



**BERATUNGSBERICHT**  
zur energetischen Betrachtung  
von Nichtwohngebäuden

**FÜR DAS  
„EHEMALIGE FINANZAMT  
- ANBAU MENSA“ IN CLOPPENBURG**

**Auftraggeber**  
Landkreis Cloppenburg  
Eschstraße 29  
49661 Cloppenburg

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

Greven, den 05. April 2023



ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	4
TABELLENVERZEICHNIS .....	6
1 Einleitung.....	7
2 Zusammenfassung .....	8
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....	8
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ .....	11
2.3 INVESTITIONSKOSTEN .....	13
3 Ausgangssituation.....	14
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....	14
3.2 FOTODOKUMENTATION .....	16
3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG .....	17
3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN .....	20
3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	20
3.4.2 Energieverbrauchskennwerte.....	21
3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE .....	23
3.5.1 Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG 2020 und BEG-Förderung .....	23
3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....	24
3.6 WÄRMEBRÜCKEN.....	26
3.7 ANLAGENTECHNIK.....	26
3.7.1 Heizungsanlage.....	26
3.7.2 Warmwasserversorgung.....	26
3.7.3 Beleuchtung .....	26
3.7.4 Lüftungstechnik.....	27
3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG.....	28
3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes .....	28
3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand .....	28
3.8.3 Energiekosten .....	31
3.8.4 Preissteigerung durch CO <sub>2</sub> -Steuer .....	32
3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN .....	33
4 Sanierungsvarianten.....	34
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN .....	34

4.2	SV 1: HEIZUNGSOPTIMIERUNG .....	34
4.3	SV 2: LED-BELEUCHTUNG .....	38
4.4	SV 3: REGENERATIVE WÄRMEERZEUGUNG .....	42
4.5	SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION 1 & 2 .....	45
4.6	SV 5: MAßNAHMENKOMBINATION 2 & 3 .....	48
4.7	EFFIZIENZGEBÄUDEBETRACHTUNG .....	53
5	Fazit .....	54
6	Anhang .....	55
A.1	GLOSSAR .....	55

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Lageplan.....	14
Abbildung 2 Außenansicht, Blickrichtung Südwesten.....	16
Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Südosten.....	16
Abbildung 4 Außenansicht, Blickrichtung Nordosten .....	16
Abbildung 5 Speiseraum.....	16
Abbildung 6 Speiseraum.....	16
Abbildung 7 Lüftung Essensausgabe .....	16
Abbildung 8 Unterrichtsraum.....	16
Abbildung 9 Lüftungsanlage .....	16
Abbildung 10 PV-Anlage .....	16
Abbildung 11 Warmwasserspeicher .....	16
Abbildung 12 Gas-Brennwertkessel .....	16
Abbildung 13 Heizungsverteilung .....	16
Abbildung 14 3D-Ansicht des Mensagebäudes am ehemaligen Finanzamt (Simulation) .....	17
Abbildung 15 3D-Ansicht des Mensagebäudes am ehemaligen Finanzamt, zониert (Simulation) .....	17
Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599 .....	19
Abbildung 17 Grundriss Kellergeschoss, zониert.....	19
Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zониert .....	19
Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zониert .....	19
Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zониert .....	19
Abbildung 21 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung.....	21
Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte .....	22
Abbildung 23 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste.....	29
Abbildung 24 Gesamtbewertung des Gebäudes.....	30
Abbildung 25 Energiebilanz des Gebäudes .....	30
Abbildung 26 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes .....	31
Abbildung 27 Heizungsanlage.....	34
Abbildung 28 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1 .....	36
Abbildung 29 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1 .....	36
Abbildung 30 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2 .....	39
Abbildung 31 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2 .....	40
Abbildung 32 Heizungsanlage.....	42

Abbildung 33 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3 .....	43
Abbildung 34 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3 .....	43
Abbildung 35 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4 .....	46
Abbildung 36 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4 .....	46
Abbildung 37 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 5 .....	49
Abbildung 38 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5 .....	50
Abbildung 39 Primärenergie.....	56

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Daten.....	15
Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung .....	18
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch .....	20
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte.....	22
Tabelle 5 Gebäudekennwerte .....	23
Tabelle 6 Fußbodenaufbau Mensa.....	24
Tabelle 7 Dachaufbau Flachdach Treppenraum.....	24
Tabelle 8 Dachaufbau Flachdach.....	25
Tabelle 9 Dachaufbau Lüftungszentrale .....	25
Tabelle 10 Außenwandaufbau .....	25
Tabelle 11 Außenwandaufbau Lüftungszentrale .....	25
Tabelle 12 Technische Daten Lüftungsanlagen.....	27
Tabelle 13 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599 .....	28
Tabelle 14 Darstellung der jährlichen Verluste .....	28
Tabelle 15 Fortsetzung Darstellung der jährlichen Verluste .....	29
Tabelle 16 Bezugskosten nach Energieträger.....	31
Tabelle 17 Bezugskosten nach Energieträger (Stand: 17.08.2022).....	32
Tabelle 18 Globale Daten zur Ökonomie.....	32
Tabelle 19 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1 .....	37
Tabelle 20 Einsparpotenzial, SV 1 .....	37
Tabelle 21 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2 .....	40
Tabelle 22 Einsparpotenzial, SV 2 .....	41
Tabelle 23 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3 .....	44
Tabelle 24 Einsparpotenzial, SV 3 .....	44
Tabelle 25 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4 .....	47
Tabelle 26 Einsparpotenzial, SV 4 .....	47
Tabelle 27 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5 .....	50
Tabelle 28 Einsparpotenzial, SV 5 .....	51
Tabelle 29 Kostenannahmen Preisbremse .....	51
Tabelle 30 Einsparpotenzial, SV 5 mit Preisbremse.....	52

## 1 EINLEITUNG

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

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

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

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

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

Die energetischen Berechnungen im vorliegenden Bericht wurden mit dem „ETU-Planer“ der Version 4.3.3.22(22) der Hottgenroth Software GmbH & Co. KG<sup>1</sup> durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, wurden die enthaltenen Abbildungen der Berechnungssoftware entnommen.

---

<sup>1</sup> <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

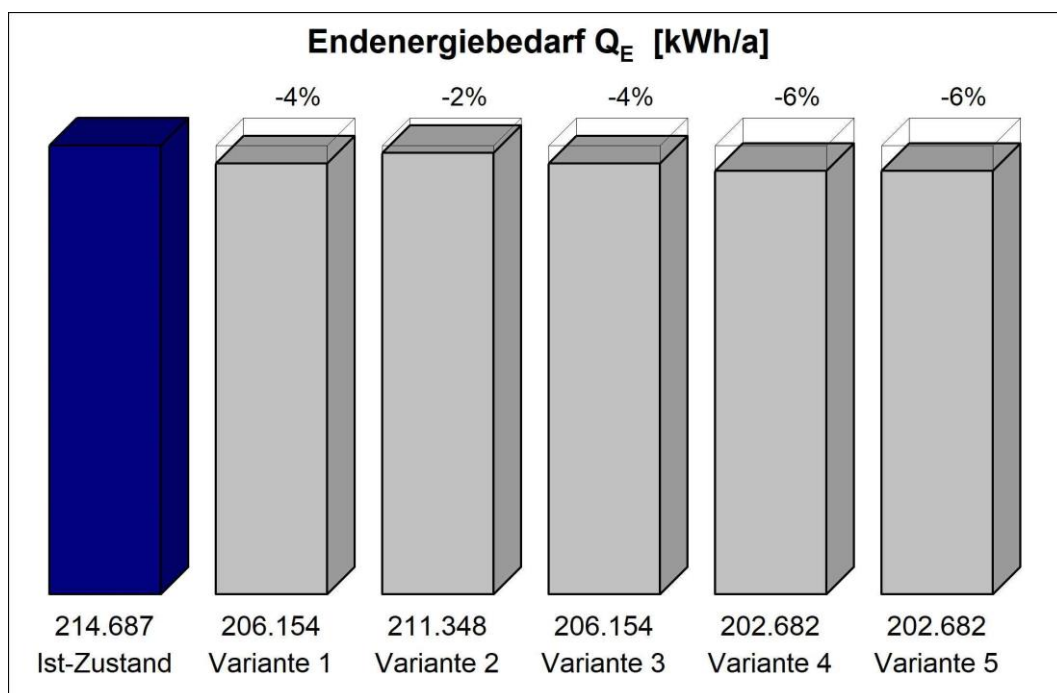
Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3





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 Umstellung auf eine regenerative Wärmeerzeugung (Var. 3) bei den Bestandspreisen („alte“ Preise) zu einer erheblichen Erhöhung der Brennstoffkosten. Bei aktuell ortsüblichen Energiepreisen („neue“ Preise) reduzieren sich die Kosten durch die im angrenzenden Gebäude eingebaute Wärmepumpe deutlich.

Ist-Zustand

Var.1 - Heizungsoptimierung

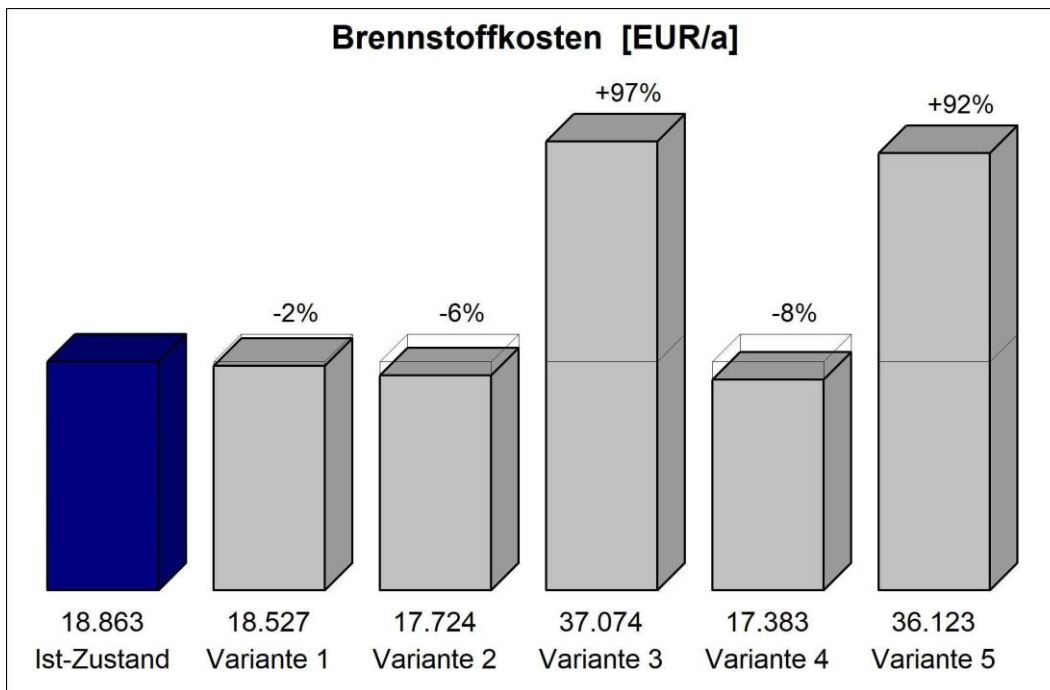
Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3

Brennstoffkosten nach alten Preisen:



Ist-Zustand

Var.1 - Heizungsoptimierung

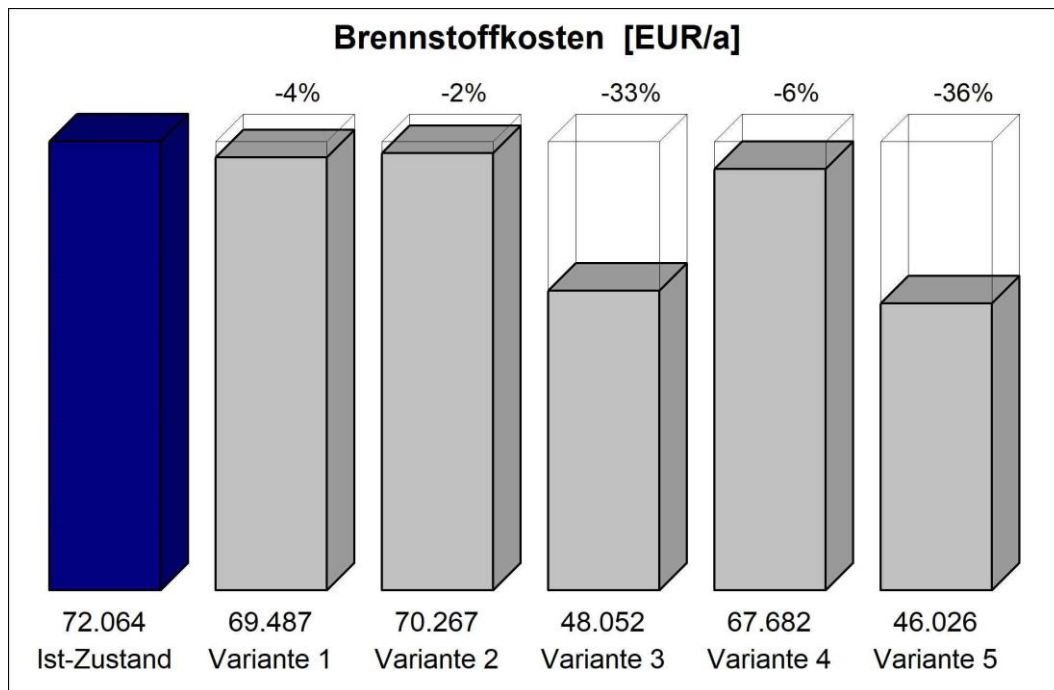
Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3

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<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Ausstoß. Neben der CO<sub>2</sub>-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und Staub belastet. In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

Ist-Zustand

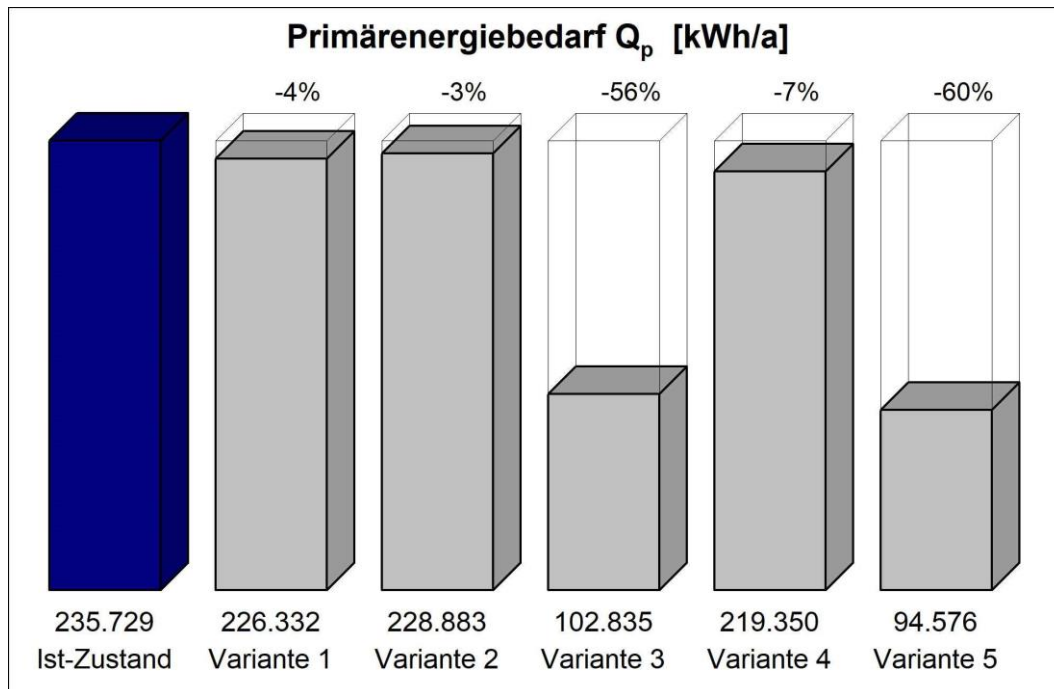
Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden mithilfe der Emissionsfaktoren aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) Anlage 9 bzw. den vom Landkreis Cloppenburg angegebenen Emissionsfaktoren berechnet. Die Emissionsfaktoren werden dabei mit dem heizwertbezogenen Endenergiebedarf multipliziert. Der berechnete, auf den Brennwert (bei fossilen Energieträgern) bezogene Endenergiebedarf muss hierfür zunächst auf den Heizwert umgerechnet werden.

Ist-Zustand

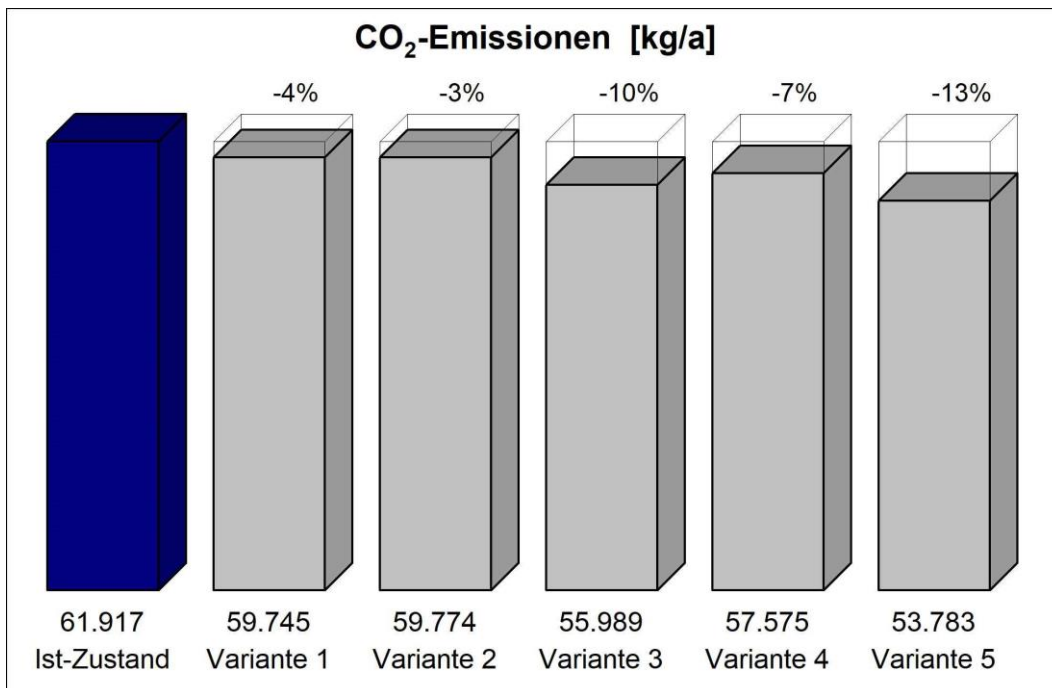
Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3



## 2.3 INVESTITIONSKOSTEN

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

Ist-Zustand

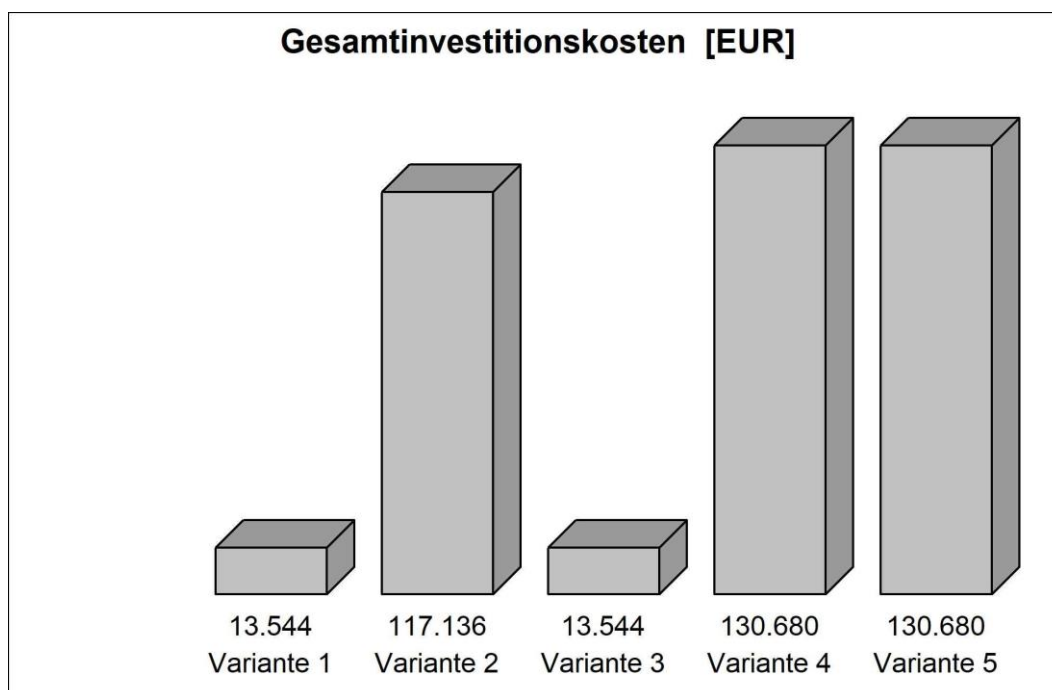
Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3



### 3 AUSGANGSSITUATION

#### 3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Die Mensa am ehemaligen Finanzamt befindet sich in der Bahnhofstraße 57 in 49661 Cloppenburg (vgl. Abbildung 1).

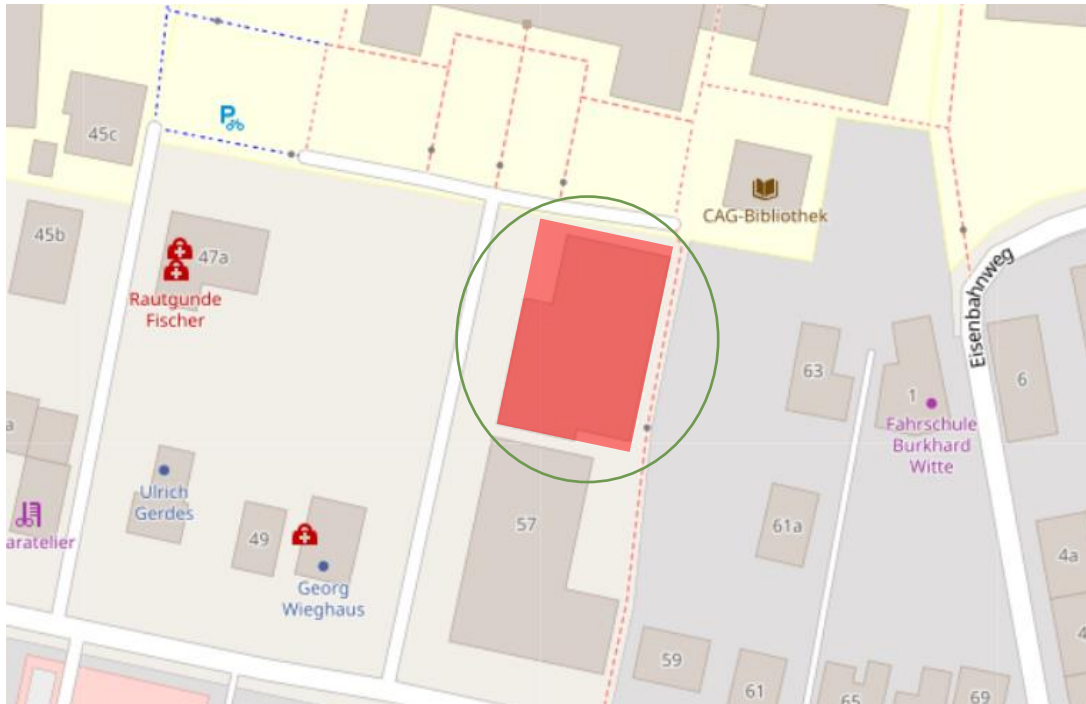


Abbildung 1 Lageplan

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

Das zweigeschossige Gebäude wurde im Jahr 2011 in massiver Bauweise mit Flachdach errichtet und ist teilunterkellert. Die bekannten Bauteilaufbauten werden in Kapitel 3.5.2 dargestellt.

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

Die Mensa wird über eine Gasbrennwertheizung mit einer Leistung von 170 kW (Viessmann Vitocrossal 200 CM2) beheizt, welche sich im angrenzenden alten Finanzamt befindet und im Jahr 2010 eingebaut wurde. Die Warmwasserversorgung in einigen Räumen des Mensagebäudes erfolgt über elektrisch betriebene Warmwasserspeicher, welche sich direkt an den Abnahmestellen (z. B. Teeküche) befinden. Im Heizungskeller des alten Finanzamtes befindet sich zudem ein Warmwasserspeicher mit einem Speichervolumen von 450 l, der den Küchenbereich der Mensa mit Trinkwarmwasser versorgt. Die Erwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Auf dem Flachdach ist zudem eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 24 kWp installiert. Es handelt sich um eine Anlage mit Überschusseinspeisung, sodass ein Teil des erzeugten Stroms im Gebäude selbst genutzt wird.

Tabelle 1 Allgemeine Daten

<b>Name/Bezeichnung</b>	<b>1.1.18b Mensa am ehemaligen Finanzamt</b>	
Gebäudetyp	Nichtwohngebäude	
Straße, Hausnr.	Bahnhofstraße 57	
PLZ, Ort	49661 Cloppenburg	
Baujahr	2011	
Nutzung	u. a. durch Clemens-August-Gymnasium	
Vollgeschosse	2	
Beheiztes Gebäudevolumen V		7.001,73 m <sup>3</sup>
Nettogrundfläche A <sub>NGF</sub>		1.574,92 m <sup>2</sup>
Thermische Hüllfläche		2.910,44 m <sup>2</sup>
Geschosshöhe	2,75 m (Küchenbereich Erdgeschoss) 3,75 – 7,60 m (Speiseraum Erdgeschoss) 3,00 m (Obergeschoss)	

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



### 3.2 FOTODOKUMENTATION

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



Abbildung 2 Außenansicht, Blickrichtung Südwesten



Abbildung 3 Außenansicht, Blickrichtung Südosten



Abbildung 4 Außenansicht, Blickrichtung Nordosten



Abbildung 5 Speiseraum



Abbildung 6 Speiseraum



Abbildung 7 Lüftung Essensausgabe



Abbildung 8 Unterrichtsraum

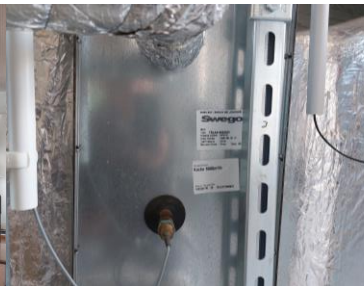


Abbildung 9 Lüftungsanlage



Abbildung 10 PV-Anlage



Abbildung 11 Warmwasserspeicher



Abbildung 12 Gas-Brennwertkessel



Abbildung 13 Heizungsverteilung



### 3.3 ZONIERUNG UND KONDITIONIERUNG

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

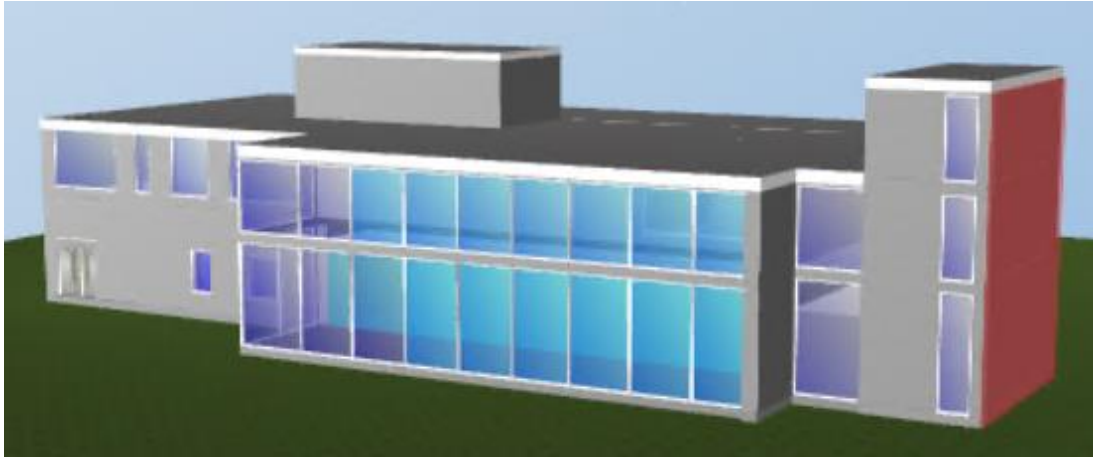


Abbildung 14 3D-Ansicht des Mensagebäudes am ehemaligen Finanzamt (Simulation)

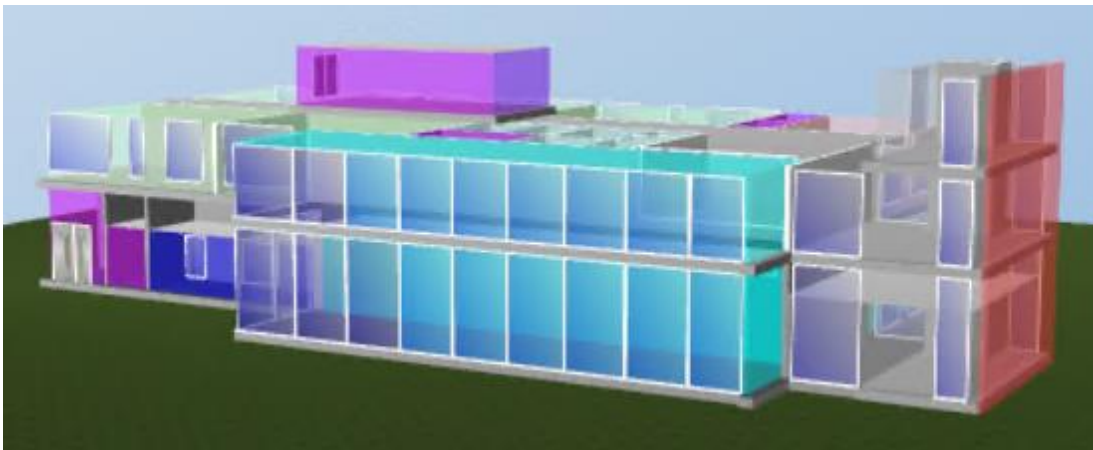


Abbildung 15 3D-Ansicht des Mensagebäudes am ehemaligen Finanzamt, zoniert (Simulation)

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

Tabelle 2 Zonierung und Konditionierung

Zone	Konditionierung				Größe [m <sup>2</sup> ]	Anteilige Größe der Zone [%]
	Nutzungsprofil Nr.	Thermische Konditionierung	RLT	Beleuchtung		
Verkehrsfläche	19	beheizt	-		394	25,0
Kantine	12		ja		494	31,4
Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	8		-		329	20,9
Gruppenbüro	2		-	Leuchtstofflampen, EVG	45	2,9
WC und Sanitärräume in NWG	16		ja		68	4,3
Lager	20		-		130	8,2
Küche in NWG	14		ja		115	7,3
Summe					1.575	100

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

**Zonen nach DIN V 18599**

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

Abbildung 16 Nutzungszonen nach DIN V 18599

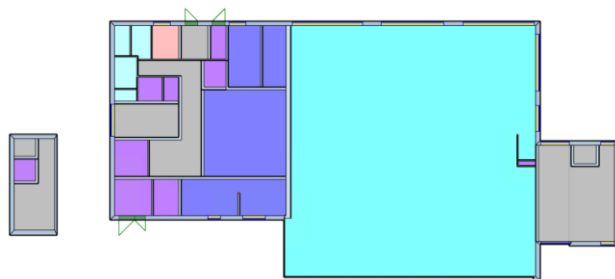


Abbildung 18 Grundriss Erdgeschoss, zoniert

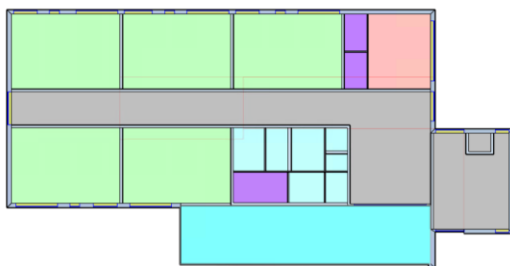


Abbildung 19 Grundriss Obergeschoss, zoniert

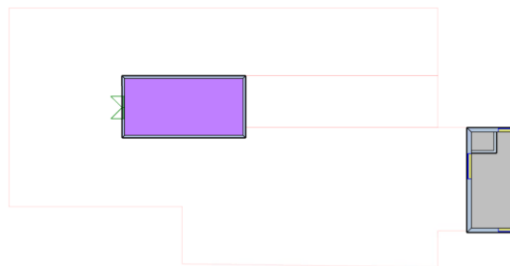


Abbildung 20 Grundriss Dachgeschoss, zoniert

### 3.4 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

#### 3.4.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

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

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

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

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

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

Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

<b>Jahr</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Mittelwert</b>
Heizung (Gas) [kWh/a]	178.585	174.351	179.125	181.736	182.396	<b>179.239</b>
Verhältnis GTZ zu langj. Mittel [-]	1,18	1,08	1,07	1,10	1,14	-
klimabereinigter Ver- brauch (Gas) [kWh/a]	211.134	187.560	191.173	200.191	207.551	<b>199.522</b>
Strom [kWh/a]	57.550	59.725	60.561	68.701	81.978	<b>65.703</b>
Gesamtenergiever- brauch [kWh/a]	268.684	247.285	251.734	268.892	289.529	<b>265..225</b>
Wasser [m <sup>3</sup> /a]	590	630	744	720	417	<b>620</b>

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

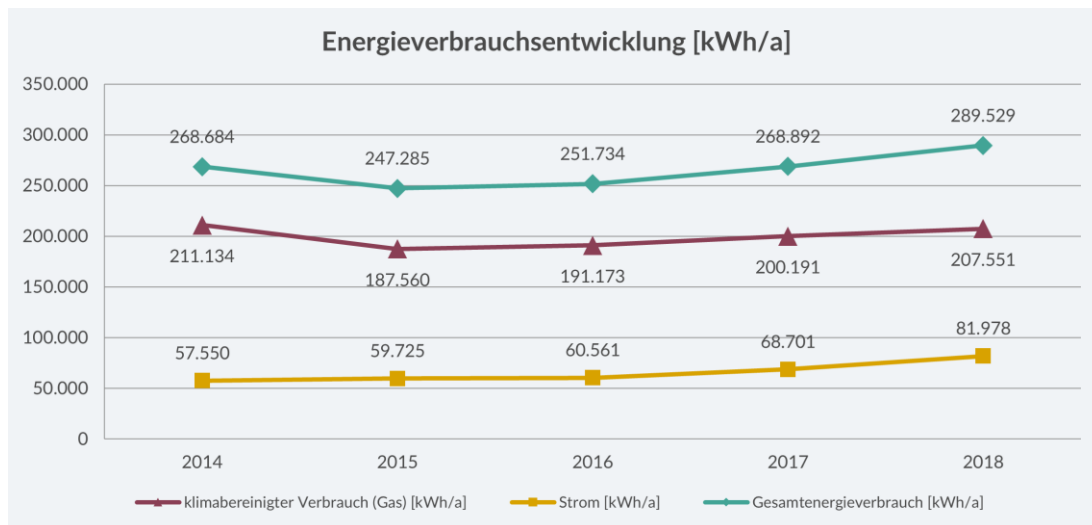


Abbildung 21 Grafische Darstellung der Energieverbrauchsentwicklung

Der Gasverbrauch ist zwischen 2014 und 2015 deutlich, von ca. 211.000 kWh auf ca. 187.000 kWh, d. h. um ca. 24.000 kWh gesunken. Bis 2018 stieg der Gasverbrauch dann stark bis auf fast 208.000 kWh, d. h. um ca. 20.000 kWh an. Der Stromverbrauch ist zwischen 2014 und 2018 von ca. 58.000 kWh auf ca. 82.000 kWh, d. h. um ca. 24.000 kWh gestiegen. Während der Anstieg zwischen 2014 und 2016 nur leicht war, ist zwischen 2016 und 2018 ein stärkerer Anstieg zu erkennen. Nach den Angaben des Landkreises Cloppenburg ist dies auf die Übernahme des Stromzählers der Mensa durch den Landkreis zurückzuführen.

### 3.4.2 Energieverbrauchskennwerte

Energieverbrauchswerte ohne Bezug auf die Rahmenbedingungen, wie z. B. die Zeiteinheit, die Raumfläche oder die äußeren Witterungsverhältnisse sind wenig aussagekräftig. Die gemessenen Verbrauchswerte müssen daher nach einheitlichen Gesichtspunkten auf entsprechende Bezugswerte umgerechnet werden. Der Bezugswert ist die Nettogrundfläche der Liegenschaft, d. h. des alten Finanzamtes und der Mensa mit 3.949 m<sup>2</sup>. Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.<sup>2</sup>

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

Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte

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

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

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

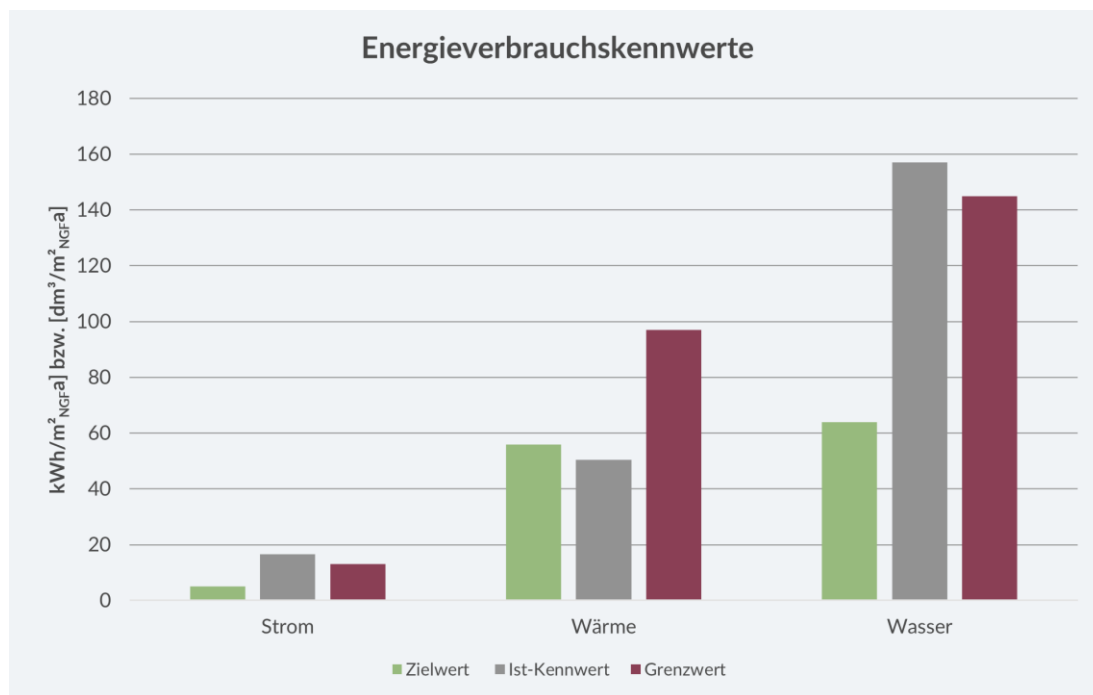


Abbildung 22 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

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

### 3.5 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

Das untersuchte Gebäude weist die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen Werte auf. Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Darüber hinaus basieren die U-Werte auf der Vor-Ort-Aufnahme sowie getroffener Annahmen von vorhandenen Informationen bzw. Angaben zu den Bauteilen. Alle in den Unterlagen nicht aufgeführten Konstruktionen (Schichtaufbauten) wurden mittels Literaturangabe<sup>3</sup> und / oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.

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

Die Tabelle listet die Bauteile des Gebäudes mit den relevanten Bestandsdaten auf. Für die energetische Bewertung der Konstruktionen sind zum Vergleich die zulässigen Höchstwerte nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) und der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) mit angegeben<sup>4</sup>.

Tabelle 5 Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]		
	Ist-Zustand	GEG <sup>5</sup>	BEG-Förderung <sup>6</sup>
<i>Bauteilgruppe: Bodenflächen gegen unbeheizt</i>			
<b>Bodenplatte gegen Erdreich</b>	<b>0,19</b>	0,30	0,25
<i>Bauteilgruppe: Außenwand</i>			
<b>Außenwände</b>	<b>0,22/0,29</b>	0,24	0,20
<i>Bauteilgruppe: Dachflächen, Decken gegen unbeheizte Räume</i>			
<b>Flachdach</b>	<b>0,14/0,19/0,21</b>	0,20	0,14
<i>Bauteilgruppe: Fenster</i>			
<b>Fenster, zweifach verglast</b>	<b>1,30</b>	1,30	0,95
<b>Außentüren</b>	<b>1,80</b>	1,80	1,30

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

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

<sup>5</sup> 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.

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

### 3.5.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

In den vorliegenden Schnitten des Gebäudes sind Angaben zu den Wand- und Dachaufbauten enthalten. Diese wurden zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der entsprechenden Außenwände und Dachflächen verwendet und in der Tabelle 6 bis Tabelle 11 dargestellt. Fehlende Schichtdichtdicken und Informationen zur Wärmeleitfähigkeit der Bauteilschichten wurden mittels Literaturangabe<sup>7</sup> und / oder nach eigenen Erfahrungswerten ergänzt.

Tabelle 6 Fußbodenaufbau Mensa

<b>Fußbodenaufbau Mensa (von warm nach kalt)</b>	
Betonwerkstein	25 mm
Estrich	55 mm
Trennlage + FBH	30 mm
Trittschalldämmung	50 mm
Stahlbetondecke	250 mm
Dämmung	80 mm
Sauberkeitsschicht	50 mm
U-Wert, geschätzt	ca. 0,19 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 7 Dachaufbau Flachdach Treppenraum

<b>Dachaufbau Flachdach Treppenraum (von warm nach kalt)</b>	
Stahlbetondecke	180 mm
Dampfsperre	
Wärmedämmung	180-200 mm
Gefällekeil mit mind. 2 % Gefälle	
Wasserverleimte BFU 100 G-Platte	24 mm
Trenn- und Ausgleichslage	
Bituminöse Abdichtung 2-fach	
U-Wert, geschätzt	ca. 0,19 W/m <sup>2</sup> K

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



Tabelle 8 Dachaufbau Flachdach

<b>Dachaufbau Flachdach (von warm nach kalt)</b>	
Stahlbetondecke	220 mm
Voranstrich	
Dampfsperre als Notdach	
Wärmedämmung	180-360 mm
Bituminöse Abdichtung 2-fach	
U-Wert, geschätzt	ca. 0,14 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 9 Dachaufbau Lüftungszentrale

<b>Dachaufbau Lüftungszentrale (von warm nach kalt)</b>	
IPE	160 mm
Fischer Trapezblech FI 100/275/0,75	0,75 mm
Dampfsperre $s_d > 100m$	
Wärmedämmung, WLS 035	160 mm
Bituminöse Abdichtung 2-fach	
U-Wert, geschätzt	ca. 0,21 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 10 Außenwandaufbau

<b>Außenwandaufbau (von warm nach kalt)</b>	
Innenputz	
Wärmedämmung	150 mm
Stahlbetonwand	240 mm
Außenputz	
U-Wert, geschätzt	ca. 0,22 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 11 Außenwandaufbau Lüftungszentrale

<b>Außenwandaufbau Lüftungszentrale (von warm nach kalt)</b>	
IPE	160 mm
Fassadenpaneel	
Hoesch Isowand – Vario	100 mm
U-Wert, geschätzt	ca. 0,29 W/m <sup>2</sup> K

### 3.6 WÄRMEBRÜCKEN

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

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

### 3.7 ANLAGENTECHNIK

#### 3.7.1 Heizungsanlage

<i>Erzeugung</i>	<i>Viessmann Vitocrossal 200 CM2</i>
	<i>Baujahr: 2010</i>
	<i>Nennleistung: 170 kW</i>
	<i>Energieträger: Erdgas</i>
	<i>Verteilung als Zweirohrheizung</i>
	<i>Kein hydraulischer Abgleich</i>
	<i>Leitungen im unbeheizten Keller gedämmt (Verteilleitungen)</i>
	<i>Umwälzpumpen geregelt</i>
	<i>Übergabe über Heizkörper, im Speiseraum über Fußbodenheizung</i>

#### 3.7.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt in einigen Räumen dezentral an den jeweiligen Abnahmestellen (z. B. Teeküche) über Elektro-Warmwasserspeicher. Der Verbrauch wird als gering angenommen und kann gem. DIN V 18599-10 Tabelle 6 vernachlässigt werden, wenn der Nutzenergiebedarf für die Warmwasserbereitung unter 0,2 kWh pro Person liegt. Im Heizungskeller des alten Finanzamtes befindet sich zudem ein Warmwasserspeicher mit einem Speichervolumen von 450 l, der den Küchenbereich der Mensa mit Trinkwarmwasser versorgt und in der Berechnung berücksichtigt wird. Die Erwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

#### 3.7.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Räume der Mensa am ehemaligen Finanzamt erfolgt über Leuchtstoffröhren mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Die Leuchten sind mit Präsenzmeldern und Tageslichtsensoren ausgestattet. Mit Ermittlung der elektr. Leistung und der jährlichen Nutzungsdauer der bestehenden Beleuchtungsanlage wird der jährliche Energieeinsatz pro Gebäude- bzw. Beleuchtungszone bestimmt.

### 3.7.4 Lüftungstechnik

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

Ein Mindestluftwechsel ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig. Ebenfalls müssen CO<sub>2</sub> 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.

Der Küchenbereich, der Speiseraum und die innenliegenden Sanitärräume werden zudem über je eine raumluftechnische Anlage be- und entlüftet. Die Lüftungsanlagen befinden sich im Zustand des Baujahres. Die Schaltung und Volumenströme wurden jedoch nach Auskunft des Landkreises nachträglich angepasst. Folgende Werte wurden, soweit möglich, für die Berechnungen angenommen (Prüfgutachten Ingenieurbüro Temme-Panusch vom 16.10.2012 und Prüfbericht TÜV Nord vom 08./16.05.2019):

Tabelle 12 Technische Daten Lüftungsanlagen

<b>Technische Daten Lüftungsanlagen</b>					
Bereich	Betrieb	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Wärmerückgewinnung	Erhitzer	Filterklasse
Mensa	Morgens bis mittags, in den Ferien aus, bei Veranstaltungen manuelle Schaltung, CO <sub>2</sub> -Regelung	3.000	Rotationswärmetauscher	Ja	F7/M5
Küche	Manuelles Einschalten, automatisches Ausschalten nach vier Stunden	7.500	Kreuzstromwärmetauscher	Ja	F7/Fettfang/M5
WC	Zeitgesteuert	1.200	Kreuzstromwärmetauscher	Nein	F7/F7

### 3.8 GEBÄUDEBETRACHTUNG

#### 3.8.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes

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

Tabelle 13 Energiebedarfskennwerte nach DIN V 18599

<b>Endenergiebedarfskennwerte<sup>8</sup> des bewerteten Gebäudes [kWh/(m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>*a)]</b>	
Heizung	<b>98,83</b>
Lüftung	<b>26,27</b>
Beleuchtung	<b>6,31</b>
Warmwasser	<b>4,90</b>

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

#### 3.8.2 Energiebilanz Ist-Zustand

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss der vorhandene Energieverbrauch beurteilt werden. 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 14 Darstellung der jährlichen Verluste

<b>Verluste</b>	<b>jährlich [kWh/a]</b>	<b>anteilig [%]</b>
<b>Transmissionsverluste</b>		
Dach	15.834	13,5
Außenwand	15.739	13,5
Fenster	72.795	62,2
Keller/Erdreich	12.575	10,8
<b>Gesamt</b>	<b>116.943</b>	<b>100,0</b>

<sup>8</sup> siehe unter Erläuterung zu den Energieberichten im Kapitel 4 Glossar und Definition

Tabelle 15 Fortsetzung Darstellung der jährlichen Verluste

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
<b>Lüftungsverluste</b>		
Gesamt	87.976	100,0
<b>Anlagenverluste</b>		
Gesamt	80.591	100,0

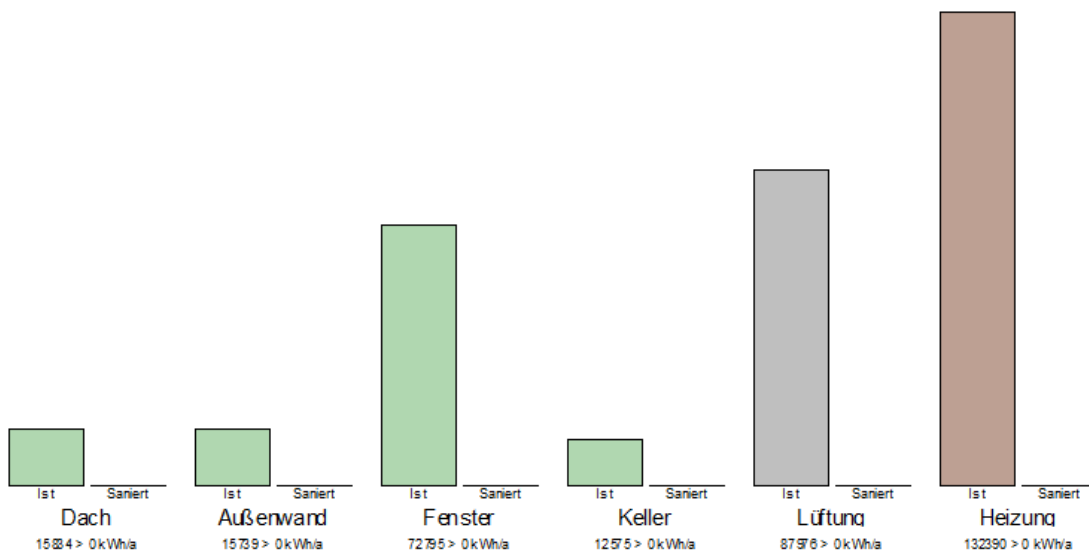


Abbildung 23 Aufteilung der Transmissions-, Lüftungs- und Anlagenverluste

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

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

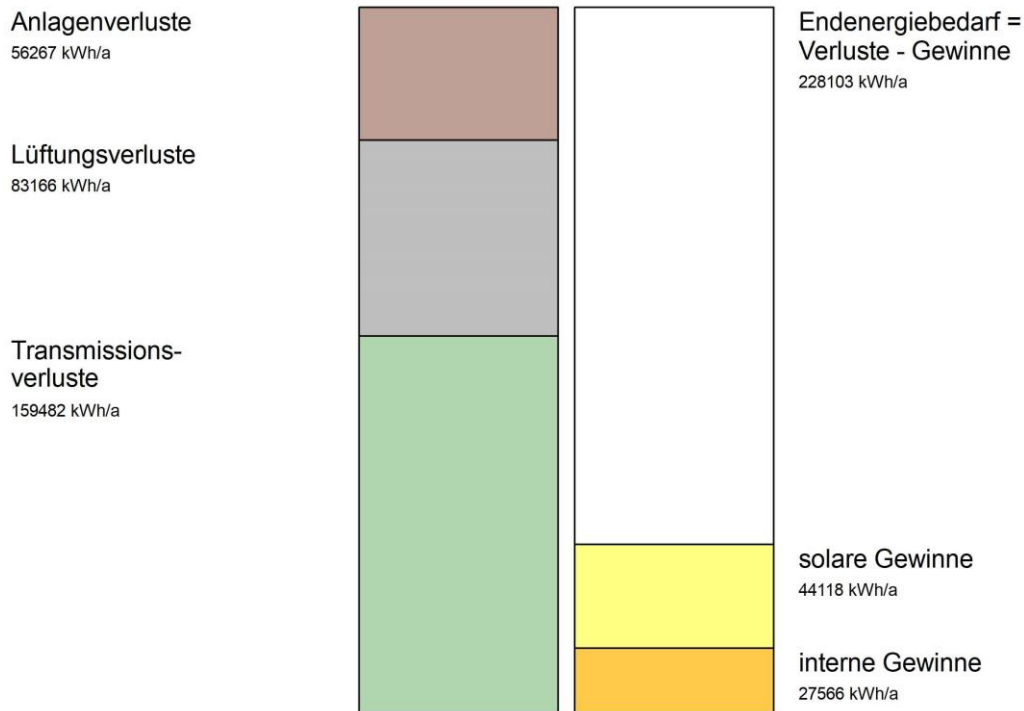


Abbildung 25 Energiebilanz des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro  $m^2$  Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser  $150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

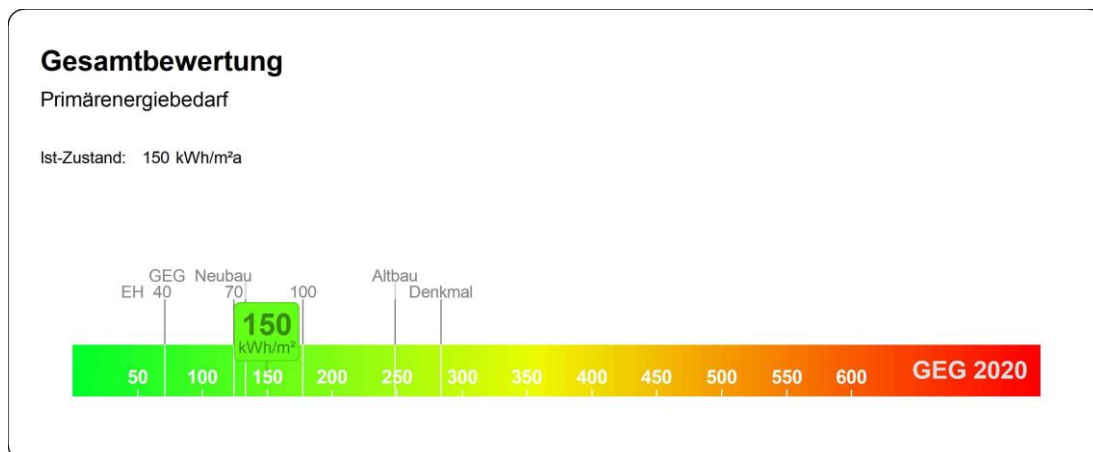


Abbildung 24 Gesamtbewertung des Gebäudes

Der energetische Ist-Zustand des Mensagebäudes am ehemaligen Finanzamt ist dem Zustand des Baualters entsprechend gut. Die nachfolgende Abbildung 26 zeigt die berechneten Werte für den Primärenergiebedarf  $Q_P$  [ $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ], den mittleren U-Wert opaker Bauteile [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] und den mittleren U-Wert transparenter Bauteile [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]. Die berechneten Werte sind entscheidend bei der Erreichung eines Effizienzhausstandards.

### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	126,4	<input type="checkbox"/> 118,4	84,5	<input type="checkbox"/> 33,8	<input type="checkbox"/> 46,5	<input type="checkbox"/> 59,2	<input type="checkbox"/> 84,5	<input checked="" type="checkbox"/> 135,3
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,51	<input checked="" type="checkbox"/> 0,56		<input type="checkbox"/> 0,18	<input type="checkbox"/> 0,22	<input type="checkbox"/> 0,26	<input type="checkbox"/> 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	1,3	<input checked="" type="checkbox"/> 2,7		<input type="checkbox"/> 1,0	<input type="checkbox"/> 1,2	<input checked="" type="checkbox"/> 1,4	<input checked="" type="checkbox"/> 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	1,8	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input type="checkbox"/> 1,6	<input checked="" type="checkbox"/> 2,0	<input checked="" type="checkbox"/> 2,4	<input checked="" type="checkbox"/> 3,0	

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

### EE-Klasse

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

Abbildung 26 Effizienzgebäude-Stufen im Ist-Zustand des Gebäudes

Aus Abbildung 26 wird ersichtlich, dass das Gebäude im Ist-Zustand den Effizienzgebäude-Standard 100 erfüllt.

### 3.8.3 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die nachfolgenden (brutto) Verbrauchspreise je Energieträger angesetzt. Die Werte in Tabelle 16 stammen aus aktuellen Abrechnungen des Landkreises Cloppenburg.

Tabelle 16 Bezugskosten nach Energieträger

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

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

Die in den Abrechnungen enthaltenen Energiekosten sind deutlich niedriger als aktuelle, ortsübliche Tarife. Daher wurden ergänzend die in Tabelle 17 dargestellten Werte aus aktuellen Tarifen festgelegt. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird mit beiden Werten gerechnet.

Tabelle 17 Bezugskosten nach Energieträger (Stand: 17.08.2022)

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

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

Tabelle 18 Globale Daten zur Ökonomie

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

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

### 3.8.4 Preissteigerung durch CO<sub>2</sub>-Steuer

Die CO<sub>2</sub>-Steuer soll den Umstieg von fossilen Kraft- und Brennstoffen hin zu erneuerbaren Technologien fördern. Die sogenannte CO<sub>2</sub>-Steuer verteuert Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas dabei so, dass sich die Kosten in Zukunft stärker am tatsächlichen CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub> Preise in Zukunft verändern. So kostet eine Tonne des klimaschädlichen Gases im Jahr 2021 25 Euro. In den folgenden Jahren steigen die Abgaben dann schrittweise, bis diese 2025 einen Wert von 55 Euro pro Tonne erreichen. Das Jahr 2023 wurde von einer Steigerung ausgenommen, so dass der CO<sub>2</sub> Preise in diesem Jahr auf dem Niveau von 2022, d. h. bei 30 EUR/t CO<sub>2</sub> bleibt. Ab 2026 steigen die Preise (in Abhängigkeit der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen) voraussichtlich weiter an.

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



### 3.9 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN

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

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

**Beispiel:**

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

## 4 SANIERUNGSVARIANTEN

### 4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Nachfolgend wird die Zusammenstellung der Sanierungsvarianten (SV) dargestellt:

#### Empfohlene Sanierungsvarianten:

Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeerzeugung

Var.4 - Maßnahmenkombination 1 & 2

Var.5 - Maßnahmenkombination 2 & 3

#### Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Durch die Umsetzung aller vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen kann ein hohes Maß an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden (vgl. Kap. 4.5 und Kap. 4.6). Bei der Umsetzung der Varianten 2 und 3 in der Maßnahmenkombination (Var. 5) kann der Effizienzgebäude-Standard 70 erreicht werden (vgl. Kap. 4.7). Zudem kann, wenn ein Anteil an erneuerbaren Energien mindestens 65 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbracht wird und bestimmte Zusatzanforderungen (z. B. Lüftungsanlage in bestimmten Nutzungszonen) erfüllt werden, eine Effizienzgebäude EE-Klasse erreicht werden. Hierdurch könnte eine zusätzliche Förderung beantragt werden. Aufgrund des erfahrungsgemäß hohen wirtschaftlichen und technischen Aufwandes, den der Einbau einer neuen Lüftungsanlage i. d. R. mit sich bringt, wurde diese Maßnahme zunächst nicht als Einzelmaßnahme vorgeschlagen.

### 4.2 SV 1: HEIZUNGSOPTIMIERUNG

Das Mensagebäude am alten Finanzamt wird über die Heizungsanlage des alten Finanzamtes mit Wärme versorgt (Gasbrennwertheizung mit einer Leistung von 170 kW (Viessmann Vitocrossal 200 CM2)) aus dem Jahr 2010 (vgl. Abbildung 27).



Abbildung 27 Heizungsanlage

Entsprechend der Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über mittelfristig wirksame Maßnahmen (Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung - EnSimiMaV), welche am 01.10.2022 in Kraft getreten ist, sind Gasheizungssysteme in Nichtwohngebäuden ab 1000 m<sup>2</sup> beheizter Fläche bis zum 23.09.2023 hydraulisch abzugleichen. In diesem Zusammenhang ist u. a. eine raumweise Heizlastberechnung nach DIN EN 12831:2017-09 in Verbindung mit DIN/TS 12831-1 : 2020-4 sowie eine Anpassung der Vorlauftemperaturregelung durchzuführen.

Mit dem hydraulischen Abgleich des Systems lassen sich gleichmäßige Volumenströme in allen Heizkörpern und Rohrleitungen erreichen. Das führt

zu optimierten Pumpenleistungen und wirkt sich insbesondere auf der Stromseite aus. Zudem wird eine Leistungsabsenkung außerhalb der Nutzungszeit installiert. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, Wärmemengenzähler einzubauen, um eine gebäudebezogene Erfassung zu ermöglichen.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

<b>Kostenannahmen Heizungsoptimierung</b>			
	<b>Preisermittlung</b>	<b>Bezugsgröße</b>	<b>Summe [€]</b>
<b>Hydraulischer Abgleich</b>	$(1,6 \cdot \text{Fläche} + 515) \cdot 1,25$	1.574,92 m <sup>2</sup>	3.794
<b>Einbau ca. 6 Wärmemengenzähler</b>	1.625 EUR/Stück	6 Stück	9.750
<b>Summe</b>			<b>13.544</b>

**Anmerkung:** Die Preise für den hydraulischen Abgleich, die Erneuerung der Regelventile und den Einbau der Einzelraumregelung beruhen auf den Kostenrichtwerten für Anlagen des Landes Hessen, gültig ab dem 25.05.2021. Um aktuelle Preissteigerungen abzubilden, wurden die Werte pauschal um 25% erhöht.

Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten:

<b>Maßnahme</b>	<b>Enthaltene Leistung</b>
<b>Hydraulischer Abgleich</b>	Aufmaß aller Räume und Heizkörper sowie des Rohrnetzes vor Ort, Pumpenbemessung, Vorlauftemperaturberechnung, Berechnung der Einstellparameter für voreinstellbare Regelventile, Einstellung der Parameter vor Ort.
<b>Einbau Wärmemengenzähler</b>	Lieferung und Montage des Wärmemengenzählers, Einbindung, Inbetriebnahme

**\*Hinweis:** Bei dem hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage sind lediglich die erforderlichen Messungen, Berechnungen und Einstellungen enthalten. Sollten neue Pumpen notwendig sein, sind diese separat zu kalkulieren.

Gem. der aktuellen Richtlinie zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz vom 09.12.2022 kann für Nichtwohngebäude mit einer beheizten Fläche über 1.000 m<sup>2</sup> keine Förderung mehr für die Heizungsoptimierung beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 1 -**

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

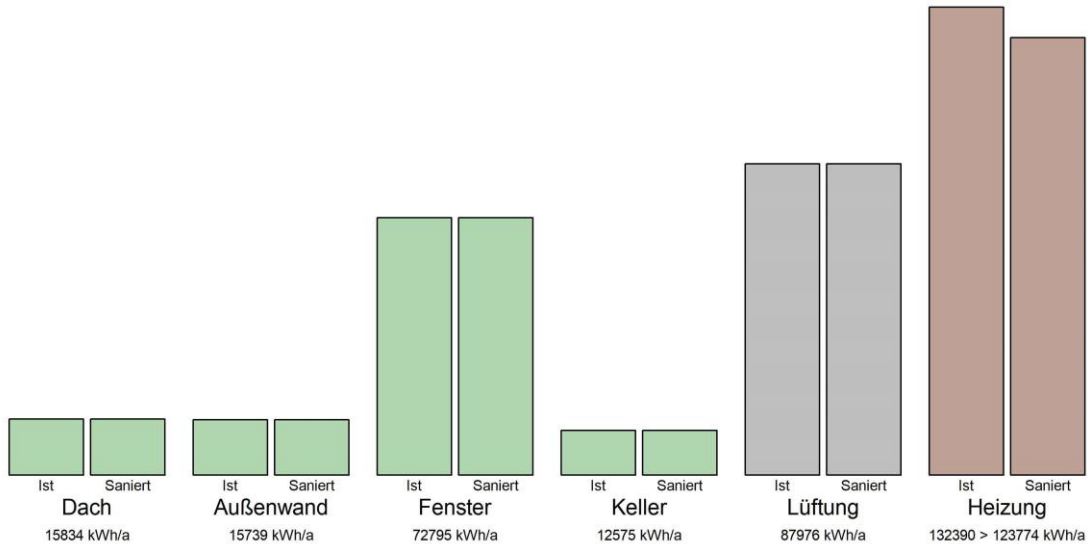


Abbildung 28 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 214.687 kWh/Jahr reduziert sich auf 206.154 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8.533 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2.172 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 144 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

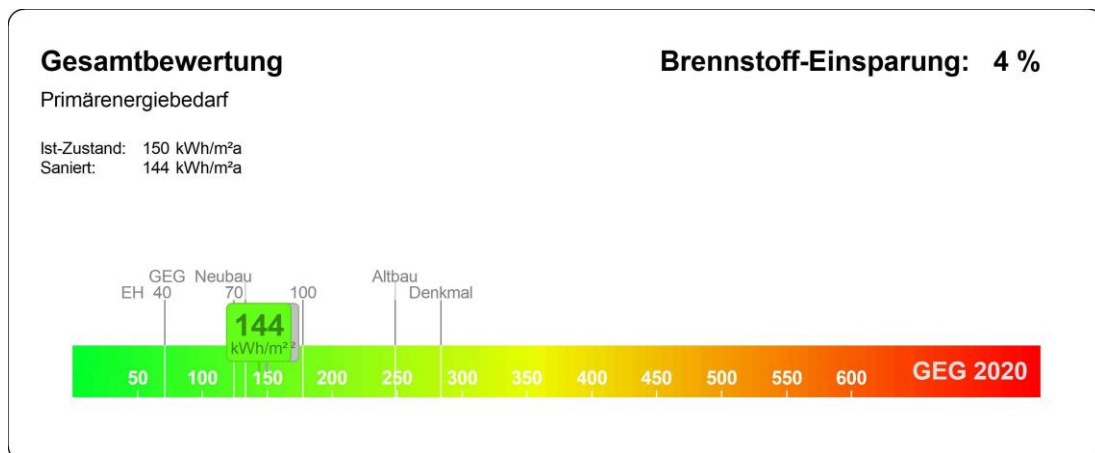


Abbildung 29 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 19 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	13.544 EUR
Mögliche Fördermittel	-
<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>13.544 EUR</b>

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 20 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht berücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 0 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 20 Einsparpotenzial, SV 1

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	910	910
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	27.608	103.547
Summe	28.518	104.457
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	28.108	107.387
<b>Einsparung</b>	<b>-410</b>	<b>2.930</b>
<b>Amortisationszeit</b>	<b>-</b>	<b>6 Jahre</b>

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Unter der Annahme der neuen, höheren Preise beträgt die Amortisationszeit der Maßnahme 6 Jahre.

Fördermittel können für diese Maßnahme nicht beantragt werden. Aufgrund des eingesparten CO<sub>2</sub> und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

### 4.3 SV 2: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Sanierungsvariante werden, die in der Mensa am ehemaligen Finanzamt vorhandenen Leuchtstofflampen durch hocheffiziente LED-Beleuchtung ersetzt.

Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden. Die Wärmeentwicklung von LED-Lampen fällt z. B. im Vergleich zur alten Glühlampe deutlich geringer aus. Glühlampen erzeugen aus der eingespeisten Energie nur etwa 5 % Licht, die restlichen 95 % werden in Wärme umgewandelt. Bei aktuellen LED-Lampen werden etwa 40 % der eingesetzten Energie in sichtbares Licht umgewandelt und nur 60 % in Wärme. Aus diesem Grund steigt der Wärmebedarf des Gebäudes minimal an.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

<b>Zone</b>	<b>Preis [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Fläche [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Summe [€]</b>
Verkehrsfläche	45	393,64	17.714
Kantine	90	493,95	44.456
Klassenzimmer	80	329,44	26.355
Gruppenbüro	140	45,1	6.314
WC- und Sanitärräume	90	67,74	6.097
Lager	45	130,11	5.855
Küche	90	114,94	10.345
<b>Gesamtausgaben</b>			<b>117.136</b>

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

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

<b>BEG EM - Anlagentechnik (außer Heizung)</b>	
<b>Info</b>	Gefördert wird der Einbau von Anlagentechnik in Bestandsgebäuden zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, wie beispielsweise einer energieeffizienten raumluftechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Innenbeleuchtungssysteme
<b>Förderquote</b>	15 %
<b>Förderhöhe</b>	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
<b>Förderbeitrag</b>	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m <sup>2</sup> NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu 17.570 € beantragt werden. Alternativ können für die beschriebene Sanierungsvariante Fördermittel über die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld (sog. „Kommunalrichtlinie“) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit beantragt werden.

#### Kommunalrichtlinie - Beleuchtungssanierung (4.2.3)

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

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

Über das Förderprogramm der Kommunalrichtlinie kann ein Zuschuss von bis zu 29.284 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 %) beantragt werden.

Eine Kumulation der beiden Förderprogramme ist nicht möglich.

#### Energieeinsparung - Variante 2 -

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

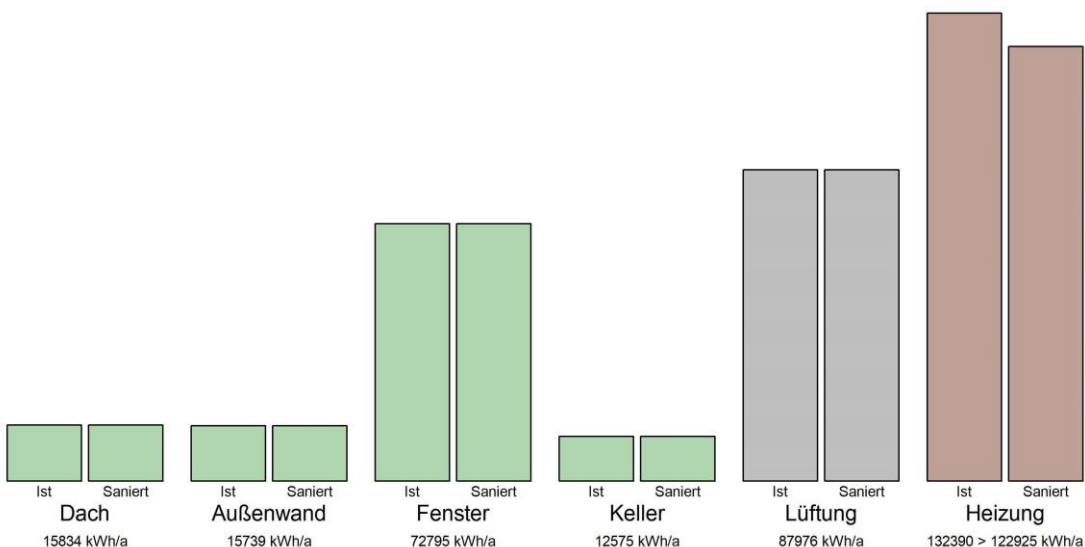


Abbildung 30 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 214.687 kWh/Jahr reduziert sich auf 211.348 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 3.339 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2.143 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 145 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorge-lagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Ver-gleich zum Ist-Zustand.

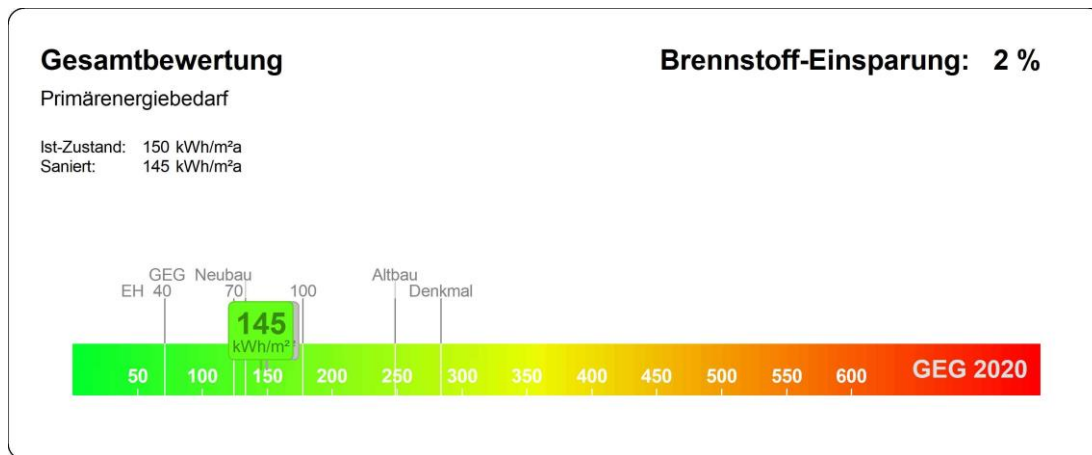


Abbildung 31 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

### Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 21 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2

Gesamtinvestitionen	117.136 EUR
Mögliche Fördermittel - BEG EM (15 %)	17.570 EUR
Mögliche Fördermittel - Kommunalrichtlinie (25 %)	29.284 EUR
<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>117.136 EUR</b>

Daraus ergeben sich die in der folgenden über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht berücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 0 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.



Tabelle 22 Einsparpotenzial, SV 2

	<i>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</i>	<i>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	7873	7873
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	26.412	104.709
<i>Summe</i>	34.285	112.582
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	28.108	107.387
<b><i>Einsparung</i></b>	<b>-6.177</b>	<b>-5.195</b>
<b><i>Amortisationszeit</i></b>	-	-

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

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO<sub>2</sub> und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

#### 4.4 SV 3: REGENERATIVE WÄRMEERZEUGUNG

Das Mensagebäude am alten Finanzamt wird über die Heizungsanlage des alten Finanzamtes mit Wärme versorgt (Gasbrennwertheizung mit einer Leistung von 170 kW (Viessmann Vitocrossal 200 CM2)) aus dem Jahr 2010 (vgl. Abbildung 32).



Abbildung 32 Heizungsanlage

In dieser Sanierungsmaßnahme wird angenommen, dass die vorhandene Heizungsanlage durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe entsprechend der Sanierungsvariante 2 des Projektes 1.1.18a Ehemaliges Finanzamt in dem Beratungsbericht vom 05.04.2023 ersetzt wird. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse dieser Maßnahme sowie die Fördermöglichkeiten wurden in dem genannten Bericht bereits dargestellt, sodass hier nur Kosten für eine Heizungsoptimierung gem. Variante 1 berücksichtigt werden.

Nachfolgend sind die angenommenen Kosten für die Sanierungsarbeiten aufgelistet.

##### Kostenannahmen Heizungsoptimierung

	Preisermittlung	Bezugsgröße	Summe [€]
<b>Hydraulischer Abgleich</b>	$(1,6 * \text{Fläche} + 515) * 1,25$	1.574,92 m <sup>2</sup>	3.794
<b>Einbau ca. 6 Wärmemengenzähler</b>	1.625 EUR/Stück	6 Stück	9.750
<b>Summe</b>			<b>13.544</b>

**Anmerkung:** Die Preise für den hydraulischen Abgleich, die Erneuerung der Regelventile und den Einbau der Einzelraumregelung beruhen auf den Kostenrichtwerten für Anlagen des Landes Hessen, gültig ab dem 25.05.2021. Um aktuelle Preissteigerungen abzubilden, wurden die Werte pauschal um 25% erhöht.

Folgende Leistungen sind in den Preisen enthalten:

Maßnahme	Enthaltene Leistung
<b>Hydraulischer Abgleich</b>	Aufmaß aller Räume und Heizkörper sowie des Rohrnetzes vor Ort, Pumpenbemessung, Vorlauf temperaturberechnung, Berechnung der Einstellparameter für voreinstellbare Regelventile, Einstellung der Parameter vor Ort.
<b>Einbau Wärmemengenzähler</b>	Lieferung und Montage des Wärmemengenzählers, Einbindung, Inbetriebnahme

**\*Hinweis:** Bei dem hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage sind lediglich die erforderlichen Messungen, Berechnungen und Einstellungen enthalten. Sollten neue Pumpen notwendig sein, sind diese separat zu kalkulieren.

Gem. der aktuellen Richtlinie zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz vom 09.12.2022 kann für Nichtwohngebäude mit einer beheizten Fläche über 1.000 m<sup>2</sup> keine Förderung mehr für die Heizungsoptimierung beantragt werden.

### Energieeinsparung - Variante 3 -

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

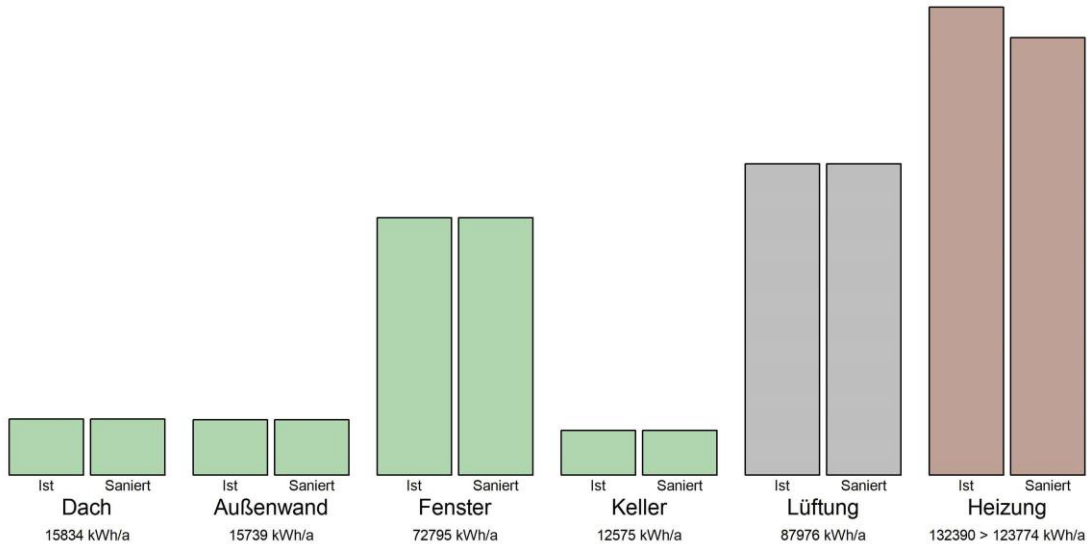


Abbildung 33 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3

Der derzeitige Endenergiebedarf von 214.687 kWh/Jahr reduziert sich auf 206.154 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8.533 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 5.928 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 65 kWh/m<sup>2</sup> 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.

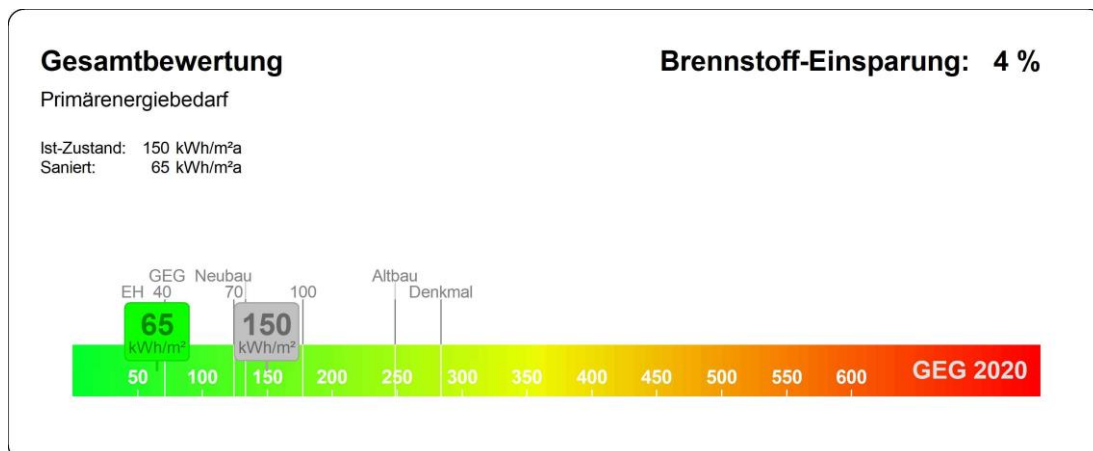


Abbildung 34 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3

### Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 23 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3

Gesamtinvestitionen	13.544 EUR
Mögliche Fördermittel	-
<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>13.544 EUR</b>

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 24 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht berücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme würde sich entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 24 Einsparpotenzial, SV 3

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	910	910
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	55.246	71.605
Summe	56.156	72.515
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	28.108	107.387
<b>Einsparung</b>	<b>-28.048</b>	<b>34.872</b>
<b>Amortisationszeit</b>	<b>-</b>	<b>1 Jahr</b>

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Die Amortisationszeit unter Berücksichtigung der neuen Preise liegt bei ca. einem Jahr. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der wesentliche Anteil der Investitionskosten in dem Beratungsbericht des ehemaligen Finanzamtes angesetzt wurde.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO<sub>2</sub> und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme trotzdem durchgeführt werden.

#### 4.5 SV 4: MAßNAHMENKOMBINATION 1 & 2

In dieser Variante werden die Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var.1 - Heizungsoptimierung

Var.2 - LED-Beleuchtung

kombiniert. Hierdurch könnte ein hohes Maß an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.

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

<i>Fördermöglichkeiten</i>				
<i>Sanierungsmaßnahme</i>	<i>Förderprogramm</i>	<i>Investitionskosten [€]</i>	<i>Förderquote [%]</i>	<i>Mögliche Fördermittel [€]</i>
<b>Var. 1</b> <i>Heizungsoptimierung</i>	-	13.544	-	-
<b>Var. 2</b> <i>LED-Beleuchtung</i>	<i>BEG EM</i>	117.136	15	<i>bis zu 17.570*</i>
	<i>Kommunalrichtlinie</i>		25	<i>bis zu 29.284</i>
<b>Summe</b>		130.680		<i>bis zu 29.284</i>

\* In der Summe der Fördermittel nicht berücksichtigt.

Es könnte ein Zuschuss von bis zu 29.284 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 % für die Maßnahme 2) beantragt werden.

### Energieeinsparung - Variante 4 -

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

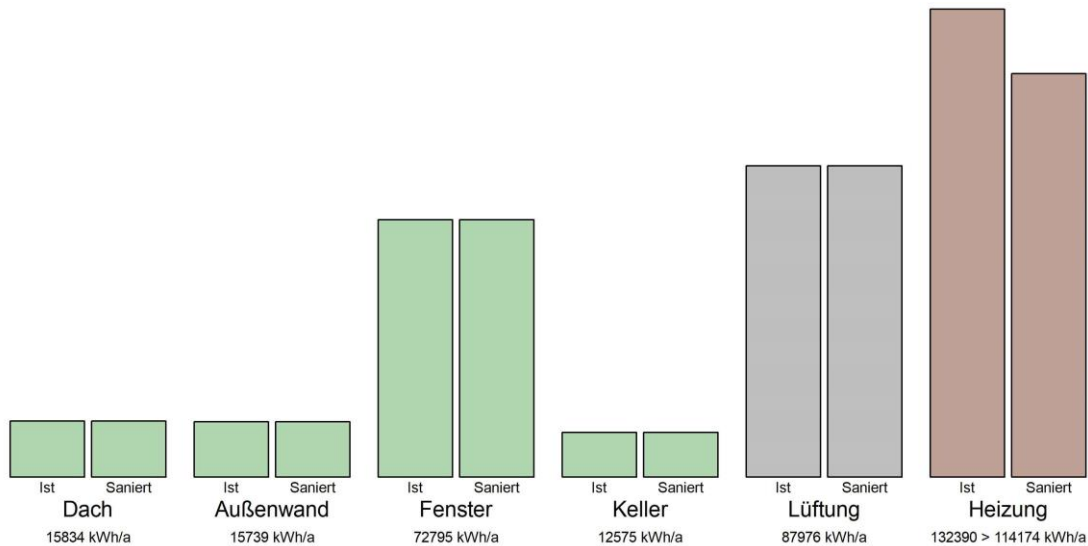


Abbildung 35 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4

Der derzeitige Endenergiebedarf von 214.687 kWh/Jahr reduziert sich auf 202.682 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 12.004 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 4.342 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 139 kWh/m<sup>2</sup> 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.

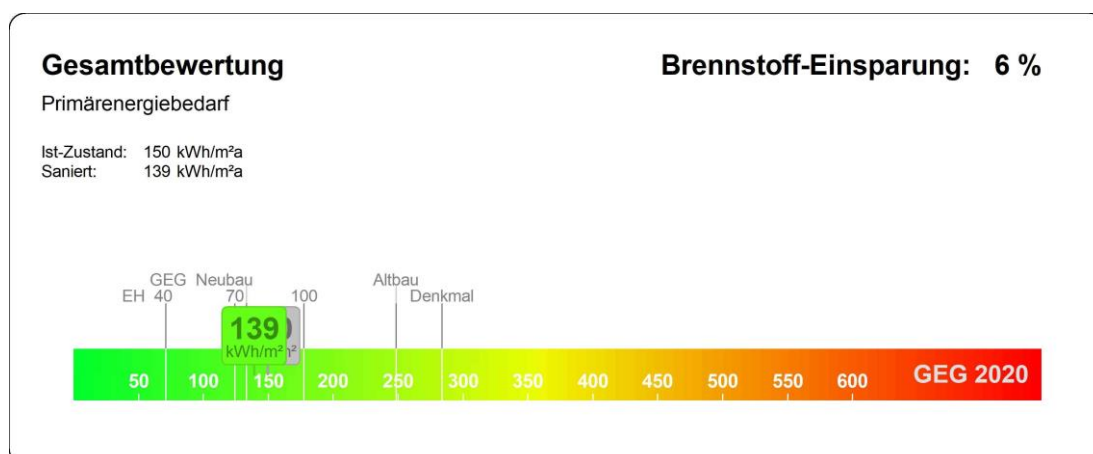


Abbildung 36 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 4

### Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 25 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	130.680 EUR
Mögliche Fördermittel	29.284EUR
<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>130.680 EUR</b>

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 26 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 26 Einsparpotenzial, SV 4

	mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]	mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]
Kapitalkosten	8.784	8.784
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	25.903	100.857
Summe	34.687	109.641
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	28.108	107.387
<b>Einsparung</b>	<b>-6.579</b>	<b>-2.254</b>
<b>Amortisationszeit</b>	-	-

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

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO<sub>2</sub> und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme durchgeführt werden.

#### 4.6 SV 5: MAßNAHMENKOMBINATION 2 & 3

In dieser Variante werden die Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var.2 - LED-Beleuchtung

Var.3 - Regenerative Wärmeversorgung

kombiniert. Hierdurch könnte ein hohes Maß an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Zudem könnte durch die Umsetzung dieser Sanierungsmaßnahme der Effizienzgebäude-Standard 70 erreicht werden (vgl. Kap. 4.7). Zudem kann, wenn ein Anteil an erneuerbaren Energien mindestens 65 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbracht wird und bestimmte Zusatzanforderungen (z. B. Lüftungsanlage in bestimmten Nutzungszonen) erfüllt werden, eine Effizienzgebäude EE-Klasse erreicht werden. Hierdurch könnte eine zusätzliche Förderung beantragt werden. Aufgrund des erfahrungsgemäß hohen wirtschaftlichen und technischen Aufwandes, den der Einbau einer neuen Lüftungsanlage i. d. R. mit sich bringt, wurde diese Maßnahme zunächst nicht als Einzelmaßnahme vorgeschlagen.

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

<b>Fördermöglichkeiten</b>				
<b>Sanierungsmaßnahme</b>	<b>Förderprogramm</b>	<b>Investitionskosten [€]</b>	<b>Förderquote [%]</b>	<b>Mögliche Fördermittel [€]</b>
<b>Var. 2 LED-Beleuchtung</b>	<i>BEG EM</i>	117.136	15	<i>bis zu 17.570*</i>
	<i>Kommunalrichtlinie</i>		25	<i>bis zu 29.284</i>
<b>Var. 3 Regenerative Wärmezeugung</b>	-	13.544	-	-
<b>Summe</b>		130.680		<i>bis zu 29.284</i>

\* In der Summe der Fördermittel nicht berücksichtigt.

Es könnte ein Zuschuss von bis zu 29.284 € (unter Berücksichtigung einer Förderquote von 25 % für die Maßnahme 2) beantragt werden.

Für die Erreichung des Effizienzgebäude-Standards 70-EE könnten folgende Fördermittel beantragt werden:



**BEG Nichtwohngebäude – Neubau und Sanierung**

<b>Info</b>	Neubau und Komplettsanierungen von NWG zum Effizienzhaus auf Grundlage des GEG
<b>Förderhöhe Sanierung</b>	Förderquote
70	25,0 %
70-EE	30,0 %
<b>Förderbetrag</b>	Max 2.000 € pro m <sup>2</sup> NGF (max. 10 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu 39.204 € (bei Umsetzung der Sanierung zum EG 70-EE) beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 5 -**

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

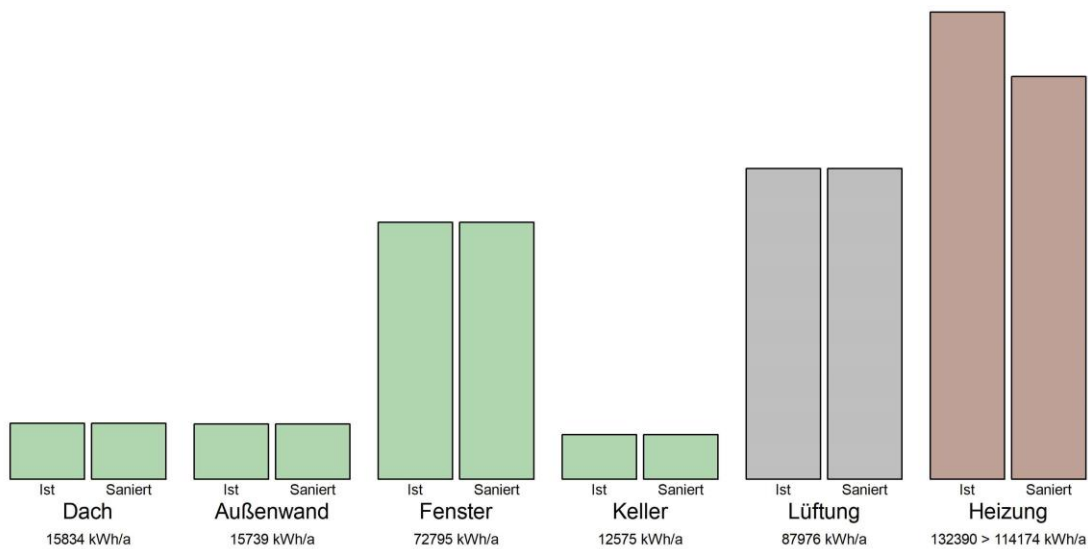


Abbildung 37 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 5

Der derzeitige Endenergiebedarf von 214.687 kWh/Jahr reduziert sich auf 202.682 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 12.004 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 8.134 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 60 kWh/m<sup>2</sup> 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.

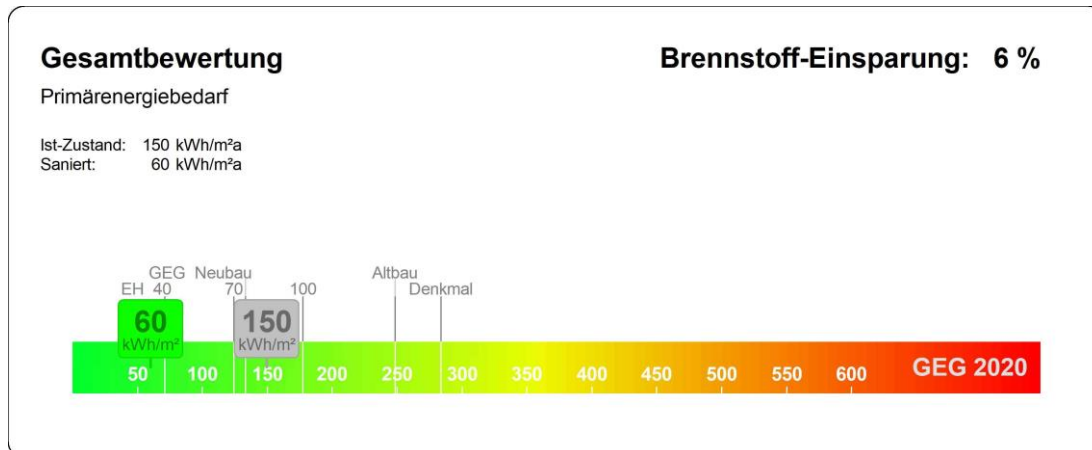


Abbildung 38 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5

#### Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 27 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5

Gesamtinvestitionen	130.680 EUR
Mögliche Fördermittel	29.284 EUR
<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>130.680 EUR</b>

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 28 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern. Wie in Kapitel 3.8.3 beschrieben, wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl mit den Energiekosten aus den Abrechnungsunterlagen des Landkreises Cloppenburg (alte Preise) als auch mit erhöhten Energiekosten (neue Preise) durchgeführt.

Tabelle 28 Einsparpotenzial, SV 5

	<b>mittlere jährl. Kosten „alte Preise“ [EUR/Jahr]</b>	<b>mittlere jährl. Kosten „neue Preise“ [EUR/Jahr]</b>
<i>Kapitalkosten</i>	8.784	8.784
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	53.829	68.587
<i>Summe</i>	62.613	77.371
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	28.108	107.387
<b>Einsparung</b>	<b>-34.505</b>	<b>30.016</b>
<b>Amortisationszeit</b>	<b>-</b>	<b>5 Jahre</b>

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die eingesparten Brennstoffkosten unter Annahme der alten, günstigen Preise voraussichtlich nicht reichen werden, um die Investitionskosten innerhalb der angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren vollständig zu decken. Die Amortisationszeit unter Berücksichtigung der neuen Preise liegt bei ca. fünf Jahren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der wesentliche Anteil der Investitionskosten in dem Beratungsbericht des ehemaligen Finanzamtes angesetzt wurde.

Sollten die möglichen Fördermittel bewilligt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend. Aufgrund des eingesparten CO<sub>2</sub> und des gesteckten Ziels des Landkreises treibhausgasneutral zu werden, sollte diese Maßnahme durchgeführt werden.

### Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Preisbremse 2023

Wie Ende 2022 bekanntgegeben wurde, wird es in Deutschland ab dem Frühjahr 2023 eine Preisbremse für Strom und Gas geben. Dies führt zu neuen Preisen, die die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verändern. Die Kostenannahmen der Preisbremse sind in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29 Kostenannahmen Preisbremse

	<b>Preisbremse</b>
<i>Angenommener durchschnittlicher Gaspreis 2023</i>	0,15 EUR/kWh
<i>Angenommener durchschnittlicher Strompreis 2023</i>	0,41 EUR/kWh

Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle 30 über die Nutzungsdauer von 20 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben. Für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Fördermittel nicht mitberücksichtigt. Bei einer Bewilligung der Fördermittel würden die jährlichen Kapitalkosten sinken und sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme entsprechend verbessern.

Tabelle 30 Einsparpotenzial, SV 5 mit Preisbremse

	<b>mittlere jährl. Kosten „Preisbremse“ [EUR/Jahr]</b>
<i>Kapitalkosten</i>	8.784
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	114.610
<i>Summe</i>	123.394
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	68.328
<b>Einsparung</b>	<b>-55.066</b>
<b>Amortisationszeit</b>	<b>-</b>

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

## 4.7 EFFIZIENZGEBÄUDEBETRACHTUNG

Bei der gemeinsamen Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen Var. 2 und Var. 3 kann der Effizienzgebäude-Standard 70 erreicht werden. Zudem kann, wenn ein Anteil an erneuerbaren Energien mindestens 65 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbracht wird und bestimmte Zusatzanforderungen (z. B. Lüftungsanlage in bestimmten Nutzungszonen) erfüllt werden, eine Effizienzgebäude EE-Klasse erreicht werden. Hierdurch könnte eine zusätzliche Förderung beantragt werden. Aufgrund des erfahrungsgemäß hohen wirtschaftlichen und technischen Aufwandes, den der Einbau einer neuen Lüftungsanlage i. d. R. mit sich bringt, wurde diese Maßnahme zunächst nicht als Einzelmaßnahme vorgeschlagen.

### GEG- und BEG-Anforderungen

#### Bundeshilfe für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

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

#### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis	Anforderungen NWG								
	Einheit	Ist-Wert	GEG		BEG-Effizienzhaus				
			Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	70,0	<input checked="" type="checkbox"/> 118,4	84,5	<input type="checkbox"/> 33,8	<input type="checkbox"/> 46,5	<input type="checkbox"/> 59,2	<input checked="" type="checkbox"/> 84,5	<input checked="" type="checkbox"/> 135,3
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,51	<input checked="" type="checkbox"/> 0,56		<input type="checkbox"/> 0,18	<input type="checkbox"/> 0,22	<input type="checkbox"/> 0,26	<input type="checkbox"/> 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	1,3	<input checked="" type="checkbox"/> 2,7		<input type="checkbox"/> 1,0	<input type="checkbox"/> 1,2	<input checked="" type="checkbox"/> 1,4	<input checked="" type="checkbox"/> 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	1,8	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input type="checkbox"/> 1,6	<input checked="" type="checkbox"/> 2,0	<input checked="" type="checkbox"/> 2,4	<input checked="" type="checkbox"/> 3,0	

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

#### EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	24826	9,6
Wärmepumpen	143405	55,4

- Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 65 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).  
 EE-Klasse Zusatzanforderungen
- Summe Deckungsgrad: 65,0%

## 5 FAZIT

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

Das Gebäude wurde im Jahr 2011 errichtet, sodass Maßnahmen zur Ertüchtigung der Gebäudehülle in diesem Bericht nicht empfohlen wurden. Auf Grundlage der Ist-Analyse, wurden verschiedene Sanierungsvarianten in Form der Einzelmaßnahmen SV 1 bis SV 3 ausgearbeitet. Die rechnerisch höchste, jährliche Einsparung an Endenergie (ca. 4 % im Vergleich zum Ist-Zustand) ergibt sich demnach durch eine Heizungsoptimierung bzw. den Austausch der vorhandenen Heizungsanlage im alten Finanzamt durch einen Wärmeerzeuger, der eine regenerative Energiequelle nutzt. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsvariante könnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 4 % (mehr als 2 Tonnen pro Jahr) durch die Heizungsoptimierung bzw. um ca. 10 % (knapp 6 Tonnen) durch eine regenerative Wärmeversorgung gesenkt werden.

Durch eine Kombination der Einzelmaßnahmen 2 und 3 wären Einsparungen an Endenergie von bis zu ca. 6 % bzw. an CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 13 % (mehr als 8 Tonnen pro Jahr) im Vergleich zum Ist-Zustand möglich. Zudem kann hierdurch der Effizienzgebäude-Standard 70-EE erreicht werden.

Hinsichtlich der gesteckten Klimaschutzziele des Landkreis Cloppenburg, bis 2035 treibhausgasneutral zu werden, wird die Umsetzung der Maßnahmenkombination 2 & 3 empfohlen.

Wie die Berechnungen gezeigt haben, können die zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Emissionen auch bei einer Umsetzung der Maßnahmenkombination nicht gänzlich vermieden werden und liegen bei gut 53 Tonnen pro Jahr. Allerdings wird sich der deutsche Strom-Mix im Laufe der nächsten Jahre voraussichtlich deutlich verbessern und die anzusetzenden CO<sub>2</sub>-Emissionen pro kWh Strom werden weiter sinken. Damit das Ziel der Treibhausgasneutralität tatsächlich erreicht wird, sind für die zunächst verbleibenden Emissionen Kompensationsmaßnahmen zu ergreifen. Diese könnten z. B. der Bau und Betrieb eigener regenerativer Energieerzeugungsanlagen wie Windenergieanlagen oder Freiflächen PV-Anlagen sein. Auch eine Beteiligung an solchen Anlagen könnte zur bilanziellen Treibhausgasneutralität führen.

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

## 6 ANHANG

### A.1 GLOSSAR

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

#### **Energiebedarf**

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

#### **Jahres-Primärenergiebedarf**

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

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. CO<sub>2</sub>-Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energie-sparverordnung.

#### **Endenergiebedarf**

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

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

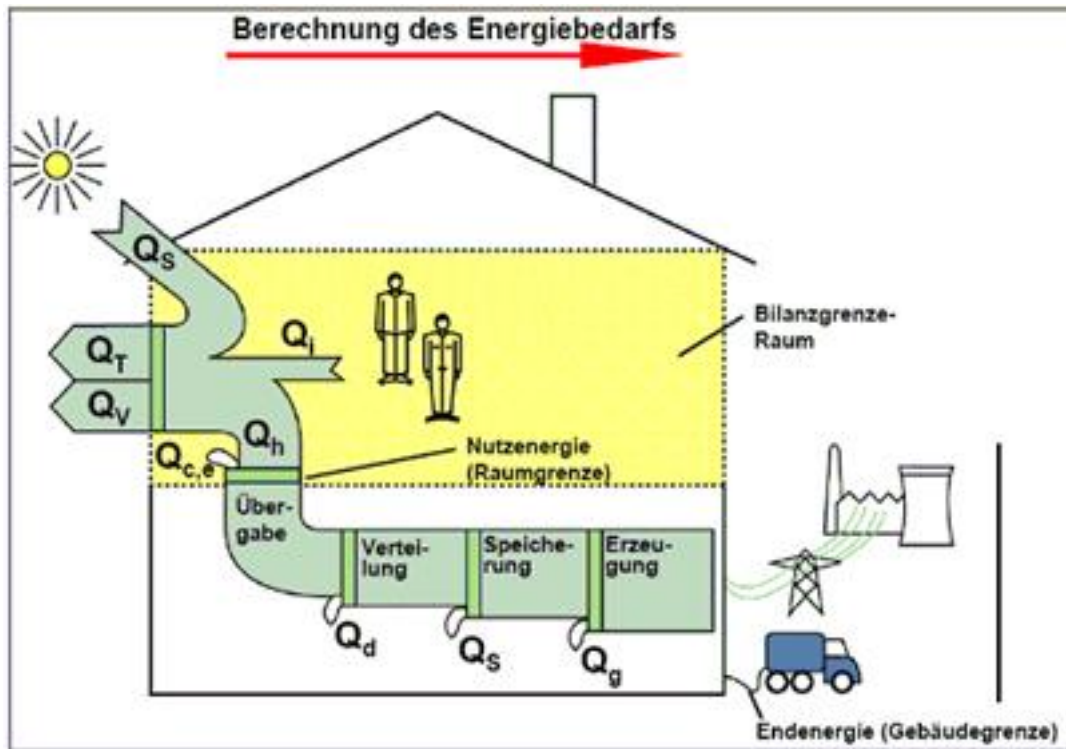


Abbildung 39 Primärenergie

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

### Nutzenergie

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

### Transmissionswärmeverluste $Q_T$

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

### Lüftungswärmeverluste $Q_V$

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



### **Trinkwassererwärmung**

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

### **U-Wert (früher k-Wert)**

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

### **Solare Wärmegewinne $Q_s$**

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

### **Interne Wärmegewinne $Q_i$**

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

### **Anlagenverluste**

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

### **Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

### **Gebäudevolumen $V_e$**

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

### **Wärmeübertragende Umfassungsfläche $A$**

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

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

#### **Kompaktheit A/V**

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

#### **Gebäudenutzfläche $A_N$**

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

#### **Heizwert / Brennwert**

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