



BERATUNGSBERICHT

zur energetischen Betrachtung von Nichtwohngebäuden

FÜR DAS NEBENGEBÄUDE KREISHAUS CLOPPENBURG

Auftraggeber

Landkreis Cloppenburg
Eschstr. 29
49661 Cloppenburg

Greven, den 04.04.2023

Auftragnehmer

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



LANDKREIS
CLOPPENBURG
WIRISTHIER.



energielenker
Für Klima und Zukunft

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	5
1 Einleitung	6
2 Zusammenfassung	7
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG	7
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ	9
2.3 INVESTITIONSKOSTEN	10
3 Ausgangssituation	11
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES	11
3.2 FOTODOKUMENTATION	12
3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG	13
3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN	17
3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	17
3.4.2 Energieverbrauchskennwerte.....	18
3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE	20
3.5.1 Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG 2020 und BEG-Förderung	20
3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....	21
3.6 WÄRMEBRÜCKEN.....	22
3.7 ANLAGENTECHNIK.....	22
3.7.1 Heizungsanlage.....	22
3.7.2 Warmwasserversorgung.....	22
3.7.3 Beleuchtung	22
3.7.4 Lüftungstechnik.....	22
3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG.....	23
3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes	23
3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand	23
3.8.3 Energiekosten	26
3.8.4 Preissteigerung durch CO ₂ -Steuer	27
3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	27
4 Sanierungsvarianten	28
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	28
4.2 SV 1: HYDRAULISCHER ABGLEICH	29

4.3	SV 2: REGENERATIVE NAHWÄRME	32
4.4	SV 3: LED-BELEUCHTUNG	33
4.5	SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION	37
4.5.1	Effizienzgebäudebetrachtung.....	41
5	Fazit	42
6	Anhang	43
A.1	GLOSSAR	43

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (grün markiert)	11
Abbildung 2 3D-Ansicht des Gebäudes	13
Abbildung 3 Nutzungszonen	14
Abbildung 4 Grundriss KG, zониert.....	14
Abbildung 5 Grundriss EG, zониert.....	15
Abbildung 6 Grundriss OG 1, zониert	15
Abbildung 7 Grundriss OG 2, zониert	16
Abbildung 8 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung.....	18
Abbildung 9 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte	19
Abbildung 10 Aufteilung der Transmissions- Lüftungs- und Anlagenverluste.....	24
Abbildung 11 Energiebilanz des Gebäudes	25
Abbildung 12 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf	25
Abbildung 13 Effizienzhausstandard Betrachtung im Ist-Zustand	26
Abbildung 14 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1	30
Abbildung 15 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2	32
Abbildung 16 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3	35
Abbildung 17 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4	38
Abbildung 18 Berechnung des Energiebedarfs	44

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Daten.....	11
Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung	13
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch	17
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte.....	18
Tabelle 5 Gebäudekennwerte	20
Tabelle 6 Energiebedarfskennwerte nach DIN 18599.....	23
Tabelle 7 Darstellung der jährlichen Verluste in kWh/a.....	24
Tabelle 8 Bezugskosten nach Energieträger	26
Tabelle 9 Bezugskosten nach Energieträger	26
Tabelle 10 Globale Daten zur Ökonomie.....	27
Tabelle 11 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1	31
Tabelle 12 Einsparpotenzial, SV 1	31
Tabelle 13 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3	36
Tabelle 14 Einsparpotenzial, SV 3	36
Tabelle 15 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4	39
Tabelle 16 Einsparpotenzial, SV 4	39

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Energieberatungsbericht für das Nebengebäude Kreishaus 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 Energie für den Landkreis Cloppenburg erstellt.

Hierzu erfolgte eine Datenerhebung am Bestandsgebäude vor Ort und nach Plan. Die Bedarfsberechnung wurde in Anlehnung an die DIN 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 „Energieberater 18599 3D“ 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

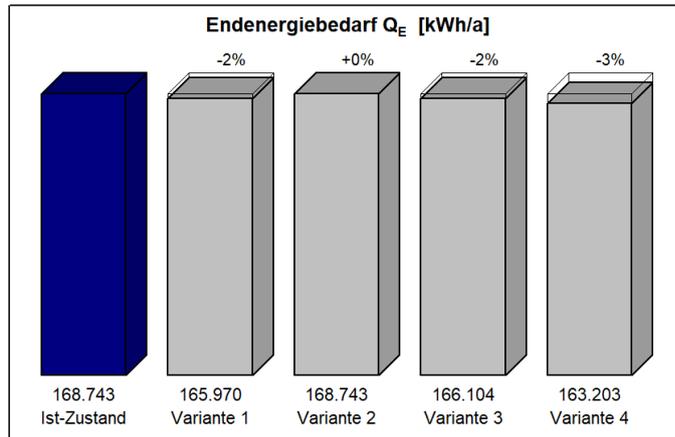
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG

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

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :

- Ist-Zustand
- Var.1 - hydraulischer Abgleich
- Var.2 - Regenerative Nahwärme
- Var.3 - LED-Beleuchtung
- Var.4 - Maßnahmenkombination



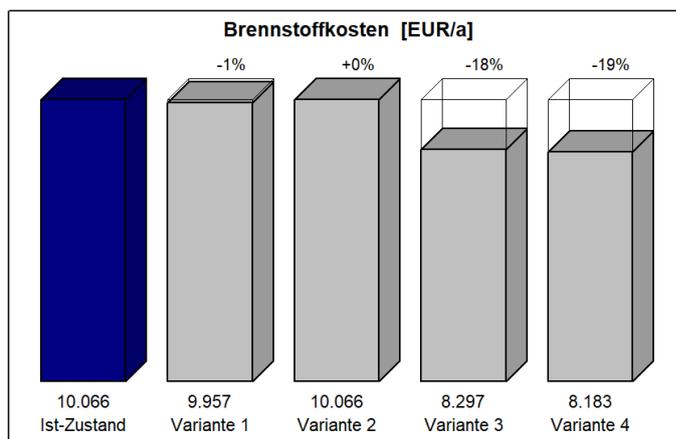
Wie in Kap. 3.8.3 beschrieben wird, werden die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter zwei verschiedenen Annahmen durchgeführt. Die entsprechenden Brennstoffkosten sind für beide Annahmen nachfolgend dargestellt.

Brennstoffkosten nach alten Preisen:

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

- Ist-Zustand
- Var.1 - hydraulischer Abgleich
- Var.2 - Regenerative Nahwärme
- Var.3 - LED-Beleuchtung
- Var.4 - Maßnahmenkombination



Brennstoffkosten nach neuen Preisen:

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

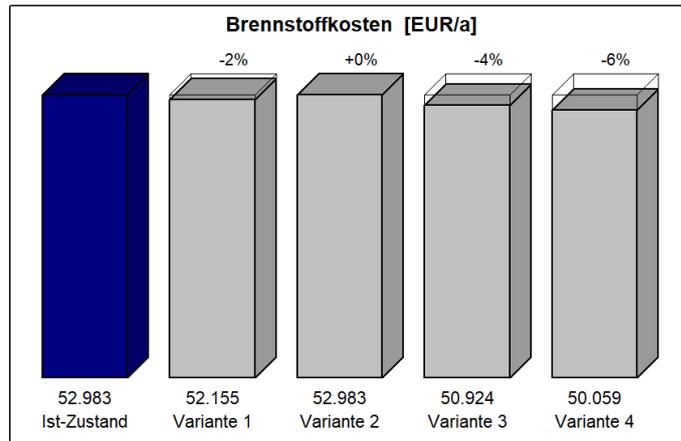
Ist-Zustand

Var.1 - hydraulischer Abgleich

Var.2 - Regenerative Nahwärme

Var.3 - LED-Beleuchtung

Var.4 - Maßnahmenkombination



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.

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :

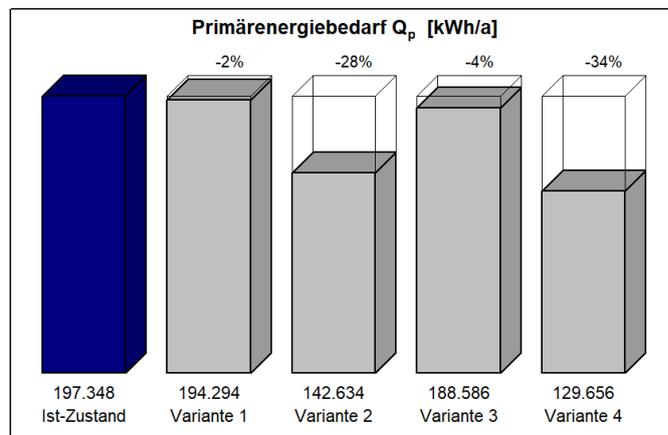
Ist-Zustand

Var.1 - hydraulischer Abgleich

Var.2 - Regenerative Nahwärme

Var.3 - LED-Beleuchtung

Var.4 - Maßnahmenkombination



CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

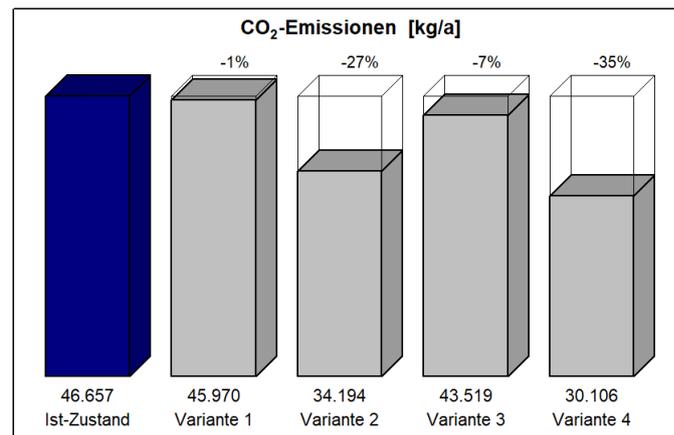
Ist-Zustand

Var.1 - hydraulischer Abgleich

Var.2 - Regenerative Nahwärme

Var.3 - LED-Beleuchtung

Var.4 - Maßnahmenkombination



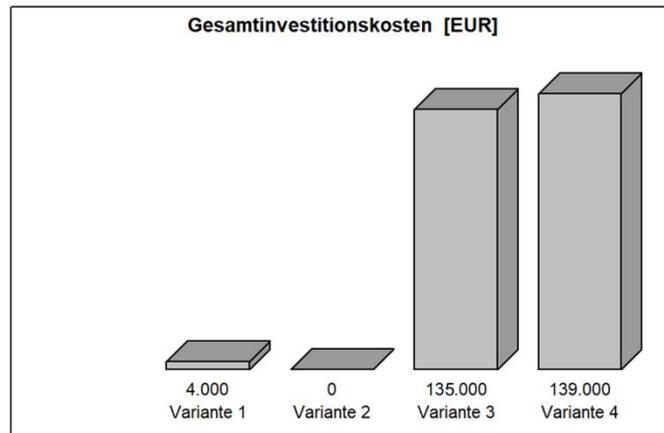
2.3 INVESTITIONSKOSTEN

In der nachfolgenden Abbildung sind die Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten aufgeführt.

Gesamtinvestitionskosten

Gesamtinvestitionskosten:

- Var.1 - hydraulischer Abgleich
- Var.2 - Regenerative Nahwärme
- Var.3 - LED-Beleuchtung
- Var.4 - Maßnahmenkombination



3 AUSGANGSSITUATION

3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Das Nebengebäude des Kreishauses Cloppenburg liegt an der Eschstraße im Zentrum von Cloppenburg. Das Verwaltungsgebäude wurde im Jahr 2012 als Massivbau errichtet. Die Außenfassade besteht aus roten Klinkern und großen Fensterflächen. Das Gebäude ist dreigeschossig und hat ein Flachdach.

Das Gebäude wird über die Heizzentrale des Nachbargebäudes mit Wärme versorgt, die im Teil-Keller des Gebäudes übergeben wird. Die innenliegenden Räume ohne Fenster werden über eine Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt. In den Fluren und einigen Räumen gibt es bereits LED-Leuchten, wohingegen die Büroräume überwiegend mit Leuchtstofflampen beleuchtet werden.

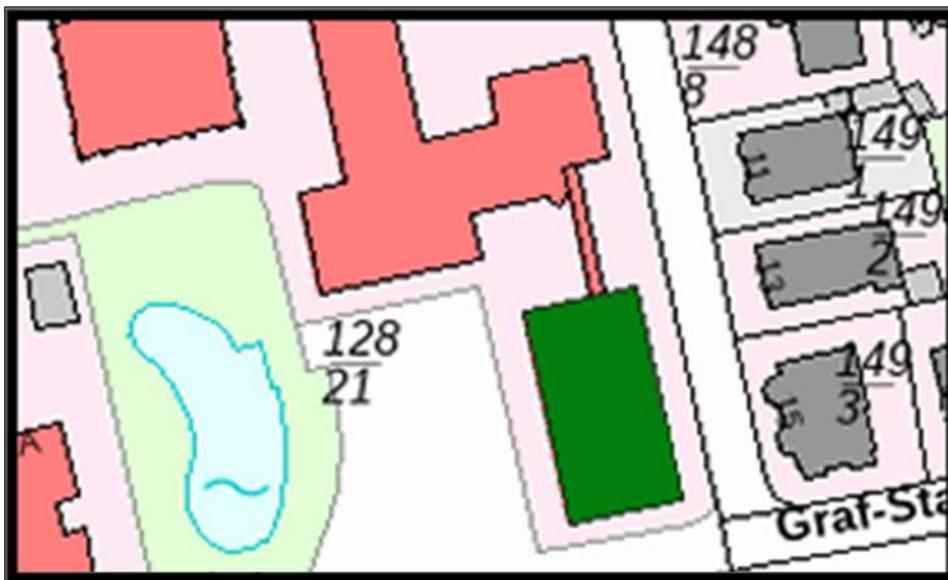


Abbildung 1 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (grün markiert)

Tabelle 1 Allgemeine Daten

Name/Bezeichnung	Nebengebäude Kreishaus Cloppenburg
Gebäudetyp	Verwaltungsgebäude
Straße, Hausnr.	Eschstr. 29
PLZ, Ort	49661 Cloppenburg
Baujahre	2012
Beheiztes Gebäudevolumen V	4.801 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	1.670 m ²
Thermische Hüllfläche	2.357 m ²
Mittlere Geschosshöhe	ca. 2,85 m

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

3.2 FOTODOKUMENTATION



3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG

Die Abbildung 2 zeigt die 3D-Ansicht des Gebäudes.

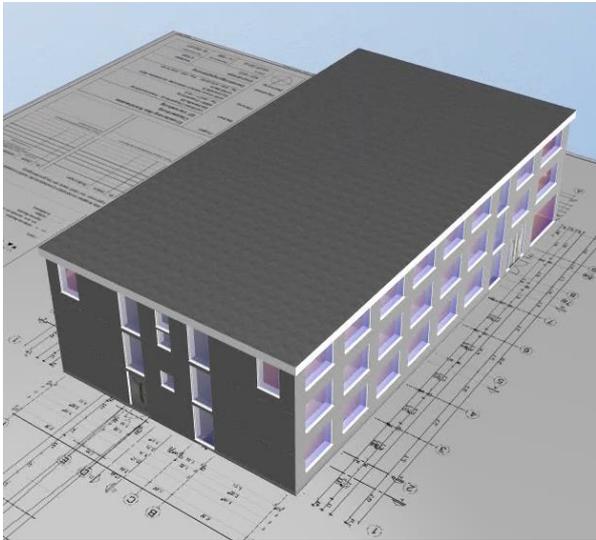


Abbildung 2 3D-Ansicht des Gebäudes

In Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. sind die einzelnen Zonen mit der jeweiligen Größe und der Konditionierung dargestellt.

Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung

Zone	Konditionierung			Größe in m ²	Anteilige Größe der Zone in %
	Thermische Konditionierung	RLT	Beleuchtung		
Gruppenbüro	beheizt	-	Leuchtstofflampen - stabförmig, EVG	849	50,8 %
WC und Sanitärräume	beheizt	Zu- und Abluftanlage	LED-Leuchten	88	5,3 %
Verkehrsfläche	beheizt	-	LED-Leuchten	450	26,7 %
Lager belüftet	beheizt	Zu- und Abluftanlage	LED-Leuchten	110	6,7 %
Lager unbelüftet	beheizt		Leuchtstofflampen - stabförmig, EVG	116	7,0 %
Sonstige Aufenthaltsräume	beheizt		Leuchtstofflampen - stabförmig, EVG	58	3,5 %
Summe				1.671	100%

Aus Abbildung 3 sind die verschiedenen Nutzungszonen zu entnehmen:

Zonen nach DIN V 18599	
	Gruppenbüro
	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
	Verkehrsfläche
	Lager belüftet
	Sonstige Aufenthaltsräume
	Lager unbelüftet

Abbildung 3 Nutzungszonen

In den folgenden Abbildungen sind die zonierte Grundrisse zu sehen:

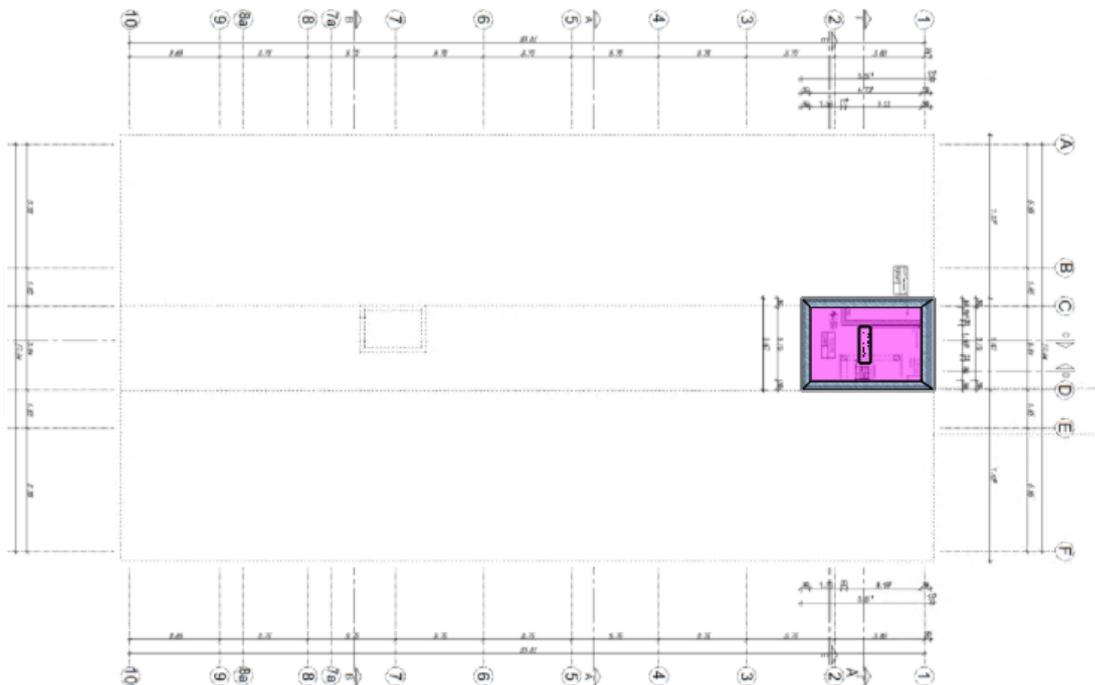


Abbildung 4 Grundriss KG, zoniert

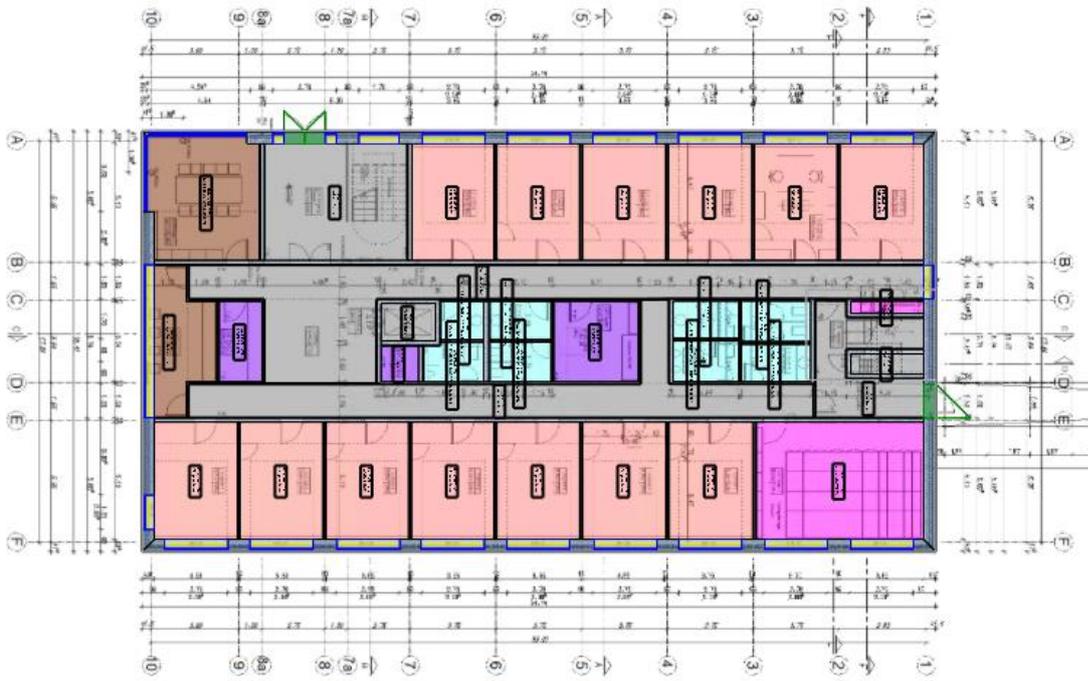


Abbildung 5 Grundriss EG, zontiert

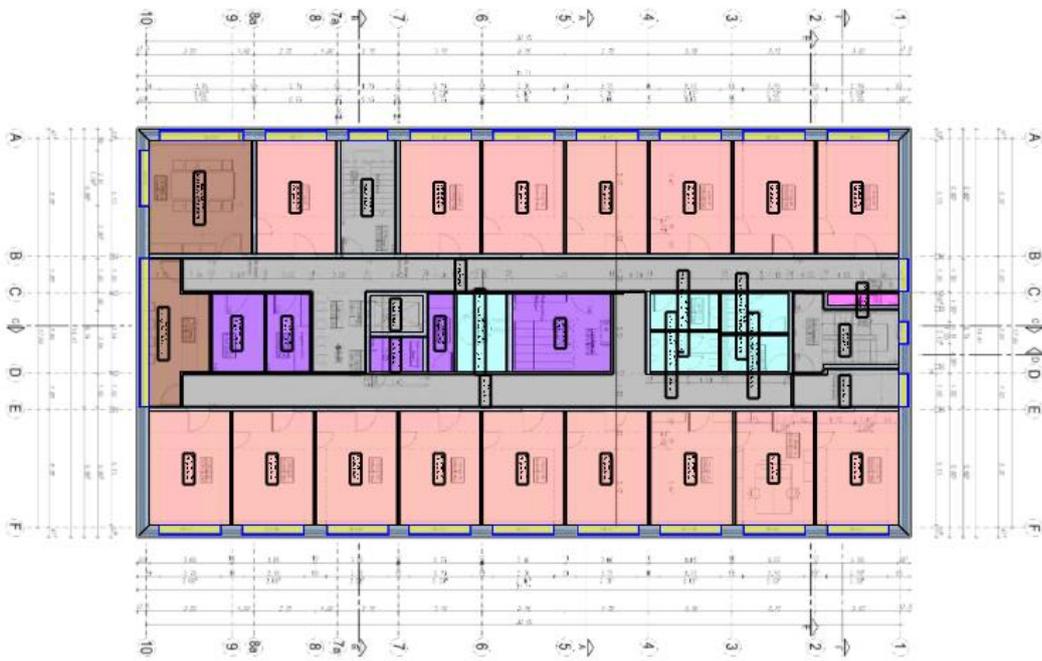


Abbildung 6 Grundriss OG 1, zontiert

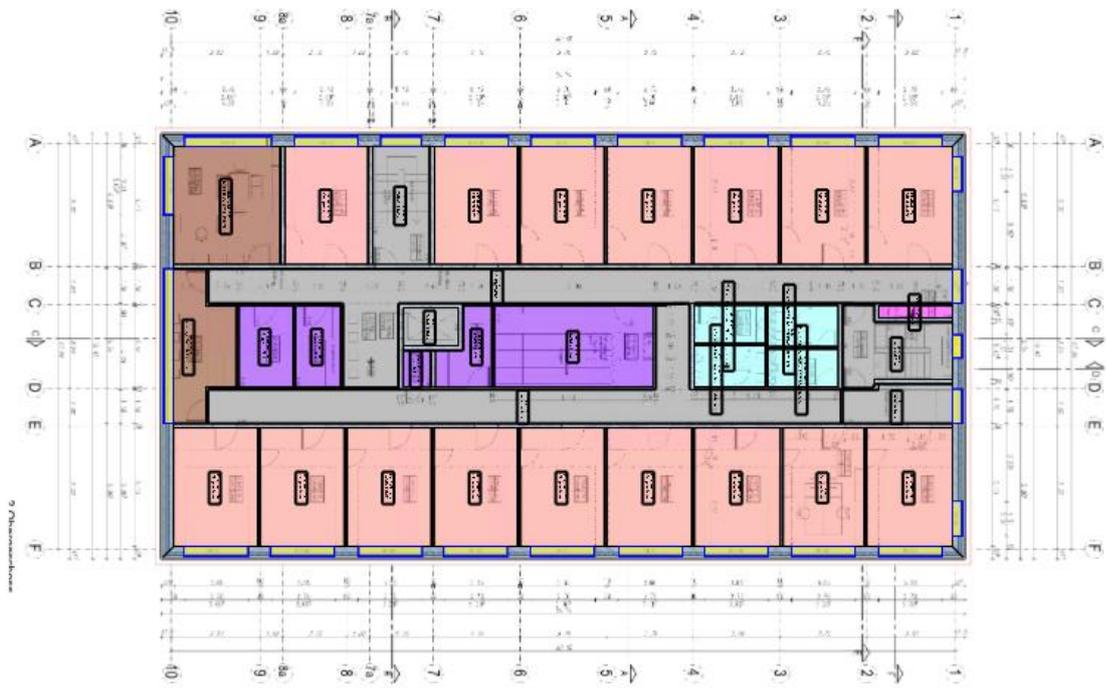


Abbildung 7 Grundriss OG 2, zониert

3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Da für das Nebengebäude keine gesonderten Daten vorliegen, können keine qualifizierten Aussagen über die Energieverbräuche des Gebäudes gemacht werden. Nachfolgend werden daher die Verbräuche der gesamten Liegenschaft dargestellt. Um die Verbräuche besser einordnen zu können, sollte der Landkreis Cloppenburg in der Zukunft eigene Messungen für die einzelnen Gebäude durchführen.

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 aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 des Kreishauses zu entnehmen.

Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

Jahr	2018	2019	2020	Mittelwert
klimabereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a]	1.166.710	1.362.885	1.476.996	1.273.710
Strom [kWh/a]	522.635	529.635	550.476	530.283
Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]	1.689.345	1.892.520	2.027.472	1.809.042
Wasser [m ³ /a]	5025	4004	3520	4514

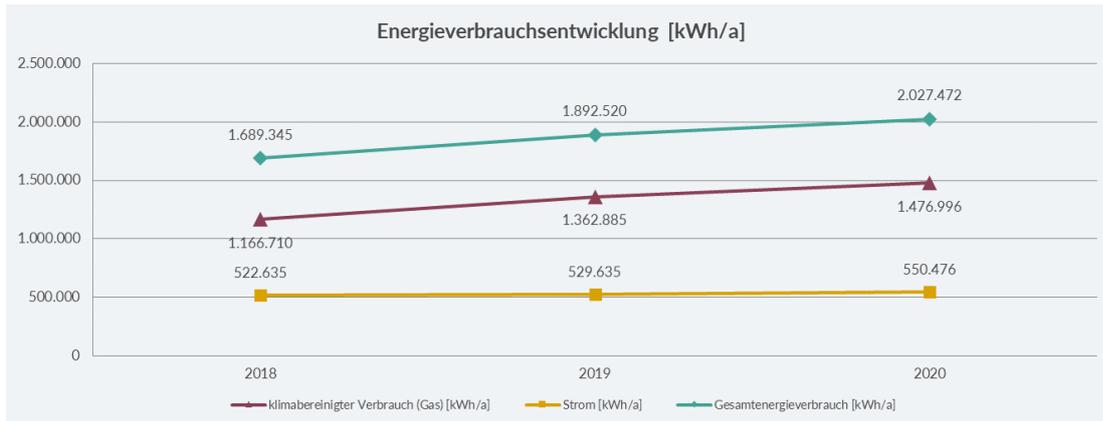


Abbildung 8 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung

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 des Kreishauses inklusive des Nebengebäudes mit insgesamt 17.437 m². Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.²

Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte

Verwaltungsgebäude	Energieverbrauchskennwerte		
	in [kWh/m ² NGFa] bzw. [dm ³ /m ² NGFa]		
Energieträger	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert
Strom	9	30	26
Wärme	47	77	81
Wasser	64	259	167

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

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

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)

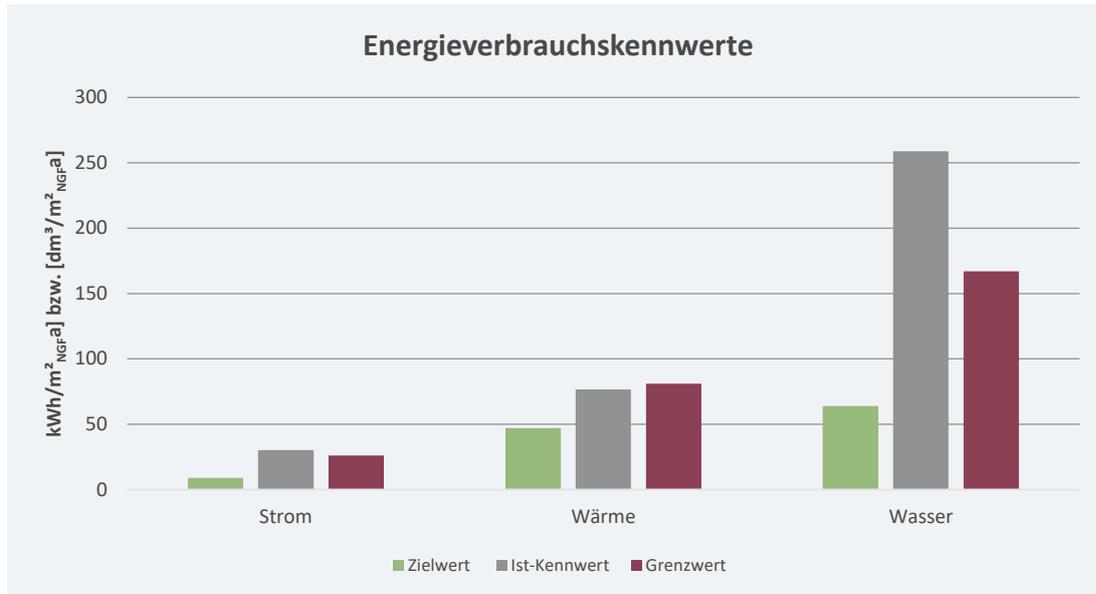


Abbildung 9 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

Die Energieverbrauchskennwerte für Strom sind höher als die Grenzwerte. Der weitere Ausbau der LED-Beleuchtung und die Nutzung von Präsenzmeldern würde den Stromverbrauchskennwert näher an den Zielwert bringen.

Aufgrund der großen Grünflächenanlagen des Gebäudes liegt der Wasserverbrauch höher, als erwartet. Um den Wasserverbrauch zu senken, können Durchflussbegrenzer in den WC-Räumen und Sparduschköpfe für die Duschen in den Umkleidekabinen eingesetzt werden. Der Wärmeverbrauchskennwert liegt zwischen dem Zielwert und dem Grenzwert.

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 getroffenen 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 5 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 KfW 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. Diese sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 5 Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m ² K)]		
	Ist-Zustand	GEG ⁵	BEG-Förderung ⁶
<i>Bauteiltyp: Bodenflächen gegen Erdreich</i>			
Bodenplatte	0,20	0,30	0,25
<i>Bauteiltyp: Außenwand</i>			
Außenwand	0,21	0,24	0,20
<i>Bauteiltyp: Dächer</i>			
Flachdach	0,18	0,20	0,14
<i>Bauteiltyp: Fenster</i>			
Fenster	1,30	1,30	0,95
<i>Bauteiltyp: Außentüren</i>			
Außentüren	1,60	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.

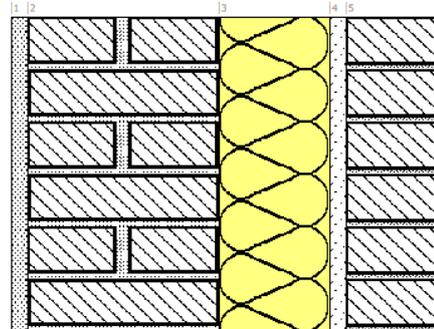
⁶ Die Mindestanforderungen an U-Werte für BEG-Förderung gelten nicht für die Förderung von Neubau und Sanierung von Effizienzgebäuden gem. BEG-Richtlinie (BEG NWG). Die Anforderungen Stand September 2021 können jederzeit aktualisiert werden.

3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

Außenwand

Nachfolgend ist der Schichtaufbau der Außenwand dargestellt

Material	Dicke (cm)	λ (W/(m*K))
Putzmörtel	2,0	0,700
Kalksandstein-Mauerwerk	24,0	0,990
Mineralische Dämmstoffe	14,0	0,035
Ruhende Luftschicht	2,0	0,114
Klinker-Mauerwerk	11,5	0,960

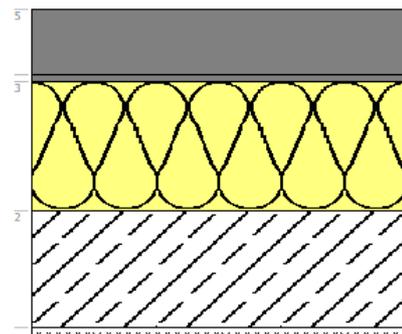


U-Wert Gesamt: 0,211 W/(m²K)

Flachdach

Nachfolgend ist der Schichtaufbau des Flachdachs dargestellt

Material	Dicke (cm)	λ (W/(m*K))
Putzmörtel	1,50	0,700
Beton	18,0	0,990
Polysterol	20,0	0,040
Lose Schüttung	10,0	0,700

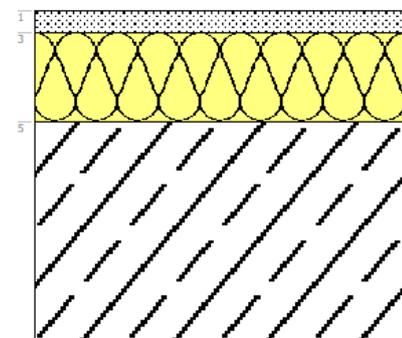


U-Wert Gesamt: 0,184 W/(m²K)

Bodenplatte

Nachfolgend ist der Schichtaufbau der Bodenplatte

Material	Dicke (cm)	λ (W/(m*K))
Zement-Estrich	3,50	1,400
Polysterol	14,0	0,030
Beton	35,0	2,000



U-Wert Gesamt: 0,198 W/(m²K)

Die U-Werte für die Bauteile, für die keine genauen Schichtaufbauten vorliegen, werden entsprechend des Baualters eingestuft. Sollten konkrete Bauteilbeschreibungen vorliegen, werden diese Berücksichtigung finden.

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. Bei einer durchgeführten Prüfung mittels einer Wärmebildkamera wurden an dem Gebäude keine offensichtlichen Wärmebrücken erkannt.

3.7 ANLAGENTECHNIK

3.7.1 Heizungsanlage

Das Gebäude verfügt über keine eigene Heizungsanlage, sondern wird über die Heizzentrale des Nachbargebäudes mitversorgt. Hierbei wird die Wärme durch Erdgas erzeugt. Es wird mit den Erzeugungspreisen des Nachbargebäudes gerechnet und ein Primärenergiefaktor von 1,1 angesetzt.

3.7.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt elektrisch. Da der tägliche Nutzenergiebedarf für Warmwasser jedoch unter 0,2 kWh je Person beträgt, wird der Warmwasserbedarf in der Bilanzierung vernachlässigt.

3.7.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung in den Büroräumen erfolgt überwiegend durch Leuchtstoffröhren. In den Fluren und innenliegenden Räumen sind LED-Leuchten vorhanden (vgl. Kap. 3.3).

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

Für die innenliegenden Räume ist eine Lüftungsanlage mit einer maximalen Luftmenge von 1000 m³/h vorhanden. Diese wird ohne Wärmerückgewinnung betrieben.

Zusätzlich findet eine Lüftung im 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.

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 18599.

Tabelle 6 Energiebedarfskennwerte nach DIN 18599

Energiebedarfskennwerte⁷ des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
spez. Endenergiebedarf Heizung	91,24
Beleuchtungsstrom	7,94
Strom für die Lüftungsanlagen	1,83

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

3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss der vorhandene Energieverbrauch beurteilt werden. Verbraucht das Gebäude viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. 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.

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

Tabelle 7 Darstellung der jährlichen Verluste in kWh/a

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Transmissionsverluste		
Dach	13.807	13,2
Außenwand	16.512	15,8
Fenster	64.496	61,8
Keller (Bauteile gegen Erdreich)	9.537	9,2
Gesamt	104.352	100,0
Lüftungsverluste		
Gesamt	76.454	100,0
Anlagenverluste		
Gesamt (Heizung + Warmwasser)	61.068	100,0

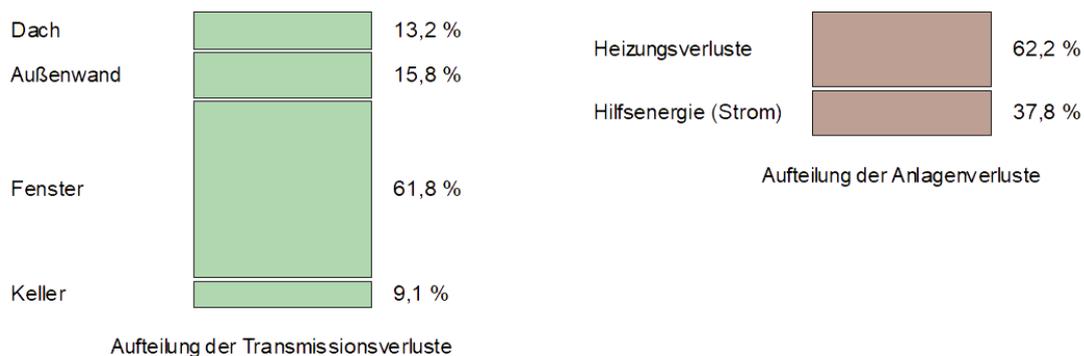


Abbildung 10 Aufteilung der Transmissions- Lüftungs- und Anlagenverluste

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.

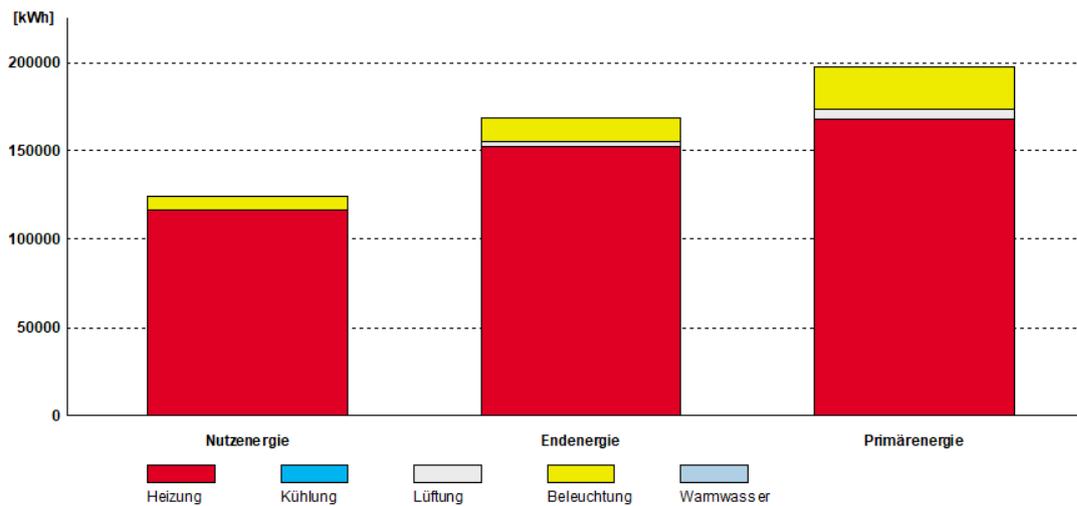


Abbildung 11 Energiebilanz des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m^2 Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser $118,12 \text{ kWh}/m^2a$.

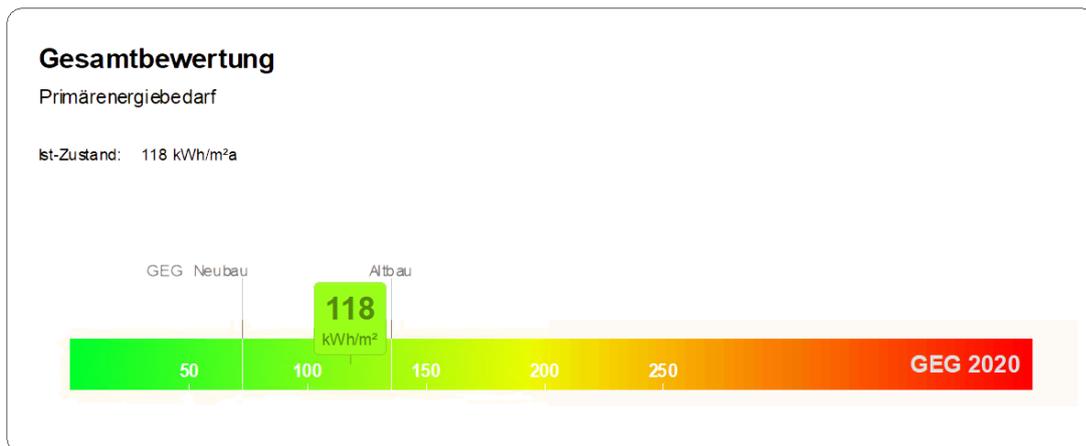


Abbildung 12 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf

Der energetische Ist-Zustand des Gebäudes ist, bezogen auf die Außenhülle, dem Baualter entsprechend gut. Da die Wärmeversorgung jedoch überwiegend über Erdgas erfolgt, erfüllt das Gebäude trotzdem keinen Effizienzgebäude-Standard. Die nachfolgende Abbildung 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/m^2K). Die berechneten Werte sind entscheidend bei der Erreichung eines Effizienzhausstandards.

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q _p	kWh/m²a	118,1	☑ 135,4	96,7	☐ 38,7	☐ 53,2	☐ 67,7	☐ 96,7	☑ 154,7
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m²K	0,16	☑ 0,56		☑ 0,18	☑ 0,22	☑ 0,26	☑ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m²K	1,3	☑ 2,7		☐ 1,0	☐ 1,2	☑ 1,4	☑ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m²K	1,6	☑ 4,3		☑ 1,6	☑ 2,0	☑ 2,4	☑ 3,0	

Abbildung 13 Effizienzhausstandard Betrachtung im Ist-Zustand

Aus Abbildung 13 wird ersichtlich, dass das Gebäude im IST-Zustand **keinen** Effizienzgebäude Standard erfüllt, da der Primärenergiebedarf aufgrund der Versorgung über die Gas-Heizung des Nachbargebäudes zu hoch ist. Baulich würde das Gebäude den Effizienzstandard EG 70 erfüllen.

3.8.3 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die nachfolgenden (brutto) Energiemischpreise (Zusammensetzung aus Grund- und Verbrauchspreis) je Energieträger angesetzt. Die Werte in Tabelle 8 stammen aus aktuellen Abrechnungen des Landkreises Cloppenburg. Da diese Werte deutlich niedriger sind, als aktuelle, ortsübliche Tarife, sind in

Tabelle 9 Werte aus aktuellen Tarifen abgebildet. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden mit beiden Werten gerechnet.

Tabelle 8 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.

Tabelle 9 Bezugskosten nach Energieträger

Bezeichnung	Einheit	Preis [€/Einheit]	CO ₂ [g/Einheit]
Erdgas	kWh	0,2980	247
Strom-Mix	kWh	0,450	544

Anmerkung: Die 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 10 Globale Daten zur Ökonomie

kalkulatorischer Zinssatz [%]	3,00
jährliche Preissteigerung [%]	4,00
Steuerersparnis durch Abschreibung berücksichtigt	nein

Anmerkung: Zinssatz wurde aus Erfahrungswerten angenommen.

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.

Dieser Faktor sorgt dafür, dass Gas in der Zukunft ein immer unattraktiverer Energieträger wird und Gebäude vermehrt durch andere Möglichkeiten 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 mit der Vergabestelle die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig abstimmen.

Die Kosten für Nebenleistungen (wie z. B. Planungsleistungen) wurden pauschal mit 20 % beaufschlagt und sind in den Investitionskosten der Sanierungsvarianten enthalten.

In den Investitionskosten sind auch die Kosten für kleinere Nebenarbeiten enthalten und es handelt sich um Brutto-Preise.

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 dargestellt (SV):

Empfohlene Sanierungsvarianten:

Var. 1 – hydraulischer Abgleich

Var. 2 – regenerative Nahwärme

Var. 3 – LED-Beleuchtung

Var. 4 – Maßnahmenkombination

Die Planung einer Photovoltaik-Anlage wurde aufgrund der fehlenden getrennten Erfassung von Stromverbräuchen nicht einzeln durchgeführt, sondern erfolgte bereits in dem Beratungsbericht für das Hauptgebäude des Kreishauses. Für die Erfüllung eines Effizienzgebäude-Standards wird die PV-Fläche, die auf dem Nebengebäude platziert wird, angerechnet.

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Durch die gemeinsame Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen (Var. 4) kann der Effizienzgebäude-Standard 70 erreicht werden.

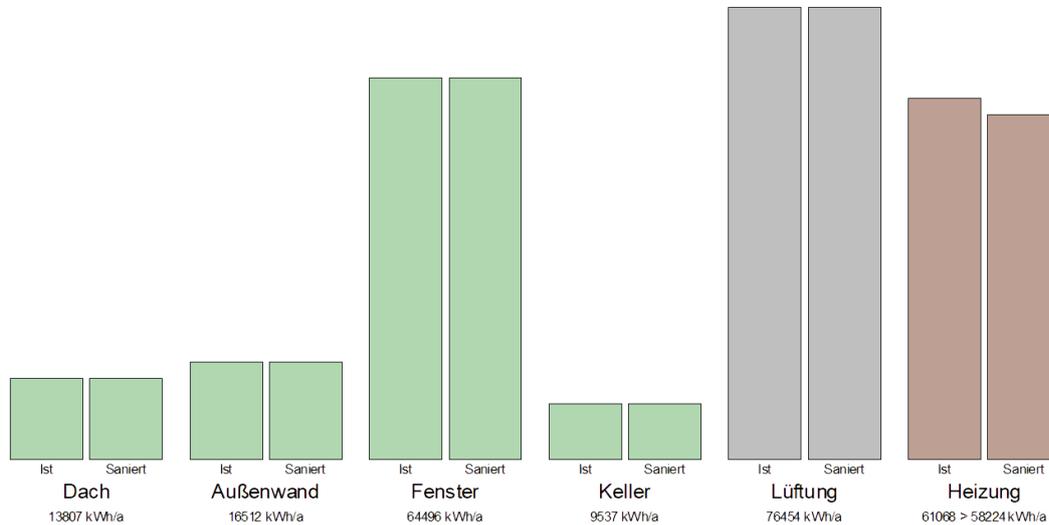
4.2 SV 1: HYDRAULISCHER ABGLEICH

Für das Gebäude wird eine Heizlast- und Volumenstromberechnung durchgeführt. Danach wird die Heizungsanlage entsprechend der Volumenstromberechnung hydraulisch abgeglichen. Mit dem hydraulischen Abgleich des Systems lassen sich gleichmäßige Volumenströme in allen Heizkörpern und Rohrleitungen erreichen. Das führt zu optimierten Pumpenleistungen und wirkt sich insbesondere auf der Stromseite aus. Zudem wird eine Leistungsabsenkung außerhalb der Nutzungszeit installiert.

Durch den Beschluss der Verordnung für mittelfristig wirksame Maßnahmen (EnSimiMaV) vom 01.09.2022 wurde eine Heizungsprüfung und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs in den nächsten zwei Jahren verpflichtend eingeführt. Daher muss diese Maßnahme in naher Zukunft durchgeführt werden. Außerdem stehen für Gebäude mit mehr als 1.000m² Fläche keine Fördermöglichkeiten für den hydraulischen Abgleich zur Verfügung.

Energieeinsparung - Variante 1 -

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 168.743 kWh/Jahr reduziert sich auf 165.970 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2.774 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 686 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 116 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.

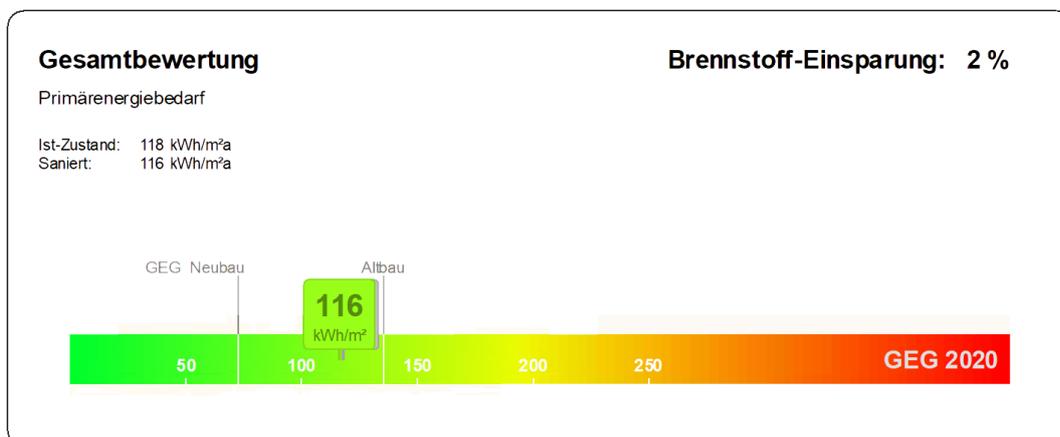


Abbildung 14 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 11 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	4.000 EUR
---------------------	-----------

Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern.

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 12 Einsparpotenzial, SV 1

	<i>mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]</i>
Kapitalkosten	269	269
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	14.837	77.720
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	15.106	77.989
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.000	78.953
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	Keine Einsparung	964
Amortisationszeit	-	5 Jahre

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken.

Aufgrund des eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.3 SV 2: REGENERATIVE NAHWÄRME

Die Umstellung der Wärmeversorgung erfolgt über eine Umstellung der Heizungstechnik im Hauptgebäude des Kreishauses, da in dem vorliegenden Nebengebäude kein Platz für eine eigene Heizung vorhanden ist. Für die Annahme des Primärenergiefaktors und des CO₂ Ausstoßes werden die Werte aus der Sanierungsmaßnahme im Beratungsbericht des Hauptgebäudes verwendet.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes nicht.

Die CO₂-Emissionen werden um 12.463 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 85 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.

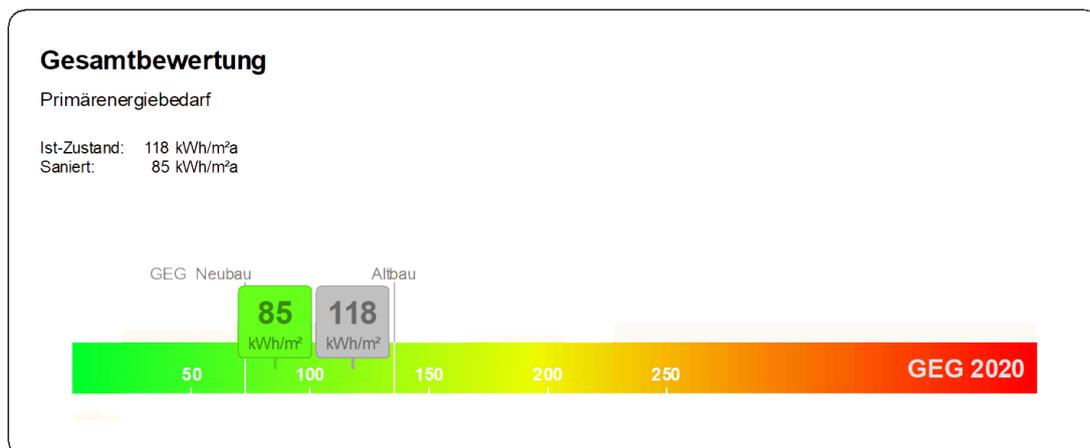


Abbildung 15 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

Eine Wirtschaftlichkeits-Betrachtung wird für diese Maßnahme nicht durchgeführt, da die Investitionen der Heizungsumstellung bei dem Hauptgebäude anfallen (vgl. Beratungsbericht Hauptgebäude Kreishaus Cloppenburg). Aufgrund der in Kapitel 3.8.4 angesprochenen Faktoren ist jedoch davon auszugehen, dass die Maßnahme auf lange Sicht zu niedrigeren Energiekosten führen wird.

4.4 SV 3: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Sanierungsvariante werden die vorhandenen Leuchtstoffröhren in den Nutzungsräumen 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 sieht es deutlich besser aus. Hier 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 ist ein Büroraum im EG abgebildet, der aktuell durch vier Leuchtstoffröhren mit jeweils 49W beleuchtet wird. Wie die Berechnung zeigt, könnte dieser Raum ebenfalls durch zwei Standleuchten mit je 62 W ausreichend beleuchtet werden. Diese Standleuchten können ohne größeren Aufwand und eine Erneuerung der Deckenkonstruktion aufgebaut werden. Hierdurch kann der benötigte Strom fast halbiert werden. Durch intelligente Sensorik, wie Präsenzmelder und Tageslichtsensoren, kann die Einsparung noch erhöht werden.

Lichtrechner

Leuchte

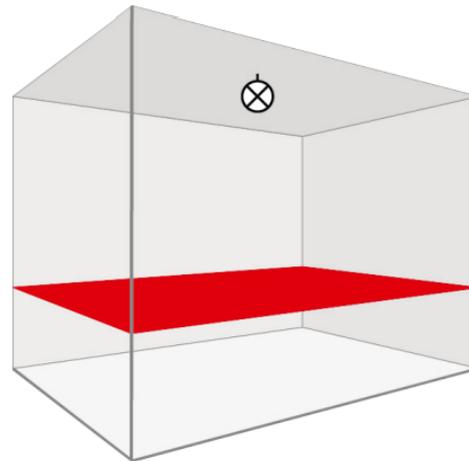
Montageart: Pendel
Leuchtenlichtstrom: 8.300 lm

Nutzebene

Höhe über Boden: 0,75 m
Beleuchtungsstärke: 500 lx
Randbereich von 0,5 m: Ja

Raum

Maße: 5 x 3,5 x 2,8 m
Reflexionsgrad: 80/70/30
Wartungsfaktor: 0,8



Ergebnis Ihrer Berechnung

Anzahl der Leuchten	Beleuchtungsstärke	Spezifischer Anschlusswert	
2 1,75 exakter Wert	571lx	7,1 W/m ²	1,2 W/m ² /100lx

Die Berechnung erfolgte mit der überschläglichen Wirkungsgradmethode, welche ungenauer als photometrische Berechnungen ist.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

Zone	Preis [€/m ²]	Fläche	Summe [€]
Bürofläche	140	849	118.860
Sonst. Aufenthaltsräume	80	116	9.280
Lager unbelüftet	80	58	4.640
Gesamtausgaben			135.000

Die Preise beruhen auf Licht-Berechnungen von Beispielräumen des Nebengebäudes des Kreishauses 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.

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
Förderanteil	15 %
Antragsberechtigt	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto) Max. 1.000€ pro m ² NGF (max. 15 Mio.€)
Fristen	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 15 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von 20.250 € beantragt werden.

Alternativ kann eine Förderung über die Kommunalrichtlinie beantragt werden:

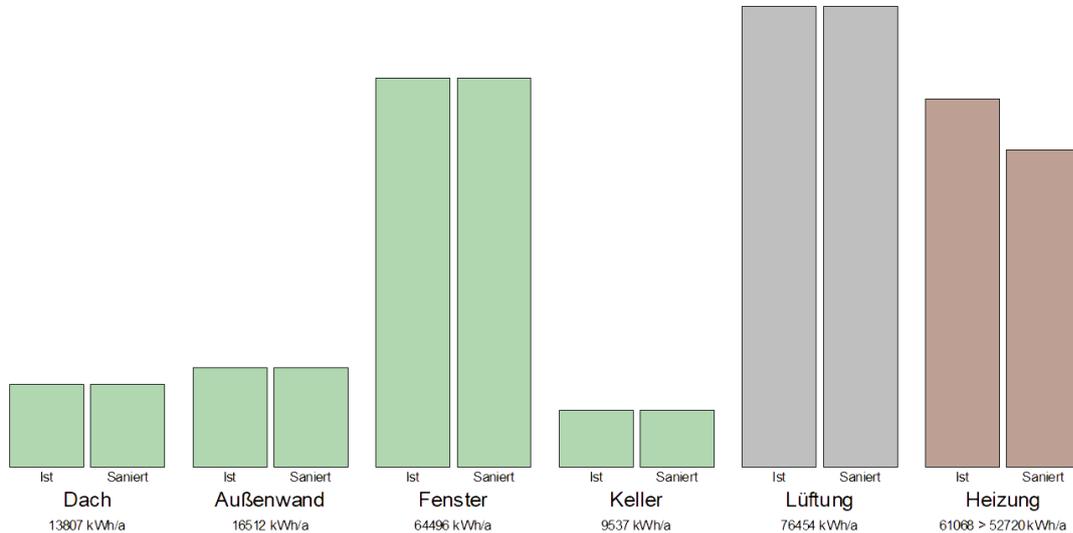
Kommunalrichtlinie - Beleuchtungssanierung (2.9)

Info	Gefördert wird innerhalb der Kommunalrichtlinie in den investiven Förderschwerpunkten 2.9 "Hocheffiziente Innen- und Hallenbeleuchtung" der Einbau hocheffizienter Beleuchtungstechnik einschließlich der Steuer- und Regelungstechnik bei der Sanierung bei Innen- und Hallenbeleuchtungsanlagen.
Förderanteil	25 % bei Innen- und Hallenbeleuchtungen Mindestzuwendung i. H. v. 5000 €
Fördersumme	Finanzschwache Kommunen und Antragstellende aus Braunkohlegebieten (gemäß § 2 Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen vom 8. August 2020) können 40 % der förderfähigen Gesamtausgaben als Zuschuss erhalten.
Fristen	Kommunalrichtlinie gilt von 01.01.2022 bis zum 31.12.2027.

Über das Förderprogramm der Kommunalrichtlinie kann ein Zuschuss von bis zu 33.750€ (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 168.743 kWh/Jahr reduziert sich auf 166.104 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2.639 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3.138 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 113 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.

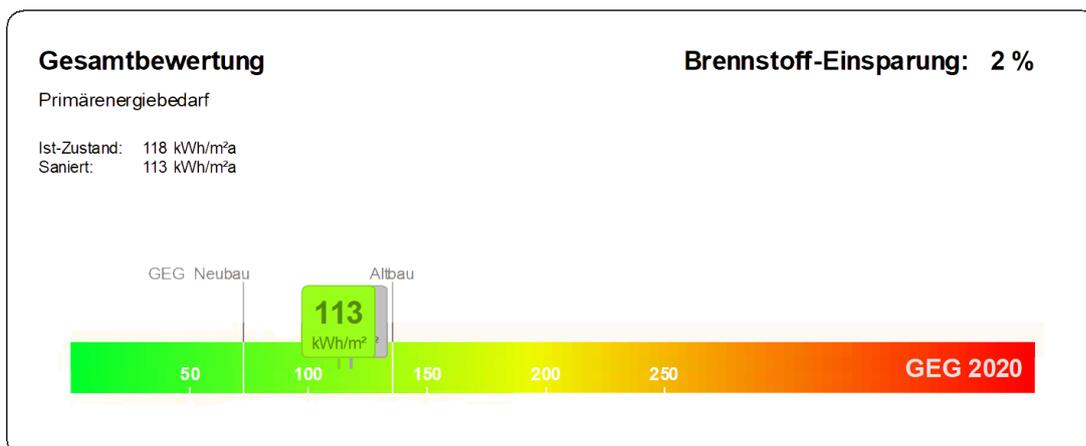


Abbildung 16 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 13 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3

Gesamtinvestitionen	135.000 EUR
Mögliche Fördermittel	33.750 EUR

Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern.

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 14 Einsparpotenzial, SV 3

	<i>mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	8.805	8.805
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	12.364	75.885
<i>Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen</i>	21.169	84.690
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	15.000	78.953
<i>Durchschnittliche jährliche Einsparungen</i>	<i>Keine Einsparung</i>	<i>Keine Einsparung</i>
<i>Amortisationszeit</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten bei beiden Energiepreis-Annahmen voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund der eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels für das Gebäude, kann diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.5 SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var. 1 – hydraulischer Abgleich

Var. 2 – regenerative Nahwärme

Var. 3 – LED-Beleuchtung

kombiniert.

Die PV-Anlage wird für die Effizienzgebäude-Betrachtung ebenfalls berücksichtigt. Bei den nachfolgenden Ergebnissen der Energieeinsparung und der Wirtschaftlichkeit ist die PV-Anlage jedoch **nicht** enthalten, da sie bereits in dem Beratungsbericht des Hauptgebäudes mitbetrachtet wurde.

Für die Betrachtung der Erreichung eines Effizienzgebäude-Standards, müssen die Anpassungen der Nutzung (vgl. Kap. 3.8) rückgängig gemacht werden. Bei der gemeinsamen Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Effizienzgebäude-**Standard 70** erreicht werden.

Für die Sanierung des Gebäudes zum Effizienzgebäude kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG NWG) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie beantragt werden. Die technischen Mindestanforderungen zu dem Förderprogramm sind einzuhalten.

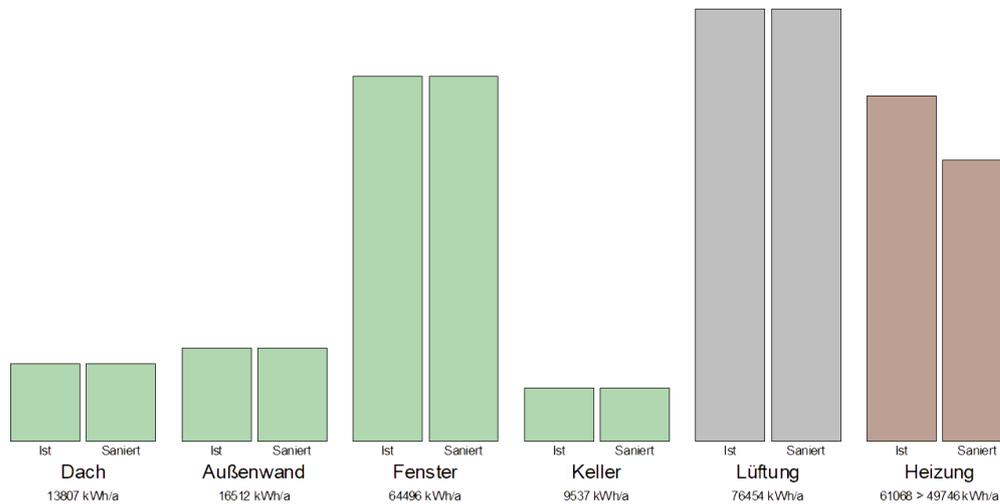
BEG Nichtwohngebäude - Neubau und Sanierung

Info	Neubau und Komplettsanierungen von NWG zum Effizienzhaus auf Grundlage des GEG. Kommunen werden mit einem direkt ausbezahlten Zuschuss gefördert.
Förderhöhe Sanierung	Zuschuss für Kommunen
70	25 %
Förderkreditbetrag	Max 2.000 € pro m ² NGF (max. 30 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **34.750 €** (Zuschuss von 25 %) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 168.743 kWh/Jahr reduziert sich auf 163.203 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5.540 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 16.551 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 64 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

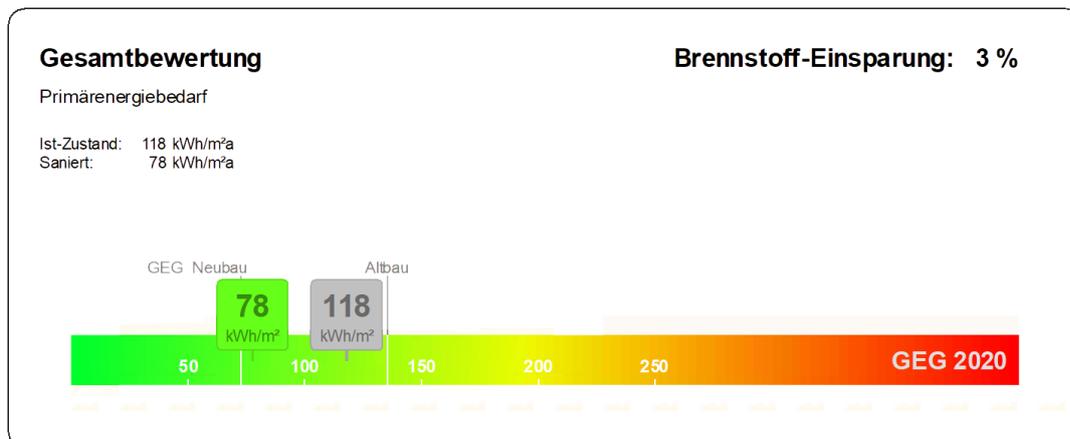


Abbildung 17 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 15 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	139.000 EUR
Mögliche Fördermittel	34.750 EUR

Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern.

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 16 Einsparpotenzial, SV 4

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	9.343	9.343
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	12.194	74.596
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	20.999	83.939
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.000	78.953
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	Keine Einsparung	Keine Einsparung
Amortisationszeit	-	-

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten bei beiden Energiepreis-Annahmen voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund der eingesparten CO₂ und des gesteckten Ziels für das Gebäude, kann diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Preisbremsen 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. Daher wird nachfolgend die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Maßnahmenkombination mit den neuen Preisen dargestellt.

Angenommener durchschnittlicher Gaspreis 2023	15 Cent / kWh
Angenommener durchschnittlicher Strompreis 2023	41 Cent / kWh
Resultierende Energiekosten IST-Zustand	29.819 € / Jahr
Resultierende Energiekosten Maßnahmenkombination	26.810 € / Jahr
Wirtschaftlichkeitsberechnung	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	8.805
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	39.951
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	48.756
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	44.435
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	Keine Einsparung
Amortisationszeit	-

4.5.1 Effizienzgebäudebetrachtung

In diesem Kapitel wird die Effizienzgebäudebetrachtung dargestellt. Mit der Maßnahmenkombination soll der Effizienzgebäude-Standard angestrebt werden. Dieser Standard wird, wie die nachfolgende Abbildung zeigt, bei der Umsetzung aller Maßnahmen erreicht. Dies ermöglicht eine Förderquote von 25%.

Für das Erreichen der EE-Klasse muss zum einen die Bereitstellung der Energie zu mehr als 65% durch erneuerbare Energien erfolgen. Seit 2023 muss zusätzlich eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für die Aufenthalts-Zonen vorhanden sein. Dies wäre technisch nur sehr schwierig umsetzbar und voraussichtlich nicht wirtschaftlich. Daher wird die EE-Klasse nicht erreicht.

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	6001,2 m ³
Hüllfläche A	2357,2 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	1670,4 m ²
Fensterfläche	425,9 m ²
Außentürfläche	9,2 m ²

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	67,3	✓ 135,4	96,7	□ 38,7	□ 53,2	✓ 67,7	✓ 96,7	✓ 154,7
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,16	✓ 0,56		✓ 0,18	✓ 0,22	✓ 0,26	✓ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	1,3	✓ 2,7		□ 1,0	□ 1,2	✓ 1,4	✓ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	1,6	✓ 4,3		✓ 1,6	✓ 2,0	✓ 2,4	✓ 3,0	

5 FAZIT

Der Landkreis Cloppenburg plant die energetische Sanierung des Kreishauses Cloppenburg. Für den vorliegenden Beratungsbericht wurde zunächst eine Bestandsaufnahme des Nebengebäudes 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 3 ausgearbeitet. Aufgrund des sehr guten Zustands des Gebäudes gibt es kaum Möglichkeiten für Einsparungen. Die rechnerisch höchste, jährliche Einsparung an Endenergie (ca. 5 % im Vergleich zum Ist-Zustand) ergibt sich demnach durch den Wechsel der Beleuchtung. Da die aktuelle Beleuchtung jedoch erst 10 Jahre alt ist, ist es fraglich, ob ein Austausch aktuell sinnvoll wäre.

Das größte Potential, um CO₂ einzusparen, ergibt sich eindeutig durch eine Umstellung der Wärmeversorgung über das Nachbargebäude. Bei einer Umstellung könnte der CO₂-Ausstoß pro Jahr um mehr als 12 Tonnen sinken.

Durch eine Kombination aller Einzelmaßnahmen wären Einsparungen an Endenergie von ca. 5 % bzw. an CO₂-Emissionen von ca. 37 % im Vergleich zum Ist-Zustand möglich. Hierdurch könnte außerdem der Effizienzgebäudestandard 70 erreicht werden.

Aufgrund des geringen Alters der Beleuchtung werden die Variante 3 und dadurch resultierend auch die Maßnahmenkombination **nicht** empfohlen. Ein Austausch zu diesem Zeitpunkt wäre wirtschaftlich und aus Nachhaltigkeits-Sicht nicht zu rechtfertigen. Stattdessen sollten beschädigte Leuchtstoffröhren nach und nach durch LED-Leuchten ersetzt werden und die Varianten 1 und 2 umgesetzt werden.

Wie die Berechnungen gezeigt haben, können die zu erwartenden CO₂-Emissionen selbst bei einer Umsetzung der Maßnahmenkombination nicht gänzlich vermieden werden und liegen bei ca. 30 Tonnen pro Jahr. Allerdings wird sich der deutsche Strommix 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, auf 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 abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe. Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

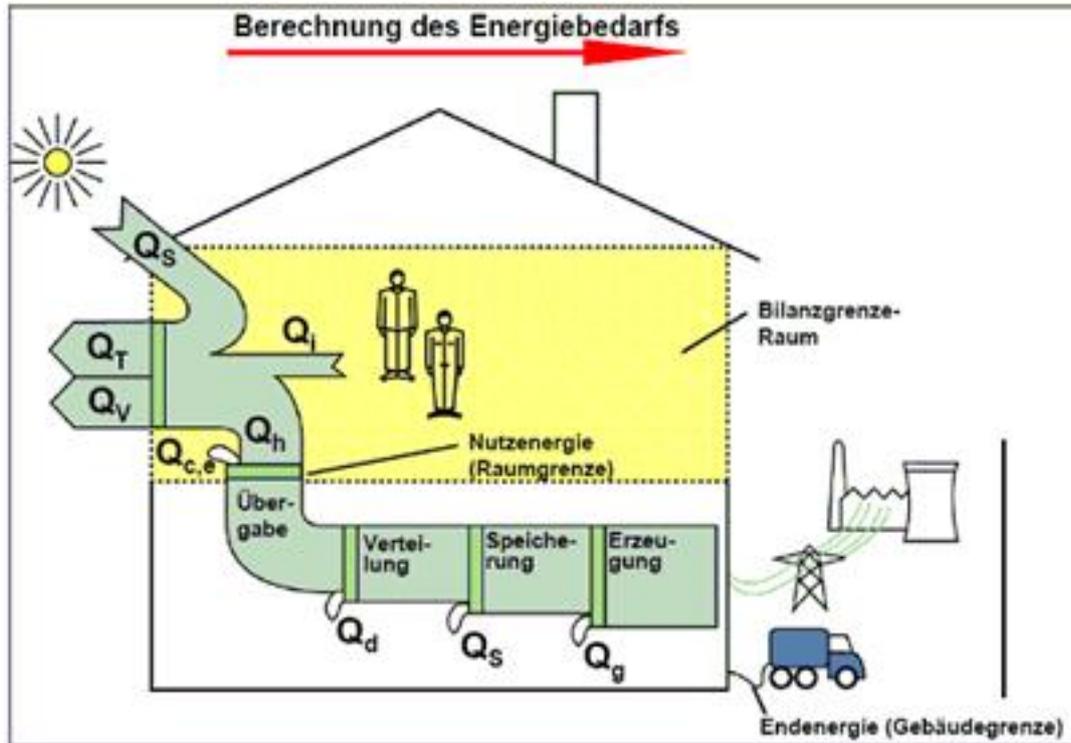


Abbildung 18 Berechnung des Energiebedarfs

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 Wärmegevinne.

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 Rauminneren 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.