

Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

NORDWEST

FOTO

Eigentümer: xxxxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxx

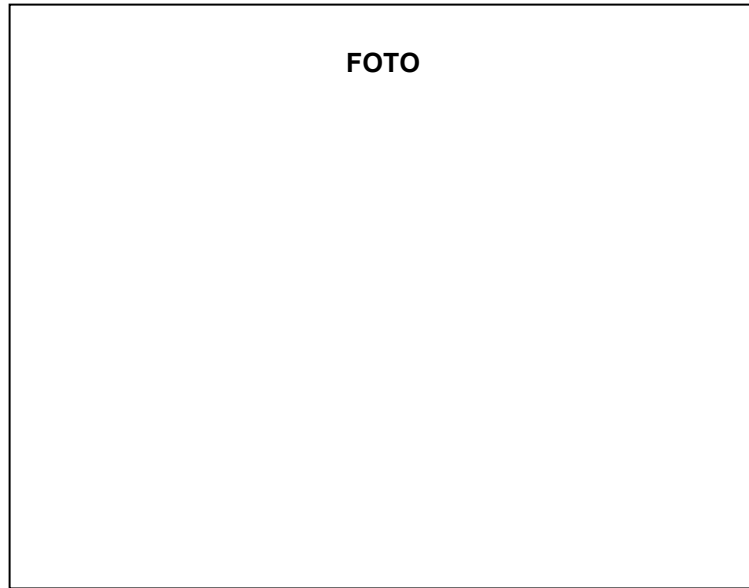
-xxxxxxx -

Projekt: Zweifamilienhaus

03-05-2008

Unterschrift

SÜDWEST



FOTO

SÜDOST

FOTO

NORDOST

FOTO

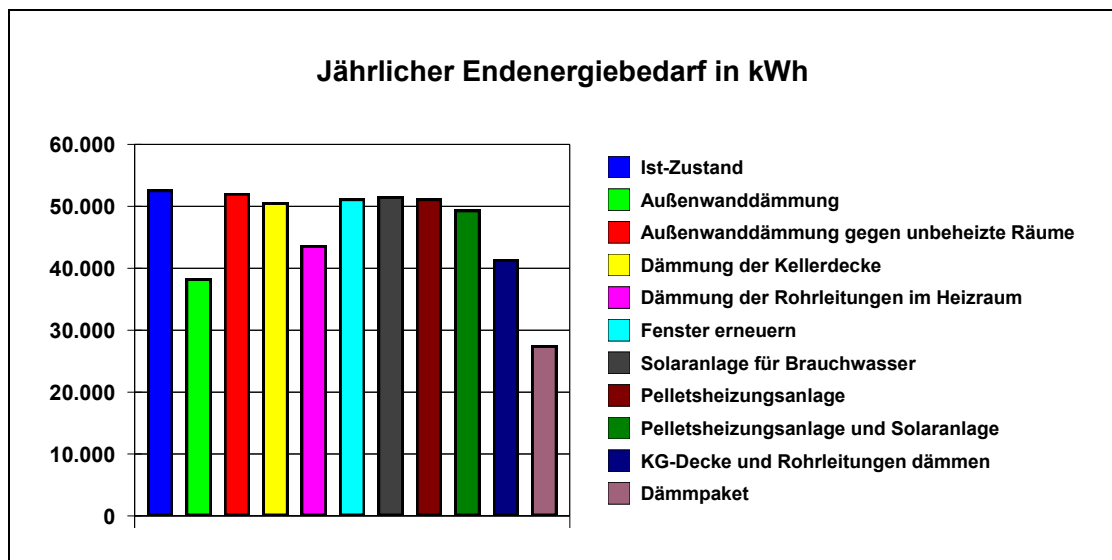
ZUSAMMENFASSUNG

Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 202,63 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut, hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 402,14 kWh/m²a. Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z.B. Energieerzeugung bzw. – umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 449,61 kWh/m²a.

Konkret wurden in dem vorliegenden Bericht die unter Punkt 4 beschriebenen Maßnahmen durchgerechnet und bewertet. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass für die Maßnahmen keine Eigenleistung berücksichtigt wurde. Durch Eigenleistung und Inanspruchnahme von Fördergeldern kann die Wirtschaftlichkeit teilweise erheblich verbessert werden.

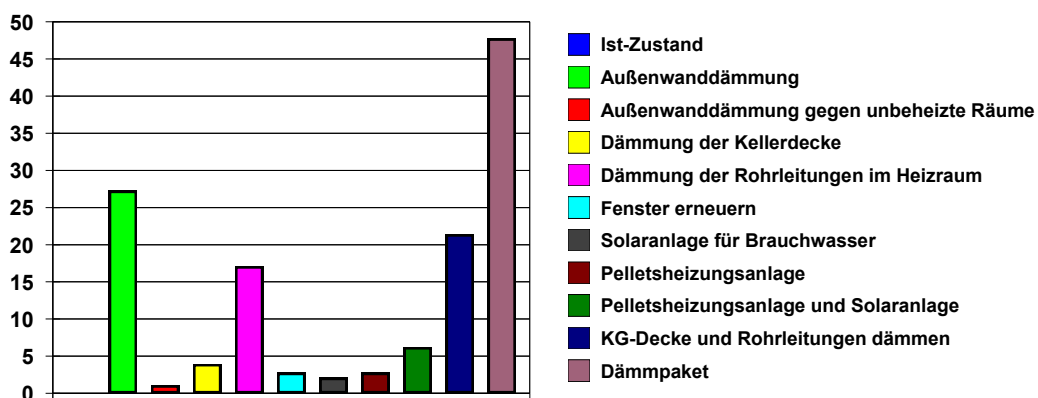
Die unterschiedlichen Energie- und Emissionswerte sind in den folgenden Grafiken für das Gebäude vergleichend dargestellt.



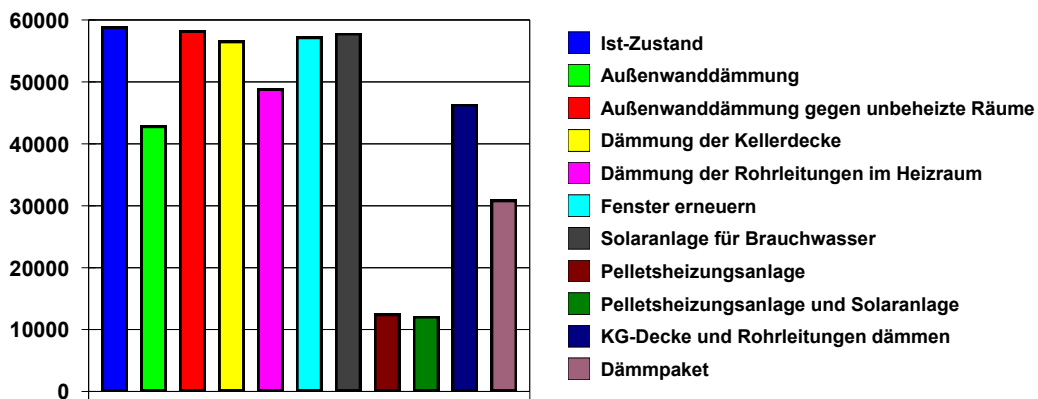
Nach Durchrechnung mehrerer Varianten zur Energieeinsparung kommt der Energieberater zu dem Schluss, dass die Variante 11 (Dämmpaket, bestehend aus einer Außenwanddämmung, der Dämmung der Kellerdecke und der Dämmung der Heizungsrohre im Heizraum) für dieses Wohnhaus eine sinnvolle energetische Maßnahme zur Verringerung der Energiekosten und des Energieverbrauchs sowie zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes ist. Die Amortisationszeit beträgt etwas über 17 Jahre (nach der dynamischen Betrachtungsweise). Die Investitionskosten liegen bei ungefähr 26.500,- Euro. Die Energieeinsparung beläuft sich auf 25.158,58 kWh/m²a, was 47,76 % entspricht.

Als Mindestmaßnahme wird die Variante 10 empfohlen (Dämmung der Kellerdecke und der Heizungsrohre im Heizraum). Der Kostenaufwand von rund 3.940,- Euro ist relativ gering, wobei allerdings eine Energieeinsparung von 21,4 % erzielt wird, was 11.271,64 kWh/m²a entspricht.

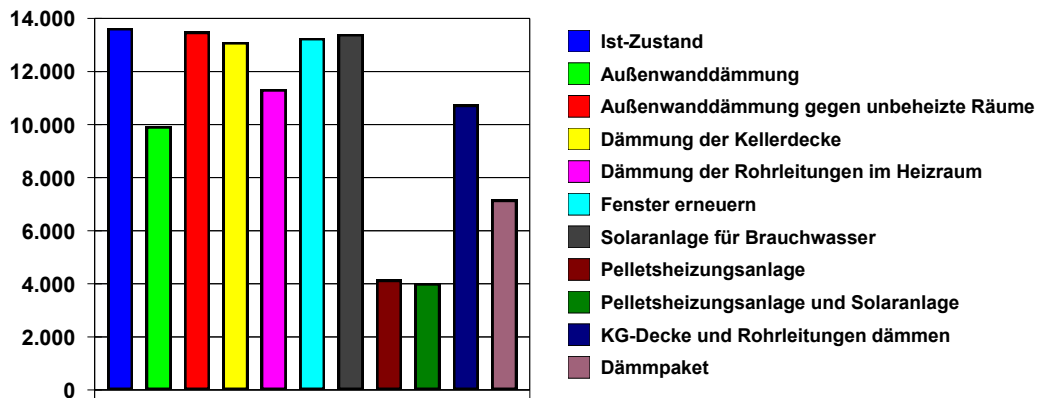
Prozentuale Energieeinsparung



Jährlicher Primärenergiebedarf in kWh



Jährliche CO2 Emission in kg



INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
1. ALLGEMEINE HINWEISE	6
1.1 DAS BILANZVERFAHREN DER ENEV	7
1.2 DER BERECHNUNGSWEG	8
2. IST-ANALYSE	9
2.1 OBJEKTBESCHREIBUNG.....	9
2.2 ALLGEMEINE DATEN.....	9
2.3 BAUTEILE DES GEBÄUDES	10
2.4 BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERANLAGE	11
2.5 KLIMADATEN	14
3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES	14
3.1 ENERGIEBEDARF	14
3.2 VERGLEICH DES TATSÄCHLICHEN ENERGIEBEDARFS MIT DEM RECHNERISCH ERMITTELTEN	17
4. VARIANTEN	18
4.1 WIRTSCHAFTLICHKEIT SELBER ERMITTELN	21
4.2 MAßNAHMEN	22
4.3 SONSTIGE MAßNAHMEN	35
5. SCHADSTOFFBILANZ	37
6. WARUM ENERGIE SPAREN?	40
7. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMAßNAHMEN	40
8. ANHANG	42
AUFBAU DER KONSTRUKTIONSELEMENTE.....	10 SEITEN.....
CO2-NACHWEIS.....	1 SEITE.....
BAUPLÄNE.....	4 SEITEN.....
FOTOS VOM HEIZRAUM.....	1 SEITE.....

1. ALLGEMEINE HINWEISE

Der nachfolgende Bericht wurde nach den Richtlinien des Bundes zur Förderung der "Vor-Ort-Beratung" in Wohngebäuden erstellt. Auf Grundlage der Ortsbegehung und den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde eine computergestützte Energiediagnose erstellt.

Hierzu werden aus den bau- und heizungstechnischen Daten die Energieströme des Gebäudes ermittelt. Die Energieströme setzen sich hierbei aus den Transmissionswärmeverlusten (Wärmedurchgang) der Gebäudehülle, insbesondere Fenster, Außenwände, Geschossdecken und Dachflächen, sowie den Lüftungsverlusten und den Verlusten in der Heizungsanlage, sowie denen der Warmwasserbereitung zusammen.

Nach der Ermittlung des Ist-Zustandes werden die Schwachstellen analysiert und Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen. Die Effektivität der Maßnahmen wird anhand der voraussichtlichen Energieeinsparung, Wirtschaftlichkeit und Schadstoffbelastung beurteilt. Im folgenden werden weitere Maßnahmen vorgeschlagen, die jedoch nicht im einzelnen hinsichtlich ihrer Einsparung und Wirtschaftlichkeit sowie Emission nachgewiesen wurden, entweder weil die Einsparpotentiale aufgrund einer Vielzahl von Unwägbarkeiten kaum zu ermitteln sind, oder deren rechnerischer Nachweis zu aufwendig in Relation zu den Investitionskosten wäre.

Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Erstellung einer Energiediagnose von Gebäuden. Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen im Grad der Detaillierung und der Einbeziehung des Nutzerverhaltens. In dem vorliegenden Bericht wurden die Berechnungen u.a. in Anlehnung an die DIN-Normen, den VDI-Richtlinien und der EnEV2007 durchgeführt.

Einflüsse des Nutzerverhaltens sind bei diesem Verfahren weitgehend ausgeklammert. Dies erlaubt eine Beurteilung der reinen Bausubstanz sowie der Anlagentechnik. Da von einem "Normnutzerverhalten" ausgegangen wird, lässt der Vergleich des theoretisch berechneten Energiebedarfs und des tatsächlich in Anspruch genommenen Energiebedarfs unter Umständen Rückschlüsse auf das eigene Nutzerverhalten zu.

Dieser Bericht soll Ihnen helfen, wirtschaftlich sinnvolle und umweltentlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung in Ihrem Hause durchzuführen. Bitte beachten Sie hierbei, dass die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen Richtwerte darstellen und von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen können.

Alle Wärmedurchgangswerte (U-Werte) setzen sich, soweit dies erforderlich war, aus unterschiedlichen Konstruktionen zusammen, d.h. dass z.B. der Sparrenanteil mit berücksichtigt wurde.

1.1 Das Bilanzverfahren der EnEV

Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen oder Zirkulationspumpen notwendig ist.

Die Bewertung der Primärenergie wurde mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 eingeführt. Der frühere Bezug auf den Endenergiebedarf eines Gebäudes ermöglichte ungerechtfertigte Vorteile für einzelne Wärmeversorgungsarten. Gerade der Energieträger Strom, dessen einzelne Schritte der Energieumwandlung außerhalb der „Bilanzgrenze“ Gebäude stattfinden erhielt deutliche Vorteile gegenüber anderen Energieträgern wie z.B.: Gas und Erdöl. Die Einsparung einer Kilowattstunde (kWh) Strom kann die Umwelt um etwa den gleichen Anteil entlasten wie die Einsparung von knapp drei Kilowattstunden Gas.



Das oben dargestellte vereinfachte Schema skizziert die ausschlaggebenden Einflussfaktoren des so genannten Primärenergiebedarfs. Beim Übergang von einer Stufe zur nächsten treten Verluste auf wie z. B. bei der Umwandlung von Kohle in Strom oder bei der Verbrennung von Erdgas in einem Heizkessel.

1.2. Der Berechnungsweg



Das Berechnungsschema geht den umgekehrten Weg des Stoffstromes.

Zunächst werden die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sowie die internen und solaren Gewinne des Gebäudes ermittelt. Daraus ergibt sich der Heizwärmebedarf.

Anschließend werden die Verluste des Heizwärmesystems einschl. des Warmwassersystems mit ihren Hilfsenergien berechnet (Endenergiebedarf = Heizenergiebedarf + Trinkwasserenergiebedarf + Hilfsenergie). Dieser Endenergiebedarf multipliziert mit dem Primärenergiefaktor des eingesetzten Brennstoffs ergibt den Primärenergiebedarf.

Der Wirkungsgrad der gesamten Kette (Verhältnis von Aufwand zu Nutzen) wird als Anlagenaufwandszahl ausgegeben (Kehrwert des Wirkungsgrades). Eine kleine Anlagenaufwandszahl beschreibt also ein effizientes Heizsystem.

2. IST-ANALYSE

Das zu beurteilende Wohnhaus weist eine relativ schlechte Energiebilanz im Vergleich zu anderen, derartigen Gebäuden auf.

Der Endenergiebedarf ist überdurchschnittlich hoch. Unter Normnutzerverhalten beträgt er 402 kWh/m²a. Beim durchschnittlichen Gebäudebestand beträgt der Endenergiebedarf zwischen 150 und 280 kWh/m²a.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass der im DG befindliche Kachelofen nicht berücksichtigt wurde, da davon ausgegangen wird, dass er bei einer Normnutzung nur gelegentlich beheizt wird.

Die Heizungsanlage zur Raumwärme- und Warmwasserversorgung ist relativ gut. Sie wurde 1994 eingebaut. Das Dach des ausgebauten DG's ist mit Mineralwolle gedämmt worden.

Die Verteilungsleitungen der Wärmeversorgung verlaufen im Keller und sind größtenteils nicht gedämmt.

Eine Verbesserung der Energiebilanz durch geeignete Maßnahmen und dadurch Verringerung der Energiekosten sowie des CO₂-Ausstoßes ist sehr zu empfehlen.

2.1. Objektbeschreibung

Eineinhalbgeschossiges, voll unterkellertes Zweifamilienwohnhaus mit angebauter Doppelgarage. Im Erdgeschoss befindet sich eine Dreizimmerwohnung mit Küche, Bad/WC und Abstellraum. Die Wohnfläche beläuft sich auf 70,78 qm. Im Dachgeschoss ist ebenfalls eine Dreizimmerwohnung mit Küche und Bad/WC eingebaut. Die Wohnfläche beträgt 60,25 qm. Der Speicher ist nicht zu Wohnzwecken ausgebaut. Dasselbe gilt für den Keller.

2.2. Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Wohngebäude / bis 3 Vollgeschosse
Standort	xxxxxxxxxxxxxxxx
Straße	xxxxxxxxxxxxxxxx
Flurstück	xxxxxxxxxxxxxxxx
Gemarkung	xxxxxxxxxxxxxxxx
Baujahr	1964
Bezugsfläche	167 m ²
Beheiztes Volumen	523 m ³
Lüftung	Natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	Übliche Wärmebrücken (Hausecken, Deckenränder, Treppe)
Anzahl der Bewohner	3

Das beheizte Volumen wurde gemäß Energieeinsparverordnung unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt. Dadurch werden geometrisch bedingte Wärmebrücken (Hausecken etc.) mit berücksichtigt.

Nutzerverhalten:

Die Erdgeschosswohnung wird von der Eigentümerin, einer älteren Dame, bewohnt. Die Dachgeschosswohnung wird von deren Tochter mit Sohn bewohnt. Insgesamt wohnen also 3 Personen in dem Gebäude.

Da der tatsächliche Endenergiebedarf (36.012 kWh/m²a) wesentlich geringer ist, als der unter Normnutzung ermittelte Endenergiebedarf (52.086 kWh/m²a), kann davon ausgegangen werden, dass nicht alle Räume gleichmäßig beheizt werden, was bei der geringen Personenzahl durchaus nachvollziehbar ist. Außerdem kann unterstellt werden, dass der Kachelofen in der Dachgeschosswohnung relativ häufig in Betrieb ist.

2.3. Bauteile des Gebäudes

Im folgenden werden alle wärmeübertragenden Flächen des Gebäudes mit Einbauzustand, U-Werten, Flächen und den Konstruktionsnamen aufgelistet, sowie den maximalen U-Werten der EnEV.

Tabelle 2 : Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P.	Bauteil	Einbauzustand	Zusatz	U-Wert W/m ² K	max. U-Wert EnEV W/m ² K	max. U-Wert Passivh. W/m ² K	Fläche m ²	Fxi	H _T W/K	Konstruktion
1	Wand	unbeheizte Räume		1,081	0,5	0.15	16,6	0,5	8,97	Außenwandaufbau
2	Dach	Außenluft		0,458	0,3	0.10	56,0	1,0	25,65	Dachaufbau
3	Deckenfläche	ungedämmter Dachraum oberhalb		0,354	0,3	0.12	54,62	0,8	15,47	Kehlbalkendecke
4	Tür, Südost	Außenluft		2,500	2,9	0.12	2,5	1,0	6,25	Standardtür
5	Fenster, Südwest	Außenluft		2,500	1,7	0.80	2,88	1,0	7,20	Isolierglas-Fenster
6	Wand	Außenluft		1,197	0,35	0.15	155,85	1,0	186,55	Außenwandaufbau 1
7	Fenster, Südost	Außenluft		2,500	1,7	0.80	9,75	1,0	24,38	Isolierglas-Fenster
8	Fenster, Nordwest	Außenluft		2,500	1,7	0.80	8,63	1,0	21,58	Isolierglas-Fenster
9	Grundfläche	Kellerdecke		0,654	0,4	0.12	97,6	0,7	44,68	Kellerdecke

Kellerdecke: Die Kellerdecke besteht aus Stahlbetonbalken mit Hohlkörperelementen. Als Dämmung wird 20 mm Styropor angenommen. Der Zementestrich dürfte 40 mm stark sein. Als Belag ist Teppichboden vorhanden.

Außenwände: Die Außenwände bestehen aus Hohlblockmauerwerk mit einer Stärke von 24 cm. Die Wände sind außen und innen verputzt.

Oberste Geschossdecke: Die Decke über der Dachgeschosswohnung ist eine Holzbalkendecke. Unterseitig ist sie mit Holzwoollplatten verkleidet. Zwischen den Holzbalken wurde eine Dämmung aus Mineralwolle (ca. 100 mm) eingebracht. Als Bodenbelag wurden Spanplatten verlegt.

Dach: Das Dach im ausgebauten Bereich besteht aus einer Zwischensparrendämmung mit Mineralwolle (etwa 100 mm stark). Auf der Unterseite wurden Gipskartonplatten angebracht.

Fenster / Türen: Holzfenster mit Isolierverglasung aus Anfang der 90er Jahre in den Wohnungen. Haustüre ebenfalls aus Anfang der 90er Jahre.

Wärmebrücken: Es sind die üblichen Wärmebrücken für derartige Gebäude vorhanden (z. B. Rollladenkästen, Deckenränder, Eingangstreppe, Gebäudeecken usw.)

Lüftungswärmeverluste: Die Lüftungswärmeverluste halten sich im Rahmen, weil die Fenster Anfang der 90er Jahre erneuert wurden. Es wurden keine Undichtigkeiten an den Fenstern festgestellt. An den beiden Wohnungseingangstüren sind Lüftungsverluste festzustellen, weil es sich um einfache Eingangstüren ohne bes. Wärmeschutz handelt.

2.4. Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Als Heizungsanlage ist eine Gaszentralheizung der Firma Junkers vorhanden. Es handelt sich um den Typ Junkers ze 24 aus dem Jahre 1994, einen Gas-Spezial-Heizkessel mit einer Nennwärmeleistung von 24 kW.

Gemäß dem letzten Schornsteinfegerprotokoll von 2007 beträgt der Abgasverlust 4,2%, was noch als relativ gut zu bezeichnen ist.

Die Heizung dient auch zur Erzeugung von Warmwasser im Kombibetrieb. Als Warmwasserspeicher ist eine Anlage der Firma Junkers, Typ SK 130-3ZB eingebaut. Das Fassungsvermögen des WW-Speichers beträgt 130 Liter.

Heizung und Warmwasserspeicher sind im Heizraum (Kellergeschoss, außerhalb der beheizten Räume) aufgestellt. Die Verteilungsleitungen zur Wärmeversorgung, welche im KG verlaufen, sind größtenteils nicht gedämmt.

Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 167,40 m²
Baujahr: 1994
Leistung: 24 kW
Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995, im unbeh.
Bereich
Kombibetrieb(auch WW)ja
Brennstoffart : Erdgas
Primärenergiefaktor : 1,10
Aufwandszahl : 1,233
Hilfsenergiebedarf : 1,32 kWh/(m²a)
mittlere Kesseltemp.: 70,0 °C
mittlere Heizkreistemp.: 40,63 °C
Bereitschaftsverluste bei 70°: 2,70 %
Bereitschaftsverluste: 2,698 %
30 % Teillast Wirkungsgrad: 82,1 %
Kesselwirkungsgrad: 82,14 %

Speicherung

Speichertyp : kein Speicher
Speichernenninhalt: 0 l
Bereitschaftsverluste: 0 kWh/d
spezif. Wärmebedarf : 0,00 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf : 0,00 kWh/(m²a)

Verteilung

horizontale Verteilung : außerhalb / ungedämmt
Strangleitung: innerhalb / mäßiggedämmt
Anbindeleitung: innerhalb / mäßiggedämmt
spezif. Wärmebedarf : 57,10 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf : 2,10 kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
38,8	1,00	1,40
15,5	0,15	0,40
113,4	0,10	0,60

Übergabe

Art der Übergabe : Thermostatventile, Proportionalbereich 2K, Außenwandbereich
spezif. Wärmebedarf : 3,3 kWh/(m²a)

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 167,40 m²
Baujahr: 1994
Leistung: 24 kW
Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995
Brennstoffart : Erdgas
Primärenergiefaktor : 1,10

Aufwandszahl : 1,567
Hilfsenergiebedarf : 0,05 kWh/(m²a)
mittlere Kesseltemp.: 70,00 °C
Bereitschaftsverluste bei 70°: 2,70 %
Bereitschaftsverluste: 2,70 %
Kesselwirkungsgrad: 85,26 %

Speicherung

Speichertyp : indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im unbeheizten Bereich
Speicher-Nenninhalt: 250 l
Bereitschaftsverluste: 2,312 kWh/d
spezif. Wärmebedarf : 4,77 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf : 0,08 kWh/(m²a)
Heizwärmegutschrift : 0,00 kWh/(m²a)

Verteilung ohne Zirkulation

horizontale Verteilung : außerhalb / mäßig gedämmt
Strangleitung: innerhalb / mäßig gedämmt
Stichleitung: Standardanordnung / mäßig gedämmt

spezif. Wärmebedarf : 11,37 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf : 0,00 kWh/(m²a)
Heizwärmegutschrift : 3,02 kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
15,1	1,00	0,40
7,8	0,48	0,40
15,5	0,10	0,40

2.5. Klimadaten

Bei der Berechnung des Wärmebedarfs und zur Beurteilung der Heizungsanlage wurde die Klimazone Mannheim gewählt, da diese Karlsruhe am nächsten kommt. Karlsruhe selbst ist im Softwareprogramm nicht vorgegeben. Im einzelnen wird mit folgenden Daten gerechnet:

Tabelle 3: Klimadaten

Höhe	Ca. 100 m
Heiztage	244 d/a
mittl. Außentemperatur	10,2 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	2928,0 d °C/a

3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES

3.1. Energiebedarf

Im folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 4: Energiebilanz des Gebäudes

Transmissionsverluste	30.640,16 kWh/a
Lüftungsverluste	5.175,98 kWh/a
Heizungsverluste	18028,44 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	2092,50 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	5420,22 kWh/a
Summe Verluste	61357,30 kWh/a
solare Gewinne	3.754,04 kWh/a
interne Gewinne	5.517,20 kWh/a
Nachtabenkung	0,00 kWh/a
zugeführte Heizenergie	44.573,35 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	7.512,72 kWh/a
Summe Gewinne	61357,30 kWh/a

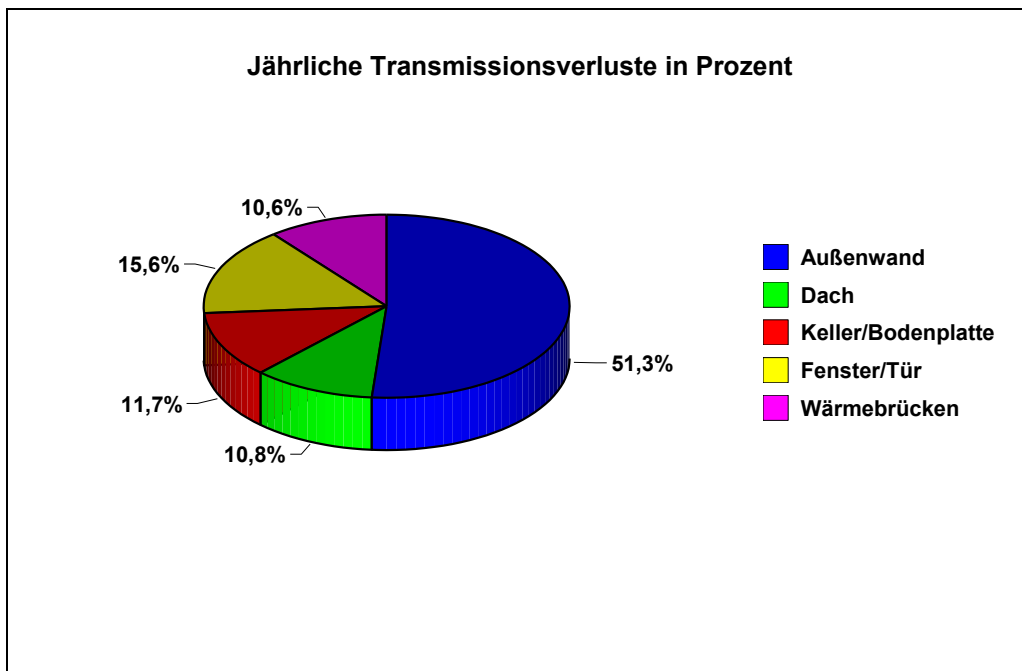
Aus den zuvor genannten Werten lassen sich folgende spezifischen Kennzahlen ermitteln:

Tabelle 5:

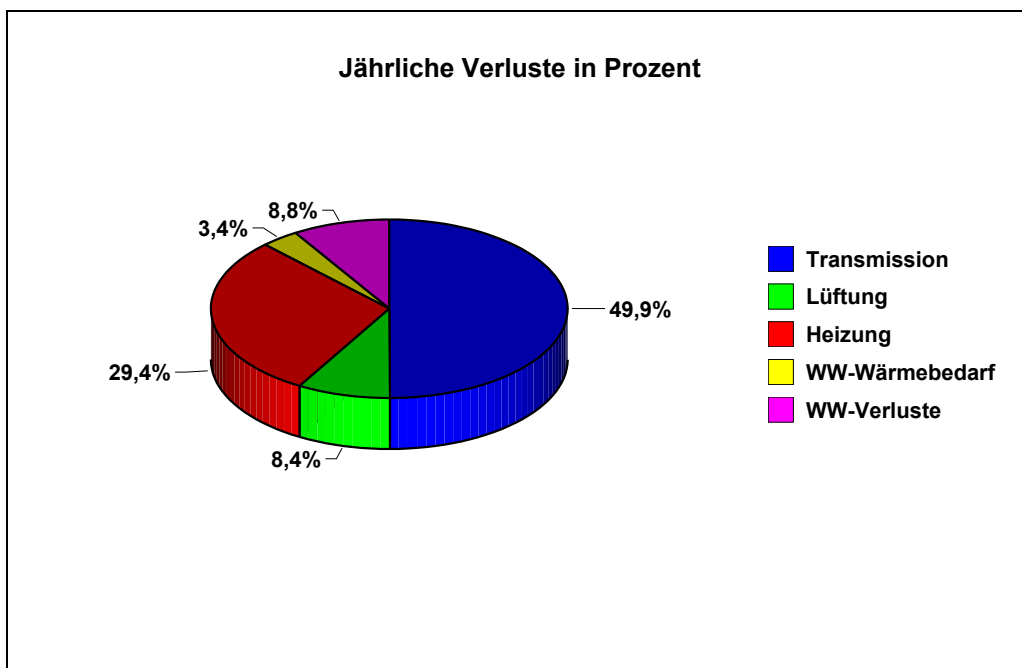
Heizwärmebedarf	26.544,91 kWh/a
Endenergiebedarf	52.680,34 kWh/a
Primärenergiebedarf	58.899,21 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	2,06 -

Die nachfolgende Grafik beschreibt die Aufteilung der gesamten Transmissionsverluste auf die einzelnen Flächen.

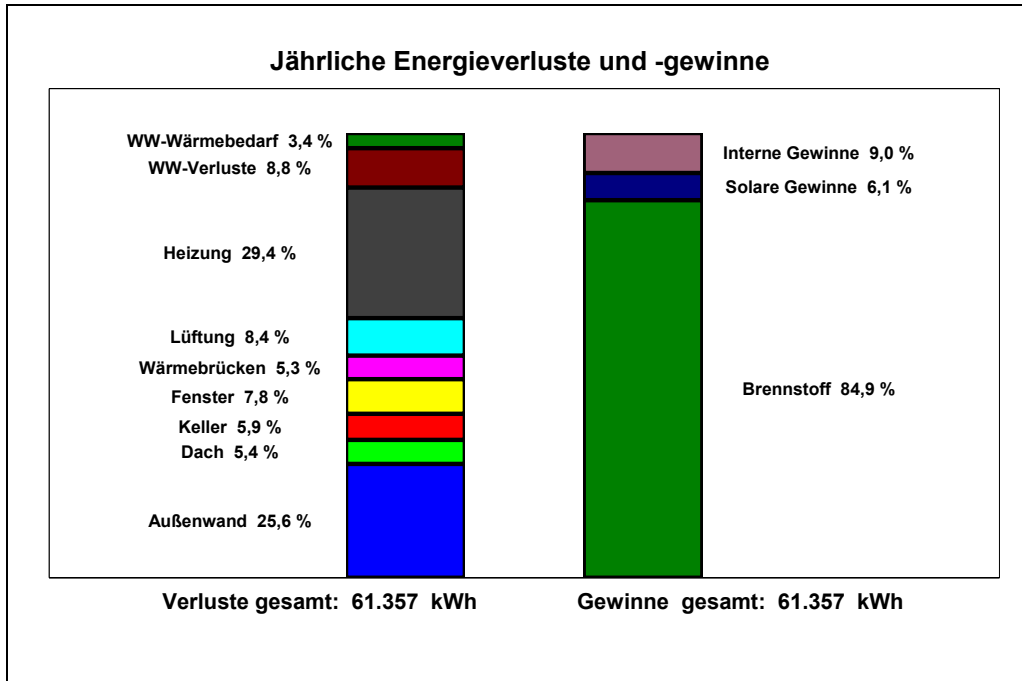
Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

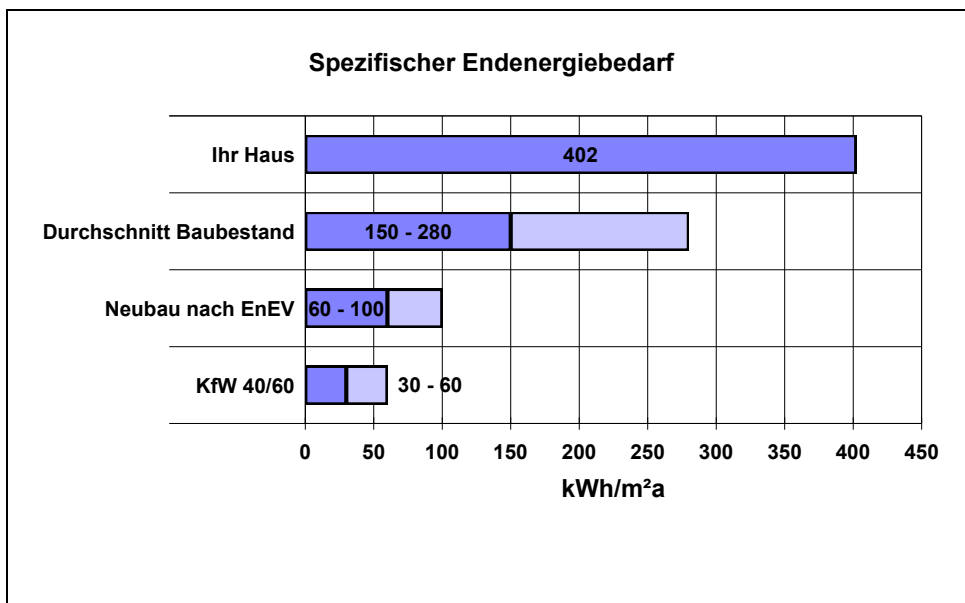


Grafik 3 : Jährliche Energieverluste und Gewinne



Ein Vergleich des Endenergiebedarfs Ihres Hauses mit dem Gebäudebestand entnehmen Sie bitte der folgenden Grafik.

Grafik 4 : Vergleich des Endenergiebedarfs



Der spezifische Endenergiebedarf des Hauses mit 402 kWh/m²a liegt aus der Sicht des Energieberaters in einem als relativ hoch zu bezeichnenden Bereich.

3.2. Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch ermittelten

Der vorhandene, gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 36.011,9 kWh/m²a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung .

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 52.086,1 kWh/m²a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung. Umgerechnet entspricht dies den folgenden Endenergiemengen: 50.08,28 m³/a Erdgas.

Diese Abweichung begründet sich durch die abweichende tatsächliche Nutzung des Gebäudes. Die hier berechneten Ergebnisse beruhen auf der Annahme, dass das Gebäude voll beheizt genutzt wird, was derzeit nicht der Fall ist. Tatsächlich werden einige Räume nicht voll beheizt.

Ebenso wird tatsächlich deutlich weniger gelüftet, als im Bilanzierungsverfahren berücksichtigt. Tatsächlich wird lediglich eine mittlere Temperatur von 17 bis 18 Grad Celsius anzusetzen sein und die Luftwechselrate wird wohl eher bei 0,3 l/h liegen (angesetzt wurden: 19 Grad Celsius und 0,5 l/h).

Des Weiteren werden die internen Gewinne (Wärmeabgabe von Personen und Geräten während der Heizzeit) etwas höher anzusetzen sein, als normiert vorgegeben. Insbesondere nicht berücksichtigt wurde der Kachelofen in der Dachgeschosswohnung. Es ist anzunehmen, dass er doch relativ häufig angefeuert wird.

4. VARIANTEN

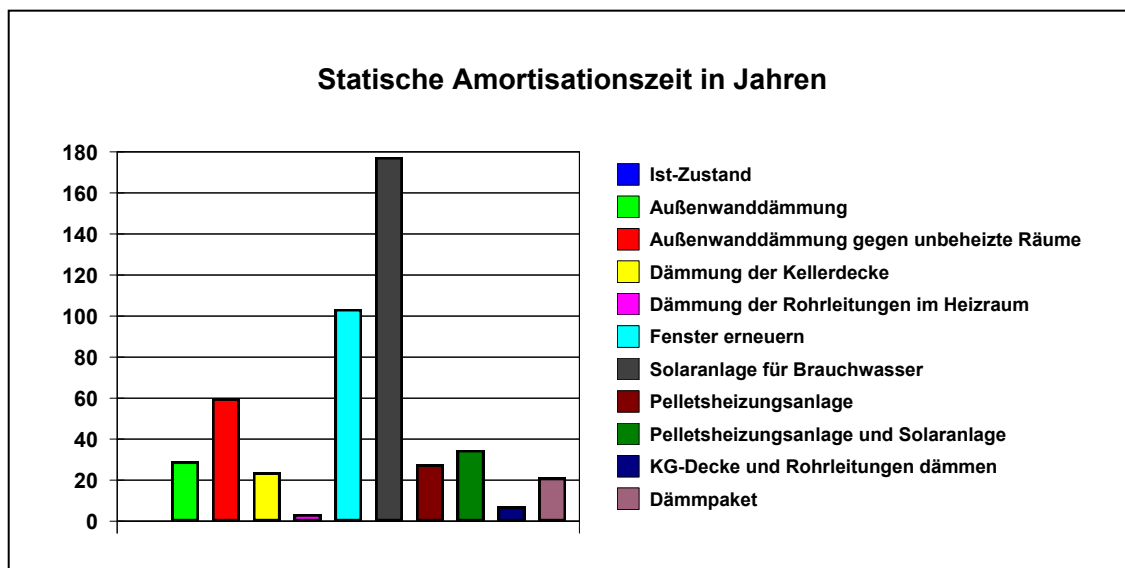
Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

Tabelle 6: Berechnete Varianten

Nr.	Variante	jährliche Energiebedarf kWh/a	jährliche Energieeinsparung %	jährliche Energiekosten EUR/a	Investitionskosten gesamt EUR	stat.jährliche Gesamtkosten EUR/a
1	Ist-Zustand	52.680,3	0,0	2.665,13	0,00	2.665,13
2	Außenwanddämmung	38.323,6	27,3	1.944,42	20.907,60	2.467,11
3	Außenwanddämmung gegen unbeheizte Räume	52.118,4	1,1	2.637,36	1.660,00	2.678,86
4	Dämmung der Kellerdecke	50.605,1	3,9	2.562,02	2.440,00	2.643,36
5	Dämmung der Rohrleitungen im Heizraum	43.672,7	17,1	2.217,38	1.500,00	2.267,38
6	Fenster erneuern	51.230,5	2,8	2.593,14	7.441,00	2.890,78
7	Solaranlage für Brauchwasser	51.576,2	2,1	2.628,49	6.500,00	2.953,49
8	Pelletsheizungsanlage	51.220,3	2,8	2.085,56	16.000,00	3.152,22
9	Pelletsheizungsanlage und Solaranlage	49.407,8	6,2	2.016,68	22.500,00	3.405,57
10	KG-Decke und Rohrleitungen dämmen	41.408,7	21,4	2.104,79	3.940,00	2.236,13
11	Dämmpaket	27.521,8	47,8	1.407,10	26.507,60	2.102,84

Grafik 5: statische Amortisationszeit



Die statischen Gesamtkosten setzen sich aus den jährlichen Investitionskosten und den jährlichen Energiekosten zusammen.
Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 7: Energiepreisteuerung und Zinssatz

Energiepreisteuerung	7,00 %
Zinssatz	4,00 %

Tabelle 8: Kosten in EUR

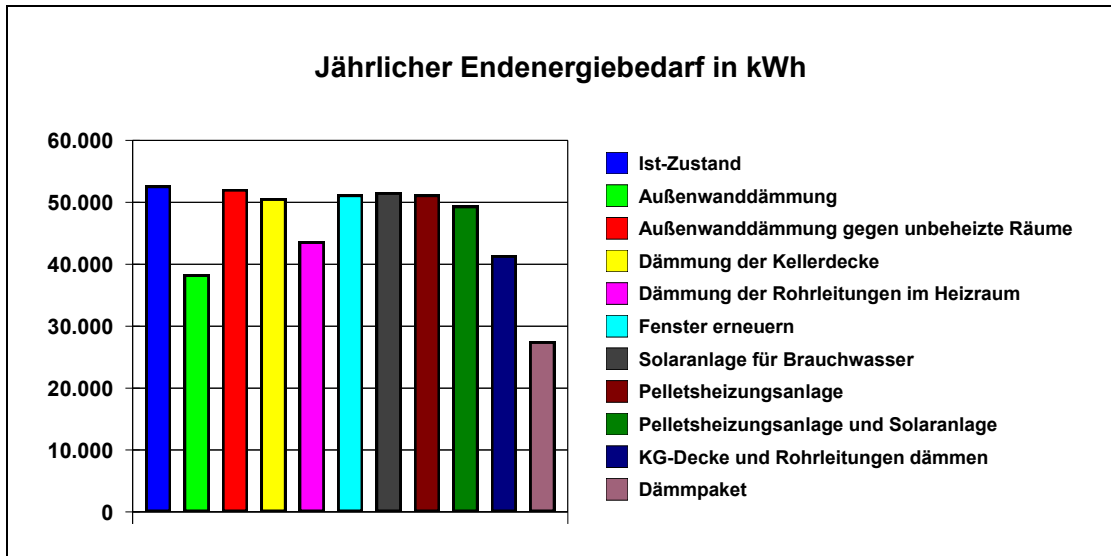
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWh
Erdgas	98,00	0,049
Tagstrom	0,00	0,19
Holz-Pellets	0,00	0,038
Sonstiges	0,00	0,00

Tabelle 9: Darlegung der Basiswerte

Bauteil	Einbauzustand	alt U-Wert W/m ² K	neu U-Wert W/m ² K
Außenwand	gegen Außenluft	1,081	0,207
Kellerdecke	unbeheizt unterhalb	0,654	0,308
Fenster	gegen Außenluft	2,500	1,400
Dach	gegen Außenluft	0,458	0,458
Decke	unbeheizt oberhalb	0,354	0,354
		Aufwandszahl	Aufwandszahl
Heizungsanlage		1,233	0,440

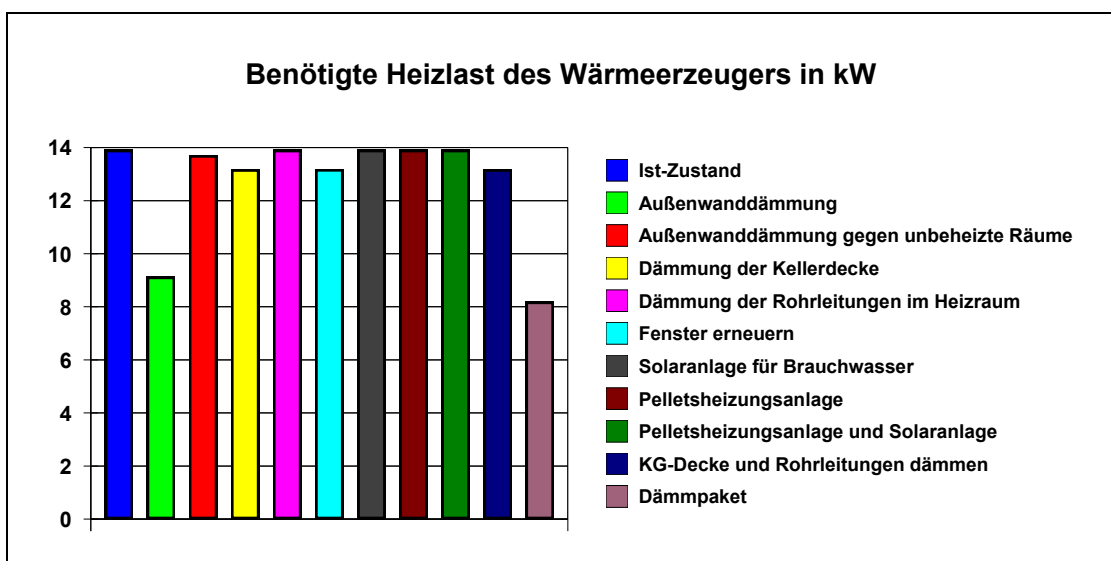
Die folgende Grafik veranschaulicht die möglichen Energieeinsparungen. Es sind die einzelnen zuvor beschriebenen Varianten auf ihren Energiebedarf untersucht worden.

Grafik 6: Energiebedarf des Gebäudes



Die Heizlast verändert sich entsprechend der nachfolgenden Grafik. Die Heizlast kann zur näherungsweise Dimensionierung des Wärmeerzeugers nach der Sanierung genutzt werden.

Grafik 7: Heizlast



4.1. Wirtschaftlichkeit selber ermitteln

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wurde mittels des EDV-Programms zur Erstellung einer Gebäudediagnose dynamisch ermittelt. Das heißt, dass Kapitalkosten durch Verzinsung berücksichtigt sind.

Ein Vergleich der Amortisationszeit mit der Lebensdauer gibt Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme. Die lange Lebensdauer bei der Dämmung von Gebäudebauteilen entspricht im Prinzip der Lebensdauer des Gebäudes. Bei bauphysikalisch richtiger Ausführung trägt die Dämmung u.U. sogar zu einer Erhöhung der Gebäudelebensdauer bei. Dies sollte unabhängig von der Wirtschaftlichkeit in eine Entscheidung mit einbezogen werden.

Die Kosten können nur als eine grobe Schätzung angesehen werden und sind im allgemeinen eher pessimistisch, d.h. die Maßnahmen sind u.U. kostengünstiger als angenommen. Wenn Maßnahmen ganz oder teilweise in Eigenleistung durchgeführt werden können, so wirkt sich dies positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Die dynamische Betrachtung berücksichtigt Energiepreissteigerungen und die Verzinsung des eingesetzten Kapitals. In der Regel ist es jedoch so, dass die Verzinsung für einen privaten Anleger, zumindest langfristig betrachtet, so ist, dass sie praktisch durch die Inflation wieder zu Null wird. Aus diesem Grund ist es durchaus sinnvoll, die Wirtschaftlichkeit lediglich statisch zu betrachten, da dies den tatsächlichen Verhältnissen eines privaten Anlegers wesentlich näher kommt.

In den durchgerechneten Varianten sind Fördergelder, verbilligte Darlehen oder Zuschüsse nicht berücksichtigt. Bei der Inanspruchnahme von Förderleistungen oder Zuschüssen würde sich die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Maßnahme noch verbessern.

Da die Förderungen und Zuschüsse laufenden Veränderungen unterliegen (insbesondere die Zinsen für verbilligte Darlehen), erachtet es der Energieberater nicht für sinnvoll, diese bei den jeweiligen Varianten zu berücksichtigen.

Wenn Sie die Wirtschaftlichkeit überschlägig selber ermitteln möchten, können Sie dies mittels einer sogenannten statischen Berechnung durchführen. Wenn die Kapitalkosten in der gleichen Größenordnung wie die Energiepreissteigerung liegen, ist der Fehler gegenüber der dynamischen Berechnung gleich Null. Angenommen, Sie wollen eine Maßnahme erst später durchführen und haben ein konkretes Angebot:

Investitionskosten	1000,-	EUR
Energieeinsparung	2500	kWh/a
Energiepreis	0,10	EUR/kWh

Hieraus ergibt sich eine

Heizkostensparnis = Energieeinsparung • Energiepreis

Heizkostensparnis = 2500 kWh/a • 0,10 EUR/kWh = 250 EUR/a

statische Amortisationszeit = Investitionskosten/Heizkostensparnis

statische Amortisationszeit = 1000,- EUR / 250 EUR/a = 4 Jahre

bei einer Heizungsanlage mit dem gleichen Brennstoff.

Für die Umrechnung der Energiemengen der verschiedenen Brennstoffarten benutzen Sie bitte folgende Umrechnungsfaktoren:

1	Liter	Heizöl	10,0	kWh
1	m ³	Erdgas	10,4	kWh
1	kg	Flüssiggas	12,8	kWh
1	kg	Koks	8,7	kWh
1	kg	Braunkohlebrikett	7,0	kWh
1	kg	Holz	4,2	kWh

4.2 Maßnahmenbeschreibung

Bei den Kosten der einzelnen Maßnahmen wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen von Fachbetrieben durchgeführt werden. Bei einigen Maßnahmen bietet sich eine Durchführung in Eigenleistung jedoch an.

Bei der Durchführung der Dämmmaßnahmen bzw. bei der Erweiterung der beheizten Fläche um mehr als 10 m² oder bei der Schaffung eines zusätzlichen Raumes ist zu beachten, dass diese mindestens gemäß der Energieeinsparverordnung von 2007 (EnEV) auszuführen sind.

Variante 1: Ist-Analyse (siehe Punkt 2 – 3)

Variante 2: Außenwanddämmung

Maßnahmen dieser Variante:

Wand gegen Außenluft mit 140 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,207 W/m²K.

Berücksichtigt ist die Dämmung der kompletten Fassade mit Aufbringung des Putzes und inklusive aller Nebenarbeiten (z. B. Gerüst). Da bei einer Fassadendämmung auch die Giebeldreiecke des nicht ausgebauten Speichers zu berücksichtigen sind, wird ein etwas höherer Quadratmeterpreis angesetzt. Die Giebeldreiecke werden somit bei den Investitionskosten berücksichtigt.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	20.907,6	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	20.907,6	€

Energie

Energiebedarf:	38.323,65	kWh/a
Energieeinsparung:	14.356,69	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	27,25	%
Energiekosten:	1.944,42	€/a
Energiekosteneinsparung:	720,71	kWh/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	29,01	a
Dyn. Amortisation	22,02	a

Diese Maßnahme wird bedingt empfohlen. Wenn eine Sanierungsmaßnahme der Fassade ansteht, dann ist eine Außenwanddämmung auf alle Fälle wirtschaftlich. Die Amortisation (dynamisch) liegt bei rund 22 Jahren, ohne Berücksichtigung von Sowiesokosten (das sind Kosten, welche bei einer Fassadenrenovierung ohnehin anfallen)

Variante 3: Außenwanddämmung gegen unbeheizte Räume

Maßnahmen dieser Variante:

Wand gegen unbeheizte Räume mit 100 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,292 W/m²K. Hierbei handelt es sich um die Dämmung der Außenwand, an welche das Garagegebäude angebaut ist.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	1.660,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	1.660,0	€

Energie

Energiebedarf:	52.118,40	kWh/a
Energieeinsparung:	561,94	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	1,07	%
Energiekosten:	2.637,36	€/a
Energiekosteneinsparung:	27,77	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	59,77	a
Dyn. Amortisation	36,12	a

Die Dämmung der Außenwand zur unbeheizten Garage hin, ist als Einzelmaßnahme unwirtschaftlich und deshalb nicht zu empfehlen. Es wird hier aber darauf hingewiesen, dass bei einer Fassadendämmung auch diese Dämmung der Außenwand gegen die Garage durchgeführt werden muss, da ansonsten Wärmebrücken entstehen, durch welche Feuchteschäden verursacht werden können.

Variante 4: Dämmung der Kellerdecke

Maßnahmen dieser Variante:

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,308 W/m²K. Es handelt sich hierbei um die Dämmung der Kellerdecke mit Styroporplatten, welche unterseitig auf die Kellerdecke aufzubringen (zu verkleben) sind.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	2.440,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	2.440,0	€

Energie

Energiebedarf:	50.605,06	kWh/a
Energieeinsparung:	2.075,28	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	3,94	%
Energiekosten:	2.562,02	€/a
Energiekosteneinsparung:	103,11	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	30,00	a
Stat. Amortisation:	23,67	a
Dyn. Amortisation:	18,86	a

Die Dämmung der Kellerdecke mit 60 mm starken Styroporplatten kann als wirtschaftlich angesehen werden, wenngleich die Amortisationszeit mit knapp 19 Jahren (dynamisch) relativ lange ist. Der Aufwand für diese Maßnahme kann allerdings mit gering bezeichnet werden, weshalb die Dämmung der Kellerdecke in's Auge gefasst werden sollte.

Variante 5: Dämmung der Rohrleitungen im Heizraum

Maßnahmen dieser Variante:

Rohrleitungen dämmen; hierbei handelt es sich um die Dämmung der im KG verlaufenden Verteilungsleitungen der Wärmeversorgung.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	1.500,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	1.500,0	€

Energie

Energiebedarf:	43.672,67	kWh/a
Energieeinsparung:	9.007,67	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	17,1	%
Energiekosten:	2.217,38	€/a
Energiekosteneinsparung:	447,75	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	30,00	a
Stat. Amortisation:	3,35	a
Dyn. Amortisation:	3,37	a

Die Dämmung der Rohrleitungen im Heizraum wird vom Energieberater unbedingt empfohlen. Diese Maßnahme ist sehr wirtschaftlich. Der Kostenaufwand ist relativ gering und die Amortisation beträgt weniger als vier Jahre.

Variante 6: Fenster erneuern

Maßnahmen dieser Variante:
Fenster-Austausch, neuer U-Wert: 1,400 W/m²K. Hierbei wird die Wirtschaftlichkeit einer Erneuerung der Fenster mit wesentlich besserem U-Wert untersucht.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	7.441,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	7.441,0	€

Energie

Energiebedarf:	51.230,46	kWh/a
Energieeinsparung:	1.449,88	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	2,75	%
Energiekosten:	2.593,14	€/a
Energiekosteneinsparung:		

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	25,00	a
Stat. Amortisation:	103,36	a
Dyn. Amortisation:	49,62	a

Die Erneuerung der Fenster wird vom Energieberater nicht empfohlen. Da bereits etwas ältere Isolierglasfenster mit wesentlich besserem U-Wert als bei Verbundfenstern oder Einfachfenstern eingebaut sind, wäre bei einer Fenstererneuerung die Amortisationszeit sehr lange. Die eingebauten Fenster befinden sich noch in ordentlichem Zustand, weshalb eine Erneuerung in nächster Zeit nicht sowieso anstehen wird. Diese Maßnahme ist deshalb als unwirtschaftlich anzusehen.

Variante 7: Solaranlage für Brauchwasser

Maßnahmen dieser Variante:
Solaranlageeinbau , 7 m². Es wird untersucht, welche Energieeinsparung der Einbau einer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung bringt. Außerdem wird wieder die Wirtschaftlichkeit geprüft.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	6.500,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	6.500,0	€

Energie

Energiebedarf:	51.576,24	kWh/a
Energieeinsparung:	1.104,10	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	2,10	%
Energiekosten:	2.628,49	€/a
Energiekosteneinsparung:	36,63	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,00	a
Stat. Amortisation:	177,43	a
Dyn. Amortisation:	64,85	a

Der Einbau einer Solaranlage für die Brauchwassererwärmung ist für dieses Gebäude unwirtschaftlich. Die Energieeinsparung würde lediglich etwas über 2 % betragen. Die Amortisation der Investitionskosten dauert sehr lange und liegt außerdem auch noch weit über der mittleren Lebensdauer der Solaranlage.

Variante 8: Pelletsheizungsanlage

Maßnahmen dieser Variante:

Neueinbau eines Pelletskessels.

Bei dieser Maßnahme wird untersucht, ob der Einbau einer Biomasseheizung wirtschaftlich ist und welche Energieeinsparung zu erwarten wäre.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	16.000,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	16.000,0	€

Energie

Energiebedarf:	51.220,35	kWh/a
Energieeinsparung:	1.459,99	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	2,77	%
Energiekosten:	2.085,56	€/a
Energiekosteneinsparung:	579,57	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	15,00	a
Stat. Amortisation:	27,61	a
Dyn. Amortisation:	21,22	a

Der Einbau einer Pelletsheizungsanlage ist nur zu empfehlen, wenn die jetzige Heizung irgendwann mal zu erneuern ist. Im derzeitigen Zustand ist eine neue Pelletsheizungsanlage nicht wirtschaftlich, zumal die Energieeinsparung lediglich knapp 3 % beträgt und die Amortisation länger dauert, als die mittlere Lebensdauer.

Variante 9: Pelletsheizungsanlage und Solaranlage

Maßnahmen dieser Variante:

Neueinbau eines Pelletskessels

Einbau einer Solaranlage, 7 m²

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	22.500,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	22.500,0	€

Energie

Energiebedarf:	49.407,77	kWh/a
Energieeinsparung:	3.272,57	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	6,21	%
Energiekosten:	2.016,68	€/a
Energiekosteneinsparung:	648,45	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	16,20	a
Stat. Amortisation:	34,70	a
Dyn. Amortisation:	25,09	a

Da die beiden Einzelmaßnahmen bereits nicht wirtschaftlich sind, kann auch die Komplettmaßnahme nicht empfohlen werden; zumindest solange nicht, bis die derzeitige Heizung sowieso zu erneuern ist.

Variante 10: KG-Decke und Rohrleitungen dämmen

Maßnahmen dieser Variante:

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,308 W/m²K;

Rohrleitungen dämmen.

Es handelt sich bei dieser Maßnahme um die Kombination der Varianten 4 und 5.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	3.940,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	3.940,0	€

Energie

Energiebedarf:	41.408,70	kWh/a
Energieeinsparung:	11.271,64	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	21,40	%
Energiekosten:	2.104,79	€/a
Energiekosteneinsparung:	560,34	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	30,00	a
Stat. Amortisation:	7,03	a
Dyn. Amortisation:	6,73	a

Diese Maßnahme kann uneingeschränkt empfohlen werden und sollte auch als Mindestenergiesparmaßnahme betrachtet werden, weil die noch relativ geringen Kosten einer schnellen Amortisationszeit gegenüber stehen. Die Energieeinsparung dieser Maßnahme beläuft sich auf ungefähr 21%. Die Amortisationszeit beträgt lediglich rund 7 Jahre.

Variante 11: Dämmpaket

Maßnahmen dieser Variante:

Wand gegen unbeheizte Räume mit 100 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,292 W/m²K;

Wand gegen Außenluft mit 140 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,207 W/m²K;

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,308 W/m²K;

Rohrleitungen dämmen.

Hier handelt es sich um die Kombination der Varianten 2 bis 5.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	26.507,6	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	26.507,6	€

Energie

Energiebedarf:	27.521,76	kWh/a
Energieeinsparung:	25.158,58	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	47,76	%
Energiekosten:	1.407,10	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.258,03	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	38,1	a
Stat. Amortisation:	21,07	a
Dyn. Amortisation:	17,23	a

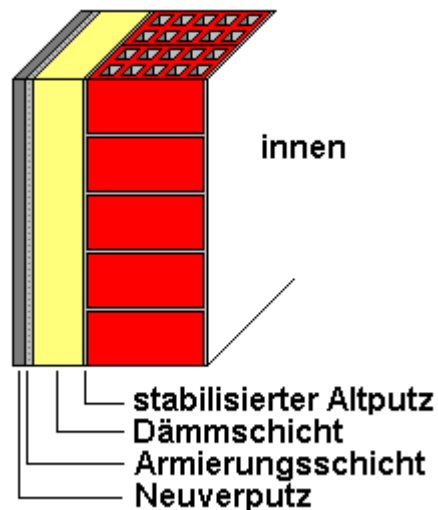
Der Energieberater empfiehlt diese Maßnahme, weil sie den größten Einsparungseffekt mit sich bringt. Die Wirtschaftlichkeit ist aufgrund einer dynamischen Amortisationszeit von rund 17 Jahren gut vertretbar, zumal die mittlere Lebensdauer bei über 38 Jahren liegt.

Außenwanddämmung

Die Maßnahme betrifft die Außenwand des Gebäudes. Diese Wand besteht aus einem einschaligen Vollziegelmauerwerk, das beidseitig verputzt ist.

Die Wand soll mit einem Wärmedämmverbundsystem (Thermohaut) versehen werden. Die Thermohaut wird außen auf die verputzte Fassade geklebt und gedübelt. Als Dämmstoff wird Polystyrol verwendet. Nach außen ist das System zuerst mit einem Armierungsputz und dann mit einem Sichtputz versehen, so dass die äußere Erscheinung des Hauses anschließend einem üblichen verputzten Haus ähnelt.

Es wird erforderlich sein, die Fensterbänke zu erneuern. Weiterhin ist zu kontrollieren, ob der vorhandene Dachüberstand für das Anbringen der Thermohaut ausreichend ist. Zur Vermeidung von Feuchte- und Schimmelbildung ist es wichtig, die Thermohaut in die Fensterlaibungen hereinziehen



Die vorstehende Grafik zeigt einen Querschnitt durch eine mit einer Thermohaut verkleidete Außenwand.

Die Durchführung dieser Sanierungsmaßnahme hat folgende positive Aspekte:

- gute Dämmung und damit dauerhaft niedrige Energiekosten
- höhere Oberflächentemperaturen an der Innenseite der Wände und damit behagliche Wohnatmosphäre
- kaum Änderung der äußeren Erscheinungsweise des Hauses trotz guter Dämmung

Dämmung der Kellerdecke

Die Maßnahme betrifft die Kellerdecke. Die Decke besteht aus Stahlbetonbalken mit dazwischen eingehängten Hohlkörpersteinen. Auf der Decke wurde eine 20 mm starke Dämmung verlegt und darüber ein ca. 40 mm starker Zementestrich und Teppichboden.

Die Dämmstoffplatten werden an die Unterseite der Kellerdecke fugenfrei geklebt oder gedübelt. Als Dämmstoff werden Polystyrol-Hartschaumplatten verwendet.

Worauf Sie achten sollten:

- Achten Sie auf die fugenfreie Verlegung der Dämmstoffplatten.
- Bei zweilagiger Verlegung können auch Flächen, unter denen Leitungen verlegt sind, leichter nachträglich gedämmt werden.
- Die Maßnahme verändert die Höhe der Kellerräume. Zugänge müssen angepasst werden

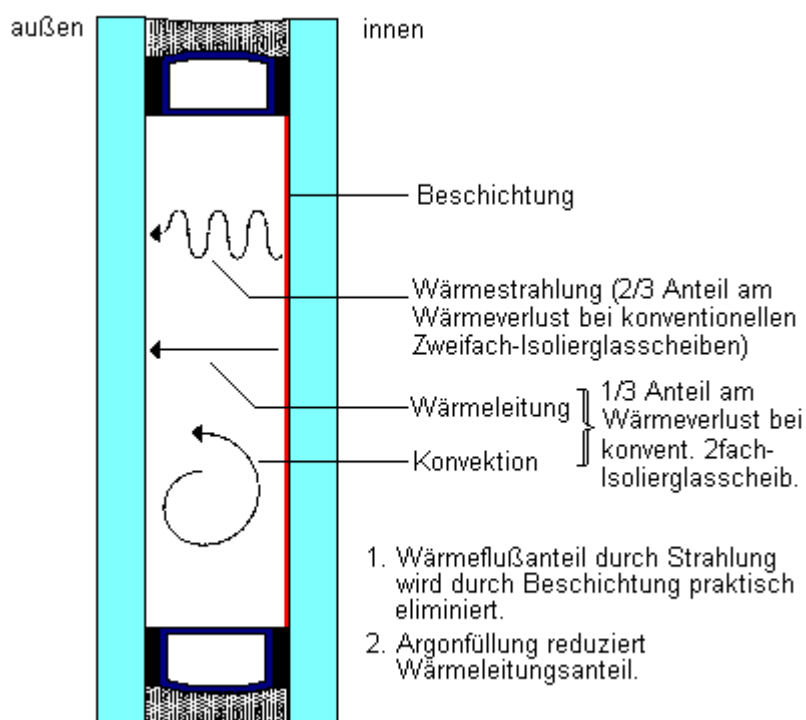
Die Durchführung der Maßnahme hat folgende positive Aspekte:

- sehr preiswerter nachträglicher Wärmeschutz
- Maßnahme zur Eigendurchführung geeignet

Wärmeschutzverglasung

Bei der Fenstererneuerung sollen gut wärmedämmende, dichtschießende Fenster mit Wärmeschutzverglasung eingebaut werden. Die Energieeinsparverordnung schreibt einen U-Wert von max. $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ für das gesamte Fenster vor. Die Glasindustrie bietet entsprechende Verglasungen für Renovierungen an; U-Werte bis hinunter zu $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ sind mit geringen Mehrkosten erhältlich und hinsichtlich der langen Lebensdauer zu empfehlen. Bei Wärmeschutzverglasungen ist die innere Scheibe mit einer wärmereflektierenden Schicht bedampft. Der Scheibenzwischenraum ist mit einem wärmedämmenden Edelgas gefüllt.

Die nachstehende Grafik zeigt das Prinzip der Wärmeschutzverglasung:



Worauf Sie achten müssen:

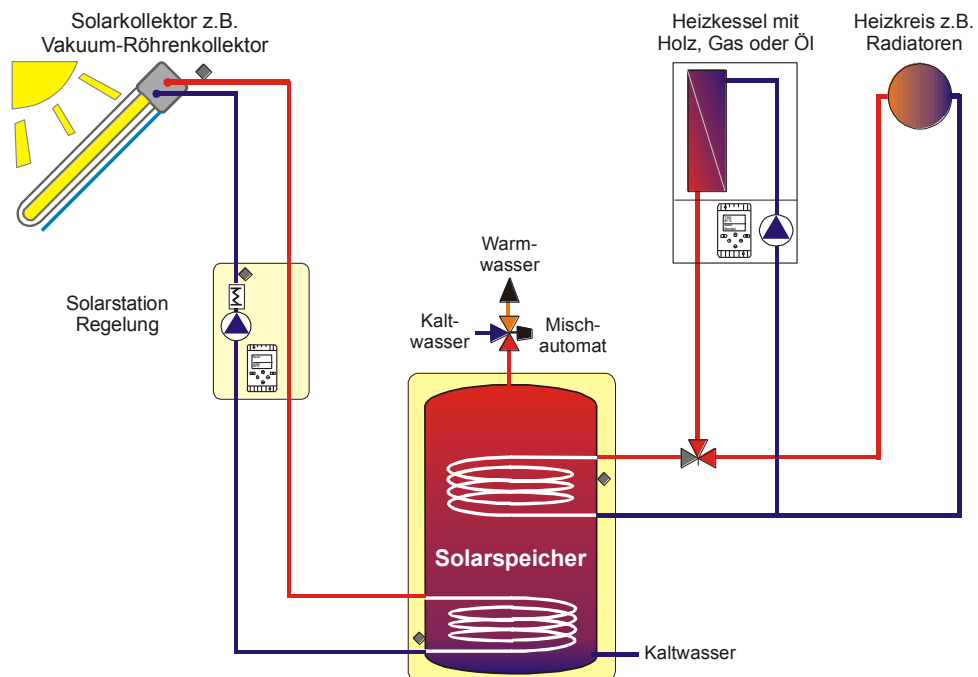
- Beim Einbau gut dichtender und gut wärmedämmender Fenster in eine schlecht oder mäßig gedämmte Außenwand kann es zu Feuchte und Schimmelbildung, besonders in kaum beheizten Räumen, wie Schlafzimmern, kommen. Sie sollen daher auf ein entsprechendes Lüftungsverhalten achten.
- Bei schlecht oder mäßig gedämmtem Mauerwerk ist die Fenstererneuerung im Zusammenhang mit einer Außenwanddämmung optimal. Die Fenster **vor** der Anbringung der Außendämmung erneuern und so einsetzen, dass sie bündig mit der Außenwand sitzen. Anschließend die Außendämmung über den Fensterrahmen ziehen.
- Beim Austausch eines Fensters die Wärmedämmung und Luftdichtigkeit des Rollladenkastens, soweit vorhanden, verbessern oder außenliegende Rollläden verwenden.

Thermische Solaranlage

Eine thermische Solaranlage erzeugt aus der Sonneneinstrahlung warmes Wasser zum Duschen, Baden etc.. Bei einer typischen Anlage für einen Drei- bis Vier-Personenhaushalt wird auf dem Dach ein etwa vier bis sechs Quadratmeter großer Solarkollektor installiert. Er muß nicht exakt nach Süden orientiert sein, eine Abweichung nach Südost oder Südwest ist ohne größere Einbußen möglich. Die Neigung des Kollektors sollte zwischen 30 und 50 Grad liegen. Die Wärme wird in einem Speicher mit etwa 300 bis 400 Litern gespeichert.

Eine thermische Solaranlage deckt nicht den gesamten Warmwasserbedarf. Übers Jahr gesehen muß etwa die Hälfte bis ein Drittel weiterhin durch eine konventionelle Heizung erwärmt werden - insbesondere im Winter, während die Warmwasserbereitung im Sommer überwiegend durch die Solaranlage erfolgt. Die Effizienz der Solaranlage steigt mit dem Warmwasserverbrauch. Werden Spülmaschine und Waschmaschine an die Warmwasserleitung angeschlossen wird Strom eingespart und die Auslastung der Solaranlage verbessert.

Mit größeren Kollektorflächen von z. B. zehn bis zwanzig Quadratmetern kann Solarenergie auch zur Beheizung des Gebäudes genutzt werden. Je nach Anlage und Gebäude kann bis zu einem Viertel der Heizenergie durch Sonnenenergie gedeckt werden.



Eine thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung hat folgende positive Aspekte:

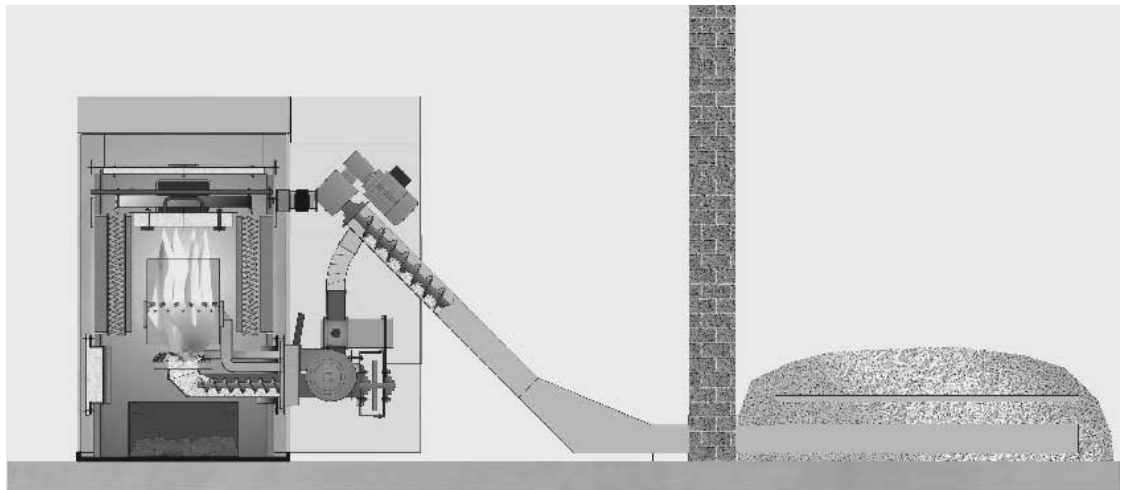
- Verringerung der Energiekosten
- Verringerung der Umweltbelastung
- Nach außen sichtbares Symbol für moderne Technik und Umweltentlastung
- Unterstützung und Aufbau einer nachhaltigen Wirtschaftsweise

Pelletsessel

Alternativ zu dem vorhandenen Brennstoff ist es möglich das Gebäude mit Holz, einem 100% regenerativen Energieträger, zu beheizen. Zwar wird auch bei der Verbrennung von Holz CO₂ freigesetzt, jedoch nur soviel wie der Baum der Atmosphäre entzogen hat und wie beim Verrotten des Holzes im Wald ohnehin wieder freigesetzt werden würde.

Holz ist ein nachwachsender und damit regenerativer Energieträger. Konventionelle Holzöfen waren bislang nicht in der Lage Holz sauber zu verbrennen, da dafür eine Reihe von Randbedingungen erfüllt sein müssen (z.B. der Feuchtigkeitsgehalt der Pellets, Sauerstoffzufuhr) wie sie erst bei einem modernen Pelletsheizung gegeben sind.

Mit der Holzpelletsheizung ist es gelungen, eine kontinuierliche Holzfeuerung zu entwickeln, die sich vom Bedienungskomfort mit einer Ölheizung vergleichen lässt. Statt eines Tankraums für Öl kann dieser Raum als Lagerraum für Pellets genutzt werden. Die Pellets können dann als Sackware oder im Silowagen angeliefert und eingeblasen werden. Im unteren Bereich des Lagerraums befindet sich eine Schnecke welche die Pellets kontinuierlich zum Holzpelletsessel transportiert.



Holzpelletsessel mit Raumentnahme

Sinnvoll ist hierbei eine Unterschubfeuerung, d.h. die Pellets werden von unten nachgeschoben und verbrennen an der Oberfläche mit Unterstützung eines Verbrennungsluftgebläses. Hierdurch ist eine kontinuierliche und gleichmäßige Verbrennung gewährleistet. Sogar eine Modulation, d.h. eine Anpassung der Feuerungsleistung an den Wärmebedarf ist in weiten Bereichen möglich.

Die entstehende Asche fällt dann über den Brennerkranz nach unten und wird gesammelt. Der Ascheanteil liegt bei guten Pellets unter 1% und kann als Dünger verwendet werden. Wird die Asche verdichtet oder ist der Aschekasten groß genug, so ist es ausreichend, den Aschekasten 1 bis 2x im Jahr zu leeren. Dies ist im Rahmen der normalen Heizungswartung möglich. Die Pelletspreise liegen momentan deutlich unter dem von Heizöl und Erdgas. Im Rahmen der Förderung durch die Bafa ist ein Förderzuschuss möglich.

Worauf Sie achten müssen:

- Ein regelmäßige Entfernung der Asche ist notwendig
- Es wird ein Lagerraum für die Pellets benötigt

Durch die Maßnahme ergeben sich folgende Vorteile:

- Die Emissionen an Luftschadstoffen verringern sich erheblich, weil bei die Verbrennung von Holz CO₂-neutral ist.
- Niedrige Betriebskosten

4.3. Sonstige Maßnahmen

- Anbringung von Fensterdichtungen
Gerade bei älteren Fenstern ergeben sich häufig Undichtigkeiten zwischen Fenster und Fensterrahmen weil die Dichtungen entweder nicht ausreichend sind oder oft auch komplett fehlen. Einfache Dichtungsbänder aus dem Baumarkt können einfach und schnell in Eigenleistung angebracht werden und reduzieren Lüftungswärmeverluste.
- Abdichtung der Fenster
Der Fensterrahmen "arbeitet" im Mauerwerk. Hierdurch entstehen kleine Fugen zwischen Mauerwerk und Rahmen. Außerdem werden die Rahmen häufig nicht fachgerecht eingesetzt und abgedichtet. Umso wichtiger ist es, die Rahmen gegen das Mauerwerk dauerelastisch abzuspritzen und so dauerhaft zu dichten.
- Dämmung der Rollladenkästen
Rollladenkästen stellen Wärmebrücken dar und sollten daher gedämmt werden. Die Dämmung ist dabei auf der Innenseite der zum Raum hin gewandten Flächen anzubringen. Ritzen und Spalten sollten dauerelastisch abgedichtet werden, um eine unkontrollierte Lüftung zu verhindern.
- Dämmung der Heizkörpernischen
Dort, wo die Wand am wärmsten wird - hinter den Heizkörpern - ist die Wand meist durch Heizkörpernischen geschwächt. Die hierdurch zusätzlich erhöhten Wärmeverluste können durch eine Dämmung der Nischen reduziert werden. Wenn Heizkörper abgenommen werden müssen, sollten die Nischen auf jeden Fall gedämmt werden, falls keine Dämmung der Außenwand vorgenommen wird.
- Drehzahlgeregelte Umwälzpumpe
Spätestens wenn vorhandene Heizungsumwälzpumpen für thermostatisch geregelte Heizkreise kaputt sind und ausgetauscht werden müssen, ist es ratsam, elektronisch geregelte Umwälzpumpen einzusetzen. Diese Pumpen „erkennen“, wann beispielweise ein Heizkörper gedrosselt wird und senken die Pumpendrehzahl. So wird weniger Pumpenstrom benötigt und Strömungsgeräusche an Ventilen werden reduziert.

- Abgleich des Rohrnetzes (hydraulischer Abgleich)
Da das Heizungswasser bestrebt ist, den Weg des geringsten Widerstandes zu gehen sollte ein Heizungsnetz abgeglichen werden. Durch einen h.A. erreicht man die optimale Abstimmung des Wasserdurchflusses durch die Heizkörper und Rohre entsprechend den Erfordernissen. In jedem Heizkreis bzw. in jedem Heizkörper sollte annähernd der gleiche Druck und damit die gleiche Durchflussmenge zur Verfügung stehen. Ein fehlender hydraulischer Abgleich führt zu ungleichmäßiger Durchströmung einzelner Heizkreise, zu Strömungsgeräuschen und einem hohen Pumpenstrom.
- Dämmung der wärmeführenden Rohrleitungen
Die zu verlegenden Rohrleitungen sollten mindestens entsprechend der Energieeinsparverordnung gedämmt werden:

Tabelle 10: Mindestdämmstärken für Wärmeverteilungen

Nennweite (NW) der Rohrleitungen / Armaturen in mm	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W / mK Volle Anforderung	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W / mK Eingeschränkte Anforderung
bis NW 22	20 mm	10 mm
ab NW 22 bis NW 35	30 mm	15 mm
ab NW 35 bis NW 100	gleich NW	gleich 1/2 NW
über NW 100	100 mm	50 mm

Die eingeschränkten Anforderungen gelten für Leitungen und Armaturen in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Rohrleitungen, an Rohrleitungsverbindungsstellen, bei zentralen Rohrverteilern, Heizkörperanschlussleitungen von nicht mehr als 8 m Länge.

5. SCHADSTOFFBILANZ

Die Gefahr einer Klimakatastrophe verstärkt zur Zeit die öffentliche Diskussion um einen umweltverträglichen Energieeinsatz. Hauptverantwortlich für die drohende Klimaveränderung ist das Kohlendioxid. Aber auch andere Gase, wie z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe, tragen das Ihrige dazu bei.

Neben der Gefahr der Klimaveränderung tragen die Emissionen, die durch die Verbrennung fossiler Energiequellen (Kohle, Öl, Gas etc.) verursacht werden, aber auch zu einer Vielzahl von weiteren Umweltbelastungen bei. Das Waldsterben, Atemwegserkrankungen, Schäden an Kulturdenkmälern, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, gehören auch dazu.

Kohlendioxid (CO₂) ist mit etwa 50% am sogenannten Treibhauseffekt beteiligt. CO₂ vermindert die Wärmeabstrahlung der Erde in den Weltraum. Dieser Effekt ist in einem bestimmten Umfang erwünscht, wäre ohne ihn doch ein Leben auf der Erde unmöglich. Wird das Gleichgewicht, das sich in Jahrtausenden eingestellt hat, durch eine Erhöhung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre gestört, kommt es zu einer Aufheizung der Erdatmosphäre mit unberechenbaren Folgen für alle Lebensbereiche.

Die Menge des bei der Verbrennung entstehenden Kohlendioxids hängt von der Kohlenstoffmenge des Brennstoffes pro Energieinhalt ab. Ein Vergleich heute üblicher Energieträger ist der Tabelle 13 zu entnehmen. Bei dem Faktor für elektrischen Strom ist der durchschnittliche Kraftwerksmix der BRD zugrundegelegt. Die Umweltbelastung durch Kohlendioxid kann durch Energieeinsparung, die Verwendung kohlenstoffärmerer Energieträger und die Verwendung regenerativer Energieträger wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, etc. reduziert werden.

Schwefeldioxid (SO₂) entsteht bei der Verbrennung von Schwefel oder Schwefelverbindungen, die vielfach als Verunreinigungen im Brennstoff enthalten sind. SO₂ bildet in der Atmosphäre Schwefelsäure und wird als Hauptverursacher des sauren Regens (⇒Waldsterben) angesehen. Die mit Abstand höchsten SO₂-Emissionen werden durch die Kohlefeuerung, insbesondere Braunkohle, verursacht. Leichtes Heizöl emittiert erheblich weniger SO₂ gegenüber Kohle. Diese Emissionen lassen sich durch den Kauf von schwefelarmem Heizöl weiter reduzieren. Die SO₂-Emissionen bei Erdgas sind praktisch zu vernachlässigen.

Staub entsteht bei der Verbrennung dadurch, dass feste unverbrannte Bestandteile des Brennstoffes oder der Verbrennungsluft, die nicht in die Asche mit eingebunden werden, den Schornstein als Staub verlassen. Je nach Größe der Partikel wird zwischen Grob- und Feinstaub unterschieden. Staubemissionen treten hauptsächlich bei der Kohlefeuerung und im geringen Maß bei der Ölfeuerung auf. Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen keine nennenswerten Staubemissionen.

Stickoxide (NO_x) entstehen bei hohen Temperaturen und sind im wesentlichen von der Feuerungstechnik und weniger vom eingesetzten Brennstoff abhängig. NO_x ist wesentlich für das Waldsterben und andere Umweltauswirkungen sowie für Gesundheitsschäden bei Mensch und Tier, z.B. durch die Bildung von Ozon in Zusammenhang mit Sonneneinstrahlung, verantwortlich.

Kohlenmonoxid (CO) entsteht bei unvollständiger Verbrennung, vorwiegend bei schlecht arbeitenden Feuerungsanlagen (z.B. infolge mangelnder oder unzureichender Wartung) oder bei unzureichend belüfteten Heizräumen.

Durch Verbesserung der Feuerungstechnik an Heizkesseln konnte in den letzten Jahren der Ausstoß von Kohlendioxid und Stickoxid erheblich reduziert werden. Achten Sie bitte deshalb bei Kauf eines neuen Kessels und Brenners darauf, dass diese mit dem Blauen Umweltengel ausgezeichnet sind. Solche Fabrikate zeichnen sich durch besonders niedrige Umweltbelastungen aus.

Außerdem sollten Kessel und Pumpen nicht überdimensioniert sein, da dies häufig zu einem Takten der Anlage führen kann. Dies bewirkt, neben einem höheren Verschleiß, dass während der Startphasen die Verbrennung unvollständig und alles andere als schadstoffarm verläuft.

Für die Berechnung der Schadstoffemissionen wurden folgende spezifischen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

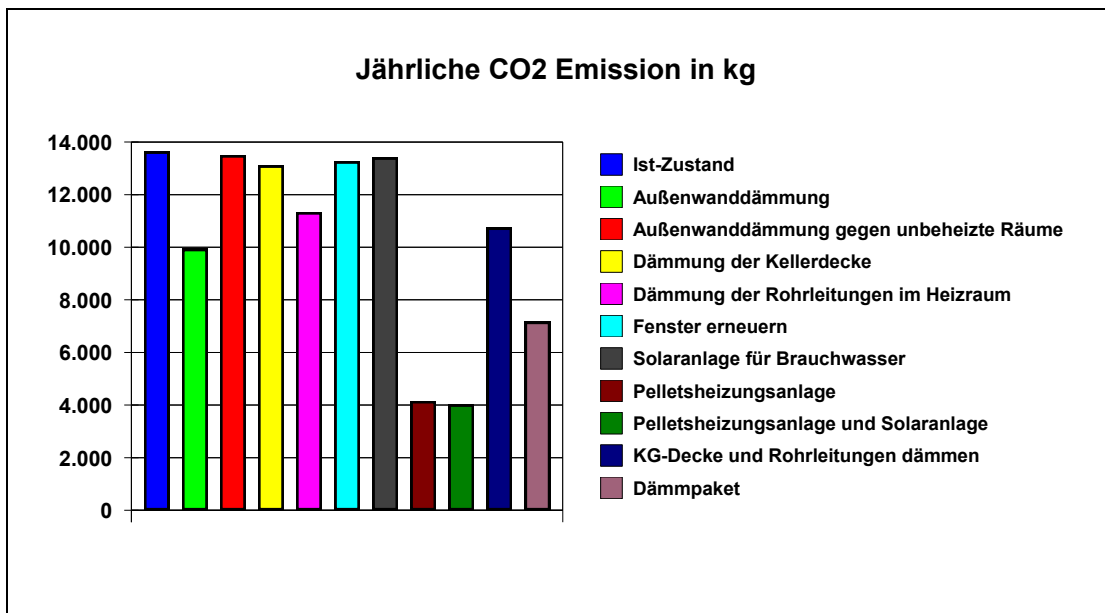
Tabelle 11: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger¹

Energieträger	Emissionsfaktoren kg/kWh					Primär- energie- faktor
	CO ₂	CO	Staub	SO ₂	NO _x	
Erdgas	0,254	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Flüssiggas	0,254	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Heizöl	0,318	0,00019	0,000007	0,000643	0,000227	1,1
Steinkohle	0,425	0,0175	0,000439	0,0024	0,00035	1,1
Braunkohle	0,4205	0,01425	0,000404	0,000921	0,000342	1,2
Tagstrom	0,683	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,7
Nachtstrom	0,683	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,7
Fern/Nahw. KWK fos.	- 0,000154	0,000356	0,000009	-0,000134	0,000357	0,7
Fern/Nahw. KWK ern.	- 0,000329	0,000936	0,00012	0,000567	0,001068	0,0
Fern/Nahw. HW fossil	0,406	0,034	0,00003	0,00047	0,00063	1,3
Fern/Nahw. HW ern.	0,1082	0,00112	0,000296	0,000606	0,000477	0,1
Holz	0,0208	0,0128	0,000152	0,00636	0,000208	0,2
Holz-Pellets	0,0701	0,0021	0,000152	0,000215	0,000208	0,2
Sonstiges	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

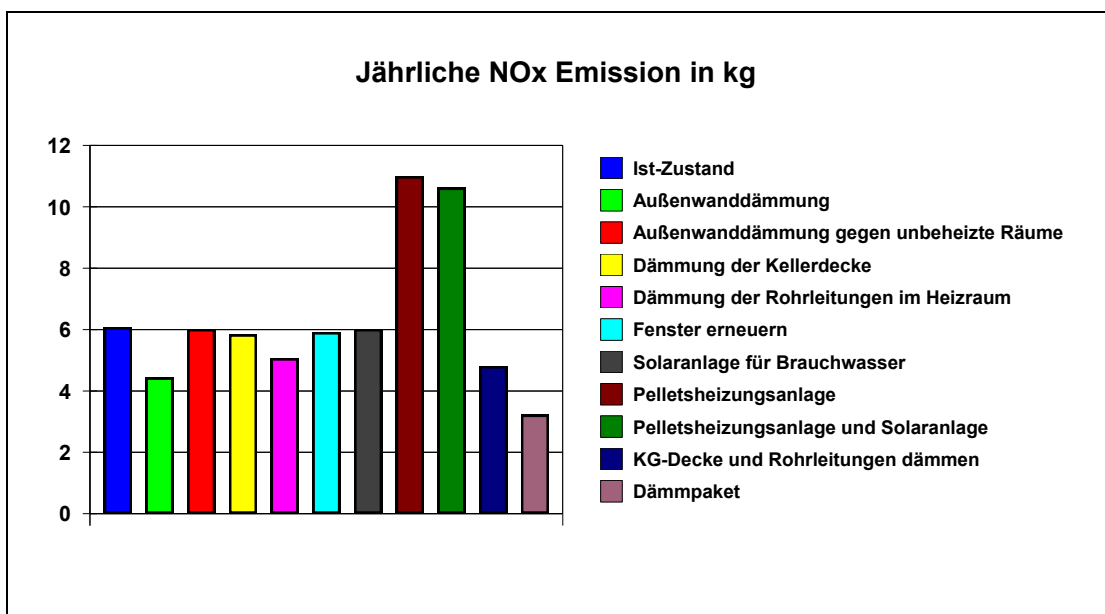
Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen auf den Schadstoffausstoß für CO₂ und NO_x sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

¹Quelle: Jahresbilanz 1990 der VDEW

Grafik 8 CO₂-Emissionen verschiedener Varianten



Grafik 9 NO_x-Emissionen verschiedener Varianten



6. WARUM ENERGIE SPAREN?

Niemand hat letztlich ein Interesse daran, Energie zu "verbrauchen". Das Interesse besteht darin, eine Energiedienstleistung in Anspruch zu nehmen. Beispiel für eine Energiedienstleistung ist zum Beispiel die warme Wohnung, ein beleuchteter Arbeitsplatz oder auch eine schnelle Fortbewegung. Vielfach ist es möglich, ein und dieselbe Energiedienstleistung mit einem unterschiedlichen Energieeinsatz zu erreichen. Zum Beispiel kann eine warme Wohnung bei entsprechender Wärmedämmung mit einem erheblich geringeren Energieeinsatz erreicht werden. Dies bedeutet, dass durch Wärmedämmung die Energieproduktivität gesteigert werden kann.

Jeglicher Energieverbrauch stellt einen Eingriff in die Natur dar. Die Folgen sind Ressourcenverknappung, Klimaveränderung, Luftverschmutzung und sonstige Emissionen wie Schall und Wärme etc. Die Enquêt Kommission des Deutschen Bundestages hat ermittelt, dass es, um die Folgen unseres Energieverbrauchs in erträglichen Grenzen zu halten, erforderlich ist, bis zum Jahre 2050 den CO₂-Ausstoß (und damit annähernd 80% des Energiebedarfs) um 80% (Basis 1987) zu reduzieren und dies bei wachsender Weltbevölkerung. Diese Zahl verdeutlicht, die Dringlichkeit von Energiesparmaßnahmen. Aus diesem Grunde sollte die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen nicht als alleiniges Kriterium betrachtet werden.

7. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARGMAßNAHMEN

Da es eine Vielzahl von Förderprogrammen gibt, erhebt die nachfolgende Übersicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Teilweise sind die Programme, je nach den jeweils zur Verfügung stehenden Mitteln, auch nur zeitweise verfügbar.

Europäische Gemeinschaft

- Thermie ⇨①
Bis zu 40% Zuschuss für Demonstrations-Vorhaben zur Energieeinsparung, erneuerbare Energien.

Bund

- Nutzung erneuerbarer Energiequellen ⇨②
Solarthermische Anlagen ab 3 m² werden mit 60,- EUR/m² für die Brauchwassererwärmung (min. jedoch 412,50 €) und mit 105,- EUR/m² für eine kombinierte Nutzung bezuschusst. Für Anlagen in Mehrfamilien-häusern oder die Erweiterung bestehender Anlagen gelten andere Bestimmungen.
Darüber hinaus gibt es Förderungen für Wasser- und Windkraftanlagen sowie für Biomasse- und Biogasanlagen
- Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden (Vor-Ort-Beratung). ⇨②

Land

- Altbaumodernisierungsprogramm und Energieeinsparprogramm Baden-Württemberg ⇨③
(Nutzung erneuerbarer Energien; Biomasse- und Biogasanlagen)
Förderung z. B. Windkraft, aktive und passive Solarenergie, Kraftwärmekopplung etc.
- Städtebauliche Erneuerung
Förderung von Modernisierung und Instandsetzung; Dazu gehören u. a. Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und zur Nutzung erneuerbarer Energieträger ⇨④

Kommune

- In einigen Kommunen werden zum Teil Solaranlagen, Brennwertkessel, Wärmedämmung, Dachbegrünung, Regenwassernutzung und ähnliche Maßnahmen gefördert. Fragen Sie Ihr Wirtschaftsförderungsamt oder Ihren Energieversorger.

Geldinstitute

- Verschiedene Geldinstitute bieten zinsgünstige Kredite für energiesparende Maßnahmen an. Die Ökobank in Frankfurt bietet beispielsweise einen Kredit an, der 2% unter dem marktüblichen Zinssatz liegt.
- Die KfW vergibt zinsgünstige Kredite (ca. 2 % - 4 % unter Kapitalmarktzins) für energiesparende Maßnahmen. Dieses Programm wird über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt. Auskunft hierüber können Sie bei Ihrer Hausbank erhalten. ⇨⑤

Bei der Vermietung von Wohnraum besteht das Problem, dass Investitionen vom Vermieter zu tragen sind, die Energie- und damit Kosteneinsparung dem Mieter zugute kommt. Deshalb darf die Miete nach der Durchführung von energiesparenden Maßnahmen unter bestimmten Voraussetzungen angepasst werden.

Vermieter im sozialen Wohnungsbau haben die Möglichkeiten, bei entsprechend energiesparender Bauweise eine erhöhte Kaltmiete anzusetzen. Mieterhöhungen für energiesparende Maßnahmen im Rahmen von Modernisierungen bedürfen unter Umständen eines Wirtschaftlichkeitsnachweises.

Adressen für Förderanträge:

- ① Kommission der EG, Generaldirektion Energie, Programm Thermie, 200 rue de la Loi, B-1049 Brüssel
- ② Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Postfach 51 71, D-65726 Eschborn, 06196/404-493, www.bafa.de
- ③ Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Informationszentrale Energie, Willi-Bleicher-Str. 19, D-70174 Stuttgart, Tel. 0800/12-3333 www.impulsprogramm-altbau.de
- ④ L-Bank, Postfach 102943, D-70025 Stuttgart, Tel.0711/122-2345, www.l-bank.de
- ⑤ Kreditanstalt für Wiederaufbau, Postfach 11 11 41, D-60046 Frankfurt am Main, 069/7431-0 www.kfw.de

8. ANHANG

Nachfolgend sind die Programmausdrücke, die Grundlage des erstellten Berichts darstellen, angefügt.

03.05.2008

Unterschrift des Verfassers