



BERATUNGSBERICHT
zur energetischen Betrachtung
von Nichtwohngebäuden

FÜR DAS „EHEMALIGE FINANZAMT“ IN CLOPPENBURG

Auftraggeber
Landkreis Cloppenburg
Eschstraße 29
49661 Cloppenburg

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

Greven, den 05. April 2023

Christof Kattenbeck



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	20
3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	20
3.4.2 Energieverbrauchskennwerte.....	21
3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE	23
3.5.1 Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG 2020 und BEG-Förderung	23
3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....	24
3.6 WÄRMEBRÜCKEN.....	25
3.7 ANLAGENTECHNIK.....	26
3.7.1 Heizungsanlage.....	26
3.7.2 Warmwasserversorgung.....	26
3.7.3 Beleuchtung	26
3.7.4 Lüftungstechnik.....	26
3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG.....	27
3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes	27
3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand	27
3.8.3 Energiekosten	31
3.8.4 Preissteigerung durch CO ₂ -Steuer	31
3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	32
4 Sanierungsvarianten.....	33
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	33

4.2	SV 1: LED-BELEUCHTUNG	33
4.3	SV 2: SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE	37
4.4	SV 3: PV-ANLAGE	42
4.5	SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION	46
4.6	EFFIZIENZGEBÄUDEBETRACHTUNG	50
5	Fazit	51
6	Anhang	52
A.1	GLOSSAR	52

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Lageplan.....	14
Abbildung 2 Außenansicht, Blickrichtung Nordwesten	16
Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Südwesten.....	16
Abbildung 4 Kellergeschoss.....	16
Abbildung 5 Kellerdeckendämmung	16
Abbildung 6 Medienzentrum.....	16
Abbildung 7 Klassenraum.....	16
Abbildung 8 Leuchtstofflampe.....	16
Abbildung 9 Zweifach Verglasung, Baujahr 2011	16
Abbildung 10 Dachflächen gedämmt	16
Abbildung 11 Elektro-Warmwasserspeicher	16
Abbildung 12 Gas-Brennwertkessel	16
Abbildung 13 Heizungsverteilung	16
Abbildung 14 3D-Ansicht des ehemaligen Finanzamtes (Simulation).....	17
Abbildung 15 3D-Ansicht des ehemaligen Finanzamtes, zониert (Simulation).....	17
Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599	18
Abbildung 17 Grundriss Erdgeschoss, zониert	19
Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zониert	19
Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zониert	19
Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zониert.....	19
Abbildung 21 Grundriss Spitzboden, zониert	19
Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung.....	21
Abbildung 23 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte	22
Abbildung 24 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste.....	28
Abbildung 25 Energiebilanz des Gebäudes	29
Abbildung 26 Gesamtbewertung des Gebäudes.....	29
Abbildung 27 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes	30
Abbildung 28 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1	35
Abbildung 29 Heizungsanlage.....	37
Abbildung 30 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2	39
Abbildung 31 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2	40
Abbildung 32 Vorschlag Dachbelegung mit einer PV-Anlage	42
Abbildung 33 Deckung des Gesamtverbrauchs	44

Abbildung 34 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4	47
Abbildung 35 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4	47
Abbildung 36 Primärenergie.....	53

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Daten.....	15
Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung.....	18
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch	20
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte.....	22
Tabelle 5 Gebäudekennwerte	23
Tabelle 6 Wandaufbau Innendämmung	24
Tabelle 7 Dachaufbau Satteldach.....	24
Tabelle 8 Dachaufbau Gauben.....	25
Tabelle 9 Dachaufbau Flachdach.....	25
Tabelle 10 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599	27
Tabelle 11 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung.....	27
Tabelle 12 Darstellung der jährlichen Verluste	28
Tabelle 13 Bezugskosten nach Energieträger.....	31
Tabelle 14 Bezugskosten nach Energieträger (Stand: 17.08.2022).....	31
Tabelle 15 Globale Daten zur Ökonomie.....	31
Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1	35
Tabelle 17 Einsparpotenzial, SV 1	36
Tabelle 18 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2	40
Tabelle 19 Einsparpotenzial, SV 2	41
Tabelle 20 PV-Anlage	43
Tabelle 21 Verbraucher	43
Tabelle 22 Batteriesystem	43
Tabelle 23 Autarkiegrad	44
Tabelle 24 Zahlungsübersicht	44
Tabelle 25 Vergütung und Einspeisung.....	45
Tabelle 26 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4	48
Tabelle 27 Einsparpotenzial, SV 4	48
Tabelle 28 Kostenannahmen Preisbremse	49
Tabelle 29 Einsparpotenzial, SV 4 mit Preisbremse.....	49

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Energieberatungsbericht für das ehemalige Finanzamt 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 Durchführungsbeteiligten. 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.

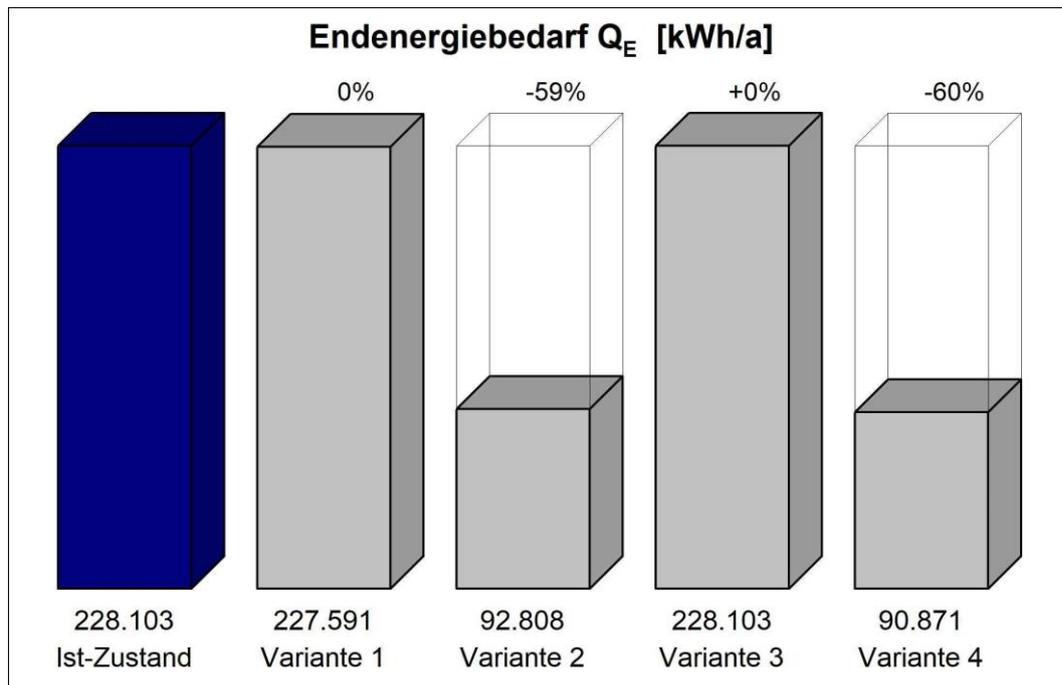
Ist-Zustand

Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - 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. Wie in Kap. 4.3 beschrieben, führt die Wärmepumpe (Var. 2) bei den Bestandspreisen („alte“ Preise) noch zu einer Erhöhung der Brennstoffkosten. Bei aktuell ortsüblichen Energiepreisen („neue“ Preise) reduzieren sich die Kosten durch die Wärmepumpe deutlich.

Ist-Zustand

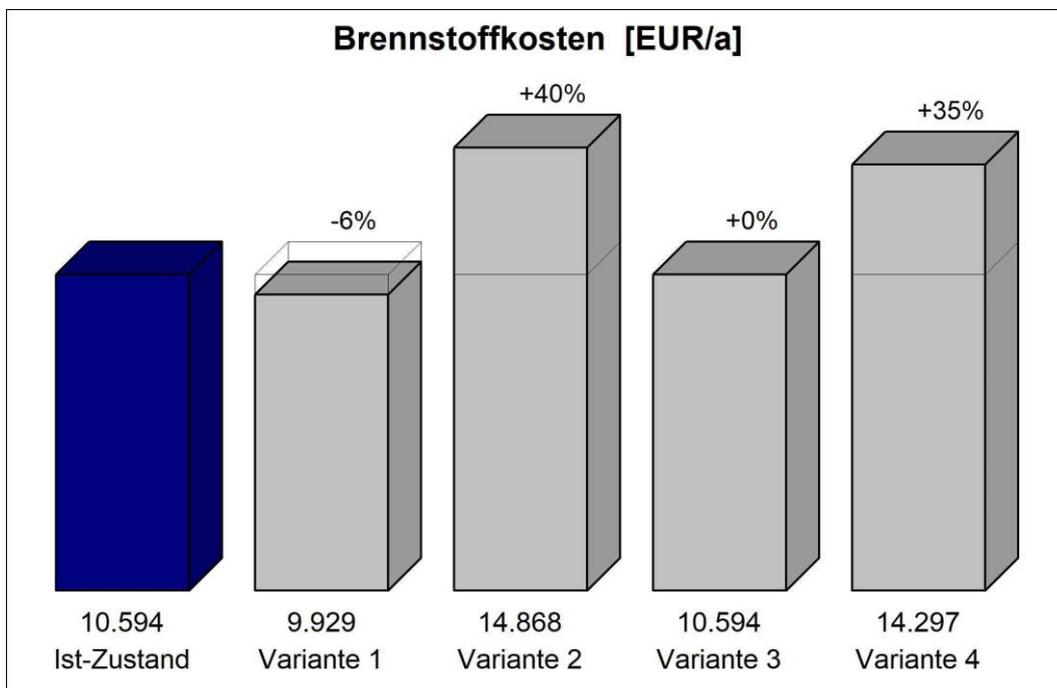
Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - Maßnahmenkombination

Brennstoffkosten nach alten Preisen:



Ist-Zustand

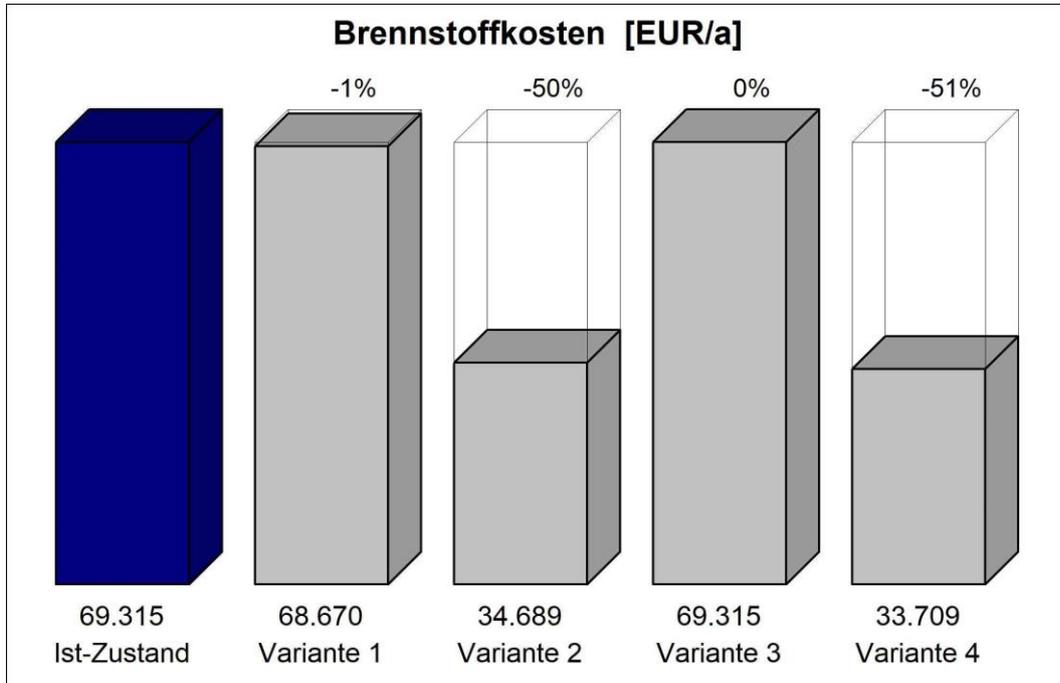
Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - 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.

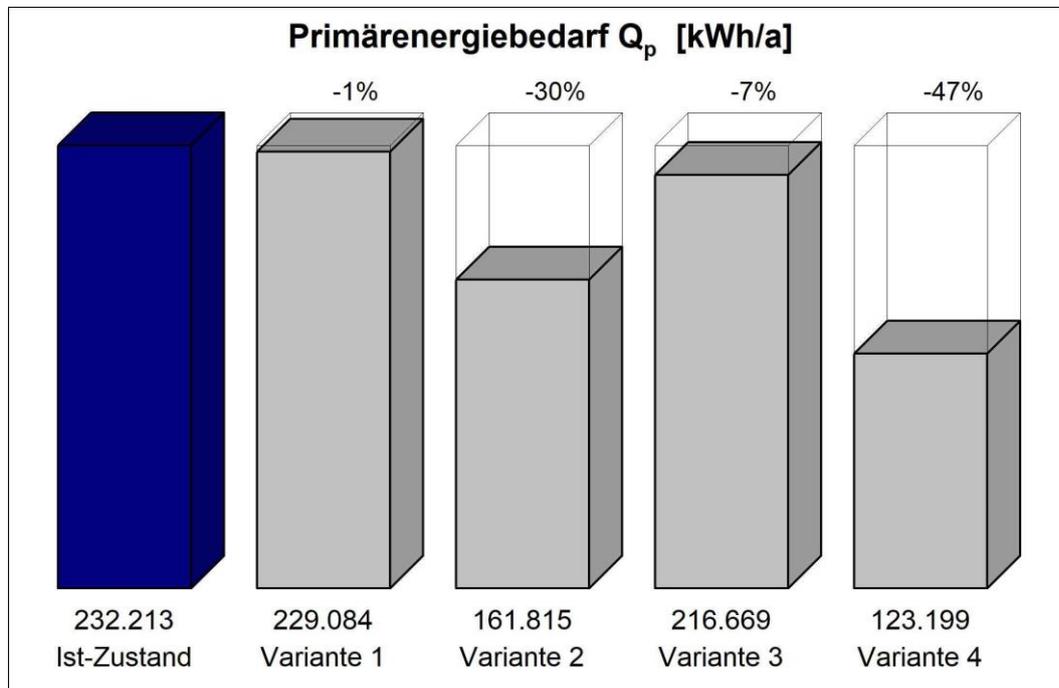
Ist-Zustand

Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - 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.

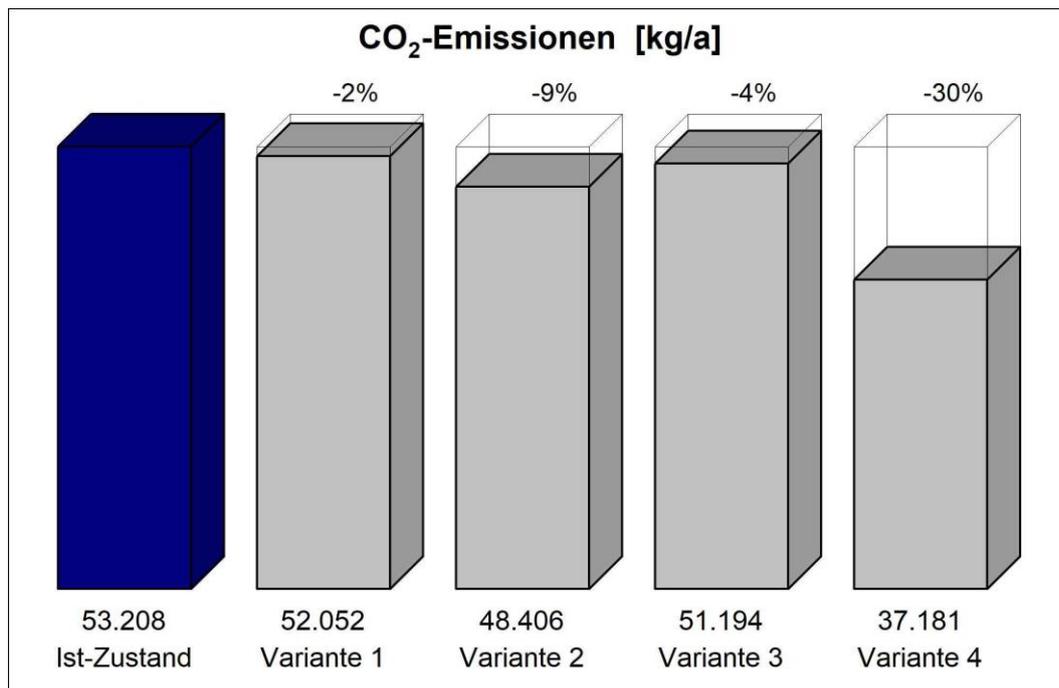
Ist-Zustand

Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - Maßnahmenkombination



2.3 INVESTITIONSKOSTEN

In der nachfolgenden Abbildung sind die Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten aufgeführt. Weiterhin wird die mittlere Kosteinsparung pro Jahr dargestellt. In den Kapiteln der jeweiligen Sanierungsvarianten werden die betrachteten Leistungen und Kosten genauer aufgeführt.

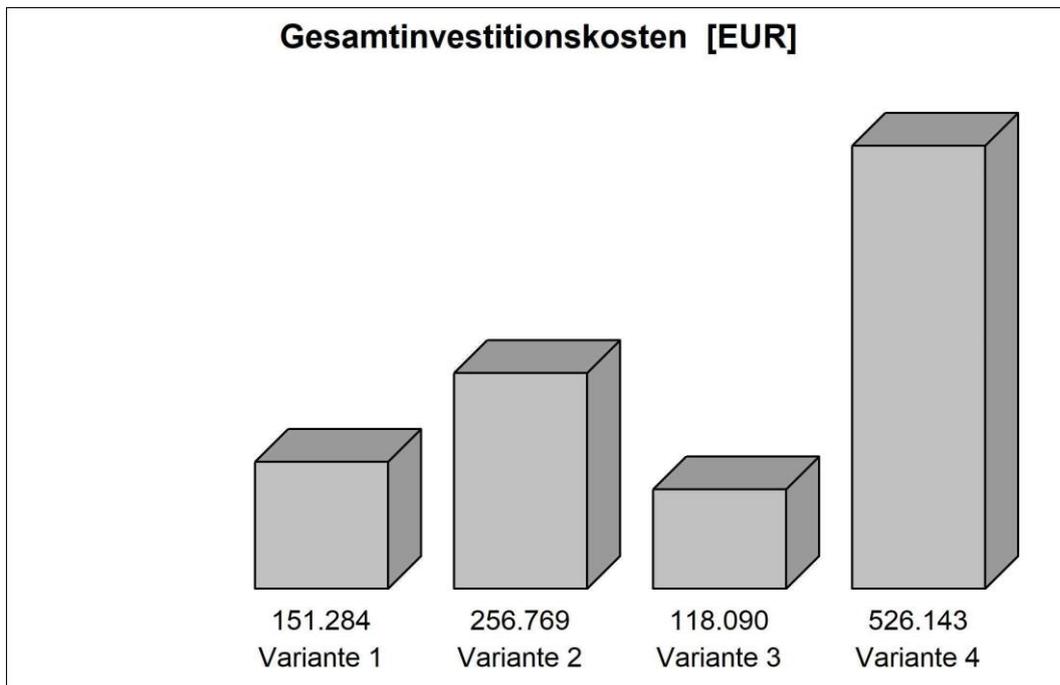
Ist-Zustand

Var.1 - LED Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - Maßnahmenkombination



3 AUSGANGSSITUATION

3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Das ehemalige Finanzamt befindet sich in der Bahnhofstraße 57 in 49661 Cloppenburg (vgl. Abbildung 1).

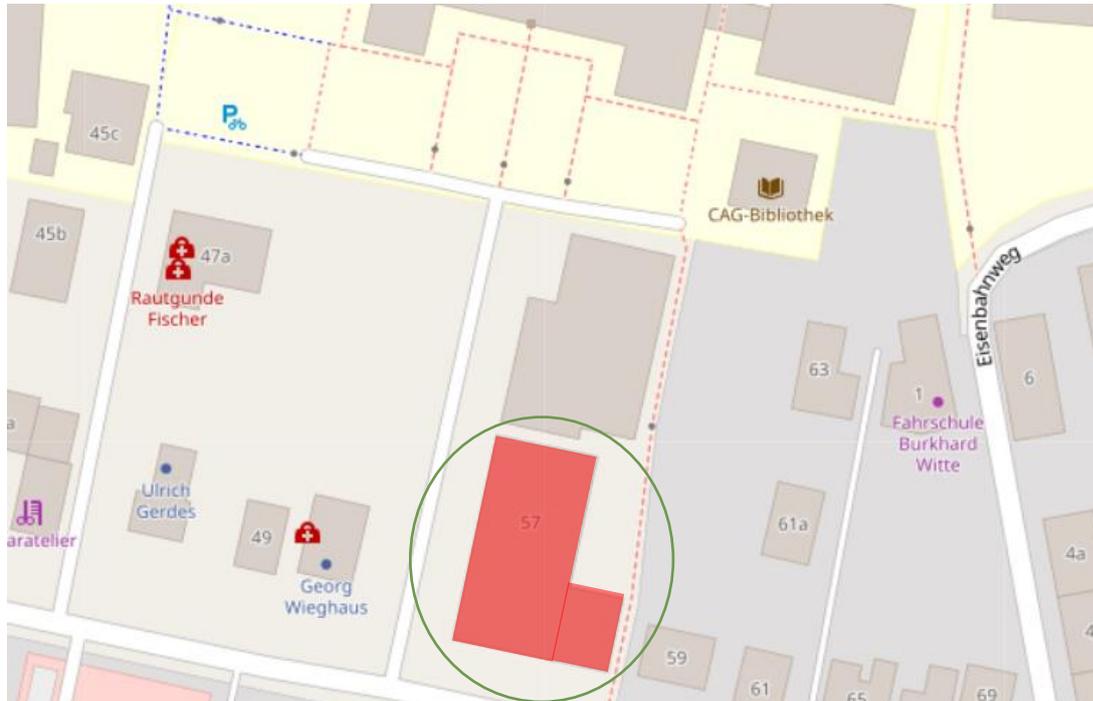


Abbildung 1 Lageplan

NIBIS® Kartenserver (2021): Grundkarte OpenStreetMap Welt farbige. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover (abgerufen am 21.12.2022)

Das zweigeschossige Gebäude mit ausgebautem Dachgeschoss wurde im Jahr 1933 in massiver Bauweise mit Satteldach errichtet und ist vollunterkellert. In den Jahren 2010/2011 fanden umfassende Sanierungsmaßnahmen statt, im Rahmen derer das Gebäude weitestgehend mit einer Innendämmung ausgestattet wurde. Darüber hinaus wurde eine Zwischensparrendämmung im Bereich der Dachflächen eingebaut und die Kellerdecke überwiegend von unten mit einer Wärmedämmung versehen. Die bekannten Bauteilaufbauten werden in Kapitel 3.5.2 dargestellt. Zudem wurden die Fenster vollständig ausgetauscht und eine neue Heizungsanlage eingebaut.

Es sind stabförmige Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen mit elektronischen und teilweise konventionellen Vorschaltgeräten vorhanden. Die Leuchten sind überwiegend mit Präsenzmeldern und Tageslichtsensoren ausgestattet.

Das ehemalige Finanzamt wird über eine Gasbrennwertheizung mit einer Leistung von 170 kW (Viessmann Vitocrossal 200 CM2) beheizt, welche im Jahr 2010 eingebaut wurde und auch die angrenzende Mensa mit Wärme versorgt. Die Warmwasserversorgung im ehemaligen Finanzamt erfolgt über elektrisch betriebene Warmwasserspeicher, welche sich direkt an den Abnahmestellen (z. B. Teeküche) befinden. Im Heizungskeller befindet sich zudem ein Warmwasserspeicher mit einem Speichervolumen von 450 l, der die Mensa mit Trinkwarmwasserversorgt. Die Erwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Tabelle 1 Allgemeine Daten

Name/Bezeichnung	1.1.18a Ehemaliges Finanzamt	
Gebäudetyp	Nichtwohngebäude	
Straße, Hausnr.	Bahnhofstraße 57	
PLZ, Ort	49661 Cloppenburg	
Baujahr	1933/ Sanierung 2010/2011	
Nutzung	u. a. durch Clemens-August-Gymnasium	
Vollgeschosse	2	
Beheiztes Gebäudevolumen V		8.265,60 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}		2.376,04 m ²
Thermische Hüllfläche		3.231,31 m ²
Geschosshöhe	2,00 m (Kellergeschoss) 3,00 m (Erdgeschoss, Obergeschoss, Dachgeschoss)	

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 Nordwesten



Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Südwesten



Abbildung 4 Kellergeschoss



Abbildung 5 Kellerdeckendämmung



Abbildung 6 Medienzentrum



Abbildung 7 Klassenraum



Abbildung 8 Leuchtstofflampe



Abbildung 9 Zweifach Verglasung, Baujahr 2011



Abbildung 10 Dachflächen gedämmt



Abbildung 11 Elektro-Warmwasserspeicher



Abbildung 12 Gas-Brennwertkessel



Abbildung 13 Heizungsverteilung

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.

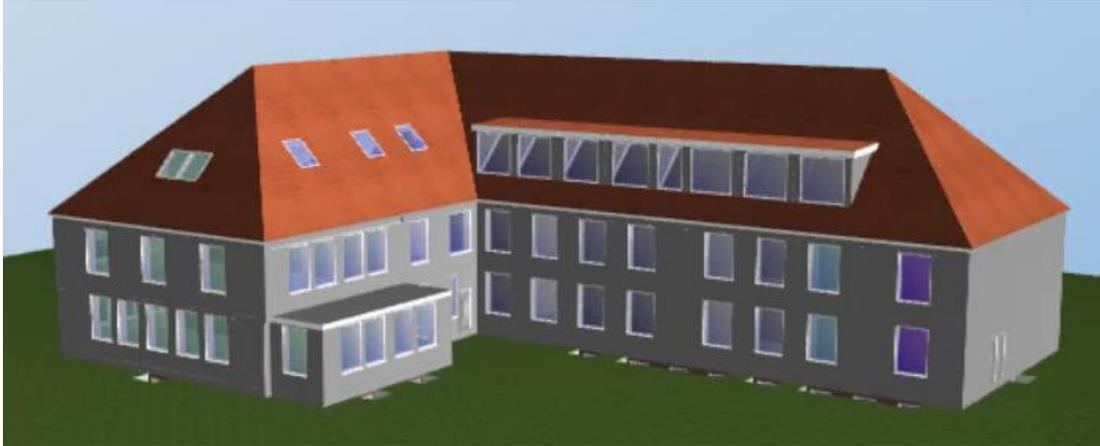


Abbildung 14 3D-Ansicht des ehemaligen Finanzamtes (Simulation)

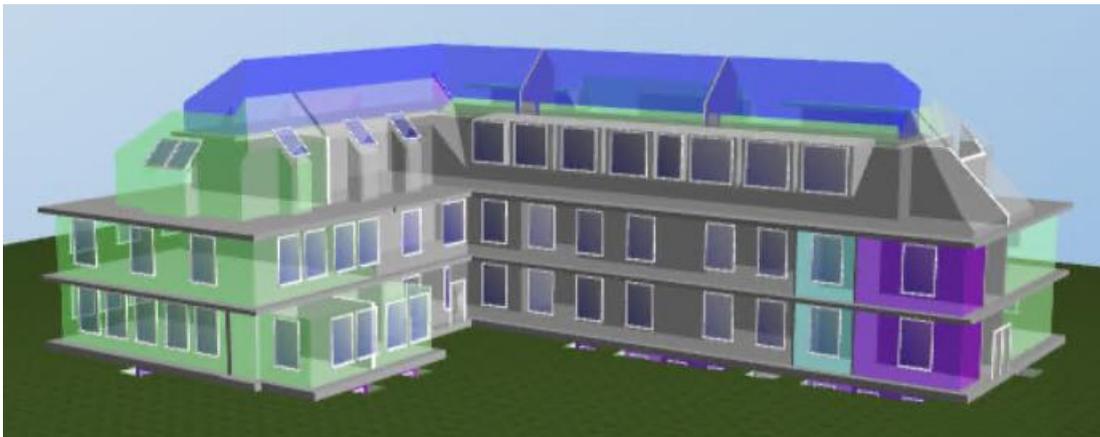


Abbildung 15 3D-Ansicht des ehemaligen Finanzamtes, zonierte (Simulation)

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		
Verkehrsfläche	19	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG, EVG	724	30,5
Gruppenbüro	2	beheizt	Leuchtstofflampen, EVG	71	3,0
WC und Sanitärräume in NWG	16	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG, EVG	91	3,8
Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	8	beheizt	Leuchtstofflampen, EVG	958	40,3
Lager	20	beheizt	Leuchtstofflampen, KVG, EVG	532	22,4
Summe				2.376	100
unbeheizt				137	

Die Zonierung im Grundriss sowie die Legende, der die Farbgebung der Zonen zu entnehmen ist, sind in der Abbildung 16 Abbildung 21 dargestellt.

Zonen nach DIN V 18599

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

Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599



Abbildung 17 Grundriss Erdgeschoss, zoniert

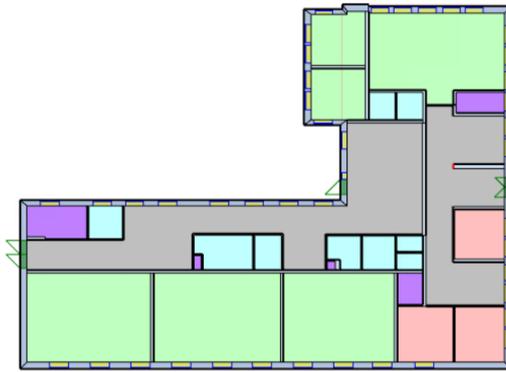


Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zoniert

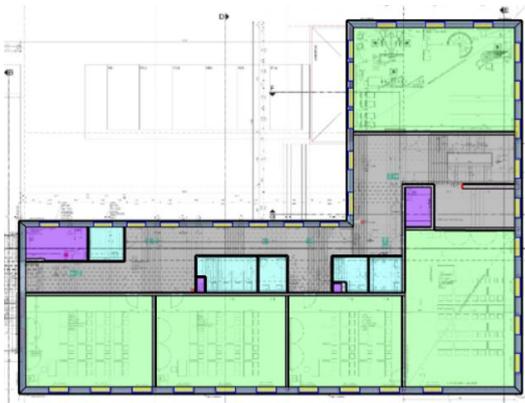


Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zoniert

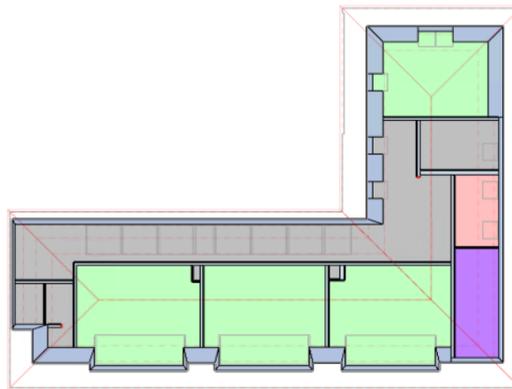


Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zoniert

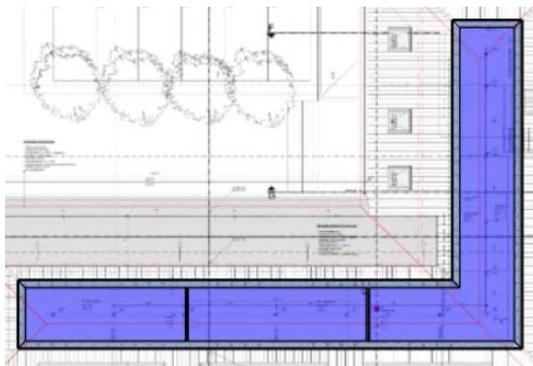


Abbildung 21 Grundriss Spitzboden, zoniert

3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Die Energieverbräuche (Wärme, Strom) einschließlich Wasserverbrauch der Liegenschaft beinhalten alle auf der Liegenschaft befindlichen Gebäude (ehemaliges Finanzamt und Mensa). Es wird empfohlen, Wärmemengen-, Wasser- und Stromzähler in den Gebäudeteilen zu installieren, um eine gebäudebezogene Bewertung der Energie- und Wasserverbräuche zu ermöglichen.

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]	178.585	174.351	179.125	181.736	182.396	179.239
Verhältnis GTZ zu langj. Mittel [-]	1,18	1,08	1,07	1,10	1,14	-
klimabereinigter Ver- brauch (Gas) [kWh/a]	211.134	187.560	191.173	200.191	207.551	199.522
Strom [kWh/a]	57.550	59.725	60.561	68.701	81.978	65.703
Gesamtenergiever- brauch [kWh/a]	268.684	247.285	251.734	268.892	289.529	265.225
Wasser [m ³ /a]	590	630	744	720	417	620

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft über den zu Verfügung stehenden Zeitraum von 2014 bis 2018 ist in Abbildung 22 grafisch dargestellt.

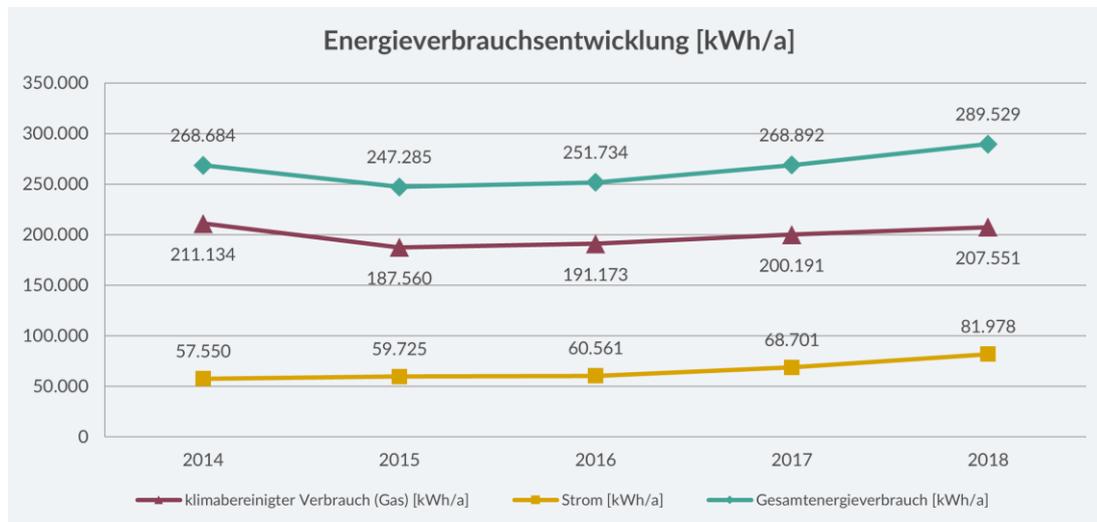


Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung

Der Gasverbrauch ist zwischen 2014 und 2015 deutlich, von knapp 211.000 kWh auf ca. 187.000 kWh, d. h. um ca. 24.000 kWh gesunken. Bis 2018 stieg der Gasverbrauch dann deutlich bis auf fast 208.000 kWh, d. h. um ca. 20.000 kWh an. Der Stromverbrauch ist zwischen 2014 und 2018 von ca. 60.000 kWh auf ca. 82.000 kWh, d. h. um ca. 22.000 kWh gestiegen. Während der Anstieg zwischen 2014 und 2016 nur leicht war, ist zwischen 2016 und 2018 ein stärkerer Anstieg zu erkennen. Nach den Angaben des Landkreises Cloppenburg ist dies auf die Übernahme des Stromzählers der Mensa durch den Landkreis zurückzuführen.

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 der Liegenschaft, d. h. des alten Finanzamtes und der Mensa mit 3.949 m². Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.²

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)

Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte

Energieträger	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ² NGFa] bzw. [dm ³ /m ² NGFa]		
	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert
Strom	5	17	13
Wärme	56	51	97
Wasser	64	157	145

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

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 23 stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser dar.

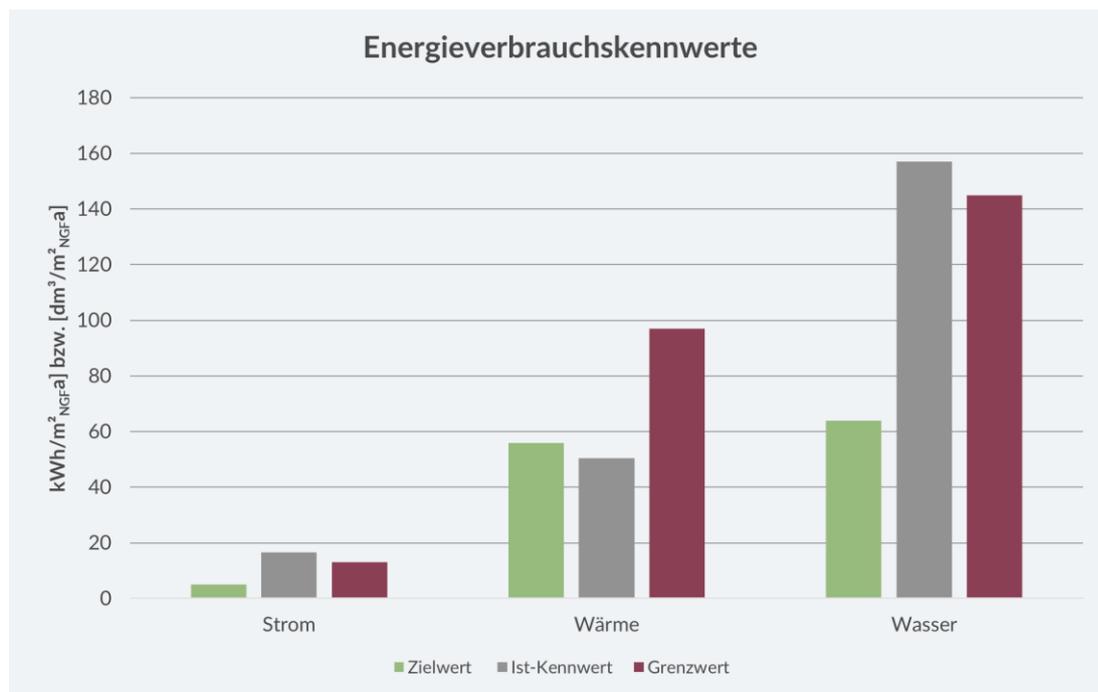


Abbildung 23 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

Die Energieverbrauchskennwerte für Wärme ist niedriger als der Ziel- und Grenzwert. Die Kennwerte für Strom und Wasser liegen über dem Vergleichsgrenzwert. Hier könnte eine Umstellung der Beleuchtung auf hocheffiziente LED-Beleuchtung den Stromverbrauch in Richtung des Zielwertes senken. Der höhere Wasserverbrauch ist ggf. mit einem höheren Wasserbedarf der Mensa zu begründen, der in der Gebäudekategorie „Schulen ohne Turnhallen“ nicht berücksichtigt wird.

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.

3.5.1 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 effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) mit angegeben⁴.

Tabelle 5 Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m ² K)]		
	Ist-Zustand	GEG ⁵	BEG-Förderung ⁶
<i>Bauteilgruppe: Bodenflächen gegen unbeheizt</i>			
Bodenplatte gegen Erdreich	1,60	0,30	0,25
<i>Bauteilgruppe: Außenwand</i>			
Außenwände (gedämmt 2010/2011)	0,43/0,45	0,24	0,20
<i>Bauteilgruppe: Dachflächen, Decken gegen unbeheizte Räume</i>			
Satteldach (gedämmt 2010/2011)	0,27		
Gauben (gedämmt 2010/2011)	0,21	0,20	0,14
Flachdach (gedämmt 2010/2011)	0,20		
<i>Bauteilgruppe: Fenster</i>			
Fenster, zweifach verglast (2011)	1,30	1,30	0,95
Außentüren	1,80	1,80	1,30

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

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.

3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

In den vorliegenden Grundrissen des Gebäudes sind Angaben zu den Wand- und Dachaufbauten der im Jahr 2010/2011 sanierten Gebäudeteile enthalten. Diese wurden zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der entsprechenden Außenwände und Dachflächen verwendet und in der Tabelle 6 bis Tabelle 9 dargestellt. Fehlende Schichtdichtdicken und Informationen zur Wärmeleitfähigkeit der Bauteilschichten wurden mittels Literaturangabe⁷ und / oder nach eigenen Erfahrungswerten ergänzt.

Tabelle 6 Wandaufbau Innendämmung

Wandaufbau mit Kern-/Innendämmung (von warm nach kalt)	
Innendämmung Calciumsilikat	8 cm
Sanierputz	1,5 cm
Ziegelinnenschale	20/27 cm
Luftschicht	5,5 cm
Ziegelaußenschale	11,5 cm
Sanierputz	1,5 cm
U-Wert, geschätzt	0,43/0,45 W/m ² K

Tabelle 7 Dachaufbau Satteldach

Dachaufbau Satteldach (von warm nach kalt)	
Sparschalung	2,4/6 cm
Dampfsperre, $s_d > 100$ m	
Wärmedämmung	18 cm
Sparren	8/18 cm
Unterspannbahn	
Lattung	4/6 cm
Konterlattung	4/6 cm
Hohlfalzziegel	
U-Wert, geschätzt	0,27 W/m ² K

⁷ „U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie

Tabelle 8 Dachaufbau Gauben

Dachaufbau Gauben (von warm nach kalt)		
GK-Akustikdecke		
GK-F 30 Decke		
Dampfsperre		
Wärmedämmung	18-20	cm
Sparren	8/18	cm
Gefällekeil mit mind. 2 % Gefälle		
Wasserverleimte BFU 100 G-Platte	2,4	cm
Trenn- und Ausgleichsbahn		
Bituminöse Abdichtung 2-fach		
U-Wert, geschätzt	0,21	W/m ² K

Tabelle 9 Dachaufbau Flachdach

Dachaufbau Flachdach (von warm nach kalt)		
GK-Akustikdecke		
GK-F 30 Decke		
Stahlbetondecke	22	cm
Dampfsperre		
Wärmedämmung	18-29,5	cm
Sparren	8/18	cm
Wasserverleimte BFU	24	mm
Trenn- und Ausgleichsbahn		
Bituminöse Abdichtung 2-fach		
U-Wert, geschätzt	0,20	W/m ² K

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

Erzeugung	<i>Viessmann Vitocrossal 200 CM2</i>
	<i>Baujahr: 2010</i>
	<i>Nennleistung: 170 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>Umwälzpumpen geregelt</i>
	<i>Übergabe an alle Zonen über Heizkörper</i>

3.7.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt dezentral an den jeweiligen Abnahmestellen (z. B. Teeküche) über Elektro-Warmwasserspeicher. Der Verbrauch wird als gering angenommen und kann gem. DIN V 18599-10 Tabelle 6 vernachlässigt werden, wenn der Nutzenergiebedarf für die Warmwasserbereitung unter 0,2 kWh pro Person liegt.

3.7.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Räume des ehemaligen Finanzamtes erfolgt über Leuchtstoffröhren mit konventionellen (Keller) und elektronischen Vorschaltgeräten (KVG/EVG). Die Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten sind mit Präsenzmeldern und Tageslichtsensoren ausgestattet. Mit Ermittlung der elektr. 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 im ehemaligen Finanzamt nicht vorhanden. Einzelne innenliegende Räume sind mit dezentralen Abluftanlagen ausgestattet.

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 ingenieurstechnische 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 10 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599

Endenergiebedarfskennwerte⁸ des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
Heizung	122,32
Beleuchtung	2,56

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 11 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung

Endenergiebedarfskennwerte⁸ des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
Heizung	93,35
Beleuchtung	2,65

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

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.

⁸ siehe unter Erläuterung zu den Energieberichten im Kapitel 4 Glossar und Definition

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 12 Darstellung der jährlichen Verluste

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Transmissionsverluste		
Dach	18.658	11,7
Außenwand	45.110	28,3
Fenster	40.954	25,7
Keller/Erdreich	54.760	34,3
Gesamt	159.482	100,0
Lüftungsverluste		
Gesamt	83.166	100,0
Anlagenverluste		
Gesamt	56.267	100,0

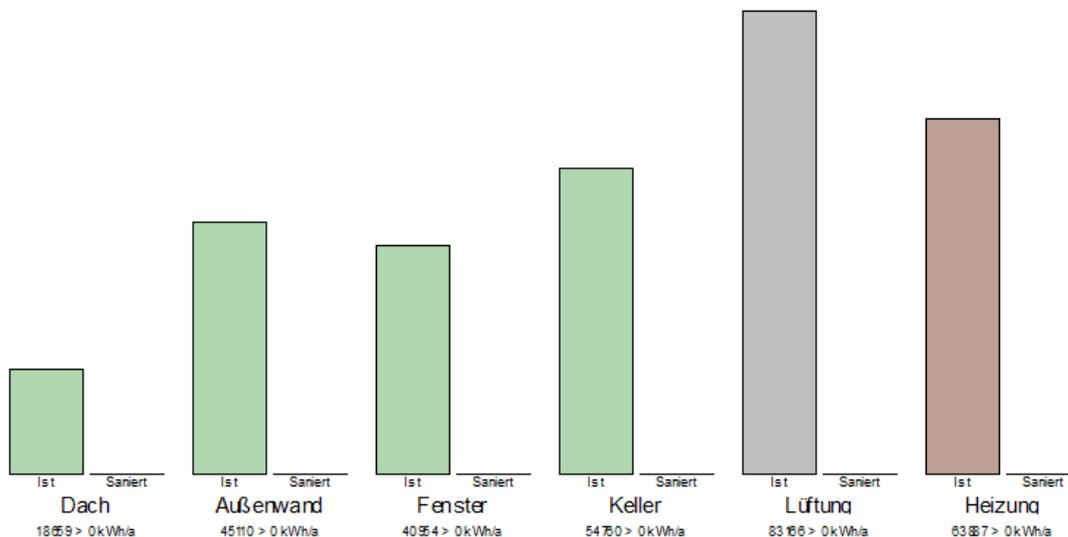


Abbildung 24 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste

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.

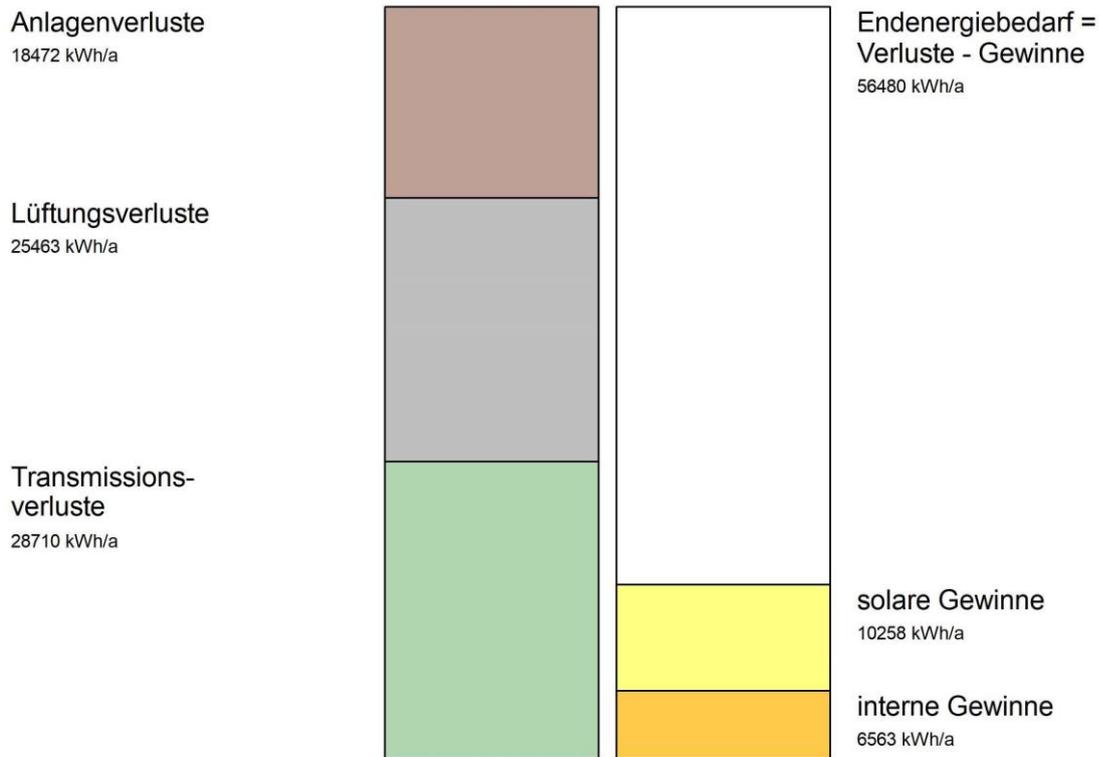


Abbildung 25 Energiebilanz des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m^2 Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser $98 \text{ kWh}/m^2a$.

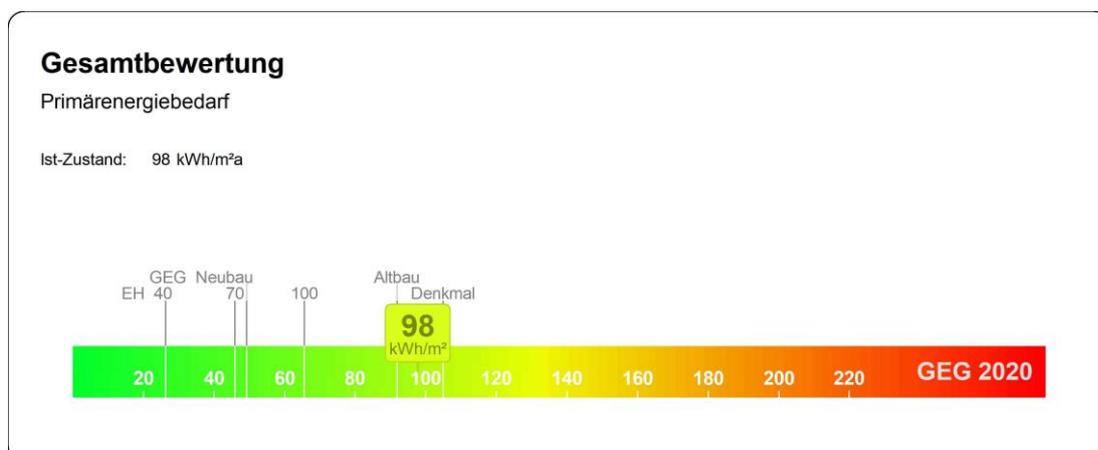


Abbildung 26 Gesamtbewertung des Gebäudes

Der energetische Ist-Zustand des ehemaligen Finanzamtes ist durch die umfassenden Sanierungsmaßnahmen deutlich besser als dem Zustand des Baualters entsprechend. Die nachfolgende Abbildung 27 zeigt die berechneten Werte für den Primärenergiebedarf Q_p [kWh/m^2a], den mittleren U-Wert opaker Bauteile [W/m^2K] 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	126,4	<input type="checkbox"/> 118,4	84,5	<input type="checkbox"/> 33,8	<input type="checkbox"/> 46,5	<input type="checkbox"/> 59,2	<input type="checkbox"/> 84,5	<input checked="" type="checkbox"/> 135,3
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,51	<input checked="" 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	1,3	<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	1,8	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input 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

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

Abbildung 27 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes

Aus Abbildung 27 wird ersichtlich, dass das Gebäude im Ist-Zustand **keinen** Effizienzgebäude-Standard erfüllt.

3.8.3 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die nachfolgenden (brutto) Verbrauchspreise je Energieträger angesetzt. Die Werte in Tabelle 13 stammen aus aktuellen Abrechnungen des Landkreises Cloppenburg.

Tabelle 13 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 14 dargestellten Werte aus aktuellen Tarifen festgelegt. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird mit beiden Werten gerechnet.

Tabelle 14 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 15 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. Das Jahr 2023 wurde von einer Steigerung ausgenommen, so dass der CO₂ Preise in diesem Jahr auf dem Niveau von 2022, d. h. bei 30 EUR/t CO₂ bleibt.

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 - LED-Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe (SWP)

Var.3 - PV-Anlage

Var.4 - Maßnahmenkombination

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Durch die Umsetzung aller vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen kann ein hohes Maß an Energie und CO₂-Emissionen eingespart werden (vgl. Kap. 4.5). Ein Effizienzgebäude-Standard wird nicht erreicht (vgl. Kap. 4.6).

4.2 SV 1: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Sanierungsvariante werden, die im ehemaligen Finanzamt vorhandenen Leuchtstofflampen 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.

<i>Zone</i>	<i>Preis [€/m²]</i>	<i>Fläche [m²]</i>	<i>Summe [€]</i>
<i>Gruppenbüro</i>	140	70,65	9.891
<i>WC- und Sanitärräume</i>	90	91,24	8.212
<i>Klassenzimmer</i>	80	958,40	76.672
<i>Verkehrsfläche</i>	45	724,26	32.592
<i>Lager</i>	45	531,48	23.917
<i>Gesamtausgaben</i>			151.284

Anmerkung: Die Preise beruhen auf Licht-Berechnungen von Beispielräumen ehemaligen Finanzamtes 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 raumluftechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Innenbeleuchtungssysteme
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 22.692 € beantragt werden.

Alternativ können 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 Förderschwerpunkten 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 37.821 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden.

Eine Kumulation der beiden Förderprogramme ist nicht möglich.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes nur sehr gering. Dies liegt daran, dass der Heizwärmebedarf aufgrund der geringeren Wärmeabgabe der LED-Beleuchtung steigt. Trotz der Zunahme des Wärmebedarfs wird dennoch Energie eingespart.

Der derzeitige Endenergiebedarf von 228.103 kWh/Jahr reduziert sich auf 227.591 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 512 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1.156 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 96 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.

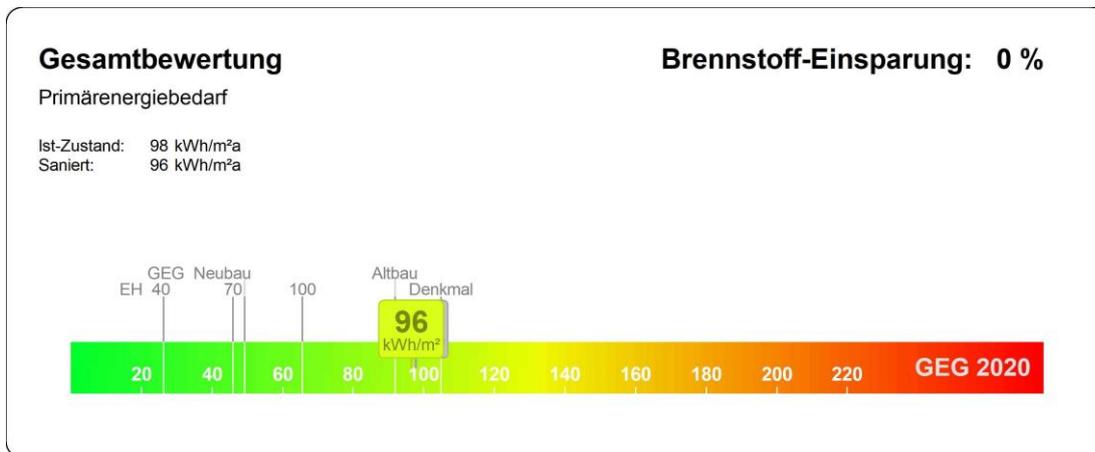


Abbildung 28 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	151.284 EUR
Mögliche Fördermittel - BEG EM (15 %)	22.692 EUR
Mögliche Fördermittel - Kommunalrichtlinie (25 %)	37.821 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	151.284 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 1

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
<i>Kapitalkosten</i>	10.169	10.169
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	14.796	102.329
<i>Summe</i>	24.965	112.498
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	15.787	103.290
Einsparung	-9.178	-9.208
Amortisationszeit	-	-

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.

4.3 SV 2: SOLE-WASSER-WÄRMEPUMPE

Das ehemalige Finanzamt wird über eine Gasbrennwertheizung (Viessmann Vitocrossal 200 CM2) aus dem Jahr 2010 mit einer Leistung von 170 kW mit Wärme versorgt (vgl. Abbildung 29).



Abbildung 29 Heizungsanlage

Die vorhandene Heizungsanlage wird um eine Wärmepumpe ergänzt, welche das Gebäude bei einer Gesamtanierung auch vollständig mit Wärme versorgen könnte. Aufgrund des hohen Energiebedarfs des Gebäudes wird der Einsatz einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden empfohlen. Diese nutzt die Energie aus dem Erdreich, um das Gebäude CO₂-sparend zu beheizen. Sie entzieht dem Erdreich thermische Energie und überträgt diese als Nutzwärme in das Gebäude.

Die Dimensionierung (Anzahl und Tiefe) der Sonden hängt maßgeblich von der Leistung der Wärmepumpe und den Randbedingungen des Standorts ab. Nach der Themenkarte „Geothermie“ des NIBIS® Kartenserver (2021) sind für die Nutzung von Sonden im Bereich des ehemaligen Finanzamtes in Cloppenburg keine

Einschränkungen bekannt (abgerufen am 04.01.2023). Das vorliegende Grundstück liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten ([https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/Themenkarte „Hydrologie“](https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/Themenkarte_„Hydrologie“), abgerufen am 04.01.2023). Die einzelnen Sonden sollten mindestens einen Abstand von 6 m zueinander haben, um eine gegenseitige thermische Beeinflussung der Sonden zu vermeiden.

Für die Dimensionierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe und die Umsetzung dieser Maßnahme ist ein Fachplanungsbüro hinzuzuziehen. Darüber hinaus wird empfohlen, einen Thermal Response Test (TRT) durchzuführen, mit dem die erforderlichen Untergrundparameter zur Dimensionierung einer Erdwärmeanlage ermittelt werden können.

Als Alternative zur Nutzung von Tiefensonden, kann ein Eisspeicher zur Ausführung kommen. Ein Eisspeicher besteht aus einer wassergefüllten Zisterne, die vollständig unterirdisch eingebaut wird. Die Zisterne selbst besteht meist aus Beton und ist nicht isoliert. Die Wärmepumpe entzieht dem Wasser in der Zisterne die enthaltene Wärme bis es vollständig gefroren ist. Die Regeneration (Auftauen) des Speichers erfolgt im Wesentlichen über das umgebende Erdreich. Aber auch andere (Ab-)Wärmequellen können hierfür genutzt werden.

In der Simulation dieser Sanierungsmaßnahme wurde eine Wärmepumpe mit einer Leistung von ca. 101 kW vorgesehen. Alternativ können auch mehrere Wärmepumpen mit einer niedrigeren Leistung eingesetzt werden. Die Vorlauftemperatur wurde mit 55°C angenommen. Hierdurch können bis zu 90 % der benötigten Wärme durch die Wärmepumpe bereitgestellt werden. Aus der Kälteleistung der simulierten Wärmepumpe (ca. 79 kW) und der am Standort angenommenen Wärmeentzugsleistung des Bodens (ca. 55 W/m, für wassergesättigten Sand) wurde ermittelt, dass überschlägig 15 Sonden mit einer Tiefe von 100 m erforderlich wären.

Wärmepumpen laufen effizienter, je niedriger die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage eingestellt wird. Hierfür könnten beispielsweise Deckenheizungen in einer abgehängten Decke eingebaut werden. Hier würden dann Vorlauftemperaturen zwischen 26°C und 38°C

ausreichen. Die Kosten für eine Deckenheizung können auf bis zu 200 - 300 €/m² geschätzt werden. Zudem könnte der Einbau einer Deckenheizung mit dem Einbau von LED-Beleuchtung verbunden werden (Variante 1).

Da die Wärmepumpe einen erhöhten Strombedarf hat, kann diese Maßnahme sinnvoll mit der Installation einer PV-Anlage kombiniert werden (Variante 3).

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet. Nicht enthalten sind etwaige Kosten für die Erweiterung des Kellerraums oder der Schaffung einer Unterbringung in einem separat zu errichtenden Heizungsanbau, falls erforderlich. Durch die Bohrungen der Tiefensonden können, abhängig von der Wahl des Standorts, zusätzliche Kosten für die Wiederherstellung des Geländes entstehen, die ebenfalls nicht in den angegebenen Kosten enthalten sind.

Kostenannahmen Heizungstausch			
	Preisermittlung	Bezugsgröße	Summe [€]
Sole-Wasser-Wärmepumpe	$(520 * \text{Leistung} + 8.850) * 1,25$	96,6 kW	76.713
Tiefensonden	$(75 * \text{Länge} + 630) * 1,25$	1437 m	135.506
Einbau intelligente Einzelraumregelung	$(15 * \text{Fläche}) * 1,25$	2.376 m ²	44.550
Summe			256.769

Anmerkung: Die Preise für die Wärmepumpe, die Tiefensonden und den Einbau der Einzelraumregelung 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.

Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten:

Maßnahme	Enthaltene Leistung
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Wärmeerzeuger, Lieferung, Montage, Hilfsaggregate, thermische und elektrische Einbindung, Speicher, Inbetriebnahme, Demontage und Entsorgung, hydraulischen Abgleich*, Anpassung der Heizkurven, Messung des Stromverbrauchs und der erzeugten Wärmemenge, Lohnkosten.
Tiefensonden	Lieferung und Montage der Erdsonden, Durchführung der Bohrarbeiten, Hilfsaggregate, Anschluss an die Wärmepumpe, Inbetriebnahme, Lohnkosten.
Einbau von intelligenten Einzelraumregelungen	Lieferung und Montage der intelligenten (smarten) Einzelraumregelungen, Einbindung in das Heizungsnetz, Inbetriebnahme, Demontage und Entsorgung evtl. vorhandener Regelungen.

*Hinweis: Bei dem hydraulischen Abgleich der Sole-Wasser-Wärmepumpe 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 30 % 25 % Wärmepumpe + 5 %, da die Wärmepumpe die Wärmequelle Erdreich oder Grundwasser nutzt
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 77.030 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 59 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

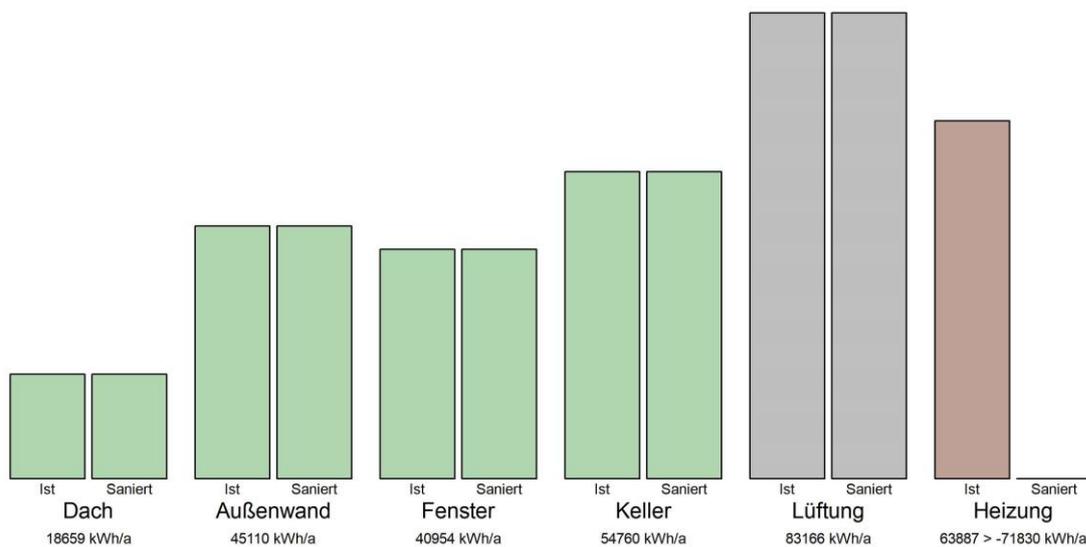


Abbildung 30 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 228.103 kWh/Jahr reduziert sich auf 92.808 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 135.295 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 4.802 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 68 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.

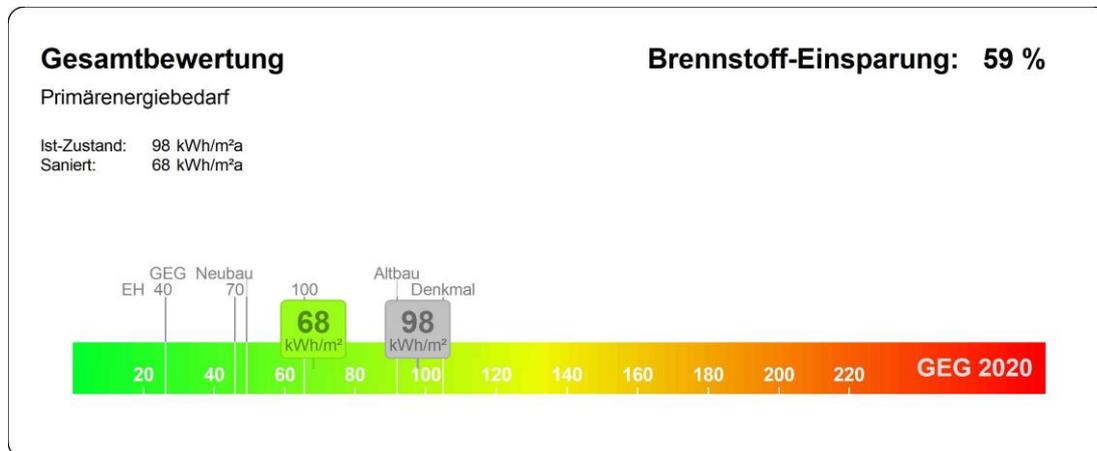


Abbildung 31 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 18 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2

Gesamtinvestitionen	256.769 EUR
Mögliche Fördermittel	77.030 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	256.769 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 2

	<i>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	17.259	17.259
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	22.155	51.693
<i>Summe</i>	39.414	68.952
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	15.787	103.290
<i>Einsparung</i>	-23.627	34.338
<i>Amortisationszeit</i>	-	8 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 8 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.

4.4 SV 3: PV-ANLAGE

In dieser Sanierungsvariante wird die Errichtung einer PV-Anlage vorgeschlagen, um den aktuellen Strombedarf und den durch den Einbau einer Wärmepumpe (Variante 2) ggf. steigenden Strombedarf zu decken. In der Simulation wurden die verfügbaren südlichen und östlichen Dachflächen sowie das Flachdach vollbelegt (Süd-, Ost- und Ost-/West-Ausrichtung) (vgl. Abbildung 32). Zudem wurde ein Batteriespeicher vorgesehen. Die Berechnung wurde mit dem Programm PV*SOL Premium der Valentin Software GmbH⁹ 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.



Abbildung 32 Vorschlag Dachbelegung mit einer PV-Anlage
(Quelle: Simulation mit PV*SOL)

⁹ <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	68,06 kWp
Spez. Jahresertrag	919,08 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	88,03 %
Ertragsminderung durch Abschattung	3,7
PV-Generatorenergie (AC-Netz) mit Batterie	62.718 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	21.676 kWh/Jahr
Batterieladung	4.084 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	36.957 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	40,9 %
Vermiedene CO₂-Emissionen	29.226 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Tabelle 21 Verbraucher

Verbraucher	65.703 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	166 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	65.869 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	21.676 kWh/Jahr
...gedeckt durch Batterie netto	3.731 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	40.461 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	38,6 %

Gesamtverbrauch



Tabelle 22 Batteriesystem

Ladung am Anfang	16 kWh
Batterieladung (Gesamt)	4.085 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	4.084 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	1 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	3.732 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	269 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	100 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	5,4 %
Lebensdauer	19 Jahre

Tabelle 23 Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	65.869 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	40.461 kWh/Jahr
Autarkiegrad	38,6 %

Die nachfolgende Abbildung 33 zeigt die prognostizierte Deckung des Stromverbrauchs durch die PV-Anlage mit Batteriespeicher über ein Jahr.

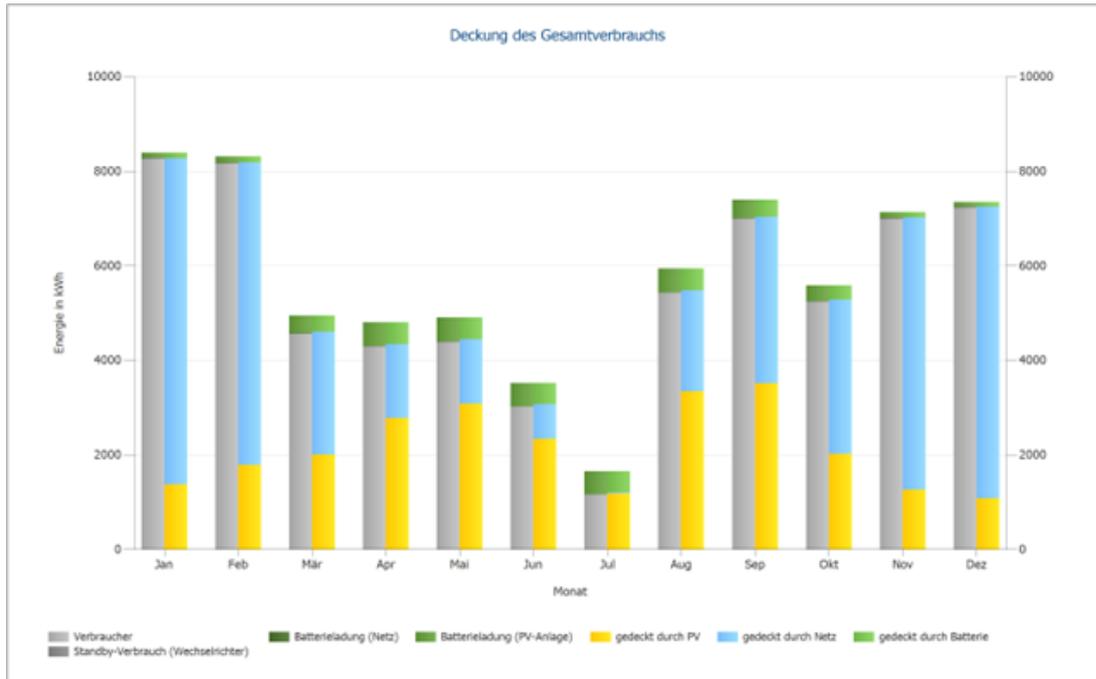


Abbildung 33 Deckung des Gesamtverbrauchs

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>	1.735,09 €/kWp
Investitionskosten	118.090,00 €
<i>Investitionen</i>	102.090,00 €
<i>Batterie</i>	16.000,00 €

Tabelle 25 Vergütung und Einspeisung

	"alte Preise"	"neue Preise"
Gesamtvergütung im ersten Jahr	2.485,60	2.485,60 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	6.007,66	11.359,02 €/Jahr
EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen		
Gültigkeit	03.01.2023 - 31.12.2043	
Spezifische Einspeisevergütung	0,067	0,067 €/kWh
Einspeisevergütung	2.485,60	2.485,60 €/Jahr
LK Cloppenburg (Example)		
Arbeitspreis	0,238	0,45 €/kWh
Grundpreis	50	50 €/Monat
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	4	4 %/Jahr
Amortisationszeit	12,5	7,9 Jahre

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

4.5 SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var.1 - LED-Beleuchtung

Var.2 - Sole-Wasser-Wärmepumpe (SWP)

Var.3 - PV-Anlage

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 LED-Beleuchtung	BEG EM	151.284	15	bis zu 22.692*
	Kommunalrichtlinie		25	bis zu 37.821
Var. 2 Hybrid Sole-Wasser-Wärmepumpe	BEG EM	256.769	30	bis zu 77.030
Var. 3 PV-Anlage	BEG EM	118.090	-	-
Summe		526.143		bis zu 114.851

* In der Summe der Fördermittel nicht berücksichtigt.

Über das Förderprogramm der BEG und der Kommunalrichtlinie könnte ein Zuschuss von bis zu 114.851 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 % für die Maßnahme 1) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 60 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

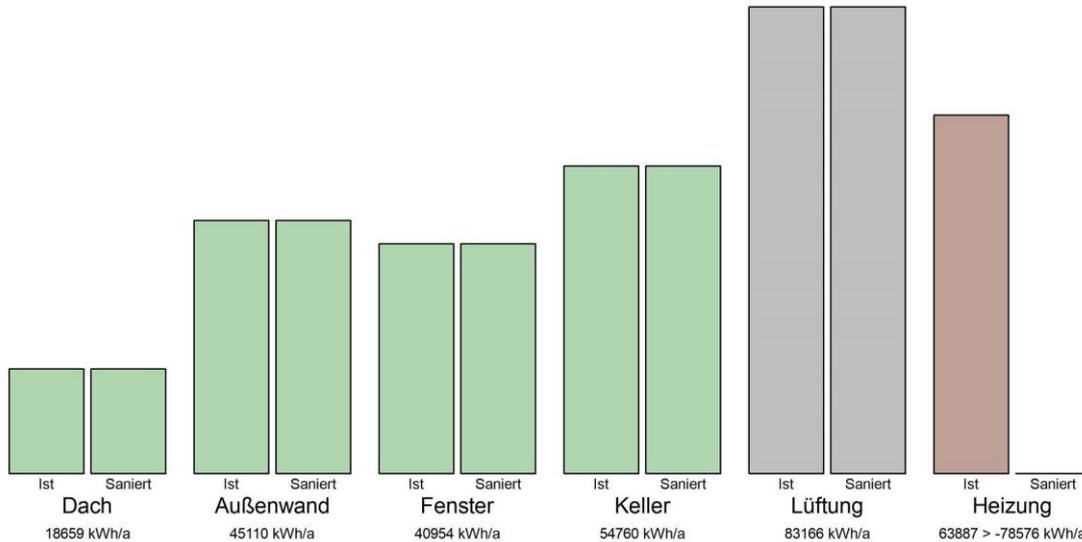


Abbildung 34 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4

Der derzeitige Endenergiebedarf von 228.103 kWh/Jahr reduziert sich auf 90.871 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 137.231 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 16.027 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 52 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.

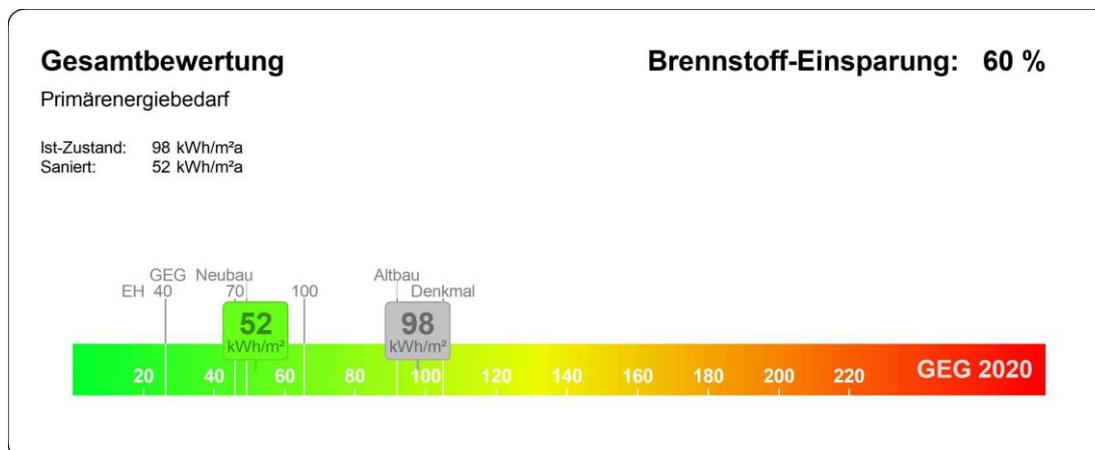


Abbildung 35 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 26 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	526.143 EUR
Mögliche Fördermittel	114.851 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	526.143 EUR

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 27 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 27 Einsparpotenzial, SV 4

	<i>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</i>
Kapitalkosten	35.365	35.365
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	21.305	50.231
Summe	56.670	85.596
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.787	103.290
Einsparung	-40.883	17.694
Amortisationszeit	-	14 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. Unter der Annahme der neuen, höheren Preise beträgt die Amortisationszeit der Maßnahme 14 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 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. 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 4 mit Preisbremse

	mittlere jährl. Kosten „Preisbremse“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	35.365
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	48.547
Summe	83.912
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	54.210
Einsparung	-29.702
Amortisationszeit	-

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der Preise der Preisbremse nicht ausreichen, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken.

4.6 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 kann kein Effizienzgebäude-Standard erreicht werden.

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	8265,6 m ³
Hüllfläche A	3231,3 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	2376,0 m ²
Fensterfläche	348,4 m ²
Außentürfläche	12,5 m ²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis	Anforderungen NWG								
	Einheit	Ist-Wert	GEG		BEG-Effizienzhaus				
			Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	70,0	<input checked="" type="checkbox"/> 118,4	84,5	<input type="checkbox"/> 33,8	<input type="checkbox"/> 46,5	<input type="checkbox"/> 59,2	<input checked="" type="checkbox"/> 84,5	<input checked="" type="checkbox"/> 135,3
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,51	<input checked="" 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	1,3	<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	1,8	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input 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 [%]
PV-Strom	24826	9,6
Wärmepumpen	143405	55,4

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

Summe Deckungsgrad: 65,0%

5 FAZIT

Der Landkreis Cloppenburg plant die energetische Sanierung des ehemaligen Finanzamtes 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.

Das Gebäude ist in den Jahren 2010/2011 umfassend energetisch saniert worden, sodass weite Maßnahmen zur Ertüchtigung der Gebäudehülle in diesem Bericht nicht empfohlen wurden. Auf Grundlage der Ist-Analyse, wurden verschiedene Sanierungsvarianten in Form der Einzelmaßnahmen SV 1 bis SV 3 ausgearbeitet. Die rechnerisch höchste, jährliche Einsparung an Endenergie (ca. 59 % im Vergleich zum Ist-Zustand) ergibt sich demnach durch den Einbau einer Sole-Wasser-Wärmepumpe als Ergänzung zu der vorhandenen Gasheizung. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsvariante könnten die CO₂-Emissionen um ca. 9 % (knapp 5 Tonnen pro Jahr) gesenkt werden.

Durch eine Kombination aller Einzelmaßnahmen wären Einsparungen an Endenergie von ca. 60 % bzw. an CO₂-Emissionen von ca. 30 % (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. Durch den gesenkten Endenergiebedarf der anderen Maßnahmen kann die eingesetzte Wärmepumpe effizienter arbeiten und auf die vorhandene Gasheizung vollständig verzichtet werden. Sollte sich dazu entschlossen werden, nur einzelne Maßnahmen durchzuführen, bieten sich vor allem die Ergänzung der vorhandenen Heizungsanlage um eine Wärmepumpe 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 gut 37 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 Gesamtsanierungen 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-

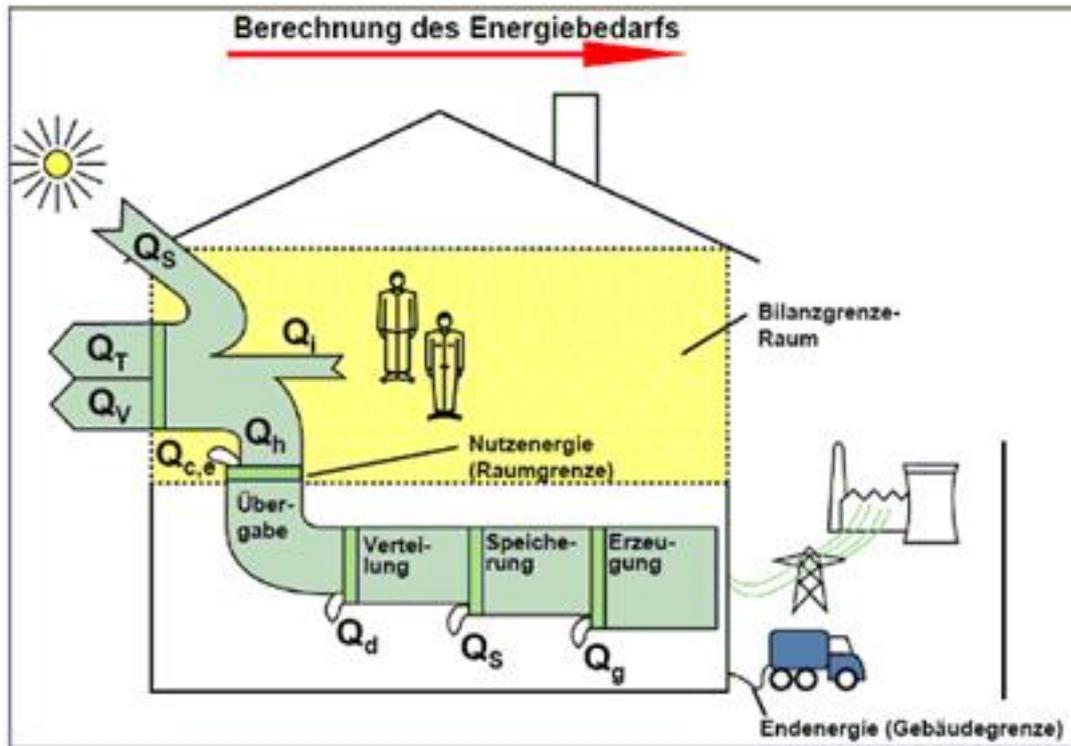


Abbildung 36 Primärenergie

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.