

# Sanierungsratgeber

Mehrfamilienhaus 1960er Jahre



## INHALTSVERZEICHNIS

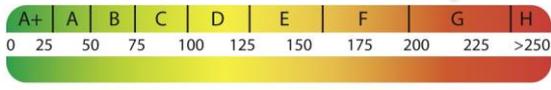
Inhaltsverzeichnis .....	I
<b>1 Beschreibung des Gebäudetypen.....</b>	<b>1</b>
1.1 Gebäudehülle .....	1
1.2 Anlagentechnik.....	2
<b>2 Maßnahmen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Gebäudehülle .....	5
2.2 Anlagentechnik.....	14
2.3 Vergleich der Maßnahmen.....	18
<b>3 Entwicklung eines individuellen Maßnahmenplans .....</b>	<b>19</b>
3.1 So werden die Sanierungskosten überschlagen.....	19
3.2 Energetisch sanieren, aber was zuerst tun? .....	20
<b>4 Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>5 Bildnachweis .....</b>	<b>II</b>

## 1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDETYPEN

Der Gebäudetyp Mehrfamilienhaus aus den 1960er Jahren ist mit 8 % der dritthäufigste Gebäudetyp im Quartier Gotlandweg.

### 1.1 Gebäudehülle

Die nachfolgende Tabelle zeigt die bautechnischen Charakteristika des Gebäudetypen. Ein wichtiger Indikator für die energetische Qualität der einzelnen Bauteile ist ihr jeweiliger Wärmedurchgangskoeffizient, auch U-Wert genannt. Er gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) bei einem Grad Temperaturunterschied (in Kelvin [K]) durch einen Quadratmeter [m<sup>2</sup>] Bauteilfläche fließt. Das bedeutet, je geringer der U-Wert ist, desto weniger Wärme entweicht durch das Bauteil und desto besser sind seine Dämmeigenschaften und umgekehrt je höher der U-Wert ist, desto schlechter sind die wärmetechnischen Eigenschaften eines Bauteils.

Gebäudeart: Mehrfamilienhaus	Baujahre: 1960er Jahre
	<p>Endenergiebedarf:</p> <p>ca. 220 kWh/(m<sup>2</sup>*a)</p>  <p>                     A+ 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 &gt;250                      H                      G                      F                      E                      D                      C                      B                      A                      A+                 </p> <p>                     Effizienzhaus 40                      MFH Neubau                      EFH Neubau                      EFH energetisch                      gut modernisiert                      Durchschnitt                      Wohngebäudebestand                      MFH energetisch nicht                      wesentlich modernisiert                      EFH energetisch nicht                      wesentlich modernisiert                 </p>
Vollgeschosse: 4	beheizte Wohnfläche ca. 3.330 m <sup>2</sup>
<b>Bauteil</b>	<b>U-Wert</b>
oberste Geschossdecke Stahlbetondecke mit 5 cm Dämmung	ca. 0,6 W/(m <sup>2</sup> *K)
Außenwand Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Leicht-Hochlochziegeln oder Gitterziegeln	ca. 1,1 W/(m <sup>2</sup> *K)
Fenster Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung	ca. 3,5 W/(m <sup>2</sup> *K)
Kellerdecke Stahlbetondecke mit 2 cm Dämmung und Estrich	ca. 0,9 W/(m <sup>2</sup> *K)

## 1.2 Anlagentechnik

Die Beheizung des Gebäudetypen erfolgt mit 15 % am häufigsten über Erdgas-Standardkessel. Die Kessel stammen dabei zu knapp 38 % aus den letzten 21 Jahren von 1995-2016.

Ein Standard-Kessel ist ein Heizkessel, der das Heizungswasser auf ca. 90°C Vorlauftemperatur heizt. Dabei wird weder eine effiziente Technologie eingesetzt, noch ist diese Kesselart sparsam, da das Wasser unter großem Energieaufwand so hoch erhitzt wird.

Entscheidend bei der Wärmeversorgung eines Gebäudes ist aber nicht nur der Wärmeerzeuger, sondern auch die Verteilung im Gebäude. Diese kann über ein Schwerkraftsystem erfolgen oder über Pumpen. In der Regel sind bereits Umwälzpumpen verbaut, die das Heizwasser in dem Kreislauf zirkulieren lassen. Veraltete Pumpen sind dabei nicht oder nur manuell regelbar und somit nicht optimal auf das System eingestellt. Stand der Technik sind so genannte Hocheffizienzpumpen, die automatisch den Druck variieren. In der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass die Pumpen noch nicht geregelt sind. Eine weitere Rolle spielt die Regelung der Heizkörper. Alte Ventile regeln nicht optimal und auch der sogenannten hydraulische Abgleich kann nicht durchgeführt werden. Dieser sorgt dafür, dass alle Heizkörper mit der erforderlichen Menge heißem Wasser versorgt werden, damit auch der letzte Heizkörper am Strang noch ausreichend warm wird (vgl. Maßnahme 7). Bei den meisten älteren Heizungsanlagen wurde der hydraulische Abgleich noch nicht durchgeführt, sodass für das Beispielgebäude in der Ausgangslage ebenfalls weder hydraulischer Abgleich noch moderne Thermostatventile berechnet wurden.

## 2 MAßNAHMEN

Nachfolgend werden verschiedene Maßnahmen aufgezeigt, die sich für die energetische Sanierung des beschriebenen Gebäudetypen eignen. Diese Maßnahmenblätter sind gebäudetypisch standardisiert und somit als grobe Richtschnur zu verstehen und **ersetzen keinesfalls eine konkrete Energieberatung vor Ort**. Da Ihr Gebäude in einzelnen Aspekten von dem beispielhaften Gebäudetypen abweichen kann, sollte vor der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in jedem Fall eine individuelle Energieberatung inkl. der Simulation des spezifischen Gebäudes, der Berechnung erforderlicher und bauphysikalischer verträglicher Dämmstärken sowie zu erwartender Energieeinsparungen, flächenabhängigen Kosten und der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen durchgeführt werden.<sup>1</sup>

Ziel war es, Maßnahmen vorzustellen, die sich konkret auf die aktuellen Gegebenheiten im Quartier Gotlandweg beziehen. So sind beispielsweise Wärmepumpen mit Erdsonden (bis 99 m) nach einer ersten Prüfung aus hydrogeologischer Sicht auf dem Quartiersgebiet nur begrenzt einsetzbar. Eine Installation bedürfte einer Einzelfallprüfung und stellt somit keine typisch empfehlenswerte Maßnahme dar. Für eine Erdwärmepumpe mit einem Kollektor wird eine Verlegefläche benötigt, die rund doppelt so groß ist, wie die zu beheizende Fläche. Bei Mehrfamilienhäusern entspräche dies um die 5.700 m<sup>2</sup>, was auf Grund der Grundstücksgrößen nicht möglich ist.

Bitte beachten Sie, dass sich die angegebenen Einsparungen auf das berechnete Gebäudebeispiel beziehen. Je nachdem, wie viel Energie in der Ausgangslage wirklich verbraucht wird, kann die Einsparung verschieden hoch ausfallen. Wird ein Großteil des Gebäudes beispielsweise tagsüber nur auf 18°C beheizt, weil die Bewohner in der Zeit abwesend sind, wird die Dämmung des Kellers eine geringere Einsparung erzielen, als bei einem Gebäude, das komplett und gantztägig auf 22°C geheizt wird, weil dort Personen wohnen, die sich vermehrt Zuhause aufhalten und schnell frieren. Die reale Einsparung ist also zudem sehr stark vom Nutzerverhalten abhängig. Die in den Maßnahmen angeführten Einsparungen sollen in erster Linie helfen, einzuschätzen, welche Maßnahmen welche Auswirkungen mit sich bringen um erste Anhaltspunkte zu erhalten, wo an einem Gebäude dieses Typen sinnvoll angesetzt werden kann. Diese ersten Impulse können als Grundlage für eine weitere Energieberatung dienen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Hierfür eignet sich eine Energieberatung vor Ort, die vom BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) mit 60 % der Beratungskosten bzw. bei Ein- und Zweifamilienhäusern mit bis zu 800 € gefördert wird. Weitere Informationen unter <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/>

Wir bitten Sie auch zu berücksichtigen, dass die für den Gebäudetypen ermittelten Einsparungen der einzelnen Maßnahmen nicht einfach summiert werden können, um zu ermitteln, wie hoch die Einsparung einer gemeinsamen Umsetzung wäre. Durch sogenannte Substitutionseffekte kann sich die einzelne Einsparung verringern, wenn Maßnahmen gemeinsam umgesetzt werden. Wird zum Beispiel die Fassade eines Hauses gedämmt, wird weniger Energie zur Beheizung benötigt, sodass der Austausch einer veralteten Heizung zu einer effizienteren Technologie nicht mehr die gleiche Einsparung aufweist, als wäre lediglich der Kessel allein ausgetauscht worden. Die Einsparung für die Kombination verschiedener Maßnahmen zu ermitteln, erfordert gesonderte Berechnungen, die ein Energieberater für Ihr Gebäude durchführen kann.<sup>1</sup>

Die nachstehende Auflistung zeigt die sinnvoll im Quartier Gotlandweg umsetzbaren Maßnahmen für die energetische Sanierung des Gebäudetypen Mehrfamilienhaus aus den 1960er Jahren. Besonders gekennzeichnet wurden geringinvestive Maßnahmen. Dabei handelt es sich um Maßnahmen, die nicht so kostenintensiv sind.

Nr.	Maßnahme	betreffendes Bau- / Anlagenteil	geringinvestive Maßnahme
<b>Gebäudehülle</b>			
1	Dämmung der obersten Geschossdecke	oberste Geschossdecke	x
2	Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	Außenwand	
3	Dämmung von Heizkörpernischen	Außenwand	x
4	Dämmung von Rolladenkästen	Außenwand	x
5	Fenster austausch	Fenster	
6	Kellerdeckendämmung	Kellerdecke	x
<b>Anlagentechnik</b>			
7	Hydraulischer Abgleich	Wärmeverteilung	x
8	Kesselaustausch zu Brennwertkessel	Wärmeerzeugung	x
9	Kesselaustausch zu Pelletheizung	Wärmeerzeugung	
10	Einbau einer Photovoltaikanlage (PV)	Stromerzeugung	

## 2.1 Gebäudehülle

Für die Maßnahmen an der Gebäudehülle wurden jeweils zwei verschiedene Sanierungsintensitäten dargestellt. Sanierungsvariante 1 (SV 1) entspricht dabei der Sanierung auf gesetzlichem Anforderungsniveau, also die Erfüllung der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016. Die zweite Sanierungsvariante (SV 2) setzt die Maßgaben der KfW Bank für die Förderung von Einzelmaßnahmen (Technischen Mindestanforderung des KfW-Programms 151/152 bzw. 430) als Sanierungsniveau an. Die nachstehende Tabelle zeigt die jeweiligen Anforderungen an die Bauteile in Form der U-Werte.

Bauteil	SV 1 Anforderung an den U-Wert [W/(m <sup>2</sup> *K)] gem. EnEV 2016	SV 2 Anforderung an den U-Wert [W/(m <sup>2</sup> *K)] gem. KfW Einzelmaßnahme
Steildach	0,24	0,14
Flachdach	0,20	0,14
oberste Geschossdecke	0,24	0,14
Außenwand	0,24	0,20
Fenster	1,30	0,95
Kellerdecke	0,30	0,25

Wie sich der U-Wert im Vergleich zur Ausgangslage verhält, kann einen ersten Hinweis auf ein mögliches Einsparpotenzial geben. Beispielsweise der Austausch von Fenstern mit Einfachverglasung zu Fenstern mit Wärmeschutzverglasung viertelt nahezu den ursprünglichen U-Wert von 5 W/(m<sup>2</sup>\*K) auf 1,3 W/(m<sup>2</sup>\*K). Dennoch wirkt sich diese Einsparung nur anteilig an der gesamten Hüllfläche des Gebäudes aus. Verfügt beispielsweise ein Reihemittelhaus nur über relativ wenig Fenster, wird sich die Einsparung auf den gesamten Energieverbrauch nicht so stark auswirken, wie bei einem Einfamilienhaus, das über größere Fensterflächen verfügt.

Um die U-Werte und somit die Wärmeverluste über die Gebäudehülle zu senken, müssen Dämmstoffe auf die einzelnen Bauteile aufgebracht werden. Je nach Ausgangssituation (U-Wert im Ist-Zustand) und verwendetem Dämmstoff (Dämmstoffqualität: Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG) muss verschieden stark gedämmt werden, um die vorgegebenen U-Werte einzuhalten. Dies wird in den Maßnahmenblättern jeweils für die SV 1 und 2 angegeben.

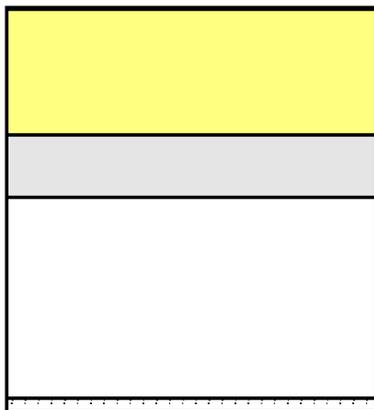
**Dämmung der obersten Geschossdecke**

1

➤ SV 1 dieser Maßnahme ist geringinvestiv

**Beschreibung**

Da Dachräume der Mehrfamilienhäusern ungenutzt sind, bietet es sich an, deren oberste Geschossdecke zu dämmen. Dies ist kostengünstiger als eine Erneuerung des Daches und bauphysikalisch unbedenklich. Es wird davon ausgegangen, dass auf die oberste Geschossdecke in der Ausgangssituation bereits im Baujahr des Gebäudes mit ca. 5 cm Dämmstoff aufgebracht wurden.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der obersten Geschossdecke von oben mit ca. 10 cm Mineralwolle WLG 035
- SV 2: Dämmung der obersten geschossdecke von oben mit ca. 20 cm Mineralwolle WLG 030

**Beachten:**

- Vermeidung von Wärmebrücken durch fachgerechte Ausführung

**Umsetzungskosten**

SV 1 ca. 35 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für die gesamte oberste Geschossdecke zzgl. 10 % Nebenkosten etwa 37.390 €

SV 2 ca. 45 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für den gesamten Spitzboden zzgl. 10 %-Planungskosten etwa 44.870 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 4.490 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 40.380 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

SV 1 ca. 20.670 kWh/a Endenergie (3 %) und etwa 4.830 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

SV 2 ca. 26.760 kWh/a Endenergie (4 %) und etwa 6.250 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Energiekosteneinsparung**

SV 1 ca. 0,50 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 1.440 €/a

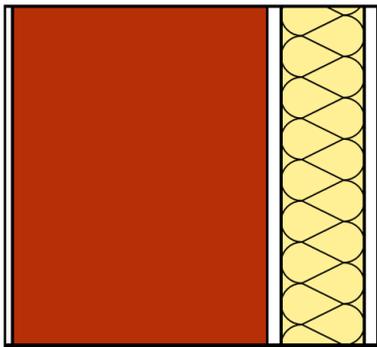
SV 2 ca. 0,60 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 1.870 €/a

## Dämmung der Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

2

**Beschreibung**

Da die Außenwände in der Regel den größten Anteil an der thermischen Hüllfläche eines Gebäudes haben, kann hierüber viel Energie entweichen. Durch Aufbringen eines WDVS lassen sich diese Energieverluste mindern. Eine Dämmung von außen, also der kalten Seite her, ist bauphysikalisch unkritischer als eine Innendämmung. Bei einer Putzfassade bleibt der äußere Gebäudeaspekt erhalten, da auf das WDVS ebenfalls ein Putz aufgebracht wird.

**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der Außenwand von außen mit ca. 12 cm Fassadendämmplatten WLG 035
- SV 2: Dämmung der Außenwand von außen mit ca. 14 cm Fassadendämmplatten WLG 035

**Beachten:**

- Wärmebrückenfreier Anschluss der Fenster

**Umsetzungskosten**

SV 1 ca. 120 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für die Vorder- und Rückwand des Gebäudes zzgl. 10 %-Planungskosten etwa 269.410 €

SV 2 ca. 145 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für die Vorder- und Rückwand des Gebäudes zzgl. 10 %-Planungskosten etwa 323.290 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 32.330 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 290.970 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

SV 1 ca. 140.200 kWh/a Endenergie (19 %) und etwa 32.760 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

SV 2 ca. 144.940 kWh/a Endenergie (20 %) und etwa 33.870 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Energiekosteneinsparung**

SV 1 ca. 3,00 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 9.800 €/a

SV 2 ca. 3,10 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 10.130 €/a

## Dämmung von Heizkörpernischen

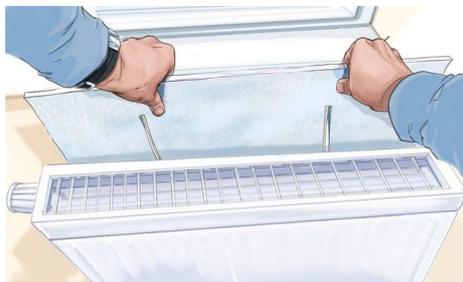
3

## ➤ geringinvestive Maßnahme

**Beschreibung**

Heizkörper machen ein Gebäude warm und gemütlich. Sie übertragen ihre Wärme dabei auf zwei Arten an ihre Umgebung: zum einen durch Konvektion, also die Erhitzung von Luft, die dann weiter in den Raum strömt und zum anderen durch Strahlung. Bei der Wärmestrahlung emittiert ein warmer Körper – zum Beispiel ein Heizkörper – Infrarotstrahlung, die ein anderer, kühlerer Körper absorbiert. Springt also an einem kalten Herbst- oder Wintertag die Heizungsanlage an und erwärmt die einzelnen Heizkörper, so geben diese auch Wärmestrahlung an die Wand ab, vor der sie montiert sind. Handelt es sich dabei um eine Heizkörpernische, so ist die Wand hinter dem Heizkörper dünner, als die restliche Außenwand des Gebäudes. Je dünner die Wand hinter dem Heizkörper ist, desto schneller kann die Wärme von innen nach außen entweichen, sodass die Wand wieder kälter wird und erneut Wärme des Heizkörpers absorbieren kann. Diesen Vorgang nennt man eine „Wärmebrücke“, da kontinuierlich Wärme von innen nach außen abfließt. Sichtbar gemacht werden können solche Wärmebrücken durch Thermografieaufnahmen (s. Abbildung rechts).

Auf diesen Bildern wird ersichtlich, dass die Wand unter einem Fenster im Vergleich zur restlichen Wand deutlich wärmer ist. Eine Innendämmung der Nischen kann Wärmeverluste durch die dünnere Außenwand vermindern.

**Ausführung**

- Dämmung der Heizkörpernische in der Außenwand mit ca. 2 cm Dämmstoff

**Beachten:**

- Lückenlose, wärmebrückenfreie Ausführung auch zu angrenzenden Flächen

**Umsetzungskosten**ca. 10 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche zzgl. 10 % Nebenkosten**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

je nach Größe und Flächenanteil an der Außenwand

**Energiekosteneinsparung**

je nach Größe und Flächenanteil an der Außenwand

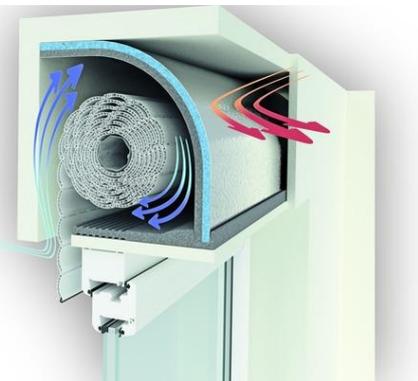
**Dämmung von Rolladenkästen**

4

## ➤ geringinvestive Maßnahme

**Beschreibung**

Durch offene Rolladenkästen dringt besonders leicht kalte Luft in ein Gebäude. Verhindern kann man dies durch nachträgliches Dämmen. Ein Stück Dämmstoff, ähnlich einer Isomatte zum Zelten, wird dabei zwischen der äußeren oberen Ecke und einer Kerbe in einem speziell zugeschnittenen Stück Dämmstoff, das unten liegt, eingeklemmt. So wird verhindert, dass die kalte Außenluft zum einen den gesamten Rolladenkasten ausfüllt und durch den Gurtschlitz in den Raum eintritt. Zum anderen wird durch das untere Dämmstoffstück verhindert, dass der Fenstersturz auskühlt.

**Ausführung**

- Dämmung der Rolladenkästen von innen mit ca. 2,5 cm Dämmstoff

**Beachten:**

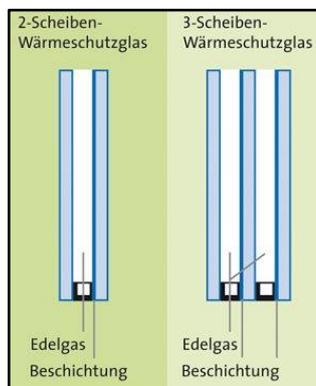
- Lückenlose, wärmebrückenfreie Ausführung

<b>Umsetzungskosten</b>	ca. 30 €/m Rolladenkasten zzgl. 10 % Nebenkosten
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li><li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li><li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li></ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	je nach Größe und Flächenanteil an der Außenwand
<b>Energiekosteneinsparung</b>	je nach Größe und Flächenanteil an der Außenwand

### Beschreibung

Die in den Mehrfamilienhäusern verbauten Fenster weisen durch die vorhandene Isolierverglasung mit einem U-Wert von etwa  $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bereits geringere Wärmeverluste auf, als Fenster mit Einfachverglasung (U-Wert von ca.  $5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). Dennoch lassen sich die Wärmeverluste durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung nochmals halbieren, da modernes 2-Scheiben-Wärmeschutzglas nur noch einen U-Wert von etwa  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und 3-Scheiben-Wärmeschutzglas sogar einen U-Wert von nur noch ca.  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  aufweisen.

Diese Maßnahme sollte allerdings vor Umsetzung unbedingt bauphysikalisch geprüft werden, da bei Fenstern, die energetisch besser sind als die Wand, in der sie eingebaut sind, die Gefahr von Schimmelbildung besteht.



### Ausführung

- SV 1: Austausch der Fenster zu 2-Scheiben-Wärmeschutzglas mit einem U-Wert von  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- SV 2: Austausch der Fenster zu 3-Scheiben-Wärmeschutzglas mit einem U-Wert von  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

### Beachten:

- bauphysikalische Prüfung erforderlich

### Umsetzungskosten

SV 1 ca.  $420 \text{ €/m}^2$  Bauteilfläche, für alle Fenster zzgl. 10 %-Planungskosten etwa  $234.460 \text{ €}$

SV 2 ca.  $500 \text{ €/m}^2$  Bauteilfläche, für alle Fenster zzgl. 10 %-Planungskosten etwa  $281.350 \text{ €}$ , bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw.  $28.130 \text{ €}$  reduzieren sich die Kosten auf etwa  $253.210 \text{ €}$

### Finanzierung und Förderung

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

SV 1 ca.  $67.580 \text{ kWh/a}$  Endenergie (9 %) und etwa  $15.790 \text{ kg/a}$  CO<sub>2</sub>-Emissionen

SV 2 ca.  $79.690 \text{ kWh/a}$  Endenergie (11 %) und etwa  $18.620 \text{ kg/a}$  CO<sub>2</sub>-Emissionen

<b>Fensteraustausch</b>		<b>5</b>
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1 ca. 1,40 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 4.720 €/a	
	SV 2 ca. 1,70 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 5.570 €/a	

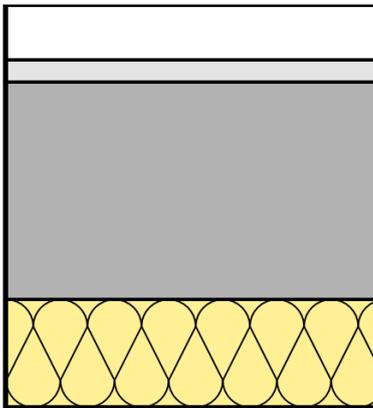
## Dämmung der Kellerdecke von unten

6

## ➤ geringinvestive Maßnahme

**Beschreibung**

Auch über den unteren Abschluss des beheizten Bereichs entweicht Wärme. Mit einer Dämmung der Kellerdecke kann auch der Wohnkomfort gesteigert und das Einfinden eines „fußkalten“ Bodens gemindert werden. Voraussetzung ist eine ausreichende Deckenhöhe, wobei berücksichtigt werden sollte, wie häufig der Keller wirklich „genutzt“ wird (Verhältnis vom Aufwand, den Kopf einzuziehen, wenn etwas aus dem Keller geholt wird zu Nutzen einer Dämmung). Direkt unter der Kellerdecke eingebaute Kellerfenster können die Dämmstoffstärke begrenzen; dennoch gilt, dass jeder Zentimeter Dämmung hilft, denn bereits 2 cm Dämmstoff haben die gleiche Dämmwirkung wie 120 cm Massivbeton.

**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der Kellerdecke von unten mit ca. 10 cm Kellerdeckendämmplatten WLG 035
- SV 2: Dämmung der Kellerdecke von unten mit ca. 12 cm Kellerdeckendämmplatten WLG 035

**Beachten:**

- Vermeidung von Wärmebrücken durch fachgerechte Ausführung
- ggf. alte Dämmung entfernen

**Umsetzungskosten**

SV 1 ca. 25 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für die gesamte Kellerdecke zzgl. Nebenkosten etwa 26.710 €

SV 2 ca. 30 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, für die gesamte Kellerdecke zzgl. 10 %-Planungskosten etwa 32.050 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 3.200 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 28.840 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (Mindestsumme: 300 €)
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

SV 1 ca. 28.850 kWh/a Endenergie (4 %) und etwa 6.740 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

SV 2 ca. 30.520 kWh/a Endenergie (4 %) und etwa 7.130 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

<b>Dämmung der Kellerdecke von unten</b>		<b>6</b>
➤ geringinvestive Maßnahme		
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1 ca. 0,60 €/m <sup>2</sup> a) und insgesamt etwa 2.020 €/a	
	SV 2 ca. 0,70 €/m <sup>2</sup> a) und insgesamt etwa 2.130 €/a	

## 2.2 Anlagentechnik

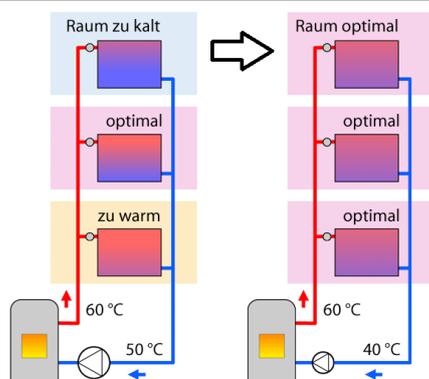
### Durchführung des hydraulischen Abgleichs

7

#### > geringinvestive Maßnahme

#### Beschreibung

Da sich Wasser immer den Weg des geringsten Widerstandes sucht, kann es passieren, dass Heizkörper am Ende eines Heizstranges nicht ausreichend mit heißem Wasser versorgt werden. Der hydraulische Abgleich sorgt dafür, dass alle Heizkörper mit der erforderlichen Menge heißen Wassers durchströmt werden (s. Abbildung unten), indem die Zuläufe zu den vorderen Heizkörpern am Heizstrang am Thermostatventil reguliert werden.



#### Ausführung

- Durchführung des hydraulischen Abgleichs durch Regulation der Thermostatventile

#### Beachten:

- Voreinstellbare Thermostatventile erforderlich

#### Umsetzungskosten

ca. 2.700 € für das gesamte Gebäude; ggf. zzgl. neuer Thermostatventile und Hocheffizienzpumpen sowie 10 %-Planungskosten etwa 14.260 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem BAFA Förderung für Heizungsoptimierung i. H. v. 30 % bzw. 4.280 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 9.980 €

#### Finanzierung und Förderung

- BAFA Förderung für Heizungsoptimierung – Investitionszuschuss
- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

#### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

ca. 23.680 kWh/a Endenergie (3 %) und etwa 6.130 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

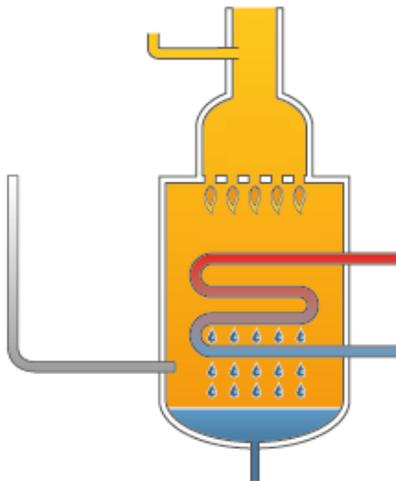
#### Energiekosteneinsparung

ca. 0,60 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 1.840 €/a

## ➤ geringinvestive Maßnahme

**Beschreibung**

Ein Brennwertkessel nutzt die Energie, die frei wird, wenn ein Stoff in einen niedrigeren Aggregatzustand wechselt. Das abgekühlte Wasser aus dem Heizungskreislauf, das zurück zum Kessel geführt wird (Rücklauf, blau), um dort wieder ausgeheizt zu werden, wird dabei in Schlangen durch den Brennerraum geführt. Dabei kondensiert die im Abgas enthaltene Feuchtigkeit und die Energie geht auf das Heizwasser über. Durch die Nutzung der Kondensationsenergie können somit höhere Wirkungsgrade entstehen.

**Ausführung**

- Einbau eines Brennwertkessels

**Beachten:**

- geeigneter Schornstein erforderlich
- Entsorgung Kondensat erforderlich

**Umsetzungskosten**

ca. 19.650 € für den Brennwertkessel; ggf. zzgl. hydraulischem Abgleich, neuer Thermostatventile und Hocheffizienzpumpen und 10 %-Planungskosten etwa 30.920 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 3.090 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 27.830 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

ca. 91.220 kWh/a Endenergie (12 %) und etwa 21.510 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Energiekosteneinsparung**

ca. 2,00 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 6.440 €/a

### Beschreibung

Erneuerbare Energieträger ermöglichen einen noch geringeren Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Emissionen. So werden durch eine Kilowattstunde erzeugte Wärme aus Holz lediglich 15 % des CO<sub>2</sub> emittiert, das eine Kilowattstunde Wärme aus Erdgas verursachen würde. Zur Lagerung der Holzpellets muss allerdings ausreichend Platz vorhanden sein. So kann beispielsweise der Raum eines ehemaligen Heizöltanks als Pelletlager umgebaut werden, oder ein stehendes Pelletsilo darin eingebaut werden. Die Pellets werden dann entweder über eine Schnecke zum Kessel transportiert, oder über Schläuche angesaugt.



### Ausführung

- Einbau einer Holzpellettheizung inkl. Lager

### Beachten:

- ausreichend Lagerraum erforderlich

### Umsetzungskosten

ca. 150.850 € für die Pelletheizung; ggf. zzgl. hydraulischem Abgleich, neuer Thermostatventile, Hocheffizienzpumpen und 10 %-Planungskosten etwa 175.240 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 17.520 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 157.720 €

### Finanzierung und Förderung

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung
- BAFA Förderung „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ – Investitionszuschuss

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

keine Endenergieeinsparung, aber Vermeidung von etwa 142.960 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Energiekosteneinsparung

ca. 4,50 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 14.940 €/a

### Beschreibung

Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) erzeugen aus Sonnenenergie Strom. Ob sich Ihr Gebäude zur Nutzung von Photovoltaik eignet, können Sie im Solarpotenzialkataster des Kreises Soest und der URL: <http://www.kreis-soest.de/klimaschutz/kreisverwaltung/solar/solardachkataster.php> einsehen.

### Legende

#### Erneuerbare Energien

#### Photovoltaik

#### Photovoltaikeignung

-  Berechnung durch externen Dienstleister
-  Vor Ort zu prüfen
-  Geeignet
-  Gut geeignet

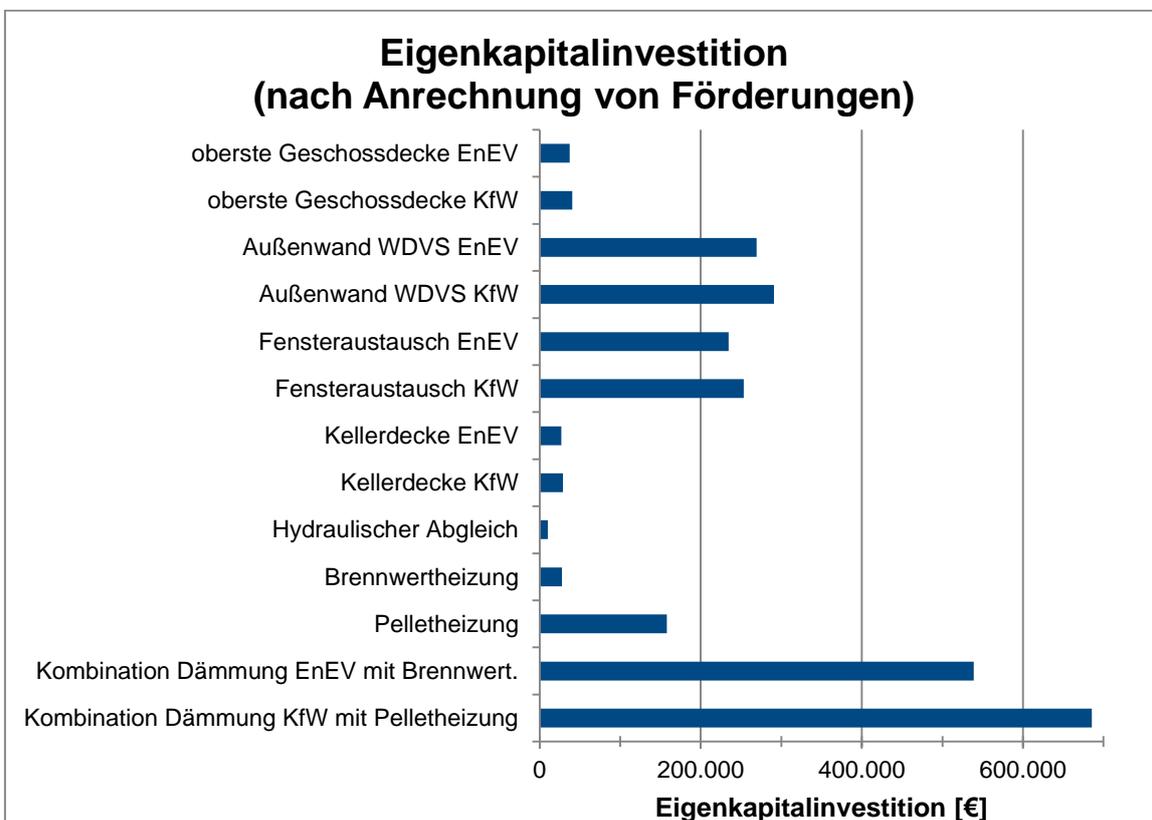
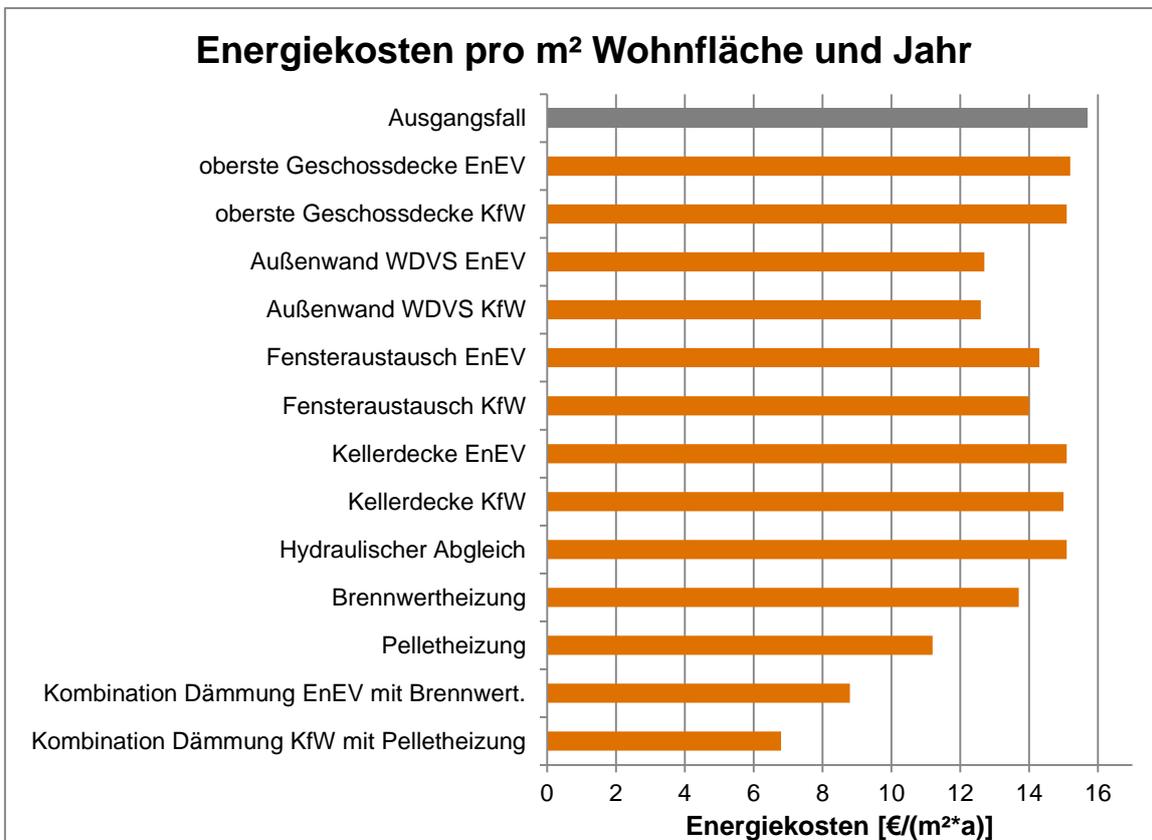


### Beispiel Photovoltaikeignung

Potentielle Modulfläche (m <sup>2</sup> )	187
Mittlere Einstrahlung (kWh/m <sup>2</sup> /a)	850
Potentielle Leistung Kristallin (kWp)	27,91
Potentielle Leistung Dünnschicht (kWp)	17,00
Potentieller Stromertrag Kristallin (kWh/a)	20.266
Potentieller Stromertrag Dünnschicht (kWh/a)	12.160
Potentielle CO <sub>2</sub> Einsparung (kg/a)	11.471

**Umsetzungskosten** ca. 910 €/kWp zzgl. 10 %-Planungskosten 27.940 €

### 2.3 Vergleich der Maßnahmen



### 3 ENTWICKLUNG EINES INDIVIDUELLEN MAßNAHMENPLANS

#### 3.1 So werden die Sanierungskosten überschlagen

Jedem Maßnahmenblatt können unter Umsetzungskosten die Kostenkennwerte pro m<sup>2</sup> Bauteilfläche für die Sanierungsvarianten "EnEV" und "KfW" entnommen werden. Am besten wird der Bauplan des Gebäudes zur Hand genommen, hier können die Maße der Bauteile herausgelesen und die Größen der einzelnen Bauteilflächen berechnet werden.

Bauteil	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Kostenkennwert [€/m <sup>2</sup> ]	Zwischen-summe: Kosten [€]	Planungs-kosten in Höhe von 10 % [€]	Zwischen-summe: Kosten inkl. Planung [€]	Förderung (sofern KfW-Standard 10 %) [€]	Gesamt-kosten [€]
<b>Summe</b>		-					

### 3.2 Energetisch sanieren, aber was zuerst tun?

Mit einer ganzheitlichen energetischen Sanierung der gesamten Gebäudehülle in Verbindung mit der Erneuerung der Anlagentechnik lassen sich die höchsten Energiekosteneinsparungen erzielen. Dennoch lassen sich oftmals aus finanziellen Gründen nicht direkt alle Maßnahmen auf einmal umsetzen. Doch womit sollte in diesem Fall begonnen werden? Die Maßnahmenblätter geben erste Hinweise, wie viel die einzelnen Maßnahmen je Sanierungsintensität kosten, wie viel Energie dadurch im Vergleich zum Ursprungszustand eingespart wird, wie viele CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden und um wie viel die Energiekosten durch die Umsetzung gesenkt werden. Als Richtwert zum Vorgehen sollte sich zusätzlich an folgenden Punkten orientiert werden:

Wärmeerzeuger  
zuletzt!

Vor dem Austausch des Wärmeerzeugers sollten zuerst die Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle vorgenommen werden, da hierdurch der Energiebedarf sinkt und eine neue Anlage mit einer passenden, kleineren Leistung ausgelegt werden kann. Die Anlage wird somit zum einen günstiger und kann zum anderen durch eine bedarfsgerechte Einstellung Energieverluste verhindern.

Wand besser  
dämmen als  
Fenster!

Wenn Sie nur die Fenster austauschen wollen, ohne die Fassade zu dämmen, beachten Sie, dass aus bauphysikalischen Gründen die Fenster energetisch nicht besser als die alten Wände sein dürfen, da ansonsten Schimmel an den Wänden entstehen kann!

Mit gering-  
investiven  
Maßnahmen  
beginnen!

Im Verhältnis kostengünstige Maßnahmen wie die Dämmung der obersten Geschossdecke oder die Dämmung der Kellerdecke von unten sind bauphysikalisch problemlos als erstes durchführbar.

Instandhaltung  
=  
Sowiesokosten

Achten Sie auf erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen an Ihrem Gebäude, wie z. B. einem Fassadenanstrich. Bei einer Kombination mit energetischen Sanierungsmaßnahmen lässt sich die Investitionssumme durch die "Sowiesokosten" der Instandhaltung erheblich reduzieren.

## 4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EnEV	Energieeinsparverordnung
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunde
K	Kelvin (Einheit zum Maß von Temperatur)
KfW	KfW Bank (früher: Kreditanstalt für Wiederaufbau)
kWh	Kilowattstunden (Einheit zum Maß von Energie)
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
PV	Photovoltaik
SV	Sanierungsvariante
TWW	Trinkwarmwasser
W	Watt (Einheit zum Maß von Leistung)
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
zzgl.	zuzüglich

## 5 BILDNACHWEIS

Titelblatt u. S. 1	Eigene Aufnahme
S. 8	Bild 1: <a href="http://www.baustoffwissen.de">www.baustoffwissen.de</a> , Bild 2: <a href="http://www.selbst.de">www.selbst.de</a>
S. 9	<a href="http://www.hornbach.de">www.hornbach.de</a>
S. 10	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
S. 14	<a href="http://www.energiesparen-im-haushalt.de">www.energiesparen-im-haushalt.de</a>
S. 15	<a href="http://www.energieheld.de">www.energieheld.de</a>
S. 16	<a href="http://www.paradigma.de">www.paradigma.de</a>
S. 17	Solardachkataster Kreis Soest