


# KfW - Energieeffizient Sanieren

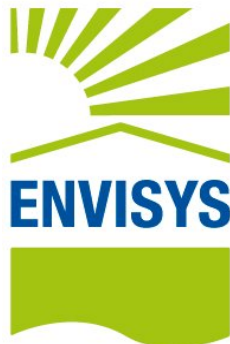
## Liste der geeigneten Maßnahmen

Objekt	
	Mehrfamilienhaus
	Musterhaus Musterstraße 1 99425 Weimar
Aktenzeichen: KfW V7.0	
Auftraggeber	Auftragnehmer
Mustermann	Angela Schöffel
Musterstraße 1	ENVISYS GmbH & Co. KG
99425 Weimar	Graben 1
	99423 Weimar

Nach Sanierung des Gebäudes erreichen Sie das **KfW-Effizienzhaus 70** und können das KfW-Programm mit der **Programmnummer 151 (Kreditvariante)** in Anspruch nehmen.  
Die energetisch motivierte Investition beträgt **149.447 €**, davon sind **149.447 €** förderfähig.

99423 Weimar

1.7.2011



Firmenstempel + Unterschrift

### 1 EnEV- und KfW-Anforderungen

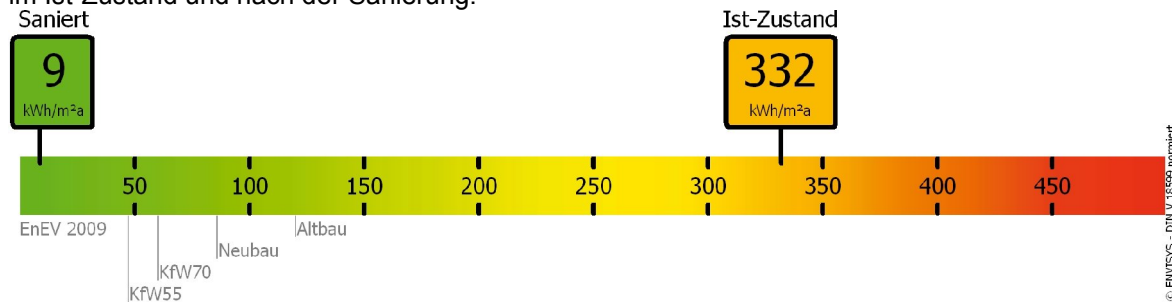
Das betrachtete Gebäude wurde auf der Grundlage der Energieeinsparverordnung 2009, Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599 bewertet.

	<i>Ist-Zustand nach Sanierung</i>		
Gebäudetyp:	Mehrfamilienhaus		
Baujahr:	1974		
Anzahl Wohneinheiten:	3		
beheizte Wohnfläche:	353,0	353,0	m <sup>2</sup>
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> gem. EnEV):	391,4	419,3	m <sup>2</sup>
Äußeres beheiztes Volumen (V <sub>e</sub> ):	1.223,20	1.310,40	m <sup>3</sup>
Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A):	734,93	740,66	m <sup>2</sup>
A/V-Verhältnis (Hüllfläche zu Volumen):	0,60	0,57	m <sup>-1</sup>
Fensterflächen:	89,90	89,90	m <sup>2</sup>

#### EnEV-Anforderungen

	Saniert	EnEV Referenz	Anf. Bestand	
Jahresprimärenergiebedarf Q <sub>P</sub>	8,6	86,6	121,3	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Transmissionswärmeverlust H <sub>T</sub>	0,271	0,384	0,700	W/(m <sup>2</sup> K)

Das folgende Bild zeigt Ihnen den Jahresprimärenergiebedarf bezogen auf die Gebäudenutzfläche im Ist-Zustand und nach der Sanierung:



#### KfW-Anforderungen für die Programme "Energieeffizient Sanieren"

	Saniert	Referenz	KfW 115	KfW 100	KfW 85	KfW 70	KfW 55	
Jahresprimärenergiebedarf Q <sub>P</sub>	8,6	86,6 <sup>1)</sup>	99,6	86,6	73,6	60,6	47,6	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Transmissionswärmeverlust H <sub>T</sub>	0,271	0,384 <sup>2)</sup>	0,499	0,442	0,384	0,326	0,269	W/(m <sup>2</sup> K)
Transmissionswärmeverlust H <sub>T</sub>	0,271	0,700 <sup>3)</sup>	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	W/(m <sup>2</sup> K)
Programm 151 Kredit 4)			2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%	%
Programm 430 Zuschuss 5)			7,5%	10%	12,5%	15%	17,5%	%
			5.625	7.500	9.375	11.250	13.125	€WE

1) Jahresprimärenergiebedarf errechnet für das Referenzgebäude nach EnEV 2009, Anlage1, Tabelle 1

2) Transmissionswärmeverlust für das zugehörige Referenzgebäude nach EnEV 2009, Anlage 1, Tabelle 1

3) Höchstwert des Transmissionswärmeverlustes nach EnEV 2009, Anlage 1, Tabelle 2 (Berücksichtigung §9 Absatz 1)

4) gültig für Wohnraum vor 1995, max. 75.000 € je Wohneinheit, Angaben der % als Zuschuss vom Zusagebetrag

5) gültig für EFH, ZFH und ETW vor 1995, Angaben der % von Investition und max. Betrag je Wohneinheit

Hinweis: Die KfW-Förderungen werden regelmäßig angepasst. Genaue Angaben zu den KfW-Konditionen finden Sie im Internet unter [www.kfw.de/kfw/de/index.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/index.jsp) bzw. bei Ihrem Berater / Ihrer Beraterin.



## 2 Darstellung der Sanierungsvariante

### 2.1 Variante: Komplettsanierung

#### 2.1.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	130.031	3.618	[kWh/a]	97,2 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	368,4	10,2	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	118.201	<b>18.089</b>	[kWh/a]	84,7 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	334,8	<b>51,2</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	33,9	<b>7,8</b>	[kW]	
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	8.184	<b>723</b>	[€/a]	91,2 %
Energiekosten / Monat	682	<b>60</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	23,18	<b>2,05</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>149.447</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>0</b>	[€]	
_Förderung		<b>17.116</b>	[€]	
Investition		<b>132.331</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>374,9</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>12</b>	[Jahre]	
Kapitalwert		<b>322.073</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	124,9	<b>3,7</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	97,1 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,1	<b>0,0</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	100,0 %
NO <sub>x</sub> -Emissionen	80,9	<b>59,9</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	25,9 %
Staub	2,5	<b>30,8</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	-1.118,8 %

#### Erläuterungen zur Variante

Bei der Sanierung der Gebäudehülle sollten Sie auf die Verwendung ökologischer Materialien achten. Neben einer energiearmen Herstellung gegenüber künstlichen Dämmstoffen haben diese den Vorteil eines gesunden Raumklimas, Vermeidung schädlicher Schadstoffe und die Fähigkeit, später einfach recycelt werden zu können.

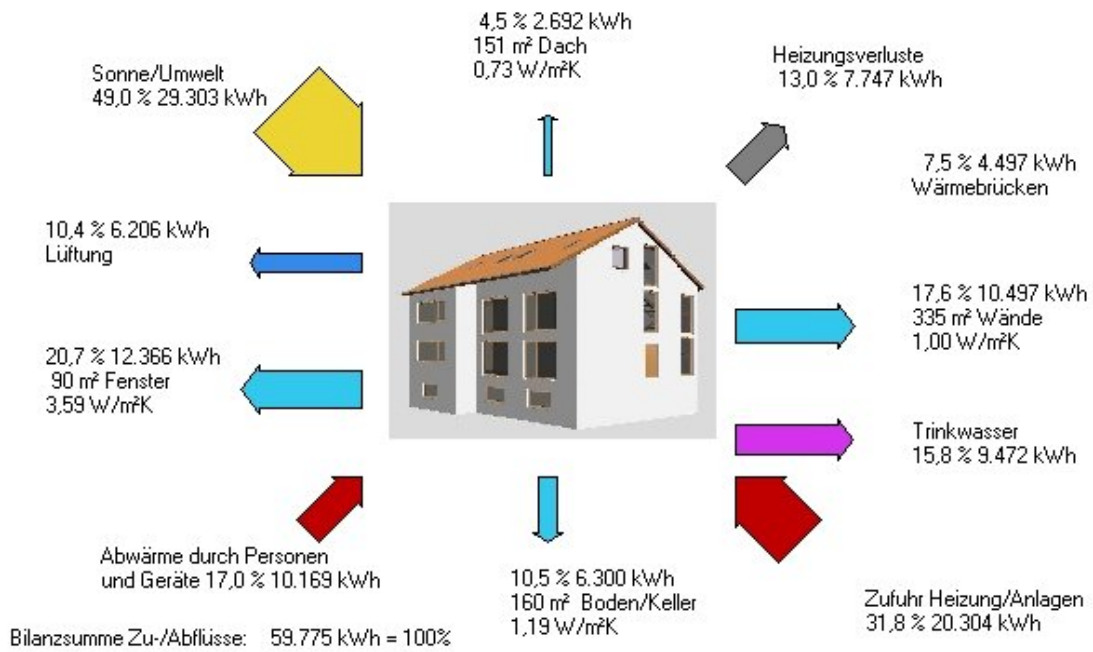
Da mit einer Dämmung der Außenhülle sowie dem Einbau neuer Fenster das Gebäude dicht wird, werden zusätzlich Lüftungsverluste durch Ritzen und Undichtigkeiten in der Hülle vermieden.

Zusätzlich wird hier der Einbau einer Lüftungsanlage empfohlen, um den bauphysikalisch erforderlichen Mindestluftwechsel zu gewährleisten und anfallende Schadstoffe abzuführen. Mit einer Lüftungsanlage werden zusätzlich die Lüftungswärmeverluste verringert.

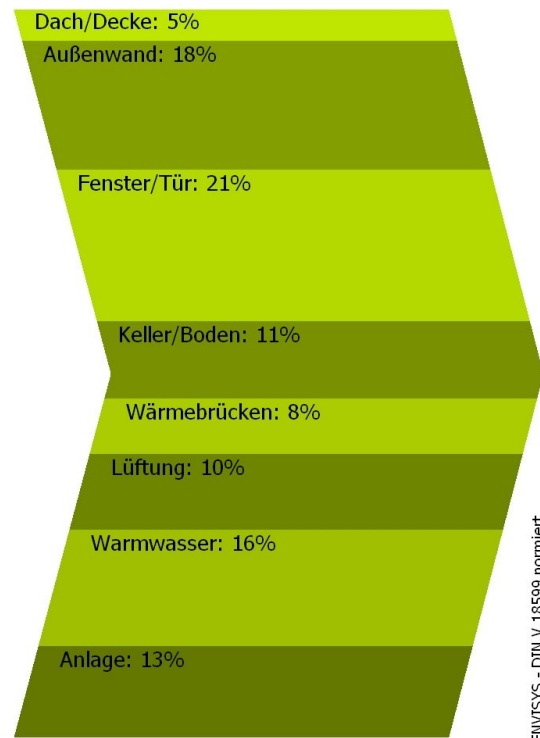
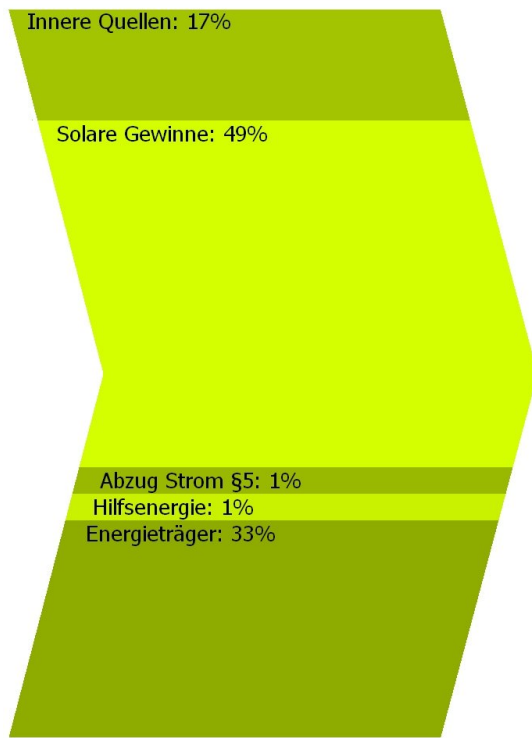
Das folgende Bild zeigt die Energiebilanz zum Gebäude nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen:

**Energiefluss-Anteile  
Bauteil-Flächen**

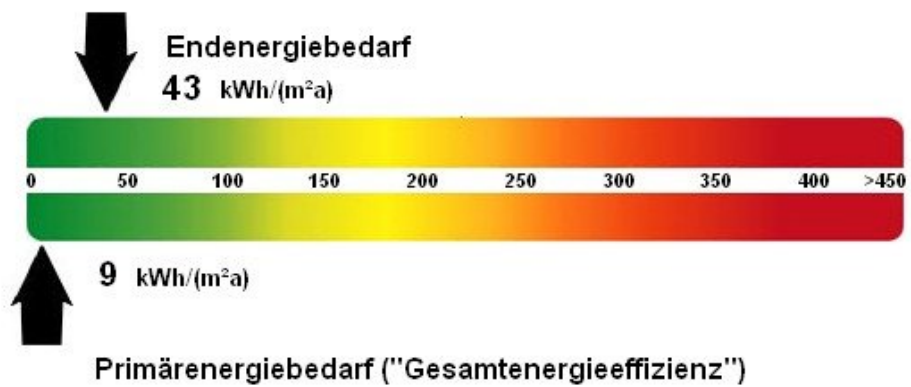
**U-Werte  
absol. Gewinne/Verluste**



Das folgende Bild zeigt die Energieströme der aktuellen Variante, die als Gewinne ins Haus ein- und als Verluste ausfließen:



Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung der Variante gemäß EnEV:



Die Angaben in dieser Grafik weichen von den Berechnungen der Energieberatung ab. Hierbei handelt es sich um eine Betrachtung mit Standardrandbedingungen nach EnEV.

## 2.1.2 Maßnahmen der Variante: Komplettisanierung

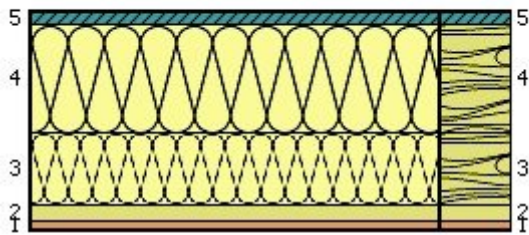
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Drempelräume und Spitzboden hinzufügen	25000,00 €	25.000 €
Fenster austausch, Passivhausqualität	715,00 €/m <sup>2</sup>	64.275 €
Neuaufbau von: Dachschräge N	5,00 €/m <sup>2</sup>	193 €
Neuaufbau von: Dachschräge S	5,00 €/m <sup>2</sup>	170 €
Kellerinnenwand dämmen	79,00 €/m <sup>2</sup>	1.589 €
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	79,00 €/m <sup>2</sup>	21.924 €
Kellerdecke, unterseitig dämmen	42,00 €/m <sup>2</sup>	6.050 €
Verbesserung der Wärmebrücken, pauschal	0,00 €	0 €
Hocheffiziente Lüftungsanlage mit WRG	8250,00 €	8.250 €
Pelletkessel	9000,00 €	12.000 €
Regelung Heizung Pellet	550,00 €	550 €
Heizleitungen alle dämmen	8,00 €	2.256 €
Brauchwasser-Solarkollektor	350,00 €	3.841 €
Pufferspeicher - (1000l)	1200,00 €	1.200 €
TWW-Solarspeicher mittel - (500 l)	1800,00 €	1.800 €
Elektronisch geregelte Heizungspumpe	350,00 €	350 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>149.447 €</b>

### Drempelräume und Spitzboden hinzufügen

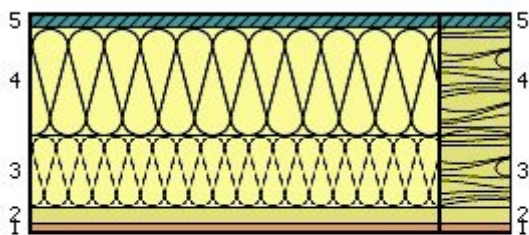
<i>Daten des Ausbaus/Umbaus</i>			
Energiebezugsfläche alt / neu		353,00 / 353,00	m <sup>2</sup>
Gebäudevolumen alt / neu		1.223,20 / 1.310,40	m <sup>3</sup>
Nutzungsdauer		50	Jahre
<i>folgende Bauteile fallen weg:</i>	<i>Fläche<sup>1)</sup></i>		<i>U-Wert alt</i>
Kehlbalkendecke	49,14 m <sup>2</sup>		0,66 W/m <sup>2</sup> K
Drempelboden	29,02 m <sup>2</sup>		0,76 W/m <sup>2</sup> K
Abseitenwand DG	22,95 m <sup>2</sup>		1,83 W/m <sup>2</sup> K
<i>folgende Bauteile kommen hinzu:</i>	<i>Fläche<sup>1)</sup></i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert neu</i>
Dachschräge N erweitert	69,78 m <sup>2</sup>		0,18 W/m <sup>2</sup> K
Dachschräge S erweitert	28,48 m <sup>2</sup>		0,18 W/m <sup>2</sup> K
Giebelflächen erweitert	8,57 m <sup>2</sup>		0,15 W/m <sup>2</sup> K
<i>Summe</i>	<i>106,83 m<sup>2</sup></i>	<i>25.000,00 €</i>	<i>entspricht 234,02<sup>1)</sup> €/m<sup>2</sup></i>

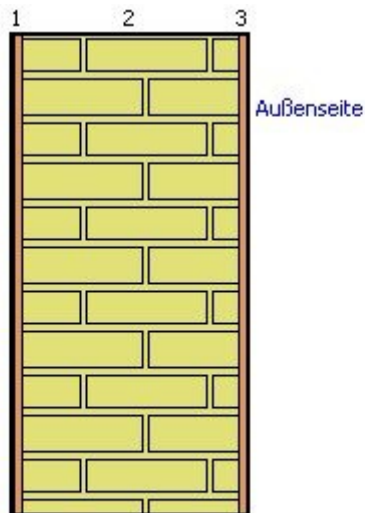
1) die Angabe bezieht sich auf die neuen Bauteile

Die folgende(n) Grafik(en) zeigt Ihnen den Aufbau des neuen Bauteils:  
Oberseite (außen)



Oberseite (außen)





Hinweis: Dieser Aufbau ist ein Vorschlag und ersetzt nicht die notwendige Planung.

### Erläuterungen zur Maßnahme

Bei der Sanierung des Gebäudes ist es sinnvoll, das gesamte Dach abzudecken und zu dämmen. Die bisher unbeheizten Drempelräume sowie der Spitzboden werden dem beheizten Raum hinzugefügt. Dazu werden die Abseitenwände und die Kehlbalkendecke entfernt. Im Gegenzug werden die Dachschrägen- und Giebelflächen erweitert. Die Wohnfläche wird nicht größer, jedoch erhöht sich das Volumen entsprechend.

Die folgenden Bilder sollen die hinzukommenden Flächen und Volumen verdeutlichen:

### Fensteraustausch, Passivhausqualität

#### Daten der Fenster

Fenster-Uw-Wert	0,80	W/m <sup>2</sup> K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)	0,50	
Nutzungsdauer	25	Jahre

angewendet auf folgende Bauteile:	Fläche	Kosten	U-Wert alt / neu <sup>1)</sup>
Dachflächenfenster in Dach S	4,53 m <sup>2</sup>	3.241,52€	3,71 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Dachflächenfenster in Dach N	3,56 m <sup>2</sup>	2.547,40€	3,71 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Westfenster	3,94 m <sup>2</sup>	2.819,99€	3,61 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Fenster Ost	14,23 m <sup>2</sup>	10.176,30€	3,61 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Fenster Süd	12,05 m <sup>2</sup>	8.615,52€	3,61 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Fenster Nord	24,49 m <sup>2</sup>	17.510,41€	3,61 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Haustür	2,56 m <sup>2</sup>	1.828,83€	3,50 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
Balkontür Süd	24,52 m <sup>2</sup>	17.535,29€	3,50 / 0,80 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>89,89 m<sup>2</sup></b>	<b>64.275,27 €</b>	<b>entspricht 715,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um den Uw-Wert (Gesamtkonstruktion)

### Erläuterungen zur Maßnahme

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue Passivhausfenster mit gedämmten Rahmen ersetzt werden.

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Hinweis: Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmegeämmt sind.

m<sup>2</sup> Kalkulationsgrundlage: Zweiflügeliges Holzfenster ca. 1,5 m<sup>2</sup> ohne Sprossen in einfacher Ausführung.

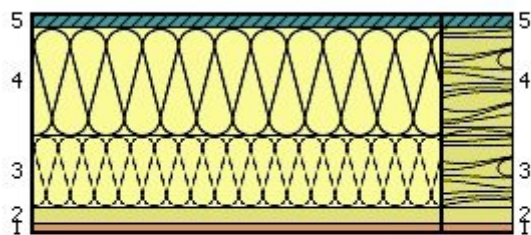
**Neuaufbau von: Dachschräge N**

<i>Daten der Dämmung</i>			
Wärme übertragende Fläche		38,62	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer		10	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche<sup>1)</sup></i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Dachschräge Nord	38,62 m <sup>2</sup>	193,12 €	0,77 / 0,18 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>38,62 m<sup>2</sup></b>	<b>193,10 €</b>	<b>entspricht 5,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

Die folgende Grafik zeigt Ihnen den Aufbau des neuen Bauteils:

Oberseite (außen)



Hinweis: Dieser Aufbau ist ein Vorschlag und ersetzt nicht die notwendige Planung.

<i>Aufbau (von innen nach außen)</i>	Schichtdicke	Wärmeleitzaahl
<b>Fachsichtung 85,00 %</b>	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,140
3. Mineral. Faserdämmstoff	12,00	0,045
4. Mineral. Faserdämmstoff	18,00	0,045
5. Betondachstein	2,00	2,100
<b>Rahmenschichtung 15,00 %</b>	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,140
3. Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	12,00	0,130
4. Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	18,00	0,130
5. Betondachstein	2,00	2,100
<b>Gesamtdicke:</b>	<b>36,00</b>	

## Erläuterungen zur Maßnahme Neuaufbau von: Dachschräge S

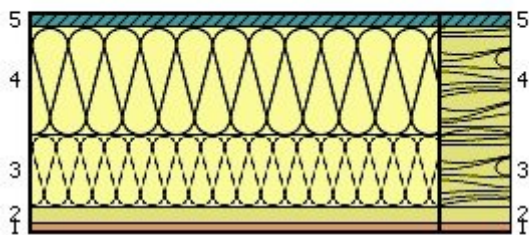
### Daten der Dämmung

Wärme übertragende Fläche		34,02	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer		10	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>			
	<i>Fläche<sup>1)</sup></i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Dachschräge Süd	34,02 m <sup>2</sup>	170,10 €	0,77 / 0,18 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>34,02 m<sup>2</sup></b>	<b>170,10 €</b>	<b>entspricht 5,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

Die folgende Grafik zeigt Ihnen den Aufbau des neuen Bauteils:

Oberseite (außen)



Hinweis: Dieser Aufbau ist ein Vorschlag und ersetzt nicht die notwendige Planung.

<i>Aufbau (von innen nach außen)</i>	<i>Schichtdicke</i>	<i>Wärmeleitfähigkeit</i>
<b>Fachschichtung 85,00 %</b>	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,140
3. Mineral. Faserdämmstoff	12,00	0,045
4. Mineral. Faserdämmstoff	18,00	0,045
5. Betondachstein	2,00	2,100
<b>Rahmensichtung 15,00 %</b>	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,140
3. Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	12,00	0,130
4. Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	18,00	0,130
5. Betondachstein	2,00	2,100
<b>Gesamtdicke:</b>	<b>36,00</b>	

### Erläuterungen zur Maßnahme Kellerinnenwand dämmen

#### Daten der Dämmung

Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,040	W/mK
Wärme übertragende Fläche	20,11	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer	40	Jahre

angewendet auf folgende Bauteile:	Fläche <sup>1)</sup>	Kosten	U-Wert alt / neu
Keller zum Treppenhaus	20,11 m <sup>2</sup>	1.588,94 €	1,14 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>20,11 m<sup>2</sup></b>	<b>1.588,94 €</b>	<b>entspricht 79,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

#### Erläuterungen zur Maßnahme

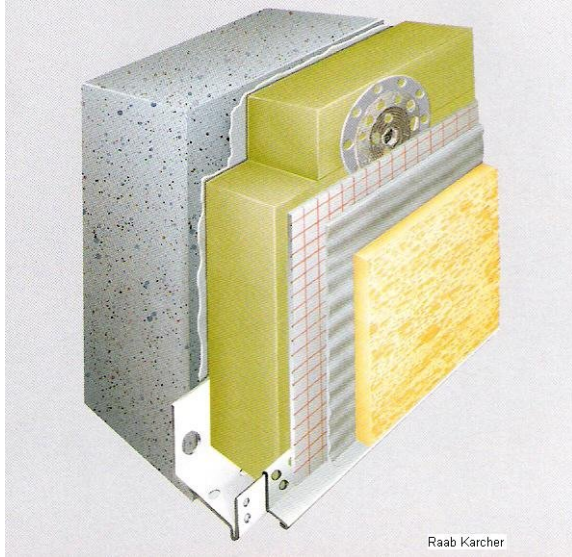
Die erste Schicht eines Verbundsystems bildet der Wärmedämmstoff. Er wird auf dem Außenmauerwerk oder auf den Außenputz, dessen Zustand und Tragfähigkeit überprüft werden muss, verklebt und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen und Glasfasergewebe eingelegt. Als Endbeschichtung wird Fassadenputz aufgebracht. Der Dämmstoff kann aus Hartschaum, Holzweichfaserplatten oder Mineralfaserplatten bestehen. Er muss den Anforderungen der Wärmeleitfähigkeit, Verhalten gegen Feuchtigkeit, Druck- und Zugfestigkeit sowie dem Brandverhalten genügen.

Ausführungshinweise und Bauphysik: Es sollten nur zugelassene WDV-Systeme mit aufeinander abgestimmten Materialien zur Anwendung kommen. Eine sorgfältige Ausführung ist unerlässlich und muss von Fachbetrieben vorgenommen werden.

Die Dämmung ist auch in die Laibungen der Fenster und Außentüren "hineinzuziehen" und zur Reduzierung der Wärmebrücke Sockel mind. 50 cm nach unten über Bodenplatte/EG Boden zu verlängern. Als unterer Abschluss sollten keine Metallprofile verwendet werden, da diese erhebliche lineare Wärmebrücken bilden. Unabhängig vom Dämmmaterial werden die Innen-Oberflächentemperaturen der gedämmten Bauteile angehoben. Die Behaglichkeit wird dadurch verbessert, Kondensatniederschlag und die Bildung von Schimmelpilzen auf den wärmebrückenfrei gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kalkulationsgrundlagen: WDVS, ohne Gerüstarbeiten und ggfs. erforderliche Vorarbeiten am Untergrund (z.B. Abschlagen von losem Altputz). Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Maßnahmenkosten ausmacht, empfehlen sich hier große Dämmstärken.

Das folgende Bild soll Ihnen die Maßnahme verdeutlichen:



### Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem

#### Daten der Dämmung

Materialdicke	18,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,032	W/mK
Wärme übertragende Fläche	277,51	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer	40	Jahre

angewendet auf folgende Bauteile:	Fläche <sup>1)</sup>	Kosten	U-Wert alt / neu
Außenwand O	71,53 m <sup>2</sup>	5.651,14 €	0,92 / 0,15 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand N	65,77 m <sup>2</sup>	5.195,74 €	0,92 / 0,15 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand S	61,40 m <sup>2</sup>	4.850,54 €	0,92 / 0,15 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand W	78,81 m <sup>2</sup>	6.226,21 €	0,92 / 0,15 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>277,51 m<sup>2</sup></b>	<b>21.923,63 €</b>	<b>entspricht 79,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

#### Erläuterungen zur Maßnahme

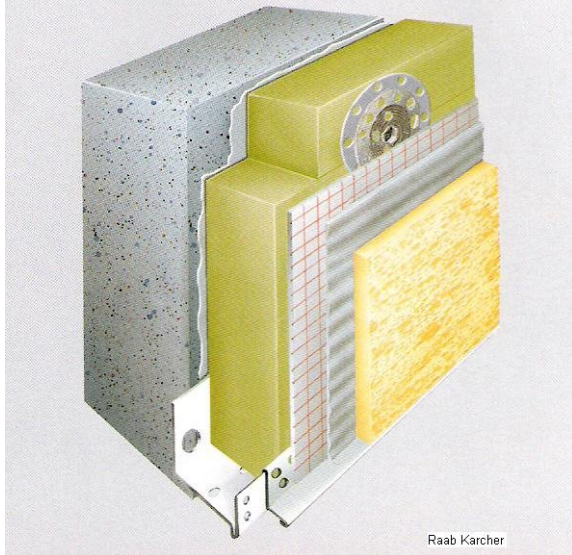
Die erste Schicht eines Verbundsystems bildet der Wärmedämmstoff. Er wird auf dem Außenmauerwerk oder auf den Außenputz, dessen Zustand und Tragfähigkeit überprüft werden muss, verklebt und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen und Glasfasergewebe eingelegt. Als Endbeschichtung wird Fassadenputz aufgebracht. Der Dämmstoff kann aus Hartschaum, Holzweichfaserplatten oder Mineralfaserplatten bestehen. Er muss den Anforderungen der Wärmeleitfähigkeit, Verhalten gegen Feuchtigkeit, Druck- und Zugfestigkeit sowie dem Brandverhalten genügen.

Ausführungshinweise und Bauphysik: Es sollten nur zugelassene WDV-Systeme mit aufeinander abgestimmten Materialien zur Anwendung kommen. Eine sorgfältige Ausführung ist unerlässlich und muss von Fachbetrieben vorgenommen werden.

Die Dämmung ist auch in die Laibungen der Fenster und Außentüren "hineinzuziehen" und zur Reduzierung der Wärmebrücke Sockel mind. 50 cm nach unten über Bodenplatte/EG Boden zu verlängern. Als unterer Abschluss sollten keine Metallprofile verwendet werden, da diese erhebliche lineare Wärmebrücken bilden. Unabhängig vom Dämmmaterial werden die Innen-Oberflächentemperaturen der gedämmten Bauteile angehoben. Die Behaglichkeit wird dadurch verbessert, Kondensatniederschlag und die Bildung von Schimmelpilzen auf den wärmebrückenfrei gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kalkulationsgrundlagen: WDVS, ohne Gerüstarbeiten und ggfs. erforderliche Vorarbeiten am Untergrund (z.B. Abschlagen von losem Altputz). Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Maßnahmenkosten ausmacht, empfehlen sich hier große Dämmstärken.

Das folgende Bild soll Ihnen die Maßnahme verdeutlichen:



### Kellerdecke, unterseitig dämmen

#### Daten der Dämmung

Materialdicke	10,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,040	W/mK
Wärme übertragende Fläche	144,04	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer	35	Jahre

angewendet auf folgende Bauteile:	Fläche <sup>1)</sup>	Kosten	U-Wert alt / neu
Kellerdecke	144,04 m <sup>2</sup>	6.049,87 €	1,22 / 0,30 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>144,04 m<sup>2</sup></b>	<b>6.049,87 €</b>	<b>entspricht 42,00 €/m<sup>2</sup></b>

1) hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

#### Erläuterungen zur Maßnahme

Bei gewölbten Kellerdecken lassen sich Plattendämmstoffe zum Andübeln bis zu einer Stärke von 2cm an flache Wölbungen anpassen. Durch versetzt mehrlagige Verarbeitung können gute und wärmebrückenarme Ergebnisse erzielt werden.

Als Bahnware konfektionierte Fasermatten oder Mineralwoll-Lamellenplatten lassen eine einlagige Verwendung auch mit höheren Dämmstärken zu. Hohlstellen müssen dicht mit Dämmstoff ausgefüllt werden.

Bauphysik: Das Raumklima wird durch den wärmeren Fußboden erheblich verbessert, Fußkälte und Energiebedarf werden verringert.

Die Einbauhinweise der Hersteller müssen beachtet werden.

#### Verbesserung der Wärmebrücken, pauschal

Die Wärmebrücken werden pauschal auf den Faktor 0,05 verbessert.

### Erläuterungen zur Maßnahme Hocheffiziente Lüftungsanlage mit WRG

<i>Daten der Lüftungsanlage</i>			
Art	Lüftung mit WRG (o.WP)		
Lüftungsbereich	Lüftung		
Anteil der Luftversorgung		100	%
Luftwechsel		0,40	h <sup>-1</sup>
Wärmerückgewinnung		95	%
Arbeitszahl		30,0	
Nutzungsdauer		25	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	8.250,00 €		
<b>Summe</b>	<b>8.250,00 €</b>		

### Erläuterungen zur Maßnahme

Es handelt sich hierbei um ein zentral aufgestelltes effizientes Be- und Entlüftungsgerät mit zugehörigem Kanalsystem sowie Zu- und Abluftöffnungen in den Räumen. Mit dieser Anlage ist eine definierte Dosierung der Luftmenge möglich. Die verbrauchte Luft wird in sog. Ablufträumen (Küche, Sanitärräume) abgesaugt und über einen Wärmetauscher abgekühlt nach draußen geleitet. Der Abluft wird in einem Lüftungswärmetauscher mit bis zu 95% Rückgewinnungsgrad die enthaltene Wärme entzogen und der Zuluft (Frischluft) zugeführt ohne Luftvermischung zwischen Frischluft und Abluft. Die Zuluft kann nach dem Austritt aus dem Wärmetauscher zusätzlich mit einem nachgeschalteten Luftherhitzer auf die gewünschte Zulufttemperatur nachgeheizt werden. Weiterhin wird die Zuluft gefiltert und gereinigt (ein Vorteil für Allergiker).

In den Aufenthaltsräumen wird die so erwärmte Zuluft mittels (Weitwurf-)Düsen eingebracht. Durch den Einbau von Telefonie-Schalldämpfern ist mit Geräuschproblemen nicht zu rechnen. Die Planung einer solchen Anlage muss durch Fachleute erfolgen. Das Gebäude sollte sehr luftdicht sein, damit die Anlage effizient arbeitet.

Die Zuluft kann über einen Erdwärmetauscher geleitet und somit frostfrei und vorgewärmt (Winterfall) in das Lüftungsgerät geführt werden. Ein weiterer Vorteil dieser Anlage bietet die Möglichkeit der automatischen sommerlichen Kühlung mit frischer kalter Nachtluft, welche ggf. zusätzlich im Erdreichwärmetauscher vorgekühlt wird (Sommerfall).

Das folgende Bild soll Ihnen die Maßnahme verdeutlichen:



### Pelletkessel

#### Daten der neuen Anlage

Typ	Zentralheizung	
genutzte Technik	Niedertemperaturkessel	
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung	
Energieträger	Holz Pellets	
Leistung		10 kW
Abgasverlust		5,0 %
Bereitschaftsverlust		3,0 %
Nutzungsdauer		20 Jahre

#### Kosten

Kosten der Anlage	9.000,00 €
zusätzliche Kosten einmalig	3.000,00 €
<b>Summe</b>	<b>12.000,00 €</b>

### Erläuterungen zur Maßnahme

Es handelt sich dabei um einen Festbrennstoffofen, der handbeschickt oder über ein automatisches Fördersystem mit Pellets aus einem Vorratsbehälter beschickt wird. Häufig können alte Heizöl- oder Kohlelagerräume als Pelletlager dienen. Im Unterschied zum reinen Strahlungswärmeerzeuger sind Kombianlagen mit einer Wassertasche oder einem Rauchgas-Wärmetauscher zur Brauchwassererwärmung ausgerüstet.

Die geschätzten Kosten beziehen sich auf die Gesamtanlage für Heizung und Warmwassertasche, Fördertechnik, Standardsteuerung. Preise einzelner Produkte siehe auch Marktübersicht des Biomasse-Info-Zentrums (BIZ, [www.fnr.de](http://www.fnr.de)).

Für Rauchgasanlage und Pelletlager werden Zusatzkosten von ca. 3000 Euro geschätzt.

## Regelung Heizung Pellet

<i>Daten der Wärmeabgabe</i>	
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz
Heizkreistemperatur	55/45
Nachtabsenkung	8 h um 4 °C
hydraulischer Abgleich	J1)
Nutzungsdauer	20 Jahre
<i>Kosten</i>	
Kosten der Anlage	550,00 €
<b>Summe</b>	<b>550,00 €</b>

1) Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden!

### Erläuterungen zur Maßnahme

Relativ preisgünstig und schnell amortisiert sind Verbesserungen an der Regelung der Heizungsanlage. Die Heizanlagenverordnung verlangt effektive bedarfsgerechte Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Heizungsanlage. Diese Einrichtungen sind im Regelfall eine Vorlauftemperaturregelung in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße sowie Geräte zur Einzelraumtemperaturregelung.

Die hier kalkulierten Verbesserungen umfassen:

- 1K Thermostatventile (mit überdurchschnittlich empfindlicher Temperatursensorik)
- Verlängerung der Nachtabsenkung mittels Zeitschaltuhr
- Absenkung der Heizungsspreiztemperaturen (Vor-/Rücklauf)
- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage (dadurch wird das gesamte Wärmeabgabesystem mit der jeweils spezifisch richtigen Wassermenge versorgt). der hydraulische Abgleich ist bei jeder Neuanlage und Anlagenänderung verpflichtend nach EnEV durchzuführen.

Eine weitere Verbesserung könnte durch Montage einer Heizungssteuerung erreicht werden, welche in der Lage ist zusätzlich die Rücklauftemperatur als Regelgröße einzubeziehen. Hierzu ist ein Heizungspufferspeicher unabdingbar (Zusatzkosten ca. 700-1500 Euro).

Der Kostenansatz berücksichtigt eine Pauschale für den Austausch von einfachen Heizkörperventilen durch Thermostatventile.

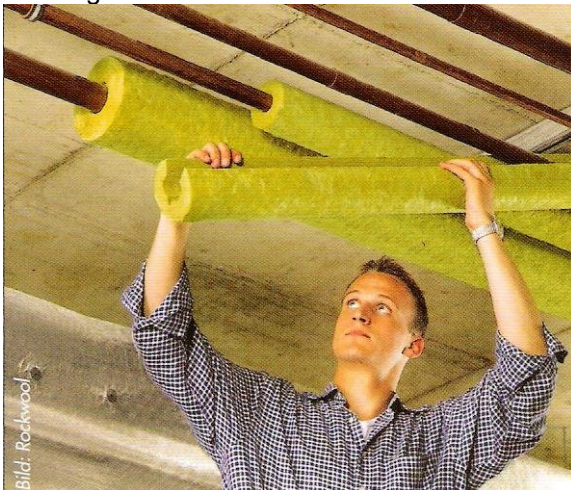
Für eine Heizungssteuerung mit Außen-, Vor- und Rücklauftemperaturfühler müssen ca. 700-1500 Euro zusätzlich investiert werden. Die Einstellung bzw. Verlängerung einer Nachtabsenkung sowie der hydraulische Anlagenabgleich sind Sowiesso- Leistungen der Montagebetriebe bei Heizungsanlagenerneuerungen.

### Heizleitungen alle dämmen

#### Erläuterungen zur Maßnahme

Bei dieser Maßnahme wird vorgesehen, die Heizwärme verteilenden Rohre zu dämmen. Schlecht oder gar nicht wärmedämmte Heizungsrohre strahlen viel Wärme ab, auch wenn die Heizungs-vorlauftemperatur niedrig eingestellt ist. Auch Rohre, welche im beheizten Volumen verlegt sind, haben unkontrollierte Verluste. Die Rohrleitungsverluste lassen sich deutlich verringern, wenn eine Wärmedämmung entsprechend den Vorschriften der EnEV oder besser ausgeführt wird. Auch für Pumpen, Absperrventile usw. gibt es Formstücke zur Wärmedämmung. Heizungsrohre sind nach EnEV zu dämmen. Die Mindestdicke der Dämmstoffschicht entspricht etwa der Nennweite bei einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK). Ein Rohr mit 2 cm Durchmesser muss demnach mit einer 2 cm dicken Dämmung ummantelt sein. Dies betrifft auch die Befestigungspunkte, Wand- und Deckendurchführungen.

Das folgende Bild soll Ihnen die Maßnahme verdeutlichen:



### Brauchwasser-Solarkollektor

#### Daten der neuen Anlage

Art der Bereitung	Solaranlage	
Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung	
Leistung		10,0 kW
Deckung		60,0 %
Arbeitszahl		40,0
Nutzungsdauer		20 Jahre

#### Kosten

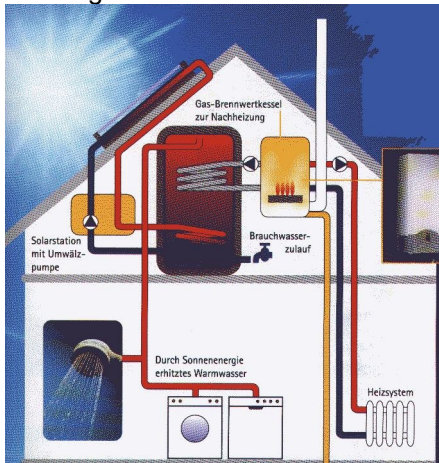
Kosten der Anlage	7,83 m <sup>2</sup>	350,00 € /m <sup>2</sup>
zusätzliche Kosten einmalig		1.100,00 €
<b>Summe</b>		<b>3.840,50 €</b>

### Erläuterungen zur Maßnahme

Brauchwasser-Solaranlage zur Erwärmung von Trinkwasser. Zur Überbrückung solarstrahlungs- armer Zeiten muss in die Anlage ein hinreichend großer Speicher integriert sein. Der mögliche Deckungsbeitrag hängt von Dachneigung, -orientierung, Fläche und Bauart des Kollektors, Speichergröße und -bauart und weiteren Randbedingungen ab. Hier ist eine detaillierte Ausführungsplanung erforderlich!

Kalkulationsgrundlage: Kollektoren, Solarpumpe, Solarleitung, Solarausdehnungsgefäß, Solarsteuerung, Solarsicherheitsgruppe ohne Solarspeicher. Die genannten Preise und Deckungsgrade sind Anhaltswerte.

Das folgende Bild soll Ihnen die Maßnahme verdeutlichen:



**Pufferspeicher - (1000l)**

<i>Daten des Pufferspeichers</i>		
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung	
Aufstellung	im Beheizten	
Volumen des Speichers		1.000 l
Nennleistung der Ladepumpe		20 W
Bereitschaftswärmeverlust		3,70 kWh/d
Nutzungsdauer		20 Jahre
<i>Kosten</i>		
Kosten des Pufferspeichers	1.200,00 €	
<b>Summe</b>	<b>1.200,00 €</b>	

**Erläuterungen zur Maßnahme**

Pufferspeicher sind beim Einsatz von regenerativen Energien für die Heizungsanlage bei fast allen Arten erforderlich. Der Einsatz von Pufferspeichern ermöglicht die Wärme zwischen zu speichern und bei Bedarf wieder in die Heizungsanlage einzuspeisen. Dies erhöht nicht nur den Komfort der Anlage, sondern lässt auch eine besonders effiziente Energieausnutzung zu.

**TWW-Solarspeicher mittel - (500 l)**

<i>Daten des Warmwasserspeichers</i>		
Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung	
Volumen des Speichers		500 Liter
U-Wert der Speicherhülle		0,30 W/m²K
Temperatur Aufstellraum		15,0 °C
Nutzungsdauer		30 Jahre
<i>Kosten</i>		
Kosten des Speichers	1.800,00 €	
<b>Summe</b>	<b>1.800,00 €</b>	

**Erläuterungen zur Maßnahme**

Hierbei handelt es sich um einen TWW-Speicher zur Kopplung an eine Solaranlage. Dieser Speicher kompensiert das schwankende Solarwärmeangebot. Es sind mehrere Wärmetauscher integriert (Solar + Nachheizung durch Heiz-Wärmeerzeuger).

**Elektronisch geregelte Heizungspumpe  
Erläuterungen zur Maßnahme**

Montage einer elektronisch geregelten Pumpe mit geringer Leistungsaufnahme. Da Umwälzpumpen sehr lange Laufzeiten aufweisen, sind vergleichsweise hohe Einsparpotenziale und eine schnelle Amortisation erreichbar.