



Energiesparberatung vor Ort

gemäß den Richtlinien über die Förderung der
Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

(Foto)

Eigentümer
vertreten durch Hausverwaltung
Immenstadt
Burgberg

Beratungsempfänger

Wohn- und Geschäftshaus
87509 Immenstadt

Beratungsobjekt

Dipl.-Ing. Architekt Marc Horle
Nebelhornstr. 36
87561 Oberstdorf
info@horle-koegel.de
www.horle-koegel.de

Berater

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	3
2. Grundlagen	4
3. Energetischer Ist-Zustand von Gebäude und Heizung	
3.1 Gebäudedaten	6
3.2 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehüllflächen	6
3.3 Heizungsanlage	8
3.4 Warmwasserbereitung	8
3.5 Brennstoffverbrauch	9
3.6 Nutzerverhalten	9
3.7 Energiebilanz IST-Zustand	9
4. Energiesparmaßnahmen und Wirtschaftlichkeit	
4.1 Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes am Gebäude	12
4.1.1 Dämmung der Kellerdecke und Kellertreppe	13
4.1.2 Dämmung der Decke über den Arkaden	14
4.1.3 Dämmung des Daches - Außendämmung	14
4.1.4 Dämmung des Daches - Innendämmung	16
4.1.5 Dämmung der Außenwände gegen Außenluft	16
4.1.6 Austausch der alten Holzfenster	18
4.1.7 Flachdach	19
4.1.8 Sonstige Dämmmaßnahmen	19
4.1.9 Minderung der Lüftungswärmeverluste	20
4.1.10 Übersicht der wärmetechnischen Einsparungen am Bauwerk	20
4.1.11 Heizungsmodernisierung – Teil 1: Brennwertnutzung	20
4.1.12 Einbau einer thermischen Solaranlage	22
4.1.13 Heizungsmodernisierung – Teil 2: Heizung mit erneuerbaren Energien	22
4.1.14 Weitere Energiesparmaßnahmen	24
4.2 Energiebilanz ZIEL-Zustand	25
4.3 Umweltwirkung	26
4.4 Förderungen	28
4.4.1 CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm - Dahrlensprogramm	28
4.4.1.1 Variante A – Energetische Sanierung auf Neubau-Niveau	28
4.4.1.2 Variante B – Maßnahmenpakete	28
4.4.2 CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm – Zuschussvariante	29
4.4.2.1 Variante A – Energetische Sanierung auf Neubau-Niveau	29
4.4.2.2 Variante B – Maßnahmenpakete	29
4.4.3 KfW-Programm Wohnraum Modernisieren	30
4.4.4 BAFA	30
5. Zusammenfassung	31
6. Anhang	
6.1. Glossar	33
6.2. Förderprogramme	35
6.2.1 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	35
6.2.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	35
6.3. Literaturangaben	36
6.4. Weitere Spartipps	38
6.5. Wirtschaftlichkeit	37
6.6. Energiebilanz-Berechnungen (vorher) incl. U-Wert-Berechnung	39
6.7. Energiebilanz-Berechnungen (nachher) incl. U-Wert-Berechnung	39

1. Vorbemerkungen

Energieverbrauch ist mit Umweltbelastungen verbunden. Zum Schutz des Klimas auf unserer Erde und zur Schonung der verfügbaren Ressourcen für spätere Generationen ist eine kurzfristige Verringerung des Energieverbrauchs dringend notwendig.

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, die CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2005 um 25% gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren. In Deutschland wird zur Zeit mehr als ein Drittel der Endenergie für Raumwärme und Warmwasser benötigt. Den weitaus größten Anteil (über 75%) hat hierbei die Heizung. Betrachtet man weiterhin den durchschnittlichen Wohngebäudebestand der Bundesrepublik, so fällt auf, dass ca. 2/3 aller Gebäude zwischen 1920 und 1970 errichtet wurden. In diesem Zeitraum spielte Wärmedämmung überhaupt keine Rolle.

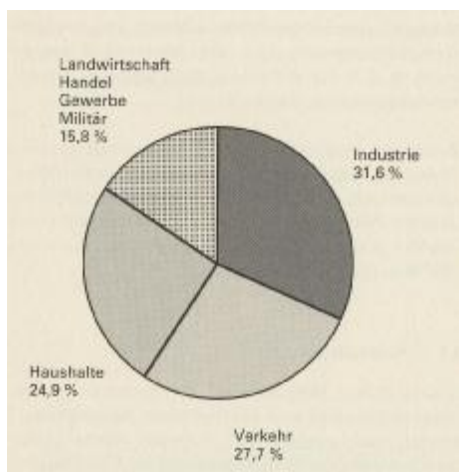


Abb. 1: Anteil der Verbraucher am Gesamtenergieverbrauch 1989

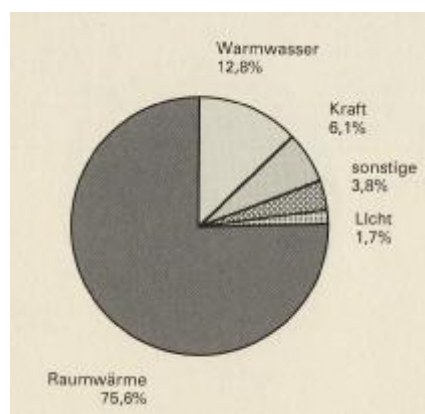


Abb. 2: Energieverbrauch im Haushalt 1989

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen kann festgestellt werden, dass im Bereich der Altbaumodernisierung enorme Energieeinsparpotentiale vorhanden sind.

Es sind daher gerade Anstrengungen aus dem privaten Bereich, Energie zu sparen, besonders wertzuschätzen und zu unterstützen. Denn trotz verschiedener Möglichkeiten kommunale, Landes- oder Bundesförderungen zu erhalten, ist der Einsatz an Eigeninitiative und -finanzierung noch erheblich, nicht zuletzt durch die nach wie vor relativ niedrigen Energiepreise.

Der vorliegende Beratungsbericht hat die Aufgabe eine möglichst genaue Ist-Analyse Ihres Gebäudes zu erstellen, um auf dieser Grundlage Empfehlungen für energetische Sanierungsvarianten zu entwickeln, die Ihnen die Entscheidungshilfen geben für ökologisch und wirtschaftlich sinnvolle Energiesparmaßnahmen.

Die Berechnungen wurden u.a. in Anlehnung an die DIN-Normen (DIN 4701, 4108,...), den VDI-Richtlinien und der Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) durchgeführt.

Hinweis:

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleibt deshalb in Ihrer Verantwortung. Sie sollten, insbesondere bei Baumaßnahmen und Investitionen in die Heizungsanlage, immer Fachberatung und mehrere Vergleichsangebote einholen.

Wenn Sie jetzt oder später noch Fragen zum Beratungsbericht haben, zögern Sie bitte nicht uns anzurufen.

Wir freuen uns, wenn Sie mithelfen Energie zu sparen und Emissionen zu vermeiden.

Oberstdorf, den 17.04.2008

2. Grundlagen

Wärme im Winter ist ein Muss in unseren Breiten. Um unsere Häuser und Wohnungen behaglich warm zu bekommen setzen wir Energie ein.

Für Sie als Hausbesitzer stellt sich die Frage: Ist der Energieverbrauch nun zu hoch oder nicht und wo lässt sich wieviel Energie einsparen? Um das herauszufinden muss man wissen: Woher kommt und wohin geht die Energie?

Die Antwort darauf zeigt die Energiebilanz Ihres Hauses. Dazu werden alle dem Gebäude in einem Jahr zugeführten Energiemengen und alle das Gebäude verlassende Energiemengen gegenübergestellt. Die aus der Energiebilanz resultierenden Ergebnisse - **Heizwärmebedarf, Heizenergiebedarf, Jahresenergieverbrauch**¹ - und Energiekennzahl sind Ausgangspunkt aller weiteren Berechnungen und Bewertungen zur Energieeinsparung.

Heizwärmebedarf

Als Heizwärmebedarf (Q_H) bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Vorgaben wie Innen-, Außentemperaturen, Heizgradtage usw. sind in dem in der Energieeinsparverordnung vorgegebenen Berechnungsverfahren festgeschrieben und wurden entsprechend der vorhandenen Situation (z.B. Nutzergewohnheiten) angepasst.

Der Heizwärmebedarf ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten und Lüftungswärmeverlusten abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne, er wird auch als „Netto-Energiebedarf“ bezeichnet.

Transmissionswärmeverluste (Q_T):

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Wärmeabgebende Bauteile sind: **Außenwände, Fenster, Dächer, Decken**. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und wird durch den U-Wert² angegeben.

Lüftungswärmeverluste (Q_L):

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten führen.

Solare Wärmegewinne (Q_s):

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum großteils in Wärme umgewandelt.

Interne Wärmegewinne (Q_i):

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

Heizenergiebedarf

Der ermittelte Heizwärmebedarf berücksichtigt nicht den Energieeinsatz für die Warmwasserbereitung (ca. 10% Anteil), sowie die Energieverluste, die bei der Wärmeerzeugung in der Heizungs- und Warmwasseranlage auftreten. Es handelt sich um die Abgasverluste aus der Feuerung, Strahlungsverluste des Kessels an den Heizraum, Wärmeverluste der Verteilungsleitungen im Kellerbereich sowie durch unzureichende Regelungseinrichtungen und hydraulische Abgleichmaßnahmen der Heizwasserverteilung.

Im sogenannten Heizenergiebedarf (Q_E) werden diese Verluste mit dem Heizwärmebedarf addiert, Ergebnis ist der „Brutto-Energiebedarf“.

Durch die Energiebilanz wird der rechnerische Jahres-Heizenergiebedarf festgelegt. Dieser Energieverbrauch dient als Maßstab für die energetische Beurteilung Ihres Gebäudes und kann mit den gemessenen Brennstoffverbräuchen, diese jedoch klimabereinigt, verglichen werden.

Energiekennzahlen

Um den Energieverbrauch zu beurteilen benutzt man Energiekennzahlen. Ähnlich wie der Benzinverbrauch in Liter pro 100 km für Ihr Auto angegeben wird, kann bei Gebäuden der jährliche Brennstoffverbrauch im Verhältnis zur beheizten Wohn- oder Nutzfläche gesetzt werden.

Wenn man z.B. eine 100 m²Wohnung mit jährlich 1.000 Liter Erdöl beheizt, dann hat man (bei einem Heizwert von ca. 10 kWh pro Liter Erdöl) eine spezifische Energiekennzahl von ca. 100 kWh/m²a.

¹ Ohne Stromverbrauch. Dieser wird in diesem Bericht nicht näher untersucht.

² Erklärung: Siehe Anhang

Energiekennzahlen dienen vorrangig zum Vergleich mit anderen Gebäuden gleicher Art und Nutzung. Beachten Sie jedoch: Bei Kennzahlvergleichen (und auch bei der Erstellung eines Energiepasses) wird der Jahres-Heizwärmebedarf unter einheitlichen Randbedingungen³ ermittelt, so dass ein Vergleich mit anderen Gebäuden möglich ist. Der Kennzahlvergleich lässt aufgrund unterschiedlicher Nutzungs- und Klimabedingungen nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Verbrauch zu.

Energiesparmaßnahmen

Nachdem der Ist-Zustand und die zugehörigen Ausgangswerte ermittelt sind, stellt sich die Frage: Mit welchen Verbesserungsmaßnahmen können Sie wieviel Energie (ggf. auch Kosten) einsparen und wieviel Emissionen vermeiden?

Dazu haben wir einige Energiesparvarianten gerechnet und bei Durchführung aller Dämmmaßnahmen die zukünftige Energiebilanz Ihres Gebäudes erstellt. Sie werden dadurch erfahren, wieviel Energie hierbei eingespart würde.

Wirtschaftlichkeit

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist zu beachten, dass nur die Mehrkosten einer Energiesparmaßnahme anzurechnen sind. So ist z.B. eine Außenwanddämmung immer dann besonders sinnvoll und wirtschaftlich, wenn ohnehin eine Sanierung der Fassade beabsichtigt ist. In solch einem Fall werden nur die Mehrkosten für die zusätzliche Dämmung angesetzt, weil andere Kosten für Gerüst und Anstrich auch ohne Dämmung entstehen würden. Natürlich kann manchmal auch der Vollkostenansatz sinnvoll sein.

Zur Beurteilung von Energiesparmaßnahmen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist es interessant, die für eine Maßnahme aufgewendeten Kosten auf die erzielte Energieeinsparung zu beziehen und somit einen Vergleich zu den heutigen bzw. zukünftigen Brennstoffpreisen zu erstellen.

Als Rechenverfahren dient die Annuitätenmethode: Diese berücksichtigt den banküblichen Zinssatz bei einer Kreditaufnahme bzw. den Zinsverlust bei einer Eigenfinanzierung sowie die jährliche Verteuerung der anfallenden Heizkosten. Die Annuitäten gelten für einen gewählten Betrachtungszeitraum von ca. 10 Jahren.

Umweltwirkung

Sanierungsmaßnahmen, die zur Energieeinsparung durchgeführt werden, können nicht nur nach ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilt werden. Legt man ökologische Gesichtspunkte bei der Bewertung der Maßnahmen zu Grunde, so spielt natürlich der durch die Dämmmaßnahmen vermiedene Schadstoffausstoß eine entscheidende Rolle.

Da Kohlendioxid (CO₂), das hauptsächlich bei der Verfeuerung von fossilen Brennstoffen entsteht zu rund 50% an der globalen Erwärmung beteiligt ist, charakterisiert dieser Schadstoff eine Hauptkomponente der energiebedingten Klimaveränderungen (Treibhauseffekt).

Darüber hinaus werden bei der Verbrennung eine Fülle weiterer Schadstoffe, wie z.B. Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffoxid (NO_x) freigesetzt.

Die Wirkung dieser „Sauren Schadstoffe“ besteht in ihrer Giftigkeit und der Versäuerung von Boden und Gewässern.

Auf der Basis der Endenergiebedarfswerte der jeweilige Energieträger (Gas, Öl, Strom usw.) wurden die Emissionen dieser drei klimawirksamen Gase errechnet.

³ Norm-Bedingungen: Beheizung der gesamten Wohnfläche mit 20°C, gleiche Klimabedingungen und Luftwechselraten, usw.

3. Energetischer IST-Zustand von Gebäude und Heizung

3.1 Gebäudedaten

Textliche Beschreibung mit baulichen und anlagentechnischen Besonderheiten

Gebäudetyp:	Freistehendes Wohn und Geschäftshaus mit 2 Satteldächern
Standort:	Immenstadt,
Baujahr:	1983
Lage:	Geschützte Lage in einer Wohnsiedlung
beheizte Nutzfläche (A_{EB}):	894,21 m ²
beheiztes Volumen:	2.794,40 m ³
Personen:	18 Personen
Vollgeschosse	3
A/V-Verhältnis:	0,47 1/m
Keller:	Unterkellert, unbeheizt
Erdgeschoss:	2 Gewerbeeinheiten, beheizt
1. Obergeschoss:	4 Wohnungen, beheizt
2. Obergeschoss:	3 Wohnungen, beheizt
Dachgeschoss:	2 Wohnungen, beheizt
Wärmetechnische Investitionen:	2005 Kessel- und Brennerneuerung

(Fotos)

3.2 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Für die Außenbauteile haben wir die Flächen und U-Werte berechnet. Zum Teil sind einige Teilflächen sinnvoll zusammen gefasst und die U-Werte gemittelt. Daneben ist der U-Wert angegeben, der nach der gültigen Energieeinsparverordnung mindestens einzuhalten ist, wenn die Bauteile erneuert werden. Zusätzlich ist der U-Wert angegeben, der für Passivhäuser notwendig wäre. Sie erkennen daran, welche Bauteile bereits diesen Mindestanforderungen genügen und wie weit andere davon entfernt sind.

Bauteil	Fläche brutto m ²	U-Wert ⁴ Ist W/m ² K	U-Wert EnEV 2002 W/m ² K	U-Wert Passivhaus W/m ² K	Bewertung
Außenwände					
a) EG, OGs, DG: Ziegel, i.+ a. verputzt, HK-Nischen	530	0,51	<0,45	<0,16	mittel
b) Deckenaufleger gering gedämmt	--	--	--	--	schlecht
Kellerdecke und Decken an Außenluft					
a) Keller: Betondecke mit schw. Estrich	191	0,59	<0,40	<0,16	mittel
b) Decke über EG nach unten an Außenluft	50	0,64	<0,40	<0,16	schlecht
Dach					
a) Holzsparren mit 12cm Dämmung + Hinterlüftung	308	0,41	<0,30	<0,16	mittel
b) Flachdach	28	0,26	<0,40	<0,16	gut
Fenster					
a) Alle Fenster mit Isolierverglasung, Rahmenmaterialgruppe 1	215	2,60	<1,70	<0,75	schlecht
Dichtigkeit					
a) Holzfenster	eine Dichtung				mittel
Daraus resultierender Wärmebedarf (Leistung des Kessels)	Ca. 71 kW				

Bewertung:

Insgesamt weist die Gebäudehülle entsprechend dem Baualter ungünstige U-Werte auf.

· Auffallend sind die ungünstigen U-Werte einiger Flächen. Die schlechten U-Werte beeinflussen neben einem hohen Energieverbrauch auch die Wohnbehaglichkeit der Hausbewohner. Gerade die großen Fensterflächen tragen einen erheblichen Teil dazu bei.

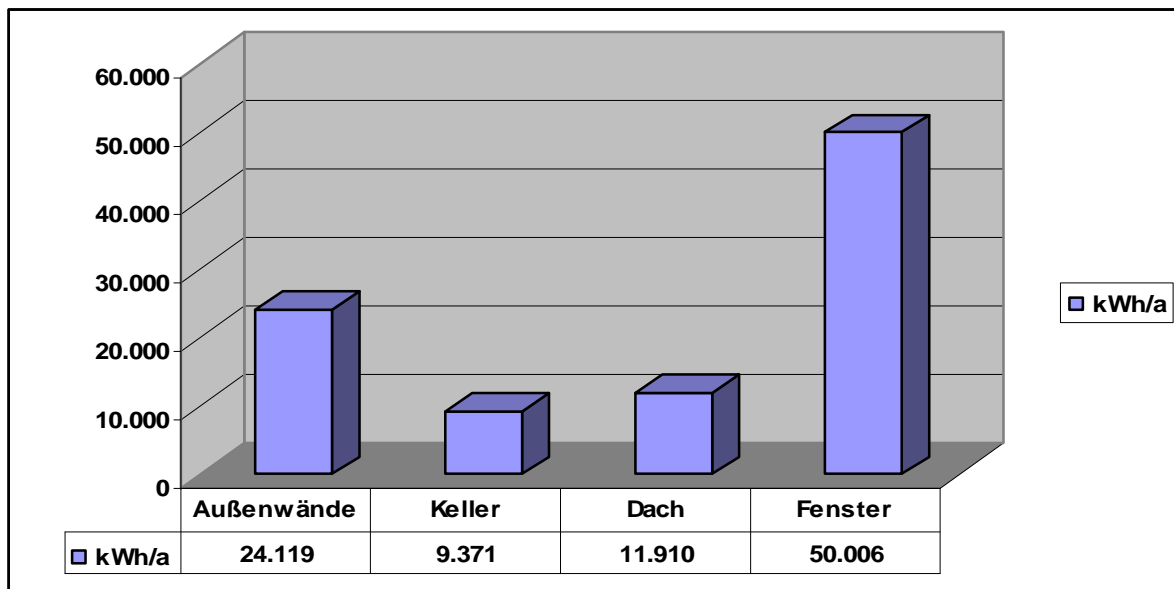
Erklärung: Der menschliche Körper hat eine Empfindungstemperatur, die sich im wesentlichen einstellt durch Lufttemperatur und umgebende Bauteil- bzw. Oberflächentemperatur. Bei einer Außentemperatur von -10°C und ungenügendem Wärmeschutz der Außenwand stellt sich eine Oberflächentemperatur der Wandinnenseite von ca. +10°C ein, die selbst bei einer Lufttemperatur von +22°C nicht zur Wohnbehaglichkeit führt. Bei solch großen Temperaturdifferenz zwischen der Körpertemperatur und den umgebenden Bauteilen findet eine rasche Wärmeabgabe des menschlichen Körpers durch Strahlung statt. Dies wird oft als Zugerscheinung empfunden.

Im Umkehrschluss bedeutet dies: Liegen die Oberflächentemperaturen der Umfassungsbauteile hoch (durch gute Wärmedämmung bei ca. +18°C), d.h. nur wenig unter den Raumtemperaturen, empfindet der Mensch auch niedrige Lufttemperaturen als behaglich.

Weitere wärmetechnische Schwachstellen:

- die alten Fenster mit großer Undichtigkeit, da nur eine Dichtung zwischen Rahmen und Flügel und zu den umgebenden Bauteilen (kalte Stellen).
- nach außen durchlaufenden Balkonplatten. Hier ist ebenso ein starker Abtransport von Wärme über die Wände bzw. Deckenplatte nach außen, da es sich bei Beton um einen sehr guten Wärmeleiter handelt.
- Heizkörpernischen
- Gebäudeecken: Durch eine wesentlich größere Außenfläche im Verhältnis zur Innenfläche kühlen Gebäudeecken deutlich schneller aus und haben damit niedrigere Oberflächentemperaturen und größere Energieverluste. Das bedingt, ähnlich einem Kühlrippeneffekt hohe Wärmeverluste und in Verbindung mit schlechter Wärmedämmung problematische kalte Oberflächen, die zu Zugerscheinungen führen.

⁴ Berechnung – siehe Anhang



Transmissionsverluste in kWh/a

3.3 Heizungsdaten

Standort:	UG
Kesseltyp:	Öl-Niedertemperatur-Kessel
Kesselleistung:	50 KW
Kesselhersteller:	Viessmann Vitorond 200
Baujahr	2005
Brennerhersteller-/typ	Elco-Klöckner, Öl-Brenner
Baujahr:	2005
Brennstoff:	Heizöl EL
Leistungsregelung:	Raumtemperaturregelung, 2-stufig
Vor- und Rücklauftemperatur:	70/55° C
Dämmung Rohre und Einbauteile	Mittel
Raumheizung	Heizkörper
Wärmetechnische Investitionen	2005 Kessel- und Brennererneuerung
Abgasverlust /-temperatur:	7,1 % / 168°C
Jahresnutzungsgrad ⁵ :	ca. 93 %

Bewertung:

Das Gebäude verfügt über eine neue Öl-Niedertemperatur-Heizung aus dem Jahr 2005. Die Anlageverluste sind ca. 7,1 % (Abgasverluste), weitere Verluste (Bereitschafts- und Verteilungsverluste) fallen an. Die Werte halten die momentanen Grenzwerte ein. Alle Räume werden durch Heizkörper gleichmäßig beheizt.

3.4 Warmwasserbereitung

WW-Geräte	indirekt durch Öl-Zentralheizung
Speichervolumen:	478 l
Speichertemperatur:	65°C, gute Dämmung
WW-Bedarf:	Mittlerer Bedarf: ca. 30-40 l/P/Tag = ca. 700 l/Tag
Verteilungssystem:	Steigleitungen, mittel gedämmt
Zirkulation	Ja
Jahresnutzungsgrad: (Speicher und Verteilung)	ca. 99%

⁵ bezogen auf den unteren Heizwert von Erdöl. Erklärung - siehe Anhang

Die Berechnung ergibt bei Ihrem Wohnhaus folgende Werte:

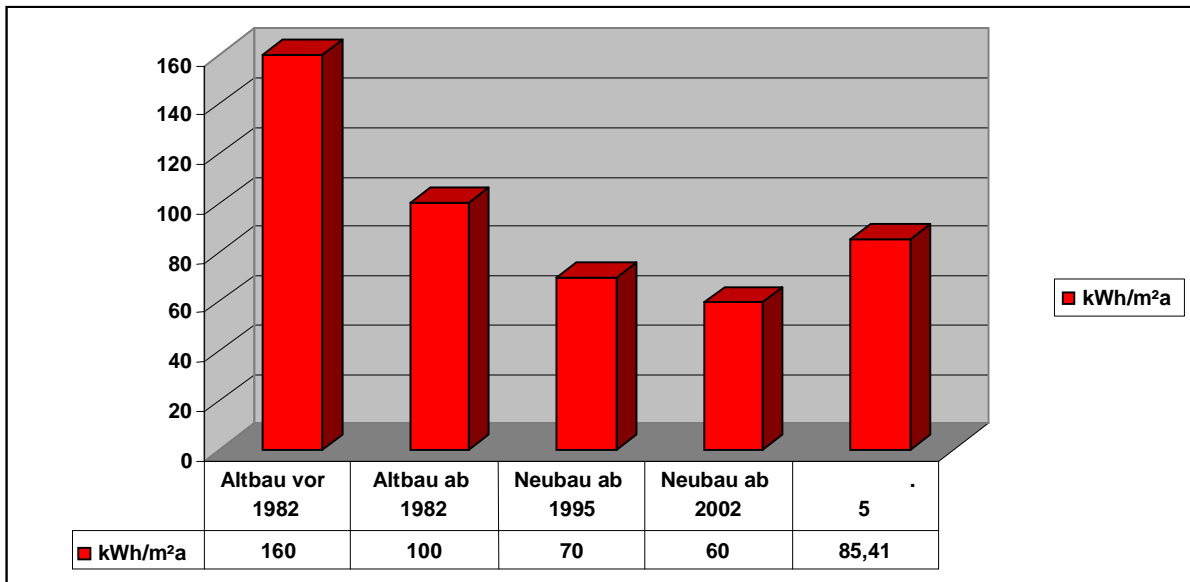
Wärmeverluste und –gewinne	in kWh/a	in %
Außenwände (EG, OGs, DG)	24.119	23
Kellerdecke, Decken über EG	9.371	9
Dach	11.910	11
Fenster	50.006	46
Lüftungswärmeverluste	44.335	41
Nutzbare Wärmegewinne (passive Solarstrahlung)	- 35.706	- 33
Nutzbare Wärmegewinne (innere Gewinne)	- 26.737	- 25
Heizwärmebedarf	76.374	71
Wärmebedarf für Warmwasser	11.178	10
Wärmeverluste der Warmwasserverteilung	9.488	9
Heizanlagenverluste (Abgasverluste, Verteilerverluste)	11.169	10
Σ -Jahres-Heizenergiebedarf	108.206	100
Energiekennzahl - Heizenergiebedarf,	121,01 kWh/m ² a	
Energiekennzahl - Heizwärmebedarf, IST	85,41 kWh/m ² a	

Bewertung:

Die Energiekennzahl Heizenergie gibt die Ihrem Gebäude in einem Jahr zugeführte Energiemenge pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche an, d.h. Ihr Gebäude „verbraucht“ z. Z. 121,01 kWh/m² bzw. 108.206 kWh im Jahr. Das entspricht ca. 10.821 Liter Heizöl⁶.

Der tatsächliche mittlere Verbrauch liegt bei ca. 93% des errechneten Wertes, also hinreichend genau. So wird mit den rechnerischen Werten weitergearbeitet.

⁶ 1 Liter Heizöl entspricht ca. 10 kWh



Energiekennwerte im Vergleich (Heizwärmebedarf)

Zur Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden wird die Energiekennzahl Heizwärme herangezogen. Die unter Norm-Nutzungsbedingungen errechnete absolute Kennzahl = 85,41 kWh/m²a stuft Ihr Gebäude in den Wärmedämmstandard entsprechend eines Altbaus noch 1982 ein.

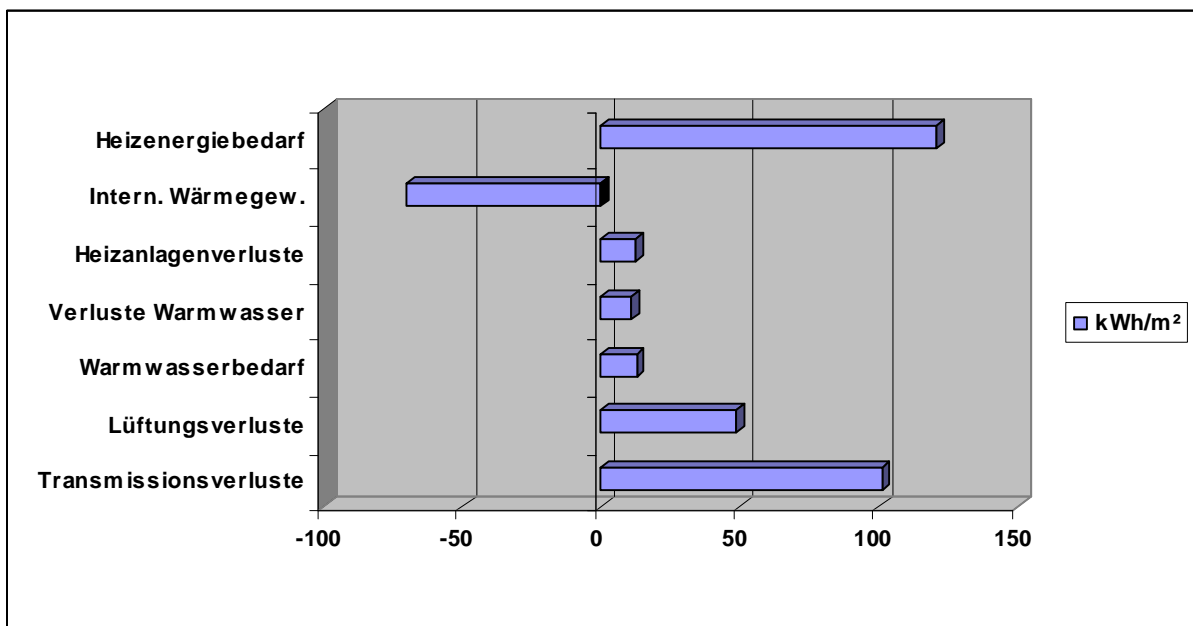
Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch für den Gebäudebestand Deutschlands (ohne Warmwasser- + Heizanlagenverluste) liegt bei ca. 140-180 kWh/m²a.

Ein gut gedämmtes Haus weist einen geringeren Verbrauch auf (weniger als 60 kWh/m²a).

Der vorhandene Heizwärmebedarf ist daher als „durchschnittlich hoch“ einzustufen.

Die hohen Verbrauchsdaten sind auf den schlechten Wärmeschutz einiger Bauteile zurückzuführen. Entsprechend dem Baualter weisen die Außenbauteile teilweise sehr starke wärmetechnische Schwachstellen auf.

Fazit: Eine Verminderung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen ist somit bei gleichzeitiger Steigerung des Komforts möglich. Das Gebäude besitzt zum Teil sehr hohe Energieeinsparpotentiale.



Energiebilanz: Ist-Zustand

4. Energiesparmaßnahmen und Wirtschaftlichkeit

4.1 Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes am Gebäude

Aus der Analyse der Wärmeverluste der einzelnen Bauteile sowie der Heizungs- und Warmwasseranlage werden die folgenden Energieeinsparmaßnahmen abgeleitet und deren Wirtschaftlichkeit berechnet.

Was muss unter Wirtschaftlichkeit verstanden werden?

Es gibt unterschiedliche Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnungen, aber alle bedienen sich wegen der notwendigen Vergleichbarkeit von sofort und später anfallenden Kosten der Kapitalisierung von Investitions- und Folgekosten unter Berücksichtigung einer jährlichen Teuerungsrate.

Wirtschaftlichkeit ist das Verhältnis von Aufwand und Nutzen, das sogenannte Mehrkostennutzenverhältnis. Das Mehrkostennutzenverhältnis entspricht, unter Beachtung von Zins und Teuerung, der Amortisationszeit (z.B. zusätzliche Investitionen = 50 €, jährlicher Nutzen 5 €, daraus folgt eine Amortisationszeit von $n = 10$ Jahren).

Aufwand:

Der zusätzliche Investitionsaufwand setzt sich aus dem Material- und Montagepreis pro m^2 oder cm Dämmung zusammen. Zu beachten ist, dass nur die Mehrkosten einer Energiesparmaßnahme angerechnet werden, d.h. die Fixkosten, die für eine Instandhaltung eines Bauteils aufgewendet werden müssen und lediglich der Werterhaltung der Immobilie dienen, werden nicht berücksichtigt. Bei der Außenwand sind die Fixkosten z.B. Kosten für Fassadenreinigung, Gerüsterstellung, Riss-Sanierung und Fassadenanstrich. Energieeinsparmaßnahmen sollten daher nur durchgeführt werden, wenn ohnehin Instandhaltungs-Maßnahmen notwendig sind.

Weiter muss man die Investition finanzieren. Kapitalkosten, ergeben sich daher aus Zins-Verlust (Eigenmittel) oder Zinsen (Kredit). Außerdem muss man ggf. Steuerersparnisse und Förderungen abziehen.

Nutzen:

Infolge zusätzlicher investiver Wärmedämmmaßnahmen werden geringere Transmissionswärmeverluste erzielt. Diese Energieeinsparungen wirken sich durch einen geringeren Brennstoffverbrauch aus. Der Nutzen einer zusätzlichen Wärmedämmung wird unter Berücksichtigung einer jährlichen Energiepreissteigerungsrate als jährliche Energiekosteneinsparung definiert.

Amortisation:

Die Amortisationszeit richtet sich nach der Lebensdauer der Konstruktion, aber auch nach der Überschaubarkeit der Prognosedaten Zins und Teuerung. Ein Betrachtungszeitraum von 10 bis 15 Jahren kann gerade noch als überschaubar angesehen werden und ist sicherlich auch als wirtschaftliche Grenze für die Amortisation anzusetzen.

Bei der Bestimmung der Amortisationszeit wurden folgende Kriterien festgelegt:

- Betrachtungszeitraum/Laufzeit: 10 Jahre
- Zinssatz bei Darlehensaufnahme: 5,0% eff. p.a.,
bei Inanspruchnahme eines zinsverbilligten Darlehens im Rahmen des KfW-Programms zur CO₂-Gebäudesanierung: 2,88 – 3,09% eff.,
Bei Inanspruchnahme eines zinsverbilligten Darlehens im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus): 3,80 – 4,37 eff.
- Zinsverlust (Habenzinsen) bei Eigenfinanzierung: 3% p.a.
- Teuerungsrate der Brennstoffe: 3% p.a. (Preisbasis - Heizöl: 60 Cent/ltr \approx 6 Cent/kWh)
- Übliche Nutzungsdauer für Wärmedämmungen am Haus: 25-30 Jahre

Anmerkung: Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit sind in die Zukunft gerichtet und weisen zwangsläufig Unsicherheiten auf. Sollten sich die o.g. Faktoren ändern, so finden Sie im Anhang ein Arbeitsblatt, in dem Sie die Wirtschaftlichkeitsberechnungen selbständig an aktuelle Preis- und Zinsentwicklungen anpassen können.

Hinweis: Der Gesetzgeber regelt den Wärmeschutz für zu errichtende Neubauten durch die EnEV (Energieeinsparverordnung). Diese Verordnung betrifft in nicht unerheblichem Umfang auch die Altbauten. Werden vorhandene Gebäude instandgesetzt oder modernisiert, so sind unter bestimmten Bedingungen die Anforderungen⁷ der geltenden EnEV einzuhalten. Für Altbauten werden bauteilbezogene U-Werte vorgegeben (siehe 3.2.) die nicht überschritten werden dürfen.

⁷ Erklärung - siehe Anhang

4.1.1 Dämmung der Kellerdecke

Ausgangszustand:

Die vorhandene Kellerdecke ist eine massive Stahlbetondecke mit darauf aufgebrachtem schwimmender Estrich. Der Aufbau erreicht einen U-Wert von nur 0,59 W/m²K und ist damit schlecht (Fußkälte).

Maßnahme:

Im Bereich des Kellers können an der Unterseite der Kellerdecke Dämmplatten angebracht werden. Es eignen sich Mineralwolleplatten zum Andübeln bzw. Styroporplatten zum Ankleben (z.B. mit Zementkleber). Es ist auf eine lückenlose Befestigung zu achten, ein vollflächiges Verspachteln der Dämmplattenunterseite bzw. -oberfläche bietet sich an, vor allem an den öffentlichen Durchgängen. Wärmetechnisch problemlos aber teurer ist eine abgehängte Decke.

Hinweis

Bei der Verlegung ist auf Deckeninstallation zu achten. Deren Dämmung kann aber mit der Deckendämmung kombiniert werden. In den Kosten ist eine zusätzliche Dämmung der Installationsleitungen nicht berücksichtigt.

Ausführung

Die Maßnahme wird aufgrund der Wohneigentumsanlage wohl in Handwerkerarbeit ausgeführt werden. Wegen der Installationsleitungen und der gesamten Höhen ist eine Dämmstärke von 8 cm (WLG 035) zu empfehlen. Die Forderungen der EnEV werden mit 0,25 W/(m²K) unterschritten (0,40W/m²K), und die Forderungen der KfW eingehalten.

Förderung

Im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen Maßnahmenpakete bildet oder im gesamten mindestens die Anforderungen nach Neubau-EnEV einhält. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus) werden für diese Maßnahme allein zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).
Siehe 4.4 Förderungen.

Kosten

8 cm Dämmung WLG 035 etwa 40 €/m², 10 cm ca. 45€/m² (unverspachtelt)
Die Kosten können durch Eigenleistung gesenkt werden.

Einsparung

Kellerdecke von 0,59 W/(m²K) ----> 0,25 W/(m²K).
Bei ca. 191 m² ergeben sich damit jährliche Einsparungen von 5.603 kWh.

Wirtschaftlichkeit:

Dämmung der Kellerdecke (8 cm)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preissteigerung)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
5.603	416,90	40	7.624	940,02	-523	22,5
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist nur bedingt zu empfehlen.

Sie amortisiert sich über einem für reine Rentabilitätsüberlegungen relevanten Zeitraum.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass durch die Deckendämmung die Oberflächentemperatur des darüberliegenden Fußbodens erheblich höher ist und damit Behaglichkeit und Wohlbefinden steigen (Fußkälte).

4.1.2 Dämmung der Decke über den Arkaden

Ausgangszustand:

Die vorhandene Decke über den Arkaden ist eine massive Stahlbetondecke mit darauf aufgebrachtem schwimmender Estrich. Der Aufbau erreicht einen U-Wert von nur 0,64 W/m²K und ist damit schlecht (Fußkälte).

Maßnahme:

Im Bereich der Arkaden können an der Unterseite der Betondecke Dämmplatten angebracht werden. Es eignen sich Mineralwolleplatten zum Andübeln bzw. Styroporplatten zum Ankleben (z.B. mit Zementkleber). Es ist auf eine lückenlose Befestigung zu achten, ein vollflächiges Verspachteln der Dämmplattenunterseite bzw. -oberfläche ist notwendig. Wärmetechnisch problemlos aber teurer ist eine abgehängte Decke.

Ausführung

Die Maßnahme wird aufgrund der Wohneigentumsanlage wohl in Handwerkerarbeit ausgeführt werden. Es ist eine Dämmstärke von 8 cm (WLG 035) zu empfehlen. Die Forderungen der EnEV werden mit 0,25 W/(m²K) unterschritten (0,40W/m²K) und die Forderungen der KfW eingehalten.

Förderung

Im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen Maßnahmenpakete bildet oder im gesamten mindestens die Anforderungen nach Neubau-EnEV einhält. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus) werden für diese Maßnahme allein zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).
Siehe 4.4 Förderungen.

Kosten

8 cm Dämmung WLG 035 etwa 55 €/m², 10 cm ca. 60€/m² (fertige Oberfläche)
Die Kosten können durch Eigenleistung gesenkt werden.

Einsparung

Kellerdecke von 0,64 W/(m²K) -----> 0,26 W/(m²K).
Bei ca. 50 m² ergeben sich damit jährliche Einsparungen von 2.563 kWh.

Wirtschaftlichkeit:

Dämmung der Kellerdecke (8 cm)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preissteigerung)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
2.354	175,1	55	2.747	339	-163	19,3
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist nur bedingt zu empfehlen.

Sie amortisiert sich über einem für reine Rentabilitätsüberlegungen relevanten Zeitraum.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass durch die Deckendämmung die Oberflächentemperatur des darüberliegenden Fußbodens erheblich höher ist und damit Behaglichkeit und Wohlbefinden steigen (Fußkälte).

4.1.3 Dämmung des Daches - Außendämmung

Ausgangszustand

Der vorhandene Dachaufbau des Daches an Außenluft besteht oberhalb der Sparren aus einer Schalung (1 Zoll), Bitumenbahn und Blechdeckung. Zwischen den Sparren befindet sich ca. 12 cm Mineralwolle und unterhalb eine Gipskartonverkleidung. Der Aufbau erreicht einen mittleren U-Wert von 0,41 W/m²K.

Maßnahme

Der richtige Zeitpunkt für die Dachdämmung ist dann gekommen wenn eine grundlegende Sanierung der Dachdeckung ansteht. Für eine bestmögliche Energieeinsparung wird eine Dämmschicht empfohlen, die auf die vorhandene Bitumenbahn kommt.

Da die Dämmung auf der Unterspannebene liegt muss sie eine Perimeterdämmung sein bzw. eine eigene Dichtebene oben haben. Desweiteren liegt sie in der Hinterlüftungsebene, so dass die Befestigungen der Lüftungslattung durch sie genagelt werden muss (Anwendungstyp WD-druckbeanspruchbar).

Am sinnvollsten kommen PUR-Platten (z. B. Linitherm) oder Holzweichfaserplatten mit Abdeckung zum Einsatz.

Als Dämmstoffdicke sind mindestens 20 cm empfohlen, so dass abzüglich der vorhandenen Stärke ca. 10 cm eingebaut werden sollten. Am Markt lieferbar sind Stärken ab 8 cm.

Die hohe Rohdichte der geeigneten Dämmstoffe verbessert auch den sommerlichen Hitzeschutz.

Hinweise

Aufgrund der bauphysikalischen Problematik (Feuchteschäden) ist eine Diffusionsberechnung nach DIN 4108 Teil 5 zu empfehlen.

Der verbleibende Hohlraum für die Lüftung muss mindestens 10 cm hoch sein.

Ausführung

Diese Maßnahme ist nicht in Eigenleistung möglich. Bei einer Dämmstoffdicke von 14 cm (entspricht 2 cm neu) wird die Anforderung der EnEV ($< 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$) knapp erfüllt.

Förderung

Im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen in die Maßnahmenpakete 0 oder 4 bzw. 0 bis 4 fällt, oder im gesamten mindestens die Anforderungen nach Neubau-EnEV einhält. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus) werden zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).

Siehe 4.4 Förderungen.

Kosten

10 cm PUR-Platten WLG 025: ca. 30 €/m²

Die Kosten für die neue Hinterlüftung und Dacheindeckung sind nicht angerechnet, da diese Maßnahme nur bei einer Erneuerung der Dachhaut sinnvoll ist. Diese würden, inklusiv Vordächern, ab 100 €/m² komplett kosten (abhängig von der Dachdeckung). Am günstigsten sind Bitumenbahnen. Man würde allerdings Dämmmaßnahmen im Dachspitz sparen.

Einsparung

Bei einer Gesamtdämmstärke von 20 cm verbessert sich der U-Wert der Dachfläche von 0,41 auf 0,15 W/(m²K). Bei einer Fläche von ca. 307,72 m² ergeben sich damit jährliche Einsparungen von 9.717 kWh.

Wirtschaftlichkeit:

Dämmung der Dachfläche (+10 cm PUR über den Sparren)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preissteigerung)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
9.717	723	30	9.232	1.138	-415	15,7
9.717	723	100 komplett	40.000	4.932	-4.209	68,2
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist nur zu empfehlen in Zusammenhang mit einer Dachsanierung. Sie amortisiert sich dann in einem für reine Rentabilitätsüberlegungen relevanten Zeitraum von 15,7 Jahren. Inklusiv Dachsanierung beträgt die Amortisationszeit ca. 68 Jahre

4.1.4 Dämmung des Daches – Innendämmung

Ausgangszustand

Der vorhandene Dachaufbau des Daches an Außenluft besteht oberhalb der Sparren aus einer Schalung (1 Zoll), Bitumenbahn und Blechdeckung. Zwischen den Sparren befindet sich ca. 12 cm Mineralwolle und unterhalb eine Gipskartonverkleidung. Der Aufbau erreicht einen mittleren U-Wert von 0,41 W/m²K.

Maßnahme

Das Dach kann von innen gedämmt werden. Dazu muss eine Holzlattung innen aufgebracht werden, die zwischengedämmt wird. Am besten eignet sich dazu Mineralwolle (WL 6035) oder ein anderer Faserdämmstoff.

Als Dämmstoffdicke sind mindestens 24 cm empfohlen, so dass abzüglich der vorhandenen Stärke ca. 12 cm eingebaut werden sollten.

Zur Vermeidung von Kondensation im Dämmstoff muss innenseitig eine Dampfbremssolie aufgebracht werden. Anschließend kann eine Verkleidung (Gipskarton, Holz o. ä.) aufgebracht werden.

Da die Maßnahme die Raumhöhe in der Schrägen der Wohnungen einschränkt, ist es auch denkbar, nur die Flächen in den Dachspitzen zu dämmen.

Hinweise

Aufgrund der bauphysikalischen Problematik (Feuchteschäden) ist eine Diffusionsberechnung nach DIN 4108 Teil 5 zu empfehlen.

Der verbleibende Hohlraum für die Lüftung muss mindestens 10 cm hoch sein.

Ausführung

Diese Maßnahme ist nicht in Eigenleistung möglich. Bei einer Dämmstoffdicke von 14 cm (entspricht 2 cm neu) wird die Anforderung der EnEV (< 0,30 W/m²K) knapp erfüllt.

Förderung

Im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen in die Maßnahmenpakete 0 oder 4 bzw. 0 bis 4 fällt, oder im gesamten mindestens die Anforderungen nach Neubau-EnEV einhält. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus) werden zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).
Siehe 4.4 Förderungen.

Kosten

12cm Dämmung inklusiv Dampfsperre: 30 €/m²

GK-Verkleidung: 20 €/m²

Einsparung

Bei einer Gesamtdämmstärke von 24 cm verbessert sicher der U-Wert der Dachfläche von 0,41 auf 0,21 W/(m²K). Bei einer Fläche von 307,72 m² ergeben sich damit jährliche Einsparungen von 7.630 kWh.

Wirtschaftlichkeit:

Innendämmung der Dachfläche (+12cm MW unter den Sparren)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preissteigerung)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
7.630	568	30	9.232	1.138	-571	20,1
7.630	668	50 komplett	15.386	1.897	-1.329	33,4
eigene Berechnungen						
.....

4.1.5 Dämmung der Außenwände gegen Außenluft

Ausgangszustand

Die Außenwände bestehen aus verputzten Hochlochziegeln. Der U-Wert liegt bei 0,51 W/m²K.

Im Bereich der Heizkörpernischen ist der U-Wert gleich wegen dünnerer Wand, aber Innendämmung.

Einsparung

Der U-Wert der Außenwand verbessert sich von 0,51 W/(m²K) auf 0,13 W/(m²K). Es ergeben sich damit jährliche Einsparungen von ca. 24.960 kWh.

Wirtschaftlichkeit:

Dämmung der Außenwand (20 cm WDV-System)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preisst./J.)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
24.960	1.857	45	23.861	2.942	-1.085	15,8
24.960	1.857	110 komplett	58.326	7.191	-5.334	38,7
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist zu empfehlen. Sie amortisiert sich innerhalb einen für reine Rentabilitätsüberlegungen relevanten Zeitraum von 15,8 Jahren, ist aber nur bei Sanierungsmaßnahmen an der Fassade sinnvoll.

Hinweis: Ansonsten beträgt die Amortisationszeit für die gesamte Maßnahme 38,7 Jahre)

4.1.6 Austausch der alten Holzfenster

Ausgangszustand:

Die Fenster sind isolierverglast und aus Holz. Sie verfügen über eine Dichtung. Der U-Wert liegt bei 2,60 W/(m²K).

An den Fenstern treten deutliche Zugerscheinungen auf.

Maßnahme:

Sie sollten neue Fenster und Türen mit Dreischeiben-Wärmeschutzglas (U-Wert des Glas ~ 0,7 W/(m²K)) einbauen. Der Fensterrahmen sollte ein Niedrigenergie-Rahmen aus Holz oder Kunststoff mit einem U-Wert ~ 1.4 W/(m²K) sein. Das Gesamtelement hat einer Wärmedämmwert von 1,1 W/(m²K)

Hinweise:

Sollte die Fassade mit einem WDV-System gedämmt werden, sollte man durch breitere Fensterrahmen der späteren Dämmung der Laibung genug Platz einräumen. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass die Fenster luftdicht nach RAL eingebaut werden.

Förderung

Im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen in Maßnahmenpakete fällt oder im gesamten mindestens die Anforderungen der Neubau-EnEV erfüllt. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Öko-Plus) werden zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).

Siehe 4.4 Förderungen.

Kosten:

Vollkostenansatz für Wärmeschutzverglasung, incl. Ausbau und Abfuhr alter Fenster: ca. 325 €/m² Fensterfläche.

Einsparung:

Der U-Wert der Fenster und Türen verbessert sich von 2,60 W/(m²K) auf 1,10 W/(m²K). Es ergeben sich damit jährliche Einsparungen von ca. 14.265 kWh. (Solargewinne eingerechnet)

Wirtschaftlichkeit:

Einbau neuer Fenster (3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung (3% Preisst./J.)	Vollkosten (Material/ Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigen- finanzierung	Kosten- Vor-/ Nachteil	Amortisa- tionszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
14.265	1.061	325	70.083	8.641	-7.579	81,4
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist bedingt zu empfehlen. Sie amortisiert sich zwar nicht.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass durch die neuen Fenster die Oberflächentemperatur erheblich höher ist und damit, gemeinsam mit der besseren Dichtigkeit, Behaglichkeit und Wohlbefinden steigen (weniger Zugerscheinungen). Dies bedeutet eine erhebliche Verbesserung der Wohnverhältnisse. Bei einem Austausch sollte deswegen unbedingt auf Wärmeschutzverglasung geachtet werden, die Mehrkosten zu der nicht mehr als Standard zu bezeichnenden Isolierverglasung sind sehr gering im Verhältnis zum Gewinn.

4.1.7 Flachdach

Das Flachdach verfügt bereits über einen sehr guten Wärmedämmwert von 0,26 kWh/(m²K) und wird daher nicht beachtet.

4.1.8 Sonstige Dämmmaßnahmen (kurzfristig bis langfristig)

Kurzfristig: Kellertür dämmen und abdichten:

Als thermisch trennende Innentür zwischen unbeheiztem und beheiztem Keller, sollte die Kellertüren einen U-Wert $\leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ aufweisen. Da wärmedämmende Innentüren bisher noch Spezialprodukte und wesentlich teurer als normale Innentüren sind, empfiehlt es sich das vorhandene Türblatt, U-Wert $= 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, mit einer einseitigen Zusatzdämmung aus 1-2 cm PS-Hartschaumplatten und umlautender

Kurzfristig: Rollladenkästen dämmen und abdichten:

Sie sollten jetzt die Rollladenkästen dämmen und abdichten. Dazu können je nach Ballendurchmesser zusätzliche Styroporplatten (2-3 cm mit WLK 035) im Kastenhohlraum montiert werden. Nicht nur der unmittelbar raumabschließende Kastendeckel, sondern auch die Seitenflächen und Untersichten müssen mit einbezogen werden. Am Rollladenspalt und an der Gurführung können Bürstendichtungen eingebaut werden. Der Kastendeckel sollte zusätzlich abgedichtet werden.

Mittelfristig: Austausch der Fenster im Keller

Obwohl der Keller unbeheizt ist, kann sich seine Pufferwirkung (und damit die Energieeinsparung) erhöhen, wenn die vorhandenen Stahlfenster gegen wärmeschutzverglaste Fenster (Holz oder Kunststoff) ausgetauscht werden. Es handelt sich um 8 Fenster mit einer Fläche von ca. 10 m² (Kosten ca. 3.500,00 €). Angenehmer Nebeneffekt ist, dass der Keller wärmer wird.

Langfristig: Dämmung der Balkonplatten

Bei der nachträglichen Dämmung der Balkonkragplatten ergeben sich eine Vielzahl neu zu lösender Details an den Rändern mit Blechverwahrungen, Aufkantungen etc. sowie an den Anschlüssen zu aufgehenden Bauteilen die kostenaufwendig neu geplant und hergestellt werden müssen. Allein aus Energiespargründen wird niemand diese Arbeiten vornehmen.

Müssen Undichtigkeiten der Abdichtung und sonstige Schäden saniert werden oder im Zuge einer Fassadendämmung werden die Balkonränder verändert, sollte eine nachträgliche Dämmung der genannten Flächen geprüft werden.

Empfohlen wird folgende Dämmstärke: Ganz umschließende Dämmung mit ca. 6-8cm XPS.

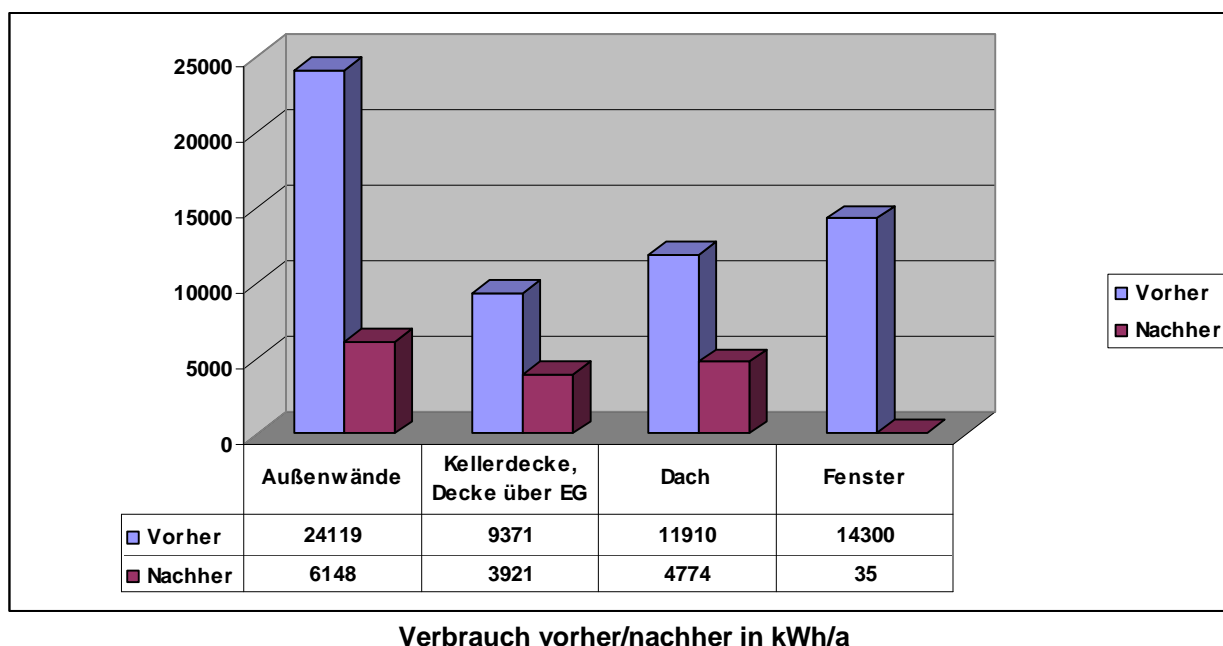
4.1.9 Minderung der Lüftungswärmeverluste

Zur Verminderung der Lüftungswärmeverluste sind folgende Maßnahmen sinnvoll, soweit sie nicht nur durch o. g. Maßnahmen möglich sind:

Kurzfristig:

Austausch der alten Dichtungen der Fenster und evtl. Ergänzungen auf der Unterseite: Erstere kann durch die vorhandenen Nuten selber ausgeführt werden, letztere wenig zeitaufwändig durch einen Fensterschreiner.

4.1.10 Übersicht der wärmetechnischen Einsparungen am Bauwerk



4.1.11 Heizungsmodernisierung – Teil 1: Brennwertnutzung

Maßnahme:

Im Rahmen einer geplanten Heizungsmodernisierung, die aufgrund des 3 Jahre alten Kessels in absehbarer Zeit wohl nicht ansteht, sollte der zukünftige Heizkessel ein Brennwertkessel sein.

Im Gegensatz zu Niedertemperaturkessel (Nutzungsgrad: 92%) wird bei einem Brennwertkessel auch die Wärme, die im Wasserdampf der Abgase gebunden ist, genutzt. Diese Kondensation, auch Brennwertnutzung genannt, dient zur Erwärmung des Heizungswassers. Brennwertgeräte haben deshalb auch Nutzungsgrade über 100% (bezogen auf den Heizwert- H_u von Erdgas). Der vorhandenen 300-Liter-Speicher lässt sich später durch Anschluß einer thermischen Solaranlage mit einem Solarspeicher erwerben.

Hinweise:

- Da die Abgasenergienutzung um so besser funktioniert, je niedriger die Temperaturen im Heizungsvor- und -rücklauf sind ($<50^{\circ}\text{C}$), müssen die Heizkörper entsprechend dimensioniert werden. Die vorhandenen reichen wahrscheinlich aus, wenn die Dämmmaßnahmen vorher durchgeführt werden.
- Der vorhandene Schornstein ist wahrscheinlich für die Brennwerttechnik nicht geeignet, da die Abgase nicht mehr genug Auftrieb haben und durch die niedrigen Temperaturen Kondenswasser anfällt. In der Regel kann in den bestehenden Schornstein eine korrosionsfeste Abgasleitung eingezogen werden.

- Die Leistung des Brenners sollte modulierend sein, z.B. 15-25 kW und dem geplanten Dämmzustand der Gebäudehülle angepasst werden.
 Fall 1: ohne zusätzliche Dämmmaßnahmen = Kesselleistung ca. 71 kW
 Fall 2: Dämmung Keller + neue Fenster= ca. 55 kW
 Fall 3: zusätzliche Dämmung Außenwand Dach = ca. 39 kW
 Natürlich müssen die Dämmmaßnahmen vor oder mit dem Austausch der Heizung erfolgen, um keine Unterversorgung in kalten Perioden zu verursachen.
- Wie bereits vorhanden sollte die Vorlauftemperatur über einen Außentemperaturfühler geregelt werden, d.h. das Heizungswasser wird immer nur soweit vom Kessel erwärmt, wie es erforderlich ist. Eine automatische Nacht- und Sommerabschaltung von Kessel und Pumpen sollte ebenso in der Regelung integriert sein.
- Die Umwälzpumpe sollte automatisch (drehzahl- oder druckdifferenzgeregelt) ihre Leistung anpassen können.
- Die Heiz- und Warmwasserleitungen sollten gut gedämmt werden, mindestens die Dämmstärke nach Energieeinsparverordnung. Auch die Armaturen sollten gedämmt werden.
- Durch den schlechten U-Wert der Außenwände im Bereich der Heizkörpernischen, sollte hinter den Heizkörpern eine Heizkörperdämmplatte (ca. 2 cm) angebracht werden. Sinnvoll ist auch eine Reflexionsschicht z.B. aus Aluminium.

Kosten:

Vollkostenansatz: Brennwertkessel: ca. 11.000 € (ohne Heizkörper)
 Einbau eines feuchteunempfindlichen Abgasrohres aus Kunststoff: ca. 100 €/m

Förderung:

Im Rahmen des CO2-Gebäudesanierungsprogramms der KfW werden zinsverbilligte Darlehen oder ein Zuschuss gewährt, falls diese Maßnahme in Kombination mit anderen Maßnahmen in Maßnahmenpakete fällt oder im gesamten die Mindestanforderungen an Neubauten nach EnEV einhält. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren (Standard-Maßnahmen) werden zinsverbilligte Darlehen gewährt (Technische Mindestanforderungen beachten).
 Siehe 4.4 Förderungen.

Einsparung:

Öl-Brennwertkessel erreichen ca. 100% Nutzungsgrad. Es ergeben sich Einsparungen von ca. 6.862 bis 9.841 kWh/a gegenüber dem vorhandenen Niedertemperaturkessel (je nach durchgeführten Dämmmaßnahmen).

Einbau eines Öl-Brennwertkessels						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung	Vollkosten (Material/Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigenfinanzierung	Kosten-Vor-/Nachteil	Amortisationszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
6.862-9.841	511-732	--	11.000	1.356	-624 bis -846	18,5-26,6
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung

Die Maßnahme ist bedingt zu empfehlen aber auf alle Fälle sobald die Heizungserneuerung ansteht. Aufgrund der geringen Mehrkosten sollte aber unbedingt dann ein Brennwertkessel eingesetzt werden, da sich die Mehrkosten innerhalb kurzer Zeit (2-3 Jahre) amortisieren.

4.1.12 Einbau einer thermischen Solaranlage zur WW-Bereitung

Maßnahme:

Als ergänzende Maßnahme zur Nutzung einer regenerativen Energietechnik wird der Einbau einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung vorgeschlagen.

Die einfachste und gängigste Methode bei einer nachträglichen Installation ist die Aufdach-Montage.

Allerdings ist die Neigung sehr problematisch.

Faustregeln zur Dimensionierung von Solaranlagen:

Kollektorfläche: pro Person: ca. 1,3 m² eines guten Flachkollektors = 24 qm
ca. 1,0 m² eines Vakuumröhrenkollektors = 18 qm
WW-Speicher: ca. 60 Liter/m² Kollektorfläche = 1.100 Liter Speicher

Ausführung:

Diese Maßnahme kann nicht in Eigenleistung durchgeführt werden.

Kosten:

Kosten: Flachkollektoren ca. 700,- bis 1.000,- € pro m² Kollektorfläche (incl. Ausdehnungsgefäß, Solarstation und -regler, WW-Speicher, Montage in Fremdleistung) für 18 Pers. => ca. 24 m² Flachkollektorfläche => ca. 20.400,00 €

Einsparung:

Der Energieverbrauch (fossil) für die WW-Erzeugung und Heizung kann bei einer zu erwartenden solaren Deckung von ca. 60% von ca. 56.422 kWh/a bei 18 Pers. auf etwa 42.867 kWh/a reduziert werden.

Förderung:

Solarkollektoren dieser Größenordnung werden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss gefördert. Zur Zeit wird ein Zuschuss von 105 € je m² installierter Kollektorfläche gewährt. Bei einer 24 m²-Anlage 2.520 €. Im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren erfolgt eine Förderung durch zinsverbilligte Darlehen, ggfs. incl. Erneuerung der Heizungsanlage. Siehe 4.4. Förderungen.

Wirtschaftlichkeit

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde der Förderbetrag mit eingerechnet.

Einbau einer Solaranlage (24 qm)						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung	Vollkosten (Material/Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigenfinanzierung	Kosten-Vor-/Nachteil	Amortisationszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
13.555	1.008	--	17.880	2.204	-1.196	21,9
eigene Berechnungen						
.....

Empfehlung:

Die Maßnahme ist bedingt zu empfehlen da sie sich nur etwas über einen für Rentabilitätsberechnungen relevanten Zeitraum von 22 Jahren amortisiert.

4.1.13 Heizungsmodernisierung – Teil 2: Heizung mit erneuerbaren Energien

Maßnahme

Im Rahmen einer geplanten Heizungsmodernisierung könnte die Heizung auch komplett auf die regenerative Energie Biomasse umgestellt werden: In Frage kommen momentan Stückholz-, Hackschnitzel- oder Pelletheizungen.

Die beiden ersteren scheiden für Mehrfamilienhäuser aus, da sie jeden Tag mindestens einmal befüllt bzw. gewartet werden müssen, also zu personalintensiv sind.

Technisch ausgereift und vollautomatisch betrieben sind momentan die Pelletheizungen, und damit für Mehrfamilienhäuser geeignet. Pelletheizungen nutzen Presslinge aus Sägeresten, die sie aus einem Lager selbständig fördern und verbrennen. Der Brennstoff ist somit fast zu 100% regenerativ hergestellt und aus heimischen Rohstoffen (Nur für Transport und Herstellung fallen fossile Verbräuche an). Die Pellets werden per Tankwagen angeliefert und staubfrei in ein luftdichtes Lager geblasen. Die Lagersituation müsste geklärt werden.

Allgemeines zu Holzpellets

Holzpellets sind runde tönchenförmige Presslinge mit etwa 6 Millimeter Durchmesser und etwa 20 Millimeter Länge. Sie bestehen aus unbehandelten Holzresten (Hobelspäne, Sägespäne u. a.). Die Holzreste werden getrocknet, zerkleinert und unter hohem Druck gepresst. Als Bindemittel dient das holzeigene Lignin, ohne Zusatzstoffe. Durch ihre Größe sind Pellets genauso transportierbar wie Heizöl.

Allgemeines zu Bezugsform, Lagerung und Energieinhalt

Pellets kann man beziehen:

- in Säcken ab 15 kg
- lose im Silowagen

Pellets trocken lagern! Lagermöglichkeiten z. B. ehemaliger Tankraum, Pellet-Silo oder Erdtank. Der Lagerraum erhält zwei von außen zugänglichen Schlauchanschlüsse. Der Holzstaub wird beim Liefern der Pellets per Tankwagen über den zweiten Schlauchanschluß abgesaugt. Der Pellet-Silo benötigt keine Staubabsaugung.

Hinweis: Holzpellets sollten nach DIN oder ÖNORM M 7135 zertifiziert sein.

Allgemeines zu Energieinhalt und Preise

2 Kilogramm Holzpellets entsprechen etwa 1 Liter Heizöl oder 1 cbm Erdgas und haben einen Energieinhalt von 10 Kilowattstunden.

Ein Kubikmeter geschütteter Holzpellets entspricht etwa 318 Liter Heizöl.

Preise: Kleinmengen: ca. 4,50 Euro pro 15 kg-Sack
Pellets lose im Silowagen: ca. 18 Cent pro Kilogramm

Allgemeines zu Technik und Bedienkomfort von Pelletöfen

Einfache Einzelraumöfen besitzen:

- Tagesbehälter mit Förderschnecke,
- elektrische Zündvorrichtung,
- Zeitschaltuhr,
- Regelung über Raumthermostat (optional).

Bei Zentralheizungsanlagen mit Tankwagenbefüllung transportiert eine Förderschnecke oder eine Sauganlage die Pellets in den Brennraum. Die Steuerung erfolgt außentemperaturgeführt.

Für Pelletöfen gilt:

- Feuerungstechnischer Wirkungsgrad: ca. 90 Prozent
- Leistungsbereich je nach Ofengröße und Einstellung: 2,5 bis 800 Kilowatt
- Betrieb im Teillastbereich möglich.

Pelletheizungen bieten einen ähnlichen Komfort wie Ölheizungen. Lediglich die Asche (ca. 0,5% vom Brennstoff) muss hin und wieder entsorgt werden. Empfehlenswert sind Geräte mit automatischer Reinigung, Ascheverdichtung oder -ausräumung. Die Asche ist in kleinen Mengen als Dünger verwendbar.

Erfahrungen

Die Holz-Pellettechnik ist seit Jahren im Einsatz in den USA (vorwiegend als Einzelofen), in Schweden (vorwiegend als Zentralheizung) und in Österreich. In Vorarlberg hat sich diese Technik schon so weit durchgesetzt, dass sie in ca. 20-30% aller Wohngebäude eingesetzt wird. Sie kann als ausgereift gelten.

Umweltschutz

Holzpellets verbrennen CO₂-neutral und schadstoffarm

Hinweise

- Der vorhanden Kamin kann wahrscheinlich weiterbenutzt werden
- Ansonsten wie 4.1.9

Kosten

Vollkostenansatz: Pelletkessel 17.500,00 €
Lager 7.500,00 €

Einsparungen

Energie kann insgesamt nicht eingespart werden. Holzpellets sind allerdings momentan deutlich günstiger als Heizöl (ca. 3,6 Cent zu 6,0 Cent). Dies kompensiert die teurere Heizungsanlage.

Entscheidend ist allerdings, dass mit Pelletheizungen über 80% der fossilen Energie eingespart werden können. Bei unserem Gebäude sind das ca. 10.800 L Heizöl pro Jahr (ohne Dämmmaßnahmen) bzw. 27.500 kg CO₂.

Förderung

Der Bund bietet momentan ein Förderprogramm an. Es kann eine Anlage mit unter 100 kW eingebaut werden, für die 36 €/kW Nennwärmeleistung Zuschuß, aber mindestens 2.500 €, gegeben werden. (Antrag über Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA). Außerdem erfolgt im Rahmen des KfW-Programms Wohnraum Modernisieren eine Förderung durch zinsverbilligte Darlehen. Siehe 4.4 Förderungen.

Wirtschaftlichkeit

In die Berechnung ist der Förderbetrag mit eingerechnet.

Einbau einer Pelletanlage						
Energie-Einsparung	Energiekosten-Einsparung	Vollkosten (Material/Fremdleistung)	Investition bei Fremdleistung	Kapitalkosten bei Eigenfinanzierung	Kosten-Vor-/Nachteil	Amortisationszeit
kWh/a	€/a	€/m ²	€	€/a	€/a	Jahre
	977-2.441		22.500	2.774	-333 bis -1.797	11,4 bis 28,4
eigene Berechnungen						
.....

Bewertung

Die Maßnahme kann bedingt empfohlen werden.

Sie wird vor allem dann sehr interessant, wenn für die Pelletheizung ohne weitere Dämmmaßnahmen installiert und nur in diesem Fall könnten sich die Mehrkosten gegenüber einer konventionellen Heizungsanlage aufgrund der niedrigen Brennstoffkosten amortisieren, falls es zu Preis-änderungen kommt.

Es sei allerdings darauf hingewiesen

- Mit einer Pelletheizung lassen sich die fossilen Verbräuche des Gebäudes um über 80% reduzieren.
- Aufgrund der stark schwankenden Preise am Energiemarkt können sich die Verhältnisse schnell ändern (in alle Richtungen !).

4.1.14 Weitere Energiesparmaßnahmen

Durchflußbegrenzer:

Bei Duschen können Durchflußbegrenzer angebracht werden sowie Spar-Perlatoeren an den Zapfstellen (z.B. Waschbecken im Gäste-WC). Einsparung um 40-50%.

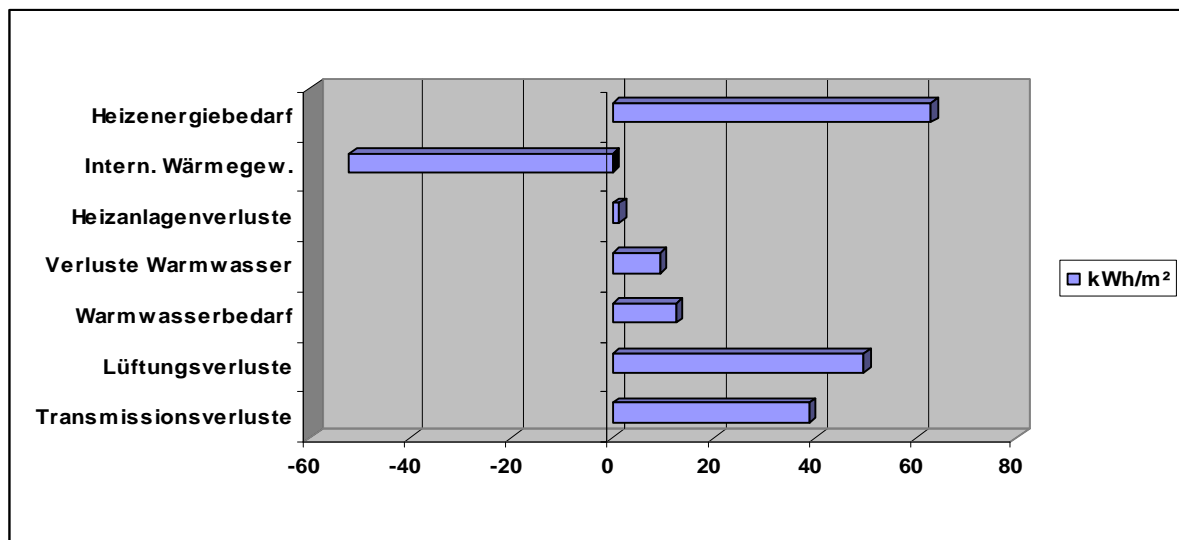
Warmwasser-Großverbraucher:

Spül- und Waschmaschine können an das Warmwassernetz angeschlossen werden. Einsparungen ca. 20-50% des Stromverbrauchs. Bei Waschmaschinen ohne WW-Anschluss ist ein thermostatischer Mischer erforderlich.

4.2 Energiebilanz Ziel-Zustand

Wärmeverluste und –gewinne	in kWh/a	in %
Außenwände (EG, OGs, DG)	6.148	11
Kellerdecke, Decke über EG	3.921	7
Dach	4.774	8
Fenster	21.156	37
Lüftungswärmeverluste	44.335	79
Nutzbare Wärmegewinne (passive Solarstrahlung)	- 20.916	- 37
Nutzbare Wärmegewinne (innere Gewinne)	- 25.762	- 46
Heizwärmebedarf (Monatsbilanz)	35.536	63
Wärmebedarf für Warmwasser (ohne Solaranlage)	11.178	20
Wärmeverluste der Warmwasserverteilung	8.397	15
Heizanlagenverluste (Abgasverluste, Verteilverluste)	- 1.314	2
Σ-Jahres-Heizenergiebedarf	56.422	100

Energiekennzahl - Heizenergiebedarf,	63,10 kWh/m ² a
Energiekennzahl - Heizwärmebedarf, IST	39,74 kWh/m ² a



Energiebilanz: Ziel-Zustand (incl. Heizungsmodernisierung mit Öl-Brennwertkessel, ohne Pellet-Heizung und Solaranlage)

4.3 Umweltwirkung

Neben dem Jahresenergiebedarf für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser wird in der Emissionsberechnung der Energieaufwand für die Bereitstellung des Energieträgers berücksichtigt. Dabei werden die den Brennstoffen vorgelagerten Prozessketten (Energieaufwand für Transport und Weiterverarbeitung) bis zur Lieferung an den Verbraucher berücksichtigt. Dies erfolgt durch einen Aufschlag, den sogenannten Primärenergie-Faktor. Durch den Primärenergiebedarf sind Gebäude - unabhängig von dem eingesetzten Energieträger - untereinander vergleichbar.

Je nachdem, welcher Energieträger eingesetzt wird, werden unterschiedliche Mengen an klimawirksamen Schadstoffen (Kohlendioxid (CO₂), Stickoxide (NO_x), FCKW, Methan) bei der Verbrennung freigesetzt. Die Berechnung der wichtigsten Emissionskomponenten und Primärenergiefaktoren erfolgte nach der Standortbilanz von GEMIS⁸ bzw. DIN V 4701-10.

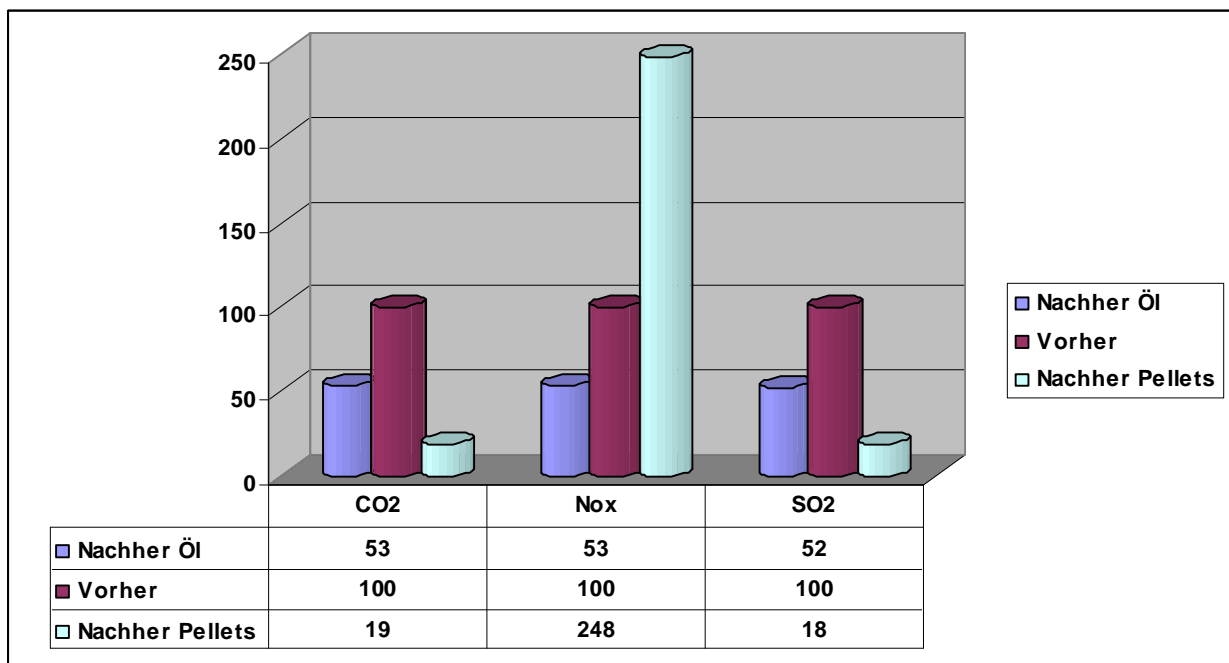
Energieträger	Primärenergie-Faktor kWh _{Prim} /kWh _{End}	CO ₂ -Emissionsfaktor g/kWh	NO _x -Emissionsfaktor g/kWh	SO ₂ -Emissionsfaktor g/kWh
Erdgas H	1,1	228	0,200	0,018
Heizöl (EL))	1,1	309	0,227	0,483
Strom-Mix	3,0	814	0,460	0,575
Brennholz	0,2	8	0,208	0,215
Holz-Pellets	0,2	62	0,799	0,109
Holzackschnitzel	0,2	37	0,530	0,240

Die Berechnung ergibt folgende Werte: (incl. WW-Bereitung)

	Endenergiebedarf kWh/a		Primärenergie-Bedarf kWh/a		CO ₂ -Emissionen kg/a	NO _x -Emissionen kg/a	SO ₂ -Emissionen kg/a
Vorher	Heizöl	108.206	Heizöl	119.027	34.135	25,0	52,8
	Strom	859	Strom	2.577			
Nachher	Heizöl	56.422	Heizöl	62.064	18.097	13,2	27,7
	Strom	814	Strom	2.442			
Einsparung	-47%						

⁸ Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik: Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), 4.14

	Endenergiebedarf kWh/a	Primärenergie- Bedarf kWh/a	CO2- Emissionen kg/a	NOX- Emissionen kg/a	SO2- Emissionen kg/a
Vorher	Heizöl 108.206 Strom 859	Heizöl 119.027 Strom 2.577	34.135	25,0	52,8
Nachher	Pellets 76.312 Strom 2.181	Pellets 12.093 Strom 5.592	6.507	62,0	96
Einsparung	-81%				



Schadstoffemissionen in %

4.4 Förderprogramme

Die Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen sind z. T. förderfähig, vor allem durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Achtung: Die Förderanträge sind in der Regel vor Ausführung der Maßnahme zu stellen. Für jede einzelne Maßnahme gibt es weitere Förderbedingungen. Wir empfehlen, bei konkreter Planung einer Maßnahme jeweils die Fördermöglichkeit frühzeitig zu prüfen. Die Förderbedingungen und -höhen können sich kurzfristig ändern.

4.4.1 CO₂-Gebäudesanierungsprogramm – Darlehensprogramm

4.4.1.1 Variante A – Energetische Sanierung auf Neubau-Niveau oder besser

Gefördert werden Investitionen in Wohngebäuden, die bis zum 31.12.1983 fertig gestellt worden sind. Die KfW bietet dazu zinsverbilligte Darlehen, (maximal 50.000 € pro Wohneinheit) deren Höhe sich nach folgenden Vorgaben richtet:

Gefördert werden energetische Sanierungsmaßnahmen wie z. B. die Erneuerung der Fenster oder der Heizung, Dämmmaßnahmen sowie der Einbau von Lüftungsanlagen, die dazu beitragen, dass Neubau-Niveau nach EnEV oder „EnEV minus 30 %“ zu erreichen.

Bei Einhaltung bzw. Unterschreitung der Neubau-Werte für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Transmissionswärmeverlust nach § 3 EnEV wird ein Tilgungszuschuss in Höhe von 5 % des Zusagebetrages gewährt. Bei Unterschreitung der Werte nach § 3 EnEV um 30 % und mehr wird ein Tilgungszuschuss in Höhe von 12,5 % des Zusagebetrages gewährt.

4.4.1.2 Variante B - Maßnahmenpakete

Die KfW bietet zinsverbilligte Darlehen für Maßnahmenpakete im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (maximal 50.000 € pro Wohneinheit) für Wohngebäude, die bis zum 31.12.94 fertig gestellt wurden:

Maßnahmenpaket 0

- * Wärmedämmung der Außenwände und
- * Wärmedämmung des Daches und
- * Wärmedämmung der Kellerdecke oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume und
- * Erneuerung der Fenster

Maßnahmenpaket 1

- * Austausch der Heizung und
- * Wärmedämmung des Daches und
- * Wärmedämmung der Außenwände

Maßnahmenpaket 2

- * Austausch der Heizung und
- * Wärmedämmung des Daches und
- * Wärmedämmung der Kellerdecke oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume und
- * Erneuerung der Fenster

Maßnahmenpaket 3

- * Austausch der Heizung und
- * Umstellung des Heizenergeträgers und
- * Erneuerung der Fenster

Maßnahmenpaket 4

Es müssen mindestens drei von einem Sachverständigen empfohlene Maßnahmen aus der nachstehenden Aufzählung als Paket durchgeführt werden

- * Wärmedämmung als Außenwände
- * Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke
- * Wärmedämmung der Kellerdecke, von erdberührten Außenflächen beheizter Räume oder von Wänden zwischen beheizten und unbeheizten Räumen
- * Austausch der Fenster
- * Austausch der Heizung
- * Einbau einer Lüftungsanlage

Genauere Angaben: Siehe Anlage

4.4.2 CO₂-Gebäudesanierungsprogramm – Zuschussvariante

Die KfW bietet Zuschüsse für Sanierungen im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm:

4.4.2.1 Variante A – Energetische Sanierung auf Neubau-Niveau oder besser

Gefördert werden Investitionen in Wohngebäuden, die bis zum 31.12.1983 fertiggestellt worden sind.

Gefördert werden energetische Sanierungsmaßnahmen wie z. B. der Austausch der Fenster oder der Heizung, Dämmmaßnahmen sowie der Einbau von Lüftungsanlagen, die dazu beitragen, dass Neubau-Niveau nach EnEV oder „EnEV minus 30%“ zu erreichen.

Bei Einhaltung bzw. Unterschreitung der Neubau-Werte für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Transmissionswärmeverlust nach §3 EnEV wird ein Zuschuss in Höhe von 10% bezogen auf die förderfähigen Investitionskosten gewährt. Bei Unterschreitung der Werte nach § 3 EnEV um 30% und mehr wird ein Zuschuss in Höhe von 17,5% der förderfähigen Investitionskosten gewährt.

Die Höchstbeträge sind 5.000,00 € bzw. bei „EnEV minus 30%“ 8.750,00 € je Wohneinheit

4.4.2.2 Variante B – Maßnahmenpakete

Gefördert werden Investitionen in Wohngebäuden, die bis zum 31.12.1994 fertig gestellt worden sind.

Gefördert werden folgende Maßnahmenpakete:

Maßnahmenpaket 0

- * Wärmedämmung der Außenwände und
- * Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke und
- * Wärmedämmung der Kellerdecke, von erdberührten Außenflächen beheizter Räume oder von Wänden zwischen beheizten und unbeheizten Räumen und
- * Austausch der Fenster

Maßnahmenpaket 1

- * Austausch der Heizung und
- * Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke und
- * Wärmedämmung der Außenwände

Maßnahmenpaket 2

- * Austausch der Heizung und
- * Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke und
- * Wärmedämmung der Kellerdecke, von erdberührten Außenflächen beheizter Räume oder von Wänden zwischen beheizten und unbeheizten Räumen und
- * Austausch der Fenster

Maßnahmenpaket 3

- * Austausch der Heizung und
- * Austausch der Fenster und
- * Wärmedämmung der Außenwände

Maßnahmenpaket 4

Es müssen mindestens drei von einem Sachverständigen empfohlene Maßnahmen aus der nachstehenden Aufzählung als Paket durchgeführt werden

- * Wärmedämmung als Außenwände
- * Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke
- * Wärmedämmung der Kellerdecke, von erdberührten Außenflächen beheizter Räume oder von Wänden zwischen beheizten und unbeheizten Räumen
- * Austausch der Fenster
- * Austausch der Heizung
- * Einbau einer Lüftungsanlage

Maßnahmenpakete werden mit einem Zuschuss in Höhe von 5% der förderfähigen Investitionskosten, höchstens 2.500,00 € je Wohneinheit gefördert.

4.4.3 KfW-Programm Wohnraum Modernisieren

Die KfW bietet zinsverbilligte Darlehen im Rahmen des Programms „Wohnraum Modernisieren“ mittels Ökoplus-Maßnahmen:

- Erneuerung der Fenster
- Dämmung der Gebäudeaußenhülle (Außenwände, Dach, Decke zum Dachboden, Kellerdecke, erdberührte Außenflächen)
- Erneuerung von Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah-/Fernwärme

Alle Maßnahmen fallen unter die Förderung außer die Erneuerung der Heizungsanlage mit Brennwertnutzung (dies nur gemeinsam mit einer Kollektoranlage)

Genauere Angaben: Siehe Anlage

4.4.4 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Das BAFA bietet Zuschüsse für die Förderung Erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm), hier für Solarkollektoranlagen und die Pellets-Zentralheizung (Biomasseanlage).

Genauere Angaben: Siehe Anhang 3.2

5. Zusammenfassung

Bei dem _____ in Immenstadt handelt es sich um ein Wohn- und Geschäftshaus mit ca. 894 m² Wohnfläche, das 1983 errichtet wurde. Das Gebäude ist unterkellert und hat ein ausgebauten und beheiztes Erd- und Dachgeschoss und zwei ausgebauten und beheizten Obergeschosse.

Der Wärmetechnische Zustand stellt sich folgendermaßen dar:

- Die Mehrzahl der Außenbauteile weisen entsprechend dem Baualter hohe Wärmeverluste auf, einige Bauteile, insbesondere die Fenster, sind verantwortlich für einen hohen Energieverbrauch.
- Das Gebäude wird mit einer ölbefeuerten Zentralheizung (Niedertemperaturheizung) beheizt. Der Heizwärmebedarf beträgt ca. 76.374 kWh pro Jahr. Der Wert liegt im Durchschnitt von älteren, freistehenden Mehrfamilienhäusern und ist als durchschnittlich hoch einzustufen.

Aufgrund der Gesamtsituation schlagen wir folgende Vorgehensweise vor:

A. Trotz des geringen Alters, das allerdings einen guten Wiederverkauf ermöglicht, empfehlen wir als beste Maßnahme, die Heizung zu erneuern durch moderne Technik. Die Innovationen und die praktische Tauglichkeit haben in den letzten Jahren neue Heizsysteme am Markt durchgesetzt:

- 1. Erneuerung der Heizung durch Holz-Pellet-Anlage oder**
- 2. Erneuerung der Heizung durch Brennwertheizung Öl oder Gas**

wobei erstere am rentabelsten wäre, aber die Umwandlung des benachbarten Kellerraumes in ein Pelletlager erfordert. Gerade ohne weitere Dämmmaßnahmen am Gebäude, die durchgängig nicht sonderlich rentabel sind, lohnen den Austausch der Heizungsanlage.

Bei Durchführung von Sanierungsmaßnahmen und den dann verminderten Heizwärmebedarf ist auch ein (günstigerer) Kessel mit niedrigerer Leistung möglich. Möglicherweise ist dann auch der Öl-Tank zu erneuern. In dieser Verbindung empfehlen wir dann aus heutiger Sicht vor allem eine Pellet-Heizung einzubauen. Die mögliche Entwicklung der nächsten Jahre zeigt hier wahrscheinlich weitere neue Möglichkeiten auf.

In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, eine Sonnenkollektoranlage einzubauen

3. Thermische Solaranlage

B. Folgende Dämmmaßnahmen sollten zuerst in Angriff genommen werden, da sie im Verhältnis zu den Kosten rentabel sind und/oder erhebliche Komfortverbesserung bringen:

- 4. Austausch der alten Fenster**
- 5. Dämmung der Decke über den Arkaden**
- 6. Rolladenkästen dämmen**
- 7. Austausch der Stahlfenster im unbeheizten Bereich**

C. Folgende Maßnahmen sind energetisch sehr rentabel, aber aufgrund des relativ guten Zustandes von Fassade und Dach z. Z. unwirtschaftlich. Bei einer Erhöhung des Brennstoffpreises kann sich dies schnell ändern. Diese Maßnahmen sollten aber in Angriff genommen werden, falls das entsprechende Bauteil saniert wird:

- 8. Dämmung des Daches (Außendämmung)**
- 9. Dämmung des Daches (Innendämmung)**
- 10. Dämmung der Kellerdecke**
- 11. Dämmung der Außenfassade**
- 12. Dämmung des Flachdaches**

Wärmetechnische Sanierung	U-Wert W/(m ² K)	Energie- verlust kWh/a	Einsparun- g %	Mehrkosten €/m ²	Kosten pro eingesp. kWh Cent/kWh
Dach	0,41	15.642			
Aufsparrendämmung 10 cm	0,15	5.723	-73%	30/100,--	11,7/50,8
Kellerdecke	0,59	9.063			
PS-Hartschaum 8 cm	0,25	3.841	-58%	40,--	16,8
Decke über Arkaden	0,64	3.963			
PS-Hartschaum 8 cm	0,26	1.610	-59%	55,--	14,4
Holzfenster austauschen	2,60	14.300			
3-Scheiben-Wärmeschutzglas	1,10	35	-99,8%	325,--	60,6
Außenwände	0,51	33.525			
WDV-System– 20 cm Styrodur	0,13	8.546	-75%	45,--/110,--	11,8/28,8
Gesamtes Sparpotential:			-74%		24,6

	vorher		nachher	
Heizwärmebedarf:	76.374	kWh/a	-53%	35.536 kWh/a
Energiekennzahl:	83,41	kWh/m²a		39,74 kWh/m²a

Heizungsmodernisierung	6.862-	13 bis	pausch	13,8-19,8
Brennwertkessel	9.841	19%	11.000 €	

	vorher		nachher	
Heizenergiebedarf:	108.206	kWh/a	-48%	56.422 kWh/a
Energiekennzahl:	121,01	kWh/m²a		63,1 kWh/m²a

Warmwasserbereitung				
Einbau einer Solar-Kollektoranlage	Einsparung ca. 13.555 kWh/a		17.880,--	16,3

Tabelle: Wärmetechnische Daten, Einsparungen und Kosten der Sanierung

Fazit:

- Nach Durchführung aller vorgeschlagenen Dämmmaßnahmen kann der Jahresheizwärmebedarf von 76.374 kWh/a auf ca. 35.536 kWh/a reduziert werden. Einsparung ca. 53%.
- Beim momentanen Heizölpreis von ca. 6 Cent /kWh (=60 Cent/L) ist keine Maßnahme günstiger als dieser Preis. Geht man allerdings von ansteigenden Preisen aus, kann sich dies rasch ändern. Allerdings sind keine der anderen angegebenen Maßnahmen wesentlich unwirtschaftlich (5,4 – 25,0 Cent/kWh) und deswegen trotzdem zu empfehlen, gerade wenn am entsprechenden Bauteil Sanierungsarbeiten anstehen.
- „Unwirtschaftlich“ ist nur der Austausch der Fenster. Trotzdem ist eine Erneuerung wegen der erheblichen Komforteinbußen durch die schlechten U-Werte (Zugerscheinungen) und Undichtigkeiten empfehlenswert.
- Für alle Dämmmaßnahmen sind Investitionen (Mehrkosten) in Höhe von ca. 43.500 € erforderlich. Die durchschnittlichen Kosten belaufen sich auf 24,6 Cent/kWh = 2,46 €/L Heizöl
- Die Maßnahmen reduzieren die CO₂-Emissionen von 31,1 Tonnen auf 18,1 Tonnen pro Jahr, das entspricht einer Reduzierung um 47% = 16,0 Tonnen pro Jahr.
- Den Absichten der Bundesregierung zum Klimaschutz durch eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 40% bis zum Jahr 2025 werden durch die beschriebenen Maßnahmen überdurchschnittlich Rechnung getragen.
- Im Vergleich zu anderen Gebäuden wird Ihr Wohnhaus (nach Abschluss aller Dämmmaßnahmen) mit einem rechnerischen Heizwärmebedarf von 39,74 kWh pro m² Wohnfläche jetzt in den Wärmestandard der EnEV 2007 eingestuft.
- Das entspricht den wärmetechnischen Anforderungen eines heutigen Neubaus.

6. Anhang

6.1. Glossar

Brennwert H_0 , Heizwert H_u

Bei Brennstoffen unterscheidet man zwei Wärmewerte:

Den Brennwert H_0 (früher: oberer Heizwert) und den Heizwert H_u (früher: unterer Heizwert). Der Brennwert gibt die gesamte Wärmemenge an, die bei der Verbrennung frei wird, also auch die Wärme, die im Wasserdampf der Abgase (Wasserdampfkondensation) gebunden ist. Der Heizwert dagegen berücksichtigt nur die Wärme, die ohne Abgaskondensation nutzbar ist.

Bei Erdgas liegt der Brennwert deutlich höher als der Heizwert - um 11%.

Heizgradtage

Die Heizgradtagszahl HGT ist die über alle Heiztage eines Jahres gebildete Summe der täglich ermittelten Differenz zwischen der Raumlufttemperatur t und der mittleren Tagesaußentemperatur t_a . Die üblichen Angaben erfolgen für 20/12, 20/15 und 22/15 (jeweils Raumtemperatur/ Heizgrenztemperatur).

Als Heiztag gilt, wenn die Tagesmitteltemperatur unter der Heizgrenztemperatur (bei Altbauten 15°C) liegt. Die Anzahl der Heiztage pro Jahr wird von den Wetterstationen für die verschiedenen Klimaregionen und Standorte angegeben. (Norm-Gradtagszahl nach EnEV = 3.500, für Darmstadt = 3.649).

Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad (in %) gibt das Verhältnis von nutzbarer Wärme zu eingesetztem Brennstoff. In ihm sind u.a. enthalten: feuerungstechnischer Wirkungsgrad, Bereitschaftsverluste, Stillstandsverluste. Um vergleichbare Aussagen zu haben, bezieht sich der Nutzungsgrad auf den Heizwert, deshalb kann er bei einem Brennwertkessel auch über 100% liegen.

Der feuerungstechnische Wirkungsgrad wird vom Kaminkehrer ermittelt. Er gibt an, wieviel Energie nach Abzug der Abgasverluste noch nutzbar ist.

U-Wert

Wichtige Energiespargröße. Der U-Wert, der sogenannte Wärmedurchgangskoeffizient, ist eine bauphysikalische Größe, die angibt, wieviel Energie (Watt) pro Bauteilfläche (m^2) bei einem Grad Temperaturdifferenz ($K = \text{Kelvin}$) durch das Bauteil transmittiert (Einheit: W/m^2K). Je kleiner der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils und um so geringer der Wärmeverlust.

Luftwechsel

bezeichnet die Häufigkeit des Luftaustausches. Bei einem Luftwechsel von 0,6/h wird in einer Stunde der 0,6-fache Rauminhalt ausgetauscht.

Niedrigenergiehaus

Mit Niedrigenergiehäuser sind Gebäude gemeint, deren Energiebedarf, insbesondere deren Heizwärmebedarf, deutlich unterhalb (25-30%) des Energiebedarfs herkömmlicher Neubauten liegen. Allgemein gültige oder gar baurechtliche Anforderungen existieren in der Bundesrepublik Deutschland zur Zeit nicht.

Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich.

Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle, bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z.B. Schimmelpilzbefall kommen.

Typische Wärmebrücken sind z.B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

Normwärmebedarf

Der Normwärmebedarf = Heizlast (in kW) eines Hauses ist die Grundlage zur Dimensionierung des Heizkessels. Er gibt an, welche Kesselleistung erforderlich ist, um am kältesten Auslegungstag ($\sim 15^\circ\text{C}$) alle Räume auf die gewünschte Temperatur (20°C) zu heizen. Diese Leistung muss eine Heizung ohne Verluste haben.

WLG/WLZ

Dämmstoffe sind derzeit in Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) eingeteilt, die mit dem 1000-fachen Rechenwert ihrer Wärmeleitzahl (WLZ) bezeichnet werden. Die Wärmeleitzahl ist ein Baustoffkennwert der angibt, wie gut oder wie schlecht ein Stoff die Wärme durchlässt. WLG 040 steht für die Wärmeleitzahl 0,040 W/mK.

Je kleiner der WLG-Wert, desto besser der Wärmeschutz.

EnEV

Die Energieeinsparverordnung stellt Anforderungen an die Begrenzung des Jahres-Heizwärmebedarfs und den Jahres-Primärenergiebedarf von Neubauten und an deren Dichtigkeit.

Werden an bestehenden Gebäuden bestimmte, bauliche Änderungen durchgeführt, schreibt die EnEV für diese Änderungen einen bestimmten Dämmstandard vor:

- Werden mehr als 20% einer Bauteilfläche ersetzt oder erneuert, so dürfen vorgegebene bauteilbezogene U-Werte nicht überschritten werden (siehe Tabelle unter 3.2). Die 20%-Grenze ist nicht auf die gesamte Bauteilfläche (Dach, Außenwand, etc.) bezogen, sondern nur auf die jeweils betroffene Fassadenfläche (z.B. Wetterseite eines Hauses).
- Werden Bauteile erstmalig eingebaut (z.B. Fenster), so sind bestimmte U-Werte einzuhalten.
- Wird die beheizte Nutzfläche um mehr als 10 m² erweitert (z.B. Dachgeschossausbau), so gelten für diese Gebäudeteile die Anforderungen, die für Neubauten gelten.

Einheiten

a	Jahr(e)
W; kW	Energieumsatz pro Zeiteinheit, wird in Watt (W) angegeben (1kW = 1.000W)
kWh	Einheit für Energieverbrauch/-leistung pro Stunde
kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr
kWh/m ² a	Flächenspezifischer, jährlicher Energieverbrauch Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
W/m ² K	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) Wärmestrom, der bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin durch eine Fläche von 1m ² aller Schichten eines Bauteils fließt.
W/m ² K	Wärmeleitfähigkeit - kennzeichnet eine Eigenschaft der Stoffe. Sie gibt an, welcher Wärmestrom in Watt durch eine Fläche von 1m ² einer 1m dicken Schicht hindurchfließt, wenn der Temperaturunterschied 1 Kelvin beträgt.
K	Differenz von Temperaturen – gemessen in Grad Celsius (°C), wird in Kelvin (K) angegeben.

6.2. Förderprogramme

Hinweis: Die Förderprogramme könne sich kurzfristig ändern. Es ist der aktuelle Stand angefügt. Bei der Realisierung einer Maßnahme sollte daher immer die Finanzierung entsprechend geprüft werden. Wir übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben. Grundsätzlich müssen Förderanträge vor Auftragserteilung beantragt werden (siehe Richtlinien der einzelnen Förderprogramme).

6.2.1. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

KfW-Programm Wohnraum Modernisieren (Standard und Öko-Plus) und
KfW- CO₂-Gebäudesanierungsprogramm
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Postfach 111141, 60046 Frankfurt
Tel. : 01801 /335577, bundesweit zum Ortstarif, Internet: <http://www.kfw.de>

Siehe anhängende Information.

6.2.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Förderung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm)
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Frankfurterstr. 29-31, 65760 Eschborn
Tel.: 06196/404-0, Fax.: 06196/94226, Internet <http://www.bafa.de>

Siehe anhängende Information.

Viele Städte und Versorgungsunternehmen in Bayern haben eigene Förderprogramme aufgelegt. Da sich Ausstattung und Bedingungen dieser Förderprogramme oft kurzfristig ändern, haben wir sie nicht in dieser Liste aufgeführt. Es kann sich aber lohnen, bei Ihrem Bürgermeisteramt, Hochbauamt, Umweltamt oder Ihrem Energieversorger nachzutragen.

6.3. Literaturempfehlungen

- Dämmstoffe: ÖKO-Test Jahrbuch Bauen, Wohnen, Renovieren für 2004 - Dämmstoffe (Test), Preis: 8,90 € ÖKO-TEST-Verlag, Postfach 900766, 60 447 Frankfurt, Internet: <http://www.oekotest.de>

Wärmedämmung vom Keller bis zum Dach 2002, Preis: 7,80 €
Verbraucherzentrale Bayern, Vogtstraße 17, 87435 Kempten,
Internet: <http://www.verbraucherzentrale.de>
- Heizung/
Solaranlagen: ÖKO- Test - Heft März 2004 - Solarkollektoren (Test)

Heizung und Warmwasser 2002, Preis 7,80 €
Verbraucherzentrale Bayern

6.4. Weitere Spartipps

- Lüften und Heizen
 - In Wohn- und Arbeitsräumen reicht eine Temperatur von 19 - 20° Celsius aus. Nachts und in ungenutzten Räumen sollte die Temperatur auf etwa 16° Celsius gesenkt werden.
 - **Wer die Raumtemperatur nur um 1° Celsius senkt, spart rund sechs Prozent Heizkosten.**
 - Ökonomisch und günstig ist kurzes, kräftiges Stoßlüften, etwa 3 bis 4 mal täglich jeweils 3-5 Minuten. Bei Durchzug wird die verbrauchte Raumluft durch kältere Außenluft in fünf bis zehn Minuten ersetzt.
 - Kein Dauerlüften durch das Kippen eines oder mehrerer Fenster! Das ist für den erforderlichen Luftaustausch nutzlos und verschwendet unnötig Energie.
 - Beim Lüften sollten die Heizkörperventile immer geschlossen sein.
 - Auf eine ausreichende Luftfeuchtigkeit (empfohlen werden 45 - 55 Prozent Luftfeuchtigkeit). ist zu achten. Dringt permanent kalte Außenluft ein, sinkt auch die Luftfeuchtigkeit. Trockene Luft wirkt kälter und ist weniger gesund als ausreichend feuchte Luft.
 - Heizkörper sollten nicht durch Möbel oder ähnliches verbaut werden, da die erwärmte Luft sonst nicht zirkulieren kann.
- Stromverbrauch
 - Kaufen Sie möglichst Lampen mit niedrigem Stromverbrauch, hoher Lichtausbeute und langer Lebensdauer.
 - Glühlampen sollten Sie, soweit es geht, gegen Kompaktleuchtstofflampen austauschen. Ungeeignet sind dafür jedoch noch Leuchten mit Dimmerschalter. Nicht sinnvoll ist der Einsatz in Leuchten, die nur kurzzeitig angeschaltet werden (z.B. in Abstellkammern und Gästetoiletten).
 - Greifen Sie möglichst zu zweiteiligen Kompaktleuchtstofflampen, die aus Adaptern und steckbaren Lampen bestehen. Da das Vorschaltgerät sechsmal so lange hält wie die Sparlampen selbst, ist das getrennte System die ökologisch bessere Lösung. Unterscheidbar sind sie am Gewicht: konventionelle Geräte wiegen 300 Gramm, elektronische nur 100 Gramm.
 - Wer Glüh- und Energiesparlampen gleichzeitig in einem Raum benutzen will, sollte auf eine nahezu gleiche Farbtemperatur beider Lampenarten achten. Zu Glühlampen mit Farbtemperaturen zwischen 2.500 und 2.700 Kelvin passen Leuchtstofflampen im entsprechenden Temperaturbereich beziehungsweise mit warmweißer Lichtfarbe.
 - Achten Sie beim Kauf von Haushaltsgeräten auf den Energieverbrauch. Die Geräte müssen entsprechend gekennzeichnet sein.
 - Schalten Sie elektrische Geräte wie TV, DVD, Stereoanlage nicht auf Stand-By-Betrieb, sondern komplett aus.
 - Schalten Sie alle nicht benötigten Lichter aus.

6.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung zur Wärmedämmung

Mit nur wenigen Angaben und einfachen Rechenschritten können Sie mit beiliegendem Arbeitsblatt hinreichend genau ausrechnen, ob eine Wärmedämmmaßnahme an Ihrem Haus wirtschaftlich ist. Auf Wunsch erhalten Sie das Rechenblatt als Programm in einer EXCEL-Datei für Ihren PC.

Erläuterungen zur Eingabe und Beschreibung der Rechenschritte:

- A. Der Dämmwert (U-Wert) des Bauteils im bisherigen Zustand kann aus der Energiebilanz entnommen werden.
- B. Die Eingabe der Dicke der Dämmstoffe muss in „Meter“ erfolgen, also z. B. 0,12 m bei 12 cm Dämmstärke.
- C. Die Wärmeleitzahl (WLZ) ist ein Baustoffkennwert, der in der Produktinformation zum Dämmstoff steht.
- D. Mit diesen Eingaben lässt sich der neue U-Wert des gedämmten Bauteils berechnen: Kehrwert des alten U-Wertes (A) plus Quotient Dicke / WLZ (B:C). Von dieser Summe ist nun noch der Kehrwert zu bilden. Der neue Wert ist immer kleiner als der alte.
- E. Für die weitere Berechnung wird die Differenz aus alten (A) und neuem U-Wert (D) benötigt.
- F. Als Bauteilfläche gilt die mit Dämmstoff zu verbessernde wärmeübertragende Außenfläche.
- G. Der Mittlere Energiepreis pro kWh berücksichtigt eine angenommene jährliche Energiepreiserhöhung innerhalb eines Betrachtungszeitraumes von 10-15 Jahren und kann anhand der anhängenden Tabellen ermittelt werden. Er ist einfach der Mittelwert der jährlichen Energiepreise.
- H. Die Prognose für die jährlich einzusparende Heizenergie ergibt sich aus der Multiplikation der gesamten zu dämmenden Fläche (F) mit der U-Wert-Verbesserung (E) und dem Faktor 66. Die Zahl 66 steht für das Klima am Gebäudestandort. Dieser Faktor (Einheit „Kilo-Kelvin-Stunden“ kWh) beschreibt die winterliche Klimabedingung für beheizte Gebäude gemäß Norm.
Wichtig: Für Bauteile wie die Kellerdecke, Decke nach oben oder Absiebwände/Spitzbodendecke muss dieser Faktor mit 0,65, mit 0,5 bzw. mit 0,8 multipliziert werden (im Beispiel: nur 65% von $366,68 \text{ m}^2 = 237,952 \text{ m}^2$ angerechnet)..
- I. Die jährlich Energiekosteneinsparung in € resultiert aus der Multiplikation der eingesparten Energiemenge in kWh (H) mit dem Mittleren Energiepreis in €/kWh. (G)
- J. Als Gesamtfläche der Energiesparmaßnahme gelten alle Flächen, die bei einer Ausführung durch einen Fachbetrieb abgerechnet werden, z.B. bei einer Außenwanddämmung muss die Giebelfläche zum unbeheizten Spitzboden ebenso gedämmt werden bzw. Fensterflächen $< 2 \text{ m}^2$ werden übermessen, d.h. nicht abgezogen.
- K. Die Mehrkosten der Energiesparmaßnahme in € pro qm Gesamtfläche sind nur die Mehraufwendungen für Wärmeschutz, d. h. Gesamtkosten abzüglich der ohnehin fälligen Renovierungskosten.
- L. Der Investitionsaufwand ist die Summe der Mehrkosten pro Quadratmeter (K) mit der Gesamtfläche (J).
- M/N Hier sind eventuelle Fördersummen für das betreffende Bauteil einzutragen. Wenn Sie keinen Zuschuss erhalten, tragen Sie 0 ein.
- O/P Die Kapitalkosten berücksichtigen eine Verzinsung entsprechend einem Bankkredit (oder Geldanlage), der zur Finanzierung der Maßnahme in Anspruch genommen werden würde. Entsprechend einem Annuitätendarlehen werden die jährlichen Rückzahlungsraten (Zins + Tilgung)

aus der Multiplikation der Investitionen abzüglich Förderung (N) mit dem Annuitätenfaktor A_F (siehe Tabelle) errechnet. Als Betrachtungszeitraum kann die Kreditlaufzeit eingesetzt werden. Evtl. Zinsvergünstigungen durch Förderprogramme (z.B. KfW-Programm) sind zu berücksichtigen.

- O. Der jährliche Kostenvor- oder -nachteil ergibt sich aus der Differenz der Energiekosteneinsparung pro Jahr (I) und den jährlichen anfallenden Kapitalkosten (P).
- R. Die Kosten pro eingesparter kWh berechnen sich als Quotient aus den jährlichen Kapitalkosten (P) und der jährlichen Energieeinsparung (H) und dient dem Vergleich mit dem Mittleren Energiepreis (G).
- S. Als mittlere Nutzungsdauer einer Wärmedämmmaßnahme kann für alle Bauteile die Zeitspanne von 25 Jahren angenommen werden. Die Amortisationsdauer berechnet sich als Quotient aus Kapitalkosten für den Wärmeschutz (O) und jährlich eingesparter Heizenergie (I). Liegt die Amortisationszeit unter 25 Jahren, kann die geplante Maßnahme als sicher wirtschaftlich angesehen werden.

6.6. Energiebilanz-Berechnungen (vorher) incl. U-Wert-Berechnung

siehe Berechnung

6.7. Energiebilanz-Berechnungen (nachher) incl. U-Wert-Berechnung

siehe Berechnung