



BERATUNGSBERICHT
zur energetischen Betrachtung
von Nichtwohngebäuden

FÜR DAS „HAUS ROTER“ IN CLOPPENBURG

Auftraggeber
Landkreis Cloppenburg
Eschstraße 29
49661 Cloppenburg

Auftragnehmer
energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven
Ansprechpartner: Christof Kattenbeck

Greven, den 04. April 2023



ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	6
1 Einleitung.....	7
2 Zusammenfassung	8
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....	8
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ	11
2.3 INVESTITIONSKOSTEN	13
3 Ausgangssituation.....	14
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....	14
3.2 FOTODOKUMENTATION	16
3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG	17
3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN	19
3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	19
3.4.2 Energieverbrauchskennwerte.....	20
3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE	21
3.6 WÄRMEBRÜCKEN.....	23
3.7 ANLAGENTECHNIK.....	23
3.7.1 Heizungsanlage.....	23
3.7.2 Warmwasserversorgung.....	23
3.7.3 Beleuchtung	23
3.7.4 Lüftungstechnik.....	23
3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG.....	24
3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes	24
3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand	25
3.8.3 Energiekosten	28
3.8.4 Preissteigerung durch CO ₂ -Steuer	28
3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	29
4 Sanierungsvarianten.....	30
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	30
4.2 SV 1: FENSTER- UND AUßENTÜRENTAUSCH	30
4.3 SV 2: KELLERDECKENDÄMMUNG.....	34
4.4 SV 3: PELLETHEIZUNG	37

4.5	SV 4: LED-BELEUCHTUNG	41
4.6	SV 5: PV-ANLAGE	45
4.7	SV 6: MAßNAHMENKOMBINATION	49
4.8	EFFIZIENZGEBÄUDEBETRACHTUNG	53
5	Fazit	54
6	Anhang	55
A.1	GLOSSAR	55

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Lageplan.....	14
Abbildung 2 Außenansicht, Blickrichtung Nordosten	16
Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Süden	16
Abbildung 4 Schulungsraum	16
Abbildung 5 Wäscherei	16
Abbildung 6 Lehrküche.....	16
Abbildung 7 Flur.....	16
Abbildung 8 Leuchtstofflampe.....	16
Abbildung 9 Dachraum, gedämmt.....	16
Abbildung 10 Zwischensparrendämmung	16
Abbildung 11 Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung	16
Abbildung 12 Typenschild Gas-Brennwertheizung	16
Abbildung 13 Typenschild Warmwasserspeicher	16
Abbildung 14 3D-Ansicht Haus Roter (Simulation)	17
Abbildung 15 3D-Ansicht Haus Roter, zониert (Simulation)	17
Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599	18
Abbildung 17 Grundriss Kellergeschoss, zониert.....	18
Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zониert	18
Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zониert	18
Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zониert.....	18
Abbildung 21 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung.....	20
Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte	21
Abbildung 23 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste.....	25
Abbildung 24 Energiebilanz des Gebäudes	26
Abbildung 25 Gesamtbewertung des Gebäudes.....	26
Abbildung 26 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes	27
Abbildung 27 Außenansicht	30
Abbildung 28 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1	32
Abbildung 29 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1	32
Abbildung 30 Kellerdecke, ungedämmt	34
Abbildung 31 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2	35
Abbildung 32 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2	35
Abbildung 33 Heizungsanlage.....	37

Abbildung 34 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3	38
Abbildung 35 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3	39
Abbildung 36 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4	42
Abbildung 37 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4	43
Abbildung 38 Vorschlag Dachbelegung mit einer PV-Anlage	45
Abbildung 39 Deckung des Gesamtverbrauchs	47
Abbildung 40 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 6	50
Abbildung 41 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 6	50
Abbildung 42 Primärenergie.....	56

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Daten.....	15
Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung	17
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch	19
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte.....	20
Tabelle 5 Gebäudekennwerte	22
Tabelle 6 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599	24
Tabelle 7 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung	24
Tabelle 8 Darstellung der jährlichen Verluste	25
Tabelle 9 Bezugskosten nach Energieträger	28
Tabelle 10 Bezugskosten nach Energieträger (Stand: 17.08.2022).....	28
Tabelle 11 Globale Daten zur Ökonomie.....	28
Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1	33
Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV 1	33
Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1	36
Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV 2	36
Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3	39
Tabelle 17 Einsparpotenzial, SV 3	40
Tabelle 18 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4	43
Tabelle 19 Einsparpotenzial, SV 4	44
Tabelle 20 PV-Anlage	46
Tabelle 21 Verbraucher	46
Tabelle 22 Batteriesystem	46
Tabelle 23 Autarkiegrad	47
Tabelle 24 Zahlungsübersicht	47
Tabelle 25 Vergütung und Einspeisung.....	48
Tabelle 26 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 6	51
Tabelle 27 Einsparpotenzial, SV 6	51
Tabelle 28 Kostenannahmen Preisbremse	52
Tabelle 29 Einsparpotenzial, SV 6 mit Preisbremse.....	52

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Energieberatungsbericht für das Haus Roter in Cloppenburg wurde im Rahmen der Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme, Modul 2: Energieberatung DIN V 18599 nach der Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz für den Landkreis Cloppenburg erstellt.

Hierzu erfolgte eine Datenerhebung am Bestandsgebäude vor Ort und nach Plan. Die Bedarfsberechnung wurde in Anlehnung an die DIN V 18599 im Mehr-Zonen-Modell vorgenommen.

Auf Basis dieser Analyse der Ist-Situation wurden energetische Sanierungsvarianten unter dem Fokus Ökologie und Ökonomie entwickelt. Die einzelnen Varianten werden dabei hinsichtlich Energiekosteneinsparung, Energieverbrauchs- und Emissionsreduzierung sowie Investition und Wirtschaftlichkeit beschrieben.

Ziel der Sanierungskonzeption sind sinnvolle Einzelmaßnahmen bzw. eine umfassende Sanierung zu einem Effizienzgebäude (EG). Die Kreisverwaltung Cloppenburg strebt an, bis zum Jahr 2035 treibhausgasneutral zu werden.

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen sowie anhand der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführenden. Die Kostenangaben sind Schätzwerte, daher ist es empfehlenswert bei geplanten Investitionen immer mehrere Vergleichsangebote einzuholen. Die Grundlagen der jeweiligen Kostenangaben sind den einzelnen Sanierungsvarianten zu entnehmen. Zudem sollten die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig mit der Vergabestelle abgestimmt werden.

Die energetischen Berechnungen im vorliegenden Bericht wurden mit dem „ETU-Planer“ der Version 4.3.3.22(22) der Hottgenroth Software GmbH & Co. KG¹ durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, wurden die enthaltenen Abbildungen der Berechnungssoftware entnommen.

¹ <https://www.hottgenroth.de>

2 ZUSAMMENFASSUNG

2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG

Nachfolgend sind die Einsparungen an Endenergie nach Maßnahmenumsetzung aufgeführt, die durch Modernisierungen am Gebäude und der Anlagentechnik generiert werden können.

Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

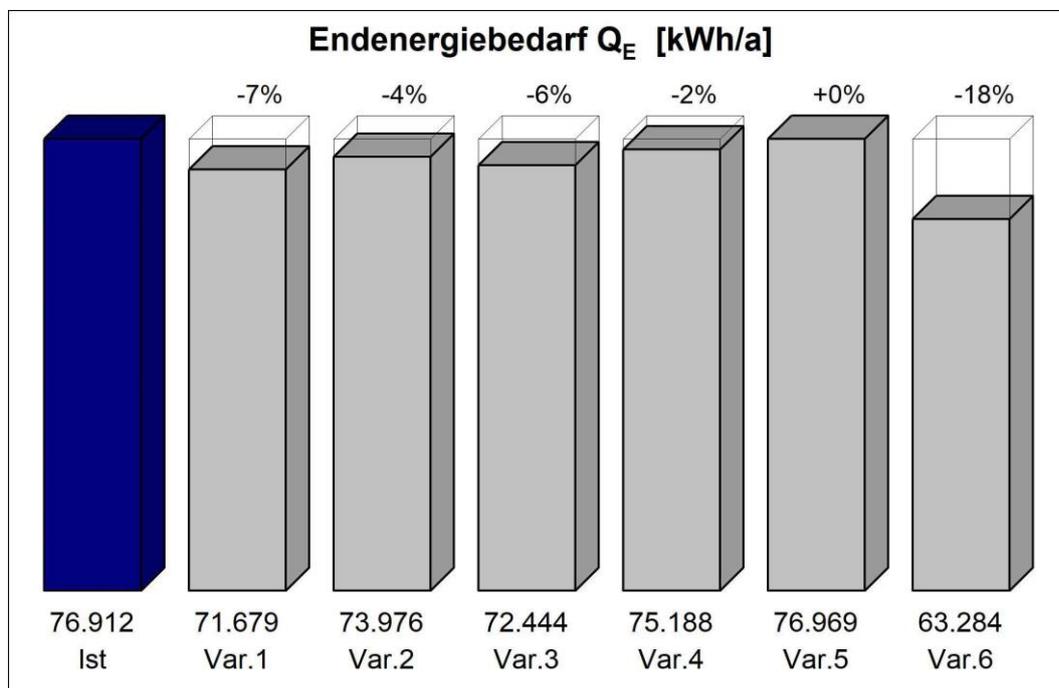
Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination



Wie in Kap. 3.8.3 beschrieben wird, werden die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter zwei verschiedenen Annahmen durchgeführt. Die entsprechenden Brennstoffkosten sind für beide Annahmen nachfolgend dargestellt.

Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

Var.2 - Kellerdeckendämmung

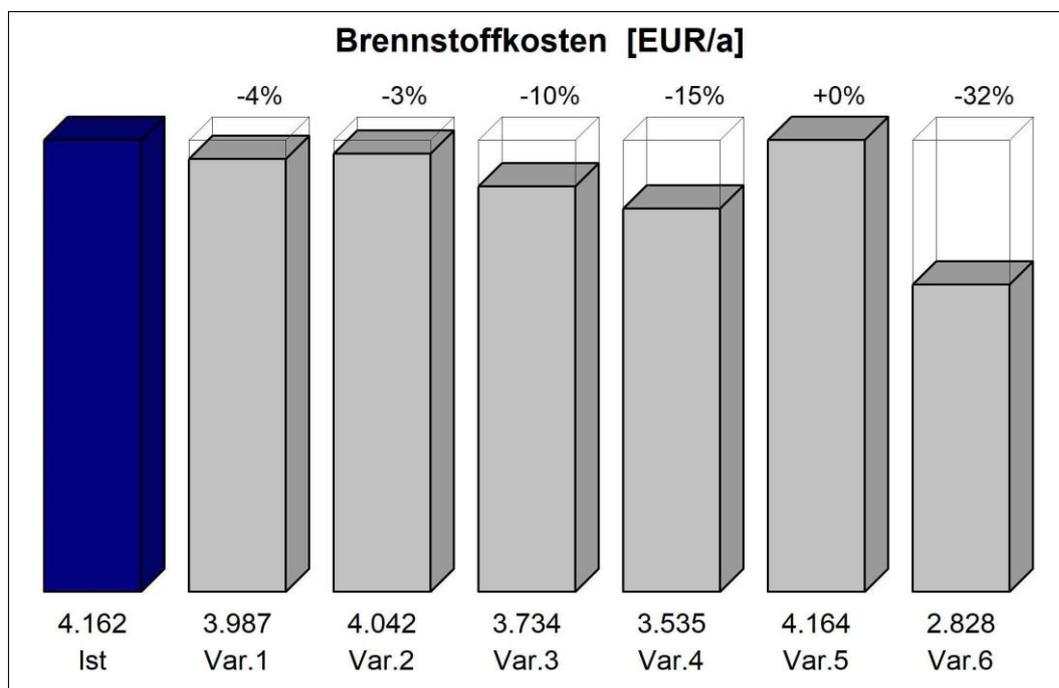
Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination

Brennstoffkosten nach alten Preisen:



Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

Var.2 - Kellerdeckendämmung

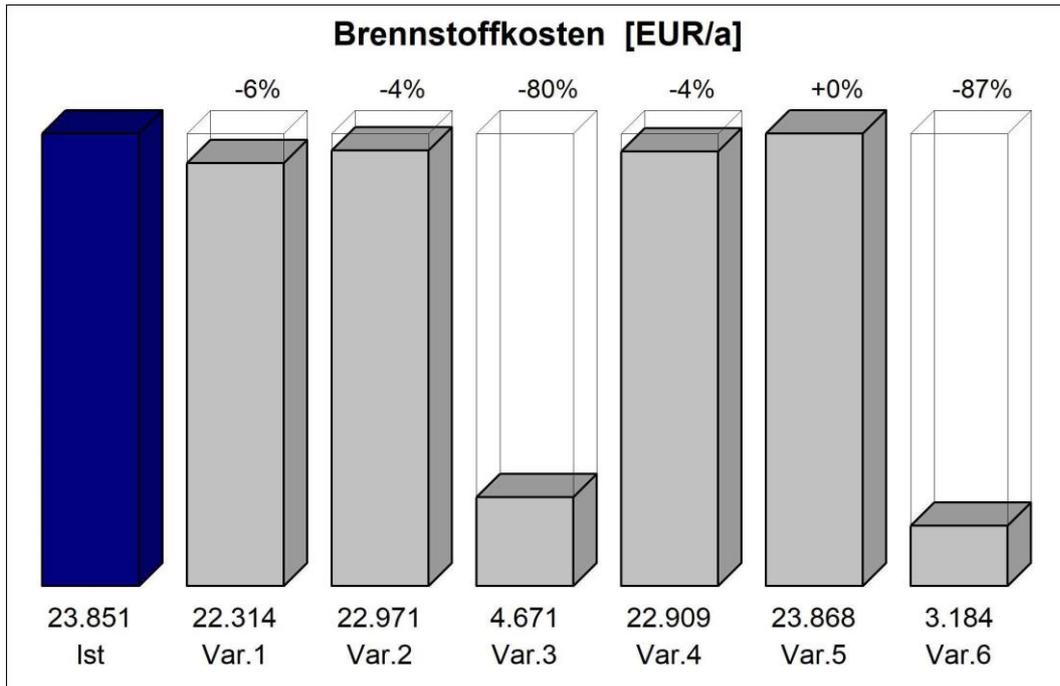
Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination

Brennstoffkosten nach neuen Preisen:



2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ

Wie in der Einleitung dieses Berichtes umrissen wird, sollen die geplanten Maßnahmen einen wirksamen Klimaschutzeffekt erreichen. Kennzeichen hierfür sind die Einsparungen an CO₂-Ausstoß und Primärenergie. Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO₂-Ausstoß. Neben der CO₂-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO₂ und Staub belastet. In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO₂-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

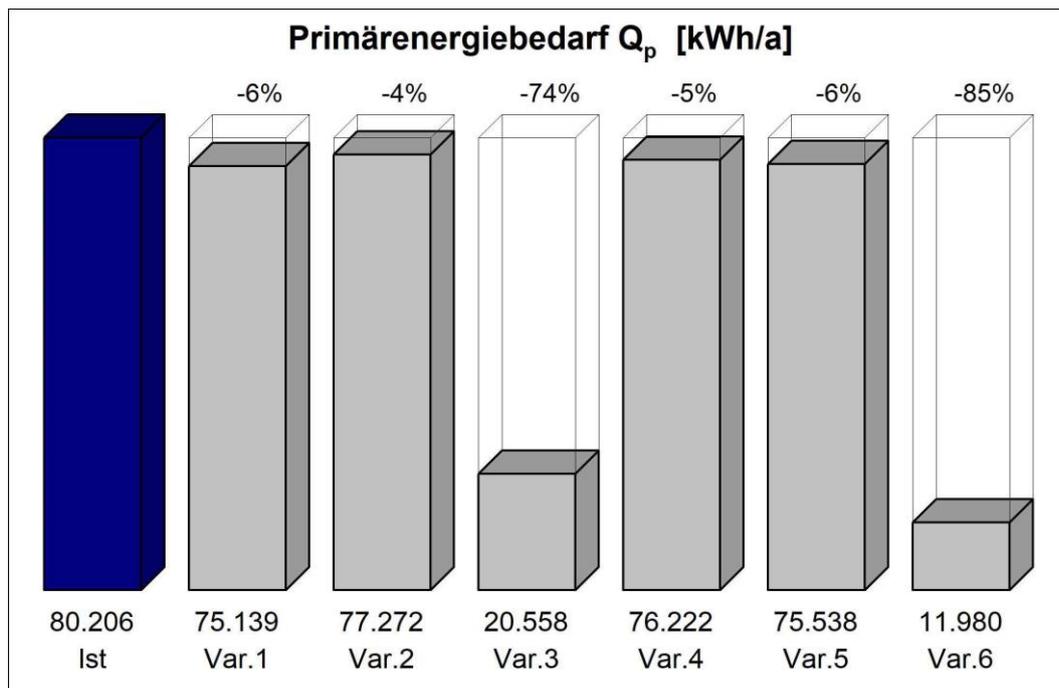
Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination



Die CO₂-Emissionen werden mithilfe der Emissionsfaktoren aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) Anlage 9 bzw. den vom Landkreis Cloppenburg angegebenen Emissionsfaktoren berechnet. Die Emissionsfaktoren werden dabei mit dem heizwertbezogenen Endenergiebedarf multipliziert. Der berechnete, auf den Brennwert (bei fossilen Energieträgern) bezogene Endenergiebedarf muss hierfür zunächst auf den Heizwert umgerechnet werden.

Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

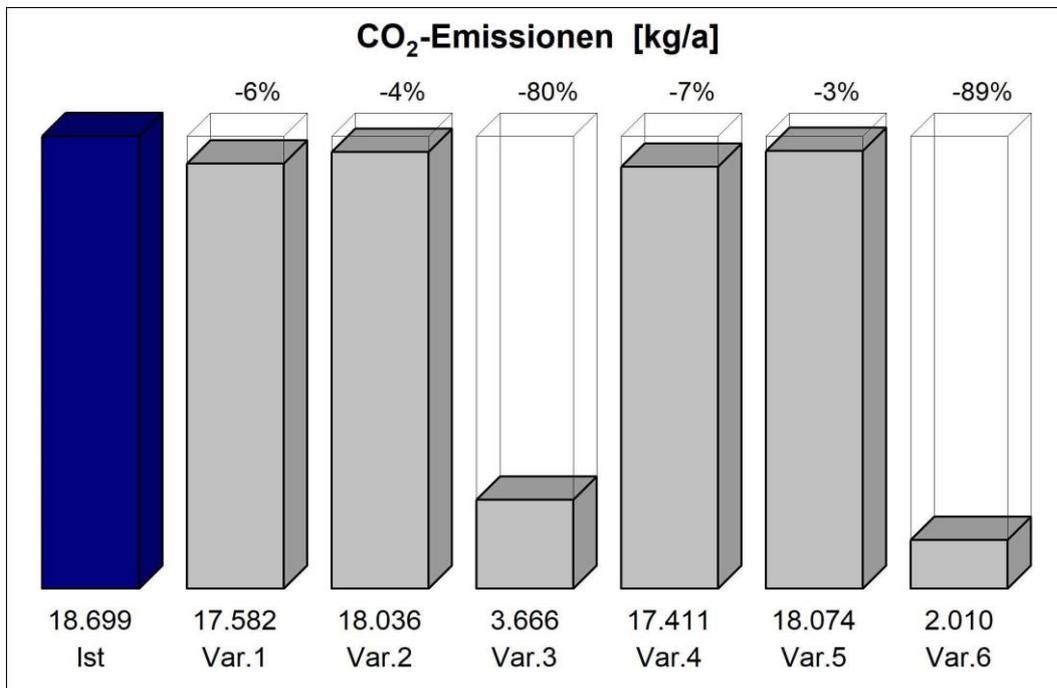
Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination



2.3 INVESTITIONSKOSTEN

In der nachfolgenden Abbildung sind die Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten aufgeführt. Weiterhin werden die energiebedingten Mehrkosten, d. h. die Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen sowie die mittlere Kosteneinsparung pro Jahr dargestellt. In den Kapiteln der jeweiligen Sanierungsvarianten werden die betrachteten Leistungen und Kosten genauer aufgeführt.

Ist-Zustand

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

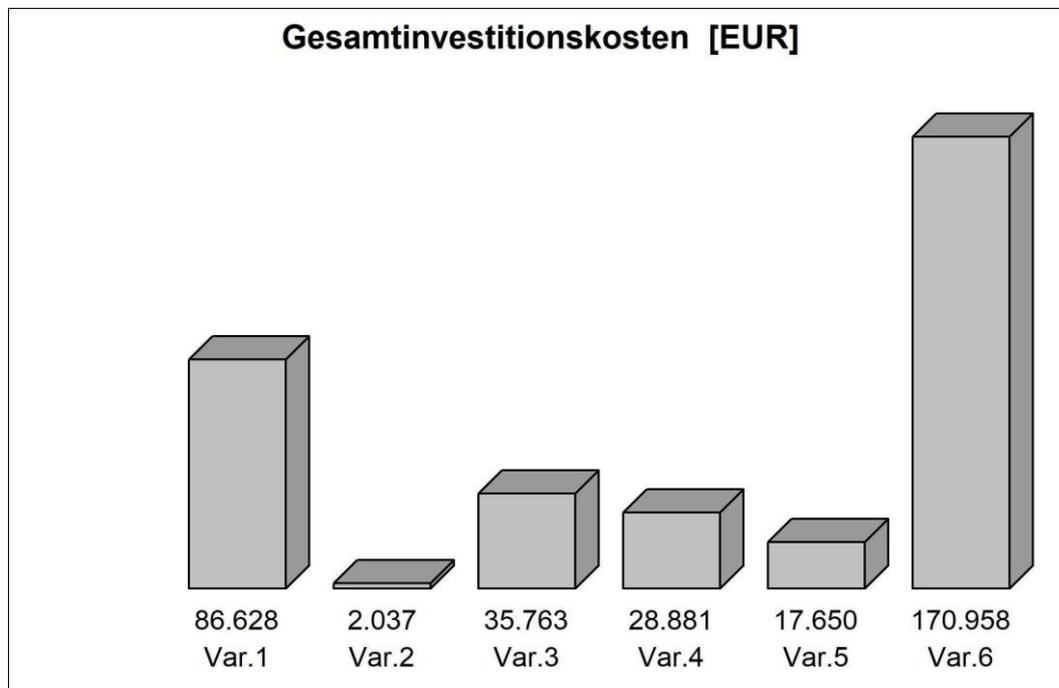
Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination



3 AUSGANGSSITUATION

3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Das Haus Roter befindet sich in der Bahnhofstraße 41 in 49661 Cloppenburg (vgl. Abbildung 1).

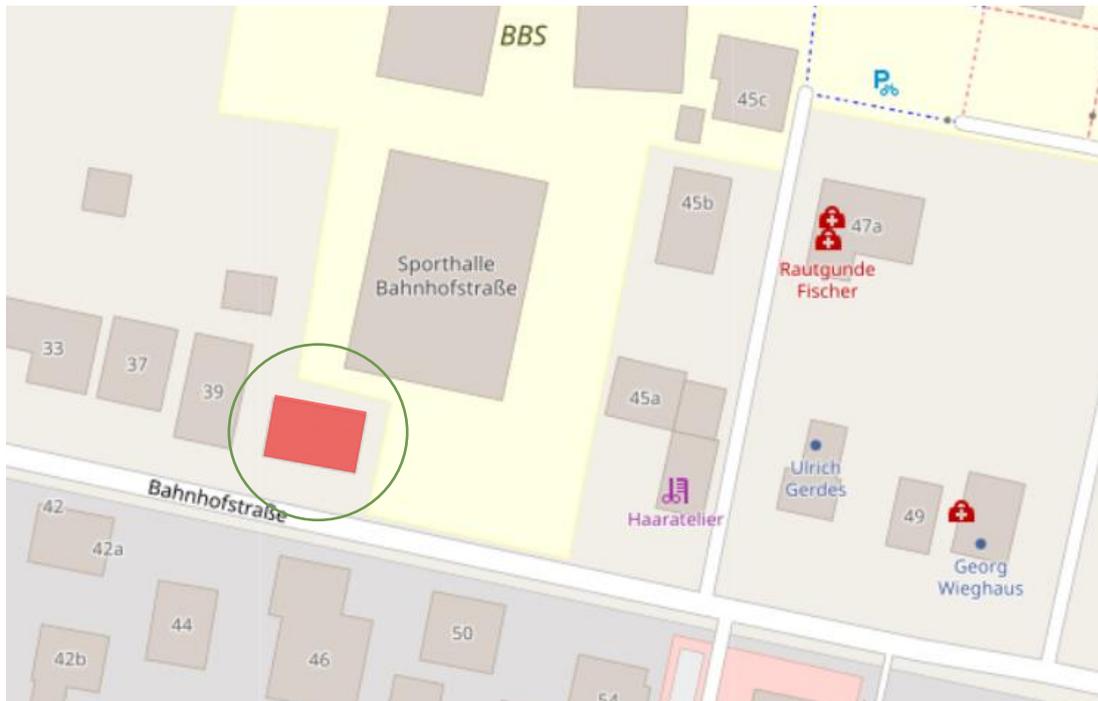


Abbildung 1 Lageplan

NIBIS® Kartenserver (2021): Grundkarte OpenStreetMap Welt farbig. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (abgerufen am 16.12.2022)

Das zweigeschossige, verputzte Gebäude mit Krüppelwalmdach wurde im Jahr 1908 errichtet und steht unter Denkmalschutz (Einzeldenkmal gem. § 3 Abs. 2 NDSchG, Objekt-ID 34746000).

Haus Roter ist teilunterkellert. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut und unbeheizt. Die Dachflächen sind mit einer nachträglichen Zwischensparrendämmung in einer Stärke von ca. 14 cm versehen.

Im gesamten Gebäude sind zweifach verglaste Fenster mit Holzrahmen aus den 1980er Jahren verbaut.

Es sind stabförmige Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten vorhanden.

Das Gebäude wird über eine Gasbrennwertheizung mit einer Leistung von 28 kW (Buderus GB 112-29), welche im Jahr 1998 eingebaut wurde, beheizt. Die Warmwasserversorgung erfolgt über einen Warmwasserspeicher mit einem Inhalt von 300 l (Buderus SU 300 W). Die Erwärmung des Trinkwassers erfolgt über die Heizungsanlage

Tabelle 1 Allgemeine Daten

Name/Bezeichnung	1.1.16 Haus Roter	
Gebäudetyp	Nichtwohngebäude	
Straße, Hausnr.	Bahnhofstraße 41	
PLZ, Ort	49661 Cloppenburg	
Baujahr	1908	
Nutzung	Hauswirtschaftlicher Unterricht BBS am Museumsdorf	
Vollgeschosse	2	
Beheiztes Gebäudevolumen V		1.440,53 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}		368,27 m ²
Thermische Hüllfläche		907,26 m ²
Geschosshöhe	2,20 m (Kellergeschoss) 2,95 m – 3,60 m (Erdgeschoss/Obergeschoss)	

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen. Ist-Zustand entsprechend den Angaben und Planunterlagen des Landkreises Cloppenburg.

3.2 FOTODOKUMENTATION

Die folgende Abbildung 2 bis Abbildung 13 geben einen Eindruck von dem betrachteten Schulgebäude.



Abbildung 2 Außenansicht, Blickrichtung Nordosten



Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Süden



Abbildung 4 Schulungsraum



Abbildung 5 Wäscherei



Abbildung 6 Lehrküche



Abbildung 7 Flur



Abbildung 8 Leuchtstofflampe



Abbildung 9 Dachraum, gedämmt



Abbildung 10 Zwischensparrendämmung



Abbildung 11 Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung

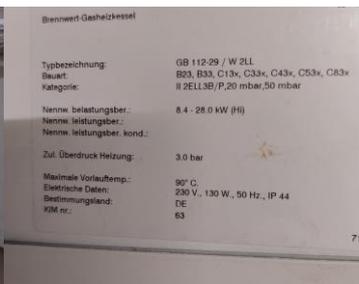


Abbildung 12 Typenschild Gas-Brennwertheizung



Abbildung 13 Typenschild Warmwasserspeicher

3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG

Die folgende Abbildung 14 zeigt das simulierte Gebäude in einer 3D-Ansicht. In Abbildung 15 ist zudem die Zonierung des Gebäudes sichtbar, welche für die Erstellung der Energiebilanz nach DIN V 18599 gewählt wurde.

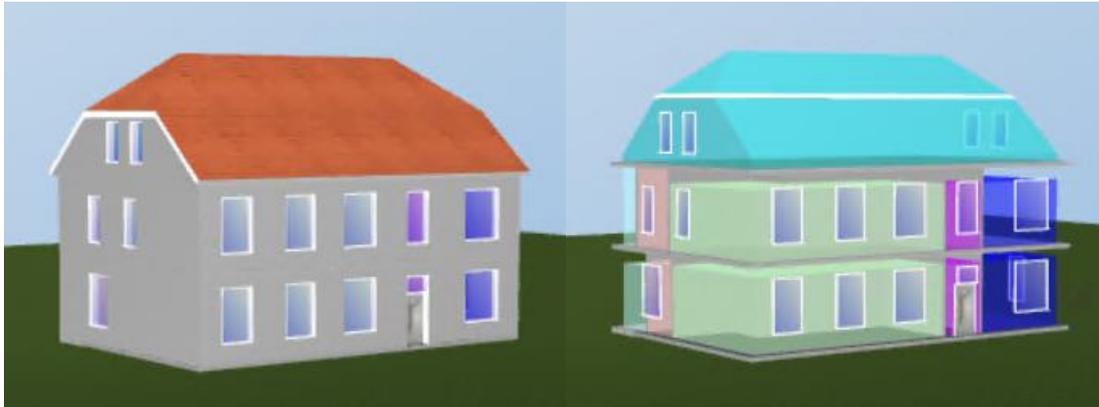


Abbildung 14 3D-Ansicht Haus Roter (Simulation)

Abbildung 15 3D-Ansicht Haus Roter, zониert (Simulation)

Die gewählten Nutzungsprofile sowie die Art der Konditionierung und die Größe der einzelnen Zonen können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung

Zone	Konditionierung			Größe [m ²]	Anteilige Größe der Zone [%]
	Nutzungsprofil Nr.	Thermische Konditionierung	Beleuchtung		
WC und Sanitärräume in NWG	16	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	15	4,1
Küche in NWG	16	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	142	38,6
Lager	16	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	34	9,2
Gruppenbüro	17	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	17	4,6
Verkehrsfläche	19	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	58	15,8
Klassenzimmer (Schule)	8	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG	102	27,7
Summe				368	100
unbeheizt				284	

Die Zonierung im Grundriss sowie die Legende, der die Farbgebung der Zonen zu entnehmen ist, sind in der Abbildung 16 bis Abbildung 20 dargestellt.

Zonen nach DIN V 18599

■	unbeheizt
■	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
■	Küche in Nichtwohngebäuden
■	Lager
■	Gruppenbüro
■	Verkehrsfläche
■	Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)

Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599

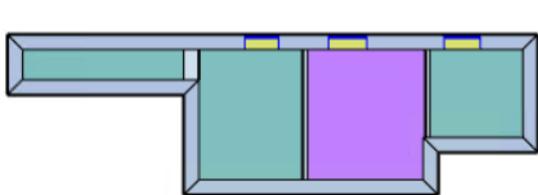


Abbildung 17 Grundriss Kellergeschoss, zoniert

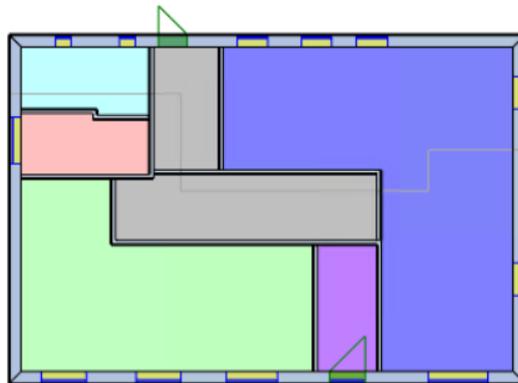


Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zoniert

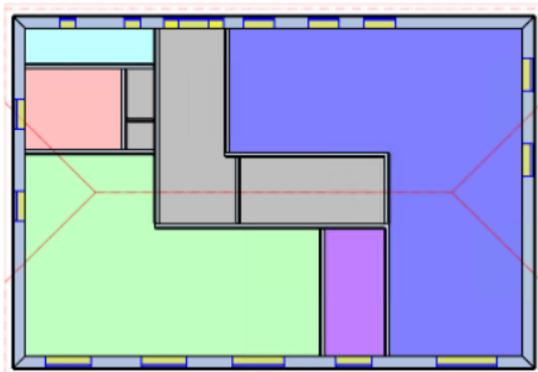


Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zoniert

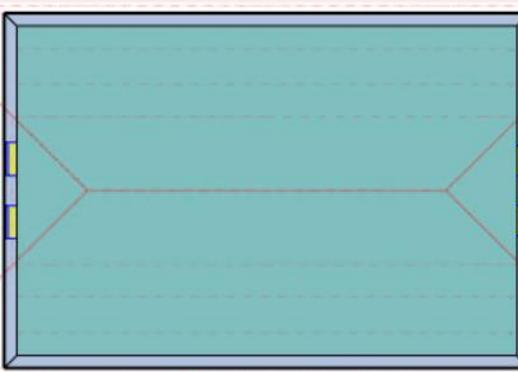


Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zoniert

3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Der Energieverbrauch wird entscheidend durch das Nutzungsverhalten bestimmt. Die wesentlichen Einflussfaktoren dabei sind:

- ▶ die standortspezifischen Witterungsverhältnisse (Lüftungsverhalten und Raumlufttemperaturen)
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der elektrischen Verbraucher
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der Heizung
- ▶ interne Wärmequellen (Licht, Elektrogeräte, Personenanzahl, ...)
- ▶ der Warm- und Kaltwasserverbrauch

Die jährlichen klimatischen Bedingungen an einem Standort beeinflussen den Wärmeverbrauch eines Gebäudes. Um die Beurteilung und die Vergleichbarkeit der verschiedenen Wärmeverbräuche mit nutzungsgleichen Gebäuden zu ermöglichen, werden die gebäudespezifischen Wärmeverbräuche mit einem Klimafaktor korrigiert. Hierdurch werden die jährlichen gebäudespezifischen Verbrauchswerte von Wärme auf ein durchschnittliches Klima hochgerechnet.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Verbrauchsdaten von Strom, Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der Jahre 2014 bis 2018 für die gesamte Liegenschaft dargestellt. Informationen zu den Verbräuchen für die Jahre 2019 bis 2022 lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes nicht vor.

Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	Mittelwert
Heizung (Gas) [kWh/a]	71.049	66.274	66.016	67.208	67.948	67.699
Verhältnis GTZ zu langj. Mittel [-]	1,18	1,08	1,07	1,10	1,14	-
klimabereinigter Ver- brauch (Gas) [kWh/a]	83.998	71.295	70.456	74.033	77.319	75.420
Strom [kWh/a]	5.151	5.457	5.352	4.591	5.923	5.295
Gesamtenergiever- brauch [kWh/a]	89.149	76.752	75.808	78.624	83.242	80.715
Wasser [m ³ /a]	101	81	82	71	50	77

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft über den zu Verfügung stehenden Zeitraum von 2014 bis 2018 ist in Abbildung 21 grafisch dargestellt.

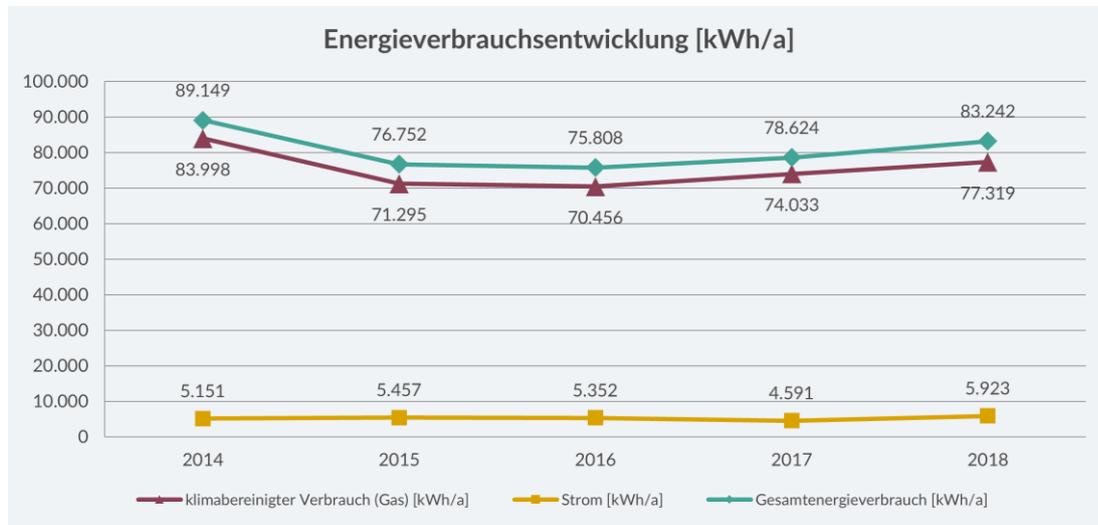


Abbildung 21 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung

Der Gasverbrauch ist zwischen 2014 und 2016 deutlich, von ca. 84.000 kWh auf ca. 70.000 kWh, d. h. um ca. 14.000 kWh gesunken. Bis 2018 stieg der Gasverbrauch dann wieder bis auf ca. 77.000 kWh, d. h. um ca. 7.000 kWh an. Von 2014 bis 2018 ist der Stromverbrauch mit leichten Schwankungen um ca. 700 kWh, von ca. 5.200 kWh auf ca. 5.900 kWh gestiegen.

3.4.2 Energieverbrauchskennwerte

Energieverbrauchswerte ohne Bezug auf die Rahmenbedingungen, wie z. B. die Zeiteinheit, die Raumfläche oder die äußeren Witterungsverhältnisse sind wenig aussagekräftig. Die gemessenen Verbrauchswerte müssen daher nach einheitlichen Gesichtspunkten auf entsprechende Bezugswerte umgerechnet werden. Der Bezugswert ist die Nettogrundfläche von Haus Roter mit 368 m². Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.²

Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte

Berufsschulen	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ² NGFa] bzw. [dm ³ /m ² NGFa]		
	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert
Strom	7	14	20
Wärme	43	205	84
Wasser	56	209	147

Anmerkung: Kennwerte auf Basis der realen Verbrauchs- und Flächenangaben bezogen auf die Liegenschaft / Gebäude des Landkreises Cloppenburg.

² Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005)
 Zielwert: Unterer Quartilsmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch)
 Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)

Als Orientierung zur Einstufung von Verbrauchswerten in den verschiedenen Medienbereichen (Strom, Wärme, Wasser) werden zunächst statistische Erhebungen über Energieverbräuche und Energiekosten herangezogen. Die nachfolgende Abbildung 22 stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser dar.

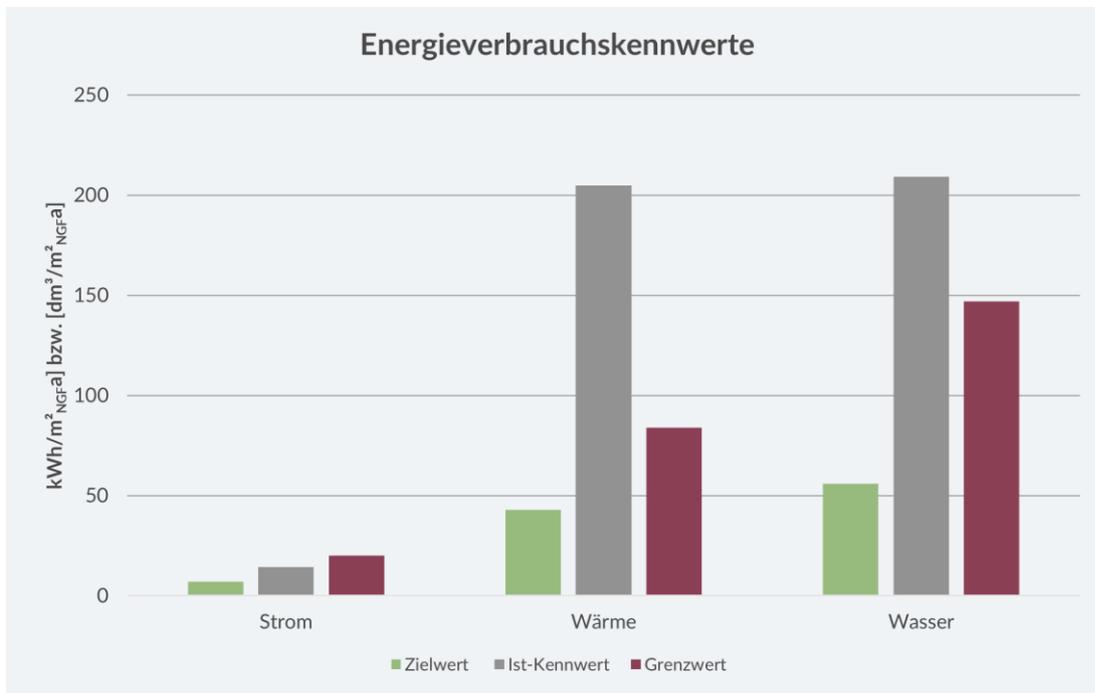


Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

Die Energieverbrauchskennwerte für Strom liegt zwischen dem jeweiligen Ziel- und Grenzwert. Die Kennwerte für Wärme und Wasser liegen deutlich über dem Vergleichsgrenzwert. Hier könnte eine energetische Ertüchtigung der thermischen Gebäudehülle den Wärmeverbrauch in Richtung des Zielwertes senken. Der hohe Kennwert für Wasser lässt sich mit der Nutzung des Gebäudes durch die BBS am Museumsdorf für den Ausbildungszweig Hauswirtschaft (u. a. Wäscherei und Lehrküche) begründen.

3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

Das untersuchte Gebäude weist die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen Werte auf. Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Darüber hinaus basieren die U-Werte auf der Vor-Ort-Aufnahme sowie getroffener Annahmen von vorhandenen Informationen bzw. Angaben zu den Bauteilen. Alle in den Unterlagen nicht aufgeführten Konstruktionen (Schichtaufbauten) wurden mittels Literaturangabe³ und / oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.

Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG 2020 und BEG-Förderung

Die Tabelle listet die Bauteile des Gebäudes mit den relevanten Bestandsdaten auf. Für die energetische Bewertung der Konstruktionen sind zum Vergleich die zulässigen Höchstwerte nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) und der Richtlinie für die Bundesförderung für

³„U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie

effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) mit angegeben⁴. Für Baudenkmäler gelten die Anforderungen des GEGs. Von den Anforderungen kann abgewichen werden, wenn „das Erscheinungsbild beeinträchtigt [wird] oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen“ (§ 105 Absatz 1 Satz 1 GEG). Die technischen Mindestanforderungen bei Denkmälern für eine BEG-Förderung sind teilweise geringer und können der folgenden Tabelle entnommen werden. Diese wurden der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) entnommen.

Tabelle 5 Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m²K)]		
	Ist-Zustand	GEG ⁵	BEG-Förderung ⁶
<i>Bauteilgruppe: Bodenflächen gegen unbeheizt</i>			
Bodenplatte gegen Erdreich	1,60	0,30	0,25
Bodenplatte gegen ungeheizten Keller			
<i>Bauteilgruppe: Außenwand</i>			
Außenwände	1,30	0,24	0,20/0,45 ¹
<i>Bauteilgruppe: Dachflächen, Decken gegen unbeheizte Räume</i>			
Satteldach, nachträglich gedämmt	0,23	0,20	0,14/ $\lambda \leq 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ²
<i>Bauteilgruppe: Fenster</i>			
Fenster, zweifach verglast (ca. 1985)	2,70	1,30	0,95/1,40 ³
Außentüren	2,90	1,80	1,30

¹ Außenwände bei Baudenkmalen für alle Gebäude und bei sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz nur für Wohngebäude.

² Dachflächen bei Baudenkmalen für alle Gebäude und bei sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz nur für Wohngebäude höchstmögliche Dämmstoffdicke (Flachdächer, Schrägdächer sowie dazugehörige Kehlbalenlagen, Dachgauben oder oberste Geschossdecken).

³ Fenster, Balkon- und Terrassentüren bei Baudenkmalen für alle Gebäude und bei sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz nur für Wohngebäude.

⁴ Die zulässigen U-Werte beziehen sich gemäß GEG Anlage 3 auf die Begrenzung des Wärmedurchgangs beim erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen. Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den gemittelten U_w -Wert für Rahmen und Verglasung (Erläuterung siehe Glossar)

⁵ Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der GEG 2020 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet.

⁶ Die Mindestanforderungen an U-Werte für BEG-Förderung gelten nicht für die Förderung von Neubau und Sanierung von Effizienzgebäuden gem. BEG-Richtlinie (BEG NWG). Die Anforderungen Stand Dezember 2022 können jederzeit aktualisiert werden.

3.6 WÄRMEBRÜCKEN

Bei einer Wärmebrücke handelt es sich grundsätzlich um ein gestörtes Bauteil und steht somit für einen Sonderfall in der Konstruktion der Gebäudehülle. Bauteilschwächungen oder Materialwechsel können diese Wärmebrückeneffekte begünstigen. Es können aber ebenso geringere Dämmstärken für die Wärmebrückenwirkung verantwortlich sein.

Bei der Planung und Ausführung von baulichen Maßnahmen an der Gebäudehülle sollte daher besonders auf die Beseitigung bestehender Wärmebrücken und die Vermeidung neuer Wärmebrücken geachtet werden. Zur Identifizierung von bestehenden Wärmebrücken könnte eine Prüfung mittels einer Wärmebildkamera durchgeführt werden.

3.7 ANLAGENTECHNIK

3.7.1 Heizungsanlage

<i>Erzeugung</i>	<i>Brennwertkessel: Buderus GB 112-29</i>
	<i>Baujahr: 1998</i>
	<i>Nennleistung: 28 kW</i>
	<i>Energieträger: Erdgas</i>
	<i>Verteilung als Zweirohrheizung</i>
	<i>Kein hydraulischer Abgleich</i>
	<i>Leitungen im unbeheizten Keller gedämmt (Verteilleitungen)</i>
	<i>Übergabe an alle Zonen über Heizkörper</i>

3.7.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt zentral über die Heizungsanlage. Der Warmwasserspeicher (Buderus SU 300 W) hat ein Speichervolumen von 300 l.

3.7.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Räume im Haus Roter erfolgt über Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten (KVG). Mit Ermittlung der elektrischen Leistung und der jährlichen Nutzungsdauer der bestehenden Beleuchtungsanlage wird der jährliche Energieeinsatz pro Gebäude- bzw. Beleuchtungszone bestimmt.

3.7.4 Lüftungstechnik

Eine Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste erfolgen im Wesentlichen über Fenster- und Türfugen. Aber auch Mauerwerksfugen, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen.

Ein Mindestluftwechsel ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig. Ebenfalls müssen CO₂ und Feuchtigkeit, die beim Prozess des Ausatmens entstehen, abgeführt werden. Eine Lüftung

ist auch nötig, um Schimmelbildung durch erhöhte Feuchtigkeit vorzubeugen und vermehrt austretende Schadstoffe aus modernen Baustoffen, Kunststoffen oder Belägen zu entfernen.

Eine zentrale Lüftungsanlage ist in Haus Roter nicht vorhanden.

3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG

3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes

Wo die ermittelten Energieverbrauchskennzahlen den tatsächlichen Verbrauch an Strom und Wärme der Liegenschaft, auf der sich das untersuchte Gebäude befindet, abbilden und bewertbar machen, erfolgt die ingenieurtechnische Berechnung und Analyse des Gebäudes und die Erarbeitung von Sanierungsmaßnahmen und deren Effekte auf Basis einer theoretischen Berechnung auf Grundlage der DIN V 18599.

Tabelle 6 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599

Endenergiebedarfskennwerte⁷ des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
Heizung	784,31
Beleuchtung	29,33
Warmwasser	19,05

Anmerkung: Kennwerte auf Basis der durchgeführten Berechnung der ausgewählten / bewerteten Gebäude (Betrachtungsgegenstand).

Da diese sich jedoch u. a. auf eine genormte Nutzung des Gebäudes stützt, sind die errechneten Werte mit den Energieverbräuchen nicht identisch. Es erfolgt eine Anpassung der Berechnung u. a. durch die Änderung von Raumtemperaturen, Nutzungszeiten und des Lüftungsverhaltens, die dazu führt, dass eine Annäherung an die tatsächlichen Verbräuche möglich wird. Trotzdem sind jedoch, aufgrund der Rechenmethodik und der darin enthaltenen Möglichkeiten einer Anpassung, Abweichungen von bis zu 30 % durchaus möglich und bei der Bewertung der Sanierungsmaßnahmen unbedingt zu berücksichtigen.

Tabelle 7 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung

Endenergiebedarfskennwerte⁷ des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
Heizung	184,01
Beleuchtung	10,84
Warmwasser	14,01

Anmerkung: Kennwerte auf Basis der durchgeführten Berechnung der ausgewählten / bewerteten Gebäude (Betrachtungsgegenstand).

⁷ siehe unter Erläuterung zu den Energieberichten im Kapitel 4 Glossar und Definition

Alle nachfolgenden Berechnungen und Aussagen basieren auf der an die tatsächliche Nutzung angepasste Bedarfsberechnung des untersuchten Gebäudes.

3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss der vorhandene Energieverbrauch beurteilt werden. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle (Transmission), durch den Luftwechsel und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Die Aufteilung der Verluste, d. h. der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller – und der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – Hilfsenergie (Strom) – sowie der Lüftungsverluste können Sie der nachfolgenden Tabelle und den Diagrammen entnehmen.

Tabelle 8 Darstellung der jährlichen Verluste

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Transmissionsverluste		
Dach	2.889	4,2
Außenwand	36.237	53,0
Fenster	14.875	21,7
Keller/Erdreich	14.427	21,1
Gesamt	68.427	100,0
Lüftungsverluste		
Gesamt	19.744	100,0
Anlagenverluste		
Gesamt	26.321	100,0

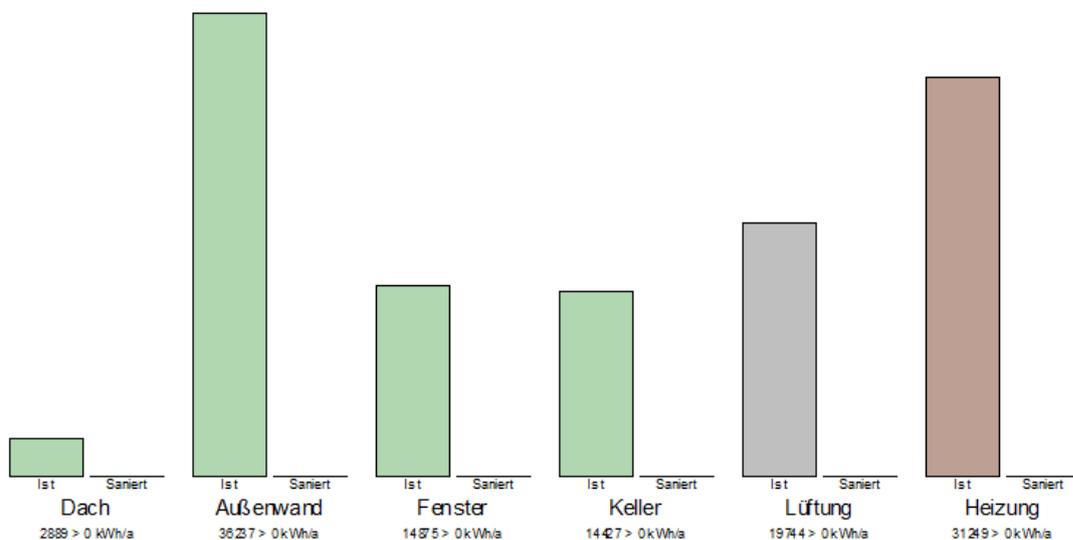


Abbildung 23 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste

Transmissionswärmeverluste sowie Anlagenverluste können mithilfe einer energetischen Sanierung des Gebäudes deutlich reduziert werden. Lüftungsverluste werden bei einer energetischen Sanierung ebenfalls minimiert, dennoch werden diese immer noch in einem nicht unerheblichen Anteil vorhanden sein. Abhilfe kann hier eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung schaffen. Der kontrollierte mechanische Luftwechsel minimiert die Lüftungsverluste.

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich Energie verloren geht bzw. wo die größten Einsparpotentiale in Ihrem Gebäude liegen. Bei der Energiebilanz werden die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftung berücksichtigt. Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht betrachtet.

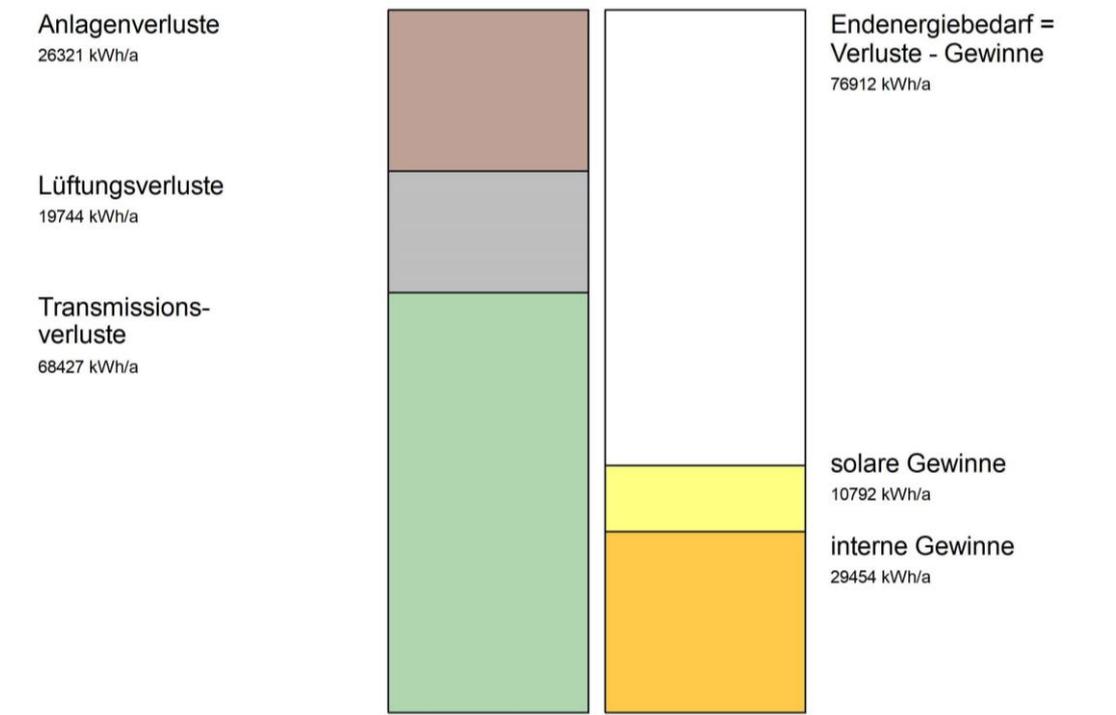


Abbildung 24 Energiebilanz des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 218 kWh/m²a.

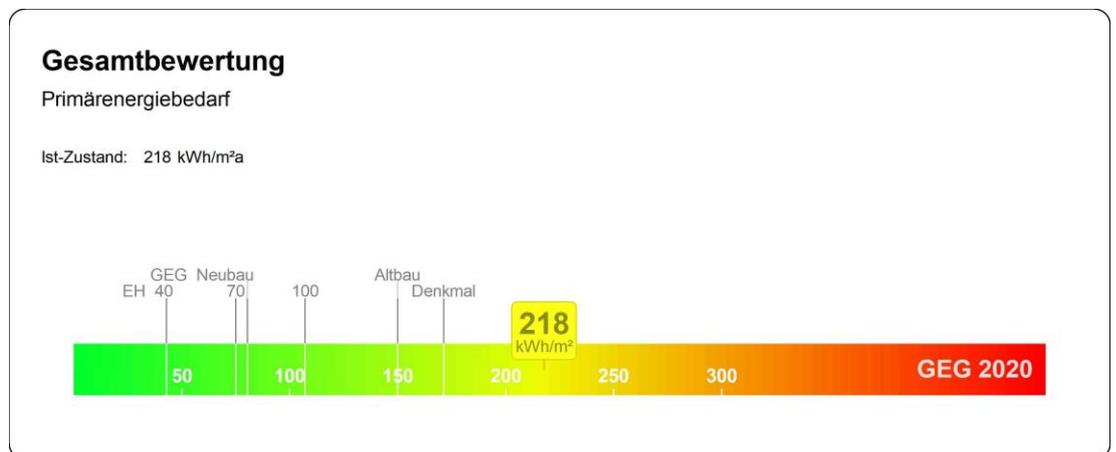


Abbildung 25 Gesamtbewertung des Gebäudes

Der energetische Ist-Zustand von Haus Roter ist dem Baualter entsprechend mäßig. Die nachfolgende Abbildung 26 zeigt die berechneten Werte für den Primärenergiebedarf Q_p [kWh/m²a], den mittleren U-Wert opaker Bauteile [W/m²K] und den mittleren U-Wert transparenter Bauteile [W/m²K]. Die berechneten Werte sind entscheidend bei der Erreichung eines Effizienzhausstandards.

Da die in dieser Berechnung dargestellten Ergebnisse aufgrund der Anpassung an den Endenergieverbrauch (vgl. Kap. 3.8.1) von der DIN abweichen, muss für eine Betrachtung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zum Nachweis eines EG-Standards die Berechnung wieder an die Norm angepasst werden. Das bedeutet, dass eine Anpassung der Berechnung u. a. der Raumtemperaturen, Nutzungszeiten und des Lüftungsverhaltens durchgeführt werden muss. Daher ist der Primärenergiebedarf in dieser Ansicht deutlich höher als in der vorherigen.

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	853,4	☐ 839,2	599,4	☐ 239,8	☐ 329,7	☐ 419,6	☐ 599,4	☑ 959,1
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,86	☐ 0,56		☐ 0,18	☐ 0,22	☐ 0,26	☐ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	2,7	☐ 2,7		☐ 1,0	☐ 1,2	☐ 1,4	☐ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	2,9	☑ 4,3		☐ 1,6	☐ 2,0	☐ 2,4	☑ 3,0	

Abbildung 26 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes

Aus Abbildung 26 wird ersichtlich, dass das Gebäude im Ist-Zustand den Effizienzgebäude-Standard Denkmal erfüllt.

3.8.3 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die nachfolgenden (brutto) Verbrauchspreise je Energieträger angesetzt. Die Werte in Tabelle 9 stammen aus aktuellen Abrechnungen des Landkreises Cloppenburg.

Tabelle 9 Bezugskosten nach Energieträger

Bezeichnung	Einheit	Preis [€/Einheit]	CO ₂ [g/Einheit]
Erdgas	kWh	0,039	247
Strom-Mix	kWh	0,238	544

Anmerkung: Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben und beruhen auf Angaben des Landkreises Cloppenburg.

Die in den Abrechnungen enthaltenen Energiekosten sind deutlich niedriger als aktuelle, ortsübliche Tarife. Daher wurden ergänzend die in Tabelle 10 dargestellten Werte aus aktuellen Tarifen festgelegt. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird mit beiden Werten gerechnet.

Tabelle 10 Bezugskosten nach Energieträger (Stand: 17.08.2022)

Bezeichnung	Einheit	Preis [€/Einheit]	CO ₂ [g/Einheit]
Erdgas	kWh	0,298	247
Strom-Mix	kWh	0,450	544

Anmerkung: Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben. Der Strompreis beruht auf Angaben des Landkreises Cloppenburg. Der Erdgaspreis beruht auf aktuellen Angeboten verschiedener Anbieter, da die lokale EWE AG aktuell keine neuen Verträge anbietet (Stand 17.08.2022).

Tabelle 11 Globale Daten zur Ökonomie

kalkulatorischer Zinssatz [%]	3,0
jährliche Preissteigerung [%]	4,0
Steuerersparnis durch Abschreibung berücksichtigt	nein

Anmerkung: Der Zinssatz wurde in Absprache mit dem Landkreis Cloppenburg festgelegt.

3.8.4 Preissteigerung durch CO₂-Steuer

Die CO₂-Steuer soll den Umstieg von fossilen Kraft- und Brennstoffen hin zu erneuerbaren Technologien fördern. Die sogenannte CO₂-Steuer verteuert Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas dabei so, dass sich die Kosten in Zukunft stärker am tatsächlichen CO₂-Gehalt ausrichten. Sie soll die Bevölkerung zu einem bewussteren Umgang mit fossilen Energieträgern bewegen und Anreize schaffen, um auf moderne und klimafreundliche Technologien umzurüsten.

Mit dem Klimapaket hat die Bundesregierung inzwischen beschlossen, wie sich die CO₂ Preise in Zukunft verändern. So kostet eine Tonne des klimaschädlichen Gases im Jahr 2021 25 Euro. In den folgenden Jahren steigen die Abgaben dann schrittweise, bis diese 2025 einen Wert von 55 Euro pro Tonne erreichen. Ab 2026 steigen die Preise (in Abhängigkeit der jährlichen CO₂-Emissionen) voraussichtlich weiter an.

Dies sorgt dafür, dass Gas in der Zukunft ein immer unattraktiverer Energieträger wird, und Gebäude vermehrt durch andere Energieträger beheizt werden sollten.

3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN

Für die Ermittlung der Sanierungskosten wurden zum einen die Richtpreise der Hersteller und zum anderen die Preise aus Referenzprojekten hinterlegt. Demnach sollte der Landkreis vor Projektbeginn mehrere Vergleichsangebote einholen. Zudem sollte der Landkreis Cloppenburg mit der Vergabestelle die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig abstimmen.

In den Investitionskosten (brutto) sind auch die Kosten für kleinere Nebenarbeiten enthalten. Die Kosten für Nebenleistungen (wie z. B. Planungsleistungen) sind in den Investitionskosten der Sanierungsvarianten nicht enthalten.

Beispiel:

Malerarbeiten bei dem Austausch von alten Leuchtmitteln oder Anpassung des Flachdaches an ein neues Wärmedämmverbundsystem.

4 SANIERUNGSVARIANTEN

4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Nachfolgend wird die Zusammenstellung der Sanierungsvarianten (SV) dargestellt:

Empfohlene Sanierungsvarianten:

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Durch die Umsetzung aller vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen kann der Effizienzgebäude-Standard Denkmal EE erreicht werden (vgl. Kap. 4.8).

Die Fassade des Gebäudes ist Teil der Denkmalbegründung, sodass eine gestalterische Veränderung voraussichtlich nicht umsetzbar ist. Innendämmungen bergen ein hohes Risiko Feuchteschäden und Schimmelbildung zu begünstigen. Zudem reduziert sich die nutzbare Fläche des Gebäudes. Auf den Vorschlag einer Außenwanddämmung wurde daher verzichtet.

4.2 SV 1: FENSTER- UND AUßENTÜRENTAUSCH

Bei den Fenstern im Haus Roter handelt es sich um Holzfenster aus den 1980er Jahren (vgl. Abbildung 27).



Abbildung 27 Außenansicht

In dieser Sanierungsvariante wird empfohlen, die älteren Fenster und Außentüren entsprechend den aktuellen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2020) auszutauschen. Um die BEG-Förderung zu beantragen, ist ein U_w -Wert von $\leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$ für Fenster und ein U -Wert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ für Türen anzusetzen. Für Fenster, Balkon- und Terrassentüren bei Baudenkmalen kann ein U_w -Wert von $\leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ angenommen werden. Für die Berechnung wird eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung angenommen.

Achtung: Um Schimmelbildung im Bereich der Fensterlaibung zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass der U -Wert der einzelnen Fenster nicht besser

ist als das jeweilige Mauerwerk.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten und die enthaltenen Leistungen aufgelistet.

	Preis [€/m ²]	Fläche [m ²]	Summe [€]
Einzelfenster Rückbau	27,67		
Holz-Einzelfenster inkl. Einbau	551,51		
Einzelfenster gesamt	900	84,28	75.847,86
Außentüren Rückbau	37,47		
Tür nach Energiestandards inkl. Einbau	2.068,43		
Außentüren	2.150	5,01	10.780,10
Gesamtausgaben			86.627,96

Anmerkung: Die Preise stammen von der f:data GmbH (Baupreislexikon vom 01.09.2022) und beziehen sich auf die Regelleistung laut den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Für Fenster teilen sich die Investitionskosten folgendermaßen auf: Abbruch alter Fenster einschließlich Abdichtung, Entsorgung durch LKW, Lieferung, Einbau und Montage neuer Fenster einschließlich Abdichtung, Lohnkosten und Baustelleneinrichtung

Für die beschriebene Sanierungsvariante als Einzelmaßnahme kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beantragt werden. Um diese in Anspruch nehmen zu können, sind die technischen Mindestanforderungen zum Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ – Einzelmaßnahmen einzuhalten.

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen

Info	Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).
Förderquote	15 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von bis zu 12.994 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 7 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

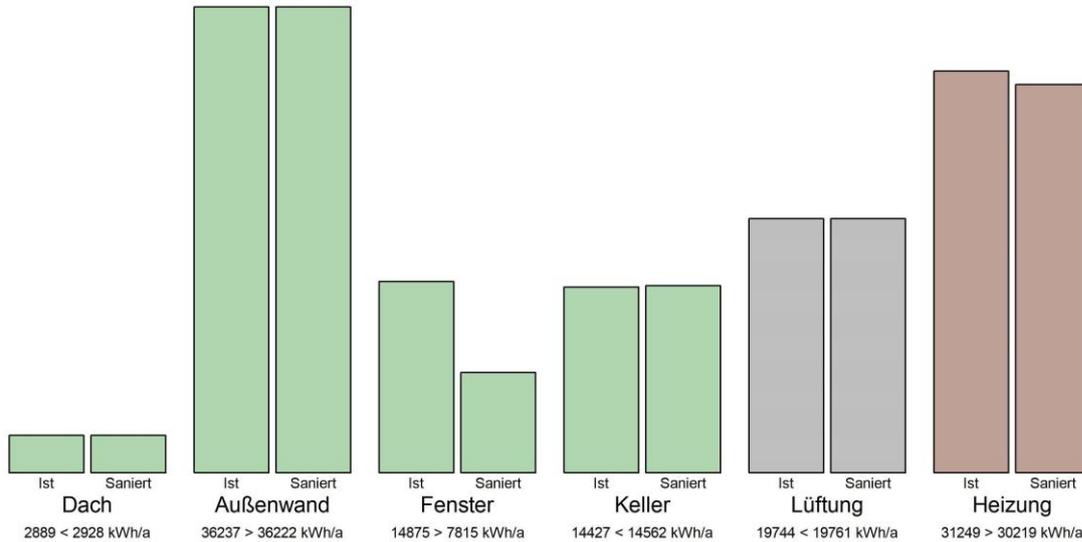


Abbildung 28 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 76.912 kWh/Jahr reduziert sich auf 71.679 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5.233 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1.117 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 204 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

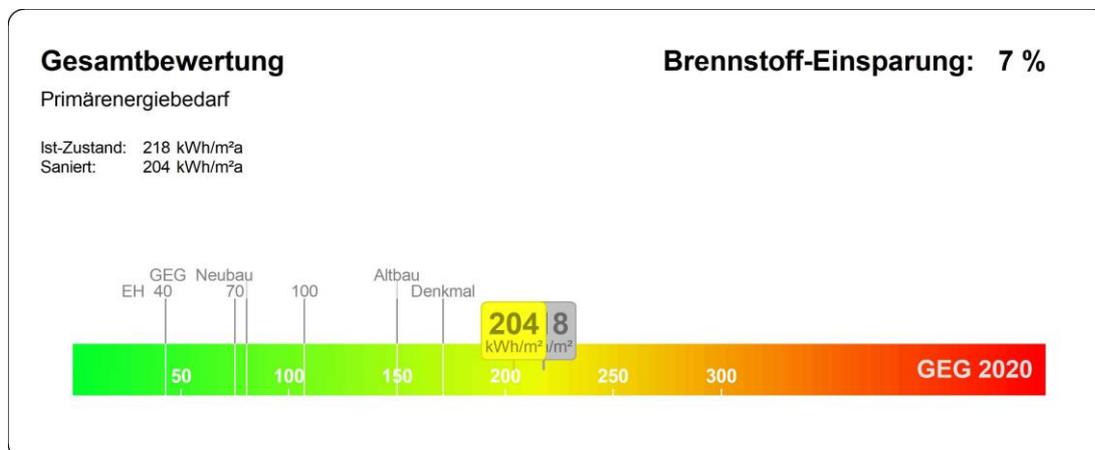


Abbildung 29 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	86.628 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	82.334 EUR
Mögliche Fördermittel	12.994 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	4.294 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 13 über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV 1

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	219	219
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	7.114	39.809
Summe	7.333	40.028
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.426	42.551
Einsparung	93	2.523
Amortisationszeit	22 Jahre	3 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Die Amortisationszeit beträgt dann 22 Jahre. Geht man von den aktuell realistischeren neuen Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 3 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme durchgeführt werden.

4.3 SV 2: KELLERDECKENDÄMMUNG

Haus Roter ist teilunterkellert, wobei die massive Kellerdecke ungedämmt ist (vgl. Abbildung 30).



Abbildung 30 Kellerdecke, ungedämmt

Die Kellerdecke wird in dieser Sanierungsvariante nachträglich gedämmt. Die Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2020) liegen bei einem U-Wert $\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diesen U-Wert zu erreichen wäre die Anbringung eines Wärmedämmstoffs mit einer Stärke von ca. 10 cm mit der Wärmeleitgruppe 035 erforderlich. Eine BEG-Förderung setzt einen U-Wert von Decken gegen unbeheizte Räume und Kellerdecken von $\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ voraus. In der Simulation werden die Anforderungen der Förderrichtlinie zur BEG EM angenommen. Um diesen U-Wert zu erreichen wäre eine nachträgliche Dämmung der Kellerdecke mit einem Dämmstoff der Wärmeleitgruppe 032 in einer Stärke von ca. 12 cm erforderlich.

lich.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten und die enthaltenen Leistungen aufgelistet.

	Preis [€/m ²]	Fläche [m ²]	Summe [€]
Kellerdeckendämmung	44	46,28	2.036,52
Enthaltene Leistungen	Baustelleneinrichtung (Einrichten, Vorhalten, Betreiben, Räumen), Lieferung aller Materialien, Vorbereitung des Untergrundes, Anbringung Dämmmaterial, Befestigungen, Anschlüsse, Lohnkosten.		

Anmerkung: Die Preise beruhen auf den Kostenrichtwerten für Anlagen des Landes Hessen, gültig ab dem 25.05.2021.

Für die beschriebene Sanierungsvariante als Einzelmaßnahme kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beantragt werden. Um diese in Anspruch nehmen zu können, sind die technischen Mindestanforderungen zum Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ – Einzelmaßnahmen einzuhalten.

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen

Info	Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).
Förderquote	15 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von bis zu 305 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 4 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

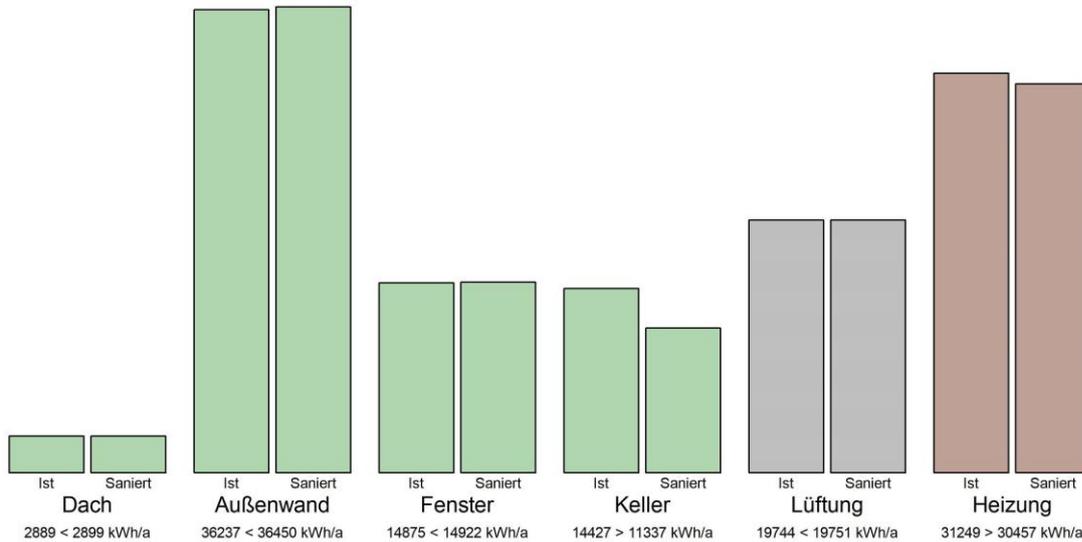


Abbildung 31 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 76.912 kWh/Jahr reduziert sich auf 73.976 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2.936 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 663 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 210 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

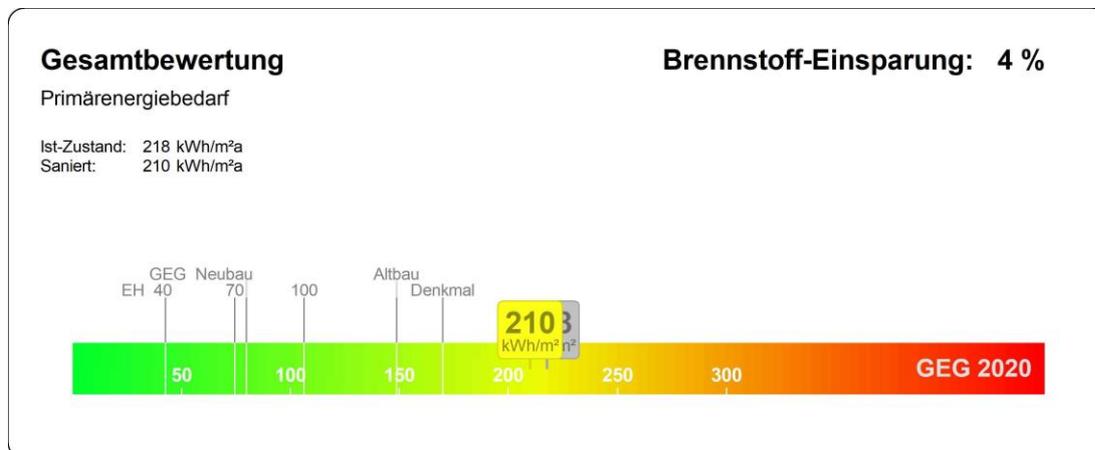


Abbildung 32 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	2.037 EUR
Mögliche Fördermittel	305 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	2.037 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 15 über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV 2

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	104	104
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	7.211	40.982
Summe	7.315	41.086
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.426	42.551
Einsparung	111	1.465
Amortisationszeit	16 Jahre	3 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Die Amortisationszeit beträgt dann 16 Jahre. Geht man von den aktuell realistischeren neuen Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 3 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme durchgeführt werden.

4.4 SV 3: PELLETHEIZUNG

Haus Roter wird über eine Gasbrennwertheizung (Buderus GB 112-29) aus dem Jahr 1998 mit einer Leistung von 28 kW mit Wärme versorgt (vgl. Abbildung 33).



Abbildung 33 Heizungsanlage

In dieser Sanierungsvariante wird der Gaskessel gegen einen Biomassekessel (Pelletkessel) ausgetauscht. Für die Bevorratung des Brennmaterials (Pellets) muss ein geeigneter Lagerplatz/Bunker gefunden werden.

Hierfür kann ggf. der vorhandene Heizungskeller genutzt werden. Das Lager muss trocken sein, damit die Pellets keine Feuchtigkeit aufnehmen können und letztlich verklumpen, wodurch sie als Brennstoff unbrauchbar würden. Ebenso wichtig ist eine entsprechende Belüftung des Lagerplatzes, da durch Ausgasung der Pellets Kohlenmonoxid freigesetzt wird. Brandschutzanforderungen sind ebenfalls zu beachten.

Der Nutzungsgrad liegt bei Pelletkesseln trotz Wirkungsgraden von ca. 90 %, ca. 15 % niedriger als

bei Öl- oder Erdgas-Brennwertkesseln und somit nur zwischen 70 und 80 %. Dadurch ergibt sich ein entsprechend höherer Endenergiebedarf. Grund dafür ist der bei Pelletkesseln trotz in der Leistung gleitender Betriebsweise nötige Konstant-Temperaturbetrieb bei ca. 60-70° C mit den damit verbundenen größeren Wärmeverlusten.

Auch wenn mehr Endenergie eingesetzt wird, ist die Einsparung auf Seiten der Emissionsbildung ausschlaggebend. Dieser Faktor wird insbesondere langfristig mit der steigenden CO₂-Steuer eine wesentliche Rolle spielen.

Als Alternative zu einer eigenständigen Wärmeversorgung, wäre auch die Versorgung von der nahegelegenen Sporthalle der BBS am Museumsdorf möglich, sofern diese auf eine regenerative Wärmeerzeugung umgestellt wird.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten und die enthaltenen Leistungen für die Sanierungsarbeiten aufgelistet. Nicht enthalten sind etwaige Kosten für die Erweiterung des Kellerraums oder der Schaffung einer Unterbringung in einem extra zu errichtenden Heizungsanbau, falls erforderlich.

Kostenannahmen Heizungstausch

	Preisermittlung	Bezugsgröße	Summe [€]
Pelletheizung	$(570 * \text{Leistung} + 12.650) * 1,25$	96,6 kW	73.853
Leistung	Wärmeerzeuger, Lieferung, Montage, Hilfsaggregate, Einbindung, Speicher, Inbetriebnahme, Demontage und Entsorgung, hydraulischem Abgleich*, Anpassung der Heizkurven, Messung der erzeugten Wärmemenge, Lohnkosten.		

Anmerkung: Die Preise für die Pelletheizung beruhen auf den Kostenrichtwerten für Anlagen des Landes Hessen, gültig ab dem 25.05.2021. Um aktuelle Preissteigerungen abzubilden, wurden die Werte pauschal um 25% erhöht. Bei dem hydraulischen Abgleich der Pelletheizung sind lediglich die erforderlichen Messungen, Berechnungen und Einstellungen enthalten. Sollten neue Pumpen oder Regelventile notwendig sein, sind diese separat zu kalkulieren.

Für die beschriebene Sanierungsvariante als Einzelmaßnahme kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beantragt werden. Um diese in Anspruch nehmen zu können, sind die technischen Mindestanforderungen zum Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ – Einzelmaßnahmen einzuhalten.

BEG EM - Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	
Info	Gefördert werden der Einbau von effizienten Wärmeerzeugern, von Anlagen zur Heizungsunterstützung und der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz.
Förderquote	Bis zu 20 % 10 % Pelletheizung + 10 % Heizungstausch-Bonus, da die vorhandene, funktionstüchtige Gasheizung vor mehr als 20 Jahren in Betrieb genommen wurde (1998)
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von bis zu 7.153 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 6 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

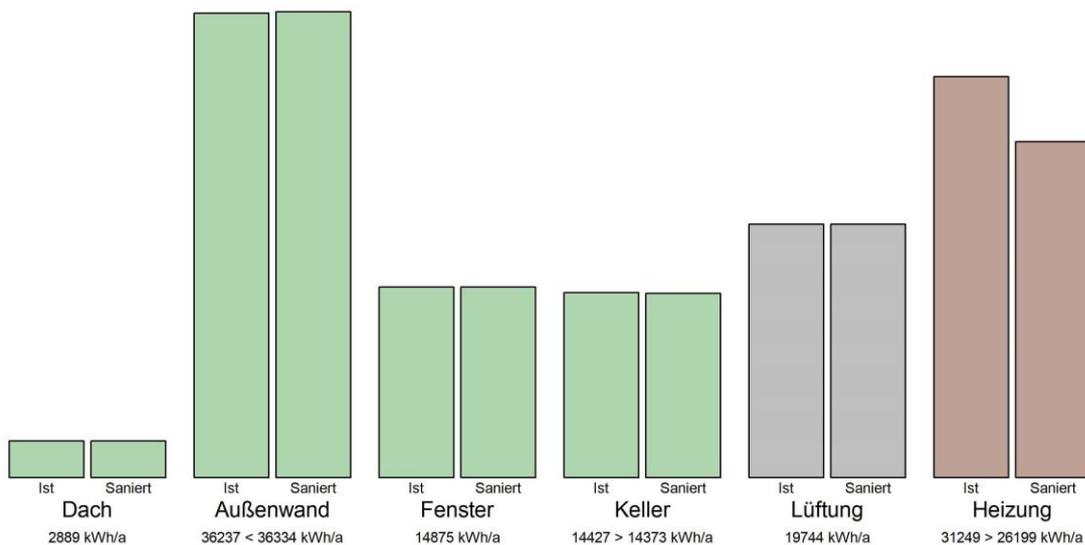


Abbildung 34 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3

Der derzeitige Endenergiebedarf von 76.912 kWh/Jahr reduziert sich auf 72.444 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4.467 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 15.033 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 56 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

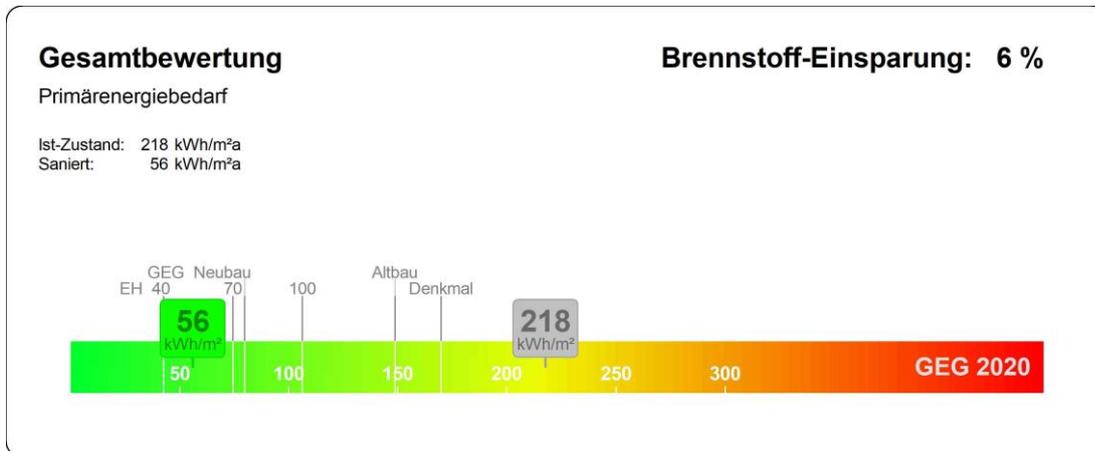


Abbildung 35 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3

Gesamtinvestitionen	35.763 EUR
Mögliche Fördermittel	7.153 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	35.763 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 17 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 17 Einsparpotenzial, SV 3

	<i>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	2.404	2.404
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	5.564	6.961
<i>Summe</i>	7.968	9.365
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	6.202	35.541
<i>Einsparung</i>	-1.766	26.176
<i>Amortisationszeit</i>	-	2 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Geht man von den aktuell realistischeren neuen Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 2 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.5 SV 4: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Sanierungsvariante werden die im Haus Roter vorhandenen Leuchtstoffröhren durch hocheffiziente LED-Beleuchtung ersetzt.

Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO₂-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden.

Die Wärmeentwicklung von LED-Lampen fällt z. B. im Vergleich zur alten Glühlampe deutlich geringer aus. Glühlampen erzeugen aus der eingespeisten Energie nur etwa 5 % Licht, die restlichen 95 % werden in Wärme umgewandelt. Bei aktuellen LED-Lampen werden etwa 40 % der eingesetzten Energie in sichtbares Licht umgewandelt und nur 60 % in Wärme. Aus diesem Grund steigt der Wärmebedarf des Gebäudes minimal an.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

Zone	Preis [€/m²]	Fläche [m²]	Summe [€]
WC- und Sanitärräume	90	14,63	1.316,7
Küche in NWG	90	142,44	12.819,6
Lager	45	33,82	1.521,9
Büro	140	17,42	2.438,8
Verkehrsflächen	45	57,5	2.587,5
Klassenzimmer	80	102,46	8.196,8
Gesamtausgaben			28.881,3

Anmerkung: Die Preise beruhen auf Licht-Berechnungen von Beispierräumen des Gebäudes und Herstellerangaben für Leuchten. Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten: Lieferung und Montage sowie elektrischer Anschluss der Leuchten sowie gegebenenfalls der Präsenzmelder und Tageslichtsensoren. Nicht eingeschlossen ist eine Lieferung und Verlegung gegebenenfalls notwendigen neuer Kabel.

Für die beschriebene Sanierungsvariante als Einzelmaßnahme kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beantragt werden. Um diese in Anspruch nehmen zu können, sind die technischen Mindestanforderungen zum Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ – Einzelmaßnahmen einzuhalten.

BEG EM - Anlagentechnik (außer Heizung)

Info	Gefördert wird der Einbau von Anlagentechnik in Bestandsgebäuden zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, wie beispielsweise einer energieeffizienten raumlufttechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Beleuchtungssysteme
Förderquote	15 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu 4.332 € beantragt werden.

Alternativ kann für die beschriebene Sanierungsvariante Fördermittel über die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld (sog. „Kommunalrichtlinie“) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit beantragt werden.

Kommunalrichtlinie - Beleuchtungssanierung (4.2.3)

Info	Gefördert wird innerhalb der Kommunalrichtlinie in den investiven Förderungsschwerpunkten 4.2.3 "Hocheffiziente Innen- und Hallenbeleuchtung" der Einbau hocheffizienter Beleuchtungstechnik einschließlich der Steuer- und Regelungstechnik bei der Sanierung bei Innen- und Hallenbeleuchtungsanlagen.
Förderanteil	25 % für Antragsberechtigte 40 % für Finanzschwache Kommunen* Mindestzuwendung 5.000 €
Fristen	Kommunalrichtlinie gilt von 01.01.2022 bis zum 31.12.2024 bzw. 31.12.2027.

* Antragsberechtigte aus Braunkohlerevieren gemäß § 2 Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen vom 8. August 2020, das heißt das Lausitzer Revier, das Mitteldeutsche Revier und das Rheinische Revier, sind finanzschwachen Kommunen gleichgestellt.

Über das Förderprogramm der Kommunalrichtlinie kann ein Zuschuss von bis zu 7.220 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden.

Eine Kumulation der beiden Förderprogramme ist nicht möglich.

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 2 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

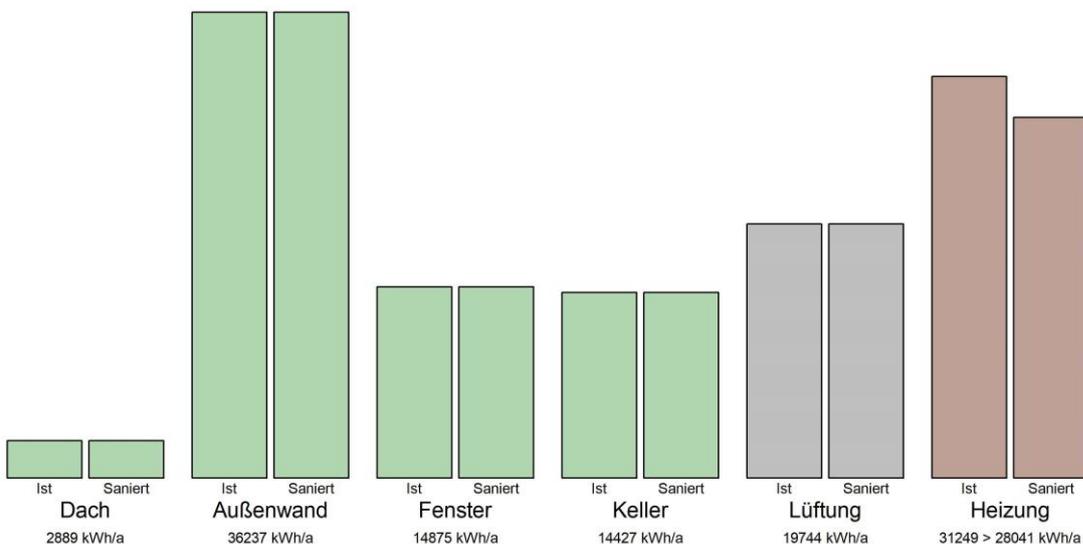


Abbildung 36 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4

Der derzeitige Endenergiebedarf von 76.912 kWh/Jahr reduziert sich auf 75.188 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.724 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1.288 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 207 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorge-lagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Ver-gleich zum Ist-Zustand.

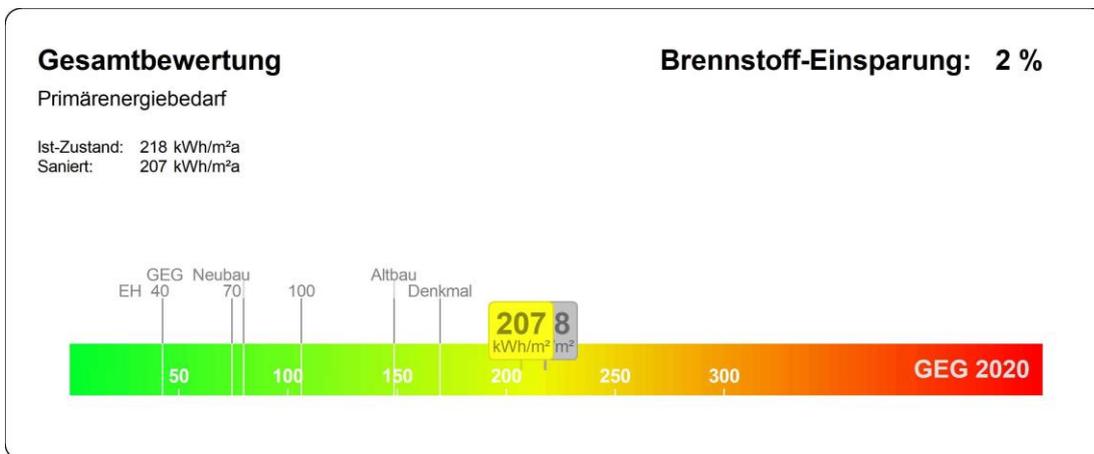


Abbildung 37 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 18 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	28.881 EUR
Mögliche Fördermittel - BEG EM (15 %)	4.332 EUR
Mögliche Fördermittel - Kommunalrichtlinie (25 %)	7.220 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	28.881 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden

Tabelle 19 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 19 Einsparpotenzial, SV 4

	<i>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	1.941	1.941
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	5.268	34.139
<i>Summe</i>	7.209	36.080
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	6.202	35.541
<i>Einsparung</i>	-1.007	-539
<i>Amortisationszeit</i>	-	-

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten weder unter Annahme der alten, günstigen Preise noch unter der Annahme der neuen Preise voraussichtlich reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.6 SV 5: PV-ANLAGE

In dieser Sanierungsvariante wird die Errichtung einer PV-Anlage vorgeschlagen, um den aktuellen Strombedarf zu decken. In der Simulation wurde die südwestliche Dachfläche des Gebäudes vollbelegt (vgl. Abbildung 38). Da es sich um ein denkmalgeschütztes Gebäude handelt, wurden dachintegrierte PV-Module simuliert. Beispielsweise können auch PV-Dachziegel zur Ausführung kommen. Zudem wurde ein Batteriespeicher vorgesehen. Die Berechnung wurde mit dem Programm PV*SOL Premium der Valentin Software GmbH⁸ durchgeführt. Es handelt sich um eine Machbarkeitsanalyse. Die endgültige Planung der PV-Anlage ist durch ein Fachplanungsbüro durchzuführen. Des Weiteren ist eine statische Prüfung der Dächer, für die eine Belegung mit einer PV-Anlage geplant werden soll, durchzuführen. Die Planung und Umsetzung dieser Maßnahme sollte eng mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden.



Abbildung 38 Vorschlag Dachbelegung mit einer PV-Anlage
(Quelle: Simulation mit PV*SOL)

⁸ <https://valentin-software.com/produkte/pvsol-premium/>

Die Ergebnisse der Simulation sind in der folgenden Tabelle 20 bis Tabelle 23 zusammengefasst.

Tabelle 20 PV-Anlage

PV-Generatorleistung	8,50 kWp
Spez. Jahresertrag	980,04 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,71 %
Ertragsminderung durch Abschattung	2,2 kWh/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz) mit Batterie	8.346 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	2.697 kWh/Jahr
Batterieladung	1.115 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	4.534 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	45,6 %
Vermiedene CO₂-Emissionen	3.853 kg/Jahr
Amortisationszeit	12,8 Jahre

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Tabelle 21 Verbraucher

Verbraucher	5.295 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	16 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	5.311 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	2.697 kWh/Jahr
...gedeckt durch Batterie netto	988 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	1.626 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	69,4 %

Gesamtverbrauch



Tabelle 22 Batteriesystem

Ladung am Anfang	5 kWh
Batterieladung (Gesamt)	1.115 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	1.115 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	988 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	103 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	29 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	4,5 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Tabelle 23 Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	5.311 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	1.626 kWh/Jahr
Autarkiegrad	69,4 %

Die nachfolgende Abbildung 39 zeigt die prognostizierte Deckung des Stromverbrauchs durch die PV-Anlage mit Batteriespeicher über ein Jahr.

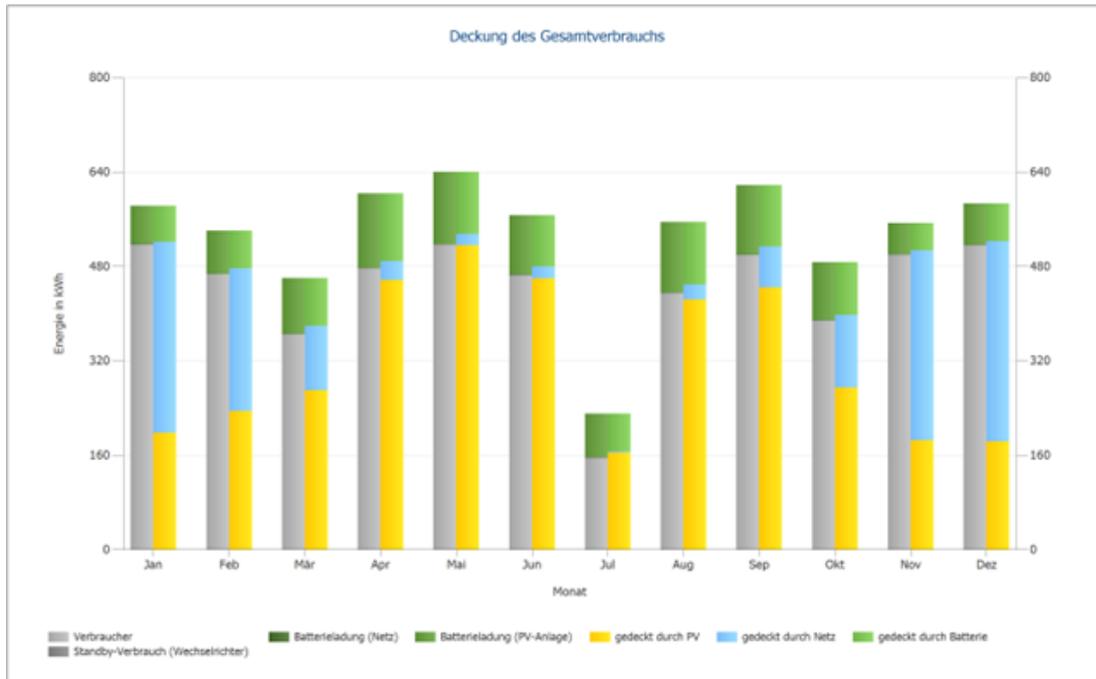


Abbildung 39 Deckung des Gesamtverbrauchs

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist in der Tabelle 24 und Tabelle 25 dargestellt. In der Investitionssumme sind die Kosten für die Module, den Wechselrichter, die Batterie, die Verkabelung, die Montage, die Lieferung und der Löhne enthalten. Die Kosten für die Planung sind nicht inbegriffen. Hierfür ist ein Zuschlag von ca. 15 % anzunehmen. Sofern eine Unterbringung der Wechselrichter und der Batteriespeicher innerhalb des Gebäudes nicht möglich ist, müssen weitere Kosten für die Schaffung zusätzlicher Räumlichkeiten einkalkuliert werden.

Tabelle 24 Zahlungsübersicht

<i>spezifische Investitionskosten</i>	2.076,47 €/kWp
Investitionskosten	17.650,00 €
<i>Investitionen</i>	12.750,00 €
<i>Batterie</i>	4.900,00 €

Tabelle 25 Vergütung und Einspeisung

Gesamtvergütung im ersten Jahr	371,81 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	873,24 €/Jahr
EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen	
Gültigkeit	15.12.2022 - 31.12.2042
Spezifische Einspeisevergütung	0,082 €/kWh
Einspeisevergütung	371,81 €/Jahr
LK Cloppenburg (Example)	
Arbeitspreis	0,238 €/kWh
Grundpreis	50 €/Monat
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	4 %/Jahr

Eine Förderung für die Errichtung einer PV-Anlage kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht beantragt werden.

Für die beschriebene Sanierungsvariante als Einzelmaßnahme kann dann die Bundeförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz beantragt werden, wenn die Installation dachintegrierter PV-Module oder PV-Dachziegel im Rahmen einer Dachsanierung umgesetzt wird. Um diese in Anspruch nehmen zu können, sind die technischen Mindestanforderungen zum Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ – Einzelmaßnahmen einzuhalten. Ggf. erforderliche zusätzlich Maßnahmen zur Einhaltung der Mindestanforderungen wurden in dieser Sanierungsvariante nicht berücksichtigt.

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen

Info	Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).
Förderquote	15 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von bis zu 2.648 € beantragt werden.

4.7 SV 6: MAßNAHMENKOMBINATION

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var.1 - Fenster- und Außentürentausch

Var.2 - Kellerdeckendämmung

Var.3 - Pelletheizung

Var.4 - LED-Beleuchtung

Var.5 - PV-Anlage

Var.6 - Maßnahmenkombination

kombiniert. Hierdurch könnte ein hohes Maß an Energie und CO₂-Emissionen eingespart werden.

Für die beschriebenen Sanierungsvarianten können jeweils als Einzelmaßnahme Fördermittel aus der BEG EM bzw. über die sog. „Kommunalrichtlinie“ beantragt werden.

<i>Fördermöglichkeiten</i>				
<i>Sanierungsmaßnahme</i>	<i>Förderprogramm</i>	<i>Investitionskosten [€]</i>	<i>Förderquote [%]</i>	<i>Mögliche Fördermittel [€]</i>
Var. 1 <i>Fenster- und Außentürentausch</i>	BEG EM	86.628	15	bis zu 12.994
Var. 2 <i>Kellerdeckendämmung</i>	BEG EM	2.037	15	bis zu 305
Var. 3 <i>Pelletheizung</i>	BEG EM	35.763	20	bis zu 7.152
Var. 4 <i>LED-Beleuchtung</i>	BEG EM	28.881	15	bis zu 4.332 ¹
	<i>Kommunalrichtlinie</i>		25	bis zu 7.220
Var. 5 <i>PV-Anlage</i>	BEG EM	12.750	15	bis zu 1.913 ²
<i>Batteriespeicher</i>	BEG EM	4.900	15	bis zu 735 ²
Summe		170.959		bis zu 30.319

¹ In der Summe der Fördermittel nicht berücksichtigt.

² Nur im Rahmen einer Dachsanierung förderfähig.

Über das Förderprogramm der BEG und der Kommunalrichtlinie könnte ein Zuschuss von bis zu 30.319 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 % für die Maßnahme 4) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 18 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

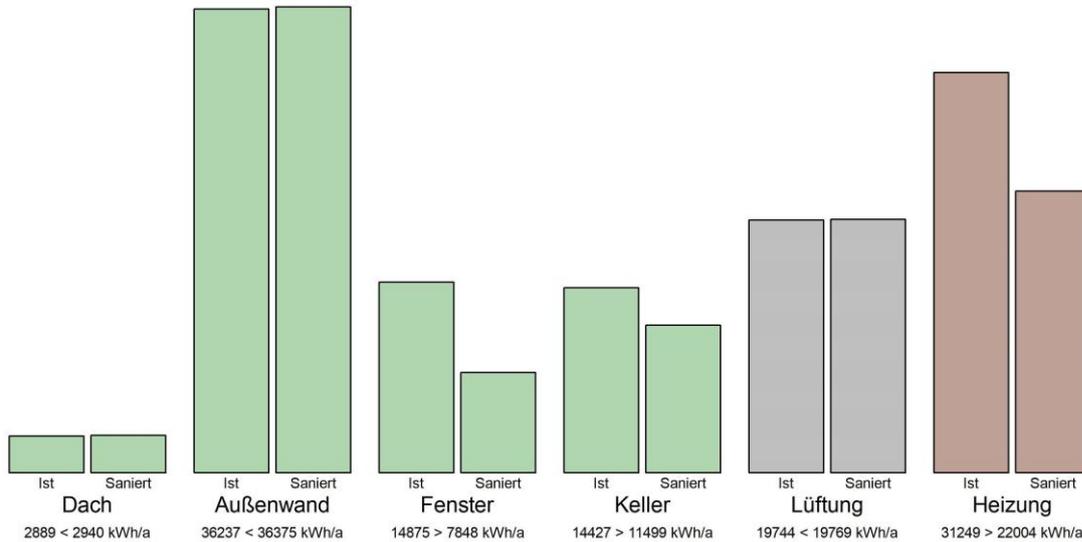


Abbildung 40 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 6

Der derzeitige Endenergiebedarf von 76.912 kWh/Jahr reduziert sich auf 63.284 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 13.628 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 16.689 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 33 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

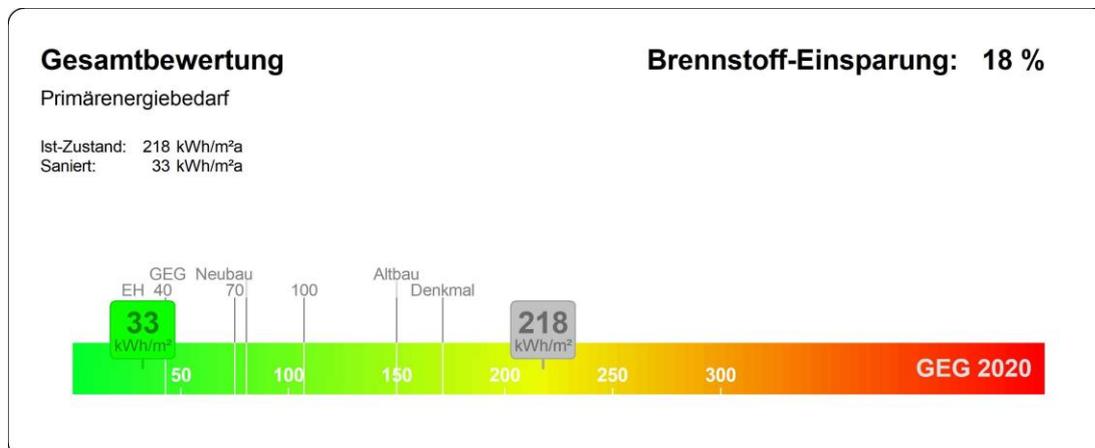


Abbildung 41 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 6

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 26 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 6

Gesamtinvestitionen	170.958 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	82.334 EUR
Mögliche Fördermittel	30.319 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	88.624 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 27 über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 27 Einsparpotenzial, SV 6

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	7.174	7.174
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	5.044	5.679
Summe	12.218	12.853
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.426	42.551
Einsparung	-4.792	29.698
Amortisationszeit	-	5 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Unter der Annahme der neuen, höheren Preise beträgt die Amortisationszeit der Maßnahme 5 Jahre.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme durchgeführt werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Preisbremse 2023

Wie Ende 2022 bekanntgegeben wurde, wird es in Deutschland ab dem Frühjahr 2023 eine Preisbremse für Strom und Gas geben. Dies führt zu neuen Preisen, die die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verändern. Die Kostenannahmen der Preisbremse sind in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28 Kostenannahmen Preisbremse

	Preisbremse	
Angenommener durchschnittlicher Gaspreis 2023	0,15	EUR/kWh
Angenommener durchschnittlicher Strompreis 2023	0,41	EUR/kWh

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 29 über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern.

Tabelle 29 Einsparpotenzial, SV 6 mit Preisbremse

	mittlere jährl. Kosten „Preisbremse“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	7.174
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	5.560
Summe	12.734
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	23193
Einsparung	10.459
Amortisationszeit	9 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der Preise der Preisbremse ausreichen, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Die Amortisationszeit beträgt dann 9 Jahre.

4.8 EFFIZIENZGEBÄUDEBETRACHTUNG

In dieser Variante werden die zuvor beschriebenen Einzelmaßnahmen kombiniert. Zudem werden die für die Berechnung vorgenommen Anpassungen (Raumtemperaturen, Nutzungszeiten, Lüftungsverhalten) an den Energieverbrauch rückgängig gemacht und wieder an die Vorgaben der DIN V 18599 angeglichen. Dadurch erhöht sich der Primärenergiebedarf des Gebäudes deutlich. Bei der gemeinsamen Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen bleibt das Gebäude auf dem Standard Effizienzgebäude-Standard Denkmal, wie bereits im Ist-Zustand. Zudem kann, wenn ein Anteil an erneuerbaren Energien mindestens 65 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbracht wird, eine Effizienzgebäude EE-Klasse erreicht werden. Um hierfür eine zusätzliche Förderung beantragen zu können, werden zusätzliche Anforderungen an das Gebäude gestellt. Beispielsweise ist der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für bestimmte Nutzungszonen verpflichtend. Aufgrund des wirtschaftlichen und technischen Aufwandes, der die Installation einer neuen Lüftungsanlage i. d. R. mit sich bringt, wurde diese Maßnahme zunächst nicht als Einzelmaßnahme vorgeschlagen.

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	1440,5 m ³
Hüllfläche A	907,3 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	368,3 m ²
Fensterfläche	75,6 m ²
Außentürfläche	5,0 m ²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis	Anforderungen NWG									
	Einheit	Ist-Wert	GEG		BEG-Effizienzhaus					Denkmal
			Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *		
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	137,1	<input checked="" type="checkbox"/> 840,4	600,3	<input checked="" type="checkbox"/> 240,1	<input checked="" type="checkbox"/> 330,2	<input checked="" type="checkbox"/> 420,2	<input checked="" type="checkbox"/> 600,3	<input checked="" type="checkbox"/> 960,5	
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,83	<input type="checkbox"/> 0,56		<input type="checkbox"/> 0,18	<input type="checkbox"/> 0,22	<input type="checkbox"/> 0,26	<input type="checkbox"/> 0,34		
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	1,4	<input checked="" type="checkbox"/> 2,7		<input type="checkbox"/> 1,0	<input type="checkbox"/> 1,2	<input checked="" type="checkbox"/> 1,4	<input checked="" type="checkbox"/> 1,8		
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	1,3	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input checked="" type="checkbox"/> 1,6	<input checked="" type="checkbox"/> 2,0	<input checked="" type="checkbox"/> 2,4	<input checked="" type="checkbox"/> 3,0		

* EH 100 für Bestandsgebäude wurde nur bis zum 28.07.2022 gefördert.

EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
feste Biomasse	245289	100,0

Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 65 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

EE-Klasse Zusatzanforderungen

Summe Deckungsgrad: 100,0%

5 FAZIT

Der Landkreis Cloppenburg plant die energetische Sanierung von Haus Roter in Cloppenburg. Für den vorliegenden Beratungsbericht wurde zunächst eine Bestandsaufnahme des Gebäudes durchgeführt und der Ist-Zustand in Bezug auf die Gebäudehülle und die vorhandene Anlagentechnik aufgenommen, sowie die aktuellen Energieverbräuche dargestellt.

Anschließend wurden, auf Grundlage der Ist-Analyse, verschiedene Sanierungsvarianten in Form der Einzelmaßnahmen SV 1 bis SV 5 ausgearbeitet. Die rechnerisch höchste, jährliche Einsparung an Endenergie (ca. 6 % im Vergleich zum Ist-Zustand) ergibt sich demnach durch den Einbau einer Pelletheizung als Ersatz für die vorhandene Gasheizung. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsvariante könnten die CO₂-Emissionen um ca. 80 % (mehr als 15 Tonnen pro Jahr) gesenkt werden.

In Bezug auf den baulichen Wärmeschutz bietet der Fenster- und Außentürentausch das größte Einsparpotential. Hierdurch könnten ca. 7 % der Endenergie eingespart werden, wodurch der CO₂-Ausstoß pro Jahr um ca. 6 % (mehr als 1 Tonnen pro Jahr) sinken würde.

Durch eine Kombination aller Einzelmaßnahmen wären Einsparungen an Endenergie von ca. 18 % bzw. an CO₂-Emissionen von ca. 89 % (mehr als 16 Tonnen pro Jahr) im Vergleich zum Ist-Zustand möglich.

Hinsichtlich der gesteckten Klimaschutzziele des Landkreis Cloppenburg, bis 2035 treibhausgasneutral zu werden, wird die Umsetzung der Maßnahmenkombination empfohlen. Sollte sich dazu entschlossen werden, nur einzelne Maßnahmen durchzuführen, bieten sich vor allem der Ersatz der vorhandenen Heizungsanlage durch eine regenerative Wärmeversorgung und ein Fenster- und Außentürentausch an.

Wie die Berechnungen gezeigt haben, können die zu erwartenden CO₂-Emissionen auch bei einer Umsetzung der Maßnahmenkombination nicht gänzlich vermieden werden und liegen bei knapp 2 Tonnen pro Jahr. Allerdings wird sich der deutsche Strom-Mix im Laufe der nächsten Jahre voraussichtlich deutlich verbessern und die anzusetzenden CO₂-Emissionen pro kWh Strom werden weiter sinken. Damit das Ziel der Treibhausgasneutralität tatsächlich erreicht wird, sind für die zunächst verbleibenden Emissionen Kompensationsmaßnahmen zu ergreifen. Diese könnten z. B. der Bau und Betrieb eigener regenerativer Energieerzeugungsanlagen wie Windenergieanlagen oder Freiflächen PV-Anlagen sein. Auch eine Beteiligung an solchen Anlagen könnte zur bilanziellen Treibhausgasneutralität führen.

Um die vollständige Fördersumme für Einzel- oder Gesamtanierungen auszuschöpfen, sollten Fördermittel rechtzeitig beantragt und auf die Möglichkeit der Kombination mit weiteren Maßnahmen geprüft werden.

6 ANHANG

A.1 GLOSSAR

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

Energiebedarf

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

Jahres-Primärenergiebedarf

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mithilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. CO₂-Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energie-sparverordnung.

Endenergiebedarf

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm ab-

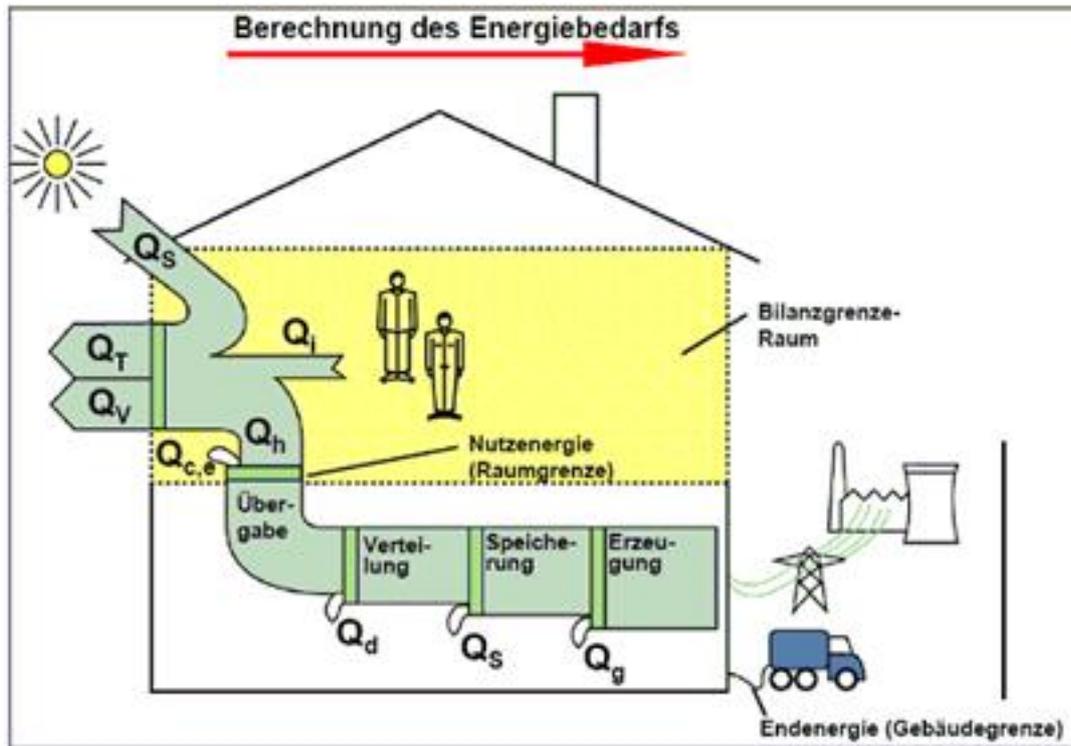


Abbildung 42 Primärenergie

gerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe. Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

Nutzenergie

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

Transmissionswärmeverluste Q_T

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

Lüftungswärmeverluste Q_V

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

Trinkwassererwärmung

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u. ä.) ermittelt.

U-Wert (früher k-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. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

Solare Wärmegewinne Q_s

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

Interne Wärmegewinne Q_i

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

Anlagenverluste

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung Q_g (Abgasverlust), ggf. Speicherung Q_s (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung Q_d (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe Q_c (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

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.

Gebäudevolumen V_e

Das beheizte Gebäudevolumen ist, das anhand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem

Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminnen nach außen dringt.

Kompaktheit A/V

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

Gebäudenutzfläche A_N

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

Heizwert / Brennwert

Der Heizwert gibt an, wie viel Energie ein Stoff enthält, wenn diese durch einfaches Verbrennen als Wärme nutzbar gemacht wird. Die im Abgas befindliche Energie entweicht hierbei ungenutzt. Durch den Einsatz der Brennwerttechnik kann jedoch auch den Verbrennungsabgasen Energie entzogen werden. Der Brennwert liegt daher höher als der Heizwert.