



e p . j e l e n w - j e k o e p u c a p . w w w



E n e r g i e b e r a t u n g

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



# Beratungsbericht zur energetischen Sanierung von Gebäuden

## IST-Zustand



Auftraggeber: Max Mustermann  
Mustergasse 1  
68000 Musterstadt

Projekt: (6949) Mustergasse 3  
68000 Musterstadt

Berater: Micha Müller  
Seehofstr. 60  
64653 Lorsch

Ausstellungsdatum 24.07.2010

# Teil 1



## Vorbemerkungen

Grundlage dieses Energiegutachtens ist die Bestandsaufnahme des Gebäudes vom 08.04.2010, 9:00 und 21.05.2010, 8:00

Zu beiden Terminen waren der Beratungsempfänger Hr. A i gHyf und Hr. Micha Müller vor Ort.

Übergebene Unterlagen:

- ein Schornsteinfegerprotokoll in Kopie

Bei den bereits vorher übergebenen Plänen, wurde festgestellt, dass diese kaum etwas mit dem Bestand zu tun hatten. Deshalb wurden diese bereits am ersten Termin zurückgegeben und es wurde ein gemeinsames Aufmaß angefertigt.

## Teil 1 - Inhalt

Vorbemerkungen .....	2
Ergebnisse in Kurzfassung .....	4
Energieberatung – „Was ist das?“ .....	6
Zweck der Beratung .....	7
Fragen und Wünsche des Beratungsempfängers.....	7
<b>Ist-Analyse</b> .....	9
Allgemeine Zustandsbeschreibung .....	9
Fotos.....	10
<b>Bauteile und Anlagentechnik</b> .....	13
Hüllfläche .....	13
Aussenwände .....	14
Innenwände .....	14
Kellerdecke .....	15
Erdgeschossdecke / Dach.....	15
Fenster und Fenstertüren.....	16
Türen .....	16
Heizungsanlage.....	17
Lüftung .....	17
Bauschäden.....	17
Wärmebrücken + Schwachstellen.....	18



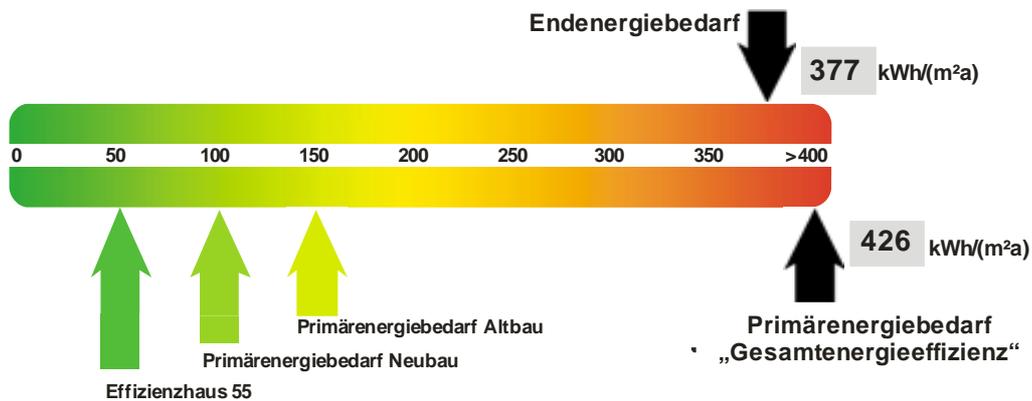
Nutzung + „Heizbereiche“ .....	20
Energieverbrauch .....	21
Energiebedarf - Übersicht .....	21
Energiebilanz.....	22
Transmissionswärmeverluste .....	23
Nutzenenergiebedarf ( $Q_h+Q_w$ ).....	24
Endenergiebedarf $Q_E$ .....	24
Jahresprimärenergiebedarf $Q_p$ .....	25
Primärenergiefaktor $f_p$ .....	26
Anlagenaufwandszahl.....	27
Umweltbelastung .....	27
Vergleiche Ist-Zustand .....	29
U- Wert- Übersicht.....	29
Energieverbrauchsvergleich zu Altbau, Neubau und Effizienzhaus .....	30
Vergleich Jahresprimärenergiebedarf.....	31
Vergleich Transmissionswärmeverlust.....	31
Beurteilung .....	33
Hintergründe und MEHR .....	35
Wer will's wissen?.....	35
$R_T$ - Wärmedurchgangswiderstand .....	35
U - Wärmedurchgangskoeffizient .....	38
Temperaturprofil .....	40
Behaglichkeit .....	42
Wasserdampfdiffusion.....	43
Sd-Wert .....	43
Sättigungsdruck - Partialdruck.....	44
Glaser Diagramm .....	47



## Ergebnisse in Kurzfassung

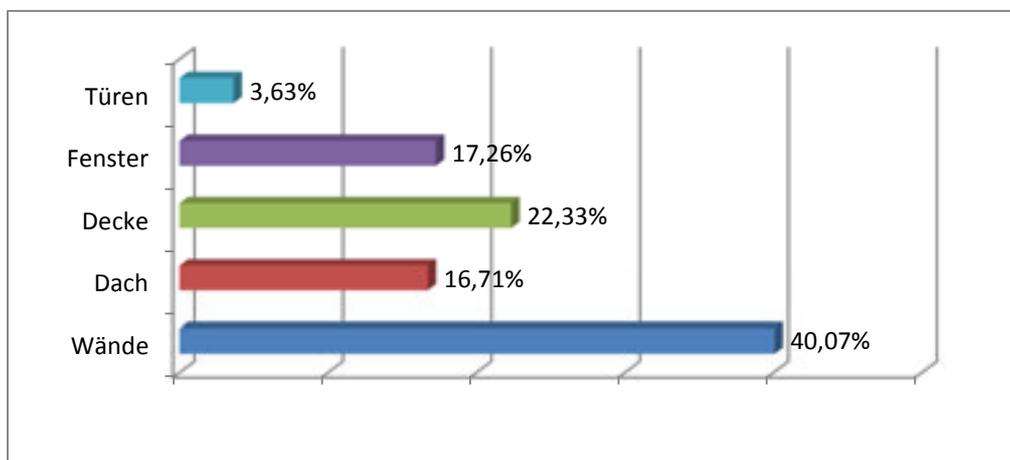
Das Gebäude hat einen Endenergiebedarf von 377 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr.

Der Primärenergiebedarf, der auch die Verluste durch die vorgelagerten Prozesse (Energieerzeugung bzw. Umwandlung) berücksichtigt, liegt bei 426 kWh/(m<sup>2</sup>a). Die Höchstgrenze für den sanierten Altbau liegt zum Vergleich bei 158 kWh/(m<sup>2</sup>a).



Durch Ihr sparsames Verhalten unterschreiten Sie zwar diese genannten Werte. Deshalb ist Ihr tatsächlicher Verbrauch auch niedriger. Zur Beurteilung und Vergleich mit anderen Gebäuden werden diese Werte aber herangezogen.

In diesem Teil werden wir Ihnen Ihre analysierten Bauteile vorstellen. Sie werden erkennen, dass die Wände für den meisten Energieverlust verantwortlich sind.



Prozentualer Vergleich der Transmissionswärmeverluste

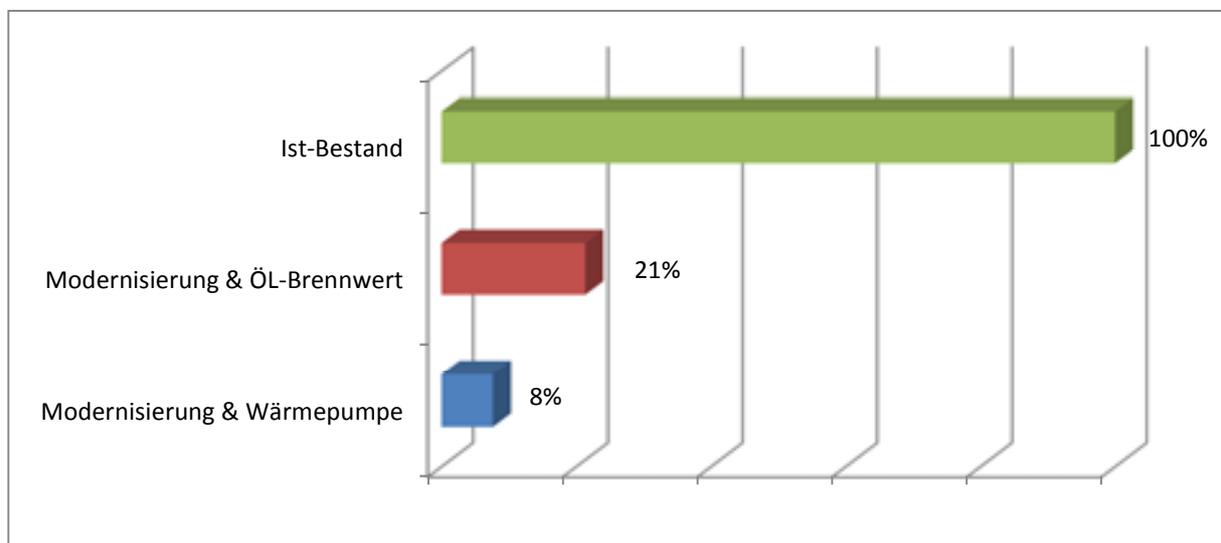


Das vorstehende Diagramm gibt einen kurzen Überblick über die Verluste durch die Gebäudehülle. Genauer wird hierauf auf den nächsten Seiten eingegangen.

Neben der Gebäudehülle werde ich aufzeigen, dass auch in dem Wärmeerzeuger ein hohes Einsparpotential vorhanden ist.

Es werden neben fünf Einzelmaßnahmen auch vier Maßnahmen-Kombinationen aus umwelttechnischer, wirtschaftlicher aber natürlich auch energetischer Sicht analysiert und bewertet.

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass für die Maßnahmen keine Eigenleistung berücksichtigt wurde. Durch Eigenleistung und Fördergelder kann die Wirtschaftlichkeit teilweise erheblich verbessert werden.



Prozentualer Vergleich bezogen auf den individuellen Endenergiebedarf

Wie schon aus dem oberen Diagramm sehen können ist es möglich, den Endenergiebedarf von derzeit 100% mit verschiedenen Maßnahmen und einer Öl-Brennwert-Heizung auf 21 % zu reduzieren.

Mit dem Einbau einer Wärmepumpe ist sogar eine Reduzierung der Endenergie auf bis zu 8% der jetzigen Energie möglich.



## Energieberatung – „Was ist das?“

Bei einer Energieberatung wird zunächst der Ist-Zustand des Gebäudes analysiert. Es werden die einzelnen Bauteile bewertet. Hierzu gehören Außenwände, Decken, Böden, Fenster usw. Die verwendeten Materialien werden möglichst genau ermittelt, Dämmstoffdicken werden gemessen.

Auch die vorhandene Heizungsanlage sowie technische Einrichtungen werden aufgenommen.

Neben der reinen Bausubstanz und Anlagentechnik wird versucht, auch das Nutzerverhalten zu ermitteln.

Es wird ein ausgiebiger Rundgang durch und um das Gebäude durchgeführt. Falls Schäden oder Mängel vorliegen, werden auch diese dokumentiert.

Die gesammelten Daten werden durch computergestützte Berechnungen ausgewertet und aufbereitet. Das Ergebnis halten Sie in der Hand.

Es wurde eine Energiebilanz erstellt, die aufzeigt wie gut Ihre Gebäudehülle „gedämmt“ ist. Bei der Heizungsanlage werden deren Verluste und Umweltbelastung aufgezeigt.

Weiterhin werden mögliche Sanierungsmöglichkeiten zur Energieeinsparung gesucht und bewertet. Zu diesen verschiedenen Maßnahmen werden deren voraussichtlichen Einsparungen beschrieben.

Dieses Gutachten soll helfen, auf Ihr Objekt und Sie abgestimmte Maßnahmen durchzuführen, die darüber hinaus auch wirtschaftlich sinnvoll sind. Bei einem persönlichen Gespräch werden die Ergebnisse besprochen.

Diese ausgearbeiteten Maßnahmen sind jedoch nur Sanierungsvorschläge. Sie ersetzen nicht die technische Planung und Beurteilung, die durch Fachplaner bzw. Fachbetriebe durchzuführen sind.

Zur Durchführung und einwandfreien Ausführung der Maßnahme und Baubegleitung können Sie sich gerne an mich wenden. Von der genauen Kostenkalkulation und Einholung von Angeboten bis zur Fertigstellung stehe ich Ihnen gerne „bei Seite“.

Ihr Nutzen liegt vor Allem bei:

Energieeinsparung mit gutem ökologischem Gewissen.

mehr Behaglichkeit und Komfort

Optimierte Gebäudehülle auf dem Stand der Zeit.

Langfristige Kosteneinsparung und Wertsteigerung der Immobilie



## Zweck der Beratung

Der Beratungsempfänger plant eine energetische Modernisierung des Gebäudes mit dem Ziel, den Energieverbrauch zu reduzieren.

Er beklagt Zugerscheinungen an den Fenstern. Das gab auch den Ausschlag für die Entscheidung, eine Energieberatung durchzuführen.

Schimmel- oder Feuchteprobleme gibt es nicht.

## Fragen und Wünsche des Beratungsempfängers

Kann mein Haus noch atmen oder ist es nach der Sanierung zu dicht? Der Beratungsempfänger äußert Bedenken über Schimmelbildung nach der Sanierung. Das hat er schon oft gehört.

Gibt es eine sinnvolle Alternative zur Ölheizung?

Was ist eigentlich mit Solar? Lohnt sich das? Muss man das vielleicht sogar einbauen?

Wie hoch ist das Einsparpotential bei einer kompletten Sanierung?

Wo gibt es Förderungen oder Zuschüsse?

Die Beantwortung Ihrer Fragen erhalten Sie im am Ende des Teil2.



e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

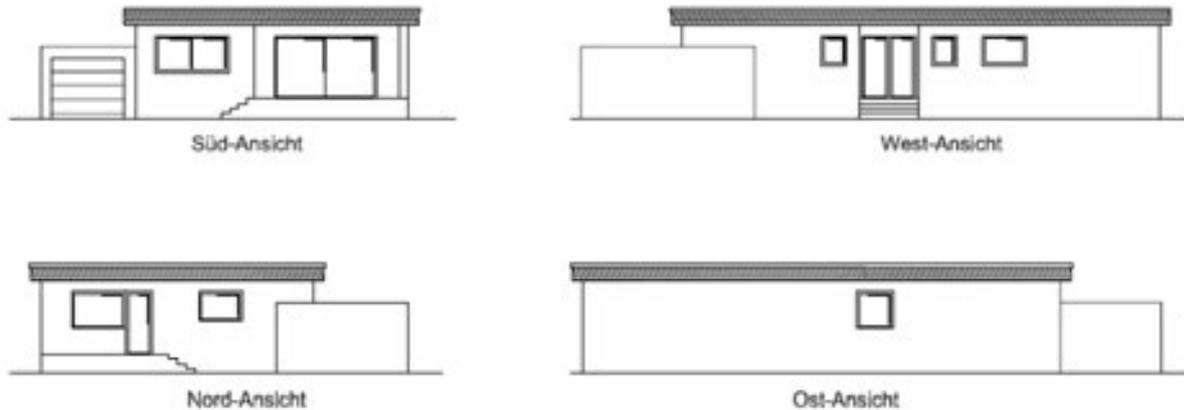
w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



## Ist-Analyse

### Allgemeine Zustandsbeschreibung

Bei dem Objekt handelt es sich um ein freistehendes Einfamilienhaus in A i g h fstadt. Der Bungalow war im Januar 1974 bezugsfertig und hat ein Flachdach. Auf der Nordwestseite ist eine massive Garage auf die Grenze angebaut.



Das Haus ist in einem guten und gepflegten Allgemeinzustand.

Das Gebäude ist komplett unterkellert.

Gebäudeart		Einfamilienhaus
Wohneinheiten		1
Bundesland		Hessen
Bauform		Bungalow
Geschosse		1
Baujahr		1974
Typ		Freistehend
Gebäudegrundform		Rechteckig
Dachform		Flachdach
Klimaregion (DiN 4108-2)		Region C (sommerheiß)
Bruttovolumen (Hülle) Ve	m <sup>3</sup>	379,26
Beheiztes Luftvolumen V (76% vom Bruttovolumen)	m <sup>3</sup>	288,24
Gebäudenutzfläche AN (32% vom Bruttovolumen)	m <sup>2</sup>	121,36
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	m <sup>2</sup>	413,57
A/Ve -Verhältnis		1,09
Gebäudeklasse lt HBO		Klasse 1
Direkt beheizter Bereich	%	54



## Fotos



Süd-Ansicht



Ost-Ansicht



Nord-Ansicht



West-Ansicht



e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



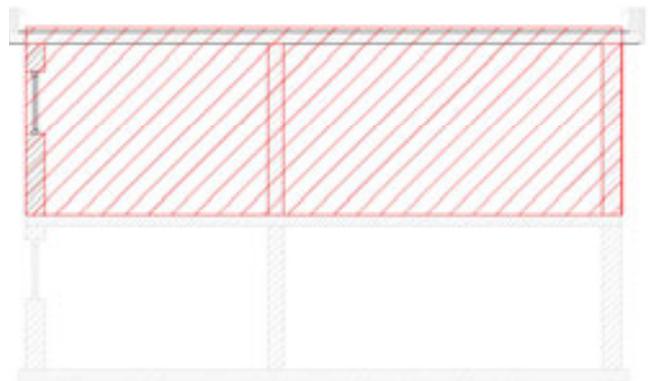
## Bauteile und Anlagentechnik

### Hüllfläche + Berechnung

Nachfolgend werden die verwendeten Bauteile beschrieben. Dazu erhalten Sie jeweils eine Tabelle, die Aufschluss über deren U-Werte gibt. Zum Vergleich sind die Grenzwerte der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV 2009 auch mit aufgeführt.

Die angegebenen Flächen beziehen sich auf die "wärmeabgebende Umfassungsfläche", die hier dargestellt ist. Die Massenermittlung wurde direkt aus der CAD-Zeichnung übernommen.

$$V_e = 130,78 \text{ m}^2 \cdot 2,90 \text{ m} = 379,26 \text{ m}^3$$



Systemgrenzen des Gebäudes  
(bemaßter Plan im Anhang)



## Aussenwände



Die Aussenwände sind massiv mit Hohlblocksteinen gemauert und beidseitig verputzt. Der Anstrich wurde mehrfach überstrichen.

Die Hohlblocksteine der meisten Aussenwände sind 30cm dick. Im Bereich des Einganges ist eine Wand mit nur 24cm starken Hohlblocksteinen vorhanden.

Im Bereich unterhalb Fenster sind Heizungsrisen ausgespart. Hier ist das Mauerwerk auf ca 17cm reduziert.

Es wurde festgestellt, dass die Wände nicht atmen.

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
1	AW1	Außenwand 30cm Hohlblock	92,69	<b>0,912</b>	<b>0,240</b>
2	AW2	Außenwand 24cm Hohlblock	5,08	<b>1,086</b>	<b>0,240</b>
3	AW3	Außenwand Heizkörpernische	9,34	<b>1,370</b>	<b>0,240</b>

## Innenwände



Die Innenwände zu unbeheizten Bereichen sind aus Kalksandsteinen in 24cm und 11,5 cm Dicke gemauert. und auch beidseitig verputzt und tapeziert.

Im Bereich Eingang/ Kellerabgang ist eine 24er Hohlblockwand gemauert, die auch zu unsere Hüllfläche zählt.

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
4	IW1	Innenwand 24cm Kalksandstein	2,2	<b>1,650</b>	<b>0,300</b>
5	IW2	Innenwand 11,5 cm Kalksandstein	14,73	<b>1,212</b>	<b>0,300</b>
6	IW3	Innenwand 24cm Hohlblock	1,04	<b>2,232</b>	<b>0,300</b>



## Kellerdecke



Die Kellerdecke (Fußboden des Erdgeschosses) besteht aus einer massiven Stahlbetondecke. Oberseitig ist hier eine dünne Dämmung und ein Zementestrich unter dem Belag vorhanden.

Unterseitig (im Keller) ist die Decke gestrichen. Die Decke unterseitig nicht gedämmt. Die meisten Bereiche sind sehr gut zugänglich

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
10	Decke	Decke zu Keller	130,8	<b>0,674</b>	<b>0,300</b>

## Erdgeschossdecke / Dach



Die Erdgeschossdecke (Decke über dem Erdgeschoss) ist auch aus massivem Stahlbeton. Unterseitig ist eine Gipskartonbauplatte abgehängt. Der Zwischenraum dient als Installationsebene für Kabel usw. Die Decke steht umlaufend über das Mauerwerk hinaus und ist in diesem auskragenden Bereich ungedämmt.

Oberseitig auf der Erdgeschossdecke ist ein mäßig gedämmtes Flachdach mit Bitumenabdichtung vorhanden.

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
11	Dach	Flachdach	130,8	<b>0,328</b>	<b>0,200</b>



## Fenster und Fenstertüren



Beim Bau des Hauses hat man sich für Holzfenster mit einer Zweischeiben-Isolierverglasung entschieden. Diese haben einen Dreh-Kipp-Beschlag. Auf der Südseite ist eine große Schiebetür verbaut. Alle Fenster und Fenstertüren sind mit aussenseitigen, manuell betriebenen Rollläden ausgestattet. Die Rolllädenkästen über den Fenstern sind ungedämmt.

Die Fenster sind merklich undicht. Es wurde festgestellt, dass so eine Lüftung über diese Undichtigkeiten erfolgt.

Im unbeheizten Keller sind Einfachverglaste Fenster mit Stahlrahmen vorhanden.

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
7	Fenster	Holzfenster	20,14	<b>2,770</b>	<b>1,300</b>

## Türen



Die Haupteingangstür wurde 2008 erneuert, da es zu massiven Zugbelastungen infolge Undichtigkeiten an der damals Einfachverglaste Tür gekommen ist.

Heute ist eine Tür mit thermisch getrennten Profilen und einer Wärmeschutzverglasung eingebaut. Für dieses Element liegt eine ausführliche U-Wert Berechnung des Herstellers vor.

Die Innentüren sind aus Holz mit Umfassungszargen.

Im Keller sind Brandschutztüren zum Heiz- und Tankraum vorhanden.

Pos	Kürzel	Bezeichnung	Fläche	-- U-Wert --	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
8	Haustür	Alutür	4,75	<b>1,600</b>	<b>2,900</b>
9	Innentür	Holztür	2,04	<b>3,800</b>	<b>2,9 00</b>



## Heizungsanlage



Als Heizungsanlage ist ein Stebel-Kessel aus dem Jahr 1973 vorhanden. Der Brenner wurde 1983 gegen einen Weishaupt-Gebläsebrenner ausgetauscht. Die Nennwärmeleistung beträgt 40,7 kW.

Diese zentrale Anlage mit integriertem Wärmetauscher dient auch der Warmwasserbereitung.

Diese Anlage wird mit Öl betrieben.

Es ist ein angrenzender innenliegender Tankraum vorhanden.

In dem vorgelegten Schornsteinfegerprotokoll vermerkt:

- Abgastemperatur 282 °C
- Verbrennungslufttemperatur 22 °C
- Wärmeträgertemperatur 70°C
- Abgasverlust 13%

Es handelt sich um ein geschlossenes System. Es ist eine unregulierte Umwälzpumpe eingebaut.

Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

In den Wohnräumen sind Heizkörper unter den Fenstern vorhanden. Diese sind mit Thermostatventilen ausgestattet.

Die Verteilungen sind im Keller verlegt und mäßig gedämmt.

## Lüftung

Die Lüftung des Gebäudes wird über die Fenster vorgenommen- durch die Undichtigkeiten auch unfreiwillig.

## Bauschäden

Der Keller ist „trocken“, auch das Dach ist „dicht“. Bauschäden sind nicht erkennbar.



## Wärmebrücken + Schwachstellen

Wärmebrücken weisen einen besonders hohen Wärmestrom auf, sodass während der Heizperiode die Oberflächentemperatur an der Innenseite örtlich begrenzt stärker absinkt.

Dies führt zu:

- höherem Energieverbrauch,
- Feuchtigkeitsproblemen (Tauwasser oder sogar Schimmelbildung)
- Gefährdung der Bausubstanz

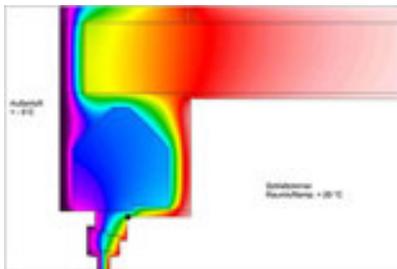
Man unterscheidet konstruktive (z.B. Heizkörmernische), geometrische (z.B. Gebäudeecke) und materialbedingte (z.B. einbetoniertes Geländer)



Die ungedämmten Rollladenkästen sind eine erhebliche Wärmebrücke, da auch deren innere Abdeckung nicht luftdicht ist.

Hier dringt kalte Außenluft durch den äußeren Rollladenauslass bis zur inneren Abdeckplatte.

Deshalb kommt es zu niedrigen inneren Oberflächentemperaturen in diesen Bereichen.



Die Oberflächentemperatur kann sogar soweit absinken, dass an der Oberfläche eine rel. Luftfeuchtigkeit von 100% entsteht.



Auch die überstehende EG-Decke ist eine weitere Wärmebrücke. Kalte Außenluft kühlt den Beton stark ab.

Da der Beton eine gute Wärmeleitung (und keine gute Wärmedämmung) hat, wird die Kälte nach innen transportiert.

Hierdurch kühlt die Deckenfläche innen besonders stark ab und es kann zu Feuchtigkeitsproblemen kommen.

Dies ist eine linienförmige Wärmebrücke.



An den Heizkörpernischen ist die Aussenwand wesentlich dünner.

Hierdurch kommt es zu einem größeren Wärmestrom.

Durch die hier angebrachten Heizkörper und damit verbundenen Wärmeabgabe muss es hier nicht unbedingt zu Feuchteproblemen kommen.

Es handelt sich um eine flächige Wärmebrücke.



Zu den materialbedingten Wärmebrücken zählt das eingeputzte Geländer. Das ist eine punktförmige Wärmebrücke.

Durch das Metall wird die Wärme besonders schnell nach außen geleitet.

Diese Erscheinung sind an weiteren Geländern gegeben.

Die „einfache“ Innentür zum Kellerabgang (in den nicht geheizten Bereich) sowie undichte Fenster sind weitere Schachstellen.

In den Berechnungen wurden Wärmebrückenzuschlag von  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  angenommen.



## Nutzung + „Heizbereiche“



Das Gebäude wird in den letzten Jahren von einer sparsamen Person bewohnt.

Laut eigenen Angaben wird die Temperatur im Winter bei ca 20°C gehalten. Eine Nachtabschaltung oder Nachtabsenkung gibt es nicht.

### Verbrauchsangaben (durch den Beratungsempfänger angegeben)

Heizöl	3500 l
Strom	3600 kWh



Der Warmwasserwärmebedarf wurde mit 41Liter/Tag festgelegt.

### Direkt + Nicht Direkt beheizt:

Die Flure und das Schlafzimmer werden nicht direkt beheizt. Gleiches gilt für das Gästezimmer.

Hierdurch wurden 46 % als Anteil nicht direkt beheizte Bereiche berechnet.

In der nebenstehenden Grafik habe ich die Bereiche gekennzeichnet:

rot= direkt beheizt

blau = nicht direkt beheizt

(Plan im Anhang)



# Energieverbrauch

## Energiebedarf - Übersicht

Zur Beurteilung des Gebäudes werden Standards aus der EnEV angenommen, um einen Vergleich zu anderen Gebäuden zu ermöglichen.

Sie werden feststellen, dass Ihre tatsächlichen Werte niedriger sind, als die der EnEV. Das bestätigt Ihr sparsames Nutzerverhalten.

Die rechten Spalten geben die Werte bezogen auf die Gebäudenutzfläche an.

ENERGIEBEDARF			Gesamtbedarf		Flächenbezogen auf Gebäudenutzfläche (AN) 32% vom Bruttovolumen	
			Individuell	EnEV	Individuell	EnEV
					pro m <sup>2</sup>	pro m <sup>2</sup>
<i>Transmissionsverluste</i>	$Q_T$	kWh/a	16.143,71	29.380,17	133,02	242,09
<i>Lüftungsverluste</i>	$Q_V$	kWh/a	6.877,45	8.595,93	56,67	70,83
<i>Solare Gewinne</i>	$Q_S$	kWh/a	-2.767,90	-4.547,18	-22,81	-37,47
<i>Interne Gewinne</i>	$Q_i$	kWh/a	-844,42	-3.913,46	-6,96	-32,25
<i>Anteil Heizunterbrechung</i>		kWh/a		-4.270,71		-35,19
<i>Heizwärmebedarf (Heizung)</i>	$Q_h$	kWh/a	19.408,84	25.244,75	159,92	208,01
<i>Trinkwasser-Wärmebedarf</i>	$Q_W$	kWh/a	649,28	1.517,00	5,35	12,50

<b>Gesamt-Heizwärmebedarf</b>	$Q_h+Q_w$	kWh/a	20.058,12	26.761,75	165,27	220,51
<i>Nutzenergie (Heizung &amp; Warmwasser)</i>						

<b>Endenergiebedarf</b>	$Q_E$	kWh/a	35.700,00	45.729,14	294,17	376,81
<b>Jahresprimärenergiebedarf</b>	$Q_P$	kWh/a	40.536,38	51.667,36	334,02	425,74

<b>Anlagenaufwandszahl</b>	$e_p$		2,02	1,93	2,02	1,93
<i>(Primärenergie/Heizenergiebedarf)</i>						
<b>Wirkungsgrad Anlagentechnik</b>		%	56,19	58,52	56,18	58,52
<i>(Endenergie/Heizenergiebedarf)</i>						

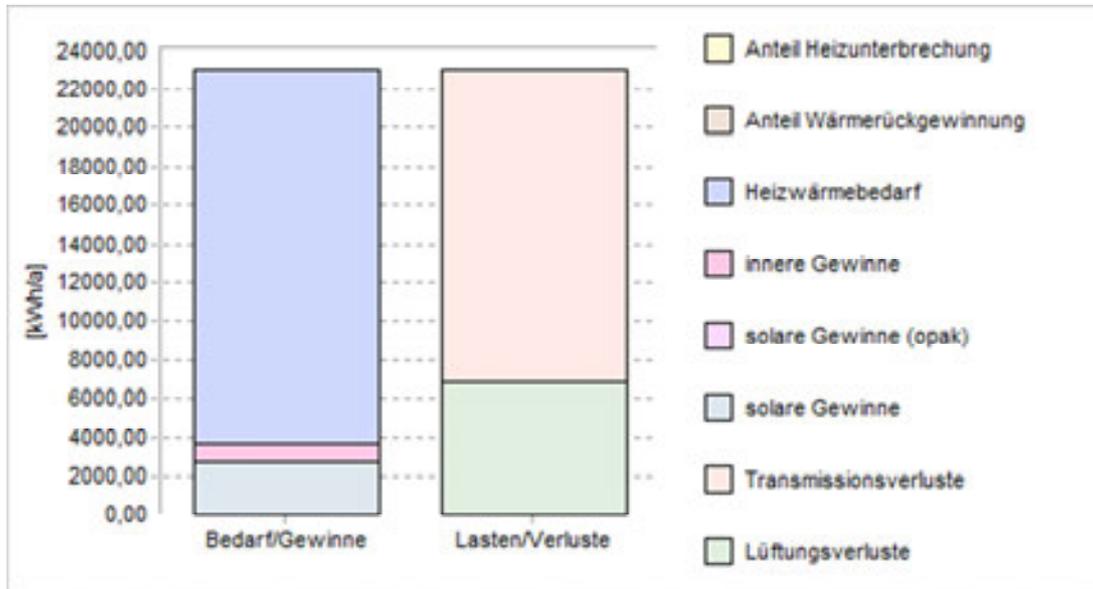
<i>Emmissionen Co2 - Kohlendioxid</i>		kg/a	11.649,96	14.860,28	96,00	122,45
<i>Emmissionen SO2 - Schwefeldioxid</i>		kg/a	23,35	29,83	0,19	0,25
<i>Emmissionen Nox - Stickoxide</i>		kg/a	8,40	10,70	0,07	0,09

Die Erklärungen erhalten Sie auf den folgenden Seiten...



## Energiebilanz

In dieser Grafik sehen Sie die Energiebilanz über die Gewinne und Verluste der Gebäudehülle.



Energiebilanz (individuell)

Auf der rechten Seite sind die Verluste aufgezeigt:

- Lüftungsverluste wie z.B. Fensterlüftung
- Transmissionsverluste, also Wärme die durch die Gebäudehülle (Wände, Fenster, Dach usw.) abgegeben wird (siehe nächsten Punkt)

Diese Verluste werden ausgeglichen (durch die linke Seite):

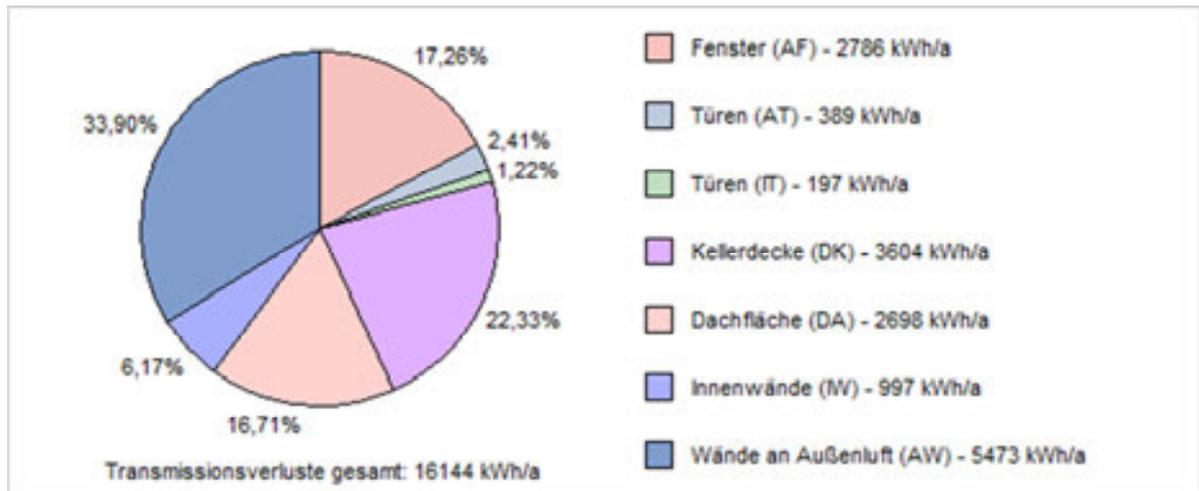
- die solaren Gewinne (Sonnenstrahlung durch die Fensterscheiben)
- die Inneren oder internen Gewinne, also die Wärme, die Sie als Nutzer des Gebäudes abgeben.
- Auch die Heizunterbrechung zählt als Gewinn. (In unserem Fall aber nur bei der Betrachtung nach EnEV relevant)
- die jetzt noch fehlende Wärme wird ausgefüllt durch die Heizwärme und ergibt gleichzeitig den Heizwärmebedarf  $Q_h$

In dieser Bilanz ist der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung nicht berücksichtigt.



## Transmissionswärmeverluste

Als Teil der Energiebilanz sind die Transmissionswärmeverluste die Verluste, die durch die Gebäudehülle entweichen, also der Wärmestrom durch die Außenbauteile zu kälteren Bereichen.



Das Tortendiagramm zeigt Ihre Individuellen Transmissionsverluste.

Bereits die Außenwände (33,9 %) und die Kellerdecke (22,3 %) sind zusammen für mehr als die Hälfte der Verluste verantwortlich!

Gefolgt werden diese von nicht unerheblichen Verlusten der Fenster und der Dachfläche.

Diese Transmissionswärmeverluste können durch Maßnahmen wie nachträgliche Wärmedämmung oder Fenstererneuerung drastisch reduziert werden.



## Nutzenenergiebedarf ( $Q_H+Q_W$ )

Zusätzlich zur Heizwärme wird auch noch Wärme für das Warmwasser benötigt.

Durch die niedrige Personenbelegung in Ihrem Fall haben wir einen geringen Verbrauch im Gegensatz zu den Annahmen der EnEV.

Zur Beheizung Ihres Gebäudes und für Ihren Warmwasserverbrauch benötigen Sie:

Heizwärmebedarf (Heizung)	Trinkwasser-Wärmebedarf	Nutzenenergie-Bedarf
$Q_H$	$Q_W$	$Q_H+Q_W$
19.408,84 kWh	649,28 kWh	<b>20.058,12 kWh</b>

(individuelle Werte)

Die Nutzenergie ist die Wärmeenergie, die an Ihrer Heizung rauskommt, bzw. die Wärme beim Duschen in Form von warmem Wasser.

## Endenergiebedarf $Q_E$

Die Endenergie beschreibt die Energie bei der Übergabe an Ihr Gebäude. - Also das Öl im Tankfahrzeug bei der Anlieferung oder Strom im Hausanschlussraum.

Es sind gleichzeitig auch die „bezahlten“ Energiekosten.

Hier nochmal zur Erinnerung unsere individuellen Werte:

Nutzenenergie	Endenergie
<b>20.058,12 kWh</b>	<b>35.700,00 kWh</b>

(individuelle Werte)



Sie fragen sich, wo die 15.700 kWh geblieben sind. Sie fragen, warum Sie 35700 kWh bezahlen, wenn Sie nur 20000 kWh benötigen. **Wo ist der Energie - Dieb?**

Nun gibt es folgende Verluste durch Verteilung und Speicherung im Gebäude:

- Leitungsverluste: Verluste an den Leitungen zu Heizkörper bzw. Dusche.
- Bereitstellungsverluste: Diese entstehen z.B. dadurch, dass bestimmte Kessel nicht unter einer Temperatur betrieben werden dürfen und somit mehr Energie herstellen, wie benötigt wird.
- Abstrahlungsverluste: Ihr Heizkessel ist warm und strahlt somit Wärme ab.

Dadurch sind diese hohen Verluste begründet. Als Kennzeichen hierfür steht der **Wirkungsgrad der Anlagentechnik**, der in Ihrem Fall mit nur 56% einen sehr schlechten Wert erreicht.

Das bedeutet, dass von 100% (bezahlter) Endenergie nur 56% an Ihrem Heizkörper zur Beheizung ankommen, und dass 44 % auf dem Weg verloren gehen.



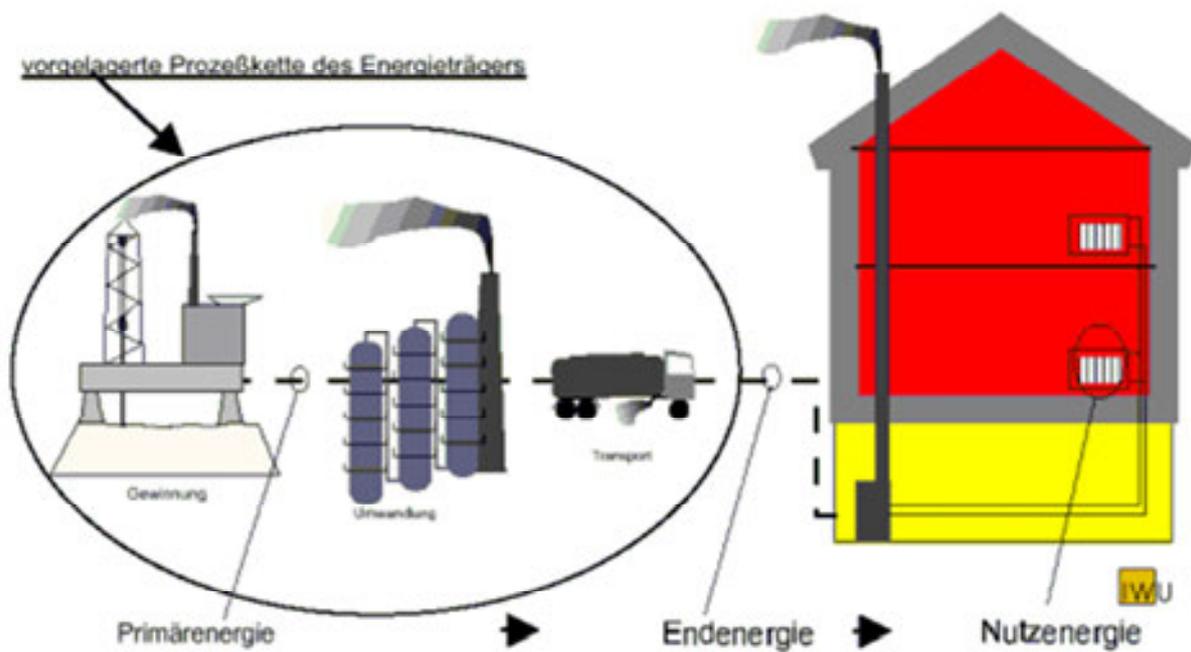
## Jahresprimärenergiebedarf $Q_p$

Der Jahresprimärenergiebedarf unterscheidet sich nun nochmal Endenergiebedarf.

Endenergie $Q_E$	Primärenergie $Q_p$
<b>35.700,00 kWh</b>	<b>40.536,38 kWh</b>

(individuelle Werte)

Er berücksichtigt auch die vorgelagerten Verluste die durch Transport bis zum Gebäude und Aufbereitung entstanden sind. Er gibt die Energie an seiner Quelle bzw. Entstehung in der Natur an.





## Primärenergiefaktor $f_p$

Sicherlich müssen Die Endenergie und Primärenergie in irgendeinem Verhältnis zueinander stehen.

Das wird durch den Primärenergiefaktor ausgesagt. Dieser ist von Land zu Land unterschiedlich und wird politisch bestimmt. Dieser Primärenergiefaktor hängt vom Energieträger ab.

Damit 100% Energie bei Heizöl ankommt, muss 110 % gewonnen werden. Diese 10 % beschreiben die vorgelagerten Verluste. Faktor 1,1

Bei Strom ist der Faktor 2,6 also 260%. Bei 1000 kWh verbrauchter Energie werden in Deutschland 2600 kWh Primärenergie angesetzt.

In unserem Gebäude haben wir einen Mix aus Strom und Öl.

### Primärenergie= Endenergie \* Primärenergiefaktor

	Primär- energie- faktor	Primär- energie- bedarf*
Heizöl	1,1	1100
Erdgas	1,1	1100
Strom	2,6	2600
Holz	0,2	200
Solar	0,0	0

\*) in kWh bei 1000 kWh Endenergie

Holz hat einen Wert von 0,2 – somit 20%. Im Gegensatz zum „schlechten“ Strom werden hier bei einem Verbrauch von 1000kWh nur 200 kWh angesetzt. Das kommt daher dass das Holz nachwächst und somit nur einen geringen „nicht erneuerbaren Anteil“ ausweist.

Somit kann der Primärenergiebedarf auch kleiner sein wie der Endenergiebedarf.



## Anlagenaufwandszahl

Die Anlagenaufwandszahl setzt die aufzuwendende Primärenergie ins Verhältnis zu dem genutzten Wärmebedarf (für Heizung und Warmwasser), also das Verhältnis **Aufwand zu Nutzen**.

$$\text{Anlagenaufwandszahl } e_p = \frac{\text{Primärenergie}}{\text{Heizwärmebedarf} + \text{TrinkwasserWärmebedarf}} = \mathbf{2,02}$$

Eine niedrige Anlagenaufwandszahl deutet auf eine effiziente Nutzung der Primärenergie hin.

## Umweltbelastung

Die Umweltbelastung durch Energieverbrauch hängt hauptsächlich vom Energieträger ab.

Es wurden folgende individuelle Emissionen ermittelt:

Co2 - Kohlendioxid	kg/a	11.649,96
SO2 - Schwefeldioxid	kg/ a	23,35
Nox - Stickoxide	kg/ a	8,40



## Energiekennzahl

Ähnlich wie der Benzinverbrauch in Liter pro 100 km für Autos angegeben wird, kann bei Gebäuden der jährliche Brennstoffverbrauch (=Endenergie) im Verhältnis zur Gebäudenutzfläche (AN) gesetzt werden.



Unser Gebäude verbraucht 45.729,14 kWh Endenergie pro 121,36 m<sup>2</sup>.

$$\text{Energiekennzahl} = \frac{45.729,14 \text{ kWh/a}}{121,36 \text{ m}^2} = 377 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Energiekennzahlen dienen vorrangig zum Vergleich mit anderen Gebäuden gleicher Art und Nutzung. Die verwendeten Werte werden mit einheitlichen Randbedingungen ermittelt und sind nicht die tatsächlichen individuellen Werte.



## Vergleiche Ist-Zustand

### U- Wert- Übersicht

Nachfolgend sind die gesamten U-Werte noch einmal zusammengefasst mit Vergleichswerten der Energieeinsparverordnung 2009.

Der U- Wert bzw. Wärmedurchgangskoeffizient ist der Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_T$ .

Er sagt aus wie viel Wärmemenge (gemessen in Wattsekunde) durch ein Bauteil von 1 m<sup>2</sup> in einer Sekunde hindurchgeht und das bei einem Grad Temperaturunterschied.

Gemessen wird also der Wärmeverlust, pro m<sup>2</sup> und pro Grad.

Pos	Bauteil	Beschreibung	Fläche m <sup>2</sup>	-- U-Wert --	
				vorhanden W/m <sup>2</sup> K	EnEV 2009 W/m <sup>2</sup> K
1	Außenwand	30cm Hohlblock	92,69	<b>0,912</b>	<b>0,240</b>
2	Außenwand	24cm Hohlblock	5,08	<b>1,086</b>	<b>0,240</b>
3	Außenwand	Heizkörpernische	9,34	<b>1,370</b>	<b>0,240</b>
4	Innenwand	24cm Kalksandstein	2,2	<b>1,650</b>	<b>0,300</b>
5	Innenwand	24cm Hohlblock	1,04	<b>2,232</b>	<b>0,300</b>
6	Innenwand	11,5 cm Kalksandstein	14,73	<b>1,212</b>	<b>0,300</b>
7	Fenster	Holzfenster	20,14	<b>2,770</b>	<b>1,300</b>
8	Haustür	Alutür	4,75	<b>1,600</b>	<b>2,900</b>
9	Innentür	Holztür	2,04	<b>3,800</b>	<b>2,900</b>
10	Decke	Decke zu Keller	130,8	<b>0,674</b>	<b>0,300</b>
11	Dach	Flachdach	130,8	<b>0,328</b>	<b>0,200</b>

Wem das nicht ausreicht, für den habe ich noch ein Extra Kapitel über die R – und U Werte.



## Energieverbrauchsvergleich zu Altbau, Neubau und Effizienzhaus

Zur Beurteilung des Gebäudes werden Standards aus der EnEV angenommen, um einen Vergleich möglich zu machen. Sie werden feststellen, dass Ihre tatsächlichen Werte niedriger sind, als die der EnEV. Das deutet auf ein sparsames Nutzerverhalten hin. Ihr individuelles Verhalten wird hier jedoch nicht berücksichtigt.

Zum Vergleich betrachten wir:

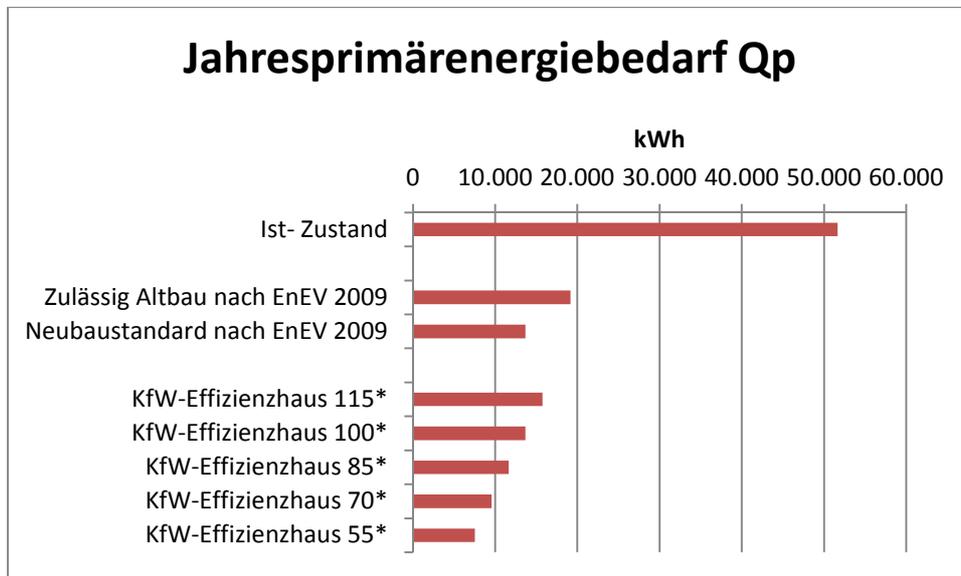
- der Jahresprimärenergiebedarf
- der spezifische Transmissionswärmeverlust ( gemittelter U-Wert)

Standard EnEV-Vergleichs-Werte	Jahresprimärenergiebedarf		Vergleich Neubau	Trans- missions- verlust	Vergleich Neubau	Vergleich Referenz-
	$Q_P$	$Q_{P'}$	$Q_{P'}$	$H'_T$	$H'_T$	$H'_T$
	Gesamt	pro m <sup>2</sup>	%	W/m <sup>2</sup> K	%	%
<b>Ist- Zustand</b>	<b>51.667</b>	<b>426</b>	<b>377</b>	<b>0,81</b>	<b>203</b>	<b>225</b>
Zulässig Altbau nach EnEV 2009	19.169	158	140	0,56	140	155
Neubaustandard nach EnEV 2009	13.692	113	100	0,40	<b>100</b>	111
<b>Referenzhaus lt. EnEV</b>	<b>13.692</b>	<b>113</b>	<b>100</b>	<b>0,36</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
KfW-Effizienzhaus 115*	15.746	130	115	0,47		130
KfW-Effizienzhaus 100*	13.692	113	100	0,41		115
KfW-Effizienzhaus 85*	11.639	96	85	0,36		100
KfW-Effizienzhaus 70*	9.585	79	70	0,31		85
KfW-Effizienzhaus 55*	7.531	62	55	0,25		70
*) jeweils verfügbare Programme müssen aktuell überprüft werden.						



## Vergleich Jahresprimärenergiebedarf

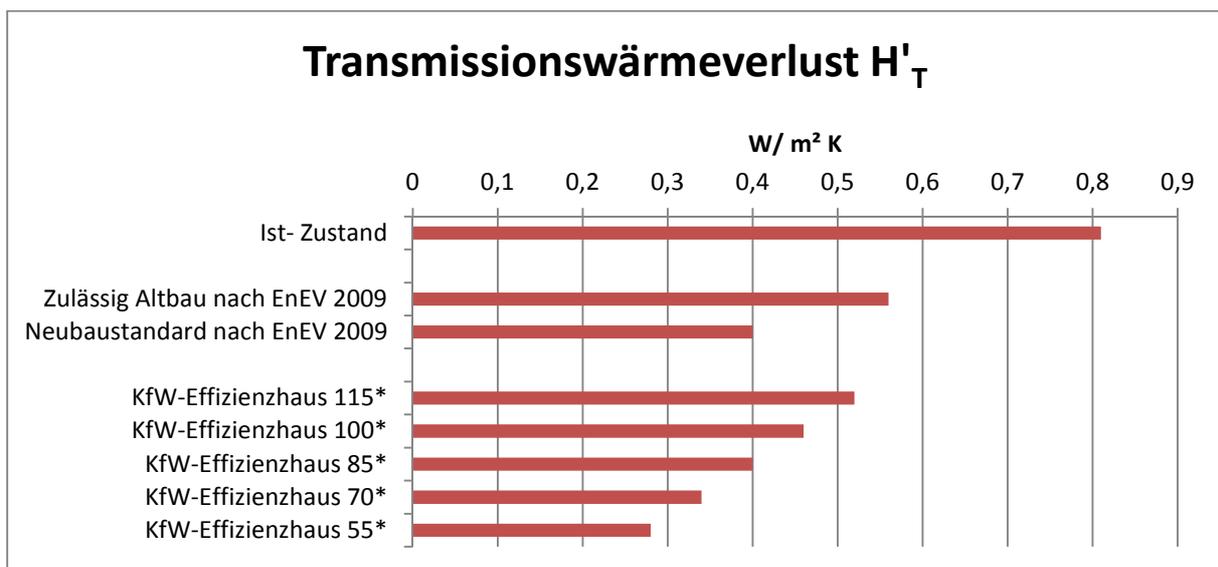
Der Vergleich des Jahresprimärenergiebedarfs im Balkendiagramm veranschaulicht den hohen Verbrauch.



Der Primärenergiebedarf des untersuchten Gebäudes beträgt **über 50000kWh**. Selbst zum zulässigen Altbau ist das eine Überschreitung um mehr als das Doppelte.

## Vergleich Transmissionswärmeverlust

Vergleicht man nun den spez. Transmissionswärmeverlust wird auch der sanierungsbedürftige Zustand der Gebäudehülle klar.



Wir überschreiten hier den Neubaustandard um das Doppelte.



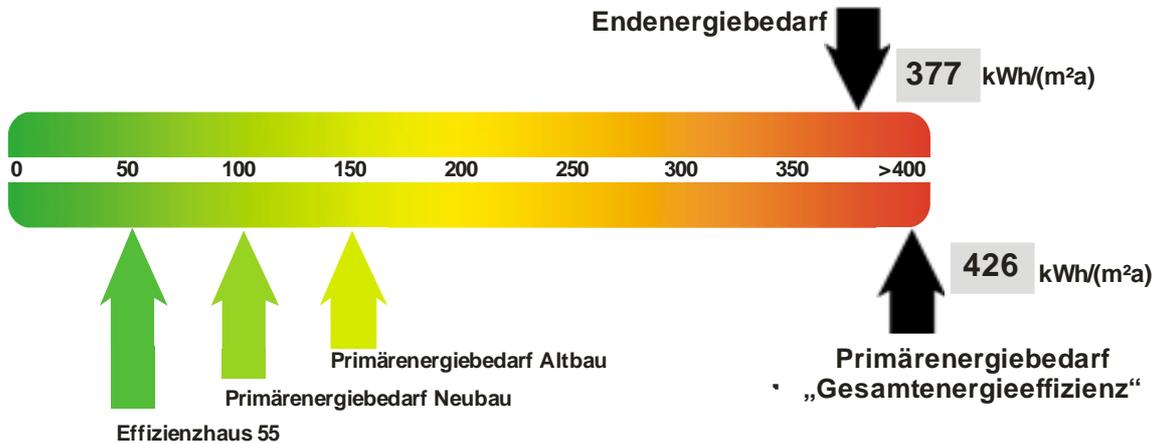
e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



## Beurteilung

Das Gebäude ist modernisierungsbedürftig:



Der Vergleich zu den Standards macht die großen Modernisierungsmöglichkeiten zu dem Bestand bzw. Schwachstellen deutlich:

- Wände sind ungedämmt
- Das Dach ist sanierungsbedürftig und weist zudem Wärmebrücken auf.
- Die Kellerdecke ist komplett ungedämmt
- Die Fenster sind undicht und es kommt zu starken Zugerscheinungen
- Die Anlagentechnik und Heizung ist „stark“ veraltet und bietet großes Einsparpotential.

Neben der Energieeinsparung kann mit einer Modernisierung natürlich auch der Co<sub>2</sub>-Ausstoß und weitere Schadstoffemissionen deutlich verringert werden.

Die möglichen Modernisierungsmaßnahmen finden Sie im nächsten Kapitel.



e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



## Hintergründe und MEHR

### Wer will's wissen?

Die folgenden Seiten habe ich für all die Interessierten geschrieben, die einen Ausflug in die Bauphysik machen wollen.

**Wer es nicht möchte, kann das Kapitel getrost weglassen.**

Den Anderen wünsche ich viel Spaß beim Lesen und Verstehen.

Wichtig dabei ist, diese Kapitel von Anfang zu lesen und nicht zu zappen. Ich baue die einzelnen Punkte aufeinander auf. Los geht's!

### R<sub>T</sub>- Wärmedurchgangswiderstand

Der Wärmedurchgangswiderstand R<sub>T</sub> hat die Einheit „m<sup>2</sup>K/W“ und war früher unter „1/k“ bekannt.

Der Wert Gesamtwiderstand (Dämmwirkung) eines Bauteils als Summe von den einzelnen Wärmedurchlasswiderständen R und Wärmeübergangswiderständen R<sub>si</sub> und R<sub>se</sub>: - RT dient auch als Zwischenwert zur Ermittlung des U-Wertes. .soweit die Definition...

Beispiel einer Berechnung für Ihre Aussenwand:

Zunächst werden in der der Tabelle alle Schichten des Bauteils von innen nach aussen aufgeführt.

In der nächsten Spalte sind die Angaben zu den Dicken in Meter zu finden.

Die Wärmeleitfähigkeit gibt Auskunft über die Dämmqualität der jeweiligen Schicht. Er sagt aus, wie viel Wärmemenge (gemessen in Wattsekunde) durch einen Stoff mit 1 m<sup>2</sup> und einem Meter Dicke in einer Sekunde hindurchgeht und das bei einem Grad Temperaturunterschied.

Je kleiner der Wert, desto besser ist die Dämmwirkung. Auskünfte über die Größe erhält man durch die Produktdatenblätter bzw. amtliche Prüfbescheide , durch die DIN 4108 oder Veröffentlichungen im Bundesanzeiger.

Auch bekannt ist dieser Wert durch WLG(Wärmeleitgruppe) bzw. WLS (Wärmeleitstufe). Wichtig ist aus den Datenblättern immer den Bemessungswert (~~nicht den Nennwert~~) zu verwenden.



Der Materialwechsel von der inneren bzw. äußeren Schicht zur Luft setzt dem Wärmetransport einen Widerstand entgegen. Deshalb gibt es hierfür die Wärmeübergangswiderstände  $R_{si}$  und  $R_{se}$ .

Diese Größe dieser Widerstände hängt von der Oberflächenbeschaffenheit, der Luftgeschwindigkeit und der Lage des Bauteils (ob senkrechte Wand oder waagerechte Decke) ab. Die Werte hierzu sind in der DIN 4108 festgelegt.

Die einzelnen Wärmedurchlasswiderstände werden berechnet:

$$\frac{\text{Dicke in Meter}}{\text{Wärmeleitfähigkeit}} = \text{Wärmedurchlasswiderstand}$$

NR	Schicht	Dicke	Wärmeleitfähigkeit	Widerstand (R-Wert)
		M	[W/mK]	[m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (R <sub>si</sub> )			0,13
1	Innenputz	0,015	0,700	0,021
2	Hohlblocksteine	0,300	0,340	0,882
3	Aussenputz	0,020	0,830	0,024
	Wärmeübergangswiderstand aussen (R <sub>se</sub> )			0,04
	<b>R<sub>T</sub>-Wert</b>			<b>1,098</b>

Laut DIN 4108-2 wird R<sub>si</sub> mit 0,125 m²K/W und R<sub>se</sub> mit 0,043 m²K/W gerechnet. Die Software jedoch benutzt die o.g. gerundeten alten Werte. Deshalb verwende ich diese auch, damit es zu keinen Unterschieden in den Grafiken kommt.

Der Wärmedurchgangswiderstand (R<sub>T</sub>) des gesamten Bauteils ergibt sich aus der Summe der Einzelnen Wärmedurchlasswiderstände und der inneren und äußeren Übergangswiderstände.

$$R_T = R_{si} + R_{\text{Innenputz}} + R_{\text{Hohlblock}} + R_{\text{Aussenputz}} + R_{se}$$

Das ist auch ein entscheidender Vorteil des Durchgangswiderstandes. Die Einzelwerte können addiert werden!



Nachfolgend sind alle RT-Werte der bestehenden „wärmeabgebenden Umfassungsfläche“ – Kurz Gebäudehülle aufgeführt. Einfach gesagt ist damit der Übergang von „innen warm“ zu „außen kalt“ gemeint.

Zum Vergleich sind auch die Mindestanforderungen der aktuellen EnEV 2009 zu finden.

### R-Werte im Vergleich!

Pos	Bauteil	Beschreibung	Fläche	++ R-Wert ++	
				vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W
1	Außenwand	30cm Hohlblock	92,69	<b>1,098</b>	<b>4,167</b>
2	Außenwand	24cm Hohlblock	5,08	<b>0,921</b>	<b>4,167</b>
3	Außenwand	Heizkörpernische	9,34	<b>0,73</b>	<b>4,167</b>
4	Innenwand	24cm Kalksandstein	2,2	<b>0,606</b>	<b>3,333</b>
5	Innenwand	24cm Hohlblock	1,04	<b>0,448</b>	<b>3,333</b>
6	Innenwand	11,5 cm Kalksandstein	14,73	<b>0,825</b>	<b>3,333</b>
7	Fenster	Holzfenster	20,14	<b>0,361</b>	<b>0,769</b>
8	Haustür	Alutür	4,75	<b>0,625</b>	<b>0,5</b>
9	Innentür	Holztür	2,04	<b>0,263</b>	<b>0,5</b>
10	Decke	Decke zu Keller	130,8	<b>1,484</b>	<b>3,333</b>
11	Dach	Flachdach	130,8	<b>3,049</b>	<b>5</b>

Betrachten wir das genauer und beschränken uns zunächst auf die 1. Spalte (vorhanden).

Während unsere Außenwand (Nr.1) 1,098 „groß“ ist, wird sie vom Dach mit der 3fachen Stärke umgehauen.

Dazu ist unsere Außenwand (Nr.1) aber Herrscher und „größer“ als alle anderen Wände – nominiert zur Superwand im Bestand.

Betrachtet man sich dazu noch Fenster, Innentüren und Haustür – dann wird die Stärke unserer Superwand immer klarer. Nahezu winzig wirken diese Bauteile.

Wenn man jetzt die EnEV hinzuzieht... dann muss unsere Aussenwand trotzdem noch 4x stärker werden...



## U - Wärmedurchgangskoeffizient

Der U-Wert oder auch Wärmedurchgangskoeffizient hieß früher einmal „k-Wert“.

Er hat die Einheit  $W/m^2K$  (W=Watt,  $m^2$ =die Fläche, K=Kelvin) .

Er sagt aus wie viel Wärmemenge (gemessen in Wattsekunde) durch ein Bauteil von  $1 m^2$  in einer Sekunde hindurchgeht und das bei einem Grad Temperaturunterschied.

Gemessen wird also der Wärmeverlust.

U-Werte können nicht (sinnvoll) addiert werden!

Um nun den Wärmedurchgangskoeffizienten zu berechnen(U-Wert) bilden wir den Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_T$ .

$$U_{\text{Aussenwand}} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,098} = 0,91 \frac{W}{m^2K}$$

**Je kleiner der U-Wert (und je größer der R-Wert), desto weniger Wärmeverluste.**

Also der U-Wert sagt aus, wie viel Energie ich verliere.... Das Verlieren sollte ganz klein sein, denn den Verlust mag man nicht....

Und der R-Wert beschreibt den Widerstand- also wie mächtig und potent meine Dämmung ist. Der Wert sollte auch groß und mächtig sein. Je größer desto besser!

Welcher hiervon Ihr persönlicher Lieblingswert zum Vergleich wird, ist Ihnen überlassen. Mir persönlich ist der R-Wert sympathischer weil er etwas Positives ausdrückt – zugegeben das ist Geschmackssache.



Pos	Bauteil	Beschreibung	Fläche	vorhanden	EnEV 2009
			m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
1	Außenwand	30cm Hohlblock	92,69	<b>0,912</b>	<b>0,240</b>
2	Außenwand	24cm Hohlblock	5,08	<b>1,086</b>	<b>0,240</b>
3	Außenwand	Heizkörpernische	9,34	<b>1,370</b>	<b>0,240</b>
4	Innenwand	24cm Kalksandstein	2,2	<b>1,650</b>	<b>0,300</b>
5	Innenwand	24cm Hohlblock	1,04	<b>2,232</b>	<b>0,300</b>
6	Innenwand	11,5 cm Kalksandstein	14,73	<b>1,212</b>	<b>0,300</b>
7	Fenster	Holzfenster	20,14	<b>2,770</b>	<b>1,300</b>
8	Haustür	Alutür	4,75	<b>1,600</b>	<b>2,000</b>
9	Innentür	Holztür	2,04	<b>3,800</b>	<b>2,000</b>
10	Decke	Decke zu Keller	130,8	<b>0,674</b>	<b>0,300</b>
11	Dach	Flachdach	130,8	<b>0,328</b>	<b>0,200</b>

Was soll das ? Was sagt das aus? Aussage ist: 0,912 W/m<sup>2</sup>K für Pos1! Ein Beispiel muss her: schulisch logisch....

Frage:

„Wie viel Energie wird durch das Bauteil Außenwand (Pos1) an einem Tag abgegeben bei einer Größe von 92,69qm und einem U-Wert von 0,912 W/m<sup>2</sup>K bei einem Temperaturunterschied von 30 Kelvin?

Lösungsweg :

- Also die 30 Kelvin kommen zwischen der Differenz zwischen 20° Innentemperatur und der angenommen Außentemperatur von -10°
- Der Rest steht in der Tabelle...
  - 92,69 m<sup>2</sup> x 0,912 W/m<sup>2</sup>K x 30 K x 24 h= 60863 Wattstunde

Antwort:

Es werden bei gegebenen Umständen 60863 Wattstunden verbraucht, das sind rund 61 kWh.



## Temperaturprofil

Ein Temperaturprofil gibt Aufschluss über die Temperaturen im Bauteil also an den Schichtgrenzen.

Als Beispiel nehmen wir wieder unsere Außenwand mit den berechneten Wärmedurchlasswiderständen.

Um das Temperaturprofil zu erstellen geben wir zunächst die gewünschte Ausgangstemperaturen vor:

Ich wähle:

20 Grad Innen

-10 Grad aussen

Das macht einen Unterschied von 30 Kelvin.

Dem steht ein Gesamtwiderstand von 1,096 m<sup>2</sup>W/K gegenüber.

Also: Wenn 1,096 „Widerstände“ 30 Kelvin entsprechen, dann entsprechen -> im Dreisatz

$$1,000 \text{ Widerstände} = \frac{30 \text{ Kelvin}}{1,0986 \text{ "Widerstände"}} = 27,32 \text{ K}$$

Und für unsere Schichten entsprechen somit:

0,12 Widerstände=> 3,55 Kelvin für R<sub>si</sub>==

0,021 Widerstände=> 0,59 Kelvin für den Innenputz

0,882 Widerstände=> 24,11 Kelvin für die Mauersteine

0,024 Widerstände=> 0,66 Kelvin für den Aussenputz

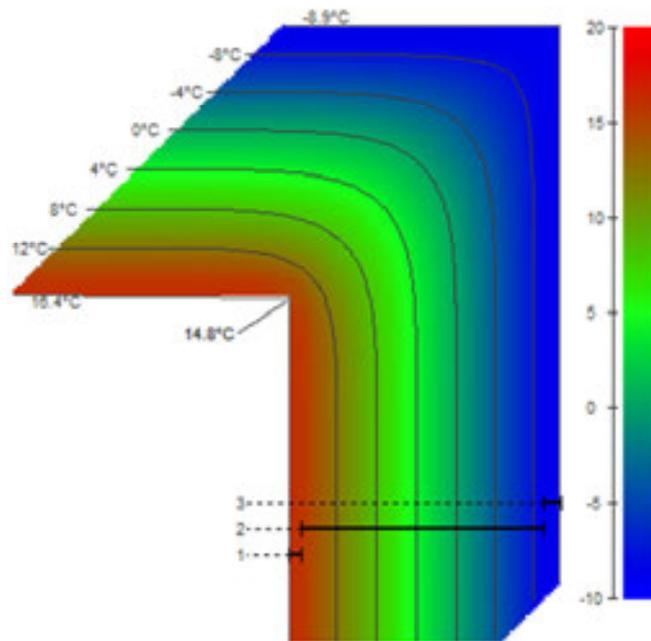
0,04 Widerstände=> 1,09 Kelvin für R<sub>se</sub>

**Somit sind die Temperaturunterschiede proportional zum Wärmedurchgangswiderstand!**

Nun sind die einzelnen Temperaturunterschiede in den Stoffen berechnet. Von innen (hier hatten wir 20 Grad gewählt) beginnend kann man nun die errechneten Kelvin-Werte abziehen und erhält die Temperaturen an den Schichtgrenzen.



NR	Schicht	Widerstand (R-Wert) [m²K/W]	Unterschied Kelvin Kelvin	Temperatur an Schichtgrenze Grad
				<b>20,0</b>
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)	0,13	3,55	16,4
1	Innenputz	0,021	0,59	15,9
2	Hohlblocksteine	0,882	24,11	-8,2
3	Aussenputz	0,024	0,66	-8,9
	Wärmeübergangswiderstand aussen (Rse)	0,04	1,09	-10,0
	<b>R<sub>T</sub>-Wert</b>	<b>1,098</b>		



Temperaturprofil aus Ennovatis

Interessant ist, dass bei einer Innenlufttemperatur von 20 Grad die Oberfläche des Innenputzes nur noch 16,4 Grad warm ist. Im Eckbereich sind es sogar nur 14,8 Grad. Die tiefere Temperatur hier kommt durch eine größere Außenoberfläche im Vergleich zur Innenoberfläche

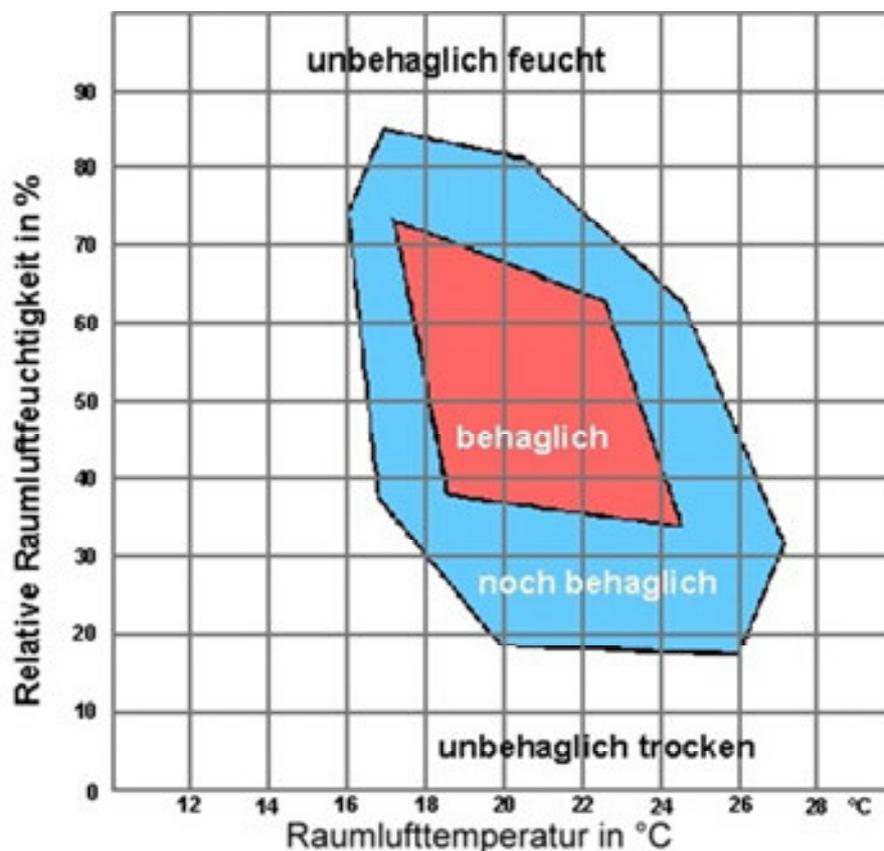
Hiermit wird dann auch die nicht zu unterschätzende Wirkung des Wärmeübergangswiderstandes deutlich.



## Behaglichkeit

Diese innere Oberflächentemperatur ist maßgebend für die Behaglichkeit und das Wohlempfinden im Raum. Diese Behaglichkeit hängt ab von der Lufttemperatur, der Luftbewegung und der rel. Luftfeuchtigkeit.

Durch die jetzt (unsanierte) kalte Oberfläche kühlt die Raumluft an der Wandinnenseite ab und „fällt“ nach unten. Dadurch treten Zugerscheinungen auf. Diese Unbehaglichkeit kann mit höheren Innentemperaturen nur bedingt gemindert werden.



Damit Menschen sich behaglich fühlen, ist es notwendig, dass die Raumluft sowie die Umschließungsflächen (z.B. Wände, Decke) eine bestimmte Temperatur aufweisen. Je geringer dabei die Oberflächentemperatur von Wänden, Decke und Boden ist, desto größer muss die Raumtemperatur sein, um das Gefühl von Behaglichkeit zu erreichen.

Die Temperaturdifferenz zwischen Raumlufttemperatur und mittlerer Oberflächentemperatur sollt maximal 2 bis 3 K (°C) betragen.

Auch ist das Wohlempfinden von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig. Das ist in der Grafik zu sehen. Das Klima im Raum sollte sich immer möglichst in dem roten Bereich befinden.



## Wasserdampfdiffusion

### Sd-Wert

Durch die unterschiedlichen Temperaturen und Wasserdampfmengen der beiden Bauteilseiten entsteht ein Konzentrationsunterschied.

Dieser wird mit dem Begriff Wasserdampfdruck beschrieben. Die Einheit ist Pascal (Pa). Der Luftdruck wird in hPa angegeben (1 hPa=100 Pascal)

Jedes Konzentrationsgefälle in der Natur ist bestrebt, sich auf das gleiche Niveau anzugleichen. Hierzu wird Wasserdampf transportiert.

Das Bauteil jedoch setzt diesem Bestreben einen Widerstand entgegen.

Dieser ist definiert als sd-Wert (wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke). Er ergibt sich aus dem Produkt aus Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$  (sprich mü) und der Schichtdicke. Die Einheit für den sd-Wert ist Meter (m)

Es ist definiert:

$s_d$ -Wert von  $\leq 0,5$  -----diffusionsoffen

$s_d$ -Wert 0,5m - 1500m -----diffusionshemmend (Dampfbremse)

$s_d$ -Wert  $\geq 1500$ m -----diffusionsdicht (Dampfsperre)

Diffusionsdichte Schichten sind z.B. Metalle. Zur Anwendung kommen häufig Alu- oder Kupferfolien.



## Sättigungsdruck - Partialdruck

Betrachten wir aber nun wieder die Ergebnisse aus dem Temperaturprofil.

Wir entnehmen, passend zu den Temperaturen, den Wasserdampfsättigungsdruck aus der Tabelle (im Anhang).

Die relative Sättigung bzw. rel. Luftfeuchte ist für die Standard-Berechnung (Tauperiode) vorgegeben:

Innenklima	20 Grad	50% rel. Luftfeuchte
Aussenklima	-10 Grad	80% rel. Luftfeuchte

Somit beträgt der Wasserdampfpartialdruck der Raumluft 50% von 2339 Pa -> 1169 Pascal

An der Innenoberfläche (am Putz) haben wir immer noch 1169 Pa Teildruck. Durch die niedrigere Temperatur (und den niedrigeren Sättigungsdruck) haben wir aber eine erhöhte relative Luftfeuchte.  $1169/1866=63\%$  (-> Tabelle)

Nun wechseln wir nach aussen: 80% von 260 Sättigungsdruck ergibt einen Partialdruck von 208 Pascal für die Aussenluft. An der äußeren Wandoberfläche ändert sich auch wieder die relative Luftfeuchtigkeit bei gleichbleibendem Partialdruck.

**Nun verhält es sich so, dass Partialdruck proportional zum Sd-Wert abnimmt.**

Also: Partialdruckunterschied:  $1169-208=961$  Pascal

Summe Sd-Wert = 3,65m

Wenn 961 Pascal 3,65m entsprechen, dann entsprechen:

Innenputz	$(961/3,65) * 0,15 =$	39 Pascal
Mauerwerk	$(961/3,65) * 3,00 =$	790 Pascal
Aussenputz	$(961/3,65) * 0,50 =$	132 Pascal



In der Tabelle nehmen wir nun den Inneren Partialdruck an der Innenwand von 1169 Pascal.

Durch den Widerstand des Putzes fällt der Partialdruck um 39 Pascal. Somit haben wir noch einen Partialdruck von 1130 Pa an der Schichtgrenze zu den Hohlblocksteinen.

NR	Schicht	Dicke m	mü	sd m		Temp. an Schicht- grenze	Wasser- dampf- sättigungs- druck	Wasser- dampf- partial- druck	Relative Sättigung %
						Grad	Pa	Pa	
						<b>20</b>	<b>2340</b>	<b>1169</b>	<b>50</b>
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)								
						16,4	1866	1169	63
1	Innenputz	0,015	10	0,15	Summe Sd=3,65m	15,9	1806	1130	63
2	Hohlblocksteine	0,300	10	3,00		-8,2	304	304 (340)	100
3	Aussenputz	0,020	25	0,50		-8,9	286	208	73
	Wärmeübergangswiderstand aussen (Rse)								
						-10	260	208	80

Unterschied: 961 Pascal

In den Hohlblocksteinen möchte der Partialdruck nun nochmal um 790 Pascal sinken. Das Ergäbe nun einen Druck von  $1130 - 790 = 340$  Pascal an der Grenze von Hohlblock zu Außenputz.

Der maximal mögliche Wasserdampfsättigungsdruck beträgt hier allerdings 304 Pascal!

**Da der Partialdruck nicht höher sein kann als der Sättigungsdruck fällt an dieser Stelle Tauwasser aus.**

Das reduziert den Wasserdampfpartialdruck auf die maximale Sättigung von 304 Pascal. Damit haben wir hier eine relative Sättigung von 100%

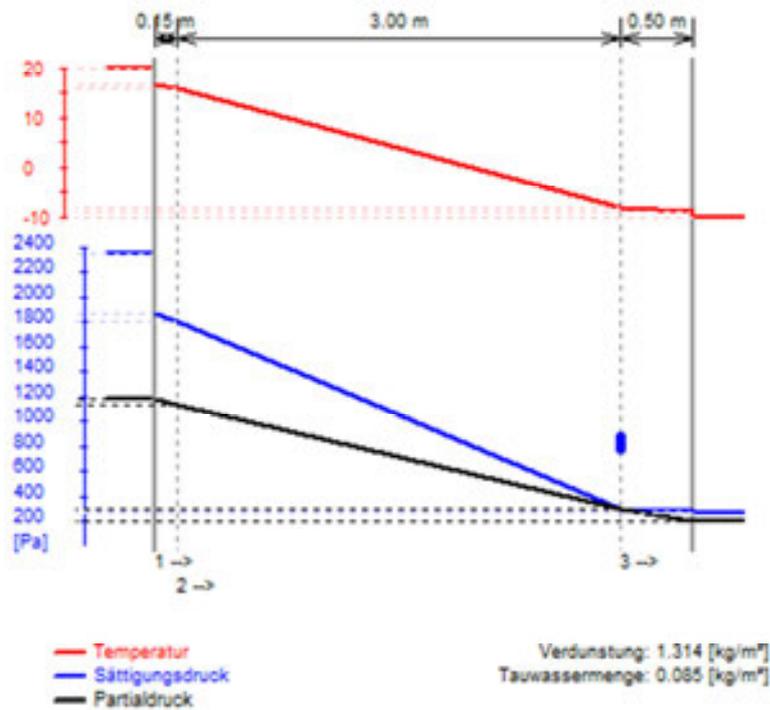


e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



## Glaser Diagramm



Das hier gezeigte Glaser-Diagramm ist das grafische Ergebnis der vor beschriebenen Berechnung.

In rot ist der Temperaturverlauf durch die Schichten ersichtlich.

Von links nach rechts sind die 3 Schichten (Innenputz, Mauerwerk, Aussenputz) maßstäblich mit deren Sd-Werten aufgezeigt.

Der Blaue Punkt markiert den Ausfall von Feuchtigkeit.

Wichtig ist:

**mögliche Verdunstungsmenge > Tauwassermenge**

**Tauwasser max 1Kg/qm** (bei nicht kapillar leitfähigen Schichten wie Metalle nur 0,5 kg /m²)

**Holz max 5%, Holzwerkstoffe max. 3%**

Zusammenfassend ist zu sagen, dass während des Winters also ein gewisses Kondensat in der Mauer anfällt, welches im Sommer wieder verdunstet. Dann ist das Bauteil somit oK.

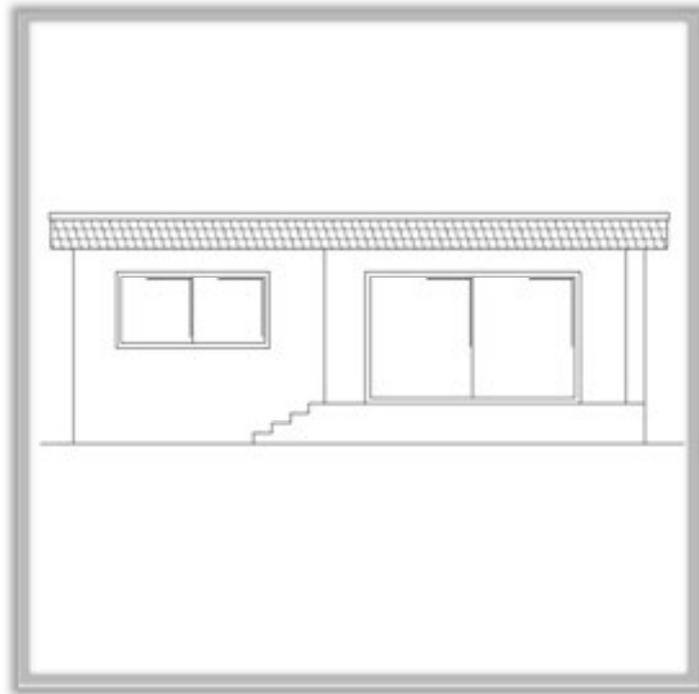
e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



# Beratungsbericht zur energetischen Sanierung von Gebäuden

## Modernisierung



Auftraggeber: Max Mustermann  
Mustergasse 1  
68000 Musterhausen

Projekt: (6949) Mustergasse 3  
68000 Musterhausen

Berater: Micha Müller  
Seehofstr. 60  
64653 Lorsch

Ausstellungsdatum 24.07.2010

**Teil 2**



## Teil 2 - Inhalt

Modernisierungsmaßnahmen .....	52
<b>Einzelmaßnahmen .....</b>	<b>53</b>
Übersicht <b>Einzelmaßnahmen und Gebäudehülle</b> .....	<b>53</b>
<b>Außenwände modernisieren .....</b>	<b>54</b>
Vorschlag .....	54
Ausführung .....	55
Brandschutz .....	56
Nutzen .....	56
Schnittstellen .....	57
Zahlen + Fakten .....	57
<b>Dach modernisieren .....</b>	<b>58</b>
Vorschlag .....	58
Ausführung .....	59
Brandschutz .....	60
Nutzen .....	61
Schnittstellen .....	62
Zahlen + Fakten .....	62
<b>Decke unter Erdgeschoss modernisieren .....</b>	<b>63</b>
Vorschlag .....	63
Ausführung .....	64
Brandschutz .....	64
Nutzen .....	65
Schnittstellen .....	65
Zahlen + Fakten .....	66
<b>Fenster .....</b>	<b>67</b>
Vorschlag .....	67
Ausführung .....	68
Nutzen .....	69
Schnittstellen .....	70
<b>Zahlen + Fakten .....</b>	<b>70</b>
<b>Gebäudehülle &amp; WRL .....</b>	<b>71</b>
Vorschlag .....	71



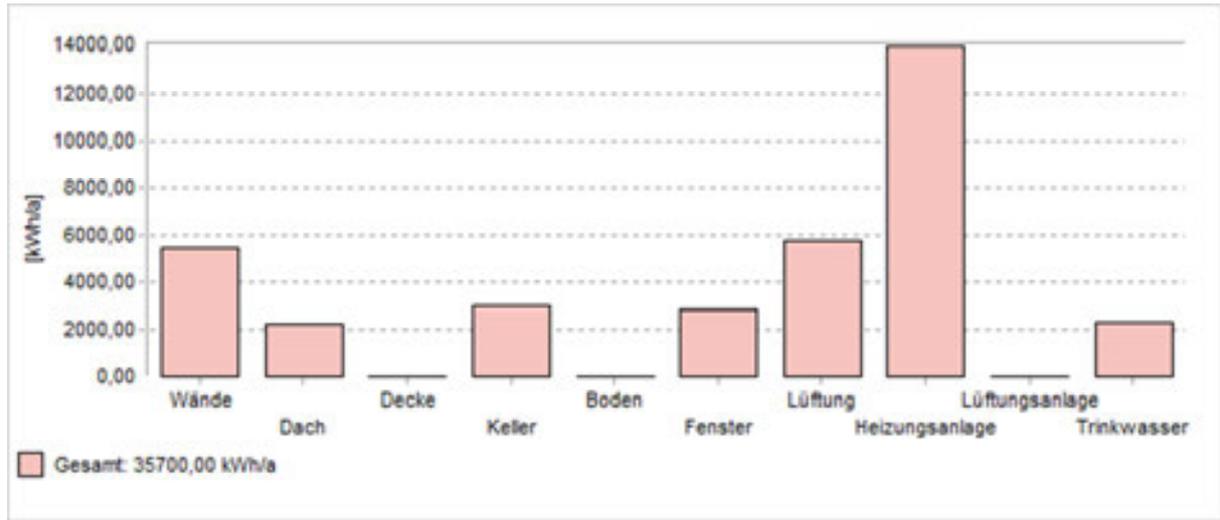
Ausführung.....	72
Nutzen .....	72
Schnittstellen .....	73
Zahlen + Fakten.....	73
<b>Kombinationen und Einsparungen.....</b>	<b>74</b>
<b>Abschließende Beurteilung der Maßnahmen.....</b>	<b>75</b>
<b>Hülle + WRL + ÖL-Brennwert  Effizienzhaus 115.....</b>	<b>76</b>
Vorschlag .....	76
Ausführung.....	77
Nutzen .....	78
Zahlen + Fakten.....	79
<b>Hülle + WRL + ÖL-Brennwert + Solar (WW)  Effizienzhaus 100.....</b>	<b>80</b>
Vorschlag .....	80
Ausführung.....	80
Nutzen .....	81
Zahlen + Fakten.....	82
<b>Hülle + WRL + ÖL-Brennwert + Solar (WW + HZ)  Effizienzhaus 85 .....</b>	<b>83</b>
Vorschlag .....	83
Ausführung.....	83
Nutzen .....	84
Zahlen + Fakten.....	85
<b>Hülle + WRL + Wärmepumpe  Effizienzhaus 85.....</b>	<b>86</b>
Vorschlag .....	86
Ausführung.....	87
Nutzen .....	87
Zahlen + Fakten.....	88
<b>Sonstiges.....</b>	<b>89</b>
Entsorgungskonzept.....	89
Baurechtliche Bewertung .....	90
Antworten auf Ihre Fragen.....	91



## Modernisierungsmaßnahmen

Nachfolgende Grafik beschreibt die Verluste an unserem Gebäude, die es gilt, zu reduzieren.

„Die größten Verluste sind wohl durch die veraltete Heizungsanlage entstanden. Also fangen wir doch damit an, diese zu sanieren. Hier haben wir das größte Einsparpotential!“, denken Sie?



**Aber Stopp!** Aber ist das wirklich sinnvoll? Überlegen wir mal, was dann passiert.

Zunächst einmal reduzieren wir hier den Verbrauch drastisch – das sollte passen.

Wenn wir uns aber danach aufmachen, die Gebäudehülle zu sanieren, werden wir feststellen, dass unser Energiebedarf abnimmt. Unsere Heizungsanlage wäre weit überdimensioniert. Dadurch wäre die neue Heizung nicht mehr effizient.

Grundsätzlich ist es demnach sinnvoll, mit der Gebäudehülle die Sanierung zu beginnen, wenn man die Sanierung stufenweise durchführen möchte.

Ich zeige Ihnen nun zunächst Einzelmaßnahmen auf, danach sinnvolle Kombinationen.

Die Ausführung sollte in jedem Falle von Fachfirmen mit ausreichend Referenzen durchgeführt werden.

Eine Vergabe nach Pauschalpreis kann sinnvoll sein.

Im Auftragsfalle sollten Sie die Arbeiten durch eine Baubegleitung / Bauleitung überwachen lassen.



## Einzelmaßnahmen

### Übersicht Einzelmaßnahmen und Gebäudehülle

	<b>Wände</b>	✓				✓	+
	<b>Dach</b>		✓			✓	+
	<b>Boden</b>			✓		✓	+
	<b>Fenster/Türen</b>				✓	✓	+
	<b>WRL</b>					✓	✓

<b>Endenergiebedarf</b>	kWh/a	28.846	33.684	32.495	26.956	16.490	14.914
Endenergieeinsparung	kWh/a	6.009	1.171	2.361	7.899	18.366	19.942
Einsparung Prozent	%	17	3	7	23	53	57
<b>Einsparung</b>	€	491	96	193	645	1.412	1.540
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	kg/a	9.741	11.278	10.900	9.140	6.114	5.524
CO <sub>2</sub> -Einsparung	kg/a	1.909	372	750	2.510	5.536	5.991
CO <sub>2</sub> -Einsparung	%	16	3	6	22	48	53

<b>Investitionskosten</b>	<b>Euro</b>	<b>15.010</b>	<b>20.271</b>	<b>11.116</b>	<b>15.407</b>	<b>70.304</b>	<b>75.554</b>
Sowiesokosten	Euro	3.000	3.600	0	1.500	8.100	8.100
Förderung	Euro	0	0	0	0	0	0
Mehrkosten	Euro	12.010	16.671	11.116	13.907	62.204	67.454
Kapitalrückfluss	%	91	13	39	104	54	54



## Außenwände modernisieren



Die ungedämmten Außenwände sind für einen Transmissionswärmeverlust von 5473 kWh/a verantwortlich.

### Vorschlag

Es wird vorgeschlagen, die Außenwände mit einer von außen aufzubringenden Wärmedämmung zu dämmen. Dabei bleibt der optische Gesamteindruck des Hauses weitgehendstes bestehen. Man könnte hier ein Wärmedämmverbundsystem anbringen.

Gleiches gilt für den Bereich zum unbeheizten Treppenabgang. Hier sollte auch eine Wärmedämmung aufgebracht werden. Die Ausführungsart könnte gleich den Außenwänden ausgeführt werden.

Als Dämmstoff habe ich ein Polystyrol mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK) angenommen.

Bei der Verwendung von besser dämmendem Material (Kleinere Wärmeleitfähigkeit) reduziert sich die Dicke der einzubringenden Dämmung, um das gleiche Ergebnis zu erzielen. Bei schlechter dämmendem Material (größere Wärmeleitfähigkeit) nimmt die Schichtdicke entsprechend zu.

<b>Aussenwände</b>				
		Bestand	<b>Vorschlag</b>	<i>Alternative</i>
Material			<b>Polystyrol</b>	Polystyrol
Dicke	mm		<b>120</b>	160
WLZ	W/(mK)		<b>0,035</b>	0,035
R <sub>WD</sub> (nur für neue Dämmung)	mK/W		<b>3,43</b>	4,57
U-Wert (max 0,24 W/m <sup>2</sup> K lt EnEV 2009)	W/(m <sup>2</sup> K)	0,96	<b>0,22</b>	0,18
Oberflächentemperatur innen	°C	15,8	<b>19,10</b>	19,30
Ecktemperatur innen	°C	14	<b>18,50</b>	18,80

*Die Alternative richtet sich nach den derzeit gültigen Anforderungen für Einzelmaßnahmen der KfW.*



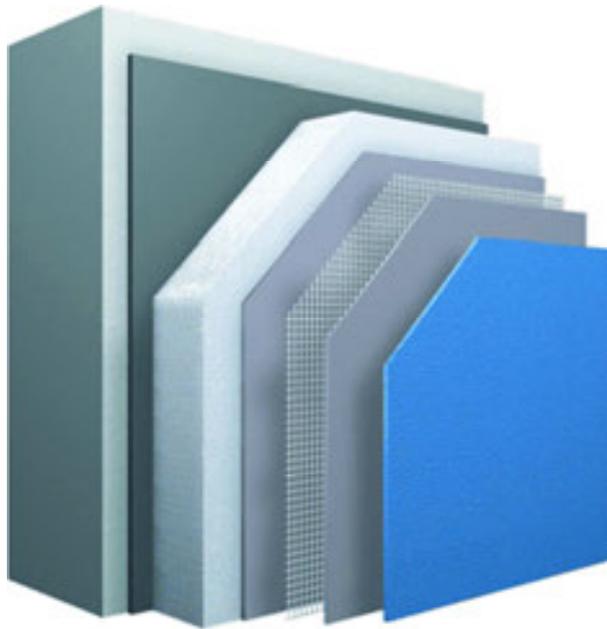
## Innenwände / Kellerabgang

		Bestand	Vorschlag	Alternative
Material			Polystyrol	Polystyrol
Dicke	mm		100	120
WLZ	W/(mK)		0,035	0,035
R <sub>WD</sub> (nur für neue Dämmung)	mK/W		2,86	3,43
U-Wert (max 0,30 W/m <sup>2</sup> K lt EnEV 2009)	W/(m <sup>2</sup> K)	2,1	0,29	0,25

Die Alternative richtet sich nach den derzeit gültigen Anforderungen für Einzelmaßnahmen der KfW.

### Ausführung

Die Wärmedämmplatten werden auf den bestehenden Putz aufgeklebt und verdübelt. Danach wird die Fläche mit einer Armierung verspachtelt und verputzt.



Bei den Dübel ist darauf zu achten, dass hier keine neuen Wärmebrücken entstehen.



Die Wärmebrücken durch die überstehende Deckenfläche am Eingang und dem Terrassenausgang sollten in diesem Zuge auch gedämmt und damit beseitigt werden.



Hierfür empfehle ich nicht brennbares Material zu verwenden, da es eine „Über-Kopf-Dämmung“ ist.

Auch der Sockelbereich sollte bis mind. 500mm unter die Kellerdecke gedämmt werden. Hier empfehle ich jedoch aus optischen Gründen die Dämmung bis unter den Außenbelag (Pflaster) zu führen.

Vor Ausführung sollten alle Leitungen (Außenbeleuchtung) und Schalter vom Elektriker angepasst werden (nach außen verlängern).

## Brandschutz

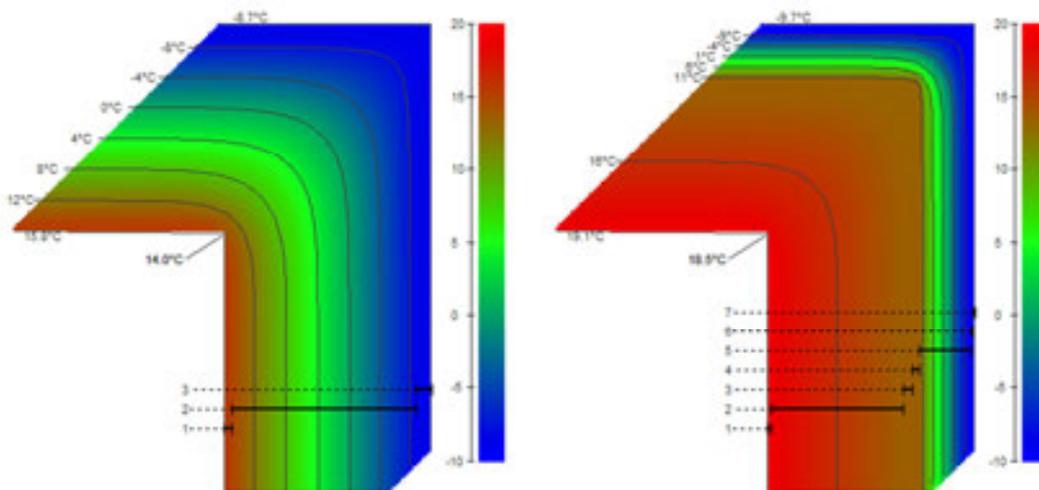
Über den Fenstern ist wegen des Brandschutzes ein Streifen aus Mineralwolle (nicht brennbar A1) einzubauen. (mind. 200mm hoch und 300mm über das Fenster/Öffnung überstehend).

## Nutzen

Neben der optischen Aufwertung bekommen Sie im Falle einer Sanierung auch weitere Verbesserungen.

Durch die Dämmung der Außenwand steigt die Innentemperatur der Wand, dadurch kommt es zu einer verbesserten Behaglichkeit. Luftbewegungen an den Außenwänden werden stark gemindert und man fühlt sich einfach wohler. Auch muss die Innentemperatur nicht so hoch gehalten werden, um eine vergleichbares Wohlempfinden zu erhalten.

Die geometrische Wärmebrücken in den Gebäudeecken bleiben „warm“ und es kommt zu einer Reduzierung der Schimmelgefahr.



Hier sind die Temperaturprofile des Bestandes und der sanierten Variante gegenübergestellt.



## Schnittstellen

Schnittstellen zu anderen Gewerken / Sanierungsarbeiten sind vor Ausführung abzustimmen bzw. es sollte überlegt werden, diese mit auszuführen.

Bei der Außenwand ist das gegeben durch:

- Fenster sollten in diesem Zusammenhang bzw. vorher erneuert werden, da dann die Anschlüsse optimiert werden können (Schlagregendichtheit / RAL-Montage / Integration der Vorsatzrollläden)
- Es sollte bedacht werden, dass in der Wärmedämmung auch Lüftungskanäle (-> Lüftungsanlage) „versteckt“ werden könnten.
- Gleiches gilt für Installationskabel.

## Zahlen + Fakten

Hier sehen Sie die Energie und CO<sub>2</sub> – Auswirkung der Maßnahme.

Weiterhin erfahren Sie etwas über die Wirtschaftlichkeit. Die genaue Berechnung mit den Eckdaten finden Sie im Anhang. Bitte beachten Sie dass die genaue Ermittlung der Bau bzw. Sanierungskosten erst nach Einholung von detaillierten Angeboten möglich ist.

### Außen und Innenwände

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	6,01
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	16
Energieeinsparung	kWh/a	6.009
Energieeinsparung in Prozent	%	17
Reduzierung der notw.Heizlast	kW	3,56
Wirtschaftlichkeit		
Gesamtkosten	€	15.009,60
Sowiesokosten 1)	€	-3.000,00
verbleibende Mehrkosten	€	<b>12.009,60</b>
Kapitalrückfluss	%	91,2
<b>Empfehlung</b>		<b>ja</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung / Erhaltungsmaßnahme anfallen.

Trotz des Kapitalrückflusses unter 100 % empfehle ich, diese Maßnahme durchzuführen. Schon eine geringe Erhöhung der Preissteigerungsrate gleicht das aus.



## Dach modernisieren



In der Abdichtung des Daches zeigen sich bereits kleine Risse.

Bei Ihrem Dachaufbau ist es möglich, eine Regenerierungsbahn aufzubringen, was die Haltbarkeit Ihres Daches zwar verlängert, aber nicht mit einer Sanierung gleichzusetzen ist. (siehe auch Anhang bezüglich EnEV-Konformität)

Am Dach steht nun ohnehin Arbeit an. Eine Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben ergäbe ich eine Energieeinsparung von 1171 kWh/a.

### Vorschlag

Es wird vorgeschlagen, den Altaufbau zu belassen. Ein Gefälle ist vorhanden. Hierauf könnte eine Wärmedämmung, beispielsweise aus Polystyrol und eine neue Abdichtung aus 2 Lagen Bitumenbahnen aufgebracht werden. Auch eine Abdichtung aus Kunststoffen ist möglich.

Der vorhandene Aufbau sollte jedoch vorher von einer Fachfirma überprüft werden. Sollte hier schon eine Durchfeuchtung der bestehenden Dämmung durch Undichtigkeit begonnen haben, so sind geeignete Maßnahmen bezüglich der Austrocknung zu berücksichtigen.

Da im Altbestand einmal eine Kiesauflast (ca 90kg/m<sup>2</sup>) aufgebracht war, sollte es keine Gewichtsprobleme bei dieser Sanierungsart geben.

Der Dachrand und die Dachverblendung können in diesem Zusammenhang gedämmt werden, um somit die Wärmebrücke zu beseitigen.





Die Abdichtung kann auch aus Kunststoffbahnen in einlagiger Verlegung realisiert werden.

Generell ist darauf zu achten, den kompletten Aufbau entweder untereinander zu verkleben oder aber mechanisch in den Untergrund zu befestigen. (wg. Windsicherung)

Bei Erhöhung der Dachdicke sollte der Kaminfeger bzgl. notwendiger Höhe des Schornsteines befragt werden.

Wenn Solaranlagen o.ä. geplant sind, ist an entsprechende Schutzlagen zu denken und die Durchbrüche mit dem Dachdecker abzustimmen.

Der Dachrand mit der auskragenden Wärmedämmung ist eine Wärmebrücke. Dieser sollte auch an der Kopfseite und Attikaoberkante gedämmt werden. An der Sichtseite ist eine Bekleidung mit Metall, Schiefer o.ä. möglich.

Im Falle einer gleichzeitigen Dämmung von Wand und Dach ist es möglich, diesen Betonüberstand gänzlich zu entfernen (Betonfirma muss diesen abschneiden) und die Wanddämmung bis OK-Dach zu führen. Dadurch entfällt jedoch der Dachüberstand.

### **Brandschutz**

Bezüglich des Brandschutzes muss für den jeweiligen Aufbau ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis vorliegen. Das Dach ist als „harte Bedachung“ auszuführen.



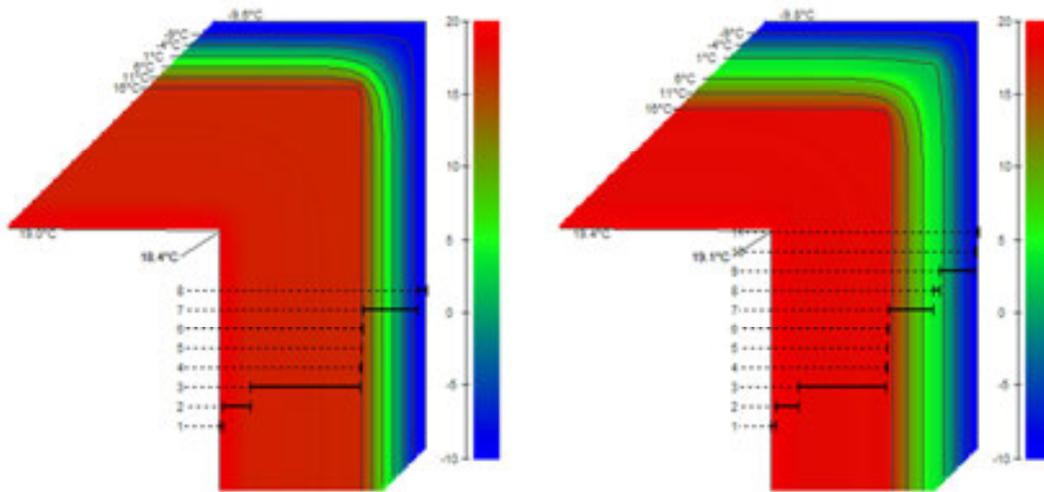
## Nutzen

Der einzige optische Unterschied nach der Sanierung besteht aus der Möglichkeit, die Dachrandblende zu ändern. Sonst sieht man als normaler Betrachter nicht viel von dieser Maßnahme.

Das Wissen, ein dichtes Dach über dem Kopf zu haben, bedeutet Sicherheit und das ist fast unbezahlbar.

Da das Dach schon fast am Ende seiner Haltbarkeit angekommen ist, gibt es hier ohnehin Handlungsbedarf.

Einen merklichen Temperaturanstieg durch die Zusatzdämmung an der Innenoberfläche gibt es nicht.



Hier sind die Temperaturprofile des Bestandes und der sanierten Variante gegenübergestellt.



## Schnittstellen

Schnittstellen zu anderen Gewerken / Sanierungsarbeiten sind vor Ausführung abzustimmen bzw. es sollte überlegt werden, diese mitzumachen:

- Dachdurchbrüche für Lüfter o.ä. könnten einfach hergestellt und „mit“ abgedichtet werden.
- Es sollte bedacht werden, dass in der Wärmedämmung auch Lüftungskanäle (-> Lüftungsanlage) „versteckt“ werden könnten. Die Zu- und Abluft- Öffnungen könnten direkt in die Decke (Kernbohrungen) eingebaut werden.
- Gleiches gilt für Installationskabel.
- Bei einer Sanierung des Schornsteines mit einem LuftAbluftSystem könnte überlegt werden, den alten Schornstein abzutragen und nur noch das Kunststoffrohr „über Dach“ zu ziehen.
- In dem Bereich Attika gibt es eine Schnittstelle zur Wärmedämmung der Wand / auskragenden Betonplatte.

## Zahlen + Fakten

Hier sehen Sie die Energie und CO<sub>2</sub> – Auswirkung der Maßnahme.

<b>Dach</b>		
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	0,37
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	3
Energieeinsparung	kWh/a	1.171
Energieeinsparung in Prozent	%	3
Reduzierung der notw.Heizlast	kW	0,59
<b>Wirtschaftlichkeit</b>		
Gesamtkosten	€	20.270,90
Sowiesokosten 1)	€	-3.600,00
verbleibende Mehrkosten	€	<b>16.670,90</b>
Kapitalrückfluss	%	12,8
<b>Empfehlung</b>		<b>bedingt</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung / Erhaltungsmaßnahme anfallen.

Wirtschaftlich im Sinne der Energieeinsparung ist die Dachsanierung nicht. Die grundsätzliche bedingte Empfehlung ist durch die technische Notwendigkeit bedingt.



## Decke unter Erdgeschoss modernisieren



Durch den Boden des Erdgeschosses ergibt sich ein Energieverlust von 2.361 kWh/a.

### Vorschlag

Es wird vorgeschlagen, an der Unterseite der Betondecke eine Dämmung aus Mineralwolle / Steinwolle aufzubringen.

Es besteht die Möglichkeit, die Arbeiten auch in Eigenleistung auszuführen.

<b>Decke unter Erdgeschoss</b>				
		Bestand	<b>Vorschlag</b>	<i>Alternative</i>
Material			<b>Steinwolle</b>	Steinwolle
Dicke	mm		<b>80</b>	120
WLZ	W/(mK)		<b>0,035</b>	0,035
R <sub>WD</sub> (nur für neue Dämmung)	mK/W		<b>2,29</b>	3,43
U-Wert (max 0,30 W/m <sup>2</sup> K lt EnEV 2009)	W/(m <sup>2</sup> K)	0,674	<b>0,265</b>	0,204
Oberflächentemperatur innen	°C	16,6	<b>18,6</b>	19,0
Ecktemperatur innen	°C	16,2	<b>18,5</b>	18,9

*Die Alternative richtet sich nach den derzeit gültigen Anforderungen für Einzelmaßnahmen der KfW.*



## Ausführung

Der Untergrund der Decke muss zunächst überprüft werden, ob eine reine Verklebung möglich ist. Sollte dies nicht möglich sein, empfehle ich eine Verdübelung in die Decke.

Vor der Verlegung müssen einige Leitungen der Deckenlampen verlängert werden.

Bei einer jetzigen lichten Höhe von 2,20m reduziert sich zwar die Raumhöhe, jedoch ist die Resthöhe noch ausreichend.

Die Platten können mit dem Dämmstoffmesser zugeschnitten werden und werden im „Verband“ verlegt. Die Unterseite ist schon im Einbauzustand mit einem hellen Vlies kaschiert.

Eine individuelle Gestaltung der Sichtseite durch eine nachträgliche Farb- oder Putzbeschichtung ist möglich.



## Brandschutz

Ich empfehle hier eine Mineralwolldämmung mit A1 / nicht brennbar, obwohl dies für diese Gebäudeklasse nicht notwendig wäre.

Notwendig ist nur eine feuerhemmende Ausführung. Laut. HBO: F30-B.

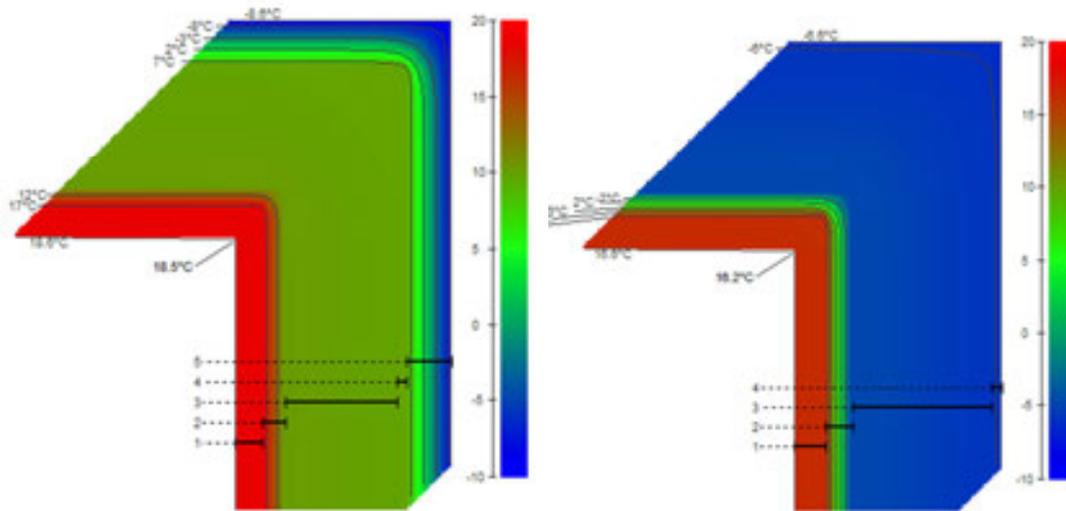


## Nutzen

Die Oberflächentemperatur wird nach dem Anbringen der Dämmung größer und somit wird die „Fußkälte“ gemindert. Das steigert das Wohlempfinden.

Durch das Aufbringen der Dämmung und durch Verringerung des Wärmestroms nach unten in den Keller wird es im Keller aber auch kälter. Der Keller wird also nicht mehr „mit geheizt“. Auch das sollte beachtet werden.

Auch im Keller wird es durch die weiße Oberfläche angenehm hell und freundlich.



Hier sind die Temperaturprofile des Bestandes und der sanierten Variante gegenübergestellt.

## Schnittstellen

Schnittstellen zu anderen Gewerken / Sanierungsarbeiten sind vor Ausführung abzustimmen bzw. es sollte überlegt werden, diese mitzumachen:

- Dachdurchbrüche für Lüfter o.ä. sollte alle vorher gemacht sein.
- Die Leitungsführung / bzw. Dämmung der Heizungs- und Wasserleitungen sollte mit dem Installateur abgestimmt werden.



## Zahlen + Fakten

Hier sehen Sie die Energie und CO<sub>2</sub> – Auswirkung der Maßnahme.

Bei diesen Arbeiten ist es auch möglich, diese nach Einweisung in Eigenleistung durchzuführen.

### Decke unter Erdgeschoss

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	0,75
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	6
Energieeinsparung	kWh/a	2.361
Energieeinsparung in Prozent	%	7
Reduzierung der notw.Heizlast	kW	1,45
Wirtschaftlichkeit		
Gesamtkosten	€	11.116,00
Sowiesokosten 1)	€	0,00
verbleibende Mehrkosten	€	<b>11.116,00</b>
Kapitalrückfluss	%	38,7
<b>Empfehlung</b>		<b>bedingt</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung / Erhaltungsmaßnahme anfallen.

Wirtschaftlich im Sinne der Energieeinsparung ist die Deckendämmung nicht. Durch eine (nicht berücksichtigte) Einbringung der Eigenleistung halte ich das Vorhaben jedoch für überlegenswert.



## Fenster



Der Austausch der Fenster birgt ein Potential von 7.899 kWh.

### Vorschlag

Ich schlage vor, die vorhandenen Holzfenster durch Kunststofffenster zu ersetzen. In diesem Zusammenhang sollten auch die vorhandenen Rollladenkästen entfernt werden. Durch die nun größere bzw. höhere Öffnung können auch die Fenster evt. vergrößert werden.

Auch eine Vergrößerung nach unten als bodentiefe Fenster ist möglich.

Die neuen Rollläden könnten als Vorbaurolläden ausgeführt werden. Je nach Dicke der Außendämmung können diese auch „unsichtbar“ in die Fassade integriert werden. Auch sollte der Antrieb elektrisch erfolgen.

<b>Fenster + Fenstertüren</b>				
		Bestand	Vorschlag	Alternative
Rahmen			Kunststoff	Kunststoff
Verglasung	mm		2fach	3fach
U-Wert (max 1,3 W/m <sup>2</sup> K lt EnEV 2009)	W/(m <sup>2</sup> K)	2,770	<b>1,300</b>	1,100

*Die Alternative richtet sich nach den derzeit gültigen Anforderungen für Einzelmaßnahmen der KfW.*



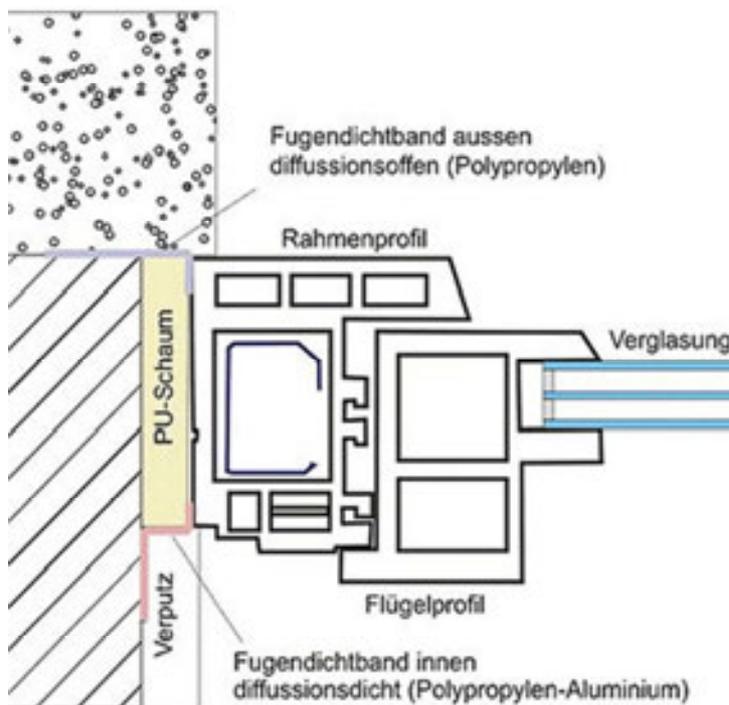
## Ausführung

Zunächst vor Ausführung werden die Innenbereiche abgeklebt bzw. geschützt.

Die alten Rollladenkästen und Fenster werden ausgebaut. Auch die vorhandenen äußeren und inneren Fensterbänke werden abgenommen.

Die neuen Fenster sollten nach RAL-Richtlinien montiert werden. Dazu ist es notwendig die Laibungen zunächst glatt mit einem Grundputz zu verputzen. In diesem Zusammenhang kann dann auch der Innenputz, der durch den Ausbau des Rollladenkastens fehlt, ergänzt werden.

Zunächst wird am Fensterrahmen vor dem Einbau das innere diffusionsdichte Fugenband (meist Butyl) verklebt. Nach Einsetzen des Fensters wird dieses verklotzt und befestigt. Der Zwischenraum zum Mauerwerk sollte mit Dämmung oder Kompribändern verfüllt werden.



Das innere Band wird nach Aufbringen eines Haftvermittlers innen in den Laibungen umlaufend verklebt. Hierauf kann der Innenputz angebracht werden.

Dieser innere Anschluss sichert die dauerhaft luftdichte und dauerelastische Fensteranbindung.

Auch nach außen wird auf die gleiche Weise ein Dichtband eingebaut, aus einem diffusionsoffenen Material.

Auch dieses wird mit entsprechenden Haftvermittlern geprimert.

Dieses äußere Band sichert die Winddichtung, aber auch den geforderten schlagregendichten Anschluss.

Da die Fenster nun Außenkante-Mauerwerk montiert werden entfallen beim WDVS die Laibungen. Eine Dämmung wird nun auf das Fensterprofil geführt und mit zusätzlichen Anschlussprofilen des WDVS angeschlossen.

Im Außenbereich werden neue Metallfensterbänke passen zu den Fenstern montiert.



Wie schon erwähnt, besteht die Möglichkeit, den Rollladenkasten in die Dämmung einzulassen und später zu überputzen. Dazu ist es jedoch notwendig, dass die Fassadendämmung die gleiche Dicke (oder dicker) hat wie der Rollladenkasten. Das ist aber wieder abhängig vom Behang. (ABSTIMMUNG!)



## Nutzen

Die Nutzen beim Fenster sind vielseitig:

- keine Zugscheinungen mehr
- Pflegeleicht durch putzfreundliche Oberflächen
- wartungsarm durch witterungsbeständige Außenoberflächen
- Besserer Einbruchschutz
- Vergrößerung der Fensterfläche möglich
- Keine Schall- und Wärmebrücke mehr durch die Rollladenkästen
- Leiser und komfortabler Lauf des Rollladens.
- Integration eines Fliegengitters in den Rollladen möglich.



## Schnittstellen

Schnittstellen zu anderen Gewerken / Sanierungsarbeiten sind vor Ausführung abzustimmen:

- Das WDVS sollte in jedem Falle zusammen mit den Fenstern ausgeführt werden. (siehe auch -> Ausführung)
- Die nun sehr „dichten“ Fenster schaffen nun eine dichte Gebäudehülle. Eine ungewollte Lüftung ist jetzt nicht mehr gegeben. (siehe Gebäudehülle ganzheitlich)
- Anschlusshöhen im Bereich Balkontür Nord und Süd sind genau und mit (auch später) ausreichender Anschlusshöhe zu planen!

Der Nutzer muss sein Lüftungsverhalten entsprechend anpassen. Deshalb ist aus meiner Betrachtung der Einbau einer Lüftungsanlage eine wichtige Zusatzmaßnahme.

## Zahlen + Fakten

Hier sehen Sie die Energie und CO<sub>2</sub> – Auswirkung der Maßnahme.

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	2,51
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	22
Energieeinsparung	kWh/a	7.899
Energieeinsparung in Prozent	%	23
Reduzierung der notw.Heizlast	kW	0,95
Wirtschaftlichkeit		
Gesamtkosten	€	15.407,00
Sowiesokosten 1)	€	-1.500,00
verbleibende Mehrkosten	€	<b>13.907,00</b>
Kapitalrückfluss	%	103,5
<b>Empfehlung</b>		<b>ja</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung / Erhaltungsmaßnahme anfallen.

Die Sanierung der Fenster ist eine **klare Empfehlung**, ist aber mit anderen Maßnahmen sinnvoll zu kombinieren.



## Gebäudehülle & WRL

### Vorschlag



In §6, EnEV 2009, (2) heißt es:

*„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist.“*

Sollten wir nun unser Gebäude, wie vor beschrieben, richtig sanieren, dann ist es luftdicht.

Wir haben in dem Ist-Zustand zwar schon festgestellt, dass eine Atmung der Wände nicht gegeben war. Durch die Fenster hatten wir eine ungewollte -aber nötige Lüftung.

Die haben wir jetzt nicht mehr. Also müssen Sie richtig lüften. Hierbei geht es darum, die anfallende Feuchtigkeit zeitnah „hinaus zu lüften“.

Ein Zwei-Personenhaushalt produziert am Tag ca 5-8 Liter Feuchtigkeit. Alleine in der Nacht gibt der Körper ca 1-3 Liter ab.

Ohne eine Lüftungsanlage ist es sehr schwierig, diese Feuchtigkeit abzuführen.

Informationen zu Feuchtigkeitsabgaben finden Sie im Anhang, ebenso eine Broschüre zum richtigen Lüften. Wenn Sie diese durchgelesen haben, werden Sie die Sinnhaftigkeit der Lüftungsanlage verstehen.

**Deshalb betrachte ich die ganzheitliche Gebäudehülle nur in Verbindung mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung!**



## Ausführung

Die Gebäudehülle bestehend aus Wand, Dach, Kellerdecke und Fenster. Diese wird, wie vor in den Einzelmaßnahmen beschrieben, saniert.

### Lüftungsanlage:

Zunächst wird das Gebäude in Zonen aufgeteilt:

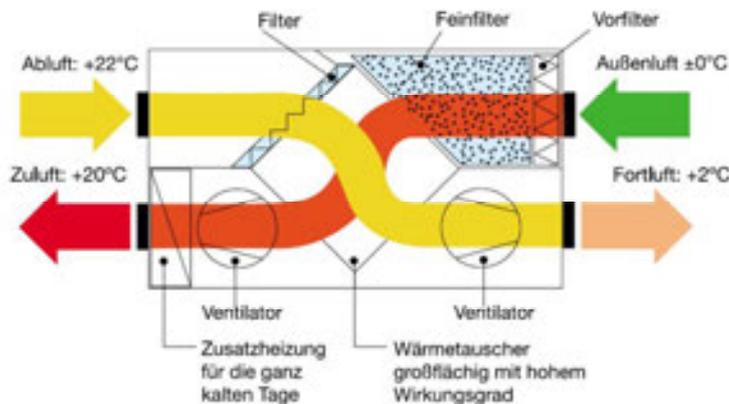
Zuluftzonen sind z.B. Schlaf- und Wohnbereich.

Abluftzonen sind „schlechte“ Bereiche wie Küche oder Toilette“.

Nun wird saubere Luft von außen angesaugt. Über einen Wärmetauscher (im Winter) wird diese Luft gewärmt und als Zuluft in die „guten Bereiche“ eingeblasen.

Aus den „schlechten Bereichen“ wird die verbrauchte Luft abgesaugt. Die Wärme wird ihr über den Wärmetauscher entzogen und die Luft wird als Fortluft aus dem Gebäude ausgeblasen.

Das Grundgerät kann im Keller aufgestellt werden. Die nötigen Verteil-Leitungen können in der Wand- und Dachdämmung verlegt werden. Hierzu gibt es auch Flachkanäle.



## Nutzen

Der Nutzen der Einzel-Maßnahmen wird hier kombiniert zu einem Haus „up to date“

Die Lüftungsanlage bewahrt Sie vor Schäden und Ärger und bietet Komfort pur!

Immer wieder hört man von Schimmel durch nicht atmende Wände (das hatten wir schon) bzw. durch dichte Gebäudehüllen. Diese Schäden und Probleme häufen sich. Deshalb ist es eine Wohltat nach einem harten Arbeitstag in ein gut gelüftetes Haus zu kommen. Die Probleme mit Schimmel und Feuchteproblemen könne Sie getrost Anderen überlassen.

Auch die Allergiker fühlen sich wohl, da mit geeigneten Luftfiltern die Pollen gefiltert werden können. Die Fenster bleiben zu – unfassbar aber kein Problem.

Dadurch bleibt der Lärm auch draußen- Ruhe lässt entspannen.



## Schnittstellen

Die Schnittstellen der Einzelmaßnahmen entfallen zum großen Teil. Hier ist es nur wichtig, eine genaue Abstimmung der Einzelgewerke durch den Planer / Baubegleiter vorzunehmen.

Die Leitungsführung der Lüftung muss eingearbeitet werden. Ich empfehle hier, eine Zu- und Abluftführung über die Außenwände bzw. das Dach.

## Zahlen + Fakten

Hier sehen Sie die Energie und CO<sub>2</sub> – Auswirkung der Maßnahme.

<b>Gebäudehülle sanieren + WRL</b>			
		<i>EnEV</i>	<i>KFW -EM</i>
Energiebedarf $Q_E$	kWh/a	<b>16.490</b>	<b>14.914</b>
Primärenergiebedarf $Q_P$	kWh/a	<b>21.472</b>	<b>19.397</b>
Spez. Transmissionsverlust $H'_T$	W/(m <sup>2</sup> K)	<b>0,37</b>	<b>0,30</b>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>			
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	5,54	5,99
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	48	53
Energieeinsparung	kWh/a	18.366	19.942
Energieeinsparung in Prozent	%	53	57
<b>Wirtschaftlichkeit</b>			
Gesamtkosten	€	<b>70.304</b>	<b>75.554</b>
Sowiesokosten 1)	€	8.100	8.100
verbleibende Mehrkosten	€	62.204	67.454
Kapitalrückfluss	%	54	54

Eine Wirtschaftlichkeit der Sanierung der Gebäudehülle ist nicht gegeben. Deshalb sollte man die Hülle auch in Verbindung mit der nachfolgenden Anlagentechnik betrachten.

Interessant ist, dass der Kapitalrückfluss bei höheren Kosten für die KFW-Einzelanforderungen gleich bleibt. Hier sollte abgewogen werden, ob sich diese Ausführung nicht „rechnet“. (ggf. sind hier Förderungen oder Zuschüsse zu erhalten).

Viele Experten raten bereits heute, die Anforderungen der EnEV zu unterschreiten, damit das Gebäude auch in Zukunft „up to date“ ist.



## Kombinationen und Einsparungen

	<b>GebäudeHülle</b>	✓	✓	✓	✓
	<b>Wohnraum-Lüftung</b>	✓	✓	✓	✓
	<b>Heizung Öl</b>	✓	✓	✓	
	<b>Wärmepumpe</b>				✓
	<b>WW-Solar</b>		✓	✓	
	<b>Heizung-Solar</b>			✓	
<b>Enenergiebedarf (individ.)</b>	kWh/a	<b>7.443</b>	<b>5.861</b>	<b>5.388</b>	<b>2.661</b>
<b>Einsparung durch Hülle</b>	kWh/a	19.942			
<b>Einsparung durch Anlage</b>	kWh/a	7.471	9.054	9.526	12.253
Gesamteinsparung	kWh/a	27.413	28.996	29.468	32.195
Einsparung Prozent	%	79	83	85	92
<b>Einsparung</b>	€	<b>2.254</b>	<b>2.377</b>	<b>2.417</b>	<b>2.585</b>
<b>CO2-Emmissionen (individ.)</b>	kg/a	<b>2.846</b>	<b>2.377</b>	<b>2.218</b>	<b>2.242</b>
<b>Einsparung durch Hülle</b>		6.126			
<b>Einsparung durch Anlage</b>		2.677	3.146	3.305	3.282
Gesamt-Co2-Einsparung	kg/a	8.803	9.272	9.431	9.408
CO2-Einsparung	%	76	80	81	81
Transmissionswärmeverlust $H_T$	W/(m²K)	0,30			
Primärenergiebedarf lt EnEV $Q_p$	kWh/a	14.056	11.832	11.009	11.133
<b>Investitionskosten Hülle + WRL</b>	<b>Euro</b>	<b>75.554</b>			
Investitionskosten Heizung	<b>Euro</b>	16.905	22.655	26.450	21.505
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>Euro</b>	<b>92.459</b>	<b>98.209</b>	<b>102.004</b>	<b>97.059</b>
Kapitalrückfluss	%	83,8	81,3	78,3	87,0



Diese Übersicht gibt den Überblick über die nachfolgend vorgestellten Varianten.

Grundlage für die Anlagentechnik ist immer die sanierte Gebäudehülle. Für die weiteren Berechnungen habe ich die „bessere“ KFW-EM-Hülle angesetzt.

Auch haben alle Varianten bereits eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung integriert (beschrieben im vorangegangenen Kapitel „Zusammenfassung der Gebäudehülle“).

## Abschließende Beurteilung der Maßnahmen

**Wenn man nur die errechnete Wirtschaftlichkeit über den Kapitalrückfluss der einzelnen Maßnahmen betrachtet, kommt man zu dem Schluss, dass keine Maßnahme sinnvoll ist.**

**Hierbei ist jedoch zu beachten, dass:**

- **keine Förderungen und Zuschüsse**
- **keine verbilligten Darlehen**
- **keine Eigenleistungen**

**eingerechnet sind.**

**Die Energieeinsparungen im Falle einer Sanierung betragen 79-92%. Unsere Umwelt könnten Sie mit 76-81% CO<sub>2</sub>-Einsparung entlasten.**

**Vielleicht unter wirtschaftlichen Aspekten nicht sinnvoll, aber wenn Sie ein zukunftsfähiges modernes Haus haben möchten – sind Modernisierungsmaßnahmen unumgänglich.**

**Als Favorit schlage ich hier die Variante mit Wärmepumpe vor.**



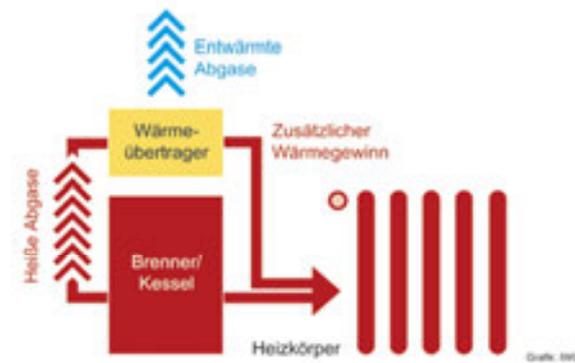
## Hülle + WRL + Öl-Brennwert

### Vorschlag



Ergänzend zu der Dämmung der Gebäudehülle (Wand, Dach, Boden, Fenster) und der Wohnraumlüftungsanlage wird folgende Maßnahme ergänzt:

Austausch des vorhandenen Wärmeerzeugers gegen einen modernen Öl-Brennwert Kessel.



Bennwert

Dieser soll sowohl die Beheizung als auch die Trinkwassererwärmung übernehmen.



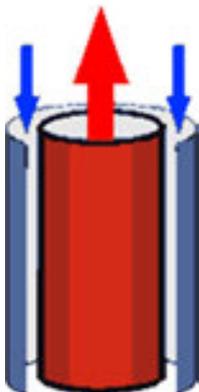
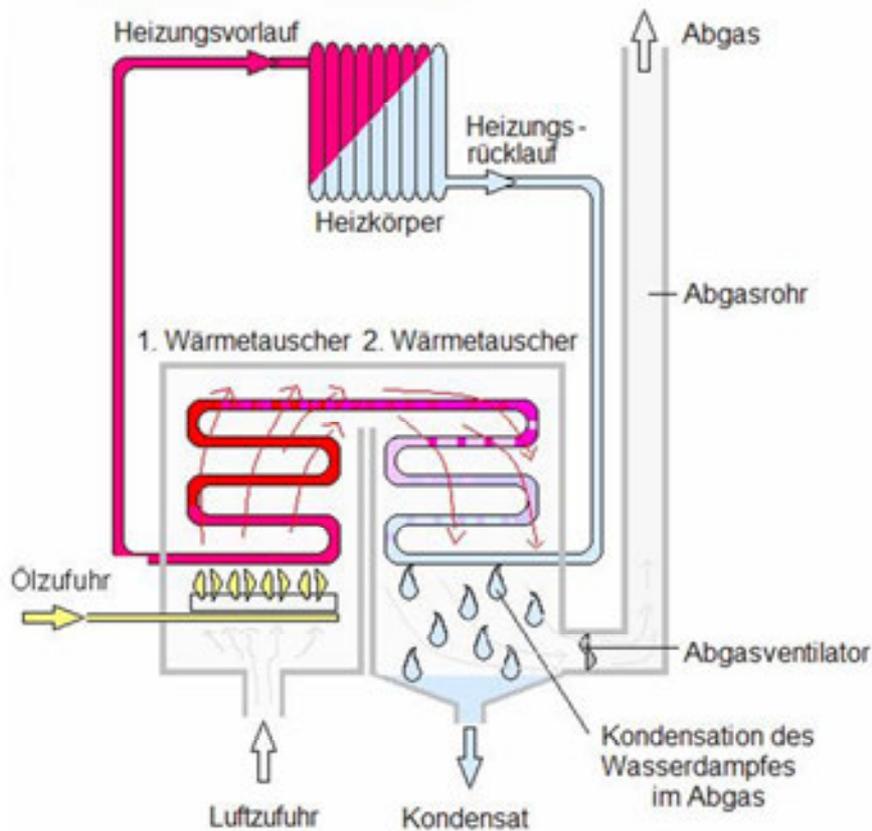
## Ausführung

Der Vorhandene Öl-Kessel wird komplett abgebaut.

Ein Brennwertkessel ist so konstruiert, dass die Heizgase im Kessel kondensieren und so die Verdampfungswärme nutzen.

Somit wird nicht nur der Heizwert, sondern auch der Brennwert genutzt.

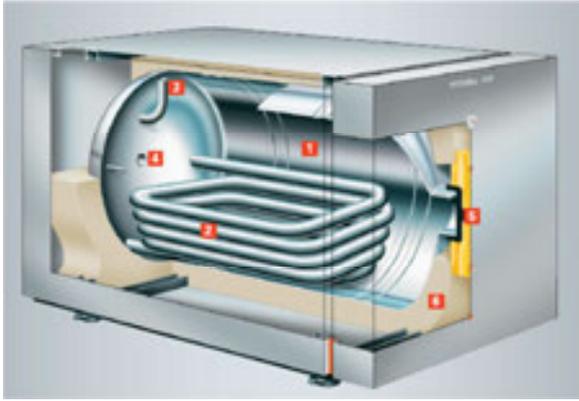
Das Abgas wird durch den Rücklauf des Heizkreises abgekühlt. Wenn die Temperatur bei Öl unter 47 Grad liegt, kondensieren die Wasserdampfanteile der Abgase. Diese Wärme wird zum Heizen des Wassers im Heizkreis genutzt.



Durch diesen Feuchtigkeitsausfall, der neutralisiert in den Kanal abgeleitet wird, ist es nötig, dass auch das Abgassystem feuchteunempfindlich ist.

Durch dieses LAS (Luft-Abgas-System) wird nun zum einen Außenluft angesaugt und vorgewärmt. Da die Verbrennungsluft stark abgekühlt wird, können diese Leitungen aus Kunststoff bestehen.

Mit dem LAS kann der vorhandene Schornstein weiter verwendet werden. Das neue Rohr kann in den vorhandenen Zügen verlegt werden.



Auch die Trinkwassererwärmung wird durch den Brennwertkessel übernommen. Es ist möglich einen Trinkwasserspeicher anzubauen, der warmes Wasser bereithält. Dieses wird über die Heizung (Wärmetauscher) erwärmt.

Die vorhandenen Verteil-Leitungen werden entsprechend der EnEV gedämmt. Die Heizkörper werden durch Flachheizkörper ausgetauscht. Diese erhalten Thermostatventile.

### **Nutzen**

Die sehr alte Anlage wird durch eine moderne Brennwert- Anlage ersetzt.

Die Geräte sind ausgereift und können von den meisten Heizungsbauern ohne Probleme gewartet werden. Die Öltanks und der Tankraum können weiterhin genutzt werden.



## Zahlen + Fakten

### Hülle + WRL + Öl-Brennwert

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	8,80
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	76
Energieeinsparung	kWh/a	27.413
Energieeinsparung in Prozent	%	79
EnEV-Werte		
Primärenergiebedarf Q <sub>p</sub>	kWh/a	14056
Spez. Transmissionsverlust H' <sub>T</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,30
Wirtschaftlichkeit		
Investitionskosten Hülle + WRL	€	75.554,00
Investitionskosten Heizung	€	16.905,00
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>€</b>	<b>92.459,00</b>
Kapitalrückfluss	%	84

Genauere Berechnungsdaten im Anhang



Diese Maßnahme erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 115



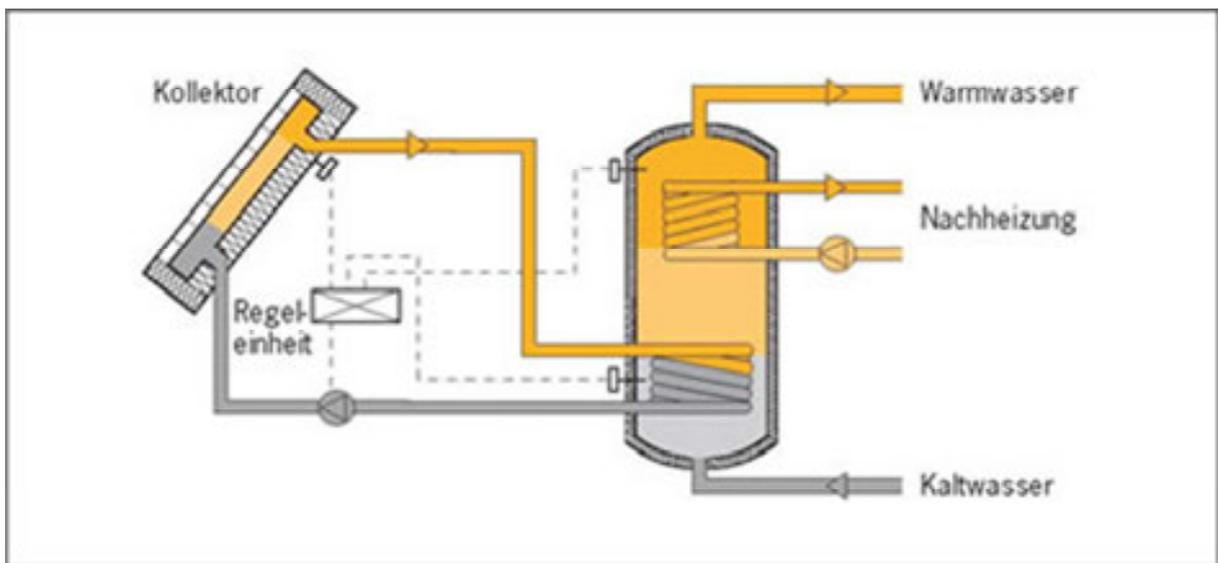
## Hülle + WRL + Öl-Brennwert + Solar (WW)

### Vorschlag



Ergänzend zu dem Öl-Brennwert-Kessel wird eine Solarthermische Anlage montiert. Diese übernimmt einen Großteil des Warmwasserverbrauches.

### Ausführung



Anstelle des normalen Trinkwasserspeichers wird ein bivalenter Speicher eingebaut. Auf dem Dach werden Solarkollektoren montiert.



Funktionsweise:

Der Kollektor erwärmt in der Regel ein Glykol-Wassergemisch. Liegt nun die Temperatur am Kollektor über der Temperatur im Brauchwasserspeicher, so schaltet die Steuereinheit die Umwälzpumpe an, der Speicher wird mit Solarwärme "geladen".

Der Warmwasserspeicher ist als Schichtspeicher konzipiert, in dessen unterer Hälfte sich die Heizwendel der Solaranlage befindet. Das Brauchwasser wird erwärmt und steigt im Speicher auf. Reicht die Solarenergie nicht aus, um die Mindesttemperatur zu erreichen, so schaltet sich die Ölheizung selbstständig ein und gewährleistet, dass die Solltemperatur für die Entnahme erreicht wird. Für diese Aufgabe befindet sich im oberen Bereich des Brauchwasserspeichers die Heizwendel der Heizungsanlage.

Das Ausdehnungsgefäß mit Drucksicherheitsventil sichert die Solaranlage bei Erwärmung vor zu hohen Drücken und kompensiert die Volumenänderung der Wärmeträgerflüssigkeit. Das Drucksicherheitsventil öffnet die Anlage bei Erreichen eines kritischen Druckes.

## **Nutzen**

Energieeinsparung durch Nutzung von Sonnenenergie.



## Zahlen + Fakten

### Hülle + WRL + ÖL-Brennwert + Solar (WW)

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	9,27
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	80
Energieeinsparung	kWh/a	28.996
Energieeinsparung in Prozent	%	83
EnEV-Werte		
Primärenergiebedarf Q <sub>p</sub>	kWh/a	11832
Spez. Transmissionsverlust H' <sub>T</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,30
<b>erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 100</b>		
Wirtschaftlichkeit		
Investitionskosten Hülle + WRL	€	75.554,00
Investitionskosten Heizung	€	22.655,00
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>€</b>	<b>98.209,00</b>
Kapitalrückfluss	%	81

Genauere Berechnungsdaten im Anhang

Verbrauch gegenübergestellt.

Brennwertheizung	7.443	kwh/a
incl. Solar WW	5.861	kwh/a
Einsparung durch Solar	-1.583	kwh/a
<b>Einsparung als Ölkosten (70ct)</b>	<b>110,79</b>	<b>€/a</b>

*Anschaffungskosten zum Vergleich*      5750,00      €

Gegenüber der normalen Brennwertheizung führt diese Maßnahme zu einer Einsparung von 1583 kWh (ca € 110,- in Öl pro Jahr) bei einer Investition von € 5750,-

**Deshalb gibt es hierfür keine Empfehlung zum Durchführen dieser Maßnahme.**



Diese Maßnahme erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 100.



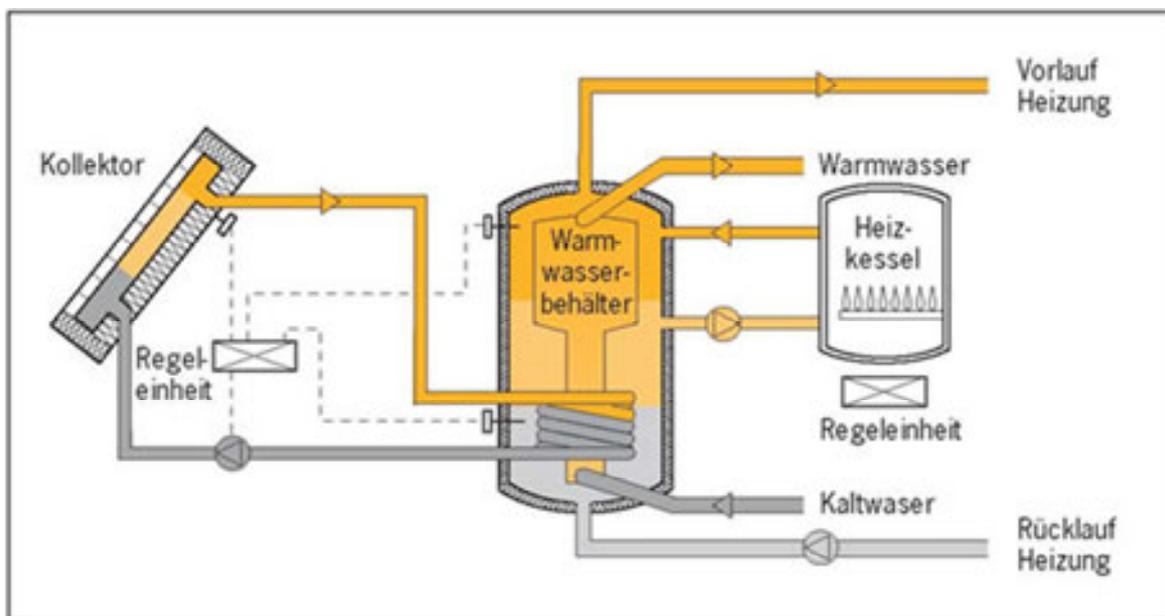
## Hülle + WRL + ÖL-Brennwert + Solar (WW + HZ)

### Vorschlag



Ergänzend zu der Solaranlage zur Warmwasserbereitung könnte diese ausgebaut werden, so dass auch eine Heizungsunterstützung mittels Solar realisiert wird.

### Ausführung



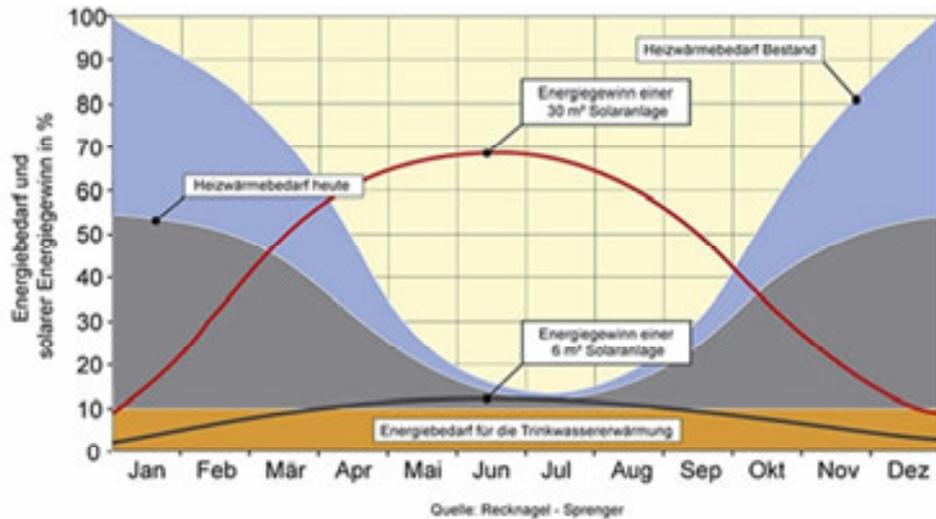
Hier kann z.B. ein „Tank in Tank“ –Speicher verwendet werden. Man integriert den Trinkwasserspeicher in den Pufferspeicher, dies vereinfacht die Verrohrung und Regelung.

Die Solarwärme wird an das Heizwasser abgegeben, welches wiederum den innen liegenden Trinkwasserspeicher mit erwärmt. Dieser sollte möglichst weit in den unteren Bereich des Pufferspeichers hineinragen, so dass der Kaltwasserzufluss den umgebenden



Pufferspeicherbereich mit dem Solarwärmetauscher auf einem möglichst niedrigen Temperaturniveau hält.

## Nutzen



Leider entsteht die meiste Wärme, wenn wir nur wenig benötigen. Im Gegensatz zur Trinkwassererwärmung führt die Heizungsunterstützung nur noch zu minimaleren Gewinnen.



## Zahlen + Fakten

### Hülle + WRL + ÖL-Brennwert + Solar (WW+HZ)

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	9,43
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	81,0
Energieeinsparung	kWh/a	29.468
Energieeinsparung in Prozent	%	84,5
EnEV-Werte		
Primärenergiebedarf Q <sub>p</sub>	kWh/a	11009
Spez. Transmissionsverlust H' <sub>T</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,30
<b>erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 85</b>		
Wirtschaftlichkeit		
Investitionskosten Hülle + WRL	€	75.554,00
Investitionskosten Heizung	€	26.450,00
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>€</b>	<b>102.004,00</b>
Kapitalrückfluss	%	78

Genauere Berechnungsdaten im Anhang

Wie hoch müssten die Förderungen sein, um die Installationsmehrkosten von € 9545,- zu rechtfertigen?

Brennwert	7.443	kwh/a
incl. Solar WW + Heizung	5.388	kwh/a
Einsparung durch Solar	-2.055	kwh/a
<b>Einsparung als Ölkosten (70ct)</b>	<b>143,85</b>	<b>€/a</b>

Anschaffungskosten zum Vergleich                      9545,00 €

**Es gibt hierfür keine Empfehlung zum Durchführen dieser Maßnahme.**



Diese Maßnahme erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 85.



## Hülle + WRL + Luft-Wasser Wärmepumpe

### Vorschlag



Auch 5 Grad kalte Außenluft enthält Wärmeenergie. Einen Teil dieser Energie kann man entziehen, wenn man sie weiter abkühlt.

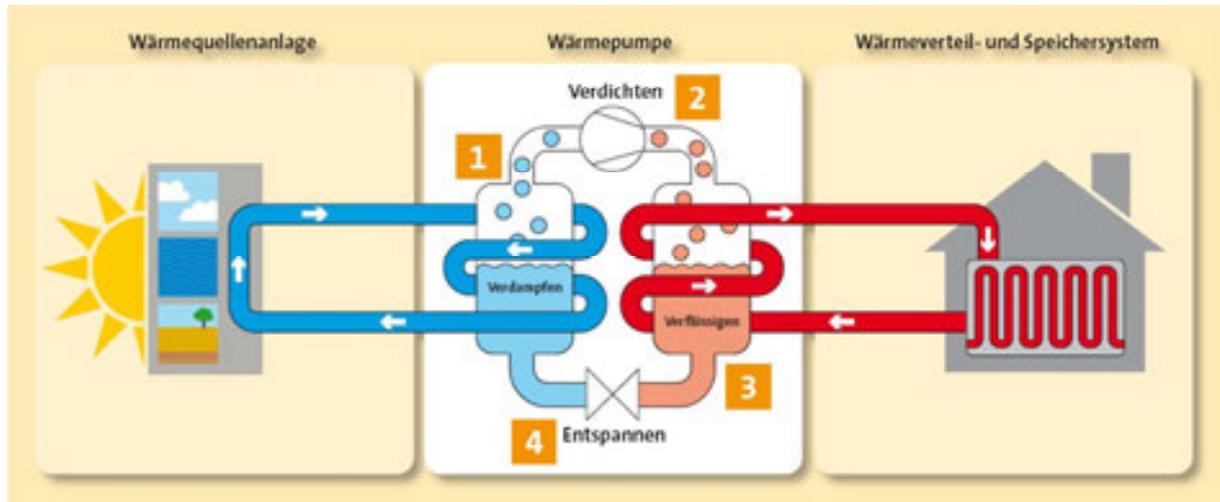
Das ist der grundsätzliche Hintergrund einer Wärmepumpe. Deshalb schlage ich auch diese als Modernisierungsmaßnahme vor.





## Ausführung

Die Aufstellung der Wärmepumpe erfolgt außen auf einem Betonfundament.



In dem System der Luft-Wasser-Wärmepumpen verläuft ein Kältemittel, mit dem die gewonnene Wärme an das Brauch- oder Heizungswasser abgegeben wird. Das Kältemittel wird durch die warme Umgebungsluft erwärmt bis es schließlich den Siedepunkt erreicht und verdampft. Der Verdichter der Luft Wärmepumpe komprimiert das Kältemittel. Die Temperatur steigt.

Nachdem das Kältemittel in dem Verdichter noch heißer geworden ist, fließt es zum Wärmetauscher und erwärmt dadurch das Brauch- und Heizungswasser - das Kältemittel verflüssigt sich wieder.

Ein Entspannungsventil verringert den Druck in der Luft-Wasser-Wärmepumpe und das Kältemittel kühlt noch weiter ab. Am Ende wird das flüssige kalte Kältemittel zum Verdampfer transportiert, wo es wieder die Wärme aus der Luft aufnehmen kann. Der Kreislauf beginnt von neuem.

Die Wärmepumpe wird auch zur Trinkwassererwärmung benutzt.

## Nutzen

Die nötige Energie wird durch Strom bereitgestellt. Das bedeutet, dass der Tankraum nicht mehr benötigt wird und somit zusätzlichen Platz im Haus schafft.

Auch müssen die Ölfüllstände nicht mehr überprüft werden. Der Strom kommt bekanntermaßen aus der Steckdose.



## Zahlen + Fakten

### Hülle + WRL + Wärmepumpe

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz		
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	t/a	9,41
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	%	80,8
Energieeinsparung	kWh/a	32.195
Energieeinsparung in Prozent	%	92,4
EnEV-Werte		
Primärenergiebedarf Q <sub>p</sub>	kWh/a	11.133
Spez. Transmissionsverlust H' <sub>T</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,30
<b>erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 85</b>		
Wirtschaftlichkeit		
Investitionskosten Hülle + WRL	€	75.554,00
Investitionskosten Heizung	€	21.505,00
<b>Investitionskosten gesamt</b>	<b>€</b>	<b>97.059,00</b>
Kapitalrückfluss	%	87

Genauere Berechnungsdaten im Anhang

Bezüglich der Stromkosten (hier wurde mit Normal-Strom gerechnet) ist eine Einsparung möglich, wenn spezielle Tarife für Wärmepumpen genutzt werden können.



Diese Maßnahme erreicht die derzeitigen Werte für das KfW-Effizienzhaus 85.



## Sonstiges

### Entsorgungskonzept

Grundsätzlich wird die Entsorgung der Baumaterialien bei entsprechenden Handwerkern mit beauftragt und ist von diesen zu veranlassen. Damit sind diese Unternehmen für die ordnungsgemäße Entsorgung verantwortlich.

Es wurden bei der Besichtigung keine Sonderabfälle + Gefahrstoffe unmittelbar erkannt. Diese können aber auch erst bei Abbrucharbeiten sichtbar werden. Für den Umgang mit Gefahrstoffen, wie z.B. Asbest, wäre jedoch besondere Sachkunde nötig.



Zuständig für die Entsorgung ist die Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße ([www.zakb.de](http://www.zakb.de)). Hier bekommt man Unterstützung für die durchzuführenden Entsorgungsmaßnahmen der einzelnen Stoffe.

Hier einige Cirka-Kosten der Entsorgung.

Bauschutt	10,00	€/t
Regips	75,00	€/t
Altholz A IV	60,00	€/t
Metalle	nach Schrottindex	
Mischabfall	250,00	€/t
Mineralwolle*	450,00	€/t
EPS*	20,00	€/cbm
Asbest*	165,00	€/t

\*) verpackte Annahme



## Baurechtliche Bewertung

Die jetzigen Grenzabstände betragen:

Nord	3,40	m
West	3,20	m
Ost	3,20	m
Süd	genug	m

Das Zuständige Bauaufsichtsamt verweist hier auf die Hessische Bauordnung (HBO) §6:

*„An bei In-Kraft-Treten dieses Gesetzes bestehenden Gebäuden nachträglich angebrachte Außenwandverkleidungen, die dem Wärmeschutz und der Energieeinsparung dienen, können in dem hierfür nötigen Umfang in die Tiefe der Abstandsflächen hineinragen.“*

Erst bei einer Unterschreitung von 2,50 müssen dann höhere brandschutztechnische Ausführungen beachtet werden.

Bezüglich der Höhe (Erhöhung durch Dachdämmung) des Gebäudes bestehen auch keine Bedenken, da für dieses Gebiet kein Bebauungsplan vorhanden ist, der evtl. Traufhöhen regelt.

Für weitere baurechtliche und brandschutztechnische Fragen ist zuständig:

Kreisbauamt

Graben 15  
64646 Heppenheim

06252-15 52 80



## Antworten auf Ihre Fragen

In der Einleitung waren Ihre Fragen aufgelistet

**Kann mein Haus noch atmen oder ist es nach der Sanierung zu dicht? Der Beratungsempfänger äußert Bedenken über Schimmelbildung nach der Sanierung. Das hat er schon oft gehört.**

Grundsätzlich steigen die Innen-Oberflächentemperaturen, somit sinkt die Schimmelgefahr. Durch die dichtere Gebäudehülle wird nicht mehr durch die undichten Fenster o.ä. gelüftet.

Um ein falsches oder unzureichendes Lüften (und damit Schimmelgefahr) zu vermeiden, habe ich eine Lüftungsanlage als Modernisierungsmaßnahme integriert. Siehe hierzu auch „Gebäudehülle und WRL“.

**Gibt es eine sinnvolle Alternative zur Ölheizung?**

Die sinnvolle Alternative zur Ölheizung wäre eine Wärmepumpe.

**Was ist eigentlich mit Solar? Lohnt sich das? Muss man das vielleicht sogar einbauen?**

Solar kann eingebaut werden, lohnt sich aber nicht. Eine Verpflichtung zum Einbau gibt es derzeit in Hessen nicht.

**Wie hoch ist das Einsparpotential bei einer kompletten Sanierung?**

Bei der Komplettsanierung der Gebäudehülle (Wand, Dach, Fenster, Boden), dem Einbau einer Lüftungsanlage und einer Wärmepumpe ergeben sich folgende Einsparungen:

32.195 kWh (92%) Endenergie-Einsparung

2585 € Energiekosteneinsparung

9408 kg (81%) CO<sub>2</sub>-Einsparung

**Wo gibt es Förderungen oder Zuschüsse?**

Für Förderungen und Zuschüsse verweise ich auf das Internet, da sich hier ständig Änderungen ergeben:

[www.kfw.de](http://www.kfw.de) [www.bafa.de](http://www.bafa.de) [www.foerderdata.de](http://www.foerderdata.de)

e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e



# Beratungsbericht zur energetischen Sanierung von Gebäuden

## Anlagen



Auftraggeber: Max Mustermann  
Mustergasse 1  
68000 Musterhausen

Projekt: (6949) Mustergasse3  
68000 Musterhausen

Berater: Micha Müller  
Seehofstr. 60  
64653 Lorsch

Ausstellungsdatum 24.07.2010

**Teil 3**



## Teil 3 - Inhalt

### Grundlagen

Pläne .....	96
Grundrisse .....	96
Schnitt .....	98
Ansichten.....	99
Systemgrenzen .....	101
Beheizte Bereiche .....	103

### Physik

Wasserdampfsättigungsdruck (Tabelle) .....	104
Feuchtigkeitsabgabe.....	105

### EnEV

Energieausweis.....	106
Grenzwerte (Auszug).....	111
Auslegung Flachdach.....	112

### Berechnungen

Bauteilübersicht .....	114
Gebäudehülle.....	118
Berechnung Haustür .....	120
Ergebnisbericht .....	122



## Wirtschaftliche Berechnungen

Einzelmaßnahmen.....	127
Kombi-Maßnahmen .....	133

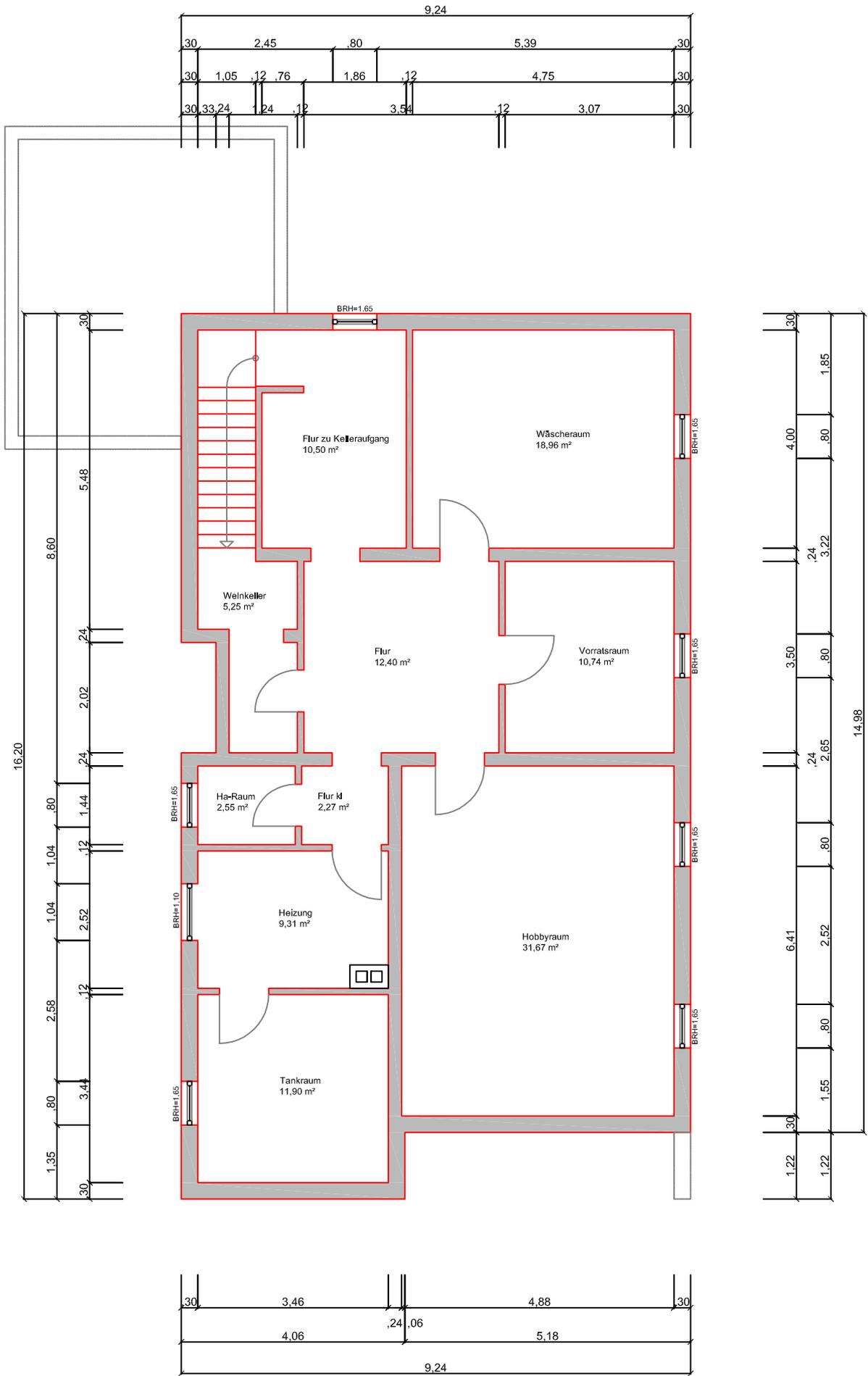
## Sonstiges

Richtig Heizen und Lüften (Broschüre) .....	142
Stromspartipps.....	148
Wärmeleitfähigkeit.....	149
Antrag auf Zulassung zur Prüfung.....	150
Eidesstattliche Erklärung .....	151

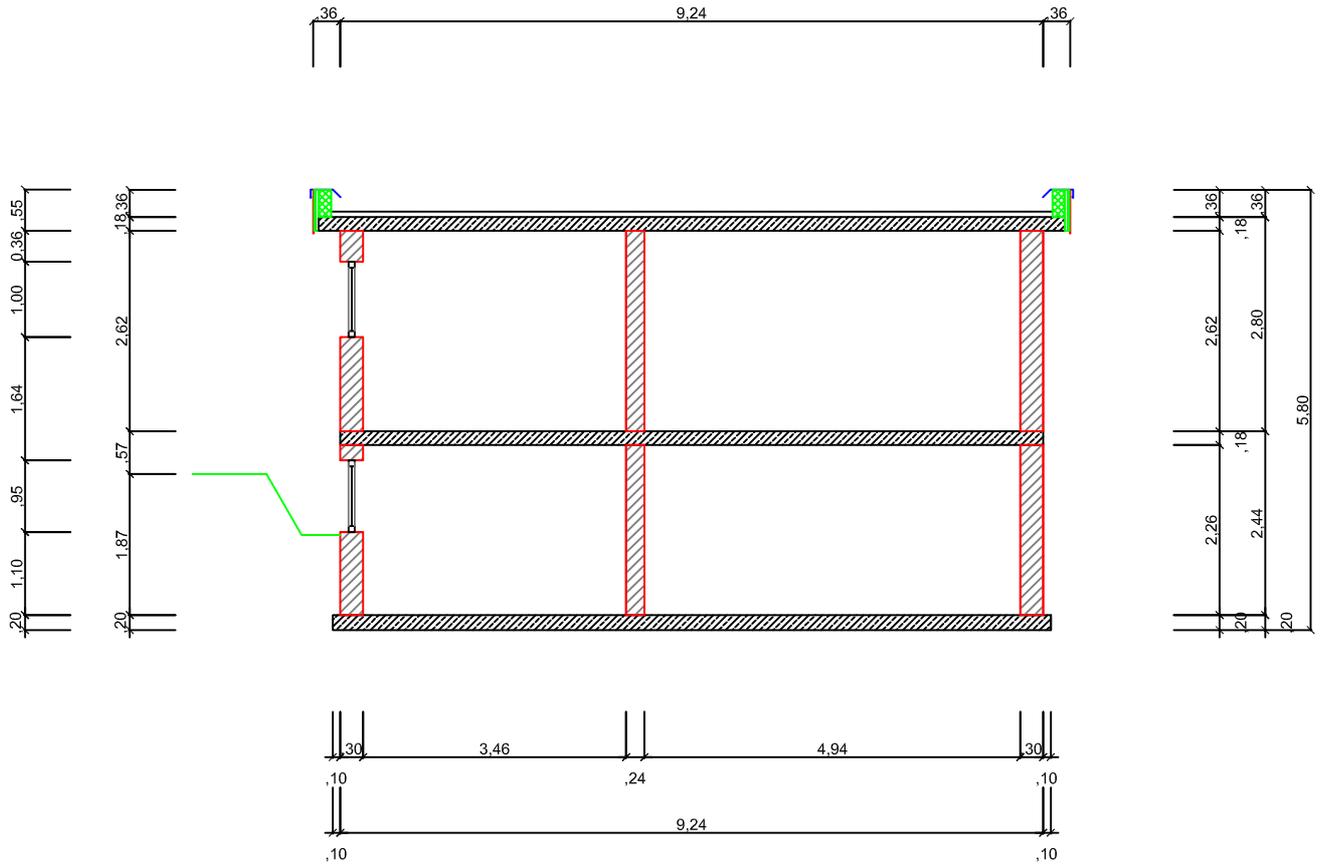
W  
W  
W  
.  
P  
a  
c  
h  
P  
e  
c  
K  
e  
-  
w  
n  
e  
l  
e  
r  
e  
p  
e

e  
d  
r  
e  
l  
e  
u  
m  
-  
r  
e  
c  
k  
e  
d  
e  
h  
a  
c  
h  
w  
w  
.





Projekt	Berater	Plan Keller Grundriss Datum 21.05.2009
[REDACTED]	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	

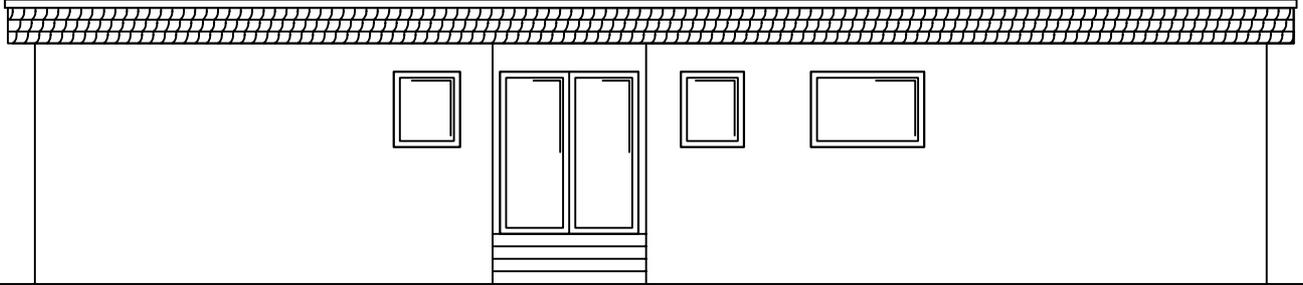


# Schnitt A-A

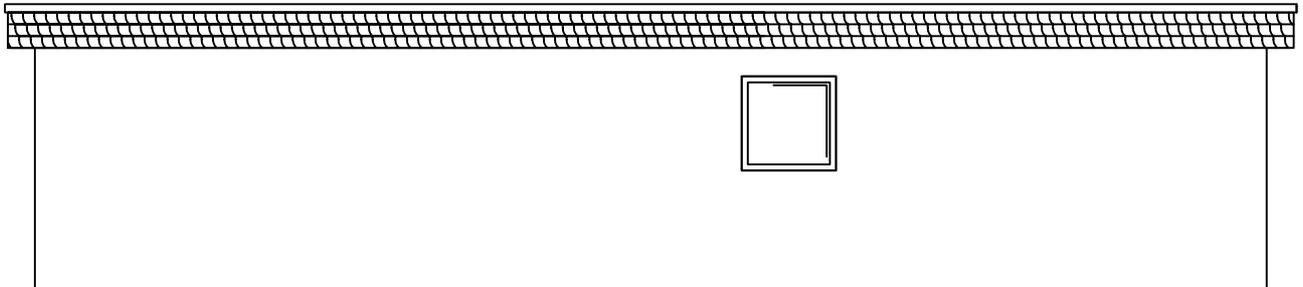
Projekt	Berater	Plan
<div style="background-color: black; width: 100%; height: 100%;"></div>	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Schnitt A-A M 1:100 Datum 21.05.2009

w  
w  
w  
p  
a  
c  
h  
p  
e  
c  
k  
e  
r  
-  
w  
u  
n  
d  
e  
r  
a  
c  
h  
d  
e  
r  
w  
w  
w  
p  
e

e  
r  
l  
i  
e  
r  
m  
u  
e  
l  
e  
r  
k  
e  
r  
c  
k  
e  
r  
d  
e  
c  
h  
d  
e  
r  
a  
c  
h  
d  
e  
r  
w  
w  
w  
p  
e



West-Ansicht

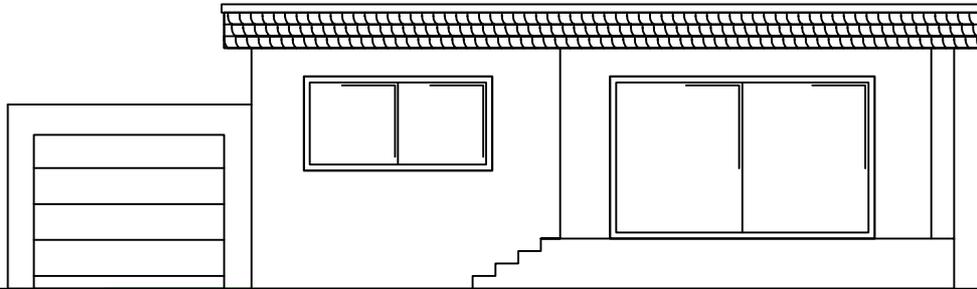


Ost-Ansicht

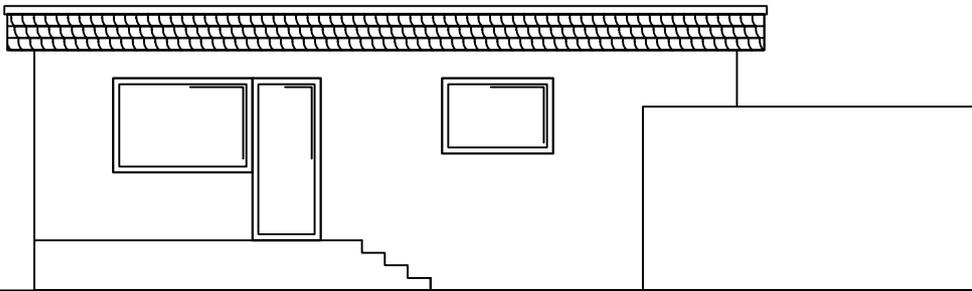
Projekt	Berater	
[Redacted]	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Plan Ansichten Ost-West  Datum 21.05.2009

w  
w  
w  
p  
a  
c  
h  
p  
e  
c  
k  
e  
r  
-  
w  
u  
n  
l  
i  
e  
r  
p  
w  
w  
e

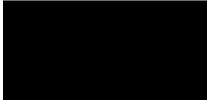
e  
r  
.  
d  
e  
l  
i  
e  
r  
-  
m  
u  
e  
l  
l  
e  
r  
c  
k  
e  
r  
-  
d  
e  
c  
h  
d  
a  
c  
h  
l  
i  
e  
r  
w  
w  
e

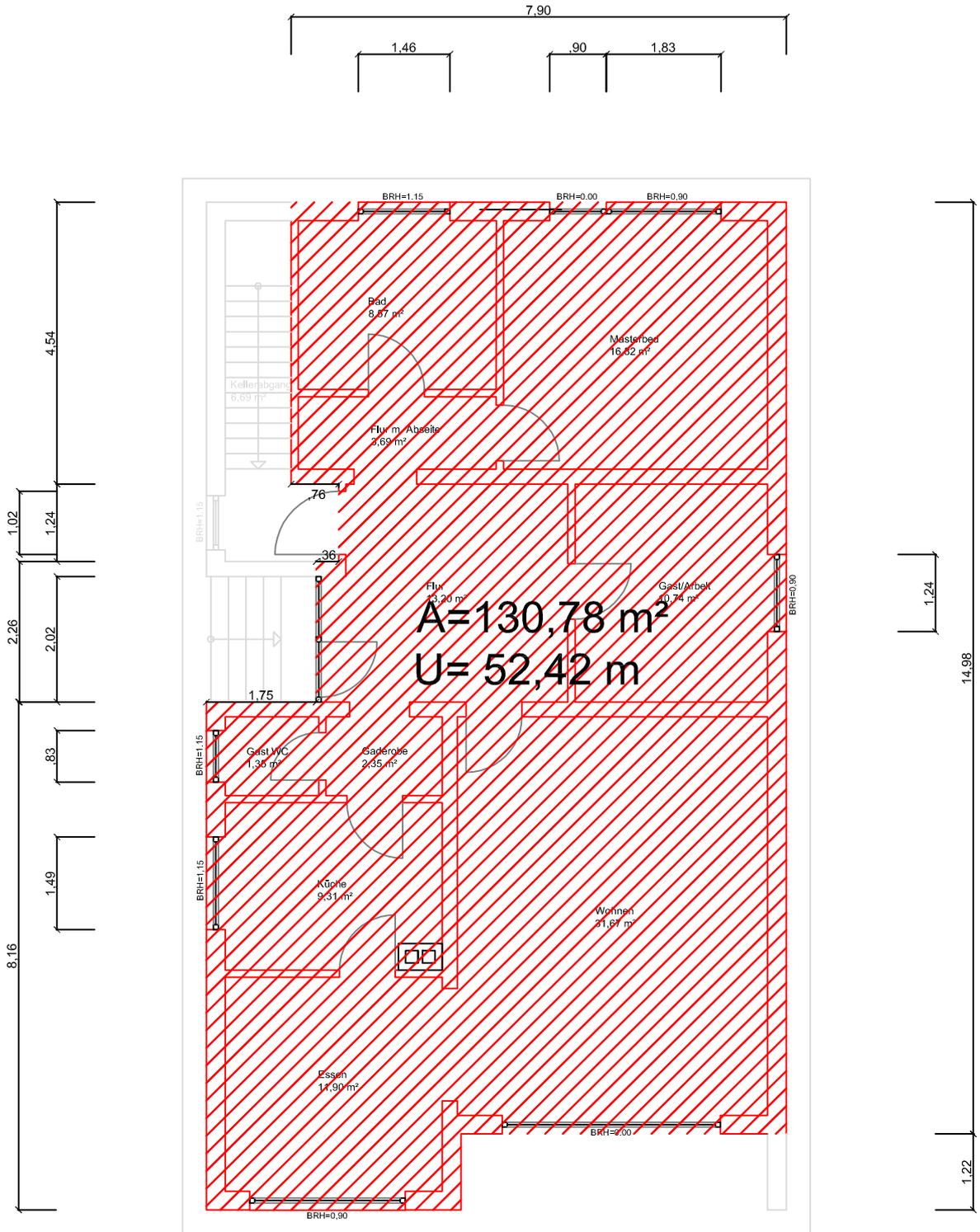


Süd-Ansicht



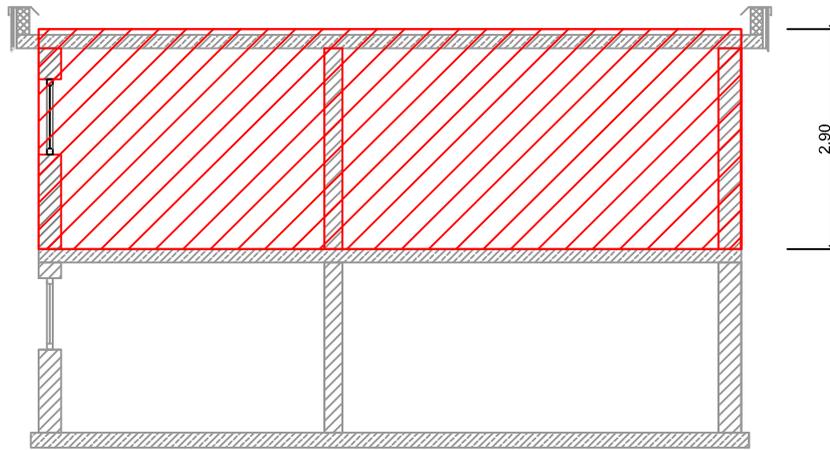
Nord-Ansicht

Projekt	Berater	
	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Plan Ansichten Nord-Süd  Datum 21.05.2009



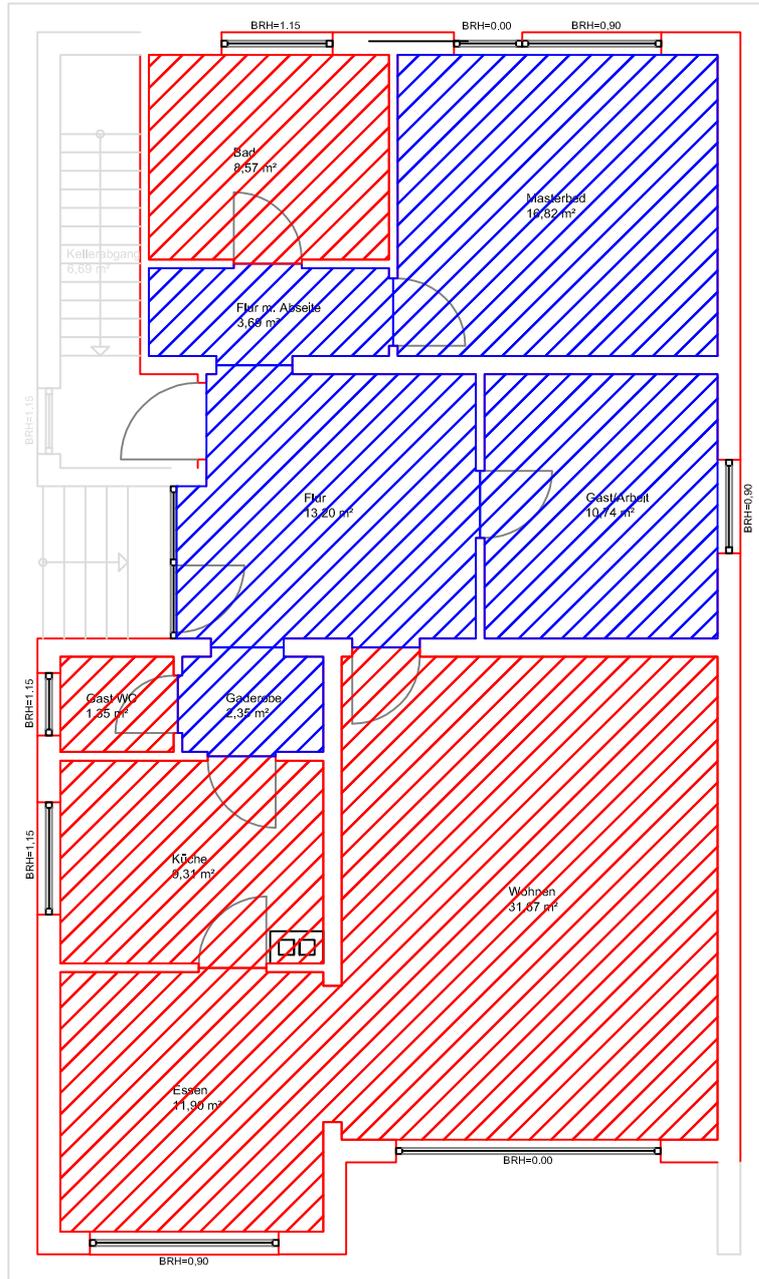
## Systemgrenzen

Projekt	Berater	
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 50px; margin: 0 auto;"></div>	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Plan Systemgrenze EG Datum 21.05.2009



# Systemgrenzen

Projekt	Berater	Plan
	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Systemgrenze Schnitt Datum 21.05.2009



**LEGENDE:**

- direkt beheizt
- n. direkt beheizt

Projekt	Berater	Plan Beheizte Bereiche
[REDACTED]	Herr Micha Müller Seehoferstr. 60 64653 Lorsch	Datum 21.05.2009



DIN 4108

Wasserdampf-sättigungsdruck im Temperaturbereich von 30,9 bis -10,9 °C

Temperatur $\theta$ in °C		Dezimalwerte von $\theta$								
ganz- zahlige Werte von $\theta$	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
	Wasserdampf-sättigungsdruck $p_s$ in Pa									
30	4244	4269	4294	4319	4344	4369	4394	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3674	3695	3717	3739	3759
26	3362	3382	3403	3423	3443	3463	3484	3504	3525	3544
25	3169	3188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	2897	2915	2932	2950	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629
20	2340	2354	2369	2384	2399	2413	2428	2443	2457	2473
19	2197	2212	2227	2241	2254	2268	2283	2297	2310	2324
18	2065	2079	2091	2105	2119	2132	2145	2158	2172	2185
17	1937	1950	1963	1976	1988	2001	2014	2027	2039	2052
16	1818	1830	1841	1854	1866	1878	1889	1901	1914	1926
15	1706	1717	1729	1739	1750	1762	1773	1784	1795	1806
14	1599	1610	1621	1631	1642	1653	1663	1674	1684	1695
13	1498	1508	1518	1528	1538	1548	1559	1569	1578	1588
12	1403	1413	1422	1431	1441	1451	1460	1470	1479	1488
11	1312	1321	1330	1340	1349	1358	1367	1375	1385	1394
10	1228	1237	1245	1254	1262	1270	1279	1287	1296	1304
9	1148	1156	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1219
8	1073	1081	1088	1096	1103	1110	1117	1125	1133	1140
7	1002	1008	1016	1023	1030	1038	1045	1052	1059	1066
6	935	942	949	955	961	968	975	982	988	995
5	872	878	884	890	896	902	907	913	919	925
4	813	819	825	831	837	843	849	854	861	866
3	759	765	770	776	781	787	793	798	803	809
2	705	710	716	721	727	732	737	743	748	753
1	657	662	667	672	677	682	687	691	696	701
0	611	616	621	626	630	635	640	645	648	653
0	611	605	600	595	592	587	582	577	572	567
-1	582	577	572	567	563	558	554	551	547	542
-2	517	514	509	505	501	496	492	489	484	480
-3	476	472	468	464	461	456	452	448	444	440
-4	437	433	430	426	423	419	415	412	408	405
-5	401	398	395	391	388	385	382	379	375	372
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	343	340
-7	337	336	333	330	327	324	321	318	315	312
-8	310	306	304	301	298	296	294	291	288	286
-9	284	281	279	276	274	272	269	267	264	262
-10	260	258	255	253	251	249	246	244	242	239

e . p . j . e . l . e . n . w . - . j . e . k . o . e . p . y . o . e . l . e . r . . d . e

w . w . w . d . a . c . h . d . e . c . k . e . r . - . m . u . e . l . e . r . . d . e

## Feuchtigkeitsabgabe in Wohnungen

Verursacher		ca. Abgabe in Gramm/Stunde
Mensch	leichte Aktivitäten	30-60 g/h
	mittelschwere Arbeit	120-200 g/h
	schwere Arbeit	200-300 g/h
Zimmerpflanze	z.B. Veilchen (Viola)	5-10 g/h
Topfpflanze	z.B. Farn (Comptonia asplenifolia)	7-15 g/h
Wasserpflanze		6-8 g/h
Mittelgroßer Gummi- baum	z.B. Seerose (Nymphaea alba)	10-20 g/h
Jungbaum	(Ficus elastica) z.B. Buche (Fagus)	2000-4000 g/h
Freie Wasseroberfläche		ca. 40 g·m <sup>2</sup> /h
Bad	Wannenbad	ca. 700 g/h
	Dusche	ca. 2600 g/h
Küche Kochen- und Arbeitsvorgänge		600-1500 g/h
Geschirrspülmaschine beim Öffnen		1000-1500 g/h
Springbrunnen		ca. 500 g/Tag
<b>Gesamtbelastung einer Wohnung mit Feuchtigkeit</b>		
Mittelwert pro Tag/kg		
Haushalt mit 2 Erwachsenen		8 kg
Haushalt mit 2 Erwachsenen und 1 Kind		12 kg
Haushalt mit 2 Erwachsenen und 2 Kindern		14 kg
Haushalt mit 2 Erwachsenen und 3 Kindern		15 kg

# ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude  
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 20.07.2020

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Einfamilienhaus		
Adresse	[REDACTED]		
Gebäudeteil			
Baujahr Gebäude	1971		
Baujahr Anlagentechnik <sup>1)</sup>	1989		
Anzahl Wohnungen	1		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	121 m <sup>2</sup>		
Erneuerbare Energien	./.		
Lüftung	Fensterlüftung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input checked="" 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

Micha Müller

...

Seehofstr. 60  
64653 Lorsch

20.07.2010

- 106 - Datum

Unterschrift des Ausstellers

1) Mehrfachangaben möglich

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

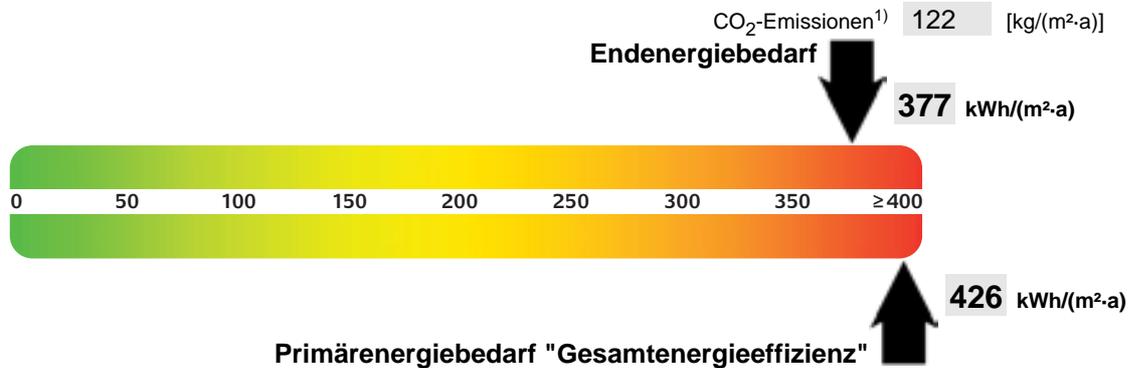
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

St. Hubertusweg 12

2

### Energiebedarf



#### Anforderungen gemäß EnEV<sup>2)</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **426** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **158** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>

Ist-Wert **0,81** W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert **0,56** W/(m<sup>2</sup>·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- Verfahren nach DIN V 18599
- Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>4)</sup>	
Heizöl	312,3	57,0	0,0	369,3
Strom	0,0	0,0	7,5	7,5

### Ersatzmaßnahmen<sup>3)</sup>

#### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

- Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

#### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um  % verschärft.

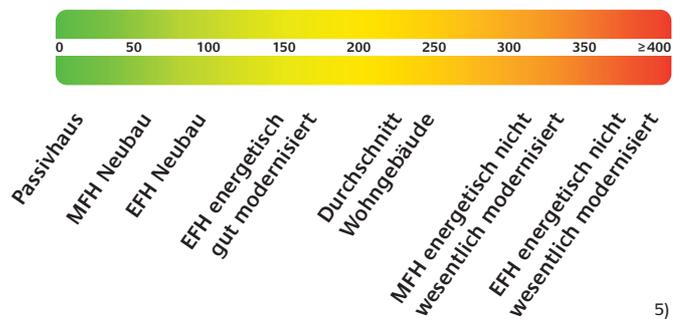
##### Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert:  kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Transmissionswärmeverlust H<sub>T</sub>

Verschärfter Anforderungswert:  W/(m<sup>2</sup>·K)

### Vergleichswerte Endenergiebedarf



### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

3

### Energieverbrauchskennwert



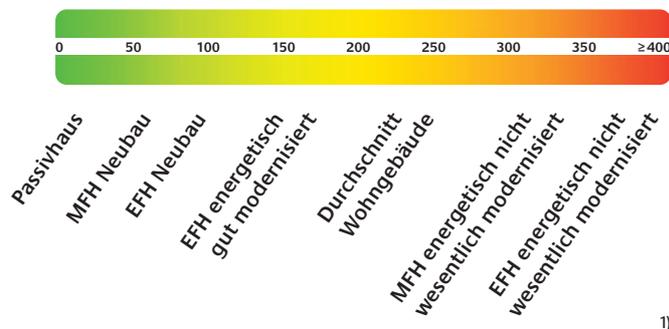
Energieverbrauch für Warmwasser:  enthalten  nicht enthalten

Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

### Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

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

### Vergleichswerte Endenergiebedarf



Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauchskennwert verglichen werden, der keinen Warmwasseranteil enthält, ist zu beachten, dass auf die Warmwasserbereitung je nach Gebäudegröße 20–40 kWh/(m<sup>2</sup>·a) entfallen können.

Soll ein Energieverbrauchskennwert eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15–30% geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

### Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche ( $A_N$ ) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

1) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

4

## Erläuterungen

### 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 Wärmegewinne 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 signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV  $H^*$ ). 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. Außerdem stellt die EnEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

### Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen 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 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.

### Energieverbrauchskennwert – Seite 3

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nuteinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste 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 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 zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).





Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis $< 19^{\circ}\text{C}$
			Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\text{max}}$ <sup>1)</sup>	
	1	2	3	4
1	Außenwände	Nr. 1 a bis d	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
2a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren	Nr. 2 a und b	1,30 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>	1,90 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>
2b	Dachflächenfenster	Nr. 2 a und b	1,40 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>	1,90 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>
2c	Verglasungen	Nr. 2 c	1,10 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3)</sup>	keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	Nr. 6 Satz 1	1,50 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4)</sup>	1,90 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4)</sup>
2e	Glasdächer	Nr. 2a und c	2,00 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3)</sup>	2,70 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3)</sup>

3a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a und b	2,00 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>	2,80 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>2)</sup>
3b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	1,60 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>3)</sup>	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	2,30 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4)</sup>	3,00 W/(m <sup>2</sup> ·K) <sup>4)</sup>
4a	Decken, Dächer und Dachschrägen	Nr. 4.1	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
4b	Flachdächer	Nr. 4.2	0,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
5a	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	Nr. 5 a, b, d und e	0,30 W/(m <sup>2</sup> ·K)	keine Anforderung
5b	Fußbodenaufbauten	Nr. 5 c	0,50 W/(m <sup>2</sup> ·K)	keine Anforderung
5c	Decken nach unten an Außenluft	Nr. 5 a bis e	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)



**Auslegung zu § 9 Absatz 1 Satz 1  
(Flachdacherneuerung)**

ge 3 Nr. 4.2 EnEV 2009

**Frage:**

Was gilt als Flachdach und wann müssen demzufolge die Anforderungen nach Anlage 3 Nr. 4.2 EnEV eingehalten werden? Gilt die Überarbeitung einer Dachdichtung beim Flachdach als Erneuerung der Dachhaut nach Anlage 3 Nr. 4.2 Buchstabe b) EnEV?

**Antwort:**

1. § 9 Absatz 1 Satz 1 EnEV verweist hinsichtlich der Maßnahmen und Anforderungen auf Anlage 3 EnEV. Bei Maßnahmen an Dächern und Dachschrägen wird in Anlage 3 EnEV zwischen Steildächern und Flachdächern unterschieden. Die Begriffe "Steildach" und "Flachdach" sind gebräuchlicher technischer Sprachgebrauch und wurden deshalb so in die Verordnung eingeführt.
2. Wesentliches Merkmal von Flachdächern sind Abdichtungen, die flächig, z. B. mit geschlossenen Nähten und Stößen, das Gebäude wasserdicht abdichten. In der Regel werden solche Abdichtungen bei Dachneigungen  $< 22^\circ$  (entsprechend 40,4 %) durchgeführt.
3. Wesentliches Merkmal von Steildächern sind Dachdeckungen. Deckungen müssen die Regensicherheit herstellen. Dies ist durch die Einhaltung der Regeldachneigung für die entsprechende Deckung zu erreichen. Weitergehende Anforderungen gegen Flugschnee und Regen mit Windeinwirkungen müssen nach den technischen Regeln bei diesen Dachkonstruktionen mit zusätzlichen Maßnahmen (z. B. Windsperre, Unterdach etc.) sichergestellt werden. Im Allgemeinen beginnt die untere Regeldachneigung für Dachdeckungen (sog. Hartdach) bei Dachneigungen  $> 22^\circ$  (entsprechend 40,4 %).
4. Weitere Abgrenzungen sind in den Regeln der Technik nicht definiert. Die konstruktiven Unterschiede im Dachaufbau bedingen auch Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit, die den Verordnungsgeber zur Festlegung unterschiedlicher Anforderungswerte veranlasst haben.



5. Bei einem Flachdach ist der Tatbestand (Anlage 3 Nr. 4.2 Buchstabe b) EnEV erfüllt, wenn die bestehende Dachabdichtung (wasserdichte Abdichtung) durch eine voll funktionsfähige neue Dachhaut (wasserdichte Abdichtung) ersetzt wird. In diesem Fall ist es unerheblich, ob und inwieweit die bestehende Dachhaut unterhalb der neuen Dachhaut erhalten bleibt. Werden z. B. mehrlagig untereinander verklebte Bitumenbahnen aufgebracht, so ist dies als neue Dachabdichtung bzw. Dachhaut zu werten. In diesem Fall sind die Anforderungen nach EnEV einzuhalten. Auch bei anderen technischen Maßnahmen, die im Sinne der Regeln der Technik als Neuaufbau der Dachdichtung gelten, müssen die Anforderungen nach EnEV erfüllt werden.
6. Für Fälle, in denen aus Gründen technischer Unmöglichkeit, wie z. B. bei Dämmmaßnahmen mit Anschluss an bestehende Dächer, die Dämmschichtdicke begrenzt ist, gelten nach Anlage 3 Nr. 4.2 Satz 5 EnEV die Anforderungen als erfüllt, wenn die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  eingebaut wird. Diese Ausnahmeregelung bedarf keines Antrags auf Befreiung nach § 25 Absatz 1 EnEV durch die nach Landesrecht zuständige Behörde.
7. Wird eine Dachabdichtung (z. B. mehrlagig untereinander verklebte Bitumenbahnen) im Rahmen der Instandhaltung lediglich regeneriert (z. B. durch das vollflächige Aufkleben einer neuen Abdichtungslage), ohne dass die neue Schicht für sich allein eine funktionsfähige Dachhaut darstellt, ist der Tatbestand der Erneuerung der Dachhaut nicht gegeben. In diesem Falle besteht keine Anforderung nach § 9 Absatz 1 Satz 1 in Verbindung mit Anlage 3 Nr. 4.2 Buchstabe b) EnEV.

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Bauteilübersicht: IST-Zustand (IST-Zustand des Gebäudes)

### Außenwände:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Gesamtfläche		
AW1	Aussenwand 30 HB	0,91 W/m²K	92,69 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,04):</u>				
	<i>Material</i>			<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>
	Innenputz			15 mm	0,7 W/mK
	Hohlblöcke (Hbl) DIN18151, und Hohlwandplatten nach DIN 18148 Gruppe 2 mit Normalmörtel NM RD 650			300 mm	0,34 W/mK
Außenputz	20 mm	0,83 W/mK			
AW2	Aussenwand 24 HB	1,09 W/m²K	5,08 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,04):</u>				
	<i>Material</i>			<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>
	Innenputz			15 mm	0,7 W/mK
	Hohlblöcke (Hbl) DIN18151, und Hohlwandplatten nach DIN 18148 Gruppe 2 mit Normalmörtel NM RD 650			240 mm	0,34 W/mK
Außenputz	20 mm	0,83 W/mK			
AW3	Aussenwand 17HB Nische	1,37 W/m²K	9,34 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,04):</u>				
	<i>Material</i>			<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>
	Innenputz			15 mm	0,7 W/mK
	Hohlblöcke (Hbl) DIN18151, und Hohlwandplatten nach DIN 18148 Gruppe 2 mit Normalmörtel NM RD 650			175 mm	0,34 W/mK
Außenputz	20 mm	0,83 W/mK			

### Innenwände (an niedrig bzw. unbeheizte Räume):

Typ	Beschreibung	U-Wert	Gesamtfläche		
IW1	Innenwand 24 KS	1,65 W/m²K	2,20 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,13):</u>				
	<i>Material</i>			<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>
	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			15 mm	0,7 W/mK
	Mauerwerk DIN 106 Kalksandsteine RD 1600			240 mm	0,79 W/mK
Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	15 mm	0,7 W/mK			
IW2	Innenwand 11 KS	2,23 W/m²K	14,73 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,13):</u>				
	<i>Material</i>			<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>
	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit			15 mm	0,7 W/mK
	Mauerwerk DIN 106 Kalksandsteine RD 1600			115 mm	0,79 W/mK
Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	15 mm	0,7 W/mK			
IW3	Innenwand 24 HB	1,21 W/m²K	1,04 m²		
	<u>Schichtaufbau (Rsi=0,13, Rse=0,13):</u>				
	<i>Material</i>	<i>Dicke</i>	<i>Lambda</i>		

Innenputz	15 mm	0,7 W/mK	
Hohlblöcke (Hbl) DIN18151, und Hohlwandplatten nach DIN 18148 Gruppe 2 mit Normalmörtel NM RD 900	240 mm	0,46 W/mK	
Innenputz	15 mm	0,7 W/mK	

e p . j e l l e n w - j e k o e p u c a p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e

## Geschossdecke an Keller:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Gesamtfläche	
DK1	Decke KG-EG	0,67 W/m <sup>2</sup> K	130,78 m <sup>2</sup>	
<u>Schichtaufbau (Rsi=0,17, Rse=0,17):</u>				
<i>Material</i>	<i>Dicke</i>			<i>Lambda</i>
Estrich	50 mm			1,4 W/mK
Polystyrol (PS)-Partikelschaum Wlf-Gr. 040 RD 30	40 mm			0,04 W/mK
Stahlbeton	200 mm			2,33 W/mK
Innenputz	15 mm			0,7 W/mK

## Dach:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Gesamtfläche	
DA1	Dachfläche an beheizbare Räume (U-Wert 0.54)	0,33 W/m <sup>2</sup> K	130,78 m <sup>2</sup>	
<u>Schichtaufbau (Rsi=0,1, Rse=0,04):</u>				
<i>Material</i>	<i>Dicke</i>			<i>Lambda</i>
Gipskartonplatte GKB	12,5 mm			0,3 W/mK
Luftschicht d=10mm bis 300mm	50 mm			0,17 W/mK
Stahlbeton	200 mm			2,33 W/mK
Bitumendachbahn nach DIN 52128	2,5 mm			0,17 W/mK
Aluminiumfolie	0,1 mm			200 W/mK
Bitumendachbahn nach DIN 52128	2,5 mm			0,17 W/mK
Polystyrol(PS)-Hartschaum Wlg:040	100 mm			0,04 W/mK
Bitumendachbahn nach DIN 52128	15 mm			0,17 W/mK

## Außenfenster:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Glasanteil	Anzahl	Gesamtfläche	
AF1	Holzfenster	2,77 W/m <sup>2</sup> K	72 %	8	20,14 m <sup>2</sup>	
	Verglasung:					Zweischeiben- Isolierverglasung
	U-Wert:					2,80 W/m <sup>2</sup> K
	Randverbundmaterial:					Aluminium
	Rahmenmaterial:					alter Holzrahmen
	U-Wert:					2,20 W/m <sup>2</sup> K
	Einbausituation:					nicht berücksichtigt
	Höhe:					2,00 m
	Breite:					1,00 m
	Rahmenbreite:					0,100 m

## Außentüren:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Glasanteil	Anzahl	Gesamtfläche
AT1	Haustür	1,60 W/m <sup>2</sup> K	72 %	1	4,75 m <sup>2</sup>

## Innentüren:

Typ	Beschreibung	U-Wert	Glasanteil	Anzahl	Gesamtfläche
IT1	Holztuer	3,80 W/m <sup>2</sup> K	0 %	1	2,04 m <sup>2</sup>

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Gebäudehülle: IST-Zustand (IST-Zustand des Gebäudes)

### Gebäudevolumen und -flächen

Bruttovolumen ( $V_e$ ):	379,26 m <sup>3</sup>
Nettovolumen (V):	288,24 m <sup>3</sup>
Bezugsfläche ( $A_N$ ):	121,36 m <sup>2</sup>
Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A):	413,57 m <sup>2</sup>
A/ $V_e$ - Verhältnis:	1,09
Grundfläche (Gebäude):	130,78 m <sup>2</sup>
Umfang (Gebäude):	52,42 m

### Hüllflächenberechnung

	Typ	Richtung	Neigung [°]	Breite [m]	Höhe [m]	Anz.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	abz.	Fläche i.R. [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	bu	Fx	Beschreibung
	AW1	N	90	7,9	2,9	1	22,9	<input type="checkbox"/>	13,9	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AW3	N	90	1,5	1,2	1	1,7	<input checked="" type="checkbox"/>	1,7	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische
	AW3	N	90	1,8	0,9	1	1,6	<input checked="" type="checkbox"/>	1,7	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische
	AF1	N	90	1,5	1,0	1	1,5	<input checked="" type="checkbox"/>	1,5	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AF1	N	90	0,9	2,2	1	1,9	<input checked="" type="checkbox"/>	1,9	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AF1	N	90	1,8	1,3	1	2,3	<input checked="" type="checkbox"/>	2,3	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AW2	N	90	1,8	2,9	1	5,1	<input type="checkbox"/>	5,1	1,1	-	1,0	Aussenwand 24 HB
	AW1	O	90	15,0	2,9	1	43,4	<input type="checkbox"/>	40,8	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AW3	O	90	1,2	0,9	1	1,1	<input checked="" type="checkbox"/>	1,1	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische
	AF1	O	90	1,2	1,3	1	1,6	<input checked="" type="checkbox"/>	1,6	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AW1	O	90	1,2	2,9	1	3,5	<input type="checkbox"/>	3,5	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AW1	S	90	4,1	2,9	1	11,8	<input type="checkbox"/>	6,4	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AW3	S	90	2,5	0,9	1	2,2	<input checked="" type="checkbox"/>	2,2	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische
	AF1	S	90	2,5	1,3	1	3,1	<input checked="" type="checkbox"/>	3,1	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AW1	S	90	5,2	2,9	1	15,0	<input type="checkbox"/>	7,5	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AF1	S	90	3,5	2,2	1	7,5	<input checked="" type="checkbox"/>	7,5	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AW1	W	90	8,2	2,9	1	23,7	<input type="checkbox"/>	18,7	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AW3	W	90	1,5	1,2	1	1,7	<input checked="" type="checkbox"/>	1,7	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische

	AW3	W	90	0,8	1,2	1	1,0	<input checked="" type="checkbox"/>	1,0	1,4	-	1,0	Aussenwand 17HB Nische
	AF1	W	90	1,5	1,0	1	1,5	<input checked="" type="checkbox"/>	1,5	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AF1	W	90	0,8	1,0	1	0,8	<input checked="" type="checkbox"/>	0,8	2,8	-	1,0	Holzfenster
	AW1	W	90	2,3	2,9	1	6,6	<input type="checkbox"/>	1,8	0,9	-	1,0	Aussenwand 30 HB
	AT1	W	90	2,0	2,4	1	4,7	<input checked="" type="checkbox"/>	4,8	1,6	-	1,0	Haustür
	DK1			130,8	1,0	1	130,8	<input type="checkbox"/>	130,8	0,7	0,5	0,7	Decke KG-EG
	DA1			130,8	1,0	1	130,8	<input type="checkbox"/>	130,8	0,3	-	1,0	Dachfläche an beheizbare Räume (U- Wert 0.54)
	IW3			0,4	2,9	1	1,0	<input type="checkbox"/>	1,0	1,2	0,5	0,5	Innenwand 24 HB
	IW2			1,2	2,9	1	3,6	<input type="checkbox"/>	1,6	2,2	0,5	0,5	Innenwand 11 KS
	IT1			1,0	2,0	1	2,0	<input checked="" type="checkbox"/>	2,0	3,8	0,5	0,5	Holztuer
	IW1			0,8	2,9	1	2,2	<input type="checkbox"/>	2,2	1,7	0,5	0,5	Innenwand 24 KS
	IW2			4,5	2,9	1	13,2	<input type="checkbox"/>	13,2	2,2	0,5	0,5	Innenwand 11 KS

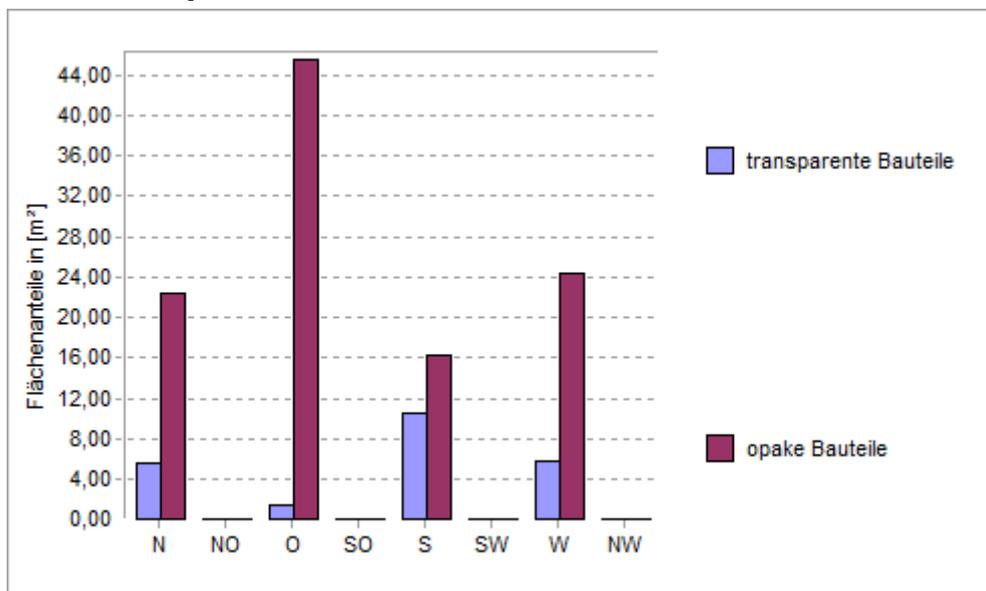
### Wärmebrücken

Vereinfachend ohne Nachweis (Wärmebrückenzuschlag  $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ).

### Opake Bauteile

Bei der Berechnung wurden Wärmegewinne über opake Bauteile nicht berücksichtigt.

### Aufteilung opake und transparente Bauteile



### Maßabhängig - nach DIN EN ISO 10077-1

#### 1. Elementtyp

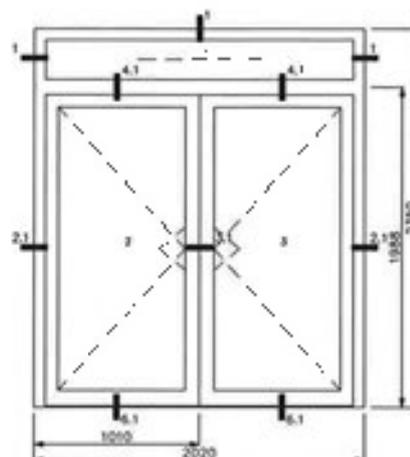
Hauseingangstür, flachbündig innen uftnend, zweiteilig mit Oberlicht

Breite 2020 mm, Höhe 2350 mm

#### 2. Profilsystem

Schüco ADS 70.HI

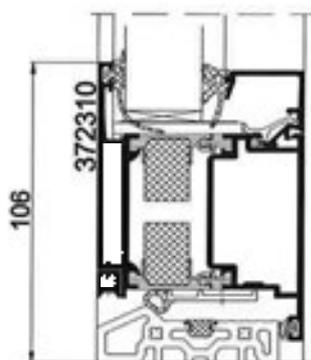
Profilkombinationen 6.1, 2.1, 1, 3.1, 4.1



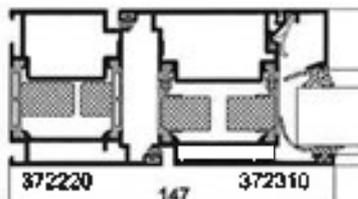
#### 3. Profilkombination

Profilkombination	U <sub>f</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Rahmenfläche m <sup>2</sup>	Wärmeverlust W/K U-Wert * Fläche	Isoliersteg
6.1	1.7	0.189	0.32	PT
2.1	1.8	0.551	0.99	PT
1	1.6	0.177	0.28	PT
3.1	2.0	0.330	0.66	PT
4.1	2.2	0.315	0.69	PT

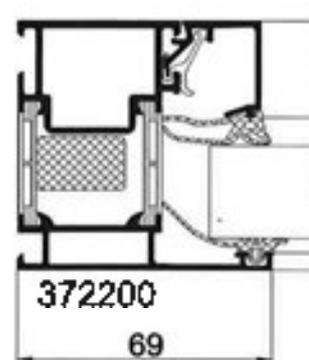
Profilkombination: 6.1



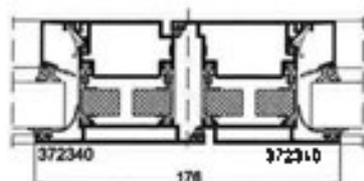
Profilkombination: 2.1



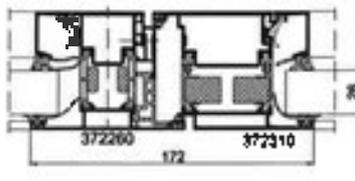
Profilkombination: 1



Profilkombination: 3.1



Profilkombination: 4.1



4. Glas	U <sub>g</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Glasfläche m <sup>2</sup>	Wärmeverlust W/K U-Wert * Fläche	Abstandhalter
{1} Glas 20 mm (4-12-4)	1.1	0.463	0.51	Edelstahl
{2} Glas 20 mm (4-12-4)	1.1	1.362	1.50	Edelstahl
{3} Glas 20 mm (4-12-4)	1.1	1.362	1.50	Edelstahl
5. Glasrandverbund	Psi W/(mK)	Länge m	Wärmeverlust W/K Psi-Wert * Länge	
Edelstahl, aus Norm	0.080	14.384	1.15	
6. Gesamt				
Profilfläche Af			1.501 m <sup>2</sup>	
U-Wert Profil U <sub>f</sub> (gewichtet mit unterschiedlichen Profileilflächen)			1.9 W/(m <sup>2</sup> K)	
Glasfläche + Paneelfläche (A <sub>g</sub> +A <sub>p</sub> )			3.186 m <sup>2</sup>	
U-Wert Glas (U <sub>g</sub> ) / Paneel (U <sub>p</sub> )			1.1 W/(m <sup>2</sup> K)	
Länge Glasrand + Paneelrand (L <sub>g</sub> +L <sub>p</sub> )			14.384 m	
Psi - Wert			0.080 W/(mK)	
Länge Wandanschluß (L)			8.740 m	
Flächenanteil des Rahmens			33 %	
Summe der Wärmeverluste			7.60 W/K	
Gesamtfläche			4.747 m <sup>2</sup>	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient Ud (Nennwert)</b>			<b>1.6 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	

Die Ermittlung des Nennwertes des Wärmedurchgangskoeffizienten Ud erfolgt nach EN ISO 10077-1 2006.

Der Bemessungswert Ud,BW des Wärmedurchgangskoeffizienten ist gleich dem Nennwert

Die vom Programm ermittelten Angaben auf dieser Ausgabeliste sind auf Richtigkeit zu überprüfen!

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Ergebnisübersicht (alle Varianten)

### Projekt: ProjektArbeit\_EINZEL

#### Werte nach EnEV (Normwerte mit Standard-Randbedingungen):

Spalte Nr.:	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9
Variante von:		Spalte 1	Spalte 2	Spalte 1	Spalte 4	Spalte 1	Spalte 6	Spalte 1	Spalte 8
Kurzbeschreibung:	IST-Zustand des Gebäudes	WÄNDE_Enev	Wände KfW	Dachdämmung EnEV	Dach KfW	Decke EnEV	Decke KfW	Fenster EnEV	Fenster KfW
Gebäudenutzfläche (AN) [m²]:	121	121	121	121	121	121	121	121	121
A/Ve - Verhältnis:	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Fensterflächenanteil [%]:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>ENERGIEBEDARF</b>									
Heizwärmebedarf [kWh/a]:	25245	18694	18334	23982	23214	22692	22310	21063	20782
Trinkwasser-Wärmebedarf [kWh/a]:	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517
<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	6923	6923	6923	6923	6923	6923	6923	6923	6923
Hilfsenergie [kWh/a]:	113	113	113	113	113	113	113	113	113
Wärmegutschrift [kWh/a]:	234	234	234	234	234	234	234	234	234
<b>LÜFTUNGSANLAGE</b>									
Endenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmegutschrift [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>HEIZUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	37896	29183	28706	36217	35196	34502	33993	32335	31961
Hilfsenergie [kWh/a]:	797	797	797	797	797	797	797	797	797
<b>GESAMT</b>									
Endenergie [kWh/a]:	44819	36106	35628	43139	42118	41424	40915	39257	38884
Hilfsenergie [kWh/a]:	910	910	910	910	910	910	910	910	910
Primärenergie [kWh/a]:	51668	42083	41558	49820	48697	47934	47374	45550	45139
Primärenergie (zulässig) [kWh/a]:	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169
Spezifischer Transmissionsverlust [W/m²K]:	0,81	0,58	0,57	0,76	0,74	0,72	0,71	0,73	0,72
Spezifischer Transmissionsverlust (zulässig) [W/m²K]:	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Anlagenaufwandszahl:	1,93	2,08	2,09	1,95	1,97	1,98	1,99	2,02	2,02
CO2-Emissionen [kg/a]:	14860,00	12092,00	11940,00	14326,00	14002,00	13781,00	13620,00	13093,00	12974,00
SO2-Emissionen [kg/a]:	30,00	24,00	24,00	29,00	28,00	28,00	27,00	26,00	26,00
NOx-Emissionen [kg/a]:	11,00	9,00	9,00	11,00	11,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Energiekosten [EUR/a]:	3870,41	3159,41	3120,41	3733,41	3650,41	3593,41	3551,41	3416,41	3386,41
<b>VARIANTENVERGLEICH</b>									
Primärenergie-Differenz [kWh/a]:		9585,00	525,00	1848,00	1123,00	3734,00	560,00	6118,00	411,00
Anlagenaufwandszahl-Differenz:		-0,15	-0,01	-0,02	-0,02	-0,05	-0,01	-0,09	0
CO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		2768,00	152,00	534,00	324,00	1079,00	161,00	1767,00	119,00
SO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		6,00	0	1,00	1,00	2,00	1,00	4,00	0
NOx-Emissionen-Differenz [kg/a]:		2,00	0	0	0	1,00	0	1,00	0
Energiekosten-Differenz		711,00	39,00	137,00	83,00	277,00	42,00	454,00	30,00

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Werte für Individualberatung:\*

Spalte Nr.:	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9
Variante von:		Spalte 1	Spalte 2	Spalte 1	Spalte 4	Spalte 1	Spalte 6	Spalte 1	Spalte 8
Kurzbeschreibung:	IST-Zustand des Gebäudes	WÄNDE_Enev	Wände KfW	Dachdämmung EnEV	Dach KfW	Decke EnEV	Decke KfW	Fenster EnEV	Fenster KfW
Gebäudenutzfläche (AN) [m²]:	121	121	121	121	121	121	121	121	121
A/Ve - Verhältnis:	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Fensterflächenanteil [%]:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>ENERGIEBEDARF</b>									
Heizwärmebedarf [kWh/a]:	19409	14890	14646	18528	17995	17634	17369	13469	13280
Trinkwasser-Wärmebedarf [kWh/a]:	649	649	649	649	649	649	649	649	649
<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	5034	5034	5034	5034	5034	5034	5034	5034	5034
Hilfsenergie [kWh/a]:	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Wärmegutschrift [kWh/a]:	217	217	217	217	217	217	217	217	217
<b>LÜFTUNGSANLAGE</b>									
Endenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmegutschrift [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>HEIZUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	29822	23812	23487	28650	27941	27461	27109	21922	21670
Hilfsenergie [kWh/a]:	740	740	740	740	740	740	740	740	740
<b>GESAMT</b>									
Endenergie [kWh/a]:	34856	28846	28521	33684	32975	32495	32143	26956	26704
Hilfsenergie[kWh/a]:	844	844	844	844	844	844	844	844	844
Primärenergie [kWh/a]:	40536	33926	33569	39248	38468	37939	37552	31847	31569
Primärenergie (zulässig) [kWh/a]:	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780
Spezifischer Transmissionsverlust [W/m²K]:	0,81	0,58	0,57	0,76	0,74	0,72	0,71	0,73	0,72
Spezifischer Transmissionsverlust (zulässig) [W/m²K]:	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Anlagenaufwandszahl:	2,02	2,18	2,19	2,05	2,06	2,08	2,08	2,26	2,27
CO2-Emissionen [kg/a]:	11650,00	9740,00	9637,00	11277,00	11052,00	10900,00	10788,00	9140,00	9060,00
SO2-Emissionen [kg/a]:	23,00	20,00	19,00	23,00	22,00	22,00	22,00	18,00	18,00
NOx-Emissionen [kg/a]:	8,00	7,00	6,00	8,00	7,00	7,00	7,00	6,00	6,00
Energiekosten [EUR/a]:	3050,41	2559,41	2532,41	2954,41	2896,41	2857,41	2828,41	2404,41	2384,41
<b>VARIANTENVERGLEICH</b>									
Primärenergie-Differenz [kWh/a]:		6610,00	357,00	1288,00	780,00	2597,00	387,00	8689,00	278,00
Anlagenaufwandszahl-Differenz:		-0,16	-0,01	-0,03	-0,01	-0,06	0	-0,24	-0,01
CO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		1910,00	103,00	373,00	225,00	750,00	112,00	2510,00	80,00
SO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		3,00	1,00	0	1,00	1,00	0	5,00	0
NOx-Emissionen-Differenz [kg/a]:		1,00	1,00	0	1,00	1,00	0	2,00	0
Energiekosten-Differenz [EUR/a]:		491,00	27,00	96,00	58,00	193,00	29,00	646,00	20,00

\* Diese Werte wurden mit einem Verbrauchskorrekturfaktor von 1,08 ermittelt.

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Ergebnisübersicht (alle Varianten)

### Projekt: ProjektKombis

#### Werte nach EnEV (Normwerte mit Standard-Randbedingungen):

Spalte Nr.:	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9
Variante von:		Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 5	Spalte 4	Spalte 4
Kurzbeschreibung:	IST-Zustand des Gebäudes	Sanierung EnEV	Sanierung Hülle KfW	+WRL	...Öl Brennwert	Öl Brennwert+WW Solar	Öl Brennwert +ww+HzSolar	KfW+Wärmepumpe	KfW Pellet
Gebäudenutzfläche (AN) [m²]:	121	121	121	121	121	121	121	121	121
A/Ve - Verhältnis:	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Fensterflächenanteil [%]:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>ENERGIEBEDARF</b>									
Heizwärmebedarf [kWh/a]:	25245	10554	8751	8092	8092	8092	8092	8092	8092
Trinkwasser-Wärmebedarf [kWh/a]:	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517	1517
<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	6923	6923	6923	6923	4200	2057	2057	1027	5169
Hilfsenergie [kWh/a]:	113	113	113	113	149	200	200	133	133
Wärmegutschrift [kWh/a]:	234	234	234	234	191	191	191	587	191
<b>LÜFTUNGSANLAGE</b>									
Endenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie [kWh/a]:	0	0	0	330	330	330	330	330	330
Wärmegutschrift [kWh/a]:	0	0	0	1211	1211	1211	1211	1211	1211
<b>HEIZUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	37896	18358	15959	13473	6704	6704	6004	2584	11141
Hilfsenergie [kWh/a]:	797	797	797	797	314	314	294	208	449
<b>GESAMT</b>									
Endenergie [kWh/a]:	44819	25281	22882	20395	10904	8762	8061	3611	16310
Hilfsenergie [kWh/a]:	910	910	910	1240	793	844	824	671	913
Primärenergie [kWh/a]:	51668	30176	27537	25660	14057	11833	11009	11133	5635
Primärenergie (zulässig) [kWh/a]:	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169	19169
Spezifischer Transmissionsverlust [W/m²K]:	0,81	0,37	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Spezifischer Transmissionsverlust (zulässig) [W/m²K]:	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Anlagenaufwandszahl:	1,93	2,50	2,68	2,67	1,46	1,23	1,15	1,16	0,59
CO2-Emissionen [kg/a]:	14860,00	8653,00	7891,00	7327,00	4005,00	3360,00	3123,00	2923,00	1766,00
SO2-Emissionen [kg/a]:	30,00	17,00	16,00	14,00	8,00	7,00	6,00	5,00	12,00
NOx-Emissionen [kg/a]:	11,00	7,00	6,00	6,00	2,00	2,00	2,00	2,00	14,00
Energiekosten [EUR/a]:	3870,41	2275,41	2079,41	1912,41	1089,41	919,41	859,41	572,41	884,41
<b>VARIANTENVERGLEICH</b>									
Primärenergie-Differenz [kWh/a]:		21492,00	2639,00	1877,00	11603,00	2224,00	3048,00	14527,00	20025,00
Anlagenaufwandszahl-Differenz:		-0,57	-0,18	0,01	1,21	0,23	0,31	1,51	2,08
CO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		6207,00	762,00	564,00	3322,00	645,00	882,00	4404,00	5561,00
SO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		13,00	1,00	2,00	6,00	1,00	2,00	9,00	2,00
NOx-Emissionen-Differenz [kg/a]:		4,00	1,00	0	4,00	0	0	4,00	-8,00
Energiekosten-Differenz [EUR/a]:		1595,00	196,00	167,00	823,00	170,00	230,00	1340,00	1028,00

# Ergebnisbericht für die Energieberatung

(mit dem EDV-Programm ennovatis EnEV)

## Werte für Individualberatung:\*

Spalte Nr.:	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9
Variante von:		Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 5	Spalte 4	Spalte 4
Kurzbeschreibung:	IST-Zustand des Gebäudes	Sanierung EnEV	Sanierung Hülle KfW	+WRL	...Öl Brennwert	Öl Brennwert+WW Solar	Öl Brennwert +ww+HzSolar	KfW+Wärmepumpe	KfW Pellet
Gebäudenutzfläche (AN) [m²]:	121	121	121	121	121	121	121	121	121
A/Ve - Verhältnis:	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Fensterflächenanteil [%]:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>ENERGIEBEDARF</b>									
Heizwärmebedarf [kWh/a]:	19409	6409	5229	5538	5538	5538	5538	5538	5538
Trinkwasser-Wärmebedarf [kWh/a]:	649	649	649	649	649	649	649	649	649
<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	5034	5034	5034	5034	3055	1472	1472	731	3756
Hilfsenergie [kWh/a]:	105	105	105	105	135	185	185	124	124
Wärmegutschrift [kWh/a]:	217	217	217	217	177	177	177	545	177
<b>LÜFTUNGSANLAGE</b>									
Endenergie [kWh/a]:	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie [kWh/a]:	0	0	0	306	306	306	306	306	306
Wärmegutschrift [kWh/a]:	0	0	0	1123	1123	1123	1123	1123	1123
<b>HEIZUNG</b>									
Endenergie [kWh/a]:	29822	12532	10963	9880	4389	4389	3917	1697	7639
Hilfsenergie [kWh/a]:	740	740	740	740	264	264	250	192	416
<b>GESAMT</b>									
Endenergie [kWh/a]:	34856	17567	15997	14914	7443	5861	5388	2428	11395
Hilfsenergie [kWh/a]:	844	844	844	1151	705	755	742	623	847
Primärenergie [kWh/a]:	40536	21518	19792	19397	10022	8411	7855	7932	4480
Primärenergie (zulässig) [kWh/a]:	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780	17780
Spezifischer Transmissionsverlust [W/m²K]:	0,81	0,37	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Spezifischer Transmissionsverlust (zulässig) [W/m²K]:	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Anlagenaufwandszahl:	2,02	3,05	3,37	3,13	1,62	1,36	1,27	1,28	0,72
CO2-Emissionen [kg/a]:	11650,00	6157,00	5658,00	5523,00	2847,00	2378,00	2218,00	2082,00	1377,00
SO2-Emissionen [kg/a]:	23,00	12,00	11,00	11,00	6,00	5,00	4,00	4,00	9,00
NOx-Emissionen [kg/a]:	8,00	4,00	4,00	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	9,00
Energiekosten [EUR/a]:	3050,41	1638,41	1509,41	1454,41	797,41	673,41	632,41	440,41	674,41
<b>VARIANTENVERGLEICH</b>									
Primärenergie-Differenz [kWh/a]:		19018,00	1726,00	395,00	9375,00	1611,00	2167,00	11465,00	14917,00
Anlagenaufwandszahl-Differenz:		-1,03	-0,32	0,24	1,51	0,26	0,35	1,85	2,41
CO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		5493,00	499,00	135,00	2676,00	469,00	629,00	3441,00	4146,00
SO2-Emissionen-Differenz [kg/a]:		11,00	1,00	0	5,00	1,00	2,00	7,00	2,00
NOx-Emissionen-Differenz [kg/a]:		4,00	0	0	2,00	1,00	1,00	3,00	-5,00
Energiekosten-Differenz [EUR/a]:		1412,00	129,00	55,00	657,00	124,00	165,00	1014,00	780,00

\* Diese Werte wurden mit einem Verbrauchskorrekturfaktor von 1,08 ermittelt.



e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e

Grunddaten	
Bestand	IST-Zustand
Maßnahme	<b>Einbau WDVS mit 120mm WLG 035</b>
U-Werte Bestand (i.M.)	1,12 W/m²K
U-Werte Nach Sanierung (i.M.)	0,23 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	6,01 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	16 %
Energieeinsparung	6.009 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	17 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	3,56 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	120,00 €/m²
Gesamtkosten der Maßnahme	15.010 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	1.204,41 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	24.088,18 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	15.010 €
Sowiesokosten 1)	3.000 €
verbleibende Mehrkosten	12.010 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	964 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	19.274 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 642 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	586 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-57 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	91,2 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Bestand	Bituminöse Dachabdichtung
Maßnahme	Einbau zusätzlicher Dachdämmung 80mm 035, Erneuerung Dachrandblende
U-Werte Bestand	0,328 W/m²K
U-Werte Nach Sanierung	0,186 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	0,37 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	3 %
Energieeinsparung	1.171 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	3 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	0,59 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	155,00 €/m²
Gesamtkosten der Maßnahme	20.271 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	1.626,59 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	32.531,79 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	20.271 €
Sowiesokosten 1)	3.600 €
verbleibende Mehrkosten	16.671 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	1.338 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	26.754 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 892 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	114 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-778 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	12,8 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	130,78 m <sup>2</sup>
Bestand	Stahlbetondecke mit oberseitigem Estich und Trittschalldämmung
Maßnahme	Einbau einer Kellerdeckendämmung
U-Werte Bestand	0,674 W/m <sup>2</sup> K
U-Werte Nach Sanierung	0,328 W/m <sup>2</sup> K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	0,75 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	6 %
Energieeinsparung	2.361 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	7 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	1,45 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	85,00 €/m <sup>2</sup>
Gesamtkosten der Maßnahme	11.116 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	892,00 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	17.840,01 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	11.116 €
Sowiesokosten 1)	0 €
verbleibende Mehrkosten	11.116 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	892 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	17.840 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 595 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	230 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-364 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	38,7 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	20,14 m <sup>2</sup>
Bestand	Holzfenster mit Zweischeibenverglasung
Maßnahme	Austausch durch Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung, Erneuerung
U-Werte Bestand	2,77 W/m <sup>2</sup> K
U-Werte Nach Sanierung	1,3 W/m <sup>2</sup> K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	2,51 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	22 %
Energieeinsparung	7.899 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	23 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	0,95 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	765,00 €/m <sup>2</sup>
Gesamtkosten der Maßnahme	15.407 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	1.236,31 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	24.726,11 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	15.407 €
Sowiesokosten 1)	1.500 €
verbleibende Mehrkosten	13.907 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	1.116 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	22.319 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 744 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	770 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	26 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	103,5 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Bestand	Ist-Bestand
Maßnahme	Sanierung der Gebäudehülle nach EnEV
Transmissionverlust vorher	0,81 W/m²K
Transmissionverlust nachher	0,37 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	5,49 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	47 %
Energieeinsparung	17.289 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	50 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	5,49 kW
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	61.804 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	4.959,30 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	99.186,10 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	61.804 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
verbleibende Mehrkosten	53.704 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	4.309 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	86.187 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 2.873 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	1.686 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-1.187 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	58,7 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Bestand	Ist-Bestand
Maßnahme	Sanierung der Gebäudehülle nach KFW-Einzelanforderungen
Transmissionverlust vorher	0,81 W/m²K
Transmissionverlust nachher	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	5,99 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	51 %
Energieeinsparung	18.859 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	54 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	6,27 kW
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	67.054 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	5.380,58 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	107.611,57 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	67.054 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
verbleibende Mehrkosten	58.954 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	4.731 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	94.612 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 3.154 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	1.839 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-1.315 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	58,3 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Bestand	Ist-Bestand
Maßnahme	Sanierung der Gebäudehülle nach KFW+WRL
spez. Transmissionsverlust Bestand	0,81 W/m²K
spez. Transmissionsverlust Nach Sanierung	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	5,52 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	53 %
Energieeinsparung	19.942 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	57 %
Reduzierung der notwendigen Heizlast um	6,27 kW
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	75.554 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	6.062,64 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	121.252,81 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	75.554 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
verbleibende Mehrkosten	67.454 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	5.413 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	108.254 €
Nutzungsjahre (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 3.608 €
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	1.944 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-1.664 €
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	53,9 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen

Grunddaten	
Hülle	Sanierung der Gebäudehülle und WRL
Maßnahme	Heizung als Öl-Brennwertgerät
Energieträger	Heizöl
spez. Transmissionsverlust Nach Sanierung	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	8,80 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	76 %
Energieeinsparung	27.412 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	79 %
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	92.459 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	7.419,15 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	148.382,99 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	92.459 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
Sowiesokosten Heizung (Brennwertkessel)	16.905
verbleibende Mehrkosten	<b>67.454 €</b>
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	5.413 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	108.254 €
Nutzungsjahre	/
	30 a
(1) Kapitalkosten ü.d. Nutzungsdauer (iM pro Jahr)	3.608 €
(2) Instandsetzung und Wartung (iM pro Jahr)	424 €
(3) Energiekostensparnis incl Preissteigerung (iM pro Jahr)	-3.380 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-652 €
Kapitalrückfluss (3) / (1+2) x 100%	<b>84 %</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen.

**Berechnung Jahreskosten**

Variannte :

Kalkulationszins: 5 %

Nutzungsdauer, Aufwand Wartung/Instandsetzung: VDI 2067

	Kapitalkosten Investition					Instandsetzungskosten		Wartungskosten	
	Invest Kosten [€]	Zuschuss [€]	Eigene Investitionen [€]	Nutzungs- dauer [a]	Kapital- kosten [€/a]	Aufwand Instand- haltung [%]	Instand- setzungs- kosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungs- kosten [€/a]
Brennwertkessel mit Zubehör	5.500	0	5.500	20	441	1,5	82,5	2,5	138
Montage Heizkessel	800	0	800	20	64	0,0	0	0,0	0
	0	0	0	20	0	0,0	0	0,0	0
	0	0	0	20	0	0,0	0	0,0	0
LAS-Anlage	1.200	0	1.200	40	70	0,0	0	0,0	0
Elektroinstallation	400	0	400	20	32	0,0	0	0,0	0
Heizverteilung ändern+Pumpen+ Dämmung herstellen	2.000	0	2.000	40	117	2,5	50	0,5	10
Heizkörper + Ventile	1.900	0	1.900	15	183	2,5	47,5	1,5	29
Fernbedienung	500	0	500	10	65	1,0	5	0,5	3
hydraulischer Abgleich	400	0	400	10	52	0,0	0	0,0	0
Warmwasserbereitung - Zirkulation	2.000	0	2.000	20	160	1,5	30	1,5	30
Fachplanung/Sonstiges	2.205	0	2.205	20	177	0,0	0	0,0	0
Summe	16.905	0	16.905		1.361		215		209

<b>Kapitalkosten</b>				[€/a]
Kapitalkosten Investition				1.361
Instandsetzungskosten				215
<b>Summe</b>				<b>1.576</b>
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Wartung				209
Schonsteinfeger				50
Versicherung				0
<b>Summe</b>				<b>259</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Arbeitspreis Heizöl	0,065 €/kWh	Verbrauch:	7.443 kWh/a	484
Grundpreis Heizöl				
Arbeitspreis Hilfeenergie Strom	0,1927 €/kWh	Verbrauch:	705 kWh/a	136
<b>Summe</b>				<b>620</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch</b>				[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Heizöl	0,10 €/kWh	Verbrauch:	7.443 kWh/a	726
Mittlerer Grundpreis Heizöl				0
Mittlerer Arbeitspreis Hil Strom	0,26 €/kWh	Verbrauch:	705 kWh/a	185
<b>Summe</b>				<b>911</b>

Grunddaten	
Hülle	Sanierung der Gebäudehülle und WRL
Maßnahme	Heizung als Öl-Brennwertgerät+Solar-Warmwasser
Energieträger	Heizöl
spez. Transmissionsverlust Nach Sanierung	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	9,27 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	80 %
Energieeinsparung	28.995 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	83 %
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	98.209 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	7.880,54 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	157.610,88 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	98.209 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
Sowiesokosten Heizung (Brennwertkessel)	16.905
verbleibende Mehrkosten	<b>73.204 €</b>
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	5.874 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	117.482 €
Nutzungsjahre	/
	30 a
(1) Kapitalkosten ü.d. Nutzungsdauer (iM pro Jahr)	3.916 €
(2) Instandsetzung und Wartung (iM pro Jahr)	469 €
(3) Energiekostensparnis incl Preissteigerung (iM pro Jahr)	-3.566 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-818 €
Kapitalrückfluss (3) / (1+2) x 100%	<b>81 %</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen.

**Berechnung Jahreskosten**

Varainte :

Kalkulationszins: 5 %

Nutzungsdauer, Aufwand Wartung/Instandsetzung: VDI 2067

	Kapitalkosten Investition					Instandsetzungskosten		Wartungskosten	
	Invest Kosten [€]	Zuschuss [€]	Eigene Investitionen [€]	Nutzungs- dauer [a]	Kapital- kosten [€/a]	Aufwand Instand- haltung [%]	Instand- setzungs- kosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungs- kosten [€/a]
Brennwertkessel mit Zubehör	5.500	0	5.500	20	441	1,5	82,5	2,5	138
Montage Heizkessel	800	0	800	20	64	0,0	0	0,0	0
Solaranlage	3.000	0	3.000	20	241	1,5	45	0,0	0
Montage Solar	2.000	0	2.000	20	160	0,0	0	0,0	0
LAS-Anlage	1.200	0	1.200	40	70	0,0	0	0,0	0
Elektroinstallation	400	0	400	20	32	0,0	0	0,0	0
Heizverteilung ändern+Pumpen+ Dämmung herstellen	2.000	0	2.000	40	117	2,5	50	0,5	10
Heizkörper + Ventile	1.900	0	1.900	15	183	2,5	47,5	1,5	29
Fernbedienung	500	0	500	10	65	1,0	5	0,5	3
hydraulischer Abgleich	400	0	400	10	52	0,0	0	0,0	0
Warmwasserbereitung - Zirkulation	2.000	0	2.000	20	160	1,5	30	1,5	30
Fachplanung/Sonstiges	2.955	0	2.955	20	237	0,0	0	0,0	0
Summe	22.655	0	22.655		1.823		260		209

<b>Kapitalkosten</b>				[€/a]
Kapitalkosten Investition				1.823
Instandsetzungskosten				260
<b>Summe</b>				<b>2.083</b>
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Wartung				209
Schonsteinfeger				50
Versicherung				0
<b>Summe</b>				<b>259</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Arbeitspreis Heizöl	0,065 €/kWh	Verbrauch:	5.861 kWh/a	381
Grundpreis Heizöl				
Arbeitspreis Hilfeenergie Strom	0,1927 €/kWh	Verbrauch:	755 kWh/a	146
<b>Summe</b>				<b>526</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch</b>				[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Heizöl	0,10 €/kWh	Verbrauch:	5.861 kWh/a	571
Mittlerer Grundpreis Heizöl				0
Mittlerer Arbeitspreis Hil Strom	0,26 €/kWh	Verbrauch:	755 kWh/a	198
<b>Summe</b>				<b>769</b>

Grunddaten	
Hülle	Sanierung der Gebäudehülle und WRL
Maßnahme	Heizung als Öl-Brennwertgerät+Solar-Warmwasser+Heizungsunterstützung
Energieträger	Heizöl
spez. Transmissionsverlust Nach Sanierung	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	9,43 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	81 %
Energieeinsparung	29.467 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	85 %
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	102.004 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	8.185,06 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	163.701,30 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	102.004 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
Sowiesokosten Heizung (Brennwertkessel)	16.905
verbleibende Mehrkosten	<b>76.999 €</b>
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	6.179 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	123.572 €
Nutzungsjahre	/
	30 a
(1) Kapitalkosten ü.d. Nutzungsdauer (iM pro Jahr)	4.119 €
(2) Instandsetzung und Wartung (iM pro Jahr)	514 €
(3) Energiekostensparnis incl Preissteigerung (iM pro Jahr)	-3.626 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-1.006 €
Kapitalrückfluss (3) / (1+2) x 100%	<b>78 %</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen.

**Berechnung Jahreskosten**

Variannte :  + WW+HeizungSolar

Kalkulationszins: 5 %

Nutzungsdauer, Aufwand Wartung/Instandsetzung: VDI 2067

	Kapitalkosten Investition					Instandsetzungskosten		Wartungskosten	
	Invest Kosten [€]	Zuschuss [€]	Eigene Investitionen [€]	Nutzungs- dauer [a]	Kapital- kosten [€/a]	Aufwand Instand- haltung [%]	Instand- setzungs- kosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungs- kosten [€/a]
Brennwertkessel mit Zubehör	5.500	0	5.500	20	441	1,5	82,5	2,5	138
Montage Heizkessel	800	0	800	20	64	0,0	0	0,0	0
Solaranlage	6.000	0	6.000	20	481	1,5	90	0,0	0
Montage Solar	2.300	0	2.300	20	185	0,0	0	0,0	0
LAS-Anlage	1.200	0	1.200	40	70	0,0	0	0,0	0
Elektroinstallation	400	0	400	20	32	0,0	0	0,0	0
Heizverteilung ändern+Pumpen+ Dämmung herstellen	2.000	0	2.000	40	117	2,5	50	0,5	10
Heizkörper + Ventile	1.900	0	1.900	15	183	2,5	47,5	1,5	29
Fernbedienung	500	0	500	10	65	1,0	5	0,5	3
hydraulischer Abgleich	400	0	400	10	52	0,0	0	0,0	0
Warmwasserbereitung - Zirkulation	2.000	0	2.000	20	160	1,5	30	1,5	30
Fachplanung/Sonstiges	3.450	0	3.450	20	277	0,0	0	0,0	0
Summe	26.450	0	26.450		2.127		305		209

<b>Kapitalkosten</b>				[€/a]
Kapitalkosten Investition				2.127
Instandsetzungskosten				305
<b>Summe</b>				<b>2.432</b>
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Wartung				209
Schonsteinfeger				50
Versicherung				0
<b>Summe</b>				<b>259</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Arbeitspreis Heizöl	0,065 €/kWh	Verbrauch:	5.388 kWh/a	350
Grundpreis Heizöl				
Arbeitspreis Hilfeenergie Strom	0,1927 €/kWh	Verbrauch:	742 kWh/a	143
<b>Summe</b>				<b>493</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch</b>				[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Heizöl	0,10 €/kWh	Verbrauch:	5.388 kWh/a	525
Mittlerer Grundpreis Heizöl				0
Mittlerer Arbeitspreis Hil Strom	0,26 €/kWh	Verbrauch:	742 kWh/a	194
<b>Summe</b>				<b>720</b>

Grunddaten	
Hülle	Sanierung der Gebäudehülle und WRL
Maßnahme	Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
Energieträger	Strom
spez. Transmissionsverlust Nach Sanierung	0,3 W/m²K
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	9,41 t/a
Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission in Prozent	81 %
Energieeinsparung	32.194 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	92 %
Finanzierung	
Gesamtkosten der Maßnahme	97.059 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	7.788,27 €
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	155.765,31 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	97.059 €
Sowiesokosten 1)	8.100 €
Sowiesokosten Heizung (Brennwertkessel)	16.905
verbleibende Mehrkosten	<b>72.054 €</b>
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittlich jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	5.782 €
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	115.636 €
Nutzungsjahre	/
	30 a
(1) Kapitalkosten ü.d. Nutzungsdauer (iM pro Jahr)	3.855 €
(2) Instandsetzung und Wartung (iM pro Jahr)	604 €
(3) Energiekostensparnis incl Preissteigerung (iM pro Jahr)	-3.878 €
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-580 €
Kapitalrückfluss (3) / (1+2) x 100%	<b>87 %</b>

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen.

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. MwSt

**Berechnung Jahreskosten**

Varainte :

Kalkulationszins: 5 %

Nutzungsdauer, Aufwand Wartung/Instandsetzung: VDI 2067

	Kapitalkosten Investition					Instandsetzungskosten		Wartungskosten	
	Invest Kosten [€]	Zuschuss [€]	Eigene Investitionen [€]	Nutzungs- dauer [a]	Kapital- kosten [€/a]	Aufwand Instand- haltung [%]	Instand- setzungs- kosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungs- kosten [€/a]
Luft-Wasser Wärmepumpe	10.000	0	10.000	20	802	1,5	150	2,5	250
Montage	1.500	0	1.500	20	120	0,0	0	0,0	0
	0	0	0	20	0	0,0	0	0,0	0
LAS-Anlage	0	0	0	20	0	0,0	0	0,0	0
Elektroinstallation	400	0	400	20	32	0,0	0	0,0	0
Heizverteilung ändern+Pumpen+ Dämmung herstellen	2.000	0	2.000	40	117	2,5	50	0,5	10
Heizkörper + Ventile	1.900	0	1.900	15	183	2,5	47,5	1,5	29
Fernbedienung	500	0	500	10	65	1,0	5	0,5	3
hydraulischer Abgleich	400	0	400	10	52	0,0	0	0,0	0
Warmwasserbereitung - Zirkulation	2.000	0	2.000	20	160	1,5	30	1,5	30
Fachplanung/Sonstiges	2.805	0	2.805	20	225	0,0	0	0,0	0
Summe	21.505	0	21.505		1.757		283		321

<b>Kapitalkosten</b>				[€/a]
Kapitalkosten Investition				1.757
Instandsetzungskosten				283
			<b>Summe</b>	<b>2.039</b>
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Wartung				321
Schonsteinfeger				50
Versicherung				0
			<b>Summe</b>	<b>371</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>				[€/a]
Arbeitspreis strom	0,1927 €/kWh	Verbrauch:	2.661 kWh/a	513
Grundpreis strom				
Arbeitspreis Hilfeenergie Strom	0,1927 €/kWh	Verbrauch:	623 kWh/a	120
			<b>Summe</b>	<b>633</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch</b>				[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis strom	0,29 €/kWh	Verbrauch:	2.661 kWh/a	769
Mittlerer Grundpreis strom				0
Mittlerer Arbeitspreis Hil Strom	0,26 €/kWh	Verbrauch:	623 kWh/a	163
			<b>Summe</b>	<b>932</b>



©Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (vzbv)  
 Energieteam, Markgrafenstraße 66, 10969 Berlin  
[www.verbraucherzentrale-energieberatung.de](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de)

W

Die Herausgabe dieser Broschüre wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

.

**Terminvereinbarung und Telefonberatung unter**

**0 900 1-3637443** (0,14 EUR/Min. aus dem deutschen Festnetz, abweichende Preise für Mobilfunkteilnehmer)  
**0 900 1-ENERGIE** (0,14 EUR/Min. aus dem deutschen Festnetz, abweichende Preise für Mobilfunkteilnehmer)

h

Ihr Ansprechpartner:

p

e

c

k

e

r

-

w

u

e

e

t

e

r

t

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

e

n

Gedrucktauf 100% Recyclingpapier  
4. Auflage September 2008

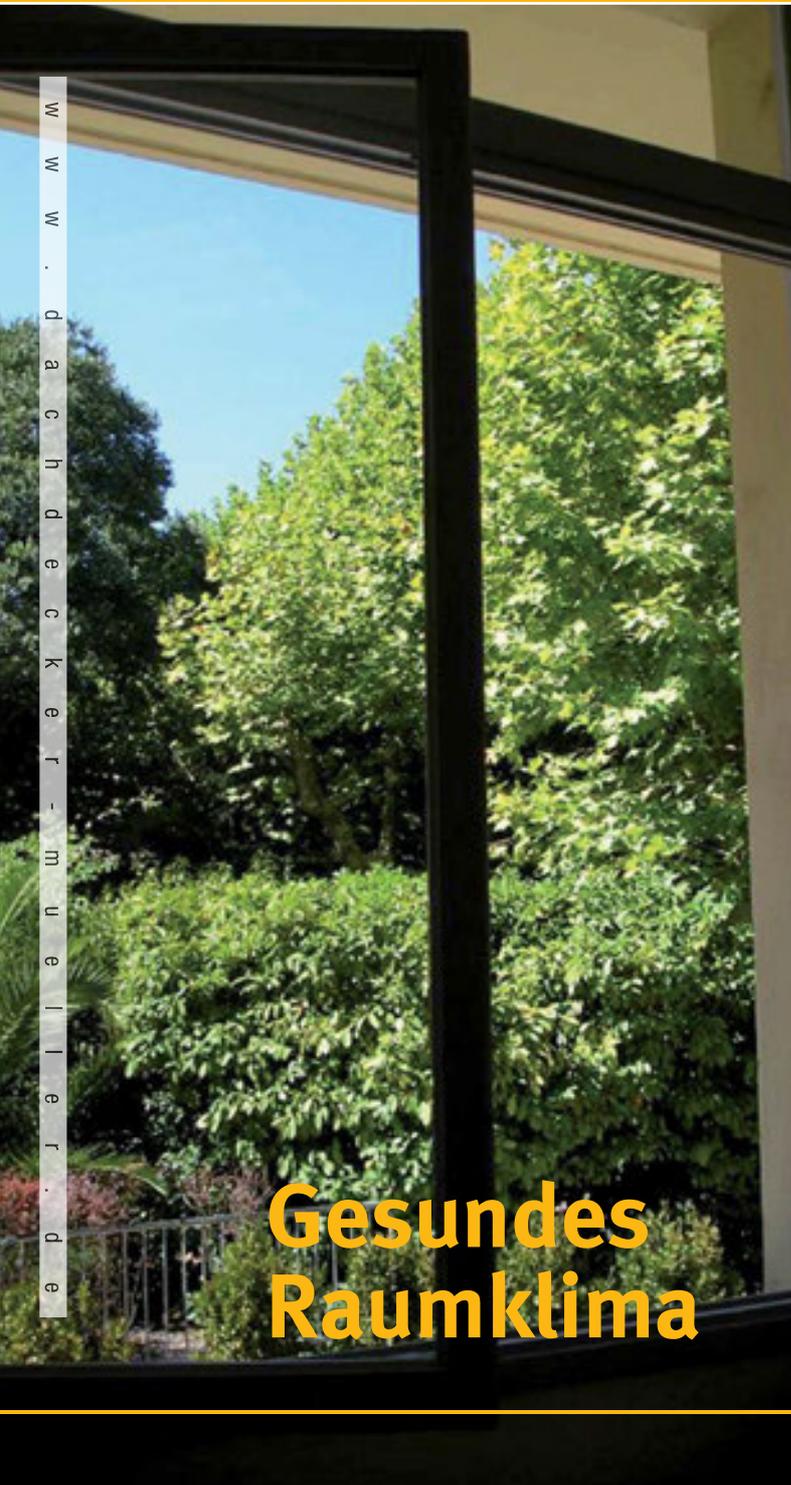


## Energieberatung

**verbraucherzentrale**

# Richtiges Heizen und Lüften

www.verbraucherzentrale.de



Die meiste Zeit verbringen wir in geschlossenen Räumen. Wie wohl und behaglich wir uns dort fühlen, hängt neben den baulichen Gegebenheiten maßgeblich vom Heiz- und Lüftungsverhalten ab.

### Behaglichkeit

Ob ein Raum als behaglich wahrgenommen wird oder nicht, hängt ab vom individuellen Empfinden und von den „Klimabedingungen“ im Raum, das heißt von Raumlufttemperatur und Oberflächentemperatur (zum Beispiel an Wänden, Fenstern, Böden, Decken) sowie von Luftfeuchte, -bewegung und -qualität.

Zum individuellen Empfinden tragen unter anderem die körperliche Verfassung, die Bekleidung und die Betätigung des Menschen bei.

Temperaturen zwischen 19 und 22 °C werden bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 35 bis 60 Prozent als angenehm und behaglich empfunden. Im Alltag sollten diese Werte zur Steigerung der Wohnqualität mit einem handelsüblichen Thermo-Hygrometer (Thermometer und Luftfeuchtigkeitsmessgerät) regelmäßig überprüft werden.

**Gesundes  
Raumklima**

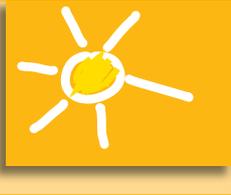


### Raumtemperatur

Die vom Menschen wahrgenommene Raumtemperatur setzt sich aus der Raumlufttemperatur und der Temperatur der umschließenden Wandoberfläche (einschließlich Decke und Fußboden) zusammen.

Je kälter die Wandoberfläche ist, desto höher muss die Lufttemperatur sein, um ein gemütliches Wohnklima herzustellen. Gut gedämmte Außenwände verhindern nicht nur Wärmeverluste, sondern führen bei gleicher Lufttemperatur zu höheren Temperaturen an der Wandoberfläche. Wärmedämmung erhöht also die Wohnqualität.

Bewusstes Heizen und Lüften sorgt nicht nur für ein gesundes Raumklima, sondern senkt gleichzeitig den Energieverbrauch.



Quelle	Aktivität	Feuchteabgabe in Gramm / Stunde
Mensch	schlafen	40 – 50
	leichte Aktivität	30 – 120
	mittelschwere Arbeit	120 – 200
	schwere Arbeit	200 – 300
Pflanzen	Topfpflanzen	5 – 15
	mittelgroßer Gummibaum	10 – 20
Bad	Wannenbad	circa 700
	Duschen	circa 2600
Küche	Kochen	600 – 1500
	Geschirrspülmaschine	circa 100
Wäsche	4,5 kg geschleudert	50 – 200
	4,5 kg tropfnass	100 – 500

### Feuchtigkeit

Kalte Luft kann weniger Feuchtigkeit aufnehmen als warme Luft. In der Wohnung ist dieses Phänomen besonders im Winter problematisch, da sich an kalten Gebäudestellen die Feuchtigkeit niederschlägt. Geschieht dies über einen längeren Zeitraum, besteht die Gefahr von Schimmelbildung (siehe Broschüre „Feuchtigkeit und Schimmelpilz in der Wohnung“). Besonders gefährdete Stellen sind schlecht dämmende Fenster, Gebäudeecken oder Wärmebrücken, beispielsweise ein Rollladenkasten oder ein Fenstersturz. In einem Vierpersonenhaushalt werden rund zwölf Liter Feuchtigkeit pro Tag in Form von Wasserdampf abgegeben. Wird sie nicht über die Lüftung aus den Räumen abtransportiert, reichert sich diese Feuchtigkeit in der Raumluft an und kondensiert an kalten Bauteilen. Dieses Kondensat erhöht das Risiko der Schimmelbildung.



Die Qualität der Raumluft wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Auf Dauer gewährleistet nur der regelmäßige Luftaustausch das behagliche, gesunde Wohnklima.

### Richtig lüften – die Methoden

Um die Feuchtigkeit aus Wohnräumen richtig herauszulüften, sollten Sie ein paar einfache Lüftungstipps berücksichtigen. Als Faustregel gilt: Lüften Sie zwei- bis viermal täglich, je nachdem wie viel Sie sich in den Räumen aufhalten.

Der notwendige **Luftaustausch** findet gezielt und kontrolliert über die Fensterlüftung oder mit einer Lüftungsanlage statt.



→ Der Energieberater Ihrer Verbraucherzentrale berät sie gerne zu diesem Thema.

Nach dem Aufstehen lüften Sie Ihr Schlafzimmer am besten gut durch. Das macht fit für den Tag und vertreibt die Feuchtigkeit, die sich über Nacht in der Luft, in den Möbeln und im Putz angereichert hat.

Unmittelbar im Anschluss an das Duschen, Baden, Kochen oder Fußbodenwischen sollte stoßgelüftet werden, das heißt Fenster auf, Türen zu! So gelangt die feuchte Luft am schnellsten nach draußen.

**Tipps**



## Quer- und Kipplüften

Kurzes Querlüften – also Lüften bei weit geöffneten und gegenüberliegenden Fenstern – ist effektiver, als die Fenster während der Heizperiode für längere Zeit angekippt zu lassen.

Dauerlüften durch gekippte Fenster verschwendet Energie. Außerdem kühlen die Fensterlaibungen verstärkt aus, was das Schimmelpilzrisiko erhöht.

### Vorsicht: Beim Lüften in den Sommermonaten

kann an kalten Bauteilen die Luftfeuchtigkeit kondensieren. Dieses Phänomen kann man zum Beispiel an freiliegenden, „schwitzenden“ Kaltwasserleitungen beobachten. Deshalb sollten Keller im Sommer möglichst wenig und wenn, dann nur in kühlen Morgenstunden gelüftet werden. Falsches sommerliches Lüften ist eine häufige Ursache für feuchte Keller!



Wer nachts lieber kühl schläft, sollte mit Hilfe eines Feststellers die Kippstellung des Fensters auf ein Minimum reduzieren und den Heizkörper abstellen.

Um ein Auskühlen der Wohnung zu verhindern, sollten die Türen zu anderen Zimmern in der Nacht geschlossen bleiben. Und tagsüber unbedingt daran denken, das Fenster wieder zu schließen, sonst heizen Sie zum Fenster hinaus.



Luftbefeuchter sind in der Regel überflüssig. Die Kontrolle der Luftfeuchtigkeit mit einem Hygrometer wird Ihnen das bestätigen. Sollte die Luft dennoch zu trocken sein, lüften Sie einfach weniger.

Überprüfen Sie ihr Heiz- und Lüftungsverhalten regelmäßig mit einem Thermo-Hygrometer. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte 60 Prozent nicht übersteigen.

### Luftdichtheit ist sinnvoll:

Entgegen der landläufigen Meinung „atmen“ Wände nicht. Eine verputzte Wand ist luft- und winddicht – ist sie das nicht, liegt ein Bauschaden vor. Mit einem so genannten Blower-Door-Test können diese undichten Stellen lokalisiert werden, um sie anschließend fachmännisch zu schließen.





Schalten Sie die Heizkörper bei geöffnetem Fenster komplett ab, indem Sie beim Lüften die Heizkörperventile ganz schließen. Wird das Thermostatventil nicht auf die Nullstellung (Frostsicherung) gedreht, bewirkt die einströmende kalte Luft die Aufheizung des Heizkörpers.  
Die Konsequenz: Sie heizen direkt nach draußen.

**Die Faustregel:** Eine Absenkung der Raumtemperatur um 1 °C senkt die Heizkosten um rund 6 Prozent. Konkret bedeutet das: Verringern Sie die Raumtemperatur von 24 °C auf 20 °C, sparen Sie zwischen 20 und 25 Prozent der Heizkosten!



### Richtig Heizen

Überheizen Sie Ihre Wohnräume nicht. Im Wohnbereich und in der Küche reichen 20 °C für ein gemütliches Raumklima völlig aus. Im Bad darf es mit 21 °C gerne etwas wärmer sein, während im Schlafzimmer 18 °C für einen angenehmen Schlaf sorgen. Nachts und tagsüber, wenn niemand zu Hause ist, kann die Temperatur insgesamt etwas gesenkt werden.



In wenig genutzten Räumen sollte die Temperatur nicht unter 14 bis 16 °C sinken, da es sonst zur Kondensation von Feuchtigkeit kommen kann. Als Faustregel gilt: Je kühler die Zimmertemperatur, desto öfter muss gelüftet werden.

Heizen Sie kühle Räume nicht mit der Luft aus wärmeren Räumen. Dabei gelangt meist wenig Wärme, aber zuviel Feuchtigkeit in den kühlen Raum. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt und damit die Gefahr von Schimmelpilzen. Innentüren zwischen unterschiedlich beheizten Räumen sollte man aus diesem Grund stets geschlossen halten.

### Einrichtungstipps

In schlecht gedämmten Gebäuden sollten Möbel möglichst von Außenwänden und Außenwandecken zehn Zentimeter weg gerückt werden oder besser an den Innenwänden stehen.

Bei zu dicht an der Außenwand stehenden Möbelstücken wird die Wand an dieser Stelle weniger durch die Raumluft und die Wärmestrahlung beheizt und kühlt ab. Die Folge: Kondensation von Feuchtigkeit mit der Gefahr von Schimmelbildung.

Sie sollten Ihre **Heizkörper nicht** durch Verkleidungen, Möbel, Gardinen oder Vorhänge **abdecken**, damit die Leistung des Heizkörpers voll genutzt werden kann. Außerdem kann nur so die korrekte Funktion des Thermostatventils gewährleistet werden.





## Einige Tipps zum Stromsparen

- **Ersetzen Sie Glühlampen durch Energiesparlampen!** Diese sind fast überall sinnvoll einzusetzen. Eine Ausnahme bilden Bereiche, in denen die Lampen nur sehr kurz brennen. Energiesparlampen sind heute in allen Formen und Größen erhältlich; auch die Leuchtfarben reichen vom warmen gelb bis zum weißen Bürolicht. Sie sind preiswert geworden und sparen je nach Leistung zwischen 20 und 80 € pro Lampe in deren Lebensdauer.

- **Schalten Sie Geräte richtig aus!** Viele elektrische Geräte (Fernseher, Musikanlage...) bieten einen Stand-By-Betrieb an, der energetisch unsinnig ist. Auch wenn dieser Stromfluss zunächst vernachlässigbar klein anmutet, so haben Messungen doch erschreckend hohen Stand-By-Verbrauch zutage gefördert. Zusammengenommen ließe sich bundesweit ein Kernkraftwerk komplett einsparen, wenn Geräte richtig ausgeschaltet würden. Auch ohne Stand-By verbrauchen viele Geräte (Computer, Monitore, Drucker und viele andere) in ausgeschaltetem Zustand (!) Strom. Nutzen Sie daher Steckerleisten mit separatem Schalter, an dem Sie die Stromzufuhr komplett abschalten.

- **Wählen Sie bei Neuanschaffungen das sparsamste Gerät!** Das wesentliche Kriterium zur Auswahl bei der Anschaffung eines neuen Gerätes sollte neben der Qualität der Verbrauch an Strom und Wasser sein. "Weiße Ware" (Spül-, Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke etc.) tragen einen entsprechenden Aufkleber, an dem Sie die wichtigsten Kennwerte (typischer Strom- und Wasserverbrauch) erkennen können. Eine Vergleichsliste erhalten Sie vom Bund der Energieverbraucher, von Stiftung Warentest oder Ihrem Energieversorger. Die Mehrkosten amortisieren sich praktisch in jedem Fall. Einige Geräte (Wasch- Spülmaschinen) können Warm- und Kaltwasser getrennt aufnehmen. Das bietet den Vorteil, dass das Wasser nicht elektrisch aufgeheizt werden muss, sondern über das wesentlich sparsamere Gasgerät oder besser die Solaranlage. Ältere Maschinen können mit einem Vorschaltgerät nachgerüstet werden.

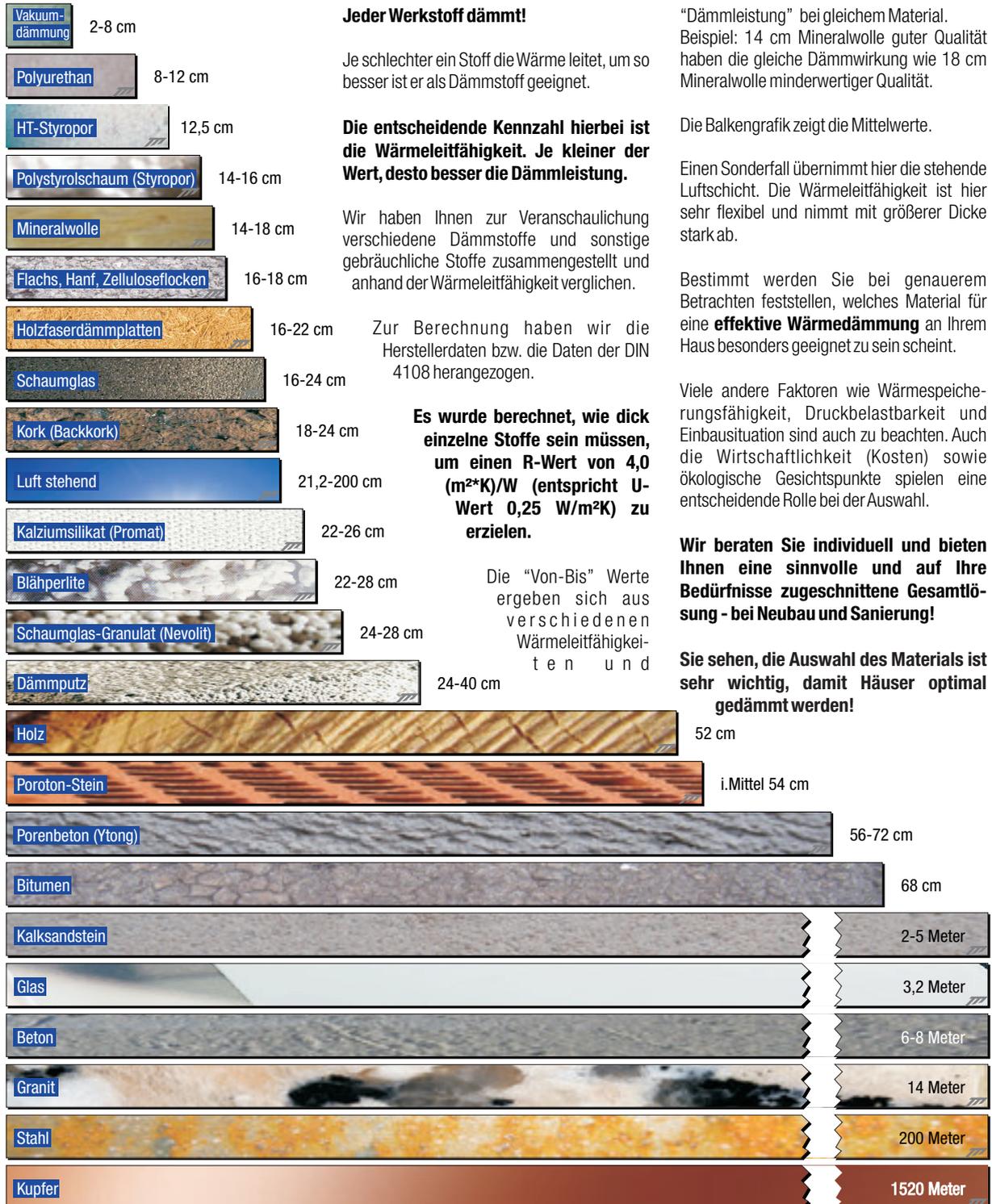
- **Kontrollieren Sie und analysieren Sie Ihren Stromverbrauch!** Im Handel, über den Energieberater und vom Bund der Energieverbraucher werden Messgeräte angeboten, mit denen Sie Energielecks auffinden können. Vergleichen Sie auch den Energieverbrauch Ihrer Geräte mit Richtwerten (ebenfalls beim Bund der Energieverbraucher zu beziehen).

- **Vermeiden Sie Lastspitzen!** Kraftwerke halten Kapazitäten für den größten Lastfall vor; d.h. Sie helfen Kraftwerke einzusparen, in dem Sie Strom dann beziehen, wenn andere ihn nicht brauchen. Größte Lastspitzen sind erfahrungsgemäß Spätvormittags im Winter. Schalten Sie daher Wasch- und Spülmaschinen z.B. am späten Nachmittag ein (oder gar nachts). Nebenbei: fast alle deutschen Haushalte stellen ihre Waschmaschine montags früh an, was unter anderem die Kläranlagen vor große Probleme stellt.

Weitere Informationen erhalten Sie beispielsweise unter [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) oder [www.energienetz.de](http://www.energienetz.de).

# Wärmeleitfähigkeit

## Materialien im Vergleich



### Jeder Werkstoff dämmt!

Je schlechter ein Stoff die Wärme leitet, um so besser ist er als Dämmstoff geeignet.

### Die entscheidende Kennzahl hierbei ist die Wärmeleitfähigkeit. Je kleiner der Wert, desto besser die Dämmleistung.

Wir haben Ihnen zur Veranschaulichung verschiedene Dämmstoffe und sonstige gebräuchliche Stoffe zusammengestellt und anhand der Wärmeleitfähigkeit verglichen.

Zur Berechnung haben wir die Herstellerdaten bzw. die Daten der DIN 4108 herangezogen.

### Es wurde berechnet, wie dick einzelne Stoffe sein müssen, um einen R-Wert von 4,0 (m²\*K)/W (entspricht U-Wert 0,25 W/m²K) zu erzielen.

Die "Von-Bis" Werte ergeben sich aus verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten und

"Dämmleistung" bei gleichem Material. Beispiel: 14 cm Mineralwolle guter Qualität haben die gleiche Dämmwirkung wie 18 cm Mineralwolle minderwertiger Qualität.

Die Balkengrafik zeigt die Mittelwerte.

Einen Sonderfall übernimmt hier die stehende Luftschicht. Die Wärmeleitfähigkeit ist hier sehr flexibel und nimmt mit größerer Dicke stark ab.

Bestimmt werden Sie bei genauerem Betrachten feststellen, welches Material für eine **effektive Wärmedämmung** an Ihrem Haus besonders geeignet zu sein scheint.

Viele andere Faktoren wie Wärmespeicherungsfähigkeit, Druckbelastbarkeit und Einbausituation sind auch zu beachten. Auch die Wirtschaftlichkeit (Kosten) sowie ökologische Gesichtspunkte spielen eine entscheidende Rolle bei der Auswahl.

### Wir beraten Sie individuell und bieten Ihnen eine sinnvolle und auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittene Gesamtlösung - bei Neubau und Sanierung!

Sie sehen, die Auswahl des Materials ist sehr wichtig, damit Häuser optimal gedämmt werden!

w w w . d a c h e n . d e

w w w . d a c h e n . d e



Müller, Micha

Name (ggf. Geburtsname), Vorname

Seehofstr. 60

64653 Lorsch

Straße, Nr.

PLZ, Ort

30.09.1971

Mannheim

Deutsch

Geburtstag

Geburtsort

Staatsangehörigkeit

### Antrag auf Zulassung zur Fortbildungsprüfung „Gebäudeenergieberater/in (HwK)“

Ich beantrage die Zulassung zu o. g. Fortbildungsprüfung und füge meinem Antrag folgende Unterlagen bei:

- Geburtsurkunde (Fotokopie)
- Meisterprüfungszeugnis (beglaubigte Fotokopie)

Sofern keine Meisterprüfung im Handwerk abgelegt wurde, ist durch Vorlage von Zeugnissen oder auf andere Weise glaubhaft zu machen, dass Kenntnisse und Erfahrungen erworben wurden, die die Zulassung zur Prüfung rechtfertigen (vgl. § 2 Ziffer 2 der Besonderen Rechtsvorschriften für die Fortbildungsprüfung zum/zur „Gebäudeenergieberater/in (HwK)“)

Ich versichere, dass ich mich bisher keiner Fortbildungsprüfung zum/zur „Gebäudeenergieberater/in (HwK)“ unterzogen und bei keiner anderen Stelle einen Antrag auf Zulassung zur Prüfung gestellt habe.

Ich habe mich der Fortbildungsprüfung „Gebäudeenergieberater/in (HwK)“ am

..... vor dem Prüfungsausschuss der Handwerkskammer

..... ohne Erfolg unterzogen

Lorsch, 22.07.2010

(Wird von der Handwerkskammer ausgefüllt)

Der Antragsteller/die Antragstellerin wird zur Prüfung ... /2010

- zugelassen  
 nicht zugelassen.

Der Prüfungsausschuss:

Mannheim, den .....

Prüfungsgebühr: € 175.00

Rechnung vom: \_\_\_\_\_

bezahlt am: \_\_\_\_\_

geprüft: \_\_\_\_\_

Storno am: \_\_\_\_\_

sachlich richtig: \_\_\_\_\_



An den  
Prüfungsausschuss  
-Gebäudeenergieberater/in (HWK)-  
der Handwerkskammer Mannheim  
Rhein-Neckar-Odenwald

### Eidesstattliche Erklärung

(bitte in Druckbuchstaben ausfüllen)

**Von:** Müller, Micha  
Name, Vorname  
30.09.1971, Mannheim  
Geburtstag, Geburtsort

**Adresse:** Seehofstr. 60  
Straße, Hausnummer  
64653 Lorsch  
Postleitzahl, Wohnort

Die Ausarbeitung, Planung und Berechnung meines Prüfungsprojektes zum/zur „Gebäudeenergieberater/in (HWK)“, habe ich alleine, eigenständig und ohne fremde Hilfe durchgeführt.

Lorsch, 22.07.2010

Ort

Datum

Unterschrift

e p . j e l l e n w - j e k o e p u o e p . w w w

w w w . d a c h d e c k e r - m u e l l e r . d e





#### Hinweise:

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten. Die Kostenangaben sind Schätzwerte. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.

Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Aussteller vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus unserer Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

Zur Erstellung des Berichtes wurde die Software Ennovatis zur Berechnung genutzt. Der Bericht wurde mit Microsoft Word erstellt. Grafiken und Bilder wurden mit Corel Draw erstellt bzw. bearbeitet.