Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

Bauherr: Max Mustermann

Adresse: Musterstraße 11, 83xxx Ort

Projekt: DHH-160211

Datum

Unterschrift Berater

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen 3
1.1 Allgemein 3
1.2 Hinweise 4

2. Zusammenfassung 5
2.1 Übersicht 5
2.2 Übersicht Energie- und Kosteneinsparung 5
2.3 Grafiken Energie- und Kosteneinsparung 7
2.4 Empfehlungen der Gesamtsanierung in Schritten 9
2.5 Emissionsfaktoren 10

3. Einleitung 11
3.1 Warum Energie sparen 11
3.2 Vorteile der energetischen Sanierung 11
3.3 Das Bilanzverfahren der EnEV 12
3.4 Der Berechnungsweg 13
3.5 Nachrüstpflicht der EnEV 14

4. Ist- Analyse 15
4.1 Objektbeschreibung 15
4.2 Allgemeine Daten 17
4.3 Bauteile des Gebäudes 18
4.4 Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage 20
Klimadaten 23

5. Energiebilanz des bestehenden Gebäudes 23
5.1 Einstufung gemäß Energieausweis nach EnEV 23
5.2 Energiebedarf 24
5.3 Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten 28

6. Varianten 29
6.1 Übersicht 29
6.2 Wirtschaftlichkeit selber ermitteln 33
6.3 KfW Förderungsübersicht 35
6.4 Maßnahmenbeschreibung 37
6.5 Lüftungskonzept nach der DIN 1946-6 52
6.6 Wärmebrücken 52
6.7 Baubegleitung 53
6.8 Sonstige Maßnahmen 54

7. Schadstoffbilanz 55

8. Förderung von Energiesparmaßnahmen 58

9. Glossar 60

10. Anhang 63

1. Vorbemerkungen

1.1 Allgemein

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.

Dazu werden aus den bau- und heizungstechnischen Daten die Energieströme des Gebäudes ermittelt. Die Energieströme setzen sich aus den Transmissionswärmeverlusten (Wärmedurchgang) der Gebäudehülle, insbesondere der Fenster, der Außenwände, der Geschossdecken und den Dachflächen. Darin berücksichtigt sind die Lüftungsverluste, die Verluste in der Heizungsanlage sowie die der Warmwasserbereitung.

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 nicht im Einzelnen hinsichtlich ihrer Einsparung und Wirtschaftlichkeit sowie Emission nachgewiesen wurden. Entweder weil die Einsparpotentiale aufgrund einer Vielzahl von Unwägbarkeiten kaum zu ermitteln sind oder weil deren rechnerischer Nachweis zu aufwendig in Relation zu den Investitionskosten ist.

Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Erstellung einer Energiediagnose von Gebäuden. Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen im Grad der Detaillierung und der Einbeziehung des Nutzerverhaltens. In dem vorliegenden Bericht wurden die Berechnungen u.a. in Anlehnung an die DIN-Normen, den VDI-Richtlinien und der EnEV2013 durchgeführt.

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

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

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

1.2 Hinweise

Die Randdaten der Wirtschaftlichkeit sind ebenfalls gewissenhaft, weder zu Gunsten noch zu Ungunsten einer Investition gewählt. Insbesondere bei den Investitionskosten handelt es sich um Schätzkosten, wie sie im Rahmen der Energieberatung üblich sind. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.

Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung. Für die Durchführung der empfohlenen Maßnahmen wenden Sie sich bitte an die jeweiligen Fachleute, um eine bauphysikalisch und technisch einwandfreie Konstruktion zu erhalten.

Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner 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.

2. Zusammenfassung

2.1 Übersicht

Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 144,34 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 50 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 215,63 kWh/m²a.

Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z.B. Energieerzeugung bzw. -umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 240,09 kWh/m²a.

Bei den oben angegebenen Werten, spezifischer Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf, handelt es sich um Rechenwerte basierend auf der Grundlage der EnEV 2013. Diese Werte sind im Folgenden als „**Bedarf**“ ausgewiesen. Der tatsächliche Verbrauch stammt aus dem, vom Beratungsempfänger zur Verfügung gestellten Verbrauchsabrechnungen und wird im Folgenden als „**Verbrauch** / **Verbrauchsangepasst**“ ausgewiesen.

*) es liegen keine Verbrauchsdaten vor

Tatsächlicher Endenergieverbrauch in kWh/a	Endenergiebedarf in kWh/a	Abweichung in %	Umrechnungs faktor
34.628,2	37.349,0	7,85	

2.2 Übersicht Energie- und Kosteneinsparung

Sofern Sie Eigenkapital zur Verfügung haben, sollten Sie bedenken, dass zurzeit die Rendite für sichere Geldanlagen sehr gering ist. Deshalb wäre abzuwägen, ob bei Investitionen in energiesparende Maßnahmen nicht eine bessere Rendite erzielt werden kann, die zudem auch noch steuerfrei ist.
Aufwendungen für die Inanspruchnahme von Handwerkerleistungen für Renovierungs-, Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen (nur Arbeitslohn) kann auch jede Privatperson sofern keine anderweitigen Fördermittel für diese Maßnahmen in Anspruch genommen wurden - bis zu einer Höhe von derzeit 6.000 €/a mit 20% (höchsten 1.200 €/a) steuermindernd in der Einkommensteuererklärung geltend machen. Fragen Sie zu diesem Thema ihren Steuerberater! Diese steuerlichen Vorteile sind in den folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nicht berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle sind die Prognose der Energiekosten für Heizung und Warmwasser nach Sanierung und die prognostizierte Energiekosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten und öffentlichen Fördermitteln wie Zuschüsse und Zinseinsparungen durch Förderkredite gegenübergestellt. Aus dem Verhältnis der energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich öffentlicher Fördermittel zur Energiekosteneinsparung ergibt sich die Amortisationszeit. Je kleiner die Amortisationszeit, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es entspricht einer statischen Amortisation ohne Berücksichtigung der marktüblichen Finanzier-

ungskosten und Energiepreissteigerungen und dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

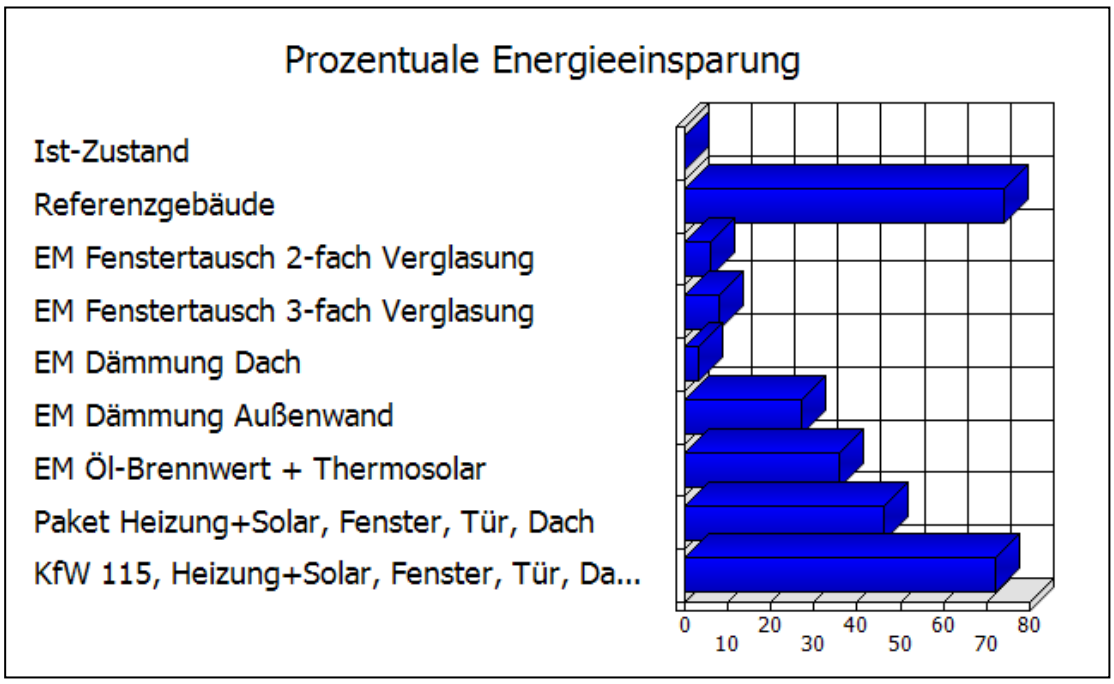
Sind die marktüblichen Zinsen – wie derzeit der Fall – geringer als die Energiepreissteigerung, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme weiter.

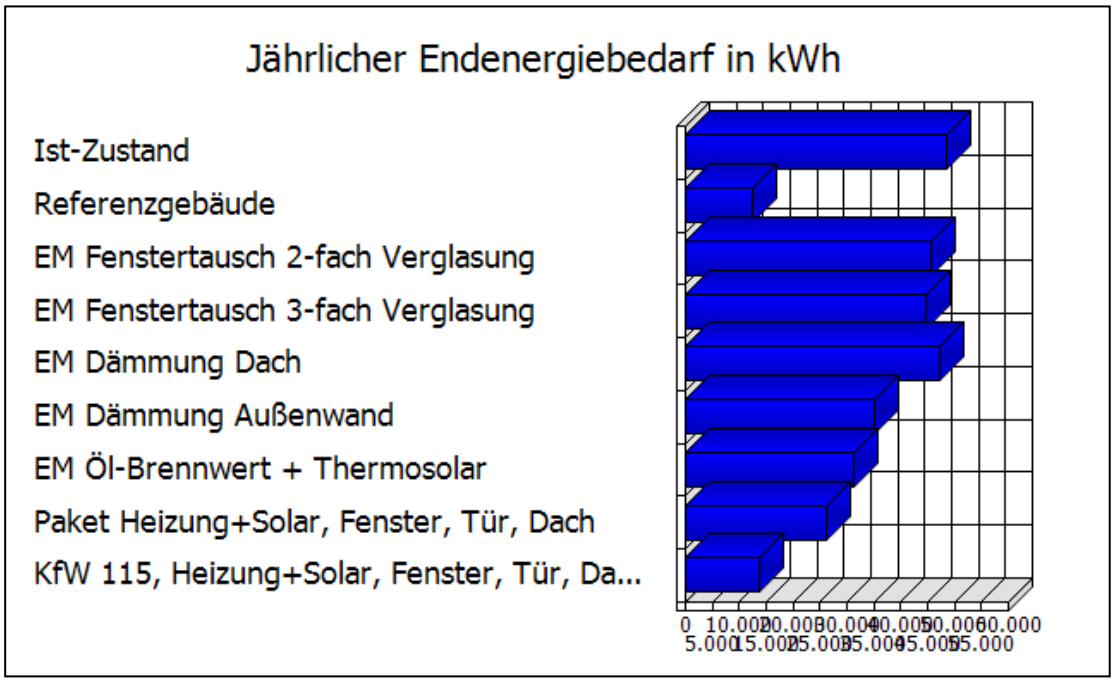
Tabelle – Variantenübersicht auf die Bedarfswerte bezogen

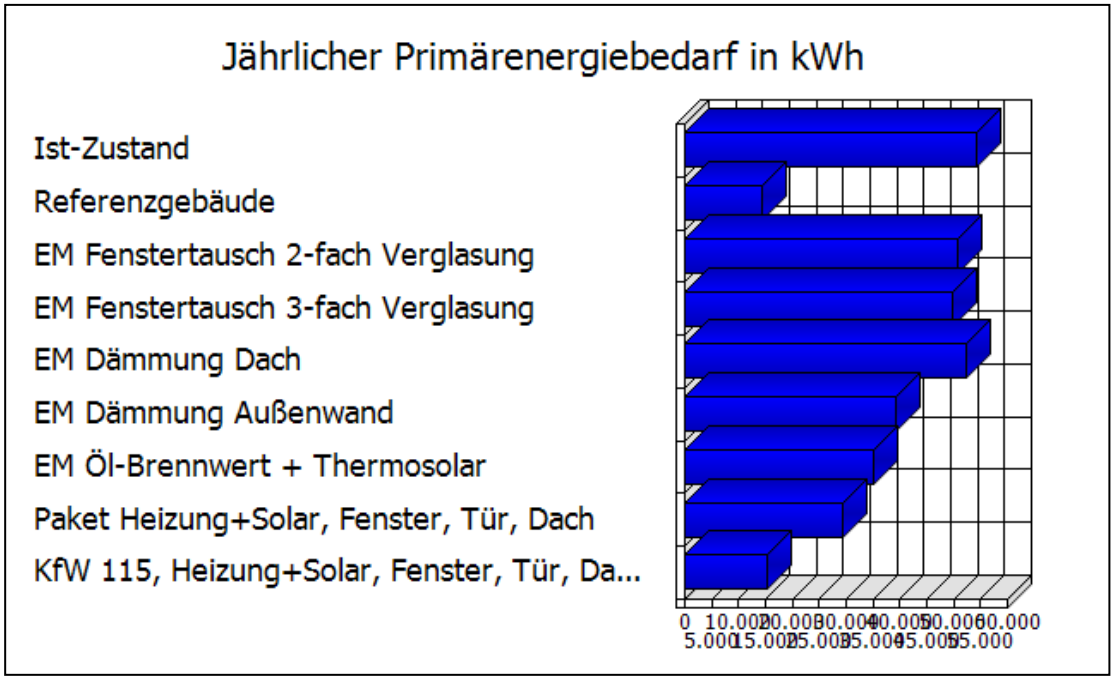
Variante	jährliche Energie-kosten €/a	Investitions-kosten* €	Förder-mittel €	jährlicher End-energie-bedarf kWh/a	jährliche Energie-ein-sparung %	jährliche Energie-kosten-ein-sparung €	Amorti-sation
Ist-Zustand	3.836	0	0	48.604	0	0	0,0
Referenzgebäude	1.108	0	0	12.493	74	2.728	0,0
EM Fenstertausch 2-fach Verglasung	3.600	10.368	0	45.540	6	236	43,9
EM Fenstertausch 3-fach Verglasung	3.528	11.243	1.249	44.608	8	308	36,5
EM Dämmung Dach	3.720	7.798	866	47.105	3	116	67,4
EM Dämmung Außenwand	2.799	21.841	2.427	35.260	27	1.037	21,1
EM Öl-Brennwert + Thermosolar	2.521	16.535	4.615	31.263	36	1.315	12,6
Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach	2.129	36.903	6.878	26.107	46	1.707	21,6
KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung	1.161	56.617	12.932	13.638	72	2.676	21,2

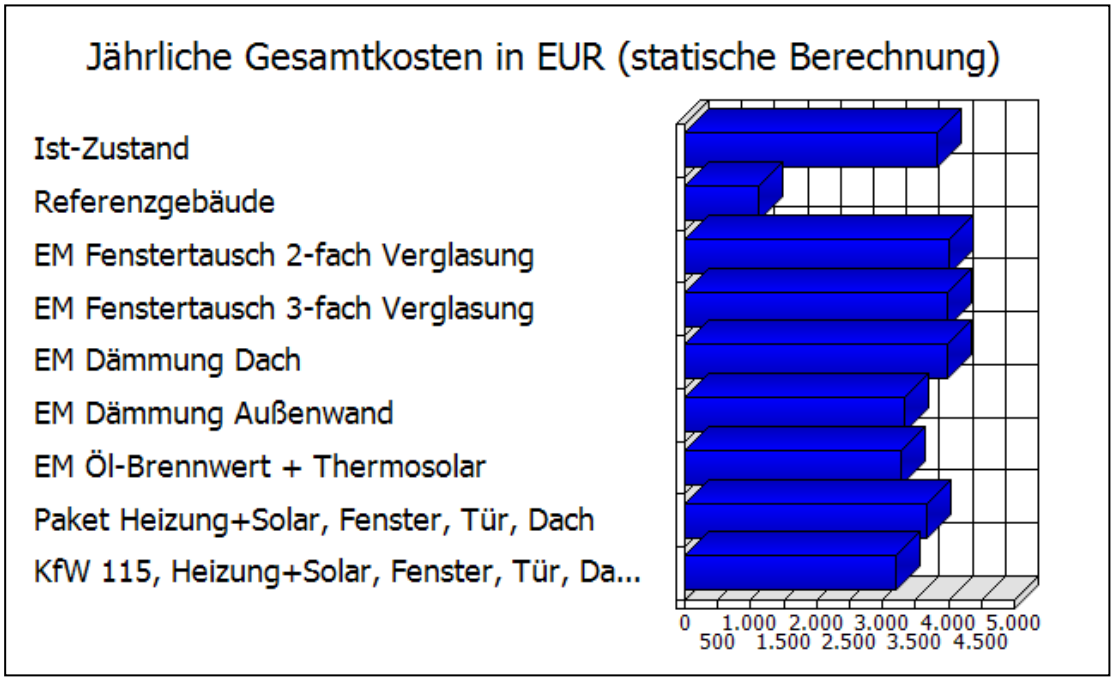
* Fördermittel wurden bei den aufgeführten Investitionskosten bereits abgezogen

2.3 Grafiken Energie- und Kosteneinsparung






Jährlicher Primärenergiebedarf in kWh
Ist-Zustand
Referenzgebäude
EM Fenstertausch 2-fach Verglasung
EM Fenstertausch 3-fach Verglasung
EM Dämmung Dach
EM Dämmung Außenwand
EM Öl-Brennwert + Thermosolar
Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach
KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Da...
0
5.000
10.000
15.000
20.000
25.000
30.000
35.000
40.000
45.000
50.000
55.000
60.000


Jährliche Gesamtkosten in EUR (statische Berechnung)
Ist-Zustand
Referenzgebäude
EM Fenstertausch 2-fach Verglasung
EM Fenstertausch 3-fach Verglasung
EM Dämmung Dach
EM Dämmung Außenwand
EM Öl-Brennwert + Thermosolar
Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach
KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Da...
0
500
1.000
1.500
2.000
2.500
3.000
3.500
4.000
4.500
5.000

2.4 Empfehlungen der Gesamtsanierung in Schritten

Auch eine schrittweise Sanierung des Gebäudes ist möglich. Um die Sanierungsmaßnahmen konstruktiv und bauphysikalisch optimal aufeinander abstimmen zu können und die Investitionskosten so gering wie möglich zu halten empfehlen wir auch hier die Maßnahmen zu kleineren Paketen zu kombinieren.

Daher empfehlen wir Ihnen bei einer schrittweisen Sanierung, die Maßnahmenkombination, gemäß Kapitel 6.4 in der folgenden Reihenfolge auszuführen:

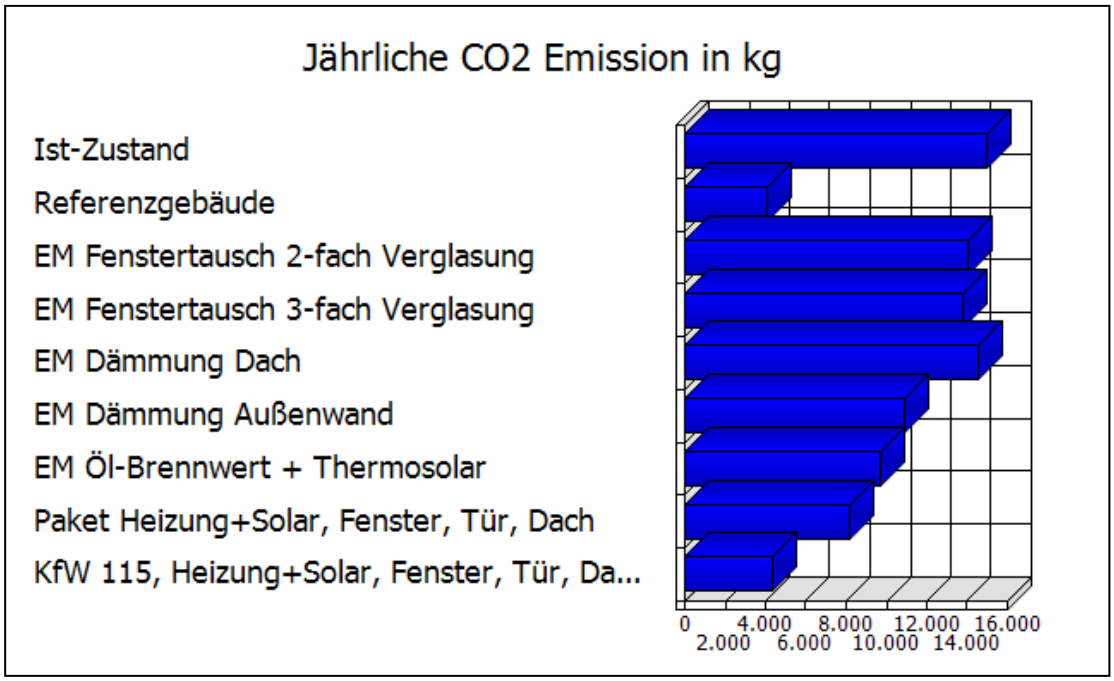
- Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K
- Dach und Gaube mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K
- Eingangstür erneuern, neuer U-Wert: 1,1 W/m²K
- Brennwertkessel EFH Neueinbau
- Thermosolaranlage installieren

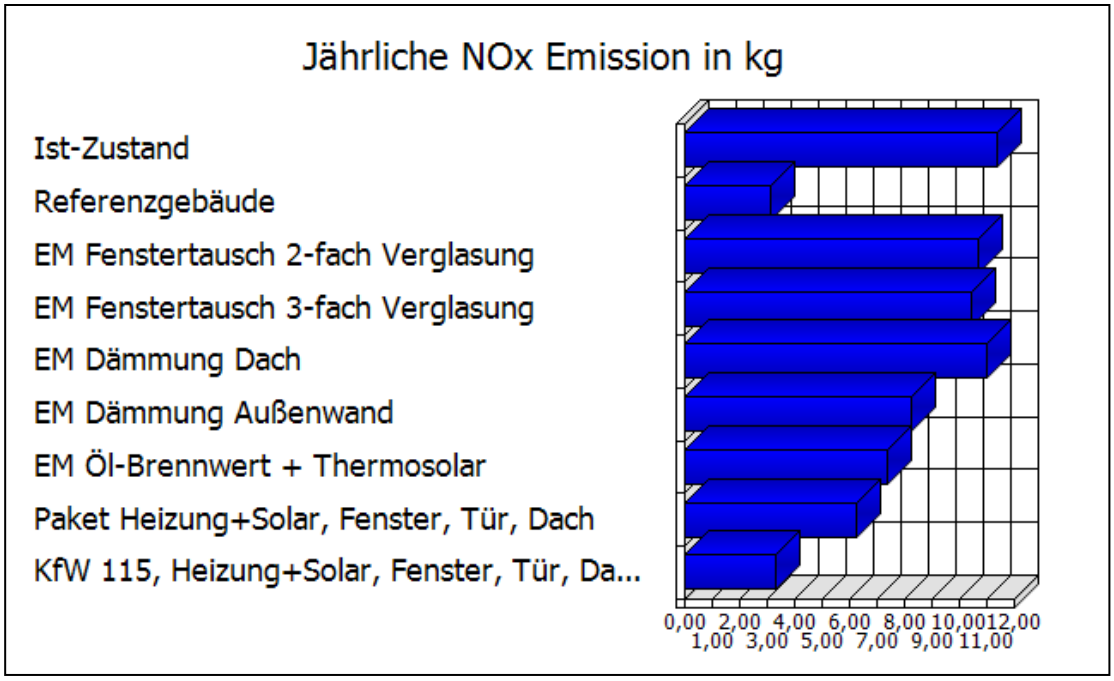
- Außenwände mit 160 mm XPS dämmen, neuer U-Wert: 0,181 W/m²K

  (Kfw 115 Effizienzhaus)

Konkret wurden in dem vorliegenden Bericht die unter Kapitel 6 beschriebenen Maßnahmen durchgerechnet und bewertet. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass für die Maßnahmen keine Eigenleistung berücksichtigt wurde. Durch Eigenleistung und Inanspruchnahme von Fördergeldern kann die Wirtschaftlichkeit teilweise erheblich verbessert werden.

2.5 Emissionsfaktoren





3. Einleitung

3.1 Warum Energie sparen

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

Jeglicher Energieverbrauch stellt einen Eingriff in die Natur dar. Die Folgen sind Ressourcenverknappung, Klimaveränderung, Luftverschmutzung und andere Emissionen wie Schall und Wärme etc. Der Bericht der Enquetekommission des Deutschen Bundestages stellt fest, dass die globale Klimaveränderung (Treibhauseffekt) ursächlich mit der Art der Energieumwandlung (fossile Brennstoffe) und dem Ausmaß des CO^2 - Ausstoßes zusammenhängt. Sie fordert deshalb drastische Maßnahmen zur Verringerung der CO^2-Emissionen – bis zum Jahre 2050 sollen diese um 80 % gesenkt werden.

Neben der wirtschaftlichen haben diese Maßnahmen eine wichtige ökologische Funktion. So werden Energieeinsparungen zu einem wichtigen Schlüssel zur Entkoppelung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum. So betont der Bericht, dass im Einsparen von Energie eine wesentliche Ressource künftiger Energieumwandlung liegt. Dieses riesige Potenzial zu nutzen, führt nicht zur Einschränkung von Lebensqualität, sondern hilft in seiner Nachhaltigkeit, künftigen Generationen sozialökologische Perspektiven aufzuzeigen.

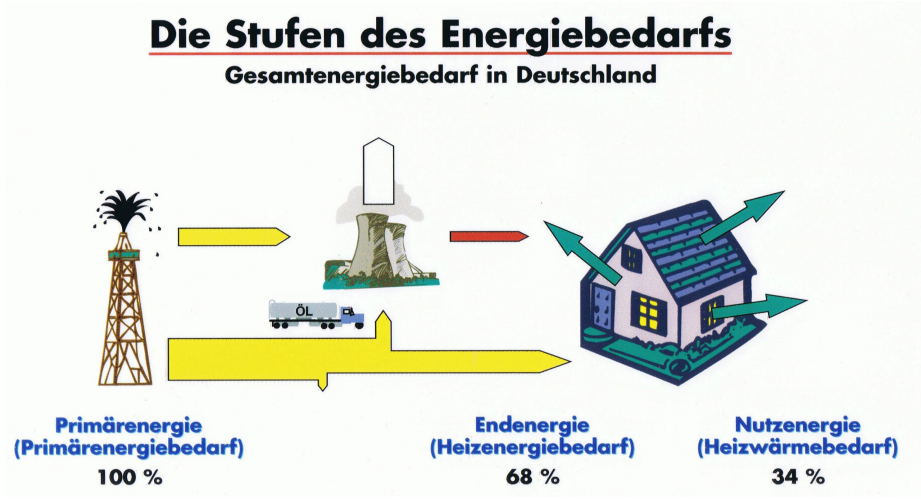
3.2 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparung um bis zu 80%
- Langfristige Absicherung Ihres Lebensstandards durch kalkulierbare Heizkosten
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temeratur-verteilung im Raum, Vermeidung von Fußkälte und verbesserten sommerlichen Wärmeschutz.
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes
- Langfristige Sicherung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard
- Schutz der Umwelt durch CO^2 Reduzierung

3.3 Das Bilanzverfahren der EnEV

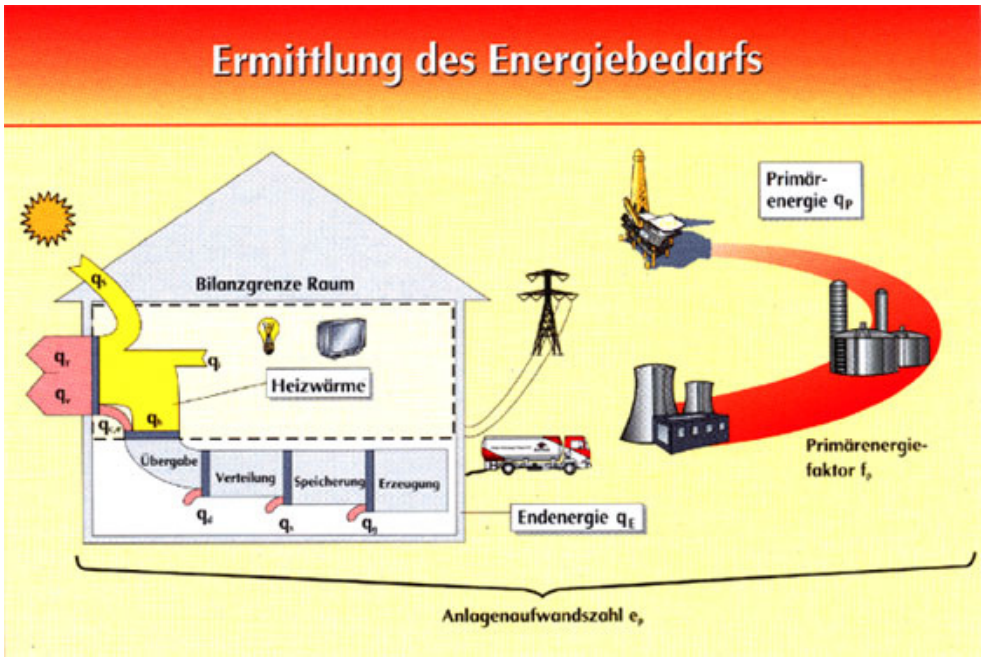
Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen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

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



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

3.4 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.

3.5 Nachrüstpflicht der EnEV

Die Anforderungen im Einzelnen:

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

- Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem **1. Oktober 1978** eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und **vor** dem **1. Januar 1985** eingebaut oder aufgestellt worden sind, ab **2015** nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben. Die Sätze 1 bis 3 sind nicht anzuwenden, wenn die vorhandenen Heizkessel Niedertemperatur- oder Brennwertkessel sind.

- Eigentümer von Wohngebäuden müssen dafür sorgen, dass zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (oberste Geschossdecken), die nicht die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 erfüllen, nach dem **31. Dezember 2015** so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke **0,24 Watt/(m²·K)** nicht überschreitet. Die Pflicht gilt als erfüllt, wenn anstelle der obersten Geschossdecke das darüber liegende Dach entsprechend gedämmt ist oder den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 genügt. Bei Maßnahmen zur Dämmung in Deckenzwischenräumen oder Sparrenzwischenräumen ist die Anlage 3 der EnEV einzuhalten.

4. Ist- Analyse

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen der EnEV rechnerisch ermittelt. Dabei wird insbesondere von einem Norm-Nutzerverhalten und einem Norm-Außenklima, welches unabhängig vom Standort des Gebäudes ist, ausgegangen. Aufgrund der normierten Randbedingungen weicht die Bedarfsberechnung in aller Regel von den gemessenen Verbrauchswerten ab.

4.1 Objektbeschreibung

Es handelt sich um ein Einfamilienhaus. Der energetische Zustand des Gebäudes ist als durchschnittlich zu bezeichnen; er entspricht dem Baujahr. Die Luftdichtigkeit des Gebäudes ist schlecht. Die Fensterdichtungen sind undicht; die Fenster sind veraltet und am Ende ihrer Lebensdauer. Der Keller ist beheizt. Das Dachgeschoss ist ausgebaut.

4.2 Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	DHH (rechtsseitig angebaut)
Standort	83xxx Ort
Straße	Musterstraße 11
Flurstück	xx5/1
Gemarkung	Ort
Baujahr	1974
Bezugsfläche An	225 m²
Beheizte Volumen	704 m³
Hüllfläche	441 m²
Lüftung	Natürliche Lüftung
A / Ve Verhältnis	0,63 1/ m
Wärmebrücken	0,1 W/m²K
Wohneinheiten	1
Anzahl der Bewohner	3

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

Nutzerverhalten:

Wohngebäude - DHH
Normale Nutzung als Wohnraum für eine kleine Familie.
Kein Gewerbe

4.3 Bauteile des Gebäudes

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

Tabelle 2 : Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P.	Bauteil	Einbauzustand	Zusatz	U-Wert W/m²K	max. U-Wert EnEV W/m²K	max. U-Wert KfW W/m²K	Fläche m²	Fxi	H_T W/K	Konstruktion
1	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte		0,958	0,30	0,25	76,46	0,5	32,96	Bp Bestand 1969 - 1977
2	Wand	Erdreich	Nord, Ost, Süd	1,153	0,3	0,25	53,9	0,6	37,29	Kw Bestand 1969 - 1977
3	Fenster,Nord,vers.	Außenluft	Nord	5,200	1,3	0,95	1,51	1,0	7,85	Einfachglas_Fenster
4	Fenster,Ost ,vers.	Außenluft	Ost	2,900	1,3	0,95	0,74	1,0	2,15	Isolierglas_Fenster
5	Fenster,Süd ,vers.	Außenluft	Süd	2,900	1,3	0,95	2,67	1,0	7,74	Isolierglas_Fenster
6	Wand	niedrig beheizte Räume	West	1,429	0,3	keine Anf.	24,89	0,4	12,45	Kw Bestand 1969 - 1977 ZW
7	Wand	Außenluft	Nord	1,075	0,24	0,20	30,45	1,0	32,73	Aw Bestand 1969 - 1977
8	Tür,Nord	Außenluft	Nord	3,600	1,8	1,3	2,95	1,0	10,62	Eingangstür
9	Fenster,Nord	Außenluft	Nord	2,900	1,3	0,95	5,95	1,0	17,26	Isolierglas_Fenster
10	Wand	Außenluft	Ost	1,075	0,24	0,20	52,65	1,0	56,60	Aw Bestand 1969 - 1977
11	Fenster,Ost	Außenluft	Ost	2,900	1,3	0,95	5,07	1,0	14,70	Isolierglas_Fenster
12	Wand	Außenluft	Süd	1,075	0,24	0,20	24,42	1,0	26,25	Aw Bestand 1969 - 1977
13	Fenster,Süd	Außenluft	Süd	2,900	1,3	0,95	14,93	1,0	43,30	Isolierglas_Fenster
14	Wand	Außenluft	West	1,640	0,24	0,20	57,72	1,0	94,66	Aw Bestand 1969 - 1977 ZW
15	Dach	Außenluft		0,366	0,24	0,14	82,08	1,0	30,04	Da Bestand 1969 - 1977 V1
16	Fenster,Nord,30°	Außenluft	Nord	2,900	1,4	1,0	0,36	1,0	1,04	Isolierglas_Fenster
17	Dach, Gaube	Außenluft		0,366	Anford. erf.	0,20	4,2	1,0	1,54	Da Bestand 1969 - 1977 V1

Außenwände:

Die Außenwände entsprechen dem Baujahr des Gebäudes und sind nicht gedämmt

Fenster / Türen:

Die Fenster und Türen sind dem Baujahr entsprechen isolierverglast. Alle Fenster sind mit ungedämmten Rollladenkästen ausgestattet

Oberste Geschossdecke oder Dach:

Die Dachflächen sind mit einer 10 cm starken mineralischen Wärmedämmung gedämmt. Die Dämmung sollte erneuert werden.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Die Kellerdecke und die Bodenplatten sind in Stahlbetonbauweise in den 1980iger Jahren in üblicher Bauweise errichtet. Wärmetechnische Veränderungen sind nicht bekannt.

Wärmebrücken:

Das Gebäude weißt übliche geometrisch bedingte Wärmebrücken, wie z.B.: Gebäudekanten, Fensterlaibungen, Heizkörpernischen und Dachanschlüsse auf. Über der Terrasse ist ein auskragender Balkon.

Lüftungswärmeverluste:

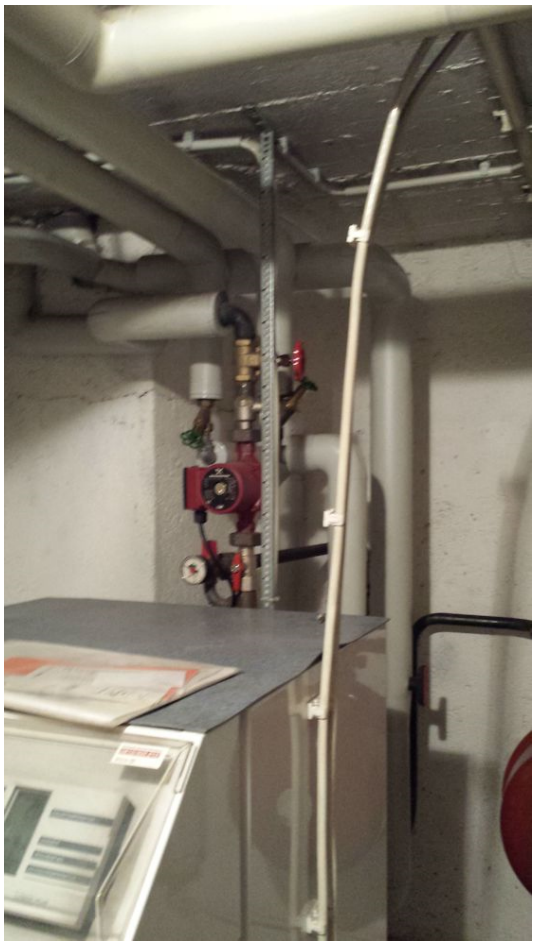
Dem Alter entsprechend, ist davon auszugehen, dass unkontrollierte Lüftungswärmeverluste über undichte Fenster, Türen und Rollladenkästen auftreten können.

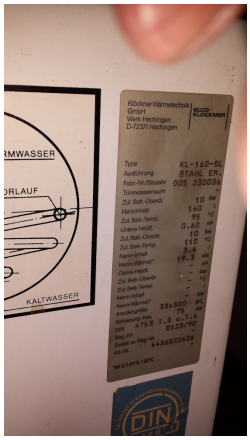
Außer der Dämmung des Daches (100mm Glaswolle) wurden bisher keine wärmetechnischen Investitionen getätigt.

4.4 Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Die Heizungsanlage befindet sich in einem durchschnittlichen Zustand. Eine Rohrleitungsdämmung ist vorhanden und entspricht überwiegend dem Stand der Technik.

Die Warmwasseranlage befindet sich in einem durchschnittlichen Zustand. Eine Rohrleitungsdämmung ist vorhanden und entspricht überwiegend dem Stand der Technik.





Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An:	225,40	m²
Baujahr:	1994	
Leistung:	19,3	kW
Wärmeerzeugertyp:	Standard-Heizkessel: Gebläsekessel (Öl/Gas), < 1995, im beh. Bereich	
Kombibetrieb(auch WW)	ja	
Brennstoffart:	Heizöl	
Primärenergiefaktor:	1,10	
Aufwandszahl:	1,157	
Hilfsenergiebedarf:	1,66	kWh/(m²a)
mittlere Kesseltemp.:	70,0	°C
mittlere Heizkreistemp.:	41,17	°C
Bereitschaftverluste bei 70°:	3,00	%
Bereitschaftsverluste:	2,996	%
30 % Teillast Wirkungsgrad:	83,9	%
Kesselwirkungsgrad:	86,32	%
Abgasverluste:	-	%

Speicherung

Speichertyp:	kein Speicher	
Speichernenninhalt:	0	l
Bereitschaftsverluste:	0,000	kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	0,00	kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf:	0,00	kWh/(m²a)

Verteilung

horizontale Verteilung:	innerhalb / mäßig gedämmt	
Strangleitung:	innerhalb, ungedämmte Außenwand / mäßig gedämmt	
Anbindeleitung:	innerhalb / mäßig gedämmt	
spezif. Wärmebedarf:	6,80	kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf:	1,49	kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
33,1	0,15	0,40
16,9	0,48	0,40
124	0,10	0,60

Übergabe

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

Kommentar : veraltete Technik – großes Einsparpotential

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An:	225,40	m²
Baujahr:	1994	
Leistung:	19,3	kW
Wärmeerzeugertyp:	Standard-Heizkessel: Gebläsekessel (Öl/Gas), < 1995	
Brennstoffart:	Heizöl	
Primärenergiefaktor:	1,10	
Aufwandszahl:	1,366	
Hilfsenergiebedarf:	0,32	kWh/(m²a)
mittlere Kesseltemp.:	70,00	°C
Bereitschaftverluste bei 70°:	3,00	%
Bereitschaftsverluste:	3,00	%
Kesselwirkungsgrad:	86,57	%
Abgasverluste:	-	%

Speicherung

Speichertyp:	indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im beheizten Bereich	
Speicher-Nenninhalt:	266	l
Bereitschaftsverluste:	2,360	kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	2,93	kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf:	0,06	kWh/(m²a)
Heizwärmegutschrift:	1,75	kWh/(m²a)

Verteilung mit Zirkulation

Länge	fa	U-Wert
30,5	0,15	0,40
16,9	0,48	0,40
16,9	0,10	0,40

horizontale Verteilung: innerhalb / mäßig gedämmt

Strangleitung: innerhalb, ungedämmte Außenwand / mäßig gedämmt

Stichleitung: Standardanordnung / mäßig gedämmt

spezif. Wärmebedarf:	18,10	kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf:	0,60	kWh/(m²a)
Heizwärmegutschrift:	9,47	kWh/(m²a)

Kommentar : Entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Bei der Neuanschaffung sollte auf eine Frischwasserstation geachtet werden.

Klimadaten

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

Tabelle 3: Klimadaten

Heiztage	246 d/a
mittl. Außentemperatur	9,5 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	3150,5 d °C/a

5. Energiebilanz des bestehenden Gebäudes

5.1 Einstufung gemäß Energieausweis nach EnEV

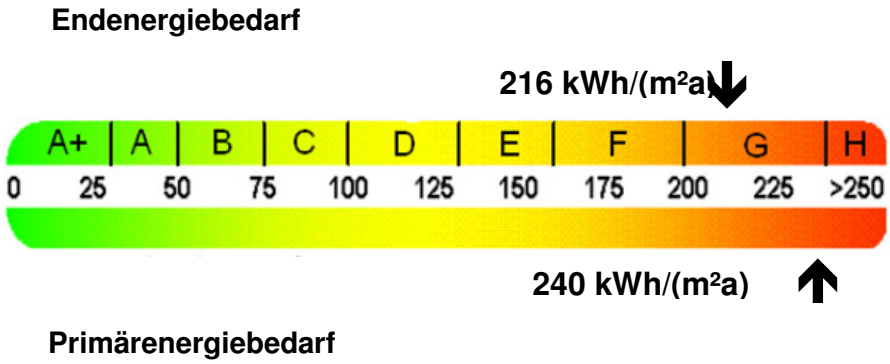


Tabelle 4: Einstufung gemäß Neubaustandard nach EnEV

	Referenzgebäude *	Ihr Gebäude vor Sanierung	Abweichung vom Referenzgebäude
Primärenergiebedarf Q_P	63,56 kWh/m²a	240,09 kWh/m²a	378 %
Transmissionswärmeverlust $H_{,T}$	0,36 W/m²K	1,07 W/m²K	300 %

* das Referenzgebäude beschreibt den Neubaustandard nach EnEV

5.2 Energiebedarf

Im Folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 5: Energiebilanz des Gebäudes

Transmissionsverluste	39.057,84 kWh/a
Lüftungsverluste	10.513,35 kWh/a
Heizungsverluste	4.815,65 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	2.817,50 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	7.506,27 kWh/a
Summe Verluste	**64.710,61 kWh/a**
solare Gewinne	6.176,55 kWh/a
interne Gewinne	7.477,95 kWh/a
Nachtabsenkung	3.383,36 kWh/a
zugeführte Heizenergie	37.348,99 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	10.323,77 kWh/a
Summe Gewinne	**64.710,61 kWh/a**

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

Tabelle 6:

Heizwärmebedarf	32.533,34 kWh/a
Endenergiebedarf	48.603,66 kWh/a
Primärenergiebedarf	54.115,66 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	1,53 -

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

Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste

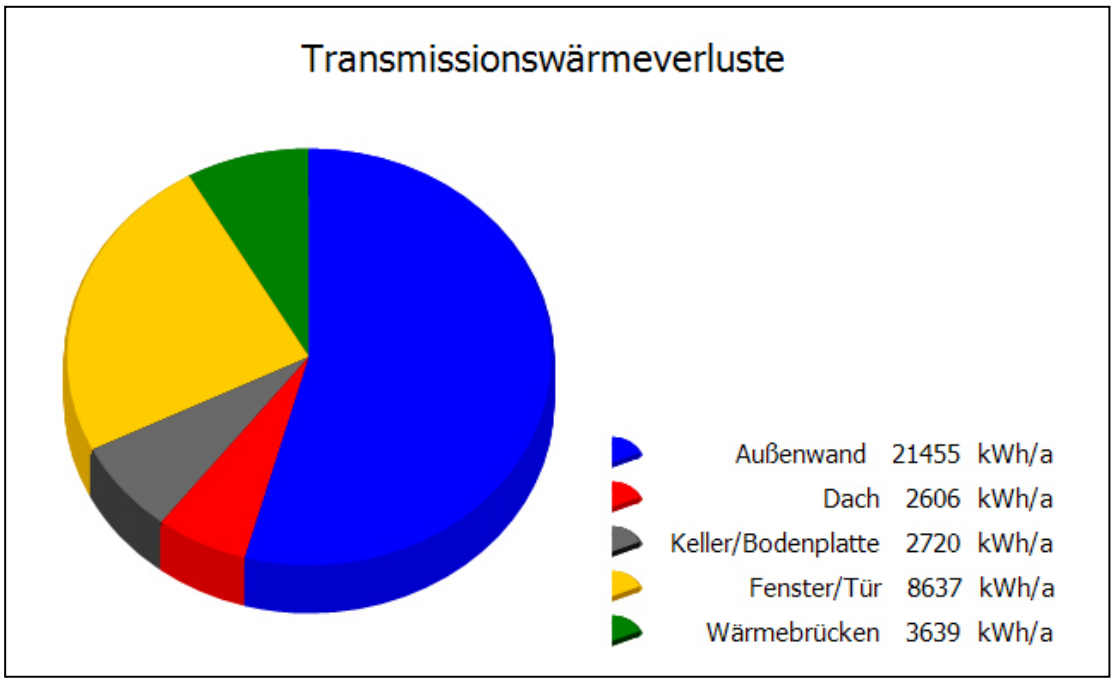
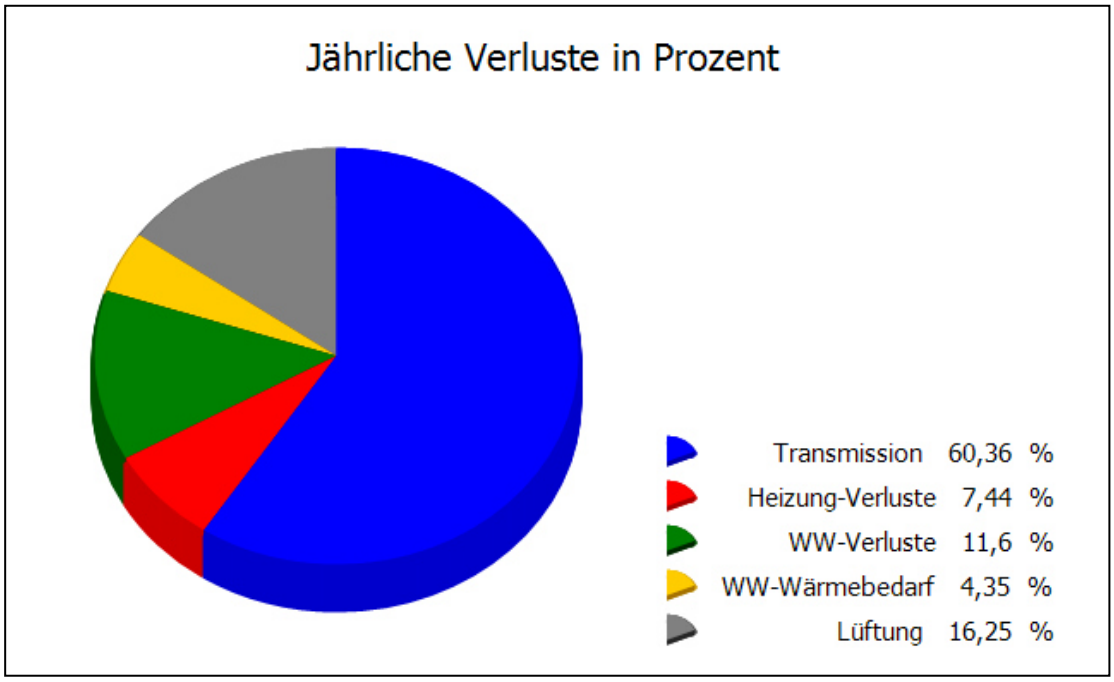


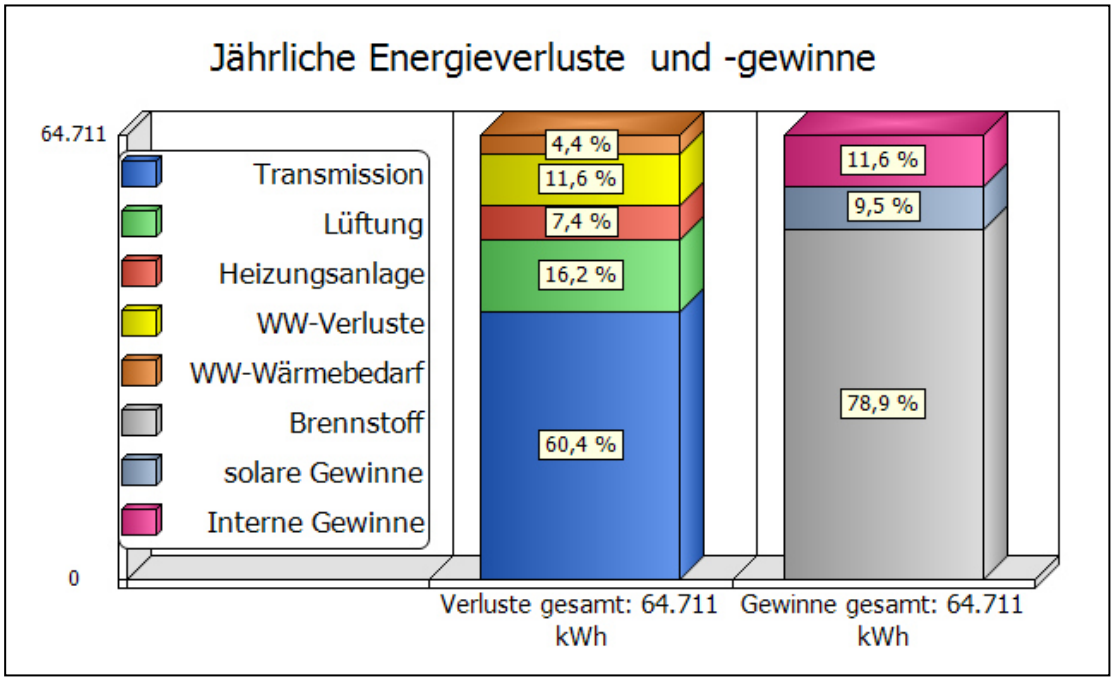
Tabelle 7:

Transmissionsverluste der Gebäudehülle	Jährlich kWh /a
Außenwände	21.455
Fenster / Türen	8.637
Dach	2.606
Keller / Bodenplatte	2.720
Decken	0
Wärmebrücken	3.639

Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

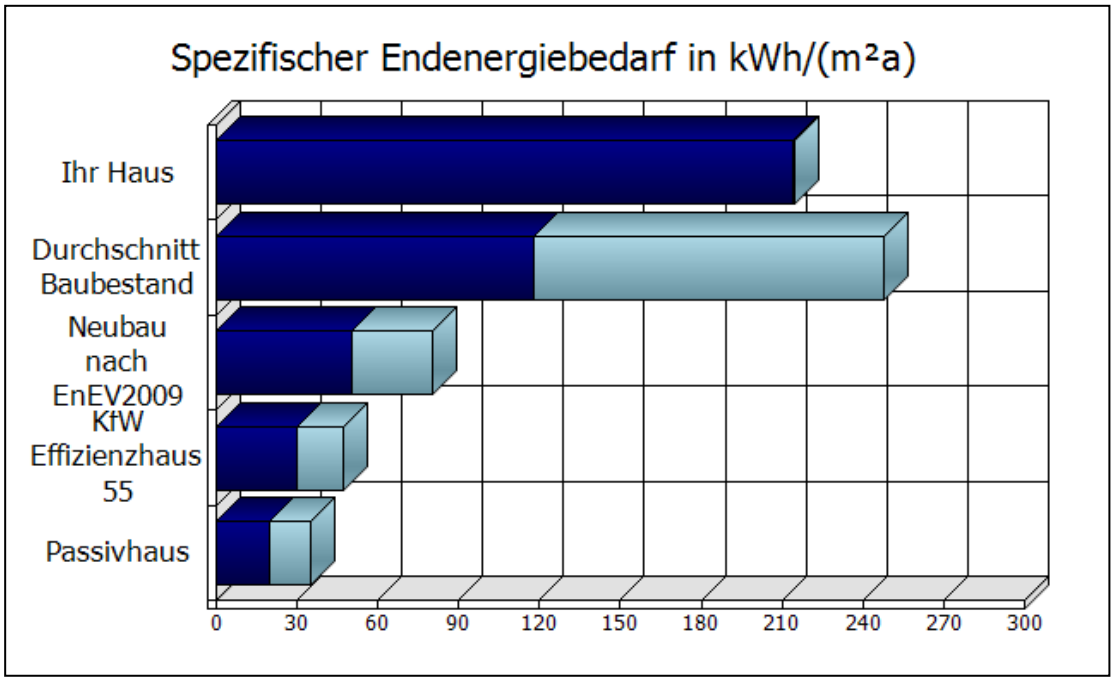


Grafik 3: Energieverluste und Gewinne



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

Grafik 4: Vergleich des Endenergiebedarfs



Man kann das Einsparungspotential deutlich erkennen.

5.3 Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten

Im folgenden eine Übersicht über die Energieverbrauchswerte:

Energieträger 1	Zeitraum		Energie-verbrauch	Anteil Warmw.	Klima-faktor	Energiekosten
	von	bis	kWh	kWh	[-]	EUR
				-		0,00
				-		0,00
				-		0,00

Energieträger 2	Zeitraum		Energie-verbrauch	Anteil Warmw	Klima-faktor	Energiekosten
	von	bis	kWh	kWh	[-]	EUR
				-		0,00
				-		0,00
				-		0,00

Energieträger 3	Zeitraum		Energie-verbrauch	Anteil Warmw	Klima-faktor	Energiekosten
	von	bis	kWh	kWh	[-]	EUR
				-		0,00
				-		0,00
				-		0,00

*) es liegen keine Verbrauchsdaten vor.

Der vorhandene gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 0 kWh (nicht eingetragen).

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 47672,76 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

Es ist ein Vergleich zwischen dem errechneten Energiebedarf und dem tatsächlichen, gemittelten Energieverbrauch (witterungskorrigiert) durchzuführen. Die Unterschiede sind darzustellen und zu begründen.

6. Varianten

6.1 Übersicht

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

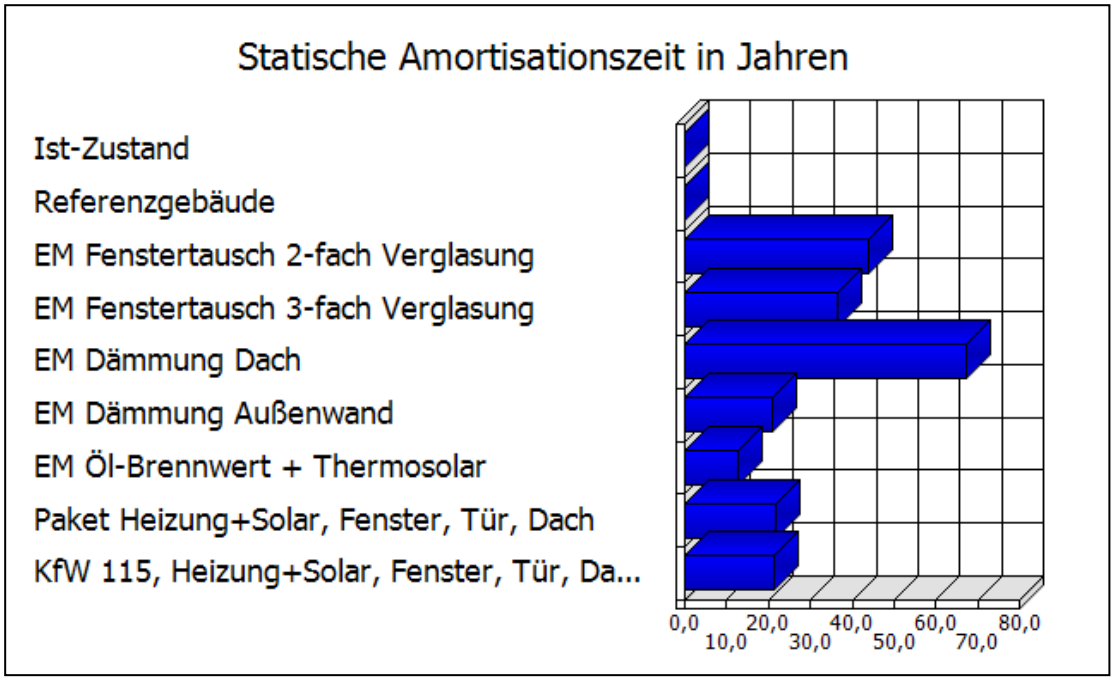
Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

Tabelle 8: Berechnete Varianten – nach Bedarf

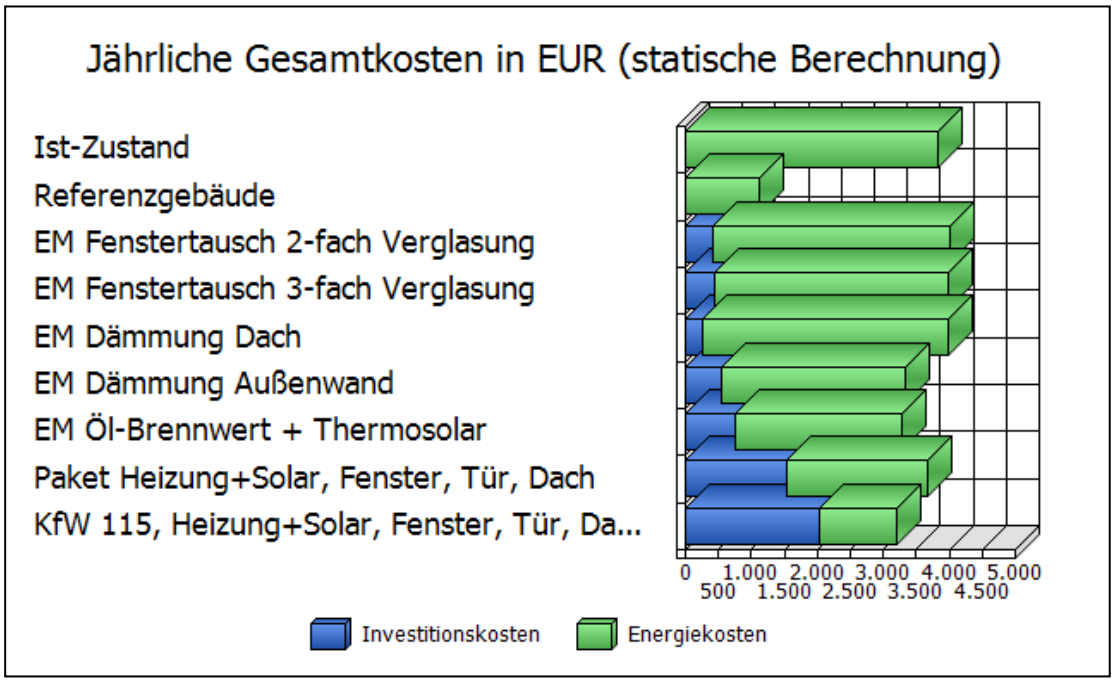
Nr.	Variante	jährliche Energiebe-darf kWh/a	jährliche Energieein-sparung %	jährliche Energie-kosten €/a	Investitions-kosten gesamt €	stat.jährliche Gesamt-kosten € /a
1	Ist-Zustand	48.603,66	0,0	3.836,11	0,00	3.836,11
2	Referenzgebäude	12.493,24	74,3	1.107,96	0,00	1.107,96
3	EM Fenstertausch 2-fach Verglasung	45.539,86	6,3	3.599,86	10.368,36	4.014,59
4	EM Fenstertausch 3-fach Verglasung	44.607,88	8,2	3.528,11	11.243,00	3.977,83
5	EM Dämmung Dach	47.104,94	3,1	3.720,47	7.798,00	3.980,40
6	EM Dämmung Außenwand	35.260,01	27,5	2.798,83	21.840,50	3.344,84
7	EM Öl-Brennwert + Thermosolar	31.262,69	35,7	2.521,21	16.535,00	3.286,72
8	Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach	26.106,55	46,3	2.129,42	36.903,00	3.667,04
9	KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung	13.638,03	71,9	1.160,55	56.616,50	3.204,47

*) EM = Einzelmaßnahme

Grafik 5: statische Amortisationszeit

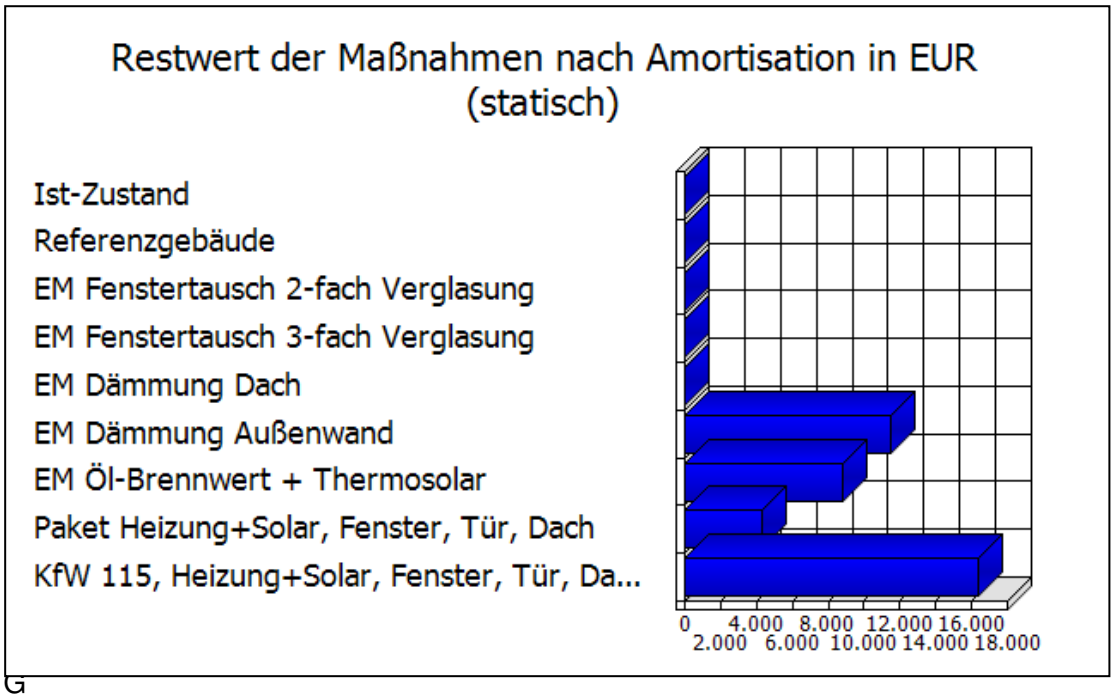


Grafik 6: statische Gesamtkosten

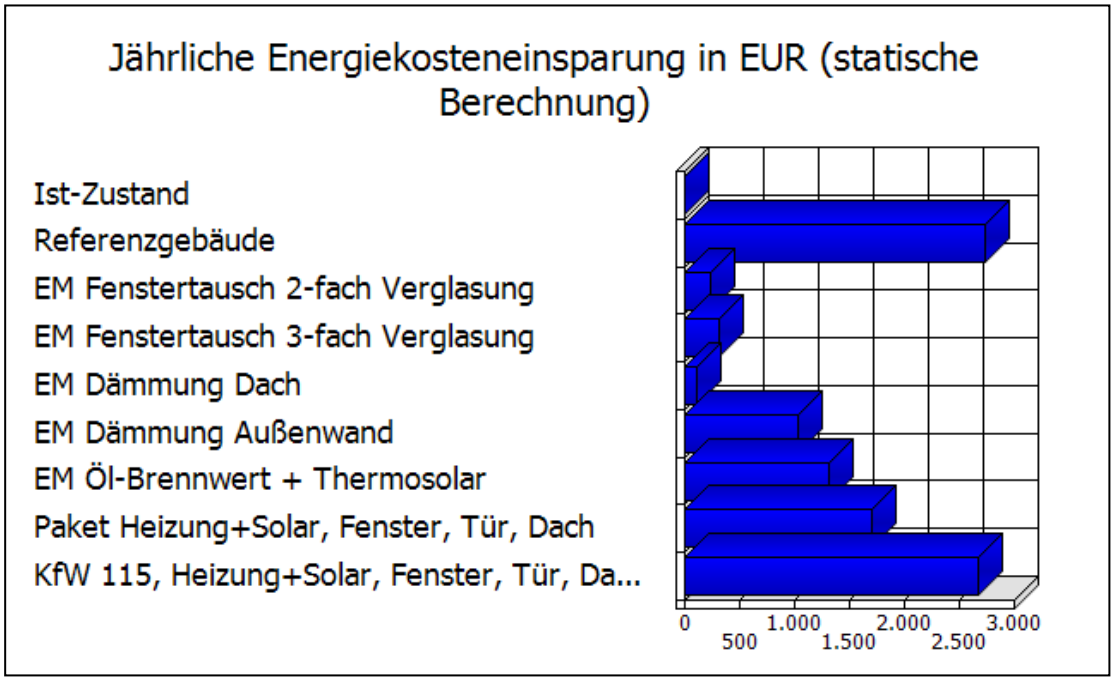


Die statischen Gesamtkosten setzen sich aus den jährlichen Investitionskosten und den jährliche Energiekosten zusammen.

Grafik 7: statischer Restwert der Maßnahme



G
rafik 8: jährliche Energiekosteneinsparung in €



Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 9: Energiepreisteuerung und Zinssatz

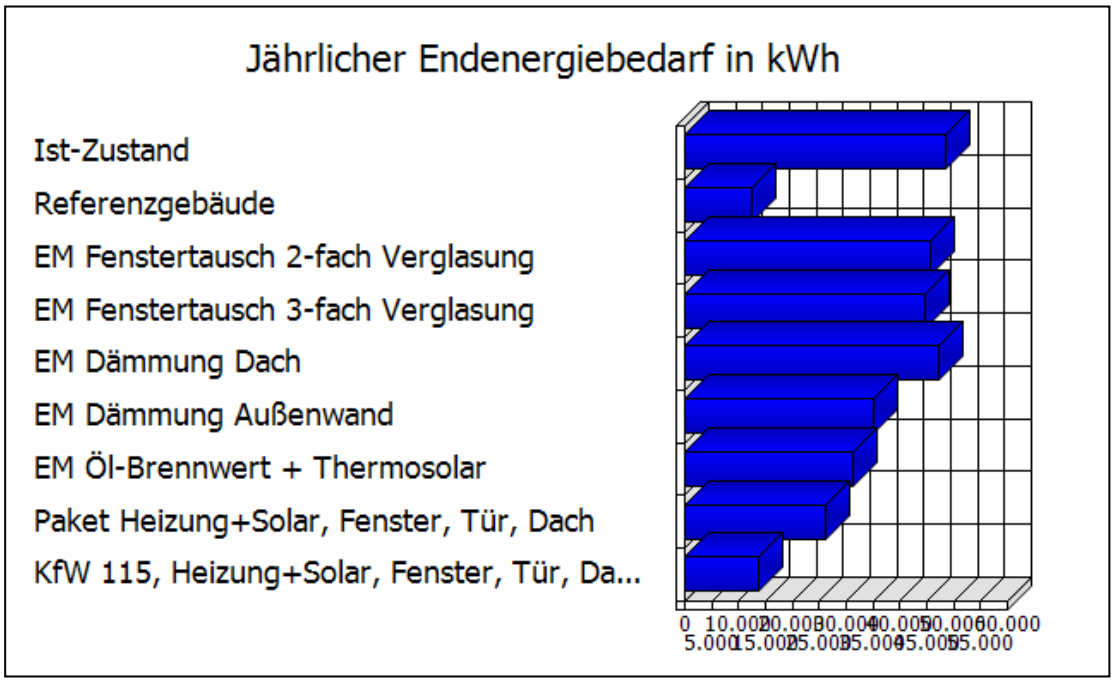
Energiepreisteuerung	4,00 %
Zinssatz	3,00 %
Betrachtungszeitraum	15,0 a

Tabelle 10: Kosten in EUR

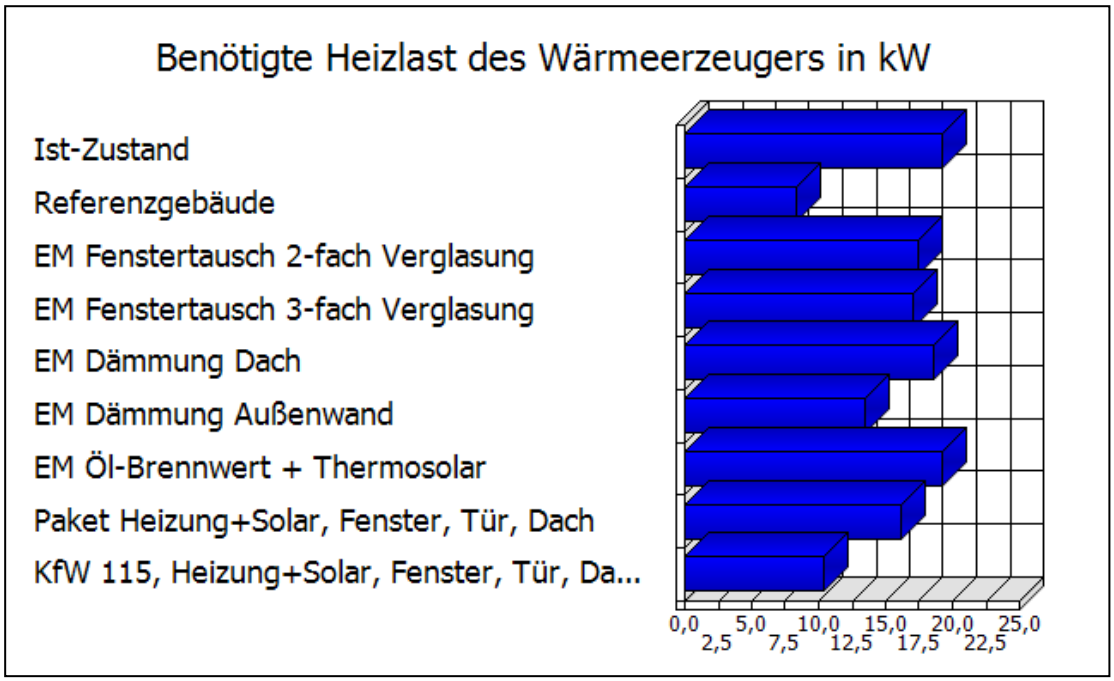
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWh
Erdgas	108,00	0,065
Flüssiggas	450,00	0,07
Heizöl	0,00	0,075
Steinkohle	0,00	0,05
Braunkohle	0,00	0,05
Tagstrom	99,00	0,28
Nachtstrom	99,00	0,19
Fern/Nahw. KWK fossil	550,00	0,08
Fern/Nahw. KWK ern.	550,00	0,08
Fern/Nahw. HW fossil	550,00	0,08
Fern/Nahw. HW ern.	550,00	0,08
Holz	0,00	0,05
Holz-Pellets	0,00	0,055
Sonstiges	0,00	0,00

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

Grafik 9: Energiebedarf des Gebäudes



Grafik 10: Heizlast



6.2 Wirtschaftlichkeit selber ermitteln

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

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

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

Die **dynamische** Betrachtung berücksichtigt Energiepreissteigerungen und die Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Erfahrungsgemäß ist es so, dass langfristig betrachtet die Kosten der privaten Verzinsung infolge der Inflation gegen Null laufen. Aus diesem Grund ist es durchaus sinnvoll, die Wirtschaftlichkeit lediglich **statisch** zu betrachten, da diese Rechnung die wirtschaftliche Realität für einen privaten Anleger besser abbildet.

Wenn Sie die Wirtschaftlichkeit überschlägig selbst ermitteln möchten, können Sie dies mittels einer so genannten statischen Berechnung durchführen. Wenn die Kapitalkosten in der gleichen Größenordnung wie die Energiepreissteigerung legen, ist der Fehler gegenüber der dynamischen Berechnung gleich Null.

Wir möchten das an einem Beispiel verdeutlichen: Sie entscheiden, 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

statische Amortisationszeit = Investitionskosten/Heizkostenersparnis

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

bei einer Heizungsanlage mit dem gleichen Brennstoff.

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

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

6.3 KfW Förderungsübersicht

Tabelle 11: Anforderungswerte für die KfW- Effizienzhäuser

	EnEV*	KfW 115	KfW 100	KfW 85	KfW 70	KfW 55
Qp. zul	63,56	63,56 * 1,15 = 73,09	63,56 * 1,00 = 63,56	63,56 * 0,85 = 54,03	63,56 * 0,70 = 44,49	63,56 * 0,55 = 34,96
H_T zul	0,358	0,358 * 1,30 = 0,465	0,358 * 1,15 = 0,412	0,358 * 1,00 = 0,358	0,358 * 0,85 = 0,304	0,358 * 0,70 = 0,251

* EnEV 2013 , Anlage 1, Tabelle 1

Tabelle 12: Förderübersicht der Varianten

Variantenname	Q_P. * vorh.	H_T* vorh.	KfW-Haus Klasse
Ist-Zustand	**240,09**	**1,073**	**keine KfW-Förderung**
Referenzgebäude	63,56	0,358	KfW-Effizienzhaus 100
EM Fenstertausch 2-fach Verglasung	225,04	0,952	keine KfW-Förderung
EM Fenstertausch 3-fach Verglasung	220,46	0,917	KfW-Einzelmaßnahmen
EM Dämmung Dach	232,72	1,029	KfW-Einzelmaßnahmen
EM Dämmung Außenwand	174,41	0,666	KfW-Einzelmaßnahmen
EM Öl-Brennwert + Thermosolar	155,24	1,073	KfW-Einzelmaßnahmen
Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach	**130,00**	**0,855**	**KfW-Einzelmaßnahmen**
KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung	68,64	0,448	KfW-Effizienzhaus 115

* Primärenergie und Transmissionswärmeverlust

Tabelle 13: Teilschulderlass

Bestand - KfW-Effizienzhaus	Prozentualer Anteil an Ihrem Darlehensbetrag
KfW-Effizienzhaus 55	27,5 %
KfW-Effizienzhaus 70	22,5 %
KfW-Effizienzhaus 85	17,5 %
KfW-Effizienzhaus 100	15,0 %
KfW-Effizienzhaus 115	12,5 %
KfW-Effizienzhaus Denkmal	12,5 %
KfW- Einzelmassnahmen	7,5 %

Neubau - KfW-Effizienzhaus	Prozentualer Anteil an Ihrem Darlehensbetrag
KfW-Effizienzhaus 40 (inklusive Passivhaus)	10,0 %
KfW-Effizienzhaus 55	5,0 %
KfW-Effizienzhaus 70	- %

Tabelle 14: Direkter Zuschuss (ohne Kredit)

Bestand - KfW-Effizienzhaus	Prozentualer Anteil an Ihrem Darlehensbetrag
KfW-Effizienzhaus 55	30,0 %
KfW-Effizienzhaus 70	25,0 %
KfW-Effizienzhaus 85	20,0 %
KfW-Effizienzhaus 100	15,0 %
KfW-Effizienzhaus 115	10,0 %
KfW- Einzelmassnahmen	10,0 %

Der Investitionszuschuss darf nur für **Ein- und Zweifamilienhäuser** mit maximal 2 WE beantragt werden oder für eine **Wohnungseigentümergemeinschaft** die aus Privatpersonen besteht!

Höchstfördersumme Einzelmaßnahmen: 50.000 €/ Wohneinheit vor Baubeginn
Höchstfördersumme KfW-Effizienzhaus: 100.000 €/ Wohneinheit vor Baubeginn

6.4 Maßnahmenbeschreibung

Bei den Kosten der einzelnen Maßnahmen wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen von Fachbetrieben durchgeführt werden. Bei einigen Maßnahmen bietet sich eine Durchführung in Eigenleistung jedoch an. Bei der Durchführung der Dämmmaßnahmen bzw. bei der Erweiterung der beheizten Fläche um mehr als 15 m² Nutzfläche ist zu beachten, dass diese mindestens gemäß der Energieeinsparverordnung 2013 auszuführen sind.

Variante: Referenzgebäude

Maßnahmen dieser Variante:

0

Wirtschaftlichkeitsübersicht - Bedarfsbezogen

Kosten		
Investitionskosten:	0,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	0,00	€
Energie		
Energiebedarf:	12.493,24	kWh/a
Energieeinsparung:	36.110,42	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	74,30	%
Statische Energiekosten:	1.107,96	€/a
Dynamische Energiekosten:	0	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	2.728,15	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	0	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	0,0	a
Statische Amortisation:	0,0	a
Dynamische Amortisation:	0,0	a
Co2 Einsparung:	48,52	kg/m²a

Bewertung: Referenzhaus
73,5 % geringerer Primärenergiebedarf
66,6 % geringere Transmissionsverluste

Förderung:

Hinweise:

Variante: EM Fenstertausch 2-fach Verglasung

Maßnahmen dieser Variante:

Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 1,30 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	10.368,36	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	10.368,36	€
Energie		
Energiebedarf:	45.539,86	kWh/a
Energieeinsparung:	3.063,80	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	6,30	%
Statische Energiekosten:	3.599,86	€/a
Dynamische Energiekosten:	4.890,96	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	236,25	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	320,99	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	25,0	a
Statische Amortisation:	43,9	a
Dynamische Amortisation:	37,7	a
Co2 Einsparung:	4,15	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
6,3 % geringerer Primärenergiebedarf
11,3 % geringere Transmissionsverluste

Förderung: keine

Hinweise: entspricht nicht dem Stand der Technik
wirtschaftlich unsinnig
sollte auf alle Fälle vermieden werden

Variante: EM Fenstertausch 3-fach Verglasung

Maßnahmen dieser Variante:

Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	12.492,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	1.249,00	€
Verbleibende Kosten:	11.243,00	€
Energie		
Energiebedarf:	44.607,88	kWh/a
Energieeinsparung:	3.995,78	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	8,22	%
Statische Energiekosten:	3.528,11	€/a
Dynamische Energiekosten:	4.793,48	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	308,00	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	418,47	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	25,0	a
Statische Amortisation:	36,5	a
Dynamische Amortisation:	32,2	a
Co2 Einsparung:	5,41	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
8,2 % geringerer Primärenergiebedarf
14,5 % geringere Transmissionsverluste
Sollte auf Grund des Ist-Zustandes der Fenster durchgeführt werden

Förderung: KfW 430

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen.

Variante: EM Dämmung Dach

Maßnahmen dieser Variante:

Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	8.664,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	866,00	€
Verbleibende Kosten:	7.798,00	€
Energie		
Energiebedarf:	47.104,94	kWh/a
Energieeinsparung:	1.498,72	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	3,08	%
Statische Energiekosten:	3.720,47	€/a
Dynamische Energiekosten:	5.054,84	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	115,64	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	157,11	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	30,0	a
Statische Amortisation:	67,4	a
Dynamische Amortisation:	53,3	a
Co2 Einsparung:	2,03	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
3,1 % geringerer Primärenergiebedarf
4,1 % geringere Transmissionsverluste

Förderung: KfW 430

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen.

Variante: EM Dämmung Außenwand

Maßnahmen dieser Variante:

Wand West mit 160 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,181 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	24.267,50	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	2.427,00	€
Verbleibende Kosten:	21.840,50	€
Energie		
Energiebedarf:	35.260,01	kWh/a
Energieeinsparung:	13.343,65	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	27,45	%
Statische Energiekosten:	2.798,83	€/a
Dynamische Energiekosten:	3.802,65	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	1.037,28	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	1.409,30	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	40,0	a
Statische Amortisation:	21,1	a
Dynamische Amortisation:	19,8	a
Co2 Einsparung:	18,14	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
27,4 % geringerer Primärenergiebedarf
37,9 % geringere Transmissionsverluste

Förderung: KfW 430

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen.

Variante: EM Öl-Brennwert + Thermosolar

Maßnahmen dieser Variante:

Brennwertkessel EFH Neueinbau
Fußbodenheizung EG + Bad Einbau
Solaranlage 14 m² Einbau

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	21.150,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	4.615,00	€
Verbleibende Kosten:	16.535,00	€
Energie		
Energiebedarf:	31.262,69	kWh/a
Energieeinsparung:	17.340,97	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	35,68	%
Statische Energiekosten:	2.521,21	€/a
Dynamische Energiekosten:	3.425,46	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	1.314,90	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	1.786,49	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	21,6	a
Statische Amortisation:	12,6	a
Dynamische Amortisation:	12,3	a
Co2 Einsparung:	23,34	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
35,3 % geringerer Primärenergiebedarf
0 % geringere Transmissionsverluste

Förderung: KfW 430

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen.

Variante: Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach

Maßnahmen dieser Variante:

Brennwertkessel EFH Neueinbau
Fußbodenheizung EG + Bad Einbau
Solaranlage 14 m² Einbau
Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K
Tür, Nord Austausch der Türen, neuer U-Wert: 1,1 W/m²K
Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	43.781,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	6.878,00	€
Verbleibende Kosten:	36.903,00	€
Energie		
Energiebedarf:	26.106,55	kWh/a
Energieeinsparung:	22.497,11	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	46,29	%
Statische Energiekosten:	2.129,42	€/a
Dynamische Energiekosten:	2.893,15	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	1.706,69	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	2.318,80	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	24,0	a
Statische Amortisation:	21,6	a
Dynamische Amortisation:	20,3	a
Co2 Einsparung:	30,28	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
45,9 % geringerer Primärenergiebedarf
20,3 % geringere Transmissionsverluste

Förderung: KfW 430

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen. Favorisiertes Maßnahmenpaket (Erfolg zu Investition)

Variante: KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung

Maßnahmen dieser Variante:

Brennwertkessel EFH Neueinbau
Fußbodenheizung EG + Bad Einbau
Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K
Tür, Nord Austausch der Türen, neuer U-Wert: 1,1 W/m²K
Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K
Wand West mit 160 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,181 W/m²K
Solaranlage 20 m² Einbau

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	69.548,50	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	12.932,00	€
Verbleibende Kosten:	56.616,50	€
Energie		
Energiebedarf:	13.638,03	kWh/a
Energieeinsparung:	34.965,63	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	71,94	%
Statische Energiekosten:	1.160,55	€/a
Dynamische Energiekosten:	1.576,79	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	2.675,56	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	3.635,16	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer:	27,7	a
Statische Amortisation:	21,2	a
Dynamische Amortisation:	19,9	a
Co2 Einsparung:	47,23	kg/m²a

Bewertung: Einzelmaßnahme,
71,4 % geringerer Primärenergiebedarf
58,2 % geringere Transmissionsverluste

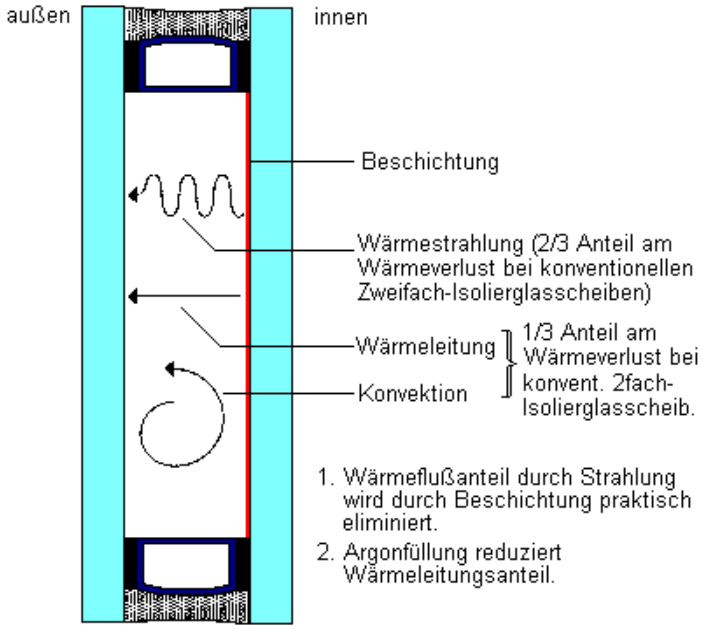
Förderung: Effizienzhaus KfW-115

Hinweise: Fördermittel vor Maßnahmenbeginn beantragen, Energieberater einbeziehen. Größte Ersparnis – größter Invest

Wärmeschutzverglasung

Moderne Fenster mit 3 facher- Wärmeschutzverglasungen bieten gegenüber der vorhandenen Isolierverglasung einen erhebliche Reduktion der Wärmeverluste und einen spürbaren Zugewinn an thermischer Behaglichkeit. Dies wird erreicht durch eine (unsichtbare) die Wärmestrahlung reflektierende Schicht auf einer Scheibe und eine Edelgasfüllung im Scheibenzwischenraum. Deren Wärmeverluste werden gegenüber der Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung noch einmal um mindestens 30 reduziert. Der Wärmeschutz der Verglasung (Ug) als solcher ist meist besser als der des gesamten Fensters, da der Randverbund der Isolierglasscheibe und der Rahmen thermische Schwachstellen darstellen. Für ein Fenster sollte daher nicht nur der U-Wert der Verglasung bekannt sein, sondern auch der des gesamten Fensters (Uw).

Die nachstehende Grafik zeigt das Prinzip der Wärmeschutzverglasung:



Worauf Sie achten müssen:

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

- Bei schlecht oder mäßig gedämmtem Mauerwerk ist die Fenstererneuerung im Zusammenhang mit einer Außenwanddämmung optimal. Wird gleichzeitig mit der Fenstererneuerung eine Außenwanddämmung angebracht, ist es sinnvoll, die neuen Fenster entweder außenbündig mit der massiven Außenwand oder besser noch in der Dämmebene anzuordnen. Wird der Fensterrahmen 2 bis 4 cm mit Dämmstoff überdeckt, ist ein fast wärmebrückenfreier Einbau gewährleistet.

- Beim Austausch eines Fensters die Wärmedämmung und Luftdichtigkeit des Rollladenkastens, soweit vorhanden, verbessern oder außenliegende Rollladen verwenden.

Dämmung der Dachschräge

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

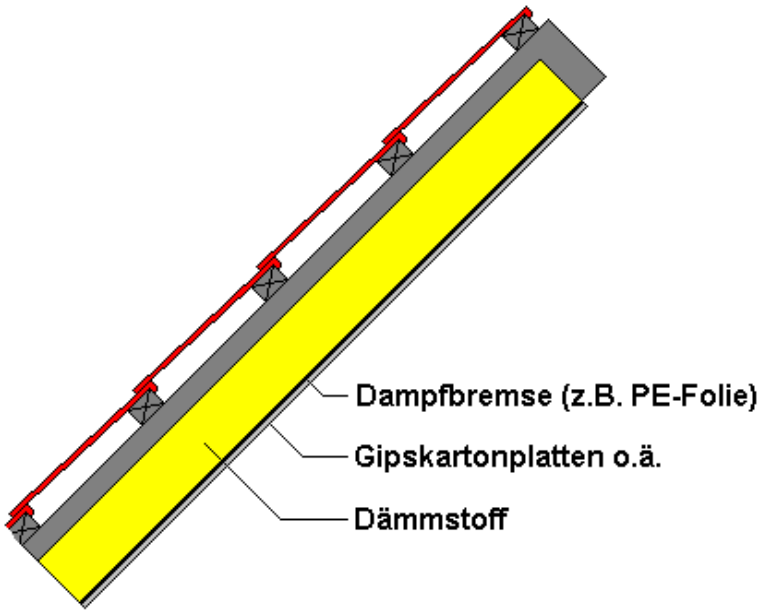
Worauf Sie besonders achten müssen:

- Für die sommerliche Überhitzung ist nicht allein die Dämmung des Daches ausschlaggebend. Dachflächenfenster können einen größeren Einfluss haben.

- Diese Maßnahme zählt zu den bauphysikalisch kritischen Maßnahmen. Wichtig ist es, dass in die Dämmung eintretende Feuchtigkeit in Form von Dampf sicher abgeführt wird. Dies geschieht z.B. durch eine Hinterlüftung der Dämmung und durch Aufbringung einer inneren Dampfbremse. Wichtig ist auch die Luftdichtigkeit der Konstruktion, da durch Luftströme weitaus größere Feuchtigkeitsmengen konzentriert an einer Stelle auskondensieren können, als dies bei der so genannten Dampfdiffusion der Fall ist, die über die gesamte Dachfläche stattfindet.

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

Die folgende Grafik zeigt einen Schnitt durch eine ordnungsgemäß aufgebaute Dachdämmung



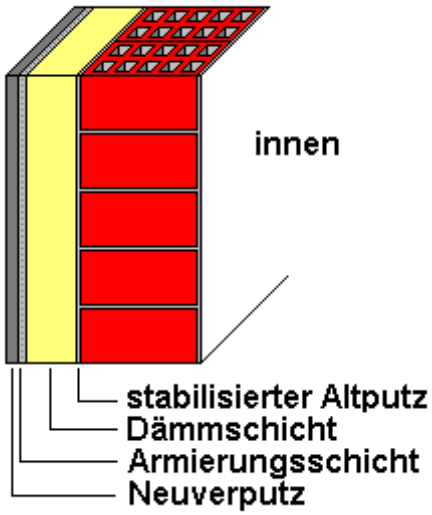
Durch Verbesserung der Wärmedämmung kann der Wohnwert des ausgebauten Dachgeschosses erheblich gesteigert werden.

Außenwanddämmung

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

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

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



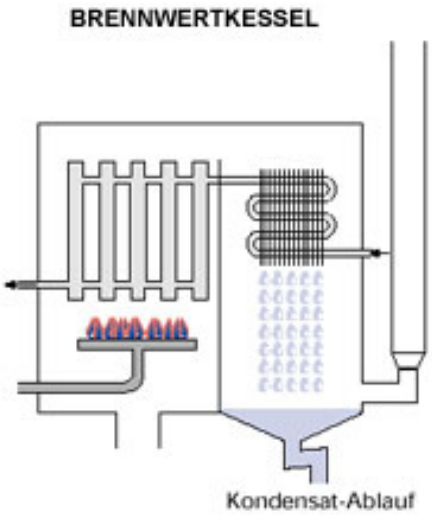
Die vorstehende Grafik zeigt einen Querschnitt durch eine mit einer Thermohaut verkleidete Außenwand.

Die Durchführung dieser Sanierungsmaßnahme hat folgende positive Aspekte:

- Gute Dämmung und damit dauerhaft niedrige Energiekosten
- Höhere Oberflächentemperaturen an der Innenseite der Wände und damit behagliche Wohnatmosphäre
- Kaum Änderung der äußeren Erscheinungsweise des Hauses trotz guter Dämmung

Neuer Brennwertkessel

Brennwertkessel sind eine Weiterentwicklung der Niedertemperaturkessel. Sie erzielen gegenüber diesen deutlich geringere Schadstoffemissionen sowie eine um bis zu 11 Prozent bessere Ausnutzung des Brennstoffs. Bei einem Brennwertkessel werden die Abgase soweit herunter gekühlt, dass der Wasserdampf, der bei der Verbrennung entsteht, auskondensiert. Die dabei freiwerdende Kondensationswärme wird wieder dem Heizsystem zugeführt.



Worauf Sie achten müssen:

- Ein Teil des Kondenswassers entsteht im Schornstein. Dabei verbindet es sich mit Abgasinhaltsstoffen und wird zur Säure. Das Abgassystem muss säurebeständig sein. Daher ist das Einbringen einer Abgasleitung in den Schornsteinschacht erforderlich.

- Kessel und Schornstein müssen an das häusliche Abwassersystem angeschlossen werden, um für den Abfluss des Kondenswassers zu sorgen. Selbst in kleineren Gebäuden entstehen in der Heizzeit einige Kubikmeter Kondensat.

- Um die Vorzüge des neuen Kessels vollends optimal, muss die Regelung sachgerecht eingestellt sein. Bei Übergabe der Heizung durch den Fach- betrieb sollten Sie sich in die Bedienung einführen lassen.

- Eine regelmäßige Wartung verlängert die Lebensdauer Ihres neuen Kessels und sorgt für einen störungsfreien und umweltschonenden Betrieb.

- Aber auch der Stromverbrauch der Heizungsanlage sollte beachtet werden. Hier liegt ein unterschätztes Einsparpotenzial. Besonders Umwälz- und Zirkulationspumpen sind durch starke Überdimensionierung und lange Laufzeiten häufig Stromgroßverbraucher.

- Um ein optimales Ergebnis zu erreichen, ist es wichtig, dass alle Heizungskomponenten aufeinander abgestimmt sind.

Durch die Maßnahme ergeben sich folgende Vorteile:

- Durch den Einbau eines modernen Gas-Brennwertkessels verringert sich der Brennstoffverbrauch merklich. Gegenüber einem neue Niedertemperatur-kessel ergibt sich eine ca. 10 % bessere Brennstoffausnutzung.

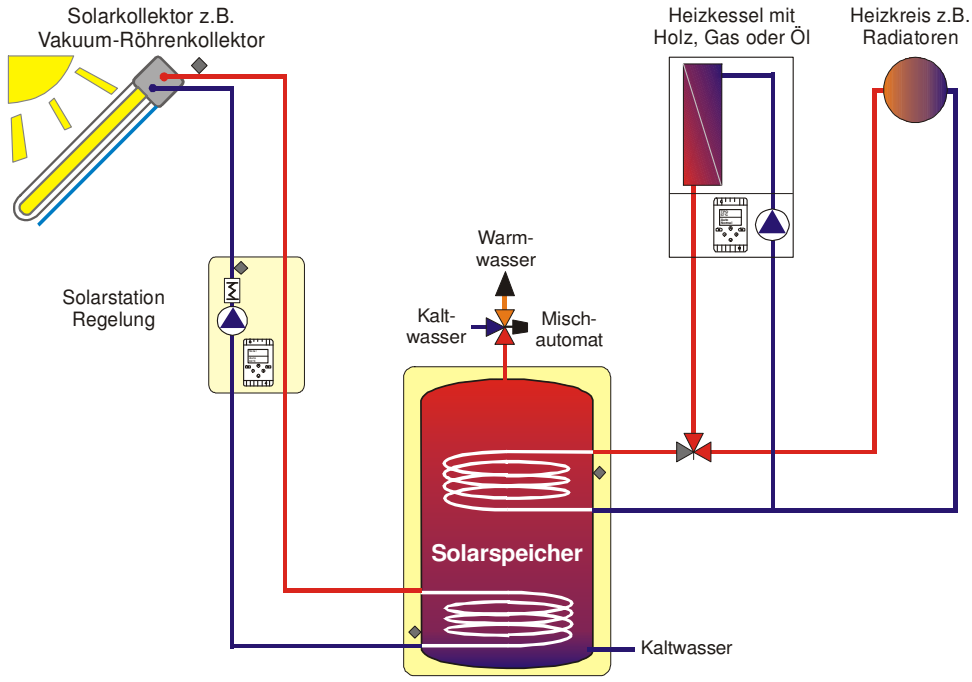
- Die Emissionen an Luftschadstoffen verringern sich erheblich, weil bei der Verbrennung von Gas kaum noch Schwefeldioxid entsteht und moderne Vormischbrenner nur sehr niedrige NOx-Emissionen haben.

Thermische Solaranlage

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

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

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



Eine thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung hat folgende positive Aspekte:

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

6.5 Lüftungskonzept nach der DIN 1946-6

Ein Lüftungskonzept ist notwendig, wenn im Ein- und Mehrfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. im Einfamilienhaus mehr als 1/3 der Dachfläche neu abgedichtet werden.

Da sich durch die Sanierungsmaßnahmen die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht und so der Mindestluftwechsel nicht mehr alleine durch die Infiltration der Gebäudehülle sichergestellt werden kann, ist eine Anpassung des Nutzerverhaltens erforderlich. Es wird eine mehrmalige tägliche Stoßlüftung von 4-6 Minuten empfohlen, oder eine mechanische Belüftung des Gebäudes. Erfolgt kein Austausch der feuchten Raumluft, so kann es durch Kondensation der Feuchtigkeit an den Wänden zu Feuchtschäden bis hin zu Schimmelpilzbildung kommen.

6.6 Wärmebrücken

- Anbringung von Fensterdichtungen - Gerade bei älteren Fenstern ergeben sich häufig Undichtigkeiten zwischen Fenster und Fensterrahmen, weil die Dichtungen entweder nicht ausreichend sind oder oft auch komplett fehlen. Einfache Dichtungsbänder aus dem Baumarkt können einfach und schnell in Eigenleistung angebracht werden und reduzieren Lüftungswärmeverluste.

- Abdichtung der Fenster - Der Fensterrahmen "arbeitet" im Mauerwerk. Hierdurch entstehen kleine Fugen zwischen Mauerwerk und Rahmen. Außerdem werden die Rahmen häufig nicht fachgerecht eingesetzt und abgedichtet. Umso wichtiger ist es, die Rahmen gegen das Mauerwerk dauerelastisch abzuspritzen und so dauerhaft zu dichten.

- Dämmung von Balkonen - Eine typische Wärmebrücke, ist im Altbau, die auskragende Balkonplatte. Die Effektivste aber auch aufwendigste Möglichkeit zur Vermeidung von Wärmeverlusten und Bauschäden ist eine vollständige Dämmung der Balkonplatte. Dies muss sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite des Balkons erfolgen. Gleichzeitig müssen alle Probleme der Randanschlüsse berücksichtigt werden. Eine andere Möglichkeit ist, soweit statisch möglich, den Balkon abzutrennen und durch eine freistehende Konstruktion zu ersetzten.

- Dämmung der Rollladenkästen - Rollladenkästen stellen Wärmebrücken dar und sollten daher gedämmt werden. Die Dämmung ist dabei auf der Innenseite der zum Raum hingewandten Flächen anzubringen. Ritzen und Spalten sollten dauerelastisch abgedichtet werden, um eine unkontrollierte Lüftung zu verhindern.

- Dämmung der Heizkörpernischen - Dort, wo die Wand am wärmsten wird hinter den Heizkörpern ist die Wand meist durch Heizkörpernischen geschwächt. Die hierdurch zusätzlich erhöhten Wärmeverluste können durch eine Dämmung der Nischen reduziert werden. Wenn Heizkörper abgenommen werden müssen, sollten die Nischen auf jeden Fall gedämmt werden, falls keine Dämmung der Außenwand vorgenommen wird.

6.7 Baubegleitung

Die KfW bezuschusst die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen für Sanierungsvorhaben zum KfW-Effizienzhaus oder von Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden. Voraussetzung für den Zuschuss ist eine Förderung der Sanierungsmaßnahme im KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren" (Programmnummer 151/152/430) oder in einem von der KfW aus diesen Mitteln refinanzierten Programm eines Landesförderinstitutes.

Der Sachverständige muss im Rahmen der energetischen Fachplanung und Baubegleitung **mindestens** folgende Leistungen erbringen bzw. deren fachgerechte Durchführung bestätigen:

- das geplante energetische Niveau auf dem entsprechenden KfW-Formular bestätigen (Kreditvariante: "Bestätigung zum Antrag"; Zuschussvariante: im Antrag enthalten)
- spezielle Detailplanungen erbringen, insbesondere Luftdichtheitskonzept und beim Einbau einer Lüftungsanlage das Lüftungskonzept erarbeiten bzw. bei einer Erneuerung der Heizungsanlage Parameter aus der Energiebedarfsrechnung an den Heizungsplaner vorgeben
- der Auftragsumfang und die geforderte Qualität der zu erbringenden Leistungen sind im Leistungsverzeichnis/Angebot zu prüfen
- vor Ausführung der Putzarbeiten bzw. vor Verschließen eventueller Bekleidungen mindestens eine Baustellenbegehung durchführen, einschließlich der Überprüfung der wärmebrückenminimierten Ausführung sowie ggf. der Umsetzung des Luftdichtheits- und Lüftungskonzepts inklusive "Blower Door Test"
- die Übergabe der energetischen Haustechnik begleiten und kontrollieren, gegebenenfalls mit ergänzender technischer Einweisung in die Haustechnik sowie gegebenenfalls Prüfung des Nachweises des hydraulischen Abgleichs und der Einregulierung der Anlage
- die Umsetzung des geförderten Vorhabens auf dem entsprechenden KfW-Formular bestätigen (Kreditvariante: "Bestätigung über die antragsgemäße Durchführung der Maßnahmen"; Zuschussvariante: "Verwendungsnachweis")

Die Durchführung der energetischen Fachplanung und Baubegleitung ist durch einen Sachverständigen verbindlich nachzuweisen.

Finanzierungsumfang und Höchstbetrag

Für die Baubegleitung durch einen Sachverständigen werden Zuschüsse in Höhe von 50 % Ihrer Kosten gewährt (bis zu 4.000 Euro pro Vorhaben). Zuschussbeträge unter 300 Euro werden nicht ausgezahlt.

6.8 Sonstige Maßnahmen

- Warmwasseranschluss für Wasch- und Spülmaschine - Bei zentraler Warmwasserversorgung über die Heizungsanlage ist der Anschluss von Spül- und Waschmaschine an die Warmwasserversorgung ratsam, da die Wassererwärmung über die Heizzentrale deutlich effizienter und damit kostengünstiger ist als über die Stromheizung der Geräte. Es ist jedoch vorab zu prüfen, ob die Geräte für einen Warmwasseranschluss ausgelegt sind.

- Drehzahlgeregelte Umwälzpumpe - Spätestens wenn vorhandene Heizungsumwälzpumpen für thermostatisch geregelte Heizkreise defekt sind und ausgetauscht werden müssen, ist es ratsam, elektronisch geregelte Umwälzpumpen einzusetzen. Diese Pumpen "erkennen", wann beispielsweise ein Heizkörper gedrosselt wird und senken die Pumpendrehzahl. So wird weniger Pumpenstrom benötigt und Strömungsgeräusche an Ventilen werden reduziert.

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

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

Tabelle 18: Mindestdämmstärken für Wärmeverteilleitungen

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

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

7. Schadstoffbilanz

Die Veränderung des globalen Klimas mit einem deutlichen Temperaturanstieg und damit einhergehenden Wetterveränderungen wird heute von keinem ernst zu nehmenden Wissenschaftler bestritten. Diese Veränderungen sind „menschgemacht“ und finden in ihrer Rasanz in der Erdgeschichte nichts Vergleichbares. Verantwortlich für die Veränderungen sind die „Treibhausgase“. Hauptverantwortlich für die drohende Klimaveränderung ist das Kohlendioxid. Aber auch andere Gase, wie z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe, tragen dazu bei.

Die Gefahr einer globalen Klimakatastrophe beeinflusst die öffentliche Diskussion um einen umweltverträglichen Energieeinsatz.

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

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

Die Menge des bei der Verbrennung entstehenden Kohlendioxids hängt von der Kohlenstoffmenge des Brennstoffes pro Energieinhalt ab. Ein Vergleich heute üblicher Energieträger ist der Tabelle 13 zu entnehmen. Bei dem Faktor für elektrischen Strom ist der durchschnittliche Kraftwerksmix (fossile Kraftwerke (Braun- und Steinkohle, Erdgas und –öl), Atomkraft, regenerative Erzeuger wie Wasser-, Wind- Bio- und Sonnenkraftwerke) der BRD zu Grunde gelegt der BRD zu Grunde gelegt.

Die Umweltbelastung durch Kohlendioxid kann durch Energieeinsparung, die Verwendung kohlenstoffärmerer Energieträger und die Verwendung regenerativer Energieträger wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, etc. reduziert werden.

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

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

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

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

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

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

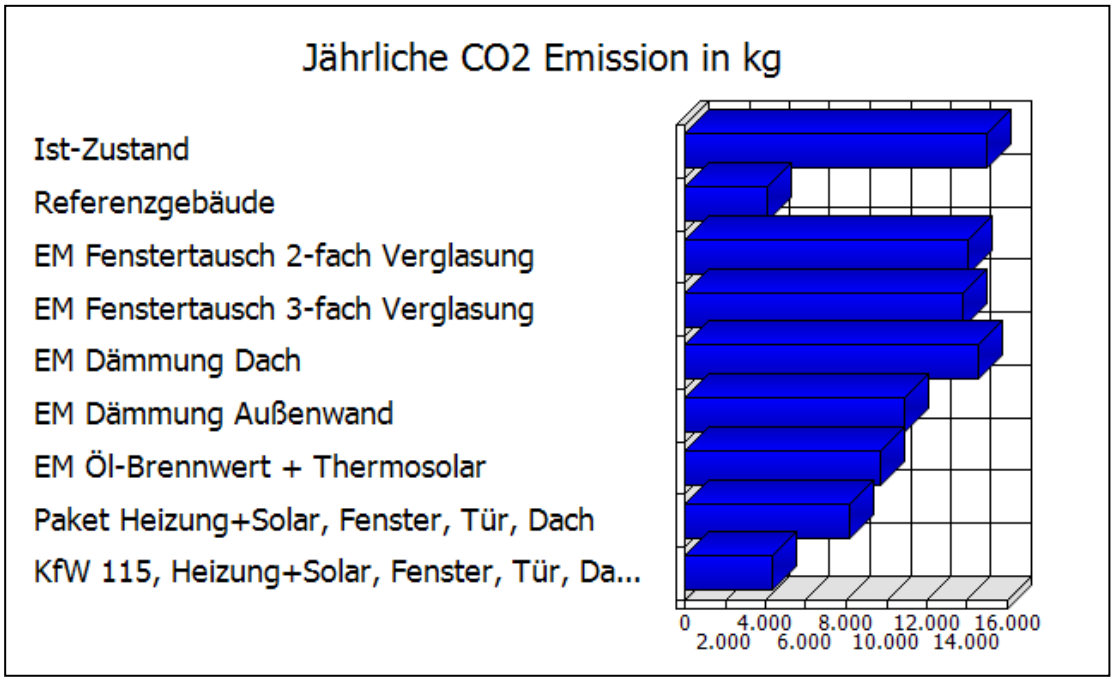
Für die Berechnung der Schadstoffemissionen wurden folgende spezifischen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Tabelle 19: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger

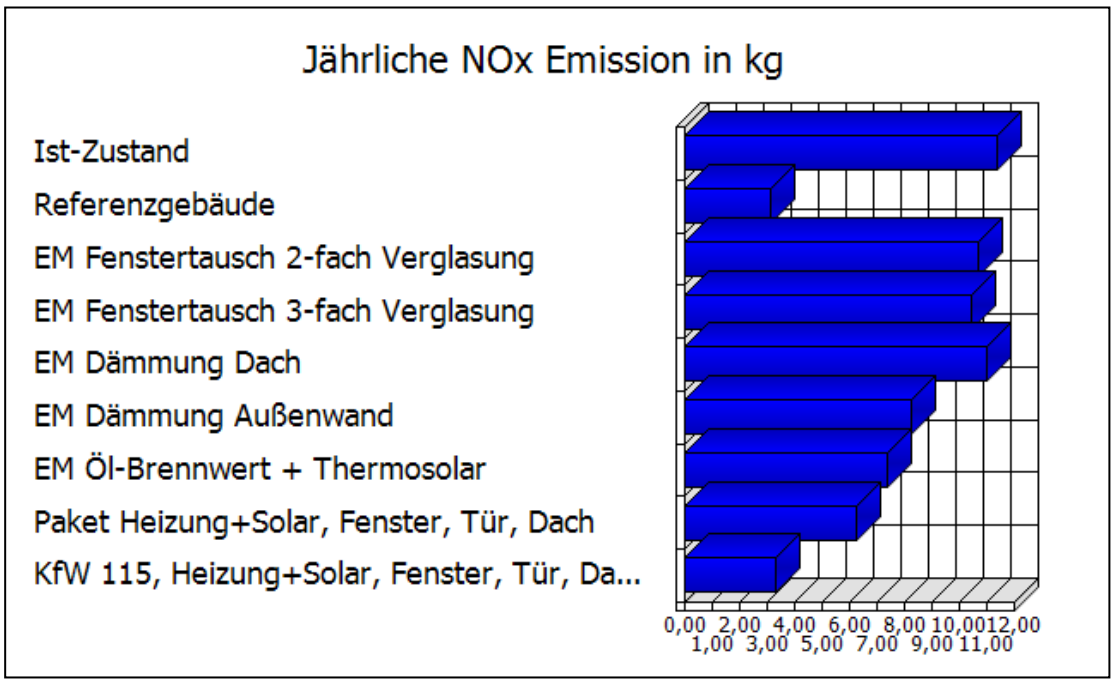
Energieträger	Emissionsfaktoren kg/kWh					Primär-energie -faktor
	CO_2	CO	Staub	SO_2	NO_x	
Erdgas	0,244	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Flüssiggas	0,263	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Heizöl	0,302	0,00019	0,000007	0,000643	0,000227	1,1
Steinkohle	0,438	0,0175	0,000439	0,0024	0,00035	1,1
Braunkohle	0,451	0,01425	0,000404	0,000921	0,000342	1,2
Tagstrom	0,633	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	1,8
Nachtstrom	0,633	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	1,8
Fern/Nahw. KWK fos.	0,219	0,000356	0,000009	-0,000134	0,000357	0,7
Fern/Nahw. KWK ern.	0,0	0,000936	0,00012	0,000567	0,001068	0,0
Fern/Nahw. HW fossil	0,407	0,034	0,00003	0,00047	0,00063	1,3
Fern/Nahw. HW ern.	0,1082	0,00112	0,000296	0,000606	0,000477	0,1
Holz	0,006	0,0128	0,000152	0,00636	0,000208	0,2
Holz-Pellets	0,041	0,0021	0,000152	0,000215	0,000208	0,2
Sonstiges	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

Grafik 11 CO2 -Emissionen verschiedener Varianten



Grafik 12 NOX - Emissionen verschiedener Varianten



8. Förderung von Energiesparmaßnahmen

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

Alle aktuellen Förderprogramme unter:

http://www.foerder-navi.de/

Bund

Nutzung erneuerbarer Energiequellen⇨①

- Solarkollektoranlagen zur ausschließlichen Warmwasserbereitung bis 40 m² müssen eine Mindestkollektorfläche von 3 m² und einen Wärmespeicher mit einem Mindestspeichervolumen von 200 Litern aufweisen. Als Basisförderung werden bei Erstinstallationen bis zu 50 Euro je angefangenem Quadratmeter Bruttokollektorfläche, mindestens jedoch 500 Euro gewährt.

  Bei der Erstinstallation von Solarkollektoranlagen bis 40 m² zur Heizungsunterstützung beträgt die Förderung, ab dem 01.04.2015 (Tag des Antragseingangs), 140 Euro je angefangenem Quadratmeter Bruttokollektorfläche, mindestens jedoch 2.000 Euro. Folgende Mindestvoraussetzungen bezüglich der Bruttokollektorfläche und des Wärmespeichervolumens (bezogen auf Wasser als Wärmespeichermedium) sind zu erfüllen und nachzuweisen: Bei Vakuumröhrenkollektoren: mindestens 7,0 m² und mindestens 50 Liter je Quadratmeter Bruttokollektorfläche. Bei Flachkollektoren: mindestens 9,0 m² und mindestens 40 Liter je Quadratmeter Bruttokollektorfläche.

- Förderungen für Wasser- und Windkraftanlagen, Wärmepumpen sowie für Biomasse- und Biogasanlagen

- Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden (Vor-Ort-Beratung). ⇨①

Land

- REN-Programm (10.000 Häuser-Programm) ⇨②

  (Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen)

- Förderung z. B. Wärmepumpen, Windkraft, aktive und passive Solarenergie, Kraftwärmekopplung etc.

- Richtlinien über die Gewährung von Zuwendung zur Modernisierung von Wohnungen, Förderung für bauliche Maßnahmen, z. B. Verbesserung der Wärmedämmung, zentrale Heizungs- und Warmwasserversorgung, Wärmepumpen, Solaranlagen usw. ⇨②

Kommune

- In einigen Kommunen, wie z.B. Kempen, Neuss, Krefeld, Wuppertal werden zum Teil Solaranlagen, Brennwertkessel, Wärmedämmung, Dachbegrünung, Regenwassernutzung und ähnliche Maßnahmen gefördert. Fragen Sie Ihr Wirtschaftsförderungsamt oder Ihren Energieversorger.

Geldinstitute

- Verschiedene Geldinstitute bieten zinsgünstige Kredite für energiesparende Maßnahmen an. Die Ökobank in Frankfurt bietet beispielsweise einen Kredit an, der 2% unter dem marktüblichen Zinssatz liegt.

- Die KfW vergibt zinsgünstige Kredite (ca. 1 % - 4 % unter Kapitalmarktzins) für energiesparende Maßnahmen. Dieses Programm wird über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt. Auskunft hierüber können Sie bei Ihrer Hausbank erhalten. ⇨③

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

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

Adressen für Förderanträge:

① Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Postfach 51 71, D-65726 Eschborn, 06196/404-493, www.bafa.de

② Ministerium für Bauen und Wohnen, Referat IV A 3, Postfach 11 03, D-40217 Düsseldorf, 0211/3843-0, http://www.mwebwv.nrw.de/

③ Kreditanstalt für Wiederaufbau, Postfach 11 11 41, D-60046 Frankfurt am Main, 069/7431-0 www.kfw.de

9. Glossar

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

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

U-Wert: Wichtige Energiespargröße. Der U-Wert, der s. g. Wärmedurchgangskoeffizient, ist eine bauphysikalische Größe, die angibt, wie viel Energie (Watt) pro Bauteilfläche (m²) bei einem Grad Temperaturdifferenz (K = Grad Kelvin) durch das Bauteil transmittiert (Einheit: W/m²K). Je kleiner der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils und umso geringer der Wärmeverlust.

Temperatur-Korrekturfaktor(Fxi): Dimensionsloser Faktor zur Berechnung des Heizwärme-bedarfs.

Transmissionswärmeverlust (HT): Er entsteht infolge der Wärmeableitung über die Umschließungsflächen beheizter Räume, wie Wände, Fußböden, Decken oder Fenster. Nach der EnEV stellt der Transmissionswärmeverlust den Wärmestrom durch die Außenbauteile je Grad Kelvin Temperaturdifferenz dar (W/K). Es gilt: Je kleiner der Wert, umso besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle. Durch zusätzlichen Bezug auf die wärme übertragende Umfassungsfläche liefert der Wert (HT' / W/m²K) einen wichtigen Hinweis auf die Qualität des Wärmeschutzes.

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

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

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

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

Endenergiebedarf: Der Endenergiebedarf ist die berechnete Energiemenge, die zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird. Die Endenergie sollte dabei im Allgemeinen der vom Energieerzeuger berechneten Menge Heizöl (Liter), Erdgas (m^3 oder kWh) oder Strom (kWh) entsprechen. Für den Verbrauch bedeutet dies im Normalfall bei Wohngebäuden den Heiz- oder Warmwasserenergieverbrauch, wie er auf den Verbrauchsabrechnungen zu finden ist Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Referenzgebäude: Das Referenzgebäude beschreibt den Neubaustandard nach EnEV. Der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert und Transmissionswärmeverlust wird für das Gebäude individuell anhand eines Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzungsfläche unter der Annahme standardisierter Bauteile und Anlagentechnik ermittelt.

10. Anhang

a) Bauelemente des Ist-Zustandes

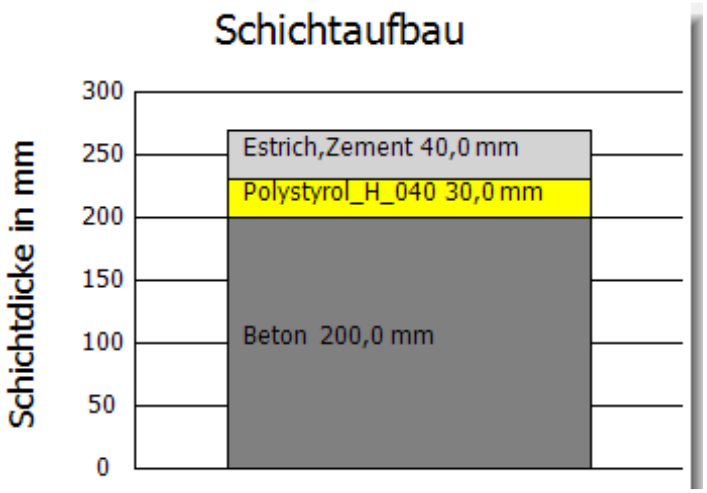
b) Detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung

a) Aufbau der Konstruktionselemente

Bp Bestand 1969 - 1977 **Pos. Nr. 1**

Einbauzustand: .	Grundfläche / Erdreich, Bodenplatte
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,958	1,044	-	32,96	76,46	540,6

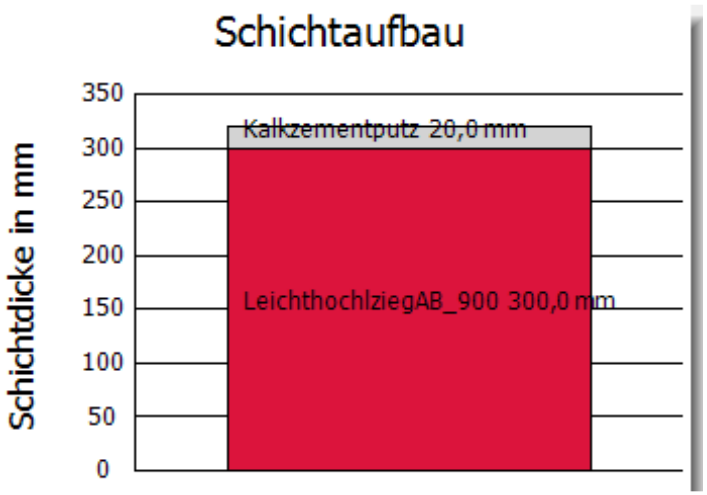


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1700	100,0
1	Estrich,Zement	40,00	1,400	0,0286	100,0
2	Polystyrol_H_040	30,00	0,040	0,7500	100,0
3	Beton	200,00	2,100	0,0952	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0000	100,0

Kw Bestand 1969 - 1977 , Nord, Ost, Süd **Pos. Nr. 2**

Einbauzustand: .	Wand / Erdreich
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,153	0,867	-	37,29	53,9	306,0



Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	300,00	0,420	0,7143	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0000	100,0

Einfachglas_Fenster , Nord **Pos. Nr. 3**

Einbauzustand: .	Fenster,Nord,vers. / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
5,200	0,192	0,88	7,85	1,51	-

Isolierglas_Fenster , Ost **Pos. Nr. 4**

Einbauzustand: .	Fenster,Ost ,vers. / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	2,15	0,74	-

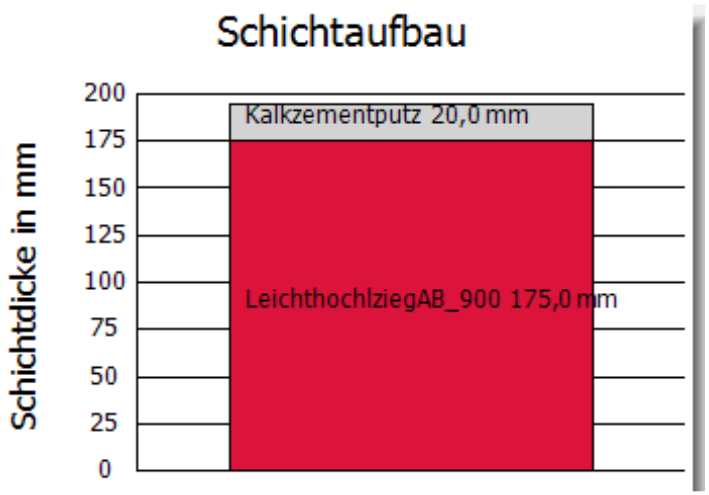
Isolierglas_Fenster , Süd **Pos. Nr. 5**

Einbauzustand: .	Fenster,Süd ,vers. / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	7,74	2,67	-

Kw Bestand 1969 - 1977 ZW , West **Pos. Nr. 6**

Einbauzustand: .	Wand / niedrig beheizte Räume
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,429	0,700	-	12,45	24,89	193,5

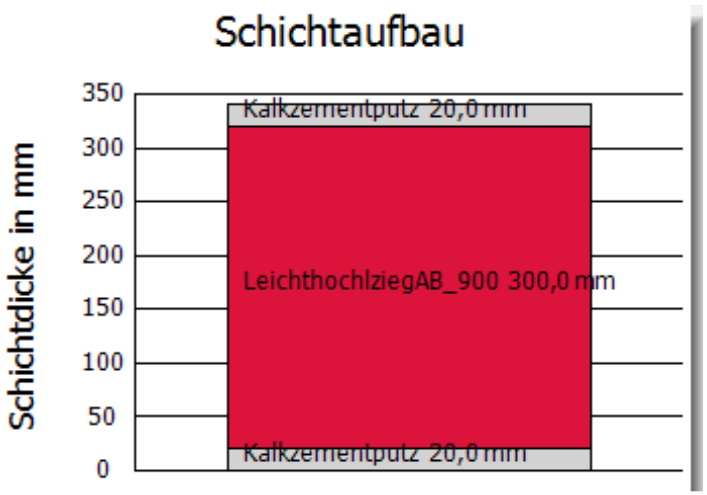


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	175,00	0,420	0,4167	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Aw Bestand 1969 - 1977 , Nord **Pos. Nr. 7**

Einbauzustand: .	Wand / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,075	0,930	-	32,73	30,45	342,0



Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	300,00	0,420	0,7143	100,0
3	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Eingangstür , Nord **Pos. Nr. 8**

Einbauzustand: .	Tür,Nord / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
3,600	0,278	0	10,62	2,95	-

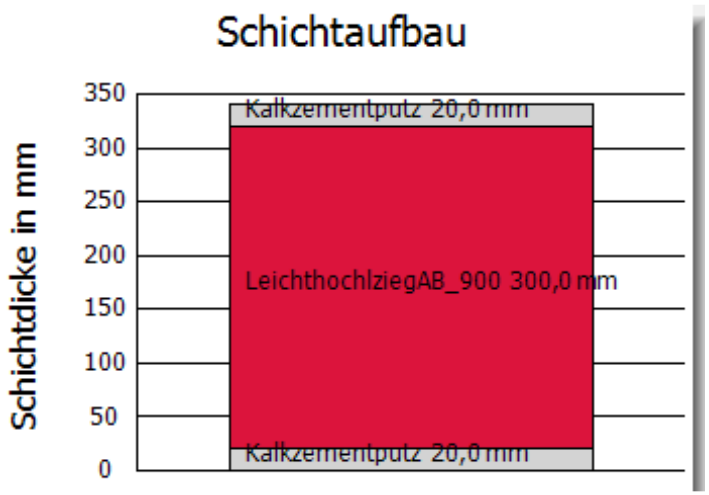
Isolierglas_Fenster , Nord **Pos. Nr. 9**

Einbauzustand: .	Fenster,Nord / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	17,26	5,95	-

Aw Bestand 1969 - 1977 , Ost **Pos. Nr. 10**

Einbauzustand: .	Wand / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,075	0,930	-	56,60	52,65	342,0



Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	300,00	0,420	0,7143	100,0
3	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

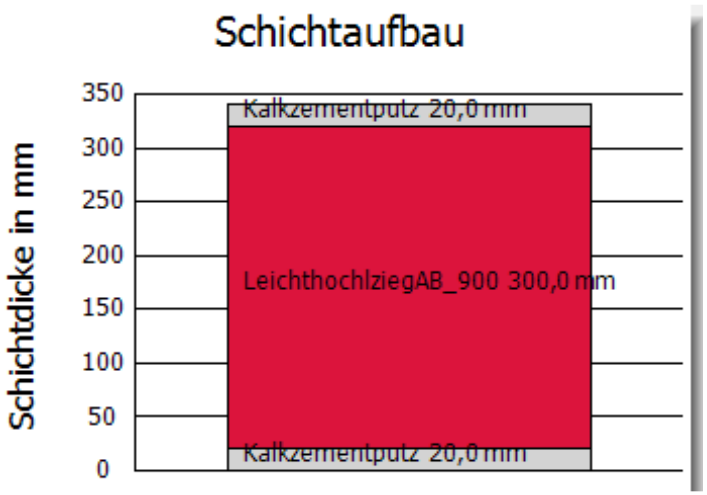
Isolierglas_Fenster , Ost **Pos. Nr. 11**

Einbauzustand: .	Fenster,Ost / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	14,70	5,07	-

Aw Bestand 1969 - 1977 , Süd **Pos. Nr. 12**

Einbauzustand: .	Wand / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,075	0,930	-	26,25	24,42	342,0



Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	300,00	0,420	0,7143	100,0
3	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

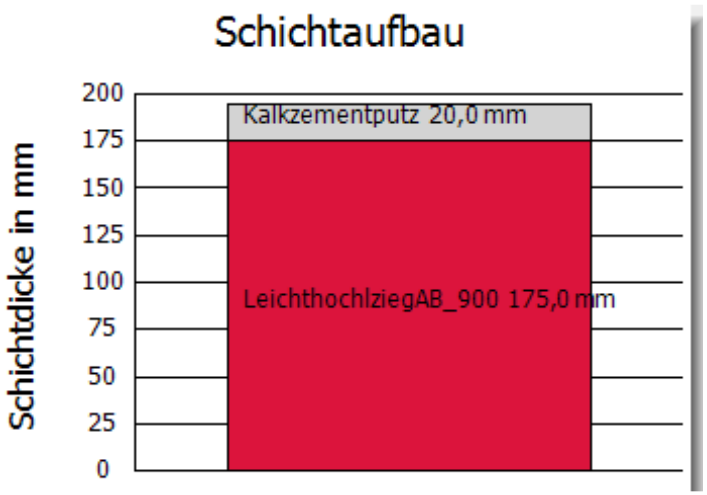
Isolierglas_Fenster , Süd **Pos. Nr. 13**

Einbauzustand: .	Fenster,Süd / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	43,30	14,93	-

Aw Bestand 1969 - 1977 ZW , West **Pos. Nr. 14**

Einbauzustand: .	Wand / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,640	0,610	-	94,66	57,72	193,5

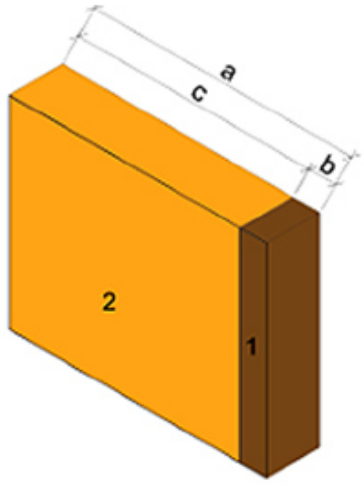


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	LeichthochlziegAB_900	175,00	0,420	0,4167	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Da Bestand 1969 - 1977 V1 **Pos. Nr. 15**

Einbauzustand: .	Dach / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,366	2,732	-	30,04	82,08	42,7

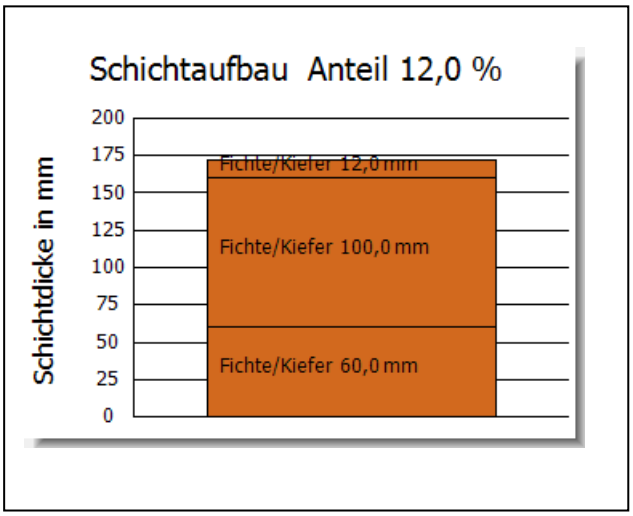


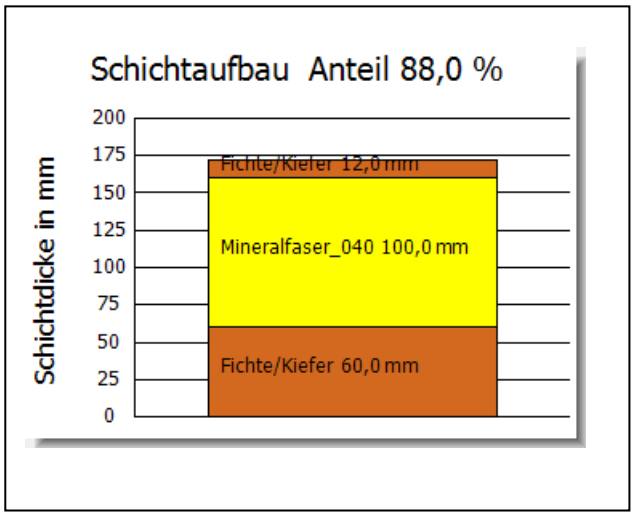
Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Fichte/Kiefer	12,00	0,130	0,0923	100,0
2	Fichte/Kiefer	100,00	0,130	0,7692	12,0
3	Mineralfaser_040	100,00	0,040	2,5000	88,0
4	Fichte/Kiefer	60,00	0,130	0,4615	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Flächenanteile

Flächenanteil 1	12,0 %	Flächenanteil 3	-
Flächenanteil 2	88,0 %	Flächenanteil 4	-

Länge a	-	Länge d	-
Länge b	-	Länge e	-
Länge c	-	Länge f	-





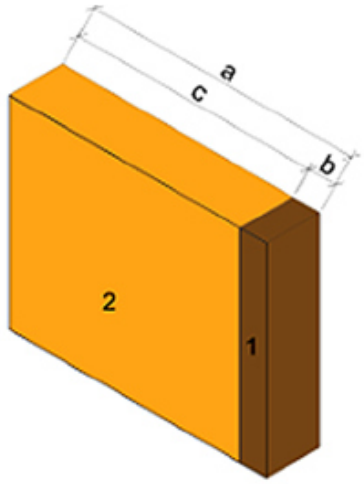
Isolierglas_Fenster , Nord **Pos. Nr. 16**

Einbauzustand: .	Fenster,Nord,30° / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
2,900	0,345	0,75	1,04	0,36	-

Da Bestand 1969 - 1977 V1 **Pos. Nr. 17**

Einbauzustand: .	Dach, Gaube / Außenluft
Kommentar:	

U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,366	2,732	-	1,54	4,2	42,7

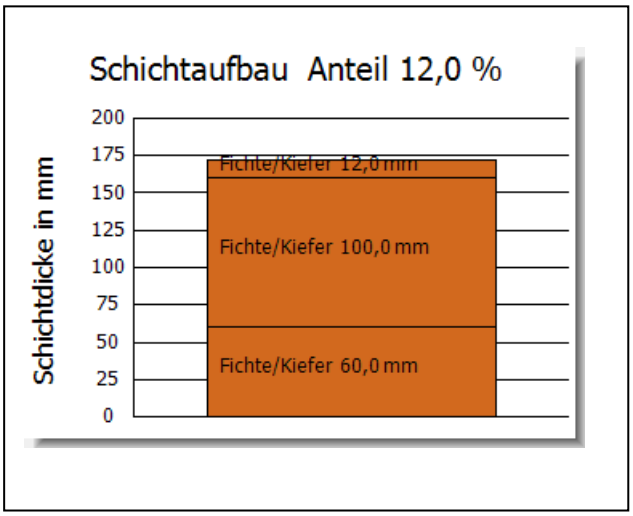


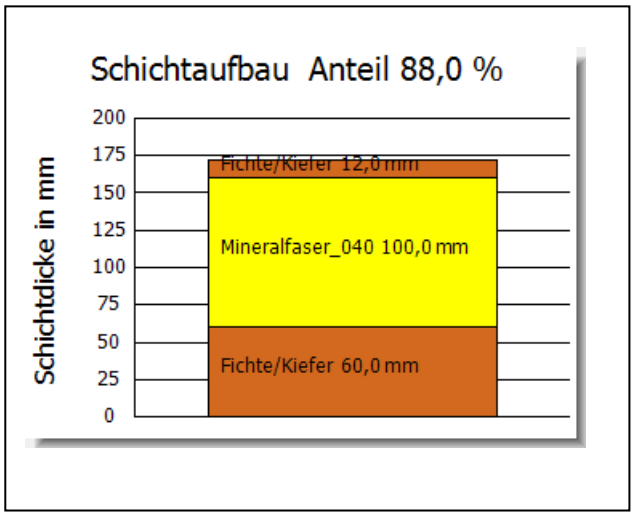
Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Fichte/Kiefer	12,00	0,130	0,0923	100,0
2	Fichte/Kiefer	100,00	0,130	0,7692	12,0
3	Mineralfaser_040	100,00	0,040	2,5000	88,0
4	Fichte/Kiefer	60,00	0,130	0,4615	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Flächenanteile

Flächenanteil 1	12,0 %	Flächenanteil 3	-
Flächenanteil 2	88,0 %	Flächenanteil 4	-

Länge a	-	Länge d	-
Länge b	-	Länge e	-
Länge c	-	Länge f	-





b) Übersicht der Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Bauherr:	Max Mustermann
Projekt:	DHH-160211
Strasse:	Musterstraße 11
Ort:	83xxx Ort
Baujahr:	

Verzinsung:	3,0
Energiepreissteigerung:	4,0
Betrachtungszeitraum:	15,0
Mittelwertfaktor:	1,4

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

Nr.	Variante	Maßnahmenvorschläge dieser Variante	Jährlicher End-energie-bedarf kWh/a	Jährliche End-energie-einsparung %	Jährlicher Primär-energie-bedarf kWh/a	Jährliche CO_2-Emission kg/a
0	Ist-Zustand	Erfasster Zustand ohne Maßnahme	48.604	0,0	54.115,66	14.986
2	Referenzgebäude	0	12.493	74,3	14.326,35	4.049
3	EM Fenstertausch 2-fach Verglasung	Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 1,30 W/m²K	45.540	6,3	50.723,38	14.051
4	EM Fenstertausch 3-fach Verglasung	Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K	44.608	8,2	49.691,90	13.766
5	EM Dämmung Dach	Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K	47.105	3,1	52.456,02	14.529
6	EM Dämmung Außenwand	Wand West mit 160 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,181 W/m²K	35.260	27,5	39.313,00	10.898
7	EM Öl-Brennwert + Thermosolar	Brennwertkessel EFH Neueinbau Fußbodenheizung EG + Bad Einbau Solaranlage 14 m² Einbau	31.263	35,7	34.991,67	9.726
8	Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach	Brennwertkessel EFH Neueinbau Fußbodenheizung EG + Bad Einbau Solaranlage 14 m² Einbau Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K Tür, Nord Austausch der Türen, neuer U-Wert: 1,1 W/m²K Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K	26.107	46,3	29.302,57	8.161
9	KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung	Brennwertkessel EFH Neueinbau Fußbodenheizung EG + Bad Einbau Fenster, Nord , Ost , Süd , Nord , Ost , Süd , Nord Austausch, neuer U-Wert: 0,80 W/m²K Tür, Nord Austausch der Türen, neuer U-Wert: 1,1 W/m²K Dach, Gaube Außenluft mit 180 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,138 W/m²K Wand West mit 160 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,181 W/m²K Solaranlage 20 m² Einbau	13.638	71,9	15.472,02	4.341

Variante: Referenzgebäude

Kosten

Investitionskosten:	0,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	0,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	1.107,96	€/a
Dynamische Energiekosten:	0	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	2.728,15	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	0	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,000	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh:	0,000	€/kWh
Statische Annuität:	0,00	€/a
Dynamische Annuität::	0,00	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	1.107,96	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	0,00	€/a

Energie

Energiebedarf:	12.493,24	kWh/a
Energieeinsparung:	36.110,42	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	74,30	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	0,00	a
Stat. Amortisation	0,0	a
Dyn. Amortisation	0,0	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€

Variante: EM Fenstertausch 2-fach Verglasung

Kosten

Investitionskosten:	10.368,36	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	10.368,36	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	3.599,86	€/a
Dynamische Energiekosten:	4.890,96	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	236,25	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	320,99	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,135	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,194	€/kWh
Statische Annuität:	414,73	€/a
Dynamische Annuität::	595,43	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	4.014,59	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.486,39	€/a

Energie

Energiebedarf:	45.539,86	kWh/a
Energieeinsparung:	3.063,80	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	6,30	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,00	a
Stat. Amortisation	43,9	a
Dyn. Amortisation	37,7	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€

Variante: EM Fenstertausch 3-fach Verglasung

Kosten

Investitionskosten:	12.492,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	1.249,00	€
Verbleibende Kosten:	11.243,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	3.528,11	€/a
Dynamische Energiekosten:	4.793,48	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	308,00	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	418,47	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,113	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,162	€/kWh
Statische Annuität:	449,72	€/a
Dynamische Annuität::	645,66	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.977,83	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.439,15	€/a

Energie

Energiebedarf:	44.607,88	kWh/a
Energieeinsparung:	3.995,78	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	8,22	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	25,00	a
Stat. Amortisation	36,5	a
Dyn. Amortisation	32,2	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€

Variante: EM Dämmung Dach

Kosten

Investitionskosten:	8.664,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	866,00	€
Verbleibende Kosten:	7.798,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	3.720,47	€/a
Dynamische Energiekosten:	5.054,84	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	115,64	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	157,11	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,173	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,265	€/kWh
Statische Annuität:	259,93	€/a
Dynamische Annuität::	397,85	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.980,40	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.452,69	€/a

Energie

Energiebedarf:	47.104,94	kWh/a
Energieeinsparung:	1.498,72	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	3,08	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	30,00	a
Stat. Amortisation	67,4	a
Dyn. Amortisation	53,3	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	0,00	€

Variante: EM Dämmung Außenwand

Kosten

Investitionskosten:	24.267,50	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	2.427,00	€
Verbleibende Kosten:	21.840,50	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.798,83	€/a
Dynamische Energiekosten:	3.802,65	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.037,28	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	1.409,30	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,041	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,071	€/kWh
Statische Annuität:	546,01	€/a
Dynamische Annuität::	944,87	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.344,84	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.747,52	€/a

Energie

Energiebedarf:	35.260,01	kWh/a
Energieeinsparung:	13.343,65	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	27,45	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	21,1	a
Dyn. Amortisation	19,8	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	11.493,32	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	12.269,28	€

Variante: EM Öl-Brennwert + Thermosolar

Kosten

Investitionskosten:	21.150,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	4.615,00	€
Verbleibende Kosten:	16.535,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.521,21	€/a
Dynamische Energiekosten:	3.425,46	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.314,90	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	1.786,49	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,044	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,061	€/kWh
Statische Annuität:	765,51	€/a
Dynamische Annuität::	1.051,18	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.286,72	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.476,63	€/a

Energie

Energiebedarf:	31.262,69	kWh/a
Energieeinsparung:	17.340,97	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	35,68	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	21,60	a
Stat. Amortisation	12,6	a
Dyn. Amortisation	12,3	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	8.836,85	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	9.145,86	€

Variante: Paket Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach

Kosten

Investitionskosten:	43.781,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	6.878,00	€
Verbleibende Kosten:	36.903,00	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	2.129,42	€/a
Dynamische Energiekosten:	2.893,15	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	1.706,69	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	2.318,80	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,068	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,097	€/kWh
Statische Annuität:	1.537,63	€/a
Dynamische Annuität::	2.179,03	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.667,04	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	5.072,17	€/a

Energie

Energiebedarf:	26.106,55	kWh/a
Energieeinsparung:	22.497,11	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	46,29	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	24,00	a
Stat. Amortisation	21,6	a
Dyn. Amortisation	20,3	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	4.336,95	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	6.822,17	€

Variante: KfW 115, Heizung+Solar, Fenster, Tür, Dach, AW-Dämmung

Kosten

Investitionskosten:	69.548,50	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	12.932,00	€
Verbleibende Kosten:	56.616,50	€
Zusätzliche jährliche Kosten	0,00	€
Statische Energiekosten:	1.160,55	€/a
Dynamische Energiekosten:	1.576,79	€/a
Stat. Energiekosteneinsparung:	2.675,56	€/a
Dyn. Energiekosteneinsparung:	3.635,16	€/a
Stat. Kosten pro eingesp. kWh:	0,058	€/kWh
Dyn. Kosten pro eingesp. kWh	0,087	€/kWh
Statische Annuität:	2.043,92	€/a
Dynamische Annuität::	3.038,29	€/a
Stat. Jährliche Gesamtkosten:	3.204,47	€/a
Dyn. Jährliche Gesamtkosten:	4.615,07	€/a

Energie

Energiebedarf:	13.638,03	kWh/a
Energieeinsparung:	34.965,63	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,94	%

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	27,70	a
Stat. Amortisation	21,2	a
Dyn. Amortisation	19,9	a
Stat. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	16.418,93	€
Dyn. Restwert Maßnahmen nach Amortisation:	19.668,55	€