

Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort



Ansicht Westseite

Auftraggeber: Berndt Michaela
Nürnberger Straße 3
90587 Veitsbronn

Projekt: Wohnhaus der Fam. Berndt

Aktenzeichen: 103 290

27-03-2007

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Michaela Berndt', written over a horizontal line.

Unterschrift

Ansicht Nordseite



Ansicht Ostseite



Ansicht Südseite



ZUSAMMENFASSUNG

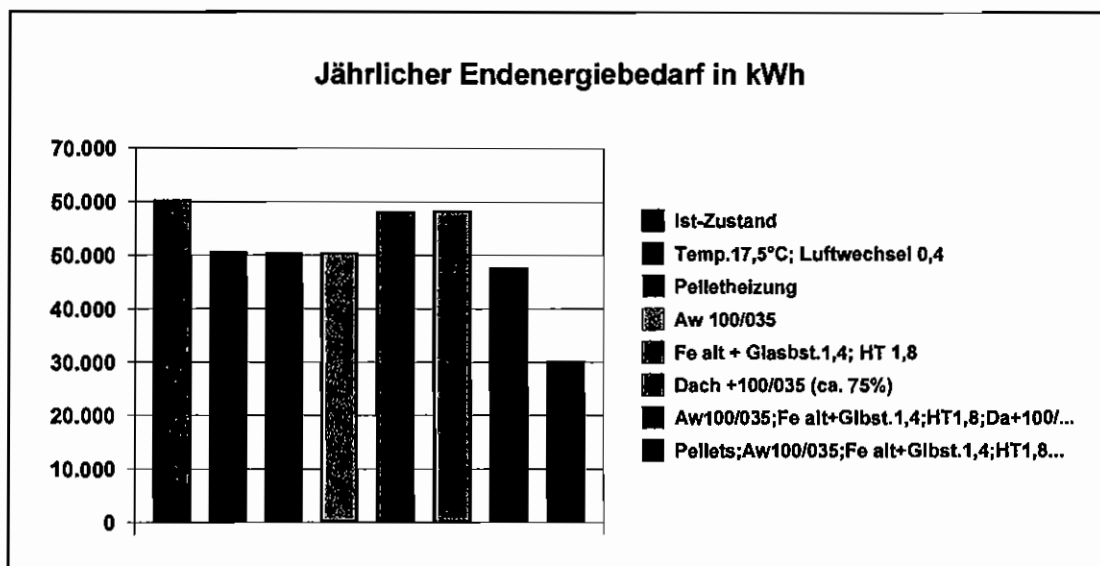
Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 138,84 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen maximal zulässigen Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 264,26 kWh/m²a.

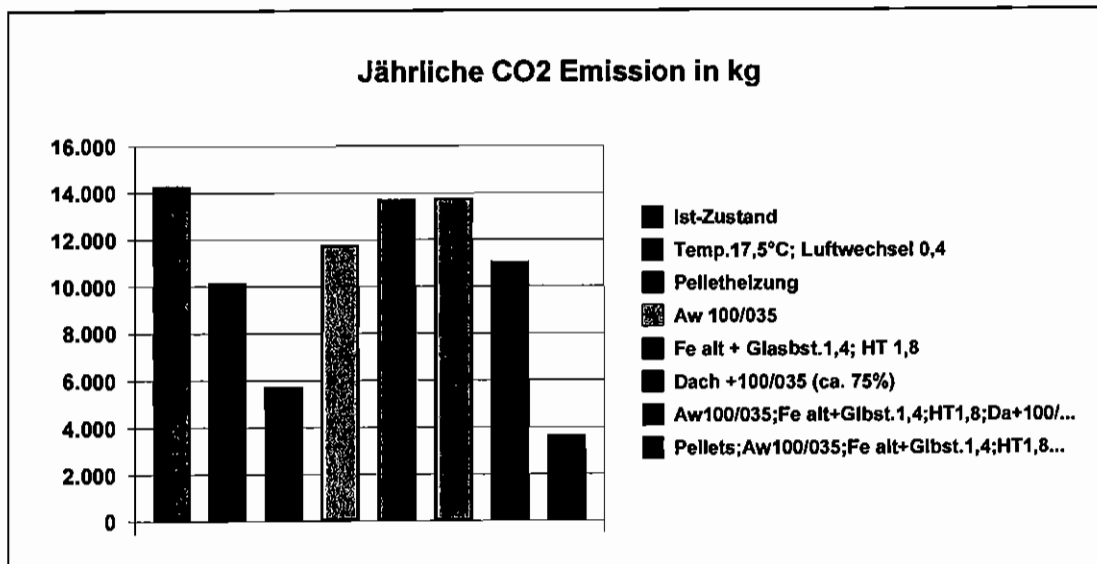
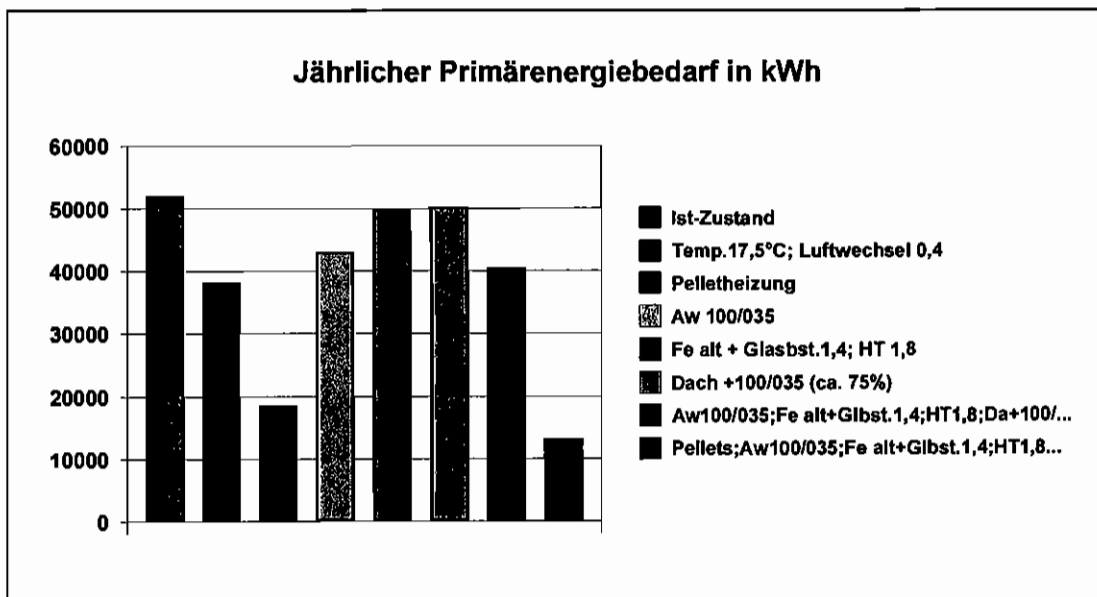
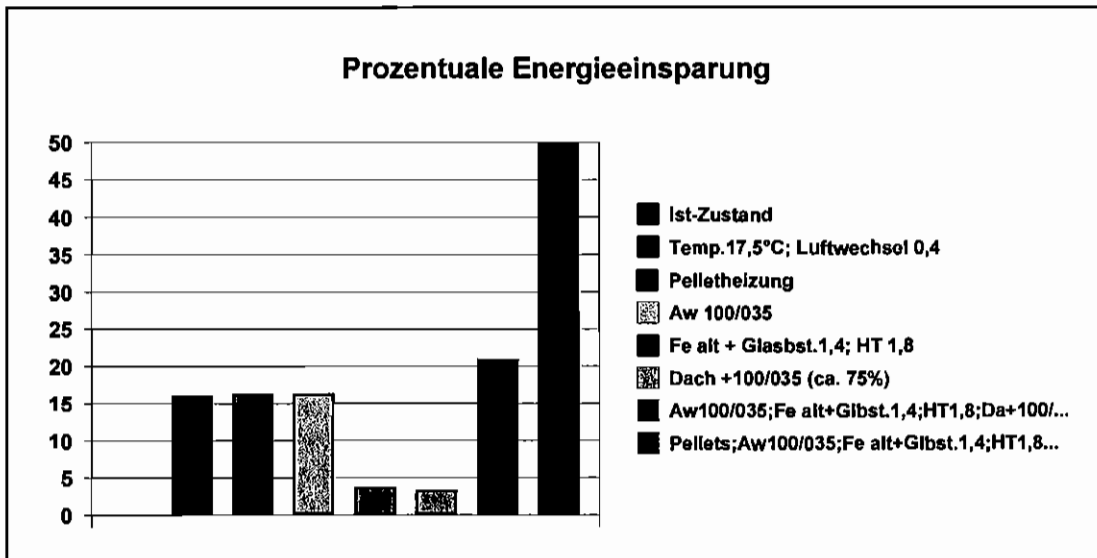
Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z.B. Energieerzeugung bzw. -umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 227,95 kWh/m²a.

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

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



Mit der Variante 8 (Balken ganz rechts) erreicht das Gebäude Neubauniveau und der Endenergiebedarf wird um rund 50% gesenkt. Mit dieser Variante werden auch die Anforderungen der von Ihnen angestrebten Förderungen (KfW mit Tilgungszuschuss) erreicht.



INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
1. ALLGEMEINE HINWEISE	6
1.1 DAS BILANZVERFAHREN DER ENEV	7
1.2. DER BERECHNUNGSWEG	8
2. IST-ANALYSE	9
2.1. OBJEKTBESCHREIBUNG.....	9
2.2. ALLGEMEINE DATEN	9
2.3. BAUTEILE DES GEBÄUDES	10
2.4. BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERANLAGE	11
2.4. KLIMADATEN	14
3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES	15
3.1. ENERGIEBEDARF.....	15
3.2. VERGLEICH DES TATSÄCHLICHEN ENERGIEBEDARFS MIT DEM RECHNERISCH ERMITTELTEN	17
4. VARIANTEN	18
4.1. WIRTSCHAFTLICHKEIT SELBER ERMITTELN	21
4.2. MAßNAHMENBESCHREIBUNG.....	22
4.3. SONSTIGE MAßNAHMEN	30
5. SCHADSTOFFBILANZ	31
6. WARUM ENERGIE SPAREN?	34
7. FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMAßNAHMEN	35
8. ANHANG	35

1. ALLGEMEINE HINWEISE

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

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

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

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

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

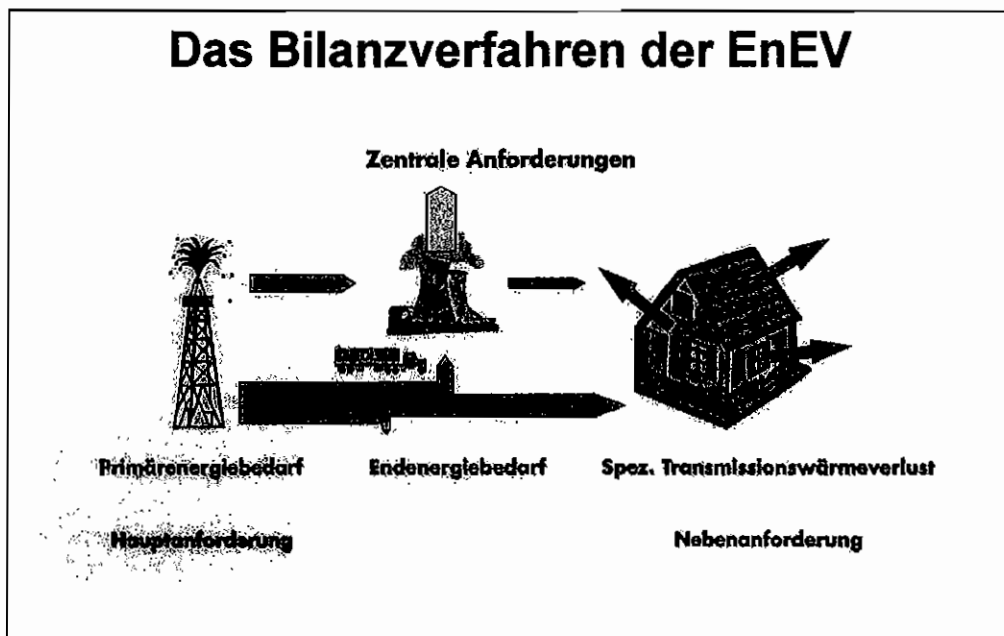
Dieser Bericht soll Ihnen helfen, wirtschaftlich sinnvolle und umweltentlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung in Ihrem Hause durchzuführen. Bitte beachten Sie hierbei, dass die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen Richtwerte darstellen und von den tatsächlichen Verhältnissen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

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

1.1 Das Bilanzverfahren der EnEV

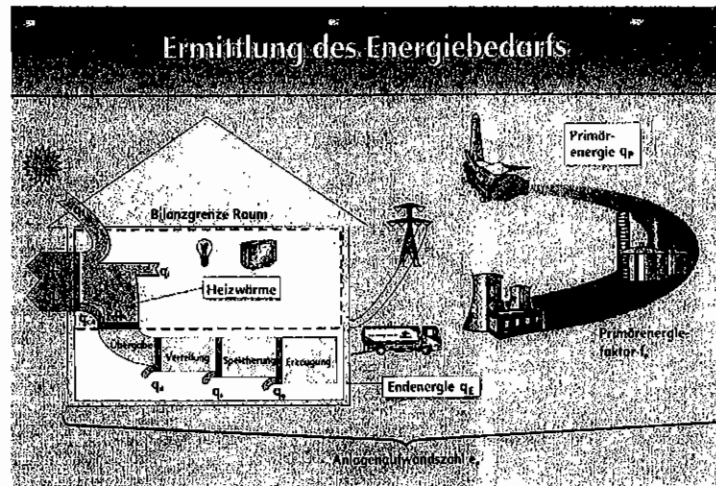
Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen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

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



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

1.2. Der Berechnungsweg



Das Berechnungsschema geht den umgekehrten Weg des Stoffstromes.

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

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

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

2. IST-ANALYSE

2.1. Objektbeschreibung

Das Zweifamilienhaus der Fam. Berndt wird im Erdgeschoss, Obergeschoss und Dachgeschoss bewohnt und beheizt.

Das Haus ist in massiver Bauweise ausgeführt und stammt aus dem Jahr 1920. Das schräge Dach neigt sich in Ost- Westrichtung, bei Einbau einer Solaranlage ist dieser Nachteil durch eine etwas größere Kollektorfläche auszugleichen. Das Haus ist nicht voll unterkellert. Balkone und Gauben sind nicht vorhanden, was sich auf das Vorhandensein von Wärmebrücken positiv auswirkt.

Familie Berndt will durch gezielte Maßnahmen den Energieverbrauch des Hauses reduzieren.

Die benötigten Daten wurden bei der Bestandsaufnahme ermittelt, den Bauplänen entnommen oder wurden vom Auftraggeber genannt.

2.2. Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Mehrfamilienhaus
Standort	Veitsbronn
Straße	Nürnberger Straße 3
Lage	Normale Lage in Wohngebiet, windschwache Gegend
Bauweise	Schwere Bauart
Baujahr	1920
Bezugsfläche	228 m ²
Wohnfläche	209 m ²
Beheizte Volumen	713 m ³
Lüftung	Natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	Wurden pauschal mit 0,1 berücksichtigt
Anzahl der Bewohner	5
Anzahl der Wohneinheiten	2

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

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

2.3. Bauteile des Gebäudes

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

Tabelle 2 : Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P	Bauteil	Einbauzustand	Zusatz	U-Wert W/m ² K	max U-Wert EnEV W/m ² K	max U-Wert Passivh. W/m ² K	Fläche m	Fx	H _f W/K	Konstruktion
1	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte		1,252	0,4	0.12	46,0	0,5	25,92	Bp 1919- 1948+2cm040
2	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte		1,260	0,4	0.12	26,0	0,5	14,74	Bp Bestand 1949 - 1968
3	Grundfläche	Kellerdecke		1,032	0,4	0.12	16,0	0,7	11,56	Kd 1919- 1948+2cm040
4	Wand	Außenluft		0,661	0,35	0.15	238,59	1,0	157,71	Aw 1919- 1948+4cm040
5	Dach	Außenluft		0,458	0,30	0.10	93,4	1,0	42,78	Da Zwischensparren 100/040
6	Dach	Außenluft		0,244	0,30	0.10	32,0	1,0	7,81	Da Zwischensp.20cm040
7	Tür, West	Außenluft		4,500	keine Vorgabe	0.10	2,1	1,0	9,45	Haustüre 4,5
8	Fenster, Ost	Außenluft		3,600	1,7	0.80	2,38	1,0	8,57	Glasbausteine
9	Fenster, Ost	Außenluft		3,200	1,7	0.80	2,4	1,0	7,68	Zweischeiben Fenster
10	Fenster, Süd	Außenluft		3,200	1,7	0.80	5,2	1,0	16,64	Zweischeiben Fenster
11	Fenster, West	Außenluft		3,200	1,7	0.80	3,6	1,0	11,52	Zweischeiben Fenster
12	Fenster, Ost	Außenluft		1,400	1,7	0.80	1,2	1,0	1,68	Wärmeschutzgl._Fens ter1,4
13	Fenster, West	Außenluft		1,400	1,7	0.80	7,2	1,0	10,08	Wärmeschutzgl. Fenster 1,4
14	Fenster, Nord	Außenluft		1,400	1,7	0.80	1,14	1,0	1,60	Wärmeschutzgl. Fenster 1,4

Kellerdecke / Bodenplatte: Sind nicht mehr Original aus der Bauzeit, sondern wurden bereits einmal renoviert. Sie bestehen aus Beton mit oben aufgebrachtem Estrich. Unter dem Estrich ist eine Dämmung (20mm) eingebracht.

Außenwände: Die Wand besteht aus einem Vollziegelmauerwerk aus der Bauzeit, innen und außen verputzt. Nachträglich wurde eine 4 cm starke Dämmung (Polystyrol) angebracht.

Oberste Geschoßdecke oder Dach: Im Dach ist 10 cm starke Zwischen-Sparrendämmung vorhanden. Auf der einen Seite sind bis zur Höhe der Decke des Spitzbodens 20cm Dämmung eingebracht. Es macht Sinn, bei einer Dachsanierung auch das übrige Dach mit insgesamt 20cm zu Dämmen.

Fenster / Türen: Die Fenster sind teilweise bereits erneuert ($U\ 1,4\ \text{W/m}^2\text{K}$), teilweise sind es noch alte Zweischeiben-Verglasungen ohne Dichtungen in den Rahmen. Weiterhin sind knapp $2,5\text{m}^2$ Glasbausteine vorhanden. Die Haustüre ist mit einem Einfachglas versehen und ohne Dichtung im Rahmen.

Wärmebrücken: Es sind keine Balkone, Gauben und Rolladenkästen vorhanden, so dass als Wärmebrücken in der Hauptsache der Anschluss des Daches an die Wandflächen, sowie die Fensterlaibungen gelten.

Lüftungswärmeverluste: Durch die noch zahlreich vorhandenen Fenster ohne Dichtung (auch Haustüre), sowie das nicht winddicht ausgeführte Ziegeldach entstehen unnötige Lüftungsverluste.

Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen: Wie in den Bauteil-Beschreibungen bereits erwähnt, sind dies die 4cm starke Wanddämmung, die Zwischensparrendämmung im Dachgeschoss, sowie der Teil der Fenster der bereits erneuert wurde. Nicht unerwähnt bleiben soll, dass ein Teil dieser durchgeführten Maßnahmen nach heutigen Maßstäben nicht ausreichend ist.

2.4. Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Der beiden Heizkessel (Öl und Holz) aus dem Jahr 1978 sind veraltet. Der Holzkessel trägt etwa 20% des Wärmebedarfs bei. Die Isolierung moderner Kessel ist deutlich besser. Des Weiteren passt sich ihre Kesseltemperatur dem Wärmebedarf an, das bedeutet, der Kessel muss nicht eine Mindesttemperatur (z.B. 75°C) halten. Zudem sind die Abgasverluste neuer Kessel niedriger, sehr gut schneiden hier Brennwertgeräte ab.

Das Brauchwasser wird ebenfalls mit dem Heizkessel bereit.

Die Dämmung der freiliegenden Rohre im Keller entspricht nicht den heutigen Anforderungen und sollte verbessert werden.

Die Steuerung ist nicht mehr auf dem Stand der Technik. Moderne Steuerungen erlauben nicht nur eine zeitliche Steuerung für alle Wochentage, sondern schalten beispielsweise den Heizkreis, inklusive Pumpe, bei Erreichen einer frei wählbaren Außentemperatur (Heizgrenze) ganz ab.

Beim Einbau einer neuen Heizung bevorzugen Sie einen Pelletkessel. Der neue Kessel sollte auf den Wärmebedarf des Hauses nach der Sanierung ausgelegt werden. Beim Einbau einer neuen Heizung ist auch ein hydraulischer Abgleich durchzuführen.

Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 182,48 m²

Baujahr: 1978

Leistung: 25 kW

Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995, im beh. Bereich

Kombibetrieb(auch WW)ja

Brennstoffart : Heizöl

Primärenergiefaktor : 1,1
 Abgasverlust 11%
 Abgastemperatur 208°C
 Rußzahl 0
 Aufwandszahl : 1,284
 Hilfsenergiebedarf : 0,86 kWh/(m²a)
 mittlere Kesseltemp.: 70,0 °C
 mittlere Heizkreistemp.: 41,49 °C
 Bereitschaftsverluste bei 70°: 3,36 %
 Bereitschaftsverluste: 3,355 %
 30 % Teillast Wirkungsgrad: 80,2 %
 Kesselwirkungsgrad: 83,18 %

Speicherung

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

Verteilung

horizontale Verteilung : innerhalb / mäßiggedämmt
 Strangleitung: innerhalb, gedämmte Außenwand /
 mäßiggedämmt
 Anbindeleitung: innerhalb / mäßiggedämmt
 spezif. Wärmebedarf : 4,82 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 1,69 kWh/(m²a)

Strangleitung	Strangleitung	UHWaert
30,9	0,15	0,40
10,3	0,35	0,40
75,3	0,10	0,60

Übergabe

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

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An : 182,48 m²
 Baujahr: 1978
 Leistung: 25 kW
 Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995

Brennstoffart : Heizöl
 Primärenergiefaktor : 1,1
 Aufwandszahl : 1,573
 Hilfsenergiebedarf : 0,07 kWh/(m²a)
 mittlere Kesseltemp.: 70,00 °C
 Bereitschaftsverluste bei 70°: 3,35 %
 Bereitschaftsverluste: 3,35 %
 Kesselwirkungsgrad: 82,30 %

Speicherung

Speichertyp : indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im beheizten Bereich
 Speicher-Nenninhalt: 120 l
 Bereitschaftsverluste: 4,102 kWh/d
 spezif. Wärmebedarf : 6,29 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 0,07 kWh/(m²a)
 Heizwärmegutschrift : 3,78 kWh/(m²a)

Verteilung mit Zirkulation

horizontale Verteilung : innerhalb / mäßig gedämmt
 Strangleitung: innerhalb / mäßig gedämmt
 Sticleitung: Standardanordnung / mäßig gedämmt
 spezif. Wärmebedarf : 18,43 kWh/(m²a)
 Hilfsenergiebedarf : 0,89 kWh/(m²a)
 Heizwärmegutschrift : 11,01 kWh/(m²a)

Abg.	W	U-Wert
28,7	0,15	0,40
10,3	0,48	0,40
10,3	0,10	0,40

Heizungsanlage 2

Erzeuger

Nutzfläche An : 45,62 m²
 Baujahr: 1978
 Leistung: 20 kW
 Wärmeerzeugertyp : Feststoffkessel, < 1995, im beh. Bereich
 Kombibetrieb(auch WW): nein
 Brennstoffart : Holz
 Primärenergiefaktor : 0,2
 Abgasverlust 12%
 Abgastemperatur 228°C

Aufwandszahl :	2,290	
Hilfsenergiebedarf :	0,00	kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	70,0	°C
mittlere Heizkreistemp.:	41,49	°C
Bereitschaftsverluste bei 70°:	5,40	%
Bereitschaftsverluste:	5,403	%
30 % Teillast Wirkungsgrad:	75,9	%
Kesselwirkungsgrad:	75,90	%

Speicherung

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

Verteilung

horizontale Verteilung :			
Strangleitung:			
Anbindeleitung:			
spezif. Wärmebedarf :	0,00	kWh/(m ² a)	
Hilfsenergiebedarf :	0,00	kWh/(m ² a)	

Vertigal	fa	U/Waert

Übergabe

Art der Übergabe :		
spezif. Wärmebedarf :	0	kWh/(m ² a)

2.4. 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

Höhe	- m
Heiztage	247 d/a
mittl. Außentemperatur	8,9 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	3282,7 d °C/a

3. ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES

3.1. Energiebedarf

Im folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 4: Energiebilanz des Gebäudes

Transmissionsverluste	32.457,37 kWh/a
Lüftungsverluste	11.731,98 kWh/a
Heizungsverluste	13260,59 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	2851,25 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	11841,27 kWh/a
Summe Verluste	72142,46 kWh/a
solare Gewinne	4.679,07 kWh/a
interne Gewinne	7.840,01 kWh/a
Nachtabsenkung	0,00 kWh/a
zugeführte Heizenergie	44.930,85 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	14.692,52 kWh/a
Summe Gewinne	72142,46 kWh/a

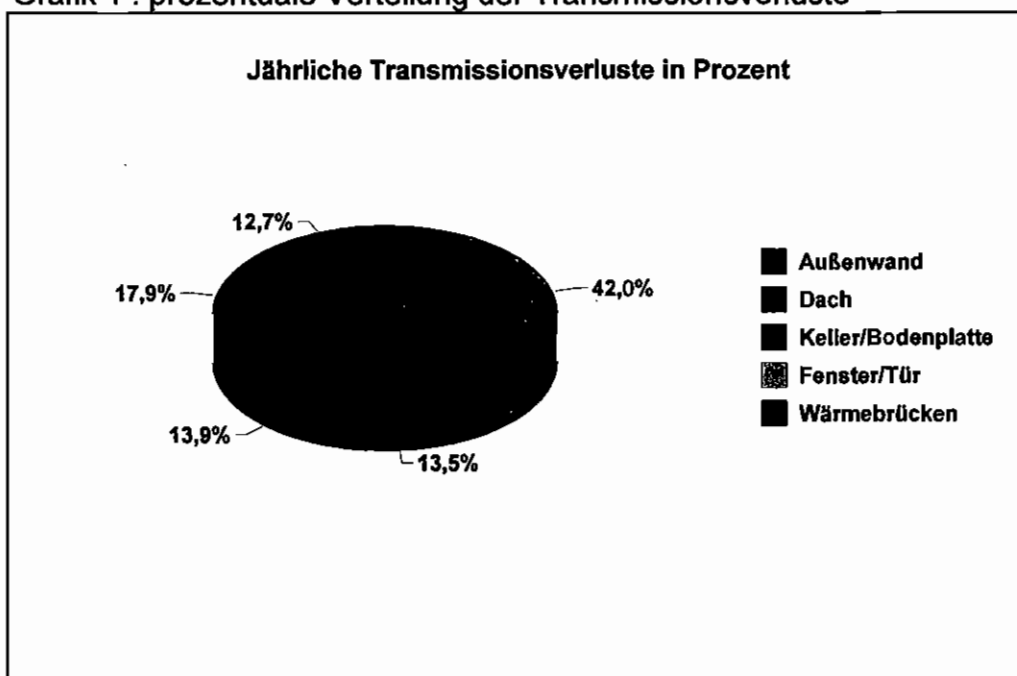
Aus den zuvor genannten Werten lassen sich folgende spezifischen Kennzahlen ermitteln:

Tabelle 5:

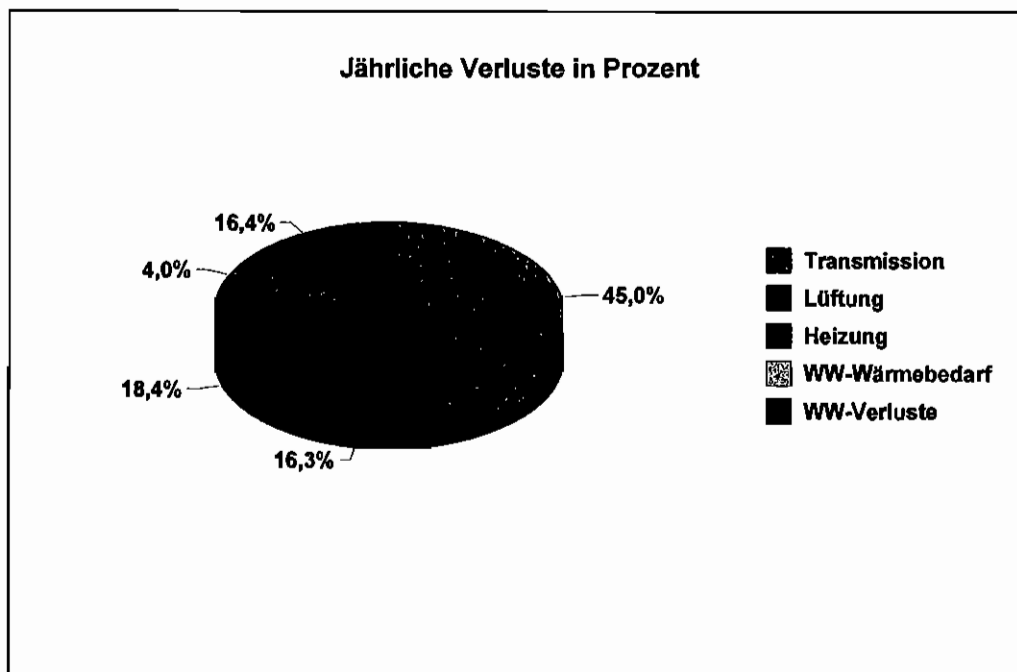
Heizwärmebedarf	31.670,26 kWh/a
Endenergiebedarf	60.276,65 kWh/a
Primärenergiebedarf	51.995,57 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	1,51 -

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

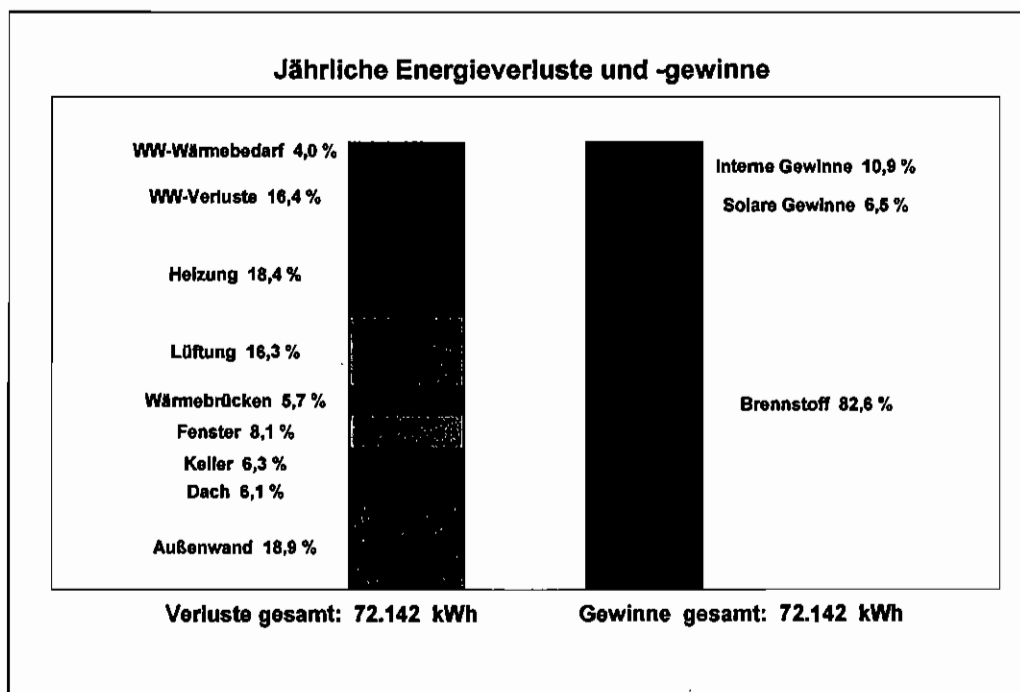
Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

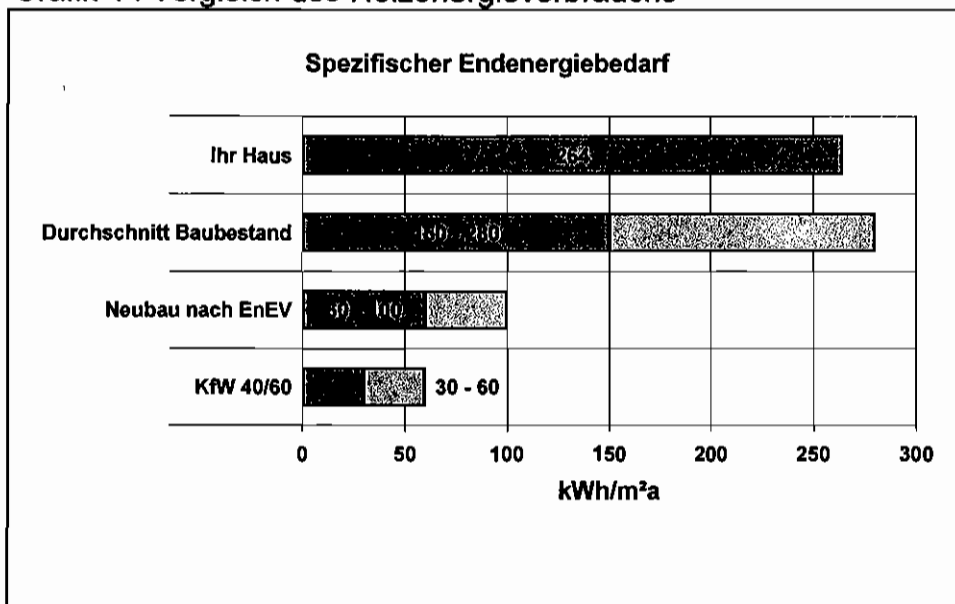


Grafik 3 : Jährliche Energieverluste und Gewinne



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

Grafik 4 : Vergleich des Heizenergieverbrauchs



Der Vergleich mit dem Neubaustandard zeigt deutlich, dass sich in Ihrem Haus noch erhebliche Einsparungen realisieren lassen.

Mit welchen Maßnahmen Sie welche Einsparung erzielen, wird im Bericht noch vorgestellt, technisch und wirtschaftlich bewertet, sowie die gesetzlichen Vorschriften erläutert.

3.2. Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten

Der vorhandene, gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 42.000 kWh, wobei hier eine gewisse Unsicherheit wegen des Holzanteils besteht.

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 44.931 kWh/a für die Raumheizung ohne Warmwasserbereitung. Umgerechnet entspricht dies den folgenden Endenergiemengen: 4.493 l Heizöl/a.

Erfahrungsgemäß ist der tatsächliche Verbrauch meist geringer als der berechnete Verbrauch. Gründe dafür sind Vorschriften, nach denen die Berechnung durchgeführt werden muss und die das übliche Verbraucherverhalten nicht abdecken. Im Einzelnen sind dies der Verbrauch für Warmwasser, der in der EnEV nach der Wohnfläche berechnet wird und nicht nach der tatsächlichen Nutzerzahl. Auch die Luftwechselrate von 0,7 wird in Praxis selten erreicht. Gleiches gilt in den meisten Fällen für die durchschnittliche Raumtemperatur, die in Praxis selten 19 °C erreicht. Außerdem waren die letzten Winter meist wärmer als der langjährige Durchschnitt.

Bei Ihnen kommt noch die oben schon erwähnte Unsicherheit in Bezug auf den Holzanteil (Holzmenge, Holzfeuchte) hinzu.

4. VARIANTEN

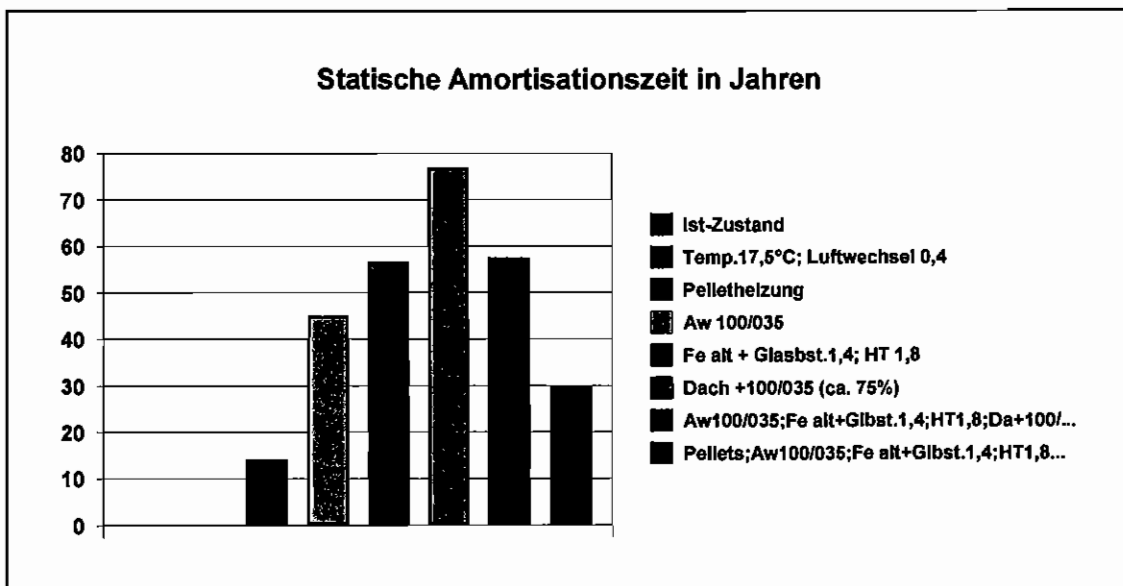
Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

Tabelle 6: Berechnete Varianten

Nr.	Variante	jährliche Energiebedarf kWh/a	jährliche Energieeinsparung %	jährliche Energiekosten EUR/a	Investitionskosten gesamt EUR	stat.jährliche Gesamtkosten EUR/a
1	Ist-Zustand	60.276,7	0,0	3.170,13	0,00	3.170,13
2	Temp. 17,5°C; Luftwechsel 0,4	50.615,5	16,0	2.475,85	0,00	0,00
3	Pelletheizung	50.442,4	16,3	2.172,63	14.000,00	3.105,96
4	Aw 100/035	50.456,1	16,3	2.638,06	23.859,00	3.592,42
5	Fe alt + Glasbst. 1,4; HT 1,8	58.022,0	3,7	3.048,03	6.902,00	3.265,76
6	Dach +100/035 (ca. 75%)	58.264,6	3,3	3.060,66	8.406,00	3.270,81
7	Aw100/035;Fe alt+Gibst. 1,4;HT1,8;Da+100/035	47.666,0	20,9	2.487,87	39.167,00	3.871,86
8	Pellets;Aw100/035;Fe alt+Gibst. 1,4;HT1,8;Da+100/035	30.194,1	49,9	1.393,30	53.167,00	3.704,90

Grafik 5: statische Amortisationszeit



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

Tabelle 7: Energiepreisteuerung und Zinssatz

Energiepreisteuerung	8,00 %
Zinssatz	3,00 %

Tabelle 8: Kosten in EUR

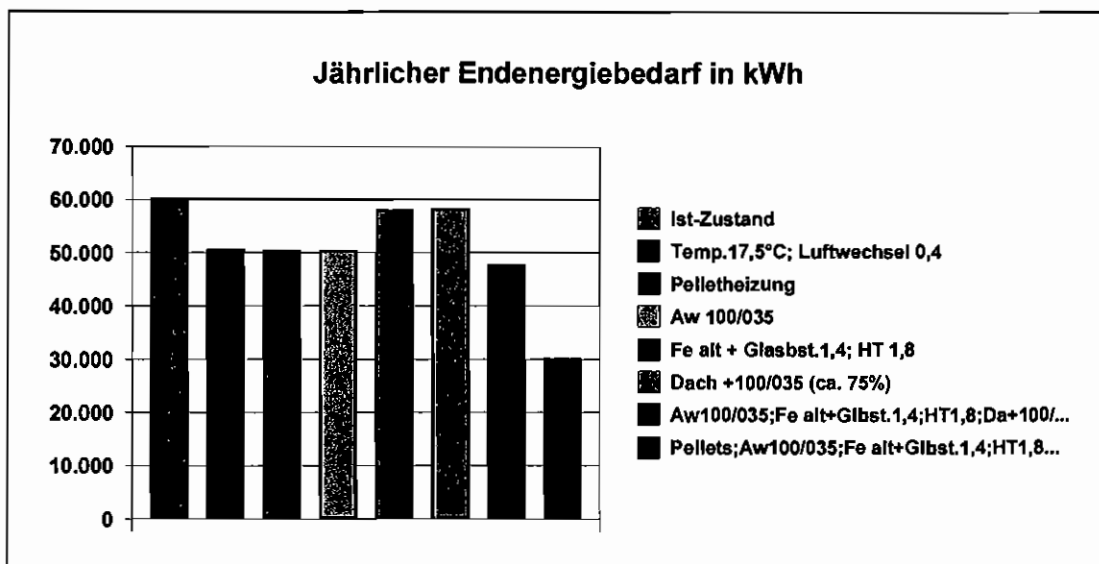
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWH
Erdgas	0,00	0,055
Flüssiggas	0,00	0,065
Heizöl	0,00	0,06
Steinkohle	0,00	0,032
Braunkohle	0,00	0,032
Tagstrom	0,00	0,17
Nachtstrom	0,00	0,12
Fern/Nahw. KWK fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. KWK ern.	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW ern.	0,00	0,05
Holz	0,00	0,03
Holz-Pellets	0,00	0,038
Sonstiges	0,00	0,00

Tabelle 9: Darlegung der Basiswerte

Bauteil	Einbauzustand	alt U-Wert W/m ² K	neu U-Wert W/m ² K
Außenwand	gegen Außenluft	0,66	0,30
Kellerdecke/Bodenpl	unbeheizt unterhalb	1,26; 1,25; 1,03	-
Fenster / Türe	gegen Außenluft	3,2; 3,6 / 4,5	1,4 / 1,8
Dach	gegen Außenluft	0,46; 0,24	0,23; 0,24
Decke	unbeheizt oberhalb	-	-
		Aufwandszahl	Aufwandszahl
Heizungsanlage		1,51	0,55

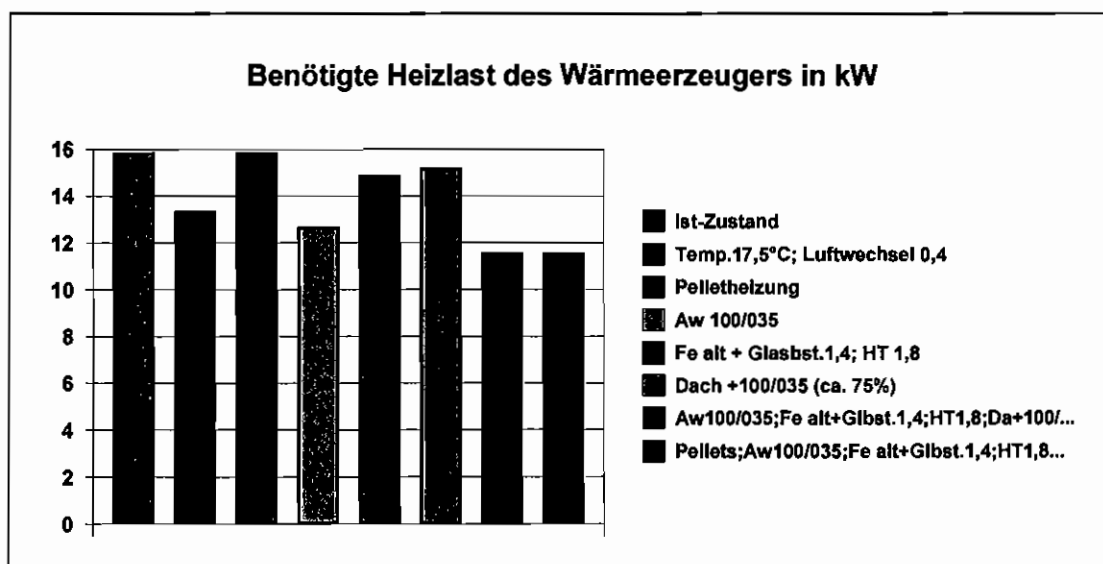
Die folgende Grafik veranschaulicht die möglichen Energieeinsparungen. Es sind die einzelnen zuvor beschriebenen Varianten auf ihren Energiebedarf untersucht worden.

Grafik 6: Energiebedarf des Gebäudes



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

Grafik 7: Heizlast



4.1. Wirtschaftlichkeit selber ermitteln

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

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

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

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

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

Angenommen, Sie wollen eine Maßnahme erst später durchführen und haben ein konkretes Angebot:

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

Hieraus ergibt sich eine

Heizkostensparnis = Energieeinsparung • Energiepreis

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

statische Amortisationszeit = Investitionskosten/Heizkostensparnis

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

bei einer Heizungsanlage mit dem gleichen Brennstoff.

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

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

4.2 Maßnahmenbeschreibung

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

Bei der Durchführung der Dämmmaßnahmen bzw. bei der Erweiterung der beheizten Fläche um mehr als 10 m² oder bei der Schaffung eines zusätzlichen Raumes ist zu beachten, dass diese mindestens gemäß der Energieeinsparverordnung vom 01.02.2002 (EnEV) auszuführen sind.

Variante 1: Ist-Zustand, bildet den gegenwärtigen Zustand ab (Tabelle 6, Seite 18).

Variante 2: Temp.17,5°C; Luftwechsel 0,4

Diese Variante zeigt den Energiebedarf unter Bedingungen (Temperatur, Luftwechsel) die Ihrem Nutzerverhalten entsprechen.

Energie

Energiebedarf:	50.615,5	kWh/a
Energieeinsparung:	9.661,15	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	16,03	%
Energiekosten:	2.475,85	€/a
Energiekosteneinsparung:	694,27	kWh/a

Variante 3: Pelletheizung

Maßnahmen dieser Variante: Austausch des alten Heizkessels gegen einen Pelletkessel inkl. neuer Steuerung, sowie Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	14.000,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	14.000,0	€

Energie

Energiebedarf:	50.442,42	kWh/a
Energieeinsparung:	9.834,23	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	16,32	%
Energiekosten:	2.172,63	€/a
Energiekosteneinsparung:	997,5	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	15,0	a
Stat. Amortisation	14,04	a
Dyn. Amortisation	11,22	a

Variante 4: Wanddämmen mit 100mm WLG 035

Maßnahmen dieser Variante: Wand gegen Außenluft mit 100 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,229 W/m²K.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	23.859,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	23.859,0	€

Energie

Energiebedarf:	50.456,09	kWh/a
Energieeinsparung:	9.820,56	kWh/a

Proz. Energieeinsparung:	16,29	%
Energiekosten:	2.638,06	€/a
Energiekosteneinsparung:	532,07	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	25,0	a
Stat. Amortisation:	44,84	a
Dyn. Amortisation:	24,81	a

Variante 5: Fenster alt + Glasbausteine U 1,4; Haustüre U 1,8

Maßnahmen dieser Variante: Die bisher noch nicht erneuerten Fenster, sowie die Glasbausteine tauschen gegen neue mit U-Wert 1,4 W/m²K. Austausch der Haustüre gegen neue mit U-Wert 1,8 W/m²K.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	6.902,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	6.902,0	€

Energie

Energiebedarf:	58.022,05	kWh/a
Energieeinsparung:	2.254,61	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	3,74	%
Energiekosten:	3.048,03	€/a
Energiekosteneinsparung:	122,09	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	31,7	a
Stat. Amortisation:	56,53	a
Dyn. Amortisation:	28,31	a

Variante 6: Dachdämmung +100mm WLG 035

Maßnahmen dieser Variante: Den Teil des Daches der bisher mit 100 mm WLG 040 gedämmt ist, zusätzlich mit 100mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,232 W/m²K

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	8.406,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	8.406,0	€

Energie

Energiebedarf:	58.264,57	kWh/a
Energieeinsparung:	2.012,08	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	3,34	%
Energiekosten:	3.060,66	€/a
Energiekosteneinsparung:	109,47	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	40,0	a
Stat. Amortisation:	76,79	a
Dyn. Amortisation:	33,26	a

Variante 7: Aw100/035; Fe alt+Glbst.1,4; HT1,8; Da+100/035

Maßnahmen dieser Variante: Wand gegen Außenluft mit 100 mm WLG 035 dämmen.

Die bisher noch nicht erneuerten Fenster, sowie die Glasbausteine tauschen gegen neue mit U-Wert: 1,4 W/m²K. Austausch der Haustüre gegen neue mit U-Wert: 1,8 W/m²K.

Den Teil des Daches der bisher mit 100 mm WLG 040 gedämmt ist, zusätzlich mit 100mm WLG 035 dämmen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	39.167,0	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,0	€
Verbleibende Kosten:	39.167,0	€

Energie

Energiebedarf:	47.666,0	kWh/a
Energieeinsparung:	12.610,65	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	20,92	%
Energiekosten:	2.487,87	€/a

Energiekosteneinsparung: 682,26 €/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer: 28,3 a

Stat. Amortisation: 57,41 a

Dyn. Amortisation: 28,55 a

Variante 8: Pellets; Aw100/035; Fe alt+Glbst.1,4; HT1,8; Da+100/035

Maßnahmen dieser Variante: Austausch des alten Heizkessels gegen einen Pelletkessel inkl. neuer Steuerung, sowie Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Wand gegen Außenluft mit 100 mm WLG 035 dämmen.

Die bisher noch nicht erneuerten Fenster, sowie die Glasbausteine tauschen gegen neue mit U-Wert: 1,4 W/m²K. Austausch der Haustüre gegen neue mit U-Wert: 1,8 W/m²K.

Den Teil des Daches der bisher mit 100 mm WLG 040 gedämmt ist, zusätzlich mit 100mm WLG 035 dämmen.

Mit diesem Maßnahmenpaket erreichen Sie die angestrebte KfW-Förderung inklusive Tilgungszuschuss.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten: 53.167,0 €

Ohnehin anstehende Kosten: 0,0 €

Verbleibende Kosten: 53.167,0 €

Energie

Energiebedarf: 30.194,15 kWh/a

Energieeinsparung: 30.082,51 kWh/a

Proz. Energieeinsparung: 49,91 %

Energiekosten: 1.393,3 €/a

Energiekosteneinsparung: 1.776,83 €/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer: 23,0 a

Stat. Amortisation: 29,92 a

Dyn. Amortisation: 19,3 a

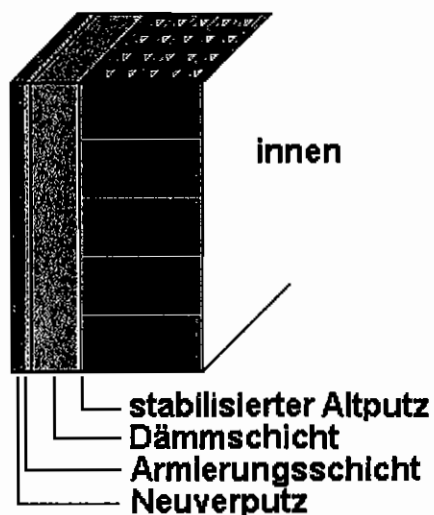
Information zu den empfohlenen Maßnahmen

Außenwanddämmung

Die Maßnahme betrifft die Außenwand des Gebäudes. Diese Wand besteht aus einem einschaligen Vollziegelmauerwerk, das beidseitig verputzt ist. Darauf ist von außen eine 4 cm starke Dämmung angebracht, sie ist ebenfalls verputzt..

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

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



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

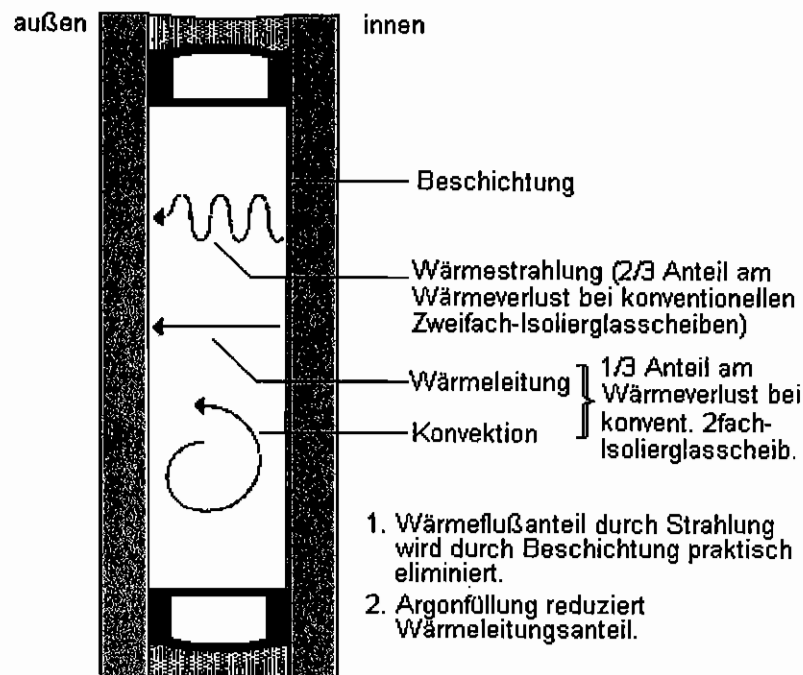
Die Durchführung dieser Sanierungsmaßnahme hat folgende positive Aspekte:

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

Wärmeschutzverglasung

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

Die nachstehende Grafik zeigt das Prinzip der Wärmeschutzverglasung:



Worauf Sie achten müssen:

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

Dämmung der Dachschräge

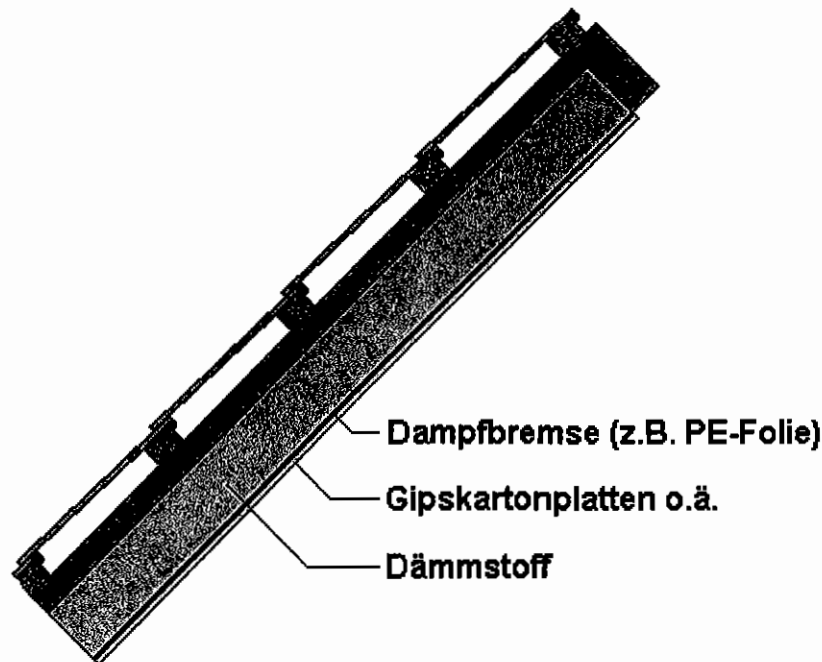
Diese Maßnahme betrifft die Schrägen des ausgebauten Dachgeschosses. Die Dachschrägen werden nachträglich gedämmt werden.

Worauf Sie besonders achten müssen:

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

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

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



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

4.3. Sonstige Maßnahmen

- **Anbringung von Fensterdichtungen**
Gerade bei älteren Fenster ergeben sich häufig Undichtigkeiten zwischen Fenster und Fensterrahmen weil die Dichtungen entweder nicht ausreichend sind oder oft auch komplett fehlen. Einfache Dichtungsbänder aus dem Baumarkt können einfach und schnell in Eigenleistung angebracht werden und reduzieren Lüftungswärmeverluste.
- **Abdichtung der Fenster**
Der Fensterrahmen "arbeitet" im Mauerwerk. Hierdurch entstehen kleine Fugen zwischen Mauerwerk und Rahmen. Außerdem werden die Rahmen häufig nicht fachgerecht eingesetzt und abgedichtet. Umso wichtiger ist es, die Rahmen gegen das Mauerwerk dauerelastisch abzuspritzen und so dauerhaft zu dichten.
- **Dämmung der Rolladenkästen**
Rolladenkästen stellen Wärmebrücken dar und sollten daher gedämmt werden. Die Dämmung ist dabei auf der Innenseite der zum Raum hingewandten Flächen anzubringen. Ritzen und Spalten sollten dauerelastisch abgedichtet werden, um eine unkontrollierte Lüftung zu verhindern.
- **Drehzahlgeregelte Umwälzpumpe**
Spätestens wenn vorhandene Heizungsumwälzpumpen für thermostatisch geregelte Heizkreise kaputt sind und ausgetauscht werden müssen, ist es ratsam, elektronisch geregelte Umwälzpumpen einzusetzen. Diese Pumpen „erkennen“, wann beispielweise ein Heizkörper gedrosselt wird und senken die Pumpendrehzahl. So wird weniger Pumpenstrom benötigt und Strömungsgeräusche an Ventilen werden reduziert.
- **Abgleich des Rohrnetz**
Da das Heizungswasser bestrebt ist, den Weg des geringsten Widerstandes zu gehen sollte ein Heizungsnetz abgeglichen werden. Ein nicht abgeglichenes Rohrnetz führt z.B. dazu, dass wenn auf dem Gäste-WC das Fenster aufsteht das Thermostatventil voll öffnet und der größte Teil des Heizungswassers durch diesen einen kleinen Heizkörper „rauscht“. Dies führt dazu, dass weiter entfernte Heizkörper zu wenig Wasser abbekommen. Als Folge wird dann häufig die Leistung der Umwälzpumpe erhöht damit wieder alle Heizkörper ausreichend warm werden. Sie führt jedoch zu einem unnötig hohen Stromverbrauch für die Umwälzpumpe und zu einer unnötig kleinen und für den Betrieb nicht sinnvollen Temperaturdifferenz am Kessel.

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

angepasst werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Einstellung über absperrbare Rücklaufverschraubungen.

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

Tabelle 10: Mindestdämmstärken für Wärmeverteilungen

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

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

5. SCHADSTOFFBILANZ

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

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

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

Die Menge des bei der Verbrennung entstehenden Kohlendioxids hängt von der Kohlenstoffmenge des Brennstoffes pro Energieinhalt ab. Ein Vergleich heute üblicher Energieträger ist der Tabelle 13 zu entnehmen. Bei dem Faktor für elektrischen Strom ist der durchschnittliche Kraftwerksmix der BRD zugrundegelegt.

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

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

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

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

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

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

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

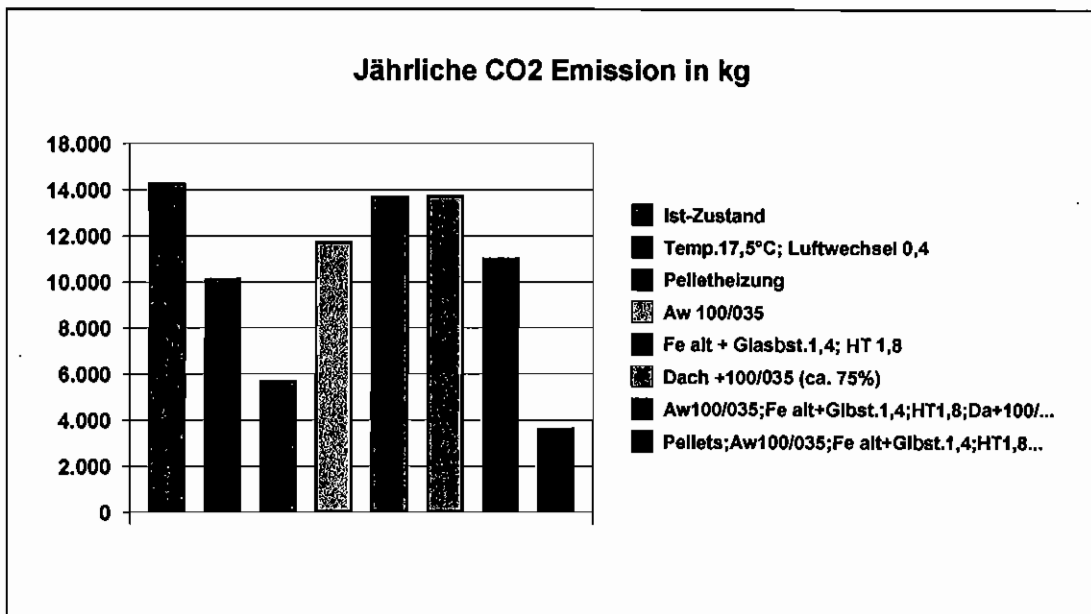
Für die Berechnung der Schadstoffemissionen wurden folgende spezifischen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Tabelle 11: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger¹

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

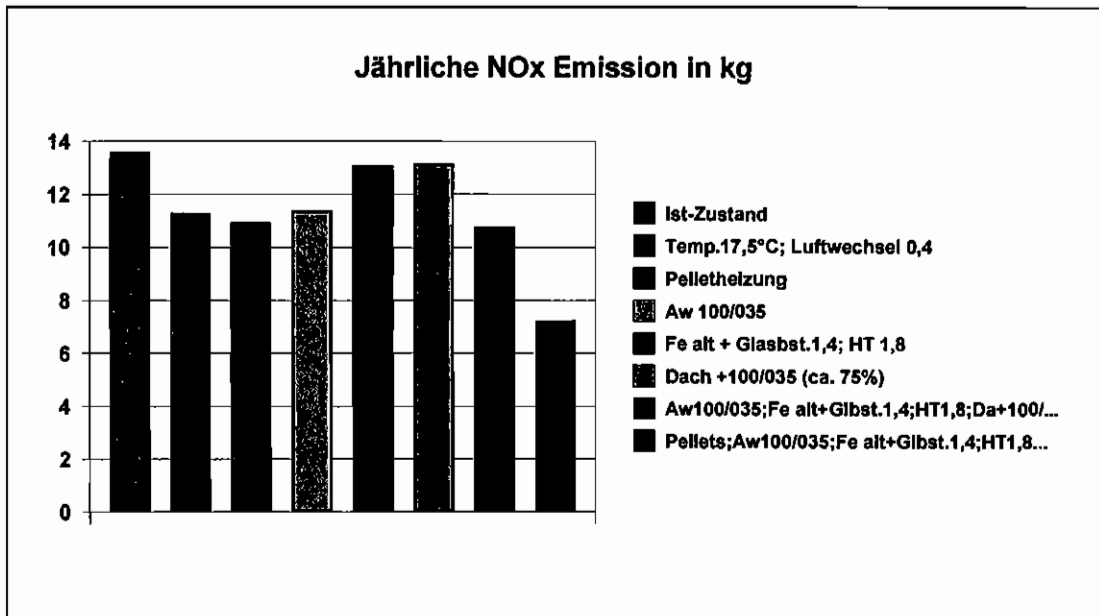
Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen auf den Schadstoffausstoß für CO₂ und NO_x sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

Grafik 8 CO₂-Emissionen verschiedener Varianten



¹Quelle: Jahresbilanz 1990 der VDEW

Grafik 9 NO_x - Emissionen verschiedener Varianten



6. WARUM ENERGIE SPAREN?

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

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

7. FÖRDERUNG VON 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.

Solarthermische Anlagen werden vom BAFA bezuschusst. Anlagen ab 3 m² werden mit 40,- EUR/m² für die Brauwassererwärmung (min. jedoch 275 €) und mit 70,- EUR/m² für eine kombinierte Nutzung bezuschusst. Für Anlagen in Mehrfamilienhäusern oder die Erweiterung bestehender Anlagen gelten andere Bestimmungen.

Förderung durch das Gebäudesanierungsprogramm erhalten Sie von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Mit den Maßnahmenpaketen der Varianten 9 bis 11, auf den Seiten 25 bis 27, erhalten Sie das zinsgünstige Darlehen und 5% Tilgungszuschuss oder, bei nicht Inanspruchnahme des Darlehens, einen Zuschuss von 10%.

Pelletkessel werden pro kW installierter Leistung mit 24 € durch die BAFA gefördert.

8. ANHANG

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

Energieberechnung

Projekt :

**Berndt Michaela
Wohnhaus
90587 Veitsbronn
Nürnberger Straße 3**

Aussteller :

**Umweltbüro Schuhmann
Herbert Schuhmann
Lindenweg 10
90587 Obermichelbach
Tel. 0911 7670215 Fax 0911 7670222**

Prüfer :

Datum: 28.03.2007

Energieberechnung

Variante 1 Ist-Zustand

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
Projekt : Wohnhaus
Ort : 90587 Veitsbronn
Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
Gemarkung :
Baujahr : 1920 **Flurstücknr. :**

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Region :	Deutschland
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Innentemperatur :	19 °C
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Gradtagszahl :	monatlich d °C/a
Luftvolumen :	570,2	m ³		
A / V :	0,67	1/m	Luftwechsel :	0,70 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	761,29	EUR/a	CO₂ :	14.271,5	kg/a
Heizung :	2297,79	EUR/a	CO :	229,345	kg/a
Zus. Strom :	111,06	EUR/a	Staub :	2,973	kg/a
gesamt :	3.170,13	EUR/a	SO₂ :	137,841	kg/a
			NO_x :	13,587	kg/a

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	14.692,52	kWh/a	Heizwärmebedarf :	44,43	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	44.930,85	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf :	196,98	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	138,84	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf :	60.276,65	kWh/a	Heizwärmebedarf :	31.670,26	kWh/a
Endenergiebedarf :	264,26	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H_t' :	0,79	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf :	51.995,57	kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	32.457,37	kWh/a
Primärenergiebedarf :	227,95	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne :	4.679,07	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e_p	1,51	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	7.840,01	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					

Übersicht der Flächen

Lfd. Nr.	Teilfläche	Einbauzustand	U-Wert W/m²K	Fläche m²	F_x -	H_T W/K	Konstruktion -
1	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte	1,252	46,0	0,45	25,92	Bp 1919-1948+2cm040
2	Grundfläche	Erdreich, Bodenplatte	1,260	26,0	0,45	14,74	Bp Bestand 1949 - 1968
3	Grundfläche	Kellerdecke	1,032	16,0	0,7	11,56	Kd 1919-1948+2cm040
4	Wand	Außenluft	0,661	238,59	1,0	157,71	Aw 1919-1948+4cm040
5	Dach	Außenluft	0,458	93,4	1,0	42,78	Da Zwischenspar. 100/040
6	Dach	Außenluft	0,244	32,0	1,0	7,81	Da Zwischensp.20cm040
7	Tür,West	Außenluft	4,500	2,1	1,0	9,45	Haustüre 4,5
8	Fenster,Ost	Außenluft	3,600	2,38	1,0	8,57	Glasbausteine
9	Fenster,Ost	Außenluft	3,200	2,4	1,0	7,68	Zweischeiben_Fenster
10	Fenster,Süd	Außenluft	3,200	5,2	1,0	16,64	Zweischeiben_Fenster
11	Fenster,West	Außenluft	3,200	3,6	1,0	11,52	Zweischeiben_Fenster
12	Fenster,Ost	Außenluft	1,400	1,2	1,0	1,68	Wärmeschutzgl._Fenster1,4
13	Fenster,West	Außenluft	1,400	7,2	1,0	10,08	Wärmeschutzgl._Fenster1,4
14	Fenster,Nord	Außenluft	1,400	1,14	1,0	1,6	Wärmeschutzgl._Fenster1,4

Heizungsanlage 1**Erzeuger**Nutzfläche An : 182,48 m²

Baujahr : 1978 -

Leistung : 25 kW

Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995

Wärmeerz.im beh. Bereich: ja

Kombibetrieb (auch WW) : ja

Brennstoffart : Heizöl

Primärenergiefaktor : 1,1 -

Aufwandszahl : 1,284 -

Hilfsenergiebedarf : 0,86 kWh/(m²a)

mittlere Kesseltemp.: 70,00 °C

mittlere Heizkreistemp.: 41,49 °C

Bereitschaftsverl. bei 70°: 3,36 %

Bereitschaftsverluste: 3,36 %

30% Teillastwirkungsgr.: 80,19 %

Kesselwirkungsgrad: 83,18 %

Speicherung

Speichertyp : kein Speicher

Speichernenninhalt : - l

Bereitschaftsverluste : - kWh/d

spezif. Wärmebedarf : - kWh/(m²a)Hilfsenergiebedarf : - kWh/(m²a)**Verteilung**

	Länge	fa	U-Wert
horizontale Verteilung : innerhalb / mäßiggedämmt	30,9	0,15	0,40
Strangleitung : innerhalb, gedämmte Außenwand / mäßiggedämmt	10,3	0,35	0,40
Stichleitung : innerhalb / mäßiggedämmt	75,3	0,10	0,60
spezif. Wärmebedarf : 4,82 kWh/(m ² a)			
Hilfsenergiebedarf : 1,69 kWh/(m ² a)			

Übergabe

Art der Übergabe : Thermostatventile, Proportionalbereich 2K, Außenwandbereich

spezif. Wärmebedarf : 3,3 kWh/(m²a)

Tab DIN 4701/10 (Tab. C3-1)

Kommentar

Warmwasseranlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An :	182,48 m²
Baujahr :	1978 -
Leistung :	25 kW
Wärmeerzeugertyp : Standard-Heizkessel: Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995	
Brennstoffart : Heizöl	
Primärenergiefaktor :	1,1 -
Aufwandszahl :	1,573 -
Hilfsenergiebedarf :	0,07 kWh/(m²a)
mittlere Kesseltemperatur:	70,00 °C
Bereitschaftsverl. bei 70°C:	3,35 %
Bereitschaftsverluste:	3,35 %
Kesselwirkungsgrad :	82,30 %

Speicherung

Speichertyp : indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im beheizten Bereich	
Speichernenninhalt :	188 l
Bereitschaftsverluste :	4,10 kWh/d
spezif. Wärmebedarf :	6,29 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf :	0,07 kWh/(m²a)
Heizwärmegutschrift :	3,78 kWh/(m²a)

Verteilung

	Länge	fa	U-Wert
horizontale Verteilung : innerhalb / mäßig gedämmt	28,7	0,15	0,40
Strangleitung : innerhalb / mäßig gedämmt	10,3	0,48	0,40
Stichleitung : Standardanordnung / mäßig gedämmt	10,3	0,10	0,40
spezif. Wärmebedarf :	18,43 kWh/(m²a)		
Hilfsenergiebedarf :	0,89 kWh/(m²a)		
Heizwärmegutschrift :	11,01 kWh/(m²a)		

Kommentar

Heizungsanlage 2

Erzeuger

Nutzfläche An :	45,62 m ²
Baujahr :	1978 -
Leistung :	20 kW
Wärmeerzeugertyp : Feststoffkessel, < 1995	
Wärmeerz.im beh. Bereich: ja	
Kombibetrieb (auch WW) : ja	
Brennstoffart : Holz	
Primärenergiefaktor :	0,2 -
Aufwandszahl :	2,290 -
Hilfsenergiebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	70,00 °C
mittlere Heizkreistemp.:	41,49 °C
Bereitschaftsverl. bei 70°:	5,40 %
Bereitschaftsverluste:	5,40 %
30% Teillastwirkungsgr.:	75,90 %
Kesselwirkungsgrad:	75,90 %

Speicherung

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

Verteilung

	Länge	fa	U-Wert
horizontale Verteilung :			
Strangleitung :			
Stichleitung :			
spezif. Wärmebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)		
Hilfsenergiebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)		

Übergabe

Art der Übergabe :	
spezif. Wärmebedarf :	0 kWh/(m ² a) Tab DIN 4701/10 (Tab. C3-1)

Kommentar

;

Warmwasseranlage 2

Erzeuger

Nutzfläche An :	45,62 m ²
Baujahr :	1978 -
Leistung :	20 kW
Wärmeerzeugertyp : Feststoffkessel, < 1995	
Brennstoffart : Holz	
Primärenergiefaktor :	0,2 -
Aufwandszahl :	7,030 -
Hilfsenergiebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemperatur:	70,00 °C
Bereitschaftsverl. bei 70°C:	5,40 %
Bereitschaftsverluste:	5,40 %
Kesselwirkungsgrad :	80,60 %

Speicherung

Speichertyp : kein Speicher	
Speichernenninhalt :	- l
Bereitschaftsverluste :	- kWh/d
spezif. Wärmebedarf :	- kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf :	- kWh/(m ² a)
Heizwärmegutschrift :	- kWh/(m ² a)

Verteilung

	Länge	fa	U-Wert
horizontale Verteilung :			
Strangleitung :			
Stichleitung :			
spezif. Wärmebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)		
Hilfsenergiebedarf :	0,00 kWh/(m ² a)		
Heizwärmegutschrift :	0,00 kWh/(m ² a)		

Kommentar

;

Aufbau der Konstruktionselemente

Name der Konstruktionsart : **Bp 1919-1948+2cm040**

Positionsnummer : **1**

Einbauzustand : **Grundfläche / Erdreich, Bodenplatte**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,17	100,0
Estrich, Anhydrit	40,00	1,2	0,0333	100,0
Polystyrol_H_040	20,00	0,040	0,50	100,0
Beton	200,00	2,1	0,0952	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,00	100,0

Flächengewicht : **544,4 kg/m²**

U_Wert : **1,252 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **Bp Bestand 1949 - 1968**

Positionsnummer : **2**

Einbauzustand : **Grundfläche / Erdreich, Bodenplatte**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,17	100,0
Estrich, Zement	40,00	1,400	0,0286	100,0
Polystyrol_H_040	20,00	0,040	0,50	100,0
Beton	200,00	2,1	0,0952	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,00	100,0

Flächengewicht : **540,4 kg/m²**

U_Wert : **1,260 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : Kd 1919-1948+2cm040

Positionsnummer : 3

Einbauzustand : Grundfläche / Kellerdecke

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,17	100,0
Estrich, Anhydrit	40,00	1,2	0,0333	100,0
Polystyrol_H_040	20,00	0,040	0,50	100,0
Beton	160,00	2,1	0,0762	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,17	100,0

Flächengewicht : 452,4 kg/m² U_Wert : 1,032 W/m²K

Name der Konstruktionsart : Aw 1919-1948+4cm040

Positionsnummer : 4

Einbauzustand : Wand / Außenluft

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Kalkzementputz	20,00	0,87	0,023	100,0
Vollziegel_2000	300,00	1,05	0,2857	100,0
Kalkzementputz	20,00	0,87	0,023	100,0
Polystyrol_H_040	40,00	0,040	1,00	100,0
Kalkzementputz	10,00	0,87	0,0115	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : 690,8 kg/m² U_Wert : 0,661 W/m²K

Name der Konstruktionsart : Da Zwischenspar. 100/040

Positionsnummer : 5

Einbauzustand : Dach / Außenluft

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,10	100,0
Gipskartonplatten	13,00	0,25	0,052	100,0
Fichte/Kiefer	140,00	0,13	1,0769	15,0
Mineralfaser_040	100,00	0,04	2,50	85,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : 22,9 kg/m² U_Wert : 0,458 W/m²K

Name der Konstruktionsart : Da Zwischensp.20cm040

Positionsnummer : 6

Einbauzustand : Dach / Außenluft

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,10	100,0
Gipskartonplatten	13,00	0,25	0,052	100,0
Fichte/Kiefer	200,00	0,13	1,5385	13,0
Mineralfaser_040	200,00	0,04	5,00	87,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : 26,1 kg/m² U_Wert : 0,244 W/m²K

Energieberechnung

Variante 2 Temp.17,5°C; Luftwechsel 0,4

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
 Projekt : Wohnhaus
 Ort : 90587 Veitsbronn
 Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
 Gemarkung :
 Baujahr : 1920 Flurstücknr. :

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Region :	Deutschland
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Innentemperatur :	17,5 °C
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Gradtagszahl :	monatlich d °C/a
Luftvolumen :	570,2	m ³		
A / V :	0,67	1/m	Luftwechsel :	0,40 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	817,37	EUR/a	CO ₂ :	10.145,5	kg/a
Heizung :	1566,58	EUR/a	CO :	270,468	kg/a
Zus. Strom :	91,90	EUR/a	Staub :	3,391	kg/a
			SO ₂ :	151,054	kg/a
gesamt :	2.475,85	EUR/a	NO _x :	11,289	kg/a

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	16.486,06	kWh/a	Heizwärmebedarf :	32,14	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	33.588,84	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf :	147,25	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	100,42	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf :	50.615,50	kWh/a	Heizwärmebedarf :	22.906,94	kWh/a
Endenergiebedarf :	221,90	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H _t ' :	0,79	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf :	38.087,91	kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	27.875,44	kWh/a
Primärenergiebedarf :	166,98	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	5.757,60	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne :	3.737,56	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e _p	1,48	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	6.988,55	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					

Energieberechnung

Variante 3 Pelletheizung

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
Projekt: Wohnhaus
Ort: 90587 Veitsbronn
Straße u. Hausnr.: Nürnberger Straße 3
Gemarkung:
Baujahr: 1920 **Flurstücknr.:**

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche:	228,1	m ²	Region:	Deutschland
Gebäudehüllfläche A:	477,21	m ²	Innentemperatur:	19 °C
Gebäudevolumen V:	712,8	m ³	Gradtagszahl:	monatlich d °C/a
Luftvolumen:	570,2	m ³		
A / V:	0,67	1/m	Luftwechsel:	0,70 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser:	676,94 l/a	Heizöl	406,16	EUR/a	CO₂:	5.710,4	kg/a
Heizung:	8.747,61	kg/a Holz-Pellets	1.628,80	EUR/a	CO:	91,477	kg/a
Zus. Strom:	809,76	kWh/a	137,66	EUR/a	Staub:	6,625	kg/a
					SO₂:	14,468	kg/a
					NO_x:	10,924	kg/a
		gesamt:	2.172,63	EUR/a			

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf:	6.769,40	kWh/a	Heizwärmebedarf:	44,43	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf:	42.863,27	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf:	187,91	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf:	138,84	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf:	50.442,42	kWh/a	Heizwärmebedarf:	31.670,26	kWh/a
Endenergiebedarf:	221,14	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H_t':	0,79	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf:	18.448,26	kWh/a	Transmissionswärmebedarf:	32.457,37	kWh/a
Primärenergiebedarf:	80,88	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf:	11.731,98	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne:	4.679,07	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e_p	0,53	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne:	7.840,01	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					

Energieberechnung

Variante 4 Aw 100/035

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
Projekt: Wohnhaus
Ort: 90587 Veitsbronn
Straße u. Hausnr.: Nürnberger Straße 3
Gemarkung:
Baujahr: 1920 **Flurstücknr.:**

Gebäuderanddaten

<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Gebäudenutzfläche :</td> <td style="width: 10%;">228,1</td> <td style="width: 10%;">m²</td> </tr> <tr> <td>Gebäudehüllfläche A :</td> <td>477,21</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td>Gebäudevolumen V :</td> <td>712,8</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>Luftvolumen :</td> <td>570,2</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>A / V :</td> <td>0,67</td> <td>1/m</td> </tr> </table>	Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Luftvolumen :	570,2	m ³	A / V :	0,67	1/m	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Region :</td> <td style="width: 10%;">Deutschland</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Innentemperatur :</td> <td>19</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Gradtagszahl :</td> <td>monatlich</td> <td>d °C/a</td> </tr> </table> <hr/> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Luftwechsel :</td> <td style="width: 10%;">0,70</td> <td style="width: 10%;">1/h</td> </tr> </table>	Region :	Deutschland		Innentemperatur :	19	°C	Gradtagszahl :	monatlich	d °C/a	Luftwechsel :	0,70	1/h
Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²																										
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²																										
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³																										
Luftvolumen :	570,2	m ³																										
A / V :	0,67	1/m																										
Region :	Deutschland																											
Innentemperatur :	19	°C																										
Gradtagszahl :	monatlich	d °C/a																										
Luftwechsel :	0,70	1/h																										

Energiekosten

Emissionen

<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Warmwasser :</td> <td style="width: 10%;">770,83</td> <td style="width: 10%;">EUR/a</td> </tr> <tr> <td>Heizung :</td> <td>1763,94</td> <td>EUR/a</td> </tr> <tr> <td>Zus. Strom :</td> <td>103,30</td> <td>EUR/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">gesamt :</td> <td>2.638,08</td> <td>EUR/a</td> </tr> </table>	Warmwasser :	770,83	EUR/a	Heizung :	1763,94	EUR/a	Zus. Strom :	103,30	EUR/a	gesamt :	2.638,08	EUR/a	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">CO₂ :</td> <td style="width: 10%;">11.747,9</td> <td style="width: 10%;">kg/a</td> </tr> <tr> <td>CO :</td> <td>201,339</td> <td>kg/a</td> </tr> <tr> <td>Staub :</td> <td>2,600</td> <td>kg/a</td> </tr> <tr> <td>SO₂ :</td> <td>119,654</td> <td>kg/a</td> </tr> <tr> <td>NO_x :</td> <td>11,381</td> <td>kg/a</td> </tr> </table>	CO ₂ :	11.747,9	kg/a	CO :	201,339	kg/a	Staub :	2,600	kg/a	SO ₂ :	119,654	kg/a	NO _x :	11,381	kg/a
Warmwasser :	770,83	EUR/a																										
Heizung :	1763,94	EUR/a																										
Zus. Strom :	103,30	EUR/a																										
gesamt :	2.638,08	EUR/a																										
CO ₂ :	11.747,9	kg/a																										
CO :	201,339	kg/a																										
Staub :	2,600	kg/a																										
SO ₂ :	119,654	kg/a																										
NO _x :	11,381	kg/a																										

Energiebedarf

Wärmebedarf

<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Warmwasserenergiebedarf :</td> <td style="width: 10%;">14.915,35</td> <td style="width: 10%;">kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Heizenergiebedarf :</td> <td>34.933,09</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Heizenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)</td> <td>153,15</td> <td>kWh/m²a</td> </tr> <tr> <td>Endenergiebedarf :</td> <td>50.456,09</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Endenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)</td> <td>221,20</td> <td>kWh/m²a</td> </tr> <tr> <td>Primärenergiebedarf :</td> <td>42.971,82</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Primärenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)</td> <td>188,39</td> <td>kWh/m²a</td> </tr> <tr> <td>Anlagenaufwandszahl e_p (bezogen auf die Primärenergie)</td> <td>1,65</td> <td>kWh/m²a</td> </tr> </table>	Warmwasserenergiebedarf :	14.915,35	kWh/a	Heizenergiebedarf :	34.933,09	kWh/a	Heizenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	153,15	kWh/m ² a	Endenergiebedarf :	50.456,09	kWh/a	Endenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	221,20	kWh/m ² a	Primärenergiebedarf :	42.971,82	kWh/a	Primärenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	188,39	kWh/m ² a	Anlagenaufwandszahl e _p (bezogen auf die Primärenergie)	1,65	kWh/m ² a	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Heizwärmebedarf : (bezogen auf Volumen)</td> <td style="width: 10%;">32,49</td> <td style="width: 10%;">kWh/m²a</td> </tr> <tr> <td>Heizwärmebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)</td> <td>101,53</td> <td>kWh/m²a</td> </tr> <tr> <td>Heizwärmebedarf :</td> <td>23.159,59</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Transmissionswärmeverlust H_t : (bezogen auf die Umfassungsfläche)</td> <td>0,57</td> <td>W/(m²K)</td> </tr> <tr> <td>Transmissionswärmebedarf :</td> <td>23.546,85</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Lüftungswärmebedarf :</td> <td>11.731,98</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Solare Warmegewinne :</td> <td>4.472,67</td> <td>kWh/a</td> </tr> <tr> <td>Interne Warmegewinne :</td> <td>7.646,57</td> <td>kWh/a</td> </tr> </table>	Heizwärmebedarf : (bezogen auf Volumen)	32,49	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	101,53	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	23.159,59	kWh/a	Transmissionswärmeverlust H _t : (bezogen auf die Umfassungsfläche)	0,57	W/(m ² K)	Transmissionswärmebedarf :	23.546,85	kWh/a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a	Solare Warmegewinne :	4.472,67	kWh/a	Interne Warmegewinne :	7.646,57	kWh/a
Warmwasserenergiebedarf :	14.915,35	kWh/a																																															
Heizenergiebedarf :	34.933,09	kWh/a																																															
Heizenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	153,15	kWh/m ² a																																															
Endenergiebedarf :	50.456,09	kWh/a																																															
Endenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	221,20	kWh/m ² a																																															
Primärenergiebedarf :	42.971,82	kWh/a																																															
Primärenergiebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	188,39	kWh/m ² a																																															
Anlagenaufwandszahl e _p (bezogen auf die Primärenergie)	1,65	kWh/m ² a																																															
Heizwärmebedarf : (bezogen auf Volumen)	32,49	kWh/m ² a																																															
Heizwärmebedarf : (bezogen auf Nutzfläche)	101,53	kWh/m ² a																																															
Heizwärmebedarf :	23.159,59	kWh/a																																															
Transmissionswärmeverlust H _t : (bezogen auf die Umfassungsfläche)	0,57	W/(m ² K)																																															
Transmissionswärmebedarf :	23.546,85	kWh/a																																															
Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a																																															
Solare Warmegewinne :	4.472,67	kWh/a																																															
Interne Warmegewinne :	7.646,57	kWh/a																																															

Energieberechnung

Variante 5 Fe alt + Glasbst.1,4; HT 1,8

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
 Projekt : Wohnhaus
 Ort : 90587 Veitsbronn
 Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
 Gemarkung :
 Baujahr : 1920 Flurstücknr. :

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1 m ²	Region :	Deutschland
Gebäudehüllfläche A :	477,21 m ²	Innentemperatur :	19 °C
Gebäudevolumen V :	712,8 m ³	Gradtagszahl :	monatlich d °C/a
Luftvolumen :	570,2 m ³		
A / V :	0,67 1/m	Luftwechsel :	0,70 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	761,29 EUR/a	CO ₂ :	13.691,7 kg/a
Heizung :	2177,24 EUR/a	CO :	222,953 kg/a
Zus. Strom :	109,51 EUR/a	Staub :	2,888 kg/a
		SO ₂ :	133,683 kg/a
gesamt :	3.048,03 EUR/a	NO _x :	13,081 kg/a

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	14.692,52 kWh/a	Heizwärmebedarf :	41,69 kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	42.685,37 kWh/a	(bezogen auf Volumen)	
Heizenergiebedarf :	187,13 kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	130,28 kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)		(bezogen auf Nutzfläche)	
Endenergiebedarf :	58.022,05 kWh/a	Heizwärmebedarf :	29.717,46 kWh/a
Endenergiebedarf :	254,37 kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H _t :	0,72 W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)		(bezogen auf die Umfassungsfläche)	
Primärenergiebedarf :	49.923,77 kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	29.771,70 kWh/a
Primärenergiebedarf :	218,87 kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98 kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)		Solare Wärmegewinne :	3.904,00 kWh/a
Anlagenaufwandszahl e _p	1,53 kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	7.882,22 kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)			

Energieberechnung

Variante 6 Dach +100/035 (ca. 75%)

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
Projekt : Wohnhaus
Ort : 90587 Veitsbronn
Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
Gemarkung :
Baujahr : 1920 **Flurstücknr. :**

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Region :	Deutschland	
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Innentemperatur :	19	°C
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Gradtagszahl :	monatlich	d °C/a
Luftvolumen :	570,2	m ³	Luftwechsel :	0,70	1/h
A / V :	0,67	1/m			

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	763,87	EUR/a	CO₂ :	13.751,1	kg/a
Heizung :	2187,59	EUR/a	CO :	223,725	kg/a
Zus. Strom :	109,20	EUR/a	Staub :	2,898	kg/a
			SO₂ :	134,167	kg/a
gesamt :	3.060,66	EUR/a	NO_x :	13,134	kg/a

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	14.751,63	kWh/a	Heizwärmebedarf :	41,96	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	42.870,61	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf :	187,95	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	131,13	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf :	58.264,57	kWh/a	Heizwärmebedarf :	29.910,16	kWh/a
Endenergiebedarf :	255,43	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H_t' :	0,74	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf :	50.135,24	kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	30.632,54	kWh/a
Primärenergiebedarf :	219,79	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne :	4.645,36	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e_p	1,53	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	7.808,99	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					

Energieberechnung

Variante 7 Aw100/035;Fe alt+Glbst.1,4;HT1,8;Da+100/035

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
 Projekt : Wohnhaus
 Ort : 90587 Veitsbronn
 Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
 Gemarkung :
 Baujahr : 1920 Flurstücknr. :

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Region :	Deutschland
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Innentemperatur :	19 °C
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Gradtagszahl :	monatlich d °C/a
Luftvolumen :	570,2	m ³		
A / V :	0,67	1/m	Luftwechsel :	0,70 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	770,83	EUR/a	CO ₂ :	11.039,2	kg/a
Heizung :	1615,61	EUR/a	CO :	193,066	kg/a
Zus. Strom :	101,44	EUR/a	Staub :	2,491	kg/a
			SO ₂ :	114,345	kg/a
gesamt :	2.487,87	EUR/a	NO _x :	10,755	kg/a

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	14.915,35	kWh/a	Heizwärmebedarf :	29,21	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	32.153,94	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf :	140,96	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	91,27	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf :	47.666,00	kWh/a	Heizwärmebedarf :	20.817,62	kWh/a
Endenergiebedarf :	208,97	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H _t ' :	0,50	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf :	40.434,49	kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	20.459,56	kWh/a
Primärenergiebedarf :	177,27	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne :	3.710,29	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e _p	1,71	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	7.663,63	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					

Energieberechnung

Variante 8 Pellets;Aw100/035;Fe alt+Gibst.1,4;HT1,8;Da+100/035

Mehrfamilienhaus

Bauherr: Berndt Michaela
 Projekt : Wohnhaus
 Ort : 90587 Veitsbronn
 Straße u. Hausnr. : Nürnberger Straße 3
 Gemarkung :
 Baujahr : 1920 Flurstücknr. :

Gebäuderanddaten

Gebäudenutzfläche :	228,1	m ²	Region :	Deutschland
Gebäudehüllfläche A :	477,21	m ²	Innentemperatur :	19 °C
Gebäudevolumen V :	712,8	m ³	Gradtagszahl :	monatlich d °C/a
Luftvolumen :	570,2	m ³		
A / V :	0,67	1/m	Luftwechsel :	0,70 1/h

Energiekosten

Emissionen

Warmwasser :	1.695,49 kWh/a	Nachtstrom	203,46	EUR/a	CO ₂ :	3.652,1	kg/a
Heizung :	5.650,80	kg/a Holz-Pellets	1.052,18	EUR/a	CO :	58,698	kg/a
Zus. Strom :	809,76	kWh/a	137,66	EUR/a	Staub :	4,402	kg/a
					SO ₂ :	8,736	kg/a
					NO _x :	7,220	kg/a
		gesamt :	1.393,30	EUR/a			

Energiebedarf

Wärmebedarf

Warmwasserenergiebedarf :	1.695,49	kWh/a	Heizwärmebedarf :	29,21	kWh/m ³ a
Heizenergiebedarf :	27.688,90	kWh/a	(bezogen auf Volumen)		
Heizenergiebedarf :	121,39	kWh/m ² a	Heizwärmebedarf :	91,27	kWh/m ² a
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf Nutzfläche)		
Endenergiebedarf :	30.194,15	kWh/a	Heizwärmebedarf :	20.817,62	kWh/a
Endenergiebedarf :	132,37	kWh/m ² a	Transmissionswärmeverlust H _T ' :	0,50	W/(m ² K)
(bezogen auf Nutzfläche)			(bezogen auf die Umfassungsfläche)		
Primärenergiebedarf :	13.053,52	kWh/a	Transmissionswärmebedarf :	20.459,56	kWh/a
Primärenergiebedarf :	57,23	kWh/m ² a	Lüftungswärmebedarf :	11.731,98	kWh/a
(bezogen auf Nutzfläche)			Solare Wärmegewinne :	3.710,29	kWh/a
Anlagenaufwandszahl e _p	0,55	kWh/m ² a	Interne Wärmegewinne :	7.663,63	kWh/a
(bezogen auf die Primärenergie)					