

ingenieurbüro rolf krause

Energieberatungsbericht Sanierung

eh70 · MFH · BJ 1958

Energetische, technische und wirtschaftliche Dokumentation

Bauherr

Frau und Herr M. H.
Musterstr. 4
12345 Musterstadt

Energieberater

Dipl.-Ing. Rolf Krause
ingenieurbüro rolf krause
KfW EB473095
0176 22872775

Inhaltsverzeichnis

Projekt 2026-0079 · 3. Mai 2026

1. Deckblatt	5
2. Inhaltsverzeichnis	7
3. Gebäudesteckbrief und Einleitung	9
4. Ausgangssituation — Bestand und Planungsgrundlagen	11
5. Gebäudehülle (Bestand und Sanierungsziel)	13
6. Fenster, Verglasung und Schimmelproblematik	15
7. Sommerlicher Wärmeschutz	17
8. Heizlast (saniert)	19
9. Wärmepumpe und Heizsystem	22
10. Flächenheizung / Heizflächen	24
11. Lüftungskonzept und Feuchteschutz	26
12. Brauchwasser	28
13. Kühlbedarf	30
14. Photovoltaik	32
15. Energiebilanz	35
16. Sanierungskosten	37
17. Sanierungsmaßnahmen — Übersicht	39
18. Energieeinsparung Ist vs. Saniert	42
19. Finanzierung und BAFA/KfW-Förderung	44

Gegenstand: Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes mit Sanierungsempfehlungen, Kosten- und Förderübersicht sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Erstellt nach GEG 2024 und BAFA/KfW-Förderbedingungen. Erstellt von Dipl.-Ing. Rolf Krause am 3. Mai 2026.

Gebüdesteckbrief und Einleitung

Das betrachtete Bestandsgebäude (Baujahr 1958, Gebäudetyp **MFH**, Standort 12345 Musterstadt) wird hinsichtlich seines energetischen Ist-Zustands aufgenommen. Auf Basis der Bestandsaufnahme werden Sanierungsmaßnahmen abgeleitet, die den Energiebedarf, die CO₂-Emissionen und die Betriebskosten nachhaltig reduzieren und gleichzeitig den Wohnkomfort verbessern.

Allgemeine Projektdaten

Kenngroße	Wert
Bauherr / Auftraggeber	Frau und Herr M. H.
Standort	Musterstr. 4, 12345 Musterstadt
Gebäudetyp	MFH
Baujahr	1958
Wohneinheiten	4
Angestrebter Sanierungsstand	eh70
BAFA / KfW-Programm	sanierung

Geometrie & Flächen

Kenngroße	Wert	Einheit
Wohnfläche nach WoFIV	275	m ²
Bruttogrundfläche (BGF)	378	m ²
Vollgeschosse	3	
Beheiztes Volumen V _e	1.099,8	m ³
Thermische Hüllfläche A	795,5	m ²

Hinweis: Das A/V-Verhältnis von $0,72 \text{ m}^{-1}$ beschreibt die Kompaktheit des Gebäudes. Je kleiner der Wert, desto geringer die Wärmeverluste über die Gebäudehülle im Verhältnis zum beheizten Volumen.

Ausgangssituation und Planungsgrundlagen

Die energetische Bestandsaufnahme erfasst den heutigen Zustand der Gebäudehülle und der Anlagentechnik. Aus diesen Ausgangsdaten werden anschließend Sanierungsmaßnahmen, deren Wirkung auf den Energiebedarf und ihre Wirtschaftlichkeit abgeleitet.

Standort und Klima

Planungsgrundlage	Angabe	Bemerkung
Standort	Musterstr. 4, 12345 Musterstadt	
Klimaregion (DIN V 18599)	B	maßgeblich für Klimadaten
Norm-Außentemperatur	-10	°C (DIN EN 12831)
Gebäudenutzung	Wohnnutzung	
Gebäudeausrichtung	Süd	Hauptfassade

Bestand – heutige Situation

Baujahr Gebäude	1958 (1958–1968)	
Heizungsanlage (Bestand)	gas	
Baujahr Heizung	2000	
Energieträger (Bestand)	gas	
Endenergie Bestand	210	kWh/(m ² ·a)
CO ₂ -Emissionen Bestand	77,5	kg/(m ² ·a)
Energiekosten Bestand	7.219	€/a

Schätzungs-Hinweis: Werte mit Vermerk „geschätzt aus Baujahr“ beruhen auf statistischen Mittelwerten der Bauzeit-Klasse 1958–1968 (Quelle: BMWi-Datenbasis Wohngebäude-Bestand, dena Gebäudereport). Sie ersetzen keine Vor-Ort-Aufnahme – bitte bei Begehung verifizieren.

Berechnungsgrundlagen

Norm / Regelwerk	Verwendung
GEG 2024	energetische Anforderungen, EE-Anteil §71
DIN V 18599 (Teile 1-11)	energetische Bewertung
DIN EN 12831	Norm-Heizlastberechnung
DIN 4108 (Teile 2/3)	sommerlicher Wärmeschutz, Feuchteschutz
DIN 1946-6	Lüftungskonzept, Feuchteschutzlüftung
BEG-EM / BAFA	Förderbedingungen Einzelmaßnahmen
BAFA-iSFP	individueller Sanierungsfahrplan

Gebäudehülle und Schichtenaufbau

Die Gebäudehülle des Bestandsgebäudes wird hinsichtlich U-Werten, Schichtenaufbau und Sanierungspotenzial untersucht. Verbesserungen der Hülle reduzieren Transmissionswärmeverluste, erhöhen die Innenoberflächentemperaturen und verringern das Risiko von Tauwasser und Schimmelbildung.

U-Werte im Vergleich

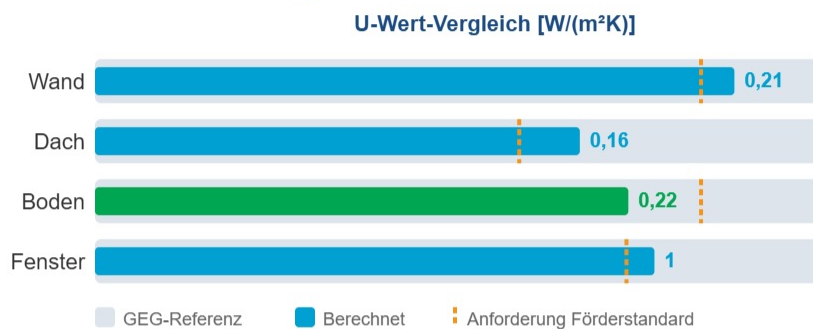


Abb. 5.0 – Berechnete U-Werte gegenüber GEG-Referenz und Anforderung eh70

Bauteil	Berechnet	GEG 2024	eh70	Status
Außenwand	0,21 W/(m²K)	0,24	X	
Dach	0,16 W/(m²K)	0,24	X	
Bodenplatte / Kellerdecke	0,22 W/(m²K)	0,30	✓	
Fenster U_w	1 W/(m²K)	1,30	X	

Luftdichtheit & Wärmebrücken

Luftwechselrate n_{50}	1.5	1/h
Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB}	0.05	W/(m²K)
Nachweis	Einzelnachweis nach DIN EN ISO 10211	
Blower-Door-Test	nach Fertigstellung DIN EN ISO 9972	

Klebelement	0,5 cm
Mineralwolle	14 cm
Armierungsputz	0,5 cm
Silikonharzputz	0,3 cm
Gesamt:	53,3 cm

Abb. 5.1 – Schichtaufbau Außenwand



Gussasphaltestrich ρ 2300	2,5 cm
Stahlbeton ρ 2500	20 cm
Dampfsperre Flachdach ($s_d \approx 100m$)	0,4 cm
XPS λ 0.031	20 cm
Bitumenbahn 5mm	0,5 cm
PVC-Dachbahn 1,5mm	0,1 cm
Gesamt:	43,5 cm

Abb. 5.2 – Schichtaufbau Dach

Bewertung: Einzelne Bauteile erreichen die Anforderung für eh70 noch nicht. Eine Optimierung des Schichtaufbaus oder der Dämmstärke wird empfohlen.

Fenster, Verglasung und Schimmelproblematik

Fenster sind energetisch besonders relevante Bauteile, da sie sowohl Wärmeverluste verursachen als auch solare Gewinne ermöglichen. Eine sorgfältige Auslegung der Verglasung, der Rahmenanteile und der Anschlüsse ist deshalb entscheidend für Energiebedarf, Tageslichtqualität und Feuchteschutz.

Fenster-Übersicht – Bestand vs. Neu

Bauteil	Orient.	Etage	Fläche [m ²]	U _w alt	g-Wert	U _w neu	Typ neu
Fenster	S	EG	3,89	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (2 Stück)	S	1.OG	4,81	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster	S	2.OG	0,92	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (3 Stück)	N	EG	7,3	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (3 Stück)	N	1.OG	4,78	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (3 Stück)	N	2.OG	3,7	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (4 Stück)	W	EG	6,6	1	0,55	1,3	2fach_wsv
Fenster (2 Stück)	W	1.OG	4,22	1	0,55	1,3	2fach_wsv

Schimmelproblematik & Tauwasserrisiko

Schimmel entsteht in der Regel dort, wo über längere Zeit erhöhte Feuchtigkeit und niedrige Oberflächentemperaturen zusammentreffen. Besonders kritisch sind Fensteranschlüsse, Laibungen, Raumecken und Bereiche mit geringer Luftbewegung. Durch gut gedämmte Anschlüsse, ausreichende Oberflächentemperaturen und ein abgestimmtes Lüftungskonzept wird das Risiko von Tauwasser und Schimmelbildung deutlich reduziert.

Mindest-Oberflächentemperatur
(DIN 4108-2) $\geq 12,6 \text{ °C}$ bei $\theta_i = 20 \text{ °C}$,
 $\varphi = 50 \%$

Wärmebrückenzuschlag 0.05 W/(m²K) gleichwertiger

Hinweis: Bei der baulichen Ausführung sind die Anschlussdetails (Fensteranschluss, Rolladenkasten, Sturzbereich) konstruktiv so auszubilden, dass die Mindest-Oberflächentemperatur sicher eingehalten wird. Eine fachgerechte Innendämmung mit kapillaraktiven Materialien (z. B. Calciumsilikat) kann bei Bestandsfenstern eine wirksame Maßnahme sein.

Sommerlicher Wärmeschutz

Neben dem winterlichen Wärmeschutz ist auch der sommerliche Wärmeschutz entscheidend. Ziel ist es, übermäßige Raumtemperaturen zu vermeiden und ein behagliches Innenraumklima ohne unnötigen Kühlenergiebedarf sicherzustellen.

Nachweisverfahren

Bauart	mittelschwer Bauart
Klimaregion (DIN 4108-2)	Region B
Nachweis	Sonneneintragskennwert (vereinfacht)
Krit. Raum	—

Bewertung: Der Nachweis nach DIN 4108-2 gilt als bestanden. Eine sommerliche Überhitzung ist nicht zu erwarten.

Heizlast

Die Heizlast nach DIN EN 12831 zeigt, welche Leistung an kalten Auslegungstagen erforderlich ist, um das Gebäude und jeden Raum auf Solltemperatur zu halten. Sie bildet die Grundlage für die Dimensionierung der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung und der Heizflächen.



Abb. 8.1 – Spezifische Norm-Heizlast im Vergleich zur Referenz

Gesamtheizlast

Norm-Heizlast (DIN EN 12831)	10 kW
Spezifische Heizlast	37 W/m ²
Norm-Außentemperatur	-10 °C
Innentemperatur (Auslegung)	20 °C (Wohnräume)
Anzahl bilanzierter Räume	21

Raumweise Heizlast (DIN EN 12831)

Raum	Fläche [m ²]	Soll [°C]	Φ_T [W]	Φ_V [W]	spez. [W/m ²]	Φ_{ges} [W]
Diele	17,2	15 °C	164	230	25	429
Zimmer 1	18,2	20 °C	426	288	43	790
Zimmer 2	21,3	21 °C	349	347	35	745
Flur	1,2	15 °C	30	16	43	50
WC	0,7	20 °C	65	11	127	86
Arbeiten 1	16,6	20 °C	398	263	44	733

Bad	6,7	24 °C	261	119	63	424
Flur	7,8	15 °C	150	104	35	276
WC	1,5	20 °C	75	23	74	110
Wohnen	18,4	22 °C	266	309	33	601
Bad	8,4	24 °C	205	150	46	385
Ankleide	3,9	20 °C	126	61	53	206
Schlafen	14,9	18 °C	231	221	33	485
Küche	19,1	20 °C	278	303	32	621
Treppe	3,8	20 °C	191	59	75	281
Flur	2,7	15 °C	61	36	40	108
Bad	3,4	24 °C	198	60	86	290
Zimmer 1	16,1	20 °C	496	255	52	836
Zimmer 2	10,9	20 °C	381	173	56	618
Zimmer 3	12	20 °C	407	190	56	666
Summe (21 Räume)	220,6	—	5.144	3.470	43	9.448

$\Phi_T = \text{Transmissionswärmeverlust} \cdot \Phi_V = \text{Lüftungswärmeverlust} \cdot \Phi_{\text{ges}} = \text{gesamte Norm-Heizlast je Raum}$

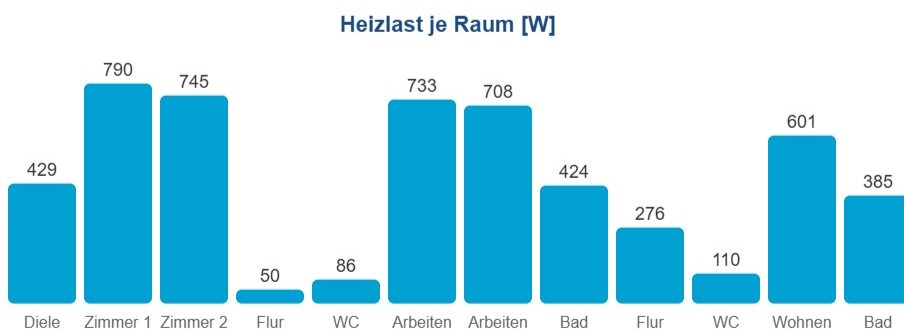


Abb. 8.2 – Verteilung der Heizlast auf Räume

Bewertung: Die ermittelte Heizlast ist Grundlage für die Auswahl der Wärmepumpe (Kap. 9) und die Auslegung der Flächenheizung (Kap. 10). Räume mit überdurchschnittlich hoher spezifischer Heizlast bestimmen die nötige Vorlauftemperatur.

Wärmepumpe und Heizsystem

Die Wärmepumpe wird auf Grundlage der ermittelten Heizlast und der vorgesehenen Systemtemperaturen ausgelegt. Niedrige Vorlauftemperaturen verbessern die Effizienz der Wärmepumpe und reduzieren den Strombedarf im Betrieb. Besonders in Verbindung mit einer Flächenheizung wird ein effizienter und gleichmäßiger Heizbetrieb erreicht.

Auslegung

Heizlast Gebäude (Grundlage)	10 kW
Wärmeerzeuger	Luft-Wärmepumpe
Wärmepumpentyp / Modell	luft
WP-Leistung (Auslegungspunkt)	10 kW
Vorlauftemperatur	35 °C
Rücklauftemperatur	38 °C
Jahresarbeitszahl (JAZ)	3.5
COP (A2/W35, Datenblatt)	4.32

Vergleich der Wärmepumpenvarianten (mit KfW-458-Förderung)

Variante	Quelle T_c	COP@Ausl.	JAZ	Investition	KfW 458	Eigenanteil	Strom/Jahr	20- J- TCO
Luft / Wasser ★ beste 20-J-TCO	-7 °C	3,59	5,03	18.000 €	9.000 € 50 %	9.000 €	1.146 €/a	31.920 €
Sole / Wasser (Flächenkollektor)	0 °C	4,75	4,98	30.000 €	16.500 € 55 %	13.500 €	1.156 €/a	36.620 €
Sole / Wasser	10 °C	6,46	6,46	35.000 €	19.250 € 55 %	15.750 €	891 €/a	33.570 €

Hinweis: Wirtschaftlichste Variante über 20 Jahre: **Luft / Wasser** mit 31.920 € Gesamtkosten (Eigenanteil 9.000 € + 20 × 1.146 € Strom). Höchste Jahresarbeitszahl (6,46): Sole / Wasser (Tiefenbohrung).

Bewertung: Die Luft-Wärmepumpe erreicht mit einer JAZ von 3.5 eine Effizienz, die deutlich über der GEG-Mindestanforderung ($JAZ \geq 2,7$) liegt. Im Zusammenspiel mit einer Flächenheizung und niedrigen Systemtemperaturen ist ein wirtschaftlicher Betrieb sichergestellt.

Flächenheizung

Die Flächenheizung ermöglicht eine gleichmäßige Wärmeabgabe über große Oberflächen und arbeitet mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Dadurch wird die Effizienz der Wärmepumpe unterstützt und ein hoher thermischer Komfort erreicht.

Systemauslegung

Wärmeverteilsystem	Fußbodenheizung
Heizfläche (gesamt)	234 m ²
Standard-Verlegeabstand	15 cm
Vorlauftemperatur	35 °C
Rücklauftemperatur	38 °C
Spreizung $\Delta\vartheta$	1 K
Kostenrahmen Verteilsystem	ca. 15.194 €

Raumweise Auslegung der Flächenheizung

Raum	HK	Fläche [m ²]	Heizlast [W]	spez. [W/m ²]	Verlegeabstand	Rohrlänge [m]	Massenstrom [l/h]
Diele	HK 1	17,2	429	25	30 cm	57	369
Zimmer 1	HK 2	18,2	790	43	30 cm	61	679
Zimmer 2	HK 3	21,3	745	35	30 cm	71	641
Flur	HK 4	1,2	50	43	30 cm	4	43
WC	HK 5	0,7	86	126	10 cm	7	74
Arbeiten 1	HK 6	16,6	733	44	30 cm	55	630
Arbeiten 2	HK 7	16	708	44	30 cm	53	609

Flur	HK 9	7,8	276	35	30 cm	26	237
WC	HK 10	1,5	110	74	20 cm	7	95
Wohnen	HK 11	18,4	601	33	30 cm	61	517
Bad	HK 12	8,4	385	46	30 cm	28	331
Ankleide	HK 13	3,9	206	53	20 cm	19	177
Schlafen	HK 14	14,9	485	33	30 cm	50	417
Küche	HK 15	19,1	621	32	30 cm	64	534
Treppe	HK 16	3,8	281	75	20 cm	19	242
Flur	HK 17	2,7	108	40	30 cm	9	93
Bad	HK 18	3,4	290	86	15 cm	23	249
Zimmer 1	HK 19	16,1	836	52	20 cm	80	719
Zimmer 2	HK 20	10,9	618	56	20 cm	55	531
Zimmer 3	HK 21	12	666	56	20 cm	60	573
Summe (21 Heizkreise)		220,6	9.448	43	—	—	8.125

Verlegeabstand-Heuristik: $\leq 50 \text{ W/m}^2 \rightarrow 30 \text{ cm}$, $\leq 80 \rightarrow 20 \text{ cm}$, $\leq 100 \rightarrow 15 \text{ cm}$, $> 100 \rightarrow 10 \text{ cm}$. Massenstrom bei Spreizung $\Delta\vartheta = 1 \text{ K}$. Endgültige Auslegung erfolgt durch den ausführenden Fachbetrieb.

Bewertung: Die Niedertemperatur-Flächenheizung mit 35/38 °C ist optimal mit der Wärmepumpe abgestimmt. Räume mit erhöhter Heizlast ($> 100 \text{ W/m}^2$, z. B. Bad) erfordern enge Verlegeabstände (10 cm) oder zusätzliche Heizflächen (Wandheizung, Handtuchheizkörper).

Lüftungskonzept und Feuchteschutz

Ein abgestimmtes Lüftungskonzept stellt sicher, dass Feuchtigkeit zuverlässig aus dem Gebäude abgeführt wird. Dadurch werden kritische Luftfeuchten reduziert, die Oberflächen bleiben trockener, und das Risiko von Schimmelbildung wird deutlich verringert.

Eckdaten

Lüftungssystem	—
Wärmerückgewinnung	75 %
Nachweis nach	DIN 1946-6 (Lüftungskonzept)

In Bearbeitung: Das vollständige Lüftungskonzept (raumweise Luftmengen, Zu-/Ablufträume, Feuchteschutzlüftung, Luftstromschema) wird in der nächsten Version dieses Berichts ergänzt. Die Eckdaten sind oben aufgeführt.

Brauchwasser / Trinkwarmwasser

Die Trinkwarmwasserbereitung ist ein wesentlicher Bestandteil der Gebäudetechnik. Neben dem Komfort müssen Energieeffizienz, Speichergröße, Leitungslängen und hygienische Anforderungen berücksichtigt werden. Belegung nach DIN 4708 mit 3 Personen je Wohneinheit.

Bedarf & Auslegung (DIN 4708)

Wohneinheiten	4	WE
Personenanzahl (3 P/WE)	12	Personen
Tagesbedarf Warmwasser	360	l/Tag (60 °C)
Wärmebedarf TWW	20,9 / 7.641	kWh/Tag · kWh/a
Bereitungssystem	über Wärmepumpe	
Speichertemperatur	55–60 °C	Legionellenschutz
Zirkulation	nein	
Zirkulationsleitungslänge	110	m

Pufferspeicher-Dimensionierung

TWW-Speicher (70 l/Person)	840	l
Heizpuffer (30 l/kW Heizlast)	300	l
Empfohlener Kombispeicher	1.140	l
Geplantes Speichervolumen	300	l

Speicher-Wärmeverlust und PV-Kompensation

Wärmeverlust Speicher	1,5 / 548	kWh/Tag · kWh/a (5 Wh/(l·Tag), ErP-A)
-----------------------	-----------	---------------------------------------

PV-Überschuss verfügbar	2.394	kWh/a
Heizstab-Kompensation (~60 % Verlust)	329	kWh/a (max. PV-Überschuss)
Verbleibender Verlust	219 kWh/a	aus Heizung/WP
davon WP-Strom (JAZ 3,5)	63	kWh/a Strom
Stromkosten verbleibender Verlust	22	€/a (0,35 €/kWh)
Eingesparte Stromkosten durch Heizstab	33	€/a

Bewertung: Eine PV-gesteuerte Heizstab-Aufladung des Speichers nutzt sonst eingespeisten PV-Überschuss bei Faktor 1,0 (kein JAZ). Dadurch entlastet sich die Wärmepumpe um 329 kWh/a thermisch. Steuerung über Wechselrichter mit Überschuss-Erkennung (z. B. SG-Ready oder Smart Meter Gateway).

Kühlbedarf

Die Notwendigkeit einer Kühlung hängt von Fensterflächen, Orientierung, Verschattung, Speichermasse, Lüftungsverhalten und internen Wärmelasten ab. Ziel ist es, zunächst passive Maßnahmen auszuschöpfen und aktive Kühlung nur dann vorzusehen, wenn sie für Komfort oder Nutzung erforderlich ist.

Übersicht

Sommerlicher Wärmeschutz (DIN 4108-2)	✓ bestanden
Außenliegender Sonnenschutz	Raffstore Süd / West
Aktive Kühlung vorgesehen	nein
Gesamtkühllast (Σ Räume)	17,8 kW
Maximale spez. Kühllast	526 W/m ²

Raumweise Kühllast (DIN EN 16798 / VDI 2078)

Raum	Fläche [m ²]	Φ_T [W]	Φ_S [W]	Φ_I [W]	Φ_V [W]	spez. [W/m ²]	Φ_K [W]
Diele	17,2	33	778	—	30	52	876
Zimmer 1	18,2	35	778	510	48	86	1.407
Zimmer 2	21,3	26	636	510	32	114	1.233
Flur	1,2	10	304	—	5	130	332
WC	0,7	3	114	170	9	209	300
Arbeiten 1	16,6	33	778	420	60	79	1.326
Arbeiten 2	16	32	759	420	57	81	1.303
Bad	6,7	12	342	170	19	172	558
Flur	7,8	10	304	—	5	130	332
WC	1,5	3	114	170	9	209	300

Bad	8,4	12	342	170	19	172	558
Ankleide	3,9	5	190	510	11	189	725
Schlafen	14,9	12	370	190	47	44	642
Küche	19,1	10	418	670	92	62	1.209
Treppe	3,8	13	370	510	11	250	921
Flur	2,7	10	304	—	5	130	332
Bad	3,4	12	342	170	19	172	558
Zimmer 1	16,1	35	778	510	48	86	1.407
Zimmer 2	10,9	26	636	510	32	114	1.233
Zimmer 3	12	28	674	510	36	105	1.279
Summe (21 Räume)	220,6	370	9.744	6.630	648	81	17.838

Φ_T = Transmission · Φ_S = solare Einträge · Φ_I = innere Lasten · Φ_V = Lüftung · Φ_K = gesamte Kühllast je Raum

Bewertung: Bei eingehaltenem sommerlichem Wärmeschutz und außenliegender Verschattung ist eine aktive Kühlung in der Regel nicht erforderlich. Bei Bedarf kann die Flächenheizung später für eine reversible Kühlung genutzt werden.

Photovoltaik

Die Photovoltaikanlage trägt zur Eigenstromversorgung des Gebäudes bei und kann insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpe, Warmwasserbereitung und gegebenenfalls Batteriespeicher die laufenden Energiekosten reduzieren.

Anlagenkonfiguration

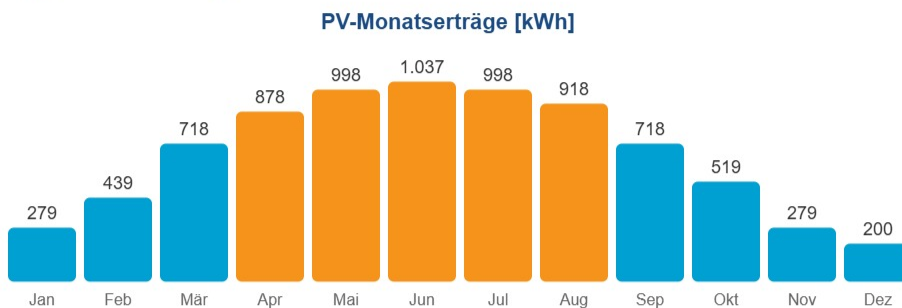


Abb. 14.1 – Prognostizierte monatliche PV-Erträge

PV-Leistung installiert	8,4 kWp
Modulfläche (geschätzt)	ca. 46 m ²
Dachausrichtung	Süd / –°
Prognostizierter Jahresertrag	7.980 kWh/a
Spezifischer Ertrag	950 kWh/kWp
Eigenverbrauchsquote	70 %
Batteriespeicher	10 kWh

Wirtschaftlichkeit

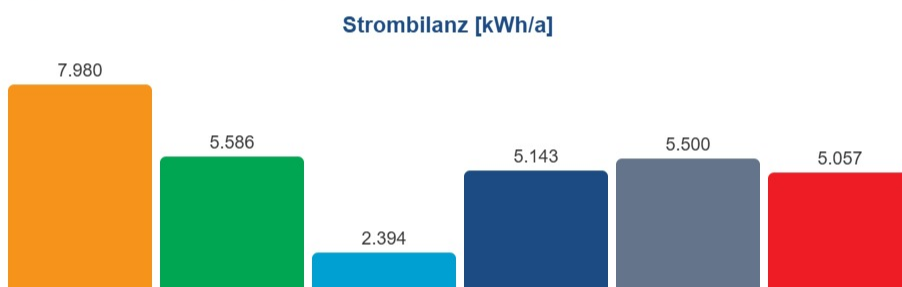


Abb. 14.2 – Strombilanz: Erzeugung, Eigenverbrauch, Einspeisung, Bezug

Strompreis (Bezug)	0,35 €/kWh
Einspeisevergütung	0,001 €/kWh
Eigenverbrauchs-Einsparung	1.955 €/a
Einspeisevergütung (jährlich)	2 €/a
Gesamtertrag PV pro Jahr	1.957 €/a

Bewertung: Die 8,4 kWp PV-Anlage erzeugt ca. 7.980 kWh/a und deckt einen wesentlichen Teil des Gebäudestrombedarfs. Die jährliche Gesamtersparnis (Eigenverbrauch + Einspeisung) beträgt ca. 1.957 €.

Solarpflicht-Nachweis

Bruttodachfläche	126 m ²
Pflichtanteil	25 % der Dachfläche (Solarpflicht NRW/BY/BW Neubau)
Mindest-PV-Modulfläche	31 m ²
Daraus erforderliche Leistung	5,2 kWp (200 W/m ² moderne Module)
Geplante PV-Leistung	8,4 kWp
Solarpflicht erfüllt	✓ ja (Reserve 3,2 kWp)

Hinweis: Die Solarpflicht für Neubauten gilt in NRW (seit 2025), Bayern und Baden-Württemberg. Maßgeblich sind 25 % der Bruttodachfläche als PV-Modulfläche. Bei vollverschatteten Dachteilen oder Nordausrichtung können Ausnahmen geltend gemacht werden.

Energiebilanz

Die Energiebilanz fasst die Wirkung von Gebäudehülle, Anlagentechnik und erneuerbarer Energieversorgung zusammen. Sie zeigt, wie hoch Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen voraussichtlich ausfallen.

Primärenergie q_p

126

kWh/(m²a) · Anf. 17

Endenergie q_e

70

kWh/(m²a) · lwp

CO₂-Emissionen

19,7

kg/(m²a) · 5,42 t/a gesamt

Kennwert	Berechnet	Anforderung	Status
Transmissionswärmeverlust H'_T	0,25 W/(m ² K)	0,35	✓
Heizwärmebedarf q_h	203 kWh/(m ² a)	—	
Endenergiebedarf q_e	70 kWh/(m ² a)	—	
Primärenergiebedarf q_p	126 kWh/(m ² a)	17,1	✗
CO ₂ -Emissionen	19,7 kg/(m ² a)	—	
EE-Anteil (GEG §71)	100 %	≥ 65 %	✓

Berechnungs-Hinweis: Heizwärmebedarf q_h berechnet (Endenergie – 12 TWW) × Aufwandszahl 3,5 (Schätzung – Wärmeschutznachweis nicht erfasst). H'_T berechnet aus $\Sigma(U_i \times A_i) \div A_{\text{hülle}} + \Delta U_{\text{WB}} 0,05$ (Schätzung). CO₂ = $q_e \times \text{Faktor } 0,331 \text{ kg/kWh inkl. PV-Eigenstromanteil (15 \%)}.$ Eine vollständige Berechnung nach DIN V 18599 erfolgt im Wärmeschutznachweis.

Förderfähigkeit. Eine Optimierung kann durch Hülldämmung, Anlagentechnik oder Erhöhung des EE-Anteils (PV, WP) erreicht werden.

Sanierungskosten

Die Sanierungskosten werden nach DIN 276 in Hauptgruppen und Untergruppen aufgeschlüsselt. Die Kostenkennwerte basieren auf BAFA-Pauschalen, BKI-Kennwerten und projektspezifischen Marktangeboten.

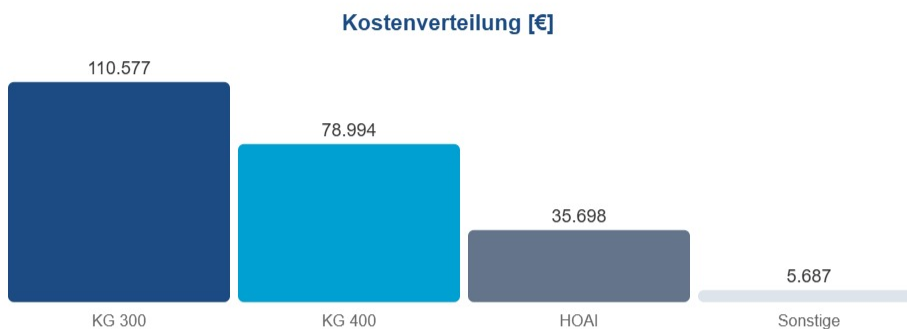


Abb. 16.1 – Aufteilung nach Kostengruppen

Übersicht der Hauptgruppen

Kostengruppe	Betrag	Anteil
KG 300 – Baukonstruktionen	110.577 €	47,9 %
KG 400 – Technische Anlagen	78.994 €	34,2 %
HOAI / Energieberatung	35.698 €	15,5 %
Gesamtkosten (geschätzt)	230.956 €	100 %

Kostengliederung nach DIN 276 – vollständig

Alle Hauptgruppen (KG 100–700), Untergruppen und Detail-Positionen aus der Kalkulation. Positionen mit 0 € sind nicht kalkuliert oder nicht zutreffend.

KG / Pos.	Bezeichnung	Menge	Einh.	EP [€]	Betrag [€]
300	Bauwerk - Baukonstruktion				110.577
330	Fassadendämmung	544	—	128	69.603
↳ vorarbeiten	Putzabschlagen / Vorarbeiten	544	m ²	8	4.798

↳ putz	Armierung + Oberputz	544	m ²	35	20.992
↳ sockel	Sockel-/Perimeterdämmung	36	m	80	3.175
↳ anschluss	Anschlüsse Fenster/Türen	1	psch	1.500	1.654
320	Kellerdecke / Boden	126	—	76	9.575
↳ daemmung	Dämmung von unten (PUR/Mineralwolle)	126	m ²	40	5.557
↳ lohn	Lohn Anbringung	126	m ²	20	2.778
↳ anschluss	Anschlüsse Wand/Boden	45	m	25	1.240
330	Fenstertausch	12	—	1.367	16.405
↳ fenster	Fenster (3-fach Verglasung)	12	Stk	950	12.569
↳ lohn	Demontage + Montage	12	Stk	150	1.985
↳ baenke	Innen-/Außenfensterbänke	12	Stk	80	1.058
↳ abdichtung	Anschluss-Folien + Abdichtung	12	Stk	60	794
↳ haustuer	Haustür/Außentür (optional)	—	Stk	2.500	—
390	Gerüst	544	—	25	14.994
400	Bauwerk - Technische Anlagen				78.994
420	Heizungstausch	1	—	32.303	32.303
↳ erzeuger	Wärmeerzeuger (WP/Pellet/Gas)	1	psch	22.000	24.255
↳ speicher	Pufferspeicher + Hydraulik	1	psch	3.500	3.859
↳ demontage	Demontage Altheizung + Entsorgung	1	psch	1.500	1.654
↳ inbetrieb	Inbetriebnahme + Hydraul. Abgleich	1	psch	800	882
↳ anschluss	Anschluss Außenanlage/Schornstein	1	psch	1.500	1.654
420	Flächenheizung (FBH)	220	—	111	24.365
↳ rohre	FBH-Rohre + Tackerplatte	220	m ²	35	8.489
↳ verteiler	Heizkreisverteiler	1	psch	1.200	1.323
↳ estrich	Estrich neu (falls erforderlich)	220	m ²	35	8.489
↳ belag	Bodenbelag neu (Pauschale)	220	m ²	25	6.064
440	PV-Anlage	15	—	1.488	22.326
↳ module	PV-Module	15	kWp	800	13.230
↳ wechsellr	Wechselrichter	15	kWp	200	3.308

↳ kabelung	Verkabelung + Anschluss	1	psch	1.500	1.654
↳ speicher	Batteriespeicher (optional)	—	kWh	850	—
700	Baunebenkosten				41.385
710	Energieberater-Honorar (3.0 % von KG 300+400)	189.571	—	3	5.687
730	HOAI-Honorar (Zone 3, 15.3 %, LP 1+2+3+4+5+6+7+8)	189.571	—	15	35.698
Gesamtkosten (DIN 276 KG 100–700)					230.956

Kostenkennwerte

Kosten pro m ² BGF	611 €/m ²
Kosten pro m ² Wohnfläche	840 €/m ²
Kosten pro Wohneinheit	57.739 €/WE

Sanierungsmaßnahmen – Übersicht

Die ausgewählten Maßnahmen wurden auf Grundlage der Bestandsaufnahme, der Förderfähigkeit und der wirtschaftlichen Tragfähigkeit zusammengestellt. Die Maßnahmen können einzeln oder als zusammenhängendes Maßnahmenpaket umgesetzt werden.

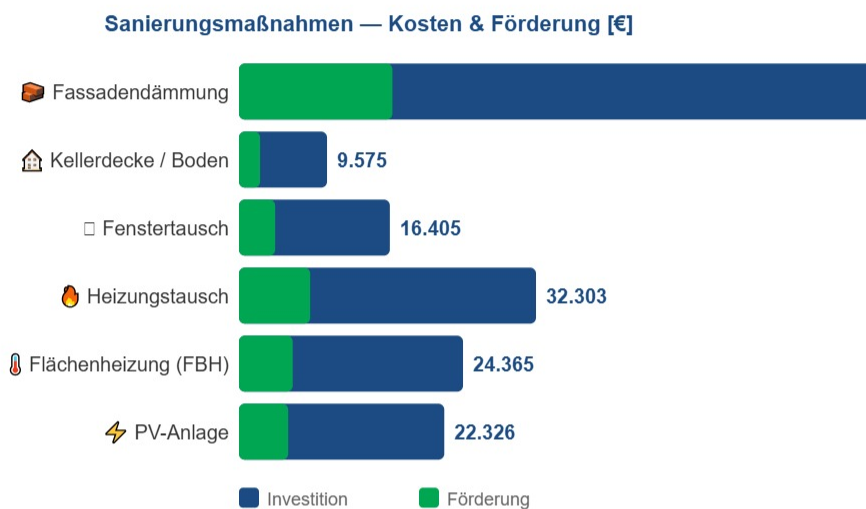


Abb. S.1 – Investition (blau) und Förderung (grün) je Maßnahme

Maßnahme	Kosten	Förderung	Einsparung	CO ₂
1. Fassadendämmung	69.603 €	16.682 €	13.044 kWh/a	2.312 kg/a
2. Kellerdecke / Boden	9.575 €	2.295 €	3.382 kWh/a	599 kg/a
3. Fenstertausch	16.405 €	3.932 €	5.797 kWh/a	1.027 kg/a
4. Heizungstausch	32.303 €	7.742 €	9.662 kWh/a	1.712 kg/a
5. Flächenheizung (FBH)	24.365 €	5.840 €	1.449 kWh/a	257 kg/a
6. PV-Anlage	22.326 €	5.351 €	2.416 kWh/a	428 kg/a
Summe	174.577 €	41.842 €	35.750 kWh/a	6.335 kg/a

Förderbeträge proportional zu den Maßnahmenkosten verteilt (Gesamt-Förderung: 41.842 €). Energie- und CO₂-Einsparung als Richtwerte nach BAFA-iSFP-Wirkungsschlüssel anteilig aus der Gesamteinsparung verteilt – die individuelle Wirkung kann je nach Gebäudezustand um ±30 % abweichen.

Bewertung: Effektive Investition nach Förderung: 152.755 €. Jährliche Einsparung: 55.750 kWh / 6.335 kg CO₂. Eine detaillierte Maßnahmenbeschreibung mit Umsetzungsreihenfolge findet sich im individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP).

Energieeinsparung – Ist vs. Saniert

Die folgende Bilanz vergleicht den heutigen Energiebedarf des Bestandsgebäudes mit dem prognostizierten Bedarf nach Umsetzung aller geplanten Sanierungsmaßnahmen.

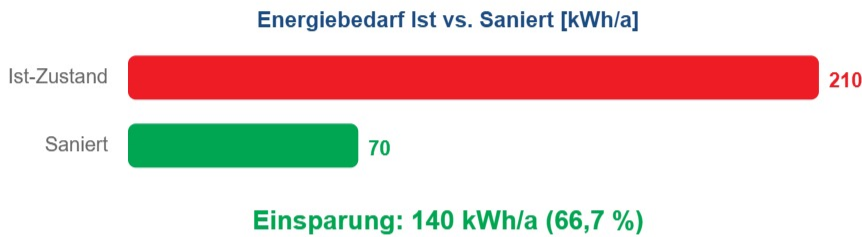


Abb. S.2 – Endenergiebedarf vor und nach Sanierung

Energiekennwerte je m² Wohnfläche und Jahr

Kennwert	Bestand	Saniert	Einsparung
Endenergie [kWh/(m ² ·a)]	210	70	-140 (67 %)
CO ₂ -Emissionen [kg/(m ² ·a)]	32	9	-23
Energiekennwert (EH-Klasse)	210	70	67 %

Hochrechnung absolut (Wohnfläche 275 m²)

Position	Bestand	Saniert	Einsparung pro Jahr
Endenergie [kWh/a]	57.750	19.250	-38.500
CO ₂ -Emissionen [kg/a]	8.800	2.475	-6.325 kg (6,3 t)

Bewertung: Die Sanierungsmaßnahmen reduzieren den Endenergiebedarf um ca. 67 %. Die geplanten Maßnahmen tragen wesentlich zur Werterhaltung des Gebäudes und zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei.

Finanzierung und Förderung

Die Finanzierung verbindet die ermittelten Sanierungskosten mit Eigenkapital, Darlehen, Zinsbelastung und möglichen Fördermitteln. Förderprogramme können die monatliche Belastung reduzieren oder energetisch bessere Standards wirtschaftlich attraktiver machen.

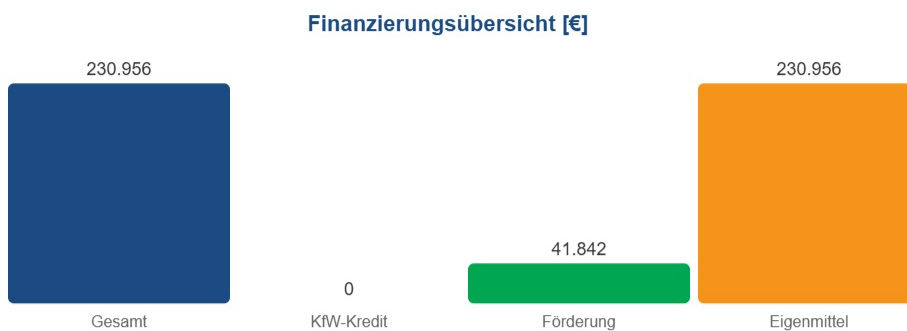


Abb. 18.1 – Aufteilung Investition / Förderung / Eigenmittel

Ausgewählte Förderprogramme

Programm	Pro WE / Berechnung	Gesamt
🔥 KfW 458 Heizung (50 %) — Grundförderung 30 % · Klimabonus +20 % Zuschuss	4.038 € × 4 WE	16.152 €
🏠 Fassadendämmung BAFA Hülle Zuschuss	3.480 € × 4 WE	13.921 €
🏠 Kellerdecke / Boden BAFA Hülle Zuschuss	479 € × 4 WE	1.915 €
🪟 Fenstertausch BAFA Hülle Zuschuss	820 € × 4 WE	3.281 €
🔥 Flächenheizung (FBH) BAFA Anlage Zuschuss	1.218 € × 4 WE	4.873 €
📄 iSFP-Erstellung (50 %) Zuschuss	213 € × 4 WE	850 €
👤 BAFA Energieberatung Wohngebäude (50 % vom EB-Honorar) Zuschuss	213 € × 4 WE	850 €

BAFA / KfW-Förderung – Zusammenfassung

sanierung

Tilgungszuschuss (× 4 WE)	16.152 €
BAFA-Zuschuss	25.690 €
Gesamtförderung	41.842 €

Monatliche Belastung & Gesamtbilanz

Auf Basis der gewählten Finanzierungsstruktur (Eigenmittel · Förderung · Hausbankdarlehen) ergibt sich die folgende monatliche und jährliche Belastung. Die **Gesamtbelastung** über die Laufzeit zeigt, wie viel bis zur vollständigen Tilgung an die Bank fließt – sie setzt sich aus der Darlehenssumme und den Zinsen zusammen.

Monatliche Rate

1.103

€/Monat · Annuität an die Bank

Gesamtbelastung

264.760

€ · Tilgung + Zinsen über die Laufzeit

davon Zinsen

132.380

€ · 50 % der Gesamtbelastung

Position	Betrag
Zuschüsse (BAFA + KfW)	41.842 €
Monatliche Rate (Annuität)	1.103 €
Jährliche Belastung	13.238 €
Gesamtbelastung über die Laufzeit	264.760 €
davon Zinsanteil	132.380 €
Deckungsgrad (Förderung + Eigen ÷ Gesamt)	211,9 %

Erläuterung: Die **Monatliche Rate** ist die regelmäßige Zahlung an die Bank, bestehend aus Zins- und Tilgungsanteil. Diese Raten summieren sich über die Laufzeit zur **Gesamtbelastung** – davon entfallen

Hinweis: Diese Werte stammen aus dem Tool **Finanzierungs idee**. Für eine ausführliche Berechnung mit Zinsbindung, Anschlussfinanzierung und 10-Jahres-Tilgungsplan steht zusätzlich der **Baufinanzierungsrechner** zur Verfügung.

Gesamtbilanz Finanzierung

Gesamtzinsen

132.380 €

Hinweis: Die genannten Förderbedingungen sind Stand 3. Mai 2026. Maßgeblich sind die zum Antragszeitpunkt geltenden Konditionen — eine Förderzusage wird nicht garantiert.

Gesamtbewertung

Die geplanten Sanierungsmaßnahmen am Bestandsgebäude führen zu einer deutlichen Reduktion des Energiebedarfs, der CO₂-Emissionen und der Betriebskosten. Wirtschaftlichkeit, Förderfähigkeit und Wohnkomfort werden gleichermaßen berücksichtigt.

Primärenergie q_p

126

kWh/(m²a) · Anf. 17

CO₂-Emission

19,7

kg/(m²a)

Heizlast

10

kW · Luft-Wärmepumpe

Gesamtkosten

230.956

€ · Förderung: 41.842 €

Bewertungsmatrix

Bewertungsbereich	Status	Empfehlung
Gebäudehülle	● gelb	Anschlussdetails sorgfältig planen, Wärmebrücken minimieren
Heizung	● grün	JAZ ≥ 4 anstreben, niedrige Vorlauftemperaturen sichern
Lüftung	● gelb	Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 ergänzen
Photovoltaik	● grün	Eigenverbrauch optimieren, ggf. Speicher prüfen
Endenergie	● grün	Optimierung der Anlagentechnik prüfen
CO ₂ -Bilanz	● grün	EE-Anteil erhöhen
Kosten	● grün	Detaillierte Ausschreibung empfohlen
Förderung	● grün	Anträge frühzeitig vor Auftragsvergabe stellen

Bewertung: Die Planung erfüllt nach derzeitigem Stand die wesentlichen energetischen, technischen und wirtschaftlichen Ziele. Die Umsetzung sollte durch Dipl.-Ing. Rolf Krause fachlich begleitet werden, um die geplanten Kennwerte auch in der Ausführung sicher zu erreichen.

Normen, Annahmen und Anlagen

Diesem Bericht liegen folgende Normen, Richtlinien und Regelwerke zugrunde:

GEG 2024	Gebäudeenergiegesetz – Anforderungen an Neubauten / Bestandsbauten, EE-Anteil §71
DIN V 18599	Energetische Bewertung von Gebäuden (Teile 1–11)
DIN EN 12831	Heizlastberechnung von Gebäuden
DIN EN ISO 6946	Wärmedurchlasswiderstand opaker Bauteile
DIN EN ISO 10077-1	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen
DIN EN ISO 10211	Wärmebrückenberechnung (2D / 3D)
DIN EN ISO 9972	Luftdichtheit – Differenzdruckverfahren (Blower-Door)
DIN 4108-2	Sommerlicher Wärmeschutz
DIN 4108-3	Feuchteschutz (Glaser-Verfahren)
DIN 1946-6	Lüftung von Wohnungen – Lüftungskonzept
DIN EN 1264	Fußbodenheizung – Auslegung und Berechnung
VDI 4645	Planung und Dimensionierung von Wärmepumpenanlagen
DIN 276	Kosten im Bauwesen – Kostengliederung
BEG-EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen
BAFA-iSFP	Individueller Sanierungsfahrplan

Haftungshinweis: Dieser Bericht basiert auf den zum Zeitpunkt der Erstellung vorliegenden Bestands- und Planungsdaten. Abweichungen in der baulichen Ausführung können zu veränderten energetischen Kennwerten führen. Die angegebenen Kosten sind Schätzungen und ersetzen keine Kostenberechnung im Sinne der DIN 276.

Förderkonditionen können sich ändern – maßgeblich sind die zum Antragszeitpunkt geltenden Konditionen.

