

# UMSETZUNGSHILFE FÜR MEINE MASSNAHMEN

## ENERGIEBERATER

Ingenieurbüro  
Karen Kundig  
Bert-Beispiel-Straße 28  
51060 Beispielhausen

## EIGENTÜMER

Frau  
Beate Beispiel  
Beispielweg 99  
51060 Beispielhausen

## HAUS

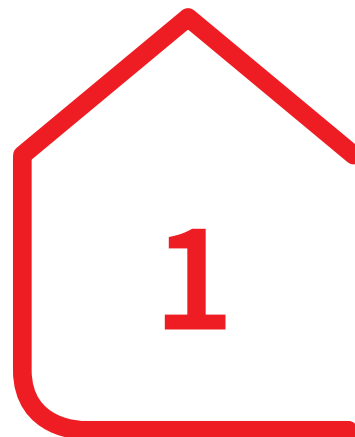
Beispielweg 99  
51060 Beispielhausen  
Beraternr. (BAFA): 654321  
Vorgangsnr. (BAFA): VOB 654321

Beispiel 4.5.17

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>MASSNAHMENPAKET 1</b>	<b>4</b>
Dämmung Kellerdecke, Austausch Heizkessel	
<b>MASSNAHMENPAKET 2</b>	<b>8</b>
Dämmung Dach, Austausch Dachflächenfenster	
<b>MASSNAHMENPAKET 3</b>	<b>12</b>
Dämmung Außenwände, Austausch Fenster und Haustür, Lüftungsanlage mit WRG	
<b>MASSNAHMENPAKET 4</b>	<b>18</b>
Solaranlage installieren	
<b>QUALITÄTSSICHERUNG &amp; OPTIMIERUNG</b>	<b>22</b>
Anforderungen	
<b>KOSTENDARSTELLUNG</b>	<b>24</b>
Übersicht über die Kosten	
<b>INFORMATIONEN AUF EINEN BLICK</b>	<b>25</b>
Daten und Fakten	
<b>TECHNISCHE DOKUMENTATION</b>	<b>26</b>
Kennwerte und Gebäudeansichten	

# MASSNAHMENPAKET 1



## DAS BRINGT ES

- ✓ Keine Fußkälte mehr im Erdgeschoss
- ✓ Weniger Brennstoffverbrauch durch effiziente Anlagentechnik
- ✓ Geringere Heizkosten

## WANN / WARUM (AUSLÖSER)

Voraussichtlich 2017 – 2018, spätestens sobald die Heizung erneuert werden muss

## IHRE MASSNAHMEN IN DER ÜBERSICHT

Maßnahme	Ausführung	Energetische Bewertung	
		vorher	nachher
Dämmung Kellerdecke	10 cm Dämmung der Wärmeleitstufe (WLS) 032	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>
Austausch Heizkessel	Einbau eines Brennwertkessels, Erdgas	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>
Optimierung Heizung und Verteilung	Hydraulischer Abgleich Einbau effizienter Pumpen Einbau voreinstellbarer Thermostate	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>
<b>Qualitätssicherung &amp; begleitende Maßnahmen</b>		<b>Erreichte Qualität</b>	
Luftdichtheit*		<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;"> <small>LUFTDICHTHEIT</small>  <b>IST</b>  <small>1/n</small> </div>	
Wärmebrücken*		<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;"> <small>WÄRMEBRÜCKEN</small>  <b>IST</b>  <small>W/(m²·K)</small> </div>	
<b>Energiekennwerte</b>			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf		216 kWh/(m²a)	
Flächenbezogener Endenergiebedarf		194 kWh/(m²a)	
Kohlendioxid-Emissionen		45 kg/(m²a)	
<b>Investitionskosten</b>		<b>davon Instandhaltung</b>	<b>Förderung**</b>
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;">16.400 €</div>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;">8.600 €</div>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;">1.400 €</div>

\* Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie im Kapitel „Qualitätssicherung & Optimierung“.

\*\* Förderbetrag zum Zeitpunkt der Erstellung des Sanierungsfahrplans; Förderung für: Heizungserneuerung

## DÄMMUNG KELLERDECKE

### KURZBESCHREIBUNG

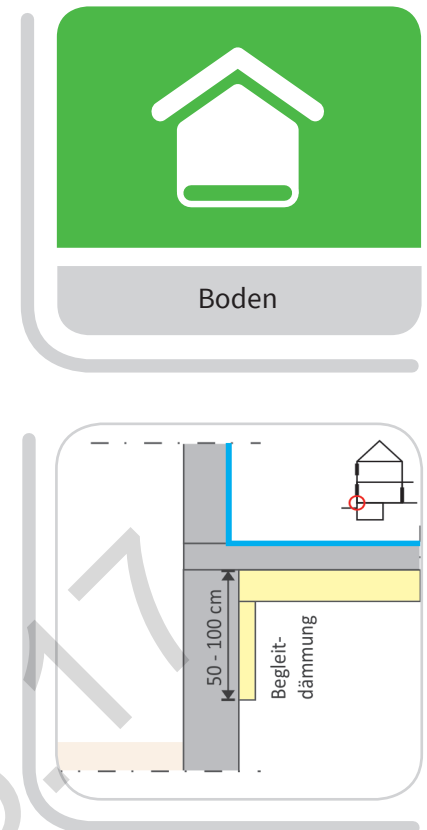
Die Kellerdecke wird von unten mit 10 cm dicken Dämmplatten der Wärmeleitstufe (WLS) 032 verkleidet. Die gedämmte Kellerdecke erreicht einen U-Wert von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und erfüllt damit die Anforderungen der EnEV 2014.

### SO GEHT ES

Die nachträgliche Wärmedämmung der Kellerdecke erfolgt durch das Aufkleben von Dämmplatten an der Unterseite der Kellerdecke. Die Dämmplatten sollten eine Nut-Feder-Verbindung aufweisen, damit die Stoßfugen zwischen den Platten überdeckt werden. Falls erforderlich werden die Platten zusätzlich gedübelt.

### ZU BEACHTEN

Die luftdichte Ebene verläuft entlang der Kellerdecke. Fugen und Rohr- bzw. Kabeldurchführungen sind vor den Dämmarbeiten luftdicht zu verschließen. Es gibt dafür verschiedene Möglichkeiten, sprechen Sie Ihren Handwerker konkret darauf an. Im Aufschlagsbereich von Türen und Kellerfenstern muss die Dämmschicht gegebenenfalls dünner ausgeführt werden, damit sie den Türen und Fenstern nicht im Weg ist. An den Innenseiten der Kelleraußenwände ist die Dämmung bis zu einer Höhe von 40 cm unter der Decke entlang der Wand nach unten zu führen (vgl. Abb. Lage der Dämmung im Keller). Auf diese Weise verringern sich die Wärmebrücken deutlich. In Maßnahmenpaket 4 ist geplant, eine Solaranlage einzubauen. Hierfür sollten schon jetzt die Rohrleitungen verlegt werden, da spätere Arbeiten an den Leitungen die Dämmung beschädigen können. Dies schlägt sich nur geringfügig in den Kosten nieder und spart später den Eingriff in die bereits bestehende Dämmung.



Prinzipskizze: Lage der Dämmung im Keller

## AUSTAUSCH HEIZKESSEL

### KURZBESCHREIBUNG

Der vorhandene Heizkessel wird gegen einen neuen Heizkessel mit Brennwertnutzung ausgetauscht. Dieser wird weiterhin mit Erdgas betrieben.

Ein hydraulischer Abgleich wird durchgeführt.

### SO GEHT ES

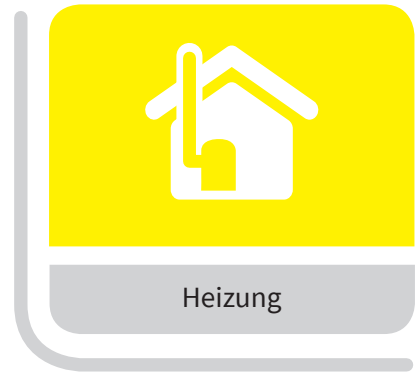
Zunächst muss eine Abgasleitung in Ihren Schornstein eingezogen werden, um diesen für die Brennwertnutzung vorzubereiten.

Ist Ihr vorhandener Brauchwasserspeicher noch funktionstüchtig, kann er weiterhin genutzt werden. In Maßnahmenpaket 4 wird er ohnehin gegen einen Solarspeicher ausgetauscht. Ihr Heizungsbauer montiert den Brennwertkessel und stellt alle Anschlüsse her. Dann wird der neue Kessel an Ihre individuellen Nutzungsanforderungen angepasst. Die Einstellung und Optimierung Ihres neuen Heizsystems führt Ihr Heizungsbauer durch. Weitere Hinweise dazu finden Sie auf der Seite „Heizungsoptimierung“.

### ZU BEACHTEN

Die Nennwärmeleistung des Heizkessels sollte über einen weiten Bereich modulierbar sein, das heißt, die Leistung des Kessels muss sich an den Wärmebedarf anpassen lassen. Durch diese Anpassungsmöglichkeit soll ein möglichst effizienter Betrieb gewährleistet werden. Nach Umsetzung der Dämmarbeiten in den Maßnahmenpaketen 2 und 3 sinkt die Heizlast des Gebäudes beträchtlich.

Die neuen Pumpen müssen auf Ihre individuellen Anforderungen eingestellt werden. Die Einstellung der Heizkreispumpe richtet sich nach den Erfordernissen des hydraulischen Abgleichs, die der Brauchwasserladepumpe nach Ihrem persönlichen Tagesablauf und damit nach den Zeiten, an denen Sie warmes Wasser benötigen.



**IHRE NOTIZEN ZUM MASSNAHMENPAKET 1**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Beispiel 4.5.17

## MASSNAHMENPAKET 2

### DAS BRINGT ES

- ✓ Verminderung der Wärmeverluste über die Dachflächen
- ✓ Ausgeglichenes Raumklima
- ✓ Besserer Hitzeschutz im Sommer

### WANN / WARUM (AUSLÖSER)

Voraussichtlich 2020 im Zuge der geplanten Renovierung des Dachgeschosses



### IHRE MASSNAHMEN IN DER ÜBERSICHT

Maßnahme	Ausführung	Energetische Bewertung	
		vorher	nachher
Dämmung Dach	18 cm Wärmedämmung der Wärmeleitstufe (WLS) 032		
Austausch Dachflächenfenster	Dachflächenfenster mit einem U-Wert des gesamten Fensters von 1,00 W/(m²K)		
Heizungsoptimierung*	Hydraulischer Abgleich		
<b>Qualitätssicherung &amp; begleitende Maßnahmen</b>		<b>Erreichte Qualität</b>	
Luftdichtheit*			
Wärmebrücken*			
<b>Energiekennwerte</b>			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf		119 kWh/(m²a)	
Flächenbezogener Endenergiebedarf		107 kWh/(m²a)	
Kohlendioxid-Emissionen		25 kg/(m²a)	
<b>Investitionskosten</b>		<b>davon Instandhaltung</b>	<b>Förderung**</b>
41.800 €		22.900 €	ggf. möglich

\* Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie im Kapitel „Qualitätssicherung & Optimierung“.

\*\* Aktuelle Fördermöglichkeiten bitte zum Zeitpunkt der Umsetzung prüfen.



## DÄMMUNG DACH

### KURZBESCHREIBUNG

Zwischen den Sparren des Dachs werden 18 cm Wärmedämmung der Wärmeleitstufe (WLS) 032 eingebaut. Nach Einbau der Dämmung weist das Dach einen U-Wert von  $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  auf. Damit erfüllt das Dach die Anforderungen der heute geltenden Fassung der EnEV an Einzelbauteile.

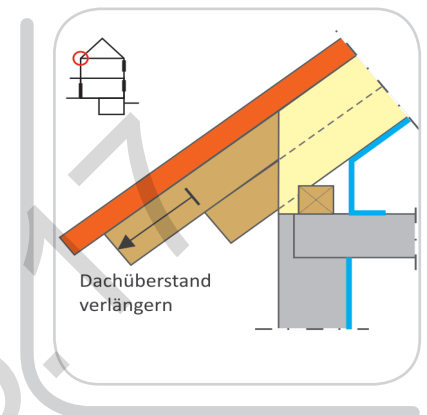
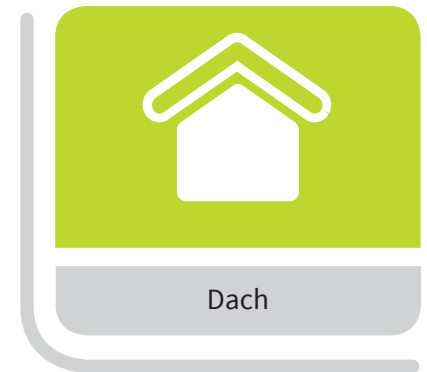
### SO GEHT ES

Für die Sanierung der Dachflächen Ihres Gebäudes wurde die Zwischensparrendämmung gewählt (vgl. Abb. Dämmung Dach und Verlängerung Dachüberstand). Wird die Dämmung von der Außenseite angebracht, entstehen für Sie keine Einschränkungen innerhalb des Hauses.

Zum Einbringen des Dämmstoffs ist der Rückbau der Dacheindeckung und der alten Ausfachung erforderlich. Um die Sparrenhöhe der notwendigen Dämmstoffdicke anzupassen, müssen die Sparren verstärkt werden. Nach Einbau der Dampfbremsschicht und des luftdichten Anschlusses an die benachbarten Bauteile wird die Dämmung in die Sparrenzwischenräume lückenlos eingelegt und mit der Unterspannbahn geschützt und die Dacheindeckung wird erneuert. Im Zuge der Dacharbeiten wird der Dachüberstand bereits für die spätere Dämmung der Außenwände verbreitert. Die Dachflächendämmung sollte bis auf die Mauerkronen der aufgehenden Außenwände gezogen werden, um spätere Wärmebrücken zu vermeiden. Die Herstellung der luftdichten Schicht ist lückenlos umzusetzen. Die Funktionstüchtigkeit der luftdichten Schicht sollte mittels eines Luftdichtheitstests im Anschluss überprüft werden.

### ZU BEACHTEN

Bei der Erneuerung des Dachs sollten alle Durchdringungen bzw. Installationen für spätere Anlagentechnik beachtet werden. Bereiten Sie die spätere Installation der Solaranlage vor, indem Sie Anker und Leitungsdurchführungen schon installieren lassen. So kann die Montage der Solaranlage einfach und ohne Beschädigung der vorhandenen Dachkonstruktion erfolgen.



Prinzipialskizze: Dämmung Dach und Verlängerung Dachüberstand

## AUSTAUSCH DACHFLÄCHENFENSTER

### KURZBESCHREIBUNG

Die Dachflächenfenster werden gegen Fenster mit einem U-Wert des gesamten Fensters von höchstens  $1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ausgetauscht.

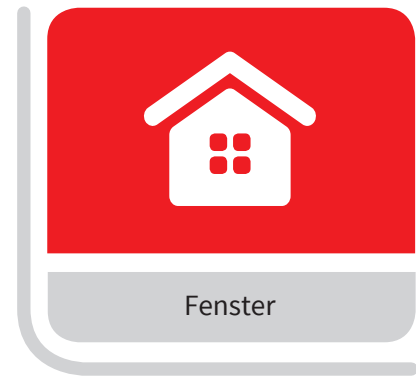
### SO GEHT ES

Im Zuge der Dämmarbeiten am Dach werden die vorhandenen Dachflächenfenster gegen neue Dachflächenfenster ausgetauscht.

### ZU BEACHTEN

Bei der Auswahl der Dachflächenfenster ist auch eine ausreichende und wirksame Verschattungsmöglichkeit zu beachten, um unerwünscht hohe Temperaturen in den Dachräumen zu verhindern.

Bei der Montage der Fenster ist auf den lückenlosen Anschluss der Wärmedämmung und der luftdichten Ebene besonders zu achten.



Beispiel 4.5.17



# MASSNAHMENPAKET 3



## DAS BRINGT ES

- ✓ Die Behaglichkeit in allen Räumen Ihres Hauses steigt.
- ✓ Dichte Fenster verhindern zukünftig unangenehme Zugluft.
- ✓ Die Lüftungsanlage sorgt automatisch für frische Luft.
- ✓ Der Brennstoffverbrauch geht deutlich zurück.

## WANN / WARUM (AUSLÖSER)

2025 bis 2030, mit Reparatur Außenwand oder Fenster, möglichst kurzfristig nach den vorhergehenden Modernisierungen

## IHRE MASSNAHMEN IN DER ÜBERSICHT

Maßnahme	Ausführung	Energetische Bewertung	
		vorher	nachher
Dämmung Außenwände	Dämmung Außenwand 18 cm WLS 035		→
Austausch Fenster und Haustür	Erneuerung Fenster $U = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ Erneuerung Haustür $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		→
Lüftungsanlage mit WRG	Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage		→
Qualitätssicherung & begleitende Maßnahmen		Erreichte Qualität	
Luftdichtheit*			
Wärmebrücken*			
Energiekennwerte			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf		71 kWh/(m²a)	
Flächenbezogener Endenergiebedarf		62 kWh/(m²a)	
Kohlendioxid-Emissionen		15 kg/(m²a)	
Investitionskosten		davon Instandhaltung	Förderung**
45.300 €		10.500 €	ggf. möglich

\* Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie im Kapitel „Qualitätssicherung & Optimierung“.

\*\* Aktuelle Fördermöglichkeiten bitte zum Zeitpunkt der Umsetzung prüfen.

## DÄMMUNG DER AUSSENWÄNDE

### KURZBESCHREIBUNG

Dämmung der Außenwände mit 18 cm Dämmplatten der Wärmeleitstufe (WLS) 035

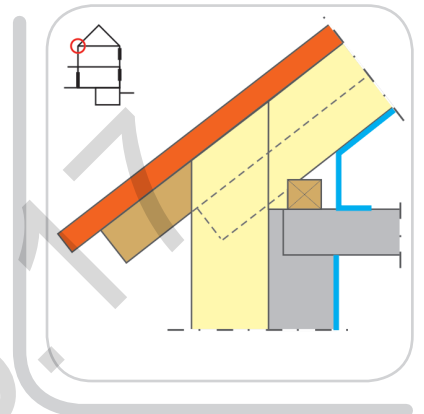
### SO GEHT ES

Das vorhandene Wärmedämmverbundsystem ist zu entfernen und der Untergrund gemäß Herstellervorschrift vorzubereiten. Auf alle Außenwände wird ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmstärke von 18 cm (WLS 035) aufgebracht. Vorhandene Verkleidungen an der Traufe sind zu öffnen, um die Dämmung bis zum vorbereiteten Anschluss im Dachbereich zu führen (vgl. Abb. Lückenloser Anschluss Außenwanddämmung an Zwischensparrendämmung). Im Bereich der Außentür ist eine Laibungsdämmung vorzusehen. Wurden die Fenster bündig zur Außenwand montiert, bildet die Wanddämmung die Fensterlaibung. Die Fensterrahmen sollten so weit wie möglich überdämmt werden (vgl. Abb. Anschluss Dämmebene zum Fenster).

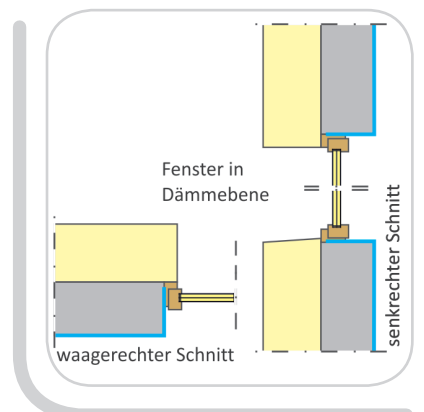
Der Sockelbereich sollte ebenfalls mit entsprechend geeigneten Dämmplatten wärmegeklämt werden (vgl. Abb. Dämmung Außenwand ergänzend zur bereits gedämmten Kellerdecke).

### ZU BEACHTEN

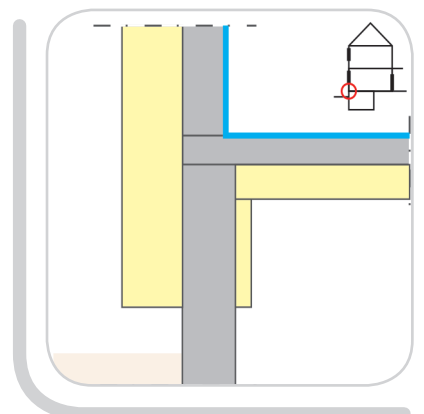
Bei den Anschlüssen zu Fenstern, Türen und Dach ist besonders auf eine wärmebrückenminimierende und luftdichte Ausführung zu achten. Die Außen- und Innenfugen sind sorgfältig auszubilden. Die Zu- und Abluftöffnungen für die Lüftungsanlage sind wärmebrückenfrei in die Außenwanddämmung zu integrieren.



Prinzipkizze: Anschluss Außenwanddämmung an Zwischensparrendämmung



Prinzipkizze: Anschluss Außenwanddämmung



Prinzipkizze: Dämmung Außenwand, ergänzend zur bereits gedämmten Kellerdecke

# AUSTAUSCH FENSTER UND HAUSTÜR

## KURZBESCHREIBUNG

Einbau von Fenstern mit Dreifachverglasung, gedämmten Fensterrahmen und verbessertem Glasrandverbund, U-Wert von höchstens 1,0 W/(m<sup>2</sup>K)

Einbau einer neuen Haustür mit einem Gesamt-U-Wert von höchstens 1,80 W/(m<sup>2</sup>K)

## SO GEHT ES

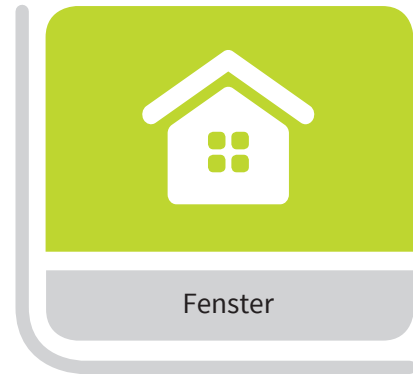
Die neue Haustür und die neuen Fenster sollten so montiert werden, dass die Fensterrahmen möglichst bündig zum bestehenden Außenputz eingebaut werden (vgl. Abb. Fenstermontage außenbündig mit der Wand). Damit vermeiden Sie im Endzustand tiefe Außenfensterlaibungen (sogenannte Schießscharten-Optik) und hohe Wärmebrückenverluste.

Gleichzeitig können die Fenster im Winter mehr Sonnenwärme ins Haus lassen.

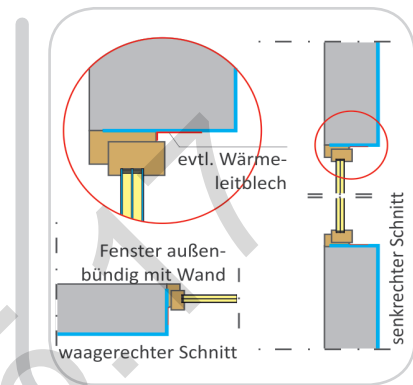
## ZU BEACHTEN

Beim Einbau der neuen Fenster und der neuen Haustür ist auf die luftdichte Ausführung der Innenfugen zum angrenzenden Mauerwerk zu achten.

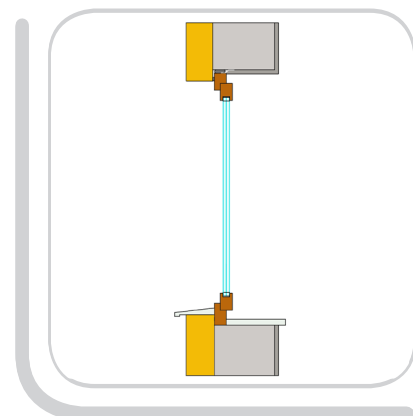
Mit dem Einbau neuer, luftdichter Fenster wird die zeitgleiche Installation einer kontrollierten Wohnraumlüftung empfohlen, da hierdurch die Raumluftfeuchte auf ein bauphysikalisch unkritisches Niveau begrenzt werden kann. Damit wird das Risiko von Tauwasserbildung, Schimmel und Feuchteschäden entscheidend reduziert.



Fenster



Prinzipiskizze: Fenstermontage außenbündig mit der Wand



Prinzipiskizze: Anschluss Dämmebene zum Fenster

## LÜFTUNGSANLAGE MIT WRG

### KURZBESCHREIBUNG

Einbau einer zentralen Lüftungsanlage mit ca. 80 % Wärmerückgewinnung

### SO GEHT ES

Damit auch nach Ausführung der Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle der erforderliche Luftwechsel gewährleistet ist, erstellt ein Fachplaner entsprechend Ihren Bedürfnissen, dem Grundriss und den baulichen Randbedingungen ein Lüftungskonzept.

Im Anschluss ist eine Anlage auszuwählen, die unter den gegebenen baulichen Voraussetzungen am besten geeignet ist. Dabei hilft Ihnen ein Fachplaner für die Haustechnik.

Allein aus energetischen Gründen ist bei einer ohnehin erforderlichen mechanischen Wohnungslüftung ein Gerät mit effizienter Wärmerückgewinnung die sinnvollste Lösung. Neben der Reduktion der Lüftungswärmeverluste sorgt die Wärmerückgewinnung vor allem für komfortable Zulufttemperaturen und ist schon aus Gründen der Behaglichkeit einer Abluftanlage mit Außenluftnachströmung vorzuziehen.

### ZU BEACHTEN

Damit die Lüftungsanlage nicht nur die Anforderungen an die Luftqualität erfüllt, sondern sich auch bestmöglich in das Gebäude integriert, sollte der Fachplaner für die Haustechnik rechtzeitig eingebunden werden. Mit ihm können Sie verschiedene Lösungen besprechen. Die vorausschauende Beachtung von Schnittstellen zu anderen Maßnahmen wie zum Beispiel Dämmung der Kellerdecke erspart zusätzliche Kosten und Bauschmutz.



Beispiel 4.5.11





Beispiel 4.5.17

# MASSNAHMENPAKET 4



## DAS BRINGT ES

- ✓ Klimafreundliche Wärmeerzeugung
- ✓ Weniger Brennstoffverbrauch
- ✓ Geringe Heizkosten

## WANN / WARUM (AUSLÖSER)

Voraussichtlich 2033 abschließende Sanierung zum KfW-Effizienzhaus 85

## IHRE MASSNAHMEN IN DER ÜBERSICHT

Maßnahme	Ausführung	Energetische Bewertung	
		vorher	nachher
Solaranlage installieren	Thermische Solaranlage ca. 10 m <sup>2</sup> für Heizung und Warmwasser		
<b>Qualitätssicherung &amp; begleitende Maßnahmen</b>		<b>Erreichte Qualität</b>	
Luftdichtheit*			
Wärmebrücken*			
<b>Energiekennwerte</b>			
Flächenbezogener Primärenergiebedarf		50 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Flächenbezogener Endenergiebedarf		43 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Kohlendioxid-Emissionen		11 kg/(m <sup>2</sup> a)	
<b>Investitionskosten</b>		<b>davon Instandhaltung</b>	<b>Förderung**</b>
8.600 €		0 €	ggf. möglich

\* Details zu wiederkehrenden Maßnahmen finden Sie im Kapitel „Qualitätssicherung & Optimierung“.

\*\* Aktuelle Fördermöglichkeiten bitte zum Zeitpunkt der Umsetzung prüfen.

## SOLARANLAGE INSTALLIEREN

### KURZBESCHREIBUNG

Installation einer thermischen Solaranlage mit ca. 10 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Die Größe der Kollektorfläche ermöglicht die gleichzeitige Nutzung der Solaranlage für die Warmwasserbereitung und die Unterstützung der Raumheizung.

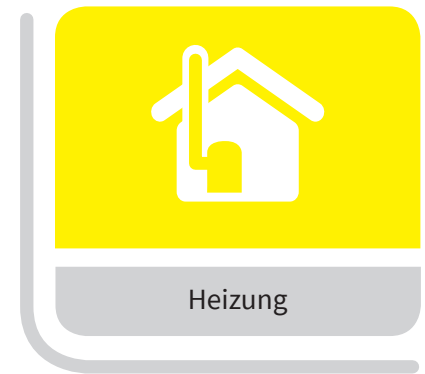
### SO GEHT ES

Sie haben sich für eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung entschieden. Auf der südlichen Dachfläche werden die Solarkollektoren montiert und an den Pufferspeicher im Keller angeschlossen. Der Speicher sollte ein ausreichendes Puffervolumen von ca. 300 bis 500 Liter besitzen, um das umweltfreundlich erzeugte Warmwasser auch zwischenspeichern zu können. Die Solaranlage wird über den Pufferspeicher mit der Heizungsanlage verbunden, sodass der Wärmebedarf vorrangig mit Solarenergie gedeckt wird.

### ZU BEACHTEN

Es gibt zwei Typen von Solarkollektoren: Flach- und Vakuumröhrenkollektoren. Für eine Anlage zur Heizungsunterstützung sollten möglichst die effizienteren Röhrenkollektoren verwendet werden, da sie ganzjährig und nicht nur in den Sonnenstunden einsetzbar sind. Zudem können sie auch flexibler auf dem Dach montiert werden, da die Röhren durch Drehen optimal zur Sonne ausgerichtet werden können. Bei der Montage der Solaranlage muss darauf geachtet werden, dass an den Durchdringungen für die Solarleitungen sorgfältig die Luftdichtheitsschicht wieder geschlossen wird. Dafür gibt es im Fachhandel geeignete Dichtmanschetten. Ebenfalls ist auf Wärmebrückenminimierung durch vorgefertigte Montageelemente zu achten.

Viele Beispiele zeigen, wie Kollektoren gut in das Dach integriert werden können und Ihr Haus auch mit Solaranlage optisch zum Highlight wird.





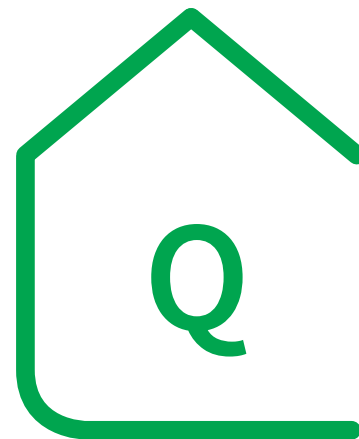
Beispiel 4.5.17

# QUALITÄTSSICHERUNG & OPTIMIERUNG

## QUALITÄTSSICHERUNG

Die energetische Sanierung stellt einen sehr komplexen Eingriff in die Bausubstanz und in das Nutzerverhalten dar. Deshalb sollte die Umsetzung sorgfältig im Rahmen der Baubegleitung überwacht werden. Die Baubegleitung wird meist von der KfW gefördert (Programm-Nr. 431). Um die Qualität der ausgeführten Arbeiten sicherzustellen, ist die Beauftragung von Fachfirmen sinnvoll.

Zu den Maßnahmen der Qualitätssicherung zählen Mess- und Nachweismethoden, zum Beispiel Luftdichtheitsmessungen, Gebäudethermografie und Wärmebrückenberechnungen. Maßnahmen zur Qualitätssicherung sollten bereits vor Ausführungsbeginn geplant werden. Bei der Planung und Abstimmung der verschiedenen Maßnahmen mit den einzelnen Fachfirmen kann ich Sie gerne unterstützen.



## WÄRMEBRÜCKEN

Eine Wärmebrücke ist ein begrenzter Bereich im Bauteil eines Gebäudes, durch den die Wärme schneller nach außen transportiert wird als im unmittelbar angrenzenden Bereich. Wärmebrücken sind an jedem Gebäude aufgrund der geometrischen Gegebenheiten oder unterschiedlicher Baustoffe vorhanden. Im Altbau sorgen sie für höhere Wärmeverluste und geringere Innenoberflächentemperaturen. Die Folgen können bis hin zur Schimmelpilzbildung reichen, die zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann. Auch konstruktive Schäden wie die Zerstörung von Holzbalken sind möglich. Deshalb sollten Wärmebrücken möglichst vermieden bzw. mit geeigneten Maßnahmen reduziert werden. Das heißt, dass bei jedem Sanierungsschritt die Wärmebrücken optimiert werden sollten. Zusätzlich müssen die Anschlüsse an künftig zu sanierende Bauteile so vorgerüstet werden, dass auch bei deren Sanierung ein wärmebrückenarmer Anschluss hergestellt werden kann. Um das zu gewährleisten, sind eine detaillierte Fachplanung und eine sorgfältige Umsetzung der relevanten Anschlüsse notwendig.

## LUFTDICHTHEIT

Die Wärmeschutzmaßnahmen am und im Gebäude sind lückenlos und dauerhaft luftundurchlässig auszuführen, damit durch das Wohnen erzeugte Feuchte nicht in die Baukonstruktion eindringen kann. Dies betrifft insbesondere Anschlüsse zwischen den Bauteilen und die Ausbildung der luftdichten Ebene. Eine Herausforderung im Altbau stellen die Holzbalkendecken der Geschossdecken und die Holzkonstruktion im Dachbereich dar. Um die Gebäudeluftdichtheit zu erreichen, ist bereits in der Planungsphase ein Konzept von einem Fachplaner zu erstellen. Damit kann erreicht werden, dass Schnittstellen zwischen den Gewerken besser funktionieren und an später nicht mehr zugänglichen Stellen ein fachgerechter Anschluss erfolgen kann. Diese Qualitätssicherungsmaßnahme macht sich auch als Einsparung durch verminderte Leckagen beim Heizwärmebedarf bemerkbar. Durch die verbesserte Luftdichtheit des Hauses muss auf ausreichende Lüftung geachtet werden. Die Mindestanforderungen enthält das Lüftungskonzept.



Tipp

- ✓ Lüftungskonzept vor Maßnahmenbeginn erstellen lassen. Das erspart eventuelle Nacharbeiten oder Korrekturen.
- ✓ Nach Abschluss von Maßnahmen an der Gebäudehülle sollten verbleibende Undichtheiten mithilfe eines Abluftgebläses gesucht und anschließend abgedichtet werden. Die luftdichte Schicht muss zu diesem Zeitpunkt noch zugänglich sein, damit gegebenenfalls noch Undichtheiten behoben werden können.

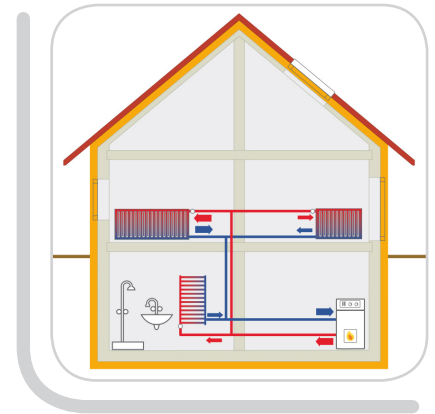
## HEIZUNGSOPTIMIERUNG

Unter dem Begriff Heizungsoptimierung werden eine Reihe von Maßnahmen zusammengefasst, die zum einen zur Effizienzsteigerung führen und zum anderen die Energieverluste im Anlagensystem mindern helfen.

Maßnahmen zur Anlagenoptimierung umfassen Bereiche, die ausschließlich dem Heizungsfachmann überlassen werden sollten, bieten aber auch ausreichend Möglichkeit für Eigenleistungen wie zum Beispiel das Dämmen von Rohrleitungen.

Zu den Maßnahmen zur Optimierung der Heizungsanlage zählen:

- ✓ Einbau hocheffizienter Heizkreispumpen
- ✓ Dämmung der Rohrleitungen
- ✓ Einstellung des Wärmeerzeugers auf neue Heizlast
- ✓ Einbau voreinstellbarer Thermostatventile
- ✓ Durchführung eines hydraulischen Abgleichs



Prinzipische Skizze: Hydraulisch abgeglichenes Heizungssystem

### EINBAU HOCHEFFIZIENTER PUMPEN

Der Austausch alter, unregelter Umwälzpumpen gegen hocheffiziente, selbstregelnde Pumpen sollte fester Bestandteil von Optimierungsmaßnahmen am Heizsystem sein. Gleichzeitig stellen die Effizienzpumpen einen wichtigen Baustein und die Voraussetzung für den hydraulischen Abgleich des gesamten Anlagensystems dar.

### DÄMMUNG DER ROHRLEITUNGEN

Große Wärmeverluste entstehen über ungedämmte Rohrleitungen im Heizungs- und Warmwassersystem. Deshalb sollten sie vollständig mit Dämmung ummantelt werden, dabei sind auch Armaturen und Pumpen einzubeziehen.

### HYDRAULISCHER ABGLEICH

Mit dem hydraulischen Abgleich ist es möglich, die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse im Heizsystem so zu verbessern, dass jedem Heizkörper im System eine ausreichende Wassermenge mit der notwendigen Vorlauftemperatur zur Beheizung der Räume zur Verfügung steht. Der hydraulische Abgleich wird vom Heizungsfachmann ausgeführt. Vor der Einstellung der Heizung ist eine Berechnung der Raumheizlast erforderlich. Anhand der Berechnungsergebnisse kann der Fachmann die erforderlichen voreinstellbaren Thermostatventile auswählen und die dazugehörigen Einstellungen festlegen und vornehmen.

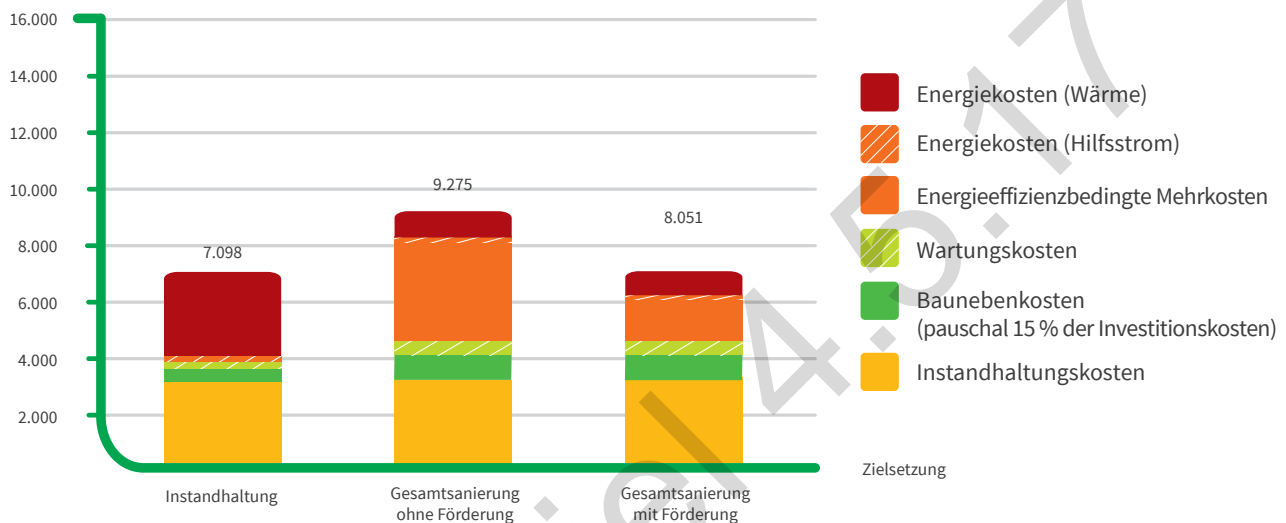
### EINSTELLEN AUF NEUE HEIZLAST

Die Heizlast ist diejenige technische Größe, mit der in den Räumen Heizkörper dimensioniert werden und die für das Gesamtgebäude die Kesselleistung bestimmt. Wärmeerzeuger werden mit einer Leistung, die der künftigen Heizlast entspricht, im Gebäude installiert. Deshalb sollte vor Einbau eines Heizkessels die Heizlast des Gebäudes ermittelt werden. In Verbindung mit der Heizlast stehen auch die Systemtemperaturen auf dem Prüfstand. Eine Absenkung der Vorlauftemperatur erschließt große Einsparpotenziale. Bei der schrittweisen energetischen Sanierung sollte nach Umsetzung von Maßnahmen an der Gebäudehülle geprüft werden, ob eine Absenkung der Vorlauftemperatur durchgeführt werden kann, ohne auf eine komfortable Raumtemperatur zu verzichten.

# KOSTENDARSTELLUNG

Neben den positiven Auswirkungen auf Wohnraum und Wohnklima werden an eine energetische Sanierung auch wirtschaftliche Ansprüche gestellt. Im Sanierungsfahrplan erfolgt die Kostendarstellung anhand von jährlichen Gesamtkosten für die Wärmeversorgung des Gebäudes. Die Gesamtsanierung (mit und ohne Förderung) wird dabei mit einer reinen Instandhaltungsvariante verglichen. Für die Darstellung der „Gesamtsanierung mit Förderung“ wurde ein Förderzuschuss abgezogen, der bei einer Komplettsanierung auf Effizienzhausniveau in einem Zug zum heutigen Zeitpunkt möglich wäre. Bei der Auswertung des Diagramms gilt jedoch zu berücksichtigen, dass aufgrund der Unsicherheit zukünftiger Kostenentwicklungen Varianten mit geringen Differenzen von ca. 5 bis 10 Prozent bei den Gesamtkosten als gleichwertig angesehen werden sollten. Die nachstehende Grafik zeigt die jährlichen Kosten Ihres Sanierungsfahrplans.

## JÄHRLICHE GESAMTKOSTEN ALLER MASSNAHMENPAKETE IN EURO



Die annuitätische Gesamtkostendarstellung rechnet über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren die Kosten Ihres Sanierungsvorhabens in gleich große jährliche Kosten (Annuität) um und ist somit von der Aussage her vergleichbar mit der jährlichen Rate eines über 20 Jahre laufenden Bankdarlehens. Aus Vereinfachungsgründen wurden über den Zeitraum des Sanierungsfahrplans einmalig anfallende Investitionskosten für Instandhaltung und Energieeffizienz sowie Baunebenkosten auf den heutigen Zeitpunkt bezogen und mittels des Annuitätenfaktors umgerechnet. Es wurde keine allgemeine Teuerungsrate berücksichtigt. Ab dem 21. Jahr, wenn die Sanierung „abbezahlt“ ist, bleiben die geringen, jährlichen Kosten für Wartung und Energie, die für die annuitätische Kostendarstellung nicht weiter umgerechnet werden müssen. Das neue Wohlfühlklima genießen Sie hingegen schon ab Maßnahmenumsetzung und auf unbestimmte Zeit.

Im Sanierungsfahrplan wird für die Energiepreisentwicklung eine Prognose basierend auf dem „Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“ der Bundesstelle für Energieeffizienz vom 01. Dezember 2015 verwendet. Für jeden Brennstoff wurden dabei Preissteigerungen abgeleitet, die einen Mix aus Arbeitspreis und Grundpreis für einen typischen Verbraucher darstellen. Ihre verbrauchsangepassten Energiekosten für Wärme wurden mit den Preisen für 2030 berechnet, da diese etwa dem langjährigen Mittelwert der nächsten 20 Jahre entsprechen (vgl. Tabelle).

### Die angenommenen Rahmenbedingungen sind:

Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Angenommener Darlehenszins	2 %
Zukünftiger Energiepreis Hilfsstrom	28,4 Cent/kWh
Zukünftiger Energiepreis Erdgas H	8,5 Cent/kWh



# INFORMATIONEN AUF EINEN BLICK

## ANGABEN ZUM GEBÄUDE

Gebäudefeature	Individuelle Angaben
Haustyp	Einfamilienhaus
Bauweise	massiv
Keller	ja / unbeheizt
Geschätzte Wohnfläche	158 m <sup>2</sup>
Lage	innerorts
Baujahr	1935
Objektzustand	gepflegt
Dachform	Walmdach
Heizungsart / Energieträger	Niedertemperaturkessel Erdgas H

## KOSTENÜBERSCHLAG

	Investitionskosten*	davon Instandhaltungskosten	Förderung**
Maßnahmenpaket 1 Dämmung Kellerdecke, Austausch Heizkessel	16.400 €	8.600 €	1.400 €
Maßnahmenpaket 2 Dämmung Dach, Austausch Dachflächenfenster	41.800 €	22.900 €	ggf. möglich ***
Maßnahmenpaket 3 Dämmung Außenwände, Austausch Fenster und Haustür, Lüftungsanlage mit WRG	45.300 €	10.500 €	ggf. möglich ***
Maßnahmenpaket 4 Solaranlage installieren	8.600 €	0 €	ggf. möglich ***
<b>Gesamt</b>	<b>112.100 €</b>	<b>42.000 €</b>	

\* Die angegebenen Investitionskosten beruhen auf einem Kostenüberschlag zum Zeitpunkt der Erstellung des Sanierungsfahrplans. Es handelt sich hierbei nicht um eine Kostenermittlung nach DIN 276. Zu den tatsächlichen Ausführungskosten können Abweichungen auftreten. Vor Ausführung sind konkrete Angebote von Fachfirmen einzuholen.

\*\* Förderbeträge: Stand 10/2016  
Förderzuschuss aus dem Förderprogramm des Bundes: KfW-Programm 430  
Förderung für: Heizungserneuerung

Für die Antragstellung ist ein Sachverständiger aus der Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes einzubinden.

\*\*\* Im Fall einer Schritt-für-Schritt-Sanierung lässt sich die Förderung nicht verlässlich für die Zukunft bestimmen, weshalb hier nur die Fördersumme für das erste Maßnahmenpaket dargestellt ist. Für die anderen Maßnahmenpakete sind die aktuellen Förderbedingungen zum Zeitpunkt der Umsetzungsphase zu erfragen.

# TECHNISCHE DOKUMENTATION

Bauteile der thermischen Hülle im Istzustand	
Bauteil	Beschreibung
Keller/unterer Gebäudeabschluss	Kellerdecke – 120,00 m <sup>2</sup> – 2,4 cm Dielung – 8,0 cm Lagerhölzer – 5,0 cm Zement-Estrich – 10,0 cm Hohldielendecke
Kellerabgang	Nicht im beheizten Gebäudevolumen enthalten
Wände	Außenwände 38 cm – 118,65 m <sup>2</sup> – 38,0 cm Vollziegel, Hochlochziegel – 6,0 cm Polystyrol-Partikelschaum – 1,0 cm Kunstharzputz – 1,5 cm Kalk-Zement-Putz
Fenster	Holzfenster mit Zweifachisolierverglasung
Dach/oberer Gebäudeabschluss	Sparrendach – 117,04 m <sup>2</sup> – Deckung: Tondachsteine auf Lattung – 1,0 cm Unterspannbahn – 14,0 cm 10/14 cm Dachsparren – 5,0 cm HWL-Platten – 2,0 cm Putz
Anlagentechnik im Istzustand	
Heizung	Zentralheizung, 18 kW, Baujahr 1992
Wärmeverteilung	– Netztyp Steigstrangtyp – Auslegungstemperatur 70/55 °C – Heizkörper, Anordnung Heizkörper an Außenwand – Thermostatventile mit 2 K Schaltdifferenz – Nicht hydraulisch abgeglichen – Nachtbetrieb abgesenkt; 8 Stunden
Warmwasser	Zentrale Warmwasserbereitung – Warmwasser-Erzeugung über die Heizungsanlage – 230-l-Speicher, Aufstellung außen – Ohne Zirkulation
Lüftung	Freie Fensterlüftung

## KENNWERTE MASSNAHMENPAKET 1 UND ZIELZUSTAND

Kenngrößen allgemein			ISTZUSTAND	Maßnahmenpaket 1	ZIELZUSTAND (Abschluss Maßnahmenpaket 4)	
Anzahl Wohneinheiten	WE	-	1	1	1	
Thermische Hüllfläche	A	m <sup>2</sup>	411,1	411,1	411,1	
Gebäudenutzfläche	A <sub>N</sub>	m <sup>2</sup>	182,9	182,9	182,9	
Beheiztes Bruttovolumen	Ve	m <sup>3</sup>	571,5	571,5	571,5	
Kompaktheit	A / Ve	m <sup>-1</sup>	0,72	0,72	0,72	
Spezifischer Jahres - Primärenergiebedarf	q <sub>p</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	280,3	215,8	49,6	
Einsparung spezifische Primärenergie	Δ q <sub>p</sub>	%	-	23 %	82 %	
EnEV-Anforderungswert für Neubau	q <sub>p,EnEV,N</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	55,6	55,6	57	
EnEV-Anforderungswert für Modernisierung	q <sub>p,EnEV,M</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	103,9	103,9	106,4	
Spezifischer Transmissionswärmeverlust	H <sub>T</sub> <sup>1</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,193	1,06	0,343	
EnEV-Anforderungswert für Neubau	H <sub>T,EnEV,N</sub> <sup>1</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,346	0,346	0,346	
EnEV-Anforderungswert für Modernisierung	H <sub>T,EnEV,M</sub> <sup>1</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,56	0,56	0,56	
Spezifischer Endenergiebedarf	q <sub>E</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	252	193,9	42,6	
Einsparung spezifische Endenergie	Δ q <sub>E</sub>	%	-	23 %	83 %	
Spezifischer Heizwärmebedarf	q <sub>H</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	188,2	167,7	54,2	
Kohlendioxid-Emissionen	CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)	58,2	44,8	11	
Einsparung spezifische Kohlendioxid-Emissionen	Δ CO <sub>2</sub>	%	-	23 %	81 %	
Luftwechselrate	n	h <sup>-1</sup>	0,7	0,7	0,5	
Wärmebrückenzuschlag	Δ U <sub>WB</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,1	0,1	0,03	
<b>Kenngrößen Gebäudehülle</b>						
Dach / oberer Abschluss	Fläche	A <sub>D</sub>	m <sup>2</sup>	149,3	149,3	149,3
Dach / oberer Abschluss	U-Wert	U <sub>D</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,72	1,72	0,21
Schrägdach / OGD / Flachdach – U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>D,OGD,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,24 / 0,24 / 0	0,24 / 0,24 / 0	0,24 / 0,24 / 0
Schrägdach / OGD / Flachdach – U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>D,OGD,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,14 / 0,14 / 0	0,14 / 0,14 / 0	0,14 / 0,14 / 0
Außenwand	Fläche	A <sub>AW</sub>	m <sup>2</sup>	118,7	118,7	118,7
Außenwand	U-Wert	U <sub>AW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,42	0,42	0,19
Außenwand – mittl. U-Wert Anforderungen EnEV/KfW		U <sub>m,AW,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,24	0,24	0,24
Außenwand – mittl. U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>m,AW,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,2	0,2	0,2
Wände gegen Erdreich / unbeheizt EnEV		U <sub>AWErde,AWUnb,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,3	0,3	0,3
Wände gegen Erdreich / unbeheizt KfW		U <sub>AWErde,AWUnb,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,25	0,25	0,25
Fenster / Türen	Fläche	A <sub>W</sub>	m <sup>2</sup>	28,5	28,5	28,5
Fenster / Türen	U-Wert	U <sub>W</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	2,75	2,75	1,01
Fenster / Türen - mittl. U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>m,W,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,35	1,35	1,35
Fenster / Türen - mittl. U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>m,W,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,98	0,98	0,98
Dachflächenfenster	Fläche	A <sub>DFF</sub>	m <sup>2</sup>	7,04	7,04	7,04
Dachflächenfenster	U-Wert	U <sub>DFF</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	3,0	3,0	1,0
Dachflächenfenster – mittl. U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>m,DFF,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,4	1,4	1,4
Dachflächenfenster – mittl. U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>m,DFF,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,95	0,95	0,95
Bodenplatte / unterer Abschluss	Fläche	A <sub>B</sub>	m <sup>2</sup>	120	120	120
Bodenplatte / unterer Abschluss	U-Wert	U <sub>B</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,94	0,24	0,24
Bodenplatte / Kellerdecken U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>B,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,3	0,3	0,3
Bodenplatte / Kellerdecken U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>B,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,3	0,3	0,3
<b>Kenngrößen Anlagentechnik</b>						
Baujahr Heizung		-	1992	-	-	
Leistung Heizung	P <sub>H</sub>	kW	18	15	10	
Solarer Deckungsanteil an Raumheizung		%	0 %	0 %	10 %	

Kenngrößen Anlagentechnik		ISTZUSTAND		Maßnahmenpaket 1	ZIELZUSTAND (Abschluss Maßnahmenpaket 4)
Energieträger Heizung		-	Erdgas H	Erdgas H	Erdgas H
Primärenergiefaktor Energieträger Heizung	$f_p$	-	1,1	1,1	1,1
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (UBA)		g/kWh	202	202	202
Weitere Heizungen vorhanden		-	-	-	HZ-Erzeuger - Maßnahme: Solaranlage mit Heizungsunterstützung
Baujahr Warmwasser		-	1992	-	-
Solarer Deckungsanteil Warmwasser		%	0 %	0 %	70 %
Energieträger Warmwasser		-	Erdgas H	Erdgas H	Erdgas H
Primärenergiefaktor Energieträger Warmwasser	$f_p$	-	1,1	1,1	1,1
Baujahr Lüftungsanlage		-	-	-	-
Wärmerückgewinnungsgrad Lüftungsanlage		%	0 %	0 %	80 %

## KENNWERTE MASSNAHMENPAKET 2 UND 3

Kenngrößen allgemein				Maßnahmenpaket 2	Maßnahmenpaket 3
Anzahl Wohneinheiten		WE	-	1	1
Thermische Hüllfläche		A	m <sup>2</sup>	411	411
Gebäudenutzfläche		A <sub>N</sub>	m <sup>2</sup>	183	183
Beheiztes Bruttovolumen		V <sub>e</sub>	m <sup>3</sup>	572	572
Kompaktheit		A / V <sub>e</sub>	m <sup>-1</sup>	0,72	0,72
Spezifischer Jahres-Primärenergiebedarf		q <sub>p</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	119,4	71
Einsparung spezifischer Primärenergie		Δ <sub>qp</sub>	%	57 %	75 %
EnEV-Anforderungswert für Neubau		q <sub>p,EnEV,N</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	55,6	56,6
EnEV-Anforderungswert für Modernisierung		q <sub>p,EnEV,M</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	103,9	103,9
Spezifischer Transmissionswärmeverlust		HT <sup>*</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,5	0,34
EnEV-Anforderungswert für Neubau		HT <sup>*</sup> <sub>EnEV,N</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,35	0,35
EnEV-Anforderungswert für Modernisierung		HT <sup>*</sup> <sub>EnEV,M</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,56	0,56
Spezifischer Endenergiebedarf		q <sub>E</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	106,9	62
Einsparung spezifische Endenergie		Δq <sub>E</sub>	%	58 %	75 %
Spezifischer Heizwärmebedarf		q <sub>H</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> a)	81,1	54,2
Kohlendioxid-Emissionen		CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)	24,9	15,4
Einsparung spezifische Kohlendioxid-Emissionen		ΔCO <sub>2</sub>	%	57 %	74 %
Luftwechselrate		n	h <sup>-1</sup>	0,6	0,55
Wärmebrückenzuschlag		ΔU <sub>WB</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,1	0,032
<b>Kenngrößen Gebäudehülle</b>					
Dach / oberer Abschluss	Fläche	A <sub>D</sub>	m <sup>2</sup>	143,9	143,9
Dach / oberer Abschluss	U-Wert	U <sub>D</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,214	0,214
Schrägdach / OGD / Flachdach – U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>D,OGD,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,24 / 0,24 / 0	0,24 / 0,24 / 0
Schrägdach / OGD / Flachdach – U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>D,OGD,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,14 / 0,14 / 0	0,14 / 0,14 / 0
Außenwand	Fläche	A <sub>AW</sub>	m <sup>2</sup>	118,7	118,7
Außenwand	U-Wert	U <sub>AW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,425	0,19
Außenwand – mittlerer U-Wert Anforderungen EnEV/KfW		U <sub>m,AW,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,24	0,24
Außenwand – mittlerer U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>m,AW,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,2	0,2
Wände gegen Erdreich / unbeheizt EnEV		U <sub>AWErde,AWUnb,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,3	0,3
Wände gegen Erdreich / unbeheizt KfW		U <sub>AWErde,AWUnb,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,25	0,25
Fenster / Türen	Fläche	A <sub>W</sub>	m <sup>2</sup>	28,5	28,5
Fenster / Türen	U-Wert	U <sub>W</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	2,261	1,015
Fenster / Türen – mittlerer U-Wert Anforderungen EnEV		U <sub>m,W,EnEV</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,35	1,35
Fenster / Türen – mittlerer U-Wert Anforderungen KfW		U <sub>m,W,KfW</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,985	0,985

Kenngrößen Gebäudehülle			Maßnahmenpaket 2	Maßnahmenpaket 3	
Dachflächenfenster	Fläche	$A_{\text{DFF}}$	m <sup>2</sup>	7,04	7,04
Dachflächenfenster	U-Wert	$U_{\text{DFF}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	1,0	1,0
Dachflächenfenster – mittlerer U-Wert Anforderungen EnEV			$U_{\text{m,DFF,EnEV}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	1,4
Dachflächenfenster – mittlerer U-Wert Anforderungen KfW			$U_{\text{m,DFF,KfW}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,95
Bodenplatte / unterer Abschluss	Fläche	$A_{\text{B}}$	m <sup>2</sup>	120	120
Bodenplatte / unterer Abschluss	U-Wert	$U_{\text{B}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,239	0,239
Bodenplatte / Kellerdecken U-Wert Anforderungen EnEV			$U_{\text{B,EnEV}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0
Bodenplatte / Kellerdecken U-Wert Anforderungen KfW			$U_{\text{B,KfW}}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,3
Kenngrößen Anlagentechnik					
Baujahr Heizung			-	-	-
Leistung Heizung			$P_{\text{H}}$	kW	15
Solarer Deckungsanteil an Raumheizung			%	0 %	0 %
Energieträger Heizung			-	Erdgas H	Erdgas H
Primärenergiefaktor Energieträger Heizung			$f_{\text{P}}$	-	1,1
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor				g/kWh	202
Weitere Heizungen vorhanden			-	-	-
Baujahr Warmwasser			-	-	-
Solarer Deckungsanteil Warmwasser			%	0 %	0 %
Energieträger Warmwasser			-	Erdgas H	Erdgas H
Primärenergiefaktor Energieträger Warmwasser			$f_{\text{P}}$	-	1,1
Baujahr Lüftungsanlage			-	-	-
Wärmerückgewinnungsgrad Lüftungsanlage			%	0 %	0 %

Energiebilanz ISTZUSTAND	[kWh/a]	[%]
Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle	41.322	74 %
Lüftungswärmeverluste	5.277	9 %
Warmwasserbedarf	1.317	2 %
Anlagenverluste	8.088	14 %
Interne Energiegewinne	1.050	2 %
Solare Energiegewinne	3.366	6 %

Kostendarstellung	Energiekosten (heutiger Preis) [€/a]	Energiekosten (zukünftiger Preis) [€/a]	annuitätische energiebedingte Mehrkosten [€/a]
ISTZUSTAND	2.680	3.040	-
Maßnahmenpaket 1	-	3.734	477
Maßnahmenpaket 2	-	2.197	1.156
Maßnahmenpaket 3	-	1.469	2.128
Maßnahmenpaket 4	-	820	526

### Förderprogramme:

KfW-Förderprogramm 430

### Angaben zur Nutzung regenerativer Energien:

Solare Heizungsunterstützung

Solare Brauchwasseranlage

Luft-Wärmerückgewinnung

## GEBÄUDEANSICHTEN



*Ansicht Nord*



*Ansicht Ost*



*Ansicht Süd*



*Ansicht West*

Beispiel 4.5.17

Mehr Infos unter:  
[www.machts-effizient.de](http://www.machts-effizient.de)  
Hotline 0800-0115 000

**DEUTSCHLAND**  
**MACHT'S**  
**EFFIZIENT.**

Software: Beispielsoftware  
Druckversion: 1.0  
EnEV: 2014  
Norm: DIN 4108-T6, DIN 4701-T10

Text S. 26–28: BMWi; S. 4–7, 10–13, 16–19, 22, 23,  
29–34: K. Kundig  
Bilder, Grafiken: BMWi  
Ausnahme: Foto S. 34 K. Kundig