

Energie-Beratungsbericht zur Vor-Ort-Beratung

gemäß der Richtlinie über die Förderung der Energieberatung in Wohngebäuden vor Ort - Vor-Ort-Beratung - des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie vom 12. November 2014



Objekt	Musterhaus Musterstraße 3 99423 Weimar
Aktenzeichen:	WG 1980 Z2015
Auftraggeber	Musterfirma Mustermann Musterstraße 1 99425 Weimar
Berater	Angela Schöffel Prellerstraße 9 99423 Weimar nur gültig mit Unterschrift



99423 Weimar, 25.2.2015

verwendete Software: EVEBI Version 8.1.0 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG
Berechnung nach: DIN V 18599 in Verbindung mit der EnEV 2014

Inhalt

1 Vorbemerkungen	4
2 Zusammenfassende Darstellung	5
2.1 Effizienzhaus-Niveau - Ziel der Sanierung	5
2.2 Empfohlene Reihenfolge der Sanierungspakete - Sanierungsfahrplan	5
2.3 Das 1. Sanierungspaket: "Pelletkessel"	6
2.3.1 Das Sanierungspaket im Überblick	6
2.3.2 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick	6
2.4 Vergleich der Sanierungspakete - Überblick	8
2.5 Vorteile der energetischen Sanierung	9
3 Gebäudebestandsaufnahme	10
3.1 Gebäudebeschreibung	10
3.1.1 Gebäudedaten	10
3.1.2 Gebäudeansichten	11
3.2 Nutzerverhalten	12
3.3 Bewertung der Substanz von Gebäudehülle und Anlagentechnik	12
3.3.1 Energetische Bewertung der Gebäudehülle	12
3.3.2 Bewertung der Gebäudehülle im Ist Zustand nach „U-Werten“	12
3.4 Transmissionen durch Wärmebrücken	14
3.5 Energetische Bewertung der Anlagentechnik	14
3.5.1 Beschreibung und Bewertung der Wärmeversorgung	14
3.5.2 Beschreibung und Bewertung der Trinkwarmwasserversorgung	15
3.5.3 Beschreibung und Bewertung der Lüftung	15
3.6 Strombedarf und Stromeinsatz im Gebäude	16
3.7 Gebäudeanalyse	17
3.7.1 Energiebilanz des Gebäudes	17
3.7.2 Endenergiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen	17
3.7.3 Endenergiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen	18
3.7.4 Abgleich berechneter Energiebedarf vs. tatsächlicher Energieverbrauch	18
4 Sanierungsfahrplan - Sanierungspakete	19
4.1 Sanierungspaket: Pelletkessel	19
4.1.1 Das Sanierungspaket im Überblick	19
4.1.2 Kostenstruktur im Überblick	19
4.1.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick	19
4.1.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick	20
4.1.5 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket	21
4.1.6 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen	21
4.1.7 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket	23
4.2 Sanierungspaket: Dach und Solaranlage	23
4.2.1 Das Sanierungspaket im Überblick	23
4.2.2 Kostenstruktur im Überblick	24
4.2.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick	24
4.2.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick	25
4.2.5 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket	25
4.2.6 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen	26

4.2.7 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket	29
4.3 Sanierungspaket: Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	30
4.3.1 Das Sanierungspaket im Überblick	30
4.3.2 Kostenstruktur im Überblick	30
4.3.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick	31
4.3.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick	32
4.3.5 Anforderungswerte für das KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren"	33
4.3.6 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket	33
4.3.7 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen	34
4.3.8 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket	36
4.4 Vergleich der Varianten - grafisch	37
4.5 Wirtschaftliche Betrachtung der Sanierungspakete	38

1 Vorbemerkungen

Der vorliegende Beratungsbericht hat die Aufgabe, auf der Grundlage einer möglichst genauen Ist-Analyse des betrachteten Gebäudes Vorschläge für eine umfassende Komplettsanierung zum KfW-Effizienzhaus zu erstellen.

Hinweise

- Der Bericht ist nach Vorgabe der BAFA - Richtlinien (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) einer Vor-Ort-Beratung verfasst und nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.
- Die Berechnungen zur Energieeinsparung beruhen auf der Gebäudeanalyse, dem energierelevanten Verhalten der Bewohner (Nutzerverhalten) sowie dem Klima am Standort. Hierbei handelt es sich um theoretische Energiebilanzen, da nicht alle Parameter eindeutig erfasst werden können. Die Annahmen wurden mit Sorgfalt getroffen.
- Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beruht auf den Annahmen zu den Investitionskosten, zur Energieeinsparung, zu den Zinsen und zur prognostizierten Preisentwicklung der verwendeten Energieträger. Teilweise wurden auch Förderungen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau mit einbezogen. Auch hier handelt es sich um Näherungen und insbesondere bei den Investitionskosten um Schätzwerte. Bei Investitionen sollten Sie immer mehrere Angebote für die geplanten Sanierungsmaßnahmen einholen.
- Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung des Gebäudeeigentümers.
- Unsere Beratung ist produktneutral, wir empfehlen keine bestimmten Produkte. Sollten in diesem Beratungsbericht Produktnamen oder Firmennamen bestimmter Produkte erscheinen, so sind diese entweder im Bestand so vorgefunden worden oder als rein exemplarische Angabe zu werten. D.h. die technischen Werte dieses Produktes sind ausschlaggebend und nicht der Hersteller!
- 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 unserer Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Einsatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.
- Der Beratungsbericht wurde dem/der Auftraggeber/in in einem Exemplar überreicht.

2 Zusammenfassende Darstellung

2.1 Effizienzhaus-Niveau - Ziel der Sanierung

Nach Durchführung aller vorgeschlagenen Energieeffizienzmaßnahmen kann ein **KfW-Effizienzhaus 55** erreicht werden.

Sanierung in einem Zug

Sie können die Sanierung in einem Zug umsetzen. Dies erspart mehrfache Kosten für Baustelleneinrichtung, vereinfacht die Schnittstellen und Bauausführung und ermöglicht eine optimale Ausnutzung von Fördermitteln. Allerdings müssen Bauteile vor Ende der Lebensdauer erneuert werden.

Schrittweise Sanierung








Sie können die Sanierung schrittweise in Sanierungspaketen (=Maßnahmenpakete) durchführen. Dabei ist eine optimale Reihenfolge der Sanierungspakete wichtig, um Kosten zu reduzieren und Bauschäden zu vermeiden.

Sie haben sich für eine **schrittweise Sanierung** entschieden.

2.2 Empfohlene Reihenfolge der Sanierungspakete - Sanierungsfahrplan

Für die schrittweise Sanierung wurden die Sanierungspakete in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht (Sanierungsfahrplan). Dabei wurden das Alter der Anlagentechnik sowie der Bauteile berücksichtigt. Die Maßnahmen wurden so kombiniert, dass einerseits Bauschäden vermieden und andererseits Investitionskosten reduziert werden.

SANIERUNGSFAHRPLAN

Schritt	Sanierungspakete	Zeitraum	
(1)	Pelletkessel	2016	
(2)	Dach und Solaranlage	2020	 
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	2025	   

2.3 Das 1. Sanierungspaket: "Pelletkessel"

Nachfolgend wird das 1. Sanierungspaket: **Pelletkessel** vorgestellt.

2.3.1 Das Sanierungspaket im Überblick



2.3.2 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Variante	Ist-Zustand	Pelletkessel	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	169.471	24.919	[kWh/a]	85,3 %
Primärenergiebedarf / m ²	422,8	62,2	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	153.341	112.258	[kWh/a]	26,8 %
Endenergiebedarf / m ²	382,6	280,1	[kWh/m ² a]	
Heizlast	37,1	37,1	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,333	0,636		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten / Jahr	10.690	6.571	[€/a]	38,5 %
Energiekosten / Monat	891	548	[€/Monat]	
Energiekosten /m ²	26,67	16,39	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition ¹⁾		18.688	[€]	
abzgl. Instandsetzungskosten ²⁾		0	[€]	
abzgl. Förderung ³⁾		3.976	[€]	
Investition ⁴⁾		14.711	[€]	
Investition /m ²		37	[€/m ²]	
Amortisation ⁵⁾		4	[Jahre]	
mittlere Rendite		8,21	[%]	
Kapitalwert ⁶⁾		75.519	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	95,1	13,1	[kg/m ² a]	86,2 %
SO ₂ -Emissionen	4,5	1,3	[g/m ² a]	71,3 %
NO ₂ -Emissionen	61,7	195,5	[g/m ² a]	-217,1 %
Staub	2,0	100,0	[g/m ² a]	-4.971,5 %

¹⁾ Gesamte Investition ohne Abzüge, hier kommen ggf. noch weitere Kosten hinzu (Planungskosten etc.)

²⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso-Kosten), welche ohnehin anfallen (z.B. weil Nutzungszeiten überschritten sind)

³⁾ Mögliche Förderungen (geldwerter Vorteil) durch die KfW etc., Erläuterungen dazu finden Sie in den Sanierungspaketen selbst

⁴⁾ Nettoinvestition (energetische Investition), d.h. hier wurden die Instandsetzungskosten und Förderungen abgezogen

⁵⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.

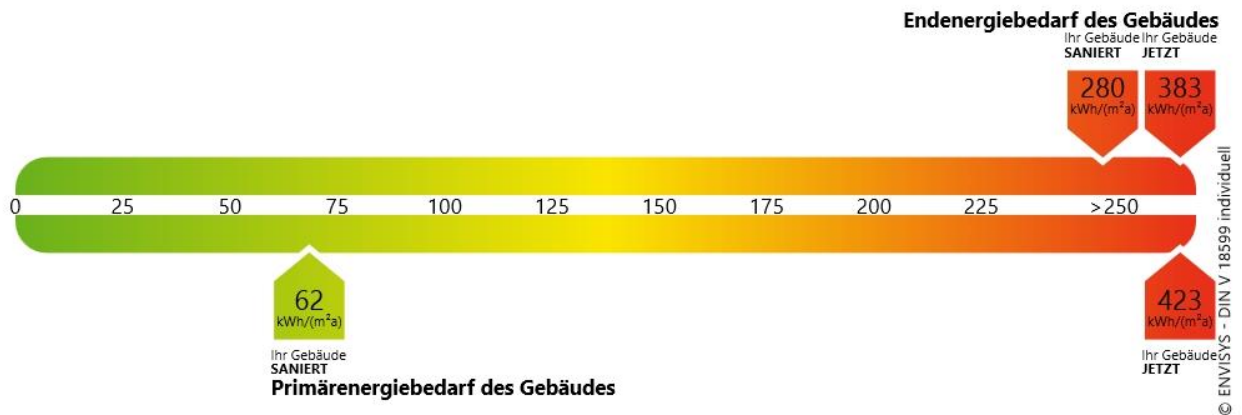
⁶⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

Hinweis zu den Investitionen

Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen. Die genannten Investitionen entsprechen nicht den Vollkosten. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungs-kosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

Energetische Bewertung des Gebäudes

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl sowie den Primärenergiebedarf vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit individuellen Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Einsparung Energiekosten

Die Energiekosten sinken von 10.690 € im Jahr auf **6.571 €** im Jahr nach der Sanierung. Das entspricht einer Einsparung von 38,5 %

Amortisation

Das Sanierungspaket amortisiert sich nach ca. **4** Jahren.

2.4 Vergleich der Sanierungspakete - Überblick

Die in der folgenden Tabelle genannten Einsparungen und Kosten beziehen sich immer auf das vorhergehende Sanierungspaket!

<i>energetisch</i>		Energiebedarf ¹⁾		Einsparung ²⁾		Einsparung ³⁾
		[kWh/a]	[kWh/m ² a]	[kWh/a]	[%/a]	[kWh/30a]
(0)	Ist-Zustand	153.341	382,6	./.	./.	./.
(1)	Pelletkessel	112.258	280,1	41.083	26,8	
(2)	Dach und Solaranlage	87.535	218,4	24.724	42,9	
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	21.006	52,4	66.529	86,3	
	<i>Summe</i>			132.335	86,3	3.970.042
<i>wirtschaftlich</i>		Investition ⁴⁾	Energiekosten	Einsparung	Amortisation ⁵⁾	Kapitalwert ⁶⁾
		[€]	[€/a]	[€/a]	[Jahre]	[€]
(0)	Ist-Zustand	./.	10.690	./.	./.	./.
(1)	Pelletkessel	14.711	6.571	4.119	4	75.519
(2)	Dach und Solaranlage	28.450	5.179	1.392	22	27.230
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	49.943	1.347	3.832	14	59.549
	<i>Summe</i>	104.929		9.343	12	179.824
<i>Umwelt (Emissionen)</i>		CO ₂	SO ₂	NO _x	Staub	CO ₂ -Einsp.
		[kg/a]	[g/a]	[g/a]	[g/a]	[%]
(0)	Ist-Zustand	38.106	1.793	24.715	791	./.
(1)	Pelletkessel	5.263	514	78.375	40.094	86,2
(2)	Dach und Solaranlage	4.337	582	61.041	31.151	17,6
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	1.480	482	14.512	7.264	65,9
	<i>Gesamteinsparung</i>					96,1
<i>Gebäudehülle (U-Wert)⁷⁾</i>		Gesamt	Dach	Wand	Keller	Fenster
		[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
(0)	Ist-Zustand	1,26	0,73	1,07	1,19	3,59
(1)	Pelletkessel	1,26	0,73	1,07	1,19	3,59
(2)	Dach und Solaranlage	1,08	0,09	0,97	1,19	3,59
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	0,26	0,09	0,17	0,21	1,04

¹⁾ Energiebedarf im Jahr bzw. pro m² beheizter Fläche: Hierbei handelt es sich um die Energie, welche eingekauft werden muss.

²⁾ Einsparung an Energie pro Jahr

³⁾ Einsparung an Energie über einen Zeitraum von 30 Jahren

⁴⁾ Investition: Hierbei handelt es sich um die energetisch motivierte Investition (Nettoinvestition), Förderzuschüsse/KfW-Zinsvorteile und Instandsetzungskosten sind bereits abgezogen.

⁵⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.

⁶⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

⁷⁾ U-Wert: Qualität der Gebäudehülle, je geringer der Wert, desto weniger Energie geht über die Bauteile verloren.

2.5 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparungen bis zu 90 %
- Langfristige Absicherung des Lebensstandards der Bewohner durch überschaubare Heizkosten
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung in den Räumen, Vermeidung von Fußkälte etc.
- Langfristige Sicherung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes
- Verbesserung des Schallschutzes durch dichte Fenster
- Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes
- Imageaufwertung und Beitrag zur Verbesserung des sozialen Umfeldes
- Schutz der Umwelt durch Einsparung von Energie und Reduzierung von CO₂-Emissionen

3 Gebäudebestandsaufnahme

3.1 Gebäudebeschreibung

3.1.1 Gebäudedaten

Allgemeine Erläuterungen

Bei dem betrachteten Objekt handelt es sich um ein 3-Familienhaus aus dem Jahr 1974. Entsprechend der damaligen Bauweise befindet sich das Gebäude in einem energetisch schlechten Zustand. Die Fenster entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen und sind zugig. Die Glasbausteine in der Ostfassade sind teilweise beschädigt. Die Fassade zeigt Risse, teilweise blättert der Putz ab. Das Dach ist auf der Westseite im Schornsteinbereich undicht.

Feuchteschäden konnten nicht festgestellt werden, der Keller ist trocken.

Grunddaten		
Gebäudetyp:	Mehrfamilienhaus	
Baujahr:	1980	
Anbausituation:	freistehend	
Gebäudelage:	innerorts	
Exposition/Bauweise:	kompakt	
Bauart:	schwer	
Ausstattung:	mittel	
Luftdichtheit:	nicht geprüft	
Durchschnittliche Geschosshöhe:	2,63	m
beheizte Wohnfläche:	400,8	m ²
Gebäudenutzfläche ¹⁾ :	423,4	m ²
Gebäudevolumen V _e :	1.323,20	m ³ (Brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	861,26	m ² (Brutto)
A/V-Verhältnis:	0,65	m ⁻¹
Fensterflächen:	87,34	m ²
Außentürenflächen:	2,56	m ²
Vollgeschosse:	3	
charakteristische Breite:	9,00	m
charakteristische Länge:	12,00	m
Anzahl Wohneinheiten:	3	
Anzahl Bewohner/Nutzer:	16	
Raumtemperatur:	durchschnittlich ca. 20,0	°C
Kühltechnik:	keine Kühltechnik	

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Energiebezugsfläche nach EnEV, welche aus dem Gebäudevolumen ermittelt wird und von der Wohnfläche abweicht

3.1.2 Gebäudeansichten



Ansicht Süd-Ost



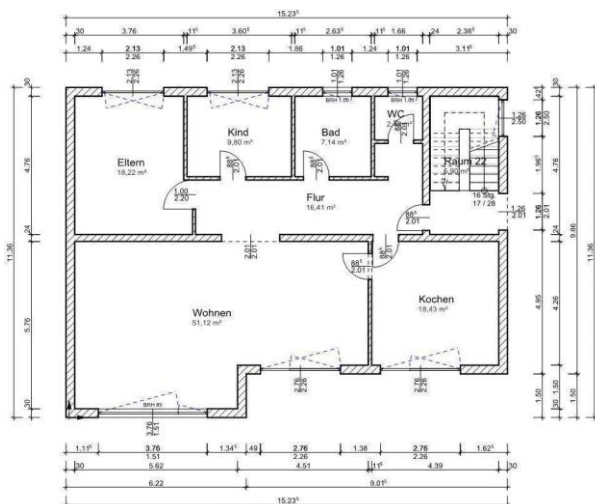
Ansicht Nord-Ost



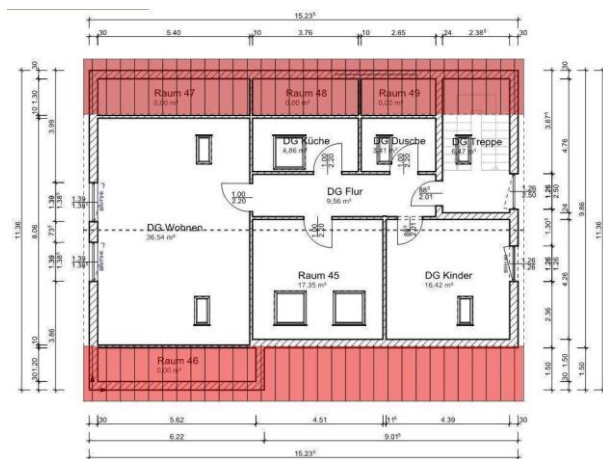
Ansicht Nord-West



Ansicht Süd-West



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss Dachgeschoss

3.2 Nutzerverhalten

Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes ist sehr stark vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig. So haben die Nutzungsdauer, das Lüftungsverhalten, der Trinkwarmwasserverbrauch, die Raumtemperaturen und Anzahl/Größe der beheizten Räume wesentlichen Einfluss.

Bei der Bilanzerstellung sind wir von typischen Randbedingungen in der vorliegenden Gebäudekategorie sowie von Ihren Angaben ausgegangen.

Das Nutzerverhalten geht insbesondere in die zugrunde gelegte mittlere Raumtemperatur und die Lüftungsintensität ein.

3.3 Bewertung der Substanz von Gebäudehülle und Anlagentechnik

3.3.1 Energetische Bewertung der Gebäudehülle

Obere Gebäudeabgrenzung: Dachflächen



Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet die oberste Geschossdecke. Der Dachraum ist, soll aber im Zuge der Sanierung ausgebaut und beheizt werden.

Er ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes nicht mit einbezogen.

Seitliche Gebäudeabgrenzung: Außenwände



Die seitliche Abgrenzung der thermischen Hülle wird von den Außenwänden und den Fenstern gebildet. Die Wände bestehen vorwiegend aus 36er Mauerwerk mit einem schlechten Dämmwert. Da seit 1974 (Baujahr) nichts an der Fassade repariert wurde, weist die Fassade erhebliche Fehlstellen im Putz auf.

Seitliche Gebäudeabgrenzung: Transparente Bauteile (Fenster, Türen)



Die Fenster und Glasbausteine (Ostseite) stammen noch aus dem Jahr 1974 und schließen nicht dicht. Hier findet ein erhöhter unkontrollierter Lüftungsaustausch statt, was zu hohen Lüftungswärmeverlusten führt.

Untere Gebäudeabgrenzung: Keller



Der Keller ist nicht beheizt, sodass die Kellerdecke die Abgrenzung nach unten bildet. Der Kellerabgang gehört zur beheizten Zone, wodurch die Kellerinnenwand sowie der Kellerfußboden in diesem Bereich die thermische Gebäudehülle darstellen.

3.3.2 Bewertung der Gebäudehülle im Ist Zustand nach „U-Werten“

Für die Außenbauteile wurden die Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Werte“) im Ist-Zustand berechnet. Gebäudeenergetisch nicht relevante Bauteile wie z.B. Tapeten wurden vernachlässigt.

Die Gebäudehülle wurde in energetisch relevante Kategorien unterteilt:

- Wände (Außen- und Innenwände)
- Böden und Kellerdecken
- Dächer
- Fenster und Bauteile mit transparenten Flächen

Teilflächen wurden gegebenenfalls zusammengefasst, U-Werte für diesen Fall gemittelt.

Die Spalte „**EnEV**“ zeigt die Mindestanforderungen für modernisierte Einzelbauteile nach Energieeinsparverordnung 2014.

Die Spalte „**KfW**“ zeigt die Anforderungen der KfW an ein modernisiertes und förderfähiges Bauteil im Falle der Förderung von Einzelmaßnahmen.

Für eine Sanierung zum Passivhaus nach vorgegebenen Standards gelten nochmals verbesserte Anforderungen an die Einzelbauteile der Gebäudehülle.

U-Werte der Gebäudehülle

Bauteil	Fläche	U-Werte [W/m ² K]			
		Bestand ¹⁾	EnEV ²⁾	KfW ³⁾	
Abgrenzung oben					
Kehlbalkendecke	60,6	0,66	0,24	0,14	
Dachschräge Süd	90,6	0,77	0,24	0,14	
Dachschräge Nord	38,6	0,77	0,24	0,14	
Drempelboden	49,0	0,72	0,24	0,14	
Abgrenzung seitlich					
	[m ²]	Bestand ¹⁾	EnEV ²⁾	KfW ³⁾	
Keller zum Treppenhaus	20,1	1,14	0,30	0,20	
Außenwand S	77,4	0,92	0,24	0,20	
Außenwand W	78,8	0,92	0,24	0,20	
Außenwand O	71,5	0,92	0,24	0,20	
Außenwand N	65,8	0,92	0,24	0,20	
Kellertür	1,8	2,66	0,30	0,20	
Kellerwand Erdreich	12,3	0,90	0,30	0,20	
Abseitenwand DG	42,9	1,83	0,30	0,20	
Außenwand SW Wohnen MFH	2,3	5,88	0,24	0,20	
Transparente Bauteile					
	HR	Bestand ¹⁾	EnEV ²⁾	KfW ³⁾	
Dachflächenfenster in Dach S	S	4,5	3,71 / zugig	1,40	0,95/1,3
Dachflächenfenster in Dach N	N	3,6	3,71 / zugig	1,40	0,95/1,3
Westfenster	W	3,9	3,61 / zugig	1,30	0,95/1,3
Fenster Ost	O	14,2	3,61 / zugig	1,30	0,95/1,3
Fenster Süd	S	12,1	3,61 / zugig	1,30	0,95/1,3
Fenster Nord	N	24,5	3,61 / zugig	1,30	0,95/1,3
Haustür	O	2,6	3,50 / zugig	1,80	0,95/1,3
Balkontür Süd	S	24,5	3,50 / zugig	1,30	0,95/1,3
Abgrenzung unten					
		Bestand ¹⁾	EnEV ²⁾	KfW ³⁾	
Kellerdecke	144,0	1,22	0,30	0,25	
Bodenplatte Treppenhaus	15,5	0,93	0,50	0,25	

¹⁾ Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

²⁾ Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2014 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die Anforderungswerte sind abhängig von der Einbausituation.

³⁾ Mindestwerte U-Werte für KfW-Förderung (Einzelmaßnahmen), für Denkmale gelten andere Werte; Stand: 03/2012, weitere Informationen unter <http://www.envisys.de/energieberatung/KfW-Foerderungen.326.0.html>

3.4 Transmissionen durch Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Punkte, Winkel und Flächen der Gebäudehülle, an denen gegenüber den übrigen Bauteilen erhöhte Transmissionen stattfinden. Man unterscheidet geometrische und konstruktive, lineare und flächenhafte Wärmebrücken. Im Folgenden werden - falls vorhanden - solche Wärmebrücken betrachtet, die nicht bereits in die Kalkulation der Bauteil-Transmissionen eingegangen sind.

Im Normalfall werden Wärmebrücken mit einem Pauschalwert berücksichtigt.

Weitere Erläuterungen finden Sie ggf. im Anhang.

Bei der Berechnung nach Energie-Einsparverordnung (EnEV) wurde ein pauschaler Aufschlag für die Wärmebrücken von 0,1 W/m²K auf die U-Werte der Gebäudehülle verwendet.

3.5 Energetische Bewertung der Anlagentechnik

3.5.1 Beschreibung und Bewertung der Wärmeversorgung



Bei der Anlage handelt es sich um einen Niedertemperaturkessel aus dem Jahr 1990. Die Leitungen sind teilweise ungedämmt, die Heizungspumpe ist zu hoch eingestellt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile. Ein thermischer Abgleich ist nicht vorgenommen worden.

Bereich: Wärmeversorgung, zentral

Abgabe

Übergabe:	Heizkörper
Anordnung:	Heizkörper nach Außen
Regelung:	Thermostatventil mit 2 K Schaltdifferenz
Heizkreistemperatur:	70/55°C
Nachtabsenkung:	ja, um 4,0 °C über 7 Stunden
hydraulischer Abgleich:	nein

Verteilung

Horizontalverteilung :	37,5 m im Unbeheizten, 10,0 m im Beheizten - 0,40 W/mK Dämmung
Steigstränge:	0,0 m im Unbeheizten, 29,4 m im Beheizten - 1,40 W/mK Dämmung
Anbindeleitungen :	215,3 m im Beheizten - 1,40 W/mK Dämmung
Pumpe:	30 W; ungeregelt;

Speicherung

kein Speicher vorhanden

Erzeugung

Standardkessel	Zentralheizung (im Unbeheizten), Standardkessel, 40,0 kW, Erdgas (incl. Flüssiggas), Baujahr: 1990 Einschaltdauer 8760 Stunden, Abgasverlust: 13,0 %, Bereitschaftsverlust: 1,00 %, Hilfsstrom: 0 W Jahresnutzungsgrad: 65,4 %
----------------	--

Der Wirkungsgrad für die Heizungsanlage beträgt 65,4 %

3.5.2 Beschreibung und Bewertung der Trinkwarmwasserversorgung



Bereich: Warmwasserversorgung, zentral

Abgabe

Wassermenge:	4 m ³ / Jahr
Wassertemperatur:	60 °C
Abgabestellen:	4 Räume
Erwärmungen:	3 pro Tag

Verteilung

Baujahr:	1980
Horizontalleitung:	16,9 m - 0,40 W/mK (teilweise gedämmt)
Steigstrang:	14,9 m - 0,40 W/mK (teilweise)
Stich-/Anbindeleitung:	29,4 m - 1,40 (mäßig gedämmt)
Zirkulation:	ja
Leistung der Pumpe:	20 W mit 5 Stunden Laufzeit pro Tag
Pumpe ist geregelt:	ja
Pumpe ist überdimensioniert:	ja
elektrische Rohrbegleitheizung:	ja

Speicherung

Trinkwarmwasserspeicher:	1.000 l Speichervolumen
Baujahr:	1980
Aufstellungsort:	außerhalb der thermischen Hüll
Speicherdämmung:	0,33 W/m ² K
Bereitschaftsverlust:	2,00 kWh pro Tag
Pumpe (indirekt beheizter Speicher):	30 W mit 10 Stunden pro Jahr

Bereitung

Kombi-Erzeuger	Kombi-Erzeuger (Erzeuger für HZ+WW), 40 kW, Standardkessel, Baujahr: 1990
----------------	---

3.5.3 Beschreibung und Bewertung der Lüftung



Die Lüftung erfolgt natürlich über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung). Durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle und undichte Fenster wird ein erhöhter Lüftungswärmeverlust verursacht.

Lüftungsbereich	freie Lüftung
versorgte Zonen	Wohnen MFH
Lüftungsart	die Lüftung erfolgt als freie Lüftung (Fenster)

Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste finden im Wesentlichen durch Fenster- und Türfugen bzw. -Schwellen statt. Aber auch Mauerwerk, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen

Lüftungswärmeverlusten führen. Im vorliegenden Bericht wurde dies berücksichtigt durch Einschätzung der Fugendichtigkeit.

Ein gewisses Maß an Lüftung ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig, da Menschen und Pflanzen atmen und dazu Sauerstoff benötigen (siehe dazu ggf. Anmerkungen im Anhang). Feuchtigkeit muss abgeführt werden, um Schimmelbildung abzuwehren. Vermehrt in modernen Baustoffen, Kunststoffen, Belägen, Fasern etc. auftretende Schadstoffe müssen ebenso abgeführt werden. Notwendig ist daher eine Mindest-Luftwechselrate von 0,3 (Austausch der gesamten Luft in 3,3 Stunden). Ist eine Lüftungsanlage (mechanische Lüftung) vorhanden, so wird die Rate exakt dimensioniert und hier so berücksichtigt. Im Falle der manuellen Lüftung wurde auch dieser Wert aufgrund Ihrer Angaben eingeschätzt. Mündlich wurden dazu ergänzende Hinweise gegeben.

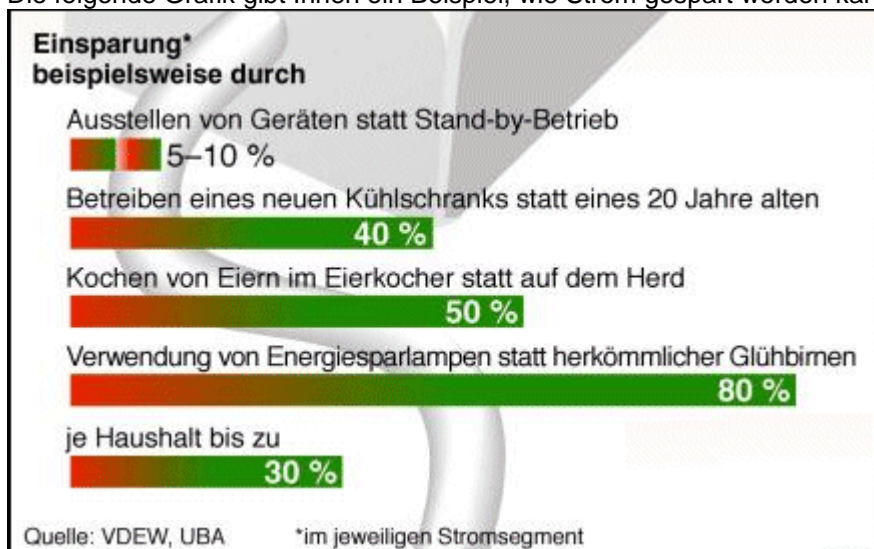
Hinweis:

Es muss ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 erstellt werden! Im vorhandenen Zustand reicht der Luftaustausch nicht, um die entstehende Luftfeuchte abzuführen. Damit kann es zu Schimmelbildungen kommen.

3.6 Strombedarf und Stromeinsatz im Gebäude

Das Umweltbundesamt (UBA) hat errechnet, dass ein Haushalt bis zu 30 Prozent Energie und somit mindestens hundert Euro im Jahr durch einen bewussten Umgang mit Strom einsparen kann - bei gleichem Komfort. Dazu gehören auch einfache Maßnahmen.

Die folgende Grafik gibt Ihnen ein Beispiel, wie Strom gespart werden kann:



Erläuterungen zum Stromsparen finden Sie auch im Internet unter www.stromeffizienz.de.

Während der Analyse des betrachteten Gebäudes wurden auch die Ausstattung und der Einsatz von Stromverbrauchern untersucht. Der Haushalt ist durchschnittlich mit Geräten ausgestattet. Diese weisen eine mittlere Energieeffizienz auf bzw. werden normal eingesetzt. Es gibt ein großes Einsparpotenzial.

Für das Gebäude/den Haushalt wurden folgende Daten ermittelt:

Strombedarf aktuell	12.780 kWh/a
Strombedarf im Durchschnitt	13.042 kWh/a
Strombedarf effizient	6.130 kWh/a

Der Strombedarf 12.780 kWh/Jahr wurde anhand der Anzahl der Bewohner, der Wohnfläche sowie der Ausstattung mit Geräten ermittelt.

Der typische bundesdurchschnittliche Jahres-Stromverbrauch eines vergleichbaren Haushaltes/Objektes liegt bei etwa 13.042 kWh/Jahr.

Weitere Ausführungen im separaten Stromsparbericht

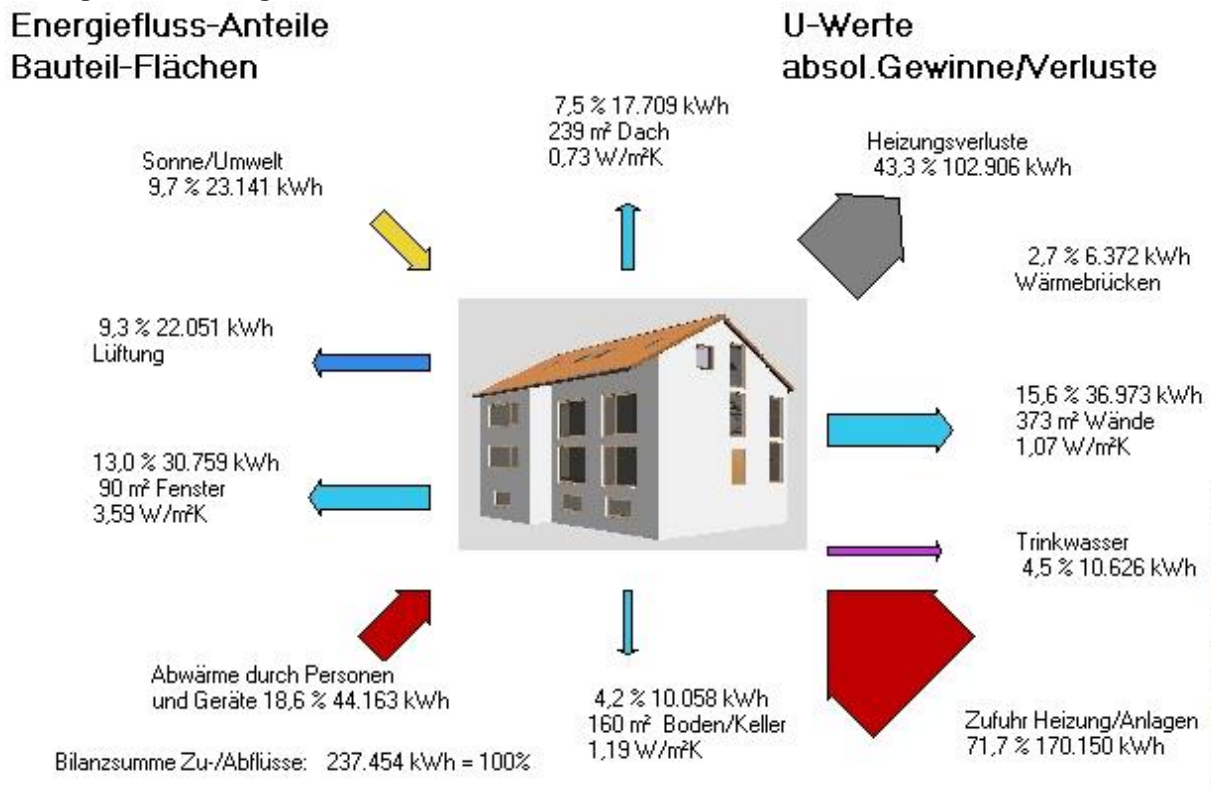
3.7 Gebäudeanalyse

In der Gebäudeanalyse wird das Gebäude in seinem derzeitigen Zustand energetisch bewertet. Aus der Gebäudeanalyse ergeben sich Ansätze zu notwendigen und sinnvollen Sanierungsmaßnahmen.

3.7.1 Energiebilanz des Gebäudes

Die Energiebilanz des Gebäudes erfolgte nach DIN V 18599. Eine Abweichung von den gemessenen Verbrauchswerten kann an klimatischen Verhältnissen, einem abweichenden Nutzerverhalten (Lüften, Abwesenheit, ungenutzte Räume etc.) und weiteren Faktoren liegen.

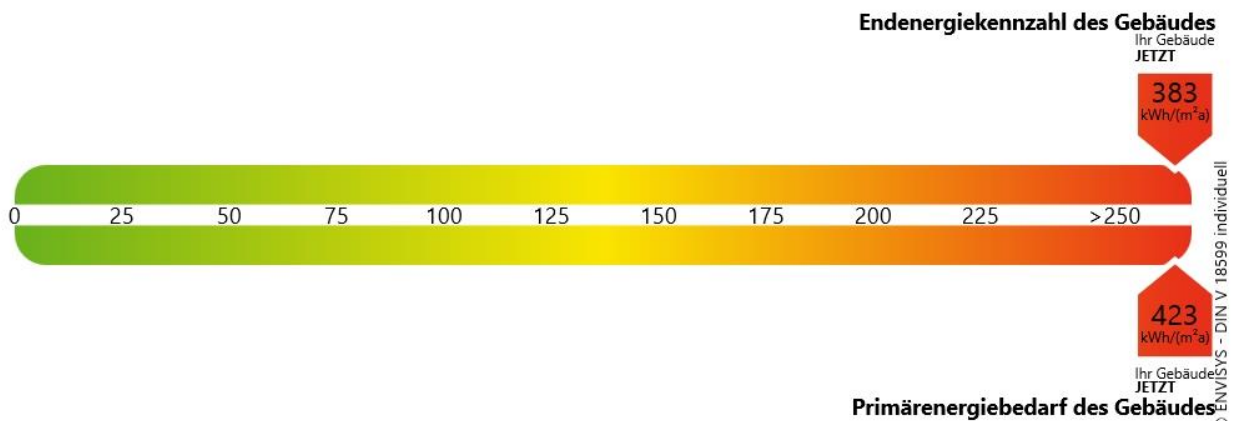
Das folgende Bild zeigt Ihnen das Bilanzschema zum Gebäude:



3.7.2 Endenergiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen

Aus der Analyse der Daten aus der Vor-Ort-Begehung sowie den verfügbaren weiteren Informationen wurde nach dem Berechnungsverfahren DIN V 18599 ein Energiebedarf von 153.341 kWh/a ermittelt.

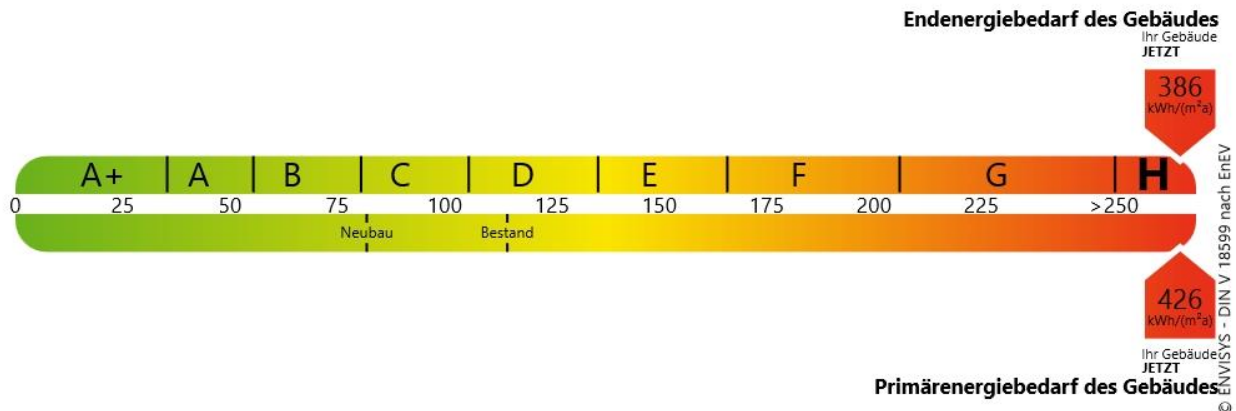
Das folgende Bild zeigt Ihnen den Endenergiebedarf pro Jahr für das Gebäude, bezogen auf die beheizte Wohnfläche und mit individuellen Randbedingungen. Die folgenden Angaben sind heizwertbezogen.



3.7.3 Endenergiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage der Energieeinsparverordnung 2014, Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung des Gebäudes gemäß EnEV 2014



3.7.4 Abgleich berechneter Energiebedarf vs. tatsächlicher Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist die Wärmemenge, die in den letzten Jahren tatsächlich verbraucht wurde. Sie wird auf Basis der von Ihnen gelieferten Verbrauchsmessungen ermittelt. Im Energieverbrauch werden damit das individuelle Nutzerverhalten der Bewohner und das tatsächliche Außenklima am Standort berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle werden die angegebenen Verbrauchsdaten der letzten Jahre ausgegeben.

Energieträger	Verbrauchsperiode	Menge		Kosten je kWh
Strom	1.1.2008 bis 31.12.2008	16.800,0	kWh	0,21 €
Strom	1.1.2009 bis 31.12.2009	15.450,0	kWh	0,21 €
Strom	1.1.2010 bis 31.12.2010	15.700,0	kWh	0,21 €
Erdgas_H	1.1.2008 bis 31.12.2008	10.050,0	m³	0,07 €
Erdgas_H	1.1.2009 bis 31.12.2009	9.600,0	m³	0,07 €
Erdgas_H	1.1.2010 bis 31.12.2010	10.200,0	m³	0,07 €

In den letzten 3 Jahren betragen bei einem mittleren Energieverbrauch von ca. **116.700 kWh** pro Jahr die Kosten **10.505 €** pro Jahr.

Der mittlere Energieverbrauch der letzten Jahre beträgt **116.700 kWh/a**. Demgegenüber wurde ein Energiebedarf von **153.341 kWh/a** berechnet. Während der Energieverbrauch durch die tatsächlichen Verbrauchswerte bestimmt wird, wird der Energiebedarf auf der Grundlage der Angaben zum Gebäude rechnerisch ermittelt.

Es ergibt sich ein Faktor von **0,76** für die Verbrauchsanpassung.

Mit diesem Faktor werden die zu erwartenden Einsparungen bezogen auf den gemessenen Energieverbrauch ermittelt. Dies ist eine vereinfachte Betrachtungsweise in guter Näherung. In der Praxis zeigt sich zudem häufig, dass nach einer Sanierung die Komfortanforderungen der Nutzer steigen, z.B. durch höhere Raumtemperaturen, Beheizung zuvor gering beheizter Räume etc. Aus diesen Gründen können auch die Einsparungen bezogen auf den gemessenen Energieverbrauch nicht garantiert werden.

Die hohe Differenz zwischen dem rechnerisch ermittelten Endenergiebedarf des Objektes und dem gemessenen Endenergieverbrauch ergibt sich daher, dass:

1. das Klima im betrachteten Zeitraum am Standort des Gebäudes etwas wärmer war als das langjährige Durchschnittsklima für die Berechnung des Energiebedarfs.
2. das im Abschnitt "Nutzerverhalten" beschriebene Nutzerverhalten nicht dem für Bedarfsberechnungen angesetzten Durchschnitts-Nutzerverhalten entspricht.

4 Sanierungsfahrplan - Sanierungspakete

4.1 Sanierungspaket: Pelletkessel

4.1.1 Das Sanierungspaket im Überblick

Mit diesem Sanierungspaket wird kein KfW-Effizienzhausstandard erreicht. Sie können jedoch KfW-Förderungen für Einzelmaßnahmen in Anspruch nehmen.



Empfohlener Zeitraum: bis 2016

4.1.2 Kostenstruktur im Überblick

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Pelletkessel	12.000,00 €/Anlage	12.000 €
Heizleitungen alle dämmen	8,00 €/m	2.338 €
Elektronisch geregelte Heizungspumpe	350,00 €/Heizkreis	350 €
Hydraulischer Abgleich	300,00 €/Heizkreis	300 €
Pufferspeicher - (1000l)	1.200,00 €/Speicher	1.200 €
Baubegleitung Anlagentechnik	2.500,00 €	2.500 €
Summe der Kosten:		18.688 €

4.1.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Variante	Ist-Zustand	Pelletkessel	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	169.471	24.919	[kWh/a]	85,3 %
Primärenergiebedarf / m ²	422,8	62,2	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	153.341	112.258	[kWh/a]	26,8 %
Endenergiebedarf / m ²	382,6	280,1	[kWh/m ² a]	
Heizlast	37,1	37,1	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,333	0,636		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten / Jahr	10.690	6.571	[€/a]	38,5 %
Energiekosten / Monat	891	548	[€/Monat]	
Energiekosten /m ²	26,67	16,39	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition ¹⁾		18.688	[€]	
abzgl. Instandsetzungskosten ²⁾		0	[€]	
abzgl. Förderung ³⁾		3.976	[€]	
Investition ⁴⁾		14.711	[€]	
Investition /m ²		37	[€/m ²]	
Amortisation ⁵⁾		4	[Jahre]	
mittlere Rendite		8,21	[%]	
Kapitalwert ⁶⁾		75.519	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	95,1	13,1	[kg/m ² a]	86,2 %
SO ₂ -Emissionen	4,5	1,3	[g/m ² a]	71,3 %
NO ₂ -Emissionen	61,7	195,5	[g/m ² a]	-217,1 %
Staub	2,0	100,0	[g/m ² a]	-4.971,5 %

¹⁾ Gesamte Investition ohne Abzüge, hier kommen ggf. noch weitere Kosten hinzu (Planungskosten etc.)

²⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso-Kosten), welche ohnehin anfallen (z.B. weil Nutzungszeiten überschritten sind)

³⁾ Mögliche Förderungen (geldwerter Vorteil) durch die KfW etc., Erläuterungen dazu finden Sie in den Sanierungspaketen selbst

⁴⁾ Nettoinvestition (energetische Investition), d.h. hier wurden die Instandsetzungskosten und Förderungen abgezogen

- 5) Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.
- 6) Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

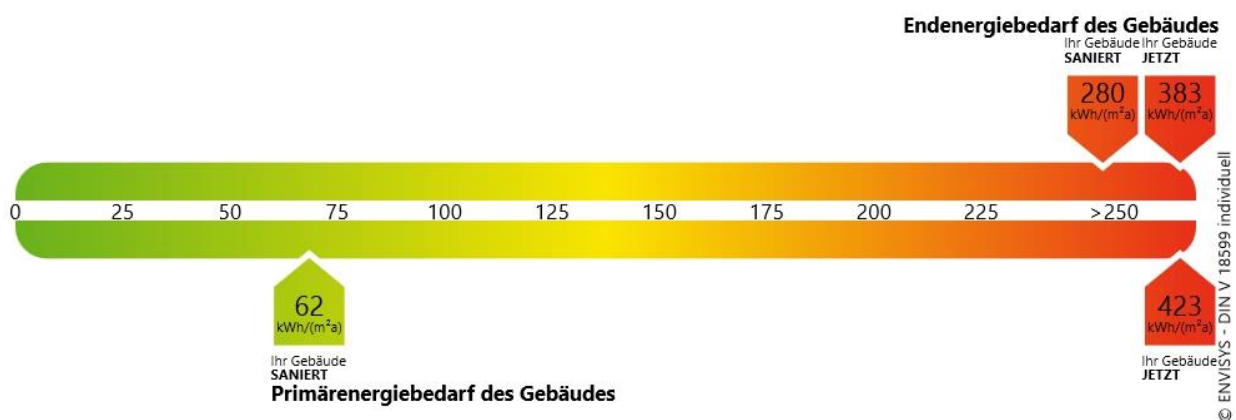
Hinweis zu den Investitionen

Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen. Die genannten Investitionen entsprechen nicht den Vollkosten. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

4.1.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick

Energiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen

Das folgende Bild zeigt Ihnen den Endenergiebedarf (einzukaufende Energie) sowie den Primärenergiebedarf vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) in Bezug zum vorangegangenen Sanierungspaket:



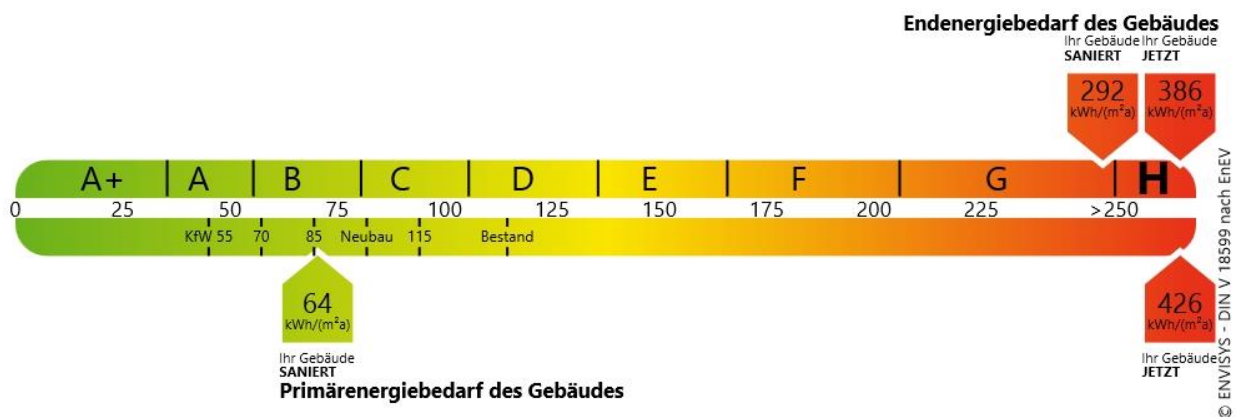
SANIERT: Sanierungspaket **Pelletkessel** abgeschlossen

Energiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW- Bank:

	Saniert	EnEV Referenz ¹⁾	Anf. Bestand	
Jahresprimärenergiebedarf Q_{p}	64,1	81,5	114,1	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_{T}	1,208	0,381	0,700	W/(m ² K)

¹⁾ das Referenzgebäude beschreibt den Neubauzustand nach EnEV

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiebedarfskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n), bezogen auf die beheizte Wohnfläche und mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW-Förderbank.



4.1.5 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket

Es wird empfohlen, für die Sanierung eine Baubegleitung durch einen Sachverständigen in Anspruch zu nehmen. Hierbei kann ggf. ein Zuschuss durch die KfW in Anspruch werden.

Begründung:

Der vorhandene Heizkessel hat die übliche Nutzungsdauer überschritten. Moderne Heizkessel nutzen den Brennstoff wesentlich besser aus. Der hydraulische Abgleich passt die Heizung an das Gebäude an. Die Rohrleitungen müssen laut Energieeinsparverordnung (EnEV) seit 2007 gedämmt sein.

Zu beachten:

Auch wenn die Solaranlage noch nicht installiert wird, sollten Rohrleitungen zum Dach vorgerüstet werden. Wenn der Brauchwasserspeicher ausgetauscht wird, sollte ein Solarspeicher installiert werden.

Lüftungskonzept:

Nach DIN 1946-6 sind Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich! Im sanierten Zustand reicht der Luftaustausch nicht, um die entstehende Luftfeuchte abzuführen. Damit kann es zu Schimmelbildungen kommen. Es wird dringend die Erstellung eines Lüftungskonzeptes empfohlen.

Komfortsteigerung:

Der hydraulische Abgleich bewirkt eine bessere Regelung der Raumtemperaturen und beseitigt Störgeräusche.

4.1.6 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen des Sanierungspaketes beschrieben.

4.1.6.1 Pelletkessel



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der neuen Anlage</i>			
Typ	Zentralheizung (im Unbeheizten)		
genutzte Technik	Niedertemperaturkessel		
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung		
Energieträger	Holz Pellets		
Leistung		37	kW
Nutzungsdauer		20	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	9.000	€	
zusätzliche Kosten einmalig	3.000	€	
Summe	12.000	€	

4.1.6.2 Heizleitungen alle dämmen

4.1.6.3 Elektronisch geregelte Heizungspumpe

<i>Daten der Heizungspumpe</i>			
Pumpenmanagement			integriert, außentemperaturgeführte Kesseltemp.
Leistung der Pumpe		20,00	W
elektronisch geregelt			J
Überdimensionierung			N
Nutzungsdauer		15	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Heizungspumpe	1 Stck.	350 €	
Summe		350 €	

4.1.6.4 Hydraulischer Abgleich



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Wärmeabgabe</i>			
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz		
Heizkreistemperatur		55/45	
hydraulischer Abgleich		J ¹⁾	
Nutzungsdauer		30	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage		300 €	
Summe		300 €	

¹⁾ Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden!

4.1.6.5 Pufferspeicher - (1000l)



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten des Pufferspeichers</i>			
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung		
Aufstellung	im Beheizten		
Volumen des Speichers		1.000	l
Nennleistung der Ladepumpe		20	W
Bereitschaftswärmeverlust		3,70	kWh/d
Nutzungsdauer		20	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten des Pufferspeichers		1.200 €	
Summe		1.200 €	

4.1.6.6 Baubegleitung Anlagentechnik

Nutzungsdauer	30 Jahre
Kosten	
Kosten der Maßnahme	2.500 €
Summe	2.500 €

4.1.7 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket

Für den Holzpelletkessel und die thermische Solaranlage erhalten Sie einen Förderzuschuss aus dem Marktanzreizprogramm für Erneuerbare Energien beim BAFA. Für die Solaranlage können Sie einen Zuschuss oder ein zinsgünstiges Darlehen bei der KfW-Förderbank erhalten (Programm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen).

Für die Planungsleistungen sowie den Einbau der Anlagentechnik kann ein Investitionszuschuss bzw. ein zinsgünstiges Darlehen durch die KfW-Förderbank bewilligt werden (Förderprogramm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen)

4.1.7.1 Förderprogramm: KfW-Einzelmaßnahmen - Programm 152 (Kredit)

Kredit		
Laufzeit	10	Jahre
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre
Zinsbindung	10	Jahre
KfW-Zinssatz	0,75	%
maximal möglicher Kreditbetrag ¹⁾	150.000	€
Ergebnis		
energetisch motivierte Investition	16.188	€
Förderfähiger Betrag	16.188	€
Förderfähiger Betrag	16.188	€
Geldwerter Vorteil	2.726	€

¹⁾ pro Wohneinheit werden maximal 50.000 € gefördert

4.1.7.2 Förderprogramm: Baubegleitung - Programm 431 (Kredit)

Zuschuss		
energetisch motivierte Investition	2.500	€
Förderfähiger Betrag	1.250	€
Geldwerter Vorteil	1.250	€

¹⁾ pro Antrag werden 50% der Investition, maximal 4.000 € gefördert

4.2 Sanierungspaket: Dach und Solaranlage

4.2.1 Das Sanierungspaket im Überblick

Mit diesem Sanierungspaket wird kein KfW-Effizienzhausstandard erreicht. Sie können jedoch KfW-Förderungen für Einzelmaßnahmen in Anspruch nehmen.



Empfohlener Zeitraum: bis 2020

4.2.2 Kostenstruktur im Überblick

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Neuaufbau von: Dachschräge S	5,00 €/m ²	455 €
Neuaufbau von: Dachschräge N	5,00 €/m ²	193 €
Drempelräume und Spitzboden hinzufügen	25.000,00 €	25.000 €
Solaranlage mit Heizungsunterstützung	423,33 €/m ²	6.350 €
	Kollektor	
TWW-Solarspeicher mittel - (500 l)	1.800,00 €/Speicher	1.800 €
Baubegleitung Anlagentechnik	2.500,00 €	2.500 €
Summe der Kosten:		36.298 €

4.2.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Bei der Betrachtung dieses Sanierungspaketes wurde angenommen, dass eine Sanierung (siehe Sanierungspaket **Pelletkessel**) bereits durchgeführt wurde.

Variante	Pelletkessel	Dach und Solaranlage	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	24.919	20.302	[kWh/a]	18,5 %
Primärenergiebedarf / m ²	62,2	50,7	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	112.258	87.535	[kWh/a]	22,0 %
Endenergiebedarf / m ²	280,1	218,4	[kWh/m ² a]	
Heizlast	37,1	30,2	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,636	0,642		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten / Jahr	6.571	5.179	[€/a]	21,2 %
Energiekosten / Monat	548	432	[€/Monat]	
Energiekosten /m ²	16,39	12,92	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition ¹⁾		36.298	[€]	
abzgl. Instandsetzungskosten ²⁾		0	[€]	
abzgl. Förderung ³⁾		7.848	[€]	
Investition ⁴⁾		28.450	[€]	
Investition /m ²		71	[€/m ²]	
Amortisation ⁵⁾		22	[Jahre]	
mittlere Rendite		1,61	[%]	
Kapitalwert ⁶⁾		27.230	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	13,1	10,8	[kg/m ² a]	17,6 %
SO ₂ -Emissionen	1,3	1,5	[g/m ² a]	-13,3 %
NO ₂ -Emissionen	195,5	152,3	[g/m ² a]	22,1 %
Staub	100,0	77,7	[g/m ² a]	22,3 %

¹⁾ Gesamte Investition ohne Abzüge, hier kommen ggf. noch weitere Kosten hinzu (Planungskosten etc.)

²⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso-Kosten), welche ohnehin anfallen (z.B. weil Nutzungszeiten überschritten sind)

³⁾ Mögliche Förderungen (geldwerter Vorteil) durch die KfW etc., Erläuterungen dazu finden Sie in den Sanierungspaketten selbst

⁴⁾ Nettoinvestition (energetische Investition), d.h. hier wurden die Instandsetzungskosten und Förderungen abgezogen

⁵⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.

⁶⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

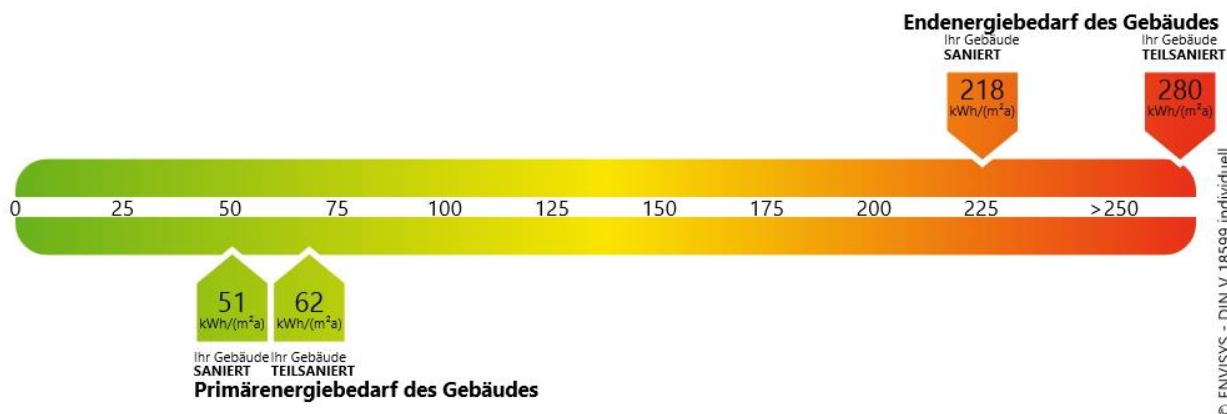
Hinweis zu den Investitionen

Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen. Die genannten Investitionen entsprechen nicht den Vollkosten. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

4.2.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick

Energiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen

Das folgende Bild zeigt Ihnen den Endenergiebedarf (einzukaufende Energie) sowie den Primärenergiebedarf vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) in Bezug zum vorangegangenen Sanierungspaket:



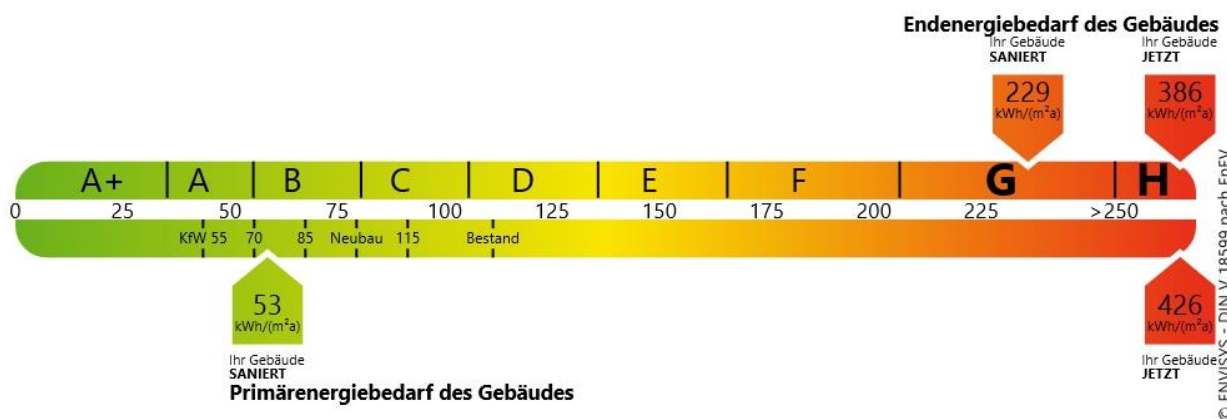
TEILSANIERT: Sanierungspaket **Pelletkessel** abgeschlossen
 SANIERT: Sanierungspaket **Dach und Solaranlage** abgeschlossen

Energiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW- Bank:

	Saniert	EnEV Referenz ¹⁾	Anf. Bestand
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	52,5	79,2	110,8 kWh/(m²a)
Transmissionswärmeverlust H_T	1,043	0,398	0,700 W/(m²K)

¹⁾ das Referenzgebäude beschreibt den Neubauzustand nach EnEV

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiebedarfskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n), bezogen auf die beheizte Wohnfläche und mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW-Förderbank.



4.2.5 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket

Es wird empfohlen, für die Sanierung eine Baubegleitung durch einen Sachverständigen in Anspruch zu nehmen. Hierbei kann ggf. ein Zuschuss durch die KfW in Anspruch werden.

Begründung:

Die vorhandenen Dachziegel haben 2020 die übliche Nutzungsdauer erreicht. Bei Neueindeckung ist laut EnEV eine Dämmung einzubauen. Eine Aufsparrendämmung bietet lückenlosen Wärmeschutz. Bei der Sanierung des Daches ist die Erweiterung des Dachgeschosses um die Drempelräume einfach auszuführen.

Gleichzeitig sollten die Dachfenster getauscht und Solarkollektoren installiert werden. Rohrleitungen für die später zu installierende Lüftungsanlage, die im Dach verlaufen, sollten ebenfalls verlegt werden.

Zu beachten:

Der Dachüberstand sollte vergrößert werden, um bei einer späteren Dämmung der Außenwände gut anschließen zu können. Die Anschlüsse der luftdichten Ebene an die Außenwand sind so zu planen, dass sie auch bei der späteren Außenwanddämmung lückenlos übergehen. Die Rohrleitungen für die spätere Lüftungsanlage können zwischen den Sparren verlegt werden - das ist in diesem Zusammenhang leicht möglich. Durch die Dämmung sind Heizkreise und Regelung erneut an das Gebäude anzupassen.

Lüftungskonzept:

Nach DIN 1946-6 sind Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich! Im sanierten Zustand reicht der Luftaustausch nicht, um die entstehende Luftfeuchte abzuführen. Damit kann es zu Schimmelbildungen kommen. Es wird dringend die Erstellung eines Lüftungskonzeptes empfohlen.

Komfortsteigerung:

Die Dämmmaßnahmen bewirken gleichmäßig warme Räume. Dadurch wird die Behaglichkeit erhöht. Die neuen Dachfenster verhindern die Überhitzung im Dachgeschoss. Dank der Solaranlage kann der Heizkessel im Sommer ausgeschaltet werden.

4.2.6 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen des Sanierungspaketes beschrieben.

4.2.6.1 Neuaufbau von: Dachschräge S



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Nutzungsdauer			10 Jahre
Wärme übertragende Fläche			91,00 m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Dachschräge Süd	90,59 m ²	453 €	0,77 / 0,09 W/m ² K
<i>Summe</i>	<i>91,00 m²</i>	<i>455 €</i>	<i>entspricht 5 €/m²</i>

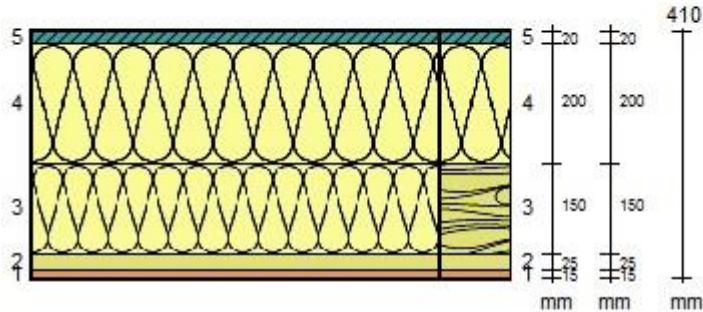
¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

Die folgende Grafik zeigt Ihnen den Aufbau des neuen Bauteils:

Dachschräge gedämmt

Rahmen (Anteil 15 %)

Oberseite (außen) U-Wert = 0,09224 W/m²K



- 1: Kalkgipsmörtel
- 2: Holzwolle-Leichtbauplatte
- 3: Mineral. Faserdämmstoff
- 4: Mineral. Faserdämmstoff
- 5: Ziegel

- 1: Kalkgipsmörtel
- 2: Holzwolle-Leichtbauplatte
- 3: Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)
- 4: Mineral. Faserdämmstoff
- 5: Ziegel

Hinweis: Dieser Aufbau ist ein Vorschlag und ersetzt nicht die notwendige Planung.

Aufbau (von innen nach außen)	Schichtdicke	Wärmeleitzahl
Fachschräge 85,00 %	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,100
3. Mineral. Faserdämmstoff	15,00	0,030
4. Mineral. Faserdämmstoff	20,00	0,030
5. Ziegel	2,00	2,100
Rahmenschräge 15,00 %	[cm]	[W/mK]
1. Kalkgipsmörtel	1,50	0,700
2. Holzwolle-Leichtbauplatte	2,50	0,140
3. Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	15,00	0,130
4. Mineral. Faserdämmstoff	20,00	0,030
5. Ziegel	2,00	2,100
Gesamtdicke:	41,00	

4.2.6.2 Neuaufbau von: Dachschräge N



Eigenschaften der Maßnahme

Daten der Dämmung

Nutzungsdauer				10	Jahre
Wärme übertragende Fläche				38,62	m ²
angewendet auf folgende Bauteile:	Fläche ¹⁾	Kosten	U-Wert alt / neu		
Dachschräge Nord	38,62 m ²	193 €	0,77 / 0,09		W/m ² K
Summe	38,62 m ²	193 €	entspricht 5		€/m ²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

4.2.6.3 Drempelräume und Spitzboden hinzufügen



<i>Daten des Ausbaus/Umbaus</i>			
Energiebezugsfläche alt / neu		400,80 / 400,80	m ²
Gebäudevolumen alt / neu		1.323,20 / 1.310,40	m ³
Nutzungsdauer		50	Jahre
<i>folgende Bauteile fallen weg:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>		<i>U-Wert alt</i>
Kehlbalkendecke	60,61 m ²		0,66 W/m ² K
Drempelboden	49,02 m ²		0,72 W/m ² K
Abseitenwand DG	42,94 m ²		1,83 W/m ² K
<i>folgende Bauteile kommen hinzu:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert neu</i>
Dachschräge N erweitert	50,00 m ²		0,09 W/m ² K
Dachschräge S erweitert	28,48 m ²		0,09 W/m ² K
Summe	78,48 m²	25.000 €	entspricht 319¹⁾ €/m²

¹⁾ die Angabe bezieht sich auf die neuen Bauteile

4.2.6.4 Solaranlage mit Heizungsunterstützung



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der regenerativen Anlage</i>		
Art	Sonnenkollektor	
Arbeitszahl		40,00
Deckungsgrad Heizung		10,00 %
Deckungsgrad Warmwasser		70,00 %
Nutzungsdauer		20 Jahre
<i>Kosten</i>		
Kosten der Anlage	350 € /m ²	
zusätzliche Kosten einmalig	1.100 €	
Summe	6.350 €	

4.2.6.5 TWW-Solarspeicher mittel - (500 l)



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten des Warmwasserspeichers</i>			
Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung		
Volumen des Speichers	1.000	Liter	
U-Wert der Speicherhülle	0,30	W/m²K	
Temperatur Aufstellraum	15,0	°C	
Nutzungsdauer	30	Jahre	
<i>Kosten</i>			
Kosten des Speichers	1.800	€	
Summe	1.800	€	

4.2.6.6 Baubegleitung Anlagentechnik

Nutzungsdauer	30	Jahre
<i>Kosten</i>		
Kosten der Maßnahme	2.500	€
Summe	2.500	€

4.2.7 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket

Für die thermische Solaranlage erhalten Sie einen Förderzuschuss aus dem Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien beim BAFA. Weiterhin können Sie einen Zuschuss oder ein zinsgünstiges Darlehen bei der KfW-Förderbank erhalten (Programm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen). Für die Dämmung der Dachflächen sowie den Austausch der Dachflächenfenster können Sie wahlweise ein zinsgünstiges Förderdarlehen oder einen Zuschuss von der KfW-Förderbank erhalten (Förderprogramm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen).

Für die Planungsleistungen sowie den Einbau der Anlagentechnik kann ein Investitionszuschuss bzw. ein zinsgünstiges Darlehen durch die KfW-Förderbank bewilligt werden (Förderprogramm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen).

4.2.7.1 Förderprogramm: KfW-Einzelmaßnahmen - Programm 152 (Kredit)

<i>Kredit</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	0,75	%	
maximal möglicher Kreditbetrag ¹⁾	150.000	€	
<i>Ergebnis</i>			
energetisch motivierte Investition	33.798	€	
Förderfähiger Betrag	33.798	€	
Förderfähiger Betrag	33.798	€	
Geldwerter Vorteil	5.693	€	

¹⁾ pro Wohneinheit werden maximal 50.000 € gefördert

4.2.7.2 Förderprogramm: KfW-Ergänzungskredit - Programm 167 (Kredit)

<i>Ergänzungskredit</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	1,25	%	
maximal möglicher Kreditbetrag ¹⁾	150.000	€	
<i>Ergebnis</i>			
energetisch motivierte Investition	6.350	€	
Förderfähiger Betrag	6.350	€	
Geldwerter Vorteil	905	€	

¹⁾ pro Wohneinheit werden maximal 50.000 € gefördert

4.2.7.3 Förderprogramm: Baubegleitung - Programm 431 (Kredit)

Zuschuss		
energetisch motivierte Investition	2.500	€
Förderfähiger Betrag	1.250	€
Geldwerter Vorteil	1.250	€

¹⁾ pro Antrag werden 50% der Investition, maximal 4.000 € gefördert

4.3 Sanierungspaket: Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage

4.3.1 Das Sanierungspaket im Überblick

Mit diesem Sanierungspaket erreichen Sie den KfW-Effizienzhausstandard: **KfW-Effizienzhaus 55**



Empfohlener Zeitraum: bis 2025

4.3.2 Kostenstruktur im Überblick

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Fensteraustausch, Passivhausqualität	500,00 €/m ²	40.900 €
Kellerdecke, unterseitig dämmen	42,00 €/m ²	6.050 €
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	79,00 €/m ²	23.369 €
Kellerinnenwand dämmen	79,00 €/m ²	1.589 €
Verbesserung der Wärmebrücken, pauschal	0,00 €/m Wärmebrücke	0 €
Hocheffiziente Lüftungsanlage mit WRG	8.250,00 €	8.250 €
Baubegleitung Lüftungseinbau etc.	2.000,00 €	2.000 €
Summe der Kosten:		82.157 €

4.3.3 Energetische Werte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Bei der Betrachtung dieses Sanierungspaketes wurde angenommen, dass eine Sanierung (siehe Sanierungspaket **Dach und Solaranlage**) bereits durchgeführt wurde.

Variante	Dach und Solaranlage	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	20.302	6.513	[kWh/a]	67,9 %
Primärenergiebedarf / m ²	50,7	16,3	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	87.535	21.006	[kWh/a]	76,0 %
Endenergiebedarf / m ²	218,4	52,4	[kWh/m ² a]	
Heizlast	30,2	7,4	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,642	0,289		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten / Jahr	5.179	1.347	[€/a]	74,0 %
Energiekosten / Monat	432	112	[€/Monat]	
Energiekosten /m ²	12,92	3,36	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition ¹⁾		82.157	[€]	
abzgl. Instandsetzungskosten ²⁾		4.500	[€]	
abzgl. Förderung ³⁾		27.714	[€]	
Investition ⁴⁾		49.943	[€]	
Investition /m ²		125	[€/m ²]	
Amortisation ⁵⁾		14	[Jahre]	
mittlere Rendite		2,65	[%]	
Kapitalwert ⁶⁾		59.549	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	10,8	3,7	[kg/m ² a]	65,9 %
SO ₂ -Emissionen	1,5	1,2	[g/m ² a]	17,3 %
NO ₂ -Emissionen	152,3	36,2	[g/m ² a]	76,2 %
Staub	77,7	18,1	[g/m ² a]	76,7 %

¹⁾ Gesamte Investition ohne Abzüge, hier kommen ggf. noch weitere Kosten hinzu (Planungskosten etc.)

²⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso-Kosten), welche ohnehin anfallen (z.B. weil Nutzungszeiten überschritten sind)

³⁾ Mögliche Förderungen (geldwerter Vorteil) durch die KfW etc., Erläuterungen dazu finden Sie in den Sanierungspaketen selbst

⁴⁾ Nettoinvestition (energetische Investition), d.h. hier wurden die Instandsetzungskosten und Förderungen abgezogen

⁵⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.

⁶⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

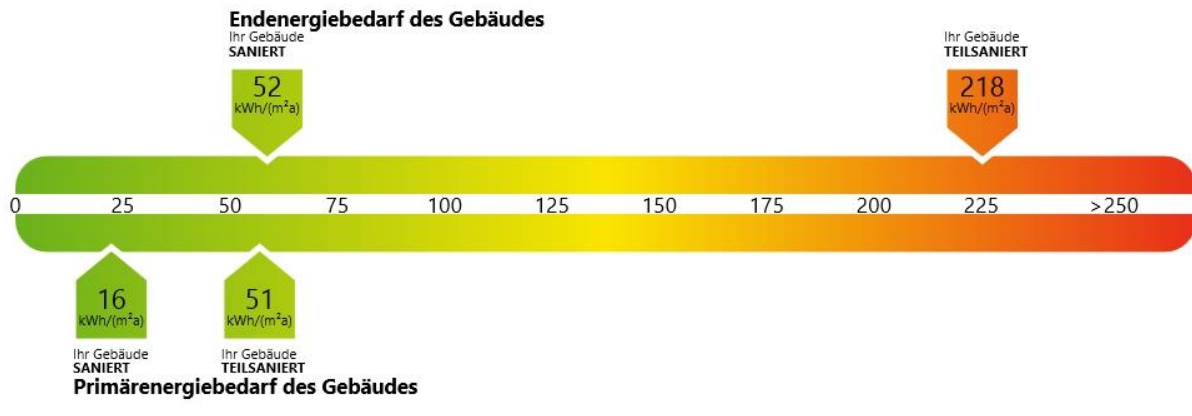
Hinweis zu den Investitionen

Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen. Die genannten Investitionen entsprechen nicht den Vollkosten. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

4.3.4 Bilanzierungsergebnisse im Überblick

Energiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen

Das folgende Bild zeigt Ihnen den Endenergiebedarf (einzukaufende Energie) sowie den Primärenergiebedarf vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) in Bezug zum vorangegangenen Sanierungspaket:



TEILSANIERT: Sanierungspaket **Dach und Solaranlage** abgeschlossen

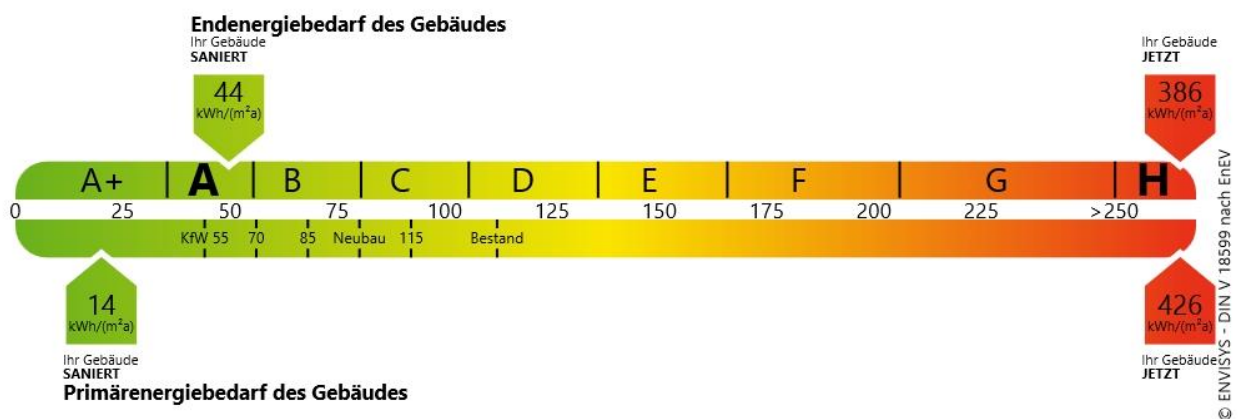
SANIERT: Sanierungspaket **Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage** abgeschlossen

Energiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW- Bank:

	Saniert	EnEV Referenz ¹⁾	Anf. Bestand
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	13,9	79,8	111,8 kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,271	0,398	0,700 W/(m ² K)

¹⁾ das Referenzgebäude beschreibt den Neubauzustand nach EnEV

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiebedarfskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n), bezogen auf die beheizte Wohnfläche und mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln der KfW-Förderbank.



4.3.5 Anforderungswerte für das KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren"

	Saniert	Referenz	KfW 55	
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	13,9	79,8 ¹⁾	43,9	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf $Q_{P,max}$	111,8 ²⁾			kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,271	0,398 ³⁾	0,279	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust $H'_{T,max}$	0,700 ⁴⁾			W/(m ² K)
Programm 151 Kredit ⁵⁾			22,5	%
Programm 430 Zuschuss ⁶⁾			25,0	%
			18.750	€/WE

¹⁾ Jahresprimärenergiebedarf errechnet für das Referenzgebäude nach EnEV 2014, Anlage 1, Tabelle 1

²⁾ Höchstwert des Jahresprimärenergiebedarfs für das Bestandsgebäude nach EnEV 2014, Anlage 1

³⁾ Transmissionswärmeverlust für das zugehörige Referenzgebäude nach EnEV 2014, Anlage 1, Tabelle 1

⁴⁾ Höchstwert des Transmissionswärmeverlustes nach EnEV 2014, Anlage 1, Tabelle 2 (Berücksichtigung §9 Absatz 1)

⁵⁾ gültig für Wohnraum vor 1995, max. 75.000 € je Wohneinheit, Angaben der % als Zuschuss vom Zusagebetrag (Werte gültig ab Januar 2015)

⁶⁾ gültig für EFH, ZFH und ETW vor 1995, Angaben der % von Investition und max. Betrag je Wohneinheit

4.3.6 Wichtige Anmerkungen zum Sanierungspaket

Es wird empfohlen, für die Sanierung eine Baubegleitung durch einen Sachverständigen in Anspruch zu nehmen. Hierbei kann ggf. ein Zuschuss durch die KfW in Anspruch werden.

Begründung:

Der vorhandene Außenputz wird 2025 die übliche Nutzungsdauer erreicht haben. Bei Neuperputz ist laut EnEV eine Dämmung einzubauen. Ein Wärmedämmverbundsystem ist bei diesem Gebäude die beste Maßnahme. Die Kellerwand zum Treppenhaus sowie die Kellerdecke werden ebenfalls gedämmt, da hier die Verluste zum Keller hoch sind und eine Dämmung einfach auszuführen ist. Die Fenster und die Türen werden in diesem Zuge mit ausgetauscht, da diese nicht mehr dem aktuellen Standard entsprechen und teilweise extrem undicht sind. Damit ist auch ein optimaler Anschluss an das Wärmedämmverbundsystem möglich.

Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann der Energieverlust wesentlich verringert werden.

Zu beachten:

Die Einbauebene der Fenster und Außentür wird an die Außenkante des Mauerwerks verlegt. Die Abdichtung der Anschlussfuge erfolgt in Anlehnung an die RAL-Richtlinie. Sämtliche Wärmebrücken sind nach DIN V 4108 Bbl. 2 auszuführen.

Die Rohrleitungen für die spätere Lüftungsanlage wie auch die Solaranlage können zwischen den Dachsparren verlegt werden.

Durch die Dämmung sind Heizkreise und Regelung erneut an das Gebäude anzupassen.

Durch die mit den Maßnahmen erfolgende Abdichtung der Gebäudehülle ist ggf. das Lüftungsverhalten zu ändern, um genügend Frischluft zuzuführen und den bauphysikalisch erforderlichen Luftwechsel zu gewährleisten.

Das Sanierungspaket beinhaltet die energetische Sanierung der thermischen Gebäudehülle. Damit wird das Gebäude dichter als bisher und das Eindringen von Luft durch die Hülle geringer. Um Bauschäden vorzubeugen (Schimmel durch Feuchtigkeit) wird die Erstellung eines Lüftungskonzeptes empfohlen.

Komfortsteigerung:

Die Dämmmaßnahmen bewirken gleichmäßig warme Räume. Dadurch wird die Behaglichkeit erhöht. Die neuen Fenster verhindern Zugscheinungen durch Kältefall sowie unangenehme Zugluft.

Durch die Dämmung der Kellerdecke wird Fußkälte vermieden.

Durch den Einbau einer Lüftungsanlage ist jederzeit ein ausreichender Luftwechsel gegeben, unabhängig vom Verhalten der Bewohner. Frische Zuluft wird bereits vorgewärmt - kalte Luft im Wohnbereich vermieden. Im Sommer kann mit einer Nachtlüftungsfunktion gekühlt werden.

4.3.7 Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen des Sanierungspaketes beschrieben.

4.3.7.1 Fensteraustausch, Passivhausqualität



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Fenster</i>				
Fenster-Uw-Wert			0,78 W/m ² K	
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)			0,60	
Nutzungsdauer			25 Jahre	
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>		<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu¹⁾</i>
Westfenster		3,94 m ²	1.972 €	3,61 / 0,78 W/m ² K
Fenster Ost		14,23 m ²	7.116 €	3,61 / 0,78 W/m ² K
Fenster Süd		12,05 m ²	6.025 €	3,61 / 0,78 W/m ² K
Fenster Nord		24,49 m ²	12.245 €	3,61 / 0,78 W/m ² K
Haustür		2,56 m ²	1.279 €	3,50 / 0,78 W/m ² K
Balkontür Süd		24,52 m ²	12.262 €	3,50 / 0,78 W/m ² K
Summe		81,80 m²	40.900 €	entspricht 500 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um den Uw-Wert (Gesamtkonstruktion)

4.3.7.2 Kellerdecke, unterseitig dämmen



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Materialdicke			20,00 cm	
Wärmeleitfähigkeit des Materials			0,030 W/mK	
Nutzungsdauer			35 Jahre	
Wärme übertragende Fläche			144,04 m ²	
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>		<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Kellerdecke		144,04 m ²	6.050 €	1,22 / 0,13 W/m ² K
Summe		144,04 m²	6.050 €	entspricht 42 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

4.3.7.3 Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Materialdicke		20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,030	W/mK
Nutzungsdauer		40	Jahre
Wärme übertragende Fläche		295,80	m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Außenwand S	77,40 m ²	6.115 €	0,92 / 0,13 W/m ² K
Außenwand W	78,81 m ²	6.226 €	0,92 / 0,13 W/m ² K
Außenwand O	71,53 m ²	5.651 €	0,92 / 0,13 W/m ² K
Außenwand N	65,77 m ²	5.196 €	0,92 / 0,13 W/m ² K
Außenwand SW Wohnen MFH	2,29 m ²	181 €	5,88 / 0,15 W/m ² K
Summe	295,80 m²	23.369 €	entspricht 79 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

4.3.7.4 Kellerinnenwand dämmen



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Materialdicke		18,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,030	W/mK
Nutzungsdauer		40	Jahre
Wärme übertragende Fläche		20,11	m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Keller zum Treppenhaus	20,11 m ²	1.589 €	1,14 / 0,14 W/m ² K
Summe	20,11 m²	1.589 €	entspricht 79 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

4.3.7.5 Verbesserung der Wärmebrücken, pauschal

Eigenschaften der Maßnahme

Die Wärmebrücken werden pauschal auf den Zuschlag von 0,05 W/m²K bei Regelkonstruktionen verbessert.

4.3.7.6 Hocheffiziente Lüftungsanlage mit WRG



Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Lüftungsanlage</i>			
Art	Lüftung mit WRG (o.WP)		
Lüftungsbereich	freie Lüftung		
Anteil der Luftversorgung		100	%
Luftwechsel		0,20	h ⁻¹
Wärmerückgewinnung		90	%
Arbeitszahl		30,0	
Nutzungsdauer		25	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	8.250	€	
Summe	8.250	€	

4.3.7.7 Baubegleitung Lüftungseinbau etc.

Nutzungsdauer	30	Jahre
<i>Kosten</i>		
Kosten der Maßnahme	2.000	€
Summe	2.000	€

4.3.8 KfW-Fördermöglichkeiten für das Sanierungspaket

Für die energetische Verbesserung der Gebäudehülle (Fenstererneuerung und Dämmung Außenwände) können Sie einen Zuschuss von der KfW-Förderbank erhalten (Programm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen, 430). Auch wäre ein zinsgünstiges Darlehen (Programm 152) möglich.

Für die Lüftungsanlage können Sie einen Zuschuss oder ein zinsgünstiges Darlehen bei der KfW-Förderbank erhalten (Programm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen).

Für die Planungsleistungen sowie die Durchführung der Luftdichtheitsmessung, den Einbau der Anlagentechnik kann ein Investitionszuschuss bzw. ein zinsgünstiges Darlehen durch die KfW-Förderbank bewilligt werden (Förderprogramm Energieeffizient Sanieren, Einzelmaßnahmen)

4.3.8.1 Förderprogramm: KfW-Effizienzhaus - Programm 151 (Kredit)

<i>Kredit</i>			
gewählte Kreditvariante	Laufzeit: 30 Tilgungsfrei: 5 Bindung: 10		
KfW-Zinssatz	0,75	%	
maximal möglicher Kreditbetrag ¹⁾	225.000	€	
maximal möglicher Tilgungszuschuss	50.625	€	22,5 %
<i>Ergebnis</i>			
energetisch motivierte Investition	80.157	€	
Förderfähiger Betrag	80.157	€	
Tilgungszuschuss	18.035	€	22,5 %
Geldwerter Vorteil	26.714	€	

¹⁾ pro Wohneinheit werden maximal 75.000 € gefördert

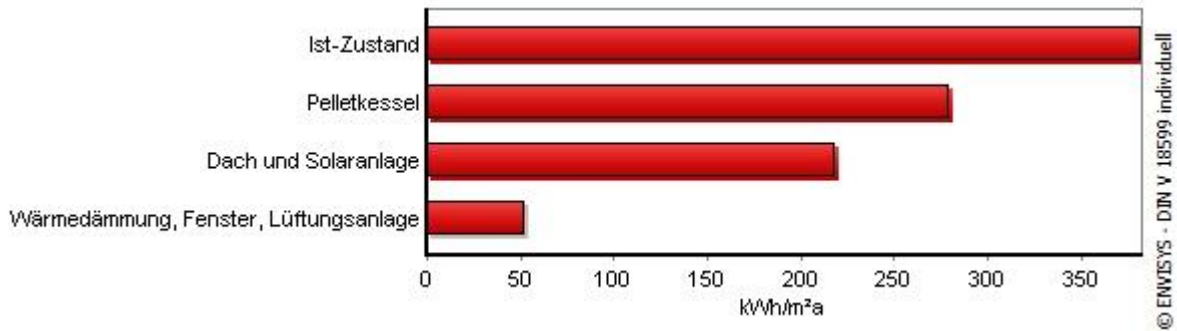
4.3.8.2 Förderprogramm: Baubegleitung - Programm 431 (Kredit)

<i>Zuschuss</i>		
energetisch motivierte Investition	2.000	€
Förderfähiger Betrag	1.000	€
Geldwerter Vorteil	1.000	€

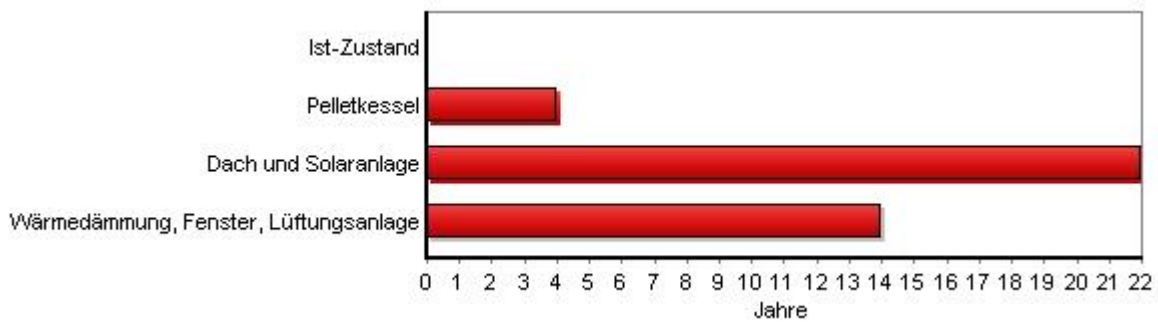
¹⁾ pro Antrag werden 50% der Investition, maximal 4.000 € gefördert

4.4 Vergleich der Varianten - grafisch

Energetisch (Endenergiebedarf bezogen auf m²)

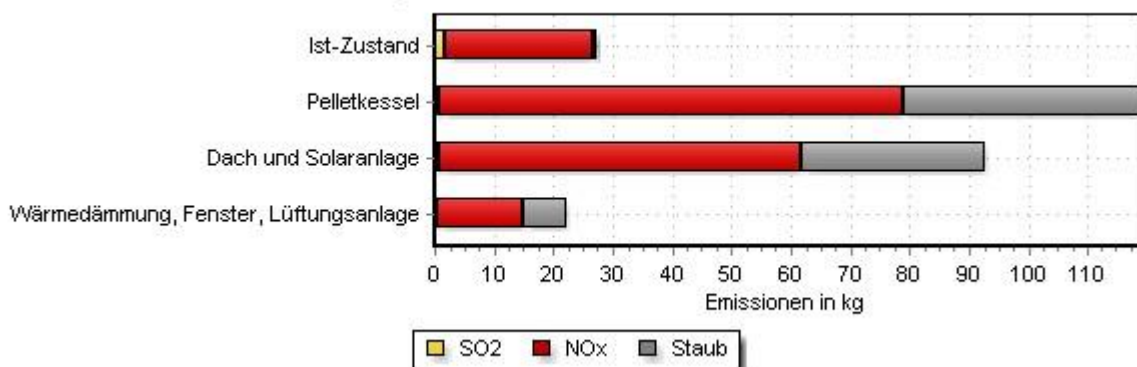


Wirtschaftlich (Amortisation)

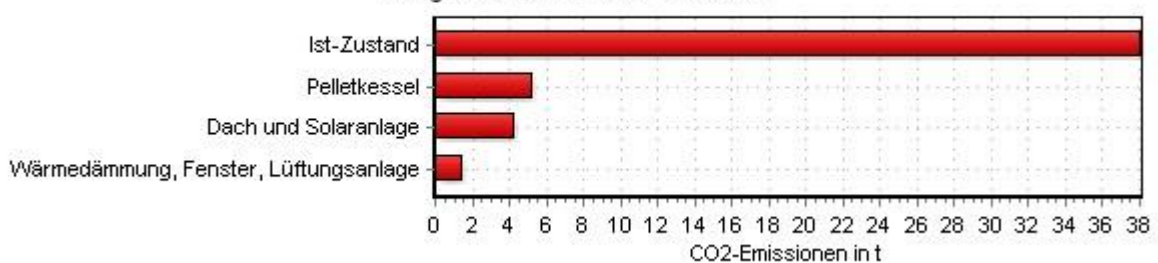


Umwelt (Emissionen)

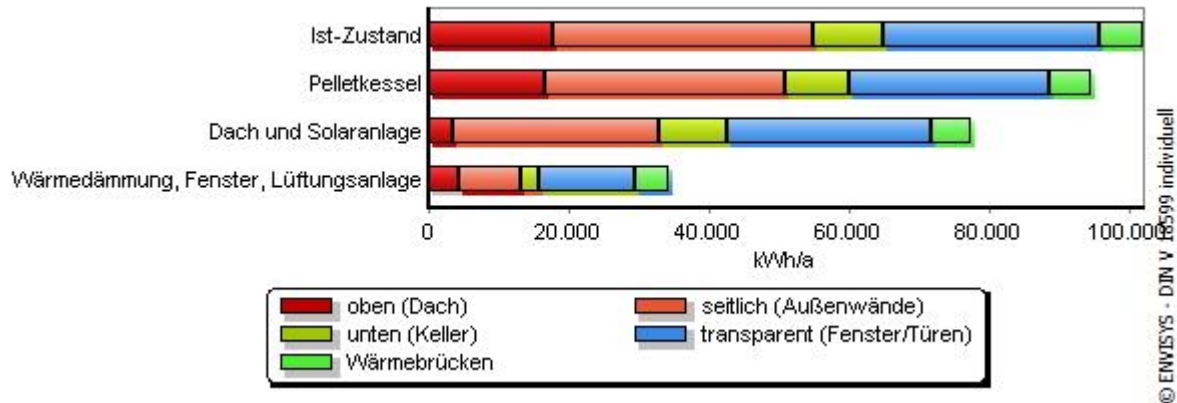
Vergleich der Schadstoffemissionen



Vergleich der CO₂-Emissionen



Gebäudehülle (Transmissionen)



4.5 Wirtschaftliche Betrachtung der Sanierungspakete

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Investitionen, mögliche Förderungen, jährliche Energiekosteneinsparungen, Amortisationszeiten und Kapitalwerte der Sanierungspakete. Die genannten Investitionen entsprechen nicht den Vollkosten. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit dienen die Energiekosteneinsparung, die energiebedingten Mehrkosten (Nettoinvestition) sowie aktuelle Zinsen/Inflationen als Grundlage.

Schritt	Sanierungspaket	Investitionen				Ergebnisse ¹⁾		
		Gesamt ²⁾	Instand ³⁾	Förder ⁴⁾	Netto ⁵⁾	Sparen ⁶⁾	Amort. ⁷⁾	K.-Wert ⁸⁾
		[€]	[€]	[€]	[€]	[€/Jahr]	[Jahre]	[€]
(1)	Pelletkessel	18.688	0	3.976	14.711	4.119	4	75.519
(2)	Dach und Solaranlage	36.298	0	7.848	28.450	1.392	22	27.230
(3)	Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	82.157	4.500	27.714	49.943	3.832	14	59.549
	<i>Summe</i>	<i>137.143</i>	<i>4.500</i>	<i>27.714</i>	<i>104.929</i>	<i>9.343</i>	<i>12</i>	<i>179.824</i>

¹⁾ Berechnung mit individuellen Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599)

²⁾ Gesamte Investition (Brutto) ohne Abzüge

³⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso-Kosten), welche ohnehin anfallen (z.B. weil Nutzungszeiten überschritten sind)

⁴⁾ Mögliche Förderungen (geldwerter Vorteil) durch die KfW etc., Erläuterungen dazu finden Sie in den Sanierungspaketen selbst

⁵⁾ Nettoinvestition (energetische Mehrkosten), d.h. hier wurden die Instandsetzungskosten und Förderungen abgezogen

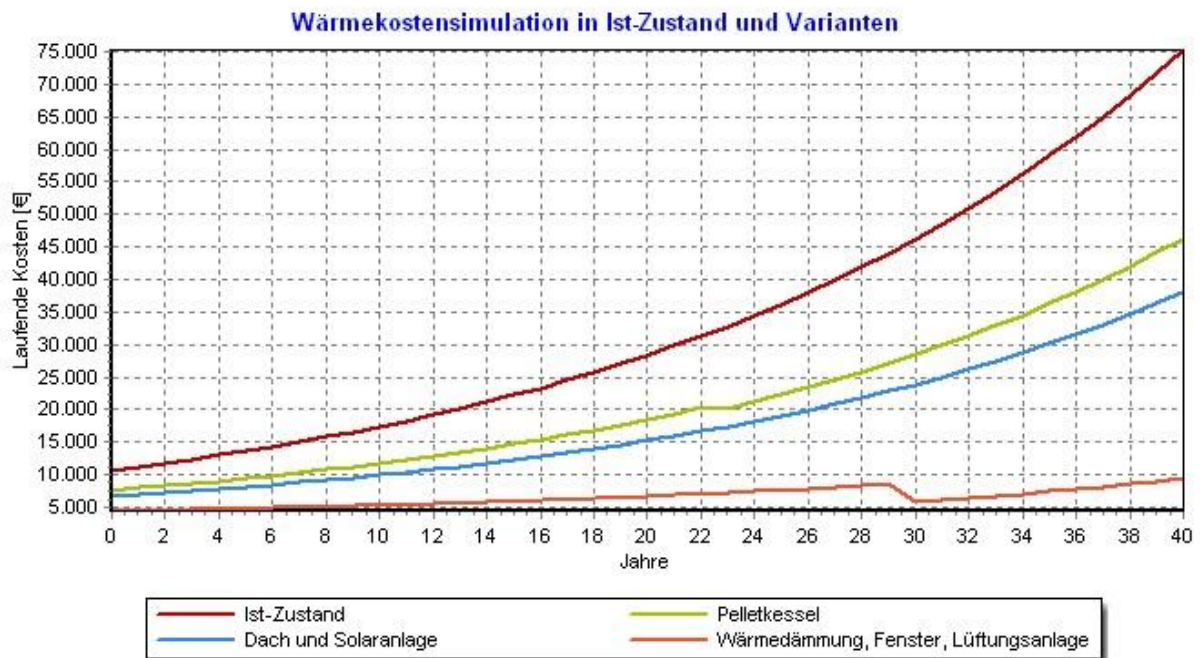
⁶⁾ Jährliche Energiekosteneinsparung

⁷⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die eingesetzte Nettoinvestition wieder zurückgeflossen ist. Ein Sanierungspaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile ist.

⁸⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Sanierungspaket.

Randbedingungen	
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kalkulationszins	5,0 % pro Jahr
Inflation	2,4 %
Energiepreissteigerung	5,0 % pro Jahr

In der folgenden Grafik wird die Entwicklung der Energiekosten der Sanierungspakete gezeigt:



Energieträgerverwendung in den Sanierungspaketen

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über den Energieträgereinsatz der Sanierungspakete:

Energiesparvariante	Erdgas_H		Strom		Holz Pellets	
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Ist-Zustand	152.810	10.579	531	111	-	-
Pelletkessel	-	-	1.028	215	111.230	6.356
Dach und Solaranlage	-	-	1.165	243	86.370	4.935
Wärmedämmung, Fenster, Lüftungsanlage	-	-	963	201	20.043	1.145

In der folgenden Grafik wird die Energieträgerverwendung der Sanierungspakete gezeigt:

