energielenker
Für Klima und Zukunft

BERATUNGSBERICHT
zur energetischen Betrachtung von Nichtwohngebäuden

FÜR DAS KREISHAUS CLOPPENBURG

Auftraggeber
Kreis Cloppenburg
Eschstr. 29
49661 Cloppenburg

Auftragnehmer
energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Ansprechpartner: Christof Kattenbeck

Greven, den 28.11.2022

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 14
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 24
3.7 ANLAGENTECHNIK 25
3.7.1 Heizungsanlage 25
3.7.2 Warmwasserversorgung 25
3.7.3 Beleuchtung 25
3.7.4 Lüftungstechnik 25
3.7.5 Photovoltaik-Anlage 27
3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG 27
3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes 27
3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand 28
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: FENSTER-, GLASFASSADEN UND TÜRENTAUSCH 34
4.3 SV 2: DACHSANIERUNG 37
4.4 SV 3: SOLE-WÄRMEPUMPE FÜR HEIZUNG UND LUFT-WÄRMEPUMPEN FÜR WARMWASSER 40
4.5 SV 4: LED-BELEUCHTUNG 44
4.6 SV 5: LÜFTUNGSANLAGE MIT WRG 48
4.7 SV 6: PHOTOVOLTAIK-ANLAGE 52
4.8 SV 7: MAßNAHMENKOMBINATION 55
4.8.1 Effizienzgebäudebetrachtung 59
4.9 GESAMTÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN 60
5 Fazit 61
6 Anhang 62
A.1 GLOSSAR 62

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (grün markiert) 11
Abbildung 2 3D-Ansicht des Kreishauses 14
Abbildung 3 Nutzungszonen 16
Abbildung 4 Grundriss KG, zoniert 16
Abbildung 5 Grundriss EG, zoniert 17
Abbildung 6 Grundriss OG 1, zoniert 17
Abbildung 7 Grundriss OG 2, zoniert 18
Abbildung 8 Grundriss OG 3, zoniert 18
Abbildung 9 Grundriss OG 4, zoniert 19
Abbildung 10 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung 21
Abbildung 11 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte 22
Abbildung 12 Aufteilung der Transmissions- Lüftungs- und Anlagenverluste 29
Abbildung 13 Energiebilanz des Gebäudes 29
Abbildung 14 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf 30
Abbildung 15 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Kreishauses 30
Abbildung 16 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1 35
Abbildung 17 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2 38
Abbildung 18 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3 42
Abbildung 19 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4 46
Abbildung 20 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5 50
Abbildung 21 Übersichtsbild Flächen für geplante PV-Anlage (grün) und vorhandene PV-Anlage (rot) 52
Abbildung 22 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 7 56
Abbildung 23 Berechnung des Energiebedarfs 63

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Daten 12
Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung 14
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch 20
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte 21
Tabelle 5 Gebäudekennwerte 23
Tabelle 6 Lüftungsanlagen des bewerteten Gebäudes 26
Tabelle 7 Energiebedarfskennwerte nach DIN 18599 27
Tabelle 8 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung 27
Tabelle 9 Darstellung der jährlichen Verluste in kWh/a 28
Tabelle 10 Bezugskosten nach Energieträger 31
Tabelle 11 Bezugskosten nach Energieträger 31
Tabelle 12 Globale Daten zur Ökonomie 31
Tabelle 13 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1 36
Tabelle 14 Einsparpotenzial, SV 1 36
Tabelle 15 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2 39
Tabelle 16 Einsparpotenzial, SV 2 39
Tabelle 17 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3 43
Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV 3 43
Tabelle 19 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4 47
Tabelle 20 Einsparpotenzial, SV 4 47
Tabelle 21 Lüftungsanlagen des bewerteten Gebäudes mit angesetzten Kosten 48
Tabelle 22 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5 51
Tabelle 23 Einsparpotenzial, SV 5 51
Tabelle 24 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 7 57
Tabelle 25 Einsparpotenzial, SV 7 57

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Energieberatungsbericht für das 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 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 „Energieberater 18599 3D“ der Hottgenroth Software GmbH & Co. KG[1] durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, wurden die enthaltenen Abbildungen der Berechnungssoftware entnommen.

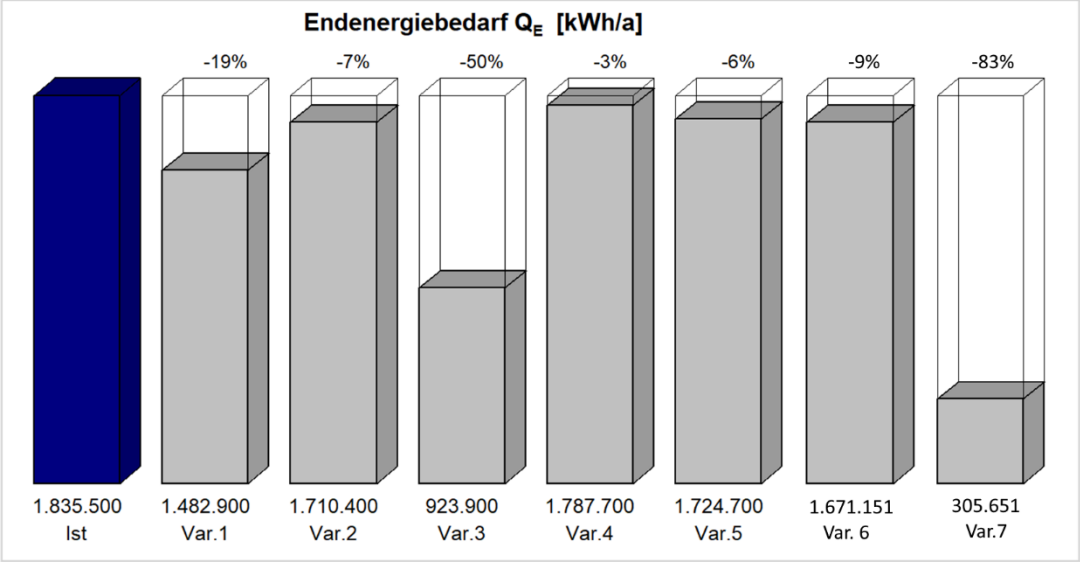
[1] https://www.hottgenroth.de

2 ZUSAMMENFASSUNG

2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG

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

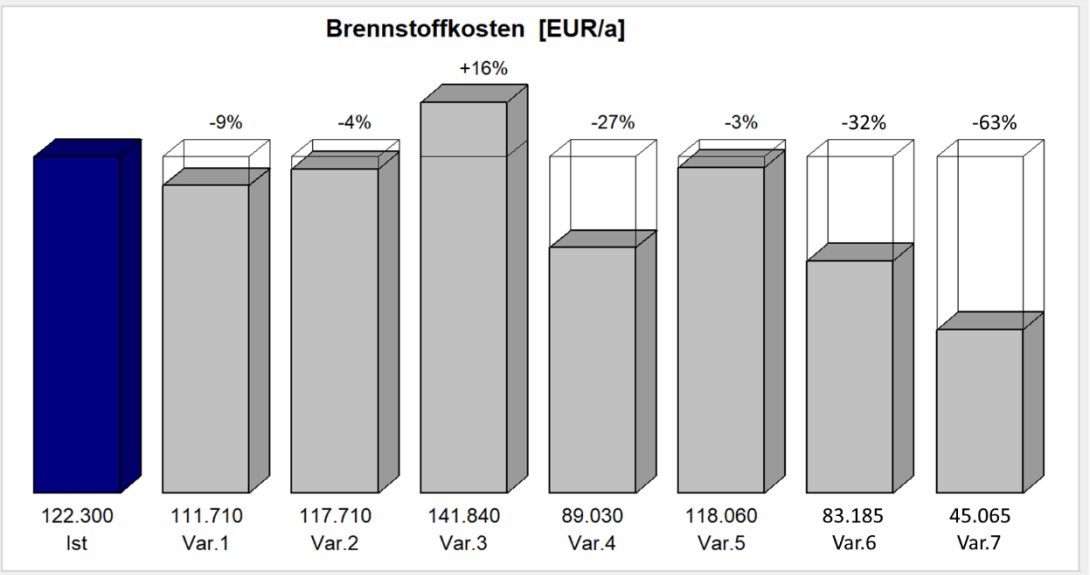
Ist-Zustand
Var.1 - Fenster und Glasfassadentausch
Var.2 - Dachsanierung
Var.3 - Sole-Wärmepumpe + WW-Wärmep...
Var.4 - LED-Beleuchtung
Var.5 - Lüftungsanlagen mit WRG
Var.6 - PV-Anlage
Var.7 - Maßnahmenkombination



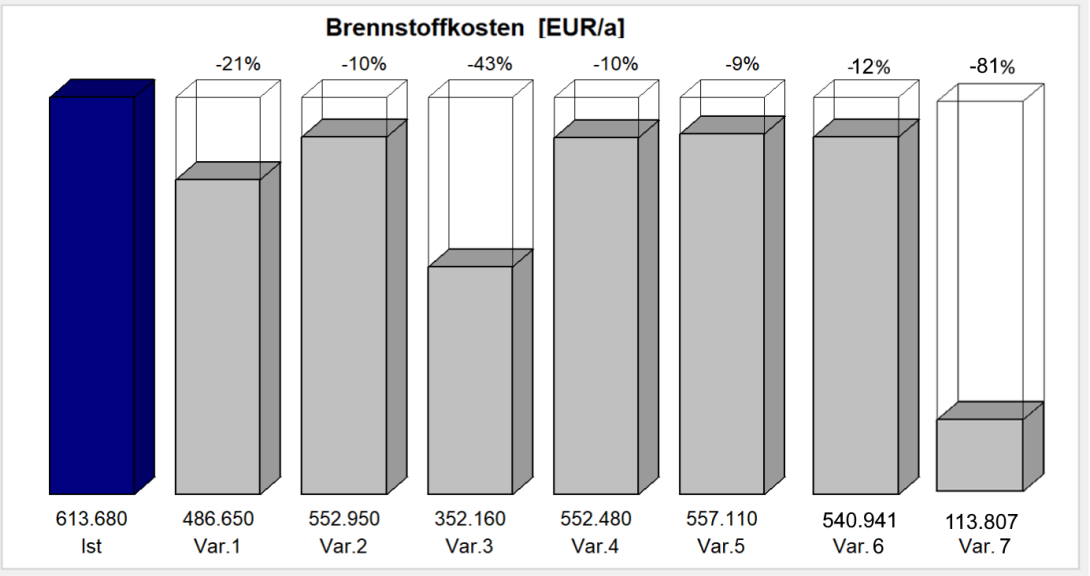
Wie in Kap. 3.8.3 beschrieben wird, werden die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter zwei verschiedenen Annahmen durchgeführt. Die entsprechenden Brennstoffkosten sind für beide Annahmen nachfolgend dargestellt. Wie in Kap. 4.4 beschrieben, führt die Wärmepumpe (Var.3) bei den Bestands-Preisen noch zu einer Erhöhung der Brennstoffkosten. Bei aktuell ortsüblichen Energiepreisen reduzieren sich die Kosten durch die Wärmepumpe deutlich.

Ist-Zustand
Var.1 - Fenster und Glasfassadentausch
Var.2 - Dachsanierung
Var.3 - Sole-Wärmepumpe + WW-Wärmep...
Var.4 - LED-Beleuchtung
Var.5 - Lüftungsanlagen mit WRG
Var.6 - PV-Anlage
Var.7 - Maßnahmenkombination

Brennstoffkosten nach alten Preisen:



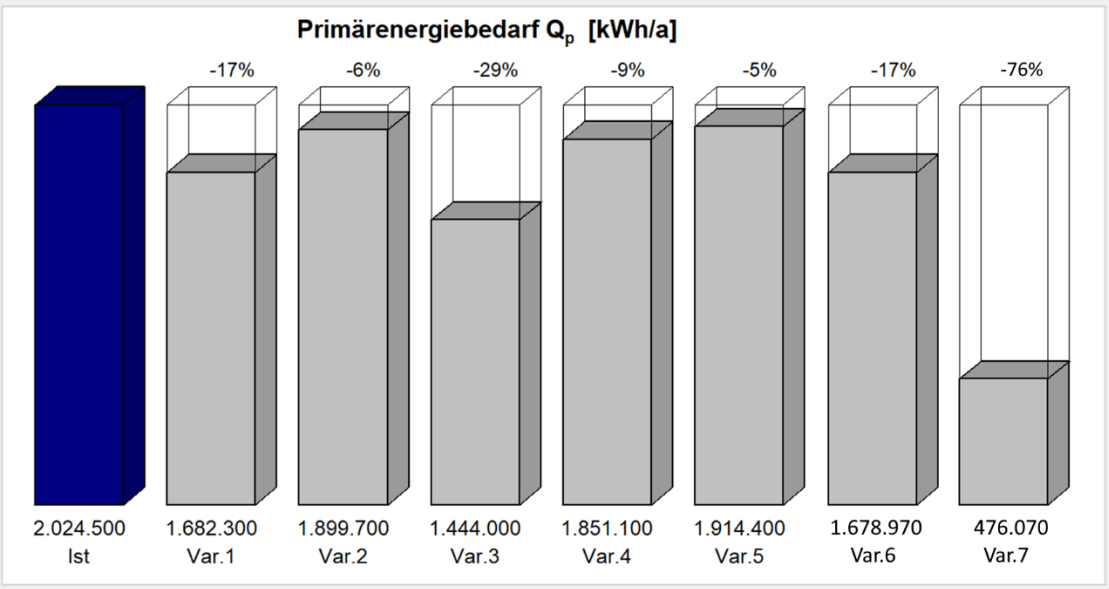
Brennstoffkosten nach neuen Preisen:

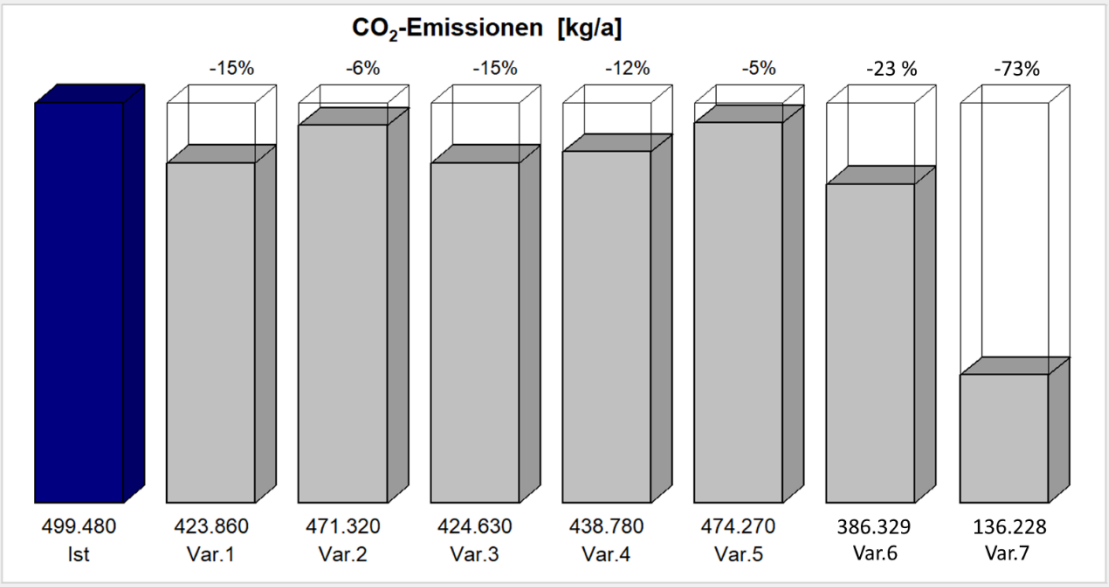


2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ

Wie in der Einleitung dieses Berichtes umrissen wird, sollen die geplanten Maßnahmen einen wirksamen Klimaschutzeffekt erreichen. Kennzeichen hierfür sind die Einsparungen an CO_2-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 CO_2-Ausstoß. Neben der CO_2-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO_2 und Staub belastet. In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO_2-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

Ist-Zustand
Var.1 - Fenster und Glasfassadentausch
Var.2 - Dachsanierung
Var.3 - Sole-Wärmepumpe + WW-Wärmep...
Var.4 - LED-Beleuchtung
Var.5 - Lüftungsanlagen mit WRG
Var.6 - PV-Anlage
Var.7 - Maßnahmenkombination

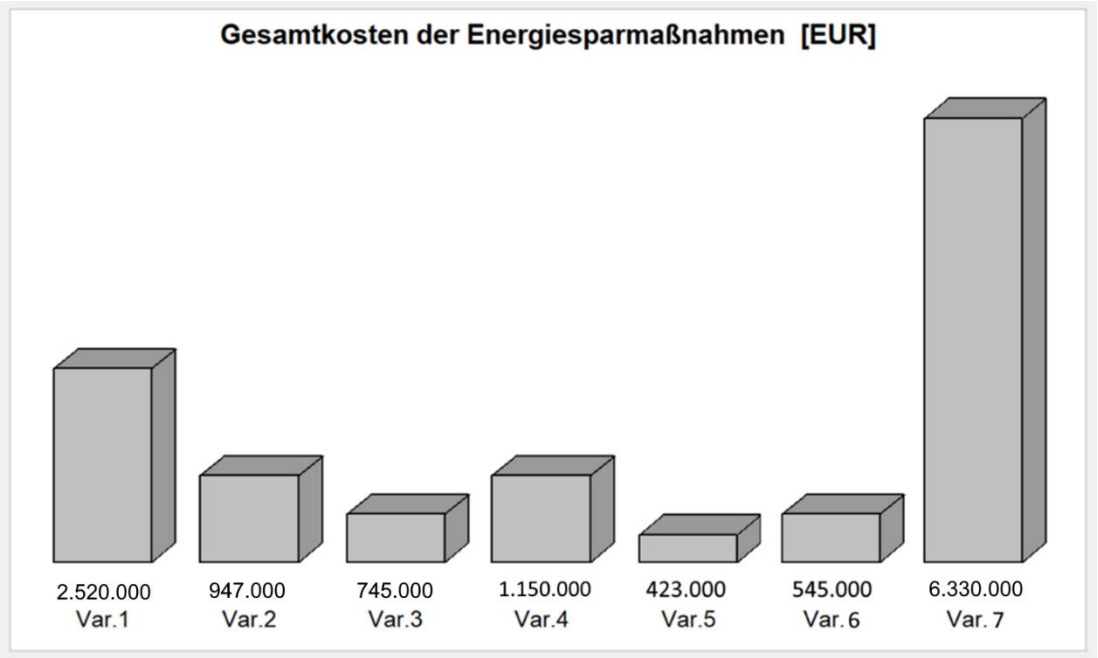




2.3 INVESTITIONSKOSTEN

In der nachfolgenden Abbildung sind die Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten aufgeführt. In den Kapiteln der jeweiligen Sanierungsvarianten werden die betrachteten Leistungen und Kosten genauer aufgeführt.

Ist-Zustand
Var.1 - Fenster und Glasfassadentausch
Var.2 - Dachsanierung
Var.3 - Sole-Wärmepumpe + WW-Wärmep...
Var.4 - LED-Beleuchtung
Var.5 - Lüftungsanlagen mit WRG
Var.6 - PV-Anlage
Var.7 - Maßnahmenkombination



3 AUSGANGSSITUATION

3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Das Kreishaus Cloppenburg liegt an der Eschstraße im Zentrum von Cloppenburg. Das Verwaltungsgebäude wurde im Jahr 1990 errichtet. Das Gebäude wurde als Massivbau errichtet und ist vollunterkellert. Die Außenfassade besteht überwiegend aus roten Klinkern, wobei das Foyer eine Glass-Fassade und der große Sitzungssaal (S1) große Fenster-Flächen aufweisen. Teile des Gebäudes sind zweigeschossig (+Keller) und haben Flachdächer. Die anderen Teile verfügen über vier Geschosse und sind überwiegend mit einem Satteldach ausgestattet.

Die Heizungsanlage des Gebäudes wurde 2013 erneuert und wird nun über zwei Gas-Brennwertkessel versorgt. Beide besitzen eine Nennleistung von 550 kW. Zusätzlich gibt es ein Heizkraftwerk mit einer Nennleistung von 20 kW. Zur Warmwasserversorgung dienen drei, über das Gebäude verteilte Warmwasserspeicher mit einem Nennvolumen von 160 Litern, sowie ein weiterer Warmwasserspeicher mit 800 Litern für den Katastrophenschutz. Das Gebäude verfügt über eine große Anzahl Lüftungsanlagen, die vor allem den Keller, die Sitzungssäle, die Kantine und die Sanitär-Räume versorgen.

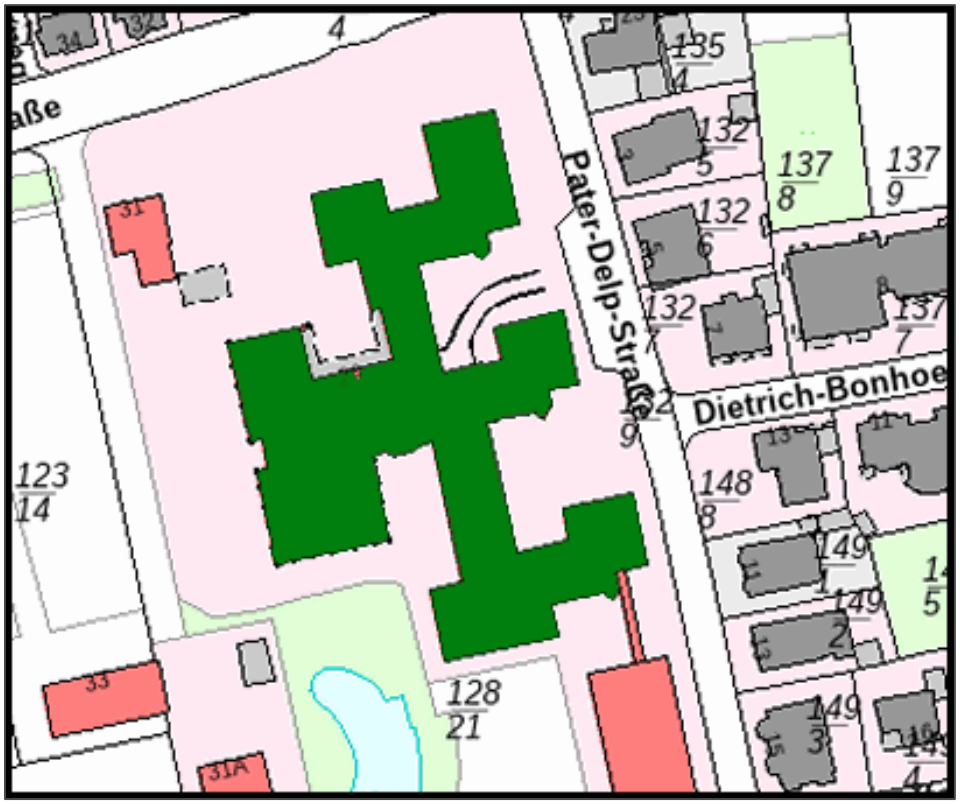


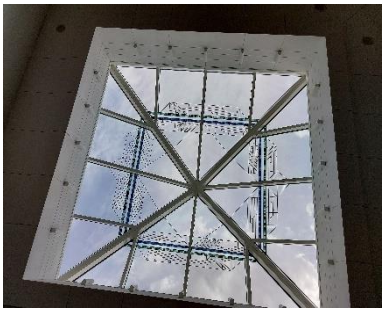
Abbildung 1 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (grün markiert)

Tabelle 1 Allgemeine Daten

Name/Bezeichnung	***Kreishaus Cloppenburg***
Gebäudetyp	*Verwaltungsgebäude*
Straße, Hausnr.	*Eschstr. 29*
PLZ, Ort	*49661 Cloppenburg*
Baujahr	*1990*
Beheiztes Gebäudevolumen V	*52.693 m³*
Nettogrundfläche A_{NGF}	*15.767 m²*
Thermische Hüllfläche	*18.908 m²*
Mittlere Geschosshöhe	*ca. 3,30 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-Anischt des Gebäudes.

Abbildung 2 3D-Ansicht des Kreishauses

In Tabelle 2 sind die einzelnen Zonen mit der jeweiligen Größe und der Konditionierung dargestellt.

Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung

Zone	***Konditionierung***			***Größe in m²***	***Anteilige Größe der Zone in %***
	Thermische Konditionierung	***RLT***	***Beleuchtung***		
Gruppenbüro	*beheizt*	*-*	*Leuchtstoff-lampen - stab-förmig, KVG*	*5.181*	*32,9 %*
Bespre-chung/Sit-zungszim-mer/Seminar	*beheizt*	*-*	*Leuchtstoff-lampen - stab-förmig, KVG*	*586*	*3,7 %*
Sonstige Auf-enthalts-räume	*beheizt*		*Leuchtstoff-lampen - stab-förmig, KVG*	*157*	*1,0 %*

WC und Sanitärräume nur Abluft	*beheizt*	*Abluftanlage*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG* *LED-Leuchten*	*454*	*2,9 %*
Verkehrsfläche	*beheizt*	*-*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG*	*3.580*	*22,7 %*
Lager	*beheizt*	*-*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG*	*817*	*5,2 %*
Keller Aufenthaltsräume	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*LED-Leuchten*	*564*	*3,6 %*
Keller Nicht-Aufenthaltsräume	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG*	*3.459*	*21,9 %*
Großer Sitzungssaal	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*Halogenlampen*	*333*	*2,1 %*
Sonstige, belüftete Innenräume	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG*	*327*	*2,0 %*
Kantine	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage mit WRG*	*LED-Leuchten*	*148*	*0,9 %*
Küche in Nichtwohngebäuden	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*LED-Leuchten*	*89*	*0,6 %*
WC und Sanitärräume mit Zu- und Abluft	*beheizt*	*Zu- und Abluftanlage*	*Leuchtstofflampen - stabförmig, KVG* *LED-Leuchten*	*72*	*0,5 %*
Summe				***15.767***	***100%***

Aus Abbildung 3 sind die verschiedenen Nutzungszonen mit den jeweiligen gewählten Farben zu entnehmen:

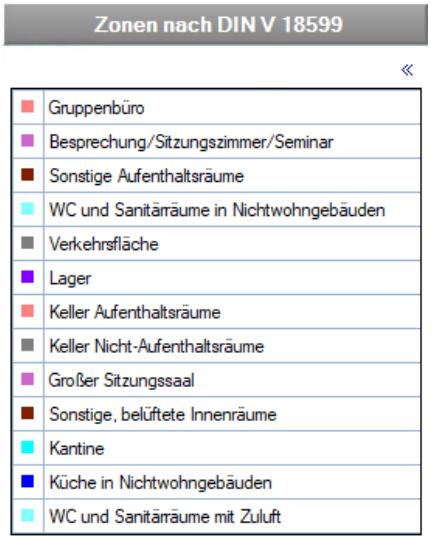


Abbildung 3 Nutzungszonen

In den folgenden Abbildungen sind die zonierten Grundrisse zu sehen:

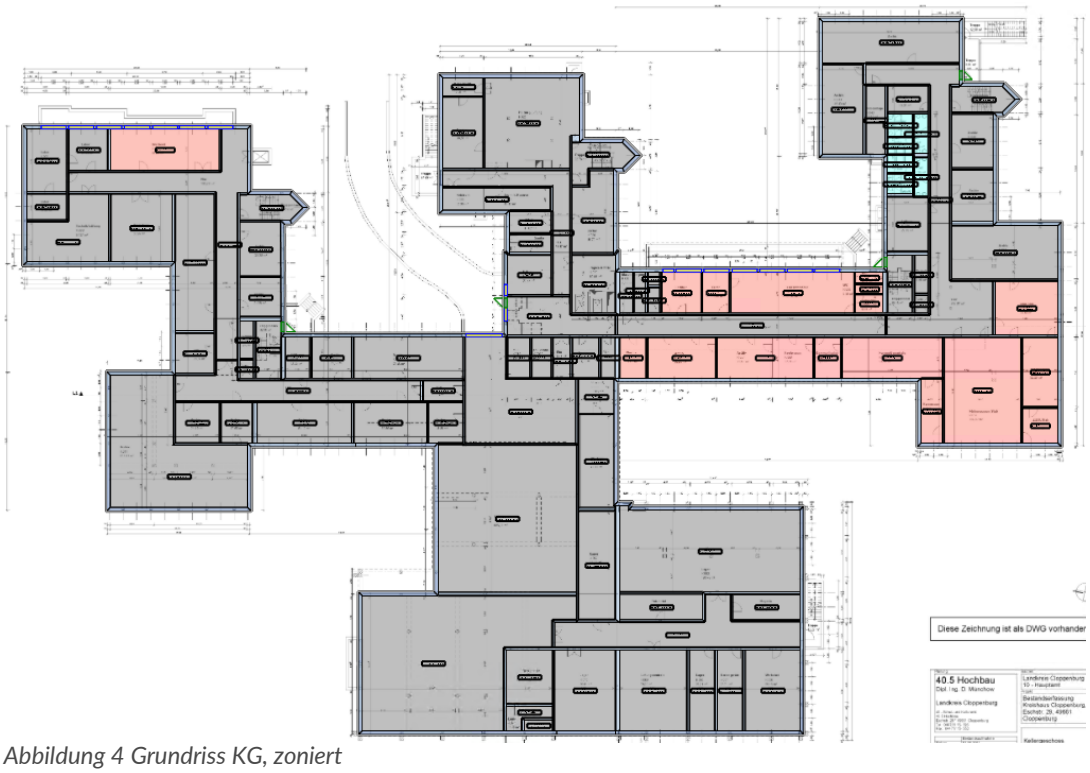


Abbildung 4 Grundriss KG, zoniert

Abbildung 5 Grundriss EG, zoniert

Abbildung 6 Grundriss OG 1, zoniert

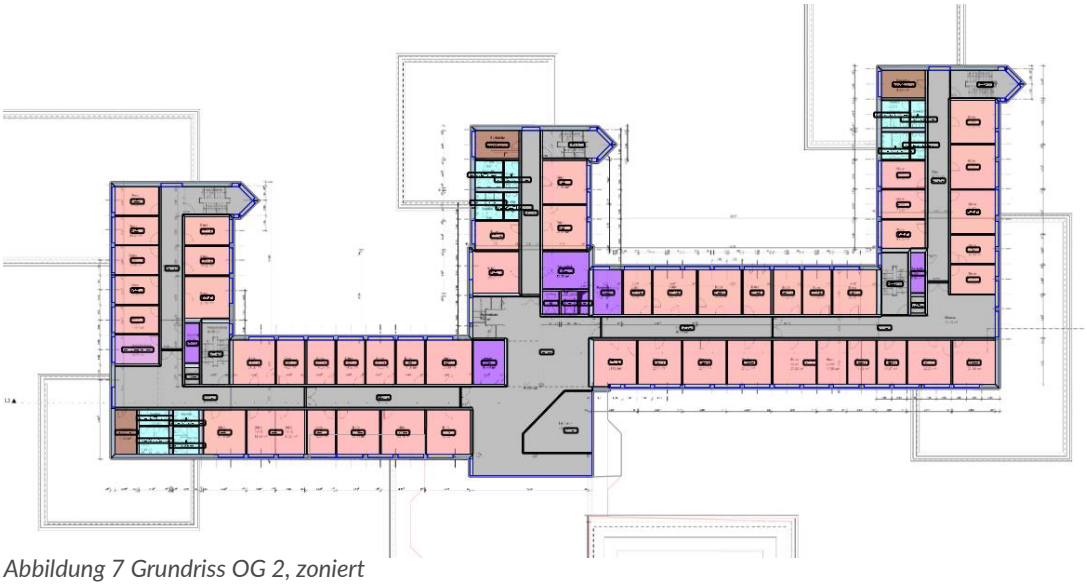


Abbildung 7 Grundriss OG 2, zoniert

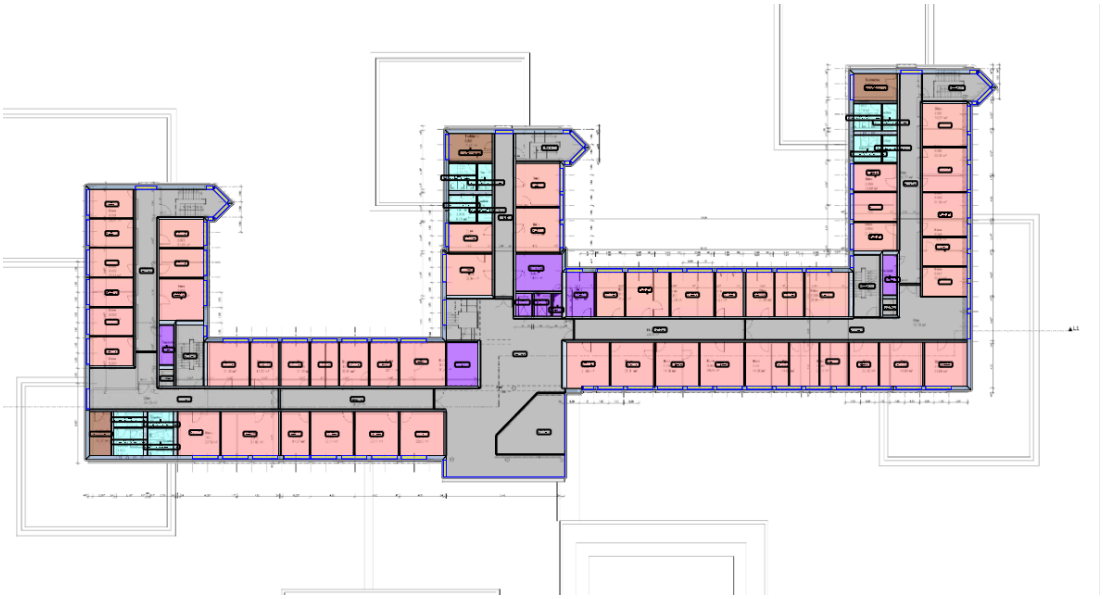


Abbildung 8 Grundriss OG 3, zoniert

Abbildung 9 Grundriss OG 4, 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. Dies schließt das separat betrachtete Nebengebäude des Kreishauses mit ein (vgl. Beratungsbericht Kreishaus Nebengebäude). 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.

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 [m³/a]	*5025*	*4004*	*3520*	***4514***

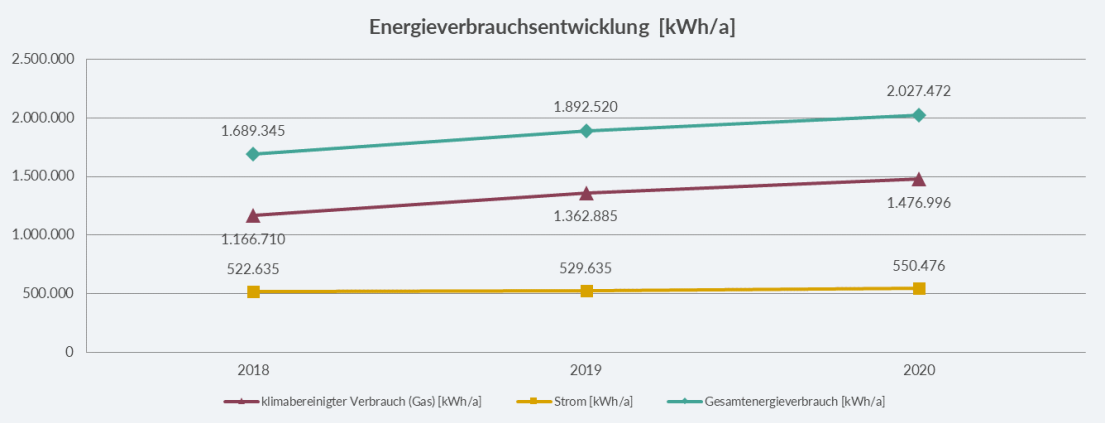


Abbildung 10 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung

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/m²NGFa] bzw. [dm³/m²NGFa]		
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)

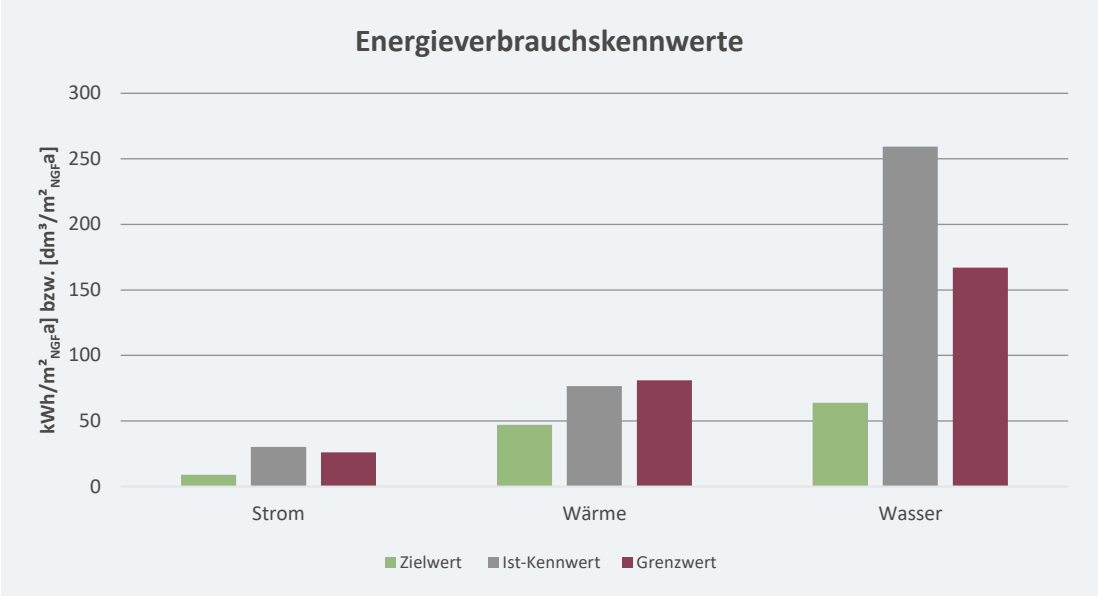


Abbildung 11 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

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 Literaturangabe[3] 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 angegeben[4]. 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/(m²K)]***		
	Ist-Zustand	***GEG[5]***	***BEG-Förderung[6]***
Bauteiltyp: Bodenflächen gegen Erdreich			
Bodenplatte	***0,60***	***0,30***	***0,25***
Bauteiltyp: Außenwand			
Außenwand	***0,34***	***0,24***	**0,20**
Bauteiltyp: Dächer			
Flachdächer	***0,40***	***0,20***	***0,14***
Satteldächer	***0,50***	***0,24***	***0,14***
Bauteiltyp: Fenster			
Fenster	***2,70***	***1,30***	***0,95***
Bauteiltyp: Außentüren			
Außentüren	***3,50***	***1,80***	***1,30***

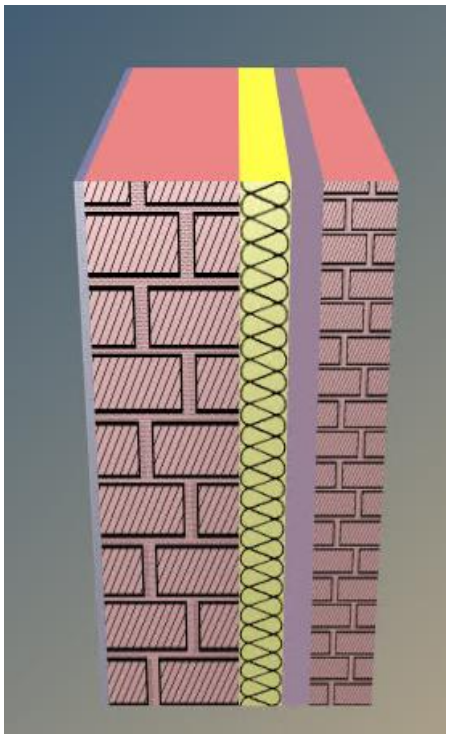
[3] „U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie
[4] Die zulässigen U-Werte beziehen sich gemäß GEG Anlage 3 auf die Begrenzung des Wärmedurchgangs beim erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen. Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den gemittelten Uw-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, der durch Probebohrungen verifiziert wurde.

Material	Dicke (cm)	λ (W/(m*K))
Putzmörtel	1,5	0,700
Kalksandstein-Mauerwerk	24,0	0,990
Mineralische Dämmstoffe	8,0	0,040
Ruhende Luftschicht	5,0	0,118
Klinker-Mauerwerk	11,5	0,960



U-Wert Gesamt: 0,34 W/(m²K)

Aus den Ergebnissen einer früheren Bauzustandsfeststellung des Kreishauses geht hervor, dass aufgrund des Fehlens einer hydrophoben Filzbeschichtung der Dämmung davon abgesehen werden sollte, die bestehende Luftschicht nachträglich zu dämmen. Deshalb (und aufgrund des aktuell annehmbaren U-Werts der Außenwand) wird in dem weiteren Verlauf des vorliegenden Berichts **keine** Sanierungsmaßnahme für die Außenwände vorgeschlagen.

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. Zur Identifizierung von bestehenden Wärmebrücken könnte eine Prüfung mittels einer Wärmebildkamera durchgeführt werden.

3.7 ANLAGENTECHNIK

3.7.1 Heizungsanlage

Erzeugung 1	*2x Gas-Brennwertkessel Weishaupt WG40N*
	Energieträger Erdgas
	Baujahr 2013
	Je 550 kW Nennleistung
Erzeugung 2	*KWK-Anlage Senertec Dachs G5.5*
	Energieträger Erdgas
	Baujahr 2018
	Leistung Wärmeproduktion 20,30 kW
	Leistung Stromproduktion 5,50 kW
	hydraulischer Abgleich nicht durchgeführt
	Leitungen gedämmt
	Umwälzpumpen ungeregelt
	Übergabe an die Zonen über Heizkörper und Lüftung
Speicher	*Freistehender Pufferspeicher 750l*

3.7.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt über die Heizungsanlage (KWK-Anlage und Brennwertkessel). In der Nähe der jeweiligen Warmwasser-Entnahmestellen sind drei separate Speicher mit jeweils 160 Litern Fassung aufgestellt. Diese versorgen die Untersuchungsräume im Gesundheitsamt, die Küche und ein WC im EG. Nach Absprache mit dem Landkreis Cloppenburg hat sich herausgestellt, dass zwei dieser Speicher kaum benötigt werden und in der Zukunft durch elektrische Durchlauferhitzer ersetzt werden sollten. Außerdem ist für die Duschen für den Katastrophenschutz eine Warmwasserbereitung (Heizungswasser mit 800 Liter Speicher und Wärmetauscher) vorhanden.

3.7.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt überwiegend durch Leuchtstoffröhren, vereinzelt LED-Leuchten und Halogen-Lampen (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

Nachfolgend sind die einzelnen Lüftungsanlagen des Gebäudes mit der jeweiligen versorgten Zone und dem maximalen Volumenstrom aufgelistet. Die Lüftungsanlagen der Küche und der Kantine wurden 2018 eingebaut, die restlichen Anlagen stammen noch aus dem Baujahr des Gebäudes.

Tabelle 6 Lüftungsanlagen des bewerteten Gebäudes

Bezeichnung	**Raum Nr.**	**Volumenstrom [m³/h]**	**Wärmeleistung [kW]**	**Versorgte Zone**
WC EG / 1.OG Bt 10	*K069*	*1.000*	*12,4*	*WC und Sanitärräume in NWG*
Verkehrsamt Bt 6	*0.086*	*3.200*	*41,23*	*Sonstige, belüftete Innenräume*
Röntgen Bt 1	*K003*	*900*	*-*	*Sonstige, belüftete Innenräume*
Unters. Behandlg. Bt1	*K003*	*2.000*	*-*	*Sonstige, belüftete Innenräume*
Druckerei Bt 1	*K003*	*2.300*	*-*	*Keller Aufenthaltsräume*
Wintex Du. Bt 7	*K039*	*1.200*	*15,7*	*Keller Aufenthaltsräume*
Wintex I Bt 7	*K039*	*5.000*	*62*	*Keller Aufenthaltsräume*
Wintex II Bt 7	*K043*	*3.000*	*37,2*	*Keller Aufenthaltsräume*
Keller Bt 2/3	*K010*	*3.000*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Keller Bt 4	*K024*	*600*	*8,47*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Keller Bt 10	*K069*	*1.700*	*20*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Tiefgarage 1	*K062*	*3.000*	*24,1*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Tiefgarage 2	*K062*	*2.300*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Waschplatz Bt 10	*K071*	*3.000*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*
Kantine	*Dach*	*2.000*		*Kantine*
Küche	*Dach*	*6.700*		*Küche in NWG*
Sitzungssaal Bt 9	*K069*	*6.800*	*-*	*Großer Sitzungssaal*

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 CO_2 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.

3.7.5 Photovoltaik-Anlage

Auf dem Süd-Teil des Satteldachs wurde 2014 bereits eine Photovoltaik-Anlage zur Eigenstromnutzung mit einer Leistung von 21,8 kWp installiert.

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 18599.

Tabelle 7 Energiebedarfskennwerte nach DIN 18599

Energiebedarfskennwerte[7] des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²$_{NGF}$*a)]	
spez. Endenergiebedarf Heizung	***150,5***
Endenergiebedarf Warmwasser	***3,90***
Beleuchtungsstrom	***13,0***
Strom für die Lüftungsanlagen	***8,84***

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 8 Energiebedarfskennwerte mit angepasster Nutzung

Energiebedarfskennwerte des bewerteten Gebäudes [kWh/(m²$_{NGF}$*a)]	
spez. Endenergiebedarf Heizung	***99,3***
Endenergiebedarf Warmwasser	***3,90***
Beleuchtungsstrom	***13,0***

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

Strom für die Lüftungsanlage	***3,84***

Anmerkung: Kennwerte auf Basis der durchgeführten Berechnung mit einer angepassten Nutzung, um den tatsächlichen Energieverbrauch anzunähern.

Alle nachfolgenden Berechnungen und Aussagen basieren auf der Bedarfsberechnung des untersuchten Gebäudes mit angepasster Nutzung.

3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss der vorhandene Energieverbrauch beurteilt werden. Verbraucht das Gebäude viel oder wenig Energie? 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.

Tabelle 9 Darstellung der jährlichen Verluste in kWh/a

Verluste	***jährlich [kWh/a]***	***anteilig [%]***
Transmissionsverluste		
Dach	*195.662*	*15,9*
Außenwand	*157.424*	*12,8*
Fenster	*727.874*	*59,3*
Keller (Bauteile gegen Erdreich)	*147.067*	*12,0*
Gesamt	***1.228.027***	***100,0***
Lüftungsverluste		
Gesamt	***618.782***	***100,0***
Anlagenverluste		
Gesamt (Heizung + Warmwasser)	***807.828***	***100,0***

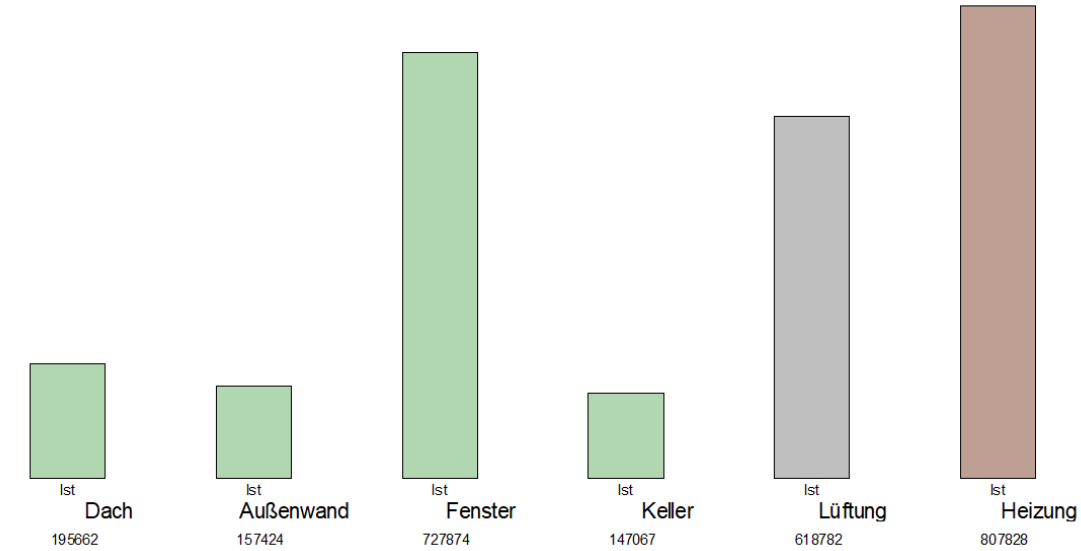


Abbildung 12 Aufteilung der Transmissions- Lüftungs- und Anlagenverluste

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.

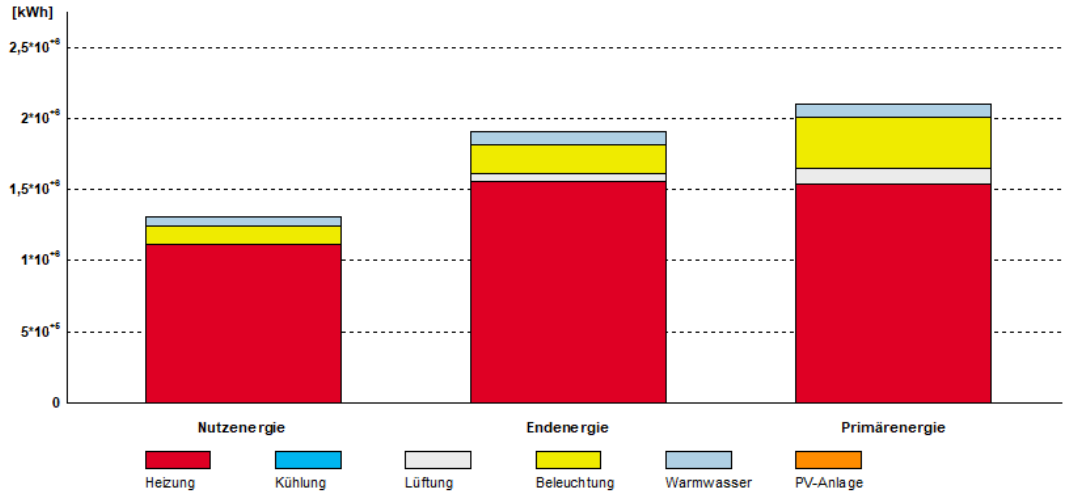


Abbildung 13 Energiebilanz des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser 128,4 kWh/m²a.

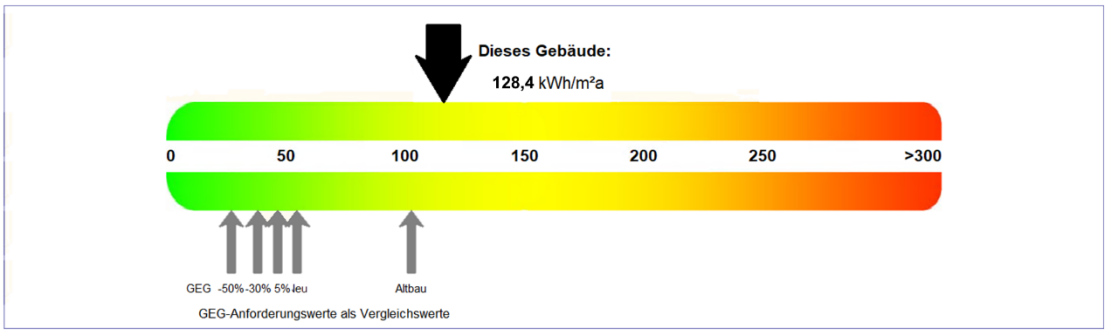


Abbildung 14 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf

Der energetische Ist-Zustand des Kreishauses ist dem Baualter entsprechend mittelmäßig. Die nachfolgende Abbildung zeigt die berechneten Werte für den Primärenergiebedarf Q_P (kWh/m²a), den mittleren U-Wert opaker Bauteile (W/m²K) und den mittleren U-Wert transparenter Bauteile (W/m²K). Die berechneten Werte sind entscheidend bei der Erreichung eines Effizienzhausstandards.

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

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	EH40	EH55	EH70	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m²a	188,6	☐ 37,8	☐ 52,1	☐ 66,2	☐ 94,7	☐ 151,5
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m²K	0,35	☐ 0,18	☐ 0,22	☐ 0,26	☐ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m²K	2,7	☐ 1,0	☐ 1,2	☐ 1,4	☐ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m²K	2,9	☐ 1,6	☐ 2,0	☐ 2,4	☑ 3,0	

Abbildung 15 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Kreishauses

Aus Abbildung 15 wird ersichtlich, dass das Gebäude im IST-Zustand **keinen** Effizienzgebäude-Standard erfüllt.

3.8.3 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die nachfolgenden (brutto) Energiemischpreise (Zusammensetzung aus Grund- und Verbrauchspreis) je Energieträger angesetzt. Die Werte in Tabelle 10 stammen aus aktuellen Abrechnungen des Landkreises Cloppenburg. Da diese Werte deutlich niedriger sind, als aktuelle, ortsübliche Tarife, sind in Tabelle 11 Werte aus aktuellen Tarifen abgebildet. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird mit beiden Werten gerechnet.

Tabelle 10 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 11 Bezugskosten nach Energieträger

Bezeichnung	***Einheit***	***Preis [€/Einheit]***	***CO_2 [g/Einheit]***
Erdgas	*kWh*	*0,298*	*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 12 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 CO_2-Steuer

Die CO_2-Steuer soll den Umstieg von fossilen Kraft- und Brennstoffen hin zu erneuerbaren Technologien fördern. Die sogenannte CO_2 -Steuer verteuert Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas dabei so, dass sich die Kosten in Zukunft stärker am tatsächlichen CO_2-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 CO_2 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 CO_2-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 Cloppenburg mit der Vergabestelle die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig abstimmen.

In den Investitionskosten sind auch die Kosten für kleinere Nebenarbeiten 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 dargestellt (SV):

Empfohlene Sanierungsvarianten:

Var. 1 - Fenster-, Glasfassaden und Türentausch

Var. 2 - Dachsanierung

Var. 3 - Sole-Wärmepumpe für Heizung und Luft-Wärmepumpen für Warmwasser

Var. 4 – LED-Beleuchtung

Var. 5 – Lüftungsanlage mit WRG

Var. 6 – Photovoltaik-Anlage

Var. 7 – Maßnahmenkombination

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Durch die gemeinsame Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen (Var. 6) kann der Effizienzgebäude-Standard 70 mit der Erneuerbaren-Energien-Klasse erreicht werden. Für Details siehe Kap. 0.

4.2 SV 1: FENSTER-, GLASFASSADEN UND TÜRENTAUSCH

Die Fenster des Gebäudes stammen aus 1990 und weisen daher keine gute Wärmedämmeigenschaften auf und sollten erneuert werden. Der aktuelle U_w-Wert für Fenster nach dem GEG beträgt 1,30 W/m²K. Um die BEG-Förderung zu beantragen, ist ein U_w-Wert von ≤ 0,95 W/m²K anzusetzen.

Die alten Fenster werden durch neue 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem U_w-Wert von 0,9 W/m²K ersetzt. Die Fensterfläche (abzüglich der Glasfassade) entspricht etwa 2.200 m². Für die Glasfassade gelten die gleichen U_w-Werte. Der Austausch der großflächigen Glasfassade im Eingangsbereich erfordert eine detaillierte Planung, vor allem, um während der Bauarbeiten die Nutzung des Kreishauses weiterhin zu gewährleisten. Die Glasfassaden im Eingangsbereich und den Eck-Treppenhäusern haben eine Gesamtfläche von etwa 915 m².

Die bestehenden Außentüren werden ebenfalls durch neue Türanlagen mit einem U_w-Wert von 1,1 W/m²K ersetzt.

Hinweis: Um Schimmelbildung im Bereich der Fensterlaibung zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass der U-Wert der einzelnen Fenster nicht besser ist als das jeweilige Mauerwerk.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

	Preis [€/m²]	*Fläche*	*Summe [€]*
Einzelfenster Rückbau	*27,67*		
Holz-Einzelfenster inkl. Einbau	*551,51*		
Einzelfenster gesamt	*600*	*2.200*	*1.320.000*
Glasfassade Rückbau	*27,67*		
Alu- Glasfassade inkl. Einbau	*1.143,94*		
Glasfassade gesamt	*1.200*	*915*	*1.098.000*
Außentüren Rückbau	*37,47*		
Tür nach Energiestandards inkl. Einbau	*2.068,43*		
Außentüren	*2.150*	*47*	*101.050*
Gesamtausgaben			***2.520.000***

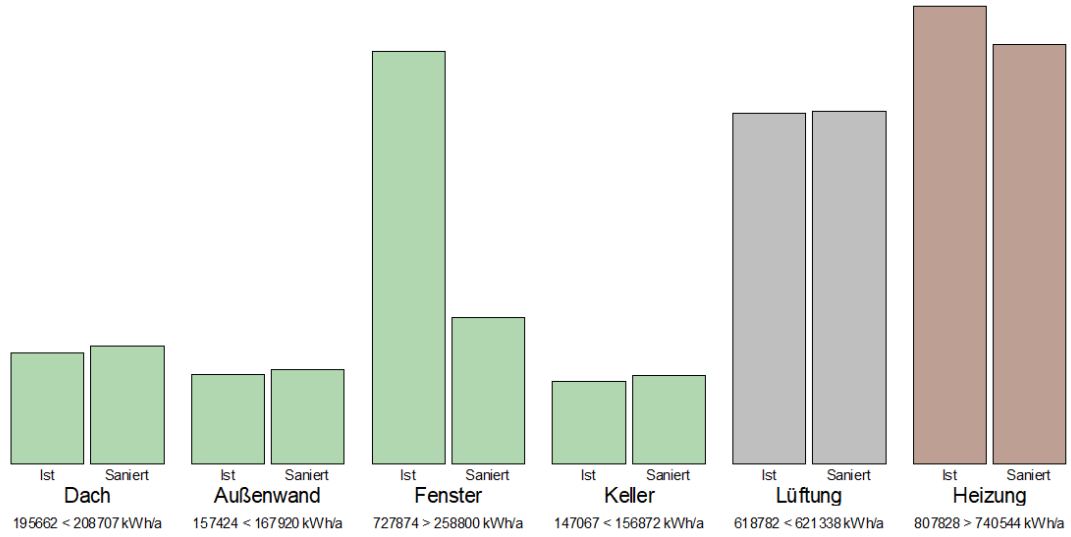
Die Preise stammen von der f:data GmbH (Baupreislexikon vom 01.09.2022) und beziehen sich auf die Regelleistung laut den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Für Fenster teilen sich die Investitionskosten folgendermaßen auf: Abbruch alter Fenster einschließlich Abdichtung,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

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen	
Info	*Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).*
Förderquote	*15 %*
Förderhöhe	*Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)*
Förderkreditbeitrag	*Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m² NGF (max. 15 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 378.000 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **19 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 1.482.900 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 352.600 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 75.620 kg CO_2/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 106 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.

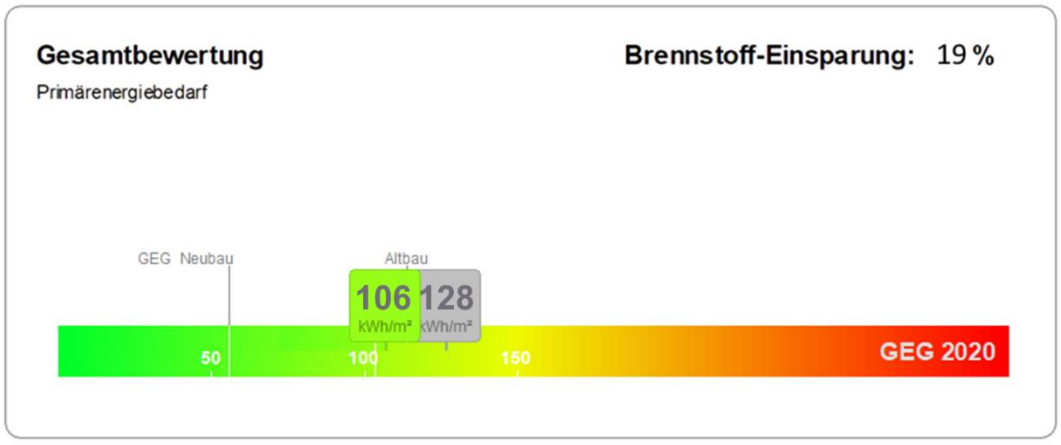


Abbildung 16 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 13 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	*2.520.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*378.000 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 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 14 Einsparpotenzial, SV 1

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*128.569*	*128.569*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*199.306*	*868.223*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*327.875*	*996.792*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*218.857*	*1.094.847*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***98.055***
Amortisationszeit	*-*	***18 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 18 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.3 SV 2: DACHSANIERUNG

In dieser Variante werden die Dachflächen des Gebäudes erneuert und zusätzlich gedämmt.

Die Räume im 4.OG bieten aufgrund der Dachschräge des Satteldachs bereits heute eher weniger Platz. Daher scheint eine Untersparren-Dämmung weniger sinnvoll und bei einer Sanierung sollte das Dach abgedeckt und mittels einer Aufsparren-Dämmung zusätzlich gedämmt werden.

Die bestehenden Abdichtungen und Dämmschichten der Flachdächer werden zurückgebaut und anschließend mit 24 cm Dämmstoff mit einem Lambda-Wert von 0,035 W/mK gedämmt und neu abgedichtet. Um BEG-Förderung in Anspruch nehmen zu können, muss der U-Wert für Einzelmaßnahmen ≤ 0,14 W/(m²K) betragen. Dieser Wert wird durch die gewählte Dämmstoffdicke erreicht.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

	Preis [€/m²]	*Fläche*	*Summe [€]*
Aufsparrendämmung ohne Dachziegel	*144,18*		
Dachziegel	*43,64*		
Satteldächer gesamt	*200*	*1.915*	*383.000*
Rückbau Flachdachbelag	*49,25*		
Flachdach nach Energiestandards	*134,12*		
Flachdächer gesamt	*200*	*2.820*	*564.000*
Gesamtausgaben			***947.000***

Die Preise stammen von der f:data GmbH (Baupreislexikon vom 01.09.2022) und beziehen sich auf die Regelleistung laut den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten:

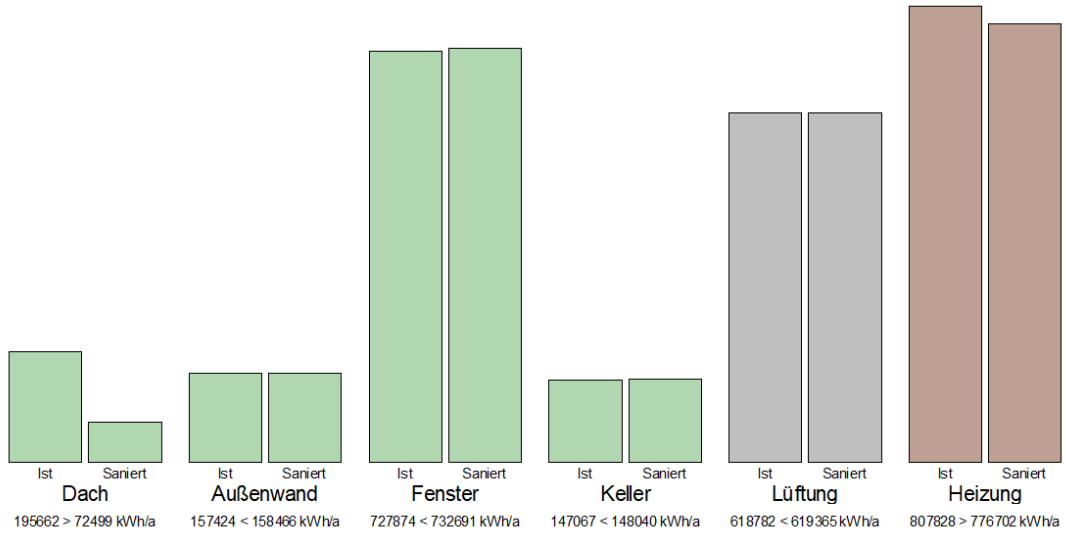
Maßnahme	***Enthaltene Leistungen***
Satteldächer	*Abbruch Dachziegel, Entsorgung durch LKW, neue Dachschalung, neue Dampfbremse, Wärmedämmung, neue Dachdeckung (Biberschwanzziegel), Baustelleneinrichtung, Lohn und Montage.*
Flachdächer	*ggf. Abbruch Kiesschüttung, Abbruch Bitumenbahn, Abbruch Sperrschicht, Entsorgung durch LKW, Dampfbremse vollflächig kleben, Wärmedämmung, neue Dachabdichtung, ggf. neue Kiesschüttung, Baustelleneinrichtung, Lohn und Montage*

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen	
Info	*Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).*
Förderquote	*15 %*
Förderhöhe	*Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)*
Förderkreditbeitrag	*Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m² NGF (max. 15 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 142.000 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 1.710.400 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 125.100 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 28.160 kg CO_2/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 121 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.

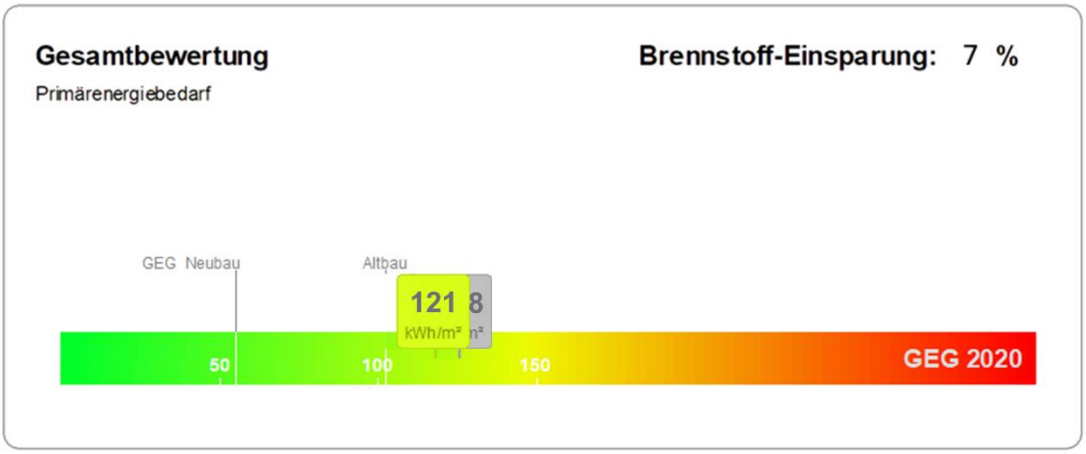


Abbildung 17 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 15 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2

Gesamtinvestitionen	*947.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*142.000 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 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 16 Einsparpotenzial, SV 2

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*48.315*	*48.315*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*209.995*	*986.501*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*258.310*	*1.034.816*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*218.857*	*1.094.847*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***60.031***
Amortisationszeit	*-*	***15 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 15 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.4 SV 3: SOLE-WÄRMEPUMPE FÜR HEIZUNG UND LUFT-WÄRMEPUMPEN FÜR WARMWASSER

Ergänzend zu der aktuellen Heizungstechnik wird eine Wärmepumpe eingesetzt. Hierfür müssen mehrere Tiefen-Erdsonden abgeteuft und ein Heizungs-Pufferspeicher installiert werden. Für das Gebäude wird eine oder mehrere Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 280 kW vorgesehen und eine Vorlauftemperatur auf 55°C eingestellt. Hierdurch können bis zu 85 % der benötigten Wärme durch die Wärmepumpe bereitgestellt werden.

Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe nutzt die Energie aus dem Erdreich, um das Gebäude CO_2 sparend zu beheizen. Sie entzieht dem Erdreich thermische Energie und überträgt diese als Nutzwärme in das Gebäude.

Aufgrund des mangelnden Platzes für einen Flächenkollektor wird als Bauart auf Erdsonden gesetzt. Hierfür sind Tiefenbohrungen notwendig. Die Dimensionierung (Anzahl und Tiefe) der Sonden hängt maßgeblich von der Leistung der Wärmepumpe und den Randbedingungen des Standorts ab: Das vorliegende Grundstück des Kreishauses liegt nicht in einem Wasserschutzgebiet. Weiterhin sollten die einzelnen Sonden mindestens 6m Abstand zueinander haben, da sie sich ansonsten gegenseitig thermisch beeinflussen können.

Bei der Umsetzung dieser Maßnahme sollte ein Fachplaner hinzugezogen werden und ein Thermischer Response Test (TRT) durchgeführt werden. Für die weitere Betrachtung in diesem Bericht werden 56 Sonden mit einer Tiefe von 100 m angenommen.

Alternativ kann anstatt der Tiefensonden auf einen Eisspeicher zurückgegriffen werden. Ein Eisspeicher besteht aus einer wassergefüllten Zisterne, die komplett unterirdisch verbaut wird. Die Zisterne selbst ist meist aus Beton und nicht isoliert. Die Wärmepumpe entzieht dem Wasser die Wärme bis dieses vollständig gefroren ist. Die Regeneration (auftauen) des Speichers erfolgt im Wesentlichen über das umfassende Erdreich. Aber auch andere (Ab-)Wärmequellen können hierzu genutzt werden.

Wärmepumpen laufen effizienter, je niedriger die Vorlauftemperatur eingestellt wird. Für eine sehr niedrige Vorlauftemperatur ist das Gebäude aufgrund der standardmäßigen Heizkörper aktuell jedoch nicht geeignet. Daher könnte es sich lohnen, zusätzliche Heizflächen zu schaffen. Eine Möglichkeit wäre eine Deckenheizung in einer abgehängten Decke. Bei solchen Systemen reichen Vorlauftemperaturen zwischen 26°C und 38°C. Allerdings können hierbei Kosten von bis zu 200-300€/m² Decke entstehen. Wird sich für diese Maßnahme entschieden, könnte sie eventuell gut mit Variante 4 (LED-Beleuchtung) kombiniert werden.

Wie in Kap. 3.7.2 beschrieben, werden zwei der insgesamt vier Warmwasser-Speicher kaum genutzt und durch elektrische Durchlauferhitzer ersetzt. Für die beiden anderen Speicher (Kantine und Duschen Katastrophenschutz), wird auf dezentrale Warmwasser-Wärmepumpen zurückgegriffen. Diese können anstatt der vorhandenen Warmwasser-Speicher eingebaut werden. Diese Luft-Wärmepumpen können die Abwärme in den Heizungsräumen verwenden, um das Warmwasser kosten- und energiesparend bereitzustellen.

Da die Wärmepumpe einen erhöhten Strombedarf verursacht, ist diese Maßnahme besonders sinnvoll in Kombination mit einer PV-Anlage (vgl. Variante 6).

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 extra zu errichtenden Heizungsanbau. Durch die Bohrungen der Tiefensonden können, abhängig von der Wahl des Standorts, zusätzliche Kosten für die

Wiederherstellung des Urzustands entstehen, die ebenfalls nicht in den angegebenen Kosten enthalten sind.

	Preis (inkl. 25% Preissteigerung seit 06.21)	*Einheit*	*Summe [€]*
Sole-Wasser-Wärmepumpe	*(8.850 + 520*kW)*1,25*	*280 kW*	*195.000*
Tiefensonden	*(630 + 75 * Länge)*1,25*	*5.600 m*	*525.000*
Sole-Wärmepumpe gesamt			*720.000*
Luft-Warmwasser-Wärmepumpen	*10.000 / Stück *1,25*	*2 Stück*	*25.000*
Gesamtausgaben			***745.000***

Die Preise 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 Leistungen***
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 Montag der Erdsonden, Durchführung der Bohrarbeiten, Hilfsaggregate, Anschluss an die Wärmepumpe, Inbetriebnahme, Lohnkosten.*
Luft-Warmwasser-Wärmepumpen	*Wärmeerzeuger, Lieferung, Montage, Hilfsaggregate, thermische und elektrische Einbindung, Speicher, Inbetriebnahme, Demontage und Entsorgung, Lohnkosten.*

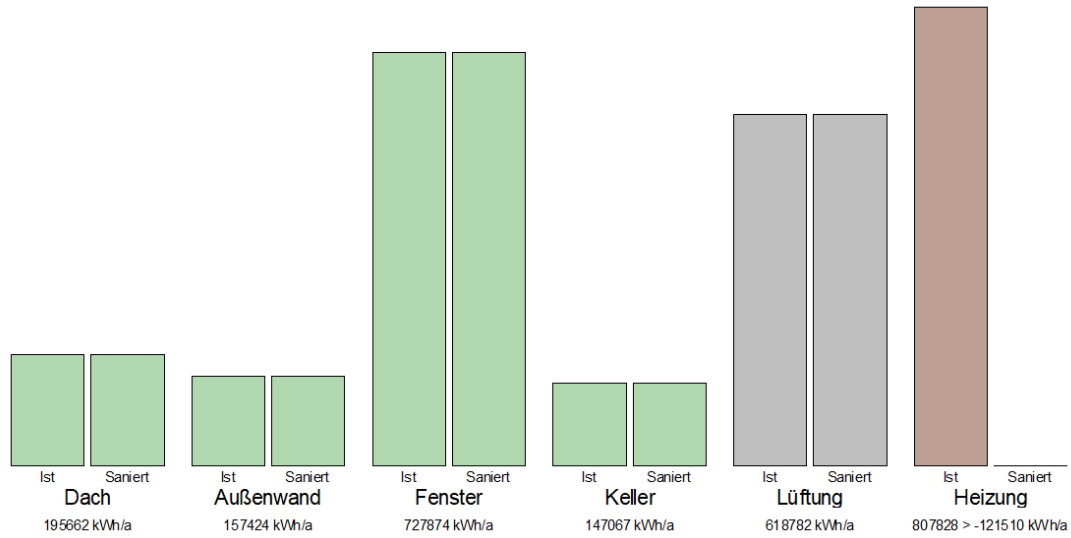
*Hinweis: Bei dem hydraulischen Abgleich der Sole-Wasser-Wärmepumpe sind lediglich die erforderlichen Messungen, Berechnungen und Einstellungen enthalten. Sollten neue Regelventile, Heizkörper oder Pumpen notwendig sein, werden diese die Preise deutlich erhöhen.

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, das erneuerbare Energien für die Wärmeerzeugung mit einem Anteil von mindestens 25 Prozent einbindet.*
Förderquote	*Bis zu 30 %*
Förderhöhe	*Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)*
Förderkreditbeitrag	*Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m² NGF (max. 15 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss über 30% von 223.500 € beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **50 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm. Hinweis: Da es sich bei den Wärmegewinnen durch die Wärmepumpe rechnerisch um negative Verluste handelt, fallen die Heizungsverluste in dem nachfolgenden Diagramm unter 0 kWh/a.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 923.900 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 911.600 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 74.850 kg CO_2/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 91 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.

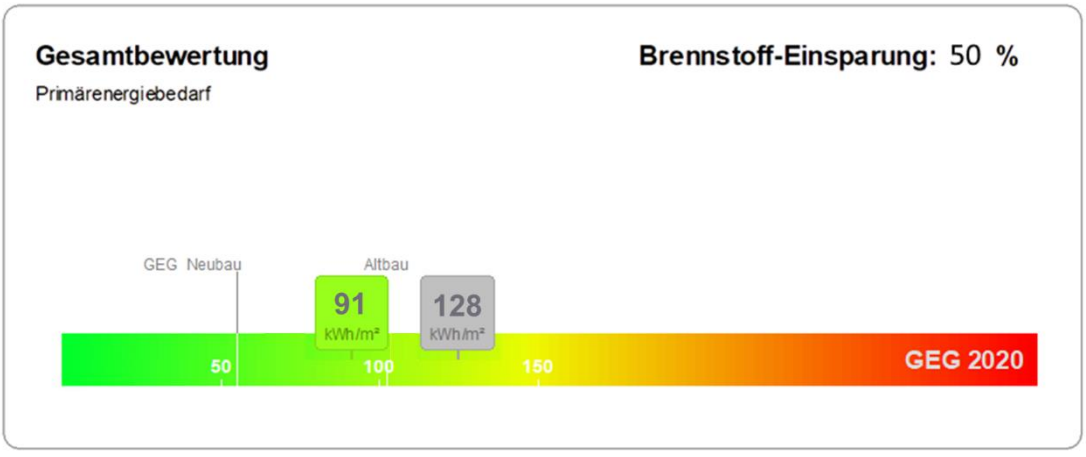


Abbildung 18 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 17 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3

Gesamtinvestitionen	*745.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*223.500 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 18 Einsparpotenzial, SV 3

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*50.076*	*50.076*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*211.361*	*524.779*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*261.437*	*574.855*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*182.249*	*914.480*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***339.625***
Amortisationszeit	*-*	***3 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Dies liegt vor allem an dem großen Preisunterschied, zwischen Strom und Gas. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme bereits nach 3 Jahren, da die Gaspreise deutlich mehr gestiegen sind als die Strompreise.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.5 SV 4: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Sanierungsvariante werden die vorhandenen Leuchtstoffröhren in den Nutzungsräumen durch hocheffiziente LED-Beleuchtung ersetzt. Aufgrund der geringen Betriebszeiten der Beleuchtungsanlagen in den Lagerräumen im Untergeschoss, lässt sich eine Umrüstung auf LED-Beleuchtung nicht wirtschaftlich darstellen. Diese Beleuchtung wird in dieser Variante nicht mit umgerüstet.

Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO_2-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden.

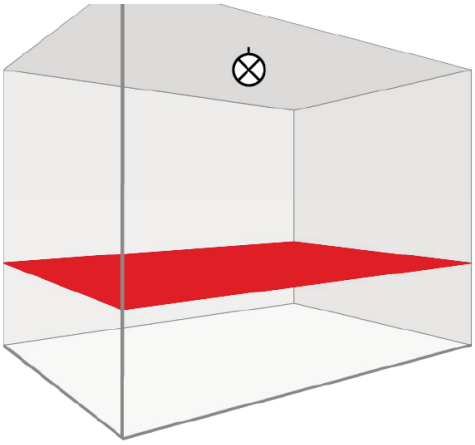
Die Wärmeentwicklung von LED-Lampen fällt z. B. im Vergleich zur alten Glühlampe deutlich geringer aus. Glühlampen erzeugen aus der eingespeisten Energie nur etwa 5 % Licht, die restlichen 95 % werden in Wärme umgewandelt. Bei aktuellen LED-Lampen sieht es deutlich besser aus. Hier werden etwa 40 % der 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 1.OG abgebildet, der aktuell durch neun Leuchtstoffröhren mit jeweils 36W beleuchtet wird. Wie die Berechnung zeigt, könnte dieser Raum ebenfalls durch zwei Standleuchten mit je 90 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.

Leuchte
Montageart: Pendel
Leuchtenlichtstrom: 15.300 lm

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

Raum
Maße: 4,7 x 4,7 x 2,8 m
Reflexionsgrad: 70/50/20
Wartungsfaktor: 0,8



Ergebnis Ihrer Berechnung

Anzahl der Leuchten	Beleuchtungsstärke	Spezifischer Anschlusswert	
2 1,56 exakter Wert	641lx	8,1 W/m²	1,3 W/m²/100lx

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

Zone	*Preis [€/m²]*	*Fläche*	*Summe [€]*
Bürofläche	*140*	*5181*	725.340
Besprechung / Sitzung	*80*	*586*	*46.880*
Sonst. Aufenthaltsräume	*80*	*157*	*12.560*
WC und Sanitär	*90*	*227*	*20.430*
Verkehrsfläche	*45*	*3580*	*161.100*
Großer Sitzungssaal	*140*	*817*	*114.380*
Sonstige belüftete Innenräume	*80*	*333*	*26.640*
WC und Sanitär mit Zu- und Abluft	*90*	*36*	3.240
Gesamtausgaben			***1.150.000***

Die Preise beruhen auf Licht-Berechnungen von Beispielräumen 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 m² NGF (max. 15 Mio.€)*
Fristen	*Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m² NGF (max. 15 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von 172.500 € 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 €*
	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 287.500€ (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 4 -

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 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 1.787.700 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 47.800 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 60.700 kg CO_2/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 117 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.

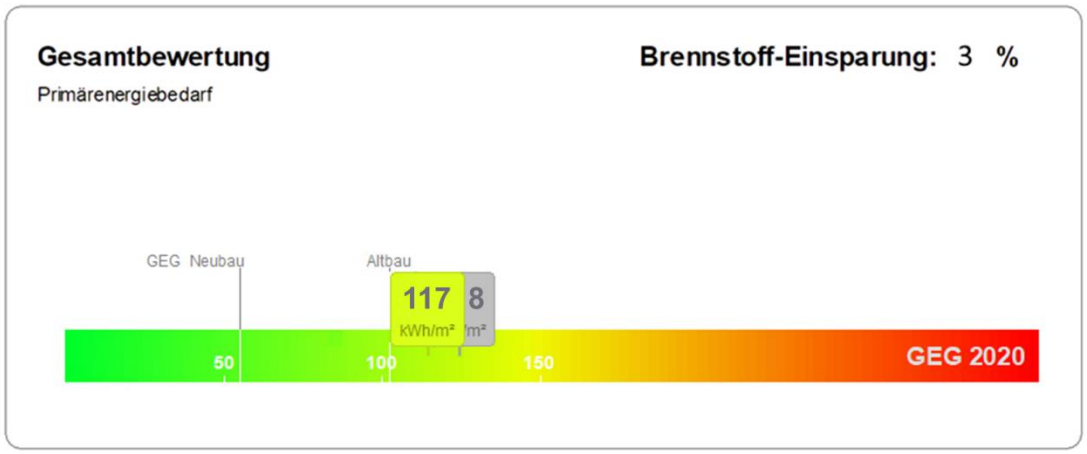


Abbildung 19 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 19 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	*1.150.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*287.500 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 20 Einsparpotenzial, SV 4

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*77.298*	*77.298*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*132.671*	*823.282*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*209.969*	*900.580*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*182.249*	*914.480*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***13.900***
Amortisationszeit	*-*	***18 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 18 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.6 SV 5: LÜFTUNGSANLAGE MIT WRG

Die alten Lüftungsanlagen werden ohne Wärmerückgewinnung betrieben und entsprechen somit nicht dem Stand der Technik. Der Austausch der Lüftungsanlagen erfolgt nach den Anforderungen des GEG 2020. Hier müssen raumlufttechnische Anlagen mit einem Volumenstrom in der Zuluft ≥ 4.000 m³/h besondere Kennwerte u. a. hinsichtlich der elektrischen Leistung sowie der Wärmerückgewinnung erfüllen. Die Wärme aus der Abluft wird dann durch die Wärmerückgewinnung genutzt. Hierdurch erhöht sich die Luftqualität, da es keinen direkten Umluftbetrieb mehr gibt. Bei dieser Sanierungsvariante wurde ein Rotationswärmetauscher mit einer Rückwärmezahl von 80 % angesetzt. Nachfolgend sind die angesetzten Kosten der einzelnen Lüftungsanlagen abgebildet. Die Anlagen auf dem Dach stammen aus 2018 und werden daher nicht erneuert.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet. Da die modernen Lüftungsanlagen aufgrund der Wärmerückgewinnung oft größer ausfallen als ihre Vorgänger, könnte es notwendig sein, zusätzlichen Platz für die Aufstellung zu schaffen. Hierdurch könnten hohe und schwierig abzuschätzende Zusatzkosten entstehen, die nachfolgend nicht mit aufgeführt sind.

Tabelle 21 Lüftungsanlagen des bewerteten Gebäudes mit angesetzten Kosten

Bezeichnung	**Raum Nr.**	**Volumenstrom [m³/h]**	**Wärmeleistung [kW]**	**Versorgte Zone**	**Angesetzte Kosten [EUR]**
WC EG / 1.OG Bt 10	*K069*	*1.000*	*12,4*	*WC und Sanitärräume in NWG*	*25.000*
Verkehrsamt Bt 6	*0.086*	*3.200*	*41,23*	*Sonstige, belüftete Innenräume*	*32.000*
Röntgen Bt 1	*K003*	*900*	*-*	*Sonstige, belüftete Innenräume*	*20.000*
Unters. Behandlg. Bt1	*K003*	*2.000*	*-*	*Sonstige, belüftete Innenräume*	*26.000*
Druckerei Bt 1	*K003*	*2.300*	*-*	*Keller Aufenthaltsräume*	*26.000*
Wintex Du. Bt 7	*K039*	*1.200*	*15,7*	*Keller Aufenthaltsräume*	*25.000*
Wintex I Bt 7	*K039*	*5.000*	*62*	*Keller Aufenthaltsräume*	*36.000*
Wintex II Bt 7	*K043*	*3.000*	*37,2*	*Keller Aufenthaltsräume*	*32.000*
Keller Bt 2/3	*K010*	*3.000*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*32.000*
Keller Bt 4	*K024*	*600*	*8,47*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*15.000*
Keller Bt 10	*K069*	*1.700*	*20*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*26.000*
Tiefgarage 1	*K062*	*3.000*	*24,1*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*32.000*

Tiefgarage 2	*K062*	*2.300*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*26.000*
Waschplatz Bt 10	*K071*	*3.000*	*-*	*Keller Nicht-Aufenthaltsräume*	*32.000*
Sitzungssaal Bt 9	*K069*	*6.800*	*-*	*Großer Sitzungssaal*	*38.000*
Gesamtsumme:					***423.000***

Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten: Lüftungsanlage mit WRG, Lieferung, Montage, Einbindung, Hilfsaggregate, Inbetriebnahme, Lohnkosten.

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 m² NGF (max. 15 Mio.€)*
Fristen	*Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m² NGF (max. 15 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 63.450 € beantragt werden.

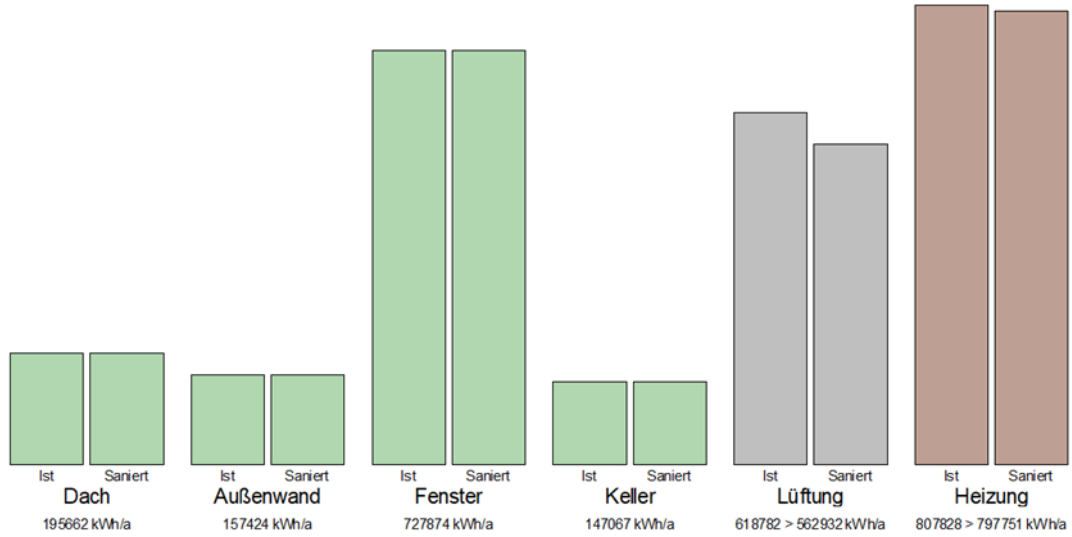
Alternativ kann eine Förderung über die Kommunalrichtlinie beantragt werden:

Kommunalrichtlinie - Raumlufttechnische Anlagen (2.10)	
Info	*Gefördert werden innerhalb der Kommunalrichtlinie im investiven Förderschwerpunkt 2.10 „Raumlufttechnische Anlagen" die Sanierung von raumlufttechnischen Anlagen und deren Komponenten in Nichtwohngebäuden sowie die Nachrüstung von raumlufttechnischen Anlagen in Schulen und Kindertagesstätten im Rahmen einer* ***Grundsanierung****.*
Förderanteil	*Zuschuss: 25 %** *Mindestzuwendung: 5.000 €*
	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 105.750€ (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden

Energieeinsparung - Variante 5 -

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 1.724.700 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 110.800 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 25.210 kg CO_2/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 110 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.

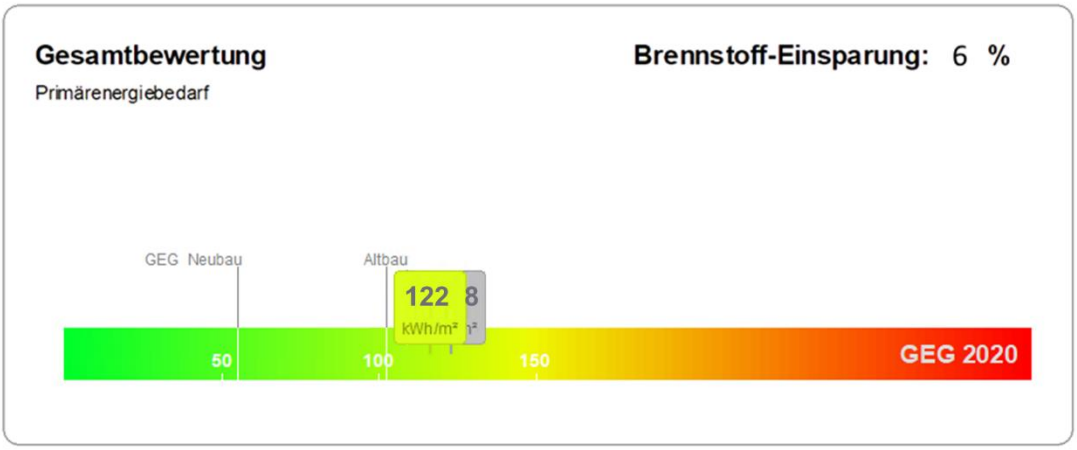


Abbildung 20 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 22 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5

Gesamtinvestitionen	*423.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*105.750 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 23 Einsparpotenzial, SV 5

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*28.432*	*28.432*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*175.935*	*830.179*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*199.460*	*858.611*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*182.249*	*914.480*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***55.869***
Amortisationszeit	*-*	***8 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 8 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

4.7 SV 6: PHOTOVOLTAIK-ANLAGE

Aufgrund des hohen Strombedarfs der Liegenschaft und der möglichen Erhöhung durch den Einbau einer Wärmepumpe, bietet sich der Einbau weiterer PV-Module für das Gebäude an. Im Nachfolgenden sind die Berechnungen für eine Anlage mit PV-Modulen auf den Süd-Ost Dächern, sowie Teilen der Flachdächer dargestellt. Die PV-Anlage wurde angepasst an die aktuellen Strom-Verbräuche der Liegenschaft. Sollte sich der Verbrauch durch die Maßnahme SV 3 (Wärmepumpe) erhöhen, bzw. durch SV 4 (LED-Beleuchtung) verringern, sollte die PV-Anlage neu berechnet werden.

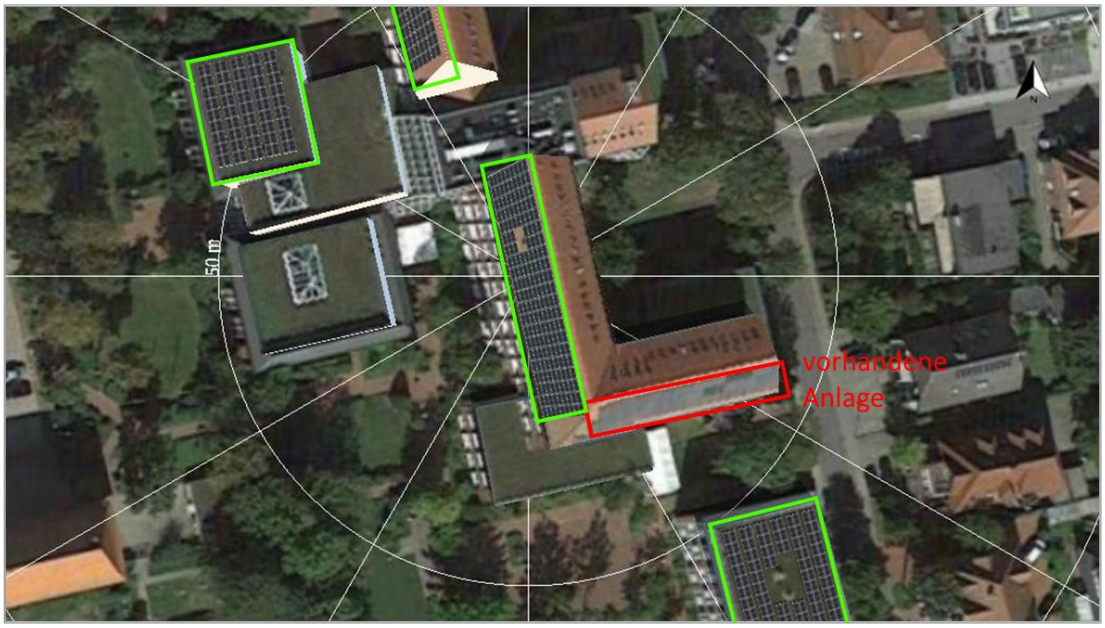
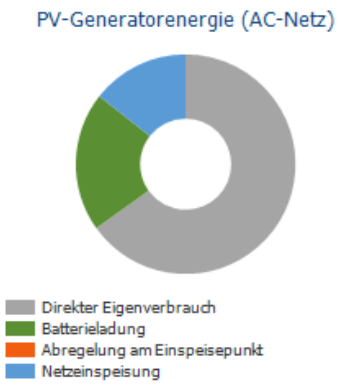


Abbildung 21 Übersichtsbild Flächen für geplante PV-Anlage (grün) und vorhandene PV-Anlage (rot)

ERGEBNISSE:

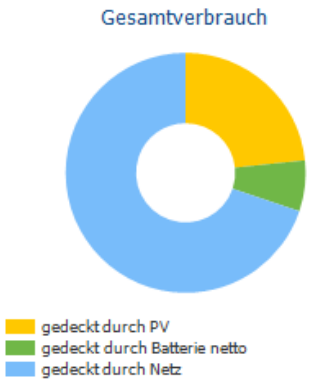
PV-Anlage

PV-Generatorleistung	217,88	kWp
Spez. Jahresertrag	880,62	kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	92,28	%
Ertragsminderung durch Abschattung	0,6	%/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	191.961	kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	124.973	kWh/Jahr
Batterieladung	39.376	kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0	kWh/Jahr
Netzeinspeisung	27.611	kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	85,6	%
Vermiedene CO_2-Emissionen	113.152	kg/Jahr



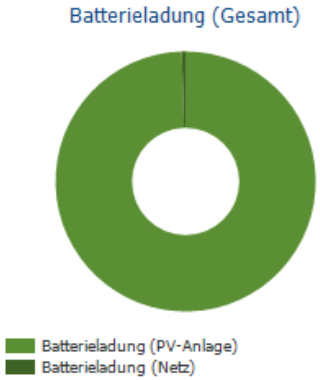
Verbraucher

Verbraucher	535.332	kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	97	kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	535.429	kWh/Jahr
gedeckt durch PV	124.973	kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	36.670	kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	373.785	kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	30,2	%



Batteriesystem

Ladung am Anfang	332	kWh
Batterieladung (Gesamt)	39.565	kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	39.376	kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	189	kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	36.859	kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	2.166	kWh/Jahr
Verluste in Batterie	871	kWh/Jahr
Zyklenbelastung	2,6	%
Lebensdauer	>20	Jahre



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	535.429	kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	373.785	kWh/Jahr
Autarkiegrad	30,2	%

WIRTSCHAFTLICHKEIT:

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	2.500,00	€/kWp
Investitionskosten	544.687,50	€

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	-3.494,57	€/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	35.831,03	€/Jahr
EEG 2021 (September) - Gebäudeanlagen		
Gültigkeit	08.08.2022 -	31.12.2042
Spezifische Einspeisevergütung	0,0282	€/kWh
Einspeisevergütung	778,5066	€/Jahr
EEG 2021 - Umlage auf Eigenverbrauch - Alle Anlagenarten		
Gültigkeit	08.08.2022 -	07.08.2043
Spezifische Eigenverbrauchsabgabe	0,026	€/kWh
Eigenverbrauchsabgabe	4.273,08	€/Jahr
Example Private (Example)		
Arbeitspreis	0,2218	€/kWh
Grundpreis	6,9	€/Monat
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2	%/Jahr

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. Außerdem muss das Dach statisch geprüft werden und Platz für eine Unterbringung der Wechselrichter und der Batterien gefunden werden, wodurch möglicherweise große Zusatzkosten entstehen.

4.8 SV 7: MAßNAHMENKOMBINATION

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var. 1 - Fenster- und Türenaustausch

Var. 2 – Dach dämmen

Var. 3 – Wärmepumpe

Var. 4 – LED-Beleuchtung

Var. 5 – Lüftungsanlagen mit WRG

Var. 6 – PV-Anlage

kombiniert.

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 EE** (Erneuerbaren-Energie-Klasse) erreicht werden.

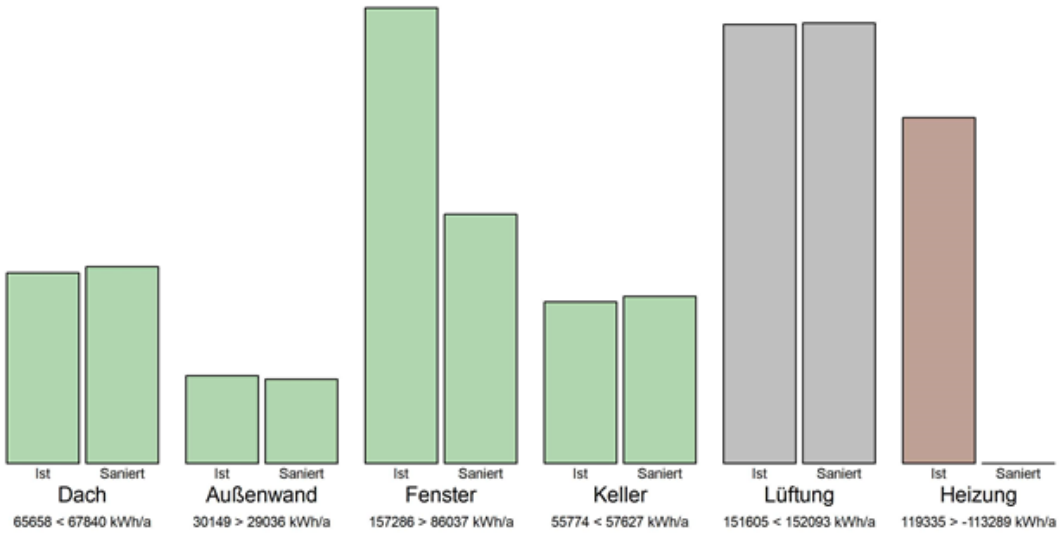
Für die Sanierung des Gebäudes zum Effizienzgebäude kann die Bundeförderung für effiziente Gebäude (BEG NWG) des Bundeministeriums für Wirtschaft und Energie beantragt werden. Die technischen Mindestanforderungen zu dem Förderprogramm sind einzuhalten.

BEG Nichtwohngebäude – Neubau und Sanierung	
Info	*Neubau und Komplettsanierungen von NWG zum Effizienzhaus auf Grundlage des GEG.* *Kommunen werden mit einem direkt ausgezahlten Zuschuss gefördert.*
Förderhöhe Sanierung	***Zuschuss für Kommunen***
70	*25 %*
70 EE	*30 %*
Förderkreditbetrag	*Max 2.000 € pro m² NGF (max. 30 Mio. €)*

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **1.899.800 €** (Zuschuss von 30 %) beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 7 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 83 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm. Hinweis: Da es sich bei den Wärmegewinnen durch die Wärmepumpe rechnerisch um negative Verluste handelt, fallen die Heizungsverluste in dem nachfolgenden Diagramm unter 0 kWh/a.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1.835.500 kWh/Jahr reduziert sich auf 305.651 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.529.849 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2-Emissionen werden um 363.252 kg CO_2/Jahr reduziert. Darin enthalten sind 113.152 kg CO_2/Jahr, die für den Eigenverbrauch und die Strom-Einspeisung der PV-Anlage abgezogen werden können. 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 **30 kWh/m²** pro Jahr.

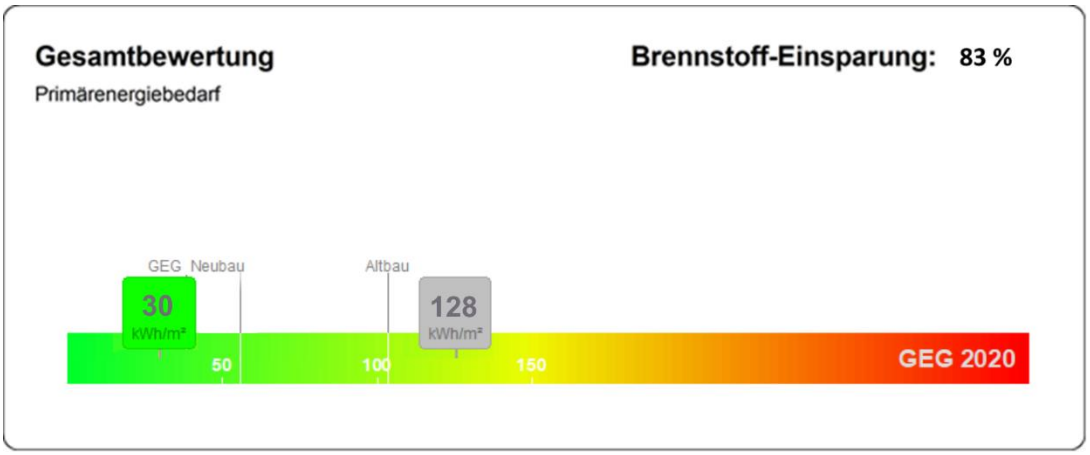


Abbildung 22 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 7

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 7 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 24 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 7

Gesamtinvestitionen	*6.330.000 EUR*
Mögliche Fördermittel	*1.899.000 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 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 25 Einsparpotenzial, SV 7

	mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]	***mittlere jährl. Kosten neue Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*322.952*	*322.952*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*80.399*	*203.040*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*403,351*	*525.992*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*218.857*	*1.094.847*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***Keine Einsparung***	***568.855***
Amortisationszeit	*-*	***12 Jahre***

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der aktuellen, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 30 Jahren vollständig zu decken. Geht man von aktuell realistischeren Preisen aus, amortisiert sich die Maßnahme nach 12 Jahren.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Berechnung entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO_2 und des gesteckten Ziels für das Gebäude, sollte 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	*361.005 € / Jahr*
Resultierende Energiekosten Maßnahmenkombination	*97.478 € / Jahr*

Wirtschaftlichkeitsberechnung	***mittlere jährl. Kosten aktuelle Preise [EUR/Jahr]***
Kapitalkosten	*322.952*
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	*173.908*
Summe Kosten mit Energiesparmaßnahmen	*496.860*
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	*644.060*
Durchschnittliche jährliche Einsparungen	***147.200***
Amortisationszeit	***22 Jahre***

4.8.1 Effizienzgebäudebetrachtung

In diesem Kapitel wird die Effizienzgebäudebetrachtung dargestellt. Da die in dieser Berechnung dargestellten Ergebnisse aufgrund der Anpassung an den Endenergieverbrauch von der DIN abweichen, muss für einen Förderantrag im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zum Nachweis des EG 70 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. Dadurch erhöht sich der Primärenergiebedarf des Gebäudes deutlich.

Mit der Maßnahmenkombination soll der Effizienzgebäude-Standard 70 EE angestrebt werden. Dieser Standard wird, wie die nachfolgende Abbildung zeigt, bei der Umsetzung aller Maßnahmen erreicht. Dies ermöglicht eine Förderquote von 30%.

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	65866,9 m³
Hüllfläche A	18908,4 m²
Nettogrundfläche A_{NGF}	15767,0 m²
Fensterfläche	3018,2 m²
Außentürfläche	47,3 m²

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m²a	57,8	☑ 133,7	95,5	☐ 38,3	☐ 52,5	☑ 66,9	☑ 95,5	☑ 152,8
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m²K	0,25	☑ 0,56		☐ 0,18	☐ 0,22	☑ 0,26	☑ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m²K	0,90	☑ 2,66		☑ 1,00	☑ 1,20	☑ 1,40	☑ 1,80	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m²K	0,96	☑ 4,34		☑ 1,60	☑ 2,00	☑ 2,40	☑ 3,00	

EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	77513	5,6
Wärmepumpen	934210	67,8

☑ Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 73,5%

4.9 GESAMTÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Sanierungsmaßnahme	Investitionskosten	Amortisationszeit	Energiekosten nach Umsetzung	Endenergiebedarf nach Umsetzung	Primärenergiebedarf nach Umsetzung	CO2-Emissionen nach Umsetzung		Energiekostenersparnis	Endenergieeinsparung	Primärenergieeinsparung	CO2 Vermeidung
IST-ZUSTAND			**613.680 €**	**1.835.500 kWh/a**	**2.024.500 kWh/a**	**499.480 kg/a**					
Fenster/Glasfassadentausch	2.520.000 €	18 Jahre	486.650 €	1.482.900 kWh/a	1.682.300 kWh/a	423.860 kg/a		127.030 €	352.600 kWh/a	342.200 kWh/a	75.620 kg/a
Dachsanierung	947.000 €	15 Jahre	552.950 €	1.710.400 kWh/a	1.899.700 kWh/a	471.320 kg/a		60.730 €	125.100 kWh/a	124.800 kWh/a	28.160 kg/a
Sole Wärmepumpe + WW-Wärmepumpen	745.000 €	3 Jahre	352.160 €	923.900 kWh/a	1.444.000 kWh/a	424.630 kg/a		261.520 €	911.600 kWh/a	580.500 kWh/a	74.850 kg/a
LED-Beleuchtung	1.150.000 €	18 Jahre	552.480 €	1.787.700 kWh/a	1.851.100 kWh/a	438.780 kg/a		61.200 €	47.800 kWh/a	173.400 kWh/a	60.700 kg/a
Lüftungsanlage mit WRG	423.000 €	8 Jahre	557.110 €	1.724.700 kWh/a	1.914.400 kWh/a	474.270 kg/a		56.570 €	110.800 kWh/a	110.100 kWh/a	25.210 kg/a
PV-Anlage	545.000 €	16 Jahre	540.941 €	1.671.151 kWh/a	1.678.970 kWh/a	386.329 kg/a		72.739 €	164.349 kWh/a	345.530 kWh/a	113.151 kg/a
Maßnahmenkombination	6.330.000 €	**12 Jahre**	**113.807 €**	**305.651 kWh/a**	**476.070 kWh/a**	**136.228 kg/a**		**499.873 €**	**1.529.849 kWh/a**	**1.548.430 kWh/a**	**363.252 kg/a**

5 FAZIT

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

Anschließend wurden, auf Grundlage der Ist-Analyse, verschiedene Sanierungsvarianten in Form der Einzelmaßnahmen SV 1 bis SV 6 ausgearbeitet. Die rechnerisch höchste, jährliche Einsparung an Endenergie (ca. 50 % im Vergleich zum Ist-Zustand) ergibt sich demnach durch den Wechsel eines Gas-Brennwertgeräte gegen eine Sole-Wasser-Wärmepumpe. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsvariante könnten die CO_2-Emissionen um ca. 15 % gesenkt werden.

Baulich bietet die Sanierung der Fenster (SV 1) das größte Potential. Hierdurch könnte 19% der Endenergie eingespart werden, wodurch der CO_2-Ausstoß pro Jahr um mehr als 75 Tonnen sinken würde.

Durch eine Kombination aller Einzelmaßnahmen wären Einsparungen an Endenergie von ca. 83 % bzw. an CO_2-Emissionen von ca. 73 % im Vergleich zum Ist-Zustand möglich. Hierdurch könnte außerdem der Effizienzgebäudestandard 70 mit der Erneuerbaren-Energien-Klasse erreicht werden.

Hinsichtlich der gesteckten Klimaschutzziele des Landkreis Cloppenburg, bis 2035 treibhausgasneutral zu werden, wird die Umsetzung der Maßnahmenkombination empfohlen. Durch den gesenkten Endenergiebedarf der restlichen Maßnahmen kann die eingesetzte Wärmepumpe effizienter arbeiten. Sollte sich dazu entschlossen werden, nur einzelne Maßnahmen durchzuführen, bieten sich vor allem die anlagentechnischen Maßnahmen an, da sich die Gebäudehülle aufgrund des mittleren Alters des Gebäudes noch in einem annehmbaren Zustand befindet.

Wie die Berechnungen gezeigt haben, können die zu erwartenden CO_2-Emissionen selbst bei einer Umsetzung der Maßnahmenkombination nicht gänzlich vermieden werden und liegen bei ca. 136 Tonnen pro Jahr. Allerdings wird sich der deutsche Strommix im Laufe der nächsten Jahre voraussichtlich deutlich verbessern und die anzusetzenden CO_2-Emsissionen 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. CO_2-Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.

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.

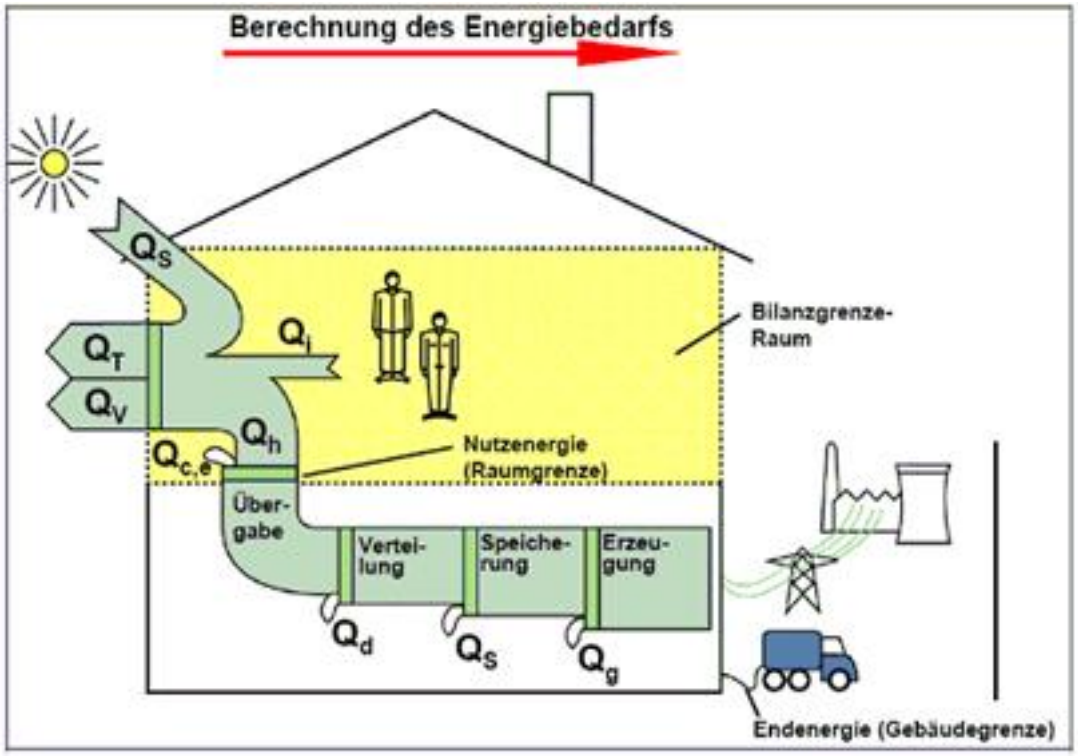


Abbildung 23 Berechnung des Energiebedarfs

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 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 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.