

Energieberatung für Wohngebäude

gemäß der Richtlinie über die Förderung der Energieberatung für Wohngebäude
(Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 31. Mai 2023, in Kraft seit 1. Juli 2023)



Objekt	Wohngebäude Münkeboe, Meerweg 8 Meerweg 8 26624 Münkeboe
Aktenzeichen:	85121040
Auftraggeberin	Dagmar König Meerweg 10 26624 Münkeboe
Berater	Peter Kröger Energieberatungsbüro Kröger GmbH & Co. KG Eichenstraße 2 26529 Rechtsupweg post@team-kroeger.de www.team-kroeger.de
Beraternummer:	104606
	nur gültig mit Unterschrift



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Peter Kröger', written over a faint circular stamp.

26529 Rechtsupweg, 05.07.2024

verwendete Software: EVEBI Version 13.5.3 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG
Berechnung nach DIN V 18599:2018-09 (individuelle Randbedingungen sowie Randbedingungen gemäß GEG 2024)

Inhalt

1 Vorbemerkungen	4
2 Gebäudebestandsaufnahme	5
2.1 Gebäudedaten	5
2.2 Gebäudeansichten / Gebäudefotos	6
2.3 Nutzerverhalten	7
2.4 Übersicht über die Räume	7
2.5 Beschreibung der Gebäudehülle	8
2.5.1 U-Werte der Bauteile	9
2.5.2 Transmission durch die Bauteile	10
2.5.3 Transmission durch die Wärmebrücken	10
2.6 Beschreibung der Wärmeversorgung	11
2.7 Beschreibung der Trinkwarmwasserversorgung	12
2.8 Beschreibung der Lüftung	12
3 Gebäudeanalyse	13
3.1 Energiebilanz des Gebäudes	13
3.2 Energiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen	14
3.3 Endenergiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen	16
4 Zusammenfassung und Empfehlungen	17
4.1 Ziel der energetischen Sanierung	17
4.2 Zusammenfassende Darstellung	18
4.2.1 Empfohlene Reihenfolge der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan	18
4.2.2 Ziel der Sanierung - Kennwerte	18
4.2.3 Kennzahlen der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan	19
4.2.4 Fachplanung / Baubegleitung	20
4.3 Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenpakete	21
5 Energetisches Sanierungskonzept - Sanierungsfahrplan	22
5.1 Berechnungsergebnisse im Sanierungsfahrplan (Energie, Kosten, CO ₂)	22
5.2 Fördermöglichkeiten des Bundes	24
5.3 Sanierungsschritt 1: Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	26
5.3.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick	26
5.3.2 Beschreibung der Maßnahmen	28
5.3.3 Kostenstruktur im Überblick	34
5.3.4 Fördermöglichkeiten	35
5.4 Sanierungsschritt 2: Dachschräge sanieren & DFF tauschen	40
5.4.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick	40
5.4.2 Beschreibung der Maßnahmen	42
5.4.3 Kostenstruktur im Überblick	46
5.4.4 Fördermöglichkeiten	47
5.5 Sanierungsschritt 3: Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	52
5.5.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick	52
5.5.2 Beschreibung der Maßnahmen	54
5.5.3 Kostenstruktur im Überblick	59
5.5.4 Fördermöglichkeiten	59
5.6 Sanierungsschritt 4: KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	63
5.6.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick	63
5.6.2 Beschreibung der Maßnahmen	65
5.6.3 Kostenstruktur im Überblick	71
5.6.4 Fördermöglichkeiten	72
5.7 Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan	76

5.8	Vergleich der Maßnahmenpakete - Sanierungsfahrplan	77
5.8.1	Energetische Betrachtung der Maßnahmenpakete	77
5.8.2	Vergleich der technischen Verbesserung der Gebäudehülle	79
5.8.3	Emissionen der Maßnahmenpakete	81
5.8.4	Energieträgereinsatz im Ist-Zustand und in den Maßnahmenpaketen	81
6	Anhang: Ergänzende Informationen	83
6.1	Gesetze und Normen	83
6.2	Wesentliche Nachrüstpflichten für den Gebäudebestand gemäß GEG 2024:	84
6.3	Anforderungen an eine Heizungsanlage	85
6.4	Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 für Wohngebäude	88
6.5	Förderprogramme	88
6.6	Glossar	89
6.7	Empfehlungen zum Energiesparen und gesunden Wohnen	94
6.7.1	Anmerkungen zur Behaglichkeit	94
6.7.2	Allgemeine Energiespartipps	95
6.7.3	Hinweise zur Luftfeuchte	95
6.7.4	Hinweise zum richtigen Lüften	95
6.7.5	Hinweise zum Stromsparen	96
6.7.6	Heizungsmodernisierung	98
6.7.7	Thermische Solaranlage zur Warmwasser-Bereitung	98
6.7.8	Regenwassernutzung	98
6.7.9	Photovoltaik-Anlage	99
6.8	Allgemeine Anmerkungen zu Wärmedämmverbund-System (WDVS)	99
6.9	Entsorgungskonzept	100
6.10	Erläuterungen zu Wärmebrücken	100

1 Vorbemerkungen

Der vorliegende Beratungsbericht hat die Aufgabe, eine möglichst genaue Ist-Analyse des betrachteten Gebäudes zu erstellen, um auf dieser Grundlage Empfehlungen für energetische Sanierungsvarianten zu entwickeln. Ziel dabei ist die Empfehlung von Maßnahmenpaketen, die ein Optimum an Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

Die Möglichkeiten zur Förderung von Sanierungsmaßnahmen wurden dabei berücksichtigt und gezielt die Komplettisanierung zu einem KfW-Effizienzhaus geprüft.

Hinweise

- Dieser Beratungsbericht wurde 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 Gebäudebestandsaufnahme

2.1 Gebäudedaten

Grunddaten		
Gebäudekategorie:	Wohngebäude	
Baujahr:	1974	
Gebäudetyp:	freistehend	
Gebäudelage:	außerorts	
Exposition/Bauweise:	kompakt	
Gebäudeschwere:	mittel	
Ausstattung:	mittel	
Luftdichtheit:	nicht geprüft	
Durchschnittliche Geschosshöhe:	2,68	m
beheizte Wohnfläche:	238,2	m ²
Gebäudenutzfläche ¹⁾ :	241,4	m ²
Gebäudevolumen V _e :	754	m ³ (Brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	603	m ² (Brutto)
A/V-Verhältnis:	0,80	m ⁻¹
Fensterflächen:	27	m ²
Außentürflächen:	5	m ²
Vollgeschosse:	1	
charakteristische Breite:	12,08	m
charakteristische Länge:	16,08	m
Anzahl Wohneinheiten:	2	
Anzahl Bewohner:	4	
Raumtemperatur durchschnittlich ca.	20,0	°C
Kühltechnik:	keine Kühltechnik	

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Energiebezugsfläche gemäß GEG 2024, welche aus dem Gebäudevolumen ermittelt wird und von der Wohnfläche abweicht

2.2 Gebäudeansichten / Gebäudefotos

	
<p>Eingangsbereich Wohnung 1 Ansicht von Südwest <i>Aufnahmedatum: 18.06.2024</i></p>	<p>Giebelansicht Ansicht von Südwest <i>Aufnahmedatum: 18.06.2024</i></p>
	
<p>Rückansicht Ansicht von Süden <i>Aufnahmedatum: 18.06.2024</i></p>	<p>Giebelansicht Ansicht von Osten <i>Aufnahmedatum: 18.06.2024</i></p>
	
<p>Vorderansicht mit Eingangsbereich Wohnung 2 Ansicht von Norden <i>Aufnahmedatum: 18.06.2024</i></p>	

2.3 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 Bilanzierung sind wir von typischen Randbedingungen in der vorliegenden Gebäudekategorie sowie von Ihren Angaben ausgegangen.

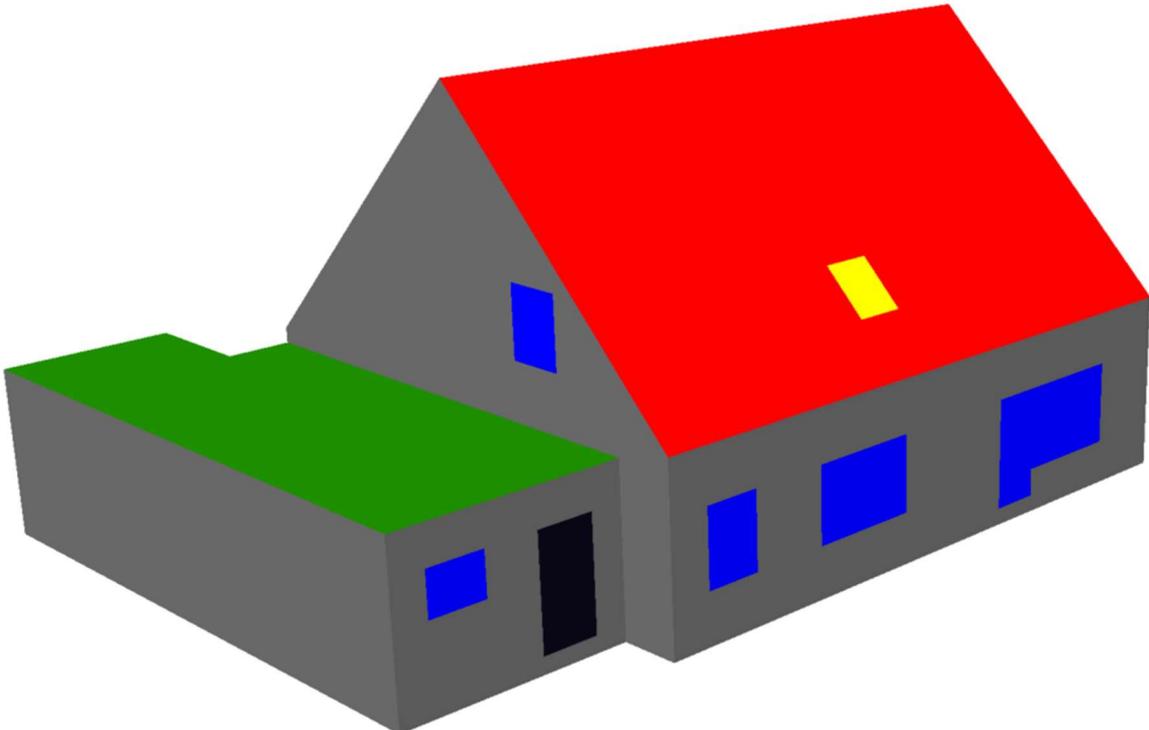
Das Nutzerverhalten geht insbesondere in die zugrunde gelegte mittlere Raumtemperatur und die Lüftungsintensität ein.

2.4 Übersicht über die Räume

Das vorliegende Objekt setzt sich aus den folgenden Räumen zusammen.

Nr.	Raum	Zone	Fläche	Nettovolumen	lichte Höhe
			[m ²]	[m ³]	[m]
Erdgeschoss					
0.01	BadWG1	Wohnen	13,0	31,7	2,43
0.01	DieleWG1	Wohnen	20,2	49,0	2,43
0.01	EssenWG1	Wohnen	16,2	39,4	2,43
0.01	FlurWG2	Wohnen	17,0	41,3	2,43
0.01	HeizungWG1	Wohnen	5,2	12,6	2,43
0.01	KücheWG1	Wohnen	8,1	19,7	2,43
0.01	KücheWG2	Wohnen	17,0	41,2	2,43
0.01	SchlafenWG1	Wohnen	12,5	30,3	2,43
0.01	SpeicherWG1	Wohnen	3,2	7,9	2,43
0.01	WCWG2	Wohnen	1,5	3,7	2,43
0.01	WohnenWG1	Wohnen	25,7	62,5	2,43
Summe:			139,6		
Dachgeschoss					
0.01	BadOG	Wohnen	7,2	13,3	1,84
0.01	FlurOG	Wohnen	10,3	44,6	4,34
0.01	KinderzimmerOG	Wohnen	15,4	29,4	1,90
0.01	SchlafzimmerOG	Wohnen	28,6	67,5	2,36
0.01	WohnzimmerOG	Wohnen	37,0	87,5	2,36
Summe:			98,6		
Gesamtsumme:			238,2		

2.5 Beschreibung der Gebäudehülle



2.5.1 U-Werte der Bauteile

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

Die Gebäudehülle wurde in energetisch relevante Kategorien unterteilt:

- Dächer und Decken (Abgrenzung nach oben)
- Wände (Abgrenzung seitlich)
- Böden und Kellerdecken (Abgrenzung nach unten)
- Fenster und Bauteile mit transparenten Flächen (transparente Bauteile)

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

Durchschnittliche U-Werte und Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle:

Bauteilkategorie	durchschn. U-Wert [W/m²K]	Fläche [m²]	Transmission [kWh/a]
obere Abgrenzung	0,40	206,3	8.213
seitliche Abgrenzung	1,47	202,5	23.062
untere Abgrenzung	0,77	162,0	7.496
Fenster/Tür	1,74	31,8	4.786
Wärmebrücken	0,100	602,5	4.937

Überblick über die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte):

Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile							
Bauteil		Fläche [m²]	U-Werte [W/m²K]				
			Ist-Zustand ¹⁾	GEG 2024 ²⁾	BEG ³⁾	PH ⁴⁾	
<i>Abgrenzung nach oben</i>							
Dachschräge		42,9	0,403	0,24	0,14	0,10	
Dachschräge N		80,3	0,403	0,24	0,14	0,10	
Dachschräge S		83,0	0,403	0,24	0,14	0,10	
<i>Abgrenzung seitlich</i>							
Wand 11,5cm unb. W		33,0	2,251	0,30	0,25	0,10	
Wand 30,25cm N		46,2	1,322	0,24	0,20	0,10	
Wand 30,25cm O		52,8	1,322	0,24	0,20	0,10	
Wand 30,25cm S		39,7	1,322	0,24	0,20	0,10	
Wand 30,25cm W		30,8	1,322	0,24	0,20	0,10	
<i>Abgrenzung nach unten</i>							
Sohlplatte zu Erdreich		162,0	0,775	0,30	0,25	0,10	
<i>Transparente Bauteile</i>							
AT Bestand in Wand 30,25cm N	Nord	3,0	dicht	1,584	1,80	1,30	0,80
AT Bestand in Wand 30,25cm S	Süd	2,0	dicht	1,584	1,80	1,30	0,80
Dachflächenfenster in Dach B N	Nord	2,6	dicht	1,735	1,40	1,00	0,80
Dachflächenfenster in Dach B S	Süd	1,0	dicht	1,735	1,40	1,00	0,80
Fenster 2001 in Wand 30,25cm N	Nord	2,3	dicht	1,774	1,30	0,95	0,80
Fenster 2001 in Wand 30,25cm O	Ost	11,0	dicht	1,774	1,30	0,95	0,80
Fenster 2001 in Wand 30,25cm S	Süd	9,8	dicht	1,774	1,30	0,95	0,80

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

²⁾ Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren gemäß GEG 2024 Anlage 7 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert eines Referenzgebäudes um nicht mehr als 40 % und den Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die Anforderungswerte sind abhängig von der Einbausituation.

³⁾ Mindestwerte U-Werte für die Bundesförderung für effiziente Gebäude

⁴⁾ Typische U-Werte eines Passivhauses

2.5.2 Transmission durch die Bauteile

Bauteil	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	H _T ¹⁾ [W/K]	F _X ²⁾ [-]	F _X H _T ³⁾ [W/K]
<i>Abgrenzung nach oben</i>					
Zwischendecke EG zu DG	118,11	0,368	0,0	1,00	0,0
Dachschräge	42,91	0,403	17,3	0,80	13,8
Dachschräge N	80,33	0,403	32,3	1,00	32,3
Dachschräge S	83,04	0,403	33,4	1,00	33,4
<i>Abgrenzung seitlich</i>					
IW 11,5cm	232,00	1,000	0,0	1,00	0,0
IW 11,5cm	232,00	1,000	0,0	1,00	0,0
Wand 11,5cm unb. W	32,98	2,251	74,2	0,50	37,1
Wand 30,25cm beh. beh.	20,69	1,000	0,0	1,00	0,0
Wand 30,25cm beh. beh.	20,69	1,000	0,0	1,00	0,0
Wand 30,25cm N	46,23	1,322	61,1	1,00	61,1
Wand 30,25cm O	52,75	1,322	69,8	1,00	69,8
Wand 30,25cm S	39,70	1,322	52,5	1,00	52,5
Wand 30,25cm W	30,80	1,322	40,7	1,00	40,7
<i>Abgrenzung nach unten</i>					
Sohlplatte zu Erdreich	162,01	0,775	125,5	0,60	75,3
Zwischendecke EG zu DG	118,11	0,350	0,0	1,00	0,0
<i>Transparente Bauteile</i>					
AT Bestand in Wand 30,25cm N	3,04	1,584	4,8	1,00	4,8
AT Bestand in Wand 30,25cm S	2,03	1,584	3,2	1,00	3,2
Dachflächenfenster in Dach B N	2,64	1,735	4,6	1,00	4,6
Dachflächenfenster in Dach B S	0,99	1,735	1,7	1,00	1,7
Fenster 2001 in Wand 30,25cm N	2,25	1,774	4,0	1,00	4,0
Fenster 2001 in Wand 30,25cm O	11,02	1,774	19,5	1,00	19,5
Fenster 2001 in Wand 30,25cm S	9,79	1,774	17,4	1,00	17,4
IT1 in IW 11,5cm	15,77	1,800	0,0	1,00	0,0
IT1 in IW 11,5cm	15,77	1,800	0,0	1,00	0,0
Summe	602,5⁴⁾		562,1		471,4
Transmissionswärmeverlust H _T ⁵⁾		0,882			

¹⁾ H_T - Transmissionswärmefaktor des Bauteils, *nicht* temperaturbereinigt

²⁾ F_X - Temperatur-Korrekturfaktor

³⁾ F_XH_T - Transmissionswärmefaktor des Bauteils (Berechnung gemäß GEG 2024), temperaturbereinigt

⁴⁾ Summe der wärmeübertragenden Flächen (Innenbauteile ausgenommen)

⁵⁾ H_T - spezifischer auf die wärmeübertragende Fläche bezogener Transmissionswärmefaktor (Berechnung gemäß GEG 2024)

2.5.3 Transmission durch die 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.

Berücksichtigung der Wärmebrücken gemäß DIN V 4108-6 Anhang D3 Zeile 15 bzw. DIN V 18599-2:2018-09 Abschnitt 6.2.5:
Pauschal mit 0,100 W/(m²K)

2.6 Beschreibung der Wärmeversorgung



Bereich: zentrale Wärmeversorgung, Steigstrangtyp

Abgabe	
Nachtbetrieb:	abgeschaltet
Übergabe:	Heizkörper
Anordnung:	Heizkörper an Außenwand
Heizkreistemperatur:	55/45°C
Regelung:	Thermostatventil mit 2 K Schaltdifferenz
Elektrische Regelung:	nicht elektrisch geregelt
hydraulischer Abgleich:	nein
Verteilung	
Horizontalverteilung:	0 m im Unbeheizten, 0 m im Beheizten - 0,00 W/mK Dämmung
Steigstränge:	0 m im Unbeheizten, 37 m im Beheizten - 0,19 W/mK Dämmung
Anbindeleitungen:	65,5 m im Beheizten - 0,19 W/mK Dämmung
Umwälzpumpe:	0 W, konstante Druckdifferenz
Pumpenmanagement:	integriert, außentemperaturgeführte Kesseltemperatur
Speicherung	
	kein Speicher vorhanden
Erzeugung	
Öl-Niedertemperaturkessel	Zentral-/Etagenheizung (im Beheizten), Baujahr: 1998, Niedertemperaturkessel, 30 kW, Energieträger: Heizöl EL
Jahresnutzungsgrad:	79,4 % (Wirkungsgrad)

Hinweis zum Wert 0: Hierfür wurden in der Software keine Eingaben vorgenommen. Die Berechnung erfolgt in diesen Fällen mit Norm-Standardwerten.

Der Wirkungsgrad für die Heizungsanlage beträgt 79 %

2.7 Beschreibung der Trinkwarmwasserversorgung



Bereich: zentrale Warmwasserversorgung, Steigstrangtyp

<i>Verteilung</i>	
Baujahr:	1998
Horizontalleitung:	46 m - 0,19 W/mK (gemäß GEG 2024 gedämmt)
Steigstrang:	11 m - 0,19 W/mK (gemäß GEG 2024 gedämmt)
Stich-/Anbindeleitung:	24 m - 0,19 W/mK (gemäß GEG 2024 gedämmt)
Zirkulation:	nein
<i>Speicherung</i>	
	nicht vorhanden
<i>Bereitung</i>	
Öl-Niedertemperaturkessel (Kombibereiter)	Kombi-Erzeuger (Erzeuger für HZ+WW), Öl-Niedertemperaturkessel, Baujahr: 1998,

2.8 Beschreibung der Lüftung



Lüftungsbereich	Fensterlüftung
Lüftungsart	Fensterlüftung
erhöhte Nachlüftung	erhöhte Nachlüftung

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.

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 zu verhindern. Vermehrt in modernen Baustoffen, Kunststoffen, Belägen, Fasern etc. auftretende Schadstoffe müssen ebenso abgeführt werden.

3 Gebäudeanalyse

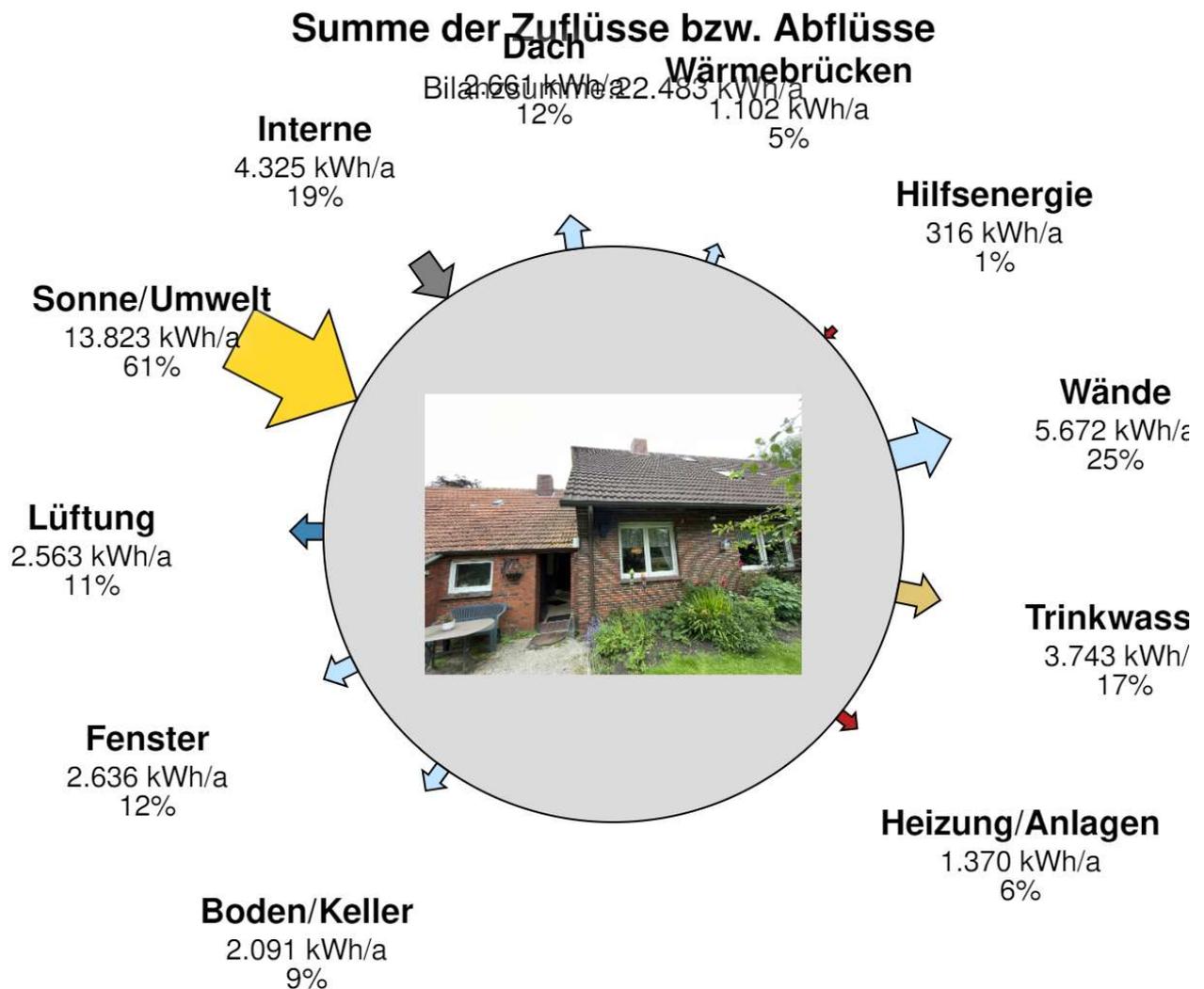
In der Gebäudeanalyse wird das Gebäude in seinem derzeitigen Zustand energetisch bewertet. Aus der Gebäudeanalyse ergeben sich Ansätze zu notwendigen und sinnvollen Sanierungsmaßnahmen.

3.1 Energiebilanz des Gebäudes

Die Berechnung der Energiebilanz erfolgt einerseits mit normierten und andererseits mit individuellen Randbedingungen. Unter normierten Randbedingungen wird das Gebäude virtuell an den Standort Potsdam gesetzt (Klimastandort) sowie in Normen festgelegte Innentemperaturen, Lüftungsverhältnisse etc. angenommen. Damit kann das Gebäude energetisch mit anderen Gebäuden gleicher Größe, Ausstattung und Bauart verglichen werden. Unter individuellen Randbedingungen werden die Klimaverhältnisse am Standort des Gebäudes sowie die vom Nutzer angegebenen Temperaturen, Lüftungsverhältnisse etc. verstanden.

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.

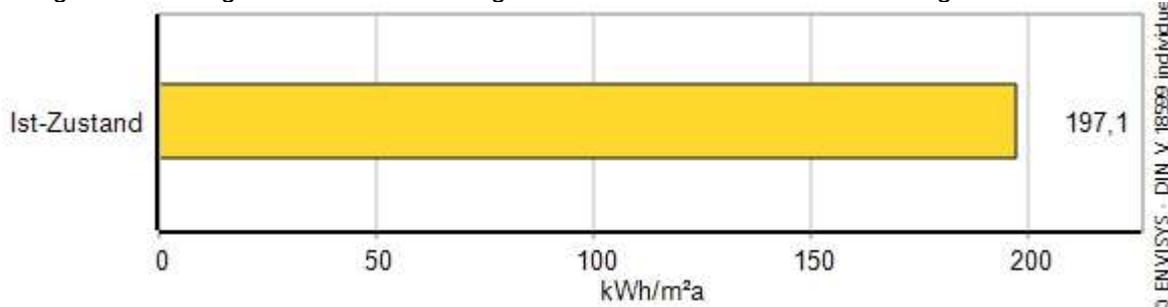
Bilanzschema zum Gebäude:



3.2 Energiebedarf des Gebäudes mit individuellen Randbedingungen

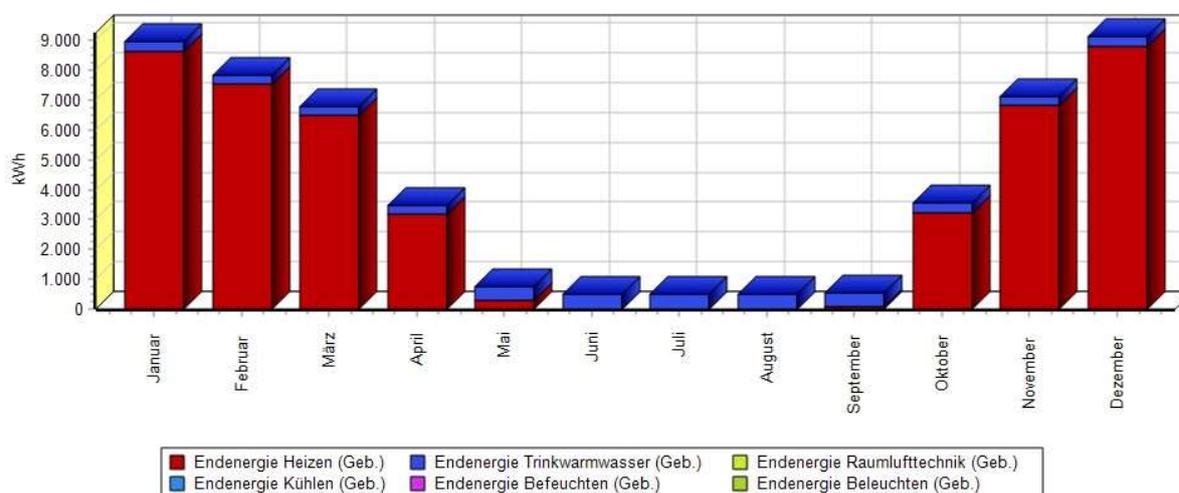
Aus der Analyse der Daten aus der Vor-Ort-Begehung sowie den verfügbaren weiteren Informationen wurde nach dem Berechnungsverfahren DIN V 18599 ein Energiebedarf von 46.942 kWh/a ermittelt.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung des Gebäudes hinsichtlich der Energiekennzahl:



Die Energiekennzahl beziffert die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird.

Endenergiebedarf der Zonen mit individuellen Randbedingungen:



Transmissionsverluste der Gebäudehülle	jährlich ¹⁾ [kWh/a]	anteilig [%]
Grenzflächen nach oben (Dach)	5.850	17,1
Grenzflächen seitlich (Außenwände)	16.428	48,0
Grenzflächen nach unten (Keller)	5.340	15,6
Transparente Bauteile (Fenster, Türen)	3.409	10,0
Wärmebrücken	3.213	9,4
Summe	34.242	100

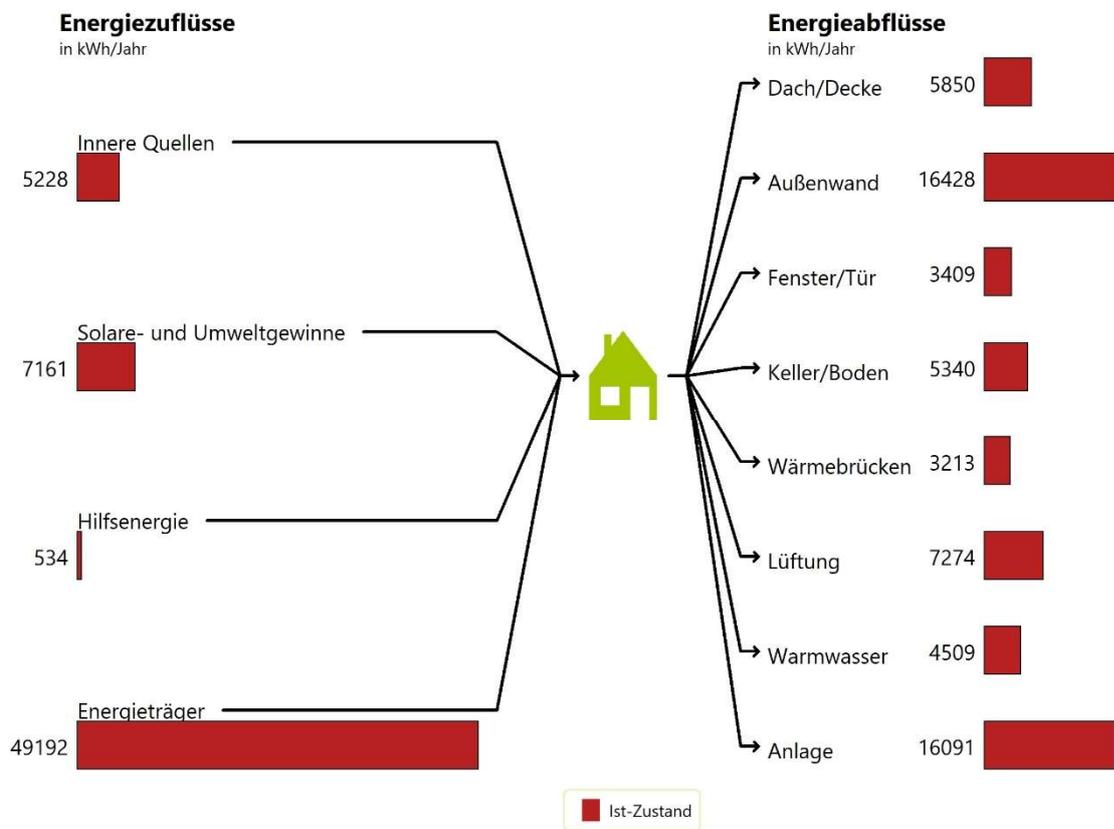
¹⁾ Berechnung mit individuellen Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599)

Energiebilanz des Gebäudes	jährlich ¹⁾ [kWh/a]	anteilig [%]
Verluste		
Transmissionswärmeverluste	34.242	55,1
Lüftungsverluste	7.274	11,7
Warmwasserbedarf und Kaltwasserleitungen	4.509	7,3
Anlagenverluste (TWW, Heizung, Betriebsstrom)	16.091	25,9
gesamt	62.116	100,0
Gewinne		
solare Wärmegevinne	7.161	11,5

Energiebilanz des Gebäudes	jährlich ¹⁾ [kWh/a]	anteilig [%]
interne Wärmegewinne	5.228	8,4
selbst erzeugter Strom (Gutschrift Bilanz)	0	0,0
gesamt	12.389	19,9
Endenergiebedarf Q_E		
Endenergiebedarf Q (Wärmeerzeugung)	49.192	79,2
Endenergiebedarf Q (Betriebsstrom)	534	0,9
Endenergie (Brennwert)	49.727	
Endenergie (Heizwert)	46.942	
Primärenergiebedarf Q_P	52.011	

¹⁾ Berechnung mit individuellen Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599)

Darstellung der Energieanteile



© ENVISYS - DIN V 18599 individuell

3.3 Endenergiebedarf des Gebäudes mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

	Ist-Zustand		GEG 2024 Anforderung ¹⁾	Einheit	erfüllt
Jahresprimärenergiebedarf $Q_P / Q_{P,Anf}$	297,8	<	124,2 ²⁾	kWh/(m ² a)	✗
Transmissionswärmeverlust H_T	0,882	<	0,560 ³⁾	W/(m ² K)	✗

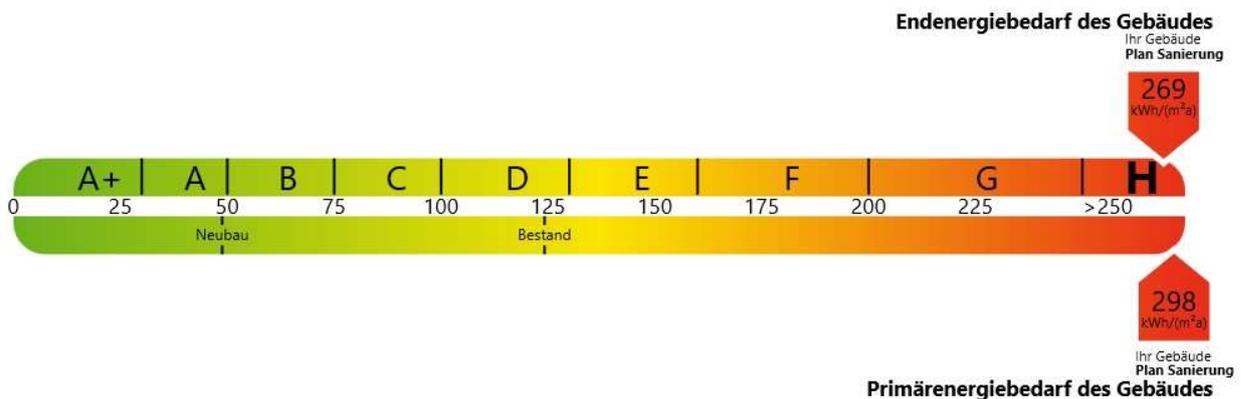
¹⁾ Anforderungswert gemäß GEG 2024

²⁾ Gemäß GEG 2024 Anlage 1, bezogen auf die Nutzfläche, Flächenbezug in Abhängigkeit der GEG 2024-Randbedingungen (für Bestandsgebäude gilt nach GEG 2024 § 50: $Q_{P,REF} \times 1,4$)

³⁾ Gemäß GEG 2024 § 50 Absatz 2, bezogen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche (für Bestandsgebäude gilt: $H_T \times 1,4$)

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung des Gebäudes gemäß GEG 2024

© ENVISYS - DIN V 18599 nach GEG/EnEV



Betrachtung des Gebäudes gemäß GEG 2024

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen gemäß GEG 2024 rechnerisch ermittelt. Dabei wird insbesondere von einem Norm-Nutzerverhalten und einem Norm-Außenklima, welches unabhängig vom Standort des Gebäudes ist, ausgegangen. Aufgrund der normierten Randbedingungen weicht die Bedarfsberechnung in aller Regel von den gemessenen Verbrauchswerten ab.

Im Rahmen dieses Berichtes werden zusätzlich die Berechnungen des **öffentlich-rechtlichen Energieeinsparungsnachweises (GEG 2024)** durchgeführt, der im Wesentlichen durch folgende Vorgaben gekennzeichnet ist:

- Es wird ein "Normklima" angenommen, d.h. das Gebäude wird unabhängig vom regionalen Standort bewertet.
- Es wird ein "Nutzer-Normverhalten" (z.B. 20 °C Raumtemperatur, 12,5 kWh/m²A_N Warmwasserbedarf) angenommen.
- Für das Monatsbilanzverfahren werden zulässige Vereinfachungen und Anwendungsgrenzen festgelegt.

Es wird daraus ersichtlich, dass der gemäß GEG 2024 ermittelte Primärenergiebedarf mit dem zu erwartenden Primärenergieverbrauch **nicht** übereinstimmen kann.

Weitere, nicht kalkulierbare Unsicherheitsfaktoren stellen die stark vom Nutzerverhalten abhängigen Lüftungswärmeverluste und der Warmwasserverbrauch dar. Das Nutzerverhalten kann in solchen Berechnungsverfahren nur durch Pauschalwerte bzw. gar nicht berücksichtigt werden.

Folgende Tabelle zeigt Ihnen die Berechnungsergebnisse gemäß GEG 2024¹⁾:

	ermittelt	Anford. Neubau	Anford. Bestand	
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	297,8 ²⁾	48,8	124,2	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H_T	0,882	0,334	0,400	W/(m ² K)

¹⁾ Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

²⁾ Die Ausgabe des Primärenergiebedarfs ist ohne Gewähr. Diese Angabe kann gemäß GEG 2024 unter bestimmten Bedingungen nicht berechnet werden (z.B. bei einer Anlage, die nicht nach DIN gerechnet werden kann).

4 Zusammenfassung und Empfehlungen

4.1 Ziel der energetischen Sanierung

Die Weltgemeinschaft hat sich entschlossen, die Klimaerwärmung unter 2°C zu halten. Damit sollen schon heute sichtbare Klimaveränderungen möglichst gering gehalten werden.

Die Bundesregierung verfolgt das klimapolitische Ziel, bis zum Jahr 2045 Treibhausgasneutralität verbindlich zu erreichen. Mit einem Anteil der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor von ca. 40% kommt der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden eine wesentliche Rolle zu.

Das Ziel der Beratung ist deshalb, Maßnahmen zum Erreichen eines energieeffizienten Gebäudes zu entwickeln und damit einhergehende Energie- und Kosteneinsparungen zu ermöglichen sowie die CO₂-Emissionen zu senken. Wichtig ist dabei auch die Umstellung der Heizungsanlage auf erneuerbare Energien.

Auf der Grundlage einer detaillierten Analyse des Gebäudes im Ist-Zustandes wurden sinnvolle Sanierungsmaßnahmen untersucht und sollen hier vorgestellt werden.

Die Durchführung der Sanierungsmaßnahmen kann schrittweise (Sanierung in Schritten) oder in einem Zug erfolgen.

Sanierung in Schritten

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

Sanierung in einem Zug

Die Sanierung in einem Zug erspart mehrfache Kosten für Baustelleneinrichtungen, vereinfacht die Schnittstellen und Bauausführung und ermöglicht eine optimale Ausnutzung von Fördermitteln.

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

4.2 Zusammenfassende Darstellung

4.2.1 Empfohlene Reihenfolge der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan

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

Schritt	Maßnahmenpakete ¹⁾	Zeitraum	
1	Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	2024	 
2	Dachschräge sanieren & DFF tauschen	2025	 
3	Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	2025	
4	KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	2026	  

¹⁾ Die Maßnahmenpakete bauen schrittweise aufeinander auf, d.h. dass in Folgemaßnahmen die Maßnahmen aus den Vorgängermaßnahmen einberechnet sind (z.B. das Maßnahmenpaket 2 beinhaltet das Maßnahmenpaket 1, das Maßnahmenpaket 3 beinhaltet die Maßnahmenpakete 1 und 2 etc.).

4.2.2 Ziel der Sanierung - Kennwerte

Nach Durchführung aller im Sanierungsfahrplan genannten Maßnahmen werden folgende Kennwerte erreicht:

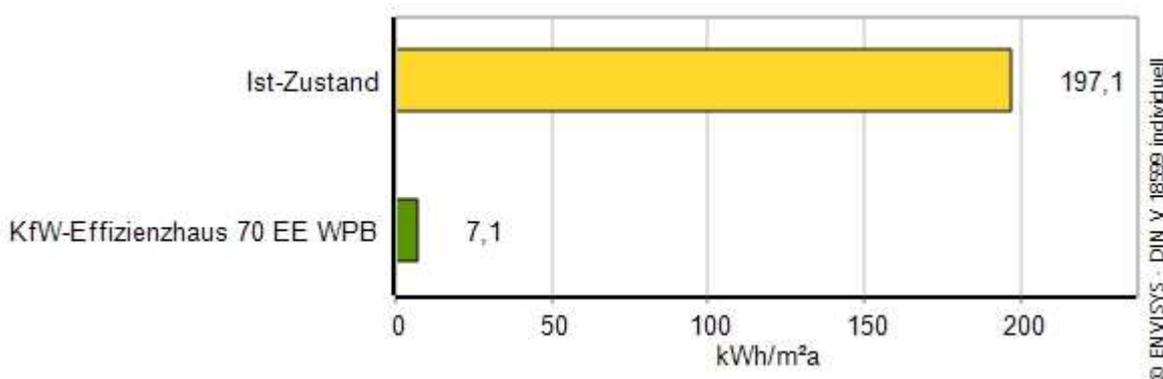
	Ist-Zustand	Ziel-Zustand	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	52.011 / 218,4	3.035 / 12,7	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	94,2 %
Endenergiebedarf ¹⁾ /pro m ²	46.942 / 197,1	1.686 / 7,1	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	96,4 %
Norm-Heizlast ²⁾	16,6	5,6	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,603	4,593		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten ³⁾ pro Jahr / pro m ²	5.322 / 22,35	-22 / -0,09	[€/a] / [€/m ² a]	100,4 %
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	61,7	4,0	[kg/m ² a]	93,6 %
SO ₂ -Emissionen	73,2	3,5	[g/m ² a]	95,2 %
NO ₂ -Emissionen	53,7	3,5	[g/m ² a]	93,4 %
Staub	2,1	0,4	[g/m ² a]	82,9 %

¹⁾ Die Berechnungen erfolgten mit individuellen Randbedingungen.

²⁾ Vereinfachte Heizlastberechnung gem. DIN EN 12831-1.

³⁾ Diese Energiekosten beinhalten auch Hilfsenergie (Strom) für Pumpen etc. Die verwendeten Energieträgerpreise finden Sie im Abschnitt "Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete"

Die folgende Grafik zeigt den Endenergiebedarf (einzukaufende Energie) vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) in Bezug zum Ist-Zustand:



4.2.3 Kennzahlen der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan

Die Maßnahmenpakete (Sanierungsschritte) bauen schrittweise aufeinander auf, d.h. dass in Folgemaßnahmen die Maßnahmen aus den Vorgängermaßnahmen einberechnet sind (z.B. das Maßnahmenpaket 2 beinhaltet das Maßnahmenpaket 1, das Maßnahmenpaket 3 beinhaltet die Maßnahmenpakete 1 und 2 etc.). Die in der folgenden Tabelle genannten Einsparungen und Kosten beziehen sich immer auf den vorigen Sanierungsschritt!

<i>energetisch</i>	Energiebedarf ¹⁾		Einsparung ²⁾		Einsparung ³⁾
	[kWh/a]	[kWh/m²a]	[kWh/a]	[%/a]	[kWh/30a]
Ist-Zustand	46.942	197,1	./.	./.	./.
1 Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	31.983	134,3	14.959	31,9	448.776
2 Dachschräge sanieren & DFF tauschen	27.960	117,4	4.023	12,6	120.700
3 Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	8.287	34,8	19.672	70,4	590.170
4 KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	1.686	7,1	6.601	79,7	198.029
<i>Summe</i>			45.256	96,4	1.357.675
<i>wirtschaftlich</i>	Investition ⁴⁾	Instand ⁵⁾	EffizienzKosten ⁶⁾	Energiekosten ⁷⁾	Einsparung ⁸⁾
	[€]	[€]	[€]	[€/a]	[€/a]
Ist-Zustand	./.	./.	./.	5.322	./.
1 Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	46.105	33.000	13.105	3.686	1.636
2 Dachschräge sanieren & DFF tauschen	81.543	64.000	17.543	3.246	440
3 Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	36.650	15.950	20.700	1.966	1.280
4 KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	75.643	61.481	14.162	-22	1.989
<i>Summe</i>	239.941	174.431	65.510	./.	5.345
<i>Umwelt (Emissionen)</i>	SO ₂	NO _x	Staub	CO ₂	CO ₂ -Einsp.
	[g/a]	[g/a]	[g/a]	[kg/a]	[%]
Ist-Zustand	17.438	12.797	491	14.686	./.
1 Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	11.889	8.734	337	10.022	31,8
2 Dachschräge sanieren & DFF tauschen	10.397	7.641	296	8.767	40,3
3 Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	4.144	4.144	414	4.641	68,4

<i>energetisch</i>		Energiebedarf ¹⁾		Einsparung ²⁾		Einsparung ³⁾
4	KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	843	843	84	944	93,6
	<i>Gesamteinsparung</i>					93,6
<i>Gebäudehülle (U-Wert)⁹⁾</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]
	Ist-Zustand	0,93	0,40	1,47	0,77	1,74
1	Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwandämmung	0,52	0,40	0,34	0,77	1,10
2	Dachschräge sanieren & DFF tauschen	0,43	0,14	0,34	0,77	1,01
3	Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	0,43	0,14	0,34	0,77	1,01
4	KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	0,27	0,14	0,34	0,18	1,01

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⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁵⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

⁶⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

⁷⁾ Jährliche Energiekosten

⁸⁾ Jährliche Energiekosteneinsparung: Ersparte Kosten durch geringeren Energiebedarf und/oder dem Wechsel zu einem anderen Energieträger. Die Berechnung erfolgt mit individuellen Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599).

⁹⁾ U-Wert: Qualität der Gebäudehülle, je geringer der Wert, desto weniger Energie geht über die Bauteile verloren.

4.2.4 Fachplanung / Baubegleitung

Rund um energetische Maßnahmen werden die Fachplanung und eine qualifizierte Baubegleitung durch einen externen, unabhängigen Experten für Energieeffizienz vom Bund gefördert. Das schließt folgende Aufgaben mit ein:

- Leistungen zur Detailplanung
- Unterstützung bei der Ausschreibung und Angebotsauswertung
- Kontrolle der Bauausführung
- Abnahme und Bewertung der Maßnahmen

Informationen zu den möglichen Zuschüssen des Bundes finden Sie im Abschnitt *Energetisches Sanierungskonzept*.

4.3 Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenpakete

In der Vor-Ort-Beratung wurden die folgenden Maßnahmen untersucht und zu Maßnahmenpaketen kombiniert.

Hier werden sowohl die Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan als auch weitere Maßnahmenpakete aufgelistet.

Maßnahmen	Fenster- und Haustürentausch & Außen-	Dachschräge sanieren & DFF tauschen	Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB
Maßnahmenpakete				
Sohlplatte / EG-Fußboden sanieren				X
Dachschräge sanieren		X		
Außenwand Kerndämmung	X			
Innenwand zur Scheune	X			
Fensteraustausch, 3-fach-Verglasung	X			
Haustüren erneuern	X			
Dachflächenfensteraustausch		X		
Wärmepumpe Luft/Wasser			X	
Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)			X	
Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich			X	
Dezentrale Be- und Entlüftung				X
Wärmebrückenberechnung bei KfW-Effizienzhaus (Teil der der Baubegleitung)				X
Pufferspeicher - (500l)			X	
Photovoltaik-Anlage hinzufügen				X
Baubegleitung 1	X			
Baubegleitung 2		X		
Baubegleitung 3			X	
Baubegleitung KfW-Effizienzhaus				X
Stromspeicher hinzufügen				X

5 Energetisches Sanierungskonzept - Sanierungsfahrplan

Wie in der Zusammenfassung bereits erläutert, sollte für die Durchführung der Maßnahmenpakete folgende Reihenfolge eingehalten werden:

SANIERUNGSFAHRPLAN

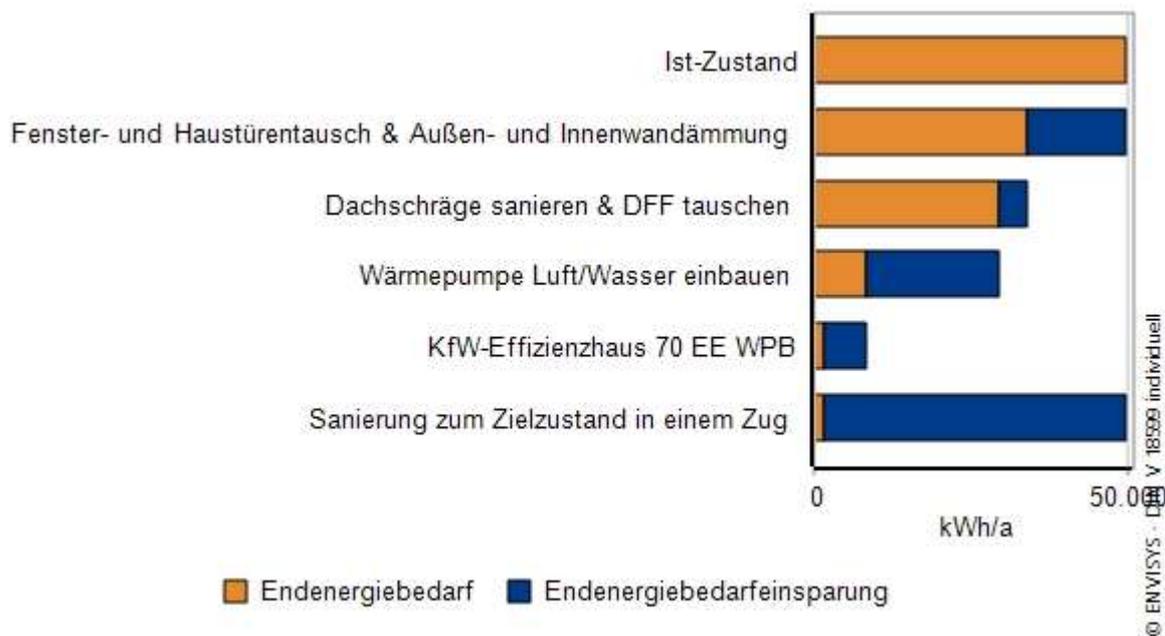
Schritt	Maßnahmenpakete ¹⁾	Zeitraum	
1	Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	2024	 
2	Dachschräge sanieren & DFF tauschen	2025	 
3	Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	2025	
4	KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	2026	  

¹⁾ Die Maßnahmenpakete bauen schrittweise aufeinander auf, d.h. dass in Folgemaßnahmen die Maßnahmen aus den Vorgängermaßnahmen einberechnet sind (z.B. das Maßnahmenpaket 2 beinhaltet das Maßnahmenpaket 1, das Maßnahmenpaket 3 beinhaltet die Maßnahmenpakete 1 und 2 etc.).

5.1 Berechnungsergebnisse im Sanierungsfahrplan (Energie, Kosten, CO₂)

Endenergiebedarf und -einsparungen der Sanierungsschritte

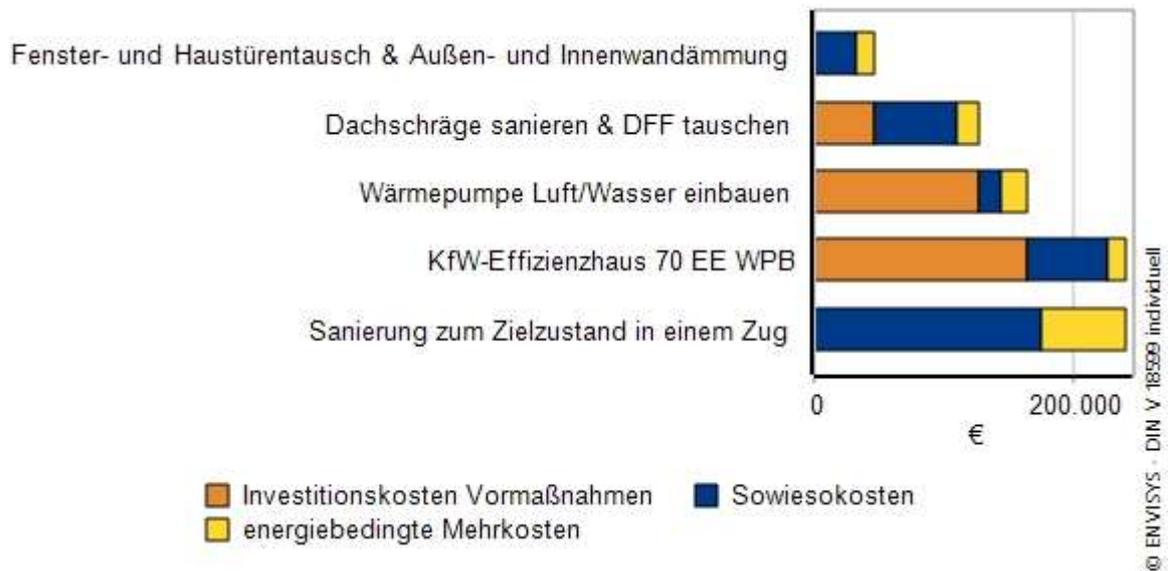
Die folgende Grafik zeigt den Endenergiebedarf sowohl im Ist-Zustand als auch in den Sanierungsschritten. Die Darstellung der Sanierung in einem Zug zeigt die mögliche Einsparung bei Durchführung aller Sanierungsschritte in einem Zug.



Die Berechnung erfolgte mit individuellen Randbedingungen.

Investitionskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten der Sanierungsschritte

Die folgende Grafik zeigt die Investitionskosten sowie anteilig die Sowieso-Kosten (Instandsetzungskosten) und energiebedingten Mehrkosten der Sanierungsschritte. Die Darstellung zeigt die Kosten bei Durchführung aller Sanierungsschritte in einem Zug.



CO₂-Emissionen der Sanierungsschritte

CO₂-Emissionen der Sanierungsschritte im Vergleich:



Weitere Grafiken sowie tabellarische Darstellungen finden Sie im Abschnitt "Vergleich der Maßnahmenpakete".

5.2 Fördermöglichkeiten des Bundes

Im Rahmen der "Bundesförderung für effiziente Gebäude - BEG" fördert der Bund das Sanieren energiesparender Gebäude. Je weniger Energie ein Gebäude benötigt, desto besser sind die Förderkonditionen. Beim Erreichen einer Effizienzhausstufe (BEG WG bzw. BEG NWG) können Kredit und Tilgungszuschüsse bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beantragt werden.

Für Einzelmaßnahmen (BEG EM) gewährt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), beim Heizungstausch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) Zuschüsse. Bei der KfW kann zusätzlich ein Ergänzungskredit für alle Einzelmaßnahmen beantragt werden.

Die geförderten Maßnahmen müssen den technischen Mindestanforderungen genügen und durch Fachunternehmen durchgeführt bzw. bestätigt werden (siehe Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude).

Die Antragstellung zur Förderung muss vor Vorhabenbeginn erfolgen (Ausnahme Heizungstausch).

Bei einem Heizungstausch im Rahmen der BEG EM gilt:

- Seit der Veröffentlichung der neuen Förderrichtlinie im Bundesanzeiger am 29.12.2023, können Antragstellende förderfähige Vorhaben des Heizungstausches (mit Ausnahme von Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes) bereits umsetzen.
- Bei einem Vorhabenbeginn bis zum 31. August 2024 kann der Antrag bis zum 30. November 2024 nachgeholt werden.

Weitere Informationen finden Sie beim Fördergeldgeber (KfW bzw. BAFA) sowie auf der Internetseite des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Grafische Förderübersichten finden Sie unter www.envisys.de/Infothek.

Für das vorliegende Objekt wurden Fördermöglichkeiten des Bundes (Bundesförderung für effiziente Gebäude) untersucht. Die Einhaltung der Förderrichtlinien sowie der technischen Mindestanforderungen wurden dabei geprüft. Für die Inanspruchnahme von Fördergeldern ist seit dem 1.1.2021 ein Energieeffizienz-Experte einzubinden.

Für selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser können ggf. steuerliche Vergünstigungen in Anspruch genommen werden. Dazu kann Sie ein Steuerexperte beraten.

Einbindung eines Energieeffizienz-Experten

Für die Beantragung von Fördergeldern im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist ein Energieeffizienz-Experte aus der Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes (siehe auch unter www.energie-effizienz-experten.de) einzubinden. Lediglich für Anträge auf Förderung von Einzelmaßnahmen Heizungstechnik und Heizungsoptimierung ist eine Fachunternehmererklärung ausreichend.

Die zu erbringenden Leistungen des Energieeffizienz-Experten sind förderfähig.

Übersicht der Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen:

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) Stand: 01/2024			
BEG EM - Zuschuss (BAFA / KfW) ¹⁾			
Maßnahmen ²⁾	Fördersätze	Höchstgrenze förderfähiger Kosten	
zusammen max. 70%		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
Heizungstechnik³⁾			
Solarthermie ⁴⁾	zusammen max. 70%	30.000 € 1. WE jeweils 15.000 € 2. bis 6. WE jeweils 8.000 € ab 7. WE	30.000 €: bis 150 m² NGF 200 €/m²: bis 400 m² NGF +120 €/m²: >400 bis 1.000 m² NGF + 80 €/m²: > 1.000 m² NGF
Biomasse ⁴⁾⁶⁾			
Wärmepumpe ⁴⁾⁸⁾			
Brennstoffzelle ⁴⁾			
Wasserstoff Hzg. ⁴⁾¹⁰⁾			
innov. HeizTechn ⁴⁾¹¹⁾			
Gebäudenetz ⁵⁾¹²⁾			
Anschluss G-Netz ⁴⁾			
Anschluss W-Netz ⁴⁾			
2.500 € ⁷⁾			
5% ⁹⁾			
+ 20% Klimageschwindigkeit ¹³⁾			
+ 30% Einkommen ¹⁴⁾			
30%			
50%			
50%			
50%			
50%			
50%			
Gebäudehülle⁵⁾¹⁵⁾			
Anlagentechnik ⁵⁾¹⁶⁾	15%	30.000 €/WE	500 €/m² NGF
Heiz. optimierung ⁵⁾¹⁷⁾	5%	mit iSFP ²¹⁾ 60.000 €/WE	
Emissionsminderung ⁵⁾¹⁸⁾	50%		
Baubegleitung⁵⁾²⁰⁾			
	50%	EFH / ZFH: 5.000 € MFH (ab 3 WE): 2.000 €/WE max. 20.000 €	5 €/m², max. 20.000 €
BEG EM (358/359) - Ergänzungskredit (KfW) ²²⁾			
alle Maßnahmen ²⁾	bis 2,5 % unter dem marktüblichen Zins Haushaltseinkommen bis 90.000 €: weitere Zinsreduzierung ²³⁾	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
		120.000 €/WE	500 €/m² NGF max. 5.000.000 € / Vorhaben



Dieses Förderprogramm wird vollständig vom Modul EВЕВІ - Förderrechner Pro unterstützt!

- ¹⁾ In Abhängigkeit der Maßnahme Zuständigkeit der Durchführung bei BAFA o. KfW
- ²⁾ Für alle Maßnahmen gelten technische Mindestanforderungen gem. Richtlinie BEG EM vom 21.12.2023
- ³⁾ Heizungstausch: Erhöhung der Energieeffizienz und/oder des Anteils EE. Grundsätzlich Nachweis der Heizlast und hydr. Abgleich Verfahren B! Einhaltung der 65%-EE-Anforderung nach § 71 GEG 2024. BAFA-Anlagenliste beachten.
- ⁴⁾ Zuschuss gewährt die KfW
- ⁵⁾ Zuschuss gewährt das BAFA
- ⁶⁾ ab 5 kW Nennleistung, mit Klimabonus: nur in Verbindung mit einer solarthermischen Anlage o. Wärmepumpe zur Deckung der gesamten Trinkwassererwärmung
- ⁷⁾ Emissionsgrenzwert Feinstaub bis 2,5 mg/m³ zusätzlicher pauschaler Zuschlag
- ⁸⁾ nicht gefördert werden Wp mit Gas betrieben oder Raumluft als Wärmequelle
- ⁹⁾ bei Erschließung der Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser oder Einsatz natürliches Kältemittel
- ¹⁰⁾ Investitionsmehrausgaben von wasserstofffähigen Gas-Brennwertheizungen
- ¹¹⁾ innovative Heizungs-technik: EE ab 80% Deckung Gebäudeheizlast
- ¹²⁾ Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes
- ¹³⁾ Bonus für selbstnutzende Eigentümer für selbst die genutzte Wohneinheit Austausch funktionstüchtiger Öl-, Kohle-, Gas-Etagen- oder Nachtspeicherheizungen ebenso Austausch funktionstüchtiger Gasheizungen oder Biomasseheizungen mit Inbetriebnahme vor mindestens 20 Jahren
- ¹⁴⁾ Bonus für selbstnutzenden Eigentümer für selbst genutzte Wohneinheit bei einem Haushaltseinkommen bis 40.000 €
- ¹⁵⁾ Dämmung der Gebäudehülle, Fenstertausch, sommerlicher Wärmeschutz
- ¹⁶⁾ RLT, Wärme-/Kälterückgewinnung, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, Beleuchtungssysteme etc.
- ¹⁷⁾ Heizungsoptimierung Anlageneffizienz: max. 5 WE bzw. 1.000 m² bei NWG
- ¹⁸⁾ Heizungsoptimierung Emissionsminderung: Staub von Biomasseheizungen (feste Biomasse) ab 4 kW Nennleistung, Staubminderung mind. 80%
- ¹⁹⁾ Bonus für Maßnahmen im Rahmen eines iSFP, nur WG Hinweis: Zur Einreichung des Verwendungsnachweises muss der iSFP (bzw. die geförderte Energieberatung) abschließend beschieden sein und ausbezahlt worden sein.
- ²⁰⁾ Energetische Fachplanungs-/Baubegleitungsleistungen
- ²¹⁾ Bei Gewährung iSFP-Bonus und für nicht antragsberechtigte Eigentümer des Gebäudes gem. Richtlinie für die Bundesförderung für "Energieberatung für Wohngebäude (EBW)" vom 31.05.2023, Nr. 5.2
- ²²⁾ Der Ergänzungskredit wird nur im Zusammenhang mit einer Zuschussförderung gewährt.
- ²³⁾ Bei einem Haushaltseinkommen bis 90.000 € erfolgt eine Verbilligung des Zinssatzes (Produkt 358).

Klimageschwindigkeits-Bonussätze	
20%:	bis 31.12.2028
17%:	01.01.2029 bis 31.12.2030
14%:	01.01.2031 bis 31.12.2032
11%:	01.01.2033 bis 31.12.2034
8%:	01.01.2035 bis 31.12.2036

Legende:	
BAFA:	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
EE:	erneuerbare Energien
G-Netz:	Gebäudenetz
iSFP:	individueller Sanierungsfahrplan
KfW:	Kreditanstalt für Wiederaufbau
NWG:	Nichtwohngebäude
RLT:	Raumlufttechnik
W-Netz:	Wärmenetz
WE:	Wohneinheit
WG:	Wohngebäude
WP:	Wärmepumpe

Hinweis: Die BEG EM kann mit der BEG WG/NWG kombiniert werden.

Alle Angaben ohne Gewähr!
© ENVISYS, eine Verbreitung dieser Grafik ist nur mit schriftlicher Genehmigung durch ENVISYS gestattet! www.envisys.de

5.3 Sanierungsschritt 1: Fenster- und Haustürentausch &

Außen- und Innenwanddämmung

5.3.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick

5.3.1.1 Allgemeines

Das Maßnahmenpaket betrachtet folgende Maßnahmenarten:



Schema der empfohlenen Maßnahmen

Empfohlener Zeitraum: 2024

Das Maßnahmenpaket 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.

5.3.1.2 Energetische Kennwerte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

	Ist-Zustand	Nach Sanierung	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	52.011 / 218,4	35.481 / 149,0	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	31,8 %
Endenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	46.942 / 197,1	31.983 / 134,3	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	31,9 %
Norm-Heizlast ²⁾	16,6	10,3	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,603	0,583		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten ³⁾ / pro m ²	5.322 / 22,35	3.686 / 15,48	[€/a] / [€/m ² a]	30,7 %
Investitionskosten ⁴⁾		46.105	[€]	
- Instandsetzungskosten ⁵⁾		33.000	[€]	
= energiebedingte Mehrkosten ⁶⁾		13.105	[€]	
- Förderung ⁷⁾		10.679	[€]	
= Verbleibende energiebedingte Mehrkosten ⁸⁾		2.426	[€]	
Amortisation ⁹⁾		2	[Jahre]	
mittlere Rendite		8,25	[%]	
Kapitalwert ¹⁰⁾		39.705	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	61,7	42,1	[kg/m ² a]	31,8 %
CO ₂ -Emissionen	14,7	10,0	[t/a]	
entspricht CO ₂ -Abgabe ¹¹⁾	661	451	[€/a]	
Anteil Vermieter ¹²⁾	90	60	[%]	
entspricht Umweltkosten ¹³⁾	2.643	1.804	[€/a]	
SO ₂ -Emissionen	73,2	49,9	[g/m ² a]	31,8 %
NO ₂ -Emissionen	53,7	36,7	[g/m ² a]	31,7 %
Staub	2,1	1,4	[g/m ² a]	31,4 %

¹⁾ Die Berechnungen erfolgten mit individuellen Randbedingungen.

²⁾ Vereinfachte Heizlastberechnung gem. DIN EN 12831-1.

³⁾ Diese Energiekosten beinhalten auch Hilfsenergie (Strom) für Pumpen etc. Die verwendeten Energieträgerpreise finden Sie im Abschnitt "Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete"

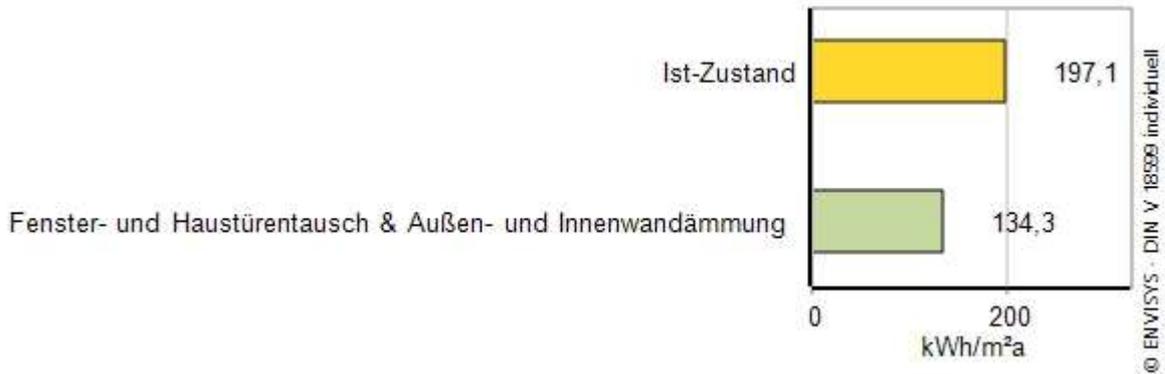
⁴⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁵⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

- 6) energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- 7) Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.
- 8) Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.
- 9) Amortisation: Zeit, in welcher die verbleibenden Kosten wieder zurückgeflossen sind. Ein Maßnahmenpaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile/Anlagenteile ist.
- 10) Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Maßnahmenpaket.
- 11) in Deutschland werden für 2024 45 €/t veranschlagt, diese Kosten erhöhen sich jährlich
- 12) in Abhängigkeit des Energiestandards des Gebäudes (Stufenmodell), für NWG gilt bis Ende 2025 eine hälftige Teilung
- 13) Kostenansatz je Tonne: 180 € (Umweltbundesamt)

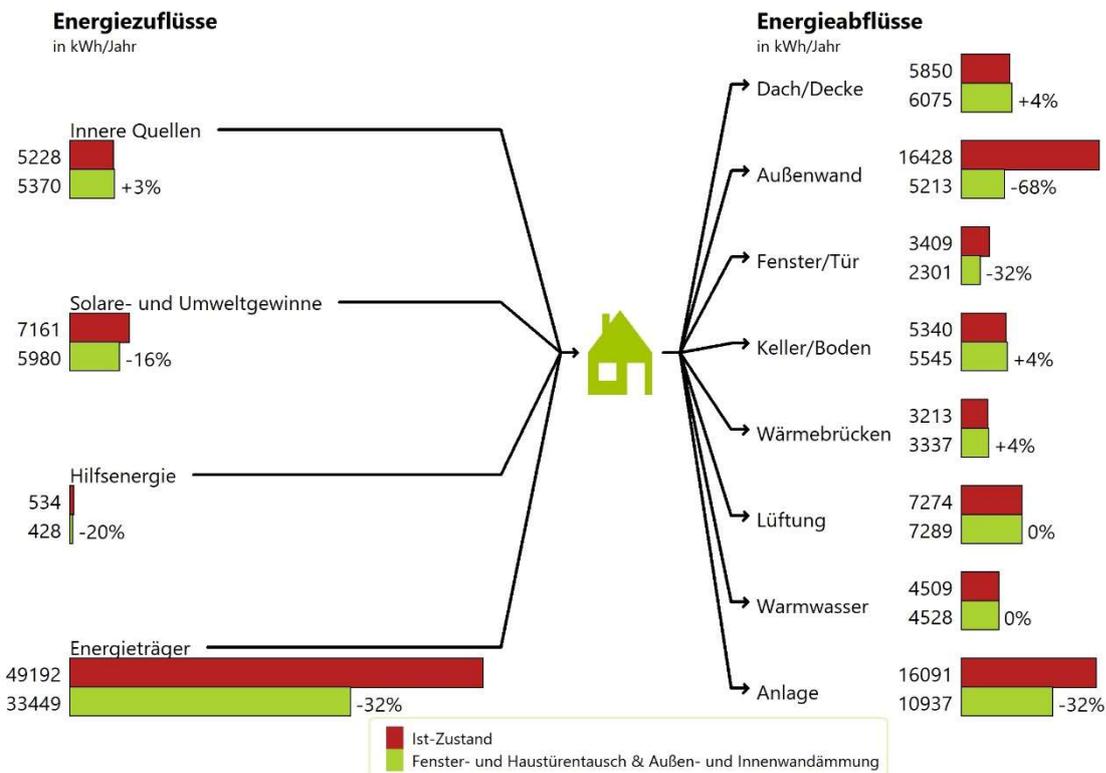
5.3.1.3 Bilanzierungsergebnisse mit individuellen Randbedingungen

Energiekennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



Die Energiekennzahl beziffert die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird.

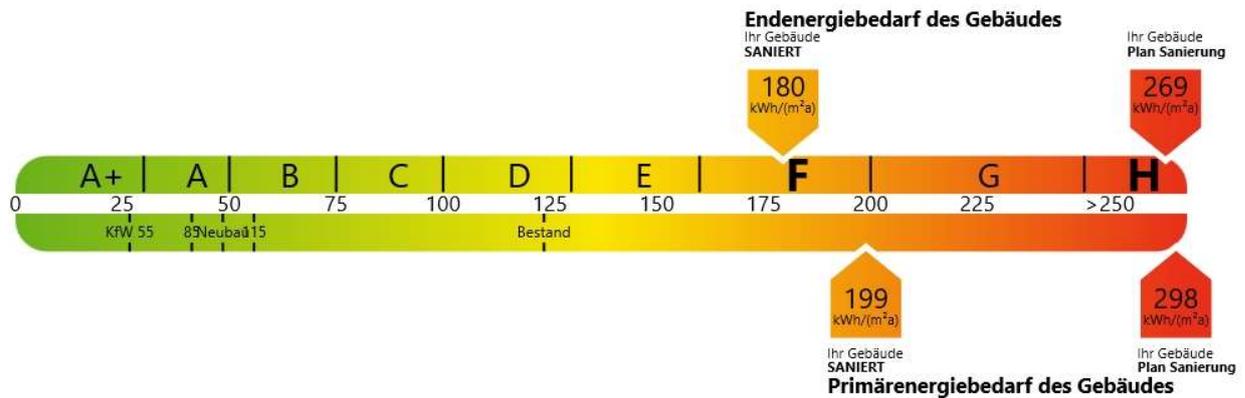
Energieanteile vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



5.3.1.4 Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

© ENVISYS - DIN V 18599 nach GEG/EnEV



5.3.2 Beschreibung der Maßnahmen

Folgende Maßnahmen sollen in dem Maßnahmenpaket umgesetzt werden:

Maßnahme	Beschreibung zu finden
Außenwand Kerndämmung	in den folgenden Abschnitten
Innenwand zur Scheune	in den folgenden Abschnitten
Fenster austausch, 3-fach-Verglasung	in den folgenden Abschnitten
Haustüren erneuern	in den folgenden Abschnitten
Baubegleitung 1	in den folgenden Abschnitten

5.3.2.1 Außenwand Kerndämmung

Kurzbeschreibung

Kerndämmung (Einblasdämmung) bei zweischaligem Mauerwerk. Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

So geht es

Bei der Einblasdämmung werden lose Dämmstoffe durch Bohrungen in Innen oder Außenschale in die Luftschicht des 2-Schaligen Mauerwerks geblasen.

Zu beachten

Je gleichmäßiger das Dämmmaterial verteilt wird, umso besser die Dämmwirkung. Als Material kommen hier dafür zugelassene Einblasdämmstoffe wie z.B. Silikagel, Steinwolle-Granulat, Styrole oder Perlite in Frage.

Eigenschaften der Maßnahme

Daten der Dämmung				
Dämmfläche			169,48	m ²
Nutzungsdauer			50	Jahre
Spezifische Kosten			80,00	€/m ²
angewendet auf folgende Bauteile:		Fläche ¹⁾	Kosten	U-Wert alt / neu
Wand 30,25cm N		46,23 m ²	3.698 €	1,32 / 0,37 W/m ² K
Wand 30,25cm O		52,75 m ²	4.220 €	1,32 / 0,37 W/m ² K
Wand 30,25cm S		39,70 m ²	3.176 €	1,32 / 0,37 W/m ² K
Wand 30,25cm W		30,80 m ²	2.464 €	1,32 / 0,37 W/m ² K
Summe		169,48 m²	13.558 €	

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

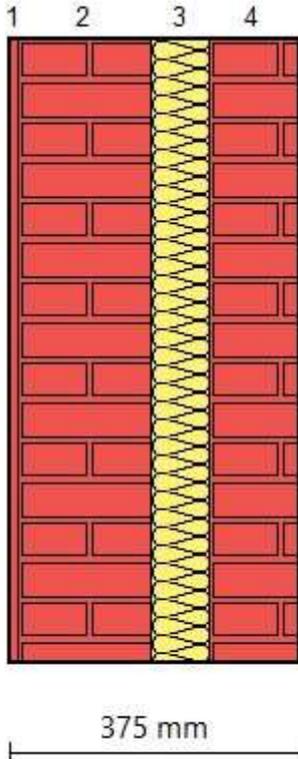
	Anteil (66 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (34 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	9.000 €	4.558 €	13.558 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

Aufbau des neuen Bauteils:



Außenwand (saniert) WLG 0,035

U-Wert = 0,368 W/(m²K)

- 1: 10 mm, Kalkgipsputz
- 2: 175 mm, Kalksandstein
- 3: 75 mm, Mineralfaser
- 4: 115 mm, Klinker

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

Aufbau (von innen nach außen)	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit
	[cm]	[W/mK]
Fachsichtung 100,00 %		
1. Kalkgipsputz	1,00	0,700
2. Kalksandstein	17,50	0,700
3. Mineralfaser	7,50	0,035
4. Klinker	11,50	0,810
Gesamtdicke:	37,50	

5.3.2.2 Innenwand zur Scheune

Kurzbeschreibung

Wandflächen gegen unbeheizte Räume. Maximaler U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ 0,25.

So geht es

Es gibt zwei grundsätzliche Möglichkeiten: Das Dämmmaterial wird in Form von Platten direkt auf die Innenwand aufgeklebt oder gedübelt. Auf der Wand wird eine Unterkonstruktion aus Holz angebracht, deren Zwischenräume mit Dämmmaterial in Form von Matten oder Filzen gefüllt werden. Insgesamt kommen viele Materialien für Innendämmungen infrage, u.a. Styropor, Polyurethan, Calciumsilikat, Glas- und Steinwolle, Holzwolleleichtbauplatten, Holzweichfaserplatten oder auch Schaumglasplatten.

Zu beachten

Die Wand sollte vollfugig, trocken, eben und frei von Beschädigungen sein. Außerdem ist darauf zu achten, dass das Dämmmaterial vollständig auf der Wand aufliegt und keine Hohlräume entstehen.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Dämmfläche			32,98	m ²
Nutzungsdauer			50	Jahre
Spezifische Kosten			150,00	€/m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>	
Wand 11,5cm unb. W	32,98 m ²	4.947 €	2,25 / 0,21	
Summe	32,98 m²	4.947 €		

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (81 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (19 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	4.000 €	947 €	4.947 €

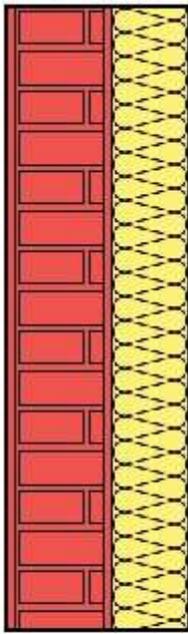
¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

Aufbau des neuen Bauteils:

1 2 3 4



Innenwand zur Scheune (saniert) 0,25

U-Wert = 0,213 W/(m²K)

- 1: 10 mm, Kalkputz
- 2: 115 mm, Kalksandstein
- 3: 10 mm, Kalkputz
- 4: 100 mm, PU-Dämmung

235 mm

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

Aufbau (von innen nach außen)	Schichtdicke	Wärmeleitfähigkeit
	[cm]	[W/mK]
Fachschichtung 100,00 %		
1. Kalkputz	1,00	1,000
2. Kalksandstein	11,50	0,700
3. Kalkputz	1,00	1,000
4. PU-Dämmung	10,00	0,023
Gesamtdicke:	23,50	

5.3.2.3 Fensteraustausch, 3-fach-Verglasung

Kurzbeschreibung

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Einbau von dreifachverglasten Fenstern mit einem Uw-Wert $\leq 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

So geht es

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Die Wanddämmung muss sorgfältig an Rollladen und Fensterrahmen angeschlossen sein. Eine neue Außenfensterbank ist erforderlich.

Zu beachten

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmege-dämmt sind.

<p>Prinzipskizze: Montagerahmen zur Vorbereitung des Fenstereinbaus in der Dämmebene</p> <p>Prinzipskizze: Montagerahmen zur Vorbereitung des Fenstereinbaus in der Dämmebene <i>Quelle: BAFA,</i></p>	<p>Prinzipskizze: Befestigung des Fensters in der Dämmebene am vorhandenen Montagerahmen <i>Quelle: BAFA,</i></p>
<p>Prinzipskizze: Anschluss der Innendämmung an ein vorhandenes Fenster <i>Quelle: BAFA,</i></p>	<p>Prinzipskizze: Anschluss des neuen Fensters an die Innendämmung <i>Quelle: BAFA,</i></p>

Eigenschaften der Maßnahme

Daten der Fenster			
Fenster-Uw-Wert		0,95	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)		0,50	

<i>Daten der Fenster</i>				
Nutzungsdauer				30 Jahre
Spezifische Kosten				750,00 €/m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu¹⁾</i>	
Fenster 2001 in Wand 30,25cm N	2,25 m ²	1.688 €	1,77 / 0,95 W/m ² K	
Fenster 2001 in Wand 30,25cm O	11,02 m ²	8.265 €	1,77 / 0,95 W/m ² K	
Fenster 2001 in Wand 30,25cm S	9,79 m ²	7.343 €	1,77 / 0,95 W/m ² K	
Summe	23,06 m²	17.295 €		

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (87 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (13 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	15.000 €	2.295 €	17.295 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.3.2.4 Haustüren erneuern

Kurzbeschreibung

Die vorhandene Außentür hat ein hohes Alter und weist hohe Undichtigkeiten auf. Sie sollte durch eine neue, gedämmte und luftdichte Außentür ersetzt werden. Einbau von neuen Außentüren mit einem Uw-Wert $\leq 1,3$ W/(m²·K).

So geht es

Außentür mit gedämmtem Kern, umlaufender Lippendichtung und automatisch absenkender Bodendichtung einsetzen. Alternativ können Außentüren mit guter Substanz durch Aufdopplung des Türblatts mit einer Dämmplatte (z.B. Holzweichfaserplatte oder Vakuumdämmplatte), Einfräsen einer Lippendichtung und einer Automatikbodendichtung wärmetechnisch ertüchtigt werden.

Zu beachten

Wird die Fassade gedämmt, so sollten die Blendrahmen weitest möglich überdämmt werden. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Fenster</i>				
Fenster-Uw-Wert				1,30 W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)				0,00
Nutzungsdauer				30 Jahre
Spezifische Kosten				1.500,00 €/m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu¹⁾</i>	
AT Bestand in Wand 30,25cm N	3,04 m ²	4.560 €	1,58 / 1,30 W/m ² K	
AT Bestand in Wand 30,25cm S	2,03 m ²	3.045 €	1,58 / 1,30 W/m ² K	
Summe	5,07 m²	7.605 €		

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (66 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (34 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	5.000 €	2.605 €	7.605 €

- ¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.
- ²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- ³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.3.2.5 Baubegleitung 1

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um energetische Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Maßnahmen. Dazu gehören u.a. Detailplanungen, Unterstützung bei der Ausschreibung und Angebotsüberwachung, Kontrolle der Bauausführung sowie Abnahme und Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen. Diese Leistungen sind verpflichtend und durch einen Energieeffizienz-Experten aus der Liste der Deutschen Energie-Agentur (dena) zu erbringen, wenn die Maßnahmen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert werden. Mit Einführung der "Bundesförderung effiziente Gebäude" wurden zusätzliche Fördermöglichkeiten geschaffen. Details finden Sie im Abschnitt "Fördermöglichkeiten".

5.3.3 Kostenstruktur im Überblick

Der folgende Abschnitt soll Ihnen einen Überblick über die Kosten, Investitionen, mögliche Förderungen und Einsparungen geben. Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen, die dargestellte Genauigkeit ist daher nicht realistisch. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

Überblick über die Investitionskosten, die Förderung und die verbleibenden Kosten:

	Anteil (72 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (28 %) Energieeffizienz ²⁾	Summe
Maßnahmenkosten	33.000 €	13.105 €	46.105 ³⁾ €
- Förderbetrag		10.679 €	10.679 ⁴⁾ €
= Verbl. Energieeffizienzkosten	33.000 €	2.426 ⁵⁾ €	35.426 €

- ¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.
- ²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- ³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).
- ⁴⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.
- ⁵⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.

Überblick über die Kosten der Maßnahmen:

Maßnahme	Kosten gesamt
Außenwand Kerndämmung	13.558 €
Innenwand zur Scheune	4.947 €
Fensteraustausch, 3-fach-Verglasung	17.295 €
Haustüren erneuern	7.605 €
Baubegleitung 1	2.700 €
Summe der Kosten:	46.105 €

5.3.4 Fördermöglichkeiten

5.3.4.1 Allgemeine Hinweise zu den Fördermöglichkeiten

Eine Übersicht zu den Fördermöglichkeiten des Bundes finden Sie im Abschnitt *Energetisches Sanierungskonzept, Fördermöglichkeiten des Bundes*.

5.3.4.2 Erreichter Energieeffizienz-Standard

Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Bilanzierungsergebnisse des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln beim Bund:

	Plan Sanierung	Referenz ¹⁾	Einheit	Plan/Ref ²⁾
Jahresprimärenergiebedarf $Q_P / Q_{P,REF}$	198,89	88,26 ²⁾	kWh/(m ² a)	225 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T / H'_{T,REF}$	0,524	0,334	W/(m ² K)	157 %

¹⁾ Referenzgebäude gemäß GEG 2024

²⁾ Verhältnis des geplanten Jahresprimärenergiebedarfs bzw. Transmissionswärmeverlustes zum jeweiligen Referenzwert. Damit wird der erreichte Effizienzhausstandard ermittelt.

Erreichte Effizienzhaus-Stufe

Nach Durchführung der angestrebten Sanierung kann keine Effizienzhaus-Stufe erreicht werden.

5.3.4.3 Übersicht über die Fördermöglichkeiten

Überblick über die ermittelten Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm	Förderrelevante Kosten	Förderfähige Kosten	Geldwerter Vorteil	
<i>KfW-Förderung</i>				
Ergänzungskredit	46.105	46.105	648	€
<i>BAFA-Förderung</i>				
Einzelmaßnahmen Gebäudehülle	43.405	43.405	8.681	€
Baubegleitung	2.700	2.700	1.350	€
<i>Steuerbonus</i>				
- / -				
Summe	46.105	92.210	10.679	€

Angaben ohne Gewähr!

5.3.4.4 BEG EM: Einzelmaßnahmen Gebäudehülle

BEG EM: Einzelmaßnahmen Gebäudehülle - BAFA - Zuschuss			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Außenwand Kerndämmung			
Innenwand zur Scheune			
Fenster austausch, 3-fach-Verglasung			
Haustüren erneuern			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	120.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	120.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	43.405	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	43.405	€	
Zuschuss ⁷⁾	6.511	€	15,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾	2.170	€	5,0 %
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	8.681	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Zuschuss für die Umsetzung der Maßnahmen.

⁸⁾ Es kann ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus gewährt werden:
- Im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen und entspricht der möglichen Förderung.

5.3.4.5 BEG EM: Ergänzungskredit

BEG EM: Ergänzungskredit - KfW - Darlehen (Programmnummer 359)			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Außenwand Kerndämmung			
Innenwand zur Scheune			
Fenster austausch, 3-fach-Verglasung			
Haustüren erneuern			
Baubegleitung 1			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kreditkonditionen</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	3,66	%	
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	240.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	240.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	46.105	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	46.105	€	
Tilgungszuschuss ⁷⁾	0	€	0,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾	0	€	0,0 %
+ Zinsvorteil ⁹⁾	648	€	
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	648	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Der Tilgungszuschuss reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit.

⁸⁾ Ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus ist nicht möglich.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen (Tilgung und ggf. Bonus) sowie dem Zinsvorteil und entspricht der möglichen Förderung.

5.3.4.6 BEG EM: Baubegleitung Einzelmaßnahmen

BEG EM: Baubegleitung Einzelmaßnahmen - BAFA - Zuschuss			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Baubegleitung 1			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kosten</i>			
	Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	5.000 €	
-	Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0 €	
-	Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0 €	
=	Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	5.000 €	
	Förderrelevante Kosten ⁵⁾	2.700 €	
<i>Ergebnis</i>			
	Förderfähige Kosten ⁶⁾	2.700 €	
	Zuschuss ⁷⁾	1.350 €	50,0 %
=	Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	1.350 €	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Zuschuss für die Umsetzung der Maßnahmen.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen und entspricht der möglichen Förderung.

5.3.4.7 Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber

Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber des Bundes		
<i>Gebäudedaten</i>		
Denkmal / besonders erhaltenswerte Bausubstanz		nein
Baujahr des Gebäudes		1974
Jahr der Sanierung		0
Anzahl der Wohneinheiten		2
<i>Angaben zur Berechnung</i>		
Gebäudevolumen V_e	754,4	m ³
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	602,5	m ²
Gebäudenutzfläche A_N	241,4	m ²
Fensterfläche A_w	26,7	m ²
Außentürfläche A_{Wt}	5,1	m ²
Gebäudeschwere:		mittel
Gebäudetyp		freistehend
Berechnung erfolgte nach	DIN V 18599:2018-09	
Verwendete Software	EVEBI 13.5.3	
<i>Energetische Kennwerte¹⁾</i>		
Erreichter Effizienzgebäudestandard		keine KfW-Förderung
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	198,89	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Referenzgebäude $Q_{P,ref}$	88,26	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Anforderung $Q_{P,max}$ (gem. GEG 2024)	123,57	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,524	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H'_{T,ref}$	0,334	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Anforderung $H'_{T,max}$ (gem. GEG 2024)	0,560	W/(m ² K)
Wärmebrückenzuschlag	0,100	W/(m ² K)
Deckungsanteil solarthermische Heizungsunterstützung	0,0	%
<i>Einsparungen³⁾</i>		
Endenergiebedarf	21.598	kWh/Jahr
Primärenergiebedarf	23.870	kWh/Jahr
CO ₂ -Emissionen	6.735	kg/Jahr
<i>Geplante förderfähige Kosten</i>		
Einzelmaßnahmen Gebäudehülle	43.405	€
Baubegleitung Einzelmaßnahmen	2.700	€
Summe der geplanten förderfähigen Kosten	92.210	€

¹⁾ Die Berechnung der energetischen Kennwerte sowie der Einsparungen erfolgt nach den Richtlinien der BEG i.V.m. der "Liste der technischen FAQ" in der jeweils aktuellen Fassung.

³⁾ Hierbei handelt es sich um die Einsparungen gegenüber dem Ist-Zustand (Berechnung mit normierten Randbedingungen gemäß GEG 2024).

5.4 Sanierungsschritt 2: Dachschräge sanieren & DFF tauschen

5.4.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick

5.4.1.1 Allgemeines

Das Maßnahmenpaket betrachtet folgende Maßnahmenarten:



Schema der empfohlenen Maßnahmen

Empfohlener Zeitraum: 2025

Das Maßnahmenpaket 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.

5.4.1.2 Energetische Kennwerte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Bei der Betrachtung dieses Maßnahmenpaketes wurde angenommen, dass eine Sanierung (siehe Sanierungsschritt 1 = Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung) bereits durchgeführt wurde.

	Sanierungsschritt 1	Sanierungsschritt 2	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	35.481 / 149,0	31.035 / 130,3	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	12,5 %
Endenergiebedarf ¹⁾ /pro m ²	31.983 / 134,3	27.960 / 117,4	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	12,6 %
Norm-Heizlast ²⁾	10,3	8,9	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,583	0,576		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten ³⁾ / pro m ²	3.686 / 15,48	3.246 / 13,63	[€/a] / [€/m ² a]	11,9 %
Investitionskosten gesamt (inkl. vorige Sanierungsschritte)		127.648	[€]	
Investitionskosten ⁴⁾ (dieses Sanierungsschrittes)		81.543	[€]	
- Instandsetzungskosten ⁵⁾		64.000	[€]	
= energiebedingte Mehrkosten ⁶⁾		17.543	[€]	
- Förderung ⁷⁾		18.625	[€]	
= Verbleibende energiebedingte Mehrkosten ⁸⁾		-1.082	[€]	
Amortisation ⁹⁾		1	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert ¹⁰⁾		14.398	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	42,1	36,8	[kg/m ² a]	12,5 %
CO ₂ -Emissionen	10,0	8,8	[t/a]	
entspricht CO ₂ -Abgabe ¹¹⁾	451	395	[€/a]	
Anteil Vermieter ¹²⁾	60	50	[%]	
entspricht Umweltkosten ¹³⁾	1.804	1.578	[€/a]	
SO ₂ -Emissionen	49,9	43,7	[g/m ² a]	12,5 %
NO ₂ -Emissionen	36,7	32,1	[g/m ² a]	12,5 %
Staub	1,4	1,2	[g/m ² a]	12,2 %

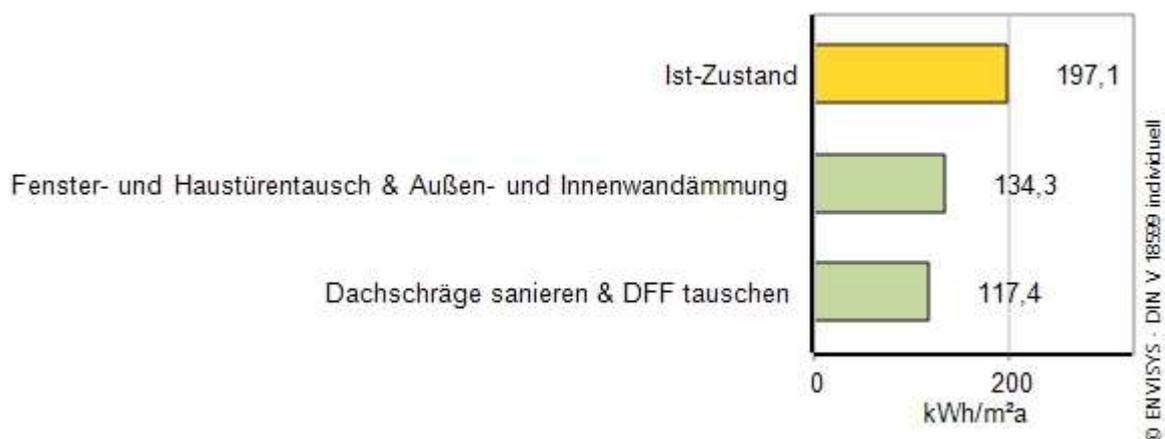
¹⁾ Die Berechnungen erfolgten mit individuellen Randbedingungen.

²⁾ Vereinfachte Heizlastberechnung gem. DIN EN 12831-1.

- ³⁾ Diese Energiekosten beinhalten auch Hilfsenergie (Strom) für Pumpen etc. Die verwendeten Energieträgerpreise finden Sie im Abschnitt "Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete"
- ⁴⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).
- ⁵⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.
- ⁶⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- ⁷⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.
- ⁸⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.
- ⁹⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die verbleibenden Kosten wieder zurückgeflossen sind. Ein Maßnahmenpaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile/Anlagenteile ist.
- ¹⁰⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Maßnahmenpaket.
- ¹¹⁾ in Deutschland werden für 2024 45 €/t veranschlagt, diese Kosten erhöhen sich jährlich
- ¹²⁾ in Abhängigkeit des Energiestandards des Gebäudes (Stufenmodell), für NWG gilt bis Ende 2025 eine hälftige Teilung
- ¹³⁾ Kostenansatz je Tonne: 180 € (Umweltbundesamt)

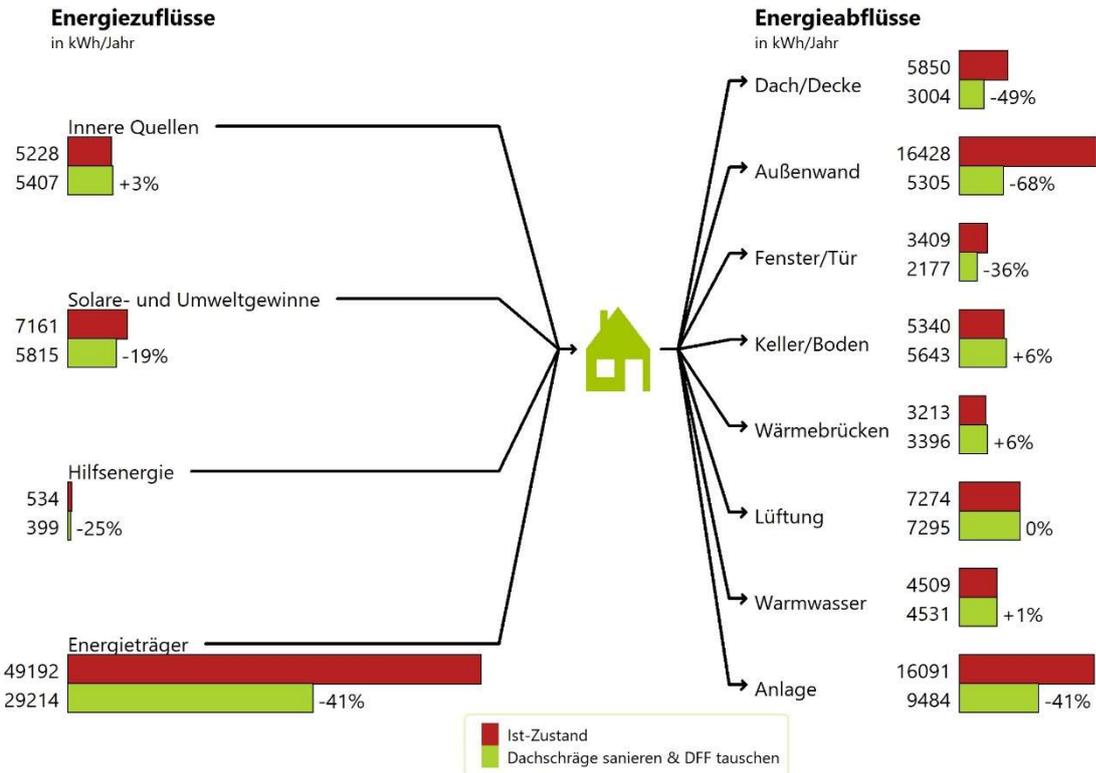
5.4.1.3 Bilanzierungsergebnisse mit individuellen Randbedingungen

Energiekennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



Die Energiekennzahl beziffert die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird.

Energieanteile vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:

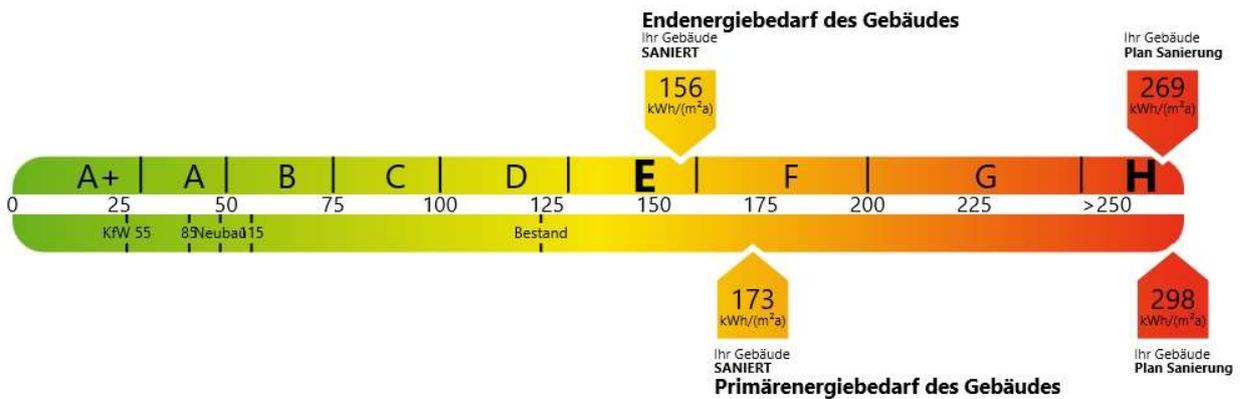


© ENVISYS - DIN V 18599 individuell

5.4.1.4 Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

© ENVISYS - DIN V 18599 nach GEG/EnEV



5.4.2 Beschreibung der Maßnahmen

Folgende Maßnahmen sollen in dem Maßnahmenpaket umgesetzt werden:

Maßnahme	Beschreibung zu finden
Dachschräge sanieren	in den folgenden Abschnitten
Dachflächenfensteraustausch	in den folgenden Abschnitten
Baubegleitung 2	in den folgenden Abschnitten

5.4.2.1 Dachschräge sanieren

Kurzbeschreibung

Wärmedämmung von Dachflächen. Maximaler U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ 0,14.

So geht es

Eine feste Dämmschicht wird oberhalb der Dachsparren angebracht. Gegenüber der Wärmedämmung des geneigten Daches zwischen den Sparren hat diese Dämmart den Vorteil, dass die Sparren keine Wärmebrücken bilden. Bei gleicher Dämmschichtdicke kann daher eine bis zu 20 % bessere Dämmwirkung erzielt werden.

Zu beachten

Eventuell ist ein Neigungswinkel der Schraube zur Konterlatte erforderlich. Die erforderliche Konterlatte mit Dicke und Breite sowie Sortierklasse ist ebenfalls aus der Statik zu entnehmen. Diese Statik ist genauestens einzuhalten, damit das Gleichgewicht der Kräfte immer gegeben ist und das Dach dort bleibt, wo es hingehört – oben!

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Dämmfläche			206,28	m ²
Nutzungsdauer			50	Jahre
Spezifische Kosten			350,00	€/m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>	
Dachschräge	42,91 m ²	15.019 €	0,40 / 0,14 W/m ² K	
Dachschräge N	80,33 m ²	28.116 €	0,40 / 0,14 W/m ² K	
Dachschräge S	83,04 m ²	29.064 €	0,40 / 0,14 W/m ² K	
Summe	206,28 m²	72.198 €		

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (83 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (17 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	60.000 €	12.198 €	72.198 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

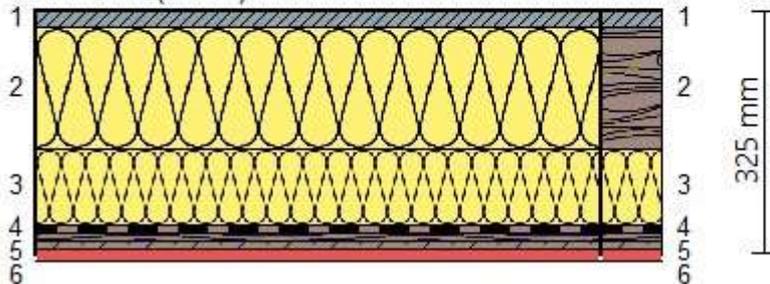
³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

Aufbau des neuen Bauteils:

Dachschräge inkl. Spitzboden (saniert) 0,14

U-Wert = 0,142 W/(m²K)

Oberseite (außen)



Fach

- 1: 20 mm, Dachziegel
- 2: 160 mm, Mineralfaser
- 3: 100 mm, Mineralfaser
- 4: 10 mm, Dampfbremsfolie
- 5: 10 mm, Holzschalung
- 6: 10 mm, Gipskartonplatten
- 7: 15 mm, Kalkgipsputz

Rahmen (Anteil 10 %)

- 1: 20 mm, Dachziegel
- 2: 160 mm, Sparren
- 3: 100 mm, Mineralfaser
- 4: 10 mm, Dampfbremsfolie
- 5: 10 mm, Holzschalung
- 6: 10 mm, Gipskartonplatten
- 7: 15 mm, Kalkgipsputz

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

Aufbau (von innen nach außen)	Schichtdicke	Wärmeleitzahl
Fachschiichtung 90,00 %		
	[cm]	[W/mK]
7. Kalkgipsputz	1,50	0,700
6. Gipskartonplatten	1,00	0,210
5. Holzschalung	1,00	0,130
4. Dampfbremsfolie	1,00	0,170
3. Mineralfaser	10,00	0,035
2. Mineralfaser	16,00	0,035
1. Dachziegel	2,00	1,200
Rahmenschiichtung 10,00 %		
	[cm]	[W/mK]
7. Kalkgipsputz	1,50	0,700
6. Gipskartonplatten	1,00	0,210
5. Holzschalung	1,00	0,130
4. Dampfbremsfolie	1,00	0,170
3. Mineralfaser	10,00	0,035
2. Sparren	16,00	0,130
1. Dachziegel	2,00	1,200
Gesamtdicke:	32,50	

5.4.2.2 Dachflächenfensteraustausch

Kurzbeschreibung

Einbau von dreifachverglasten Dachflächen-Fenstern mit einem Uw-Wert $\leq 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

So geht es

Altes Dachfenster wird ausgebaut. Neues Fenster wird luftdicht an die Konstruktion angeschlossen. Die Position der Luftdichten Ebene muss ebenso beachtet werden wie die Position der wasserführenden Schicht und der Anschluss an die Dach-Windfolie.

Zu beachten

Bei Dachflächenfenstern sollte der g-Wert gering gehalten werden (unterhalb von 0,4 = Sonnenschutzverglasung).

Eigenschaften der Maßnahme

Daten der Fenster				
Fenster-Uw-Wert			1,00	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)			0,55	
Nutzungsdauer			30	Jahre
Spezifische Kosten			1.500,00	€/m ²
angewendet auf folgende Bauteile:		Fläche	Kosten	U-Wert alt / neu ¹⁾
Dachflächenfenster in Dach B N		2,64 m ²	3.960 €	1,74 / 1,00
Dachflächenfenster in Dach B S		0,99 m ²	1.485 €	1,74 / 1,00
Summe		3,63 m²	5.445 €	

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (73 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (27 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	4.000 €	1.445 €	5.445 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.4.2.3 Baubegleitung 2

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um energetische Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Maßnahmen. Dazu gehören u.a. Detailplanungen, Unterstützung bei der Ausschreibung und Angebotsüberwachung, Kontrolle der Bauausführung sowie Abnahme und Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen. Diese Leistungen sind verpflichtend und durch einen Energieeffizienz-Experten aus der Liste der Deutschen Energie-Agentur (dena) zu erbringen, wenn die Maßnahmen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert werden. Mit Einführung der "Bundesförderung effiziente Gebäude" wurden zusätzliche Fördermöglichkeiten geschaffen. Details finden Sie im Abschnitt "Fördermöglichkeiten".

5.4.3 Kostenstruktur im Überblick

Der folgende Abschnitt soll Ihnen einen Überblick über die Kosten, Investitionen, mögliche Förderungen und Einsparungen geben. Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen, die dargestellte Genauigkeit ist daher nicht realistisch. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

Überblick über die Investitionskosten, die Förderung und die verbleibenden Kosten:

	Anteil (78 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (22 %) Energieeffizienz ²⁾	Summe
Maßnahmenkosten	64.000 €	17.543 €	81.543 ³⁾ €
- Förderbetrag		18.625 €	18.625 ⁴⁾ €
= Verbl. Energieeffizienzkosten	64.000 €	-1.082 ⁵⁾ €	62.918 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁴⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.

⁵⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.

Überblick über die Kosten der Maßnahmen:

Maßnahme	Kosten gesamt
Dachschräge sanieren	72.198 €
Dachflächenfensteraustausch	5.445 €
Baubegleitung 2	3.900 €
Summe der Kosten:	81.543 €

5.4.4 Fördermöglichkeiten

5.4.4.1 Allgemeine Hinweise zu den Fördermöglichkeiten

Eine Übersicht zu den Fördermöglichkeiten des Bundes finden Sie im Abschnitt *Energetisches Sanierungskonzept, Fördermöglichkeiten des Bundes*.

5.4.4.2 Erreichter Energieeffizienz-Standard

Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Bilanzierungsergebnisse des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln beim Bund:

	Plan Sanierung	Referenz ¹⁾	Einheit	Plan/Ref ²⁾
Jahresprimärenergiebedarf $Q_P / Q_{P,REF}$	173,14	88,30 ²⁾	kWh/(m ² a)	196 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T / H'_{T,REF}$	0,434	0,334	W/(m ² K)	130 %

¹⁾ Referenzgebäude gemäß GEG 2024

²⁾ Verhältnis des geplanten Jahresprimärenergiebedarfs bzw. Transmissionswärmeverlustes zum jeweiligen Referenzwert. Damit wird der erreichte Effizienzhausstandard ermittelt.

Erreichte Effizienzhaus-Stufe

Nach Durchführung der angestrebten Sanierung kann keine Effizienzhaus-Stufe erreicht werden.

5.4.4.3 Übersicht über die Fördermöglichkeiten

Überblick über die ermittelten Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm	Förderrelevante Kosten	Förderfähige Kosten	Geldwerter Vorteil	
<i>KfW-Förderung</i>				
Ergänzungskredit	81.543	81.543	1.146	€
<i>BAFA-Förderung</i>				
Einzelmaßnahmen Gebäudehülle	77.643	77.643	15.529	€
Baubegleitung	3.900	3.900	1.950	€
<i>Steuerbonus</i>				
- / -				
Summe	81.543	163.086	18.625	€

Angaben ohne Gewähr!

5.4.4.4 BEG EM: Einzelmaßnahmen Gebäudehülle

BEG EM: Einzelmaßnahmen Gebäudehülle - BAFA - Zuschuss			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Dachschräge sanieren			
Dachflächenfensteraustausch			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kosten</i>			
	Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	120.000 €	
-	Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0 €	
-	Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0 €	
=	Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	120.000 €	
	Förderrelevante Kosten ⁵⁾	77.643 €	
<i>Ergebnis</i>			
	Förderfähige Kosten ⁶⁾	77.643 €	
	Zuschuss ⁷⁾	11.646 €	15,0 %
+	Zuschuss-Bonus ⁸⁾	3.882 €	5,0 %
=	Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	15.529 €	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Zuschuss für die Umsetzung der Maßnahmen.

⁸⁾ Es kann ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus gewährt werden:
- Im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen und entspricht der möglichen Förderung.

5.4.4.5 BEG EM: Ergänzungskredit

BEG EM: Ergänzungskredit - KfW - Darlehen (Programmnummer 359)			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Dachschräge sanieren			
Dachflächenfensteraustausch			
Baubegleitung 2			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kreditkonditionen</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	3,66	%	
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	240.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	240.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	81.543	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	81.543	€	
Tilgungszuschuss ⁷⁾	0	€	0,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾	0	€	0,0 %
+ Zinsvorteil ⁹⁾	1.146	€	
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	1.146	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Der Tilgungszuschuss reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit.

⁸⁾ Ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus ist nicht möglich.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen (Tilgung und ggf. Bonus) sowie dem Zinsvorteil und entspricht der möglichen Förderung.

5.4.4.6 BEG EM: Baubegleitung Einzelmaßnahmen

BEG EM: Baubegleitung Einzelmaßnahmen - BAFA - Zuschuss			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Baubegleitung 2			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kosten</i>			
	Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	5.000 €	
-	Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0 €	
-	Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0 €	
=	Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	5.000 €	
	Förderrelevante Kosten ⁵⁾	3.900 €	
<i>Ergebnis</i>			
	Förderfähige Kosten ⁶⁾	3.900 €	
	Zuschuss ⁷⁾	1.950 €	50,0 %
=	Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	1.950 €	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Zuschuss für die Umsetzung der Maßnahmen.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen und entspricht der möglichen Förderung.

5.4.4.7 Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber

Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber des Bundes		
<i>Gebäudedaten</i>		
Denkmal / besonders erhaltenswerte Bausubstanz		nein
Baujahr des Gebäudes		1974
Jahr der Sanierung		0
Anzahl der Wohneinheiten		2
<i>Angaben zur Berechnung</i>		
Gebäudevolumen V_e	754,4	m ³
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	602,5	m ²
Gebäudenutzfläche A_N	241,4	m ²
Fensterfläche A_w	26,7	m ²
Außentürfläche A_{Wt}	5,1	m ²
Gebäudeschwere:		mittel
Gebäudetyp		freistehend
Berechnung erfolgte nach	DIN V 18599:2018-09	
Verwendete Software	EVEBI 13.5.3	
<i>Energetische Kennwerte¹⁾</i>		
Erreichter Effizienzgebäudestandard		keine KfW-Förderung
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	173,14	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Referenzgebäude $Q_{P,ref}$	88,30	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Anforderung $Q_{P,max}$ (gem. GEG 2024)	123,62	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,434	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H'_{T,ref}$	0,334	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Anforderung $H'_{T,max}$ (gem. GEG 2024)	0,560	W/(m ² K)
Wärmebrückenzuschlag	0,100	W/(m ² K)
Deckungsanteil solarthermische Heizungsunterstützung	0,0	%
<i>Einsparungen³⁾</i>		
Endenergiebedarf	5.626	kWh/Jahr
Primärenergiebedarf	6.218	kWh/Jahr
CO ₂ -Emissionen	1.754	kg/Jahr
<i>Geplante förderfähige Kosten</i>		
Einzelmaßnahmen Gebäudehülle	77.643	€
Baubegleitung Einzelmaßnahmen	3.900	€
Summe der geplanten förderfähigen Kosten	163.086	€

¹⁾ Die Berechnung der energetischen Kennwerte sowie der Einsparungen erfolgt nach den Richtlinien der BEG i.V.m. der "Liste der technischen FAQ" in der jeweils aktuellen Fassung.

³⁾ Hierbei handelt es sich um die Einsparungen gegenüber der Vorgängervariante (Berechnung mit normierten Randbedingungen gemäß GEG 2024).

5.5 Sanierungsschritt 3: Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen

5.5.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick

5.5.1.1 Allgemeines

Das Maßnahmenpaket betrachtet folgende Maßnahmenarten:



Schema der empfohlenen Maßnahmen

Empfohlener Zeitraum: 2025

Das Maßnahmenpaket 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.

5.5.1.2 Energetische Kennwerte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Bei der Betrachtung dieses Maßnahmenpaketes wurde angenommen, dass eine Sanierung (siehe Sanierungsschritt 2 = Dachschräge sanieren & DFF tauschen) bereits durchgeführt wurde.

	Sanierungsschritt 2	Sanierungsschritt 3	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	31.035 / 130,3	14.917 / 62,6	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	51,9 %
Endenergiebedarf ¹⁾ /pro m ²	27.960 / 117,4	8.287 / 34,8	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	70,4 %
Norm-Heizlast ²⁾	8,9	8,9	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,576	2,035		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten ³⁾ / pro m ²	3.246 / 13,63	1.966 / 8,26	[€/a] / [€/m ² a]	39,4 %
Investitionskosten gesamt (inkl. vorige Sanierungsschritte)		164.298	[€]	
Investitionskosten ⁴⁾ (dieses Sanierungsschrittes)		36.650	[€]	
- Instandsetzungskosten ⁵⁾		15.950	[€]	
= energiebedingte Mehrkosten ⁶⁾		20.700	[€]	
- Förderung ⁷⁾		19.150	[€]	
= Verbleibende energiebedingte Mehrkosten ⁸⁾		1.550	[€]	
Amortisation ⁹⁾		2	[Jahre]	
mittlere Rendite		14,14	[%]	
Kapitalwert ¹⁰⁾		17.572	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	36,8	19,5	[kg/m ² a]	47,1 %
CO ₂ -Emissionen	8,8	4,6	[t/a]	
entspricht CO ₂ -Abgabe ¹¹⁾	395	209	[€/a]	
Anteil Vermieter ¹²⁾	50	20	[%]	
entspricht Umweltkosten ¹³⁾	1.578	835	[€/a]	
SO ₂ -Emissionen	43,7	17,4	[g/m ² a]	60,1 %
NO ₂ -Emissionen	32,1	17,4	[g/m ² a]	45,8 %
Staub	1,2	1,7	[g/m ² a]	-39,9 %

¹⁾ Die Berechnungen erfolgten mit individuellen Randbedingungen.

²⁾ Vereinfachte Heizlastberechnung gem. DIN EN 12831-1.

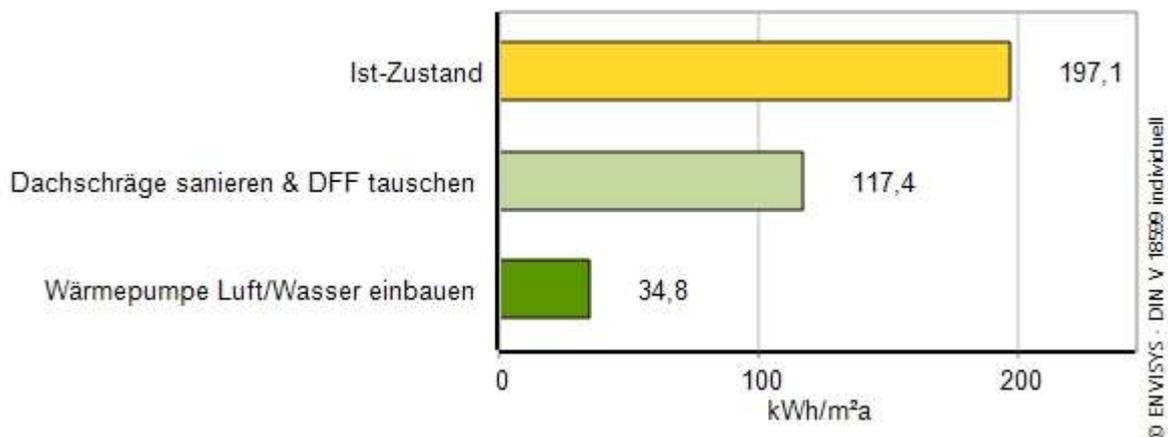
³⁾ Diese Energiekosten beinhalten auch Hilfsenergie (Strom) für Pumpen etc. Die verwendeten Energieträgerpreise finden Sie im Abschnitt "Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete"

⁴⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

- ⁵⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.
- ⁶⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- ⁷⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.
- ⁸⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.
- ⁹⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die verbleibenden Kosten wieder zurückgeflossen sind. Ein Maßnahmenpaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile/Anlagenteile ist.
- ¹⁰⁾ Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Maßnahmenpaket.
- ¹¹⁾ in Deutschland werden für 2024 45 €/t veranschlagt, diese Kosten erhöhen sich jährlich
- ¹²⁾ in Abhängigkeit des Energiestandards des Gebäudes (Stufenmodell), für NWG gilt bis Ende 2025 eine hälftige Teilung
- ¹³⁾ Kostenansatz je Tonne: 180 € (Umweltbundesamt)

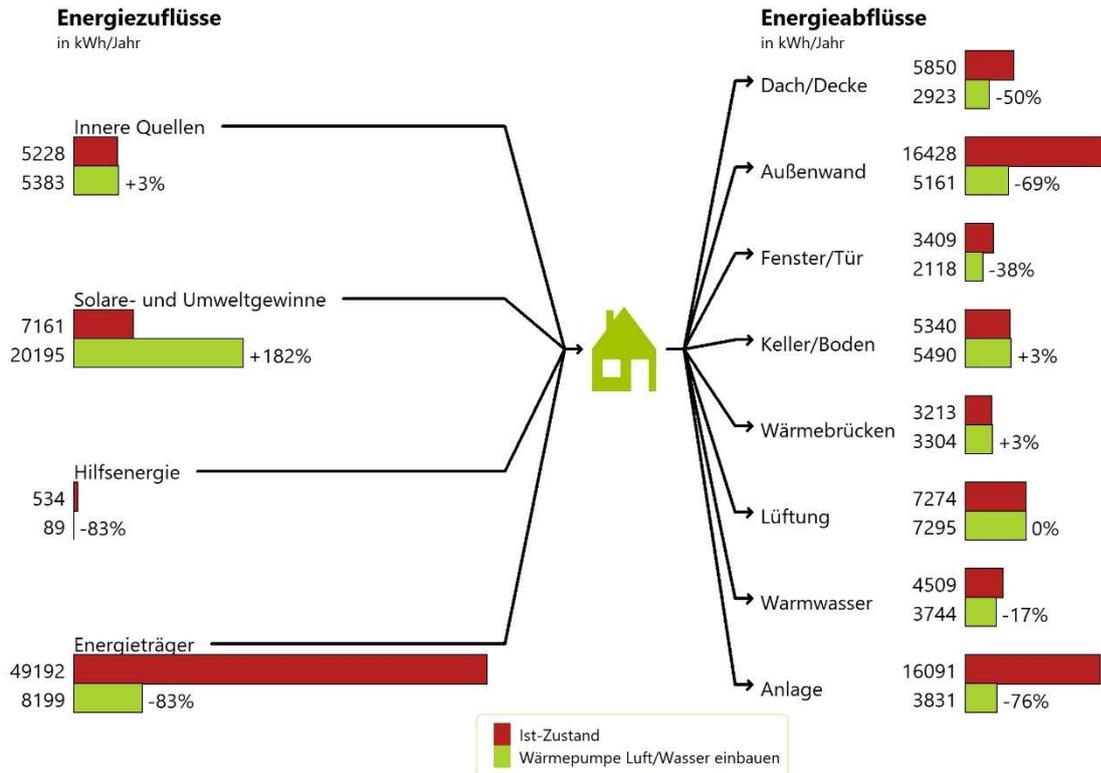
5.5.1.3 Bilanzierungsergebnisse mit individuellen Randbedingungen

Energiekennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



Die Energiekennzahl beziffert die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird.

Energieanteile vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:

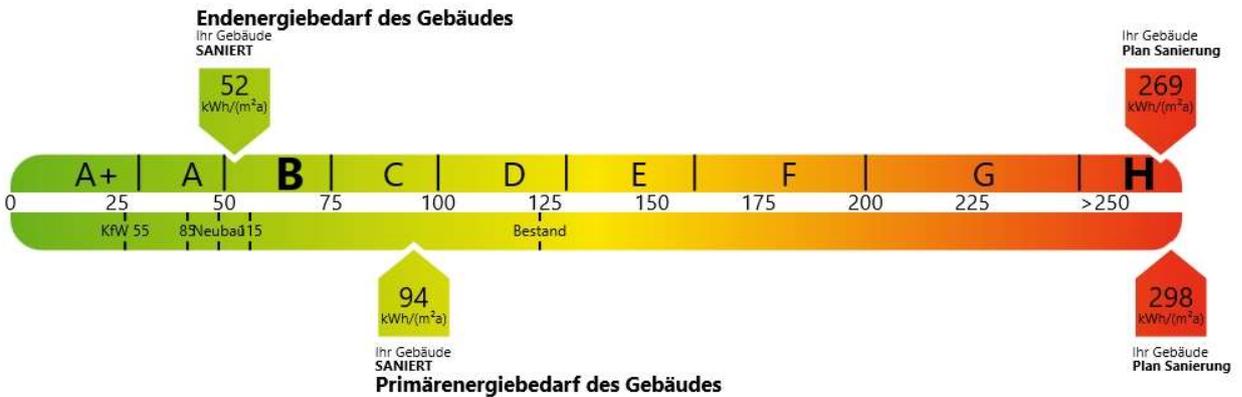


© ENVISYS - DIN V 18599 individuell

5.5.1.4 Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

© ENVISYS - DIN V 18599 nach GEG/EnEV



5.5.2 Beschreibung der Maßnahmen

Folgende Maßnahmen sollen in dem Maßnahmenpaket umgesetzt werden:

Maßnahme	Beschreibung zu finden
Wärmepumpe Luft/Wasser	in den folgenden Abschnitten
Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)	in den folgenden Abschnitten
Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich	in den folgenden Abschnitten
Baubegleitung 3	in den folgenden Abschnitten
Pufferspeicher - (500l)	in den folgenden Abschnitten

5.5.2.1 Wärmepumpe Luft/Wasser

Kurzbeschreibung

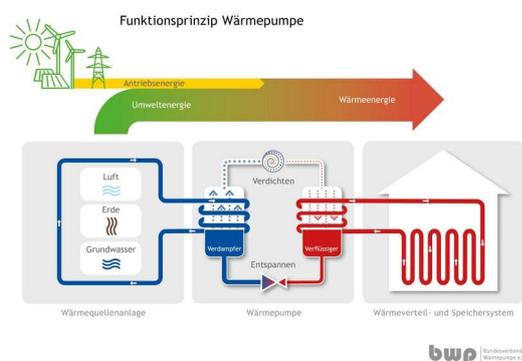
Eine Abluft-Wärmepumpe entzieht dem Abluftstrom einer zentralen Entlüftungsanlage die Restwärme, komprimiert sie unter Druck in einem Verdampfer-Verflüssiger-Kreislauf (umgekehrtes Kühltisch-Prinzip) und nutzt sie zur Beheizung. Ein Wasserspeicher nimmt die Wärme auf, die dann für Raumheizung und Warmwasserbereitung zur Verfügung steht. Zentrale Be- und Entlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Abluftwärmepumpe in einem Gerät werden auch "Kompaktgeräte" genannt.

So geht es

Das Gebäude sollte sehr luftdicht sein, damit die Anlage effizient arbeiten kann. Über einen Bypass wird zusätzlich Außenluft (möglichst durch einen Erdreichwärmetauscher) angesaugt, wenn das Innenluftvolumen nicht ausreicht. Die Anlagenplanung sollte durch Fachleute erfolgen.

Zu beachten

Kostenkalkulation: Zentralgerät, Steuerung, Leitungen, Speicher; ohne Erdwärmetauscher



Funktionsprinzip Wärmepumpe

Quelle: bwp,

Eigenschaften der Maßnahme

Daten der neuen Anlage		
Versorgungsbereich	zentrale Wärmeversorgung	
Typ	Zentral-/Etagenheizung (im Beheizten)	
genutzte Technik	Wärmepumpe	
Energieträger	WP-Strom	
Leistung	6,0	kW
Quelle	Außenluft	
Senke	Wasser	
Bivalenzpunkt	-2,0 °C	
Abschalttemperatur	-10,0 °C	
obere Abschalttemperatur	15 °C für alle anderen Gebäude	
Verbesserter Standardwert für Heizleistung	ja	
Leistungsregelung	nein	
Temperaturklasse -7 (Heizleistung / COP)	6,0 / 0,00	kW / COP
Temperaturklasse +2 (Heizleistung / COP)	7,4 / 0,00	kW / COP
Temperaturklasse +7 (Heizleistung / COP)	8,7 / 0,00	kW / COP
Temperaturklasse +10 (Heizleistung / COP)	8,7 / 0,00	kW / COP
Temperaturklasse +20 (Heizleistung / COP)	8,7 / 0,00	kW / COP
Kältemittel / Füllmenge:	R290 - Propan / 0,0	kg
Raumheizungs-Energieeffizienz bei Vorlauftemperatur 35°C / 55°C:	145,0 / 125,0	
smart grid ready	ja	
Kosten		
Kosten der Maßnahme	30.000	€/Anlage

<i>Daten der neuen Anlage</i>		
Summe der Kosten	30.000	€
Sowieso-Kosten	12.000	€
Nutzungsdauer	20	Jahre

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (40 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (60 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	12.000 €	18.000 €	30.000 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.5.2.2 Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)

Kurzbeschreibung

Der Elektro-Heizstab dient bei notwendiger bivalenter Betriebsweise der Luft-Wasser-WP als Unterstützung bei Außentemperaturen unter dem Bivalenzpunkt.

So geht es

Ein elektrischer Heizstab wird in einer Wärmepumpenanlage im Pufferspeicher (Tauchheizkörper) oder in den Heizungsvorlauf (Flanschheizung) integriert. Heizstäbe in Wärmepumpen für Einfamilienhäuser verfügen meistens über wenige Kilowatt (kW) Leistung (etwa 2 bis 10 kW) und sind in den allermeisten Wärmepumpen vorinstalliert

Zu beachten

Trotz der Stromkosten kann bei Luftwärmepumpen ein Heizstab sinnvoll sein, da so ein ganzjähriger Einsatz möglich wird. Der ineffiziente, kurzfristige Einsatz des Heizstab wird dann durch den effizienten Einsatz der Luftwärmepumpe bei wärmeren Temperaturen ausgeglichen, was sich dann auch in der Jahresarbeitszahl widerspiegelt.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der neuen Anlage</i>		
Versorgungsbereich	zentrale Wärmeversorgung	
Typ	Zentral-/Etagenheizung (im Beheizten)	
genutzte Technik	Elektroheizung/Heizstab	
Energieträger	WP-Strom	
Leistung	3,0	kW
Kesselwirkungsgrad	90,00	%
Kosten		
Kosten der Maßnahme	450	€/Anlage
Summe der Kosten	450	€
Sowieso-Kosten	450	€
Nutzungsdauer	20	Jahre

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	450 €	0 €	450 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.5.2.3 Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich

Kurzbeschreibung

Mit dem hydraulischen Abgleich ist es möglich, die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse im Heizsystem so zu verbessern, dass jedem Heizkörper im System eine ausreichende Wassermenge mit der notwendigen Vorlauftemperatur zur Beheizung der Räume zur Verfügung steht.

So geht es

Der hydraulische Abgleich wird vom Heizungsfachmann ausgeführt. Vor der Einstellung der Heizung ist eine Berechnung der Raumheizlast erforderlich. Anhand der Berechnungsergebnisse kann der Fachmann die erforderlichen voreinstellbaren Thermostatventile auswählen und die dazugehörigen Einstellungen festlegen und vornehmen.

Zu beachten

Kostenkalkulation: Hydraulischer Abgleich für ein Ein-/Zweifamilienhaus.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Wärmeabgabe</i>			
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz		
Heizkreistemperatur	55/45		
hydraulischer Abgleich	J ²⁾		
Nutzungsdauer			20 Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	1.500 €		
Summe	1.500 €		

¹⁾ Hierbei handelt es sich um eine individuelle Angabe. Berechnungen gemäß GEG 2024 (z.B. für die KfW) erfolgen unabhängig dazu mit Standardrandbedingungen.

²⁾ Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden!

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	1.500 €	0 €	1.500 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.5.2.4 Baubegleitung 3

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um energetische Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Maßnahmen. Dazu gehören u.a. Detailplanungen, Unterstützung bei der Ausschreibung und Angebotsüberwachung, Kontrolle der Bauausführung sowie Abnahme und Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen. Diese Leistungen sind verpflichtend und durch einen Energieeffizienz-Experten aus der Liste der Deutschen Energie-Agentur (dena) zu erbringen, wenn die Maßnahmen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert werden. Mit Einführung der "Bundesförderung effiziente Gebäude" wurden zusätzliche Fördermöglichkeiten geschaffen. Details finden Sie im Abschnitt "Fördermöglichkeiten".

5.5.2.5 Pufferspeicher - (500l)

Kurzbeschreibung

Das im Pufferspeicher befindliche Wasser wird durch die thermische Energie der Heizungsanlage erhitzt und steht Ihnen somit als zusätzliche Heizquelle zur Verfügung. Der Pufferspeicher sorgt dafür, dass so wenig wie möglich von der im Brenner erzeugten Heizenergie verpufft.

So geht es

Bei der Wahl des passenden Pufferspeichers gilt es jedoch zu beachten, dass dessen Größe an den tatsächlichen Wärmebedarf angepasst sein muss.

Zu beachten

Ein zu großer Speicher nimmt mehr Wärme auf, als der Heizkreislauf benötigt. Nicht abgerufene Wärme kann jedoch trotz der guten Wärmedämmung des Speichers im Laufe der Zeit verloren gehen.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten des Pufferspeichers</i>			
Versorgungsbereich		zentrale Wärmeversorgung	
Aufstellung		im Beheizten	
Volumen des Speichers		500	l
Nennleistung der Ladepumpe		20	W
Bereitschaftswärmeverlust		3,70	kWh/d
Nutzungsdauer		20	Jahre
Kosten			
Kosten des Pufferspeichers		2.000	€
Summe		2.000	€

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	2.000 €	0 €	2.000 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.5.3 Kostenstruktur im Überblick

Der folgende Abschnitt soll Ihnen einen Überblick über die Kosten, Investitionen, mögliche Förderungen und Einsparungen geben. Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen, die dargestellte Genauigkeit ist daher nicht realistisch. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

Überblick über die Investitionskosten, die Förderung und die verbleibenden Kosten:

	Anteil (44 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (56 %) Energieeffizienz ²⁾	Summe
Maßnahmenkosten	15.950 €	20.700 €	36.650 ³⁾ €
- Förderbetrag		19.150 €	19.150 ⁴⁾ €
= Verbl. Energieeffizienzkosten	15.950 €	1.550 ⁵⁾ €	17.500 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁴⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.

⁵⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.

Überblick über die Kosten der Maßnahmen:

Maßnahme	Kosten gesamt
Wärmepumpe Luft/Wasser	30.000 €
Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)	450 €
Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich	1.500 €
Baubegleitung 3	2.700 €
Pufferspeicher - (500l)	2.000 €
Summe der Kosten:	36.650 €

5.5.4 Fördermöglichkeiten

5.5.4.1 Allgemeine Hinweise zu den Fördermöglichkeiten

Eine Übersicht zu den Fördermöglichkeiten des Bundes finden Sie im Abschnitt *Energetisches Sanierungskonzept, Fördermöglichkeiten des Bundes*.

5.5.4.2 Erreichter Energieeffizienz-Standard

Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Bilanzierungsergebnisse des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln beim Bund:

	Plan Sanierung	Referenz ¹⁾	Einheit	Plan/Ref ²⁾
Jahresprimärenergiebedarf $Q_P / Q_{P,REF}$	94,33	88,46 ²⁾	kWh/(m ² a)	107 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T / H'_{T,REF}$	0,434	0,334	W/(m ² K)	130 %

¹⁾ Referenzgebäude gemäß GEG 2024

²⁾ Verhältnis des geplanten Jahresprimärenergiebedarfs bzw. Transmissionswärmeverlustes zum jeweiligen Referenzwert. Damit wird der erreichte Effizienzhausstandard ermittelt.

Erreichte Effizienzhaus-Stufe

Nach Durchführung der angestrebten Sanierung kann keine Effizienzhaus-Stufe erreicht werden.

5.5.4.3 Übersicht über die Fördermöglichkeiten

Überblick über die ermittelten Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm	Förderrelevante Kosten	Förderfähige Kosten	Geldwerter Vorteil	
<i>KfW-Förderung</i>				
Wärmepumpenanlage	33.950	33.950	18.673	€
Ergänzungskredit	33.950	33.950	477	€
<i>BAFA-Förderung</i>				
- / -				
<i>Steuerbonus</i>				
- / -				
Summe	33.950	67.900	19.150	€

Angaben ohne Gewähr!

5.5.4.4 BEG EM: Wärmepumpenanlage

BEG EM: Wärmepumpenanlage - KfW - Zuschuss (Programmnummer 459)			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Wärmepumpe Luft/Wasser			
Pufferspeicher - (500l)			
Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich			
Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾		45.000	€
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾		0	€
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾		0	€
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾		45.000	€
Förderrelevante Kosten ⁵⁾		33.950	€
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾		33.950	€
Zuschuss ⁷⁾		11.883	€ 35,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾		6.790	€ 20,0 %
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾		18.673	€

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Zuschuss für die Umsetzung der Maßnahmen.

⁸⁾ Es kann ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus gewährt werden:

- Klimageschwindigkeitsbonus beim Austausch einer funktionstüchtigen Heizung für die selbst genutzte Wohneinheit.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen und entspricht der möglichen Förderung.

5.5.4.5 BEG EM: Ergänzungskredit

BEG EM: Ergänzungskredit - KfW - Darlehen (Programmnummer 359)			
<i>Förderfähige Maßnahmen</i>			
Wärmepumpe Luft/Wasser			
Pufferspeicher - (500l)			
Heizlastberechnung & Hydraulischer Abgleich			
Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser)			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kreditkonditionen</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	3,66	%	
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	240.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	240.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	33.950	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	33.950	€	
Tilgungszuschuss ⁷⁾	0	€	0,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾	0	€	0,0 %
+ Zinsvorteil ⁹⁾	477	€	
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	477	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Der Tilgungszuschuss reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit.

⁸⁾ Ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus ist nicht möglich.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen (Tilgung und ggf. Bonus) sowie dem Zinsvorteil und entspricht der möglichen Förderung.

5.5.4.6 Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber

Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber des Bundes		
<i>Gebäudedaten</i>		
Denkmal / besonders erhaltenswerte Bausubstanz	nein	
Baujahr des Gebäudes	1974	
Jahr der Sanierung	0	
Anzahl der Wohneinheiten	2	
<i>Angaben zur Berechnung</i>		
Gebäudevolumen V_e	754,4	m ³
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	602,5	m ²
Gebäudenutzfläche A_N	241,4	m ²
Fensterfläche A_w	26,7	m ²
Außentürfläche A_{W}	5,1	m ²
Gebäudeschwere:	mittel	
Gebäudetyp	freistehend	
Berechnung erfolgte nach	DIN V 18599:2018-09	
Verwendete Software	EVEBI 13.5.3	
<i>Energetische Kennwerte¹⁾</i>		
Erreichter Effizienzgebäudestandard	keine KfW-Förderung	
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	94,33	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Referenzgebäude $Q_{P,ref}$	88,46	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Anforderung $Q_{P,max}$ (gem. GEG 2024)	123,84	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,434	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H'_{T,ref}$	0,334	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Anforderung $H'_{T,max}$ (gem. GEG 2024)	0,560	W/(m ² K)
Wärmebrückenzuschlag	0,100	W/(m ² K)
Deckungsanteil solarthermische Heizungsunterstützung	0,0	%
<i>Einsparungen³⁾</i>		
Endenergiebedarf	25.057	kWh/Jahr
Primärenergiebedarf	19.025	kWh/Jahr
CO ₂ -Emissionen	4.719	kg/Jahr
<i>Geplante förderfähige Kosten</i>		
Wärmepumpenanlage	33.950	€
Summe der geplanten förderfähigen Kosten	67.900	€

¹⁾ Die Berechnung der energetischen Kennwerte sowie der Einsparungen erfolgt nach den Richtlinien der BEG i.V.m. der "Liste der technischen FAQ" in der jeweils aktuellen Fassung.

³⁾ Hierbei handelt es sich um die Einsparungen gegenüber der Vorgängervariante (Berechnung mit normierten Randbedingungen gemäß GEG 2024).

5.6 Sanierungsschritt 4: KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB

5.6.1 Das Maßnahmenpaket im Überblick

5.6.1.1 Allgemeines

Das Maßnahmenpaket betrachtet folgende Maßnahmenarten:



Schema der empfohlenen Maßnahmen

Empfohlener Zeitraum: 2026

5.6.1.2 Energetische Kennwerte, Wirtschaftlichkeit und Umwelteigenschaften im Überblick

Bei der Betrachtung dieses Maßnahmenpaketes wurde angenommen, dass eine Sanierung (siehe Sanierungsschritt 3 = Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen) bereits durchgeführt wurde.

	Sanierungsschritt 3	Sanierungsschritt 4	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf ¹⁾ / pro m ²	14.917 / 62,6	3.035 / 12,7	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	79,7 %
Endenergiebedarf ¹⁾ /pro m ²	8.287 / 34,8	1.686 / 7,1	[kWh/a] / [kWh/m ² a]	79,7 %
Norm-Heizlast ²⁾	8,9	5,6	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	2,035	4,593		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten ³⁾ / pro m ²	1.966 / 8,26	-22 / -0,09	[€/a] / [€/m ² a]	101,1 %
Investitionskosten gesamt (inkl. vorige Sanierungsschritte)		239.941	[€]	
Investitionskosten ⁴⁾ (dieses Sanierungsschrittes)		75.643	[€]	
- Instandsetzungskosten ⁵⁾		61.481	[€]	
= energiebedingte Mehrkosten ⁶⁾		14.162	[€]	
- Förderung ⁷⁾		22.178	[€]	
= Verbleibende energiebedingte Mehrkosten ⁸⁾		-8.016	[€]	
Amortisation ⁹⁾		1	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert ¹⁰⁾		52.582	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	19,5	4,0	[kg/m ² a]	79,7 %
CO ₂ -Emissionen	4,6	0,9	[t/a]	
entspricht CO ₂ -Abgabe ¹¹⁾	209	42	[€/a]	
Anteil Vermieter ¹²⁾	20	0	[%]	
entspricht Umweltkosten ¹³⁾	835	170	[€/a]	
SO ₂ -Emissionen	17,4	3,5	[g/m ² a]	79,7 %
NO ₂ -Emissionen	17,4	3,5	[g/m ² a]	79,7 %
Staub	1,7	0,4	[g/m ² a]	79,7 %

¹⁾ Die Berechnungen erfolgten mit individuellen Randbedingungen.

²⁾ Vereinfachte Heizlastberechnung gem. DIN EN 12831-1.

³⁾ Diese Energiekosten beinhalten auch Hilfsenergie (Strom) für Pumpen etc. Die verwendeten Energieträgerpreise finden Sie im Abschnitt "Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete"

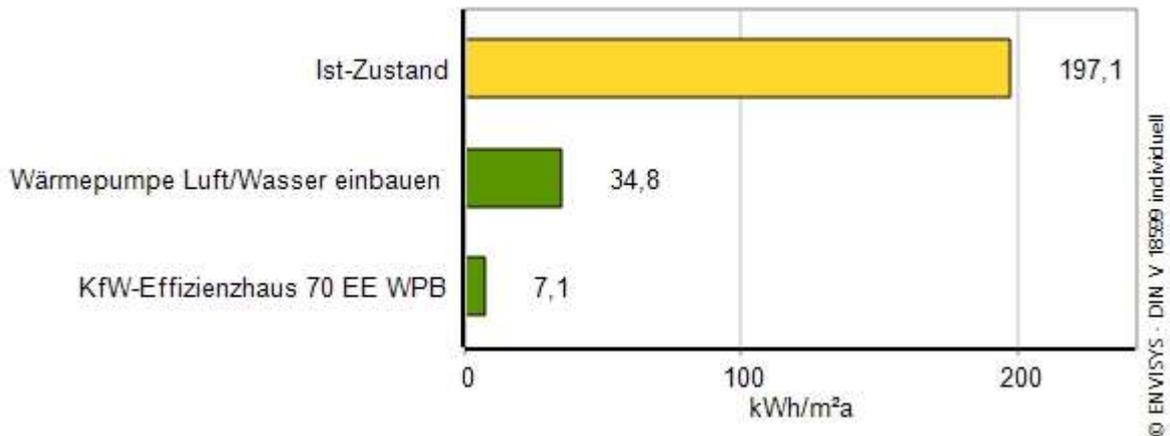
⁴⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁵⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

- 6) energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.
- 7) Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.
- 8) Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.
- 9) Amortisation: Zeit, in welcher die verbleibenden Kosten wieder zurückgeflossen sind. Ein Maßnahmenpaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile/Anlagenteile ist.
- 10) Kapitalwert: Investitionen und Einsparungen werden über 30 Jahre mit dem Kalkulationszins zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Je größer der Kapitalwert, desto rentabler das Maßnahmenpaket.
- 11) in Deutschland werden für 2024 45 €/t veranschlagt, diese Kosten erhöhen sich jährlich
- 12) in Abhängigkeit des Energiestandards des Gebäudes (Stufenmodell), für NWG gilt bis Ende 2025 eine hälftige Teilung
- 13) Kostenansatz je Tonne: 180 € (Umweltbundesamt)

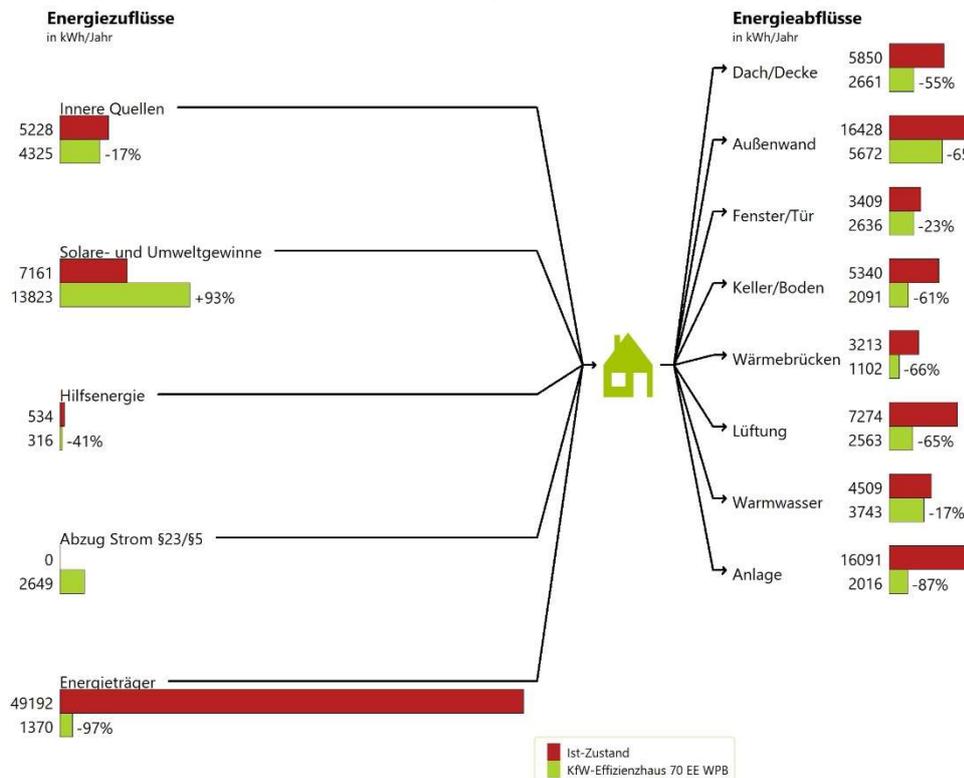
5.6.1.3 Bilanzierungsergebnisse mit individuellen Randbedingungen

Energiekennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



Die Energiekennzahl beziffert die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird.

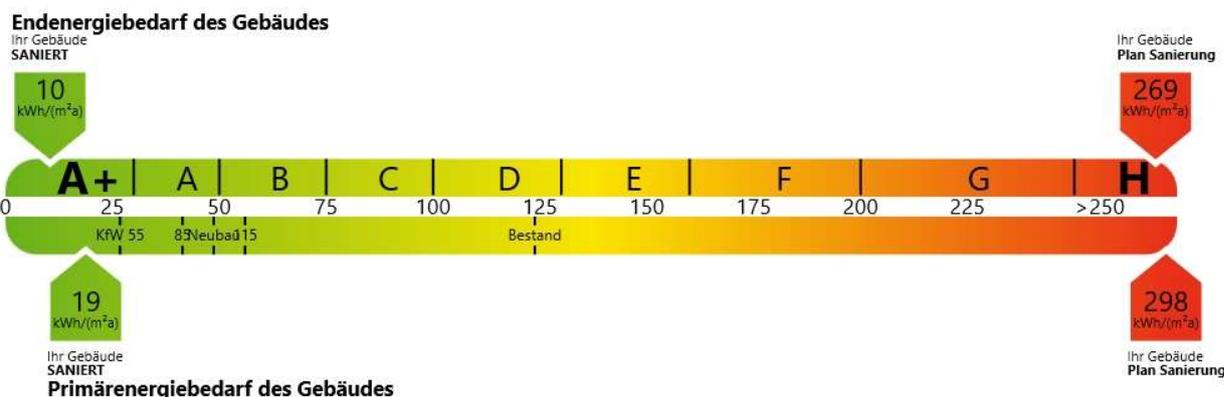
Energieanteile vor und nach Durchführung der Maßnahme(n) im Vergleich zum Ist-Zustand:



5.6.1.4 Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

© ENVISYS - DIN V 18599 nach GEG/EnEV



5.6.2 Beschreibung der Maßnahmen

Folgende Maßnahmen sollen in dem Maßnahmenpaket umgesetzt werden:

Maßnahme	Beschreibung zu finden
Sohlplatte / EG-Fußboden sanieren	in den folgenden Abschnitten
Wärmebrückenberechnung bei KfW-Effizienzhaus (Teil der Baubegleitung)	in den folgenden Abschnitten
Dezentrale Be- und Entlüftung	in den folgenden Abschnitten
Photovoltaik-Anlage hinzufügen	in den folgenden Abschnitten
Baubegleitung KfW-Effizienzhaus	in den folgenden Abschnitten
Stromspeicher hinzufügen	in den folgenden Abschnitten

5.6.2.1 Sohlplatte / EG-Fußboden sanieren

Kurzbeschreibung

Dämmen der unteren Gebäudeabgrenzung (optional inkl. Fußbodenheizung). Maximaler U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ 0,25.

So geht es

Dämmung vorhandener Fußböden durch Auflegen von trittfesten Plattendämmstoffen wie z.B. Polystyrolplatten, Holzwoolleichtbau- o. Steinwoolplatten. Bauphysik: Der Trittschallschutz sowie das Raumklima wird durch den wärmeren Fußboden erheblich verbessert - Fußkälte und Energiebedarf verringert.

Zu beachten

Bauphysik: Bei der Kostenbetrachtung sind Nivellierungsschüttungen und Verlegung von Fußbodenbelägen auf dem Plattenwerkstoff nicht berücksichtigt.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Dämmfläche			162,01	m ²
Nutzungsdauer			50	Jahre
Spezifische Kosten			180,00	€/m ²
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>		<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Sohlplatte zu Erdreich		162,01 m ²	29.162 €	0,78 / 0,18
Summe		162,01 m²	29.162 €	

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

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (86 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (14 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	25.000 €	4.162 €	29.162 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

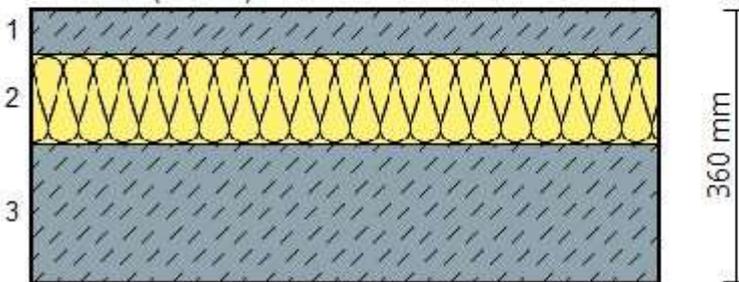
³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

Aufbau des neuen Bauteils:

Sohlplatte / EG-Fußboden (saniert) 0,20

U-Wert = 0,182 W/(m²K)

Oberseite (beheizt)



- 1: 60 mm, Schwimmender Estrich
- 2: 120 mm, Dämmung (evtl. inkl. Fußbodenheizung)
- 3: 180 mm, Betondecke

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

<i>Aufbau (von innen nach außen)</i>	Schichtdicke	Wärmeleitzahl
Fachschichtung 100,00 %	[cm]	[W/mK]
1. Schwimmender Estrich	6,00	1,400
2. Dämmung (evtl. inkl. Fußbodenheizung)	12,00	0,023
3. Betondecke	18,00	2,300
Gesamtdicke:	36,00	

5.6.2.2 Wärmebrückenberechnung bei KfW-Effizienzhaus (Teil der der Baubegleitung)

Kurzbeschreibung

Detaillierte Wärmebrückenberechnung (in der Baubegleitung KfW-Effizienzhaus enthalten). Die gleichwertige Umsetzung aller im Beiblatt 2 der DIN 4108 dokumentierten Wärmebrücken wird nachgewiesen.

So geht es

Wenn alle Bauteilanschlüsse nach den Regeldetails gebaut sind bzw. diesen gleichwertig, so kann rechnerisch die (auf die Hüllfläche bezogene) verbesserte Pauschale von 0,025 W/m²K verwendet werden.

Zu beachten

Es gibt mehrere Verfahren des Nachweises.

Eigenschaften der Maßnahme

Pauschal verbesserter Wärmebrückenfaktor: 0,025

5.6.2.3 Dezentrale Be- und Entlüftung

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um eine Kontrollierte Be- und Entlüftung über Lüftungsgeräte in einzelnen Räumen. Es entfällt das bei zentralen Anlagen erforderliche Kanalsystem. Die mögliche Wärmerückgewinnung und optimale Raumdurchströmung ist damit reduziert.

So geht es

Die Anlage bedarf einer sorgfältigen Planung. Die Kosten richten sich nach der Geräteanzahl. Kostenkalkulation: 5 belüftete Räume a ca. 50 m².

Zu beachten

Zu beachten ist die Geräusentwicklung, vor allem in Schlafräumen, auch unter dem Gesichtspunkt, dass die Ventilatoren im Laufe der Jahre lauter werden.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Lüftungsanlage</i>			
Art der Anlage	Lüftung mit WRG (o.WP)		
Lüftungsbereich	Fensterlüftung		
Anteil der Luftversorgung		100	%
Luftwechsel ¹⁾		0,40	h ⁻¹
Luftdichtheitstest		ja	
Luftwechsel n50		2	h ⁻¹
Wärmerückgewinnung		85	%
Leckage		4,90	%
<i>Ventilatoren:</i>			
Betriebsart	ganzjährig mit	8.760	h/Jahr
Gleichstrom	mit einer Leistungsaufnahme von	30	W
Bedarfsregelung		nicht bedarfsgeführt	
ERP-Label		ohne Angabe	
<i>Verteilung</i>			
Luftauslässe	in Innenwand	keine Luftvorerwärmung	
Regelung	Einzelraumregelung PI-Regler		
Länge der Rohre im Beheizten		1	m
Länge der Rohre im Unbeheizten		0	m
<i>Wärmeerzeugung</i>			
Heizregister	nein		
maximale Zulufttemperatur		0	°C
Nutzungsdauer		30	Jahre

<i>Daten der Lüftungsanlage</i>			
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage		8.000	€
Summe		8.000	€

¹⁾ Hierbei handelt es sich um eine individuelle Angabe. Berechnungen gemäß GEG 2024 (z.B. für die KfW) erfolgen unabhängig dazu mit Standardrandbedingungen.

Hinweis: Eine Lüftungsanlage muss einreguliert sein und mindestens in der Lage sein, die in DIN 1946 - 6 genannten planmäßigen Außenluftvolumenströme (Lüftung zum Feuchteschutz) für das Gebäude beziehungsweise für mindestens sämtliche Nutzungseinheiten sicher zu stellen. Die jeweiligen Anforderungen an die spezifische elektrische Leistungsaufnahme von Ventilatoren und an den Wärmebereitstellungsgrad von Lüftungsanlagen werden gleichwertig erfüllt, wenn die Lüftungsanlage einen spezifischen Energieverbrauch von $SEV \leq 26 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \text{ a})$ gemäß Ökodesign-Richtlinie aufweist.

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	8.000 €	0 €	8.000 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.6.2.4 Photovoltaik-Anlage hinzufügen

Kurzbeschreibung

Installation einer Photovoltaikanlage anschlussfertig inkl. Solarmodulen, Wechselrichter, Halterung, Überspannungsschutz, Steuerung und Zähleinrichtung.

So geht es

Geprüft werden muss bzw. nicht beinhaltet ist eine eventuelle Erneuerung der Dacheindeckung oder Dachsanierung.

Zu beachten

Optional sollte man eine Anlagenversicherung abschließen. Anzustreben ist eine hohe Eigenverbrauchsquote.

Die Einspeisevergütung ist im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt.

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Photovoltaik-Anlage</i>			
Modulart	monokristallines Silizium		
Gebäudeintegration	Aufdach		
Fläche		83,04	m ²
Neigung		45,00	°
Orientierung	Abweichung von Süden		
		0,0	°
Systemleistungsfaktor		0,75	
Spitzenleistung		16,94	kWpeak
Nutzungsdauer		25	Jahre
<i>Vergütung</i>			
Einspeisevergütung		0,0744	€/kWh
Strompreis Einkauf		0,3000	€/kWh
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	19.481 €	entspricht 1.150 €/kWpeak	
Summe	19.481 €		

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz ²⁾	Investition ³⁾
Maßnahmenkosten	19.481 €	0 €	19.481 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.6.2.5 Baubegleitung KfW-Effizienzhaus

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um energetische Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Maßnahmen. Dazu gehören u.a. Detailplanungen, Unterstützung bei der Ausschreibung und Angebotsüberwachung, Kontrolle der Bauausführung sowie Abnahme und Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen. Diese Leistungen sind verpflichtend und durch einen Energieeffizienz-Experten aus der Liste der Deutschen Energie-Agentur (dena) zu erbringen, wenn die Maßnahmen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert werden. Mit Einführung der "Bundesförderung effiziente Gebäude" wurden zusätzliche Fördermöglichkeiten geschaffen. Details finden Sie im Abschnitt "Fördermöglichkeiten".

5.6.2.6 Stromspeicher hinzufügen

Kurzbeschreibung

Passend zur PV-Anlage wird ein Batteriespeicher eingebaut. Er besteht in einem Batteriepack, der in seiner Ladekapazität mit der möglichen Tagesleistung der PV-Kollektoren korrespondiert.

So geht es

Der Batterie-Pack wird in der Nähe des Wechselrichters deponiert.

Zu beachten

Unterschiede gibt es in der Technologie (Blei/Lithium-Ionen), der Lebensdauer und damit im Preis. Es gibt attraktive Förderprogramme.

Eigenschaften der Maßnahme

Daten des Stromspeichers			
Batterieart	Lithium-Ionen Akku	1	Stück
Nennkapazität		6,00	kWh
Anteil genutzte Kapazität		0,83	
nutzbare Kapazität		4,98	kWh
maximale Ladeleistung		2.500	W
maximale Entladeleistung		2.500	W
Anzahl der Zyklen		7.000	
Nutzungsdauer		25	Jahre
Spezifische Kosten		1.500,00	€/kWh
Kosten			
Kosten der Anlage		9.000 €	
Summe		9.000 €	

Überblick über die Investitionskosten der Maßnahme:

	Anteil (100 %) Instandsetzung¹⁾	Anteil (0 %) Energieeffizienz²⁾	Investition³⁾
Maßnahmenkosten	9.000 €	0 €	9.000 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

5.6.2.7 Energetische Kennwerte der PV-Anlage(n)

PV-Anlage: Photovoltaik-Anlage Energetische Kennwerte

Monat	Strom GEG 2024 [kWh]		Strom Münkeboe [kWh]		
	erzeugt ¹⁾	abzugsfähig ²⁾	erzeugt ³⁾	selbst genutzt ⁴⁾	eingespeist
Januar	432,6	432,6	289,2	0,0	289,2
Februar	383,9	383,9	368,8	0,0	368,8
März	941,1	590,4	901,8	0,0	901,8
April	1.571,8	224,9	1.531,3	0,0	1.531,3
Mai	1.654,6	127,2	1.735,5	0,0	1.735,5
Juni	1.645,3	107,6	1.539,6	0,0	1.539,6
Juli	1.472,4	104,6	1.505,8	0,0	1.505,8
August	1.464,8	105,7	1.531,3	0,0	1.531,3
September	1.175,2	129,3	938,6	0,0	938,6
Oktober	903,2	322,8	918,8	0,0	918,8
November	323,2	323,2	370,5	0,0	370,5
Dezember	220,1	220,1	238,2	0,0	238,2
Summe	12.188,4	3.072,2	11.869,4	0,0	11.869,4

¹⁾ erzeugter Strom (Berechnung gemäß GEG 2024) am Standort Potsdam

²⁾ gemäß GEG 2024 § 23 kann selbst erzeugter Strom vom Endenergiebedarf abgezogen werden, wenn dieser gebäudenah erzeugt und überwiegend selbst genutzt wird

³⁾ erzeugter Strom am Standort des Gebäudes (**26624 Münkeboe**); dieser kann in einigen Fällen geringer als der in Spalte "abzugsfähig" angegebene Anteil sein, wenn am Standort geringere Sonneneinträge zu erwarten sind als am Standort Potsdam

⁴⁾ der Anteil des selbstgenutzten Stroms wird mit 0,00 % angenommen

5.6.3 Kostenstruktur im Überblick

Der folgende Abschnitt soll Ihnen einen Überblick über die Kosten, Investitionen, mögliche Förderungen und Einsparungen geben. Bei der Ermittlung der Kosten wurden Annahmen getroffen, die dargestellte Genauigkeit ist daher nicht realistisch. Es können weitere, hier nicht genannte Kosten, wie Planungskosten, Ausstattungskosten, Umbaukosten etc. hinzukommen.

Überblick über die Investitionskosten, die Förderung und die verbleibenden Kosten:

	Anteil (81 %) Instandsetzung ¹⁾	Anteil (19 %) Energieeffizienz ²⁾	Summe
Maßnahmenkosten	61.481 €	14.162 €	75.643 ³⁾ €
- Förderbetrag		22.178 €	22.178 ⁴⁾ €
= Verbl. Energieeffizienzkosten	61.481 €	-8.016 ⁵⁾ €	53.465 €

¹⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

²⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

³⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

⁴⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.

⁵⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.

Überblick über die Kosten der Maßnahmen:

Maßnahme	Kosten gesamt
Sohlplatte / EG-Fußboden sanieren	29.162 €
Wärmebrückenberechnung bei KfW-Effizienzhaus (Teil der der Baubegleitung)	0 €
Dezentrale Be- und Entlüftung	8.000 €
Photovoltaik-Anlage hinzufügen	19.481 €
Baubegleitung KfW-Effizienzhaus	10.000 €
Stromspeicher hinzufügen	9.000 €
Summe der Kosten:	75.643 €

5.6.4 Fördermöglichkeiten

5.6.4.1 Allgemeine Hinweise zu den Fördermöglichkeiten

Eine Übersicht zu den Fördermöglichkeiten des Bundes finden Sie im Abschnitt *Energetisches Sanierungskonzept, Fördermöglichkeiten des Bundes*.

5.6.4.2 Erreichter Energieeffizienz-Standard

Bilanzierungsergebnisse mit normierten Randbedingungen

Bilanzierungsergebnisse des Gebäudes mit normierten Randbedingungen als Grundlage zur Beantragung von Fördermitteln beim Bund:

	Plan Sanierung	Referenz ¹⁾	Einheit	Plan/Ref ²⁾
Jahresprimärenergiebedarf $Q_P / Q_{P,REF}$	18,77	88,46 ²⁾	kWh/(m ² a)	21 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T / H'_{T,REF}$	0,271	0,334	W/(m ² K)	81 %

¹⁾ Referenzgebäude gemäß GEG 2024

²⁾ Verhältnis des geplanten Jahresprimärenergiebedarfs bzw. Transmissionswärmeverlustes zum jeweiligen Referenzwert. Damit wird der erreichte Effizienzhausstandard ermittelt.

Erreichte Effizienzhaus-Stufe

Nach Durchführung der angestrebten Sanierung kann ein **Effizienzhaus 70** erreicht werden.

Zusätzlich wird die EE-Klasse erreicht.

Beim derzeitigen Zustand handelt es sich um ein *Worst Performance Building*, also ein Gebäude mit schlechtem Energieeffizienzstandard.

Klimafreundliches Wohngebäude		KFWG	KFWG-Q	erreicht ⁴⁾
LCA	GWP ₁₀₀ [kg CO _{2,eq} /(m ² _{NRF} *a)] ¹⁾	0	0	0,0
EH40	Q_P in % von $Q_{P,REF}$ ²⁾	40	40	21
	H'_T in % von $H'_{T,REF}$ ²⁾	55	55	81
QNG	Nachhaltigkeitszertifizierung ³⁾	-	PLUS oder PREMIUM	

¹⁾ Global Warming Potential (CO₂-Emissionen) bezogen auf 1 Jahr und m² Nettonraumfläche.

²⁾ Der Jahresprimärenergiebedarf Q_P für ein Effizienzhaus darf im Verhältnis zum Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes ($Q_{P,REF}$, errechnet für das Referenzgebäude gemäß GEG 2024 Anlage 1,) den angegebenen prozentualen Maximalwert des geförderten Effizienzhaus-Standards nicht überschreiten.

²⁾ Der Transmissionswärmeverlust H'_T für ein Effizienzhaus darf im Verhältnis zum Transmissionswärmeverlust des entsprechenden Referenzgebäudes ($H'_{T,REF}$) den angegebenen prozentualen Maximalwert des geförderten Effizienzhaus-Standards nicht überschreiten.

³⁾ Nachhaltigkeitszertifizierung gemäß Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude

⁴⁾ Erreichter Standard für das geplante Objekt.

Die Berechnung erfolgte gemäß GEG 2024 Anlage 1 in Verbindung mit der DIN V 18599:2018-09.

5.6.4.3 Übersicht über die Fördermöglichkeiten

Überblick über die ermittelten Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm	Förderrelevante Kosten	Förderfähige Kosten	Geldwerter Vorteil	
<i>KfW-Förderung</i>				
Effizienzhaus 261	37.162	37.162	15.273	€
Baubegleitung Effizienzhaus	10.000	10.000	6.905	€
<i>BAFA-Förderung</i>				
- / -				
<i>Steuerbonus</i>				
- / -				
Summe	47.162	47.162	22.178	€

Angaben ohne Gewähr!

5.6.4.4 BEG WG: Effizienzhaus

BEG WG: Effizienzhaus - KfW - Darlehen (Programmnummer 261)			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kreditkonditionen</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	1,94	%	
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	300.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	300.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	37.162	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	37.162	€	
Tilgungszuschuss ⁷⁾	3.716	€	10,0 %
+ Zuschuss-Bonus ⁸⁾	5.574	€	15,0 %
+ Zinsvorteil ⁹⁾	5.982	€	
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	15.273	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Der Tilgungszuschuss reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit.

⁸⁾ Es kann ein zusätzlicher Zuschuss-Bonus gewährt werden:

- Bonus zum Erreichen der Effizienzhaus EE-Klasse (Erneuerbare Energien Anteil).

- Bonus für Sanierung eines *Worst Performance Buildings*, also eines Gebäudes mit schlechtem Energieeffizienzstandard.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen (Tilgung und ggf. Bonus) sowie dem Zinsvorteil und entspricht der möglichen Förderung.

5.6.4.5 BEG WG: Baubegleitung Effizienzhaus

BEG WG: Baubegleitung Effizienzhaus - KfW - Darlehen (Programmnummer 261)			
<i>Wirtschaftliche Kenndaten</i>			
<i>Kreditkonditionen</i>			
Laufzeit	10	Jahre	
Tilgungsfreie Anlaufzeit	2	Jahre	
Zinsbindung	10	Jahre	
KfW-Zinssatz	1,94	%	
<i>Kosten</i>			
Maximal förderfähige Kosten ¹⁾	10.000	€	
- Förderfähige Kosten vorige Sanierungsschritte ²⁾	0	€	
- Im aktuellen Sanierungsschritt bereits verwendet ³⁾	0	€	
= Mögliche förderfähige Kosten dieses Sanierungsschrittes ⁴⁾	10.000	€	
Förderrelevante Kosten ⁵⁾	10.000	€	
<i>Ergebnis</i>			
Förderfähige Kosten ⁶⁾	10.000	€	
Tilgungszuschuss ⁷⁾	5.000	€	50,0 %
+ Zinsvorteil ⁹⁾	1.905	€	
= Geldwerter Vorteil ¹⁰⁾	6.905	€	

¹⁾ Die Höhe der maximal förderfähigen Kosten finden Sie in der grafischen Übersicht im Abschnitt "Allgemeine Erläuterungen zu den Fördermöglichkeiten"

²⁾ Die Inanspruchnahme der Förderung kann auf mehrere Sanierungsschritte verteilt werden. Die bereits erhaltenen Förderungen sind deshalb zu berücksichtigen.

³⁾ In dem aktuellen Sanierungsschritt wurden ggf. förderfähige Kosten aus anderen Maßnahmen berücksichtigt.

⁴⁾ Die in diesem Sanierungsschritt maximal förderfähigen Kosten.

⁵⁾ Summe der Kosten der förderfähigen Maßnahmen.

⁶⁾ Verbleibende förderfähige Investition in diesem Sanierungsschritt.

⁷⁾ Der Tilgungszuschuss reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit.

⁹⁾ Der Zinsvorteil ergibt sich aus dem günstigeren Kredit bei der KfW gegenüber einem Standard-Kredit.

¹⁰⁾ Der geldwerte Vorteil ist die Summe aus den Zuschüssen (Tilgung und ggf. Bonus) sowie dem Zinsvorteil und entspricht der möglichen Förderung.

5.6.4.6 Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber

Daten zur Übergabe an den Fördergeldgeber des Bundes		
<i>Gebäudedaten</i>		
Denkmal / besonders erhaltenswerte Bausubstanz		nein
Baujahr des Gebäudes		1974
Jahr der Sanierung		0
Anzahl der Wohneinheiten		2
<i>Angaben zur Berechnung</i>		
Gebäudevolumen V_e	754,4	m ³
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	602,5	m ²
Gebäudenutzfläche A_N	241,4	m ²
Fensterfläche A_w	26,7	m ²
Außentürfläche A_{wT}	5,1	m ²
Gebäudeschwere:		mittel
Gebäudetyp		freistehend
Berechnung erfolgte nach	DIN V 18599:2018-09	
Verwendete Software	EVEBI 13.5.3	
<i>Energetische Kennwerte¹⁾</i>		
Erreichter Effizienzgebäudestandard	Effizienzhaus 70	
Kurzbezeichnung	EH 70 EE WPB	
Jahresprimärenergiebedarf Q_P	18,77	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Referenzgebäude $Q_{P,ref}$	88,46	kWh/(m ² a)
Jahresprimärenergiebedarf Anforderung $Q_{P,max}$ (gem. GEG 2024)	123,84	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,271	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H'_{T,ref}$	0,334	W/(m ² K)
Transmissionswärmeverlust Anforderung $H'_{T,max}$ (gem. GEG 2024)	0,560	W/(m ² K)
Wärmebrückenzuschlag	0,025	W/(m ² K)
Deckungsanteil solarthermische Heizungsunterstützung	0,0	%
<i>Einsparungen³⁾</i>		
Endenergiebedarf	10.135	kWh/Jahr
Primärenergiebedarf	18.243	kWh/Jahr
CO ₂ -Emissionen	5.675	kg/Jahr
<i>Geplante förderfähige Kosten</i>		
Effizienzhaus 70	37.162	€
Baubegleitung	10.000	€
Summe der geplanten förderfähigen Kosten	47.162	€

¹⁾ Die Berechnung der energetischen Kennwerte sowie der Einsparungen erfolgt nach den Richtlinien der BEG i.V.m. der "Liste der technischen FAQ" in der jeweils aktuellen Fassung.

³⁾ Hierbei handelt es sich um die Einsparungen gegenüber der Vorgängervariante (Berechnung mit normierten Randbedingungen gemäß GEG 2024).

5.7 Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmenpakete im Sanierungsfahrplan

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Investitionen aufgeschlüsselt in Instandsetzungs- und Energieeffizienzkosten, mögliche Förderungen, jährliche Energiekosteneinsparungen sowie Amortisationszeiten der Maßnahmenpakete. 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 Energieeffizienzkosten sowie aktuelle Zinsen/Inflationen als Grundlage.

Maßnahmenpaket	Investition ¹⁾	Instand ²⁾	Effizienz ³⁾	Förder ⁴⁾	Verbleib ⁵⁾	Sparen ⁶⁾	Amort ⁷⁾
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€/Jahr]	[Jahre]
1 Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	46.105	33.000	13.105	10.679	2.426	1.636	2
2 Dachschräge sanieren & DFF tauschen	81.543	64.000	17.543	18.625	-1.082	440	1
3 Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	36.650	15.950	20.700	19.150	1.550	1.280	2
4 KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	75.643	61.481	14.162	22.178	-8.016	1.989	1
Summe	239.941	174.431	65.510	70.631	-5.121	5.345	1

¹⁾ Investitionskosten: Summe aus den Instandsetzungskosten und energieeffizienzbedingte Mehrkosten ohne Abzüge (für die Umsetzung des Sanierungsschrittes erforderliches Kapital).

²⁾ Instandsetzungskosten (Sowieso- oder Ohnehin-Kosten, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung der technischen Funktion des Bau- oder Anlagenteils aufgewendet werden. Hierzu gehören auch die Kosten, die zur Einhaltung gemäß GEG 2024 anfallen.

³⁾ energiebedingte Mehrkosten (Mehrkosten zum Erreichen der Energieeffizienz, einschließlich Baunebenkosten): Kosten, die zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen aufgewendet werden.

⁴⁾ Förderbetrag: Für energieeffiziente Maßnahmen stehen verschiedene Förderpakete zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um Zinsvergünstigungen und Zuschüsse.

⁵⁾ Verbleibende energiebedingte Mehrkosten: Kosten, welche unter Abzug des Förderbetrags verbleiben. Diese Kosten der energieeffizienzbedingten Mehraufwendungen werden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Annuität) verwendet.

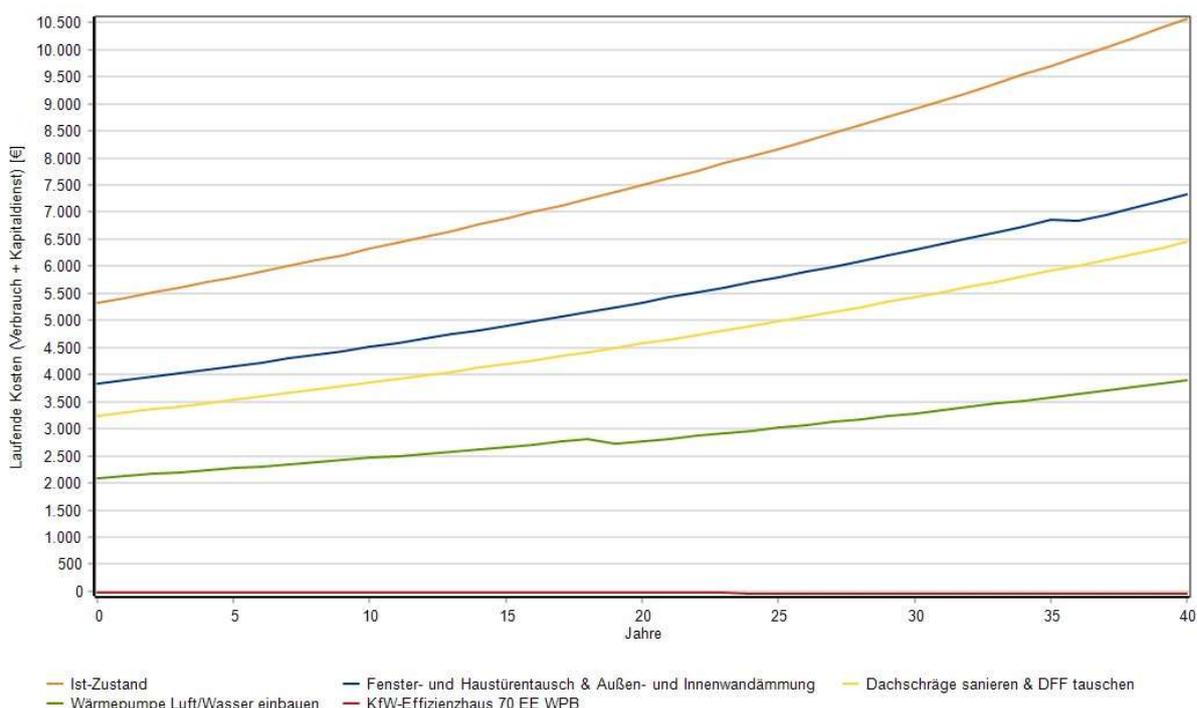
⁶⁾ Jährliche Energiekosteneinsparung: Ersparte Kosten durch geringeren Energiebedarf und/oder dem Wechsel zu einem anderen Energieträger. Die Berechnung erfolgt mit individuellen Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599).

⁷⁾ Amortisation: Zeit, in welcher die verbleibenden Kosten wieder zurückgeflossen sind. Ein Maßnahmenpaket hat sich amortisiert, wenn die Zeit kleiner als die Nutzungsdauer der sanierten/erneuerten Bauteile/Anlagenteile ist.

Für die wirtschaftliche Betrachtung wurden folgende Kriterien angenommen:

Randbedingungen	
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kalkulationszins	4,5 % pro Jahr
Inflation	4,0 %
Energiepreissteigerungen:	
Strom	1,7 % pro Jahr
Erdgas	1,7 % pro Jahr
Heizöl EL	1,7 % pro Jahr
WP-Strom	1,7 % pro Jahr
Verwendete Energieträgerpreise	
Strom	0,30 €/kWh
Erdgas	0,10 €/kWh
Heizöl EL	0,11 €/kWh
WP-Strom	0,20 €/kWh

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



5.8 Vergleich der Maßnahmenpakete - Sanierungsfahrplan

Nachfolgend werden die vorgeschlagenen Energieeinsparmaßnahmen (Maßnahmenpakete) nach verschiedenen Gesichtspunkten untereinander verglichen.

5.8.1 Energetische Betrachtung der Maßnahmenpakete

Die energetische Verbesserung der Maßnahmenpakete wurde einerseits anhand der Endenergie (Energiekennzahl) und andererseits der Primärenergie betrachtet. Die Energiekennzahlen bezogen auf den m² Wohn- bzw. Nutzfläche dienen vorrangig zum Vergleich mit anderen Gebäuden gleicher Nutzung. Hierbei handelt es sich um die Bedarfsdeckung für Heizen, Kühlen, Lüften und Trinkwarmwasserbereitung (bei Nichtwohngebäuden auch Beleuchtung).

Bei der Primärenergie wurden zusätzlich die Verluste bei der Herstellung, der Umwandlung und dem Transport der verwendeten Energie mit einbezogen. siehe auch Abschnitt "Gesetze und Normen" Der Transmissionswärmeverlust beziffert die Energie, welche durch die Gebäudehülle verloren geht.

Auswahl an energetischen Kennzahlen:

Maßnahmenpaket	EKZ ¹⁾	Primärenergiebedarf ²⁾		Trans.wärmeverlust ³⁾		EH-Stufe ⁴⁾
		erreicht	Anf.	erreicht	Anf.	
	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
Ist-Zustand	197	297,8	124,2	0,88	0,56	-/-
Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	134	198,9	123,6	0,52	0,56	kein KfW-EH
Dachschräge sanieren & DFF tauschen	117	173,1	123,6	0,43	0,56	kein KfW-EH
Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	35	94,3	123,8	0,43	0,56	kein KfW-EH
KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	7	18,8	123,8	0,27	0,56	EH 70

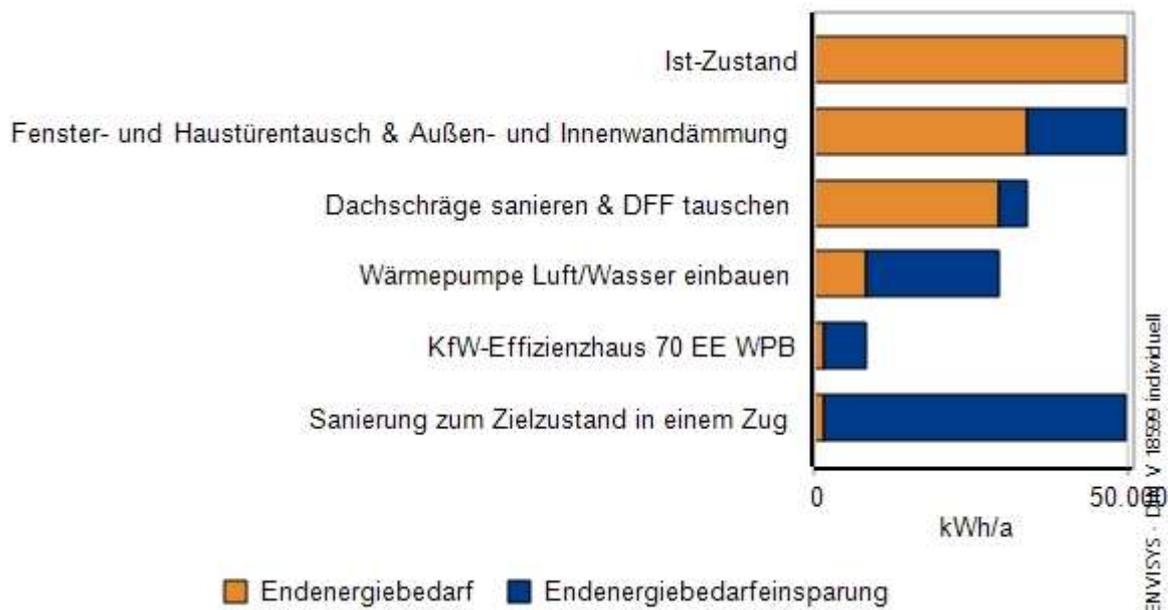
¹⁾ Energiekennzahl (Endenergiebedarf), berechnet mit individuellen Randbedingungen

²⁾ Anforderung Bestandsgebäude, berechnet gemäß GEG 2024 (normierte Randbedingungen)

³⁾ Transmissionswärmeverlust, Anforderung Bestandsgebäude, berechnet gemäß GEG 2024 (normierte Randbedingungen)

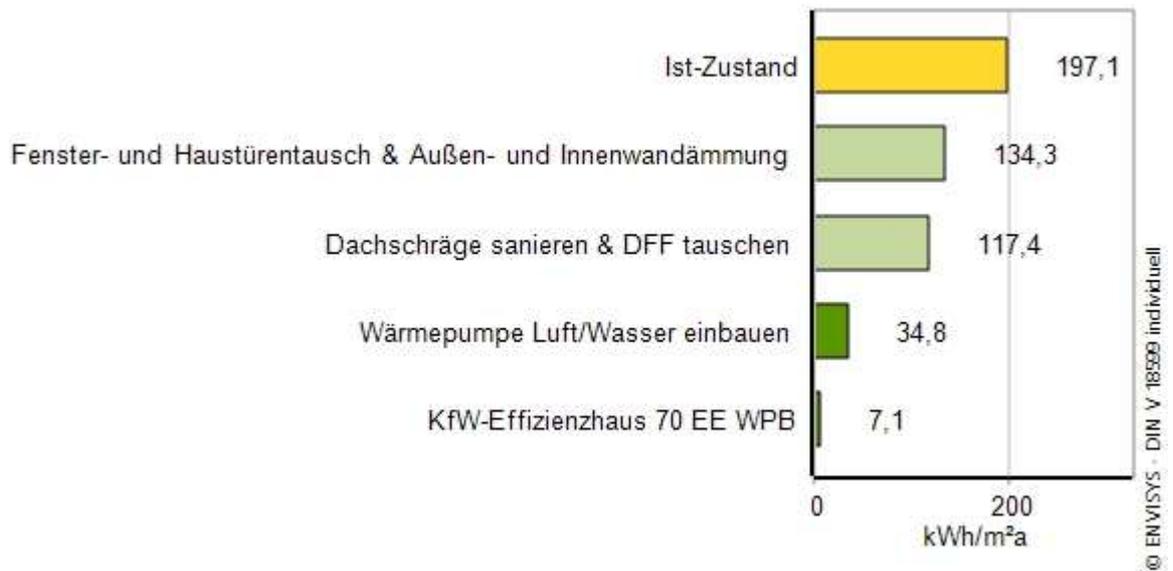
⁴⁾ Erreichte Energieeffizienzhaus-Stufe (Bundesförderung für effiziente Gebäude)

Endenergiebedarf / Endenergiebedarfseinsparung

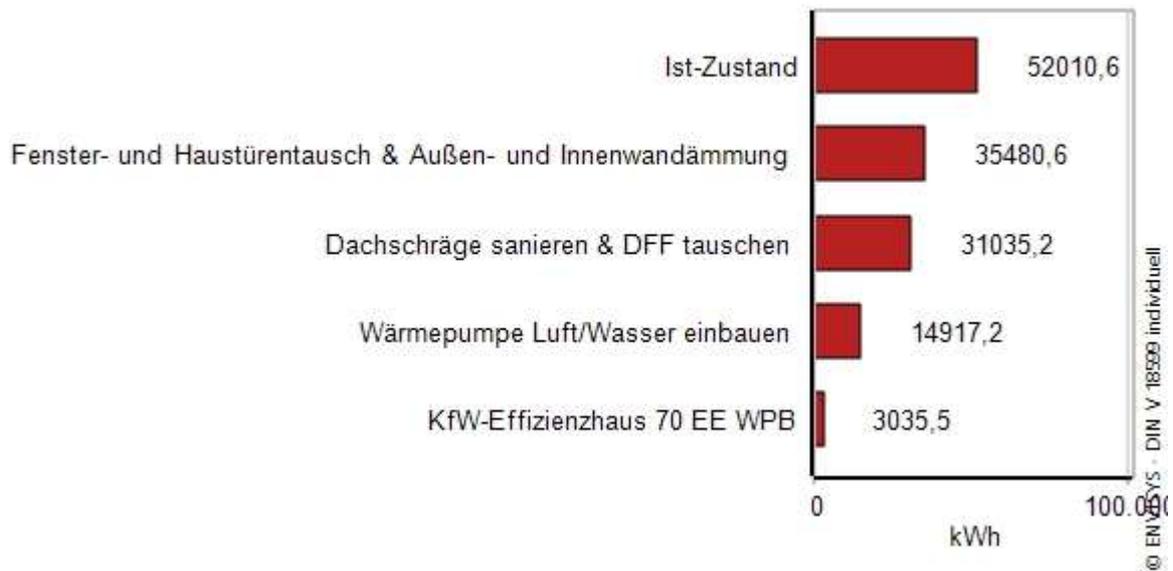


Die Berechnung erfolgte mit individuellen Randbedingungen.

Endenergiebedarf bezogen auf m²



Primärenergiebedarf absolut



5.8.2 Vergleich der technischen Verbesserung der Gebäudehülle mittlere U-Werte nach Bauteilkategorie

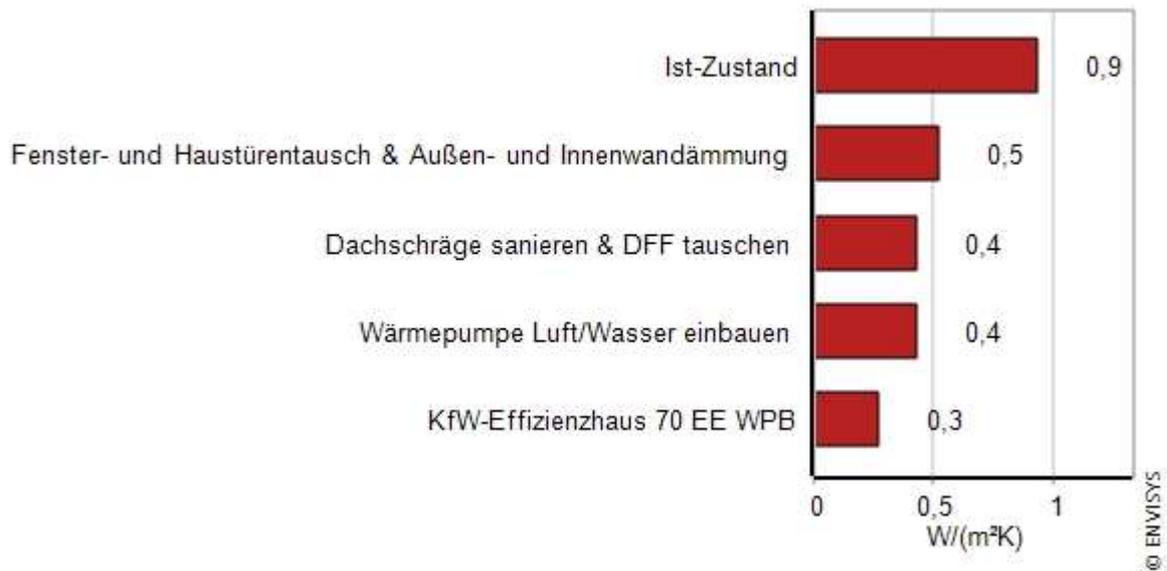
	Gesamthülle	Dach	Wand	Keller	Fenster/Türen
	[W/m ² K]				
Ist-Zustand	0,93	0,40	1,47	0,77	1,74
GEG 2024 ¹⁾		0,20/0,24	0,24	0,24/0,30	1,30/1,30
BEG-Anforderung ²⁾		0,14	0,20	0,20/0,25	0,95/1,00
Stand der Technik (PH ³⁾)		0,10	0,10	0,10	0,80
Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	0,52	0,40	0,34	0,77	1,10
Dachschräge sanieren & DFF tauschen	0,43	0,14	0,34	0,77	1,01
Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	0,43	0,14	0,34	0,77	1,01
KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	0,27	0,14	0,34	0,18	1,01

¹⁾ GEG 2024 Anlage 7, Auszug

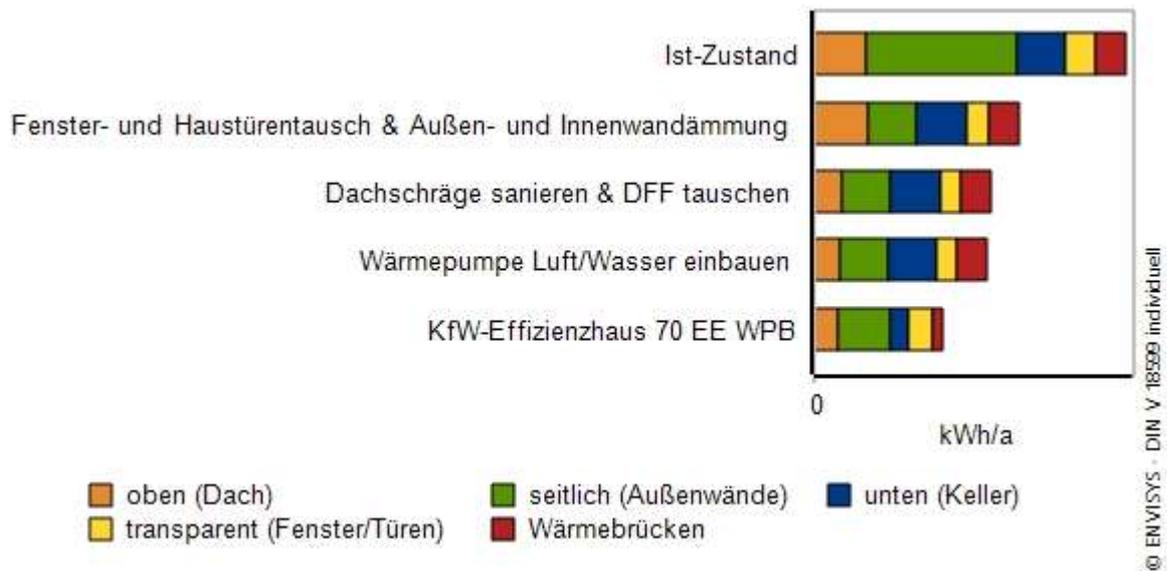
²⁾ Bundesförderung für effiziente Gebäude, Technische Mindestanforderungen, Tabelle, Auszug

³⁾ PH = Passivhaus

U-Werte bezogen auf die Gesamthülle der Maßnahmenpakete im Vergleich



Transmissionsverluste der Gebäudehülle bezogen auf m²



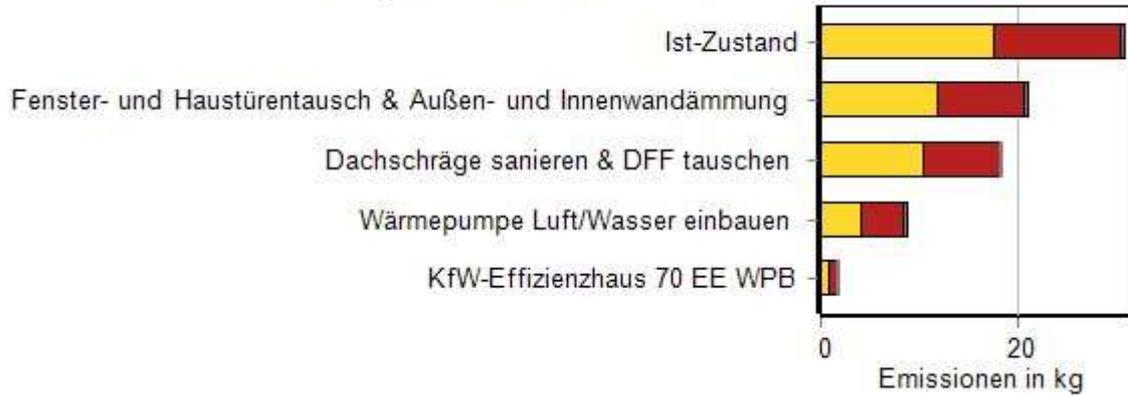
- oben (Dach)
- seitlich (Außenwände)
- unten (Keller)
- transparent (Fenster/Türen)
- Wärmebrücken

5.8.3 Emissionen der Maßnahmenpakete

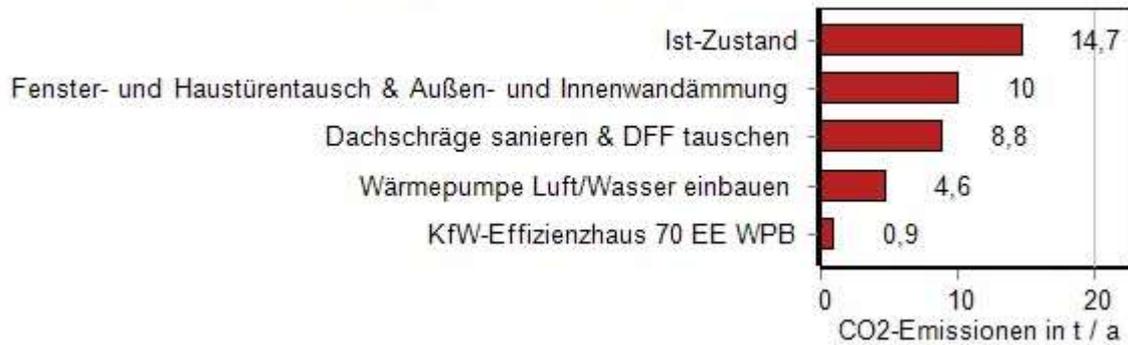
Der Schadstoffausstoß (Emissionen) von CO₂, NO_x, SO₂ und Staub belastet unsere Umwelt.

Umwelt (Emissionen)

Vergleich der Schadstoffemissionen



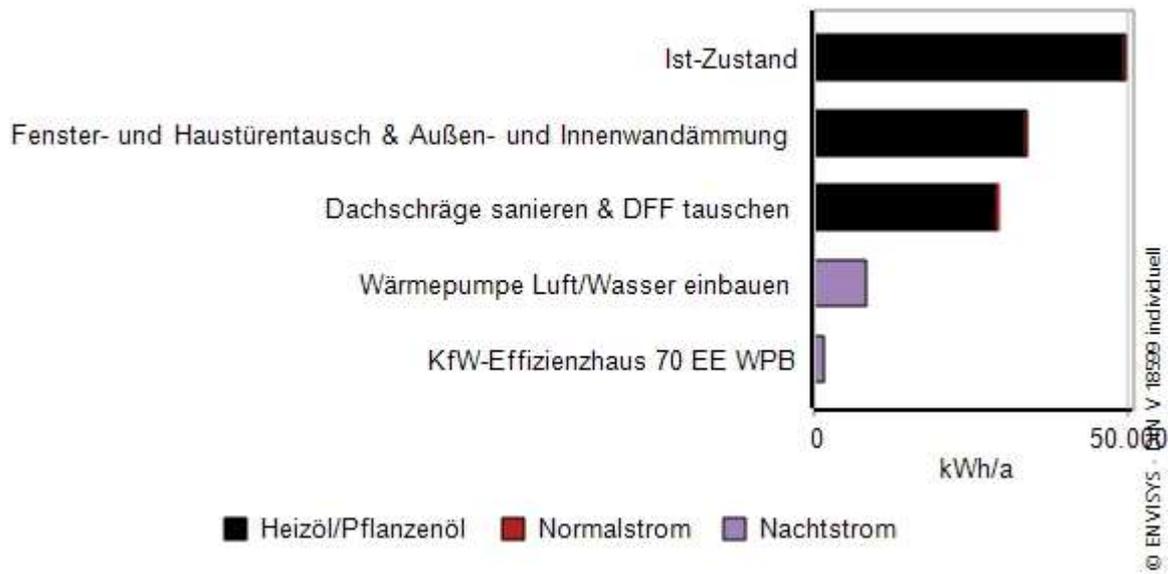
Vergleich der CO₂-Emissionen



5.8.4 Energieträgereinsatz im Ist-Zustand und in den Maßnahmenpaketen

Maßnahmenpaket	Strom		Erdgas		Heizöl EL		WP-Strom	
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Ist-Zustand	534	310	---	---	49.192	5.012	---	---
Fenster- und Haustürentausch & Außen- und Innenwanddämmung	428	278	---	---	33.449	3.408	---	---
Dachschräge sanieren & DFF tauschen	399	270	---	---	29.214	2.977	---	---
Wärmepumpe Luft/Wasser einbauen	89	177	---	---	---	---	8.199	1.790
KfW-Effizienzhaus 70 EE WPB	127	188	---	---	---	---	1.559	462

Energieträgereinsatz der Sanierungsschritte im Vergleich zum Ist-Zustand



6 Anhang: Ergänzende Informationen

In den folgenden Abschnitten finden Sie detaillierte Informationen sowie Berechnungsergebnisse zu dem vorliegenden Objekt Wohngebäude Münkeboe, Meerweg 8.

6.1 Gesetze und Normen

Notwendigkeit zum Energiesparen

Um Gebäude entsprechend ihrer Bestimmung nutzen zu können, wird Energie eingesetzt. Im Wohngebäudebereich betrifft das vor allem Energie zum Heizen, Lüften, Bereitstellen von Trinkwarmwasser und ggf. zum Kühlen.

Der Gebäudesektor ist dabei der größte Energieverbraucher in Deutschland. Das produziert Schadstoffemissionen in großer Menge. Die Schadstoffemissionen Kohlendioxid (CO₂) und Stickstoffoxyd (NO_x) verursachen eine starke Umweltverschmutzung. So ist CO₂ zu 50 % an der globalen Erderwärmung beteiligt, NO_x verursacht die Versauerung von Böden und Gewässern.

Der hohe Energiebedarf in Gebäuden und der fortschreitende Klimawandel hat den Gesetzgeber dazu bewogen, 1976 das Energieeinspargesetz (EnEG) und in der Folge Wärmeschutzverordnungen, Energieeinsparverordnungen und das Gebäudeenergiegesetz zu erlassen. Derzeit gilt das Gebäudeenergiegesetz GEG 2024.

Damit soll vor allem der CO₂-Ausstoß minimiert werden. Eine kurzfristige Verringerung des Energieverbrauchs ist dringend notwendig. Das schafft ein besseres Wohnumfeld, bessere Lebensräume für morgen, schont die Ressourcen, verursacht eine geringere Luftverschmutzung und spart Kosten.

Gebäudeenergiegesetz GEG 2024

Ziel dieses Gesetzes ist es, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zu leisten. Dies soll durch wirtschaftliche, sozialverträgliche und effizienzsteigernde Maßnahmen zur Einsparung von Treibhausgasemissionen sowie der zunehmenden Nutzung von erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme für die Energieversorgung von Gebäuden erreicht werden.

Gemäß GEG 2024 werden dazu Anforderungen an den Wärmeschutz, an heizungs- und kältetechnische Anlagen, an Trinkwarmwasseranlagen und an den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs von Gebäuden festgelegt.

Energiebedarf im Gebäude:

Endenergiebedarf

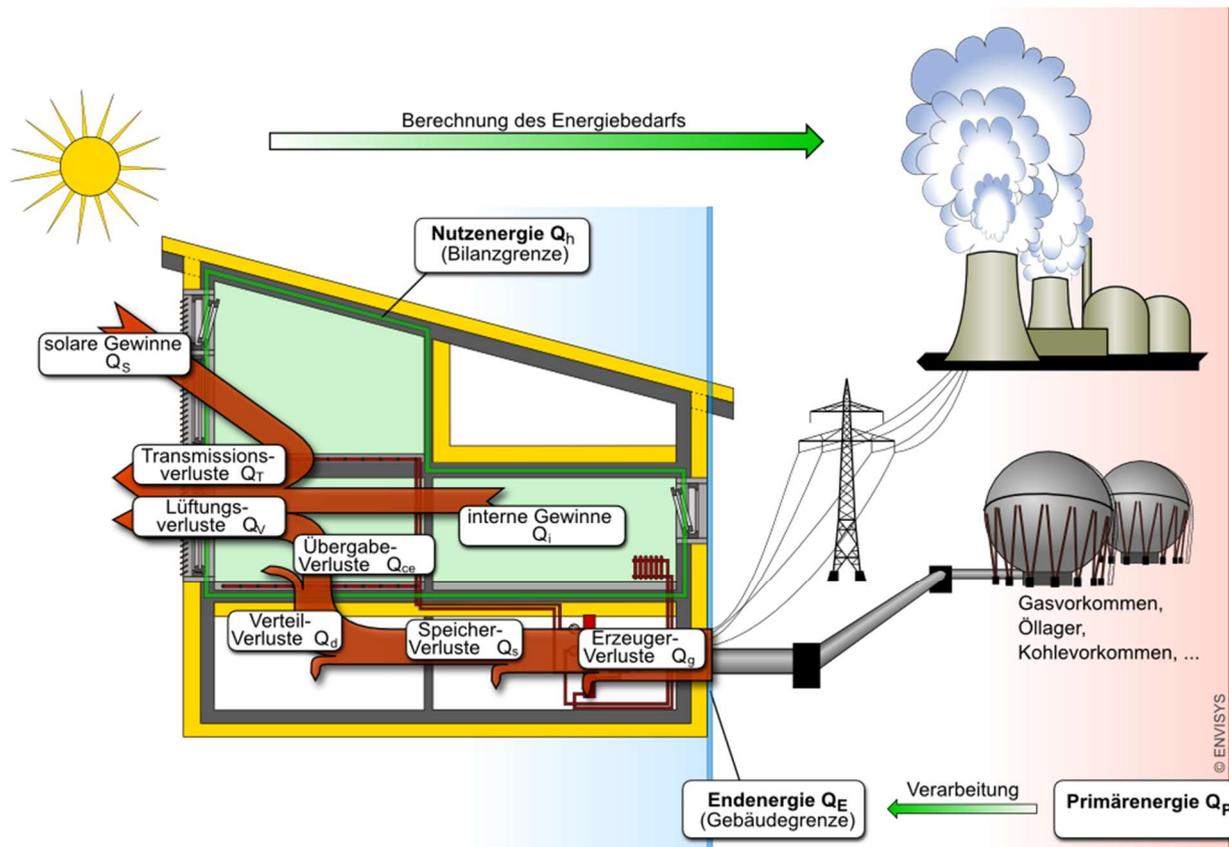
Die Endenergie ist die berechnete Energiemenge, die benötigt wird, um das Gebäude entsprechend seiner Bestimmung nutzen zu können (Heizen, Lüften, Bereitstellung von Trinkwarmwasser, ggf. Kühlung). Der Endenergieverbrauch entspricht der eingekauften Energie des Gebäudenutzers.

Primärenergiebedarf

Beim Primärenergiebedarf wird zusätzlich zum Endenergiebedarf die Gewinnung und Bereitstellung der verwendeten Energieträger berücksichtigt. Damit ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes auch ganz wesentlich vom eingesetzten Energieträger abhängig.

Während z.B. der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergieinhalts von Holz oder Holzpellets weniger als ein Fünftel des Primärenergieinhalts von Heizöl oder Erdgas beträgt, liegt der Primärenergieinhalt von Strom beim 2,6-fachen (der Bezug von Öko-Strom wird hier nicht berücksichtigt).

Das folgende Bild zeigt den Energiebedarf eines Gebäudes



6.2 Wesentliche Nachrüstpflichten für den Gebäudebestand gemäß GEG 2024:

Die nachfolgend aufgeführten Nachrüstpflichten sind ein Auszug aus dem GEG 2024. Weitere Informationen können dort in den entsprechenden Paragraphen nachgelesen werden.

Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen

Hinweis: Bei Wohngebäuden mit bis zu 2 Wohnungen, von denen eine der Eigentümer selbst bewohnt, gelten die Nachrüstpflichten nur bei Eigentümerwechsel nach dem 1. Februar 2002.

- Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden, keine Niedertemperatur oder Brennwertkessel sind und vor dem 01.01.1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, dürfen nicht mehr betrieben werden (Ausnahme: Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Nennleistung $< 4 \text{ kW}$ und $> 400 \text{ kW}$, Hybridheizung (WP, Solarthermie)).
- Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben (Ausnahme: Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Nennleistung $< 4 \text{ kW}$ und $> 400 \text{ kW}$, Hybridheizung (WP, Solarthermie)).
- Heizkessel dürfen längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.
- Neue Heizungen, die in ein bestehendes Gebäude eingebaut werden, müssen die Bestimmungen der EU-Heizkesselrichtlinie erfüllen.
- Alle zugänglichen ungedämmten Wärmeverteilungsleitungen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, müssen wärmegeklämt werden.

Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen

Heizungsanlagen mit Wasser als Wärmeträger sind spätestens 15 Jahre nach Inbetriebnahme einer Inspektion zu unterziehen (Ausnahme: Heizung versorgt bis 5 Wohneinheiten/Nutzungseinheiten).

Folgende Prüfungen sind durchzuführen:

- einstellbare technische Parameter optimiert auf Energieeffizienz
- Einsatz effizienter Heizungspumpe

- Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen ausreichend
- Möglichkeiten zur Absenkung der Vorlauftemperatur

Folgende Optimierungen sind durchzuführen:

- Optimierung der Heizkurve
- Aktivierung Nachtabenkung, Nachtabstaltung etc.
- Optimierung Zirkulationsbetrieb
- Prüfung der Einstellungen der Umwälzpumpe
- ggf. Absenkung der Warmwassertemperaturen
- ggf. Absenkung der Heizgrenztemperatur
- Information des Eigentümers/Nutzers über Einsparmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien

Hydraulischer Abgleich

Ein Heizungssystem mit Wasser als Wärmeträger ist nach dem Einbau oder der Aufstellung einer Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in Gebäuden mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten hydraulisch abzugleichen.

Dazu gehören mindestens:

- eine raumweise Heizlastberechnung,
- eine Prüfung und nötigenfalls eine Optimierung der Heizflächen im Hinblick auf eine möglichst niedrige Vorlauftemperatur und
- die Anpassung der Vorlauftemperaturregelung.

Der hydraulische Abgleich ist nach Maßgabe des Verfahrens B nach der ZVSHK-Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“, VdZ – Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie e. V., 1. aktualisierte Neuauflage April 2022, Nummer 4.2. oder nach einem gleichwertigen Verfahren durchzuführen.

Die Bestätigung des hydraulischen Abgleichs ist einschließlich der Einstellungswerte, der Heizlast des Gebäudes, der eingestellten Leistung der Wärmeerzeuger und der raumweisen Heizlastberechnung, der Auslegungstemperatur, der Einstellung der Regelung und des Drückens im Ausdehnungsgefäß schriftlich festzuhalten und dem Verantwortlichen mitzuteilen.

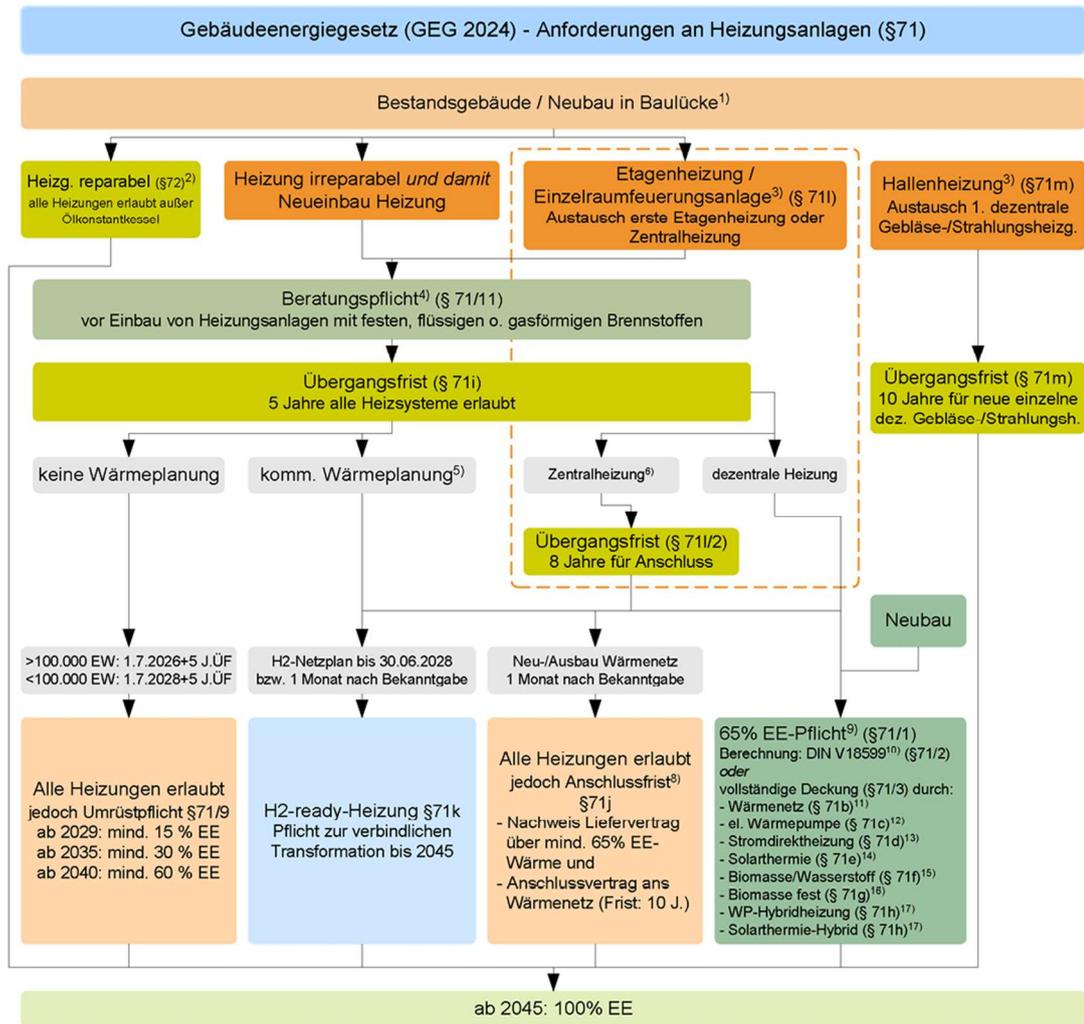
Die Bestätigung nach Satz 1 ist auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen.

Weitere Pflichten für bestehende Gebäude

Alle obersten Geschossdecken von beheizten Räumen, die nicht begehbar, aber zugänglich sind, sind zu dämmen. Die erforderlichen Dämmschichtdicken sind gemäß GEG 2024 zu erfolgen. Die Nachrüstverpflichtung gilt als erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüber liegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt ist.

6.3 Anforderungen an eine Heizungsanlage

Das Gebäudeenergiegesetz 2024 regelt im § 71 die Anforderungen an eine Heizungsanlage. Eine Heizungsanlage darf zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt.



¹⁾ gilt auch für Neubau in Baulücken, § 71/10

²⁾ Gem. §72 gilt ein Betriebsverbot für Heizkessel mit flüssigem/gasförmigen Brennstoff und älter 30 Jahre. Durch Ausnahmeregeln wird dieses Verbot nur auf Öl-Konstantkessel angewendet. Bei Neueinbau einer Heizung gilt § 71

³⁾ Satz 1 § 71i gilt nicht für Etagenheizungen, Einzelraumfeuerungsanlage und Hallenheizung, d.h. §71/1 ist zu erfüllen und es sind nicht alle Heizungen erlaubt

⁴⁾ Beratung durch fachkundige Person (§ 60b/3) bzgl. möglicher Wärmeplanung und Unwirtschaftlichkeit wegen steigender CO2-Kosten

⁵⁾ verbindliche kommunale Wärmeplanung mit Ausweisung zum Gebiet als Neu-/Ausbau eines Wärmenetzes bzw. Wasserstoffnetzausbaugebietes, § 71/8

⁶⁾ bei Umstellung einer Etagenheizung auf eine Zentralheizung gilt eine weitere Übergangsfrist von 8 Jahren, § 71/2
bei Anschluss einer Etagenheizung an bestehende Zentralheizung gilt §71/1 als erfüllt
gültig auch für Einzelraumheizungen, § 71/6

⁷⁾ Umstellung auf Erneuerbare Energien verpflichtend, Anforderungen gem. § 71f 2-4

⁸⁾ Gebäudeeigentümer: Liefervertrag mind. 65% EE, Anschlussfrist 10 Jahre
Wärmenetzbetreiber: Nachweis Ausbauplan mit 2-3 jährigen Meilensteinen und Anschlussmöglichkeit mit Frist 10 Jahre, § 71/8

⁹⁾ Vorgabe: Nutzung 65 % erneuerbare Energie oder unvermeidbare Abwärme
Anwendung: Einzelgebäude und Gebäudenetze, WG und NWG, Bestand, Neubau gültig für (gem. §71/4)
- bei Heizungsanlagen, die sowohl Raumwärme als auch Warmwasser bereitstellen, für das Gesamtsystem
- bei getrennten Anlagen für Raumwärme und Warmwassererwärmung nur für das Einzelsystem, das neu eingebaut oder aufgestellt wird und
- bei mehreren Heizungsanlagen in einem Gebäude oder Gebäudenetz entweder für die einzelne Anlage, die neu eingebaut oder aufgestellt wird, oder für die Gesamtheit aller installierten Anlagen
Sofern eine neue Heizung eine bestehende Heizung ergänzt, ist eine Berechnung gem. DIN V 18599 nicht erforderlich, wenn Anforderungen gem. §71b-h eingehalten werden, §71/3

¹⁰⁾ Berechnung nach DIN V 18599: 2018-09 in Verbindung mit den §§ 71b-h

¹¹⁾ Bestätigung des Netzbetreibers erforderlich bzgl. Einhaltung EE-Anteil

¹²⁾ elektrische WP deckt den Wärmebedarf des/der Gebäude/s

¹³⁾ siehe zusätzliche Grafik

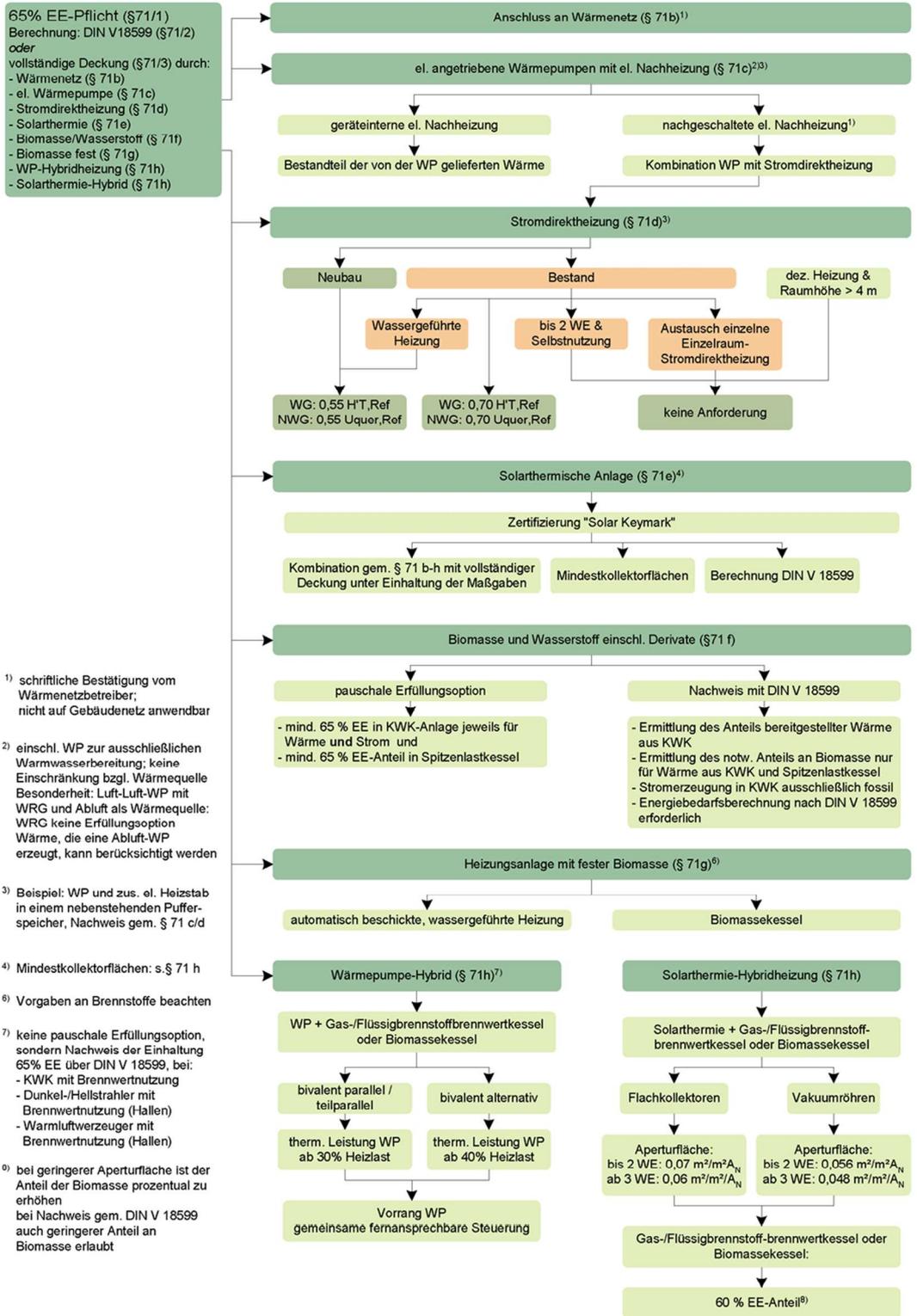
¹⁶⁾ automatisch beschickter Biomasseofen oder Biomassekessel

¹⁷⁾ siehe zusätzliche Grafik

Alle Angaben ohne Gewähr!

© ENVISYS, eine Verbreitung dieser Grafik ist nur mit schriftlicher Genehmigung durch ENVISYS gestattet! www.envisys.de

Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) - Anforderungen an Heizungsanlagen - Auszüge (§71)



¹⁾ schriftliche Bestätigung vom Wärmenetzbetreiber; nicht auf Gebäudenetz anwendbar

²⁾ einschl. WP zur ausschließlichen Warmwasserbereitung; keine Einschränkung bzgl. Wärmequelle
 Besonderheit: Luft-Luft-WP mit WRG und Abluft als Wärmequelle: WRG keine Erfüllungsoption
 Wärme, die eine Abluft-WP erzeugt, kann berücksichtigt werden

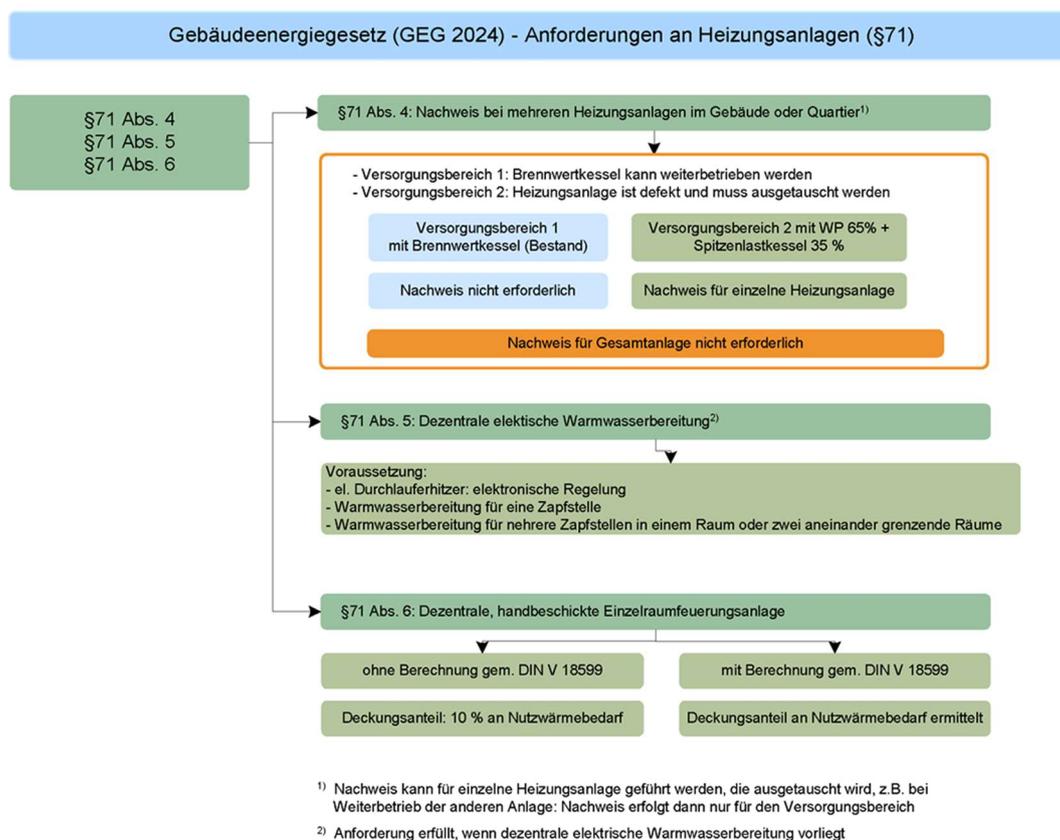
³⁾ Beispiel: WP und zus. el. Heizstab in einem nebenstehenden Pufferspeicher, Nachweis gem. § 71 c/d

⁴⁾ Mindestkollektorflächen: s. § 71 h

⁶⁾ Vorgaben an Brennstoffe beachten

⁷⁾ keine pauschale Erfüllungsoption, sondern Nachweis der Einhaltung 65% EE über DIN V 18599, bei:
 - KWK mit Brennwertnutzung
 - Dunkel-/Hellstrahler mit Brennwertnutzung (Hallen)
 - Warmluftverzeuger mit Brennwertnutzung (Hallen)

⁹⁾ bei geringerer Aperturfläche ist der Anteil der Biomasse prozentual zu erhöhen
 bei Nachweis gem. DIN V 18599 auch geringerer Anteil an Biomasse erlaubt



Alle Angaben ohne Gewähr!

© ENVISYS, eine Verbreitung dieser Grafik ist nur mit schriftlicher Genehmigung durch ENVISYS gestattet! www.envisys.de

6.4 Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 für Wohngebäude

Wenn im Bestand im Ein- und Mehrfamilienhaus mehr als ein Drittel der Fenster ausgetauscht oder im Einfamilienhaus mehr als ein Drittel der Dachfläche neu abgedichtet wird, ist für das gesamte Gebäude ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 zu erstellen.

Da sich durch die Sanierungsmaßnahmen die Luftdichtheit des Gebäudes in der Regel erhöht, ist ein häufigeres manuelles Lüften notwendig, um die nötige bauphysikalische Schadstofffreiheit und Frischluftzufuhr zu gewährleisten. Wir empfehlen dazu grundsätzlich eine mechanische Belüftung des Gebäudes.

Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit dazu ist eine wohnungszentrale Abluftanlage mit Absaugung in Küche und Bad, Zuluft über Zuluftventile in den neuen Fensterrahmen und Überströmöffnungen in den Zimmertüren. Energetisch verhält sich eine reine Abluftanlage neutral. Energieeinsparungen sind dadurch nicht zu erwarten.

Deutliche energetische Einsparungen sind mit einer Zu-Abluftanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung erzielbar.

6.5 Förderprogramme

Modernisierungsmaßnahmen für Gebäude im Zusammenhang mit Energieeinsparung oder CO₂-Einsparung werden von der öffentlichen Hand gefördert.

Diese Förderungen (ca. 4.000 Förderprogramme) können aus Zuschüssen oder zinsvergünstigten Krediten bestehen und werden bereitgestellt von:

- Bund und Ländern (ca. 100 Förderprogramme)
- Landkreisen, Städten, Gemeinden und
- Energieversorgern

Die Fördermittel sind i.a. nicht unbegrenzt vorhanden. Die Programme der Kommunen und Länder haben häufig geringe Laufzeiten, oft durch die geringen Budgets bedingt.

Internetadressen

- Kreditanstalt für Wiederaufbau: www.kfw.de
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA: www.bafa.de
- Fördermitteldatenbank: www.foerderdata.de
- Deutsche Energie-Agentur (dena): www.zukunft-haus.info
- Deutsches Energieberater-Netzwerk e.V.: www.deutsches-energieberaternetzwerk.de
- Der Solarserver: www.solarserver.de
- Gerätelisten: www.spargeraete.de

6.6 Glossar

Energieumsatz pro Zeiteinheit	= Watt (W) (1 kW = 1.000 W)
Einheit für Energieverbrauch/-leistung pro Jahr	= kWh/a
Flächenspezifischer, jährlicher Energieverbrauch	= kWh/m ² a

Abgasverluste

- Wärme, die mit dem Abgas der Heizanlage verloren geht. Lässt sich durch Brennertechnik reduzieren (siehe Brennwertkessel). Bei niedrigen Abgasverlusten allerdings Gefahr der Schornsteinversottung.

Amortisation

- Deckung der aufgewendeten Investitionskosten für ein Maßnahmenpaket durch deren Einsparung. Wird unter Berücksichtigung der Preissteigerung und der Kapitalverzinsung nach VDI 2067 berechnet.

Beleuchtungsbedarf

- siehe Nutzenergiebedarf Beleuchtung

Bereitschaftsverlust

- Auftretende Verluste beim Aufheizen eines kalten Kessels und anschließendem Abkühlen. Reduzierbar durch hohe Brennerlaufzeiten. Einfluss auf die Verluste hat auch die Bauart (relative Bereitschaftsverluste).

Bilanzinnentemperatur

- Mittlere Innentemperatur eines Gebäudes bzw. einer Zone unter Berücksichtigung von räumlich oder zeitlich eingeschränktem Heizbetrieb und im Falle der Kühlbedarfsermittlung unter Berücksichtigung von zugelassenen Temperaturschwankungen, die der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs zugrunde gelegt wird.
- In der Regel werden unterschiedliche Werte für den Heiz- und den Kühlbetrieb angesetzt.

Brennwertkessel

- Durch einen zweiten Wärmetauscher entzieht ein Brennwertkessel dem wasserdampfhaltigen Abgas durch Kondensation Wärme. Dadurch wird über den Heizwert eines Brennstoffes hinausgehende Energie genutzt und die Abgase auf niedrige Temperaturen gebracht. Diese Technik stellt besondere Ansprüche an den Schornstein. Gegebenenfalls ist eine Neutralisation des Kondensats erforderlich.

Bruttovolumen; V₀

- Externes Volumen; von Außenmaßen ermitteltes Volumen eines Gebäudes oder einer Gebäudezone, welches konditioniert wird.

Dämmung

- Wichtigste Methode der Energieeinsparung. Durch Dämmung wird die Transmission (Wärmeverlust durch Bauteile) herabgesetzt. Bei der Bauteildämmung genutzte Dämmstoffe werden nach ihrem

Dämmwert, nach den Kosten, nach dem Energieaufwand bei der Herstellung und unter ökologischen Kriterien beurteilt bzw. unterschieden. Konventionelle Dämmstoffe sind Polystyrol, Mineralwolle (Stein- oder Glaswolle) und Polyurethanschäume. Alternative Dämmstoffe sind Holzfaserplatten Kork, Zellulosefasern, Hanf, Flachs, Mineraldämmplatten u.v.m. Besonders im Bereich der Dachdämmung sollten neben ökologischen Gesichtspunkten aus Gründen der Behaglichkeit (sommerlicher Wärmeschutz!) auf Holzfaser- und/oder Zellulosedämmstoffe zurückgegriffen werden.

Deckung in %

- Die Deckung bezeichnet den Anteil des jeweiligen Heizungssystems am Gesamtaufkommen des Heizwärmebedarfs einschließlich des Warmwasserbedarfs, wenn dieser mit der Heizung ganz oder teilweise erzeugt wird. Die Deckung des Warmwasserbereiters bezieht sich auf den Warmwasserbedarf, der über die Warmwasseranlagen erzeugt wird.

Emissionen

- Bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Schadstoffe und -gase, die durch Schornsteine und Abgasrohre an die Außenluft abgegeben werden und die Luft verunreinigen. Beim Hausbrand sind dies im Wesentlichen CO₂, SO₂, NO_x und Stäube.

Endenergiebedarf

- Berechnete Energiemenge der Anlagentechnik zur Aufrechterhaltung der festgelegten Konditionen; hier sind die Hilfsenergien (wie Stromverbrauch der Heizungspumpe, Zirkulationspumpe, Ventilatoren etc.) und Verluste durch die Bereitstellung, Speicherung, Verteilung und Übergabe der Energie eingeschlossen.
- Energiemenge, die der Verbraucher für eine bestimmungsgemäße Nutzung benötigt (kaufen muss).

Energiekennzahl

- Vergleichsgröße zur Bezifferung des Energieverbrauchs bei Gebäuden. Hierunter wird die Energiemenge verstanden, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird. Bei Einfamilienhäusern liegt die Energiekennzahl zwischen 100 und 300 KWh/m², möglich sind Werte um 50 KWh/m² (Niedrigenergiehaus). Bei Mehrfamilienhäusern sind die Werte wegen günstigerem Volumen/Hüllflächen-Verhältnis um etwa 40 % niedriger.

Energieträger

- Zur Erzeugung von mechanischer Arbeit, Strahlung oder Wärme oder zum Ablauf chemischer bzw. physikalischer Prozesse verwendete Substanz oder verwendetes Phänomen.

Heizkörperthermostat

- Regelungseinrichtung am Heizkörper. Das Ventil wird nur dann geöffnet, wenn eine eingestellte Soll-Temperatur unterschritten wird. Heute bei Wohngebäuden Pflicht.

Heizwärmebedarf

- siehe Nutzwärmebedarf

Hilfsenergie

- Energie, die von Heizungs-, Kühl-, Trinkwarmwasser-, Raumluft- (einschließlich Lüftungs-) und Beleuchtungssystemen verwendet wird, um die zugeführte Energie und Nutzenergie umzuwandeln.
- Dies schließt Energie für Pumpen, Ventilatoren, Regelung, Elektronik usw., nicht aber die umgewandelte Energie, ein.

Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche

- äußere Begrenzung jeder Zone
- Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche ist die Grenze zwischen konditionierten Räumen und der Außenluft, dem Erdreich oder nicht konditionierten Räumen. Über diese Fläche verliert oder gewinnt der gekühlte/beheizte Raum Wärme, daher auch „wärmeübertragende Umfassungsfläche“. Auch nicht beheizte/gekühlte, sondern anderweitig konditionierte Zonen (beleuchtet, belüftet) weisen Hüllflächen auf, bei denen jedoch keine Wärmeübertragung erfolgt. Vereinfachend werden die Benennungen „Hüllfläche“ und „wärmeübertragende Umfassungsfläche“ parallel verwendet.
- Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche wird durch eine stoffliche Grenze gebildet, üblicherweise durch Außenfassade, Innenflächen, Kellerdecke, oberste Geschosdecke oder Dach.

Hydraulischer Abgleich

- Der hydraulische Abgleich beschreibt ein Verfahren, mit dem innerhalb einer Heizungsanlage jeder Heizkörper oder Heizkreis einer Flächenheizung bei einer festgelegten Vorlauftemperatur der Heizungsanlage genau mit der Wärmemenge versorgt wird, die benötigt wird, um die für die einzelnen Räume gewünschte Raumtemperatur zu erreichen. Dies wird mit genauer Planung, Überprüfung und Einstellung bei der Inbetriebnahme der Anlage erreicht. Auch ein nachträglicher hydraulischer Abgleich ist möglich, wenn die dafür erforderlichen Armaturen im Rohrnetz vorhanden sind (z.B. voreinstellbare Thermostatventile oder Strangdifferenzdruckregler). Ist eine Anlage abgeglichen, ergeben sich mehrere Vorteile: Die Anlage kann mit einem optimalen Anlagendruck und damit mit einer optimal niedrigen Volumenmenge betrieben werden. Daraus resultieren niedrige Anschaffungskosten der Umwälzpumpe und niedrige Energie- und Betriebskosten während des Betriebes.

Jahresnutzungsgrad

- Er sagt aus, wie stark die Heizanlage ausgelastet ist. Ein gut ausgelastetes System arbeitet wesentlich wirtschaftlicher. Schlechte Nutzungsgrade kommen durch Überdimensionierung zustande.

Kapitalwert

- Angenommener Geldwert, der zu Beginn der Maßnahme aufzuwenden wäre, um die Maßnahme abzüglich der Energieeinsparung unter Berücksichtigung der Zinsen durchzuführen. Ein positiver Kapitalwert entspricht einem finanziellen Gewinn über die Nutzungszeit.

Berechnungswege:

$$Bw = K_{Ein} * (1 - (m_e / Z)^n) / (Z - m_e)$$

$$K = Bw - I$$

$$K_a = K * a$$

$$a = Z / (1 - (1 + Z)^{-n})$$

Bw = Barwert der eingesparten Energie

K_{Ein} = Ersparnis

m_e = mittl. Energiepreissteigerungsindex (z.B. 1,04)

Z = Zinsfaktor (z.B. 1,03)

I = Investition

K = Kapitalwert

K_a = annuitätischer Kapitalwert

a = Annuitätsfaktor

n = Laufzeit/Nutzungsdauer

$$A = \ln(1 - ((I / K_{Ein}) * (Z - m_e))) / \ln(m_e / Z), \text{ wobei } A = \text{Amortisationsdauer}$$

Klimaschutz

- Bei der Verbrennung von Kohle, Gas oder Öl wird das Treibhausgas CO₂ freigesetzt. Dieses Gas wird für die klimatischen Veränderungen mit verantwortlich gemacht. Ziel ist es deshalb diesen Ausstoß zu verringern.

konditionierter Raum

- Raum und/oder Raumgruppe, die auf eine bestimmte Solltemperatur beheizt und/oder gekühlt und/oder be- und entlüftet und/oder befeuchtet und/oder beleuchtet und/oder mit Trinkwarmwasser versorgt werden
- Zonen sind konditionierte Räume und weisen mindestens eine Art der Konditionierung auf. Räume ohne Konditionierung werden als „nicht konditionierte Räume“ bezeichnet.

Konditionierung

- Ausbildung bestimmter Bedingungen in Räumen durch Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung um bestimmte Nutzungsanforderungen an Innentemperatur, Frischluft, Licht, Luftfeuchte und/oder Trinkwarmwasser zu erfüllen.

Kühlbedarf

- siehe Nutzkältebedarf

kWh

- KiloWattStunde, Einheit für Energie, Umrechnungsfaktoren:
- 1 Liter Heizöl = 10 kWh
- 1 m³ Erdgas = 8 bis 10 kWh

- 1 Liter Flüssiggas = 6 bis 7 kWh
- 1 kg Holzpellets = 5 kWh

Luftdichtigkeitsprüfung des Gebäudes

- Mit dem Differenzdruck-Messverfahren (auch: Blower-Door[®]-Test) wird die Luftdichtheit eines Gebäudes gemessen. Das Verfahren dient dazu, Leckagen in der Gebäudehülle aufzuspüren und die Luftwechselrate zu bestimmen. Durch die Druckdifferenzen wird eine konstante Windlast auf das zu messende Gebäude simuliert.

Nettogrundfläche, Energiebezugsfläche; A_{NGF}

- nutzbare Fläche im konditionierten Raum

Nettoraumvolumen, Luftvolumen; V

- Volumen einer konditionierten Zone bzw. eines gesamten Gebäudes, das dem Luftaustausch unterliegt.
- Das Nettoraumvolumen bestimmt sich anhand der inneren Abmessungen und schließt so das Volumen der Gebäudekonstruktion aus.
- Das Nettoraumvolumen wird aus der entsprechenden Nettogrundfläche durch Multiplikation mit der lichten Raumhöhe ermittelt. Die lichte Geschosshöhe ist die Höhendifferenz zwischen der Oberkante des Fußbodens bis zur Unterkante der Geschosssdecke bzw. einer abgehängten Decke.
- Vereinfacht, d. h., wenn z. B. kein inneres Aufmaß gemacht wird, wird es aus dem Bruttovolumen (externes Volumen) mit $V = 0,8 V_e$ bestimmt.

Nutzenergiebedarf

- Rechnerisch ermittelter Bedarf zur Aufrechterhaltung der festgelegten Konditionen (Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung).

Nutzenergiebedarf Beleuchtung

- Rechnerisch ermittelter Energiebedarf, der sich ergibt, wenn die Gebäudezone mit der im Nutzungsprofil festgelegten Beleuchtungsqualität beleuchtet wird.

Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser

- Rechnerisch ermittelter Energiebedarf für die festgelegte Trinkwarmwassermenge mit entsprechender Zulauftemperatur.

Nutzungsdauer

- Angenommene Lebensdauer einer technischen Anlage oder einer Dämmung, während der sie die geplanten Aufgaben rentabel erfüllen kann. Durch diese Angabe werden verschiedene Maßnahmen wirtschaftlich vergleichbar.

Nutzkältebedarf

- Rechnerisch ermittelter Kühlbedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone benötigt wird in Zeiten, in denen die Wärmequellen eine höhere Energiemenge anbieten als benötigt wird.

Nutzwärmebedarf

- Als Nutzwärmebedarf bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur thermischen Konditionierung eines Gebäudes unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Der Nutzwärmebedarf ist die Summe von Wärmesenken (Transmissionswärmeverluste, Lüftungswärmeverluste etc.) abzüglich der Wärmequellen (nutzbare solare Gewinne, Gewinne durch Geräte, Personen etc.).

Primärenergieaufwandszahl

- Diese Zahl beschreibt die Qualität des Heizsystems als Verhältnis zwischen zugeführter Primärenergie und tatsächlich genutzter Energie für Heizung und Warmwasser ($kWh_{Primär}/kWh_{Nutz}$). Je kleiner die Primärenergieaufwandszahl ist, desto besser ist die Bewertung.

Primärenergiebedarf

- Produkt aus Endenergie und Primärenergiefaktor des eingesetzten Brennstoffes (Energieträgers). Der Primärenergiebedarf beziffert zusätzlich zum Endenergiebedarf die Herstellung und den Transport der verwendeten Energie.

Raum-Solltemperatur

- Je nach Nutzungsprofil vorgegebene empfundene Temperatur im Innern eines Gebäudes bzw. einer Zone, die den Sollwert der Raumtemperatur bei Heiz- bzw. Kühlbetrieb repräsentiert.
- In der Regel sind unterschiedliche Werte für den Heiz- und den Kühlbetrieb vorgesehen.

Regelung

- Heizenergieverluste können durch optimale Regelung weitgehend minimiert werden. Wichtige Ansatzpunkte:
- Wärme soll nur dahin gelangen, wo sie zurzeit auch benötigt wird (Heizkörper- und Raumthermostate).
- Die Vorlauftemperatur soll nur so hoch sein, wie sie zur Erfüllung des Heizzweckes unbedingt erforderlich ist (Nachtabenkung, Außenthermostat).
- Die Flammengröße des Brenners soll so eingestellt werden, dass unnötige Stillstandsverluste vermieden werden.

Regenerative Energien

- Erneuerbare Energien benutzen die in der Umwelt vorhandenen und sich durch natürliche Vorgänge erneuernden Energieformen. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Umweltwärme (Wärmepumpen), Sonnenenergie (Kollektoren), Erdwärme (aus tiefen Erdschichten), Wasserkraft (Wasserkraftwerke), Wellenenergie.

Rendite, mittlere

- Durchschnittlicher prozentualer Gewinn über den gesamten Nutzungszeitraum der Variante. Rendite = $\left(\frac{\text{Kapitalwert} + \text{Investition}}{\text{Investition}}\right)^{\frac{1}{\text{Nutzungszeitraum}}} - 1 \cdot 100$

Systemnutzungsgrad in %:

- Dieser umfasst den Nutzungsgrad der Heizungsanlage einschließlich der Wärmeverteilung (Leitungen) im Gebäude. Je höher dieser Nutzungsgrad ist, desto effektiver ist die Heizungsanlage. Beim Einsatz von Solarkollektoren und Wärmepumpen liegt der Nutzungsgrad zwischen 100 und 300 %. Alte Heizungsanlagen weisen dagegen einen Nutzungsgrad < 70 % aus.

Taupunkt

- Taupunkt bezeichnet den Zustand des Wassers in seinem Phasendiagramm, bei dem es zur Kondensation (zum Beispiel Taubildung) von Wasserdampf kommt. Es handelt sich also um den Kondensationspunkt des Wassers.

Thermografische Untersuchung des Gebäudes

- Thermografie ist ein bildgebendes Verfahren, das Temperaturverteilungen sichtbar macht. Mit Hilfe einer Spezialkamera werden Aufnahmen des Gebäudes gemacht, um die Temperatur der Gebäudehülle an der Außenfläche zu erfassen. Hier wird anhand von Farbverläufen die Temperatur an der Oberfläche des Gebäudes sichtbar.
- "Warme" Flächen zeigen die besonders hohen Verluste der Wärme durch die Gebäudehülle an. Hier sind also Dämmung bzw. Fenstererneuerung sinnvoll. "Kalte" Flächen zeigen einen guten Dämmzustand an.
- Solche Aufnahmen können nur sinnvoll bei großen Temperaturunterschieden zwischen innen (Gebäudeinneres) und außen (Umfeld) gemacht werden (10°C bis 15°C Temperaturunterschied). D.h. das Gebäude muss zum Zeitpunkt der Aufnahme beheizt sein und die Außentemperatur muss niedrig sein (Morgenstunden in kalter Jahreszeit). Außerdem sollte das Gebäude zum Zeitpunkt der Aufnahme (und ein paar Stunden vorher) nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt gewesen sein.

Transmission

- Wärmedurchgang durch ein Bauteil, durch Strahlung und durch Konvektion an den Oberflächen. Wird errechnet aus dem U-Wert, der Fläche des Bauteils.

Trinkwarmwasserbedarf

- siehe Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser

U-Wert

- Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

Verluste

- Verluste der Anlagentechnik (Wärmeabgabe, Kälteabgabe) bei der Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung

Versorgungsbereich

- Bereich des Gebäudes, das von der gleichen Technik versorgt wird.
- Ein Versorgungsbereich (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung etc.) kann sich über mehrere Zonen erstrecken.

Wärmebrücken

- Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z.B. Schimmelpilzbefall, kommen. Typische Wärmebrücken sind z.B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

Wärmequelle

- Wärmemengen mit Temperaturen über der Innentemperatur, die der Gebäudezone zugeführt werden oder innerhalb der Gebäudezone entstehen.
- Nicht einbezogen sind die Wärmeeinträge, die geregelt über die Anlage (Heizung, Lüftung) zugeführt werden, um die Innentemperatur aufrechtzuerhalten.

Wärmesenke

- Wärmemenge, die der Gebäudezone entzogen wird.
- Nicht einbezogen ist die Abfuhr von Wärme über das Kühlsystem.

Zone, auch Gebäudezone, Nutzungszone

- grundlegende räumliche Berechnungseinheit für die Energiebilanzierung
- Grundflächenanteil bzw. Bereich eines Gebäudes mit gleichen Nutzungsrandbedingungen
- keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Konditionierung

6.7 Empfehlungen zum Energiesparen und gesunden Wohnen

6.7.1 Anmerkungen zur Behaglichkeit

Behaglich fühlt sich der Mensch bei angenehmer Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Am angenehmsten werden bei Temperaturen von 20-22°C Luftfechtigkeiten zwischen 40 und 70 % empfunden (siehe auch die Anmerkungen zur Lüftung). Wegen der Temperaturstrahlung hängt das Temperaturempfinden nicht nur von der Temperatur der Raumluft, sondern auch von der Temperatur der Umgrenzungsflächen ab. Durch Wärmedämmmaßnahmen erhöht sich die Behaglichkeit und damit der Wohnkomfort in einem Gebäude oft erheblich, weil die Flächen nicht mehr kalt wirken. Umgekehrt kommt es in schlecht gedämmten Objekten auch zu großen Temperaturunterschieden und Zugerscheinungen. Vor allem die niedrigen Oberflächentemperaturen führen zum Unbehaglichkeitsempfinden. Die kalte Wand strahlt Kühle aus, so dass der Mensch auch bei normalen oder erhöhten Raumtemperaturen friert. Umgekehrt fühlt sich ein Mensch auch bei normalen oder abgesenkten Raumtemperaturen wohl, wenn die Wand "warm" ist. Günstig sind daher auch Flächenheizungen (Wand- und Fußbodenheizung), da hier ein großer Teil der Hülle Wärme abstrahlt. Eine gut gedämmte Gebäudehülle erhöht die Oberflächentemperatur der Bauteile erheblich. Nach der Dämmung kann man also nicht nur mit deutlich verringerten Transmissionswärmeverlusten rechnen, sondern die Raumtemperatur etwas herunternehmen. Ein Grad geringere Raumtemperatur bedeutet rund 6 % Energieeinsparung!

6.7.2 Allgemeine Energiespartipps

- In Wohn- und Arbeitsräumen reicht eine Temperatur von 20° Celsius aus. Nachts und in ungenutzten Räumen sollte die Temperatur auf etwa 15° Celsius gesenkt werden.
- Die Senkung der Raumtemperatur durchschnittlich nur um 1°C senkt, spart rund 6 % Heizkosten.
- Ökonomisch und günstig ist kurzes kräftiges Stoßlüften etwa 3 bis 4 mal täglich in Abhängigkeit von der Außentemperatur jeweils 2-7 Minuten. Bei Durchzug wird die verbrauchte Raumluft schneller ersetzt. Kein Dauerlüften durch das Kippen eines oder mehrerer Fenster! Das ist für den erforderlichen Luftaustausch nahezu nutzlos und verschwendet unnötig Energie. Beim Lüften sollten die Heizkörperventile immer geschlossen sein.
- Heizkörper sollten nicht durch Möbel oder ähnliches verstellt werden, da die erwärmte Luft sonst nicht zirkulieren kann.
- Verwenden Sie möglichst Lampen mit niedrigem Stromverbrauch, hoher Lichtausbeute und langer Lebensdauer.
- Bei Duschen können Durchflussbegrenzer angebracht werden sowie Perlatoren an den Zapfstellen (z.B. Waschbecken im Gäste-WC). Wassereinsparung bis 50 %.

6.7.3 Hinweise zur Luftfeuchte

Wussten Sie, dass ein Vier-Personen-Haushalt am Tag ca. 10 Liter Wasser erzeugt (atmen, waschen, putzen, kochen etc.) und an die Raumluft abgibt? Diese Feuchte muss abgeführt bzw. zwischen gespeichert werden! Moderne Innenräume sind jedoch aufgrund neuartiger Baustoffe und Techniken immer luftdichter geworden und werden immer besser gedämmt - mit allen daraus resultierenden innenräumlichen Feuchtproblemen.

Kalk- und Lehmputze sind in hohem Maße diffusionsoffen (sofern sie eine diffusionsoffene Oberflächengestaltung erhalten!). Das heißt, dass Luftfeuchte in großen Mengen aufgenommen, gespeichert und bei zu geringer Luftfeuchte wieder abgegeben werden kann. Somit pendelt sich immer eine ideale Luftfeuchte ein, was dem Raumklima und somit der Gesundheit der Bewohner zu Gute kommt (z.B. weniger Erkältungskrankheiten in den Wintermonaten!). Eine 10 mm starke Kalkputz-Schicht nimmt in einem ca. 24 m² großen Wohnraum ca. 17 Liter Wasser auf. Diese Menge wird bei zu trockener Luft (z.B. nach dem winterlichen Lüften) wieder abgegeben. Dieser Austausch funktioniert wie eine natürliche Klimaanlage - ohne Strom und technischen Aufwand! Kalkputz hat zudem eine hohe Alkalität - natürlicher Schutz vor der Besiedlung von Mikroorganismen! Lehm bindet Schadstoffe und ist geruchsabsorbierend!

6.7.4 Hinweise zum richtigen Lüften

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

Bei alten Fenstern ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei alten Fenstern stellt sich der aus hygienischen und feuchtbedingten Notwendigkeiten erforderliche Luftwechsel durch die vorhandenen Undichtigkeiten der Fugen in der Regel von selbst ein. Damit ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei abgedichteten bzw. modernen Fenstern reduzieren sich die Fugenverluste so, dass der erforderliche Luftwechsel durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden muss. Entscheidend für die Begrenzung der Lüftungsverluste ist richtiges Lüften, da die Verluste durch zu lange oder ständig geöffnete oder gekippte Fenster beachtlich sind.

Erfolgt kein Austausch der feuchten Raumluft, so kann es durch Kondensation der Feuchtigkeit an den Wänden zu Feuchtschäden bis hin zu Schimmelpilzbildung kommen. Tag für Tag müssen in einer Wohnung etwa 10-15 Liter Wasser weggelüftet werden, beim Wäschetrocknen und bei vielen Zimmerpflanzen noch mehr! Ein Mindestmaß an Lüftung ist zudem für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner erforderlich (Ausdünstungen aus Möbeln und Textilien).

Ein maschinelles, mechanisches und damit kontrollierbares Be- bzw. Entlüften mit Lüftungsanlage setzt beim Gebäude hohe Anforderungen an.

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

Als Regel gilt:

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

Ferner sollten folgende Regeln beachtet werden:

- In den Wintermonaten wird eine mehrmalige tägliche Stoßlüftung von 4-6 Minuten empfohlen, in den Übergangszeiten 10-15 Minuten.
- Feuchtigkeit sollte dort durch die Fenster abgeführt werden, wo sie entsteht (Bad, Küche, ...).
- Warme (feuchte) Luft nicht in kalte bzw. ungeheizte Räume leiten.
- Während des Lüftens sind die Thermostatventile an den Heizkörpern zuzudrehen.
- Türen zwischen Räumen mit mehr als 4° Temperaturunterschied geschlossen halten.
- Kellerräume eher im Winter lüften, nur dann kann einströmende Luft Feuchtigkeit aufnehmen.
- Langes Dauerlüften vermeiden (Oberflächen kühlen aus).
- Schlafzimmer mehrmals täglich kurz lüften, Textilien u. Möbel nehmen Wasser auf (es fällt ca. 400g pro Person und Nacht an).
- Zur Vermeidung von Schimmel trägt auch bei
- Keine Schränke und große Bilder an ungedämmte Außenwände stellen/hängen.

Bei Neubau oder Sanierung der Gebäudehülle im Bestand ist vom Architekten eine Lüftungsanleitung an den Bauherrn zu übergeben. Diese Anleitung muss die Kategorien Leerstandslüftung (dauerhaft, Feuchteabfuhr), Abwesenheitslüftung (Urlaub, WE), Grundlüftung (Mindestaußenluftwechsel) und Belastungslüftung (Party) enthalten.

Mechanische Lüftung ohne Wärmerückgewinnung

Die mechanische Bedarfslüftung stellt eine hygienisch einwandfreie Lösung zur Sicherung der Raumluftqualität unabhängig von Witterungseinflüssen dar.

Eine hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gekoppelt mit einer richtig projektierten Lüftungsanlage garantiert hierbei nicht nur weniger Energieverluste, sondern vermindert auch das Risiko von Bauschäden.

Der Schallschutz gegen Außengeräusche ist gegenüber Fensterlüftung deutlich verbessert.

Die Frischluft strömt in die Zuluftzonen, den Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräumen über regulierbare Zuluftöffnungen ein. Der Überströmbereich umfasst z.B. Flure und das Treppenhaus. Der Abluftzone sind alle Feuchträume und besonders belastete Zimmer zugeordnet. Alle Räume der Zu- und Abluftzone müssen ausreichend dimensionierte Überströmöffnungen haben, so dass eine ungehinderte Luftströmung auch bei geschlossenen Innentüren möglich ist. In dieser Anordnung stellt sich ein gerichteter Luftstrom von den Zuluftzonen über die Überströmzone in die Abluftzonen ein. In der Abluftzone stellt sich durch die kleineren Raumvolumina im Vergleich zur Zuluftzone automatisch ein höherer Luftwechsel ein.

Heizanlagen und andere Feuerstätten, die innerhalb des mechanisch entlüfteten Volumens aufgestellt werden, müssen zu- und abluftseitig raumluftunabhängig betrieben werden.

6.7.5 Hinweise zum Stromsparen

Rechnerisch erfasst und berechnet wird in diesem Gutachten der Wärmeaspekt. Dieser kann hier mit hinreichend großer Genauigkeit ermittelt werden und Schlussfolgerungen in Bezug auf Energieeinsparmaßnahmen gezogen werden. Nicht berücksichtigt wird der Aspekt des Elektroenergieverbrauches, sofern er nichts mit Raumwärme oder Warmwasserbereitung zu tun hat. Dennoch ist dieser Bereich sehr wichtig und zum Teil erhebliche Einsparungen sind auch hier möglich. Daher wollen wir in einem kleinen Exkurs hierauf eingehen und Ihnen Hilfestellungen anbieten, auch hier erfolgreich Energie einzusparen.

Strom-Info

Stromenergie ist für den Verbraucher eine sehr komfortable und saubere Energie. "Stecker in die Steckdose oder Lichtschalter an" - wenige machen sich darüber Gedanken, was hinter diesem Komfort steckt:

In herkömmlichen Kraftwerken müssen **3 kWh Primärenergie** aufgewendet werden, um **1 kWh Strom** zu erzeugen. **2 kWh** gehen als **Abwärme** verloren!

Stein-, Braunkohle und Gaskraftwerke verursachen somit zusammen 350 Mio. t CO₂, das sind 40% der CO₂-Gesamtemissionen in Deutschland.

Hinzu kommen das hohe Gefahrenpotential der Kernenergie und deren ungelöstes Endlagerungsproblem.

Aus dieser Problematik lassen sich 4 Ziele ableiten:

- 1) Strom einsparen (was ohne Komfortverlust möglich ist!)
- 2) Einsatz effizienter Techniken (sparsame Geräte und Beleuchtung etc.)
- 3) Einsatz regenerativer Energien (z.B. Sonne, Wind- und Wasserkraft)

- 4) Ausbau der Strom- (und Wärme-) Erzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerken (aus der eingesetzten Primärenergie wird 1/3 Strom und 2/3 Wärme erzeugt/genutzt)

Einige Stromspar-Tipps für den häuslichen Alltag:

- **Ersetzen Sie Glühlampen durch LED!** Diese können fast überall sinnvoll eingesetzt werden.
- **Schalten Sie Geräte richtig aus!** Viele elektrische Geräte (Fernseher, Musikanlage...) bieten einen Stand-By-Betrieb an, der energetisch unsinnig ist. Auch wenn dieser Stromfluss zunächst vernachlässigbar klein anmutet, so haben Messungen doch erschreckend hohen **Stand-By-Verbrauch** zutage gefördert. **Zusammengenommen ließe sich bundesweit ein Kernkraftwerk komplett einsparen**, wenn Geräte richtig ausgeschaltet würden. Auch ohne Stand-By verbrauchen viele Geräte (Computer, Monitore, Drucker und viele andere) in ausgeschaltetem Zustand (!) Strom. Nutzen Sie daher Steckerleisten mit separatem Schalter, an dem Sie die Stromzufuhr komplett abschalten.
- Beladen Sie Ihre Waschmaschine immer vollständig. Damit nutzen Sie Wasser und Strom besser aus. Wenn Sie die Wäsche zuvor nach Temperatur sortieren (Buntwäsche 30°), Weißwäsche 30-60° - "Kochwäsche" gibt es heute gar nicht mehr - sparen Sie viel Strom und schonen überdies die Wäsche.
- Schließen Sie Ihre Waschmaschine an das Warmwasser an. Dazu bieten viele Hersteller Vorschaltgeräte an, die einen Schutz der Wäsche vor zu hohen Temperaturen bieten. Voraussetzung ist eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung oder eine moderne Zentralheizung. Im Gegensatz zum Heizstab der Waschmaschine wird das Warmwasser viel umweltfreundlicher und preiswerter bereitet. Die Ersparnis je Haushalt und Maschine liegt zwischen 50 und 90%.
- **Wählen Sie bei Neuanschaffungen das sparsamste Gerät!** Das wesentliche Kriterium zur Auswahl bei der Anschaffung eines neuen Gerätes sollte neben der Qualität der Verbrauch an Strom und Wasser sein. "Weiße Ware" (Spül-, Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke etc.) tragen einen entsprechenden Aufkleber, an dem Sie die wichtigsten Kennwerte (typischer Strom- und Wasserverbrauch) erkennen können. Eine Vergleichsliste erhalten Sie vom Bund der Energieverbraucher, von Stiftung Warentest oder Ihrem Energieversorger. Die Mehrkosten amortisieren sich praktisch in jedem Fall. Einige Geräte (Wasch-/Spülmaschinen) können Warm- und Kaltwasser getrennt aufnehmen. Das bietet den Vorteil, dass das Wasser nicht elektrisch aufgeheizt werden muss, sondern über das wesentlich sparsamere Gasgerät oder besser die Solaranlage. Ältere Maschinen können mit einem Vorschaltgerät nachgerüstet werden.
- **Kontrollieren Sie und analysieren Sie Ihren Stromverbrauch!** Im Handel, über den Energieberater und vom Bund der Energieverbraucher werden Messgeräte angeboten, mit denen Sie Energielecks auffinden können. Vergleichen Sie auch den Energieverbrauch Ihrer Geräte mit Richtwerten (ebenfalls beim Bund der Energieverbraucher zu beziehen).
- **Vermeiden Sie Lastspitzen!** Kraftwerke halten Kapazitäten für den größten Lastfall vor; d.h. Sie helfen Kraftwerke einzusparen, in dem Sie Strom dann beziehen, wenn andere ihn nicht brauchen. Größte Lastspitzen sind erfahrungsgemäß Spätvormittags im Winter. Schalten Sie daher Wasch- und Spülmaschinen z.B. am späten Nachmittag ein (oder gar nachts). Nebenbei: fast alle deutschen Haushalte stellen ihre Waschmaschine montags früh an, was unter anderem die Kläranlagen vor große Probleme stellt.
- **Überprüfen Sie Ihre Heizungspumpe und regeln Sie Ihre Heizung optimal!** Vielfach laufen die Pumpen permanent, so dass sich eine falsche Einstellung stark im Stromverbrauch bemerkbar macht. **Bitten Sie Ihren Installateur bei der Wartung, die Pumpe genau dem Bedarf anzupassen bzw. eine elektronisch gesteuerte Pumpe einzubauen.** Lassen Sie die Heizkurven, die Nacht- und Wochenendabsenkung und die Umstellung von Sommer- auf Winterbetrieb überprüfen.
- **Beziehen Sie Öko-Strom!** Der Umstieg ist ganz einfach! Einige Ökostromanbieter haben sogar günstigere Tarife als Ihr örtlicher Lieferant. Kontaktadressen (kein Anspruch auf Vollständigkeit!): EWS Schönau (www.ews-schoenau.de), Greenpeace energy (www.greenpeace-energy.de), Lichtblick (www.lichtblick.de), Naturstrom AG (www.naturstrom.de) etc.
- **Setzen Sie Photovoltaik ein!** Zurzeit sind die Rahmenbedingungen für den Einsatz bzw. die Installation von Photovoltaik zur Stromerzeugung interessant: Die Abnahme des Stromes zum festgelegten kWh-Preis ist für 20 Jahre garantiert. Informieren Sie sich gründlich!

Viele weitere nützliche Stromspartipps und Informationen stehen in den Broschüren:

- "Energiesparen leicht gemacht, Schönauer Stromspartipps" (zu beziehen über "Bund der Energieverbraucher", Tel. 02224 / 92 27 0, Internet: www.energienetz.de)
- Broschüre des Umwelt Bundesamtes: "Ihr Verlustgeschäft - Energieräuber im Haushalt" (Tel. 030/8903-0, Internet: www.umweltbundesamt.de)

6.7.6 Heizungsmodernisierung

Die Heizungsanlage sollte zusätzlich mit einer modernen Steuerung adaptiert werden, welche in der Lage ist, als Steuergröße die Rücklaufemperatur in die Regelung einzubeziehen. Hierdurch verringert sich die Betriebszeit des Kessels insbesondere den Teillastbetrieb in den Übergangszeiten enorm. Vor Inbetriebnahme des Steuermoduls muss ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage erfolgen. Die Umwälzpumpe sollte elektronisch drehzahl- oder druckdifferenzgeregelt ihre Leistung anpassen können (s.o.). Die Heiz- und Warmwasserleitungen müssen zur Vermeidung von Wärmeverlusten gut gedämmt werden.

In Zusammenhang mit einer Heizungsmodernisierung bzw. bei Austausch der Heizkörper bzw. Ersatz von Einzelfeuerstätten sollten Sie die Möglichkeit in Erwägung ziehen, **Wandflächenheizungen** einzubauen.

Im Gegensatz zu normalen Heizkörpern (Erwärmung durch die Luft) bieten Wandflächenheizungen angenehme Strahlungswärme (vergleiche Sonne, Kachel-/Grundofen!), die tief in den Körper eindringt und folgende Vorteile bietet: keine Luftumwälzung im Raum und damit weniger Staubaufkommen, optimale Behaglichkeit und Energieersparnis (Raumumfassungsflächen sind wärmer, entziehen dem Körper damit weniger Wärme und erlauben somit bei gleicher Behaglichkeit niedrigere Raumtemperaturen (Bei 1°C weniger Raumtemperatur werden 6% Energie eingespart!).

Allerdings muss die Möblierung vorab genauer geplant werden. Bilder können aber mit Hilfe von Bildleisten bzw. Wärmefolien zur Ortung der Heizrohre aufgehängt werden!

Außerdem sollten Außenwandflächen, auf denen Wandheizungen montiert werden, einen Mindest-U-Wert von 0,35 W/m²K aufweisen.

Wandflächenheizungen bieten die baubiologisch besten Wärmeübertragungsflächen. "Es fühlt sich an, als hätte man in jedem Raum einen Kachelofen!" Im Idealfall werden die Heizregister mit Lehm verputzt, dann ist ein optimales Wohlfühlklima (Raumluftheuchte, Strahlungs- und Temperaturverhalten) gegeben. Außer den verputzten Rohrschlangen gibt es auch Plattensysteme, bei denen die Heizrohre in Gipsfaser- oder Lehmbauplatten bereits integriert sind. Diese eignen sich z.B. auch zur Anbringung der Wandheizflächen in Dachschrägen!

6.7.7 Thermische Solaranlage zur Warmwasser-Bereitung

Bei der Möglichkeit zur Installation von Solarkollektoren auf nach Süden ausgerichteten Dachflächen oder mit entsprechenden Untergestellen auf ebenen Flächen kann ein großer Teil der für die Brauchwassererwärmung erforderlichen Energie solar erzeugt werden.

Faustregel zur Dimensionierung von Solaranlagen: Kollektorfläche pro Person: Ca. 1,5 m² mit Flachkollektoren, ca. 1,0 m² mit Vakuumröhrenkollektoren.

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung von zwei Personen kann bei einer zu erwartenden 65 % solaren Deckung von ca. 1.500 kWh/a auf etwa 600 kWh/a reduziert werden.

Die thermische Solaranlage lässt sich mit der Heizungsanlage kombinieren, so dass bei anhaltend geringer Solareinstrahlung der Heizkessel die Brauchwassererwärmung unterstützt.

Der Wirkungsgrad der Anlage erhöht sich bei Verwendung eines Solar- Schichtenspeichers und der low flow Beladungstechnik.

6.7.8 Regenwassernutzung

In Deutschland fallen im Durchschnitt 700 Liter je m² Grundfläche pro Jahr. Wird das Wasser eines 150 m² großen Dachs gesammelt, kann damit eine vierköpfige Familie zu über 75 % mit Wasser versorgt und dabei mehr als 100.000 Liter Trinkwasser jährlich eingespart werden. Weiterhin ist es für Gartenbewässerung und Haushaltsreinigung geeignet. Durch die geringe Härte eignet sich Regenwasser auch sehr gut zum Waschen.

Das qualitativ beste Regenwasser liefern geneigte Dächer mit harter Dachhaut aus Ziegel, Dachsteinen, Schiefer, Zink- oder Edelstahlblech. Regenwasser von Bitumendächern ist oft stark gelblich verfärbt und für Wäschewaschen ungeeignet; Asbestzementdächer sind wegen der Faserfreisetzung ungeeignet und zu sanieren; Gründächer vermindern den Wasserertrag stark und färben das Wasser häufig bräunlich ein.

Das Regenwasser sollte möglichst dunkel und kühl gelagert werden. Erdspeicher (z.B. monolithische Betonzisternen) sind hier im Vorteil. Innenspeicher sollten nur gewählt werden, wenn Erdspeicherung nicht möglich ist. Überschlägig können bei Wohnnutzung je Bewohner 800 Liter Tankvolumen angenommen werden.

Überschüssiges Regenwasser kann einer Versickerungsanlage zugeführt werden.

Den Wasserversorgern ist der Bau einer Regenwasseranlage vor Inbetriebnahme anzuzeigen. Regenwasserleitungen und Entnahmestellen müssen daher deutlich unterscheidbar von Trinkwasserleitungen und Entnahmestellen kenntlich gemacht werden.

6.7.9 Photovoltaik-Anlage

Die auf eine ebene Fläche auftreffende Sonnenenergie beträgt in Deutschland im Mittel pro Tag etwa 2,9 kWh/m², d.h. im Jahr 1.045 kWh/m². Der Wert optimal zur Sonne ausgerichteter Flächen beträgt im Mittel 1.180 kWh/m² und variiert je nach Region um etwa 10 %.

Ein durchschnittlicher 4-Personen-Haushalt verbraucht jährlich etwa 5.000 kWh elektrischer Energie. Zur Gewinnung der erforderlichen Haushaltsstrom-Energie eines 4-Personen-Haushalts würde man für eine netzautarke Versorgung bei derzeitigem PV-Wirkungsgrad eine Modulfläche von ca. 65 m² (bei solarer Normeinstrahlung Deutschland) benötigen.

Die Anlagen können über elektronische Wechselrichter an das öffentliche Stromnetz angeschlossen werden. Bei geringer PV-Anlagenleistung wird der Bedarf über das öffentliche Netz gedeckt.

Die Herstellungskosten photovoltaisch erzeugten Stroms liegen noch immer über dem konventionell erzeugten Strom.

Die Höhe der Einspeisevergütungen sind in dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geregelt. Das Gesetz wird regelmäßig angepasst.

Die aktuellen Einspeisevergütungen werden von der Bundesnetzagentur veröffentlicht.

6.8 Allgemeine Anmerkungen zu Wärmedämmverbund-System (WDVS)

Zum WDVS aus Dämmstoff, Armierungsgewebe und Putz sollen folgende Anmerkungen gemacht werden:

- Es sollten nur komplette Systeme von einem Hersteller verwendet werden.
- Es sollte auf Alu-Sockelschienen (Montagehilfen) verzichtet werden, da diese eine kritische lineare Wärmebrücke darstellen. Alternativ kann z.B. Edelstahl oder ein bereits vorhandener (vorstehender) Sockel eingesetzt werden. Bei einem Einfamilienhaus verschlechtern Alu-Schienen die Dämmwirkung des Systems um 25% gegenüber Edelstahlschienen!
- Bei Grenzbebauung muss die Aufbringung eines WDVS mit der Baubehörde bzw. dem Nachbarn abgeklärt werden.
- Achten Sie an den sorgfältigen Anschluss des Dämmmaterials an die Fensterlaibungen (und den Sturz): mindestens ca. 2 - 4 cm starke Dämmplatten um die Laibungsecke herumführen oder die neuen Fenster mit der Außenkante auf die Außenkante der vorhandenen Wand setzen, damit der Dämmstoff einige cm über den Blendrahmen geführt werden kann.
- In der Regel werden durch den verbreiterten Wandaufbau neue Außenfensterbänke notwendig. Auch diese sollten unterseitig eine Dämmlage erhalten, damit ähnlich wie bei den Fensterlaibungen keine Wärmebrücken entstehen können.
- Die Dämmplatten sollten umseitig am Rand verklebt werden (keine Klebebatzen), damit eine homogene Verbindung ohne Luftkanäle zwischen Bestandswand und Dämmplatte hergestellt wird.
- Beim Anbringen eines WDVS müssen die Regenfallrohre vorverlegt werden.
- Unter Umständen kann auch die Verbreiterung des Dachüberstandes notwendig werden (wird das Dach sowieso neu eingedeckt, ist diese Verbreiterung relativ einfach herzustellen).
- In stoßgefährdeten Bereichen (z.B. Sockel) kann das Anbringen eines Panzergewebes sinnvoll sein.
- Entscheiden Sie sich rechtzeitig für eine Fassadenfarbe, der Putz kann dann ggf. eingefärbt werden. Dunkle Farben sind bei WDVS ungünstig und müssen vorher mit dem Systemhersteller geklärt werden.
- Dämmstoffwahl: Für die Außenwanddämmung mit Putzschicht sind folgende (ökologische) Materialien verwendbar: Holzweichfaserplatten, Zellulose, Schilfrohmatten, Kalziumsilikatplatten, Mineraldämmplatten und Kork. Diese Materialien sind diffusionsfähig, hygroskopisch, bilden im Brandfall keine giftigen Gase, haben kein Treibhauspotential und sind problemlos zu entsorgen.
- Konventionelle Produkte sind Systeme mit Mineralfaser oder Hartschaumprodukte.

Hinweise zu Hart- und Montageschaumprodukten:

Nachdem seit 1995 FCKW als Treibmittel in Dämmstoffen verboten wurde, kommt in vielen Produkten (z.B. PUR-Hartschaum und XPS Extruderschaum einzelner Hersteller) HFCKW als Treibmittel zum Einsatz. Auch dieses Treibmittel hat ein hohes Treibhauspotential und ist langfristig keine Alternative (leider offiziell noch bis 2015 in Deutschland erlaubt)!

Treibmittel im Vergleich:

CO ₂	Treibhauspotential:	1
HFCKW 22	Treibhauspotential:	4.100
HFCKW 141b	Treibhauspotential:	1.500

Fragen Sie bei der Produktwahl genau nach und lassen Sie sich schriftlich bestätigen, welches Treibmittel benutzt wurde!

Sollten Sie sich dennoch für Polystyrol-Dämmstoffe entscheiden, achten Sie darauf, dass die Platten mind. ½ Jahr abgelagert wurden, da sie schwinden.

Bei den Kosten ist zu beachten, dass bei einer Putzausbesserung mit neuem Anstrich "Sowieso-Kosten" für Gerüst und Anstrich anfallen, die in der Gesamt-Bilanz von diesen Kosten abzuziehen sind.

Der finanzielle Aufwand, den man für Außenputzarbeiten und Malerarbeiten aufbringen muss, beträgt ca. 50,- Euro/m². Die Mehrkosten für das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems betragen bei konventionellen Systemen etwa 35%.

6.9 Entsorgungskonzept

Bei der Gebäudesanierung fallen Abfallstoffe an, welche fachgerecht entsorgt werden müssen.

Bei der Auswahl der einzusetzenden Baustoffe für die Sanierung sollte eine spätere Entsorgung in jedem Fall berücksichtigt werden.

6.10 Erläuterungen zu Wärmebrücken

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

Man unterscheidet geometrische und konstruktive sowie lineare und flächenhafte Wärmebrücken.

Es werden grundsätzlich vier Arten von Wärmebrücken unterschieden:

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

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

Sowohl geometrische als auch konstruktive Wärmebrücken werden durch die Berechnungsmethode der Bauteile berücksichtigt. Bei deren Flächen werden die Außenmaße eingesetzt, d.h. dass alle Wand- und Deckenanschlüsse mit abgedeckt werden.

In unbeheizten Räumen verlaufende Rohrleitungen (Wasser- und Heizungsrohre) sollten gedämmt werden.

Vorhandene Heizkörpernischen sollten ausgemauert werden.

Neu zu errichtende Installationsschächte sollten nach Möglichkeit nicht in der Gebäudeaußenhülle erstellt werden.

Im Normalfall werden Wärmebrücken mit einem Pauschalwert berücksichtigt.

Bei der Berechnung gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) wurde ein pauschaler Aufschlag für die Wärmebrücken von 0,1 W/m²K auf die U-Werte der Gebäudehülle verwendet.