

Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort



Auftraggeber: Manfred Mustermann
Musterstraße 1
12345 Musterhausen

Projekt: Musterstraße 1 in 12345 Musterhausen

Berater: Michael Lennartz
energy services michael lennartz

Bafa
Beraternummer: 1231456

8. Oktober 2009

Unterschrift



Zusammenfassung

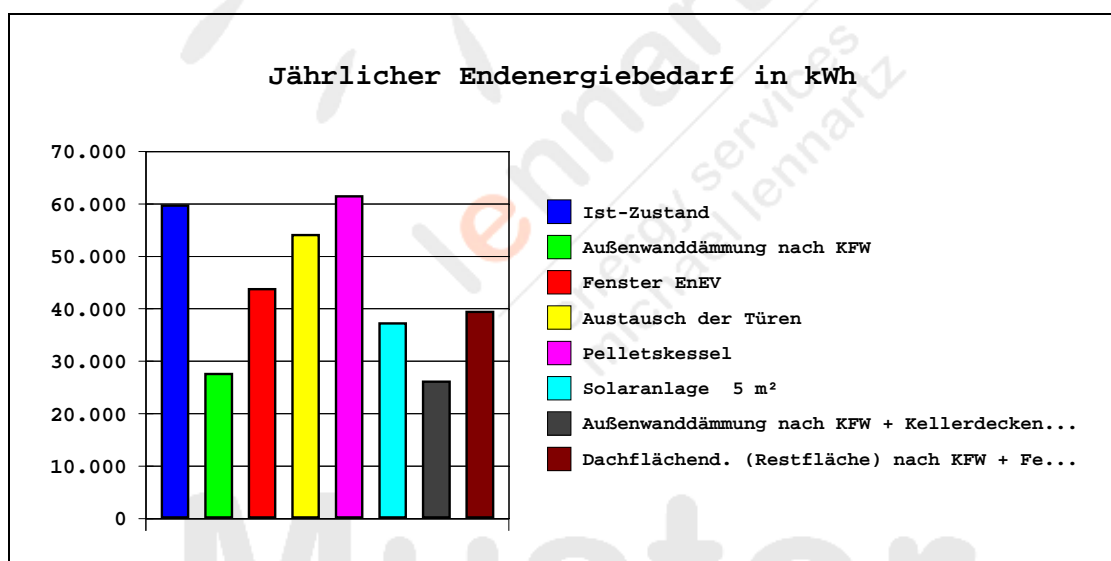
Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 180,45 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 217,79 kWh/m²a.

Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z. B. Energieerzeugung bzw. -Umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 245,12 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.



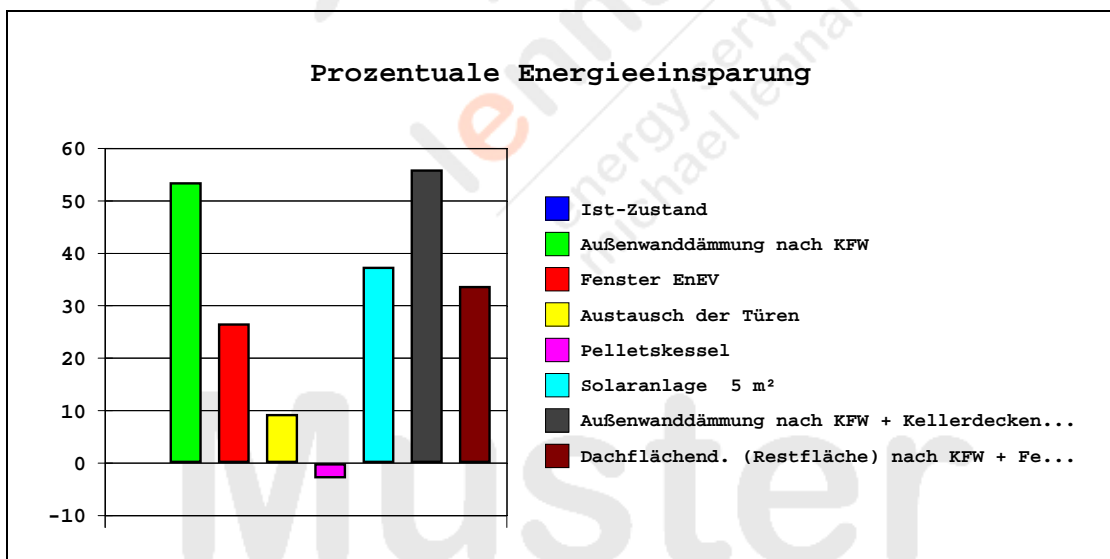
Die in dieser Zusammenfassung aufgezeigten Diagramme geben Ihnen eine kurze Übersicht über die in diesem Beratungsbericht aufgezeigten Möglichkeiten der energetischen Sanierungsmaßnahmen. Im weiteren Verlauf dieses Beratungsberichtes gehen wir detailliert auf die einzelnen Maßnahmen ein.

Es wurden fünf verschiedene Einzelmaßnahmen und zwei Maßnahmenpakete aus energetischer-, wirtschaftlicher- und umwelttechnischer Sicht betrachtet und analysiert.

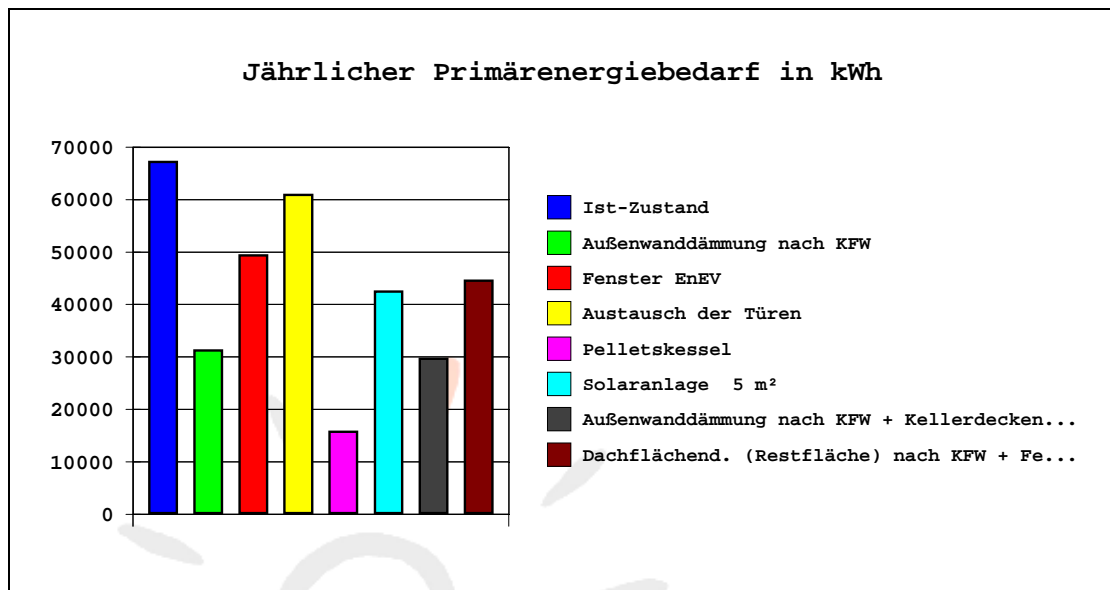
Als Kernaussagen dieses Berichtes lässt sich Folgendes feststellen:

- Die Außenwand des Gebäudes stellt sich als größter Schwachpunkt dar.
- Das Dach des Hauptgebäudes ist aus energetischer Sicht sehr gut ausgeführt. Diese Ausführung sollte auch im noch nicht sanierten Bereich des Daches angewandt werden.
- Der Einbau der Heizflächen (Heizkörper) in Nischen stellt gerade in Hinsicht auf den Schwachpunkt Außenwand ein Problem dar. Es sollte geprüft werden, ob es kostengünstige Möglichkeiten gibt, in diesen Bereich mit dämmtechnischen Maßnahmen Abhilfe zu schaffen.
- Der Einbau einer Solaranlage für den Warmwasserbereich und als Heizungsunterstützung macht aus wirtschaftlicher und umwelttechnischer Betrachtungsweise Sinn.

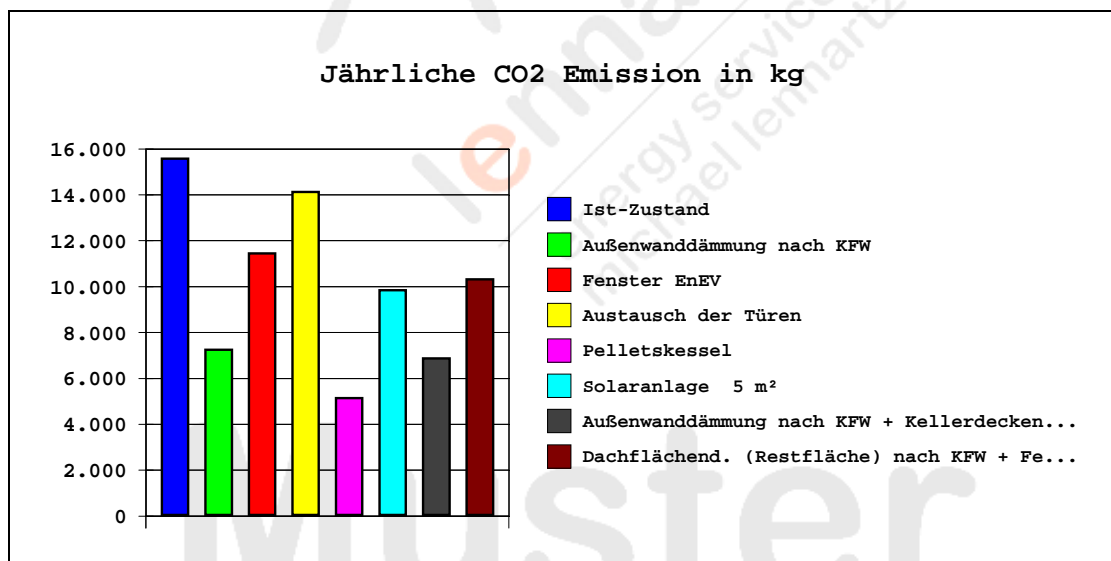
Das folgende Diagramm zeigt Ihnen die prozentualen Energieeinsparmöglichkeiten der in diesem Beratungsbericht berechneten Maßnahmen.



Das folgende Diagramm zeigt Ihnen die Einsparmöglichkeiten des spezifischen Primärenergiebedarfs der Maßnahmen im Vergleich zum Istzustand (blauer Balken) an. Die Primärenergie ist die Energie, die in Ihrer ursprünglichsten Form (bei Ihnen Naturgas) in den jeweiligen Lagerstätten vorkommt. Dieses Diagramm zeigt Ihnen den direkten Bedarf (Primärenergiebedarf) der Ressourcen an, die uns zur Verfügung stehen.



Das folgende Diagramm zeigt Ihnen das jährliche Einsparpotenzial an CO₂ Emissionen der berechneten Maßnahmen im Vergleich zum Istzustand an. Dies ist ein wichtiger Gesichtspunkt zum Thema Klimaschutz und Erderwärmung.



Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	3
INHALTSVERZEICHNIS.....	6
1. ALLGEMEINE HINWEISE	7
1.1 DAS BILANZVERFAHREN DER ENEV	8
1.2 DER BERECHNUNGSWEG	9
2. IST-ANALYSE	10
2.1. OBJEKTBESCHREIBUNG	10
2.2. ALLGEMEINE DATEN	10
2.3. BAUTEILE DES GEBÄUDES.....	11
2.4. BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERANLAGE	13
2.5. KLIMADATEN	16
3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES.....	16
3.1. ENERGIEBEDARF	16
3.2. VERGLEICH DES TATSÄCHLICHEN ENERGIEBEDARFS MIT DEM RECHNERISCH ERMITTELTEN.....	19
4. VARIANTEN	20
4.1. WIRTSCHAFTLICHKEIT SELBER ERMITTELN	24
4.2. MAßNAHMENBESCHREIBUNG	25
4.3. SONSTIGE MAßNAHMEN.....	37
4.4. NACHRÜSTVERPFLICHTUNG NACH ENEV	38
4.5. HINWEISE ZUR STROMEINSPARUNG (FÖRDERBONUS).....	39
5. SCHADSTOFFBILANZ.....	44
6. WARUM ENERGIE SPAREN?.....	47
7. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMAßNAHMEN	47
8. GLOSSAR	49
9. ANHANG	51

Muster

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 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 Istzustandes 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 Einsparpotenziale 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 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.

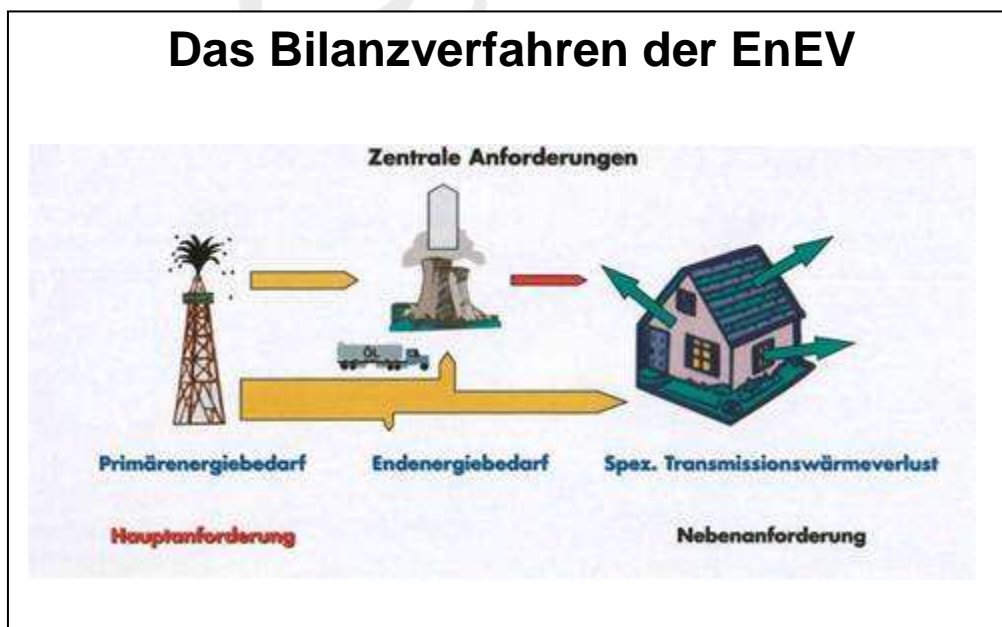
Dieser Bericht soll Ihnen helfen, wirtschaftlich sinnvolle und umweltentlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung in Ihrem Hause durchzuführen. Bitte beachten Sie hierbei, dass die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen Richtwerte darstellen und von den tatsächlichen Verhältnissen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

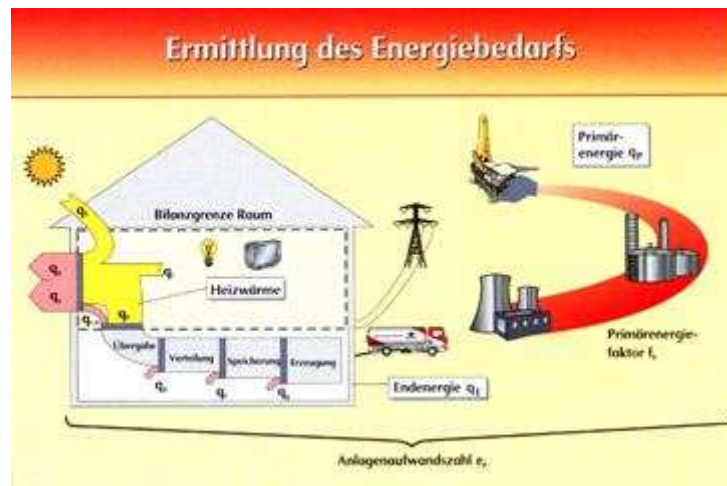
Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen 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 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 sogenannten Primärenergiebedarfs. Beim Übergang von einer Stufe zur nächsten treten Verluste auf, wie. 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.

Muster

2. Ist-Analyse

2.1. Objektbeschreibung

Es handelt sich bei dem Objekt um ein freistehendes Einfamilienhaus. Die Lage des Gebäudes lässt sich als Mischgebiet bezeichnen. Es wird als Wohnhaus mit einliegendem Büro (Pfarrbüro) genutzt. Die Bauausführung entspricht den allgemeinen Regeln der Bautechnik zum Zeitpunkt der Erstellung des Gebäudes. Das Gebäude ist zum Teil unterkellert. Im Keller sind zum Teil noch Fenster mit Einfachverglasung eingebaut. Das Dach ist als Flachdach (Warmdach) ausgeführt. Der größte Teil des Daches wurde vor Kurzen saniert. Dabei wurde eine sehr gute Lösung u. a. mit Begrünung des Daches gewählt. Dies ist aus energetischer- und umwelttechnischer Sicht sehr zu befürworten. Die Außenwände des Gebäudes sind nicht gedämmt. Sie stellen den größten Schwachpunkt der Gebäudehülle dar.

2.2. Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Wohngebäude
Standort	46240 Bottrop
Straße	Gladbecker Str. 258
Flurstück	
Gemarkung	
Baujahr	1974
Bezugsfläche	275 m ²
Beheiztes Volumen	859 m ³
Lüftung	Natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	*
Anzahl der Bewohner	5

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

Nutzerverhalten:

Das Objekt wird als Wohnhaus mit einliegendem Büro (Pfarrbüro) genutzt. Durch die Teilnutzung als Pfarrbüro ist ein minimal erhöhter Lüftungswärmebedarf zu erwarten. Die Nutzung des größten Teils (Wohnteil) des Objektes kann als „normgerecht“ bezeichnet werden. Dies trifft auch für die Nutzung des Warmwassers zu.

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	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	F _{xi}	H _T W/K	Konstruktion
1	Wand	Erdreich	1,675	0,5	0,15	75,4	0,6	75,78	AW Keller Gladbecker Str.
2	Tür, ohne Ausrichtung	Außenluft	4,000	2,0	0,15	2,2	1,0	8,80	Kellereingangstür
3	Fenster, Süd	Außenluft	5,200	1,7	0,80	0,8	1,0	4,16	Einfachglas_Fenster
4	Fenster, Ost	Außenluft	5,200	1,7	0,80	0,4	1,0	2,08	Einfachglas_Fenster
5	Wand	Außenluft	1,652	0,35	0,15	202,58	1,0	334,66	Aw EG + OG Gladbecker Str
6	Tür, Nord	Außenluft	4,000	2,0	0,15	2,64	1,0	10,56	Hauseingangstür
7	Fenster, Süd	Außenluft	2,900	1,7	0,80	20,12	1,0	58,35	Isolierglas_Fenster
8	Fenster, Nord	Außenluft	2,900	1,7	0,80	5,82	1,0	16,88	Isolierglas_Fenster
9	Fenster, Ost	Außenluft	2,900	1,7	0,80	5,76	1,0	16,70	Isolierglas_Fenster
10	Fenster, West	Außenluft	2,900	1,7	0,80	5,76	1,0	16,70	Isolierglas_Fenster
11	Wand	unbeheizte Räume	1,774	0,5	0,15	40,82	0,5	36,21	IW Keller Gladbecker Str.
12	Tür, ohne Ausrichtung	unbeheizte Räume	2,200	keine Vorgabe	0,15	4,0	0,5	4,40	Standardtür
13	Grundfläche	Kellerdecke	0,837	0,4	0,12	70,88	0,6	32,63	Kd Bestand 1969 - 1977
14	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte	0,958	0,5	0,12	110,98	0,4	42,53	Bp Bestand 1969 - 1977
15	Dach	Außenluft	0,135	0,25	0,10	101,26	1,0	13,67	Flachdach begrünt neu
16	Dach	Außenluft	0,303	0,25	0,10	40,1	1,0	12,15	Flachdach_warmstand . alt

Kellerdecke: Die Kellerdecke entspricht in der Bauausführung dem Baujahr des Gebäudes. Sie ist nicht gedämmt. Eine Dämmung ist im Maßnahmenpaket (AW Dämmung + Kellerdecke) als Variante berücksichtigt.

Außenwände: Die Außenwände stellen sich als größter Schwachpunkt der Gebäudehülle dar. Sie sind für den Löwenanteil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich. Als Einzelvariante und auch in einem Maßnahmenpaket ist die Sanierung der Außenwände berücksichtigt. Sie entsprechen in der Ausführung dem Baujahr.

Oberste Geschossdecke oder Dach: Das Objekt ist mit einem Flachdach ausgeführt. Aus diesem Grund entfällt die oberste Geschossdecke. Die Dachfläche ist zum größten Teil sehr gut saniert. Ein kleiner Teil (Bereich des Büros) sollte kurzfristig in Anlehnung an den sanierten Teil der Dachfläche noch saniert werden. Dies ist in einem Maßnahmenpaket berücksichtigt.

Fenster / Türen: Bei den Fenstern handelt es sich zum großen Teil um isolierverglaste Flächen. Ein Teil (im Keller) ist noch als Einfachverglasung ausgeführt. Der Austausch der Fenster gegen eine EnEV- Variante ist berücksichtigt. Der Eingangstürbereich stellt sich als großer Schwachpunkt dar. Eine Erneuerung sollte in Erwägung gezogen werden. Dies ist als Variante in diesem Bericht berücksichtigt.

Wärmebrücken: Die geometrisch bedingten Wärmebrücken sind durch die Berechnung der Hüllfläche berücksichtigt. Augenmerk muss jedoch auf die vorhandenen Heizkörpernischen geworfen werden. Fensterbänke sind in die Dämmung der Fassade zu integrieren.

Lüftungswärmeverluste: Die Einfachverglasung eines Teils der Fenster und vor allem die Hauseingangstür sind für einen erhöhten Lüftungswärmeverlust verantwortlich. Besonderes Augenmerk sollte auf den Hauseingangsbereich gelegt werden. Eine Sanierung dieses Bereiches ist als Variante berücksichtigt.

Ausweisung bisher getätigter wärmetechnischer Investitionen: Augenfällig sind vor allem zwei bisherige Investitionen.

1. Der größte Teil des Daches ist sehr gut saniert.
2. Die Heizungsanlage ist durch den Einbau eines Gasbrennwertkessels (Therme) incl. indirekt beheizten Warmwasserspeichers schon gut „aufgestellt“. Es hapert allerdings an der Isolierung der Rohrleitungen und den zu alten Thermostatventilen.

Muster

2.4. Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Die vor kurzer Zeit erfolgte Umstellung von einem veralteten Ölkessel auf einen modernen Gasbrennwertkessel (Therme) ist aus energetischer Sicht als gut zu bezeichnen. Auch der Anschluss eines modernen, gut gedämmten Warmwasserspeicher (indirekt beheizt) ist ein guter Schritt. Die Rohrleitungen und Armaturen sind nur mäßig bzw. gar nicht gedämmt.

Regelungstechnisch verfügt die Anlage über eine witterungsgeführte Regelung mit Nachtabsenkung. Die Regelung hat auch die Möglichkeit eines „Wochenend- bzw. Ferienbetriebs“. Dies ist Stand moderner Heizungstechnik.

Die eingebauten Thermostatventile sind veraltet. Sie sind mit einem Proportionalbereich von 2K nicht mehr Stand der Technik und sollten ausgetauscht werden.

Um einen hydraulischen Abgleich zu ermöglichen, wäre der Austausch der Thermostatventile wichtig.

Der eingebaute Warmwasserspeicher entspricht dem heutigen Dämmstandard. Die Warmwasserleitungen sind nur mäßig bzw. gar nicht isoliert. Um alle Vorteile des guten Warmwasserspeichers zu nutzen, sollten die Rohrleitungen nachisoliert werden.

Die in den Räumen installierten Heizkörper sind teilweise „zu groß“ ausgelegt. Vor allem die Einbausituation im Altbau (teilweise in Nischen) führt zu erheblichen Wärmeverlusten.

Der Gesamtzustand der Anlagentechnik ist typisch für ältere Gebäude nur teilweise „auf dem Stand der Technik“. Es fällt auf, dass in der Vergangenheit viel investiert wurde.

Um eine vernünftige wärmetechnische Lösung für die Anlagentechnik zu erreichen, empfehlen wir eine genauere Betrachtung durch entsprechende Fachleute.

Muster

Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An:	275,00 m ²
Baujahr:	2006
Leistung:	21,4 kW
Wärmeerzeugertyp:	Gas-Brennwertkessel, verbessert, im unbeh. Bereich Kombibetrieb(auch WW)ja
Brennstoffart:	Erdgas
Primärenergiefaktor:	1,10
Aufwandszahl:	0,997
Hilfsenergiebedarf:	2,02 kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	44,6 °C
mittlere Heizkreistemp.:	48,19 °C
Bereitschaftsverluste bei 70°:	1,25 %
Bereitschaftsverluste:	0,612 %
30 % Teillast Wirkungsgrad:	104,3 %
Kesselwirkungsgrad:	104,33 %

Speicherung

Speichertyp:	kein Speicher
Speichernenninhalt:	0 l
Bereitschaftsverluste:	0,00 kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	0,00 kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/(m ² a)

Verteilung

Horiz. Verteilung:	außerhalb / mäßig gedämmt
Strangleitung:	innerhalb, / mäßig gedämmt
Anbindeleitung:	innerhalb / mäßig gedämmt
spezif. Wärmebedarf:	14,92 kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf:	1,18 kWh/(m ² a)

Länge	fa	U-Wert
25,3	1,00	0,40
20,6	0,48	0,40
55,2	0,10	0,60

Übergabe

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

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An:	275,00 m ²
Baujahr:	2006
Leistung:	21,4 kW
Wärmeerzeugertyp:	Gas-Brennwertkessel, verbessert
Brennstoffart:	Erdgas
Primärenergiefaktor:	1,10
Aufwandszahl:	1,065
Hilfsenergiebedarf:	0,21 kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	35,55 °C
Bereitschaftsverluste bei 70°:	1,25 %
Bereitschaftsverluste:	0,39 %
Kesselwirkungsgrad:	95,33 %

Speicherung

Speichertyp:	indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im unbeheizten Bereich
Speicher-Nenninhalt:	200 l
Bereitschaftsverluste:	2,065 kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	2,59 kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf:	0,06 kWh/(m ² a)
Heizwärmegutschrift:	0,00 kWh/(m ² a)

Verteilung ohne Zirkulation

horizontale Verteilung:	außerhalb / mäßig gedämmt
Strangleitung:	innerhalb / mäßig gedämmt
Stichleitung:	Standardanord. / mäßig gedämmt
spezif. Wärmebedarf:	8,21 kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/(m ² a)
Heizwärmegutschrift:	3,01 kWh/(m ² a)

Länge	fa	U-Wert
15,8	1,00	0,40
10,4	0,48	0,40
20,6	0,10	0,40

2.5. Klimadaten

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

Tabelle 3: Klimadaten

Höhe	- m
Heiztage	300 d/a
mittl. Außentemperatur	9,6 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	3393,0 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	62.076,45 kWh/a
Lüftungsverluste	12.774,66 kWh/a
Heizungsverluste	4021,33 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	1999,25 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	3293,00 kWh/a
Summe Verluste	84164,69 kWh/a
solare Gewinne	8.628,54 kWh/a
interne Gewinne	10.503,82 kWh/a
Nachtabsenkung	6093,79 kWh/a
zugeführte Heizenergie	53.646,30 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	5.292,25 kWh/a
Summe Gewinne	84164,69 kWh/a

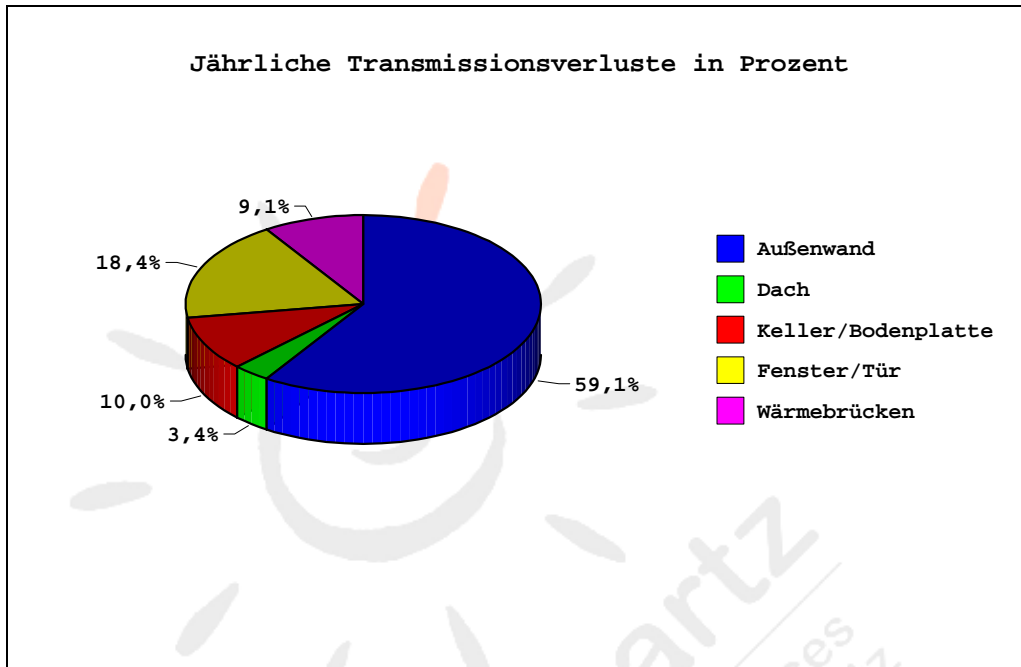
Aus den zuvor genannten Werten lassen sich folgende spezifischen Kennzahlen ermitteln:

Tabelle 5:

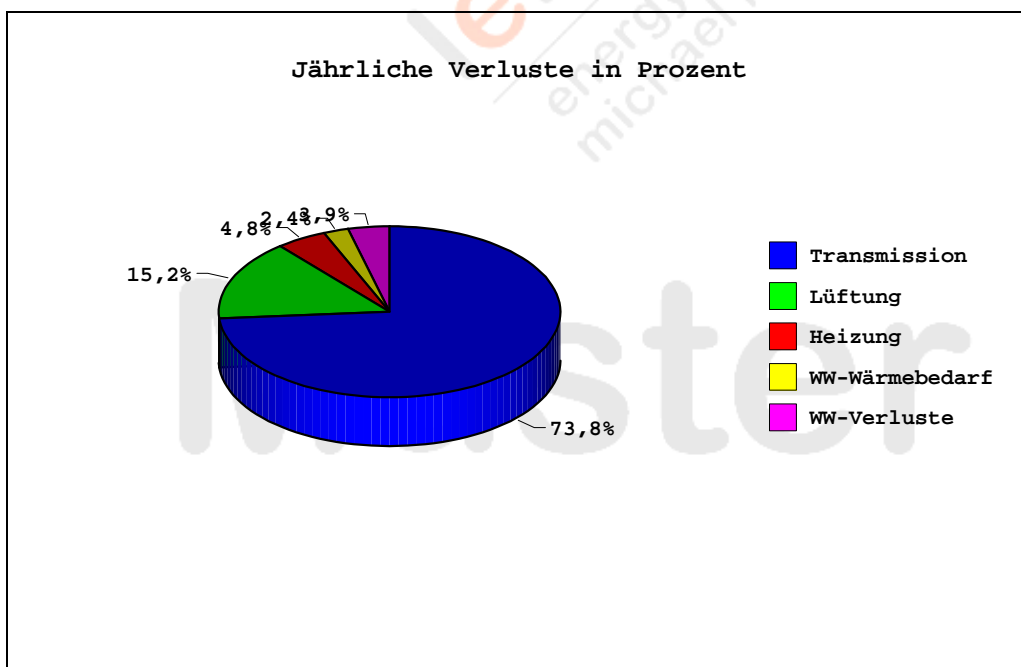
Heizwärmebedarf	49.624,97 kWh/a
Endenergiebedarf	59.892,80 kWh/a
Primärenergiebedarf	67.408,88 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	1,31 -

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

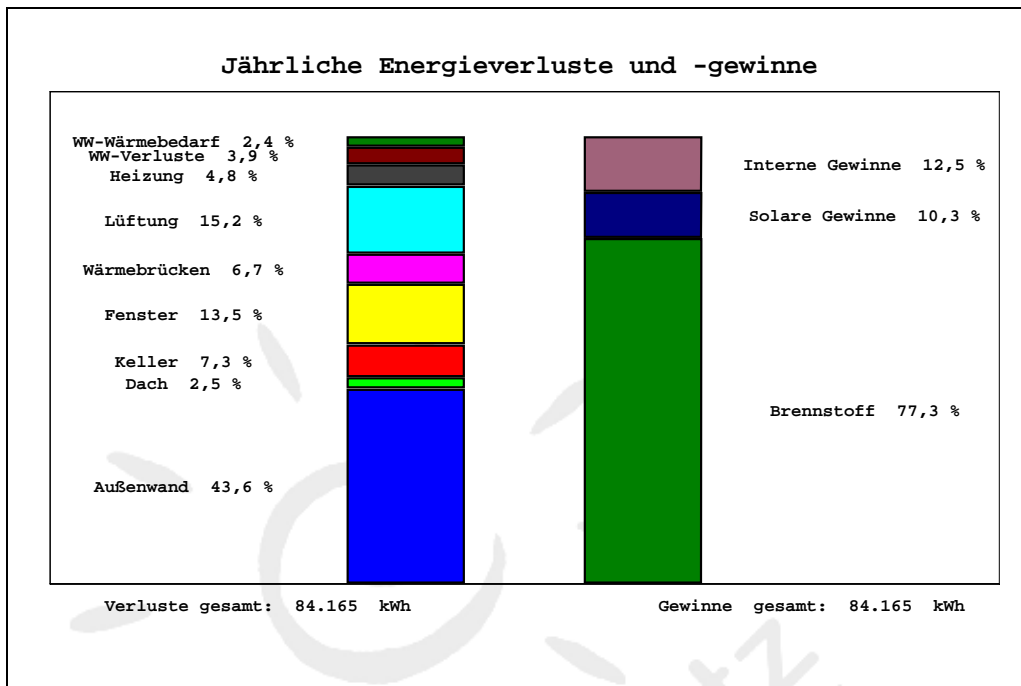
Grafik 1: prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



Grafik 2: prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

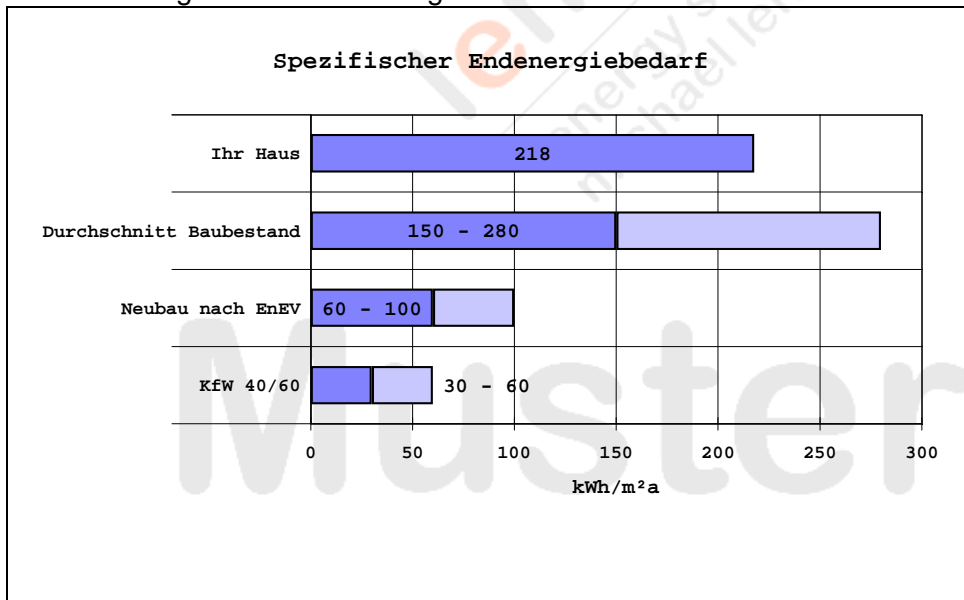


Grafik 3: jährliche Energieverluste und Gewinne



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

Grafik 4: Vergleich des Endenergiebedarfs



Anhand der Grafik (Vergleich/Bestand) können Sie erkennen, dass der spezifische Endenergiebedarf des berechnen Objekts im mittleren Drittel des spezifischen Endenergiebedarfs des Baubestands liegt. Aus diesem errechneten Wert kann man auf einen wärmetechnischen Sanierungsbedarf schließen.

3.2. Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten

Im Folgenden eine Übersicht über die Energieverbrauchswerte:

Energieträger 1	Zeitraum		Energie- verbrauch kWh	Anteil Warmw. kWh	Klima- faktor [-]	Energiekosten EUR
	von	bis				
Erdgas	Nov 06	Mär 07	18164	3270	1,43	1089,84
Erdgas	Mär 07	Mär 08	30498	5490	1,32	1829,88
Erdgas	Mär 08	Mär 09	37195	6695	1,15	2231,70

Der vorhandene gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 34952,5 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 58938,6 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

Es besteht ein Unterschied zwischen dem tatsächlich gemittelten Energieverbrauch und dem rechnerisch ermittelten Energiebedarf. Dieser Unterschied lässt sich folgendermaßen erklären.

Der errechnete Energiebedarf bedient sich als Berechnungsgrundlagen des sogenannten Normzustandes. Um die Berechnung unabhängig vom Nutzerverhalten und vergleichbar zu gestalten, sind für die einzelnen Berechnungen (z. B. für den Energiebedarf) Größen festgelegt. Diese festen Größen sind z. B., die Klimadaten oder der stündliche Luftwechsel der mit einer Rate von 70% Luftaustausch pro Stunde (0,7 1/h) im gesamten Gebäude festgelegt ist. Diese festgelegten Werte / Größen entsprechen nicht immer den tatsächlich vorhandenen Werten / Größen.

Muster

4. Varianten

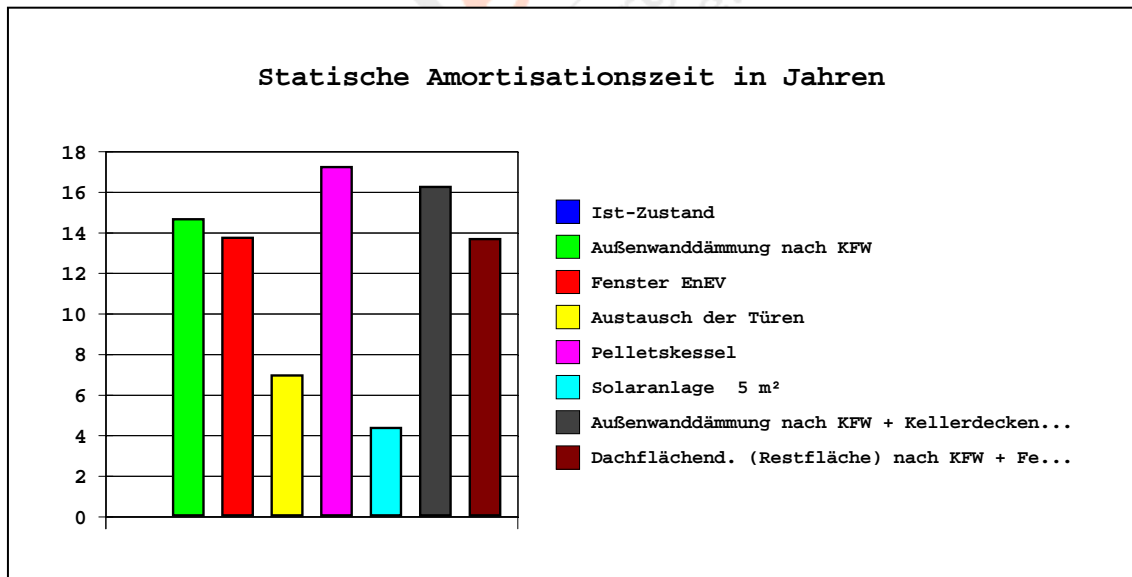
Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

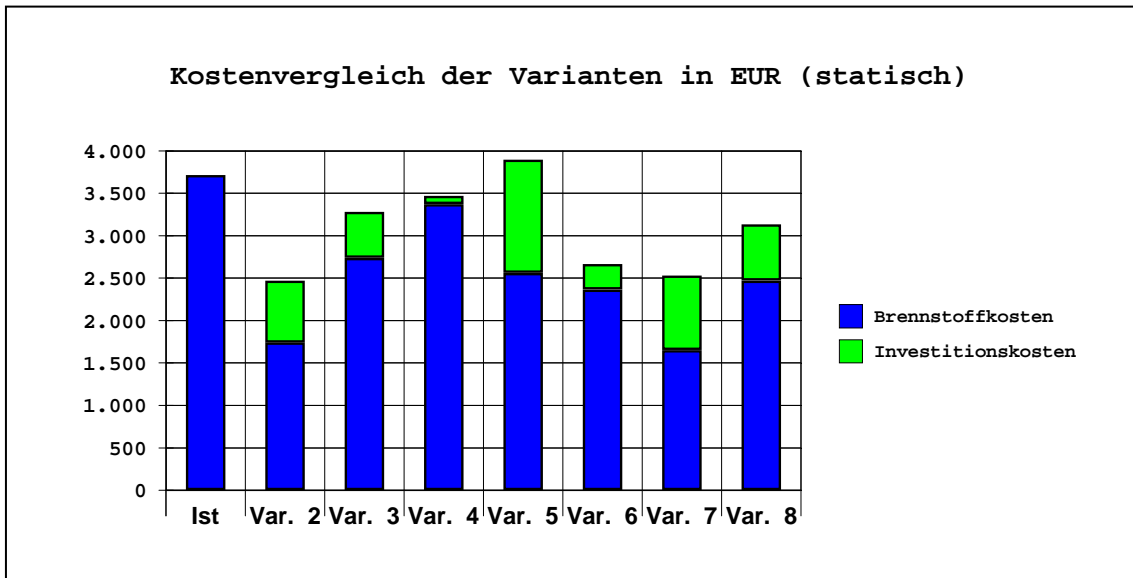
Tabelle 6: berechnete Varianten

Nr.	Variante	jährliche Energiebedarf kWh/a	jährliche Energieeinsparung %	jährliche Energiekosten EUR/a	Investitionskosten gesamt EUR	stat.jährliche Gesamtkosten EUR/a
1	Ist-Zustand	59.892,8	0,0	3.717,62	0,00	3.717,62
2	Außenwanddämmung nach KfW	27.810,3	53,6	1.741,55	29.121,60	2.469,59
3	Fenster EnEV	43.938,8	26,6	2.738,93	13.531,00	3.280,17
4	Austausch der Türen	54.284,1	9,4	3.373,59	2.420,00	3.470,39
5	Pelletkessel	61.657,3	-2,9	2.562,01	20.000,00	3.895,34
6	Solaranlage 5 m ²	37.468,1	37,4	2.366,06	6.000,00	2.666,06
7	Außenwanddämmung nach KfW + Kellerdeckendämmung	26.350,3	56,0	1.652,16	33.728,80	2.532,81
8	Dachflächen. (Restfläche) nach KfW + Fenster	39.630,9	33,8	2.471,16	17.140,00	3.132,94

Grafik 5: statische Amortisationszeit

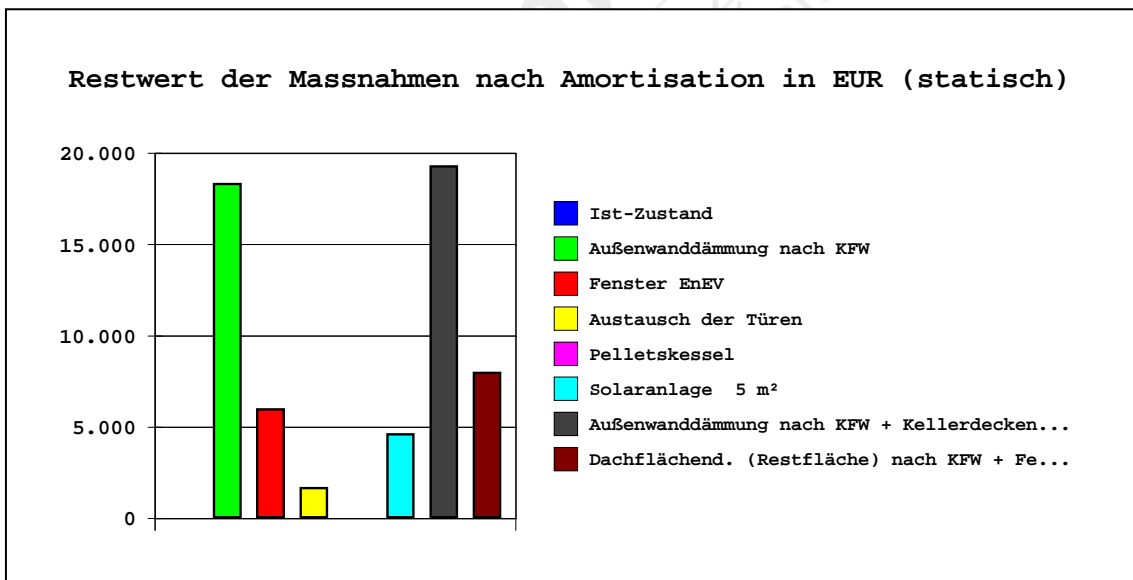


Grafik 6: statische Gesamtkosten



Die statischen Gesamtkosten setzen sich aus den jährlichen Investitionskosten und den jährlichen Energiekosten zusammen.

Grafik 7: statischer Restwert der Maßnahme



Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 7: Energiepreisteuerung und Zinssatz

Energiepreisteuerung	8,00 %
Zinssatz	4,00 %
Betrachtungszeitraum	15,0 a

Tabelle 8: Kosten in EUR

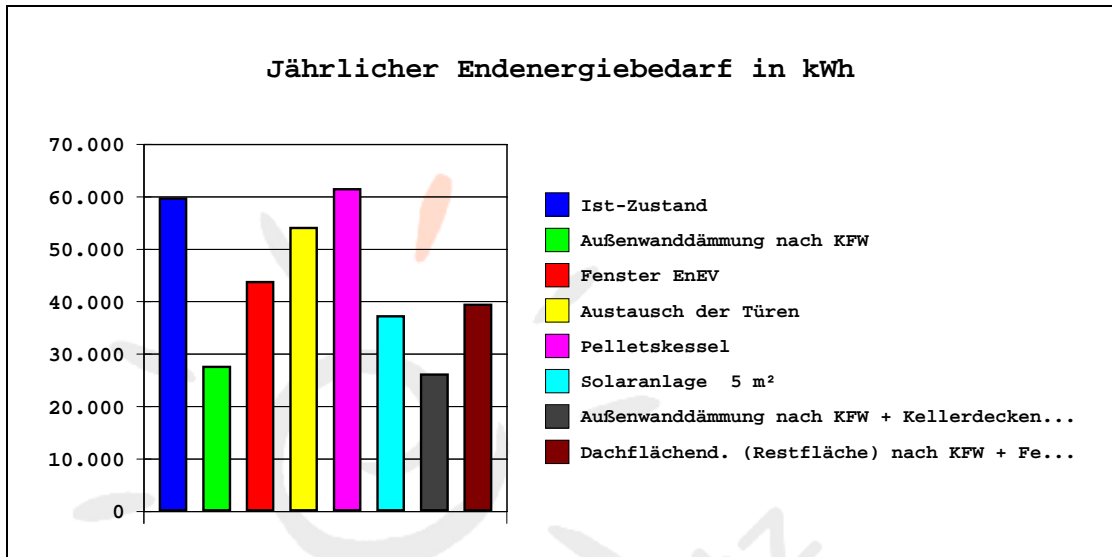
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWh
Erdgas	0,00	0,06
Flüssiggas	0,00	0,07
Heizöl	0,00	0,065
Steinkohle	0,00	0,032
Braunkohle	0,00	0,032
Tagstrom	0,00	0,19
Nachtstrom	0,00	0,13
Fern/Nahw. KWK fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. KWK ern.	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW ern.	0,00	0,05
Holz	0,00	0,03
Holz-Pellets	0,00	0,038
Sonstiges	0,00	0,00

Tabelle 9: Darlegung der Basiswerte

Bauteil	Einbauzustand	alt U-Wert W/m ² K	neu U-Wert W/m ² K
Außenwand	gegen Außenluft	1,652	0,217
Kellerdecke	unbeheizt unterhalb	0,837	0,228
Fenster	gegen Außenluft	2,900 / 5,400	1,400
Dach	gegen Außenluft	0,303	0,135
Decke	unbeheizt oberhalb	-	-
		Aufwandszahl	Aufwandszahl
Heizungsanlage		1,005 (Brennwertk.)	1,370 (Pelletk.)

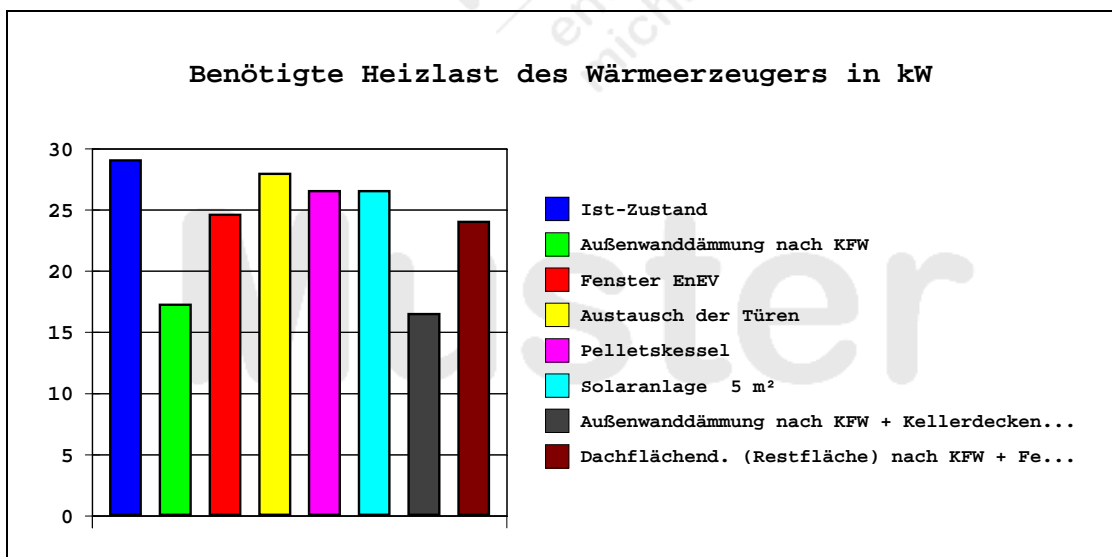
Die folgende Grafik veranschaulicht die möglichen Energieeinsparungen. Es sind die einzelnen zuvor beschriebenen Varianten auf ihren Energiebedarf untersucht worden.

Grafik 8: Energiebedarf des Gebäudes



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

Grafik 9: 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

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 vom 01.10.2007 (EnEV) auszuführen sind.

Variante: Außenwanddämmung nach KfW

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 140 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,217 W/m²K

Durch die Sanierung dieses Bauteils auf den KfW-Standard wird die Hüllfläche des Gebäudes stark verbessert. Der Transmissionswärmeverlust verringert sich durch diese Maßnahmen wesentlich. Das führt zu nicht unwesentlichen Energieeinsparungen. Diese Maßnahme ist zu ausdrücklich empfehlen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	29.121,60	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	29.121,60	€

Energie

Energiebedarf:	27.810,27	kWh/a
Energieeinsparung:	32.082,53	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	53,57	%
Energiekosten:	1.741,55	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.976,08	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	14,74	a
Dyn. Amortisation	12,28	a

Variante: Fenster EnEV

Maßnahmen dieser Variante:

Fenster, Austausch, neuer U-Wert: 1,400 W/m²K

Die Fenster sind einer der großen Schwachpunkte der Gebäudehülle. Die im Objekt eingebauten Fenster sind dem Baujahr entsprechend mit Isolierverglasung ausgestattet. Ein Teil der Fenster sind mit Einfachverglasung ausgestattet. Ein Austausch dieser Fenster gegen Fenster nach dem heutigen Standard (EnEV) würde eine erhebliche Aufwertung und Verbesserung im Bereich der Gebäudehülle ergeben. Der Transmissionswärmeverlust würde sich stark verringern und die Energiekosten stark sinken. Diese Maßnahme ist empfehlenswert.

Wirtschaftlichkeitsübersicht**Kosten**

Investitionskosten:	13.531,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	13.531,00	€

Energie

Energiebedarf:	43.938,81	kWh/a
Energieeinsparung:	15.953,99	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	26,64	%
Energiekosten:	2.738,93	€/a
Energiekosteneinsparung:	978,69	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,00	a
Stat. Amortisation	13,83	a
Dyn. Amortisation	11,66	a

Variante: Austausch der Türen

Maßnahmen dieser Variante:

Tür, Austausch der Türen, neuer U-Wert: 1,5 W/m²K

Für den Austausch der Türen (speziell der Haupteingangstür) spricht eine Verringerung des Lüftungswärmeverlustes. Auch die Verringerung des Transmissionswärmeverlustes durch den Ausbau der mit Einfachverglasung ausgestatteten Hauseingangstür verspricht eine erhebliche Energieeinsparung. Diese Maßnahme ist zu empfehlen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht**Kosten**

Investitionskosten:	2.420,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	2.420,00	€

Energie

Energiebedarf:	54.284,05	kWh/a
Energieeinsparung:	5.608,75	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	9,36	%
Energiekosten:	3.373,59	€/a
Energiekosteneinsparung:	344,03	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	25,00	a
Stat. Amortisation:	7,03	a
Dyn. Amortisation:	6,57	a

Variante: Pelletkessel

Maßnahmen dieser Variante:

Pelletkessel Neueinbau

Der Austausch der vorhandenen Anlagentechnik gegen eine Technik zur Nutzung von Biomasse (Holz) ist vor allem aus Klimaschutzgesichtspunkten in Erwägung zu ziehen. Dem Brennstoff Holz wird eine sogenannte CO₂ Neutralität zugesprochen. Bei der Verbrennung des Holzes entsteht keine zusätzliche CO₂ Produktion, weil das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ der Menge entspricht, die vom ursprünglichen Baum im Laufe seines Wachstums der Atmosphäre entzogen wurde. Zu berechnen sind nur CO₂ Emissionen, die bei dem Herstellungsprozess (Holzpellets) und beim

Transport entstehen. Die Funktionsweise eines Holzpelletkessels wird im Verlauf dieses Berichtes noch vertiefend beschrieben.

Auch aus Sicht der reinen Energiekosteneinsparung ist durch den günstigen Preis für Holzpellets pro entstehende kW/h ein Einbau dieser Technik in Betracht zu ziehen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	20.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	20.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	61.657,31	kWh/a
Energieeinsparung:	-1.764,51	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	-2,95	%
Energiekosten:	2.562,01	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.155,61	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	15,00	a
Stat. Amortisation:	17,31	a
Dyn. Amortisation:	13,94	a

Variante: Solaranlage 5 m²

Maßnahmen dieser Variante:

Solaranlage 5 m² Einbau

Eine Optimierung der Anlagentechnik durch eine Fachfirma garantiert dauerhafte Energieeinsparungen im Heizungs- und Warmwasserbereich. In Kombination mit einer Solaranlage für Warmwasser und Heizungsunterstützung ergibt dieses Maßnahmenpaket eine vernünftige Lösung im Bereich der Anlagentechnik.

Dieses Maßnahmenpaket ist zu empfehlen, da der Einbau einer Solaranlage aus Umweltgesichtspunkten immer in Erwägung gezogen werden sollte.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	6.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	6.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	37.468,08	kWh/a
Energieeinsparung:	22.424,72	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	37,44	%
Energiekosten:	2.366,06	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.351,56	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,00	a
Stat. Amortisation:	4,44	a
Dyn. Amortisation:	4,33	a

Variante: Außenwanddämmung nach KFW + Kellerdeckendämmung

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 140 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,217 W/m²K

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 80 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,228 W/m²K

Durch die Sanierung dieser Bauteile auf den KFW-Standard wird die Hüllfläche des Gebäudes stark verbessert. Der Transmissionswärmeverlust verringert sich durch diese Maßnahmen wesentlich. Das führt zu nicht unwesentlichen Energieeinsparungen. Diese Maßnahme ist zu ausdrücklich empfehlen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht**Kosten**

Investitionskosten:	33.728,80	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	33.728,80	€

Energie

Energiebedarf:	26.350,34	kWh/a
Energieeinsparung:	33.542,46	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	56,00	%
Energiekosten:	1.652,16	€/a
Energiekosteneinsparung:	2.065,46	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	38,30	a
Stat. Amortisation:	16,33	a
Dyn. Amortisation:	13,32	a

Variante: Dachflächend. (Restfläche) nach KFW + Fenster

Maßnahmen dieser Variante:

Dach Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,135 W/m²K
 Fenster, Austausch, neuer U-Wert: 1,400 W/m²K

Durch die Sanierung dieser Bauteile auf den KFW-Standard wird die Hüllfläche des Gebäudes stark verbessert. Der Transmissionswärmeverlust verringert sich durch diese Maßnahmen wesentlich. Das führt zu nicht unwesentlichen Energieeinsparungen. Diese Maßnahme ist zu ausdrücklich empfehlen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht**Kosten**

Investitionskosten:	17.140,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	17.140,00	€

Energie

Energiebedarf:	39.630,91	kWh/a
Energieeinsparung:	20.261,89	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	33,83	%
Energiekosten:	2.471,16	€/a
Energiekosteneinsparung:	1.246,46	€/a

Wirtschaftlichkeit

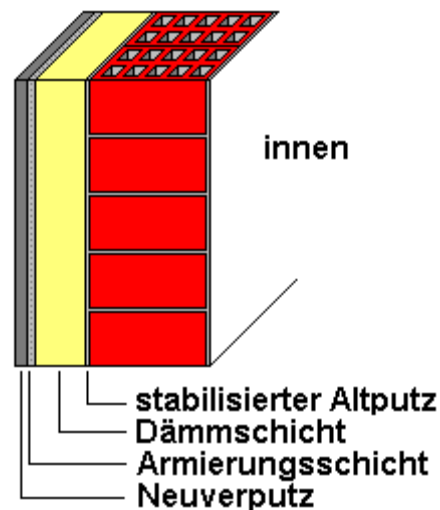
Mittlere Lebensdauer:	25,90	a
Stat. Amortisation:	13,75	a
Dyn. Amortisation:	11,61	a

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, sodass 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.

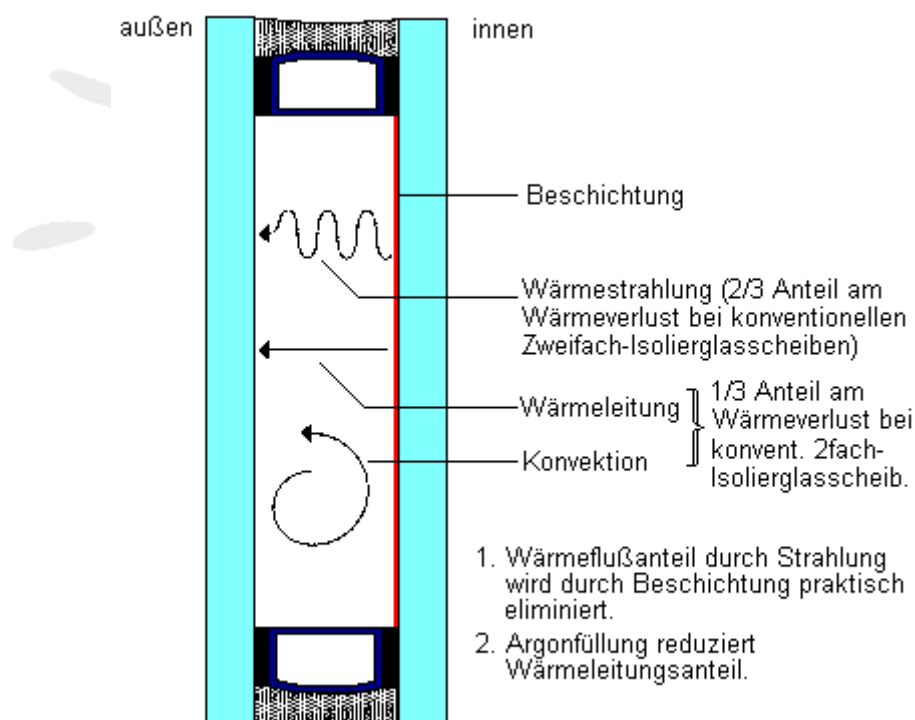
Die Durchführung dieser Sanierungsmaßnahme hat folgende positive Aspekte:

- 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

Wärmeschutzverglasung

Bei der Fenstererneuerung sollen gut wärmedämmende dicht schließende 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:

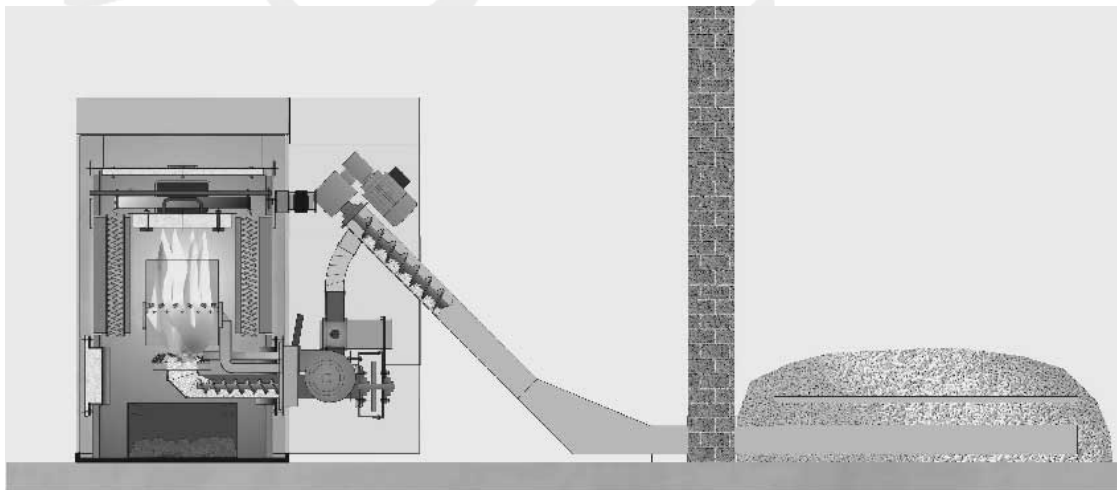
- Beim Einbau gut dichtender und gut wärmedämmender Fenster in eine schlecht oder mäßig gedämmte Außenwand kann es zu Feuchte und Schimmelbildung kommen, besonders in kaum beheizten Räumen wie Schlafzimmern. Sie sollten daher auf ein entsprechendes Lüftungsverhalten achten.
- Bei schlecht oder mäßig 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 Rolladenkastens, soweit vorhanden, verbessern oder außenliegende Rolläden verwenden.

Pelletkessel

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 einer modernen Pelletheizung gegeben sind.

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



Holzpelletkessel 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, also 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 ein- bis zweimal im Jahr zu leeren. Dies ist im Rahmen der normalen Heizungswartung möglich. Die Pelletpreise liegen momentan deutlich unter dem von Heizöl und Erdgas. Im Rahmen der Förderung durch die Bafa ist ein Förderzuschuss möglich.

Worauf Sie achten müssen:

- eine regelmäßige Entfernung der Asche ist notwendig
- es wird ein Lagerraum für die Pellets benötigt

Durch die Maßnahme ergeben sich folgende Vorteile:

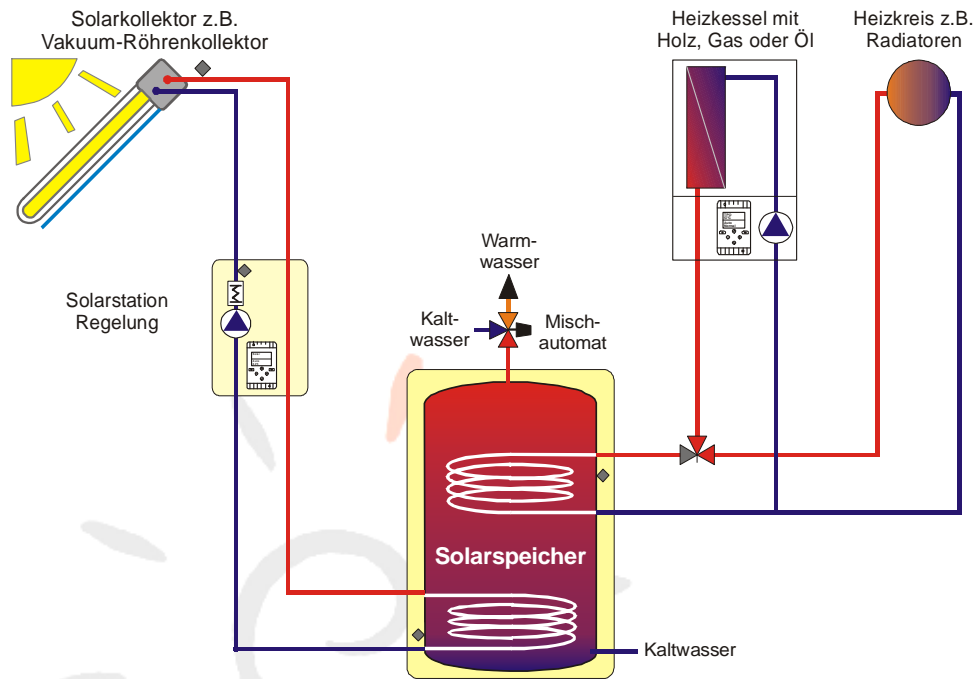
- die Emissionen an Luftschadstoffen verringern sich erheblich, weil die Verbrennung von Holz CO₂-neutral ist
- niedrige Betriebskosten

Thermische Solaranlage

Eine thermische Solaranlage erzeugt aus der Sonneneinstrahlung warmes Wasser zum Duschen, Baden etc.. Bei einer typischen Anlage für einen Drei- bis Vierpersonenhaushalt 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:

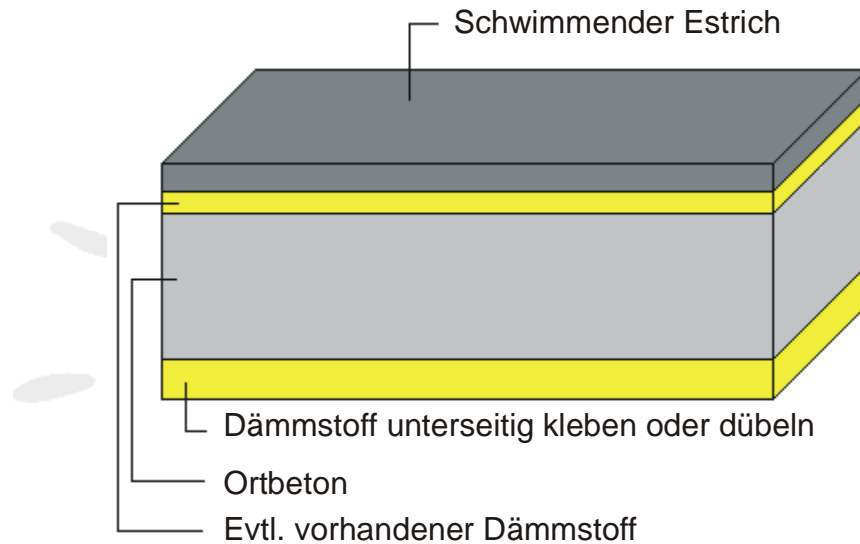
- Verringerung der Energiekosten
- Verringerung der Umweltbelastung
- nach außen sichtbares Symbol für moderne Technik und Umweltentlastung
- Unterstützung und Aufbau einer nachhaltigen Wirtschaftsweise

Muster

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

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 hingewandten 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 hydraulischer Abgleich 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	Minstdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W / mK Volle Anforderung	Minstdicke 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.

4.4. Nachrüstverpflichtung nach EnEV

Gemäß EnEV 2007 sind die Nachrüstplichten der EnEV 2004 weiterhin für alle Wohn- und Nichtwohngebäude wirksam. (Ausgenommen sind selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser, wenn sie bis zum 31.01.2002 erworben wurden.)

Die Anforderungen im Einzelnen:

Ungedämmte Heizungs- und Warmwasserleitungen müssen, sofern sie sich im unbeheiztem Gebäudebereich befinden, ebenso wie Armaturen gemäß EnEV gedämmt sein.

Heizkessel für flüssige oder gasförmige Brennstoffe müssen ausgetauscht werden, wenn sie vor dem Oktober 1978 eingebaut wurden und die Nennwärmeleistung zwischen 4 kW und 400 kW liegt. Heizkessel deren Brenner nach dem 1. November ausgetauscht wurden, bzw. die so modernisiert wurden, dass die z. Z. gültigen Abgas-Verlustgrenzwerte eingehalten werden, müssen zum 31.12.2008 außer Betrieb genommen werden. Niedertemperatur- oder Brennwert-Kessel müssen generell nicht ausgetauscht werden.

Oberste Geschossdecken, die nicht begehbar aber zugänglich sind, sind so zu dämmen, dass der U-Wert (Wärmedurchgangswert) von höchstens 0,3 W/ (m²K) gemäß EnEV eingehalten wird. (Dachgeschosse, die zu einem späteren Ausbau geeignet sind nicht betroffen.)

4.5. Hinweise zur Stromeinsparung (Förderbonus)

In diesem Abschnitt möchten wir Ihnen kurz einige Informationen zum Thema Stromverbrauch geben und die größten Stromverbraucher Ihres Haushalts aufzeichnen.

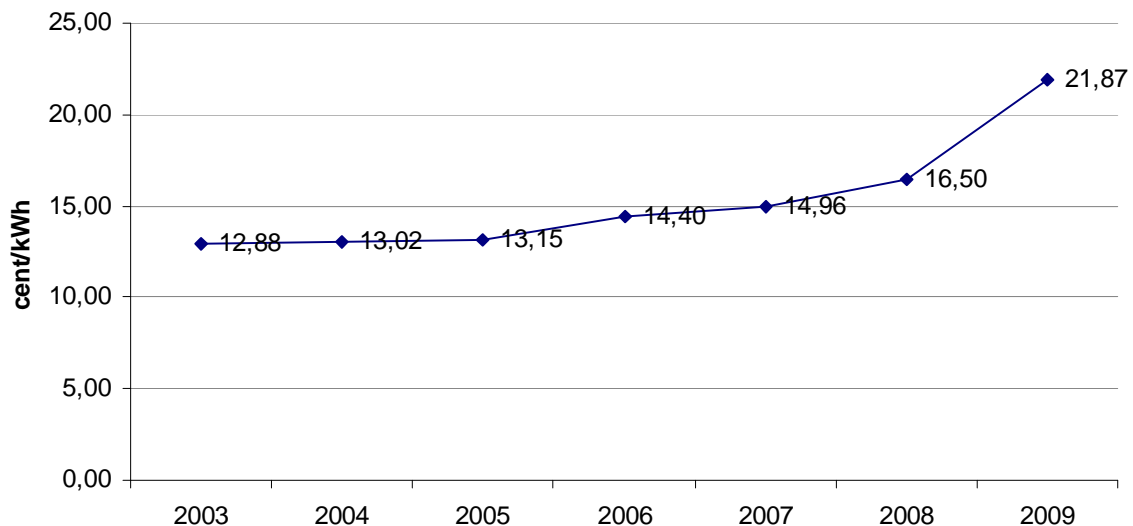
Wie viel Strom verbraucht ein Haushalt im Durchschnitt?

Im Schnitt verbraucht ein Haushalt 3.500 Kilowattstunden Strom im Jahr. In den neuen Bundesländern ist der Verbrauch deutlich niedriger. Der Stromverbrauch eines Singlehaushalts ist mit etwa 1.500 Kilowattstunden natürlich viel geringer. Große Familien mit vielen Elektrogeräten verbrauchen dafür spürbar mehr Strom. Eine Kilowattstunde Strom kostet für Haushalte derzeit ca. 21 Cent einschließlich aller Steuern und Abgaben. Die jährliche Stromrechnung liegt also bei 735,00 Euro, das sind monatlich etwa 61,25 Euro. Jeden Tag werden im Schnitt zehn Kilowattstunden Strom im Haushalt verbraucht.

Für Ihren Haushalt liegen uns leider keine Daten zum Stromverbrauch vor, sodass wir Sie auf die angegebenen Durchschnittswerte hinweisen möchten.

Im weiteren Verlauf finden Sie Tipps und Ratschläge zu den auch in Ihrem Haushalt vorkommenden „Stromfressern“.

Strompreisverlauf 2003 -2009



Kühltruhe (Gefriertruhe) und Kühlschrank

Diese Geräte zählen zu den größten Stromverbrauchern im Haus, da sie praktisch rund um die Uhr am Netz hängen. Regeln Sie diese Geräte nicht zu sehr nach unten.

Die idealen Temperaturen für Lebensmittel im Kühlschrank liegen bei ca. 7-8°C. Für Kühltruhen liegen die idealen Temperaturen bei minus 18-21°C. Falls die Geräte über keine Abtauautomatik verfügen, tauen Sie die Geräte spätestens alle 6 Monate ab um die Bildung eines Eispanzers im Inneren zu verhindern. Die Be- und Entlüftungsschlitze sollten Sie nicht abdecken.

Herde und Öfen

Das Erhitzen von Wasser auf Elektroherden sollten Sie vermeiden. Die Anschaffung eines Wasserkochers und das Zapfen von Wasser aus der Warmwasserleitung spart ca. 50% der Energie für die Erhitzung von Wasser. Nutzen sie beim Kochen die kleinstmöglichen Töpfe und verschließen Sie sie mit einem Deckel. Töpfe sollten möglichst immer zu der Größe der jeweiligen Herdplatte passen.

Waschmaschinen und Trockner

Beladen sie die Geräte nach Möglichkeit, stehst voll. Bei der Nutzung von modernen Waschmitteln können Sie auf Vor- und Kochwaschgänge meist verzichten. Das Trocknen von Wäsche im Wäschetrockner sollte möglichst vermieden werden, da

diese Geräte wahre „Stromfresser“ sind. Die Nutzung der guten alten Wäscheleine ist immer noch die sparsamste und umweltfreundlichste Alternative.

Ein Anschluss Ihrer Waschmaschine und Spülmaschine an die Warmwasserversorgung ist empfehlenswert. Es sollte geprüft werden, in wieweit diese Möglichkeit technisch umgesetzt werden kann

Fernseher

Achten Sie bei der Anschaffung eines neuen LCD oder Plasma Bildschirms auf den Stromverbrauch dieser Geräte. Verbraucht ein herkömmliches Röhrengerät mit 72cm Bildschirmdiagonale ca. 75 Watt, genehmigt sich ein gleich großer LCD-Bildschirm fast das Doppelte. Ein 127 cm Plasmabildschirm verbraucht z. B. stolze 350 Watt. Bei „Vielguckern“ kommen da im Jahr schon schnell 100 € bis 150 € Mehrkosten im Jahr zusammen.

Beleuchtung

Energiesparbirnen sind zwar in der Anschaffung teurer als herkömmliche Glühbirnen, verbrauchen aber wesentlich weniger und haben eine vielfach höhere „Lebenserwartung“. Der wesentlichste Vorteil von Energiesparlampen gegenüber

herkömmlichen Glühlampen liegt in der Lichtausbeute. Es werden ca. 25 Prozent des elektrischen Stroms in Licht umgewandelt. Bei herkömmlichen Glühlampen werden gerade mal 5 Prozent der aufgebrauchten elektrischen Energie in Licht umgewandelt. Der Rest wird an die Umgebung in Form von Wärme abgegeben. Mit dem Umstieg auf Energiesparbirnen kann ein durchschnittlicher Haushalt laut EU-Kommission im Jahr 50 Euro Kosten sparen - die teureren Anschaffungskosten schon eingerechnet.

Bitte beachten Sie!

Nach dem Beschluss des für Ökodesign zuständigen EU-Ausschusses wird am 1. September 2009 zunächst der Verkauf aller matten Birnen sowie der von klaren Birnen mit 100 Watt Leistung untersagt. Am 1. September 2010 folgen klare 75-Watt-Birnen. Für die Standardglühlampe mit 60 Watt gilt ab dem 1. September 2011 ein Verkaufsverbot. Am 1. September 2012 werden dann auch noch die letzten 40- und 25-Watt-Birnen vom Markt genommen.

Stand-by-Betrieb

Viele Elektrogeräte verbrauchen auch dann Strom, wenn sie ihre eigentliche Funktion gar nicht erfüllen, in Leerlauf- bzw. Warteposition (Stand-by) stehen und darauf warten, die eigentlichen Geräteaufgaben wieder aufzunehmen. Der Stand-by-Modus ist dabei zum Oberbegriff verschiedener Funktionen geworden, die unterschiedlich viel Strom verbrauchen können (z. B. Ready-Mode, Stand-by-Mode oder Sleep-Mode). Zu den Leerlaufverbrauchern gehört auch der Scheinausbetrieb, bei dem das Gerät zwar keine Funktion ausübt und (scheinbar) ausgeschaltet ist, dennoch aber Strom verbraucht. Zahlreiche Geräte in Haushalt und Büro sind nur scheinbar abgeschaltet, denn entweder besitzt das Gerät keinen Netzschalter oder es zieht Strom, obwohl der Netzschalter auf „aus“ steht.

Schalten Sie, wenn Sie Ihr Gerät nicht mehr brauchen, Ihr Gerät ganz ab. Am einfachsten machen Sie das mit einer abschaltbaren Steckerleiste, an die auch weitere Geräte angeschlossen werden können (DVB-Box, Sat-Receiver, Hi-Fi-Geräte). Eine ausschaltbare Steckerleiste kostet rd. 5 € und kann sich bereits nach wenigen Wochen bezahlt machen. Kaufen Sie möglichst nur Geräte, die sich vollständig vom Netz trennen lassen. *Quelle Verbraucherberatung*

Heizungs- und Warmwasserzirkulationspumpe

Wussten Sie, dass der jährliche Stromverbrauch von Umwälzpumpen in Heizungs- und Klimaanlage so hoch ist, wie der Stromverbrauch des gesamten Schienenverkehrs in Deutschland?

Die Heizungspumpe transportiert erwärmtes Wasser zu den Heizkörpern / Heizkreisen und abgekühltes Wasser wieder zurück zum Heizkessel. Sie hält den Kreislauf des Heizwassers in Gang, arbeitet etwa 6 000 Stunden im Jahr und gilt als Herzstück jeder Heizungsanlage. Behaglich warmes Wohnen wäre ohne die Heizungspumpe undenkbar.

Moderne geregelte Standard- oder geregelte Hocheffizienzpumpen können sich den unterschiedlichen Druckverhältnissen im Heizsystem anpassen. Etwa drei Viertel der Heizperiode arbeiten sie in Teillast. Das senkt den Stromverbrauch erheblich. Während alte Heizungspumpen bis zu 600 Kilowattstunden pro Jahr verbrauchen, begnügen sich geregelte Hocheffizienzpumpen schon mit 60 bis 150 Kilowattstunden. Kein großes elektrisches Haushaltsgerät besitzt solch ein hohes Sparpotenzial.

Eine Warmwasserzirkulationspumpe dient dazu, das warme Brauchwasser in einem Gebäude unverzüglich bereitzustellen. Dazu wird das Warmwasser, das in der Regel in einem Warmwasserspeicher vorgehalten wird, über die Trinkwasserleitungen permanent umgewälzt. Der Grund für dieses Vorgehen liegt darin, dass sich ohne Zirkulationspumpe das in einer Leitung befindliche Wasser abkühlt, und einem Verbraucher, der den Wasserhahn aufdreht, um warmes Wasser zu zapfen, zunächst nur das abgekühlte Wasser zur Verfügung steht. Dies gilt insbesondere in weitverzweigten Leitungsnetzen, bei denen die Strecke zwischen Warmwasserspeicher und Zapfhahn bauartbedingt sehr groß ist. Die hohen Gas- und Ölpreise machen die Zirkulationspumpe zu einem erheblichen Kostenfaktor, insbesondere wenn die Warmwasserrohre nicht oder nur unzureichend isoliert sind. Auch der Stromverbrauch der Pumpe ist zu berücksichtigen und durch die Nutzung eine Zeitschaltuhr zu verringern.

Elektrischer Durchlauferhitzer / Elektrischer WW Boiler

Fließend warmes Wasser benötigen wir täglich, sei es unter der Dusche, am Waschbecken oder für die Küchenspüle. Um warmes Wasser zu erhalten, nutzt man die Umwandlung von Öl, Gas, Fernwärme sowie Solarenergie und Erdwärme - aber natürlich auch Strom.

In Deutschland nutzen 20% der Haushalte Durchlauferhitzer oder elektrische Warmwasserspeicher zur Warmwasseraufbereitung. Wie so oft sind alle anderen

Möglichkeiten effizienter als Strom. Prüfen Sie deshalb, ob für Sie eine der anderen Varianten in Betracht kommen könnte. Für Diejenigen, die es sich leider nicht aussuchen können, hier einige Tipps zur effizienten Nutzung dieser Warmwassersysteme:

Für ein Vollbad benötigen Sie dreimal so viel Wasser und Strom wie für das Duschen.

Wenn Sie längere Zeit im Urlaub sind, schalten Sie Ihren elektrischen Warmwasserspeicher aus.

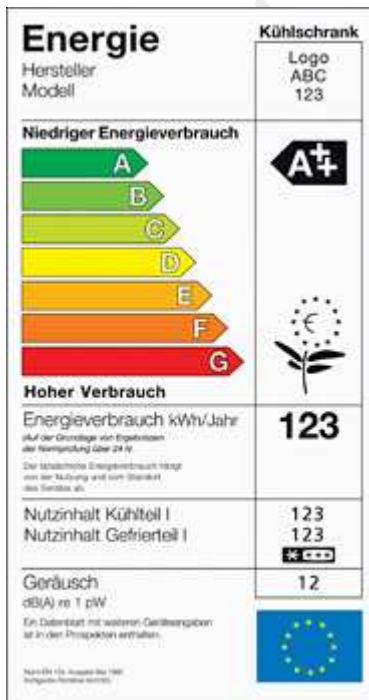
Eine Zeitschaltuhr stellt Ihren Boiler zu bestimmten Zeiten automatisch ein und aus, so wie Sie es vorher einstellen. So haben Sie beispielsweise früh beim Aufstehen, und wenn Sie von der Arbeit kommen, immer warmes Wasser. Die übrige Zeit ist, in der Sie keines benötigen, schaltet ihn die Zeitschaltuhr automatisch aus, sodass Sie nicht immer daran denken müssen.

Stellen Sie den Regler Ihres Warmwasserboilers auf die Stufe "E" wie effizient. Die meisten Geräte erhitzen bei dieser Stufe das Wasser auf ca. 60°C, was zur Legionellen-Vorbeugung völlig ausreicht.

Stellen Sie bei Ihrem Durchlauferhitzer die Temperatur, die Sie tatsächlich benötigen. So sparen Sie Strom und Wasser, da Sie nun auf das Zumischen von kaltem Wasser verzichten können. *Quelle: energiesparer24*

Der Kauf von neuen Haushaltsgeräten

Informieren Sie sich schon vor dem Kauf über die Stromeffizienz der einzelnen Modelle. Eine Hilfe bei vielen Geräten sind Labels, die den Energieverbrauch der Geräte kennzeichnen.



Folgende Haushaltsgeräte müssen wie es gesetzlich vorgeschrieben ist mit einem EU-Energielabel ausgestattet sein:

- Kühl- und Gefriergeräte und entsprechende Kombigeräte
- Waschmaschinen
- Wäschetrockner
- Kombinierte Wasch-Trockenautomaten
- Geschirrspüler
- Glühbirnen, Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren (Lichtquellen)

Elektrobacköfen

Die Gerätekennzeichnung und deren Energieeffizienzklassen A bis G machen Preis- und Qualitätsunterschiede sichtbar. A-Geräte sind besonders sparsam, bei der Klasse G ist der Energieverbrauch sehr hoch. Diese Einordnung wird mit farbigen Pfeilen abgebildet, damit Sie schnell erkennen können, wie ökonomisch die jeweiligen Geräte sind. Wenn Sie zwischen zwei Geräten mit demselben Buchstaben entscheiden, können Sie genaue Verbrauchswerte in der Zeile unter den farbigen Pfeilen ablesen.

Sonderfall: Kühl- und Gefriergeräte

Seit der Einführung des EU-Labels hat sich die Technik vor allem bei Kühl- und Gefriergeräten stark weiter entwickelt. Von den ursprünglichen Geräteklassen "A" bis "G" sind nur noch "A" und vereinzelt "B" zu finden, seit 2004 gibt es zusätzlich "A+" und "A++". Deshalb weist die Kennzeichnung mit "A" oder "B" heute auf ein Gerät mit veralteter Technik und vergleichsweise hohem Energieverbrauch hin. Modelle der Klasse "A++" sparen gegenüber der Klasse "A" bis zu 45 Prozent Strom.

5. Schadstoffbilanz

Die Gefahr einer Klimakatastrophe verstärkt zurzeit 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 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 beim 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.

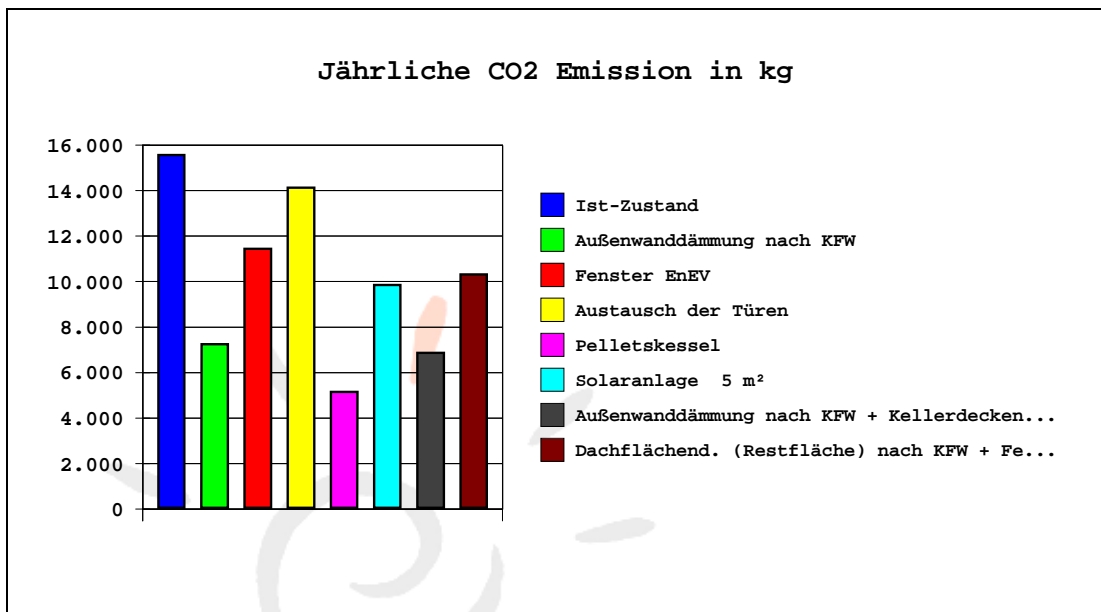
Tabelle 11: spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger¹

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

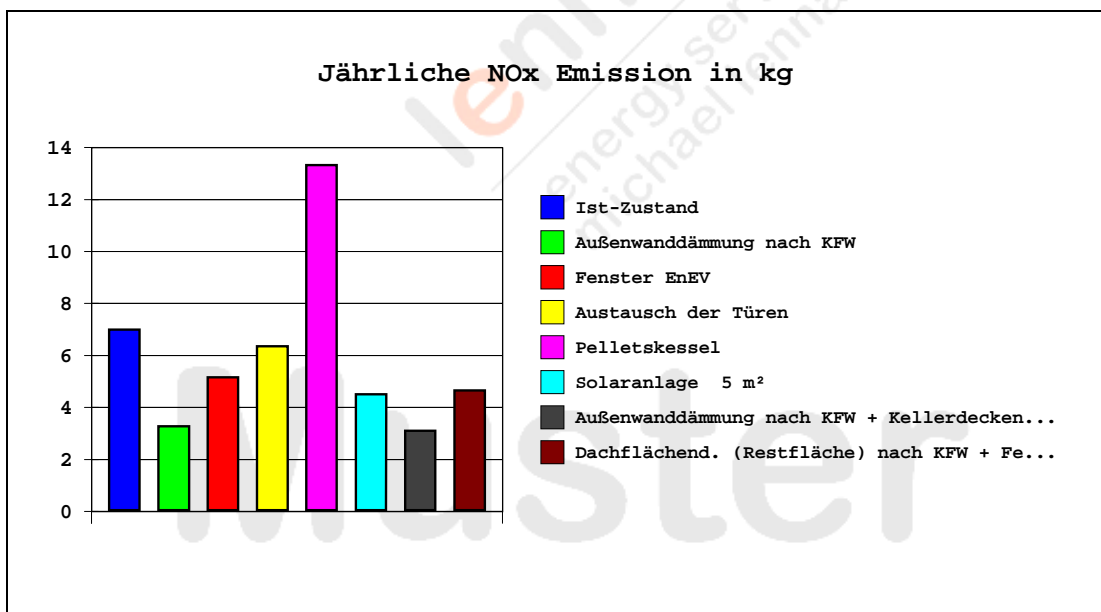
Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen auf den Schadstoffausstoß für CO₂ und NO_x sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

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 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 EnquêtKommission 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.

Wir stehen Ihnen gern bei der Suche einer passenden Förderung zur Seite. Mithilfe unserer speziellen Suchprogramme für Förderungen haben wir die Möglichkeit eine auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittene Förderung zu nennen.

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 410,- €) und mit 105,- 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 zugutekommt. 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 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

© Kreditanstalt für Wiederaufbau, Postfach 11 11 41, D-60046 Frankfurt am Main, 069/7431-0 www.kfw.de

8. Glossar

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

Wärmeleitfähigkeit: Die Wärmeleitfähigkeit in $W/(mK)$ gibt an, welche Wärmemenge in einer Stunde durch einen Quadratmeter einer 1 m dicken Baustoffschicht hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen 1 Kelvin beträgt. Sie ist ein wichtiges Kriterium für die Qualität von Dämmstoffen. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaften des Baustoffs. Die Wärmeleitfähigkeit wird von der Dichte des Baustoffes und der Feuchtigkeit beeinflusst. Je mehr Poren ein Baustoff hat, desto geringer ist die Wärmeleitfähigkeit, da Luft gut dämmt. Je mehr Feuchtigkeit ein Baustoff hat, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit. Ein Baustoff mit einer geringen Dichte und einer geringen Feuchtigkeit hat also gute Dämmeigenschaften.

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

Temperatur-Korrekturfaktor (F_{xi}): dimensionsloser Faktor zur Berechnung des Heizwärmebedarfs.

Transmissionswärmeverlust (H_T): Er entsteht infolge der Wärmeableitung über die Umschließungsflächen beheizter Räume, wie Wände, Fußböden, Decken oder Fenster. Nach der EnEV stellt der Transmissionswärmeverlust den Wärmestrom durch die Außenbauteile je Grad Kelvin Temperaturdifferenz dar (W/K). Es gilt: Je kleiner der Wert, umso besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle. Durch zusätzlichen Bezug auf die wärme übertragende Umfassungsfläche liefert der Wert ; ($H_T' / W/m^2K$) einen wichtigen Hinweis auf die Qualität des Wärmeschutzes.

Lüftungswärmeverlust: Der Lüftungswärmeverlust stellt jene Wärmemenge dar, die in der Praxis durch Lüftungsvorgänge, Undichtheiten, Schornsteinzug usw. mit der Abluft aus dem Haus entweicht.

Heizwärmebedarf: Hierbei handelt es sich um die Wärmemenge, die erforderlich ist, um Transmission und Lüftung eines Gebäudes zu decken. Heizungsverluste und Warmwasser sind hierin nicht enthalten.

Heizenergiebedarf: Der Heizenergiebedarf ist diejenige Endenergie, die der Heizungsanlage eines Gebäudes zugeführt werden muss, damit sie den Heizwärmebedarf des Gebäudes decken kann. Die Heizenergie ist gleich der Heizwärme zuzüglich der Verluste in der Heizungsanlage und in der Verteilung.

Trinkwasserwärmebedarf: Ist die Energiemenge, die zur Erwärmung dem Trinkwasser zugeführt werden muss. Verluste bei der Energieumwandlung (z. B. Verluste des Heizkessels), der Verteilung und sonstige technische Verluste sind nicht enthalten. Er wird bei einer Berechnung nach der EnEV pauschal mit 12,5 kWh/m²a angesetzt. Dies entspricht einem Bedarf von 23 l/Person/Tag.

Endenergiebedarf: Der Endenergiebedarf ist die berechnete Energiemenge, die zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird. Die Endenergie sollte dabei im Allgemeinen der vom Energieerzeuger berechneten Menge Heizöl (Liter), Erdgas (m³ oder kWh) oder Strom (kWh) entsprechen. Für den Verbrauch bedeutet dies im Normalfall bei Wohngebäuden den Heiz- oder Warmwasserenergieverbrauch, wie er auf den Verbrauchsabrechnungen zu finden ist. Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

Endenergieverbrauch: Auch wenn es im physikalischen Sinne keinen Verbrauch gibt, da es sich immer nur um Energieumwandlungen handelt, wird dieser Begriff dennoch verwendet, um die tatsächlich in Anspruch genommene bzw. umgesetzte Energie zu beschreiben.

Anlagenaufwandszahl: Die Anlagenaufwandszahl stellt das Verhältnis von Aufwand und Nutzen (z. B. eingesetzter Brennstoff zu abgegebener Wärmeleistung) eines gesamten Anlagensystems dar. Je kleiner die A. ist, umso effizienter ist die Anlage. Die A. schließt auch die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien ein. Deshalb kann dieser Wert auch kleiner als 1,0 sein. Bei A. ist die Primärenergie einbezogen. Die Zahl gibt also an, wie viele Einheiten (kWh) Energie aus der Energiequelle (z. B. einer Erdgasquelle) gewonnen werden müssen, um mit der beschriebenen Anlage eine Einheit Nutzwärme im Raum bereitzustellen. Die Anlagenaufwandszahl hat nur für die Gebäudeausführung Gültigkeit, für die sie berechnet wurde.

Primärenergiebedarf: Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude und der Verteilung, Speicherung im Gebäude anfallen.

Brennwert: Bei Brennstoffen unterscheidet man zwei Wärmewerte: den Brennwert H_o (früher: oberer Heizwert) und den Heizwert H_u (früher: unterer Heizwert). Der Brennwert gibt die gesamte Wärmemenge an, die bei der Verbrennung frei wird, also auch die Wärme, die im Wasserdampf der Abgase (Wasserdampfkondensation) gebunden ist. Der Heizwert dagegen berücksichtigt nur die Wärme, die ohne Abgaskondensation nutzbar ist. Bei Erdgas liegt der Brennwert deutlich höher als der Heizwert - um 11%.

Kesselwirkungsgrad: Die wesentlichen Verluste einer Kesselanlage entstehen durch, im Abgas mitgeführte Wärmeverluste (Abgasverluste), Oberflächenverluste des Heizkessels während des Brennerbetriebs. Diese ergeben zusammen den Kesselwirkungsgrad (Verhältnis von abgegebener Kessel-Nennleistung zum Energieaufwand).

Energiebilanz: differenzierte Darstellung der Energieflüsse zwischen dem Gebäude und der Umgebung. Die Summe aller Energieverluste abzüglich der Energiegewinne ist der End-Energiebedarf.

Gradtagzahl: Sie ist ein Maß für den Wärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode mit der Einheit [Kd/a]. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der gewünschten Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur dar und ist somit ein Hilfsmittel zu Bestimmung des Wärmebedarfes eines Wohnraumes.

Heizlast: Unter Heizlast versteht man die zum Aufrechterhalt einer bestimmten Raumtemperatur notwendige Wärmezufuhr, sie wird in Watt angegeben. Die Heizlast richtet sich nach der Lage des Gebäudes, der Bauweise der wärme übertragenden Gebäudeumfassungsflächen und dem Bestimmungszweck der einzelnen Räume. Nach der Heizlast richtet sich die Auslegung der Heizungsanlage.

Bezugsfläche: Die Bezugsfläche (Gebäudenutzfläche A_N) wurde gemäß Energieeinsparverordnung aus dem beheizten Gebäudevolumen abgeleitet. Die tatsächliche Wohnfläche liegt i.d. R. etwa 20 – 40 % unter dieser errechneten Fläche.

Luftwechselrate: Die Luftwechselrate n in der Einheit [1/h] ist eine Zahl welche angibt, wie oft das Raumvolumen/Gebäudevolumen in einer Stunde ausgetauscht wird. Sie spielt in der Lüftung von Gebäuden eine Rolle. Bei einem Luftwechsel von 0,7 /h wird in einer Stunde das 0,7-fache (= 70 %) des Raum-/Gebäudevolumens mit Außenluft ausgetauscht.

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

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

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

EnEV (Energieeinsparverordnung): Seit dem 1.2.2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV) und löst damit die Wärmeschutzverordnung '95 ab. Diese begrenzt nun den Transmissionswärmebedarf etwa auf den Stand der vorherigen Niedrigenergiehausqualität und begrenzt zusätzlich den Primärenergiebedarf. Damit wird zusätzlich die Qualität der gesamten Heizungsanlage, der Warmwasserbereitung sowie die Effizienz der Bereitstellung des verwendeten Energieträgers berücksichtigt. Es wird also die gesamte Prozesskette von der Primärenergiegewinnung bis zur Wärmeübergabe im Raum betrachtet.

9. Anhang

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

Volumenberechnung

Anz	Volumenberechnung	Volumen m ³	Kommentar
1	10,13 * 10,525 * 2,375	253,22	Keller gesamt
-1	1,205 * 4,450 * 2,375	-12,74	Keller Abzug außen
1	10,13 * 10,525 * 2,75	293,20	EG gesamt
-1	1,205 * 4,450 * 2,75	-14,75	EG Abzug außen
1	10,13 * 10,525 * 2,55	271,88	OG gesamt
1	1,205 * 4,450 * 2,55	13,67	OG Abzug außen
1	4,57 * 8,775 * 2,75	110,28	EG Arbeitsbereich
1	Flachdach	21,32	
1	Flachdach	8,02	
-1	-	-84,84	
	Gesamtvolumen	859,26	

Flächenberechnung

Anz	Flächenberechnung	Fläche m ²	Kommentar
Pos. 1 / Wand / Erdreich / AW Keller Gladbecker Str.			
1	10,13 * 2,375	24,06	
2	10,525 * 2,375	49,99	
1	2,00 * 2,375	4,75	
	Gesamtfläche	78,80	
Pos. 2 / Tür, ohne Ausrichtung / Außenluft / Kellereingangstür			
1	2,20 * 1,00	2,20	
	Gesamtfläche	2,20	
Pos. 3 / Fenster, Süd / Außenluft / Einfachglas_Fenster			
2	1,00 * 0,40	0,80	Kellerfenster
	Gesamtfläche	0,80	
Pos. 4 / Fenster, Ost / Außenluft / Einfachglas_Fenster			
1	1,00 * 0,40	0,40	Kellerfenster
	Gesamtfläche	0,40	
Pos. 5 / Wand / Außenluft / Aw EG + OG Gladbecker Str			
2	10,13 * 2,75	55,72	EG
1	9,32 * 2,75	25,63	EG
1	2,125 * 2,75	5,84	EG
2	10,13 * 2,55	51,66	OG
2	10,525 * 2,55	53,68	OG
1	8,775 * 2,75	24,13	EG Arbeitsbereich
2	4,57 * 2,75	25,14	EG Arbeitsbereich
1	0,32 * 2,75	0,88	EG Arbeitsbereich
	Gesamtfläche	242,68	
Pos. 6 / Tür, Nord / Außenluft / Hauseingangstür			
1	2,20 * 1,20	2,64	
	Gesamtfläche	2,64	
Pos. 7 / Fenster, Süd / Außenluft / Isolierglas_Fenster			
1	2,30 * 1,20	2,76	Fenster EG + OG

2	1,20 * 1,20	2,88	Fenster EG + OG
1	2,70 * 1,60	4,32	Fenster EG + OG
2	1,80 * 1,60	5,76	Fenster EG + OG
2	1,00 * 2,20	4,40	Fenster EG + OG
	Gesamtfläche	20,12	
Pos. 8 / Fenster,Nord / Außenluft / Isolierglas_Fenster			
2	1,20 * 1,20	2,88	Fenster EG + OG
3	1,40 * 0,70	2,94	Fenster EG + OG
	Gesamtfläche	5,82	
Pos. 9 / Fenster,Ost / Außenluft / Isolierglas_Fenster			
4	1,20 * 1,20	5,76	Fenster EG + OG
	Gesamtfläche	5,76	
Pos. 10 / Fenster,West / Außenluft / Isolierglas_Fenster			
4	1,20 * 1,20	5,76	Fenster EG + OG
	Gesamtfläche	5,76	
Pos. 11 / Wand / unbeheizte Räume / IW Keller Gladbecker Str.			
1	3,885 * 2,55	9,91	Keller Trennwand
1	5,385 * 2,55	13,73	
1	4,465 * 2,55	11,39	
1	3,84 * 2,55	9,79	
	Gesamtfläche	44,82	
Pos. 12 / Tür,ohne Ausrichtung / unbeheizte Räume / Standardtür			
2	2,00 * 1,00	4,00	Kellertüren
	Gesamtfläche	4,00	
Pos. 13 / Grundfläche / Kellerdecke / Kd Bestand 1969 - 1977			
1	10,13 * 10,525	106,62	
-1	1,205 * 4,450	-5,36	
-1	3,135 * 4,465	-14,00	
-1	3,885 * 4,215	-16,38	
	Gesamtfläche	70,88	
Pos. 14 / Grundfläche / Erdreich, Bodenplatte / Bp Bestand 1969 - 1977			
1	10,13 * 10,525	106,62	
-1	1,205 * 4,450	-5,36	
-1	3,135 * 4,465	-14,00	
-1	3,885 * 4,215	-16,38	
1	4,57 * 8,775	40,10	
	Gesamtfläche	110,98	
Pos. 15 / Dach / Außenluft / Flachdach begrünt neu			
1	10,13 * 10,525	106,62	
-1	1,205 * 4,450	-5,36	
	Gesamtfläche	101,26	
Pos. 16 / Dach / Außenluft / Flachdach_warmstand. alt			
1	4,57 * 8,775	40,10	
	Gesamtfläche	40,10	

Aufbau der Konstruktionselemente**AW Keller Gladbecker Str.**

Pos.Nr. 1

Einbauzustand:	Wand / Erdreich				
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
1,675	0,597	-	75,78	75,4	593,0

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalksandstein_1600	365,00	0,790	0,4620	100,0
2	Zement, Sand	5,00	1,000	0,0050	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0000	100,0

Kellereingangstür

Pos.Nr. 2

Einbauzustand:	Tür,ohne Ausrichtung / 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
4,000	0,250	0,51	8,80	2,2	-

Einfachglas_Fenster

Pos.Nr. 3

Einbauzustand:	Fenster,Süd / 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
5,200	0,192	0,88	4,16	0,8	-

Einfachglas_Fenster

Pos.Nr. 4

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
5,200	0,192	0,88	2,08	0,4	-

Aw EG + OG Gladbecker Str

Pos.Nr. 5

Einbauzustand:	Wand / 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
1,652	0,605	-	334,66	202,58	510,0

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Normalmörtel NM	10,00	1,200	0,0083	100,0
2	Voll-Hochlochzieg_1600	240,00	0,680	0,3529	100,0
3	Klinker_1800	60,00	0,810	0,0741	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Hauseingangstür

Pos.Nr. 6

Einbauzustand:	Tür,Nord / 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
4,000	0,250	0	10,56	2,64	-

Isolierglas_Fenster

Pos.Nr. 7

Einbauzustand:	Fenster,Süd / 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
2,900	0,345	0,75	58,35	20,12	-

Isolierglas_Fenster

Pos.Nr. 8

Einbauzustand:	Fenster,Nord / 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
2,900	0,345	0,75	16,88	5,82	-

Isolierglas_Fenster

Pos.Nr. 9

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
2,900	0,345	0,75	16,70	5,76	-

Isolierglas_Fenster

Pos.Nr. 10

Einbauzustand:	Fenster,West / 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
2,900	0,345	0,75	16,70	5,76	-

IW Keller Gladbecker Str.

Pos.Nr. 11

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
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
1,774	0,564	-	36,21	40,82	384,0

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalksandstein_1600	240,00	0,790	0,3038	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Standardtür

Pos.Nr. 12

Einbauzustand:	Tür,ohne Ausrichtung / unbeheizte Räume				
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
2,200	0,455	-	4,40	4,0	-

Kd Bestand 1969 - 1977

Pos.Nr. 13

Einbauzustand:	Grundfläche / Kellerdecke				
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
0,837	1,195	-	32,63	70,88	448,2

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1700	100,0
1	Estrich,Zement	40,00	1,400	0,0286	100,0
2	Mineralfaser_040	30,00	0,040	0,7500	100,0
3	Beton	160,00	2,100	0,0762	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1700	100,0

Bp Bestand 1969 - 1977

Pos.Nr. 14

Einbauzustand:	Grundfläche / Erdreich, Bodenplatte				
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
0,958	1,044	-	42,53	110,98	540,6

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1700	100,0
1	Estrich,Zement	40,00	1,400	0,0286	100,0
2	Polystyrol_H_040	30,00	0,040	0,7500	100,0
3	Beton	200,00	2,100	0,0952	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0000	100,0

Muster

Flachdach begrünt neu

Pos.Nr. 15

Einbauzustand:	Dach / 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
0,135	7,407	-	13,67	101,26	551,5

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Gipsputz	10,00	0,350	0,0286	100,0
2	Beton_2400	180,00	2,000	0,0900	100,0
3	Bitumen	0,20	0,170	0,0012	100,0
4	Polyethylenfolie_920	4,00	0,330	0,0121	100,0
5	exp. Kork_045	220,00	0,045	4,8889	100,0
6	PA-Folien	12,00	0,230	0,0522	100,0
7	Kupfer	5,00	380,000	0,0000	100,0
8	Blähperlit_055	30,00	0,055	0,5455	100,0
9	PE-Folie	0,10	0,230	0,0004	100,0
10	Filzunterlage	40,00	0,050	0,8000	100,0
11	Torfmuld	100,00	0,116	0,8621	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Flachdach_warmstand. alt

Pos.Nr. 16

Einbauzustand:	Dach / Außenluft				
Kommentar:	R'W-Werte nach Angaben				
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
0,303	3,300	-	12,15	40,1	484,6

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
2	Beton	160,00	2,100	0,0762	100,0
3	PE-Folie	0,10	0,230	0,0004	100,0
4	exp. PS-Schaum_040	40,00	0,040	1,0000	100,0
5	Bitumendachbahn	3,00	0,170	0,0176	100,0
6	Bitumendachbahn	2,00	0,170	0,0118	100,0
7	extr. PS-Schaum_040	80,00	0,040	2,0000	100,0
8	Glasvlies-Bitumen	2,00	0,170	0,0118	100,0
9	Sand, Kies	50,00	2,000	0,0250	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Übersicht der Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Bauherr: Manfred Mustermann
Projekt: Musterstraße 1 in 12345 Musterhausen
Strasse: Musterstraße 1
Ort: 12345 Musterhausen
Baujahr: 1974

Verzinsung: 4,0 %
Energiepreissteigerung: 8,0 %
Betrachtungszeitraum: 15,0 a
Mittelwertfaktor: 1,8

Hinweis: Der Mittelwertfaktor wird aus Verzinsung, Energiepreisteuerung und Betrachtungszeitraum berechnet. Er wird genutzt, um den mittleren Energiepreis bei der dynamischen Betrachtung abzuschätzen. Eine Mittelwertfaktor von 2 bedeutet, dass der mittlere Energiepreis im Betrachtungszeitraum durchschnittlich doppelt so hoch sein wird wie aktuell.

Muster

Variante: Außenwanddämmung nach KfW**Kosten**

Investitionskosten:	29.121,60	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	29.121,60	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	1.741,55	€/a
Dynamische Energiekosten:	4.691,40	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.976,08	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	4.691,40	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,02	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh:	0,05	€/kWh
Statische Annuität:	728,04	€/a
Dynamische Annuität:	1.471,32	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	2.469,59	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.691,40	€/a

Energie

Energiebedarf:	27.810,27	kWh/a
Energieeinsparung:	32.082,53	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	53,57	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	14,74	a
Dyn. Amortisation	12,28	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	18.392,41	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	20.182,08	€

Variante: Fenster EnEV**Kosten**

Investitionskosten:	13.531,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	13.531,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.738,93	€/a
Dynamische Energiekosten:	5.930,36	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	978,69	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	5.930,36	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,03	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,05	€/kWh
Statische Annuität:	541,24	€/a
Dynamische Annuität:	866,15	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.280,17	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.930,36	€/a

Energie

Energiebedarf:	43.938,81	kWh/a
Energieeinsparung:	15.953,99	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	26,64	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,00	a
Stat. Amortisation	13,83	a
Dyn. Amortisation	11,66	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	6.048,02	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	7.217,96	€

Variante: Austausch der Türen**Kosten**

Investitionskosten:	2.420,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	2.420,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	3.373,59	€/a
Dynamische Energiekosten:	6.392,59	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	344,03	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	6.392,59	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,02	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,03	€/kWh
Statische Annuität:	96,80	€/a
Dynamische Annuität:	154,91	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.470,39	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	6.392,59	€/a

Energie

Energiebedarf:	54.284,05	kWh/a
Energieeinsparung:	5.608,75	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	9,36	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,00	a
Stat. Amortisation	7,03	a
Dyn. Amortisation	6,57	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	1.739,09	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	1.784,09	€

Variante: Pelletkessel**Kosten**

Investitionskosten:	20.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	20.000,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.562,01	€/a
Dynamische Energiekosten:	6.535,91	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.155,61	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	6.535,91	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	-0,76	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	-1,02	€/kWh
Statische Annuität:	1.333,33	€/a
Dynamische Annuität:	1.798,82	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.895,34	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	6.535,91	€/a

Energie

Energiebedarf:	61.657,31	kWh/a
Energieeinsparung:	-1.764,51	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	-2,95	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	15,00	a
Stat. Amortisation	17,31	a
Dyn. Amortisation	13,94	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	1.414,28	€

Variante: Solaranlage 5 m²**Kosten**

Investitionskosten:	6.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	6.000,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.366,06	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	4.816,27	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.351,56	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	4.816,27	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,01	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,02	€/kWh
Statische Annuität:	300,00	€/a
Dynamische Annuität:	441,49	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	2.666,06	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.816,27	€/a

Energie

Energiebedarf:	37.468,08	kWh/a
Energieeinsparung:	22.424,72	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	37,44	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	20,00	a
Stat. Amortisation	4,44	a
Dyn. Amortisation	4,33	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	4.668,21	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	4.700,69	€

Variante: Außenwanddämmung nach KFW + Kellerdeckendämmung**Kosten**

Investitionskosten:	33.728,80	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	33.728,80	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	1.652,16	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	4.790,39	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	2.065,46	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	4.790,39	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,03	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,05	€/kWh
Statische Annuität:	880,65	€/a
Dynamische Annuität:	1.735,58	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	2.532,81	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.790,39	€/a

Energie

Energiebedarf:	26.350,34	kWh/a
Energieeinsparung:	33.542,46	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	56,0	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	38,30	a
Stat. Amortisation	16,33	a
Dyn. Amortisation	13,32	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	19.347,88	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	21.998,34	€

Variante: Dachflächend. (Restfläche) nach KFW + Fenster**Kosten**

Investitionskosten:	17.140,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	17.140,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.471,16	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	5.643,90	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.246,46	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	5.643,90	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,03	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,05	€/kWh
Statische Annuität:	661,78	€/a
Dynamische Annuität:	1.074,79	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.132,94	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.643,90	€/a

Energie

Energiebedarf:	39.630,91	kWh/a
Energieeinsparung:	20.261,89	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	33,83	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,90	a
Stat. Amortisation	13,75	a
Dyn. Amortisation	11,61	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	8.039,95	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	9.454,78	€

Vollkostenrechnung

Vollkostenrechnung						
eventuelle Förderungen sind nicht berücksichtigt!	Istzustand (berechnete Werte)	Außenwanddämmung nach KfW	Fenster EnEV	Austausch der Türen	Pelletkessel	Solaranlage 5 m ²
mittl. Lebensdauer		40,0 Jahre	25,0 Jahre	25,0 Jahre	15,0 Jahre	20,0 Jahre
gesamt Investition	-----	29.121,60 €	13.531,00 €	2.420,00 €	20.000,00 €	6.000,00 €
Kapitalkosten anno						
Wärmeerzeuger	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	566,67 €/a	-- €/a
Anlagentechnik	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	300,00 €/a	212,50 €/a
Kaminausbau	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a
Fenster	-- €/a	-- €/a	-- €/a	74,00 €/a	-- €/a	-- €/a
Baustoffe	-- €/a	538,75 €/a	359,24 €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a
Montagekosten	-- €/a	189,29 €/a	182,00 €/a	22,80 €/a	466,67 €/a	87,50 €/a
Energiekosten anno						
Grundpreis	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a
Arbeitspreis	3.717,62 €/a	1.741,55 €/a	2.738,93 €/a	3.373,59 €/a	2.562,01 €/a	2.366,06 €/a
Wartungskosten anno						
Kaminfeger / Wartung	220,00 €/a	220,00 €/a	220,00 €/a	220,00 €/a	350,00 €/a	300,00 €/a
Emmissionsmess.	60,00 €/a	60,00 €/a	60,00 €/a	60,00 €/a	60,00 €/a	60,00 €/a
ca. Stromkosten Warmwasserbereitung						
	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a	-- €/a
Gesamtkosten anno	3.997,62 €/a	2.749,59 €/a	3.560,17 €/a	3.750,39 €/a	4.305,35 €/a	3.026,06 €/a

Vollkostenrechnung			
eventuelle Förderungen sind nicht berücksichtigt!	Außenwanddämmung nach KfW + Kellerdeckendämmung	Dachflächen. (Restfläche) nach KfW + Fenster EnEV	
mittl. Lebensdauer	38,3 Jahre	25,9 Jahre	
gesamt Investition	33.728,80 €	17.140,00 €	
Kapitalkosten anno			
Wärmeerzeuger	-- €/a	-- €/a	
Anlagentechnik	-- €/a	-- €/a	
Kaminausbau	-- €/a	-- €/a	
Fenster	-- €/a	346,76 €/a	
Baustoffe	603,39 €/a	108,11 €/a	
Montagekosten	277,25 €/a	206,91 €/a	
Energiekosten anno			
Grundpreis	-- €/a	-- €/a	
Arbeitspreis	1.652,16 €/a	2.471,16 €/a	
Wartungskosten anno			
Kaminfeger /Wartung	220,00 €/a	220,00 €/a	
Emmissionsmess.	60,00 €/a	60,00 €/a	
ca. Stromkosten Warmwasserbereitung			
	-- €/a	-- €/a	
Gesamtkosten anno	2.812,80 €/a	3.412,94 €/a	

Bitte beachten sie, dass eventuelle Preissteigerungen / Preissenkungen und Verzinsung von Kapital in dieser Berechnung nicht berücksichtigt sind!



Muster

energy services michael lennartz

Michael Lennartz
Uhlandstraße 9
D 45657 Recklinghausen

Telefon 02361 1066576
Fax 02361 3062104
Mobil 0173 3072174

E-mail info@esml.de

Website www.esml.de



Aussteller von Energieausweisen mit

