Beratungsbericht zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

Gebäude:

Einfamilienhaus
XXXXXXXXXXgasse 11
7XXXX KXXXXXd

Auftraggeberin / Beratungsempfängerin:

XXXXXX XXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXX

Projekt: 0805

Beraternr. bei BAFA:

152335

Bearbeiter:

Torsten Frömchen Dipl.-Ing.
Frömchen, Goslar & Partner
Freie Architekten
Redtenbacherstraße 4
76133 Karlsruhe
Tel. 0721 - 38 48 98 98
Fax 0721 - 38 48 98 97
www.fgp-architekten.de
kontakt@fgp-architekten.de

Erstelldatum:

Karlsruhe 18.2.2009

Unterschrift:

1. Zusammenfassung

Ihr Bestandgebäude hat einen Endenergiebedarf, der etwa vierfach höher ist, als er nach einer energetischen Gebäudesanierung sein könnte. Weil das Haus mit einer ungünstigen Heiztechnik ausgestattet ist, stellt sich der Primärenergiebedarf noch schlechter dar: Mit diesem Bericht wollen wir Ihnen zeigen, wie Sie mit sinnvollen Maßnahmen auf ein Vierzehntel des bisherigen Wertes kommen können. Das hat auch finanzielle Aspekte: Bisher liegen die errechneten jährlichen Heizkosten bei 3.366 Euro, sie könnten unserem Vorschlag folgend ca. 851 Euro im Jahr betragen (das ist etwa ein Viertel des Ausgangswertes). Mit unserer Energieberatung wollen wir Ihnen entsprechende Wege aufweisen. Zur Verlässlichkeit der genannten Zahlen und zu den Umständen, die derartige Verbesserungen möglich machen, werden Sie nachfolgend ebenfalls informiert.

Als Ausgangsgröße wurde das vorhandene Gebäude herangezogen mit der zusätzlichen Nutzung des Spitzbodengeschosses, wie sie ja zukünftig beabsichtigt ist.

Konkret wurden in dem vorliegendem Bericht eine Vielzahl (weiter unten beschriebene) 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 regelmäßig teilweise erheblich verbessert werden, das wurde hier auch bereits berücksichtigt, und dann auch deutlich gemacht.

Wie eingangs dargelegt und wie der hier vorliegende Beratungsbericht zeigt, besteht bei Ihrem Haus ein hohes energetisches Einsparpotential. Die meisten vorgeschlagenen Maßnahmen sind aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu empfehlen, daneben gibt es weitere gute Gründe eine Sanierung des Hauses durchzuführen:

Wirtschaftlichkeit der Sanierung: Wenn ohnehin Instandhaltungsmaßnahmen, Umbau oder Erweiterungen anstehen, sind energetische Modernisierungen sinnvoll und besonders wirtschaftlich

Wertsteigerung der Immobilie: Fachlich und richtig geplante und ausgeführte Sanierungen schützen die Bausubstanz und vermeiden Bauschäden. Der Zeit- und Wiederverkaufswert einer Immobilie wird nachhaltig durch einen optimalen Wärmeschutz erhöht.

Steigerung der Wohnbehaglichkeit: Durch die Dämmung der Gebäudehülle in Verbindung mit einer zeitgemäßen Heizungsanlage steigt die Wohnbehaglichkeit. Ein angenehmes Raumklima ohne störenden Luftzug trägt zur Wohlbefindlichkeit bei. Feuchte Wände gehören der Vergangenheit an.

Klimaschutz: Private Haushalte nutzen etwa ein Drittel der gesamten Endenergie (Heizöl, Erdgas, Strom). Davon werden ca. 77% allein für die Raumheizung verbraucht. Wer Heizenergie einspart, senkt den Ausstoß von CO_2 und leistet

einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz.

Wenn Sie ein sogenanntes Maßnahmepaket bei der Sanierung Ihres Hauses umsetzen, dann können Sie die zinsverbilligten Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Anspruch nehmen. Mit dem CO_2-Gebäudesanierungs-programm werden speziell sogenannte Maßnahmepakete unterstützt. Es kann sich also auch finanziell für Sie lohnen, gleichzeitig Außenwand und Dach zu dämmen, die Fenster auszutauschen, sowie die Heizungsanlage zu erneuern. Hinweis: Die KfW beabsichtigt, ihre Regelungen fortzuschreiben und künftig auch Einzelmaßnahmen zu fördern. Für Ihr Projekt gelten jedoch noch die bisherigen Regelungen

Bei dem untersuchten Gebäude handelt sich um ein Doppelhaushälfte in XXXXXXXXX-XXXXXXXXX, einem Ortsteil von Karlsbad. Karlsbad liegt auf dem Alb-Pfinz-Plateau mit Höhen um 260 m üNN. Das Haus befindet sich dämmtechnisch im Urzustand. Das Objekt wurde im Jahr 1923 errichtet. Die Bauweise ist kompakt. Der energetische Zustand des Gebäudes ist als mangelhaft zu bezeichnen. Der Energieverlust liegt über dem Durchschnitt vergleichbarer Bauten. Die Bauart und Bauausführung sind von einfacher, aber zufriedenstellender Art. Der bauliche Unterhaltungszustand ist - dem Alter des Gebäudes entsprechend - akzeptabel.

Der hohe Energieverbrauch des Hauses ist vor allem auf die unzeitmäßige Beheizung des Hauses durch Öl-Einzelöfen und die ungedämmten Bauteile (Keller, Wand, Dach) zurückzuführen. Die Dämmung einzelner Bauteile entspricht nicht den heutigen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Da bei der EnEV in diesem Jahr in eine neuen Fassung in Kraft treten soll, die erhöhte Anforderungen gegenüber der geltenden EnEV 2007 bringen wird, gilt das oben gesagte in Zukunft noch deutlicher.
Sie, die neue Hausbesitzerin, erwägen den Einbau einer Zentralheizung mit zentraler Erwärmung des Warmwassers. Dach, Außenwände und die Kellerdecke sollen gedämmt werden. Die Fenster sollen erneuert werden. Sie möchten dazu gerne wissen, welche energetischen Auswirkungen davon zu erwarten sind.

Auf Ihren Wunsch bzw. auf Empfehlung durch uns Berater wurden für die Energiesparmaßnahmen folgende Varianten untersucht:[1]

V1: Verbessern der Außenwände mit einem Wärmedämmverbundsystem (10cm WLG 035)

V2: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,3 W/m²K ersetzen

V3: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,1 W/m²K ersetzen

V4: Dach mit 14 cm WLG 035 dämmen

V5: Unteren Abschluss (Kelledecke von unten) mit 6 cm WLG 035 dämmen

V6: V1 bis V5 plus Gebäudetrennwände dämmen (6cm WLG 035)

1 Zu den Einheiten und Begriffen siehe besonderer Absatz

V7: V6 plus Ersatz der Heizanlage mit Flüssigasbrennwerttherme incl. neuer Verteilung

V8: V6 plus Pelletniedertemperaturheizung incl. Speicher u. Verteilung

V9: V8 plus solare Warmwasser- und Raumheizungs-Unterstützung

V10: V9 plus verbesserte Fenster (U-Wert 1,1) und teilweise verstärkten Dämmungen (WDVS 15 cm WLG 035; unterer Abschluss und Gebäudetrennwand 10 cm WLG 035, Dach 21 cm WLG 035)

Sanierungsvorschlag

Unser Vorschlag lautet, Variante 10 umzusetzen, da hier umfassende Fördermittel erreichbar werden und dadurch die wirtschaftliche Belastung nur etwa in Höhe der Varianten V7 bis V9 zu erwarten ist. V10 unterschreitet die Grenzwerte der EnEv für einen vergleichbaren Neubau um mehr als 30% - damit erreichen Sie ein Haus, dass auch nach der anstehenden Novelle der EnEV noch zeitgemäß ist, und entlasten die Umwelt sehr deutlich.

Der Dämmstandard des Hauses des Hauses sollte massiv verbessert werden. Durch die Wärmedämmung sinkt der Energiebedarf des Hauses deutlich. Eine neue Heizanlage kann dementsprechend kleiner dimensioniert werden und es sind nicht so große Heizkörper erforderlich.[1] Durch die verbesserte Wärmedämmung sinken auch die laufenden Betriebskosten einer Heizanlage.

Die größten Energieverluste beim Haus entstehen durch die ungedämmten Bauteile. Beim Dach und bei der Kellerdecke lässt sich eine nachträgliche Dämmung am einfachsten realisieren. Allerdings ist die Dachdeckung mit allen Anschlussblechen noch in gutem Zustand, so dass auf die etwas aufwendigere Dämmung des Daches von innen statt von oben ausgewichen werden sollte. Eine gute Dämmung eines Hausdaches sorgt dafür, dass warme Luft nur in geringem Umfang aus dem Hausinneren entweicht, wenig Energie verschwendet wird und wenig Feuchtigkeit in die Dachkonstruktion dringt. Neben dieser Luftdichtung erfüllt die Dämmung auch eine Aufgabe als Winddichtung, verhindert das Einströmen kalter Luft von Außen nach Innen. Die Dachdämmung ist auch für den sommerlichen Wärmeschutz sehr wichtig.

Sie sollten die Kellerdecke von unten dämmen. Die Dämmung der Kellerdecke hat folgende positive Aspekte:

sehr preiswerter nachträglicher Wärmeschutz
Maßnahme zur Eigendurchführung geeignet

1 Sie haben ja überzeugend deutlich gemacht, dass wegen der geringen Raumhöhen, wegen Ihrer Gestaltungsvorstellungen und um Ihrem Bauetat zu entsprechen, die vorhandenen Böden nicht durch neue Bodenaufbauten mit Fußbodenheizung ersetzt werden sollen. Für Wandheizflächen stehen leider nach Ihren Nutzungsüberlegungen auch keine Flächen zur Verfügung.

Neben der Kellerdecke sollte der Kellerabgang mitgedämmt werden. Die Kellerabgänge sind in älteren, aber auch neueren Gebäuden fast nie gedämmt. Ist die Kellerdecke energetisch saniert, sollte auch der Kellerabgang mit einer entsprechenden Dämmung versehen werden. Die Treppe, die seitliche Verkleidung und die Kellertür sind als Dämmung praktisch nicht vorhanden und stellen sehr große Wärmebrücken im Haus dar (U-Werte um 2,5 W/m²K). Außerdem sind noch vielfach zu große Fugen vorhanden. Die Kellertür sollte mit einer Hartschaumdämmung von mindestens 2 cm Dicke (WLG 030) und einer möglichst umlaufenden Gummidichtung versehen werden. Zur Sanierung der Treppe und der seitlichen Fläche(n) wird mit Holzlatten eine Unterkonstruktion erstellt, die mit einer Gipskartonplatte oder Sperrholz verkleidet wird. Anschließend bläst die beauftragte Fachfirma den Hohlraum mit einen Zellulosedämmstoff aus, andere Verfahren sind auch denkbar. Die Dämmung sollte mindestens eine Stärke von 6 cm aufweisen.

Rollladenkästen sind in älteren Gebäuden fast nie gedämmt. Der Flächenanteil der Kästen ist zwar im Vergleich zur Wand nur gering, aber er ist energetisch das schlechteste Bauteil überhaupt. Zwischen Innenraum und Außenluft befindet sich nur eine dünne Holz- oder Holzwerkstoffplatte (4 mm!). Die Dämmeigenschaften der Rollladenkästen ist bei weitem nicht ausreichend (U-Wert 4 W/m²K). Die Folge sind starke Wärmeverluste und damit erhöhte Heizkosten, oftmals verbunden mit Zugerscheinungen. Man sollte von Fall zu Fall erwägen, ganz auf Rollläden zu verzichten, da sie auch nach polizeilichen Erfahrungen kaum einen Einbruchschutz darstellen. Die Rollläden würden dann entfernt, der Kasten nach außen verschlossen, mit z.B. mit Zellulosedämmung gefüllt und nach Innen luftdicht abgedichtet. Sollen die Rollläden jedoch weiterhin genutzt werden, kann der Kasten durch eine nachträgliche Dämmung entscheidend verbessert werden. Idealerweise würde der Rollladenkasten an fünf Seiten mit Dämmplatten (WLG 020 oder 025) größtmöglicher Dicke gedämmt. Am wichtigsten sind die direkt zum Zimmer gerichteten Seiten (nach unten und vorne). Die Dämmung der restlichen Seiten dient der Verringerung von Wärmebrückeneffekten. Sie ist aber meist nicht - oder nur mit verringerter Dämmdicke - durchführbar. Nach dem Anbringen der Dämmplatten sollte der Kasten kurz geschlossen und die Rollläden getestet werden. Die wind- und luftundurchlässige Abdichtung erfolgt zum Schluss. Durch die Verbesserung der Kasten-Dämmung verringern sich die Heizkosten und evtl. Zugerscheinungen verschwinden. Dadurch wird auch der Wohnkomfort gesteigert. Unsere Empfehlung lautet, auf die Rollläden ganz zu verzichten und die Fenster entsprechend zu vergrößern, dazu siehe unten.

Die Außenwand lässt sich einfach durch ein Wärmedämmverbundsystem nachträglich dämmen. Das Wärmedämmverbundsystem oder die "Thermohaut" besteht aus Dämmstoffplatten, die mit Hilfe eines speziellen Klebemörtels direkt auf den vorhandenen Außenputz geklebt werden. In der Regel werden die Dämmplatten zusätzlich verdübelt. Darüber wird eine Schicht mit Armierungsmörtel und Armierungsgewebe aufgebracht. Die Armierung gleicht Temperaturspannungen aus

und dient als Grundlage für den Außenputz. Bei diesem Verfahren ist es wichtig, komplett aufeinander abgestimmte Komponenten zu verwenden. Ein Wärmedämmverbundsystem sollte daher nicht im Selbstbau auf die Außenwand aufgebracht werden. Die Stärke der Dämmstoffplatten sollte bei bestehenden Gebäuden 10 cm nicht unterschreiten, wenn das bautechnisch möglich ist. Für eine "Thermohaut" kommen alle Putzfassaden in Frage. Auch die Außentür ist als energetische Schwachstelle anzusehen und sollten erneuert werden. Durch eine verbesserte Dämmung des Hauses sinkt der Energiebedarf des Hauses.

Schäden und Mängel an einem Haus können die Nutzungsmöglichkeit einschränken. Im allgemeinen nehmen die Schäden mit steigendem Alter zu. Ein Haus ist kein schnelllebiges Konsumgut, sondern es soll viele Jahrzehnte überdauern. Doch nicht alle Bestandteile eines Hauses sind gleichmäßig dauerhaft. Deshalb benötigt ein Haus auch regelmäßige Pflege und Wartung. Werden kleinere Mängel aus Unachtsamkeit oder falsch verstandener Sparsamkeit nicht rechtzeitig behoben, so können gravierende Schädigungen als Folge auftreten. Besonders problematisch sind in dieser Hinsicht Schäden die durch eindringende Feuchtigkeit entstehen.
Bei Ihrem Haus hat nur eine einfache Unterhaltspflege stattgefunden, und es wurden kaum Modernisierungen vorgenommen. Dadurch sind aber wohl auch keine problematischen Baustoffe eingebracht worden - was immerhin ein Vorteil ist.

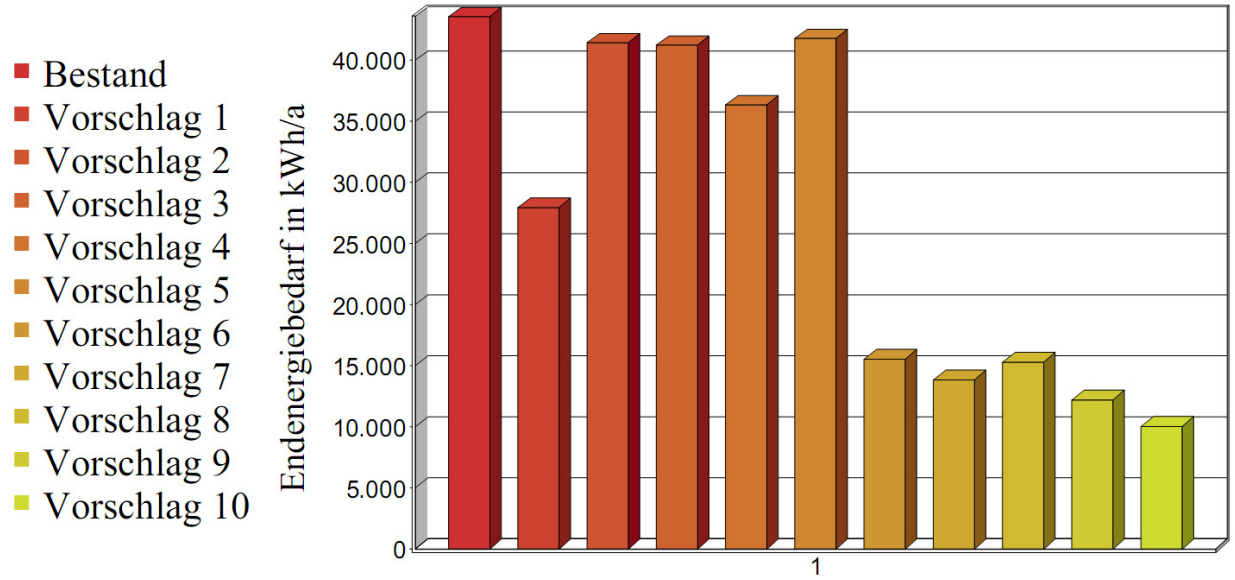
Die bei Ihnen verbauten Zweischeibenkastenfenster schließen nicht mehr dicht, haben einen etwa doppelt so guten Wärmedurchgang als heutige Fenster (d.h. sie verlieren doppelt so viel Wärme!) und sind sehr klein. Wenn sie und die zugehörigen Rolladenkästen herausgenommen werden, können dichter angeschlossene neue Fenster montiert werden, die auf der Südwand höhere solare Gewinne erlauben und die Belichtung der Räume obendrein verbessern helfen. Da dies im Zusammenhang mit der Fassadendämmung erfolgen kann, können Fenster und Dämmung gut aufeinander abgestimmt werden. Wir raten dringend zu möglichst gut dämmenden Fenstern.
Nachfolgend haben wir Ihnen einige Schaubilder aufgeführt. Von links nach rechts sind der Bestand und die zehn untersuchten Varianten in Säulenform repräsentiert. Die Säule ganz rechts stellt den Vorschlag 10, unsere Empfehlung also, dar. Je höher eine Säule ausfällt, desto ungünstiger ist der zugrunde liegende Wert.

Die Diagramme zeigen:
- den Endenergiebedarf in kWh/a
- die Energiekosten in €/a
- den Primärenergiebedarf in kWh/a
- die CO_2-Emissionen in kg/a
- die NO_X-Emissionen in kg/a

Im Detail diskutieren wir die Maßnahmen in den Kapiteln 6 und 7 dieses Berichtes.

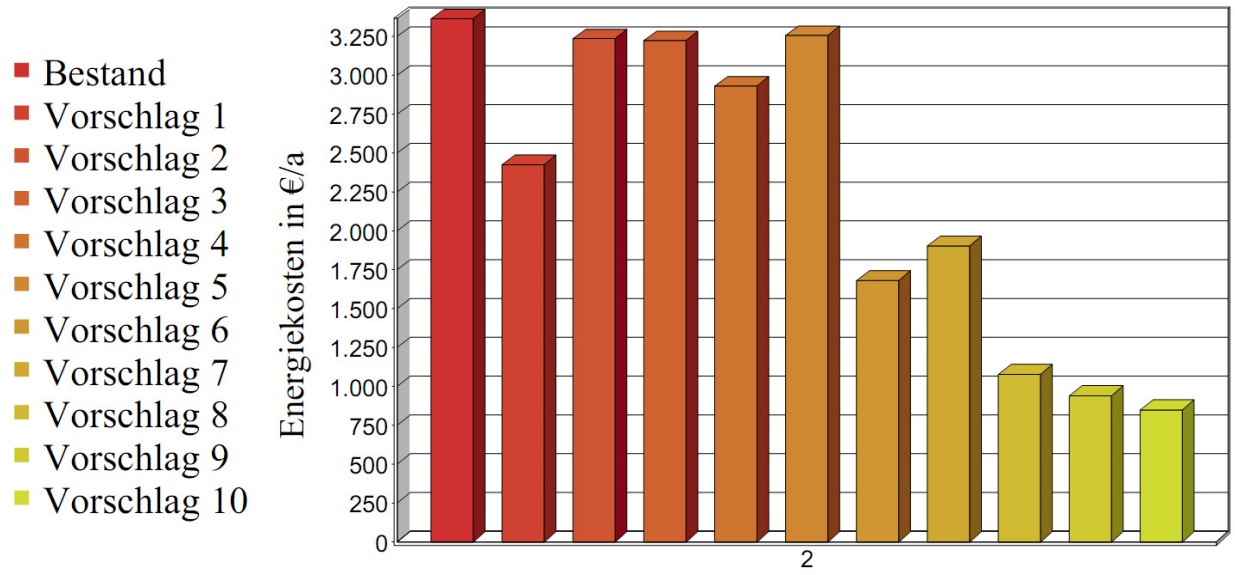
Übersicht-Schaubilder

Endenergiebedarf in kWh/a



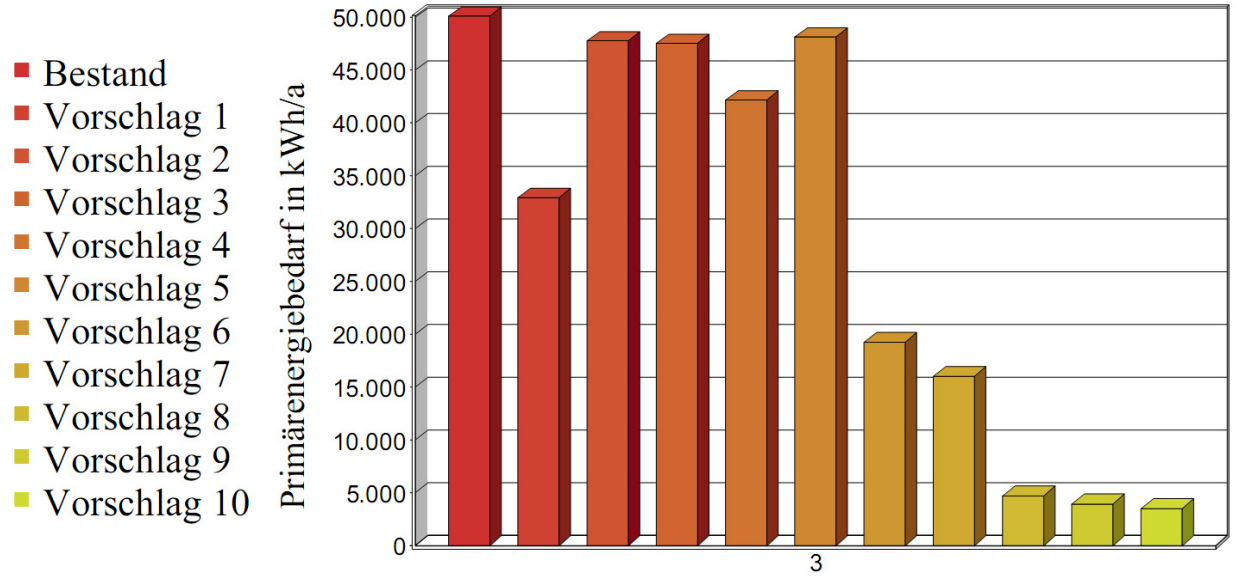
Links der hohe Bestandwert des Endenergiebedarfs. Dann fünf Säulen mit den Ergebnissen der Einzelmaßnahmen, siehe Variantenliste. Rechts niedrigere Säulen, die nur geringe Unterschiede aufweisen, und bei denen alle Maßnahmen gemeinsam und dann weiterhin optimiert dargestellt sind.

Energiekosten in €/a



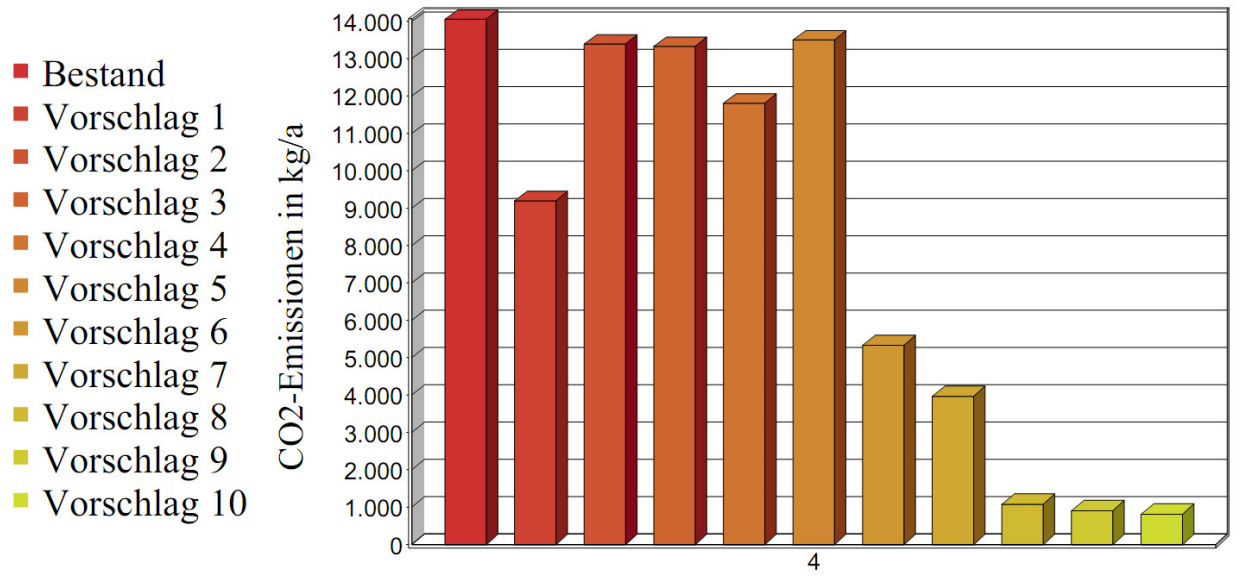
Die Reihenfolge der Varianten ist weiterhin von links nach rechts: Bestand, V1… V10. Die vierte Säule von rechts repräsentiert eine Flüssiggasheizung, die recht hohe Energiepreise aufweist.

Primärenergiebedarf in kWh/a



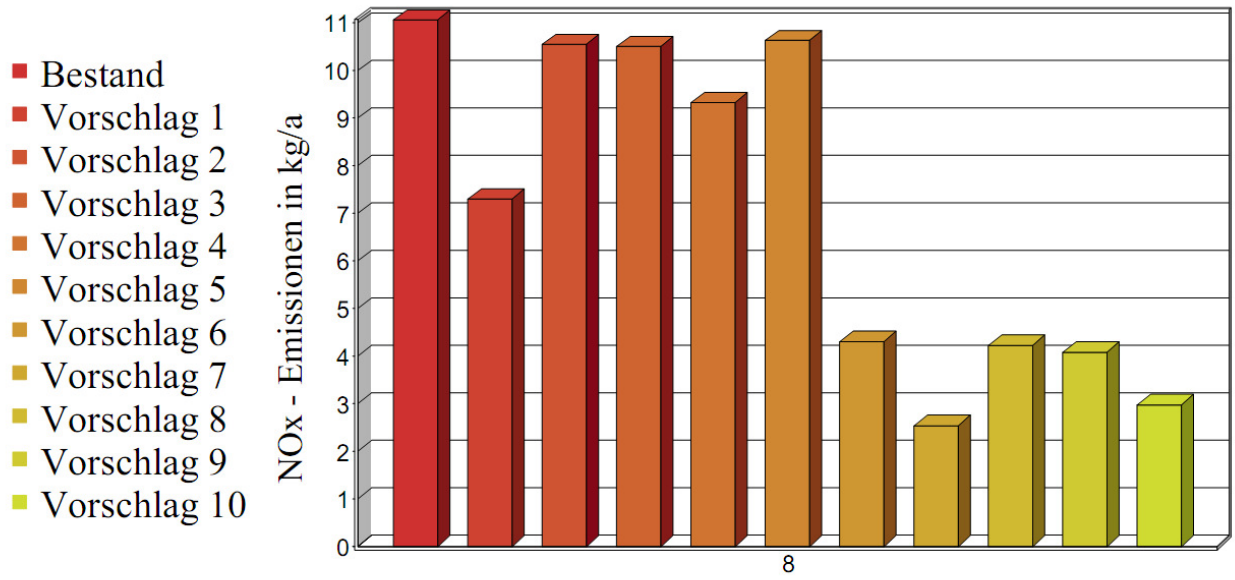
Der Primärenergiebedarf hängt von der Qualität der Gebäudehülle und der eingesetzten Heiztechnik ab. Die verschiedenen Vorschläge weisen zunehmend einen geringeren Primärenergiebedarf auf. Auffällig sind die großen Sprünge bei V6 (alle Dämmmaßnahmen vereint, alte Heizung) und von V7 zu V8 (Flüssiggasheizung zu Pelletheizung)

CO_2 - Emissionen in kg/a



Die CO_2-Emissionen sind abhängig vom Primärenergieaufwand und folgen annähernd in gleicher Größe.

NOx - Emissionen in kg/a



Die NO_X-Emissionen sind besonders abhängig vom eingesetzten Energieträger. Der große Sprung von V6 zu V7 (altes Öl-Einzelöfensystem mit elektrischer Wassererwärmung zu Flüssiggasheizung) ist darin begründet, dass Flüssiggas kaum NO_X aufweist, die verbleibende Menge resultiert überwiegend aus elektrischer Hilfsenergie. Bei der Verbrennung von Holzpellets wird wieder mehr NO_X freigesetzt, bei V10 ist gegenüber V9 der Endenergiebedarf nochmals optimiert.

<u>Noch eine Bitte:</u> Um Ihnen die unterschiedlichen Untersuchungen so klar wie möglich erläutern zu können, haben wir technische Erklärungen im letzten Abschnitt dieses Berichtes zusammengefasst. Wir können uns vorstellen, dass trotz (oder gerade wegen) der Ausführlichkeit dieses Berichtes nicht alles beim ersten Lesen und auch noch nicht bei der gemeinsamen Abschlussbesprechung klar wird. Im letzten Abschnitt finden Sie dann vielleicht die fehlenden grundsätzlichen Erläuterungen. Aber natürlich können Sie auch zukünftig gerne bei uns nachfragen.

Karlsruhe, 18.2.2009

2. Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	2
2.	Inhaltsverzeichnis	10
3.	Allgemeine Hinweise	11
4.	Ist-Analyse	14
5.	Energiebilanz des bestehenden Gebäudes	25
6.	Varianten	26
7.	Diskussion Vorschlag 10 und Empfehlung	62
8.	Transmissionen durch die Wärmebrücken	64
9.	Sonstige Maßnahmen - Lüftungswärmeverluste, Dichtungen, Schimmel	67
10.	Förderung von Energiesparmaßnahmen	69
11.	Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit einem vereinfachten Verfahren	76
12.	Erläuterung der Fachbegriffe und grundlegenden Techniken	78

3. Allgemeine Hinweise

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

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

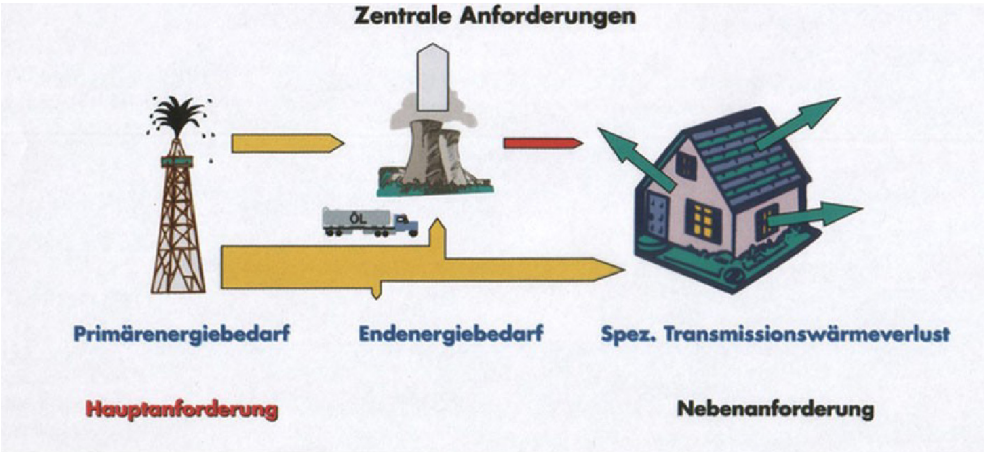
Nach der Ermittlung des Ist-Zustandes werden die Schwachstellen analysiert und Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen. Die Effektivität der Maßnahmen wird anhand der voraussichtlichen Energieeinsparung, Wirtschaftlichkeit und Schadstoffbelastung beurteilt. Im folgenden werden weitere Maßnahmen vorgeschlagen,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

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.

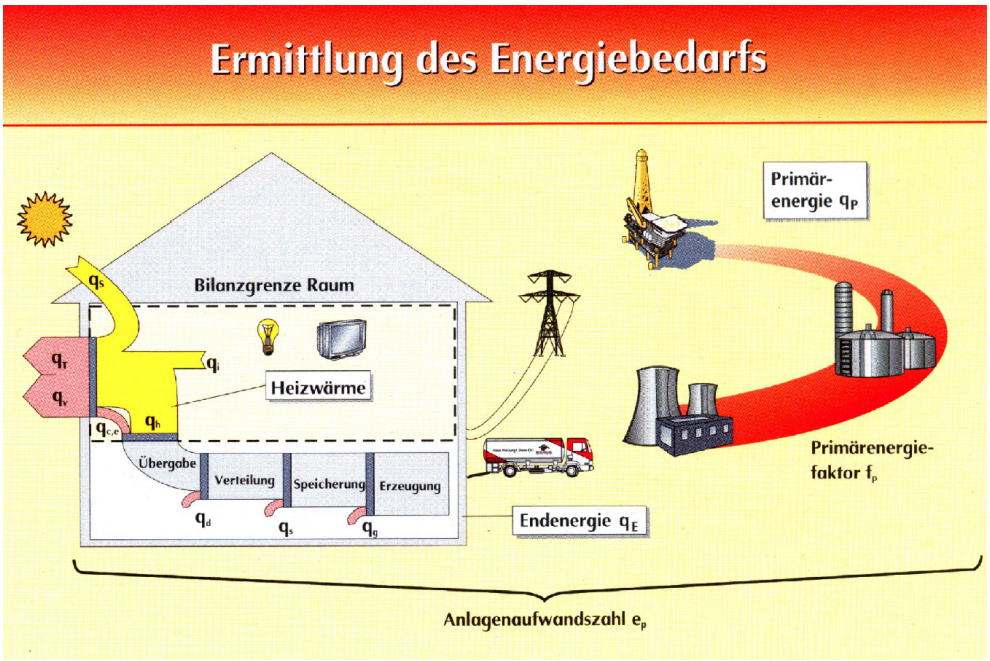
Alle Wärmedurchgangswerte (U-Werte) setzen sich, soweit dies erforderlich war, aus unterschiedlichen Konstruktionen zusammen, d.h. dass z.B. der Sparrenanteil mit berücksichtigt wurde.

Das Bilanzverfahren der EnEV



Dieses grobe Schema zeigt den Gesamtenergiebedarf in Deutschland. Beim Übergang von einer Stufe zur nächsten treten Verluste auf wie z. B. bei der Umwandlung von Kohle in Strom oder bei der Verbrennung von Heizöl in einem Heizkessel. Ziel ist sowohl die Reduzierung des Nutzenergiebedarfes als auch der Verluste. Das Verhältnis Nutzenergie zu Primärenergie wird durch die Anlagenaufwandszahl ausgedrückt. Die EnEV begrenzt sowohl den Primärenergiebedarf als auch den Transmissionswärmeverlust.

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.

Weitere Hinweise:

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleibt in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.
Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.
Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Verfasser vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.
Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.
Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.
Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

4. Ist-Analyse

Voraussetzung für sinnvolle Vorschläge zu Energie-Einsparmaßnahmen ist die Betrachtung des Ist-Zustands des Gebäudes. Hierbei werden alle Hüllflächen bewertet und bezogen auf die vom Standort abhängigen Gradtagszahlen (Temperaturdifferenz zwischen innen und außen multipliziert mit den Heiztagen) der Transmissionswärmebedarf errechnet (abhängig vom U-Wert). Das sind alle Wärmeströme, die durch Wärmeleitung über Wände, Fenster, Türen, Decken und Fußböden nach außen gehen (Transmissionsverluste). Dazu kommen die durch Lüftung bedingten Wärmeverluste (Lüften durch Bewohner und Verluste durch Undichtigkeiten v.a. bei den Fensterfugen). Auch über die Heizungsanlage (Bereitschaftsverluste, Betriebsverluste und Verteilungs- bzw. Leitungsverluste) und die Warmwasserbereitstellung (Leitungsverluste etc.) geht Energie verloren.

Allgemeine Daten

Tabelle 0: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Doppelhaushälfte
Standort	76307 XXXXXXXXX-XXXXXXXXX
Straße	Grossmüllergasse 11
Gemarkung	Ittersbach
Baujahr	1923
Bezugsfläche	104,99 m^2
Beheizte Volumen	328,1 m^3
Wohneinheiten	eine Wohneinheit
Lüftung	natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	Fensterstürze, Rolläden, Kellerabgang, konstruktive und geometrische Wärmebrücken
Anzahl der Bewohner	1 - 3
Getätigte wärmetechnische Investition bisher	keine

Die Bezugsfläche ist die Summe der in den Grundrissen angegebenen Einzelflächen der beheizten Räume zuzüglich der je Geschoss anrechenbaren Schornsteingrundfläche.
Das beheizte Volumen wurde gemäß Energieeinsparverordnung unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt. Dadurch werden geometrisch bedingte Wärmebrücken (Hausecken etc.) mit berücksichtigt.

Bestands-Fotografien

Ansicht von Westen

Im Vordergrund der angebaute Schuppen. Zwischen Schuppen und Gebäude liegen der Eingangsbereich und die Zugangstreppe. Die Holzverkleidung ist nur im Bereich der Küche auf der hier abgebildeten Westwand anzutreffen.

Ansicht der Südfassade

Das Bestandsgebäude ist stark eingewachsen. Der im Bild links am Gebäude wachsende Kiwi-Strauch beeinträchtigt das UG-Mauerwerk und wächst bis in den Dachraum. Am Sichtmauerwerk ist ablesbar, dass das am leicht geneigten Hang stehende Haus auf einem weitgehend frei stehenden UG aufsitzt.

Ostfassade

Im Norden anschließend die benachbarte Doppelhaushälfte (auf dem Bild rechts). Deutlich zu sehen ist auch die Gaube, die nördlich ebenfalls an eine benachbarte Gaube anschließt.

Objektbeschreibung

Bei dem untersuchten Gebäude handelt sich um eine Doppelhaushälfte in XXXXXXXXX-XXXXXXXXX. Das Haus befindet sich dämmtechnisch im Urzustand. Das Objekt wurde im Jahr 1923 errichtet. Die Bauweise ist kompakt. Das A/V-Verhältnis, das Verhältnis von Hüllfläche zu äußerem Gebäudevolumen, liegt bei 0,77. Der energetische Zustand des Gebäudes ist als mangelhaft zu bezeichnen. Der Energieverlust liegt über dem Durchschnitt vergleichbarer Bauten.

Die Bauart und Bauausführung sind von einfacher, aber zufriedenstellender Art. Der bauliche Unterhaltungszustand ist - dem Alter des Gebäudes entsprechend - akzeptabel.

Der hohe Energieverbrauch des Hauses ist vor allem auf die unzeitmäßige Beheizung des Hauses durch Öl-Einzelöfen und die ungedämmten Bauteile (Keller, Wand, Dach) zurückzuführen. Die Dämmung einzelner Bauteile entspricht nicht den heutigen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Da bei der EnEV in diesem Jahr in eine neuen Fassung in Kraft treten soll, die erhöhte Anforderungen gegenüber der geltenden EnEV 2007 bringen wird, gilt das oben gesagte in Zukunft noch deutlicher.
Die neue Hausbesitzerin plant den Einbau einer Zentralheizung mit zentraler Erwärmung des Warmwassers. Dach, Außenwände und die Kellerdecke sollen gedämmt werden. Die Fenster sollen erneuert werden.

Das Bestandgebäude:

Das 1923 errichtete Gebäude wurde fortlaufend gepflegt, aber nur sehr zurückhaltend modernisiert. Der Keller und der Spitzboden wurden als unbeheizte Lagerräume genutzt. Das Gebäude wurde von Ihnen erst vor kurzem erworben und war davor eine unbekannte Zeit lang zwar bewohnt, aber kaum noch gewartet.

<u>Kellerdecke</u>
Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach unten bildet die Kellerdecke. Der Keller ist unbeheizt. Der Keller ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes nicht mit einbezogen. Die zeitweise Nutzung des Kellers findet bei der Bezifferung der durchschnittlichen Raumtemperatur Berücksichtigung. Die Kellerdecke ist eine Holzbalkendecke mit Sand-Schüttung im Fehlboden, darüber liegt eine Brettlage, auf der teilweise einfachste Bodenbeläge verlegt wurden (Linoleumbahnen und ähnliches), die aber auch zum Teil sichtbar blieb. Eine Dämmung bei der Kellerdecke ist nicht vorhanden. Zu Energieverlusten kommt es auch im Bereich des Kellerabganges, u.a. durch die Holztreppe und die Holztüre. Die ungedämmte Kellerdecke entspricht den Anforderungen an den heutigen Wärmeschutz.

Dach
Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet das Schrägdach. Das Gebäude besitzt ein Satteldach, Zimmermannskonstruktion, mit Pfanneneindeckung auf Lattung. Der Dachraum ist im ersten DG ausgebaut und beheizt. Das Dach ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes mit einbezogen. Der Spitzboden darüber soll künftig ebenfalls genutzt werden, er war bisher nicht vom genutzten Teil des Daches abgegrenzt, wenngleich er auch nur als Speicher benützt wurde. Das Dach wurde vor ungefähr 15 Jahren neu eingedeckt, dabei wurde auch eine Unterspannbahn, zeittypisch direkt auf den Sparren unterhalb der Lattung eingebracht. Wärmedämmung wurde nur in Teilflächen und wenig professionell verarbeitet verarbeitet, raumseitig sind 3 cm starke Heraklithplatten anzutreffen.

Die zeitweise Nutzung des Daches findet bei der Bezifferung der durchschnittlichen Raumtemperatur Berücksichtigung.

Das ungedämmte Dach ist nicht zeitgemäß und entspricht nicht den Anforderungen an den heutigen Wärmeschutz.

Wand
Die seitliche Abgrenzung der thermischen Hülle wird von den Außenwänden und den Fenstern gebildet. Bei den Außenwänden handelt es sich um die Originalwände aus dem Baujahr 1923. Die Giebelwand unter dem Krüppelwalm wurde vor unbekannter Frist mit Asbestzementschindeln als Schlagregenschutz bekleidet, auch hier wurde keine Dämmung berücksichtigt. Die Außenwand neben der Küche bekam (als Dekoration) eine Holzverschalung. Darüber hinaus wurden bisher keine dämmtechnischen Maßnahmen vorgenommen. Die Wand besteht aus einem 17 cm dicken Ziegelsteinmauerwerk, das beiderseitig verputzt ist. Problematisch sind der mangelnde Schall- und Wärmeschutz der Außenwände. Die gut wärmeleitenden Steine können an den Innenwänden für einen Kondensatanfall sorgen. Die Wände entsprechen nicht den Anforderungen an den heutigen Wärmeschutz.

Zustand der Fenster und Außentüren
Zur seitlichen Abgrenzung der thermischen Hülle gehören die Fenster und die Außentüren. Die Fenster wurden in den 1970er Jahren durch eine Doppelverglasung ausgetauscht. Die doppelverglasten Fenster sind in einem mäßigem Zustand und schließen nicht dicht. Die Haustüre besteht aus einem Holzrahmen und Holzfüllung. Die Tür ist undicht und es kommt zu Zugerscheinungen. Fenster und Außentür entsprechen nicht den Anforderungen an den heutigen Wärmeschutz.

Wärmebrücken
Der Gebäudebestand ist recht kompakt. Es handelt sich zudem um eine Doppelhaushälfte, deren einzige Dachgaube im Norden an die Nachbargaube anschließt und deren Schleppdach am First angeschlossen ist. Der Schuppenanbau an der Westseite des Bauwerks bewirkt im Bestand keine Wärmebrücken. Wegen der

überwiegend fehlenden bzw. ganz unzureichenden Dämmmaßnahmen stellen einbindende Innenmauern und die Geschossdecken zwar prinzipiell Wärmebrücken dar, führen aber aufgrund ihrer Bauweise (Holzbalkenkonstruktion) nur zu geringen Schwächungen der Hüllflächen - die selber ja nur wenig Wärme dämmende Eigenschaften besitzen.

Bewohner
Das Haus wurde unbewohnt verkauft. Informationen zum früheren Ölverbrauch und alte Energieabrechnungen liegen nicht vor. Künftig wird das Haus von einer einzelnen Person genutzt werden. Es soll aber auch für bis zu drei Personen nutzbar sein, um marktfähig zu bleiben.
Die vor dem Verkauf alleine im Gebäude lebende Person hat keine Aufzeichnungen über die Nutzung zurückgelassen.

Lüftung
Die Lüftung erfolgt als sogenannte „natürliche Lüftung“ über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung). Sie wurde mit "schwach" quantifiziert.

Klimadaten
Die meteorologischen Umgebungsparameter, wie die durchschnittliche Außentemperatur im Winter, die Dauer der Heizperiode und die absolut tiefste Temperatur (Zweitagesmittel) können aus der Wetterdatenbank für den Bezugsort entnommen werden. Für den EnEV-Nachweis werden standardisierte Daten zugrunde gelegt, um eine einheitliche Vergleichbarkeit von Gebäuden aus unterschiedlichen Regionen erreichen zu können. Der Vorteil von konkret ortsbezogenen Daten liegt darin, dass man die errechneten Werte in Bezug zu den tatsächlichen Werten setzen kann. So lässt sich zum Beispiel der bisherige tatsächliche Verbrauch an Heizöl mit der rechnerisch ermittelten Menge vergleichen. Dann kann auf Rechenungenauigkeiten und auf den Einfluss der tatsächlichen Nutzer geschlossen werden.
Hier wurde so nicht vorgegangen: Angaben zum tatsächlichen bisherigen Verbrauch liegen bei Ihrem Haus ja nicht vor. Durch den Besitzwechsel hat auch das bisherige Nutzerverhalten keinen Einfluss auf Ihr zukünftiges Verhalten als Nutzerin. Unser Sanierungsvorschlag schließlich hat einen sehr geringen Energiebedarf, bei dem die erreichbare Genauigkeit des Rechenweges mit den hier benutzten (allgemein üblichen) Verfahren geringer ist, als sich die Unterschiede aus den Regionaldaten bemerkbar machen können. Wir haben dennoch zu Variante 10 eine Untervariante mit regionalen Daten gerechnet. Durch die günstigeren Wetterbedingungen reduziert sich der Primärenergiebedarf von 28% auf 26% (bezogen auf Neubau-Niveau nach EnEV mit 100%). Dementsprechend ist von einem leicht geringeren Bedarf an Holzpellets auszugehen. Ebenfalls positiv beeinflusst sind der Wirkungsgrad der Anlagentechnik Wärme, die Schadstoff-Emissionswerte und die Amortisationsdauer der Investitionen in energieeinsparende Maßnahmen.

Bauteile des Gebäudes

Im folgenden werden alle wärmeübertragenden Flächen des Gebäudes aufgelistet:

Bauteil			Abgrenzung zu	R-Werte		U-Werte			Bauteilfläche		HT	
Bez.	Bauteiltyp	Name		DIN 4108	R vorh.	EnEV	U vorh.	Faktor				
				[m²K/W]	[m²K/W]	[W/m²K]	[W/m²K]		[m²]	[%]	[W/K]	[%]
G	Erdberührtes Bauteil/Kelle	KD-Holz-200	Erdreich	1,00	0,58	--	1,087	0,50	54,17	21,4	29,44	7,0
G	Erdberührtes Bauteil/Kelle	KD-Holz-50	Erdreich	1,00	0,91	--	0,797	0,50	2,27	0,9	0,91	0,2
	Unbeheizter Keller	Grundfläche über unbehzt. UG	--	--	--	--	--	--	56,45	22,3	30,35	7,2
AW	Außenwand	AW-17-H	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	13,00	5,1	29,64	7,0
AW	Außenwand	AW-35-S	Außenluft	1,20	0,16	--	3,010	1,00	2,11	0,8	6,34	1,5
AW	Außenwand	AW-17-Putz	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	2,38	0,9	5,42	1,3
AW	Außentür	Türen aus Holz, Holzwerkstoff	Außenluft	--	--	--	2,900	1,00	2,10	0,8	6,09	1,4
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 1	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
	Fassade	Fassade West	--	--	--	--	--	--	20,99	8,3	50,99	12,1
AW	Außenwand	AW-17-E	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	19,32	7,6	44,02	10,5
AW	Außenwand	AW-H-17-E	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	3,60	1,4	8,21	2,0
AW	Außenwand	AW-17-Putz	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	5,22	2,1	11,90	2,8
AW	Außenwand	AW-35-S	Außenluft	1,20	0,16	--	3,010	1,00	2,41	1,0	7,26	1,7
AW	Außenwand	AW-17-E	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	16,49	6,5	37,59	8,9
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 2	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 3	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 4	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 8	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
	Fassade	Fassade Süd	--	--	--	--	--	--	52,63	20,8	122,94	29,2
AW	Außenwand	AW-17-Putz	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	19,69	7,8	44,87	10,7
AW	Außenwand	AW-17-Putz	Außenluft	1,20	0,27	--	2,279	1,00	3,66	1,4	8,35	2,0
AW	Außenwand	AW-35-S	Außenluft	1,20	0,16	--	3,010	1,00	2,11	0,8	6,34	1,5
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 5	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 6	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
F	Fenster	F-2Sch-Kasten: 7	--	--	--	--	2,500	1,00	1,40	0,6	3,49	0,8
	Fassade	Fassade Ost	--	--	--	--	--	--	29,65	11,7	70,04	16,6
D	Steildach	Dach-Heraklith30-Sp120: DachW	Außenluft	1,00	0,38	--	1,715	1,00	43,52	17,2	74,63	17,7
D	Steildach	Dach-Heraklith30-Sp120: DachO	Außenluft	1,00	0,38	--	1,715	1,00	30,22	11,9	51,81	12,3
D	Steildach	Dach-Heraklith30-Sp120: Gaube	Außenluft	1,00	0,38	--	1,715	1,00	9,89	3,9	16,96	4,0
	Hüllfläche	Dach	--	--	--	--	--	--	83,63	33,0	143,40	34,1
AB	Trennwand/-decke	IW-Holz	unbeheizter Raum	1,00	1,29	--	0,645	0,50	5,40	2,1	1,74	0,4
AB	Trennwand/-decke	IW-Holz	unbeheizter Raum	1,00	1,29	--	0,645	0,50	4,80	1,9	1,55	0,4
	Hüllfläche zu unbeheizte	Innere-Trennwände	--	--	--	--	--	--	10,20	4,0	3,29	0,8
	Summe								253,54	100.0	421,01	100.0

Im Vergleich zur einem vergleichbaren Bau saniert nach EnEV und zu einem Passivhaus sind die Hüllflächen wie in der nachfolgenden Tabelle gezeigt einzuordnen:

Vergleich des Bestandes mit den Anforderungen aus der aktuellen EnEV und den Anforderungen an ein Passivhaus: U-Werte der Gebäudehülle				
Bauteile		maximal zulässiger U-Wert in W/(m²K)		
	Bewertung des Bestandes	Bestand	EnEV 2007	Passivhaus nach Passivhausinstitut
Außenwände	deutlich unzureichend	2,8 - 3,0	0,45 bzw. 0,35	0,1 - 0,14 (Fenster <0,7)
Außen liegende Fenster	unzureichend	2,5	1,7	
Verglasungen	unzureichend	2,8	1,5	
Decken, Dachschrägen	deutlich unzureichend	1,72	0,3	
Decken, Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	unzureichend	0,65	0,4	
Flachdächer	keine	keine	0,25	

Beschreibung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung

Wohl in den 1950er Jahren wurde von Feststoffheizung auf Öl-Einzelöfenheizung umgestellt, mit zentraler Ölversorgung aus insgesamt drei Tanks im UG. Zwischen Küche und Wohnraum im EG wurde irgendwann in einer Mauerwerksöffnung ein elektrischer Ventilator gesetzt, der aber wiederum seit längerer zeit unbenutzt ist. Vermutlich in den späten 1980er Jahren wurden im UG und im DG Bäder in einem angrenzenden Nebenbaukörper erstellt, die Warmwasserbereitung erfolgte dezentral elektrisch über kleine Boiler.
Die Bestandsanlage ist weitgehend nicht mehr funktionsfähig.

Die Öl-Einzelofenheizung ist uneffektiv, veraltet und unbequem. Sie führt zu erheblichen Geruchsbelästigungen und sollte durch ein modernes Heizsystem ersetzt werden. Beim Umweltvergleich schneidet die elektrische Warmwasserbereitung gegenüber der Warmwasserbereitung mit Erdgas oder Erdöl deutlich am

schlechtesten ab. Sie sollten, wenn möglich, versuchen die Warmwasserbereitung auf eine moderne Heizanlage oder/und eine Solaranlage umzustellen.

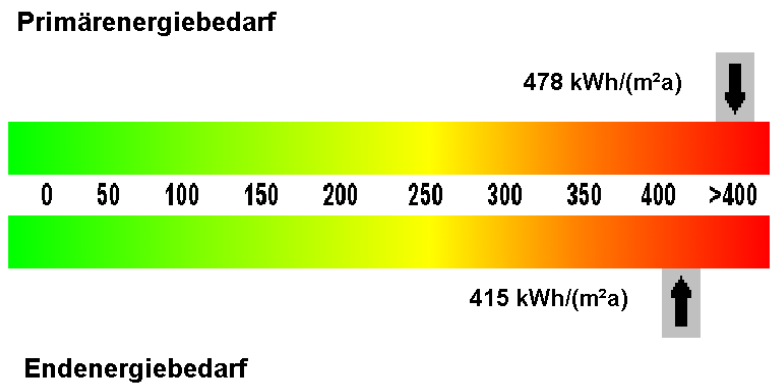
Heizungsanlage Bestand	
Erzeuger	
Nutzfläche A(N):	104,99 m²
Baujahr:	ca. 1955
Leistung:	unbekannt, abgängig
Wärmeerzeugertyp:	Öl-Einzelofenheizung
Kombibetrieb(auch WW):	nein
Brennstoffart:	Heizöl EL
Primärenergiefaktor:	1,1
Aufwandszahl:	1,64
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
mittlere Heizkreistemp.:	keine Heizkreise
Speicherung	
Speichertyp:	keine
Speichernenninhalt:	keiner
Bereitschaftsverluste:	0,00 kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	0,00 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
Verteilung	
horizontale Verteilung:	keine
Strangleitung:	keine
Anbindeleitung:	keine
spezif. Wärmebedarf:	0,00 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
Übergabe	
Art der Übergabe:	Einzelöfen, Innenwandbereich
spezif. Wärmebedarf:	277,87 kWh/m²a

Warmwasseranlage Bestand	
Erzeuger	
Nutzfläche A(N):	
Baujahr:	ca. 1980
Leistung:	ca. 35 kW
Wärmeerzeugertyp:	Elektrodurchlauferhitzer
Brennstoffart:	Strom allgemein nach DIN 4701-10
Primärenergiefaktor:	2,7
Aufwandszahl:	1,01
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
Speicherung	
Speichertyp:	
Speichernenninhalt:	
Bereitschaftsverluste:	0,00 kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	0,00 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
Heizwärmegutschrift	0,00 kWh/m²a
Verteilung	
horizontale Verteilung:	
Strangleitung:	
Stichleitung:	
spezif. Wärmebedarf:	0,00 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf:	0,00 kWh/m²a
Heizwärmegutschrift	0,00 kWh/m²a

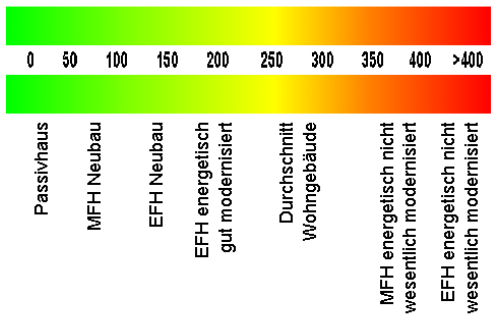
5. Energiebilanz des bestehenden Gebäudes

Energiebedarf Wärme	Berechneter Jahres-Energiebedarf ohne Berücksichtigung des "Nutzungsfaktors".		**Transmissionsverluste**	
	Energie	Anteil		Anteil
Transmissionsverluste	40.265 kWh/a	132,1 %	Außenwände	47,1 %
Lüftungsverluste	5.480 kWh/a	18,0 %	Fenster	6,1 %
Warmwasserbereitung	1.312 kWh/a	4,3 %	Dach	31,2 %
Gewinne durch Nachtabschaltung	-5.085 kWh/a	-16,7 %	Grundfläche	6,6 %
Nutzbare interne Gewinne	-3.096 kWh/a	-10,2 %	Trennwände/-decken	0,7 %
Nutzbare sol. Gew. opaker Bauteile	-6.995 kWh/a	-22,9 %	Wärmebrücken	8,3 %
Nutzbare solare Gewinne	-1.393 kWh/a	-4,6 %	Sonstige (siehe Diagramm)	0,0 %
Summe = Heizenergiebedarf	30.487 kWh/a	100,0 %	Summe	100,0 %
Anlagenaufwandszahl	1,64		**Energiebedarf Kühlung**	
Endenergiebedarf Wärme	43.597 kWh/a	143,0 %	Endenergiebedarf	0 kWh/a
Primärenergiebedarf Wärme	50.141 kWh/a	164,5 %	Primärenergiebedarf	0 kWh/a
Wirkungsgrad der Anlagentechnik Wärme	69,9 %	**CO_2 - Emissionen**	14.757 kg/a	pro m² 140,6 kg/m²a

Berechneter Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



Bewertung

Ein Haus mit erheblichem Modernisierungsstau, auch in Bezug auf Wärmedämmung und Energieversorgung. Primärenergiebedarf und Endenergiebedarf des Bestandes sind sehr hoch. Wegen der völlig unzureichend gedämmten Gebäudehülle würden weiterhin sehr hohe Raumlufttempertauren angestrebt werden müssen, um die niedrigen Innenoberflächen-Temperaturen auszugleichen. Das Heizsystem ist nur noch rudimentär vorhanden und hoffnungslos veraltet, es würde auch erneuert rechtlich, technisch, ökonomisch und ökologisch nicht zu halten sein. Eine Modernisierung ist dringend geboten!

6. Varianten

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

Vorgehensweise
Wir haben in einem ersten Schritt fünf Varianten untersucht, bei denen wir jeweils nur einen Sanierungsvorschlag in die Berechnungen haben eingehen lassen. Dabei handelt es sich um Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle:

V1: Verbessern der Außenwände mit einem Wärmedämmverbundsystem (10cm WLG 035)

V2: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,3 W/m²K ersetzen

V3: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,1 W/m²K ersetzen

V4: Dach mit 21 cm WLG 035 dämmen

V5: Unteren Abschluss (Kelledecke von unten) mit 6 cm WLG 035 dämmen

In einer zweiten Phase haben wir dann festgestellt, welche Auswirkungen es hat, wenn wir die Gesamtheit dieser und zusätzlicher Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle einbeziehen. Weiterhin wurden ansonsten keine Faktoren geändert, wir gingen also auch weiterhin von dem bisherigen Heizsystem aus:

V6: V1, V2, V4, V5 plus Gebäudetrennwände dämmen (6cm WLG 035)

Die dritte Variantengruppe diente der Überprüfung verschiedener Heizsysteme. Variante 6 kann dabei als Ausgangsgröße herangezogen werden.

V7: V6 plus Ersatz der Heizanlage mit Flüssigasbrennwerttherme incl. neuer Verteilung

V8: V6 plus Pelletniedertemperaturheizung incl. Speicher u. Verteilung

V9: V8 plus solare Warmwasser- und Raumheizungs-Unterstützung

Zuletzt haben wir die effektivste der untersuchten Varianten weiter optimiert, um zu prüfen, ob diese Maßnahme wirtschaftlich ist.

V10: V9 plus verbesserte Fenster (U-Wert 1,1) und teilweise verstärkten Dämmungen (WDVS 15 cm WLG 035; unterer Abschluss und Gebäudetrennwand 10 cm WLG 035, Dach 21 cm WLG 035)

Zur Methodik

Die Varianten wurden mit denselben Verfahren berechnet wie der Bestand. Für die Ermittlung der Kosten haben wir zwischen Kosten der Wärmeerzeugung (unterschieden in verbrauchsabhängige und -unabhängige Kosten), Kosten für Modernisierungsmaßnahmen, „negative" Kosten (also Gutschriften) infolge von Fördermitteln und anderen Kosten unterschieden. Unter andere Kosten haben wir Aufwendungen zusammengefasst für nicht durch die energetische Modernisierung zu verantwortende Kosten - diese Kosten flossen deshalb auch nicht in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ein.
Da die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen einen Zeitraum von 30 Jahren umfassen, war es sinnvoll, Preissteigerungen zu berücksichtigen. Dabei gingen wir wie folgt vor:

Für Energieträger haben wir zwei Steigerungsraten berücksichtigt. Erwartungsgemäß werden die Kostensteigerungen aller Energieträger im Bereich 7 % liegen, hier nennt die Fachwelt gelegentlich auch abweichende Größen, aber prinzipiell ist dies wohl die best gesicherte Angabe. Für Holzpellets wird von einem langsameren Kostenanstieg von nur 4 % per Jahr ausgegangen. Ursache ist die Qualität als nachwachsender, lokal erzeugbarer und einfach zu fabrizierender Rohstoff auf Basis von Holzabfällen. Wie bei allen Voraussagen ist auch hier sorgfältiges Abwägen erforderlich. Weiter hinten beschreiben wir, wie Sie selbst eigene Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit einem vereinfachten Verfahren durchführen können, wenn Sie zusätzliche Erkenntnisse berücksichtigen möchten.
Für die Energiekosteneinsparung und die Investitionskosten haben wir einen Zinssatz von 4,5 % angesetzt, zu diesem Satz ist bereits seit geraumer Weile Baugeld erhältlich und langfristig vertraglich sicherbar. Immer dann, wenn die Maßnahmen zu verbilligten Baukrediten (etwa von der KfW) führen können, haben wir dies berücksichtigt und die Investitionszinsen mit 2 % angesetzt.

Die verbrauchsunabhängigen Kosten haben wir je nach Variante mit einem geringeren und einem höheren Satz einbezogen. Für die bisherige Anlage (und ihre fiktive weitere Nutzung) haben wir Kosten in Höhe von 600 Euro jährlich angesetzt. Für die moderneren Anlagen haben wir 350 Euro jährlich angesetzt. Wir gehen dabei davon aus, dass die Kosten für den Schornsteinfeger und die Versicherung deutlich geringer ausfallen würden, bei den Wartungskosten erwarten wir einen Gleichstand.

Alle Kostenaussagen nennen die Zahlen, die Sie nachher zu begleichen hätten, also einschließlich Liefern, Montieren, Berechnen, Dimensionieren, Überprüfen und ebenso einschließlich der Mehrwertsteuer. Bitte berücksichtigen Sie dies beim

Vergleich mit Kostenaussagen Anderer, die häufig nur Teilaufwendungen aufsummieren. Da das Haus erst nach einer umfassenden energetischen Modernisierung für Sie wirklich interessant ist, haben wir als Ohnehinkosten nur einen Ansatz für die fiktive Erneuerung des beschädigten alten Heizsystems angesetzt. Alle anderen Arbeiten werden ja erst durch die energetische Modernisierung verursacht. In der Literatur werden Sie häufig ein Vorgehen finden, bei dem viele Teilleistungen als Ohnehin-Maßnahmen aus den Kosten herausgerechnet werden. Bei anderen Projekten mag dies berechtigt sein, bei Ihnen hielten wir es für unangemessen. Die Kostenaussagen sind keine Kostenvoraussagen oder gar Kostenzusagen. Dazu haben wir uns in der Einleitung dieses Berichtes tiefer gehend geäußert.

Nachfolgende Tabelle mit den von uns angesetzten Kosten der Einzelmaßnahmen:

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen			Vorschlag-Nummern									
Nr.	Maßnahmebeschreibung	Kosten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €	X		X	X	X					X
2	Fenster mit Uw 1,1 erneuern	7.000 €	X	X		X	X	X	X	X	X	
3	Mehraufwand neues Heizsystem Flüssiggas gegenüber Bestand wieder herrichten	18.650 €	X	X	X	X	X	X		X	X	X
4	Mehraufwand neues Heizsystem Pellet gegenüber Bestand wieder herrichten	24.400 €	X	X	X	X	X	X	X			
5	zusätzliche thermische Solaranlage z. Untst. WW u RH	5.300 €	X	X	X	X	X	X	X	X		
6	Fördermittel für Vorschlag 7	-6.000 €	X	X	X	X	X	X		X	X	X
7	Fördermittel für Vorschlag 8	-9.750 €	X	X	X	X	X	X	X		X	X
8	Fördermittel für Vorschlag 9	-11.886 €	X	X	X	X	X	X	X	X		X
9	Fördermittel für Vorschlag 10	-13.285 €	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10	Wärmedämmverbundsystem	22.700 €		X	X	X	X					
11	Dach dämmen	16.500 €	X	X	X		X					
12	Unteren Abschluss dämmen 6 cm	2.500 €	X	X	X	X						X
13	fiktiv: Fehlende Heizanlagenteile ergänzen (Einzelöfenheizung, Öl)	7.000 €	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Unteren Abschluss dämmen 10 cm	2.800 €	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
15	Gebäudetrennwände dämmen 6 cm	1.000 €	X	X	X	X	X					X
16	Gebäudetrennwände dämmen 10 cm	1.200 €	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Varianten V1 bis V5: Überprüfung <u>einzelner</u> Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle. Wir werden zuerst die Maßnahmen vorstellen, ihre Wirtschaftlichkeit anhand der Amortisationsdauer überprüfen und ihren Einfluss auf die energetische Qualität mit Kennzahlen darlegen. Eine Diskussion der Maßnahmen erfolgt im Anschluss

Hinweise zum Verfahren:

ENERGIEBERATUNG
RANDBEDINGUNGEN

Objekt	Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	Bericht erstellt am	18.02.2009

Berechnungsverfahren

Der Energiebedarf des Gebäudes wird nach den Berechnungsvorschriften der Energieeinsparverordnung (EnEV) und der damit verbundenen Normen, v. a. der DIN V 4108-6 und der DIN V 4701-10, berechnet. Der Verbrauch und die Verbrauchskosten werden aus dem Endenergiebedarf ermittelt. Der Endenergiebedarf gibt die jährlich für die Beheizung und die Warmwasserversorgung des Gebäudes benötigte Energiemenge an.

Nutzungsfaktor

Verwendeter Nutzungsfaktor: **1,00**

Das angegebene Berechnungsverfahren erlaubt wegen den normierten Randbedingungen keine Berechnung des tatsächlichen Energieverbrauchs. Um die individuellen Nutzergewohnheiten zu berücksichtigen, werden die berechneten Werte mit einem „Nutzungsfaktor" versehen, der sich entweder aus den tatsächlichen Verbrauchswerten der vergangenen Jahre oder aus Erfahrungswerten des Ausstellers ergibt. Die in diesem Bericht angegebenen Verbrauchswerte sind das Produkt aus Endenergiebedarf und Nutzungsfaktor und geben damit die tatsächlichen Verbrauchswerte wieder.

Verwendete Energieträger: Heizwerte, Preise

Energieträger	Heizwert	Preis	
Heizöl EL			0,0600 €/kWh
Flüssiggas			0,1100 €/kWh
Holz-Pellets			0,0420 €/kWh
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung			0,1700 €/kWh

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf eines Gebäudes berücksichtigt zusätzlich zum Endenergiebedarf auch die Effizienz der Bereitstellung der verwendeten Energieträger. In diesem Bericht wird der Primärenergiebedarf nach EnEV (ohne Nutzungsfaktor) angegeben. Der Primärenergiebedarf gibt die energetische Qualität des Gebäudes an.

Wirtschaftlichkeitsberechnung von Modernisierungsmaßnahmen

Die Energiekosteneinsparung wird als erwirtschafteter Ertrag der getätigten Investitionen für die energetischen Modernisierungsmaßnahmen aufgefasst. Die eingesparten Energiekosten werden als Tilgung der Investitionsschuld behandelt. Zur besseren Darstellung werden in diesem Bericht Einsparung und Investition in getrennten Konten aufgelistet. Die Amortisation ergibt sich aus der Differenz der beiden Konten.

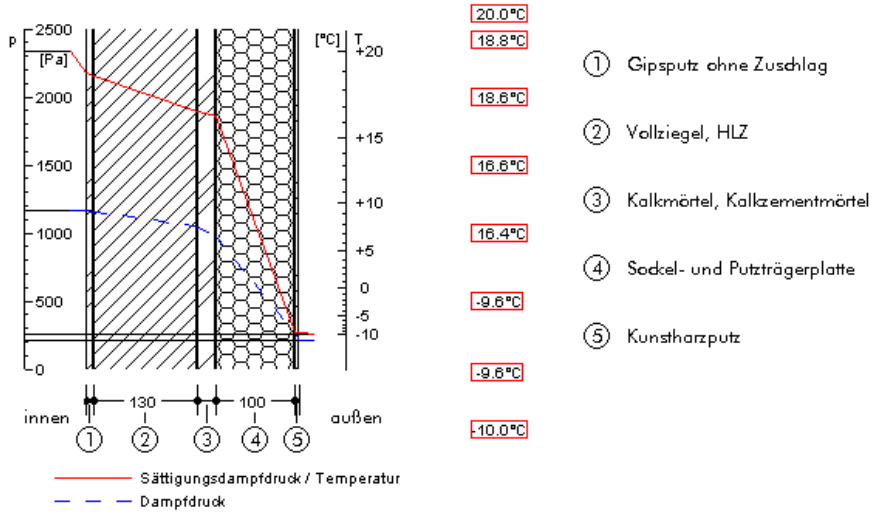
Die Amortisationszeit wird erreicht, wenn diese Differenz null ist. Dann ist die Investitionsschuld vollständig getilgt.

Der Berechnungszeitraum beträgt 30 Jahre. Die Zinssätze für die beiden Konten können getrennt voneinander festgelegt werden. Eine Energiepreissteigerung kann linear oder exponentiell berücksichtigt werden. Der Preisindex gibt die unterstellte Preisentwicklung wieder. Der Index für das Jahr der Modernisierungsmaßnahme ist gleich 100 gesetzt.

Rechtlicher Hinweis

Der Aussteller hat diesen Bericht mit der größtmöglichen Sorgfalt durchgeführt. Er hat die für diesen Bericht notwendigen Daten so genau wie möglich ermittelt. Die vorgegebenen Berechnungsverfahren wurden mit der gebotenen Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Da Fehler jedoch nie auszuschließen sind, übernehmen der Aussteller und die BMZ Technisch-Wissenschaftliche Software GmbH keine Gewähr für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Aussagen in diesem Bericht.

V1: Verbessern der Außenwände mit einem Wärmedämmverbundsystem (10cm WLG 035)



Bauteil				Wärmeschutz		Tauwasserschutz				
Randbedingungen nach DIN 4108-3			Tauperiode = 1.440 h Verdunstungsperiode = 2.160 h Temperatur der Oberfläche außen =			Theta,e/Theta,i = -10°C / 20 Phi,e / Phi,i = 80% / 50% Theta,e/Theta,i = 12°C / 12° Phi,e / Phi,i = 70% / 70% 12°C				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R_T	μ	s_d	Θ	p_s	p
-	-	[mm]	[kg/m²]	[W/(m*K)]	[m²*K/W]	-	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,130	-	-	20,0	2.338	1.169
								18,8	2.173	1.169
1	Gipsputz ohne Zuschlag	10,0	12,0	0,510	0,020	10	0,10			
								18,6	2.149	1.152
2	Vollziegel, HLZ	130,0	182,0	0,580	0,224	5	0,65			
								16,6	1.891	1.038
3	Kalkmörtel, Kalkzementmörtel	25,0	45,0	1,000	0,025	15	0,38			
								16,4	1.864	972
4	Sockel- und Putzträgerplatte	100,0	3,0	0,035	2,857	40	4,00			
								-9,6	270	270
5	Kunstharzputz	6,00	6,6	0,700	0,009	200	1,20			
								-9,6	268	208
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-10,0	260	208
-	Summe Bauteil	271,00	248,6	-	3,304	-	6,33			
U = 0,303 W/m²K						Tauwassermenge:		0,119 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,624 kg/m²		
Mindestwärmeschutz: min. R / vorh. R = 1,200 / 3,134 m²K/W						Anforderungen nach DIN 4108-3 sind erfüllt.				

Der dargestellte Aufbau wird in ähnlicher Weise sowohl für die 17 cm starken Mauerwerk- und ausgemauerten Holzständer-Außenwände vorgeschlagen, wie auch für die geringe Fläche des 35 cm starken Außenmauerwerks. Die vorhandenen Asbestzementbekleidungen der Südwand (Giebelwand) und die kleinflächige Holzbekleidung der Westwand sind zu demontieren.

ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 1

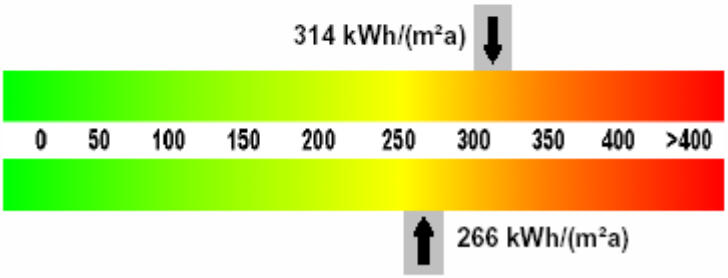
Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	937 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Heizöl EL		26.610 kWh	1.597 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.366 kWh	232 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		27.976 kWh	2.429 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	266 kWh/m²	23,13 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Wärmedämmverbundsystem	22.700 €
Gesamt	22.700 €

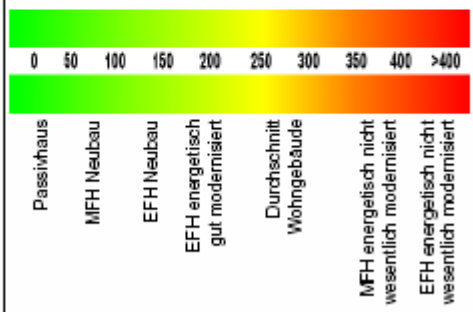
Energiebedarf

Primärenergiebedarf



Endenergiebedarf

Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 1

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

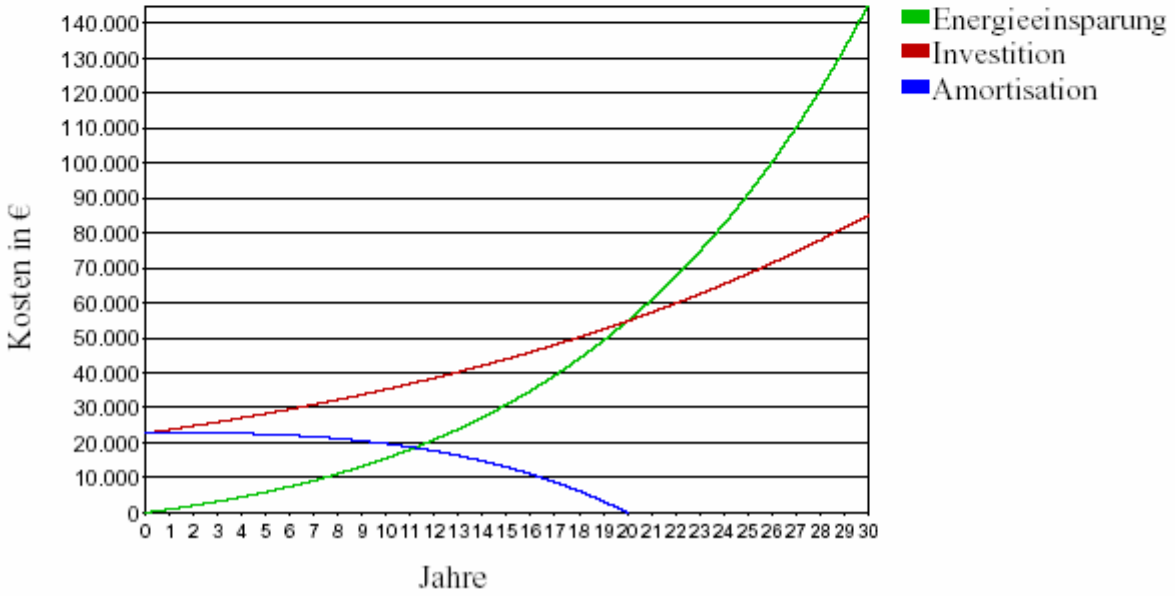
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 4,50 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	1.982 €		24.789 €		22.807 €
nach 4 Jahren	131		4.434 €		27.070 €		22.636 €
nach 6 Jahren	150		7.441 €		29.561 €		22.121 €
nach 8 Jahren	172		11.100 €		32.282 €		21.181 €
nach 10 Jahren	197		15.528 €		35.252 €		19.725 €
nach 12 Jahren	225		20.856 €		38.497 €		17.640 €
nach 15 Jahren	276		30.883 €		43.931 €		13.048 €
nach 20 Jahren	387		54.660 €		54.746 €		86 €
nach 25 Jahren	543		90.802 €		68.223 €		-22.578 €
nach 30 Jahren	761		144.973 €		85.019 €		-59.954 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 21 Jahren.

V2: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,3 W/m²K ersetzen

Umbau einer Doppelhaushälfte	Grossmüllergasse 11 76307 Karlsbad-Ittersbach			
Kunststoffenster U(w) 1,3	iplus 2 S 4-14-4			
	Gebäudehülle		Summe der zugeordneten Projektfenster	
Fläche A	--	--	--	--
Fensterfläche A_w	--	--	11,17 m²	--
Transmission HT	--	--	14,52 W/K	--
Nutzbare solare Gewinne QS	--	--	1.408,12 kWh/a	--

Fensteraufbau Kunststoffenster U(w) 1,3				U_g	U_w / U_w,BW
	Gesamtenergiedurchlassgrad g_senkr	0,56	--	[W/m²K]	[W/m²K]
	Fugendurchlässigkeit	3	Klasse	1,10	1,30 / 1,30
	Rahmenanteil	40,00	%		
	Anteil Paneele	0,00	%		
	Anteil der verglasten Flächen F_f	60,00	%		
	Rahmenmaterialgruppe	1			
	Psi_g / Psi_p	--	W/mK		

Projektfenster Kunststoffenster U(w) 1,3		Hüllfläche: Fassade West	
A_w: 1,40 m²	HT: 1,82 W/K	Nutzbare QS: 152,65 kWh/a	
	Orientierung	West	--
	Neigung	90,00	Grad
	Solar-Strahlungswert	--	kWh/m²*a
	Sonnenschutzvorrichtungen	Abminderungsfaktor	
	Ohne Sonnenschutzvorrichtungen	1,00	
	Rechenwert F_C gemäß DIN 4108-6	1,00	
	Teilbestrahlungsfaktoren	Winkel / Faktoren	
	Verbauungswinkel	0° / 0,90	
	Überhangswinkel	0° / 1,00	
	Seitenwinkel	0° / 1,00	
	Rechenwert F_S gemäß DIN 4108-6 Tab. D 3	0,90	
	Abminderungsfaktor F_W	0,90	
	Gesamtenergiedurchlassgrad g = F_W * g_senkr	0,50	
	Effektive Kollektorfläche A_S A_S = A_w * F_S * F_C * F_F * g	0,38	m²
	Umfangslänge der Verglasung l_g / Paneele l_p	4,76 / 0,00	m
	Delta U = (l_g * Psi_g + l_g * Psi_g) / A_w	--	W/m²K

Die Fenster stellen keinen besonders großen Anteil an der Gesamthüllfläche dar. Sie sollten jedoch mindestens wie hier gezeigt erneuert werden, um zu hohe Temperaturunterschiede der dem Menschen zugewandten Innenseite der Hüllflächen zu vermeiden, da diese sonst als Zug wahr genommen werden und die Erfordernis höherer Raumlufttemperaturen als Ausgleich provozieren. Dabei ist auf dichte Anschlüsse zu achten, auch dies stellt eine wesentliche Verbesserung dar.

ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 2

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

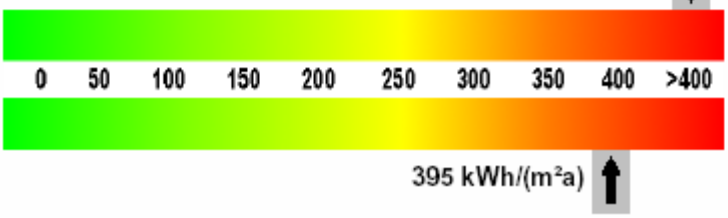
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	127 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Heizöl EL		40.110 kWh	2.407 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.366 kWh	232 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		41.475 kWh	3.239 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	395 kWh/m²	30,85 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €
Gesamt	6.350 €

Energiebedarf

Primärenergiebedarf

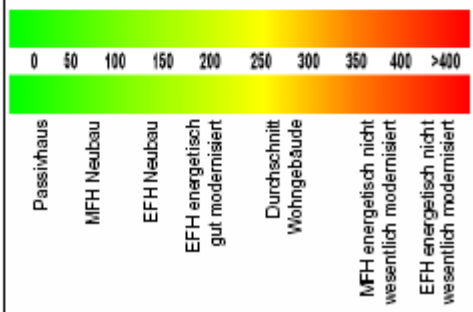
455 kWh/(m²a)



395 kWh/(m²a)

Endenergiebedarf

Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 2

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

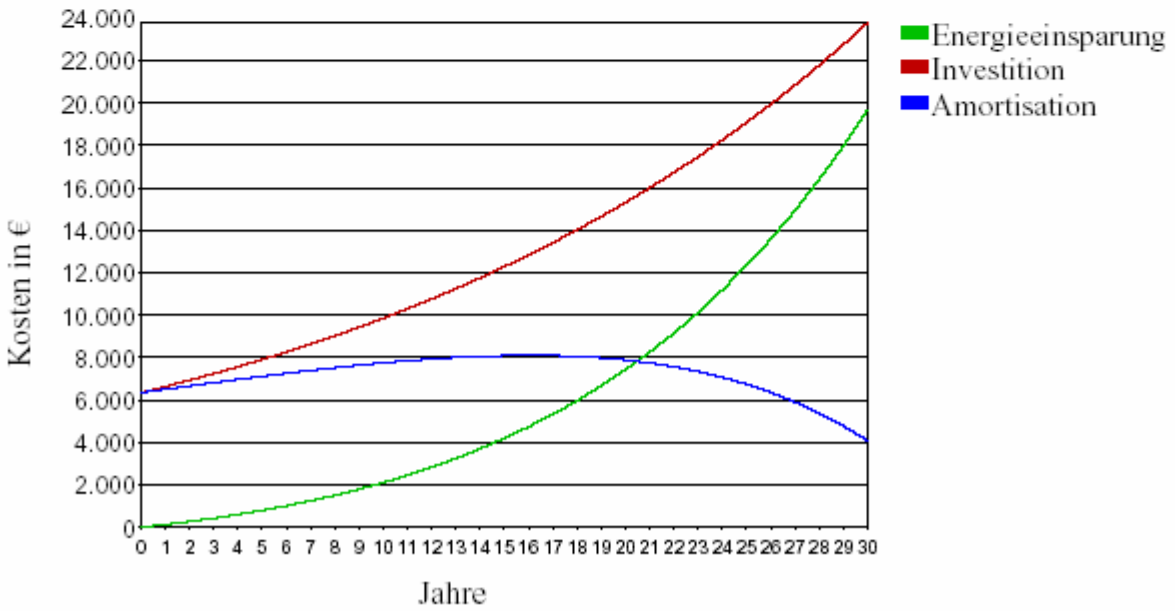
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 4,50 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	269 €		6.934 €		6.665 €
nach 4 Jahren	131		602 €		7.572 €		6.970 €
nach 6 Jahren	150		1.010 €		8.269 €		7.259 €
nach 8 Jahren	172		1.507 €		9.030 €		7.523 €
nach 10 Jahren	197		2.109 €		9.861 €		7.753 €
nach 12 Jahren	225		2.832 €		10.769 €		7.937 €
nach 15 Jahren	276		4.194 €		12.289 €		8.095 €
nach 20 Jahren	387		7.423 €		15.314 €		7.892 €
nach 25 Jahren	543		12.331 €		19.085 €		6.754 €
nach 30 Jahren	761		19.687 €		23.783 €		4.096 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nicht innerhalb von 30 Jahren.

V3: Fenster durch Kunststoffenster mit einem U-Wert 1,1 W/m²K ersetzen

Umbau einer Doppelhaushälfte	Grossmüllergasse 11 76307 Karlsbad-Ittersbach			
Kunststoffenster U(w) 1,1	Warmfenster WFG 2131			
	Gebäudehülle		Summe der zugeordneten Projektfenster	
Fläche A	--	--	--	--
Fensterfläche A_w	--	--	11,17 m²	--
Transmission HT	--	--	12,29 W/K	--
Nutzbare solare Gewinne QS	--	--	1.167,64 kWh/a	--

Fensteraufbau Kunststoffenster U(w) 1,1				U_g	U_w / U_w,BW
	Gesamtenergiedurchlassgrad g_senkr	0,48	--	[W/m²K]	[W/m²K]
	Fugendurchlässigkeit	3	Klasse	--	1,10 / 1,10
	Rahmenanteil	30,00	%		
	Anteil Paneele	0,00	%		
	Anteil der verglasten Flächen F_f	70,00	%		
	U_f-Wert / U_f,BW	--	W/m²K		
	Psi_g / Psi_p	--	W/mK		

Projektfenster Kunststoffenster U(w) 1,1				Hüllfläche: Fassade West		
A_w: 1,40 m²	HT: 1,54 W/K			Nutzbare QS: 121,68 kWh/a		
	Orientierung			West		--
	Neigung			90,00		Grad
	Solar-Strahlungswert			--		kWh/m²*a
	Sonnenschutzvorrichtungen			Abminderungsfaktor		
	Ohne Sonnenschutzvorrichtungen			1,00		
	Rechenwert F_C gemäß DIN 4108-6			1,00		
	Teilbestrahlungsfaktoren			Winkel	Faktoren	
	Verbauungswinkel			0°	0,90	
	Überhangswinkel			0°	1,00	
	Seitenwinkel			0°	1,00	
	Rechenwert F_S gemäß DIN 4108-6 Tab. D 3			0,90		
	Abminderungsfaktor F_W			0,90		
	Gesamtenergiedurchlassgrad g = F_W * g_senkr			0,43		
	Effektive Kollektorfläche A_S			0,38		m²
	A_S = A_w * F_S * F_C * F_F * g					
	Umfangslänge der Verglasung l_g / Paneele l_p			4,76 / 0,00		m
	Delta U = (l_g * Psi_g + l_g * Psi_g) / A_w			--		W/m²K

Fenster mit der besseren Eigenschaft U(w)=1,1 W/m²K sind je nach Marktlage kaum teurer und führen im Verbund mit anderen Optimierungen zu einem noch besser abgestimmten Energiekonzept.

ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 3

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

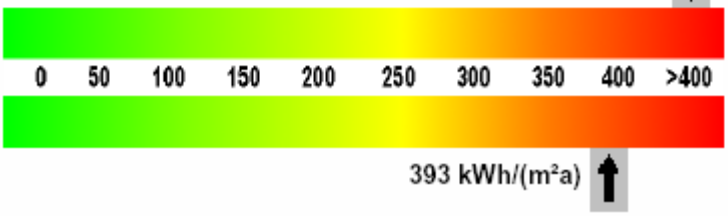
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	139 €
Energieträger	**Verbrauch**	unter Anrechnung des Nutzungsfaktors	**Energiekosten**
Heizöl EL		39.908 kWh	2.394 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.366 kWh	232 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		41.273 kWh	3.227 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	393 kWh/m²	30,73 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,1 erneuern	7.000 €
Gesamt	7.000 €

Energiebedarf

Primärenergiebedarf

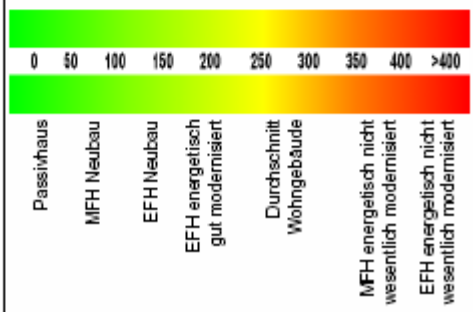
453 kWh/(m²a)



393 kWh/(m²a)

Endenergiebedarf

Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 3

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

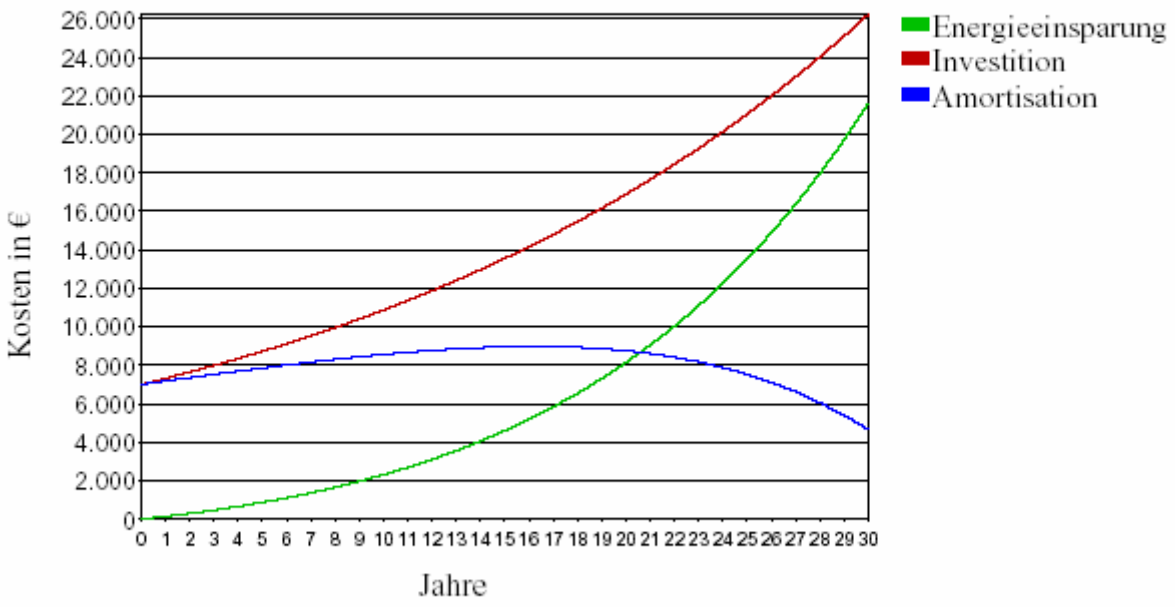
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

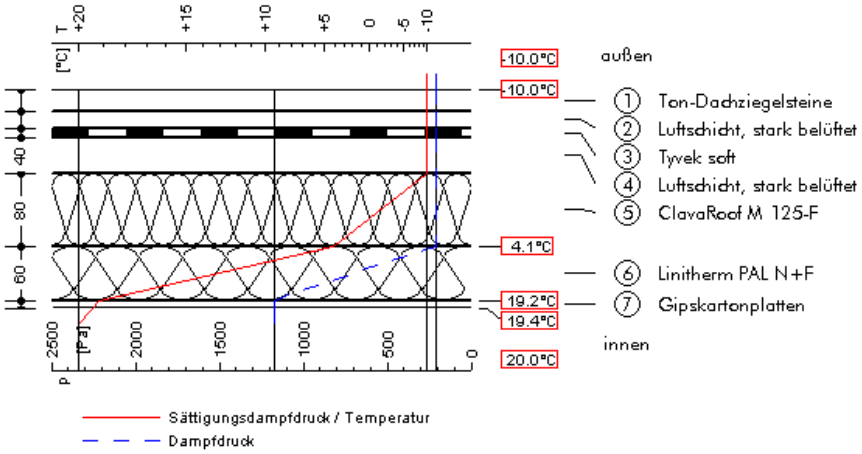
Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 4,50 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	295 €		7.644 €		7.349 €
nach 4 Jahren	131		660 €		8.348 €		7.688 €
nach 6 Jahren	150		1.107 €		9.116 €		8.009 €
nach 8 Jahren	172		1.651 €		9.955 €		8.304 €
nach 10 Jahren	197		2.310 €		10.871 €		8.561 €
nach 12 Jahren	225		3.102 €		11.871 €		8.769 €
nach 15 Jahren	276		4.594 €		13.547 €		8.953 €
nach 20 Jahren	387		8.130 €		16.882 €		8.752 €
nach 25 Jahren	543		13.506 €		21.038 €		7.532 €
nach 30 Jahren	761		21.563 €		26.217 €		4.654 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nicht innerhalb von 30 Jahren.

V4: Dach mit 14 cm WLG 035 dämmen



Bauteil				Wärmeschutz		Tauwasserschutz				
Randbedingungen nach DIN 4108-3			Tauperiode = 1.440 h Verdunstungsperiode = 2.160 h Temperatur der Oberfläche außen =			Theta,e/Theta,i = -10°C / 20 Phi,e / Phi,i = 80% / 50% Theta,e/Theta,i = 12°C / 12° Phi,e / Phi,i = 70% / 70% 20°C				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R_T	μ	s_d	Θ	p_s	p
-	-	[mm]	[kg/m²]	[W/(m*K)]	[m²*K/W]	-	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-10,0	260	208
								-10,0	260	208
1	Ton-Dachziegelsteine	25,0	--	1,000	0,025	0	0,00			
								-10,0	260	208
2	Luftschicht, stark belüftet	20,0	--	200,000	0,000	0	0,00			
								-10,0	260	208
3	Tyvek soft	0,00	--	--	0,000	-	0,00			
								-10,0	260	208
4	Luftschicht, stark belüftet	40,0	--	400,000	0,000	0	0,00			
								-9,8	260	208
5	ClavaRoof M 125-F	80,0	10,0	0,035	2,286	-	0,20			
								4,1	817	208
6	Linitherm PAL N+F	60,0	2,0	0,024	2,500	-	1.500,00			
								19,2	2.220	1.169
7	Gipskartonplatten	9,50	7,6	0,250	0,038	8	0,08			
								19,4	2.252	1.169
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,100	-	-	20,0	2.338	1.169
-	Summe Bauteil	189,50	19,6	-	4,964	-	1.500,28			
U = 0,201 W/m²K						Tauwassermenge: 0,000 kg/m²				
						Verdunstungsmenge: 0,000 kg/m²				
Anf. Gefachbereich: min. R / vorh. R = 1,750 / 4,824 m²K/W						Anforderungen nach DIN 4108-3 sind erfüllt.				

Zwischen den 12 cm hohen Sparren werden 8 cm Dämmmaterial so angeordnet dass darüber Platz für eine Unterspannbahn und ausreichende Unterlüftung verbleibt. Unter den Sparren werden weitere 6 cm des Dämmmaterials eingebaut, Dampfbremse und Gipskartonplatten schließen nach innen ab. Es ist auf eine winddichte Ausführung der Dampfbremse zu achten!

ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 4

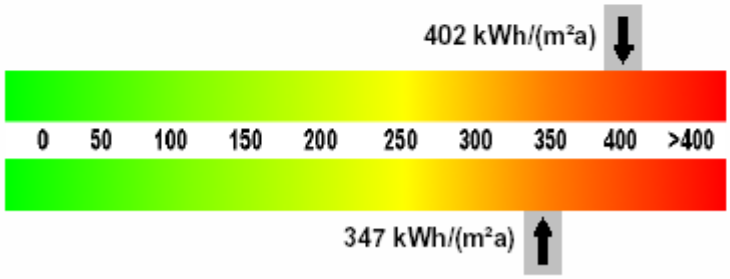
Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	433 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Heizöl EL		35.022 kWh	2.101 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.366 kWh	232 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		36.387 kWh	2.933 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	347 kWh/m²	27,94 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Dach dämmen	16.500 €
Gesamt	16.500 €

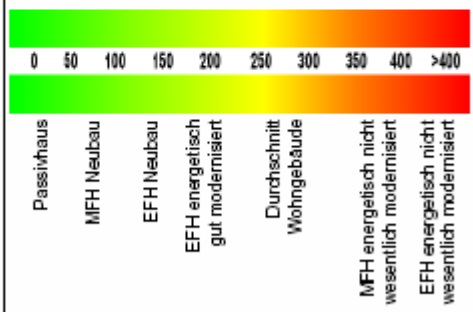
Energiebedarf

Primärenergiebedarf



Endenergiebedarf

Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 4

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

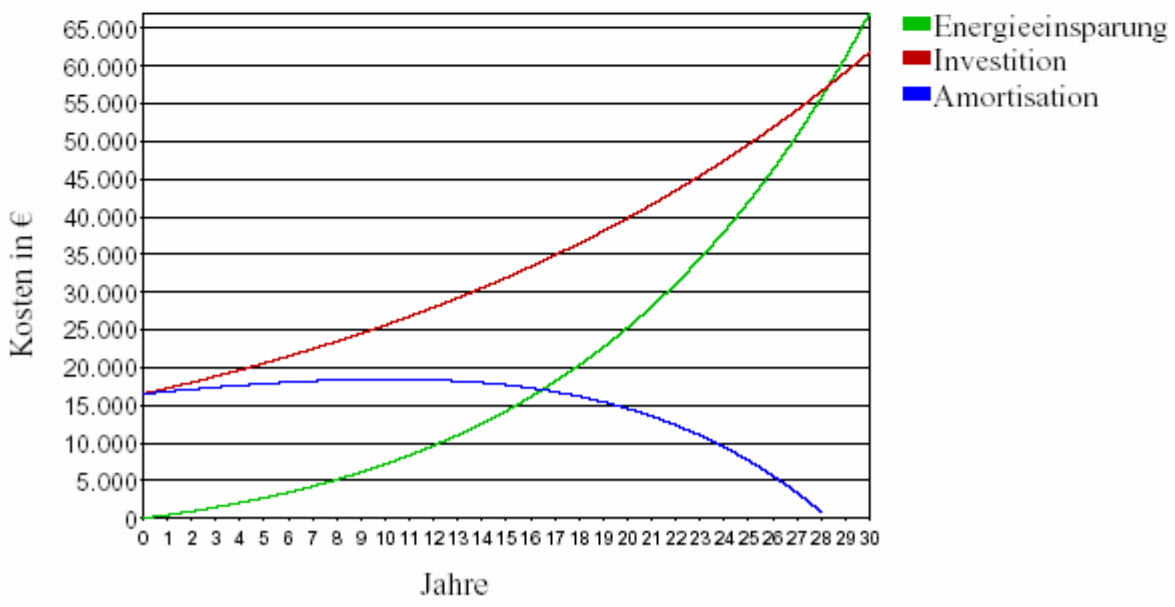
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

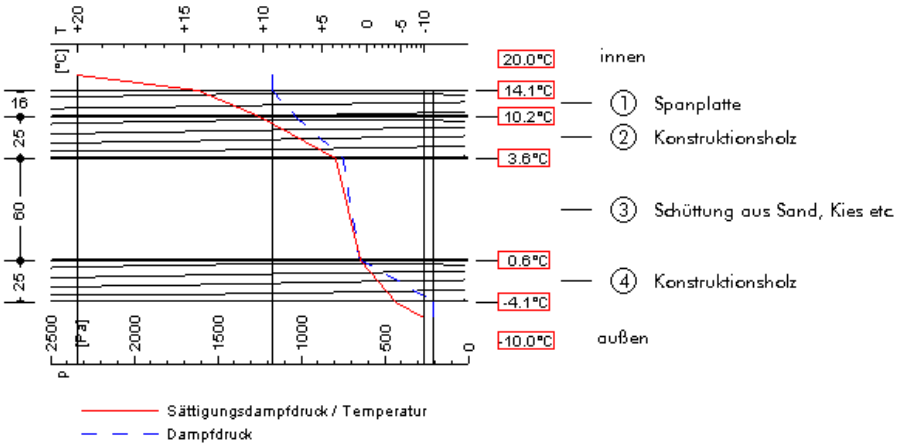
Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 4,50 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	915 €		18.018 €		17.104 €
nach 4 Jahren	131		2.046 €		19.677 €		17.630 €
nach 6 Jahren	150		3.434 €		21.487 €		18.053 €
nach 8 Jahren	172		5.123 €		23.465 €		18.342 €
nach 10 Jahren	197		7.166 €		25.624 €		18.458 €
nach 12 Jahren	225		9.625 €		27.982 €		18.357 €
nach 15 Jahren	276		14.252 €		31.932 €		17.680 €
nach 20 Jahren	387		25.226 €		39.793 €		14.568 €
nach 25 Jahren	543		41.905 €		49.590 €		7.685 €
nach 30 Jahren	761		66.905 €		61.798 €		-5.107 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 29 Jahren.

V5: Unteren Abschluss (Kelledecke von unten) mit 6 cm WLG 035 dämmen



Bauteil				Wärmeschutz		Tauwasserschutz				
Randbedingungen nach DIN 4108-3			Tauperiode = 1.440 h Verdunstungsperiode = 2.160 h Temperatur der Oberfläche außen =			Theta,e/Theta,i = -10°C / 20 Phi,e / Phi,i = 80% / 50% Theta,e/Theta,i = 12°C / 12° Phi,e / Phi,i = 70% / 70% 12°C				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R_T	μ	s_d	Θ	p_s	p
-	-	[mm]	[kg/m²]	[W/(m*K)]	[m²*K/W]	-	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,170	-	-	20,0	2.338	1.169
								14,1	1.615	1.169
1	Spanplatte	16,0	9,6	0,140	0,114	15	0,24			
								10,2	1.247	1.031
2	Konstruktionsholz	25,0	12,5	0,130	0,192	20	0,50			
								3,6	791	744
3	Schüttung aus Sand, Kies etc.	60,0	108,0	0,700	0,086	3	0,18			
								0,6	640	640
4	Konstruktionsholz	25,0	17,5	0,180	0,139	200	5,00			
								-4,1	432	208
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,170	-	-	-10,0	260	208
-	Summe Bauteil	126,00	147,6	-	0,871	-	5,92			
U = 1,148 W/m²K						Tauwassermenge:		0,469 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,780 kg/m²		
Anforderungen nach DIN 4108-3 sind erfüllt.										

Der unbeheizte Keller stellt einen kalten Nebenraum dar. Die vorhandene Holzbalkendecke hat keine ausreichende Wärmedämmung. Ihre Ertüchtigung kann von unten erfolgen, denn eine Dämmlage an ihrer Oberseite würde der geringen EG-Höhe nicht gerecht werden oder als Vakuumplattendämmung unangemessen aufwendig und teuer für das weiterhin einfache Haus sein. Da auch der Keller nur unzureichende Raumhöhe aufweist, ist die sinnvolle Dämmstärke und die Verwendung von effektiven Dämmmaterialien besonders zu untersuchen. Für die Gesamtbilanz des Gebäudes ist jedoch nur das Ergebnis dieser Bemühungen, der U-Wert der Kellerdecke relevant.

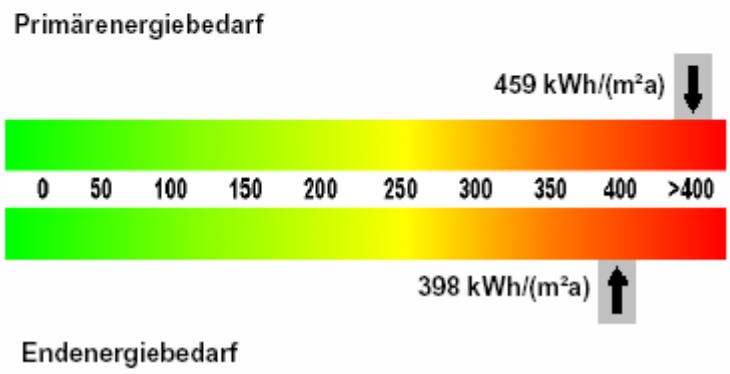
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 5

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

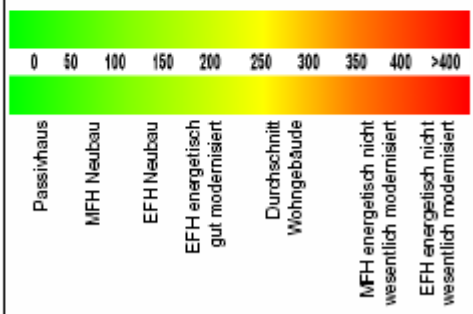
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	107 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Heizöl EL		40.451 kWh	2.427 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.366 kWh	232 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		41.817 kWh	3.259 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	398 kWh/m²	31,04 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Unteren Abschluss dämmen 6 cm	2.500 €
Gesamt	2.500 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 5

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

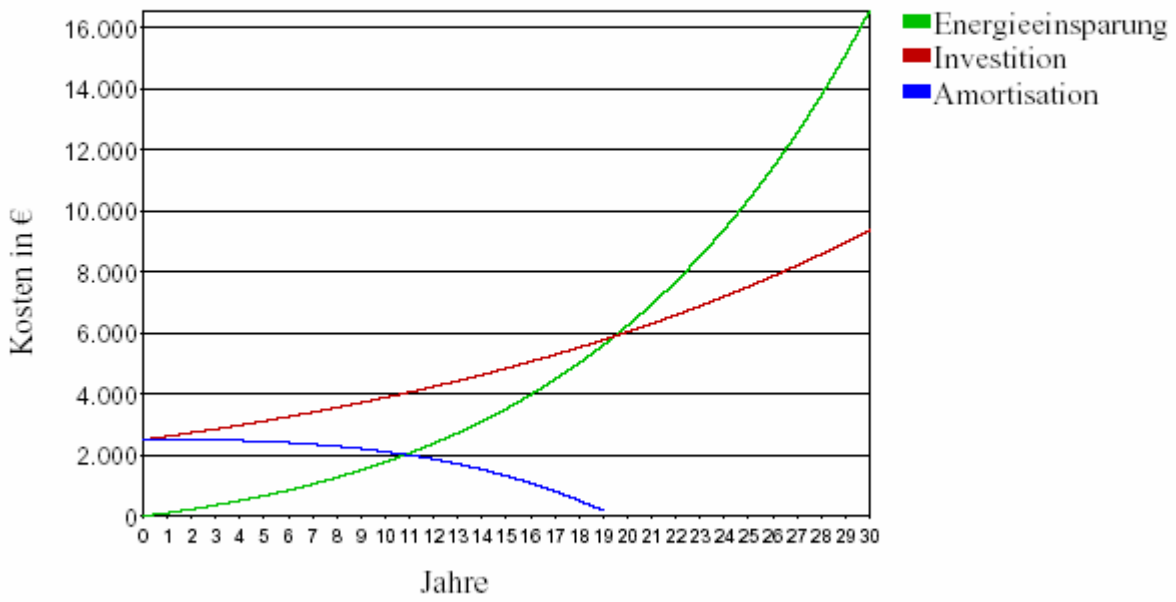
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 4,50 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	226 €		2.730 €		2.504 €
nach 4 Jahren	131		505 €		2.981 €		2.476 €
nach 6 Jahren	150		848 €		3.256 €		2.408 €
nach 8 Jahren	172		1.265 €		3.555 €		2.290 €
nach 10 Jahren	197		1.769 €		3.882 €		2.113 €
nach 12 Jahren	225		2.377 €		4.240 €		1.863 €
nach 15 Jahren	276		3.519 €		4.838 €		1.319 €
nach 20 Jahren	387		6.228 €		6.029 €		-199 €
nach 25 Jahren	543		10.347 €		7.514 €		-2.833 €
nach 30 Jahren	761		16.519 €		9.363 €		-7.156 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 20 Jahren.

Kommentar zu den Vorschlägen V 1 bis V5:

Die Verbesserung des Endenergiebedarfs für die einzelnen Maßnahmen gegenüber dem Bestand zeigt das Potential der Einzelmaßnahmen:

Vorschlag	Verbesserung des Endenergiebedarfs (um)
V1 (WDVS)	216 kWh/m²a
V2 (Fenster Uw1,3)	20 kWh/m²a
V3 (Fenster Uw1,3)	22 kWh/m²a
V4 (Dach 14 cm WLG 035	68 kWh/m²a
V5 (unt. Absch. 6 cm WLG 035)	17 kWh/m²a

Die Dämmung der Außenwandflächen erreicht bei weitem die größte Verbesserung des Endenergiebedarfs. Die Dämmung des Dachs mit knapp bemessenen 14 cm WDVS der Wärmeleitgruppe 035 kann nur ein Drittel der Einsparung bei Dämmung der Wand erreichen, die Dämmstärke ist vielleicht noch zu knapp bemessen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Außenwandfläche ca. 90 m² beträgt und die des Daches ca. 140 m². Die drei anderen Maßnahmen bringen nicht so hohe Erträge, betreffen aber auch sehr viel geringere Flächenanteile.

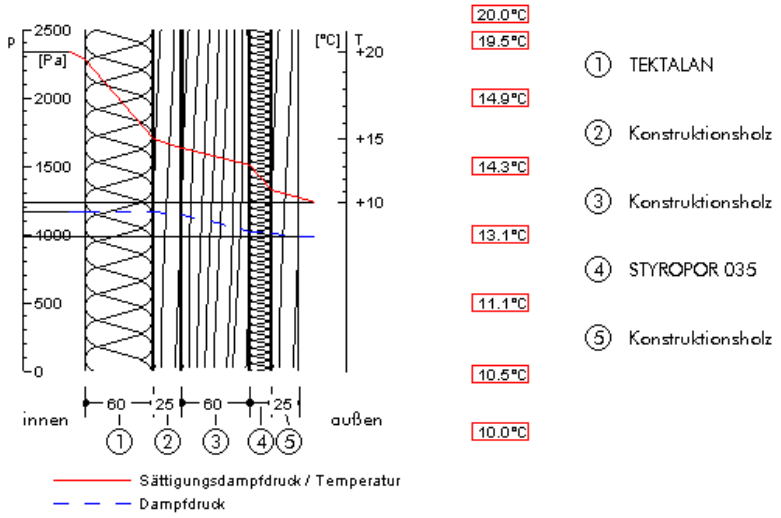
Bezüglich der Amortisation des investierten Geldes für diese Maßnahmen ergeben sich auf den ersten Blick wenig attraktive Ergebnisse:

Vorschlag	Amortisationsfrist
V1 (WDVS)	21 Jahre
V2 (Fenster Uw1,3)	> 30 Jahre
V3 (Fenster Uw1,3)	> 30 Jahre
V4 (Dach 14 cm WLG 035	29 Jahre
V5 (unt. Absch. 6 cm WLG 035)	20 Jahre

Den Maßnahmen liegt jedoch eine ungünstige Zinsprognose für die Investitionskosten zugrunde, da Förderkredite nicht zugrunde gelegt wurden. Erkennbar ist jetzt schon, dass die Dämmung der Außenwände und die des unteren Abschlusses auch so bereits ökonomisch sinnvoll sind. Die Dämmung des Dachs kann als gerade noch ökonomisch angesprochen werden. Bitte beachten Sie, dass wir keine Ohnehin-Kosten angesetzt haben, da wir davon ausgehen, dass alle das Haus verbessernde Maßnahmen auf Basis Ihres Ziels einer energetischen Sanierung erfolgen sollen.

Vorschlag 6 integriert die Einzelmaßnahmen an der Hülle (mit V2, nicht V3)

V6: V1 bis V5 (ohne V3) plus Gebäudetrennwände dämmen (6cm WLG 035)



Bauteil				Wärmeschutz		Tauwasserschutz				
			Tauperiode =		1.440 h	Theta,e/Theta,i = 10°C / 20° Phi,e / Phi,i = 80% / 50%				
Randbedingungen nach DIN 4108-3			Verdunstungsperiode =		2.160 h	Theta,e/Theta,i = 12°C / 12° Phi,e / Phi,i = 70% / 70%				
			Temperatur der Oberfläche außen =			12°C				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R_T	μ	s_d	Θ	p_s	p
-	-	[mm]	[kg/m²]	[W/(m*K)]	[m²*K/W]	-	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,130	-	-	20,0	2.338	1.169
								19,5	2.274	1.169
1	TEKTALAN	60,0	12,0	0,045	1,333	1	0,06	14,9	1.698	1.167
2	Konstruktionsholz	25,0	12,5	0,130	0,192	20	0,50	14,3	1.626	1.146
3	Konstruktionsholz	60,0	42,0	0,180	0,333	50	3,00	13,1	1.509	1.021
4	STYROPOR 035	20,0	0,3	0,035	0,571	20	0,40	11,1	1.324	1.004
5	Konstruktionsholz	25,0	12,5	0,130	0,192	20	0,50	10,5	1.267	983
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,130	-	-	10,0	1.229	983
-	Summe Bauteil	190,00	79,3	-	2,883	-	4,46			
U = 0,347 W/m²K						Tauwassermenge:		0,000 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,000 kg/m²		
Mindestwärmeschutz: min. R / vorh. R = 1,000 / 2,623 m²K/W						Anforderungen nach DIN 4108-3 sind erfüllt.				

Die hier betrachtete Trennwand zu einem nicht beheizten Nebenraum ist ähnlich wie die Kellerdecke zu betrachten. Es handelt sich um eine Treppeneinhausung und um den Anschluss an den nicht beheizten Schuppen. Dem unzureichenden Platz für weitere Baumaterialien muss mit einer geeigneten und der Aufgabe angemessen bezahlbaren Dämmung begegnet werden.

Der Vorschlag umfasst zusätzlich die Maßnahmen der Vorschläge 1 , 2, 4 und 5.

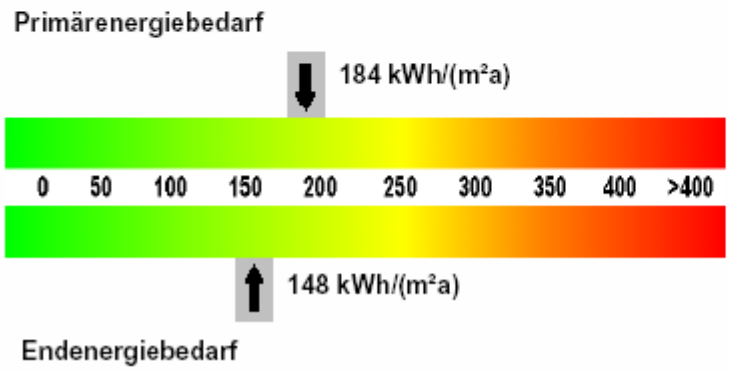
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 6

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

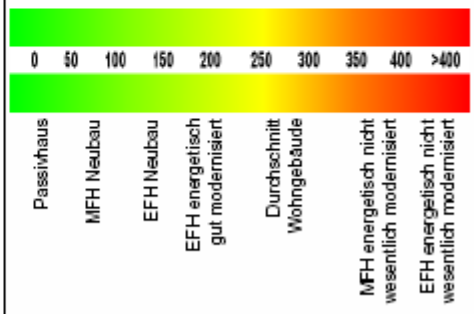
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	1.683 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Heizöl EL		14.219 kWh	853 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		1.352 kWh	230 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			600 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		15.571 kWh	1.683 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	148 kWh/m²	16,03 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €
Wärmedämmverbundsystem	22.700 €
Dach dämmen	16.500 €
Unteren Abschluss dämmen 6 cm	2.500 €
Gebäudetrennwände dämmen 6 cm	1.000 €
Gesamt	49.050 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 6

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

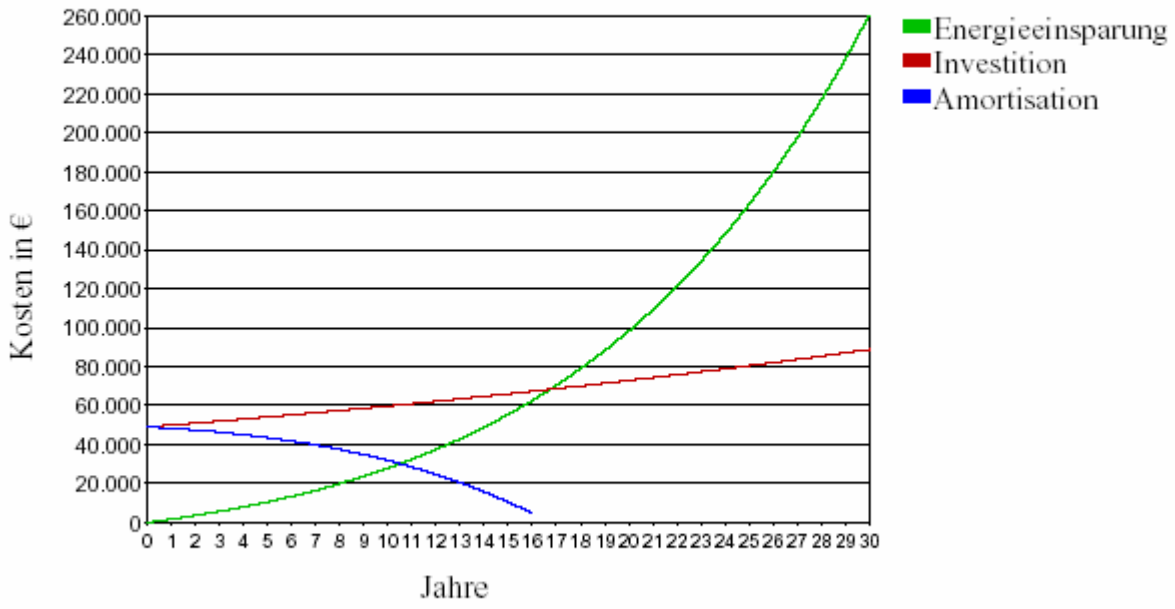
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 2,00 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	3.560 €		51.032 €		47.472 €
nach 4 Jahren	131		7.963 €		53.093 €		45.131 €
nach 6 Jahren	150		13.361 €		55.238 €		41.877 €
nach 8 Jahren	172		19.933 €		57.470 €		37.537 €
nach 10 Jahren	197		27.883 €		59.792 €		31.909 €
nach 12 Jahren	225		37.451 €		62.207 €		24.756 €
nach 15 Jahren	276		55.456 €		66.015 €		10.559 €
nach 20 Jahren	387		98.152 €		72.886 €		-25.266 €
nach 25 Jahren	543		163.051 €		80.472 €		-82.579 €
nach 30 Jahren	761		260.326 €		88.847 €		-171.479 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 17 Jahren.

Diskussion des Vorschlags V6

Die in den Varianten V1 - V5 vorgeschlagenen Ertüchtigungen der Gebäudehülle lassen sich zwar einzeln betrachten, stellen aber erst gemeinsam mit der Dämmung der verbleibenden Kleinflächen ein geschlossenes System dar, das in der Summe zu einer deutlichen Minderung des Heizenergiebedarfs führt.
Der Vergleich mit den Einzelmaßnahmen bezüglich der Verbesserung des Endenergiebedarfs zeigt dass hier die Summe der Einzelmaßnahmeneffekte höher ausfällt als der Betrag der Gesamtmaßnahme, die einfache Addition der Einzelmaßnahmen ist als Verfahren also nicht zulässig.

Vorschlag	Verbesserung des Endenergiebedarfs
V1 (WDVS)	216 kWh/m²a
V2 (Fenster Uw1,3)	20 kWh/m²a
V3 (Fenster Uw1,3)	22 kWh/m²a
V4 (Dach 14 cm WLG 035	68 kWh/m²a
V5 (unt. Absch. 6 cm WLG 035)	17 kWh/m²a
V6 (V1, V2, V4, V5 plus Trennwände 6 cm WLG 035	267 kWh/m²a

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass diese Maßnahmen sich unter den gesetzten Bedingungen binnen 17 Jahre amortisieren:

Vorschlag	Amortisationsfrist
V1 (WDVS)	21 Jahre
V2 (Fenster Uw1,3)	> 30 Jahre
V3 (Fenster Uw1,3)	> 30 Jahre
V4 (Dach 14 cm WLG 035	29 Jahre
V5 (unt. Absch. 6 cm WLG 035)	20 Jahre
V6 (V1, V2, V4, V5 plus Trennwände 6 cm WLG 035	17 Jahre

Das Haus soll auf einen modernen, zeitgemäßen, Stand gebracht werden, dem würde eine Ausführung von nur einzelnen Nachbesserungen nicht gerecht werden. Auch die mit der umfassenden Verbesserung zugänglich werdenden Fördermittel - hier eingeplant in Form günstigerer Zinsen, da ein vergünstigter Kredit in Anspruch genommen werden kann, wären sonst kaum erreichbar. Dennoch ist die Variante insofern weiterhin nur fiktiv, als sie von der Wiederherstellung des bisherigen Heizsystems ausgeht. In der nachfolgenden Variante V7 wird anhand einer Flüssiggasheizung deren Modernisierung überprüft.

V7: V6 plus Ersatz der Heizanlage mit Flüssigasbrennwerttherme incl. neuer Verteilung

Die „weiteren Modernisierungsmaßnahmen“ entsprechen den zuvor gezeigten.

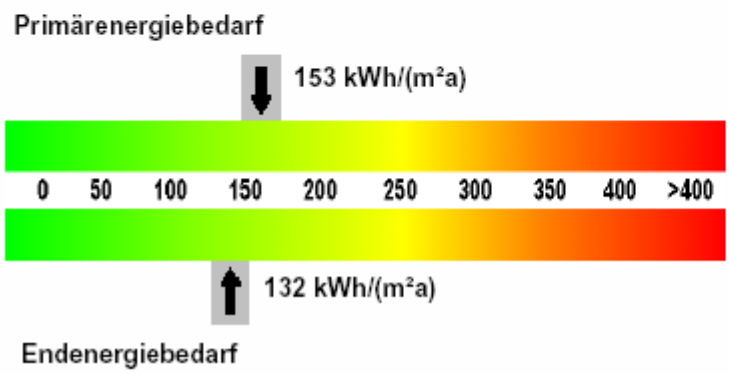
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 7

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

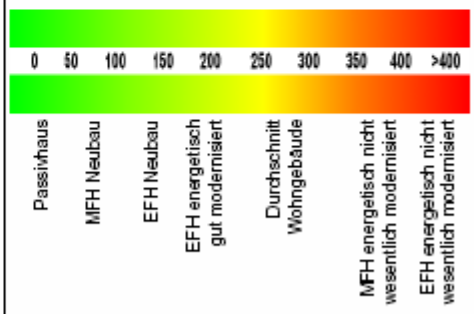
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	1.460 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Flüssiggas		13.371 kWh	1.471 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		503 kWh	85 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			350 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		13.874 kWh	1.906 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	132 kWh/m²	18,16 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €
Mehraufwand neues Heizsystem Flüssiggas gegenüber Bestand wieder herrichten	18.650 €
Fördermittel für Vorschlag 7	-6.000 €
Wärmedämmverbundsystem	22.700 €
Weitere Modernisierungsmaßnahmen siehe folgende Seite	20.000 €
Gesamt	61.700 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 7

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

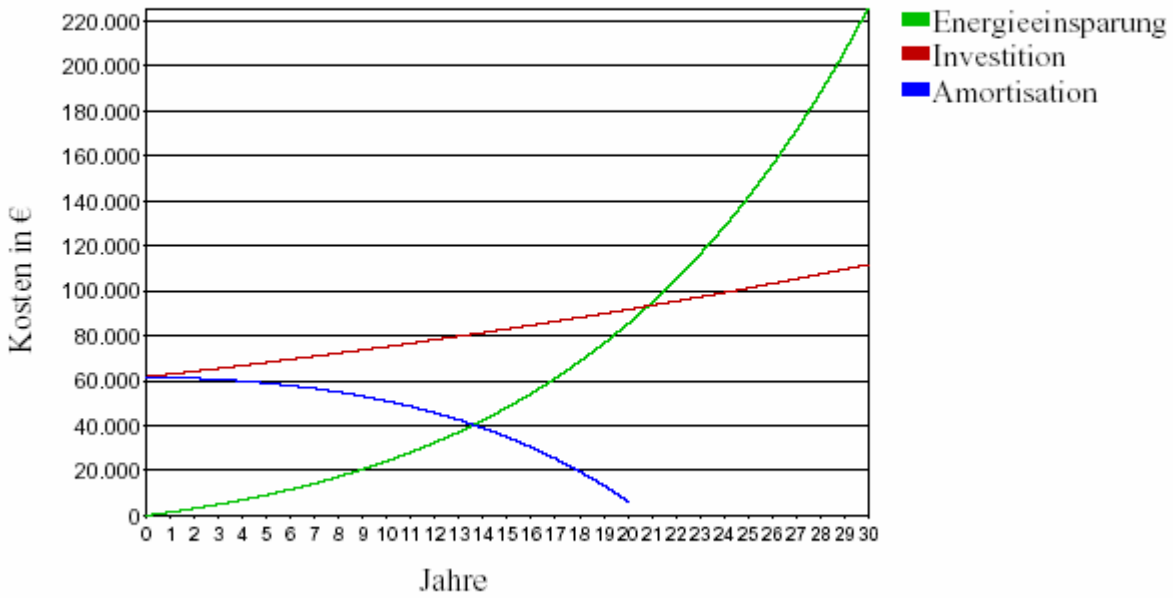
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 7,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 2,00 %	Amortisation
nach 2 Jahren	114	Basisjahr: Index = 100	3.087 €		64.193 €		61.105 €
nach 4 Jahren	131		6.906 €		66.786 €		59.880 €
nach 6 Jahren	150		11.589 €		69.484 €		57.895 €
nach 8 Jahren	172		17.289 €		72.291 €		55.003 €
nach 10 Jahren	197		24.184 €		75.212 €		51.028 €
nach 12 Jahren	225		32.483 €		78.251 €		45.767 €
nach 15 Jahren	276		48.099 €		83.040 €		34.941 €
nach 20 Jahren	387		85.132 €		91.683 €		6.551 €
nach 25 Jahren	543		141.422 €		101.225 €		-40.196 €
nach 30 Jahren	761		225.793 €		111.761 €		-114.032 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 21 Jahren.

Diskussion Vorschlag 7

Als Heizenergieträger wurde Flüssiggas vorgeschlagen, da von Ihnen Heizöl zukünftig nicht gewünscht wird und ein Stadtgasanschluss bei Ihrem Gebäude aktuell nicht möglich ist. Die Grossmüllergasse wurde erst vor kurzer Zeit (aber noch vor Ihrem Erwerb des Hauses) saniert, und deshalb dürfen jetzt für zwei bis drei Jahre keine vermeidbaren Arbeiten an der Straße durchgeführt werden. Der Vergleich mit dem bisherigen Heizsystem (Öleinzelofenheizung plus elektrische Durchlauferhitzer für Warmwasser):

Vorschlag	Verbesserung des Endenergiebedarfs
V6 (V1, V2, V4, V5 plus Trennwände 6 cm WLG 035	267 kWh/m²a
V7 (V6 plus Flüssiggasheizung)	262 kWh/m²a

Der Endenergiebedarf sollte eigentlich gleich sein, hier dürften Rechenungenauigkeiten vorliegen. Die beiden Varianten gehen ja von der gleichen Hülle aus. Aussagefähiger ist der Vergleich des Primärenergiebedarfs:

Vorschlag	Verbesserung des Primärenergiebedarfs
V6 (V1, V2, V4, V5 plus Trennwände 6 cm WLG 035	294 kWh/m²a
V7 (V6 plus Flüssiggasheizung)	325 kWh/m²a

Flüssiggas muss erst gewonnen, verdichtet, transportiert und eingelagert werden, damit kommt es bereits mit einer „Energieschuld“ aus dem Tank zur Heizung. Obwohl wir eine Brennwertheizung zugrunde gelegt haben, vermindert beim Haus mit der Flüssiggasanlage der Primärenergiebedarf gegenüber der Variante V6 sich nur um 11%.

Allen Varianten liegt zugrunde, dass die Instandsetzung der Altheizung Kosten verursachen würde, die von den Kosten der neuen Heizanlagen abgezogen werden können. V6 hat damit keine ansetzbaren Investitionskosten für die Heizung. V7 aber durchaus, aber dennoch verlängert sich die Amortisationszeit nur um 4 Jahre. Damit ist die Flüssiggasheizung eine sehr effektive Maßnahme.

Vorschlag	Amortisationsfrist
V6 (V1, V2, V4, V5 plus Trennwände 6 cm WLG 035	17 Jahre
V7 (V6 plus Flüssiggasheizung)	21 Jahre

In V8 wird der Flüssiggasheizung eine Pelletheizung bei ansonsten gleichen Umständen gegenüber gestellt.

V8: V6 plus Pelletniedertemperaturheizung incl. Speicher u. Verteilung

Die „weiteren Modernisierungsmaßnahmen“ entsprechen den zuvor gezeigten.

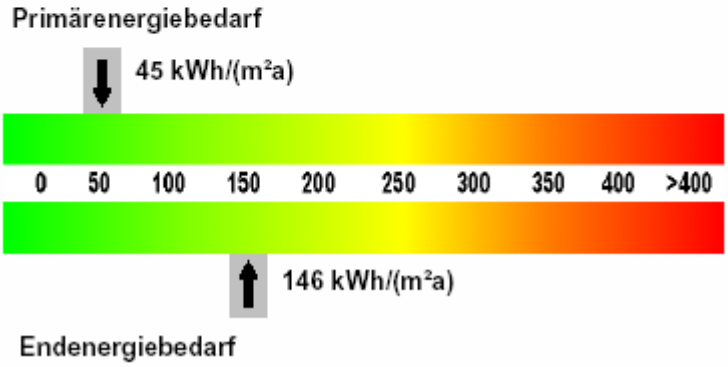
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 8

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

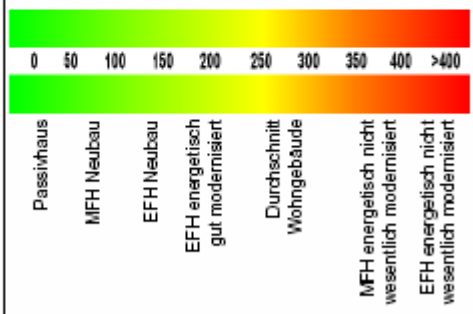
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	2.286 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Holz-Pellets		14.644 kWh	615 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		674 kWh	115 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			350 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		15.319 kWh	1.080 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	146 kWh/m²	10,28 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €
Mehraufwand neues Heizsystem Pellet gegenüber Bestand wieder herrichten	24.400 €
Fördermittel für Vorschlag 8	-9.750 €
Wärmedämmverbundsystem	22.700 €
Weitere Modernisierungsmaßnahmen siehe folgende Seite	20.000 €
Gesamt	63.700 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 8

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

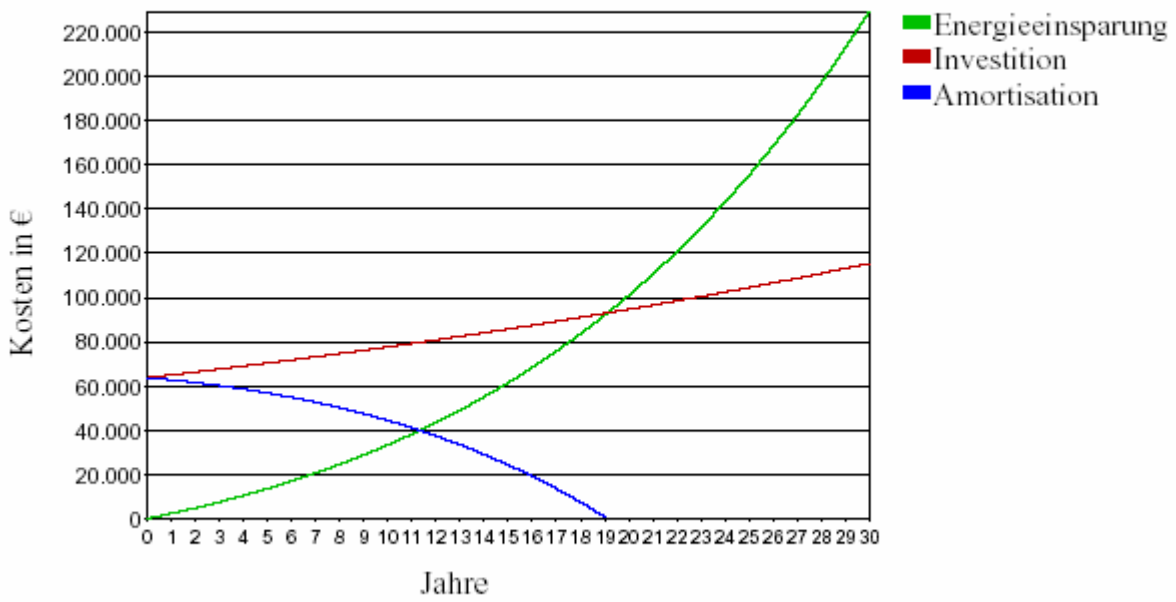
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 4,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 2,00 %	Amortisation
nach 2 Jahren	108	Basisjahr: Index = 100	4.767 €		66.273 €		61.507 €
nach 4 Jahren	117		10.361 €		68.951 €		58.589 €
nach 6 Jahren	127		16.892 €		71.737 €		54.845 €
nach 8 Jahren	137		24.478 €		74.635 €		50.157 €
nach 10 Jahren	148		33.254 €		77.650 €		44.396 €
nach 12 Jahren	160		43.370 €		80.787 €		37.417 €
nach 15 Jahren	180		61.427 €		85.732 €		24.305 €
nach 20 Jahren	219		100.866 €		94.655 €		-6.212 €
nach 25 Jahren	267		155.283 €		104.507 €		-50.777 €
nach 30 Jahren	324		229.506 €		115.384 €		-114.122 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 20 Jahren.

Diskussion Vorschlag 8

Der Pelletofen wird mit nachwachsendem Holz beheizt und hat dadurch eine sehr günstige Umweltbewertung. Sein Primärenergiebedarf basiert auf der Tatsache, dass das Holz ja auch erst hantiert, bewegt, verarbeitet und erneut bewegt werden muss, bevor es am Ofen zur Verfügung steht, und dass der Ofen einige elektrische Hilfsenergie benötigt. Das Ergebnis ist dennoch deutlich:

Vorschlag	Verbesserung des Primärenergiebedarfs
V7 (V6 plus Flüssiggasheizung)	325 kWh/m²a
V8 (V6 plus Pelletheizung)	433 kWh/m²a

V8 hat damit eine wiederum kürzere Amortisationsfrist als V7. Ursache dafür ist vorrangig die günstigere Energiepreissteigerungsprognose, die mit 4,5 % gegenüber 7 % bei Flüssiggas angesetzt werden kann. Ursache dafür ist die bessere Verfügbarkeit, die Eigenschaft des Nachwachsens und die einfachere Bereitstellung.

Vorschlag	Amortisationsfrist
V7 (V6 plus Flüssiggasheizung)	21 Jahre
V8 (V6 plus Pelletheizung)	20 Jahre

Einen Vergleich nur der Heiztechnik ohne Verbesserung der Hülle haben wir nicht unternommen, da wir dies für unrealistisch hielten.

In V9 wird der untersucht, welchen Einfluss eine zusätzliche Solaranlage zur Unterstützung der Gewinnung von Warmwasser und Raumheizwärme auf die Kennziffern ausübt.

V9: V8 plus solare Warmwasser- und Raumheizungs-Unterstützung

Die „weiteren Modernisierungsmaßnahmen“ entsprechen den zuvor gezeigten.

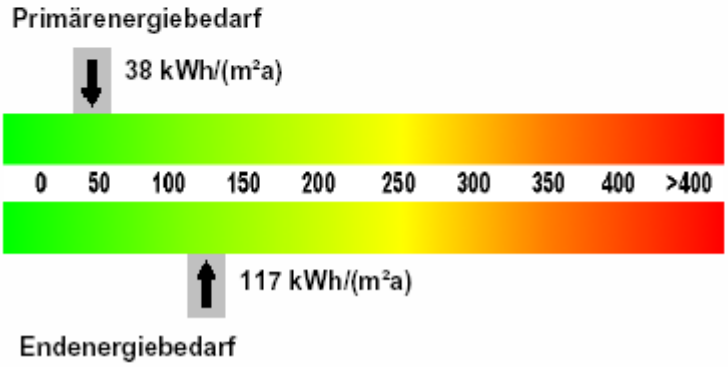
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 9

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

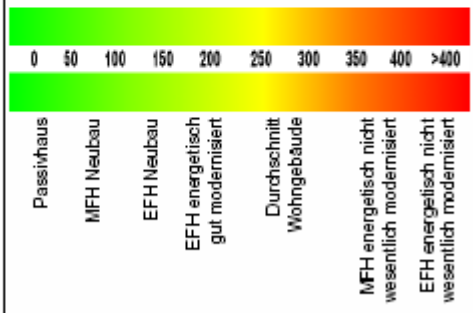
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	2.424 €
Energieträger	**Verbrauch**	**unter Anrechnung des Nutzungsfaktors**	**Energiekosten**
Holz-Pellets		11.622 kWh	488 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		611 kWh	104 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			350 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		12.233 kWh	942 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	117 kWh/m²	8,97 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,3 erneuern	6.350 €
Mehraufwand neues Heizsystem Pellet gegenüber Bestand wieder herrichten	24.400 €
zusätzliche thermische Solaranlage z. Untst. WW u RH	5.300 €
Fördermittel für Vorschlag 9	-11.886 €
Weitere Modernisierungsmaßnahmen siehe folgende Seite	42.700 €
Gesamt	66.864 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 9

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

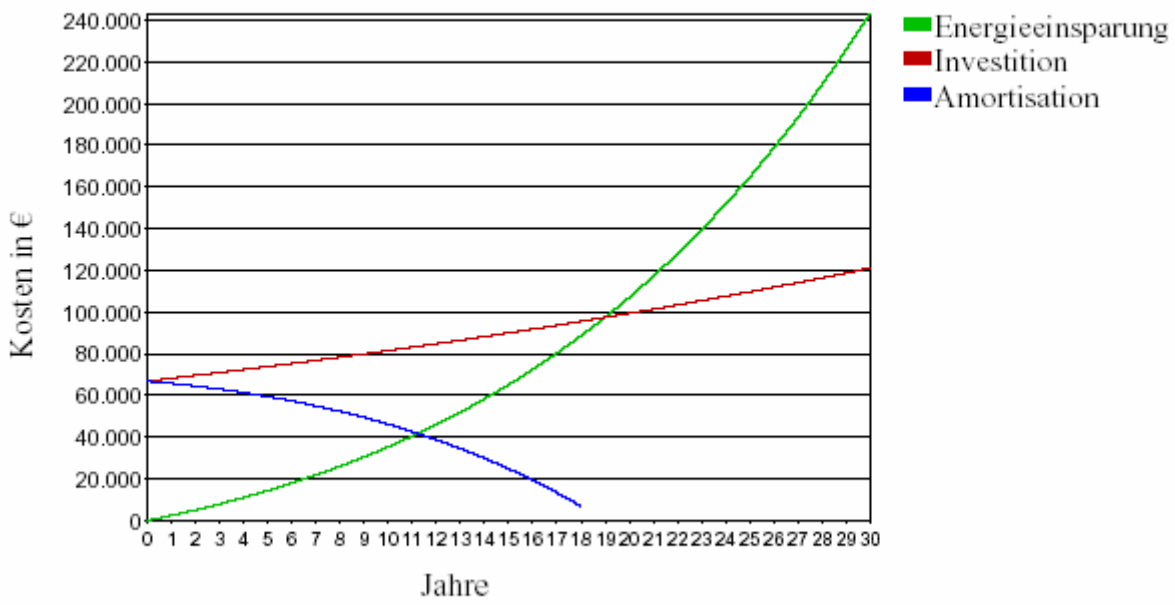
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 4,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 2,00 %	Amortisation
nach 2 Jahren	108	Basisjahr: Index = 100	5.054 €		69.565 €		64.511 €
nach 4 Jahren	117		10.986 €		72.376 €		61.390 €
nach 6 Jahren	127		17.909 €		75.300 €		57.390 €
nach 8 Jahren	137		25.952 €		78.342 €		52.389 €
nach 10 Jahren	148		35.258 €		81.507 €		46.249 €
nach 12 Jahren	160		45.983 €		84.800 €		38.816 €
nach 15 Jahren	180		65.128 €		89.990 €		24.862 €
nach 20 Jahren	219		106.944 €		99.356 €		-7.587 €
nach 25 Jahren	267		164.639 €		109.697 €		-54.942 €
nach 30 Jahren	324		243.334 €		121.115 €		-122.219 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 19 Jahren.

Diskussion Vorschlag 9

Die Solaranlage vermindert den Primärenergiebedarf nur noch wenig. Die Gewinnung von Warmwasser kann mit einem Anteil von 60 % bei gleichzeitiger Unterstützung der Raumheizung mit einem Anteil von etwa 10 % angesetzt werden.

Vorschlag	Verbesserung des Primärenergiebedarfs
V8 (V6 plus Pelletheizung)	433 kWh/m²a
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	440 kWh/m²a

Betrachtet man die Höhe des tatsächlich verbleibenden Primärenergiebedarfes, ist zu sehen, dass diese weitere Einsparung immerhin 16 % auf Basis von V8 ausmacht.

Vorschlag	Primärenergiebedarf
V8 (V6 plus Pelletheizung)	45 kWh/m²a
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	38 kWh/m²a

Der Bau der thermsichen Solaranlage beeinflusst die Amortisationsfrist nicht und ist damit bei ausreichendem Zugang zu den zugrunde gelegten Krediten wirtschaftlich rechtfertigt.

Vorschlag	Amortisationsfrist
V8 (V6 plus Pelletheizung)	20 Jahre
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	20 Jahre

In V10 wird der untersucht, wie groß der Einfluss weiterer sinnvoller Optimierungsschritte jetzt noch sein kann. Bei einer verbesserten Dämmung der Hüllflächen einschließlich Fenster ergeben sich weitere Einsparungen.

V10: V9 plus verbesserte Fenster (U-Wert 1,1) und teilweise verstärkten Dämmungen (WDVS 15 cm WLG 035; unterer Abschluss und Gebäudetrennwand 10 cm WLG 035, Dachdämmung 21cm WLG 035)

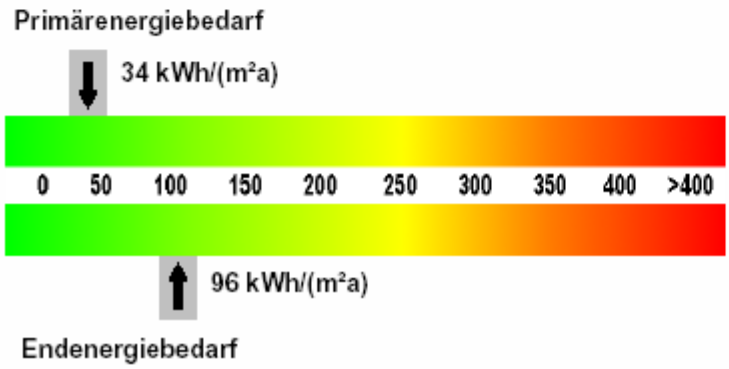
ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG10

Objekt	Bericht erstellt am
Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach	18.02.2009

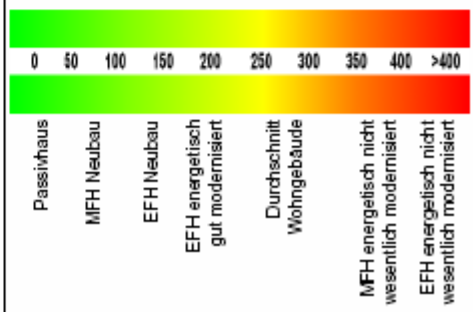
Jährliche Energiekosten nach Modernisierung		Einsparung im Vergleich zu Bestand	2.515 €
Energieträger	**Verbrauch**	unter Anrechnung des Nutzungsfaktors	**Energiekosten**
Holz-Pellets		9.449 kWh	397 €
Strom-Mix aus öffentlicher Versorgung		611 kWh	104 €
Verbrauchsunabhängige Jahreskosten der Wärmeerzeugung (Summe)			350 €
Gesamte Energiekosten für Raumheizung, Warmwasser, Hilfsgeräte wie Pumpen, Regelung, Ventilatoren und Kühlung		10.060 kWh	851 €
	bzgl. Nutzfläche nach EnEV	96 kWh/m²	8,10 €/m²

Modernisierungsvorschlag	Investitionskosten
Fenster mit Uw 1,1 erneuern	7.000 €
Mehraufwand neues Heizsystem Pellet gegenüber Bestand wieder herrichten	24.400 €
zusätzliche thermische Solaranlage z. Untst. WW u RH	5.300 €
Fördermittel für Vorschlag 10	-13.285 €
Weitere Modernisierungsmaßnahmen siehe folgende Seite	43.200 €
Gesamt	66.615 €

Energiebedarf



Vergleichswerte Endenergiebedarf



ENERGIEKOSTEN
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG10

Objekt: Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

Bericht erstellt am: 18.02.2009

Modernisierungsvorschlag - Fortsetzung	Investitionskosten
Übertrag Modernisierungsmaßnahmen 1 - 4 von vorheriger Seite	23.415 €
Wärmedämmverbundsystem	22.700 €
Dach dämmen	16.500 €
Unteren Abschluss dämmen 10 cm	2.800 €
Gebäudetrennwände dämmen 10 cm	1.200 €
Gesamt	66.615 €

WIRTSCHAFTLICHKEIT
MODERNISIERUNGSVORSCHLAG 10

Objekt Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

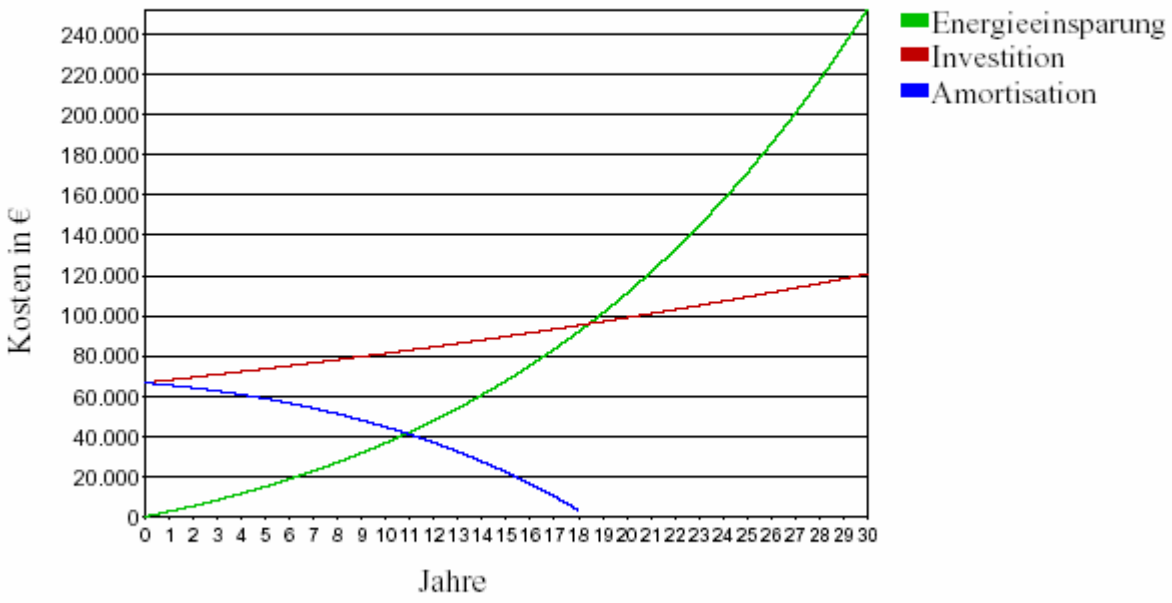
Bericht erstellt am 18.02.2009

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einsparung und Investitionskosten werden in eigenen Konten aufaddiert und separat verzinst. Die Spalte "Amortisation" ist die Differenz der beiden Konten.

Zeitraum	Preis-index	Steigerung 4,00 %	Energiekosten-einsparung	Zinssatz 4,50 %	Investitions-kosten	Zinssatz 2,00 %	Amortisation
nach 2 Jahren	108	Basisjahr: Index = 100	5.244 €		69.306 €		64.062 €
nach 4 Jahren	117		11.399 €		72.106 €		60.707 €
nach 6 Jahren	127		18.584 €		75.019 €		56.436 €
nach 8 Jahren	137		26.930 €		78.050 €		51.120 €
nach 10 Jahren	148		36.585 €		81.203 €		44.618 €
nach 12 Jahren	160		47.715 €		84.484 €		36.769 €
nach 15 Jahren	180		67.581 €		89.655 €		22.074 €
nach 20 Jahren	219		110.971 €		98.986 €		-11.984 €
nach 25 Jahren	267		170.839 €		109.289 €		-61.550 €
nach 30 Jahren	324		252.497 €		120.664 €		-131.833 €

Diagramm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung



Die vorgeschlagene Modernisierungsmaßnahme amortisiert sich nach etwa 19 Jahren.

7. Diskussion Vorschlag 10 und Empfehlung

Die Verbesserungen bringen erneut eine Minderung des Primärenergiebedarfs, die aber erwartungsgemäß nicht sehr groß ausfällt.

Vorschlag	Verbesserung des Primärenergiebedarfs
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	440 kWh/m²a
V10 (V9 plus verb. Hüllflächen plus Fenster U(w) 1,1)	444 kWh/m²a

Dies sieht man deutlicher beim Vergleich der Höhe des tatsächlich verbleibenden Primärenergiebedarfes. Es ist zu sehen, dass diese weitere Einsparung immerhin weitere 11 % auf Basis von V9 ausmacht.

Vorschlag	Primärenergiebedarf
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	38 kWh/m²a
V10 (V9 plus verb. Hüllflächen plus Fenster U(w) 1,1)	34 kWh/m²a

Auch dieser Optimierungsschritt ist wirtschaftlich rechtfertigt: Die Amortisationsfrist der Gesamtmaßnahme verkürzt sich sogar um ein Jahr auf 19 Jahre.

Vorschlag	Amortisationsfrist
V9 (V8 plus Solarthermie für WW und RW)	20 Jahre
V10 (V9 plus verb. Hüllflächen plus Fenster U(w) 1,1)	19 Jahre

Weitere Maßnahmen würden nun entweder das Haus schlechter bewohnbar machen (weil sie Raum in Anspruch nehmen, der dann fehlt) oder sie wären kostspielig (Noch bessere Fenster, noch mehr Dämmung). Und die aus lufthygienischen Gründen von uns vorgeschlagene Anlage zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung würde sich zwar wahrscheinlich bezahlt machen, aber weitere, nicht mehr erreichbare Mittel binden. Mit dem Vorschlag 10 ist eine umfassende Sanierung möglich.

Abschließend wollen wir die Maßnahmen in einer Tabelle zusammenfassen:

Vergleich des Bestandes und der Maßnahmenvorschläge

ENERGIEBERATUNG
VERGLEICH BESTAND - VORSCHLÄGE

Objekt: Grossmüllergasse 11, 76307 Karlsbad-Ittersbach

Bericht erstellt am: 18.02.2009

	Endenergiebedarf in kWh/a	Energiekosten in €/a	Primärenergie-bedarf in kWh/a	CO2 - Äquivalent - Emissionen in kg/a
Bestand	43.597 100 %	3.366 100 %	50.141 100 %	14.757 100 %
Vorschlag 1	27.976 64,2 %	2.429 72,2 %	32.958 65,7 %	9.622 65,2 %
Vorschlag 2	41.475 95,1 %	3.239 96,2 %	47.808 95,3 %	14.060 95,3 %
Vorschlag 3	41.273 94,7 %	3.227 95,9 %	47.585 94,9 %	13.993 94,8 %
Vorschlag 4	36.387 83,5 %	2.933 87,1 %	42.211 84,2 %	11.768 79,7 %
Vorschlag 5	41.817 95,9 %	3.259 96,8 %	48.183 96,1 %	14.172 96,0 %
Vorschlag 6	15.571 35,7 %	1.683 50,0 %	19.291 38,5 %	5.541 37,5 %
Vorschlag 7	13.874 31,8 %	1.906 56,6 %	16.065 32,0 %	4.084 27,7 %
Vorschlag 8	15.319 35,1 %	1.080 32,1 %	4.750 9,5 %	913 6,2 %
Vorschlag 9	12.233 28,1 %	942 28,0 %	3.974 7,9 %	716 4,9 %
Vorschlag 10	10.060 23,1 %	851 25,3 %	3.539 7,1 %	685 4,6 %

CO2-Äquivalente sind das Ergebnis der Aggregation von Treibhausgasen (THG) nach ihrem Treibhauspotenzial (THP) und stellen einen Indikator für das Umweltproblemfeld "Klima" dar.

8. Transmissionen durch die Wärmebrücken

In Bezug auf den Bestand gilt: Wegen der überwiegend fehlenden bzw. ganz unzureichenden Dämmmaßnahmen stellen einbindende Innenmauern und die Geschossdecken zwar prinzipiell Wärmebrücken dar, führen aber aufgrund ihrer Bauweise (Holzbalkenkonstruktion) nur zu geringen Schwächungen der Hüllflächen - die selber ja nur wenig Wärme dämmende Eigenschaften besitzen. Durch die geplante Sanierung lässt sich jedoch eine sehr viel konkretere Betrachtung der Wärmebrücken erreichen. Dazu haben wir einen Wärmebrückennachweis erstellt, aus dem wir nachfolgend zwei Beispiele zeigen. Wichtig ist vor allem, dass auch die Wärmebrücken im weiteren Verlauf Ihres Vorhabens sorgfältig beplant und dann ebenso sorgfältig baulich behandelt werden.

Wärmebrücken sind Punkte, Winkel und Flächen der Gebäudehülle, an denen gegenüber den übrigen Bauteilen erhöhte Transmissionen stattfinden. Mit dem Begriff Wärmebrücken werden alle Bauteile oder Bauteilzonen bezeichnet, durch die die Wärme stärker, bzw. schneller fließt als durch die benachbarten Bauteile / Bauteilzonen. Wenn durch eine solche "Störung" in der Wärme übertragenden Gebäudehülle an einem "Punkt" die Wärme schneller vom Innenraum nach außen fließen kann als durch die umgebenen Bauteile, besteht die Gefahr von Tauwasserbildung. Dieses kann zur Schädigung dieses Bauteiles oder zur Schimmelbildung führen. Es werden grundsätzlich vier Arten von Wärmebrücken unterschieden:

Materialbedingte Wärmebrücken sind aus Materialien, deren Wärmeleitfähigkeit größer ist als die der umgebenden Bauteile.
Geometrisch bedingte Wärmebrücken entstehen immer, wenn die wärmeabgebende Oberfläche eines Bauteils größer ist als die wärmeaufnehmende Fläche z.B. Gebäudeecken.
Konstruktionsbedingte Wärmebrücken treten immer dann auf, wenn die wärmeübertragende Gebäudehülle bei bestimmten Bauteilen geschwächt ist z.B. Heizkörpernischen, Auflager für Bodenplatten, Schlitze für Installationsleitungen, usw.
Lüftungsbedingte Wärmebrücken haben grundsätzlich als Ursache konvektive Luftströme durch Fugen und andere Gebäudeundichtigkeiten. Diese Gebäudeundichtigkeiten lassen sich mittels einer Blower-Door-Messung feststellen.

Im folgenden werden solche Wärmebrücken betrachtet, die nicht bereits in die Kalkulation der Bauteil-Transmissionen eingegangen sind.

Im Normalfall werden Wärmebrücken mit einem Pauschalwert berücksichtigt.
Bei der Berechnung nach Energie-Einsparverordnung (EnEV) wurde ein pauschaler Aufschlag für die Wärmebrücken von 0,1 W/m²K bzw. von 0,05 W/m²K auf die U-Werte der Gebäudehülle verwendet (je nach Variante).

Beispiel Wärmebrücke analog DIN 4108-2 Bild 30

2-A-30 Bild 30 - außengedämmtes Mauerwerk

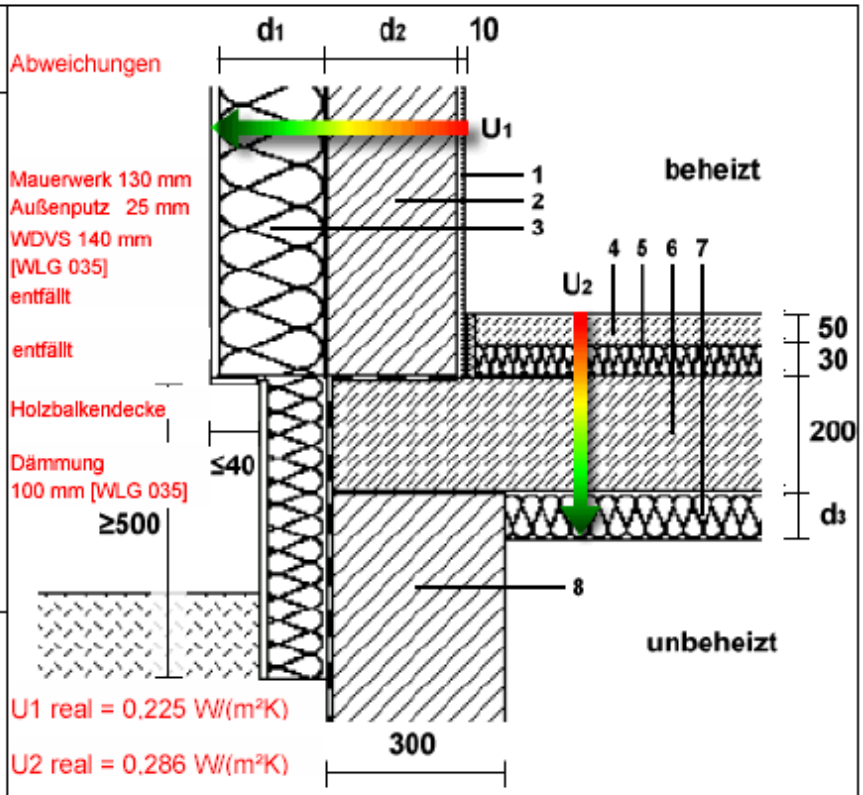
Baustoffe

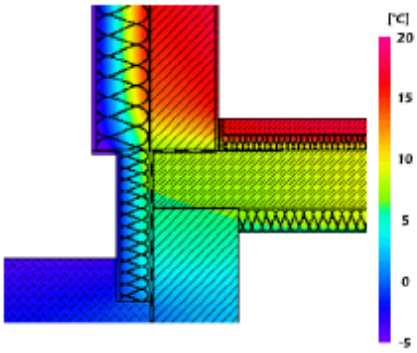
	Bezeichnung	Rohdichte [kg/m³]	Lambda [W/(mK)]
1	Innenputz	1.800	0,35
2	Kalksandstein ohne Kimmstein 175 mm	1.800	0,99
3	WDVS 140 mm [WLG 040]	150	0,04
4	Estrich	2.000	1,40
5	Estrichdämmung [WLG 040]	150	0,04
6	Stahlbeton	2.400	2,10
7	Dämmung 70 mm [WLG 040]	150	0,04
8	Kalksandstein 300 mm	1.800	0,99

Wärmedurchgangskoeffizienten, eindimensional

U1 = 0,26 W/(m²K)

U2 = 0,35 W/(m²K)





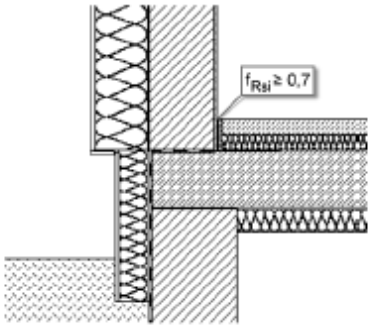
Bauteilbeschreibung:

Nachweis der Gleichwertigkeit:
Gleiche Detailausbildung wie DIN 4108 Bbl. 2

Die Werte wurden nach DIN EN ISO 10211-2 berechnet.

Gültig für FG=0,65

Bauteilbewertung:
Wegen der insgesamt besseren Materialkennwerte ist mit einem günstigeren WBV als 0,15 W/(mK) zu rechnen.



Nachweis der Gleichwertigkeit über:

Gleiche Detailausbildung wie DIN 4108 Bbl. 2

Wärmebrückenverlustkoeffizient nach DIN EN ISO 10211

0,15 W/(mK)

Gültig für FG=0,65

Beispiel Wärmebrücke analog DIN 4108-2 Bild 73

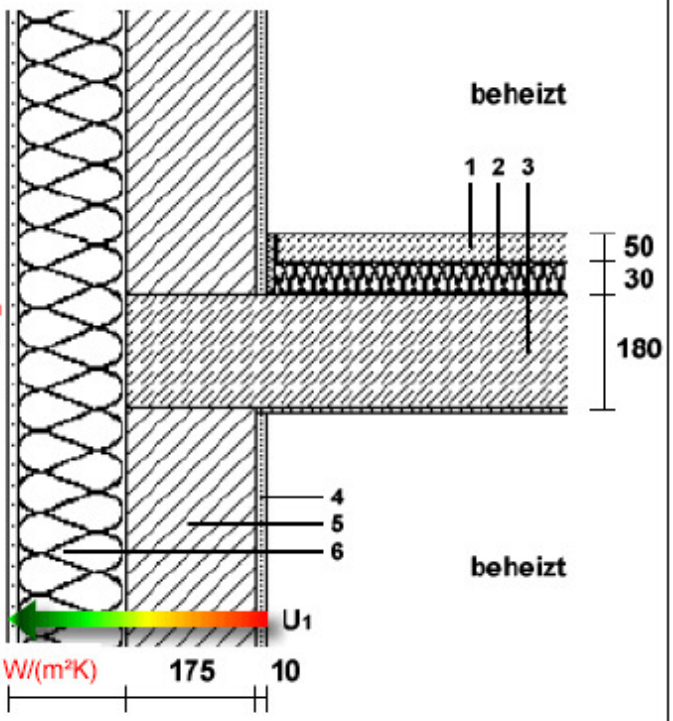
9-A-73 Bild 73 - außengedämmtes Mauerwerk

Baustoffe

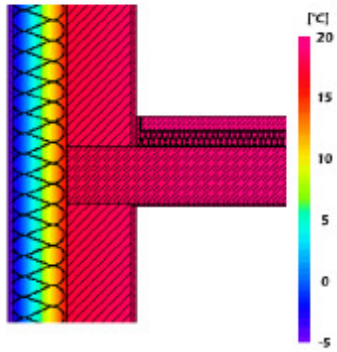
	Bezeichnung	Rohdichte [kg/m³]	Lambda [W/(mK)]	Abweichungen
1	Estrich	2.000	1,40	entfällt
2	Estrichdämmung	150	0,04	entfällt
3	Decke aus Stahlbeton 200mm	2.400	2,10	Holzbalkendecke
4	Innenputz	1.800	0,35	
5	Kalksandstein 175 mm	1.800	0,99	Mauerwerk 130 mm Außenputz 25 mm
6	WDVS 140 mm [WLG 040]	150	0,04	WDVS 140 mm [WLG 035]
7		0	0,00	
8		0	0,00	

Wärmedurchgangskoeffizienten, eindimensional

U1 = 0,26 W/(m²K)



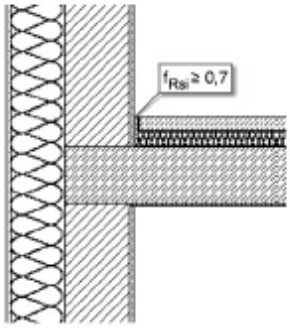
U1 real = 0,225 W/(m²K)



Bauteilbeschreibung:

Nachweis der Gleichwertigkeit:
Bagatellregelung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt.

Bauteilbewertung:
Wegen der insgesamt besseren Materialkennwerte ist mit einem günstigeren WBV als 0,01 W/(mK) zu rechnen.



Nachweis der Gleichwertigkeit über:

Bagatellregelung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt

Wärmebrückenverlustkoeffizient

0,01 W/(mK)

9. Sonstige Maßnahmen - Lüftungswärmeverluste, Dichtungen, Schimmel

Lüftungswärmeverluste

Bei Maßnahmen, die die Dichtigkeit des Gebäudes verbessern (Abdichten von Fenstern und Türen, Erneuerung von Fenstern und Türen etc.), ist ein entsprechendes Nutzerverhalten notwendig.

Bei alten Fenstern stellt sich der aus hygienischen und feuchtebedingten Notwendigkeiten erforderliche Luftwechsel durch die vorhandenen Undichtigkeiten der Fugen in der Regel von selbst ein. Damit ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei abgedichteten bzw. modernen Fenstern reduzieren sich die Fugenverluste so, dass der erforderliche Luftwechsel durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden muss.

Erfolgt kein Austausch der feuchten Raumluft, so kann es durch Kondensation der Feuchtigkeit an den Wänden zu Feuchteschäden bis hin zu Schimmelpilzbildung kommen. Ein Mindestmaß an Lüftung ist zudem für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner erforderlich (Ausdünstungen aus Möbeln und Textilien).

Entscheidend für die Begrenzung der Lüftungsverluste ist richtiges Lüften, da die Verluste durch zu lange oder ständig geöffnete oder gekippte Fenster beachtlich sind.

Ein maschinelles und damit kontrollierbares Be- bzw. Entlüften setzt beim Gebäude hohe Anforderungen an die Winddichtigkeit voraus. Diese Maßnahme ist daher meist nur bei Neubau eines Gebäudes, wie z.B. nach der Bauweise des Niedrig-Energie-Haus-Standards, möglichst mit Nachweis ("Blower-Door-Test") sinnvoll.

Bei Ihrem Gebäude halten wir eine dezentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung für eine kluge, aber von Ihnen aktuell leider nicht gewünschte Maßnahme. Ihr Gebäude wurde und wird über „natürliche Lüftung“ belüftet. Dabei wird der erforderliche Luftwechsel über Fensterlüftung vorgenommen. Bisher trugen die Undichtigkeiten der Gebäudehülle ebenfalls deutlich zum Luftaustausch bei, mit der Sanierung geschieht das nicht mehr.

Auf die Sinnfälligkeit einer kontrollierten Wohnungslüftung wurde mehrfach hingewiesen. Wegen finanzieller Einschränkungen kann leider weder eine zentrale noch eine dezentrale Anlage realisiert werden.

Es wird deshalb vorgeschlagen, für eine dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (z.B. Fabrikat LTM) zumindest die Stromversorgung bereitzuhalten, um im Fall einer späteren Nachrüstung den baulichen Aufwand gering zu halten.

Bei Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand, die die Dichtigkeit der Gebäude verbessern, muss das richtige Be- und Entlüften durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden.

Als Regel gilt:

Besser häufiger kurz lüften (Stoßlüftung) als Dauerkippstellung der Fenster!

Ferner sollten folgende Regeln beachtet werden:

in den Wntermonaten wird eine mehrmalige tägliche Stoßlüftung von 4-6 Minuten empfohlen, in den Übergangszeiten 10-15 Minuten.

Feuchtigkeit sollte dort durch die Fenster abgeführt werden, wo sie entsteht (Bad, Küche, ...)

Warme (feuchte) Luft nicht in kalte bzw. ungeheizte Räume leiten.

Während des Lüftens sind die Thermostatventile an den Heizkörpern zuzudrehen.

Dichtheit

Eine dichte Gebäudehülle ist erforderlich, um einen unbeabsichtigten Luftaustausch zu vermeiden. Besonders bei Bauteilanschlüssen (z.B. Fenster an Außenwand) ist auf Dichtheit zu achten. Im rahmen der Sanierung sollte auch bei Ihrem Haus hierauf besondere Aufmerksamkeit gelegt werden.

Schimmelpilzbildung

Schimmelpilzsporen sind ein natürlicher Bestandteil der Luft, die nur dann zu einer störenden Schimmelpilzbildung führen, wenn die physikalischen Bedingungen gegeben sind. Voraussetzung für das Schimmelpilzwachstum sind dauerhafte Feuchtigkeit und das Vorhandensein von Nährstoffen. Darüber hinaus benötigen einige Schimmelpilze zum Wachstum Wärme.

Der Schimmelpilz-Leitfaden des Umweltbundesamtes erläutert die baulichen und nutzungsbedingten Voraussetzungen wie folgt:
„In älteren und in nicht vorschriftsgemäß errichteten neuen Gebäuden kann durch bauliche Mängel (undichtes Dach, Risse im Mauerwerk) oder Fehler in der Gebäudekonstruktion Feuchtigkeit in Wände, Fußböden und Decken eindringen sowie zur Gebäudeinnenseite wandern. Durch Wärmebrücken oder unzureichend oder falsch angebrachte Wärmedämmungen kommt es zu einer erhöhten relativen Feuchte an der Oberfläche bis hin zur Tauwasserbildung an Innenflächen der Gebäudewände. Um dies zu verhindern und einem Schimmelpilzbefall vorzubeugen, müssen an erster Stelle solche baulichen Mängel beseitigt werden.

Das Verhalten der Raumnutzer kann ebenfalls zu erhöhter Feuchte im Innenraum beitragen. Vor allem unsachgemäßes Lüftungsverhalten der Bewohnerinnen und

Bewohner in Verbindung mit Tätigkeiten, bei denen Feuchtigkeit entsteht (Duschen, Kochen, Wäschetrocknen etc.), erhöht die Feuchtigkeit der Raumluft. Dies kann zu Schimmelpilzwachstum führen. Besonders bei nachträglich wärmegedämmten und nach den geltenden Wärmeschutzvorschriften neu errichteten Gebäuden ist wegen des verringerten natürlichen Luftwechsels (das ist der Luftaustausch mit der Außenluft, der z.B. über Fugenundichtigkeiten bei geschlossenen Fenstern und Türen auftritt) ein sachgerechtes Lüften erforderlich."
(Gekürzte Auszüge aus dem „Schimmelpilz-Leitfaden" des Umweltbundesamtes)

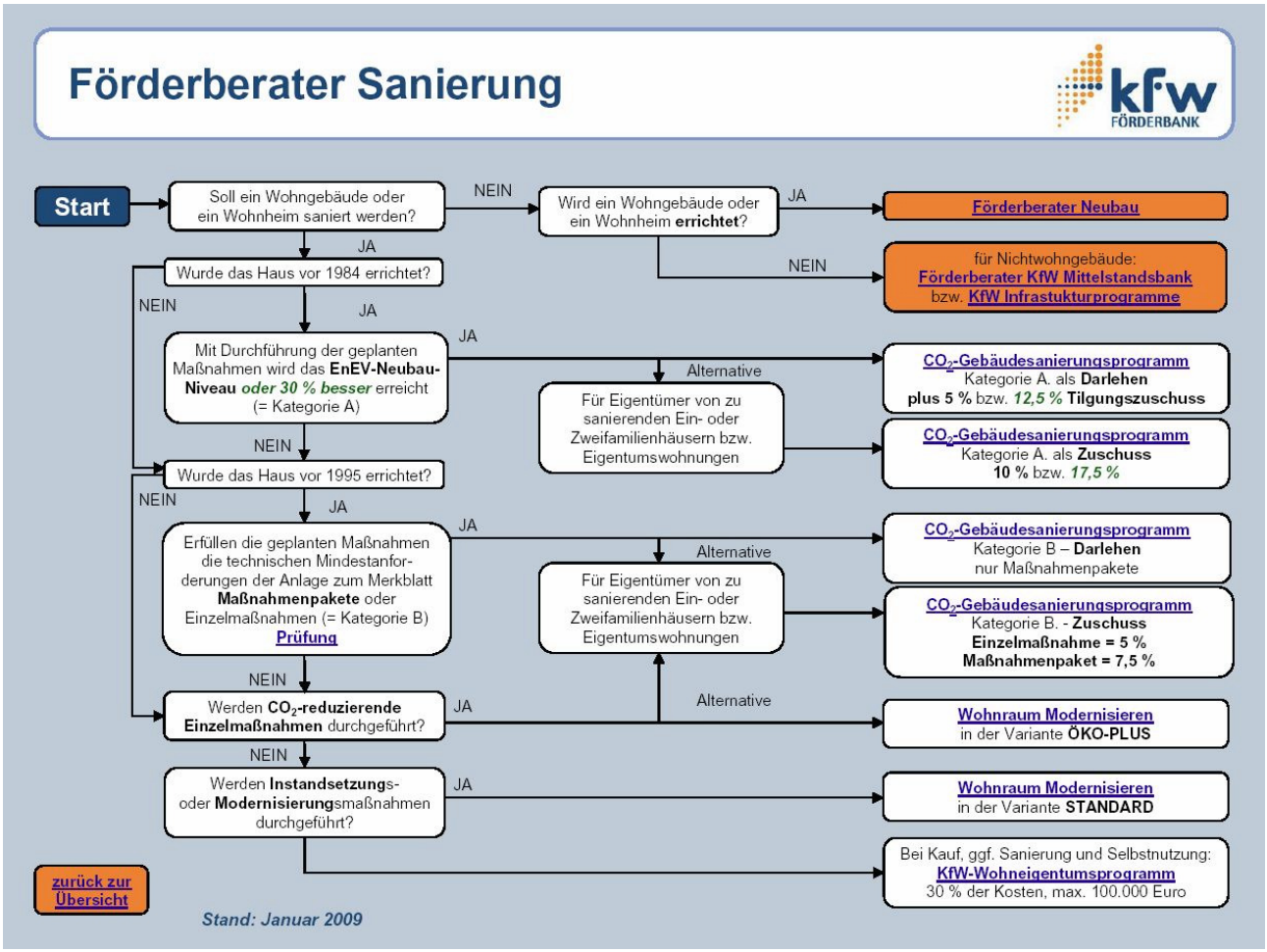
10. Förderung von Energiesparmaßnahmen

Die wichtigsten Förderungen für das Energieeinsparungen bei Bestandsgebäuden werden von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) vergeben. Dieser Bericht ist das Ergebnis einer BAFA-geförderten Energieberatung vor Ort. Es gibt weitere Programme, die aktuell gerade umgestellt werden. Aktuell (Februar 2009) gelten noch folgende Regeln:

Die wichtigsten Förderwege:

KfW-CO2-Gebäudesanierungs-Programm
Zuschüsse Bafa
Zuschüsse nach Programmen der Bundesländer
Weitere Zuschüsse: Förderkompass Energie

KfW-Förderungen
Das Förderangebot der KfW ist umfassend. Deshalb hat die KfW Übersichten erstellt. Nachfolgend die Übersicht für Förderungen beider Sanierung von Wohngebäuden:



Wir haben für Sie eine Übersicht der in Frage kommenden Förderungen und die dafür erforderlichen Voraussetzungen zusammengestellt. Diese Tabelle geben wir Ihnen gerne auch in größerem Ausdruck, als sie in diesem Bericht wiedergegeben werden kann.

					Kollektorfläche 6 m²	Kollektorfläche 9 m²
0805-XXXXXXXXXXXX						
Förderungen Bereich Energie						
		Sanierung auf EnEV-Standard	Sanierung auf EnEV-Standard	Sanierung auf EnEV-Standard	Sanierung auf 30% besser als EnEV-Standard	Sanierung auf 30% besser als EnEV-Standard
KfW		mit Flüssiggasheizung	mit Holzpelletheizung	mit Holzpelletheizung	mit Holzpelletheizung	mit Holzpelletheizung
		mit gemietetem Tank (oberirdisch)	ohne Solarunterstützung	mit Solarunterstützung	mit Solarunterstützung	mit Solarunterstützung
		ohne Solarunterstützung				
CO2-Gebäudesanierungsprogramm, Kategorie A, Programmnr. 130, "Kredit"	Verbilligter Kredit (bis 50.000 E je WE), Zinssatz für 10 Jahre fest, vorzeitige Tilgung in Teilbetr möglich					
	Basiskreditkosten abzgl KfW Kreditkosten gleich Einsparung					
Eine Kombination der KfW-Darlehen mit anderen Fördermitteln (z. B. Kredite oder Zulagen, Zuschüsse, andere KfW-Darlehen) ist zulässig, sofern die Summe aus Krediten, Zuschüssen und Zulagen die Summe der Aufwendungen nicht übersteigt	verlorener Zuschuß:					
	-bei Einh. EnEV Neubau bis. 10% der. F. Inv.kosten, maximal je WE	5000	5000	5000		
	- bei Ein. EnEV-Neubau -30% bis 12,5% der. F. Inv.kosten, maximal je WE				6250	6250
Die Kombination eines Kredits aus dem CO2-Gebäudesanierungsprogramm (Programm-Nr. 130) mit der Zuschussvariante (Programm-Nr. 430) ist nicht möglich.Ausnahme: Natürliche Personen, die einen Kredit für Ein- und Zweifamilienhäuser nach Kategorie A beantragen und die Sanierungsmaßnahme durch einen Sachverständigen begleiten lassen, können ergänzend den Zuschuss für Baubegleitung beantragen (siehe Zuschuss für Baubegleitung).	Baubegleitung: bis 50% der f. Berat.-, Pla.- u. Baubegleitungskosten, maximal je WE (falls Teilförderung durch andere Abzug der Teilförderungssumme)	1000	1000	1000	1000	1000

Die Kosten der durch die energetische Sanierung bedingten Beratungs- und Planungsleistungen sind förderfähige Kosten. Die Kosten, für die eine sonstige Förderung (z. B. aus dem Förderprogramm Vor-Ort-Beratung des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle - BAFA) in Anspruch genommen wird, können bei der Förderung des Investitionsvorhabens in Höhe des die sonstige Förderung übersteigenden Anteils berücksichtigt werden.						
Begleitet der Sachverständige eine in der Kategorie A (Neubau-Niveau nach EnEV oder besser) geförderte Sanierung eines Ein- bzw. Zweifamilienhauses können die Planungs-, und Baubegleitungskosten mit einem erhöhtem Zuschuss gefördert werden.						
Weitere Voraussetzungen (siehe Zuschuss für Baubegleitung). Die Kosten für die der Zuschuss für Baubegleitung in Anspruch genommen wird, können bei der Förderung des Investitionsvorhabens nicht berücksichtigt werden.						
Der Zuschuss für Baubegleitung kann zusammen mit dem Investitionszuschuss im Antragsformular beantragt werden. Antragsteller, die die Kreditvariante bei einem Kreditinstitut Ihrer Wahl beantragt haben, beantragen den Baubegleitungszuschuss separat direkt bei der KfW. In diesem Fall ist ein vollständig ausgefülltes Antragsformular für die Zuschussvariante im CO_2-Gebäudesanierungsprogramm sowie eine Kopie des Personalausweises des Antragstellers einzureichen (siehe auch Antragstellung). Wird der Zuschuss für Baubegleitung separat beantragt, muss der Antrag vor Abschluss des Vorhabens bei der KfW eingegangen sein.						
BAFA	Energieberatung "Vor-Ort-Beratung" für Ein-/Zweifamilienhäuser	300	300	300	300	300
Auf die Gewährung der Zuschüse besteht kein Rechtsanspruch, sie steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit	Integration von Hinweisen zur Stromeinsparung	50	50	50	50	50
	Integration themografischer Untersuchungen bis maximal	100	100	100	100	100
	separate Themografiekosten 50%, aber maximal	150	150	150	150	150

Basis- und Bonusförderung im Marktanreizprogramm 2008	Pelletkessel von 5 - 100 kW mit neu errichtetem Pufferspeicher von min. 30 l/kW		36 E/kW (mindestens 2500) Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 1 (18 E/kW, min. 1250) = 3750	36 E/kW (mindestens 2500) Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 1 (18 E/kW, min. 1250) = 3750	36 E/kW (min. 2500) Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 2 (36 E/kW, min. 2500) = 5000	36 E/kW (mindestens 2500) Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 2 (36 E/kW, min. 2500) = 5000
	Einrichtung einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung			60 E/m² Koll.fläche, mindestens 410 E, plus Kesseltausch bonus (375), bei 6 m² = 785	60 E/m² Koll.fläche, mindestens 410 E, plus Kesseltausch bonus (375), bei 6 m² = 785	
	Einrichtung einer thermischen Solaranlage zur kombinierte Warmwasser- und Heizungsunterstützung bis max 40 m² Kollektorfläche	-		105 E/m² Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 1 (52,50 E/m2 Koll.fläche), bei ca. 12 m² = 1886,4		105 E/m² Basisförderung plus Effizienzbonus Stufe 2 (105 E/m2 Koll.fläche) bei ca. 9 m² = 1890
	Umwälzpumpenbonnus (solar)			200	200	200
	Pumpenbonus			je Pumpe 50	je Pumpe 50	je Pumpe 50
	maximale Summe	6000	9.750	11.886	13.285	14.390

Zu den KfW-Förderungen haben wir die Informationen in der Tabelle zusammengefasst. Zu den Bafa-Förderungen möchten wir Ihnen nachfolgend weitere Erläuterungen geben

BAFA-Basisprogramm
Neben der KfW unterstützt das Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (Bafa) energiesparwillige Hausbesitzer. Im Marktanreizprogramm vergibt es Zuschüsse für die Nutzung erneuerbarer Energien. Hausbesitzer können so für ihre Sanierung doppelt Geld vom Staat kassieren: KfW-Förderung und Bafa-Zuschuss lassen sich kombinieren.
Ziel der Bafa-Förderung ist, dass die Eigenheimbesitzer möglichst effiziente Anlagen installieren. Deshalb werden die Zuschüsse je nach Baujahr des Hauses und Größe der Anlage differenziert: Das meiste Geld gibt es für sehr gut gedämmte Häuser, in die eine Solaranlage und eine Pelletheizung mit großem Pufferspeicher eingebaut werden

Bafa-Basisprogramm: Solar

Für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung gibt es 60 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche, mindestens 410 Euro je Anlage. Wird die Solaranlage auch für die Raumheizung genutzt, erhöht sich der Zuschuss auf 105 Euro je Quadratmeter Kollektorfläche.
Voraussetzung ist, dass eine Anlage mit Flachkollektoren mindestens neun Quadratmeter Kollektorfläche und der Pufferspeicher ein Volumen von mindestens 40 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche hat! Bei Anlagen mit Röhrenkollektoren beträgt die Mindestgröße sieben Quadratmeter Kollektorfläche und 50 Liter Speichervolumen pro Quadratmeter Kollektorfläche. Die Erweiterung bestehender Anlagen bezuschusst das Bafa mit 45 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche.

Bafa-Basisprogramm: Biomasse / Holzheizung
Pelletöfen fördert das Bafa mit 36 Euro pro Kilowatt, mindestens 1.000 Euro. Für Holzpelletkessel gibt es mindestens 2.000 Euro. Wird zusätzlich ein neuer Pufferspeicher mit mindestens 30 Liter pro Kilowatt eingebaut, erhöht sich der Zuschuss auf mindestens 2.500 Euro. Für Anlagen zur Verfeuerung von Holzhackschnitzeln überweist das Bundesamt für Ausfuhrkontrolle 1.000 Euro, für Scheitholzvergaserkessel 1.125 Euro.

Bafa-Basisprogramm: Wärmepumpe
Auch Wärmepumpen werden seit diesem Jahr im Marktanreizprogramm wieder gefördert. Der Zuschuss ist vom Anlagentyp (Wasser, Luft, Sole) und von der Gebäudeart (Neubau oder Modernisierung) abhängig:
Für den Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe in einen Neubau gibt es 5 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche, maximal 850 Euro, für den Einbau in einen Altbau 10 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche, maximal 1.500 Euro. Entscheidet sich der Sanierer für eine Wasser-Wasser- oder Sole-Wasser-Wärmepumpe kann er mit dem Doppelten rechnen.

Bafa-Bonusprogramm
Zusätzlich zu den Basis-Programmen gibt es Bonus-Programme:
Kesselaustauschbonus: Wenn gleichzeitig mit der Errichtung einer Solaranlage zur kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung ein neuer Gas- oder Ölheizkessel mit Brennwerttechnik eingebaut wird, gibt es 750 Euro Austauschbonus.
Regenerativer Kombinationsbonus: Die Kombination einer Solaranlage mit einer Biomasse- oder Wärmepumpenanlage fördert das Bafa mit 750 Euro.

Bafa-Bonusprogramm Effizienzbonus Stufe 1
Statt des Kesselaustausch- oder Kombinationsbonus gibt es bei besonders gut gedämmten Häusern den Effizienzbonus. Die Basisförderung kann sich dadurch verdoppeln. Die Höhe des Bonus hängt davon ab, wann die Baugenehmigung für das Haus erteilt wurde.

In Stufe 1 werden Häuser gefördert, deren Bau vor 1995 genehmigt wurde und die durch eine Sanierung die für Neubauten geltenden Werte der

Energieeinsparverordnung einhalten. Später genehmigte Häuser müssen nach der Sanierung mindestens 30 Prozent weniger Energie verbrauchen als ein vergleichbarer Neubau.

Für Kombi-Solaranlagen mit Heizungsunterstützung beträgt der Effizienzbonus in Stufe 1 pro Quadratmeter Kollektorfläche 52,50 Euro.
Für Pelletheizungen in Häusern der Stufe 1 zahlt das Bafa 18 Euro pro Kilowatt extra.
Mindestens gibt es für Pelletöfen 500 Euro, für Pelletkessel 1000 Euro und für Pelletkessel mit Pufferspeicher 1250 Euro. Für Holzhackschnitzelanlagen zahlt das Bundesamt für Ausfuhrkontrolle 500 Euro, für Scheitholzvergaserkessel 562,50 Euro.
Für Wärmepumpen gibt es übrigens keinen Effizienzbonus

Bafa-Bonusprogramm Effizienzbonus Stufe 2
In Stufe 2 ist die Förderung höher als in Stufe 1, der Zuschuss verdoppelt sich hier. Die Förderung setzt aber voraus, dass ein vor 1995 genehmigtes Haus den Neubaustandard um 30 Prozent unterschreitet. Jüngere Häuser müssen mindestens 45 Prozent weniger verbrauchen als ein Standardbau.

Zusätzlich zur Basisförderung blättert der Staat in Stufe 2 für eine Kombi-Solaranlage 105 Euro pro Quadratmeter Kollektorfläche hin, für den Einbau von Pelletheizungen 36 Euro pro Kilowatt. Mindestens gibt es für einen Pelletofen 1000 Euro, für einen Pelletkessel 2000 Euro und für einem Pelletkessel mit Pufferspeicher 2500 Euro. In Stufe 2 beträgt der Effizienzbonus für eine Holzhackschnitzelanlage 1000 Euro

Pumpenbonus: Für besonders effiziente Umwälzpumpen mit Energielabel A gewährt das Bafa noch einmal 200 Euro. Besonders effiziente Solarkollektorpumpen bezuschusst das Amt mit 50 Euro.
Tipp: Anders als die KfW nimmt das Bafa die Anträge auf Förderung erst nach Abschluss der Maßnahmen entgegen - und zwar bis zu sechs Monate, nachdem die Anlage betriebsbereit ist. Die Antragsteller sollten sich aber schon vor dem Kauf darüber informieren, ob die Voraussetzungen für eine Förderung erfüllt sind.

Weitere Zuschüsse: Förderkompass Energie
Die Bundesländer und auch andere Stelle (Kommunen, Verbände...) halten weitere Förderungen bereit. Wir haben Zugang zum Programm „Förderkompass Energie“ und könne je nach Ihren weiteren Vorgaben prüfen, welche Förderwege über die in unseren Vorschlägen bereits berücksichtigen hinaus noch interessant sein können.

11. Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit einem vereinfachten Verfahren

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.

Wie die vorliegende Untersuchung zeigt, besteht bei Ihrem Haus ein hohes energetisches Einsparpotential. Die meisten vorgeschlagenen Maßnahmen sind aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu empfehlen, daneben gibt es weitere gute Gründe eine Sanierung des Hauses durchzuführen.

Wirtschaftlichkeit der Sanierung: Wenn ohnehin Instandhaltungsmaßnahmen, Umbau oder Erweiterungen anstehen, sind energetische Modernisierungen sinnvoll und besonders wirtschaftlich

Wertsteigerung der Immobilie: Fachlich und richtig geplante und ausgeführte Sanierungen schützen die Bausubstanz und vermeiden Bauschäden. Der Zeit- und Wiederverkaufswert einer Immobilie wird nachhaltig durch einen optimalen Wärmeschutz erhöht.

Steigerung der Wohnbehaglichkeit: Durch die Dämmung der Gebäudehülle in Verbindung mit einer zeitgemäßen Heizungsanlage steigt die Wohnbehaglichkeit. Ein angenehmes Raumklima ohne störenden Luftzug trägt zur Wohlbefindlichkeit bei. Feuchte Wände gehören der Vergangenheit an.

Klimaschutz: Private Haushalte nutzen etwa ein Drittel der gesamten Endenergie (Heizöl, Erdgas, Strom). Davon werden ca. 77% allein für die Raumheizung verbraucht. Wer Heizenergie einspart, senkt den Ausstoß von CO2 und leistet einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz.

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

Heizkostenersparnis	= Energieeinsparung · Energiepreis
Heizkostenersparnis	= 2500 kWh/a · 0,10 EUR/kWh = 250 EUR/a
$\text{Amortisation}_{\text{statisch}}$	= Investitionskosten/Heizkostenersparnis
$\text{Amortisation}_{\text{statisch}}$	= 1000,- EUR / 250 EUR/a = 4 Jahre

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

1 Liter Heizöl	10,0 kWh
1 m3 Erdgas	10,0 kWh
1 Liter Flüssiggas	6,7 kWh
1 kg Koks	8,7 kWh
1 kg Braunkohlebrikett	5,6 kWh
1 Raummeter Holz	1900,0 kWh

12. Erläuterung der Fachbegriffe und grundlegenden Techniken

Mit den nachfolgenden Angaben versuchen wir leicht für jeden verständlich Begriffe aus der Heizungstechnik zu erklären (aus http://www.gerwinmoebus.de):

Abgas Wärmetauscher

Technik

Durch die Nutzung der Kondensationswärme tritt eine Verbesserung des verbrennungstechnischen Wirkungsgrades ein. Ein zusätzlicher Gewinn in Bezug auf den Wirkungsgrad liegt in der Tatsache, dass die Abgastemperaturen und somit die Abgasverluste erheblich niedriger ausfallen als bei konventioneller Feuerung, bei der, um Kondensatbildung im Abzug zu verhindern, die Abgastemperatur rund 120 °C nicht unterschreiten sollte, während Brennwertfeuerungen mit 60 °C betrieben werden können.
Je höher der Wasserstoffanteil eines Brennstoffes ist, desto höher ist die Menge an Wasserdampf, die nach der Verbrennung des Brennstoffs im Abgas enthalten ist. Insbesondere bei Brennstoffen mit hohem Wasserstoffanteil ist es also wichtig, dass die im Abgas enthaltene Kondensationswärme genutzt wird. Brennwertkessel vermögen je nach energetischer Qualität und je nach Betriebsbedingungen einen mehr oder weniger großen Anteil der Kondensationswärme zu nutzen.

Abgasverlust

Der *Abgasverlust* qA gibt an, wie viel Prozent der Heiz-Nennwärmeleistung mit dem Abgas verloren gehen. Er ist desto kleiner, je niedriger die Abgastemperatur und je größer der CO2-Gehalt des Abgases ist, was mit einer kleinen Luftüberschusszahl einhergeht. Der Abgasverlust darf ab dem 1. November 2004 für Kessel bis 25 kW 11 %, für Kessel über 25 bis 50 kW 10 % und für Kessel über 50 kW nur mehr 9 % betragen. Werden diese Grenzwerte nicht erreicht, müssen die Kessel gegen neue ausgetauscht werden oder von einem zuständigen Fachmann gegebenenfalls gereinigt und eingestellt werden

Abgastemperatur

Die **Abgastemperatur** beträgt bei Gas-Kesseln etwa 60–140 °C, bei Ölheizungen 120-180 °C. Geringe Abgastemperaturen verschlechtern den Schornsteinzug und können, sofern sie unter der Taupunkttemperatur liegen, zur Kondensation des Wasserdampfes im Abgas führen, was zu Schornsteinversottung oder Korrosion der Abgasanlage führen kann. Dies kann durch eine Schornsteinsanierung (z.B. ein Edelstahlabgasrohr einziehen lassen) verhindert werden. Hohe Abgastemperaturen deuten auf einen s**chlechten Wärmeübergang an den Wärmeübertragern**

hin, was eine Folge von Rußablagerungen sein kann und durch eine Kesselreinigung zu beheben ist. Sind die Abgastemperaturen selbst bei gereinigten Wärmeübertragern noch zu hoch, deutet das auf eine Überbelastung der Wärmeübertragerflächen hin. Da meist die eingestellten Feuerungsleistungen erheblich höher sind, als der eigentliche Wärmebedarf des Hauses, kann dies sehr oft durch eine Leistungsreduzierung des Brenners korrigiert werden. Eine Leistungsreduzierung ist jedoch nur dann möglich, wenn die neue, reduzierte Brennerleistung noch innerhalb des Leistungsbereiches des verwendeten Brenners liegt. Hierbei wird bei Gasbrennern der Gasdurchsatz reduziert, bei Ölbrennern wird entweder der Zerstäubungsdruck verringert,oder die Größe der Zerstäubungsdüse reduziert. Es sind jedoch in jedem Fall die Herstellerangaben von Brenner und Wärmeerzeuger zu beachten. Nach jeder Leistungsreduzierung sind die Brenner wie bei einer Neuinbetriebnahme mittels Abgasmessgerät neu einzuregulieren.

Abgasmessung

Die **Abgasmessung** ist eine vom Schornsteinfeger durchzuführende Messung, die in der Hausheizungsanlage *Gas*- und *Ölkessel* betrifft (ausgenommen sind Raumheizgeräte bis 4 kW Leistung und in der Trinkwasseranlage *Trinkwassererwärmer bis 28 kW Leistung*). Es ist eine wichtige Untersuchung, die in Deutschland das Bundes-Immissionsschutzgesetz und die Kleinfeuerungsverordnung, in Österreich das Luftreinhaltegesetz vorschreibt. Die Messung wird mit einer Lambda-Sonde im Kernstrom des Verbindungsrohres zwischen Kessel und Schornstein/Abgasrohr durchgeführt, die Messwerte gehen auf einen Kleinrechner und können ausgedruckt werden. Die Messung wird *einmalig* bei Kesseln von 4 kW bis 11 kW Nennwärmeleistung vier Wochen nach der Inbetriebnahme durchgeführt, und sie ist eine *wiederkehrende* Messung für Kessel ab 11 kW und Trinkwassererwärmer ab 28 kW. Für Trinkwassererwärmer bis 28 kW und für Kombithermen bei maximaler Leistung (Warmwasserbereitung) ist nur eine CO-Messung des Abgases vorgeschrieben. Handelt es sich um eine Pelletheizung, werden anstelle des CO2- und CO-Gehaltes die Staub- und SO2-Emissionen gemessen.

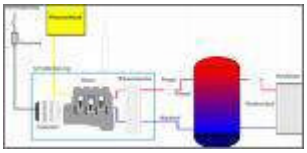
Änderungen durch die Novellierung der 1. BImSchV
Die Novellierung (voraussichtlich ab 2008) sieht eine Überprüfungspflicht für **alle** Heizungsanlagen ab 4 kW vor. Hinzu kommen zahlreiche Nachrüstverpflichtungen für Festbrennstoffheizungen.[1]

Erfasste Messwerte

Bei der Messung werdender *Abgasverlust* qA (nach der *Siegertschen Formel*) die *Konzentrationen* der Abgaskomponenten Kohlendioxid CO2, Kohlenmonoxid CO, Sauerstoff O2, sowie bei einer Ölheizung zusätzlich die Rußzahl und Ölderivate gemessen sowie Abgastemperatur, Zulufttemperatur/Verbrennungslufttemperatur, Taupunkttemperatur, Luftüberschusszahl (Lambda) und Schornsteinzug.

Die **Abgasmessung wird auch durch uns im Rahmen der Wartungsarbeiten durchgeführt,** befreit Sie dennoch nicht von der Messpflicht Ihres Wärmeerzeugers.

Blockheizkraftwerk (BHKW)



Schema Pflanzen Öl BHKW

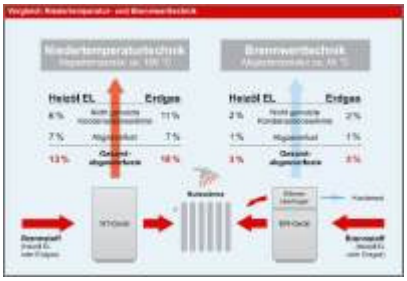
Ein **Blockheizkraftwerk (BHKW)** ist eine modular aufgebaute Anlage zur Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme, die vorzugsweise am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben wird, bzw. Nutzwärme in ein Nahwärmenetz einspeist. Sie setzt dazu das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ein.
Der höhere Gesamtnutzungsgrad gegenüber der herkömmlichen Kombination von lokaler Heizung und zentralem Großkraftwerk resultiert aus der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung. Der Wirkungsgrad der Stromerzeugung liegt dabei, abhängig von der Anlagengröße, zwischen etwa 25 und 50 %. Durch die ortsnahe Nutzung der Abwärme wird die eingesetzte Primärenergie aber zu 80 bis über 90 % genutzt. Blockheizkraftwerke können so bis zu 40 % Primärenergie einsparen.
Übliche BHKW-Module haben elektrische Leistungen zwischen fünf Kilowatt und fünf Megawatt. Als Antrieb für den Stromerzeuger können Verbrennungsmotoren, d. h. Diesel- oder Gasmotoren, aber auch Gasturbinen verwendet werden. Unter 15 kW werden sie auch Mikro-KWK genannt und dienen zur Versorgung von einzelnen Gebäuden. Die Kraft-Wärme-Kopplung wird ebenfalls in Heizkraftwerken genutzt, dort typischerweise mit elektrischen Leistungen von einigen hundert MW.

Brennstoff

Öl- Raffinerie

Ein **Brennstoff** ist ein chemischer Stoff, dessen gespeicherte Energie sich durch Oxidation in Form einer Verbrennung in nutzbare Energie umwandeln lässt. Der Begriff „Brennstoff“ steht für brennbare Energieträger während Kernbrennstoff für Energieträger die durch Kernspaltung (wie Uran und Plutonium) oder durch Kernfusion (Deuterium, Tritium) Energie erzeugen können steht. Unterschieden werden Brennstoffe in Heizstoffe die zur Wärmegewinnung eingesetzt werden, während Kraftstoffe (Treibstoffe) in Verbrennungsmotoren verwendet werden. Diese Definition der Begriffe ist unabhängig von der chemischen Zusammensetzung; so wird eine bestimmte Erdölfraktion unter dem Namen 'Heizöl EL' als Brennstoff und unter der Bezeichnung Diesel als Kraftstoff vertrieben. Weiterhin unterscheidet man natürliche und künstliche Brennstoffe. Natürliche Brennstoffe werden in der Form eingesetzt, in der sie der Umwelt entnommen werden. Künstliche Brennstoffe werden durch einzelne Verfahrensschritte aus natürlichen Brennstoffen gewonnen. Brennstoffe können zudem als fossile Brennstoffe (Erdöl, Kohle, Erdgas) und als Brennstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (regenerative Brennstoffe; Holz, Biokraftstoffe, Biogas) vorliegen.
Die Beurteilung der Qualität eines Brennstoffes hinsichtlich seines Vermögens Wärme zu liefern, kann durch seinen Heizwert oder durch seinen Brennwert erfolgen. Abhängig ist es davon, inwiefern das im Rauchgas als Dampf enthaltene Wasser energetisch genutzt wird (Brennwertnutzung). Bei Brennstoffen ohne Wasserstoff (gebunden bzw. als Wasser) sind die Werte für Brennwert und Heizwert identisch.

Brennwert



Quelle: www.iwo.de

Der **Brennwert *Hs*** (veraltet *kalorischer Brennwert* oder *oberer Heizwert H*o) ist ein Maß für die spezifisch je Bemessungseinheit in einem Stoff enthaltene thermische Energie. Der Brennwert ist identisch mit der *Standardverbrennungsenthalpie* ?V*H*° der allgemeinen Thermodynamik.
Der *Brennwert eines Brennstoffes* gibt die Wärmemenge an, die bei Verbrennung und anschließender Abkühlung der Verbrennungsgase auf 25 °C, sowie deren Kondensation, freigesetzt wird.
Der Brennwert berücksichtigt sowohl die notwendige Energie zum Aufheizen der Verbrennungsluft und der Abgase, als auch die Verdampfungs- bzw. Kondensationswärme von Flüssigkeiten, insbesondere Wasser. Im Gegensatz dazu bezeichnet der *Heizwert* (ehem. „unterer Heizwert“) die Wärmemenge, die bei der Verbrennung und anschließenden Abkühlung auf die Ausgangstemperatur des brennbaren Gemisches frei wird, wobei das Verbrennungswasser noch dampfförmig vorliegt. Der Heizwert von wasserstoffreichen Brennstoffen ist deshalb deutlich geringer als deren Brennwert, und zwar um den Betrag der Verdampfungsenthalpie des vorliegenden Wasserdampfes.

Brennwertkessel

Viessmann Vitoladens 300 T

Ein **Brennwertkessel** ist ein Heizkessel für Warmwasserheizungen, der den Energieinhalt des eingesetzten Brennstoffs nahezu vollständig nutzt. Der Unterschied zu konventionellen Kesseln besteht darin, dass Brennwertkessel auch die Kondensationswärme des Wasserdampfes im Abgas nutzen. Brennwertgeräte gibt es für Pellets, Gas- und Ölfeuerungen. In Nicht-Brennwertkesseln kann die Kondensationswärme nicht genutzt werden, dadurch entsteht ein sogenannter latenter Abgasverlust (bisher nicht im Schornsteinfegerprotokoll ausgewiesen) von ca. 6 Prozent bei Heizöl EL und ca. 11 Prozent bei Erdgas.

Bivalente Systeme

Buderus Systemhaus

Bivalente Heizungen

Heizanlagen für mehrere Brennstoffe werden als *bivalente Heizung* bezeichnet, so etwa kombinierte Solar/Brenner-Heizungen (Solar und Öl/Holz/Gas/ua.), *Scheitholz-Kombianlagen* (Holzvergaser mit Pelletsmodul), *Allesbrenner* (klassischer Holz/Koks-Kessel), und andere

Blaubrenner

Im Unterschied zum Gelbbrenner wird bei einem Blaubrenner ein Teil der heißen Abgase an die Wurzel der Brennerflamme zurückgeführt (innere Rezirkulation). Infolgedessen "vergast" der Ölnebel schon vor der eigentlichen Verbrennung. Es entsteht eine sauberere Verbrennung mit einem meist geringeren Stickstoffoxid- und sehr kleinen Kohlenmonoxidanteilen im Abgas.

Fossile Energieträger

Fossile Energie wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen, die wie Braunkohle, Steinkohle, Torf, Erdgas und Erdöl in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind.
Diese fossilen Energieträger basieren auf dem Kohlenstoffkreislauf und ermöglichen damit (Sonnen)energie vergangener Zeiten zu speichern und heute zu verwerten. Nach internationalen Schätzungen[1] werden 2030 etwa 90% des weltweiten Energiebedarfs aus fossilen Quellen gedeckt werden (im Jahr 2005 waren es 81%[2]).
Biomasse wird hingegen aus Holz und weiteren neuzeitlichen organischen Abfällen und Überresten gewonnen. Die technische Erschließung von fossilen Brennstoffen im 18. und 19. Jahrhundert schuf die Voraussetzungen für die Industrielle Revolution.

Die aufgeführten fossilen Brennstoffe basieren auf organischen Kohlenstoff-Verbindungen. Sie sind dem Weltklimarat zufolge wichtige Mitverursacher der globalen Erwärmung.[3] Bei der Verbrennung mit Sauerstoff wird Energie in Form von Wärme und Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Je nach Zusammensetzung und Reinheit des fossilen Brennstoffes resultieren auch andere chemische Verbindungen wie Stickstoffoxide und Ruß sowie unterschiedlich feine Stäube.

Vorräte

Die in der Erde lagernden Vorräte an fossilen Brennstoffen (Fossile Energieträger), die nachgewiesen, sicher verfügbar und mit heutiger Technik wirtschaftlich gewinnbar sind, bezeichnet man als Energiereserven. Gleichbleibenden Energiebedarf und gleichbleibende Nutzung unterstellt, reichen die derzeit bekannten Welt-Energiereserven an Erdöl und Erdgas 43 bzw. 66 Jahre und an Kohle circa 170 Jahre.
Energieressourcen: Neben den Energiereserven gibt es nachgewiesene und vermutete Vorräte von Energieträgern (so genannte Energieressourcen), die jedoch derzeit aus technischen und/oder wirtschaftlichen Gründen noch nicht gewinnbar sind.
Die Reserven der fossilen Brennstoffe reichen wohl maximal noch etwa 200 Jahre. Beim Erdöl war die statische Reichweite 1919 nur noch etwa 20 Jahre und ist seither auf immer etwa 35-40 Jahre gestiegen, da neue Vorkommen und verbesserte Abbaumaßnahmen hinzukamen.
Ein wichtiger Faktor ist neben der Reichweite der Zeitpunkt, an dem die Förderung nicht mehr gesteigert werden kann, sondern zurückzugehen beginnt. Da sich dadurch das Verhältnis von Angebot und Nachfrage verändert, kann dies stark steigende Preise zur Folge haben (Globales Ölfördermaximum).
Die Versorgungslücke muss entsprechend gedeckt werden, durch geringeren Verbrauch und Alternativen, etwa Erneuerbare Energien oder die Kernenergie.

Erdöl und Erdgas

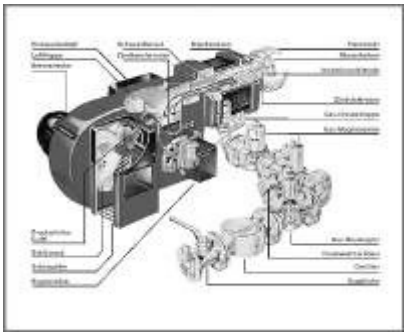
Abgestorbene Kleinstlebewesen wurden auf dem Meeresgrund in einer Schlammschicht luftdicht eingeschlossen und von anderen Erdschichten überlagert, so dass im Laufe der Zeit (von etwa 500 Millionen Jahren) eine isolierte Schicht entstand.
Erdöl ist ein in der Erdkruste eingelagertes, hauptsächlich aus langkettigen Kohlenwasserstoffen bestehendes homogenes und lipophiles Stoffgemisch.
Das eventuell noch vorhandene Meerwasser verdunstet oder wird vom Sediment aufgenommen, während sich weitere Schichten ablagern. Da Kohlenwasserstoffe leichter sind als aufgelagerte Erd- und Gesteinsschichten, steigen sie darin hoch und sammeln sich unter undurchlässigen Erdschichten, wobei die gasförmigen Kohlenwasserstoffe (hauptsächlich Methan) in der Regel als Erdgas über dem flüssigen Erdöl eingeschlossen sind.
Rohes Erdöl (Rohöl) stellt mit mehr als 17.000 Bestandteilen eine der komplexesten Mischungen an organischen Stoffen dar, die natürlicherweise auf der Erde vorkommen.

Gelbbrenner

Weishaupt Brenner

Der klassische Ölbrenner ist der Zerstäubungsbrenner beziehungsweise Gelbbrenner. Eine Düse verwandelt das Öl zunächst in einen feinen Nebel, der anschließend erwärmt und mit Hilfe eines eingebauten Gebläses mit Luft vermischt wird. Ein elektrischer Funke entzündet schließlich das Gemisch. Schwachstelle des Verfahrens: Weil der Vergasungsprozess in aller Regel unvollständig abläuft, bleiben minimale Kohlenstoffanteile zurück, die mit gelber Flamme und etwas höherem Schadstoffanteil als bei einem Blaubrenner verbrennen. Eine Verbesserung brachte die automatische Ölvorwärmung, die den Brennstoff dünnflüssiger macht und so dessen Vergasung erleichtert. Sie gehört inzwischen bei allen Kesseln zur Standardausstattung

Gebläsebrenner



Gebläsebrenner

Ein Gebläsebrenner (Blau- oder Gelbbrenner) ist eine Einrichtung zur Verbrennung von Ölen oder Gasen in Heizkesseln. Bei einem Gebläsebrenner wird die erforderliche Verbrennungsluft durch ein Gebläse angesaugt und mit Druck unter Beimischung des Brennstoffes (Öl, Gas) in den Brennraum gefördert. Die intensivere Durchmischung von Brennstoff und Luft als bei einem atmosphärischen Brenner führt zu einer optimalen Verbrennung.

Heizwert

Der *Heizwert* (umgangssprachlich unpräzise „Energiegehalt“ oder „Energiewert“ genannt) ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare Wärmemenge, bei der es *nicht* zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffs (in Unterscheidung zum *Brennwert*).

Der Heizwert ist also das Maß für die spezifisch je Bemessungseinheit nutzbare Energie. Der Heizwert sagt nichts aus über die Verbrennungsgeschwindigkeit. So beträgt der Heizwert des

Sprengstoffs TNT nur ¼ des Wertes von Holz.

Die physikalische Größe

Angegeben wird der Heizwert als *massenbezogener Heizwert* z. B. in Kilojoule pro Kilogramm in kJ/kg, Gramm oder Tonne. Mit Hilfe der Dichte des Brennstoffs kann der massenbezogene Heizwert auch in einen *volumenbezogenen Heizwert* umgewandelt werden, also z. B.je Liter in kJ/l oder auch je Kubikmeter in kJ/m³. Üblich sind in der Haustechnik auch Angaben in kWh, für Heizöl also in kWh/l oder für Gas in kWh/m³.
Das Formelzeichen für den Heizwert ist *Hi*. Das «i» steht dabei für lat. *inferior* „unterer“. *Hu* wie auch kJ/mN³ mit indizierter Maßeinheit für das Normalvolumen bei Gasen sind nicht mehr normgerecht.

Monovalente WP mit Erdkollektor

Bei der monovalenten Betriebsweise deckt ein Wärmeerzeuger die gesamte Heizlast eines Gebäudes.

Ölbrennerpumpe

Eine Ölbrennerpumpe fördert das Heizöl aus den Öltanks über den Düsenstock zur Öldüse, wo das Öl mit Hilfe eines Zünders verbrannt wird. Der Öldruck ist abhängig von Brenner und Wärmeerzeuger.

Ölbrennerdüse

Eine Öldüse zerstäubt das Öl für die Verbrennung. Düsen unterscheiden sich in Sprühwinkel, Öldurchsatz und Sprühmuster.Die Auswahl der Öldüse ist abhängig vom jeweiligen Wärmeerzeuger.

Roth Öltank DWT

Ein Öltank dient zur Speicherung von Heizöl. Die korrekte Auswahl des Öltanks hängt vom jeweiligen Aufstellort ab.Öltanks in Überschwemmungsgebieten müssen z.B. besonders ausgeführt und gesichert sein. In der Regel werden doppelwandige Öltanks montiert. Bei dieser neueren modernen Bauart kann der Bauherr auf eine sogenannte Ölwanne verzichten. Man spart neben Herstellungskosten auch die Folgekosten für die 2. Wanne, die im Falle einer Undichtigkeit des Öltanks das austretende Öl auffängt.

Pelletsheizung

Holzpellets

Bauarten von Pelletheizungen

Grundsätzlich sind Pelletheizungen als Anlagen für den Betrieb von zentralen Hausheizungssystemen inklusive Steuerungs- und Regelungstechnik (also Pellet-Zentralheizungen) von Pellet-Einzelöfen mit direkter Wärmeabstrahlung in den Wohnraum zu unterscheiden.Pellet-Einzelöfen sind in der Regel Anlagen im Leistungsbereich von max. 6-8 kW und kleiner Pellet-Zentralheizungen kommen für Nennwärmeleistungen bzw. den Wärmebedarf ab 8 kW aufwärts in Betracht. Pelletheizungen eignen sich insbesondere für den Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern (10-30 kW), aber auch für größere Wohn- oder Betriebseinheiten, die von mehreren in Reihe geschalteten Pelletheizungen (*2er-* oder *3er-Kaskadenanlagen*) mit einigen hundert kW versorgt werden können.
Hybrid- oder Kombianlagen können auch zusätzlich mit anderem Brennholz (als Scheitholz oder

Hackschnitzel) beschickt werden. Zimmeröfen sind auch mit Sichtfenster verfügbar und sind dann offenen Kaminen vergleichbar.
Pelletbrennersysteme laufen primär unter Volllast optimal, und sind bis etwa 30 % der Nennleistung regelbar. Energetisch ideal ist der Betrieb in Verbindung mit einem Wärmepuffersystem, das im Allgemeinen über einen Wassertank realisiert wird.

Brennertechnik

Holzpelletheizungen arbeiten mit unterschiedlichen Techniken der Beschickung: Heute aktuell sind die speziell für die Pelletverbrennung entwickelte Fallschacht- oder Pelletfeuerung, die Unterschubfeuerung, die Quereinschubfeuerung oder der Einsatz eines Walzenrostsystems in Verwendung.Bei der *Fallschachtfeuerung* rutschen die Pellets über eine Fallrinne in einen Brennertopf. Durch die Verwendung eines Brennertopfs ist der Verbrennungsbereich exakt definiert, die Verbrennung kann daher genau gesteuert werden. Bei dieser Technik entsteht im Vergleich zu den anderen die geringste Restasche, die durch Reinigungsmechanismen aus dem Brennertopf befördert werden. Bei der *Unterschubfeuerung* werden die Pellets mittels einer Förderschnecke von unten in einen Brennteller gedrückt, verbrennen dort und die übrig bleibende Asche fällt über den Tellerrand in den darunterliegenden Aschebehälter. Die *Quereinschubfeuerung* funktioniert ähnlich wie die Unterschubfeuerung, nur dass der Brennstoff über eine Förderschnecke von der Seite auf den Brennteller geschoben wird. Dabei können sowohl der Brennteller als auch die Luftzufuhr zur Anpassung an Teilleistungen speziell ausgeformt werden. Beim *Walzenrostsystem* hingegen fallen die Pellets von oben auf mehrere, sich langsam drehende Stahlscheiben mit geringem Zwischenraum. Ein Abstreifkamm reinigt bei jeder Umdrehung die Zwischenräume, so dass ebenfalls die Asche ungehindert nach unten durchfallen und Verbrennungsluft nach oben zugeführt werden kann.
Um Effizienz und Schadstoffgehalt der Abluft zu optimieren, steuern moderne Pelletbrenner die Verbrennung entweder über einen Temperatur- oder Flammraumfühler in Verbindung mit einer über ein Saugzuggebläse stufenlos regelbaren Verbrennugsluftzuführung oder einer Lambda-Sonde. Die heißen Verbrennungsgase werden über einen Wärmeübertrager mit manueller oder automatischer Reinigung der Nachheizflächen bzw. Wirbulatoren (auch Turbulatoren genannt) in den Schornstein geführt. Alle modernen Holzpelletheizungen sind mit einer Rückbrandsicherung ausgestattet, die einen Rückbrand in den Zubring-/Lagerbereich der Pellets unmöglich macht. Insgesamt sind moderne Pelletheizungen für einen sehr sicheren, nahezu vollautomatischen Betrieb ausgelegt, sodass lediglich noch regelmäßige Reinigungs- und Wartungsarbeiten im Abstand von Wochen oder Monaten notwendig sind. Modernste Pellet-Zentralheizungen erreichen sogar Betreuungsintervalle von 1 Mal jährlich und sind so bereits beinahe so komfortabel wie vergleichbare Öl- oder Gasheizungen.

Brennstofflagerung und Austragung

Holzpellets werden in loser Schüttung in einem Tank oder Lagerraum gelagert und mittels eines Fördersystems dem Brenner zugeführt.
Zur Beschickung können Riesel-, Sauggebläse- oder Schneckensysteme benutzt werden. Die Wahl hängt primär von der Entfernung des Lagers zum Kesselraum ab, für Entfernungen über 2 m sind meist mehrstufige oder flexible Schneckenförderungen nötig. Gebläsesysteme können flexibel eingesetzt werden und fördern über bis zu 20 m.
Zur Lagerung von Pellets gibt es die Möglichkeit, den Brennstoff in einem einfachen Lagerraum unterzubringen. Er wird mit Trichterform – üblicherweise in Holzkonstruktion – ausgestattet, am unteren Ende des Trichters ist der Einlass der Schnecke oder Entnahmesonden für das Gebläse.

Idealerweise gibt es mehrere Entnahmestellen im Lagerraum, da so bei eventuellen Störungen ein ungehinderter Betrieb sichergestellt werden kann. Alternativen zu einem Lagerraum sind zusammenbaubare Tanks aus Gewebe oder Stahlblech. Vergrabene Erdtanks oder freistehende Silos sind eine Möglichkeit, wenn es an ausreichendem Lagerplatz im Gebäude fehlt.
Wichtig ist, dass der Lagerraum absolut trocken ist. Holzpellets sind stark hygroskopisch und vertragen in der Lagerung weder Mauer- noch zu hohe Luftfeuchte. In solchen Fällen muss auf dichte Tanksysteme zurückgegriffen werden.
Brennersysteme mit aktiver Austragungssteuerung versorgen sich selbst mit der passenden Brennstoffdosis, anderenfalls ist zusätzlich noch ein kleiner Zwischenspeicher nötig, aus dem sich der Brenner bedient.

Anlieferung

Die Anlieferung erfolgt meist durch Silofahrzeuge derselben Bauart, wie sie für die Lieferung von Futterpellets in der Viehhaltung verwendet werden. Die Pellets werden dann gekippt oder eingeblasen – außer bei den staubdichten Sacksilos üblicherweise bei gleichzeitigem Absaugen der Luft zwecks Staubverminderung. Typische Zustellmengen liegen bei 3–10 Tonnen, bei Kleinmengen steigt der Preis.
Daneben gibt es die Möglichkeit, Holzpellets sackweise à 15 oder 20 kg zu kaufen. Für Kleinbrenner, bei denen ein 100-l-Tank einige Tagesbedarfe abdeckt, kann dieser auch manuell befüllt werden, und die Tank- und Förderanlage erübrigt sich. Die Sackware ist aber deutlich teurer als die lose.
Eine weitere Möglichkeit ist die Zustellung von vorgefüllten Bigbags (große Säcke mit 1-2 m^3 Rauminhalt für bis zu 2 t Gewicht). Diese erfordern jedoch Aufhängesysteme und Hubtechnik.

Brennstoffkosten

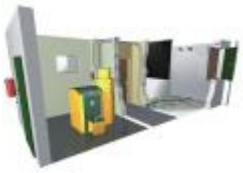
Der Pelletpreis unterliegt bislang einem stark veränderlichen Markt. Nach einem anfänglichen recht hohen Preis nach Markteinführung Ende der 1990er-Jahre, einer recht billigen Phase von 2002 bis 2005 und einem hochpreisigen Jahr 2006 schwankt der Handelswert ab Mitte Januar 2007 wieder stark.Bis zum Frühjahr 2004 war der Preis für Pellets ungefähr gleich hoch wie der Heizölpreis und ca. 30 % günstiger als Erdgas. Danach stieg der Preis für Pellets nur moderat, der Preis für Heizöl und Erdgas hingegen stark an. Auf Grundlage der österreichischen Preise lag die Heizkostenersparnis Ende 2005 bei 40 bis 50 % im Vergleich zu Öl. Der Preis schwankte zwischen höheren Preisen im Winter und niedrigen im Sommer. Ab Sommer 2006 gab es erstmals keinen Rückgang, sondern eine kontinuierliche Preissteigerung. Der Preis für DIN-Plus Pellets lag in Deutschland im Juli 2006 bei durchschnittlich 206 € pro Tonne. In Österreich ist der Preis im Herbst 2006 auf bis zu 250 € gestiegen und hat sich im Dezember bei 255 € eingependelt.[4] Durch den extrem milden Winter 2006/07, insbesondere aber nach dem Windbruch durch den Wintersturm *Kyrill* am 18./19. Januar 2007, und dem folgenden Überangebot an Holz begannen die Preise wieder deutlich zu fallen, bis ins Frühjahr 2007 auf durchschnittlich 185 € je Tonne[5], und stabilisiert sich durch die massive Ausweitung der Produktionskapazitäten mit 180–200 € bis in den Herbst. Seit Beginn des Jahres 2008 hat der Pelletpreis in Österreich den Wert von 200 € pro Tonne nicht mehr überschritten und liegt Anfang des Sommers zwischen 155 und 175 €.[6] Bei der Anlieferung kann für das Einblasen der Pellets in den Tank eine *Einblaspauschale* erhoben werden. Sackware liegt üblicherweise etwa 30 % über der Tankware, und auch bei Bigpacks werden zusätzliche Pauschalen berechnet. Die genannten Preise schwanken außer im Preisverhältnis zu Heizöl je nach Vorratslage und Transportdistanz stark.

Pelletlager

Das Pelletlager
Die Qualität der Holzpellets wie auch der richtige Pelletlagerraum sind entscheidende Komponenten die zur vollen Funktionsfähigkeit Ihrer Anlage und Ihrer Zufriedenheit beitragen.
Zur optimalen Pelletlagerhaltung sollten folgende Punkte beachtet werden:
Optimale Lagerraumgröße:
- 1 KW Heizlast = 1 m3; Rohlagerraum (ca. 0,6 m3; nutzbarer Lagerraum) (Fassungsvermögen ca. 1, 5 facher Jahresverbrauch)
(Durch die Schräge entsteht ein Leerraum der nicht befüllt werden kann, somit entspricht das nutzbare Volumen ca. 2/3 des Raumvolumens)
- In Schneckenrichtung schmaler Lagerraum – Breite < 2,5 m – geringes Todvolumen
- Rechteckiger Lagerraum mit Einblasset an der Stirnseite
Anordnung des Lagerraumes:
- Der Lagerraum ist direkt neben dem Heizraum vorzusehen, um lange Förderwege zu vermeiden.
- Die Befüllkupplung soll so angeordnet werden, dass sie mit einem max. 30 m langen Schlauch von der Hauszufahrt erreichbar ist.
- Der Lagerraum sollte an einer Außenwand liegen.
- Eine mit 16 Ampere abgesicherte 230 Volt Feuchtraumsteckdose muss für den Silo-LKW zugänglich sein, um das Sauggebläse zur Staubrücksaugung anzuschließen.
- Die Befüllkupplungen können in der Mauer oder in einem Lichtschacht (Mindesttiefe 0,5 m) vorgesehen werden.
Gestaltung des optimalen Lagerraumes:
- Der Lagerraum muss trocken und staubdicht sein.
- Die Wände sollten massiv gemauert sein und dem Druck der Holzpelletmasse standhalten.
Gipsplatten, Gasbeton oder schwache Holzplatten sind nicht geeignet!!
(Bitte Wandstärke beachten!)
-Die Lagerraumtüre muss nach außen zu öffnen sein und mit einer Dichtung versehen werden, außerdem sollte die Türe auf der Befüllseite installiert werden.
- Die Innenseite der Türe soll mit Holzbrettern beplankt werden, um das Öffnen auch bei gefülltem Lagerraum zu ermöglichen.
- Es muss ein Schrägboden eingebaut werden, damit der Pelletlagerraum vollständig entleert werden kann.
- Die Oberfläche des Schrägbodens muss aus glattem Material bestehen.
- Die Schräge muss mindestens 45° Neigung betragen.
- Für den Lagerraum gelten gegebenenfalls (mengen- und regionsabhängig) die bautechnischen Brandschutzanforderungen wie für den Heizraum
(wir empfehlen: Wände und Decken F90, Boden nicht brennbar, Türe T30, Fenster G30).
- Achtung: Elektroinstallationen im Lagerraum sind nicht zulässig!

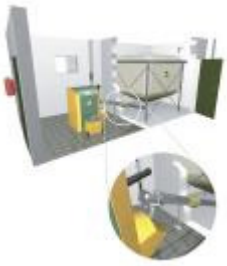
Pelletfördersysteme

Pelletheizung mit Knickschnecke



Pelletheizung mit Pelletrührwerk und Saugförderung

Pelletheizung mit Pelletrührwerk



Pelletheizung mit Gewebetank

Wärmepumpen

Buderus Logafix WPL 80 - 220 IR

Allgemeines [Bearbeiten]

Entgegen landläufiger Meinung enthält auch ein 3 °C kalter Gegenstand noch viel Wärmeenergie, weil seine Temperatur deutlich über dem absoluten Nullpunkt von -273 °C liegt. Einen Teil dieser Energie kann man entziehen, wenn man ihn weiter abkühlt. Die dazu erforderliche Anlage ist technisch fast wie ein Kühlschrank aufgebaut, hat jedoch deutlich mehr Antriebsleistung und heißt Wärmepumpe. Der Einsatz ist um so sinnvoller, je geringer die gewünschte Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmereservoir (z.B. Grundwasser von 7 °C) und dem Heizungs-Vorlauf ist. Die meisten Wärmepumpen können keine Vorlauftemperatur höher als 60 °C erzeugen. Eine Leistungszahl größer als 4 bringt zufriedenstellende Ergebnisse.

Technische Einzelheiten [Bearbeiten]

Zur Beheizung von Gebäuden werden meist Elektro-Kompressions-Wärmepumpen verwendet. Es finden jedoch auch Absorptions- bzw. Adsorptions-Wärmepumpen Verwendung. Das Funktionsprinzip lässt sich gut mit einem Kühlschrank vergleichen, der innen kühlt und außen heizt. Viele dieser Systeme können im Umkehrbetrieb auch zur Kühlung eingesetzt werden. Da

Wärmepumpen zum Teil erhebliche Anlaufströme haben, die zu Netzrückwirkungen (Spannungseinbrüchen) führen können, muss der Anschluss vom Energieversorgungsunternehmen genehmigt werden. Die Genehmigung wird im Regelfall mit bestimmten Auflagen (Anlaufstrombegrenzung, Anläufe/Stunde beschränkt) erteilt.
Das verdichtete Kältemittel kondensiert im Verflüssiger. Dies ist ein Wärmeübertrager, der auf der Gegenseite mit einem Wärmeträger, in der Regel Wasser oder einem Wasser-Sole-Gemisch (Frostschutz), beaufschlagt wird. Die bei der Verflüssigung des Kältemittels frei werdende Wärme wird vom Wärmeträger aufgenommen und auf die Heizkörper oder Heizflächen übertragen. Die Wärmeleistung, die, bezogen auf die eingesetzte elektrische Leistung des Verdichtermotors, am Verflüssiger genutzt werden kann, steigt mit abnehmender Differenz zwischen der Verdampfungs- und der Verflüssigungstemperatur im Kältemittelkreislauf der Wärmepumpe. Das Verhältnis der Wärmeleistung zur elektrischen Leistung wird als Leistungszahl einer Wärmepumpe (engl. *Coefficient of Performance*, abgekürzt *COP*) bezeichnet.
Eine niedrige Wärmeträgertemperatur (Vorlauftemperatur) kann insbesondere mit Fußbodenheizungen erreicht werden, da die Wärmeübertragungsfläche sehr groß ist. Ferner muss eine sehr gute Wärmedämmung für das zu beheizende Gebäude angestrebt werden, um bei geringem Wärmebedarf eine geringe Vorlauftemperatur des Wärmeträgers fahren zu können.
Das Verhältnis von Heizfläche zu der mittleren Übertemperatur von Heizkörper oder einer Fußbodenheizung verändert sich exponentiell. Dies ist mit der veränderten Leistungsabgabe von Boilern bei steigenden Primärtemperaturen zu vergleichen. Diese Problematik verursacht zudem, dass mittels Wärmepumpe die Speichertemperatur nur auf eine bestimmte Temperatur angehoben werden kann. Die zu erzeugende Warmwassertemperatur ist von dem maximalen Verdichter-Hochdruck abhängig. Bei der Beheizung von Boilern mittels Erdsonden muss darauf geachtet werden, dass die Erdsonde nicht mit mehr als 100 W(therm.)/m Sonde belastet wird, um eine zu starke Vereisung der Sonde zu vermeiden. Da Eis ein schlechter Wärmeleiter ist, sinkt die Sondentemperatur zu weit ab und die Leistungszahl fällt in den unwirtschaftlichen Bereich unter 2,5.

Sperrzeiten [Bearbeiten]

Wärmepumpenheizungen können zu Spitzenlastzeiten bis zu 3x2 Stunden pro Tag abgeschaltet werden (TAB). Allerdings können viele Energieversorgungsunternehmen (EVU) von dieser Möglichkeit nach unten abweichen, da sie die Sperrzeiten mittels der Rundsteuerempfänger bezogen auf die tatsächliche Last steuern. Die Sperrzeiten sind dann relativ kurz, so dass ein erhöhter technischer Aufwand für eine Sperrzeitüberbrückung nicht notwendig wird. Pufferspeicher sind für die Überbrückung von Sperrzeiten sowieso nur bedingt einsetzbar, da für die Abschaltzeit der Wärmepumpe vom EVU kein Vorsignal gegeben wird. Daher könnte der Temperaturfühler im Pufferspeicher bei Eintritt der Sperrzeit gerade das „Ein“-Signal zum Anlauf der WP geben. Tritt dieser Fall ein, befindet sich im Pufferspeicher kein oder nur ein geringes nutzbares Temperaturgefälle. Jedoch ist die Gefahr, dass ein Gebäude durch eine Sperrzeit abkühlt, relativ gering, aber in begrenztem Umfang möglich (Abkühlung 1-2 K), etwa bei einem Gebäude ohne oder mit nur wenig Speichermassen.

Kennzahlen

Wirkungsgrad / Leistungszahl COP

siehe hier

Jahresarbeitszahl (JAZ) [Bearbeiten]

Über das Jahr verteilt ändern sich die Temperaturen, unter denen die Wärmepumpe arbeiten muss. Auch die gesamte Auslegung eines Wärmepumpen-Heizungssystems hat Einfluss auf seine Effizienz. Außerdem schwankt die von der Wärmepumpe abzugebende Wärmeleistung sehr stark durch Änderung der Luft- Außentemperatur zwischen Nennleistung und Null.
Daher wird für das gesamte Wärmepumpenheizungssystem die sogenannte *Jahresarbeitszahl* (JAZ) verwendet. Sie gibt das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Heizenergie zur aufgenommenen elektrischen Energie an und liegt in der Größenordnung von 3 bis maximal 4,5. Wärmepumpenhersteller geben in der Regel eine unter optimalen Bedingungen ermittelte Jahresarbeitszahl an.
Die Jahrenarbeitszahl berechnet sich nach folgender Formel:

Ökologische Bilanz

Die Umweltverträglichkeit einer Elektro-Kompressions-Wärmepumpe wird durch folgende Faktoren beeinflusst:Art der Stromerzeugung (CO2-Bilanz, Schadstoffemission, Kraftwerkswirkungsgrad), Die direkten und indirekten Investitionen für das Gesamtsystem Wärmepumpe, Verluste bei der Leitung des elektrischen Stroms, Leistungszahl der Wärmepumpe (Bauart des Verflüssigers, Temperaturniveau). Eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 3 erzeugt - bezogen auf die Aufnahme elektrischer Energie - die dreifache Wärmeenergie. Bei der Stromerzeugung und -leitung beträgt der Gesamtwirkungsgrad etwa 30 %. Das liegt im Wesentlichen am Wirkungsgrad des Kraftwerksparks aber auch an den Leitungsverlusten auf dem Weg zum Endverbraucher. Bei einem Wirkungsgrad von 30 % benötigt man 3,3 Teile Primärenergie um einen Teil Strom zu erzeugen. Wärmepumpen mit JAZ kleiner 3,3 verbrauchen mehr Energie als eine direkte Beheizung über eine Feuerstätte. Unter Berücksichtigung des oben genannten Wirkungsgrades der Stromerzeugung steht 90 % der in dem Kraftwerk eingesetzten Primärenergie für die Beheizung zur Verfügung. Dies entspricht etwa dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad eines Heizöl- oder Gasheizungskessels, dabei ist die Primärenergiebilanz der Wärmepumpe im Vergleich zur direkten Verbrennung ausgeglichen. Ein ökologischer Vorteil besteht darin, dass selbst bei der Verbrennung emissionsreicher Brennstoffe im Kraftwerk (z.B. Braunkohle) eine hocheffektive Rauchgasreinigung spezifisch geringere Emissionen verursacht.
Da neuerdings die EVU per Gesetz verpflichtet sind, die Herkunft ihres Stromes anzugeben, muss jeder für sich selbst entscheiden, ob er die Umweltverträglichkeit einer Wärmepumpe über seine finanziellen Möglichkeiten und den Wunsch nach Heizkosten-Ersparnis stellt. Heute kann jeder selbst in geringem Maße Einfluss darauf nehmen, wie umweltverträglich sein Strom ist. Dieses erfordert jedoch prinzipiell die Bereitschaft, auch mehr für diesen sog. "umweltverträglichen Strom" auszugeben.
Wärmepumpen können in der Gesamtbetrachtung Brennstoff bzw. Primärenergie einsparen, da sie den Großteil der Wärmeenergie vor Ort, der Umgebung (siehe Absatz Wärmequellen) entnehmen. Brennstoffe für Heizzwecke machen den Großteil des deutschen Primärenergiebedarfs aus. Wärmepumpen bieten an dieser Stelle Potential zur CO2-Einsparung.
Bei der CO2-Einsparung gehen die Meinungen auseinander.

Systemtypen

Aufbau der Kreisläufe

Die Systemtypen können an der Anzahl der Fluidkreise unterschieden werden. Die Entkopplung der Kreise durch indirekte Zuführung der Verdampfungswärme aus der Umgebung und die Abfuhr der Verflüssigungsenergie über ein Warmwasserheizungsnetz sind regelungstechnisch vorteilhaft, die Kältemittelmenge und die Wahrscheinlichkeiten von Leckagen sind gering.3-Kreis-System Lange nutzten die Wärmepumpenheizungen diese Systemform. Sole wird als Übertragungsmedium genutzten, in Form einer Tiefenbohrung oder eines Flächenkollektors. Hierbei zirkuliert Sole in einem geschlossenen Kreislauf und nimmt die Wärme des Erdreichs auf, um sie in der Wärmepumpe an den Kältemittelkreislauf abzugeben. Im dritten Kreis, der Raumheizung, zirkuliert Wasser, welches über einen Wärmetauscher durch die Wärmepumpe erwärmt wird.2-Kreis-System Sie werden auch Direktsysteme genannt, weil sie auf den Solekreis verzichten. Es entfällt der Wärmeübergang vom Kollektorkreis (Sole) auf den Arbeitskreis der Wärmepumpe. Das Kältemittel nimmt die Wärme direkt auf (Direktverdampfung). Dies bringt alleine einen energetischen Vorteil von wenigstens 5K. Zugleich kann auch die Solezirkulationspumpe entfallen, was sich in einem niedrigeren Stromverbrauch auswirkt. Beim Einsatz von Erdspießen als Wärmequelle ist die direkte Verdampfung nicht möglich; es muss ein Solekreis verwendet werden.1-Kreis-System Hierbei zirkuliert das Kältemittel in den Rohren der Raumheizung, in der Wärmepumpe und im Kollektor im Garten in einem gemeinsamen geschlossenen Kreis. Der Wärmeübergang auf Wasser als Heizmedium im Haus entfällt somit. Dieses System hat energetische Vorteile, da die Umwälzpumpe und der Temperaturabfall an dem Wärmeübertrager zum Heizkreis entfallen. Das Kältemittel wird in der Regel als Heißgas zu den Kollektoren der Fußbodenheizung geführt und kondensiert in dem Verflüssigersystem. Problematisch an dieser Anordnung sind:deutlich höhere Kältemittelfüllmengen, die aufwändige Verrohrung bedingt höhere Wahrscheinlichkeiten von Leckagen, problematische Ölrückführung aus dem Fußbodenkollektor, lastabhängige Kältemittelverteilung in dem Gesamtsystem, schwierige Regelung und gegenseitige Beeinflussung der Fußbodenkollektorflächen. An die Realisierung dieses Systemtyps trauen sich bisher wenige (2007 ca. 2-3) Hersteller heran, weil er systemtechnisch (Druck und Temperatur des Kältemittels und Laufzeit der Wärmepumpe) schwierig in den Griff zu bekommen ist.

Wärmequellen
Als Wärmequelle im Kollektorkreis dienen:Erdwärmekollektoren sind in geringer Tiefe (ca. 1 bis 1,5 m, Abstand ca. 1 m) im Erdboden verlegte „Heizschlangen“. Diese können jedoch im Winter massive Schäden hervorrufen, da bei langem anhaltendem Wärmeentzug sich um die Schlangen ein Eisklotz (eine Art Permafrost) bildet. Bei zu sehr beanspruchten Kollektoren taut das Kollektorfeld nicht mal mehr im Sommer vollständig auf. Die Entzugsleistung hängt sehr von oberflächlichen Gegebenheiten ab, wie z.B. Sonneneinstrahlung, Regen, Frost, etc. Erdwärmesonden sind Bohrungen in den Boden bis zu mehreren 100 Metern. Die meisten Bohrungen werden bis 50 Meter ausgeführt. Reicht die Leistung einer Erdwärmesonde nicht aus, werden mehrere Bohrungen auf Basis der gewünschten Entzugsleistung durchgeführt. Die Bohrungen sind die einfachste und zuverlässigste Methode eine Wärmepumpe zu betreiben, da nicht der ganze Garten umgegraben werden muss (wie bei Kollektoren) und auch die Entzugsleistung am höchsten ist. Nachteilig wirken sich hier jedoch die enormen Kosten für die einzelnen Bohrungen aus. das Trinkwasserversorgungssystem. Ein zweiter Anschluss an die Versorgungsleitung und ein Wärmetauscher sind dafür erforderlich. Wesentlicher Vorteil sind die geringen Investitionskosten von rd. 2.000 Euro. Das System steckt jedoch noch im Entwicklungsstadium. Grundwasser wird in einem Brunnen entnommen und durch einen so genannten Schluckbrunnen zurückgeführt. Hier ist die Qualität des Wassers von entscheidender Bedeutung für die Zuverlässigkeit des Systems. Vor der Installation einer derartigen Anlage sollte eine Wasserprobe gezogen werden. Luft direkt aus der Umgebung. Dieses System hat den Vorteil, dass die Umgebung nicht einfrieren kann, da stets genügend Wärmeenergie in der Luft zur Verfügung steht. Zudem sind hier die Investitionskosten im Verhältnis gering, und die Montage ist unproblematisch. In Deutschland liegt den Berechnungen üblicherweise eine Temperatur von 0 °C

für Erdwärmekollektoren bzw. Erdwärmesonden und von 8 °C für Grundwasser zugrunde.

Luftwärmepumpe

Der Begriff Luftwärmepumpe wird für verschiedene Systeme verwendet. Daher wird meist noch differenzierter eingeteilt:Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft über einen Wärmetauscher Wärme und geben diese an die bestehenden Heizungs- und/oder Warmwasserkreisläufe ab (Fußbodenheizung, Radiatoren o.ä.). Luft-Luft-Wärmepumpen entziehen der Luft Wärme und stellen sie einem Luft-Heizungssystem (Lüftung) zur Verfügung. Dazu muss das Gebäude jedoch über eine entsprechende Heizungs-/Lüftungsanlage bereits verfügen bzw. diese nachträglich eingebaut werden. Luftwärmepumpen sind preislich weitaus günstiger, als deren Alternativen, da die Komponente zur Aufnahme der Bodenwärme (teure Erdsondenbohrung bzw. Erdwärmekollektoren), entfällt. Luft-Wasser-Wärmepumpen werden ohne großen Aufwand montiert und entziehen der Außenluft die nötige Energie zur Warmwasserbereitung für Heizung und/oder Brauchwasser. Eine Anbindung an bestehende Systeme ist also sehr einfach möglich. Die Luftwärmepumpe hat bei sehr tiefen Temperaturen eine geringere Effizienz; dagegen an etwas wärmeren Tagen (etwa -3 bis +7°C) bereits sehr gute COP-Werte. Darüber hinaus verbessert sich stets die Effizienz dieser Systeme. Luft-WP lassen sich sowohl bei Altbauten, Sanierungen und natürlich in Neubauten installieren und in monovalentem, als auch bivalente Betrieb gut anwenden. Die Jahresarbeitszahl der modernen L-W-WP ist durch die Verwendung der innovativen Invertertechnologie in den letzten Monaten stark angestiegen und weist mittlerweile gleichwertige COP-Werte, wie die weitaus kostenintensiveren Erdwärmepumpen auf.
Orientierungswerte: Fußbodenheizung Vorlauftemperatur 30 bis 35°C Heizkörper/Radiatoren Vorlauftemperatur 50 bis 55°C

Direkte Investitionen

Die anfänglichen Investition in Wärmepumpen-Anlagen sind höher als in herkömmliche Kessel, in denen Gas oder Öl verfeuert wird. Dafür entfallen im Neubau Zusatzkosten wie Schornstein-Einbau. Außerdem sind die stetig steigenden Preise für Öl und Gas auf längere Sicht zu bedenken. Wärmepumpenheizungen auf Erdkollektor- bzw. Erdsonden-Basis sind aufgrund ihrer Installation (mehrere Bohrungen bis mind. 50 Meter, bzw. großflächiger Bodenaushub) recht kostenintensiv und können wirtschaftlich nur bei einem Neubau Verwendung finden.
Günstiger sind Systeme, die auf Luft-Wasser oder Luft-Luft basieren. Die Kosten für Anschaffung sowie Installation sind deutlich geringer. Zudem ist auch bei Sanierungen eine nachträgliche Montage an bestehende Heizkreisläufe ohne Schwierigkeiten möglich. Dafür ist der Ertrag bei geringen Außentempeaturen gering und geht bei Verdampfervereisung gegen null.

Betriebskosten

Heizöl

Ein Liter Heizöl kostet derzeit (Stand 01/2009) ca. 55 Cent und beinhaltet etwa 9-10 kWh thermisch nutzbare Energie. Somit ergibt sich ein Preis von ca. 5,5 bis 6 Cent/kWh für Öl. Öl-Brennwertthermen weisen im Betrieb gemittelte Wirkungsgrade von ca. 90% auf. Damit ergibt sich für die Erzeugung der Nutzwärme ein Preis von 6,5 Cent/kWh Wärme.

Erdgas

Der Brennstoffpreis für Erdgas beträgt im Februar 2009 bei 20.000 kWh/a Jahresbedarf umgerechnet 7,6 ct je kWh. Allerdings benötigen Gas-Brennwertheizungen mit auf den Heizwert bezogenen Wirkungsgraden von über 100 % benötigen laut einer Öko-Institut-Studie[2] dennoch 1,114 kWh Primärenergie pro kWh Nutzenergie. Inbegriffen ist dann ebenfalls der Strom, der zusätzlich für das Abgasgebläse benötigt wird. Sie verursachen daher Kosten in Höhe von ca. 9 Cent/kWh Nutzwärme.

Niedertarifstrom

Bei einem derzeitigen Brutto-Strompreis von 14 Cent/kWh (WärmePumpen-Tarif, Stand 01/2009, inkl. aller Steuern und Abgaben) und einer Jahresarbeitszahl JAZ der Wärmepumpenheizung von im besten Fall 4,0 kostet die Erzeugung der Nutzwärme mittels Luft-Wasser-Wärmepumpe lediglich 3,5 Cent/kWh (brutto). Hierin liegt also ein Einsparpotential der Heizkosten von ca. 50%. Außerdem können die Kosten für den Schornsteinfeger entfallen, wenn kein zusätzlicher Kachelofen o.ä. vorhanden ist.
Der vom Stromversorger angebotene Wärmepumpentarif ist erheblich günstiger, als der verwendete Haushaltstarif. Bei wirtschaftlicher Betrachtung müssen die höheren Investitionskosten der Wärmepumpe gegenüber einem Öl- oder Gasbrenner, der angebotene Strompreis für Wärmepumpe und dessen Laufzeiten und die Leistungszahl der Wärmepumpe (COP) wie bei jeder Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt werden.

Warmwasserspeicher/Pufferspeicher

Buderus Kombispeicher Logalux PL 750/ 2 S

Buderus Solarspeicher Duo FWS

Buderus Logalux SU
monovalenter
Trinkwasserspeicher

Buderus Logalux SL
Solarspeicher

Buderus Logalux SM
Solarspeicher

Buderus
Pufferspeicher
Logalux PL

Buderus Pufferspeicher Logalux
PR