

Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

Auftraggeber: Eheleute Mustermann
Musterstraße 1
11111 Musterstadt

Projekt: Energieberatung Doppelhaushälfte

13-12-2006

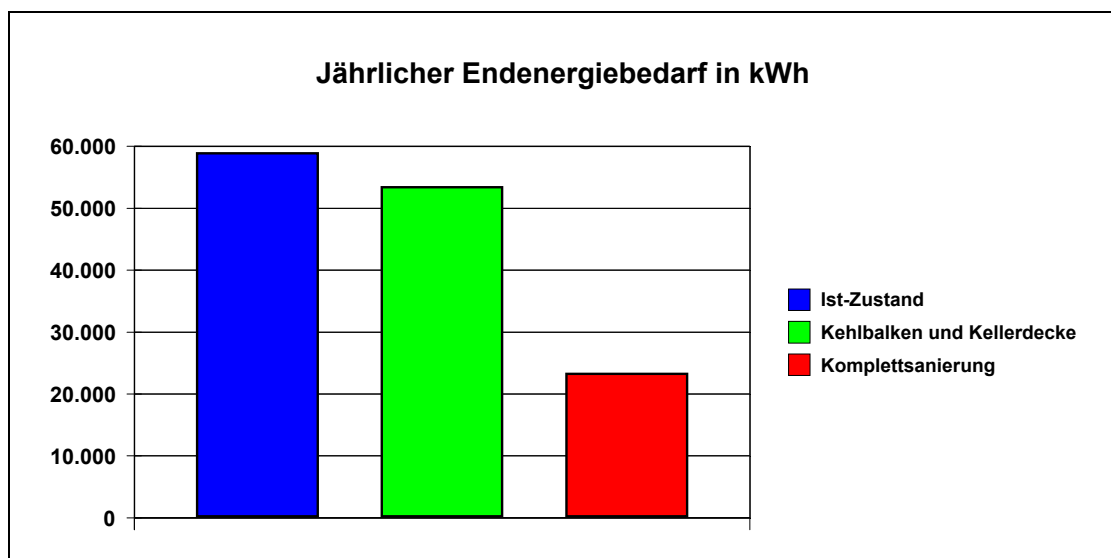
ZUSAMMENFASSUNG

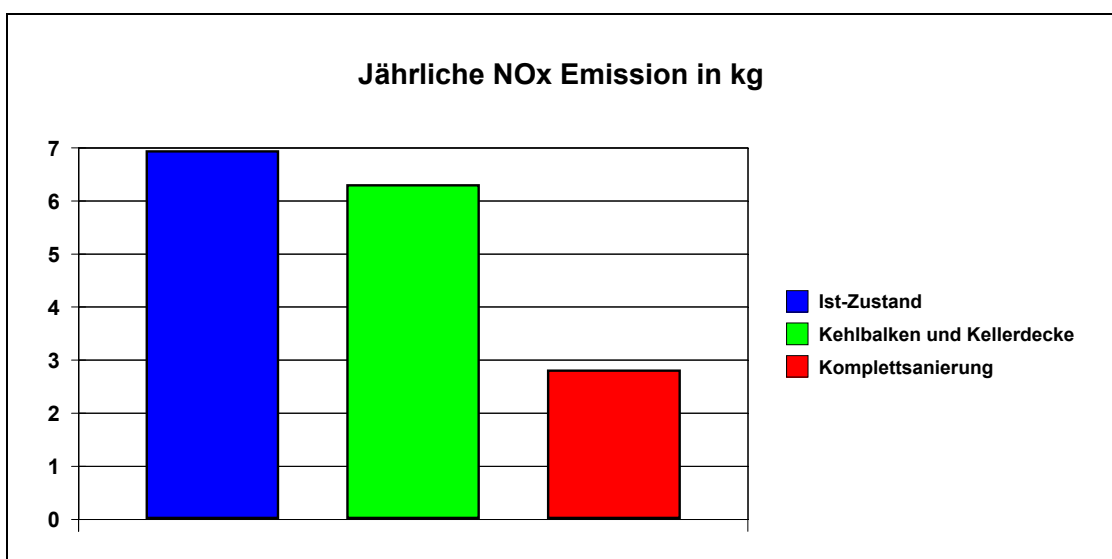
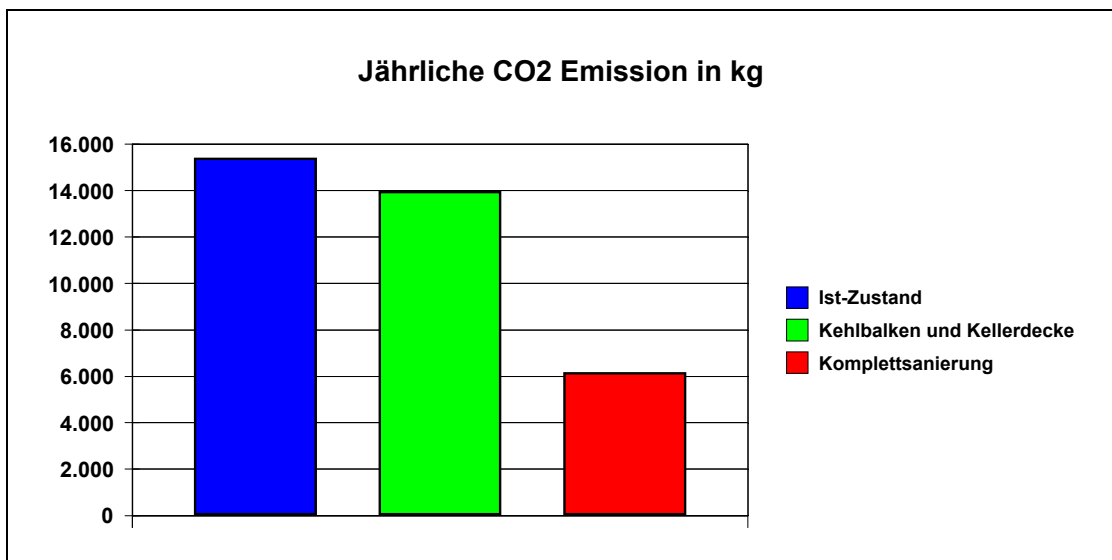
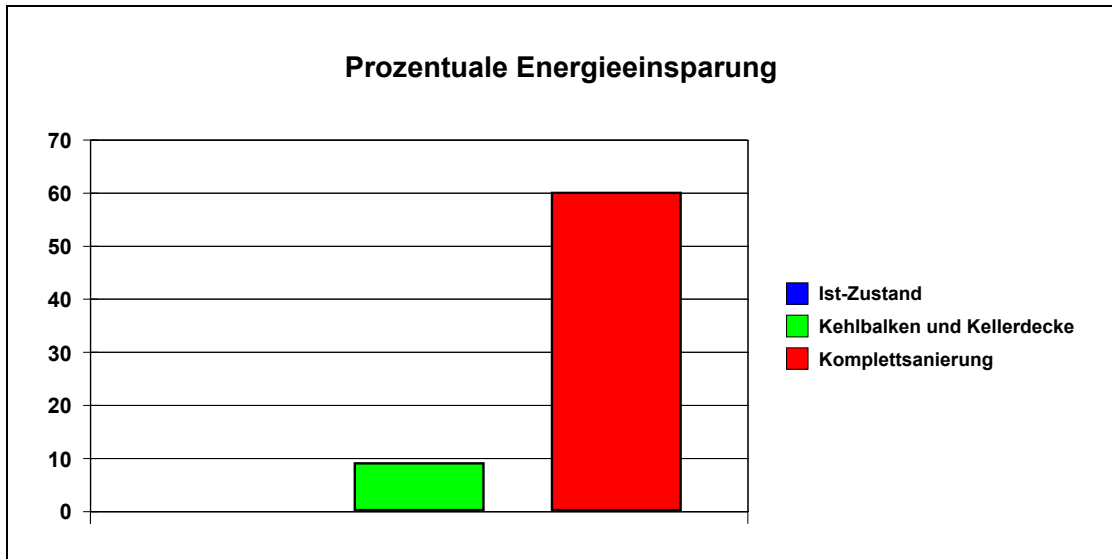
Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 256,64 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen maximal zulässigen Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 333,13 kWh/m²a.

Konkret wurden in den vorliegenden Bericht die unter Kapitel 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 erste Maßnahme „Kehlbalken und Kellerdecke“ ist vor Ort als mögliche Eigenleistung besprochen worden und kann dadurch sogar mit noch geringerem Kapitaleinsatz als dargestellt durchgeführt werden. Aufgrund der kleinen Transmissionsflächen sind allerdings nur geringe Energieeinsparungen möglich. Eine umfassende Sanierung des Gebäudes „Komplettsanierung“ als zweite Maßnahme wird sicherlich die größten Einsparungen nach sich ziehen. Diese Maßnahme sollte jedoch genau durchdacht werden, da diese nur mit großem Kapitaleinsatz und Fachfirmen durchzuführen ist. Auch Hindernisse durch die Einschränkungen aus den städtischen Auflagen in dieser Zechensiedlung müssen hier vorher abgefragt werden. Die Verträglichkeit zur Doppelhaushälfte des Nachbarn sind hierbei auch zu berücksichtigen.





INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	2
INHALTSVERZEICHNIS	4
1. ALLGEMEINE HINWEISE	5
1.1 DAS BILANZVERFAHREN DER ENEV	6
1.2 DER BERECHNUNGSWEG	7
2. IST-ANALYSE	8
2.1. OBJEKTBSCHREIBUNG.....	8
2.2. ALLGEMEINE DATEN.....	8
2.3. BAUTEILE DES GEBÄUDES	9
2.4. BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERANLAGE.....	11
2.5. KLIMADATEN.....	13
3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES	14
3.1. ENERGIEBEDARF.....	14
3.2. VERGLEICH DES TATSÄCHLICHEN ENERGIEBEDARFS MIT DEM RECHNERISCH ERMITTELTEN.....	18
4. VARIANTEN	19
4.1. WIRTSCHAFTLICHKEIT SELBER ERMITTELN.....	22
4.2. MAßNAHMENBESCHREIBUNG	24
4.3. SONSTIGE MAßNAHMEN	30
5. SCHADSTOFFBILANZ	32
6. WARUM ENERGIE SPAREN?	35
7. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMAßNAHMEN	36
8. ANHANG	38

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 bzw. deren rechnerischer Nachweis zu aufwendig in Relation zu den Investitionskosten wäre.

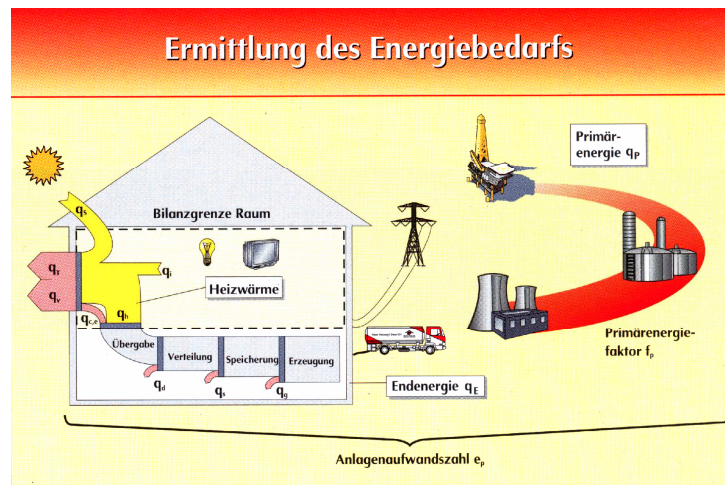
Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Erstellung einer Energiediagnose von Gebäuden. Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen im Grad der Detaillierung und der Einbeziehung des Nutzerverhaltens. In dem vorliegenden Bericht wurde das Energiekennzahlverfahren nach Hauser/Hausladen verwandt.

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 an 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.

1.2. 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

2.1. Objektbeschreibung

Das Gebäude ist Bestandteil einer großen Zechenhaussiedlung und ist als Doppelhaushälfte ausgeführt. Der Bau erfolgte um die Jahrhundertwende und entspricht dem üblichen Bauverfahren der damaligen Zeit. Eine Kappendecke über dem Kellergeschoß und Holzbalkendecken über den übrigen Geschossen mit einer einschaligen Ziegelaußenwandkonstruktion sind vorhanden. Die Fenster wurden im Jahr 2001 ersetzt und eine Heizungsanlage – Gas-Zentral-Heizung als Niedertemperaturheizung mit integriertem Durchlauferhitzer für die Warmwasserbereitung - wurde als Ersatz für die üblichen Kohleöfen im Jahr 1998 eingebaut. Ansonsten besteht die restliche Konstruktion bis heute.

2.2. Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Einfamilienhaus (Doppelhaushälfte)
Standort	11111 Musterstadt
Straße	Musterstraße 1
Flurstück	
Gemarkung	
Baujahr	1898
Bezugsfläche	177 m ²
Beheizte Volumen	554 m ³
Lüftung	Natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	
Anzahl der Bewohner	3

Die Bezugsfläche ist die Summe der in den Grundrissen angegebenen Einzelflächen der beheizten Räume zuzüglich der je Geschöß anrechenbaren Schornsteingrundfläche.

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

Der Zustand der Gebäudehülle ist im Vergleich zur EnEV wie folgt einzustufen:

Anforderungen an Wärmedurchgang bei Einbau, Ersatz oder Erneuerung nach EnEV Anlage 3

Tabelle 3 :

Bauteil	Einbauzustand	vorhandener U – Wert W/m ² K	maximaler U-Wert EnEV in W/m ² K
Kellerdecke	gegen unbeheizte Räume unterhalb	1,22	<= 0,40
Wandfläche	gegen Außenluft	1,79	<= 0,35 (0,45)
Dachfläche	gegen Außenluft	3,22	<= 0,30 (0,25)
Fenster	gegen Außenluft	1,40	<= 1,70
Kehlbalkendecke	gegen unbeheizte Räume oberhalb	1,73	<= 0,40

2.4. Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 177,41 m²
 Baujahr: 2001
 Leistung: 18 kW
 Wärmeerzeugertyp : Niedertemperatur-Kessel, neuer Standard, ab 1995, im unbeh. Bereich
 Kombibetrieb(auch WW)ja
 Brennstoffart : Erdgas
 Primärenergiefaktor : 1,1

 Aufwandszahl : 1,095
 Hilfsenergiebedarf : 3,06 kWh/(m²a)
 mittlere Kesseltemp.: 39,4 °C
 mittlere Heizkreistemp.: 39,40 °C
 Bereitschaftsverluste bei 70°: 1,34 %
 Bereitschaftsverluste: 0,518 %
 30 % Teillast Wirkungsgrad: 90,9 %
 Kesselwirkungsgrad: 90,88 %

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 / nach HeizAnIV/EnEV
 Strangleitung: innerhalb / ungedämmt
 Anbindeleitung: innerhalb / ungedämmt
 spezif. Wärmebedarf : 15,00 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 2,01 kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
37,4	1,00	0,20
13,3	0,15	1,40
97,6	0,10	1,00

Übergabe

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

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 177,41 m²
 Baujahr: 2001
 Leistung: 18 kW
 Wärmeerzeugertyp : Niedertemperatur-Kessel ab 1995
 Brennstoffart : Erdgas
 Primärenergiefaktor : 1,1

Aufwandszahl : 1,130
 Hilfsenergiebedarf : 0,34 kWh/(m²a)
 mittlere Kesseltemp.: 35,35 °C
 Bereitschaftsverluste bei 70°: 1,33 %
 Bereitschaftsverluste: 0,41 %
 Kesselwirkungsgrad: 90,38 %

Speicherung

Speichertyp :
 Speicher-Nenninhalt: 0 l
 Bereitschaftsverluste: 0 kwh/d
 spezif. Wärmebedarf : 0,00 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 0,00 kWh/(m²a)
 Heizwärmegutschrift : 0,00 kWh/(m²a)

Verteilung ohne Zirkulation

horizontale Verteilung : außerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
 Strangleitung: innerhalb, ungedämmte
 Außenwand / ungedämmt
 Sticheleitung: Standardanordnung / ungedämmt
 spezif. Wärmebedarf : 21,68 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 0,00 kWh/(m²a)
 Heizwärmegutschrift : 10,93 kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
14,8	1,00	0,20
6,7	0,48	1,40
13,3	0,10	1,40

2.5. Klimadaten

Bei der Berechnung des Wärmebedarfs und zur Beurteilung der Heizungsanlage wurde die Klimazone Deutschland gewählt. Im einzelnen wird mit folgenden Daten gerechnet:

Tabelle 4: Klimadaten

Höhe	250 m
Heiztage	275 d/a
mittl. Außentemperatur	3,3 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	2900,0 d °C/a

3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES

3.1. Energiebedarf

Im folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 5: Energiebilanz des Gebäudes

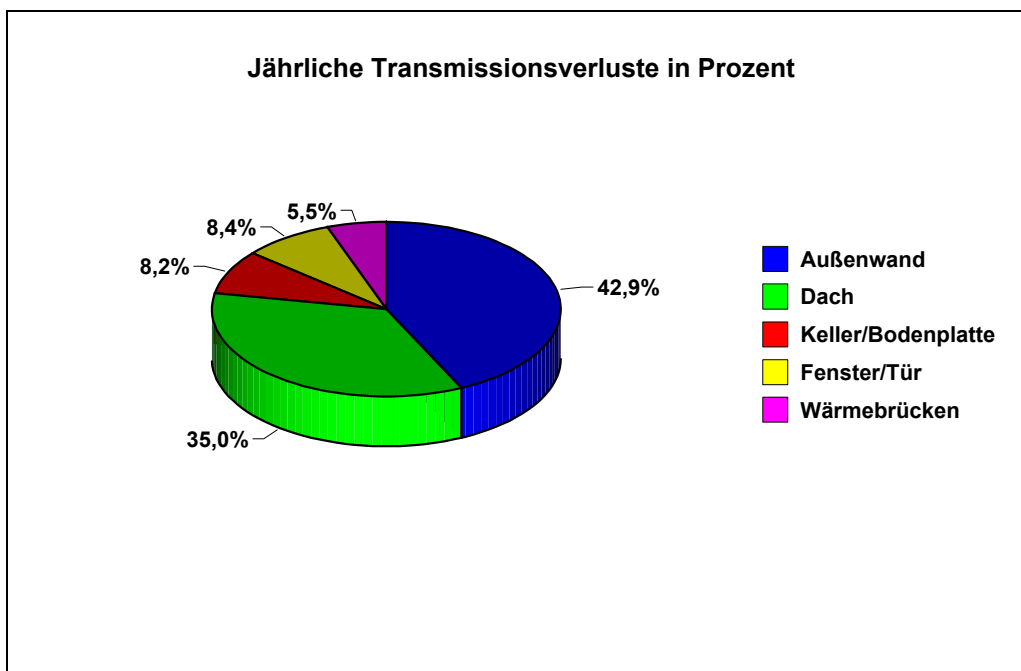
Transmissionsverluste	47.629,80 kWh/a
Lüftungsverluste	8.637,55 kWh/a
Heizungsverluste	5757,16 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	2217,63 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	4634,47 kWh/a
solare Gewinne	5.499,59 kWh/a
interne Gewinne	5.801,72 kWh/a
Nachtabsenkung	565,07 kWh/a
zugeführte Heizenergie	51.288,27 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	6.852,10 kWh/a

Tabelle 6: Primärenergiebedarf und Aufwandszahl

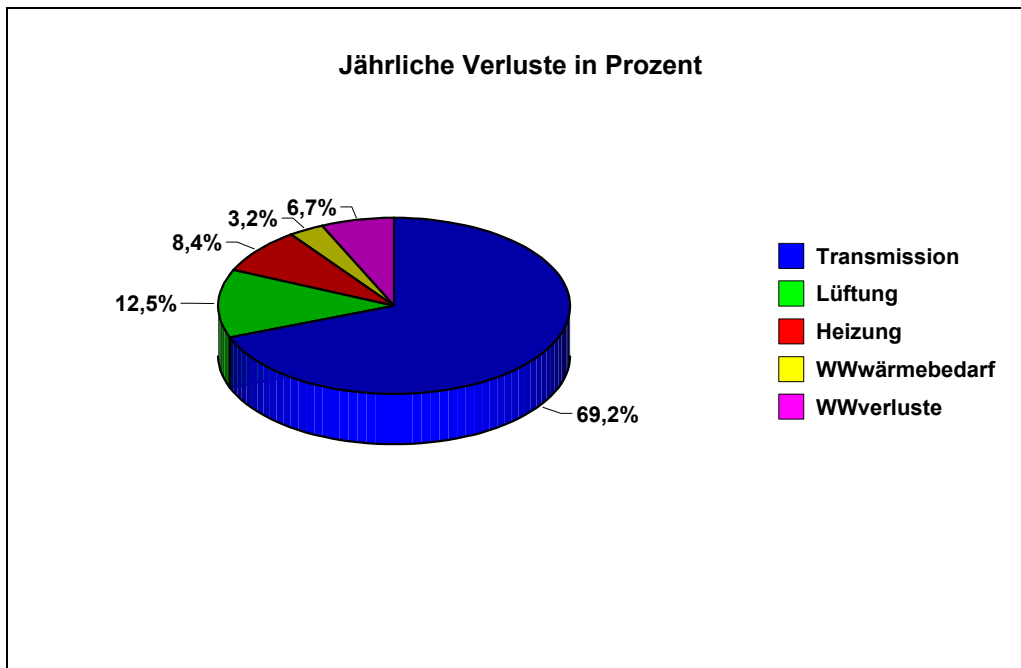
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	1,40 -
Primärenergiebedarf	66.833,74 kWh/a
spezifischer Primärenergiebedarf	376,72 kWh/m ² a

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

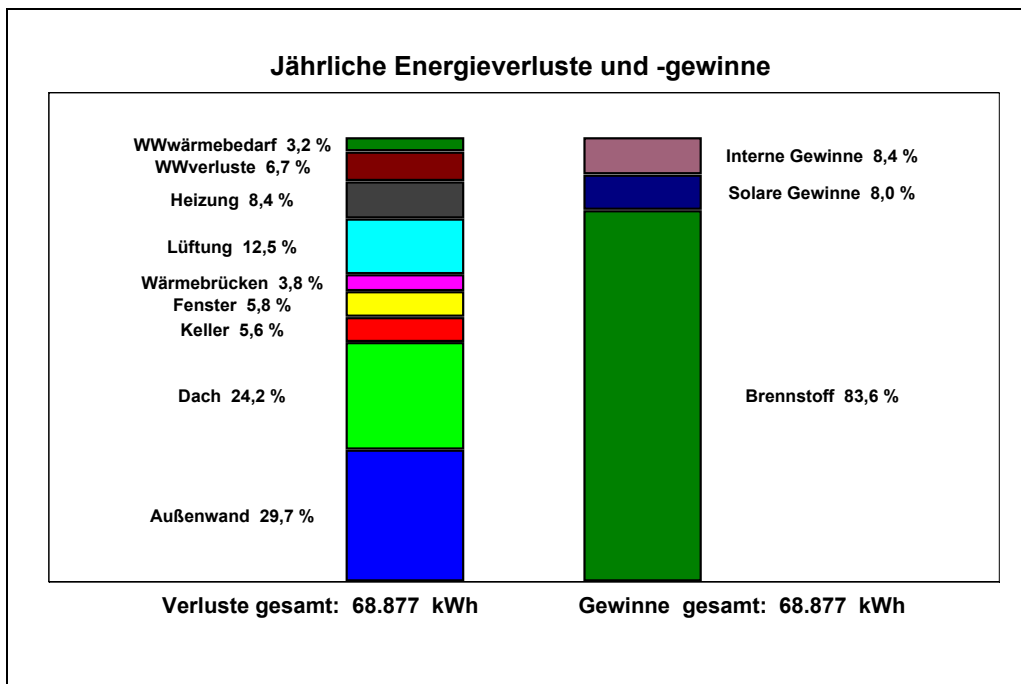
Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste



Grafik 3 : Jährliche Energieverluste und Gewinne



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

Spezifischer jährlicher Heizwärmebedarf zur Raumheizung¹ ohne Bereitstellungsverluste:

256,64 kWh/(m²a)

Spezifischer jährlicher Heizenergiebedarf zur Raumheizung² mit Erzeugerverlusten:

289,09 kWh/(m²a)

Spezifischer jährlicher Gesamtenergiebedarf mit Warmwasser und Erzeugerverlusten:

333,13 kWh/(m²a)

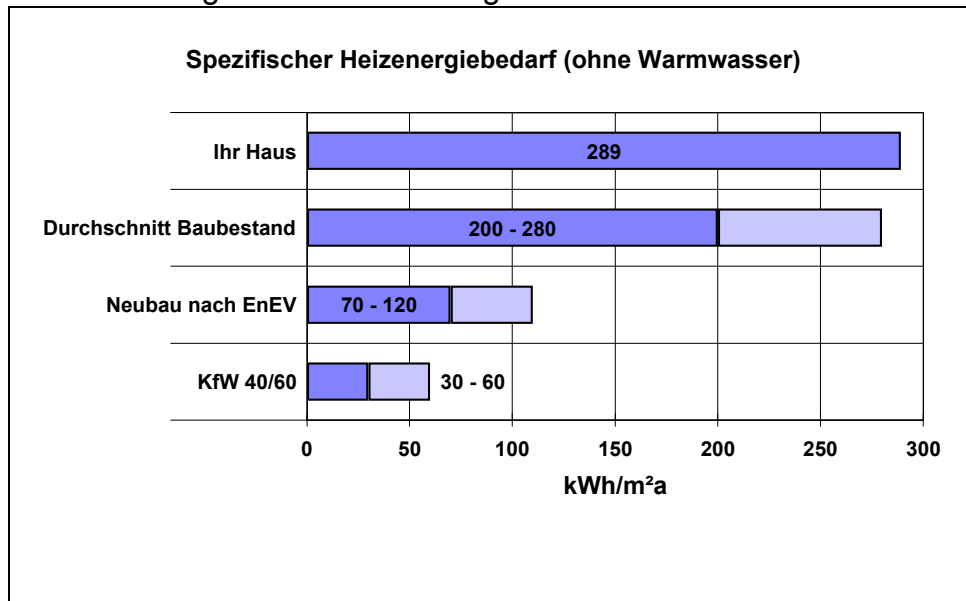
Die Schwierigkeit beim Vergleich der spezifischen Verbrauchswerte und Kennzahlen besteht darin, dass sie häufig auf unterschiedlicher Basis ermittelt wurden. Die hier angegebenen Werte beinhalten nicht etwaige Umwandlungsverluste (z. B. im Kraftwerk bei der Stromerzeugung).

¹ Wärmeverluste des Gebäudes

² Energieeinsatz für Raumheizung

Ein Vergleich des Heizenergieverbrauchs Ihres Hauses (ohne Warmwasser) mit dem Gebäudebestand entnehmen Sie bitte der folgenden Grafik.

Grafik 4 : Vergleich des Heizenergieverbrauchs



Hier kann man deutlich erkennen, dass eine Sanierung durchgeführt werden sollte. Die Einstufung dieses nur durch Heizung und Fensterersatz energetisch aufgewerteten Gebäudes ist noch schlechter als der Durchschnitt des Baubestandes in Deutschland. Es sind noch sehr viele Energieeinsparungspotentiale vorhanden.

3.2. Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten

Der vorhandene, gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 23.623,60 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung .

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 59.100,15 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung. Umgerechnet entspricht dies den folgenden Endenergiemengen: 5.590,42 m³/a Erdgas.

Diese starke Differenz zwischen errechnetem und vorhandenem Energieverbrauch ist einerseits durch Nutzerverhalten aber andererseits durch die in den Nachweisen rechnerisch nicht so stark gewichtete Wärmespeicherung der einschaligen, sehr massiven Ziegelwandkonstruktion zu erklären. Bei diesen massigen Bauteilen, die einen rechnerisch sehr großen Wärmedurchgang besitzen, wird durch die sogenannte Amplitudendämpfung und Wärmespeicherung der rechnerisch erforderliche Energieverbrauch sehr stark vermindert. Dennoch ist durch die Dämmung energetisch sehr viel zu erreichen unter Beibehaltung der Vorteile im Bereich des Raumklimas durch die Dämpfung der Temperaturdifferenzen.

Die dynamischen Gesamtkosten setzen sich zum einen aus dem mittleren zukünftigen Energiepreis zusammen und zum anderen aus den über die Lebensdauer verzinsten Investitionskosten für diese Maßnahmen.
Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 8: Energiepreisteuerung und Zinssatz

Energiepreisteuerung	8,00 %
Zinssatz	4,00 %

Tabelle 9: Kosten in EUR

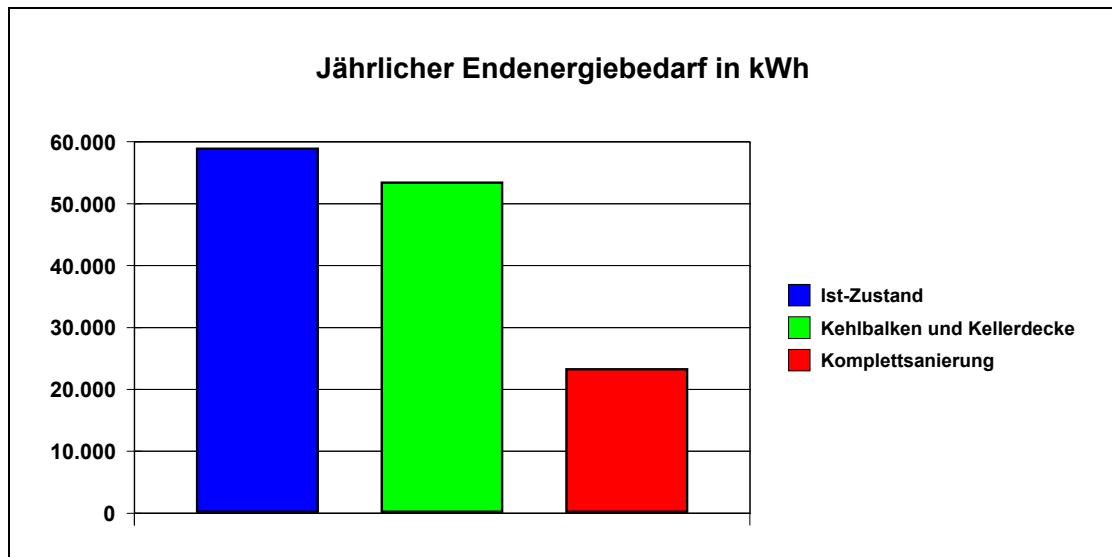
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWh
Erdgas	0,00	0,05
Flüssiggas	0,00	0,07
Heizöl	0,00	0,05
Steinkohle	0,00	0,032
Braunkohle	0,00	0,032
Tagstrom	0,00	0,17
Nachtstrom	0,00	0,12
Fern/Nahw. KWK fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. KWK ern.	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW ern.	0,00	0,05
Holz	0,00	0,03
Holz-Pellets	0,00	0,038
Sonstiges	0,00	0,00

Tabelle 10: Darlegung der Basiswerte

Bauteil	Einbauzustand	alt U-Wert W/m ² K	neu U-Wert W/m ² K
Außenwand	gegen Außenluft	1,79	0,33
Kellerdecke	unbeheizt unterhalb	1,22	0,40
Fenster	gegen Außenluft	1,40	1,40
Dach	gegen Außenluft	3,22	0,32
Decke	unbeheizt oberhalb	1,73	0,44
		Aufwandszahl	Aufwandszahl
Heizungsanlage		1,40	1,78

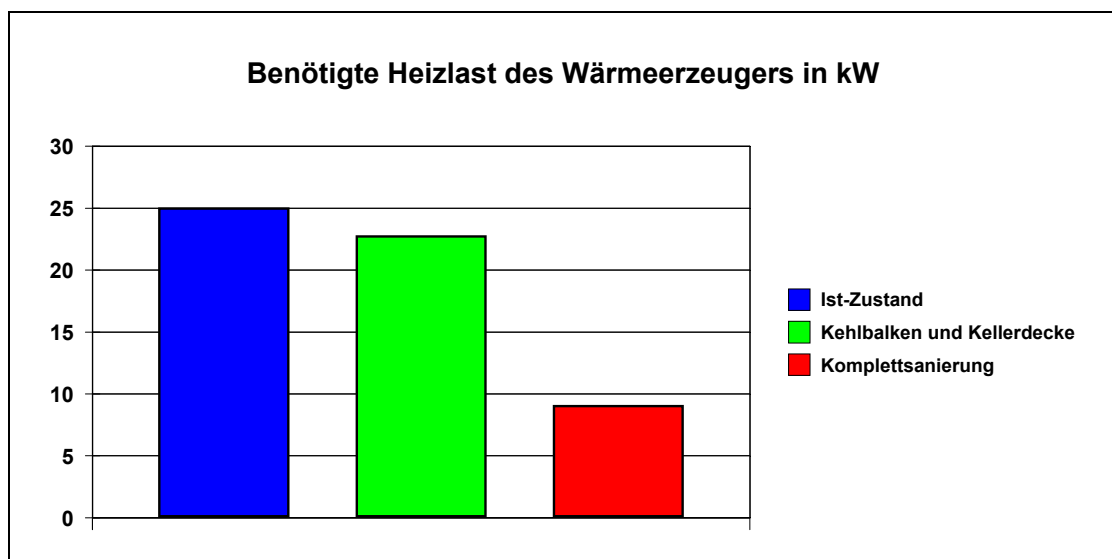
Die folgende Grafik veranschaulicht die möglichen Energieeinsparungen. Es sind die einzelnen zuvor beschriebenen Varianten auf ihren Energiebedarf untersucht worden.

Grafik 6: Energiebedarf des Gebäudes



Die Heizlast verändert sich entsprechend der nachfolgenden Grafik. Die Heizlast kann zur näherungsweisen Dimensionierung des Wärmereizers 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.

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 legen, 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

Amortisation_{statisch} = Investitionskosten/Heizkostensparnis

Amortisation_{statisch} = 1000,- EUR / 250 EUR/a = 4 Jahre

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

1	Liter	Heizöl	10,0	kWh
1	m ³	Erdgas	10,0	kWh
1	Liter	Flüssiggas	6,7	kWh
1	kg	Koks	8,7	kWh
1	kg	Braunkohlebrikett	5,6	kWh
1	Raummeter	Holz	1900,0	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 vom 01.02.2002 (EnEV) auszuführen sind.

Variante 1: Kehlbalcken und Kellerdecke

Maßnahmen dieser Variante:

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit i.M. 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,395 W/m²K

Deckenfläche ungedämmter Dachraum oberhalb innen mit 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,436 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	2.916,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	2.916,0	€

Energie

Energiebedarf:	53.573,97	kWh/a
Energieeinsparung:	5.526,18	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	9,35	%
Energiekosten:	2.787,06	€/a
Energiekosteneinsparung:	283,12	kWh/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	30,0	a
Stat. Amortisation	10,3	a
Dyn. Amortisation	9,14	a

Variante 2: Komplettsanierung

Maßnahmen dieser Variante:

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit i.M. 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,395 W/m²K

Deckenfläche ungedämmter Dachraum oberhalb innen mit 60 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,436 W/m²K

Wand Außenluft mit 100 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,327 W/m²K

Dach Außenluft mit 100 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,316 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	24.153,5	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	24.153,5	€

Energie

Energiebedarf:	23.447,03	kWh/a
Energieeinsparung:	35.653,11	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	60,33	%
Energiekosten:	1.234,94	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.835,24	kWh/a

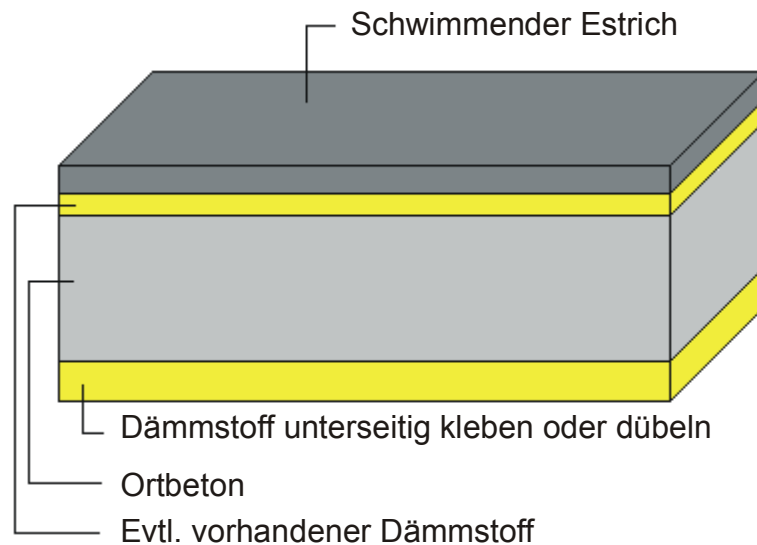
Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	36,6	a
Stat. Amortisation	13,16	a
Dyn. Amortisation	11,21	a

Dämmung der Kellerdecke

Die Maßnahme betrifft die Kellerdecke. Die Decke besteht aus Stahlbeton mit einem oberseitigen Estrich.

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

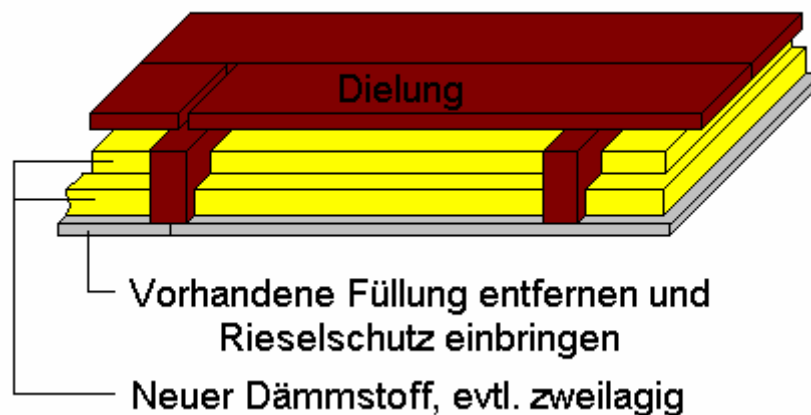
Die Durchführung der Maßnahme hat folgende positive Aspekte:

- sehr preiswerter nachträglicher Wärmeschutz
- Maßnahme zur Eigendurchführung geeignet

Dämmung obere Geschoßdecke

Die Maßnahme betrifft die oberste Geschoßdecke des Gebäudes. Die Decke besteht aus Holzbalken, ist unterseitig beplankt und oberseitig mit einer Dielung versehen.

Zwischen die Deckenbalken werden Dämmplatten geklemmt. Als Dämmstoff werden Mineralfaserdämmplatten verwendet. Unterhalb der Balken soll eine Dampfbremse bzw. Luftdichtung angebracht werden. Oberhalb der Balkenlage werden Dielen auf Lagerhölzern quer zu den Deckenbalken eingebaut.



Worauf Sie achten sollten:

- Der Deckenbereich unter vorhandenen Abseitenräumen muß ebenfalls gedämmt werden.
- Achten Sie besonders auf die fachgerechte Ausführung der Luftdichtung bei den Anschlüssen an Wände und einbindende Bauteile.

Die Durchführung der Maßnahme hat folgende positive Effekte.

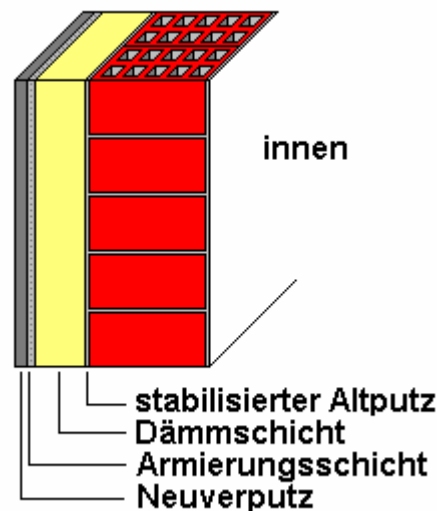
- gute Wärmedämmung der Dachräume
- Maßnahme ist geeignet zur Eigendurchführung
- gleichzeitige Verbesserung der Trittschalldämmung

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 hereinzuziehen



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 Dachschräge

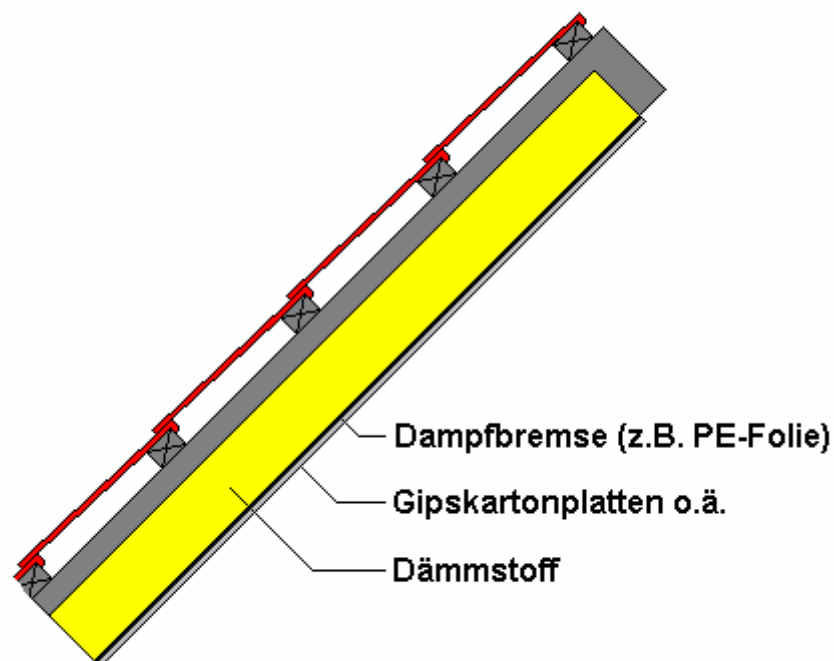
Diese Maßnahme betrifft die Schrägen des ausgebauten Dachgeschosses. Die Dachschrägen werden nachträglich gedämmt werden.

Worauf Sie besonders achten müssen:

- Für die sommerliche Überhitzung ist nicht allein die Dämmung des Daches ausschlaggebend. Dachflächenfenster können einen größeren Einfluß haben.
- Diese Maßnahme zählt zu den bauphysikalisch kritischen Maßnahmen. Wichtig ist es, daß in die Dämmung eintretende Feuchtigkeit in Form von Dampf sicher abgeführt wird. Dies geschieht z.B. durch eine Hinterlüftung der Dämmung und durch Aufbringung einer inneren Dampfbremse. Wichtig ist auch die Luftdichtigkeit der Konstruktion, da durch Luftströme weitaus größere Feuchtigkeitsmengen konzentriert an einer Stelle auskondensieren können, als dies bei der sogenannten Dampfdiffusion der Fall ist, die über die gesamte Dachfläche stattfindet.

Baufehler können zu einer raschen Zerstörung des Dachstuhls führen. Daher ist eine gesonderte Beratung für den konkreten Einzelfall notwendig !

Die folgende Grafik zeigt einen Schnitt durch eine ordnungsgemäß aufgebaute Dachdämmung.



Durch Verbesserung der Wärmedämmung kann der Wohnwert des ausgebauten Dachgeschosses erheblich gesteigert werden.

4.3. Sonstige Maßnahmen

- Anbringung von Fensterdichtungen
Gerade bei älteren Fenster 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 Rolladenkästen
Rolladenkästen stellen Wärmebrücken dar und sollten daher gedämmt werden. Die Dämmung ist dabei auf der Innenseite der zum Raum hingewandten Flächen anzubringen. Ritzen und Spalten sollten dauerelastisch abgedichtet werden, um eine unkontrollierte Lüftung zu verhindern.
- 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 beispielsweise ein Heizkörper gedrosselt wird und senken die Pumpendrehzahl. So wird weniger Pumpenstrom benötigt und Strömungsgeräusche an Ventilen werden reduziert.
- Abgleich des Rohrnetz
Da das Heizungswasser bestrebt ist, den Weg des geringsten Widerstandes zu gehen sollte ein Heizungsnetz abgeglichen werden. Ein nicht abgeglichenes Rohrnetz führt z.B. dazu, dass wenn auf dem Gäste-WC das Fenster aufsteht das Thermostatventil voll öffnet und der größte Teil des Heizungswassers durch diesen einen kleinen Heizkörper „rauscht“. Dies führt dazu, dass weiter entfernte Heizkörper zu wenig Wasser abbekommen. Als Folge wird dann häufig die Leistung der Umwälzpumpe erhöht damit wieder alle Heizkörper ausreichend warm werden. Sie führt jedoch zu einem unnötig hohen Stromverbrauch für die Umwälzpumpe und zu einer unnötig kleinen und für den Betrieb nicht sinnvollen Temperaturdifferenz am Kessel.

Am einfachsten werden alle Heizkörper bei voll geöffnetem Ventil im Durchfluss soweit begrenzt, dass alle eine möglichst gleiche Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf aufweisen. Bei

voreinstellbaren Heizkörperventilen kann der Durchfluss relativ einfach angepasst werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Einstellung über absperrebare Rücklaufverschraubungen.

- Dämmung der wärmeführenden Rohrleitungen
Die zu verlegenden Rohrleitungen sollten mindestens entsprechend der Energieeinsparverordnung gedämmt werden:

Tabelle 13: 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 Jahrmillionen 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 zugrunde gelegt.

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.

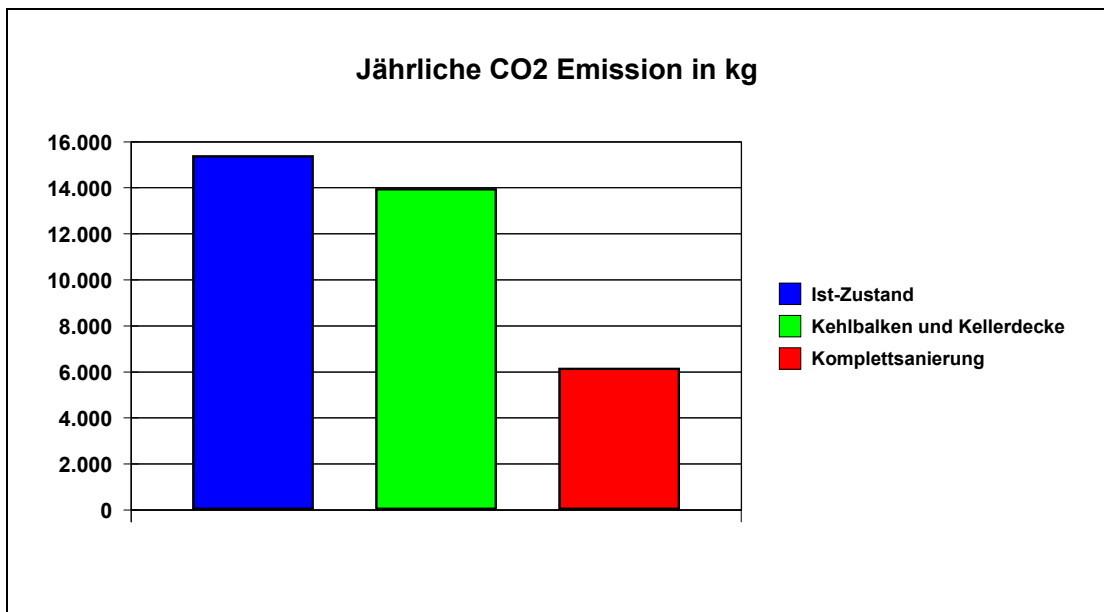
Tabelle 12: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger³

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	3,0
Nachtstrom	0,683	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	3,0
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

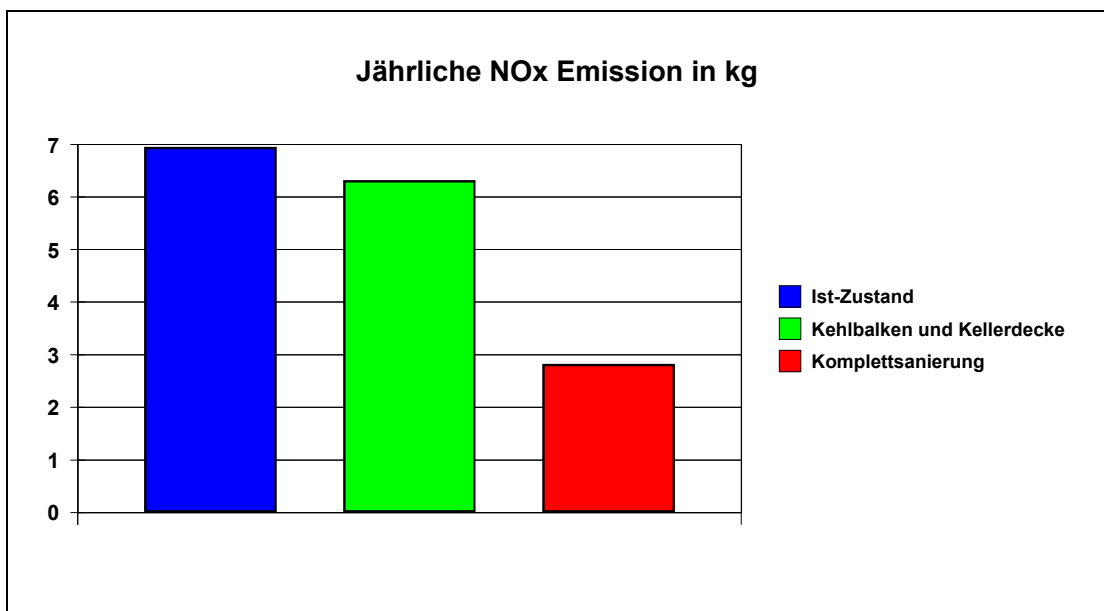
Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen auf den Schadstoffausstoß für CO₂ und NO_x sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

³Quelle: 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 Enquêtekommission 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 ENERGIESPARMAßNAHMEN

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 105,- EUR/m² für die Brauwassererwärmung und mit 135,- EUR/m² für eine kombinierte Nutzung bezuschusst. Für Anlagen in Mehrfamilienhäusern 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

- REN-Programm ⇨③
(Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen)
Förderung z. B. Wärmepumpen, Windkraft, aktive und passive Solarenergie, Kraftwärmekopplung etc.
- Richtlinien über die Gewährung von Zuwendung zur Modernisierung von Wohnungen,
Förderung für bauliche Maßnahmen, z. B. Verbesserung der Wärmedämmung, zentrale Heizungs- und Warmwasserversorgung, Wärmepumpen, Solaranlagen usw. ⇨④

Kommune

- In einigen Kommunen, wie z.B. Kempen, Neuss, Krefeld, Wuppertal 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, Postfach 51 71, D-65726 Eschborn, 06196/404-493
- ③ Landesinstitut für Bauwesen, Goebenstr. 25-27, D-44135 Dortmund, 0231/5410-0 www.lb.nrw.de
- ④ Ministerium für Bauen und Wohnen, Referat IV A 3, Postfach 11 03, D-40217 Düsseldorf, 0211/3843-0, www.mbw.nrw.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.

Wärmeschutzglas_Fenster

Pos.Nr. 2

Einbauzustand: :	Fenster,Ost / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/m ² K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,400	0,714	0,58	48,78	34,84	-

