

Muster-Beratungsbericht

zur

Vor-Ort-Beratung

gemäß der Richtlinie über die Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort - Vor-Ort-Beratung - des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie vom 10. September 2009

Gebäude: Mehrfamilienhaus Musterbericht
Straße Nr.
70XXX Stuttgart

Eigentümer: Herr Mustermann
Straße Nr.
70XXX Stuttgart

Beraterin: Frau Energieberaterin
BAFA-Beraternummer: XXXXX

Datum: 01.05.2011

Herausgeber

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Referat 424 Vor-Ort-Beratung

Frankfurter Straße 29-35

65769 Eschborn

Redaktion

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

ECONSULT Lambrecht Jungmann Partnerschaft Physiker und Ingenieur, Rottenburg

Schaller Sternagel Architekten, Stuttgart

Stand

Mai 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen.....	2
2	Zusammenfassung.....	4
2.1	Empfehlungen.....	4
2.2	Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenpakete.....	5
2.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	6
2.4	Vorteile der energetischen Sanierung.....	8
2.5	Empfehlungen bei schrittweiser Sanierung.....	8
2.6	Energie- und Schadstoffeinsparungen.....	11
2.7	Gesetze und Normen.....	12
3	Bestandsaufnahme.....	14
3.1	Gebäudedaten.....	14
3.2	Ansichten.....	14
3.3	Baulicher Zustand und Wärmedämmung der Gebäudehülle.....	15
3.4	Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	15
3.5	Heizungsanlage.....	16
3.6	Trinkwarmwasseranlage.....	17
3.7	Kurzbeschreibung des Nutzerverhaltens.....	17
4	Gebäudeanalyse.....	18
4.1	Energiebilanz des Gebäudes.....	18
4.2	Energieverbrauch.....	20
4.3	Energetische Einstufung des Gebäudes.....	21
5	Vorschläge für Energiesparmaßnahmen.....	22
5.1	Wärmedämmung der Außenwände.....	23
5.2	Austausch der Fenster und Haustüre.....	24
5.3	Wärmedämmung des Daches.....	25
5.4	Austausch der Dachflächenfenster.....	26
5.5	Wärmedämmung der Kellerdecke.....	27
5.6	Wärmedämmung der Kelleraußenwände im Treppenhaus.....	28
5.7	Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre.....	29
5.8	Wärmedämmung der Kellerbodenplatte im Treppenhaus.....	30
5.9	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.....	31
5.10	Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage.....	32
5.11	Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage.....	33
5.12	Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen.....	34
5.13	Vorschläge für Maßnahmenpakete.....	35
6	Förderung.....	38
7	Empfehlungen zur Stromeinsparung.....	40
7.1	Verbrauchsabrechnungen und Strompreisentwicklung.....	40
7.2	Wesentliche Stromverbraucher.....	41
7.3	Stromsparpotentiale und Empfehlungen.....	42
8	Anhang.....	44

1 Vorbemerkungen

Dieser Beratungsbericht soll Ihnen auf Basis einer möglichst genauen Ist-Analyse Ihres Gebäudes mögliche Sanierungsmaßnahmen aufzeigen. Diese Maßnahmen werden in Bezug auf die zu erzielende Energieeinsparung und die damit verbundenen Kosten und Förderungen beurteilt, verglichen und daraus empfehlenswerte Maßnahmenpakete geschnürt. Damit bekommen Sie für Ihr Gebäude eine Entscheidungshilfe zu ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Energiesparmaßnahmen an die Hand.

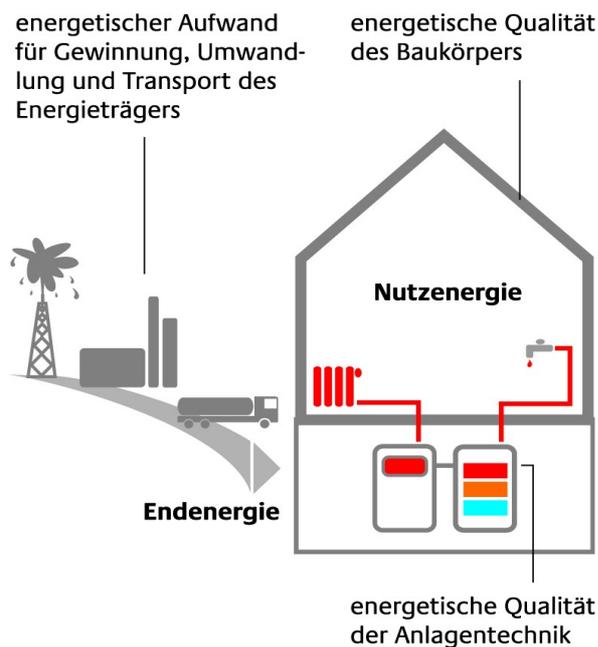
Treibhausgase

Bei jeder Nutzung von Energieträgern als Brennstoff wird CO_2 freigesetzt. Die dabei entstehende Menge an CO_2 hängt zum einen von der Art, zum anderen von der Menge des verbrannten Brennstoffs ab. So werden z. B. bei der Verwendung von Heizöl je verheiztem Liter Brennstoff etwa 3 kg CO_2 und bei der Erzeugung von Strom in Großkraftwerken für jede beim Endverbraucher entnommene kWh etwa 700 g CO_2 emittiert. Auch regenerative Brennstoffe emittieren bei der Verbrennung CO_2 . Dieses entstammt jedoch einem natürlichen Kreislauf und trägt damit nicht zur Klimaerwärmung bei.

Energieeinsparverordnung EnEV

Im Jahr 2002 wurde die erste Energieeinsparverordnung EnEV in Kraft gesetzt und seither in mehreren Stufen weiterentwickelt. Ein wesentliches Ziel dieser „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ ist es, den Energieverbrauch von Neu- und Altbauten künftig weiter zu reduzieren. Die derzeit gültige Fassung der EnEV von 2009 stellt Anforderungen an den Wärmeschutz, an heizungstechnische Anlagen und Warmwasseranlagen sowie den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarf von Gebäuden.

Im Primärenergiebedarf eines Gebäudes wird die komplette Energieprozesskette inklusive Gewinnung und Bereitstellung eines Brennstoffs berücksichtigt. Damit ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes auch ganz wesentlich vom eingesetzten Energieträger abhängig. Während z. B. der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergieinhalts von Holz oder Holzpellets weniger als 1/5 des Primärenergieinhalts von Heizöl oder Erdgas beträgt, liegt der Primärenergieinhalt von Strom beim 2,6-fachen.



Hinweis

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben deshalb in der Verantwortung des Gebäudeeigentümers.

Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen. Um Bauschäden zu vermeiden, empfehlen wir aufgrund der bauphysikalischen Problematik im Altbau vor Durchführung von Sanierungsmaßnahmen eine sorgfältige fachliche Planung. Im Rahmen der Planung können dann auch über eine Ausschreibung mehrere Angebote für die geplanten Sanierungsmaßnahmen eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

2 Zusammenfassung

2.1 Empfehlungen

Um die Sanierungsmaßnahmen

- baulich optimal aufeinander abstimmen zu können
- die Investitionskosten für das Gesamtpaket der empfohlenen Maßnahmen so gering wie möglich zu halten und
- Förderprogramme optimal ausnutzen zu können,

empfehlen wir grundsätzlich die Durchführung aller Maßnahmen in einem Zug.

Aufgrund der deutlich höheren Förderung für das KfW-Effizienzhaus 85 sind die energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderung etwa gleich hoch wie beim KfW-Effizienzhaus 115 mit Brennwertkessel, und das bei etwa 350 € weniger Heizkosten pro Jahr. Die Mehrkosten für die neue Pellet-Heizanlage sind also komplett durch Förderzuschüsse finanzierbar.

Daher empfehle ich die folgenden Maßnahmen entsprechend Maßnahmenpaket KfW85 gemäß Kap. 2.2 auf der folgenden Seite zur Ausführung:

- **Wärmedämmung der Außenwände, Dachfläche, Kellerdecke und Kellerinnenwände im Treppenhaus**
- **Austausch der Fenster, Dachflächenfenster, Glasbausteine und Haustüre**
- **Einbau eines Pelletheizkessels mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Sanierung der Heizungsanlage**
- **Luftdichtheitsnachweis des Gebäudes nach Fertigstellung der Maßnahmen**

Zur optimalen Umsetzung der Maßnahmen empfehlen wir eine unabhängige Planung und Bauleitung durch einen in der energetischen Sanierung erfahrenen Architekten oder Ingenieur. Eine Baubegleitung wird zudem mit bis zu 50% der Kosten von der KfW gefördert. Dabei ist durch weitere energetische Optimierung des Gebäudes auch ein KfW-Effizienzhaus 70 oder 55 erreichbar. Maßnahmen dazu wären:

- Erhöhung und Optimierung des Dämmstandards an opaken Bauteilen und Fenstern,
- Optimierung und Nachweis der Wärmebrücken,
- Lüftungwärmerückgewinnung sowie
- Vergrößerung und Optimierung der Solaranlage (verbesserte Innovationsförderung im Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien MAP ab 20 m² Kollektorfläche).

2.2 Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenpakete

In der Vor-Ort-Beratung wurden die folgenden Maßnahmen untersucht und zu empfehlenswerten Maßnahmenpaketen kombiniert:

Maßnahme	Ausführungsempfehlung	Maßnahmenpakete						
		Fassade	Dach	Keller	Heizung	115 BW ¹	115 Bio ²	85 Bio ³
Außenwände	Wärmedämmverbundsystem aus 18 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 verputzt entsprechend Kap. 5.1, Seite 23	X				X	X	X
Fenster + Haustüre (Fenster sind ohnehin sanierungsbedürftig)	3-Scheiben-Verglasung mit $U_w = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ und Haustüre mit $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ entsprechend Kap. 5.2, Seite 24	X				X	X	X
Dach	Wärmedämmung aus je 14 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 zwischen und auf den Sparren entsprechend Kap. 5.3, Seite 25		X			X	X	X
Dachfenster	3-Scheiben-Verglasung mit $U_w = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ entsprechend Kap. 5.4, Seite 26		X			X	X	X
Kellerdecke	Mehrschichtplatten unter der Kellerdecke aus 8 cm Polyurethan mit WLG 025 in Eigenleistung entsprechend Kap. 5.5, Seite 27			X		X		X
Kelleraußenwände Treppenhaus	Perimeterdämmung aus 14 cm Polystyrol-Extruderschaum mit WLG 035 entsprechend Kap. 5.6, Seite 28							
Kellerinnenwände Treppenhaus	Mehrschichtplatten auf der Kellerseite aus 8 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 in Eigenleistung entsprechend Kap. 5.7, Seite 29			X		X		X
Bodenplatte Treppenhaus	2 cm Vakuumisulationspaneele unter Trockenestrich entsprechend Kap. 5.8, Seite 30							
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	Lüftungsanlage mit 90 % Wärmerückgewinnung als dezentrale, wohnungs- oder gebäudezentrale Anlage entsprechend Kap. 5.9, Seite 31							
Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage (Heizung ist ohnehin sanierungsbedürftig)	Öl-Brennwertkessel mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Leitungsdämmung, neue Regelung, hydraulischer Abgleich und geregelte Pumpen entsprechend Kap. 5.10, Seite 32				X	X		
Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage (Heizung ist ohnehin sanierungsbedürftig)	Pelletkessel mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Leitungsdämmung, neue Regelung, hydraulischer Abgleich und geregelte Pumpen entsprechend Kap. 5.11, Seite 33						X	X
	Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung					X	X	X

¹ erfüllt KfW-Effizienzhaus 115 mit Brennwertkessel, ² erfüllt KfW-Effizienzhaus 115 mit Pelletkessel,

³ erfüllt KfW-Effizienzhaus 85 mit Pelletkessel

2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Sofern Sie Eigenkapital zur Verfügung haben, sollten Sie bedenken, dass zurzeit die Rendite für kurzzeitige Geldanlagen sehr gering ist. Deshalb wäre abzuwägen, ob bei Investitionen in energiesparende Maßnahmen nicht eine höhere Rendite erzielt werden kann, die zudem auch noch steuerfrei ist.

Aufwendungen für die Inanspruchnahme von Handwerkerleistungen für Renovierungs-, Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen (nur Arbeitslohn) kann auch jede Privatperson - sofern keine anderweitigen Fördermittel für diese Maßnahmen in Anspruch genommen wurden - bis zu einer Höhe von derzeit 6.000,- €/Jahr mit 20% (höchstens 1.200,- €) Steuer mindernd in der Einkommensteuererklärung geltend machen. Fragen Sie zu diesem Thema Ihren Steuerberater! Diese steuerlichen Vorteile sind in den folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nicht berücksichtigt.

2.3.1 Kosten/Nutzen-Verhältnis der Maßnahmen

In der folgenden Tabelle sind die Prognose der Heizkosten nach Sanierung und die prognostizierte Heizkosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten gegenübergestellt. Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme.

Energiekosten heute [€/a]		Bedarf		Verbrauch		Alle Kosten verstehen sich brutto			
Istzustand		7.900		6.000					
Maßnahmen	Energiekosten nach Sanierung [€/a]		energetisch bedingte Investitionskosten [€]	Förderzuschuss ¹ (siehe Kap. 6 S. 38) [€]	Energiekosteneinsparung durch Sanierung			Kosten / Nutzen	
	bedarfsbezogen	verbrauchsbezogen			anteilig [%]	bedarfsbezogen [€/a]	verbrauchsbezogen [€/a]	bedarfsbezogen	verbrauchsbezogen
Fassade	5.500	4.100	52.000	5.785	30	2.400	1.800	19 : 1	26 : 1
Dach	6.700	4.900	19.000	1.916	16	1.300	940	13 : 1	18 : 1
Keller ²	7.500	5.600	3.200	keine	6	450	330	7 : 1	10 : 1
Heizung	4.500	3.300	22.000	3.590	44	3.400	2.600	5 : 1	7 : 1
115 BW	1.400	1.000	96.000	19.200	82	6.500	4.800	12 : 1	16 : 1
115 Bio	1.200	900	103.000	15.920	85	6.700	5.000	13 : 1	17 : 1
85 Bio	1.000	700	106.000	26.520	88	6.900	5.100	12 : 1	16 : 1

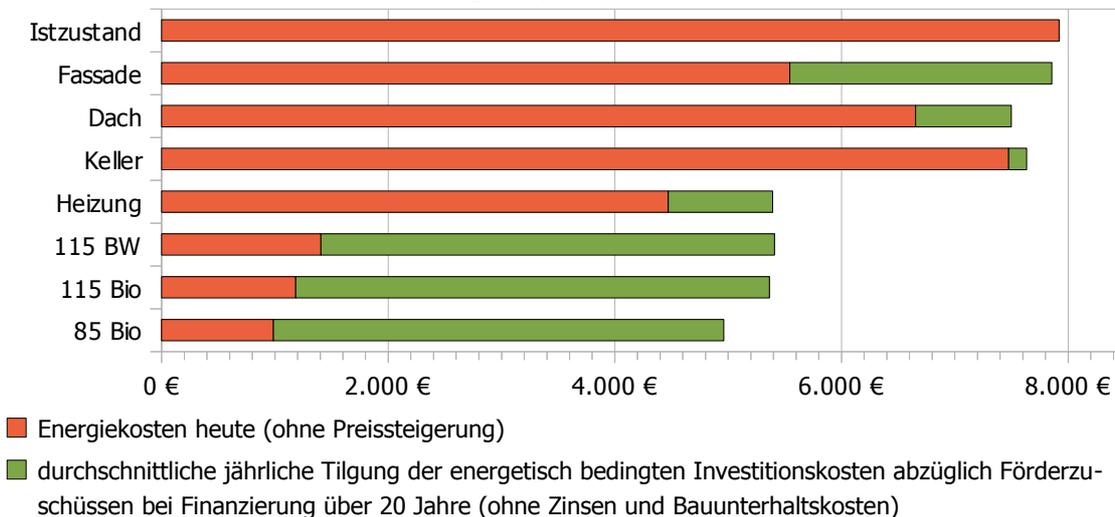
¹ Im KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ ist nur der Tilgungszuschuss berücksichtigt.

² bei Durchführung in Eigenleistung

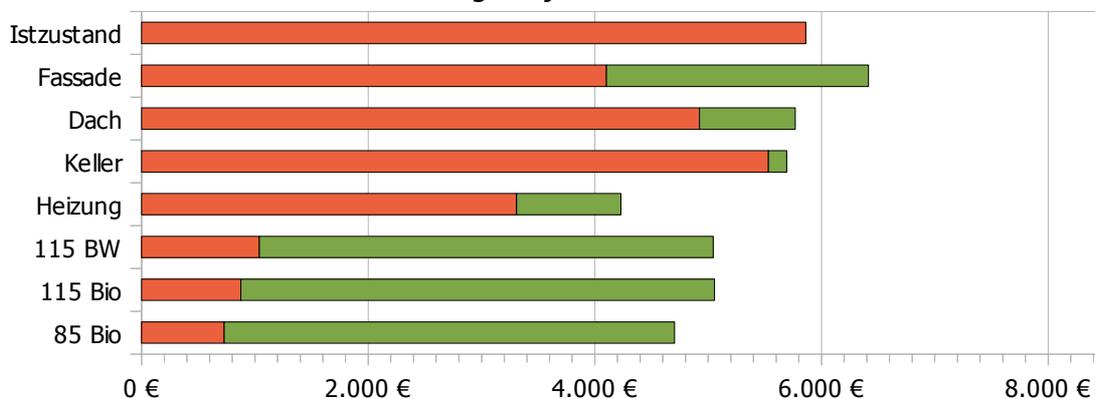
2.3.2 Vergleich der jährlichen energetisch bedingten Gesamtkosten

Die energetisch bedingten Gesamtkosten einer Maßnahme setzen sich aus den Energiekosten und den auf 20 Jahre umgelegten energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen zusammen. Sie zeigen, dass die vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen bei Finanzierung über 20 Jahre schon kurzfristig zu geringerer jährlicher Belastung führen werden als die Energiekosten Ihres Gebäudes ohne Sanierung. Die Energiekosteneinsparungen kommen zu etwa 40 % Ihnen direkt zugute. In den Mietwohnungen können Sie die Jahresmiete um bis zu 11 % der dafür aufgewendeten Kosten der energetischen Sanierung erhöhen, maximal jedoch bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete eines sanierten Gebäudes. Sowohl im Istzustand als auch im sanierten Zustand fallen zusätzlich die üblichen Bauunterhaltskosten an.

bedarfsbezogene jährliche Gesamtkosten



verbrauchsbezogene jährliche Gesamtkosten



2.4 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparungen um bis zu 90 %
- Langfristige Absicherung Ihres Lebensstandards durch überschaubare Heizkosten
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung im Raum, Vermeidung von Fußkälte und verbesserten sommerlichen Wärmeschutz
- Langfristige Sicherung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes
- Imageaufwertung und Beitrag zur Verbesserung des sozialen Umfeldes
- Gutes ökologisches Gewissen durch umweltfreundliches Gebäude

2.5 Empfehlungen bei schrittweiser Sanierung

Sofern Sie die Investitionen schrittweise durchführen möchten, empfehle ich Ihnen aus baukonstruktiven und bauphysikalischen Gründen die folgenden Maßnahmenkombinationen. Durch Kombination der Maßnahmen lassen sich auch die Investitionskosten im Bereich der Bauteilanschlüsse und der Nebenkosten (z.B. Gerüst) gegenüber der Durchführung als Einzelmaßnahmen reduzieren. Insbesondere Maßnahmen zum Wärmeschutz des Gebäudes führen auch zu deutlichen Verbesserungen des Wohnkomforts.

Die zu erwartende Lebensdauer für Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes liegt bei 30 bis 50 Jahren und für die Anlagentechnik bei etwa 20 Jahren.

Fassade

Die Fenster befinden sich in baulich sehr schlechtem Zustand und müssen daher in absehbarer Zeit ausgetauscht werden. Den Austausch der Fenster und der Haustüre entsprechend Kap. 5.2 Seite 24 empfehle ich, mit der Wärmedämmung der Außenwände entsprechend Kap. 5.1 Seite 23 zu kombinieren. So kann die Lage von Fenstern und Haustüre zur neuen Dämmebene optimiert werden, um Wärmebrücken und Verschattung durch Laibungen zu reduzieren und eine durchgängige luftdichte Ebene herzustellen. Durch den fachgerechten Anschluss von dichteren Fenstern und der Haustüre an die Außenwände werden Luftundichtigkeiten und somit unkontrollierte Lüftungswärmeverluste sowie die vor Sanierung aufgetretenen Zugerscheinungen verringert. Außerdem verbessern sich Schallschutz und sommerlicher Wärmeschutz. Die höheren Oberflächentemperaturen an Fenstern und Außenwänden tragen wesentlich zu einer höheren Behaglichkeit bei.

Die Maßnahmen fördern vor allem in der Kombination das Erscheinungsbild des Hauses. Nicht nur der Eingang erfährt eine repräsentative Aufwertung. Die gesamte Fassade erhält ein neues „Kleid“.

Beim Austausch der Fenster ist nach DIN 1946-6 ein Lüftungskonzept für das Gebäude zu erstellen (siehe Kap. 2.7.3 Seite 12). Bei der Wärmedämmung der Außenwände ist auf fachgerechte Planung und Ausführung der Wärmebrücken am Eingangsvordach und den Balkonplatten sowie des Sockels und des Dachanschlusses zu achten. Der Ortgang muss bis über die neue Dämmebene verlängert werden.

Dach

Mit der Wärmedämmung des Daches entsprechend Kap. 5.3 Seite 25 empfehle ich gleichzeitig die Dachflächenfenster entsprechend Kap. 5.4 Seite 26 auszutauschen, da deren Lage ohnehin der neuen Dachebene angepasst werden muss. Mit neuen Dachflächenfenstern kann zudem eine durchgängige luftdichte Ebene hergestellt werden, wodurch sich die vor der Sanierung aufgetretenen unkontrollierten Lüftungswärmeverluste und Zugerscheinungen vermindern. Durch die Maßnahmen verbessern sich insbesondere auch der sommerliche Wärmeschutz im Dachgeschoss sowie der Schallschutz.

Im Zuge der Dachsanierung sollten für eine zukünftige Außenwanddämmung die Dachüberstände ausreichend verlängert werden. Auf eine fachgerechte Planung und Ausführung der Wärmebrücken am Fassadenanschluss ist zu achten.

Bei Kombination der Dachsanierung mit dem Einbau einer Indach-Solaranlage lassen sich weitere Synergien nutzen. Der Kollektor ersetzt einen Teil der Dachdeckung, die Wärmedämmung des Kollektors einen Teil der Dachdämmung. Zudem lassen sich die Kollektoren mit den notwendigen Dachdurchführungen direkt konstruktiv richtig in die neue Dachfläche integrieren.

Keller

Die Wärmedämmung der Kellerdecke entsprechend Kap.5.5 Seite 27 lässt sich hervorragend mit der Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre entsprechend Kap. 5.7 Seite 29 kombinieren. Aus energetischer Sicht handelt es sich bei der Wärmedämmung der Kellerdecke mit Einsparpotentialen von 6 % zwar eher um eine kleine Maßnahme, die aber wesentlich zur Verbesserung des Wohnkomforts Ihrer Wohnung im Erdgeschoss beiträgt. Durch höhere Oberflächentemperaturen des Erdgeschossfußbodens verringert sich die Fußkälte und verbessert sich die Temperaturschichtung der Raumluft im gesamten Erdgeschoss.

Die Maßnahme lässt sich gut in Eigenleistung durchführen und ist dadurch besonders wirtschaftlich.

Heizung

Bei Sanierung der Heizungsanlage entsprechend Kap. 5.10 Seite 32 ohne Verbesserung des Wärmeschutzes des Gebäudes empfehle ich trotzdem den Einbau eines Brennwertkessels mit Solaranlage, auch wenn der Brennwertkessel seine optimale Effizienz erst nach Verbesserung des Wärmeschutzes erreicht. Zusammen mit einer Vorlauftemperaturregelung kann der Kessel zumindest bereits in den Übergangszeiten Herbst und Frühjahr im Brennwertbereich betrieben werden. Der Einbau einer Pelletheizung mit Solaranlage entsprechend Kap. 5.11 Seite 33 ist ohne Verbesserung des Wärmeschutzes des Gebäudes aufgrund der begrenzten Lagerkapazitäten schwierig. Selbst bei voller Ausnutzung des möglichen Lagervolumens müssten Pellets voraussichtlich 2 bis 3-mal jährlich nachgetankt werden. Ein unterirdisches Pelletlager im Garten ist zwar technisch möglich, aber aufwändig und teuer. Es wäre sinnvoller, dieses Geld in die Wärmedämmung des Gebäudes und damit die Reduktion des Pelletbedarfs zu investieren. Bei Sanierung der Heizungsanlage sollten auch Warmwasseranschlüsse für Wasch- und Spülmaschinen verlegt werden. Da in den Aufstellräumen bereits Warmwasser vorhanden ist, lässt sich der Anschluss sehr wirtschaftlich herstellen.

Kelleraußenwände und Kellerbodenplatte

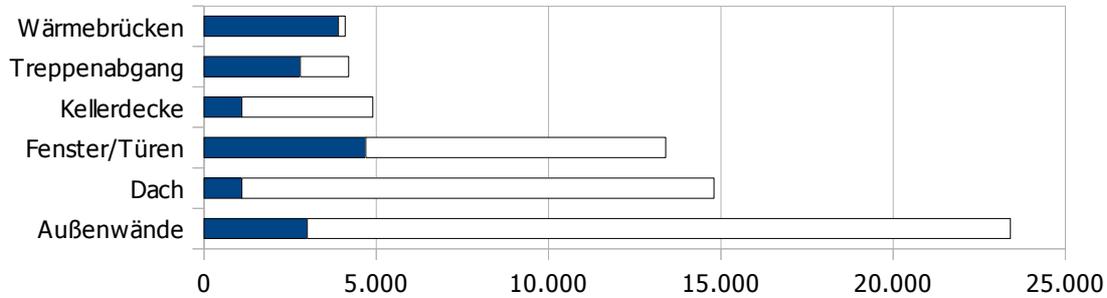
Die Wärmedämmung der Kelleraußenwände entsprechend Kap. 5.6 Seite 28 und der Kellerbodenplatte entsprechend Kap. 5.8 Seite 30 hat ein vergleichsweise ungünstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis. Ich empfehle, zunächst in Maßnahmen mit besserer Wirtschaftlichkeit zu investieren. Zudem hat die Wärmedämmung der Kelleraußenbauteile auch kaum Einfluss auf den Wohnkomfort. Die Maßnahmen könnten jedoch im Hinblick auf höhere Förderstandards (KfW-Effizienzhaus 70 oder 55) interessant sein.

Lüftungsanlage

Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung entsprechend Kap. 5.9 Seite 31 hat ein vergleichsweise ungünstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis, kann aber wesentlich zu einem bauphysikalisch einwandfreien Verhalten des Gebäudes und Verbesserungen des Wohnkomforts beitragen. Die Lüftungsanlage stellt den Mindestluftwechsel Ihres nach vollständiger Sanierung luftdichten Gebäudes sicher, ohne dass sie selbst durch häufiges Fenster öffnen für die nötige Zuluft sorgen müssen. Sie sorgt kontinuierlich und ohne Zugscheinungen für frische Luft. Für Bewohner mit allergischen Reaktionen (z.B. auf Staub oder Pollen) ist insbesondere auch die Möglichkeit der Luftfilterung in der Lüftungsanlage interessant.

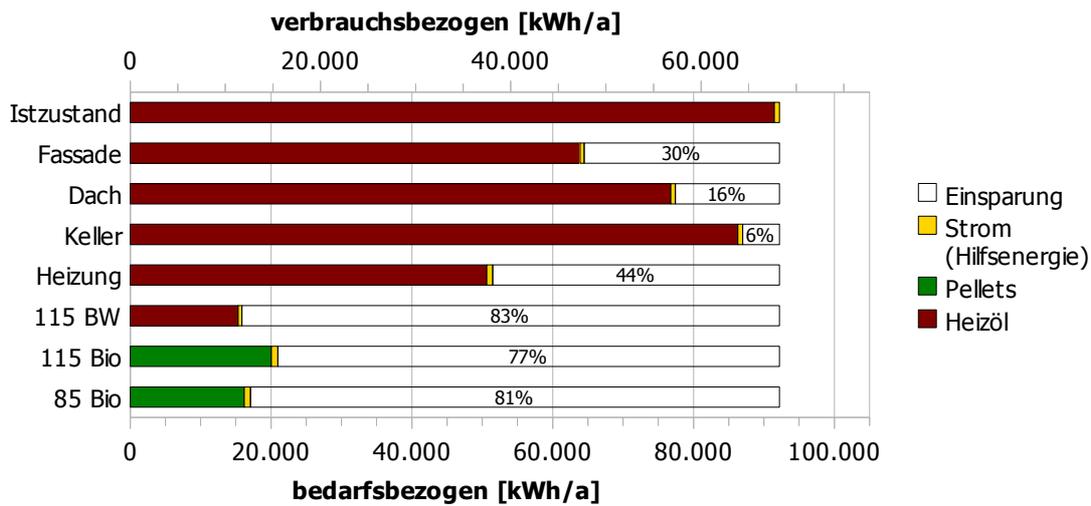
2.6 Energie- und Schadstoffeinsparungen

2.6.1 Reduktion der Transmissionswärmeverluste [kWh/a]

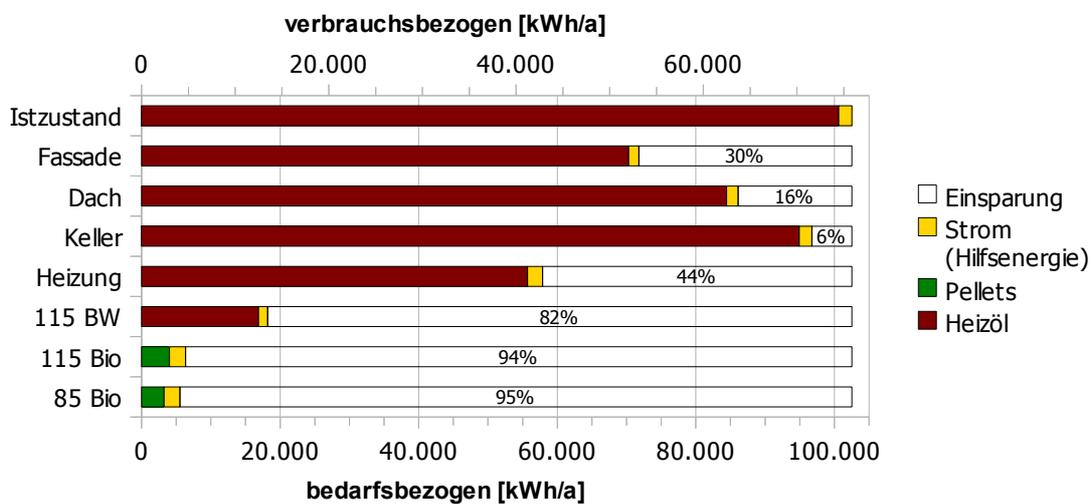


Berücksichtigt sind die Wärmedämmung der Außenwände, Dächer, Kellerdecke und Kellerinnenwände sowie die neuen Fenster entsprechend Maßnahmenpaket KfW115 BW und KfW85.

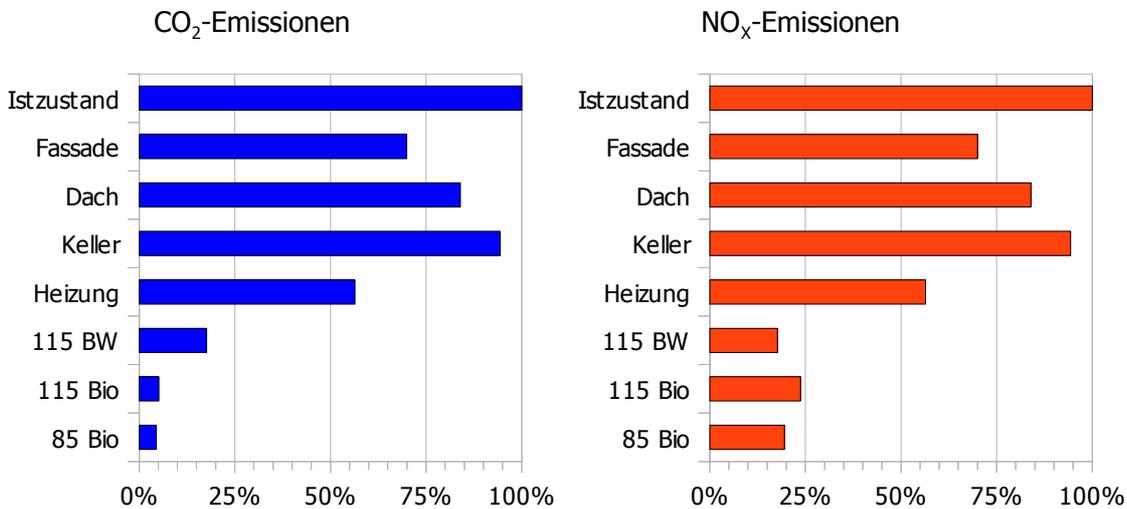
2.6.2 Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf)



2.6.3 Reduktion des Primärenergiebedarfs (ökologische Bewertung)



2.6.4 Reduktion der Schadstoffemissionen



2.7 Gesetze und Normen

Für Ihr Gebäude sind die folgenden gesetzlichen Anforderungen und Normen zu beachten:

2.7.1 Nachrüstverpflichtungen nach EnEV

Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden, keine Nieder-temperatur oder Brennwertkessel sind und vor dem 01.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, dürfen nicht mehr betrieben werden.

Bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, müssen wärmedämmend werden.

Die Nachrüstverpflichtungen wurden bei den untersuchten Maßnahmen berücksichtigt.

2.7.2 Erneuerbare-Wärme-Gesetz - EWärmeG (Baden-Württemberg)

Wenn ein Austausch der Heizungsanlage erfolgt, müssen in Baden-Württemberg mindestens 10 % des jährlichen Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Diese Pflicht gilt als erfüllt, wenn eine Solaranlage mit einer Größe von 0,04 m² Kollektorfläche pro m² Wohnfläche genutzt wird. Alternativ sind Ersatzmaßnahmen möglich. Die Anforderungen des EWärmeG wurden bei den untersuchten Maßnahmen berücksichtigt.

2.7.3 Lüftungskonzept nach DIN 1946-6

Werden in einem Mehrfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht, ist für das gesamte Gebäude ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 zu erstellen.

Da sich durch die Sanierungsmaßnahmen die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht und so der Mindestluftwechsel nicht mehr durch Infiltration durch die Gebäudehülle sichergestellt werden

kann, wäre ein häufigeres manuelles Lüften notwendig, um die nötige Frischluftzufuhr zu gewährleisten. Wir empfehlen dazu grundsätzlich eine mechanische Belüftung des Gebäudes. Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit dazu ist eine wohnungszentrale Abluftanlage mit Absaugung in Küche und Bad, Zuluft über Zuluftventile in den neuen Fensterrahmen und Überströmöffnungen in den Zimmertüren. Energetisch verhält sich eine reine Abluftanlage neutral. Energieeinsparungen sind dadurch nicht zu erwarten. Dazu wäre eine Zu-Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung wie in Kap. 5.9 „Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung“ beschrieben notwendig.

3 Bestandsaufnahme

3.1 Gebäudedaten

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus
Baujahr	1967
Lage	geschützte Lage innerhalb einer Wohnsiedlung
Nutzung	Wohnhaus Dachgeschoss: bis unter den First ausgebaut, kein Spitzboden, unbeheizte Abseiten Untergeschoss: unbeheizter Keller mit Lager- und Technikräumen
Bauweise	Massivbauweise, Satteldach mit ca. 35° Neigung nach Südost/Nordwest
Vollgeschosse	2
Wohneinheiten	3
Anzahl Bewohner	5
beheizte Wohnfläche	167,0 m ²
Energiebezugsfläche	206 m ² (Gebäudenutzfläche A _N)
beheiztes Volumen V _e	643 m ³
bauliche Besonderheiten	Oberkante Kellerdecke ca. 1 m über Gelände, sehr niedriges Untergeschoss (lichte Höhe: 2,05 m)

3.2 Ansichten



3.3 Baulicher Zustand und Wärmedämmung der Gebäudehülle

allgemein	Das Gebäude ist im Kern in gutem baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Risse, ...) erkennbar.
Außenwände	24 cm Mauerwerk (vermutlich Hochlochziegel), beidseitig verputzt, ohne Wärmedämmung Untergeschoss 24 cm Beton
Fenster	teilweise Isolierglas-, teilweise Verbundfenster in Holzrahmen ohne Lippendichtung der Baujahre 1967 und 1990, starke Zugscheinungen Die Fensterrahmen sind in schlechtem Zustand und müssen in absehbarer Zeit erneuert werden.
Eingang	Haustüre aus Holz im Urzustand ohne Lippendichtung, großflächige Verglasung aus Glasbausteinen im Eingangsbereich
oberste Geschossdecke unter Abseiten	Betondecke mit Deckenputz ohne Wärmedämmung
Dach	Dachschräge im ausgebauten Teil und Abseitenwände aus Holzwolleleichtbauplatten innen verputzt, keine Dampfbremse, Ziegel nur auf Lattung verlegt, keine Konterlattung und Unterspannbahn
Dachflächenfenster	Isolierglasfenster in Holzrahmen, nicht winddicht angeschlossen Die Dachflächenfenster sind in schlechtem Zustand und müssen in absehbarer Zeit erneuert werden.
Kellerdecke	Betondecke mit schwimmendem Estrich auf Bimskieschüttung
Treppenhaus	
Kelleraußenwände	24 cm Beton im Treppenhaus innenseitig verputzt, sonst ohne Innenputz, ohne Wärmedämmung
Kellerinnenwände	24 cm Mauerwerk (vermutlich Hochlochziegel), ohne Wärmedämmung, Türe vom Treppenhaus zum Keller ohne Wärmedämmung und Dichtungen
Kellerbodenplatte	Betonbodenplatte mit Betonwerksteinbelag im Mörtelbett
Wärmetechnische Schwachstellen, Wärmebrücken und unkontrollierte Lüftungsverluste	Obergeschossdecke unter Abseiten ohne Wärmedämmung, Fenster/Dachflächenfenster ohne Dichtungen, Rollladenkästen ohne Wärmedämmung und Dichtungen, Balkonplatten und Eingangsvordach aus Beton ohne thermische Trennung, Glasbausteine im Eingangsbereich
frühere wärmetechnische Investitionen	keine

3.4 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Der U-Wert ist ein Maß für den Wärmeverlust eines Bauteils. Je größer der U-Wert, desto schlechter ist das Bauteil. In der folgenden Tabelle werden die Bauteile Ihres Gebäudes mit den heutigen gesetzlichen Mindestanforderungen der EnEV (**E**nergie-**E**inspar-**V**erordnung) bei Sanierung von Außenbauteilen und den Mindestanforderungen für eine Förderung von

einzelnen Sanierungsmaßnahmen durch die KfW-Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) verglichen.

Die U-Werte der Bauteile Ihres Gebäudes wurden unter Annahme üblicher baujahrspezifischer Materialqualitäten und Schichtdicken ermittelt. Die Berechnungen der U-Werte befinden sich im Anhang.

U-Werte der Gebäudehülle

Bauteil	U-Werte [W/(m²K)]			energetische Bewertung des Bestandes
	Ist-Zustand	EnEV ¹	KfW-Förderung ²	
Außenwände	1,4	0,24	0,20	sehr schlecht
Fenster	2,7	1,30	0,95	schlecht
Außentüren	3,5	-	1,30	schlecht
Decke OG unter Abseiten	2,3	0,30	0,14	sehr schlecht
Dach	1,6	0,24	0,14	sehr schlecht
Dachflächenfenster	2,7	1,40	1,00	schlecht
Kellerdecke	1,0	0,30	0,25	schlecht
Treppenabgang in den Keller				
Kelleraußenwände	3,8	0,30	0,25	sehr schlecht
Innenwände	1,3	0,30	0,25	sehr schlecht
Türe zum Keller	4,0	-	-	sehr schlecht
Bodenplatte	3,9	0,50	0,25	sehr schlecht

¹ Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2009 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die nächste EnEV-Novelle ist für 2012 geplant.

² Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand März 2011 können jederzeit aktualisiert werden.

3.5 Heizungsanlage

allgemein	gebäudezentrale Heizungsanlage, Vor-/ Rücklauftemperatur 70/55 °C, leicht überdimensioniert, kein hydraulischer Abgleich der Anlage, Baujahr 1968, voll funktionsfähig, keine technischen Mängel erkennbar aber stark veraltet und ineffizient Bei veralteter Anlagentechnik muss ständig mit Versagen gerechnet werden. Eine grundlegende Sanierung der Anlagentechnik ist dringend zu empfehlen.
Wärmeerzeuger	Standardkessel Baujahr 1968, Gebläsebrenner von 1991, Nennwärmeleistung: 34,65 kW, Abgasverlust: 7 %, Brennstoff: Heizöl, Heizöltank: 4 x 2000 l sehr hohe Bereitschaftsverluste, angesetzter Jahresnutzungsgrad: 82 % Aufstellung im unbeheizten Keller, Aufstellraum sehr warm
Speicher	kein Heizkreis-Pufferspeicher

Verteilung	<p>horizontale Verteilungen im unbeheizten Keller unter der Decke, externer Heizkreismischer, mäßig wärmegeklämt aber gut zugänglich, Abstand zur Decke ca. 5 cm</p> <p>vertikale Strangleitungen in Außenwänden, mäßig wärmegeklämt, nicht zugänglich da in Mauerwerk verlegt</p> <p>Heizkörperanbindungen frei im Raum, ungedämmt aber gut zugänglich</p> <p>ungeregelte Heizkreispumpe</p>
Wärmeübergabe und Regelung	<p>Heizkörper mit Thermostatventilen mit hoher Regelungenauigkeit (2 K)</p> <p>keine witterungsabhängige Vorlaufregelung, keine Nachtabsenkung oder Heizunterbrechung</p>
besondere Schwachstellen	<p>sehr ineffizienter Heizkessel, sehr ineffiziente Heizkreispumpe, schlechte Leitungsdämmung, sehr ungenaue Regelung, keine Vorlaufregelung</p>

3.6 Trinkwarmwasseranlage

allgemein	<p>Gebäudezentrale Trinkwarmwasseranlage, Baujahr 1968, voll funktionsfähig, keine technischen Mängel erkennbar, aber stark veraltet und ineffizient</p>
Wärmeerzeuger	<p>Heizkessel</p> <p>angesetzter Jahresnutzungsgrad zur Warmwasserbereitung: 51 %</p>
Speicher	<p>indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher, Speichervolumen 300 l, mäßig wärmegeklämt</p> <p>Aufstellung im unbeheizten Keller (Heizraum)</p>
Verteilung	<p>horizontale Verteilungen im unbeheizten Keller unter der Decke, mäßig wärmegeklämt aber gut zugänglich, Abstand zur Decke ca. 5 cm</p> <p>vertikale Strangleitung in Installationsschacht, nicht zugänglich, mäßig wärmegeklämt</p> <p>Stichleitungen in gemeinsamer Installationswand für Küche und Bad, mäßig wärmegeklämt, schwer zugänglich</p> <p>keine Zirkulation</p>
besondere Schwachstellen	<p>schlechte Wärmedämmung des Speichers, schlechte Leitungsdämmung</p>

3.7 Kurzbeschreibung des Nutzerverhaltens

Das Hochparterre wird von den Hauseigentümern selbst bewohnt. Im Obergeschoss wohnen derzeit zwei, im Dachgeschoss eine berufstätige Person jeweils ohne Kinder. Die Hauseigentümer sind auch tagsüber anwesend und heizen und lüften kontinuierlich. Bei der Besichtigung des Gebäudes wurden überdurchschnittlich hohe Raumtemperaturen festgestellt. Die Bewohner der oberen Wohnungen sind tagsüber berufsbedingt nicht anwesend. Es ist davon auszugehen, dass währenddessen durchgeheizt aber vergleichsweise wenig gelüftet wird.

4 Gebäudeanalyse

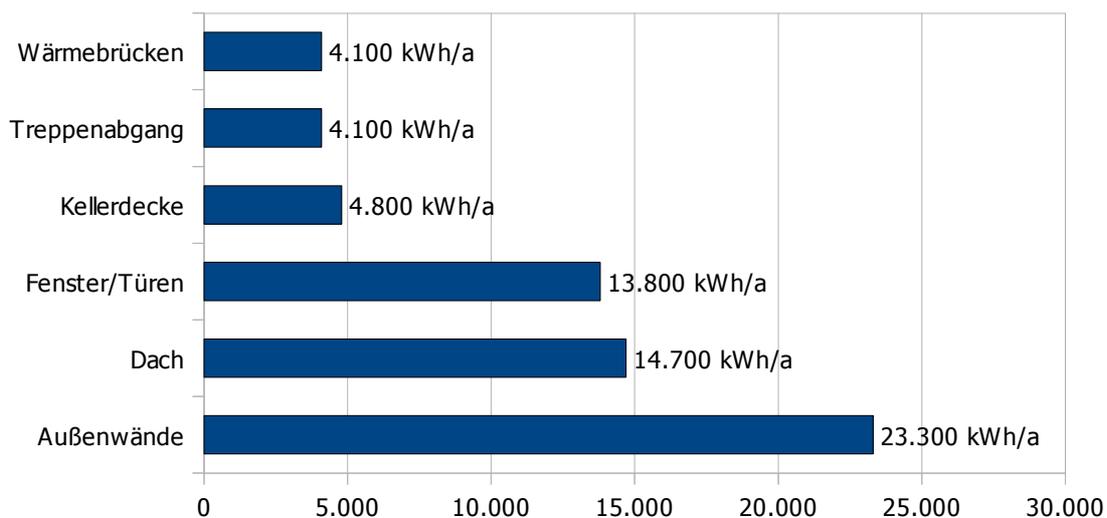
In der Gebäudeanalyse wird das Gebäude und seine Einzelteile in ihrem derzeitigen Zustand energetisch bewertet. Aus der Gebäudeanalyse ergeben sich Ansätze zu notwendigen und sinnvollen Sanierungsmaßnahmen.

4.1 Energiebilanz des Gebäudes

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen der EnEV rechnerisch ermittelt. Dabei wird insbesondere von einem Norm-Nutzerverhalten und einem Norm-Außenklima, welches unabhängig vom Standort des Gebäudes ist, ausgegangen. Aufgrund der normierten Randbedingungen weicht die Bedarfsberechnung in aller Regel von den gemessenen Verbrauchswerten ab. Die Berechnungen sind im Anhang dargestellt.

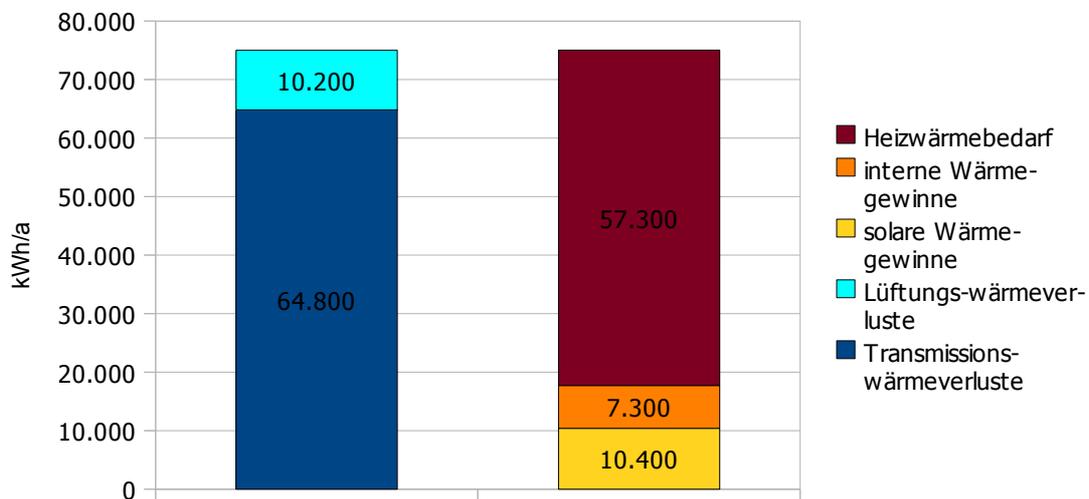
Transmissionsverluste der Gebäudehülle	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Außenwände	23.300	36
Dach	14.700	23
Fenster/Türen	13.800	21
Kellerdecke	4.800	7
Treppenabgang (Kellerinnen- und außenwände, Bodenplatte)	4.100	6
Wärmebrücken	4.100	6
Summe	64.800	100

Transmissionsverluste der Gebäudehülle

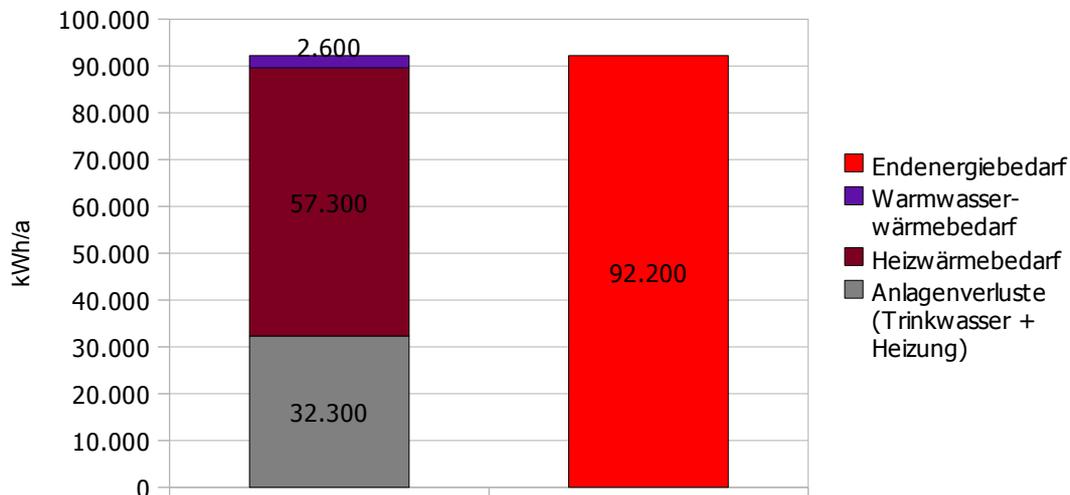


Energiebilanz des Gebäudes	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Verluste		
Transmissionsverluste	64.800	59
Lüftungsverluste	10.200	9
Warmwasserbedarf	2.600	2
Anlagenverluste (Trinkwarmwasser, Heizung, Betriebsstrom)	32.300	29
gesamt	109.900	
Gewinne		
solare Warmegewinne	10.400	59
interne Warmegewinne	7.300	41
gesamt	17.700	
Endenergiebedarf Q_E		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	91.500	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Betriebsstrom)	700	
gesamt	92.200	
Primärenergiebedarf Q_P	102.500	

Wärmebilanz



Endenergiebilanz



4.2 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist die Wärmemenge, die in den letzten Jahren tatsächlich verbraucht wurde. Sie wird auf Basis der von Ihnen gelieferten Verbrauchsmessungen ermittelt. Im Energieverbrauch schlägt sich damit das individuelle Nutzerverhalten der Bewohner und das tatsächliche Außenklima am Standort des Gebäudes nieder. Die gemessenen Verbrauchswerte weichen daher in aller Regel von der Bedarfsrechnung nach EnEV ab.

durchschnittlicher Heizölverbrauch der letzten 3 Jahre es wurde jeweils im Sommer vollgetankt	6.980 l/a
entspricht einem Endenergieverbrauch für Wärme von ca.	69.800 kWh/a
entspricht Heizkosten von ca. bei einem derzeitigen Heizölpreis von ca. 85 ct/l (brutto)	5933,00 €/a (brutto)

Dazu kommen noch die Kosten für den Betriebsstrom. Der Betriebsstromverbrauch wurde nicht separat gemessen, eine Einschätzung erfolgt in Kap. 7.2 Seite 41. Danach würden für die Heizungsanlage ca. 650 kWh/a Strom verbraucht.

Die Winter waren in den letzten 3 Jahren am Standort ihres Gebäudes durchschnittlich kälter und die Heizperioden länger als im langjährigen Standortmittel. Klimabereinigt beträgt Ihr gemessener Energieverbrauch 68.400 kWh/a bzw. 6.840 l/a.

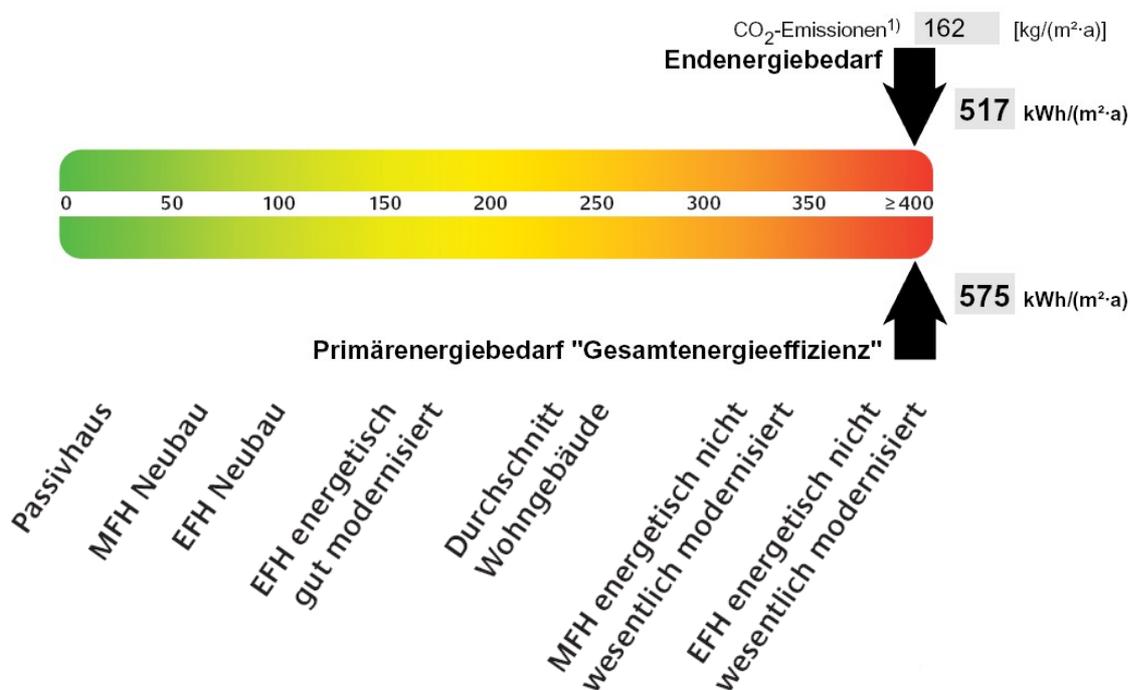
Damit ergibt sich für die Verbrauchsanpassung der folgenden Bedarfsberechnungen ein Faktor von 0,74. Mit diesem Faktor werden die zu erwartenden Einsparungen bezogen auf Ihren gemessenen Energieverbrauch ermittelt. Dies ist eine vereinfachte Betrachtungsweise in guter Näherung. In der Praxis zeigt sich zudem häufig, dass nach einer Sanierung die Komfortanforderungen der Nutzer steigen, z. B durch höhere Raumtempera-

turen, Beheizung zuvor gering beheizter Räume, etc. Aus diesen Gründen können auch die Einsparungen bezogen auf den gemessenen Energieverbrauch nicht garantiert werden.

Die hohe Differenz zwischen dem rechnerisch ermittelten Endenergiebedarf des Gebäudes und dem gemessenen Endenergieverbrauch ergibt sich daher, dass:

1. das Klima im betrachteten Zeitraum trotz der langen und kalten Winter am Standort ihres Gebäudes etwas wärmer war als das langjährige gesamtdeutsche Durchschnittsklima für die Berechnung des Energiebedarfs.
2. das unter Kap. 3.7 auf Seite 17 beschriebene Nutzerverhalten nicht dem für Bedarfsberechnungen angesetzten Durchschnitts-Nutzerverhalten entspricht.

4.3 Energetische Einstufung des Gebäudes



5.1 Wärmedämmung der Außenwände

Für die Wärmeschutzmaßnahmen an den Außenwänden sind grundsätzlich zwei Möglichkeiten zu empfehlen:

- ein Wärmedämmverbundsystem von außen (WDVS) oder
- eine wärmegeämmte hinterlüftete Fassadenverkleidung.

WDVS: Eine Schicht Wärmedämmung wird auf der Außenwand – i.d.R. auf den tragfähigen Außenputz – vollflächig verklebt, um Luftdichtheit zu gewährleisten und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen, in den ein Glasfasergewebe eingelegt wird. Als Endbeschichtung werden mineralische Putze mit Anstrich oder Kunstharzputze eingesetzt. Der Dämmstoff besteht üblicherweise aus Polystyrol-Hartschaum oder Mineralfaserplatten. Er muss den Anforderungen an Wärmeleitfähigkeit, gegen Feuchtigkeit, an Druck- und Zugfestigkeit sowie an den Brandschutz genügen.

Vorgehängte Fassadenkonstruktion: Auf der bestehenden Außenwand wird eine Unterkonstruktion aus Holz- oder Metallprofilen angebracht, an der eine Fassadenverkleidung aus unterschiedlichsten Materialien (Holzschalung oder -platten, Faserzementplatten, etc.) als Wetterschutz aufgehängt werden kann. Zwischen der Unterkonstruktion wird lückenlos Wärmedämmung als Platten oder in loser Form eingebracht. Wichtig ist die winddichte Ausführung.

Egal welche der Möglichkeiten zur Ausführung kommt, müssen mit der Wärmedämmung der Außenwände

- die Regenfallrohre neu verlegt werden,
- der Dachüberstand an den Ortgängen vergrößert werden

sowie zur Vermeidung von Wärmebrücken

- die Fensterbänke außen durch neue, tiefere und wärmebrückenfreie Fensterbänke ersetzt werden,
- die Rollladenkästen entfernt und ersetzt oder wärmegeämmt werden und
- Balkonplatten und Eingangsvordach von oben und unten wärmegeämmt oder abgesägt und ersetzt werden.

Dies erfordert in jedem Fall eine sorgfältige Detailplanung bei der Ausführung.

Wärmedämmung der Außenwände mit 18 cm WLG 035 als WDVS						
Außenwandfläche: ca. 188 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,19 W/(m ² K]						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]	Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]	
		Energie [kWh/a]	Energiekosten [€/a]			
120 23.000	71.000	21.000	1.800	13 : 1	30	
verbrauchsbezogen:	53.000	16.000	1.300	18 : 1		

Alle Kosten verstehen sich brutto.

5.2 Austausch der Fenster und Haustüre

Die Fenster befinden sich in einem baulich sehr schlechten Zustand und müssen daher in absehbarer Zeit ausgetauscht werden. Die Glasbausteine im Eingangsbereich verfügen über sehr schlechte Wärmedämmeigenschaften und sollten daher ebenfalls durch Fenster ersetzt werden. Alternativ könnte entsprechend den vorliegenden Lichtverhältnissen ein Teil dieser Fläche zugemauert werden. Empfohlen wird der Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem U_w -Wert für das gesamte Fenster inklusive Rahmen von $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ oder besser. Die neue Haustüre sollte einen U-Wert von höchstens $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ haben. Beim Einbau der neuen Fenster und Haustüre ist auf den luftdichten Anschluss an das Mauerwerk zu achten.

Bei einer gleichzeitigen Fassadensanierung wie in 5.1 „Wärmedämmung der Außenwände“ beschrieben ergeben sich hohe Synergieeffekte beim Anschluss der neuen Fenster und Haustüre an die Fassade. Dies kann zu erheblichen Investitionskosteneinsparungen bei der Sanierung führen. Zudem kann die Lage von Fenstern und Haustüre zur neuen Dämmebene optimiert werden, um Wärmebrücken und Verschattung durch Laibungen zu reduzieren und eine durchgängige luftdichte Ebene herzustellen. Somit ist eine gleichzeitige Sanierung von Fenstern, Haustüre und Fassade aus bautechnischer Sicht auf jeden Fall zu empfehlen. Die für die Wirtschaftlichkeitsbewertung angesetzten Investitionskosten gelten daher ebenfalls bei gleichzeitiger Fassadensanierung. Für die Fenster wurden 600 €/m^2 angesetzt, für die Haustüre pauschal 3.000 € .

Neue 3-Scheiben-Wärmeschutzfenster mit $U_w < 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$						
Fensterfläche: ca. 49 m^2						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m^2 / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
600	29.000	86.000	6.700	570	51 : 1	50
verbrauchsbezogen:		63.000	4.900	420	69 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Da sich die Fenster in einem baulich sehr schlechten Zustand befinden und daher ohnehin aus Gründen der Instandhaltung ausgetauscht werden müssen, erübrigt es sich, auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen näher einzugehen.

Der Austausch der Fenster trägt jedoch wesentlich zur Komfortverbesserung durch Vermeidung der Zugerscheinungen bei. Ein neu gestalteter Eingangsbereich mit neuer Haustüre kann zudem zu einer repräsentativen Aufwertung des sanierten Gebäudes beitragen. Der Eingangsbereich wird daher auch als „Visitenkarte des Hauses“ bezeichnet.

Beim Austausch der Fenster ist nach DIN 1946-6 ein Lüftungskonzept für das Gebäude zu erstellen (siehe Kap. 2.7.3 Seite 12).

5.3 Wärmedämmung des Daches

Da das Dachgeschoss ausgebaut und bewohnt ist, wird eine Wärmedämmung des Daches von außen vorgeschlagen. Dazu müssen zunächst Dachziegel und Lattung entfernt werden. Zwischen die Sparren wird eine Dampfbremssolie eingelegt und an die angrenzenden Bauteile luftdicht angeschlossen. Die Sparrenzwischenräume werden mit einem Dämmstoff gefüllt. Zusätzlich wird auf die Sparren eine durchgängige Dämmschicht und darüber eine Winddichtung, Lattung und neue Dacheindeckung aufgebracht.

Auch im Bereich der Abseiten wird die Dachfläche wärmegeklämt. So können die Dämmebenen von Dach und Außenwand konstruktiv einfach zu einer geschlossenen Dämnhülle verbunden werden. Eine Wärmedämmung „um mehrere Ecken“ der Abseitenwände und obersten Geschossdecke zu den Abseiten ist nicht erforderlich.

Da die Dampfbremse nicht – wie bei Wärmedämmung von innen – durchgängig an der Innenseite unter den Sparren verlaufen kann, ist eine sorgfältige Detailplanung und bauphysikalische Bewertung dieser Konstruktion notwendig. Die Dampfbremse muss auch um die Sparren bauphysikalisch richtig liegen, um Bauschäden durch Feuchtigkeit im Bauteil zu vermeiden.

Bei einer Wärmedämmung von innen müssten hingegen alle Innenverkleidungen entfernt werden. Die Dämmstoffstärke zwischen den Sparren würde nicht ausreichen einen förderfähigen Dämmstandard herzustellen, sodass eine weitere Schicht unter den Sparren angebracht werden müsste. Dadurch würde sich die Wohnfläche im Dachgeschoss verringern. Daher empfehlen wir die Wärmedämmung von außen.

Zusammen mit der Wärmedämmung des Daches müssen auch die Dachflächenfenster wie in Kap. 5.4 beschrieben ausgetauscht werden, da deren Lage der neuen Dachebene angepasst werden muss.

Wärmedämmung des Daches mit je 14 cm WLG 035 zwischen und auf den Sparren						
Dachfläche: ca. 104 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,13 W/(m ² K)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]	[-]	[Jahre]
140	15.000	78.000	14.000	1.200	13 : 1	30
verbrauchsbezogen:		58.000	11.000	900	17 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

5.4 Austausch der Dachflächenfenster

Empfohlen wird der Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem U_w -Wert für das gesamte Fenster inklusive Rahmen von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ oder besser. Beim Einbau der neuen Verglasung ist auf den luftdichten Anschluss an das Dach zu achten.

Bei einer gleichzeitigen Wärmedämmung des Daches, wie in Kap. 5.3 „Wärmedämmung des Daches“ beschrieben, ergeben sich hohe Synergieeffekte beim Anschluss der neuen Fenster an die Dachfläche. Dies kann zu Investitionskosteneinsparungen bei der Sanierung führen. Die Lage der Fenster kann gleichzeitig der neuen Dachebene angepasst werden. Somit ist eine gleichzeitige Sanierung von Fenstern und Fassade auf jeden Fall zu empfehlen. Die für die Wirtschaftlichkeitsbewertung angesetzten Investitionskosten gelten daher ebenfalls bei gleichzeitiger Fassadensanierung.

Neue 3-Scheiben-Wärmeschutz-Dachflächenfenster mit $U_w < 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$						
Fensterfläche: ca. 5 m^2						
energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
pro m^2 / gesamt [€/m ²] [€]	Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]					
750	3.800	92.000	550	45	84 : 1	50
verbrauchsbezogen:		68.000	400	35	109 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Der Austausch der Dachflächenfenster amortisiert sich nicht durch Energieeinsparungen, trägt aber durch Vermeidung von Lüftungsverlusten und somit von Zugerscheinungen wesentlich zur Komfortverbesserung bei. Derzeit sind in Ihrem Gebäude die Dachflächenfenster nicht luftdicht an das Dach angeschlossen. Ein luftdichter Anschluss der alten Fenster an das Dach ist nur noch mit großem Aufwand herstellbar.

Die Dachflächenfenster sollten insbesondere auf der Südostseite mit einem außenliegenden Sonnenschutz versehen werden, um zukünftig eine Überhitzung des Dachraumes im Sommer wirkungsvoll verringern zu können.

5.5 Wärmedämmung der Kellerdecke

Der Keller hat eine lichte Raumhöhe von nur 2,05 m. Um die Raumhöhe nicht unnötig weiter zu reduzieren, sollten Dämmstoffe mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit und geringer Dämmstoffstärke verwendet werden. Empfohlen wird daher eine Mehrschichtplatte aus 8 cm Polyurethan-Hartschaum mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,025 W/(m K) oder besser mit malerfertiger Oberfläche aus Gipskarton oder Holzwerkstoffen. Die Platten werden unter die Betondecke geklebt oder gedübelt, verspachtelt und gestrichen. In Nebenräumen kann eventuell auch auf die Veredelung der Oberflächen verzichtet werden.

Da unter der Kellerdecke Leitungen der Trinkwasser und Heizungsanlage verlaufen, empfiehlt sich die Kellerdeckendämmung zusammen mit der Heizungssanierung. Die Leitungen können im Zuge der Heizungssanierung so weit von der Decke abgehängt werden, dass genügend Platz zum Anbringen der Wärmedämmung ist.

Wärmedämmung der Kellerdecke mit 8 cm WLG 025						
Deckenfläche: ca. 78 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m ² K)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	Energiekosten [€/a]		
70	5.500	88.000	3.900	330	17 : 1	50
verbrauchsbezogen:		65.000	2.900	250	22 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Die Wärmedämmung der Kellerdecke kann auch in Eigenleistung erfolgen. Dabei fallen lediglich Materialkosten von etwa 25 €/m² an.

Wärmedämmung der Kellerdecke mit 8 cm WLG 025 in Eigenleistung						
Deckenfläche: ca. 78 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m ² K)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	Energiekosten [€/a]		
25	2.000	88.000	3.900	330	6 : 1	50
verbrauchsbezogen:		65.000	2.900	250	8 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Die Wärmedämmung der Kellerdecke trägt wesentlich zur Verbesserung des Wohnkomforts Ihrer Wohnung im Erdgeschoss bei. Durch die unterseitige Dämmung erhöht sich die Oberflächentemperatur des Fußbodens im Erdgeschoss. Dies wiederum führt zu einer angenehmeren Temperaturschichtung im Raum (geringere Temperaturdifferenz von unten nach oben) und Vermeidung von Fußkälte.

5.6 Wärmedämmung der Kelleraußenwände im Treppenhaus

Durch einen Wärmedämmmantel um das Haus wird sich zukünftig eine gleichmäßigere Temperatur im gesamten Haus einstellen – auch im Treppenhaus. Daher muss auch über eine Wärmedämmung des Treppenhauses im Keller nachgedacht werden.

Zur Wärmedämmung der Kelleraußenwände im Treppenhausbereich wird auf die freigelegte Außenwand eine feuchteresistente Perimeterdämmung aus Polystyrol-Extruderschäum mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m K) und einer Stärke von 14 cm aufgeklebt. Zum Schutz der Wärmedämmung wird vor dem Verfüllen eine Drainageplatte angebracht. Ein Verputzen der Perimeterdämmung im Erdreich ist nicht notwendig.

Bei der Wärmedämmung der Kelleraußenwände sollte die Wärmedämmung mindestens einen Meter über das Treppenhaus hinausragen, um die Wärmebrücke am Anschluss der Kellerinnenwand an die Kelleraußenwand zu entschärfen.

Wärmedämmung der Kelleraußenwände im Treppenhaus mit 14 cm WLG 035						
Kelleraußenwandfläche: ca. 12 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,23 W/(m ² K]						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
300	3.600	91.000	1.100	95	38 : 1	50
verbrauchsbezogen:		67.000	830	70	51 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

5.7 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre

Durch einen Wärmedämmmantel um das Haus wird sich zukünftig eine gleichmäßigere Temperatur im gesamten Haus einstellen – auch im Treppenhaus. Daher muss auch über eine Wärmedämmung des Treppenhauses im Keller nachgedacht werden.

Die Kellerinnenwände können ähnlich der Kellerdecke mit einer Mehrschichtplatte wärmege-dämmt werden. Da hier die Dämmstoffstärke keine herausragende Rolle spielt, kann auf etwas günstigere Wärmedämmstoffe zurückgegriffen werden. Empfohlen wir daher eine Mehrschichtplatte aus 12 cm Wärmedämmung (Polystyrol-Hartschaum oder Mineralfaser mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m K) oder besser mit malerfertiger Oberfläche aus Gipskarton oder Holzwerkstoffen. Die Platten werden auf der Kellerseite an die Wand geklebt oder gedübelt, verspachtelt und gestrichen.

Zusammen mit der Wärmedämmung der Kellerinnenwand sollte auch die Kellertüre gegen eine luftdichte Türe mit einem U-Wert 2,0 oder besser ausgetauscht werden. Diese ist in den Investitionskosten mit pauschal 1.000 € berücksichtigt.

Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus mit 12 cm WLG 035 und Austausch der Kellertüre						
Kellerinnenwandfläche: ca. 14 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m ² K)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
50	1.700	91.000	1.300	110	15 : 1	30
verbrauchsbezogen:		67.000	1.000	85	20 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Die Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus kann auch in Eigenleistung erfolgen. Dabei fallen lediglich Materialkosten von etwa 15 €/m² an.

Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus mit 12 cm WLG 035 und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung						
Kellerinnenwandfläche: ca. 14 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m ² K)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
15	1.200	91.000	1.300	110	11 : 1	30
verbrauchsbezogen:		67.000	1.000	85	14 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

5.8 Wärmedämmung der Kellerbodenplatte im Treppenhaus

Eine Wärmedämmung der Kellerbodenplatte gestaltet sich aus mehreren Gründen schwierig: für eine Wärmedämmung unter der Bodenplatte muss

- die gesamte Bodenplatte entfernt und neu aufgebaut werden;

bei einer Wärmedämmung auf der Bodenplatte muss

- die Höhe der Kellertüre angepasst sowie
- die geringe Raumhöhe im Keller und
- die Stufenhöhe der Treppe beachtet werden.

Eine Wärmedämmung unter der Bodenplatte ist bei der kleinen Fläche extrem aufwändig und teuer. Zudem muss beim Herausreißen der Bodenplatte die Statik des gesamten Gebäudes und der Treppe beachtet werden. Bei einer Wärmedämmung auf der Bodenplatte mit herkömmlichen Dämmstoffen und Dämmstoffstärken würde die Durchgangshöhe der Türe zum Keller bei gleichzeitiger Wärmedämmung der Kellerdecke nur noch etwa 1,75 m betragen. Zudem ergäbe sich an der Türe eine Stufe mit erhöhter Unfallgefahr. Aus den genannten Gründen können beide Möglichkeiten nicht empfohlen werden.

Untersucht wurde daher eine Wärmedämmung auf der Bodenplatte mit Vakuumisulationspaneelen (VIP). Dazu muss der vorhandene Estrich mit Bodenbelag komplett ausgebaut, eine Glattschicht auf die Bodenplatte aufgebracht und ein neuer Boden aus 2 cm VIP mit 25 mm Trockenestrich (z. B. OSB-Platte) und neuem Belag aufgebaut werden. Mit dieser Konstruktion kann in die Bodenplatte eine Wärmedämmung eingebaut werden, ohne dass sich die Fertigbodenhöhe verändert.

Wärmedämmung der Kellerbodenplatte im Treppenhaus mit 2 cm Vakuumisulationspaneelen						
Außenwandfläche: ca. 11 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,23 W/(m ² K]						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	Energiekosten [€/a]		
350	3.900	91.000	1.100	95	41 : 1	30
verbrauchsbezogen:		67.000	820	70	55 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Eine Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme liegt hier allerdings nicht vor.

5.9 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Welche Lüftungsanlage in Ihrem Gebäude die sinnvollste Lösung wäre, muss im Zuge einer Fachplanung überprüft werden. Daher können hier auch nur sehr grobe Kostenschätzungen zugrunde gelegt werden. Grundsätzlich ist für eine Lüftungsanlage eine luftdichte Gebäudehülle wichtig und durch eine Dichtheitsmessung nachzuweisen.

Der Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

- dezentral durch Lüftungsgeräte in der Außenwand
- wohnungszentral über Zu- und Abluftkanäle
- gebäudezentral

dezentral: Bei dezentralen Lüftungsanlagen werden raumweise Zu-Abluftgeräte mit Wärmerückgewinnung in die Außenwand eingebaut. Der Einbau kann zum Beispiel im Brüstungsbereich im Zuge eines Fensteraustauschs erfolgen. Dabei werden mehrere Einzelgeräte benötigt, was für die Lüftung insgesamt zu höherem Stromverbrauch führt.

wohnungszentral: In jede Wohnung wird eine separate Zu-Abluftanlage eingebaut. Die Zu- und Abluftkanäle können als Flachkanäle im Flur der Wohnungen verlegt werden. Von dort können alle Räume mit Zu- und Abluft versorgt werden. Im Bereich der Lüftungskanäle/Flur würde sich dadurch die lichte Raumhöhe um ca. 15 cm verringern. Ein kompaktes Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung passt in einen Wandschrank.

gebäudezentral: Für das gesamte Haus wird eine zentrale Zu-/ Abluftanlage installiert. Dabei sind insbesondere in Mehrfamilienhäusern Maßnahmen zum Schall- und Brandschutz zu treffen. Zudem wird zusätzlich zur horizontalen Luftverteilung in den Wohnungen ein senkrechter Lüftungsschacht im Haus benötigt.

zentrale Lüftungsanlage mit 90 % Wärmerückgewinnung durch Gegenstromwärmetauscher						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	20.000	87.000	5.200	370	54 : 1	40
verbrauchsbezogen:		64.000	3.800	270	74 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Eine Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlage ist zwar nicht gegeben, doch sie trägt deutlich zur Komfortverbesserung bei. Sie sorgt kontinuierlich und ohne Zugserscheinungen für frische, auf Wunsch auch gefilterte Luft (z. B. für Allergiker). Ein Öffnen der Fenster ist trotzdem möglich, zur ausreichenden Versorgung der Wohnung mit Frischluft aber nicht mehr notwendig. Ohne Lüftungsanlage würde sich hingegen nach einer Sanierung die Notwendigkeit zur häufigen manuellen Lüftung verstärken, wie in Kap. 2.7.3 erläutert.

5.10 Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage

Die bestehende Heizungs- und Warmwasseranlage ist stark veraltet und einer der wesentlichen Schwachpunkte des Gebäudes. Mit plötzlichem Versagen ist ständig zu rechnen. Aus diesen Gründen sollte die Heizungsanlage grundsätzlich saniert und in Teilen erneuert werden. Dazu empfehlen wir:

- die Wärmedämmung aller zugänglichen Verteilungen,
- den Einbau geregelter Pumpen Effizienzklasse A,
- eine Einbau neuer Heizkörperventile und Thermostatköpfe mit hoher Regelgenauigkeit (sogenannte „1 K-Regler“ oder elektronische Regler)
- einen hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage,
- eine außentemperaturgesteuerte Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung,
- einen neuen Öl-Brennwertkessel,
- eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit 12 m² Flachkollektoren und ca. 800 l Solar-Kombispeicher (Trinkwarmwasser und Heizung).

Eine Solaranlage zur reinen Trinkwasserbereitung ist in Ihrem Gebäude derzeit erst ab 20 m² Kollektorfläche förderfähig. Daher empfehle ich eine Solaranlage mit Heizungsunterstützung.

Ein Brennwertkessel erreicht seine optimale Effizienz nur bei niedrigen Heizkreistemperaturen. Die vorhandenen Heizkörper können aus energetischer Sicht jedoch weiter betrieben werden. Durch Wärmedämmung der Gebäudehülle und Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage kann der Wärmebedarf eines Gebäudes und damit die benötigten Heizkreistemperaturen reduziert werden. Diese gesamtheitliche Betrachtung spiegelt sich in den empfohlenen Maßnahmenpaketen wieder. Dort wurden die Vor- und Rücklauftemperaturen auf 55/45 °C reduziert. Die Kaminsanierung wird als Luft-Abgas-System für einen raumluftunabhängigen Betrieb des Brennwertkessels empfohlen. Eine Öffnung zur Ansaugung von Verbrennungsluft ist dadurch nicht mehr notwendig, ein Auskühlen des Heizraums wird vermieden.

Nach Sanierung des Gebäudes wird ein Heizkessel mit deutlich geringerer Heizleistung benötigt, wodurch die Anschaffungskosten sinken. Daher empfehlen wir, die Wärmedämmung des Gebäudes unbedingt vor oder zusammen mit der Heizungssanierung auszuführen.

Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage zur Trinkwasserbereitung und Heizungsunterstützung						
angenommener Jahresnutzungsgrad der neuen Heizung: 97 %						
angenommene solare Deckung zur Trinkwarmwasserbereitung: 57 %						
angenommene solare Deckung zur Heizungsunterstützung: 10 %						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
	22.000	51.000	41.000	3.400	6 : 1	20
verbrauchsbezogen:		38.000	30.000	2.600	8 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

5.11 Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage

Die Heizungssanierung sollte grundsätzlich wie in Kap. 5.10 „Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage“ beschrieben erfolgen. Ein Pelletkessel statt des neuen Brennwertkessels verbessert jedoch die Primärenergiebilanz des Gebäudes nochmals erheblich. Da Ihr Gebäude bereits über Räume zur Brennstofflagerung verfügt, empfiehlt sich ein Pelletkessel. Dessen Wirkungsgrad sollte mind. 90 % betragen, da er sonst nicht förderfähig ist.

Allerdings benötigen Pellets bei gleichem Energieinhalt etwa 3-mal so viel Lagerraum wie Öl. Um im vorhandenen Lagervolumen eine ausreichende Pelletmenge lagern zu können, müsste also der Wärmebedarf des Gebäudes entsprechend reduziert werden, was durch die in Kap. 5.1 bis 5.10 beschriebenen Maßnahmen prinzipiell möglich ist. Daher beziehen sich die geschätzten Investitionskosten auf diese Lösung zur Pelletlagerung.

Für eine größere Pelletmenge könnte ein unterirdisches Pelletlager im Garten angelegt werden, was jedoch mit Mehrkosten gegenüber einer Lagerung im Haus verbunden wäre.

Zur Optimierung des Pelletkessels empfiehlt sich der Einbau eines Pufferspeichers mit mind. 30 l/kW Nennleistung. Diese Funktion kann bei entsprechender Dimensionierung ein Solar-Kombispeicher übernehmen. Zudem arbeitet ein Pelletkessel im Sommer zur reinen Trinkwasserbereitung weniger effizient. Aus diesen Gründen ist die Kombination der Pelletheizung mit einer Solaranlage mit Heizungsunterstützung zu empfehlen.

Die abgeschätzten Investitionskosten beinhalten neben den unter Kap. 5.10 genannten Maßnahmen den Einbau eines Pelletkessels mit Pelletlager und Fördertechnik.

Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage zur Trinkwasserbereitung und Heizungsunterstützung						
angenommener Jahresnutzungsgrad der neuen Heizung: 90 %						
angenommene solare Deckung zur Trinkwarmwasserbereitung: 57 %						
angenommene solare Deckung zur Heizungsunterstützung: 10 %						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
	32.000	56.000	36.000	4.800	7 : 1	20
verbrauchsbezogen:		42.000	27.000	3.600	9 : 1	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Ein Pelletkessel mit Pelletlager, Fördertechnik und Pufferspeicher ist zwar deutlich teurer als ein Öl-Brennwertkessel, dafür sind die Brennstoffkosten niedriger. In der Vergangenheit waren die Pelletpreise auch deutlich stabiler als der Heizölpreis. Neben der Unabhängigkeit von Ölpreisschwankungen bietet diese Variante vor allem auch den Vorteil einer komplett regenerativen Beheizung Ihres Gebäudes. Nachteilig ist der etwas höhere Wartungsaufwand gegenüber einem Ölkessel.

5.12 Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen

Rollladenkästen: Um Zugluft und Schimmelbildung zu vermeiden, sollten die vorhandenen Rollladenkästen von innen luftdicht verschlossen und mit Wärmedämmung komplett gefüllt werden. Neue Rollläden oder Jalousien können von außen auf die vorhandenen Rollladenkästen montiert werden. Die neuen Rollläden sollten elektrisch betrieben werden, um Undichtigkeiten über Wanddurchbrüche für Kurbeln zu vermeiden.

Wärmebrücken an Eingangsvordach und Balkonen: Eingangsvordach und Balkone können – soweit statisch möglich – abgetrennt und ersetzt werden. Ansonsten müssen sie von oben und unten wärmedämmend werden, um Schimmelbildung an der raumseitigen Decke vorzubeugen. Gerade diese Problemzonen eines Hauses sollten von einer fachkundigen Person geplant und in der Ausführung überwacht werden.

Luftdichtheit: Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen ist grundsätzlich in Planung und Ausführung auf Luftdichtheit aller Bauteile und Anschlüsse zu achten. Zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels empfehlen wir, zumindest eine wohnungszentrale Abluftanlage einzubauen.

Warmwasseranschluss für Wasch- und Spülmaschine: Eine Solaranlage zur Heizungsunterstützung produziert im Sommer überschüssige Wärme. Diese kann sinnvoll für Wasch- und Spülmaschinen genutzt werden. So reduziert sich der Stromverbrauch zum Waschen und Spülen deutlich. Die Geräte sind in Küchen und Bädern mit Warmwasserzapfstellen aufgestellt. Die Anbindung an das Warmwassernetz lässt sich somit problemlos einrichten. Achten Sie bei der Beschaffung neuer Geräte auf den hierfür notwendigen Warmwasseranschluss am Gerät.

5.13 Vorschläge für Maßnahmenpakete

Bei Durchführung mehrerer Maßnahmen lassen sich deren einzelne Einsparungen nicht einfach zu einer gesamten Einsparung addieren. Daher sind im Folgenden die gesamten Einsparungen der vorgeschlagenen Maßnahmenpakete nochmals dargestellt. Die Maßnahmenbeschreibungen entsprechen denen der jeweiligen Einzelmaßnahmen und sind hier nicht nochmals aufgeführt.

Fassade						
bestehend aus: 5.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 23)						
5.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 24)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
52.000		64.000	28.000	2.400	22 : 1	30 bis 50
verbrauchsbezogen:		48.000	21.000	1.800	29 : 1	

Dach						
bestehend aus: 5.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 25)						
5.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 26)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
19.000		77.000	15.000	1.300	15 : 1	30 bis 50
verbrauchsbezogen:		57.000	11.000	940	20 : 1	

Keller						
bestehend aus: 5.5 Wärmedämmung der Kellerdecke in Eigenleistung (Seite 27)						
5.7 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung (Seite 29)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
3.200		87.000	5.200	450	7 : 1	50
verbrauchsbezogen:		64.000	3.800	330	10 : 1	

Heizung						
bestehend aus: 5.10 Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage (Seite 32)						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
	22.000	51.000	41.000	3.400	6 : 1	20
verbrauchsbezogen:		38.000	30.000	2.600	8 : 1	

115 BW						
bestehend aus: 5.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 23) 5.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 24) 5.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 25) 5.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 26) 5.5 Wärmedämmung der Kellerdecke in Eigenleistung (Seite 27) 5.7 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung (Seite 29) 5.10 Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage (Seite 32) Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
	96.000	16.000	76.000	6.500	15 : 1	20 bis 50
verbrauchsbezogen:		12.000	57.000	4.800	20 : 1	

115 Bio						
bestehend aus: 5.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 23) 5.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 24) 5.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 25) 5.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 26) 5.11 Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage (Seite 33) Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung						
energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
[€/m ²]	[€]		Energie [kWh/a]	/ Energiekosten [€/a]		
	103.000	21.000	71.000	6.700	15 : 1	20 bis 50
verbrauchsbezogen:		16.000	53.000	5.000	21 : 1	

85 Bio

bestehend aus: 5.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 23)
 5.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 24)
 5.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 25)
 5.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 26)
 5.5 Wärmedämmung der Kellerdecke in Eigenleistung (Seite 27)
 5.7 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung (Seite 29)
 5.11 Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage (Seite 33)
 Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung

energetisch bedingte Investitionskosten pro m ² / gesamt [€/m ²] [€]		Energiebedarf nach Sanierung [kWh/a]	prognostizierte Einsparungen Energie / Energiekosten [kWh/a] [€/a]		Kosten/ Nutzen [-]	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	106.000	17.000	75.000	6.900	15 : 1	20 bis 50
verbrauchsbezogen:		13.000	56.000	5.100	21 : 1	

6 Förderung

Für die empfohlenen Maßnahmen können Sie nach heutigem Stand verschiedene Förderprogramme in Anspruch nehmen. Alle aufgeführten Programme sind grundsätzlich kumulierbar.

KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“

Im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ können Energiesparmaßnahmen entweder über ein zinsvergünstigtes Darlehen mit Tilgungszuschuss oder ausschließlich über einen Zuschuss gefördert werden. In der Regel ist die Kreditvariante aufgrund des langfristigen Zinsvorteils interessanter als der Zuschuss. Bei Einsatz von Eigenkapital sollte jedoch auch die Zuschussvariante in Betracht gezogen werden. Die tatsächliche Höhe der Förderung richtet sich nach den nachgewiesenen Kosten für die energetische Sanierung. Zu den förderfähigen Investitionskosten gehören neben den Investitionen in die Energieeinsparung auch alle Arbeiten, die dadurch verursacht werden (z. B. Dach abdecken und neu eindecken) sowie anteilige Nebenkosten wie Gerüst, Planungshonorare und Gebühren. Materialkosten und Arbeitsaufwand von Eigenleistung werden nicht gefördert. Die in Eigenleistung erbrachten energetischen Verbesserungen werden jedoch beim Nachweis des KfW-Effizienzhausstandards berücksichtigt.

Die maximale Darlehenshöhe der Kreditvariante beträgt 75.000 € pro Wohneinheit, in Ihrem Fall also 225.000 €. Damit dürfte eine Vollfinanzierung aller förderfähigen Investitionskosten möglich sein. Zusätzlich erhalten Sie einen Tilgungszuschuss bei Erreichen eines KfW-Effizienzhaus-Standards.

In der Zuschussvarianten liegen die förderfähigen Investitionskosten für Einzelmaßnahmen bei maximal 50.000 € je Wohneinheit und für KfW-Effizienzhaus-Standards bei 75.000 € je Wohneinheit.

Maßnahmen	angenommene förderfähige Investitionen	Kredit Tilgungszuschuss		oder	Zuschuss	
	[€]	[%]	[€]		[%]	[€]
Fassade	75.000	keiner		+ variabler Zinsvorteil ¹	5,0	3.750
Dach	25.000	keiner			5,0	1.250
Keller	nur Eigenleistung	keiner			keiner	
Heizung	30.000	keiner			5,0	1.500
115 BW	150.000	2,5	3.750		7,5	11.250
115 Bio	150.000	2,5	3.750		7,5	11.250
85 Bio	150.000	7,5	11.250		12,5	18.750

¹ Der Zinsvorteil ist abhängig von Zinssätzen der KfW-Förderbank und Ihrem Kreditinstitut.

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: www.kfw-foerderbank.de

Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien MAP

Im Marktanreizprogramm wird der Einsatz erneuerbarer Energie in Gebäuden gefördert.

Maßnahmenpaket	Heizung	115 BW	115 Bio	85
Solaranlage zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung				
Kollektorfläche 120,- €/m ²	1.440 €	1.440 €	1.440 €	1.440 €
Bonus für effiziente Solarpumpe	50 €	50 €	50 €	50 €
Kesseltauschbonus	600 €	600 €	600 €	600 €
Pelletkessel mit Wirkungsgrad von mind. 90 % und neu errichtetem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW				
Pelletkessel 36 €/kW, mind. 2.500 €			2.500 €	2.500 €
Kombinationsbonus			600 €	600 €
Gesamt	2.090 €	2.090 €	5.190 €	5.190 €

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: www.bafa.de

Energiesparprogramm Stadt Stuttgart

Die Förderung für umfassende Energie ersparende Maßnahmen erfolgt durch Zuschüsse von bis zu 4.200 Euro je Wohnung. Voraussetzung ist eine Energiediagnose durch das Energieberatungszentrum Stuttgart e.V. oder die TÜV SÜD Industrie Service GmbH. Die Höhe der Förderung ist abhängig vom Transmissionswärmeverlust und Primärenergiebedarf nach Sanierung. Die Außenwand- und Dachsanierung kann alternativ als Einzelmaßnahme mit 8 €/m² Bauteilfläche gefördert werden. Fenster werden ab einem U-Wert $\leq 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit 20 €/m² Bauteilfläche gefördert. Bei Kumulation mit dem KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ wird die Förderung um 20 % gekürzt.

Berechnungsbeispiele:

Umfassende Sanierung	115 Bio	115 BW	85
Investitionen in Wärmeschutz und Anlagentechnik (bei angenommenen Kosten von 150.000 €)	17.867 €	19.361 €	21.600 €
max. Förderbetrag für 3 Wohnungen bei Kumulation mit „Energieeffizient Sanieren“	10.080 €	10.080 €	10.080 €

Einzelmaßnahmen	Außenwand	Dach	Fenster
Bauteilfläche	188 m ²	104 m ²	49 m ²
Förderung der Einzelmaßnahme bei Kumulation mit „Energieeffizient Sanieren“	1.203 €	666 €	784 €

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: www.stuttgart.de/energiesparprogramm

7 Empfehlungen zur Stromeinsparung

Elektrischer Strom ist die hochwertigste Energieform im Gebäude und lässt sich für die vielfältigsten Aufgaben nutzen. Er dient zum Antrieb von Maschinen und Geräten im Haushalt, zum Kochen und Backen, zur Beleuchtung, zum Betrieb von Fernsehgeräten, PCs und Telekommunikationsanlagen, zur Erwärmung von Luft und Wasser und als Hilfsenergie für die Heizung. Strom muss aufwändig erzeugt werden. Zur Herstellung von einer Kilowattstunde Strom an der Haushaltsstreckdose (Endenergie) werden beim Strommix für Deutschland 2,6 Kilowattstunden nicht regenerative Primärenergie aufgewandt. Es ist deshalb besonders wichtig, mit elektrischem Strom sparsam umzugehen.

Gemessen wird der Stromverbrauch in Kilowattstunden (kWh). Ein elektrisches Gerät mit einer Leistungsaufnahme von 1000 Watt verbraucht innerhalb einer Stunde 1 Kilowattstunde. Ein Gerät mit nur 50 Watt Leistungsaufnahme, welches aber 24 Stunden eingeschaltet bleibt, verbraucht in dieser Zeit $0,05 \text{ W} * 24 \text{ h} = 1,2 \text{ Kilowattstunden}$. Wichtig ist also nicht nur die Leistungsaufnahme, sondern auch die Betriebsdauer.

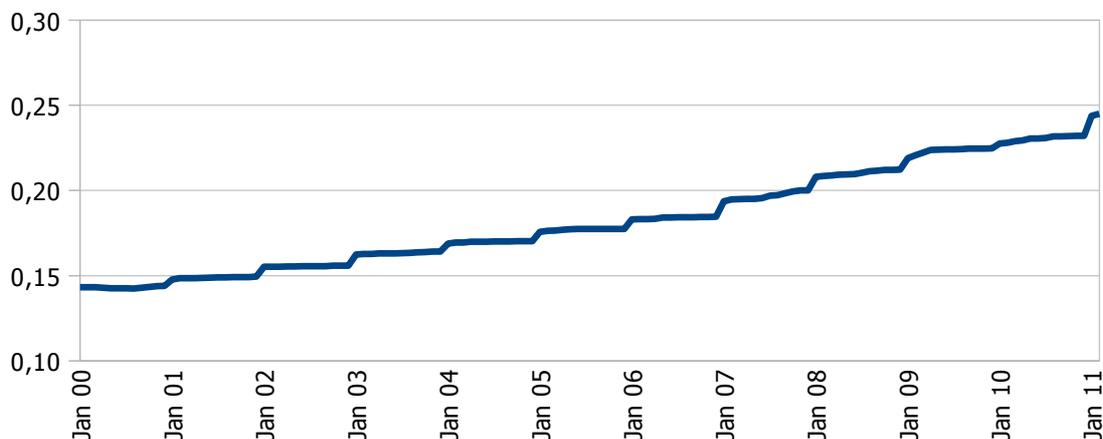
7.1 Verbrauchsabrechnungen und Strompreisentwicklung

Es liegen Verbrauchsabrechnungen der letzten 3 Jahre vor. Die Messwerte beziehen sich auf die EG-Wohnung ohne den Allgemeinstrom.

Jahr	Strompreis in Euro/kWh (inkl. MWSt)	Verbrauch in kWh	Durchschnittsverbrauch vergleichbarer Haushalte in kWh
2008	0,197	5343	3440
2009	0,197	5156	3440
2010	0,210	5575	3440

Der jährliche Verbrauch liegt deutlich über dem Durchschnitt vergleichbarer Haushalte. Hier sollte dringend gehandelt werden. Ihr Strompreis ist hingegen eher unterdurchschnittlich.

Strompreisentwicklung privater Haushalte in €/kWh (inklusive Steuern)



7.2 Wesentliche Stromverbraucher

Die nachfolgenden Werte beziehen sich auf Ihren Haushalt im EG (Eigentümerwohnung) sowie die Heizungsanlage.

In Ihrem Haushalt befinden sich die folgenden wesentlichen Stromverbraucher:

Verbraucher	Baujahr	Nennleistungsaufnahme im Betrieb [W]	Leistungsaufnahme im Standby-Betrieb [W]	geschätzte Einschalt-dauer pro Jahr [h]	Stromverbrauch pro Jahr [kWh]	Standby-Verbrauch pro Jahr [kWh]
Heizungsumwälzpumpe	1990	65		5000	325	
Heizkessel	1968	200		1600	320	
Backofen	1994	3300		50	165	
Kochfeld	1994	5000		80	400	
Dunstabzug	1994	120		200	24	
Spülmaschine ohne Warmwasseranschluss	1994	2000		150	300	
Kühltruhe	1985	800		1000	800	
Kühlschrank	1994	300		1000	300	
Waschmaschine ohne Warmwasseranschluss	1997	3500		100	350	
Wäschetrockner	2001	2000		100	200	
Sauna	1991	6800		50	340	
Aquarium	2002	50		8760	438	
Haartrockner	2009	1600		80	128	
Fernseher Wohnzimmer	2008	300	5	700	210	40
DVD-Recorder	2003	50	10	100	5	87
HiFi-Anlage	1997	100	15	600	60	122
Fernseher Schlafzimmer	1998	140	15	200	28	128
PC	2004	90		700	63	
altes Faxgerät	1996	80	15	1	0	131
Telefonanlage, Telefone, DSL-Router	2007	50		8760	438	
Alte Glühlampen, alte Halogenlampen und alte Leuchtstofflampen		500		1000	500	
Summe:					5.394	509

Bei der Beleuchtung sind zu ca. 50% noch herkömmliche Glühlampen eingesetzt. 20% der Leuchtmittel sind Halogenlampen, der Rest sind Kompakt-Energiesparlampen.

7.3 Stromsparpotentiale und Empfehlungen

Folgende Stromverbraucher sind ineffizient und sollten ersetzt werden oder sollten durch das Nutzerverhalten effizienter betrieben werden:

Verbraucher	Baujahr	Empfehlung	Einsparpotenzial [kWh/a]
Heizungsumwälzpumpe	1990	Sofort austauschen gegen Hocheffizienzpumpe Effizienzklasse A, dabei hydraulischen Abgleich durchführen lassen.	275
Backofen	1994	Bei Neuerwerb auf Effizienzklasse A achten.	40
Dunstabzug	1994	Nur benutzen wenn nötig, oft reicht auch Fensterlüftung. Bei Neuerwerb auf Effizienzklasse A achten.	12
Spülmaschine	1994	An die zentrale Warmwasserversorgung anschließen. Dabei Angaben des Geräteherstellers beachten. Evtl. neue Maschine mit Energieeffizienzklasse A+++ kaufen.	150 ¹⁾
Kühltruhe	1985	Sofort austauschen gegen neue Kühltruhe oder Gefrierschrank mit Energieeffizienzklasse A+++.	650
Kühlschrank	1994	Austauschen gegen neuen Kühlschrank Energieeffizienzklasse A+++.	200
Waschmaschine	1997	An die zentrale Warmwasserversorgung anschließen. Dabei Angaben des Geräteherstellers beachten. Vorschaltgerät einsetzen. Evtl. neue Maschine mit Energieeffizienzklasse A+++ kaufen.	150 ¹⁾
Wäschetrockner	2001	Wäsche möglichst oft auf der Leine trocknen. Evtl. neue Maschine mit Energieeffizienzklasse A beschaffen.	100
Sauna	1991	Erst kurz vor der Benutzung aufheizen und danach sofort wieder abschalten.	136
Aquarium	2002	Temperatur so niedrig wie möglich einstellen.	88
Fernseher Wohnz.	2008	Gerät ganz abschalten, wenn nicht benötigt.	40 ²⁾
DVD-Recorder	2003	Gerät ganz abschalten, wenn nicht benötigt.	87 ²⁾
HiFi-Anlage	1997	Gerät ganz abschalten, wenn nicht benötigt.	122 ²⁾
Fernseher Schlafz.	1998	Gerät ganz abschalten, wenn nicht benötigt.	128 ²⁾
PC	2004	Bei Neuerwerb auf Energieverbrauch achten.	35
altes Faxgerät	1996	Z. B. durch Faxumleitung auf E-Mail ersetzen.	131 ²⁾
Telefonanlage, Telefone, DSL-Router	2007	Durch neue sparsame Geräte ersetzen.	350
Klassische Glühlampen		Durch Kompakt-Energiesparlampen oder LED ersetzen. Evtl. neue Leuchten einsetzen. Bei Leuchtstofflampen auf elektronisches Vorschaltgerät EVG achten.	250
Summe Einsparung:			2945

¹⁾ führt zu Mehrverbrauch bei der zentralen Warmwassererwärmung

²⁾ abschalten anstatt Standby

7.3.1 Nutzerverhalten

Neben ineffizienten Geräten spielt das Nutzerverhalten eine große Rolle beim Stromverbrauch. Das klassische Beispiel ist der Mehrverbrauch durch Standby-Betrieb von Geräten. Abschalten anstatt Standby führt zu entsprechenden Einsparungen. Spülmaschine und Waschmaschine erst laufen lassen, wenn sie gut gefüllt sind. Licht nur dort brennen lassen, wo man sich aufhält. Kaffeemaschine, Fernseher, PC etc. abschalten, wenn sie nicht benutzt werden. So lässt sich ohne große Komforteinbußen Energie und Geld sparen.

7.3.2 Wasch- und Spülmaschinen am Warmwasseranschluss

Der Anschluss von Wasch- und Spülmaschine an die zentrale Warmwasserversorgung führt zu Mehrverbrauch bei der zentralen Warmwassererzeugung, spart jedoch Primärenergie. Auch die Wärmegestehungskosten sind im Allgemeinen günstiger. Insbesondere dann, wenn solar erwärmtes Wasser genutzt wird. Auf dem Markt gibt es Waschmaschinen mit Kalt- und Warmwasseranschluss. Bei anderen Geräten können Vorschaltgeräte eingesetzt werden. Spülmaschinen können auch direkt an die Warmwasserversorgung angeschlossen werden. Hierbei die Angaben der Gerätehersteller beachten.

7.3.3 Einsatz energiesparender Leuchtmittel

Herkömmliche Glühlampen haben einen sehr geringen Wirkungsgrad und werden deshalb Zug um Zug vom Markt genommen. Ersatz gibt es in Form von Kompakt-Energiesparlampen in verschiedenen Ausprägungen von Warmton bis hin zu Tageslicht. Daneben bilden neue Leuchtmittel auf Basis der LED zunehmend eine Alternative. Auch bei den Halogenlampen gibt es mittlerweile Leuchtmittel mit höherer Lichtausbeute. Für funktionelle Bereiche in Küche, Büro oder Keller gibt es neue hocheffiziente Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG).

8 Anhang

- Erläuterung von Fachbegriffen
- Zur Energieberatung getroffene Annahmen
 - Skizze des angenommenen beheizten Volumens
 - Weitere Annahmen zu nicht gesicherten Datengrundlagen
 - Energiepreisentwicklung der letzten Jahre
- Schornsteinfegerprotokoll
- Dokumentation der Daten und Berechnungen
 - Berechnungsgrundlagen
 - Volumenberechnung
 - Flächenberechnungen
 - Bauteilbeschreibungen und U-Wert-Berechnungen des Ist-Zustands
 - Berechnung des Heizwärmebedarfs im Ist-Zustand
 - Beschreibung der Anlagentechnik des Ist-Zustands
 - Berechnung der Anlagenverluste im Ist-Zustand
 - Bauteilbeschreibungen und U-Wertberechnungen der Varianten
 - Berechnung des Heizwärmebedarfs der empfohlenen Maßnahmenpakete
 - Beschreibung der Anlagentechnik der Varianten
 - Berechnung der Anlagenverluste der empfohlenen Maßnahmenpakete