



BERATUNGSBERICHT IM RAHMEN DES FÖRDERSCHWERPUNKTES 2.2 „ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME“

FÜR DIE „GEMEINDEZENTRUM NEUENDORF“ IM AMT HORST-HERZHORN

Auftraggeber
Amt Horst-Herzhorn
Elmshorner Straße 27
25358 Horst (Holstein)

Auftragnehmer
energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Greven, den 09.11.2021

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
1 Einleitung.....	6
2 Zusammenfassung	8
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....	8
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ	9
3 Ausgangssituation.....	11
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....	11
3.2 FOTODOKUMENTATION (GEBÄUDEBEHEHUNG VOM 04.10.2021) ..	13
3.3 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE	14
3.3.1 Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG 2020 und KfW-Förderung.....	14
3.4 ANLAGENTECHNIK.....	15
3.4.1 Heizungsanlage.....	15
3.4.2 Warmwasserbereitung.....	15
3.4.3 Beleuchtung	16
3.4.4 Lüftungstechnik.....	16
3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN	16
3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	16
3.5.2 Verbrauchskennwerte.....	18
3.5.3 CO ₂ -Emissionen	19
3.5.4 Energiekosten	20
3.5.5 Preissteigerung durch CO ₂ -Steuer	20
3.6 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	21
4 Sanierungsvarianten.....	22
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	22
4.2 SV 1: AUSSENWANDDÄMMUNG	23
4.3 SV 2: FENSTER- UND TÜRENTAUSCH	26
4.4 SV 3: DACHDÄMMUNG	29
4.5 SV 4: WÄRMEPUMPE + PV	32
4.6 SV 5: LÜFTUNGSANLAGE MIT 80% WÄRMERÜCKGEWINNUNG	35
4.7 MK1: MASSNAHMENKOMBINATION SV1 BIS SV5.....	38

5	Anhang	41
	A.1 GLOSSAR	41

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]	8
Abbildung 2 Energiekosten [€/a]	8
Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_P [kWh/a]	9
Abbildung 4 CO ₂ -Emissionen [kWh/a]	9
Abbildung 5 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (rot umrahmt)	11
Abbildung 6 3D Ansicht des untersuchten Gebäudes	11
Abbildung 7 Blickrichtung Norden, Turnhalle	13
Abbildung 8 Blickrichtung Norden, Eingang	13
Abbildung 9 Blickrichtung Süden	13
Abbildung 10 Turnhalle von Innen mit RLT Leitungen	13
Abbildung 11	13
Abbildung 12 Eingang	13
Abbildung 13 Gas- Brennwertkessel	13
Abbildung 14 Verteilsystem	13
Abbildung 15 korrodierte RLT Anlage	13
Abbildung 16 Grafische Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft	18
Abbildung 17 Energieverbrauchskennwerte	19
Abbildung 18 Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger	21
Abbildung 19 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1	24
Abbildung 20 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1	24
Abbildung 21 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2	27
Abbildung 22 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2	27
Abbildung 23 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3	30
Abbildung 24 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3	31
Abbildung 25 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4	33
Abbildung 27 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 5	36
Abbildung 28 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5	36
Abbildung 29 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 6	39
Abbildung 30 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 6	39
Abbildung 31 Primärenergie	42

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung	10
---	----

Tabelle 2 Gebäudekennwerte	14
Tabelle 3 Fortsetzung Gebäudekennwerte	15
Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart	17
Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte.....	18
Tabelle 6 CO ₂ -Emissionen	19
Tabelle 7 Bezugskosten nach Energieträger	20
Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1.....	25
Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV 1.....	25
Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2	28
Tabelle 11 Einsparpotenzial, SV 2	28
Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3	31
Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV 3	31
Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4	34
Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV 4	34
Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5	37
Tabelle 17 Einsparpotenzial, SV 5	37
Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV 6	40

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Energiebericht für das Sport- und Gemeinschaftshaus mit Feuerwehrgerätehaus in Neuendorf wurde im Rahmen des Förderschwerpunktes 2.2 „Energiemanagementsysteme“ der Kommunalrichtlinie erstellt. Die Projektträgerschaft wird zum 01.01.2022 von der Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) gGmbH übernommen. Bis dahin ist der Projektträger Jülich (PtJ) für die Betreuung der Förderanträge aus der Kommunalrichtlinie zuständig, sodass im Folgenden die Bewertungskriterien des Förderschwerpunktes des PtJ berücksichtigt werden.

Für Nichtwohngebäude wird das Anforderungsniveau der DIN V 18599 vorgegeben. Die Berechnungsmethodik der Norm sieht für Nichtwohngebäude eine Zonierung vor. Mit der Zonierung können die Gebäude in unterschiedliche Nutzungszonen oder in ein Ein-Zonen-Modell (vereinfachtes Modell) aufgeteilt werden. Im Rahmen der folgenden Gebäudebewertung wird das vereinfachte Modell verwendet. Mit der Zonierung der Gebäude werden pauschalisierte Annahmen zum Nachweis der Einhaltung eines im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgeschriebenen Anforderungsniveaus für Gebäude zu Grunde gelegt.

Nach der Berechnungsmethodik der DIN V 18599 wird der Verbrauch einer bestimmten Energiemenge von Strom und Wärme ermittelt, die z. B. in einem Gebäude zur Beheizung, zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser oder zur Beleuchtung des Raums benötigt wird. Diese Energiemenge wird unter der Verwendung von standardisierten Randbedingungen rein rechnerisch ermittelt und als Energiebedarf gekennzeichnet. Beim Energiebedarf wird das Nutzerverhalten der Bewohner bzw. der Letztverbraucher nicht berücksichtigt. Basierend auf dem Energiebedarf der Liegenschaft werden die jeweiligen Sanierungsvarianten (SV) abgeleitet und in diesem Gebäudebericht beschrieben.

Der Energieverbrauch hingegen wird über die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom und Wärme eines Gebäudes ermittelt. Im Energieverbrauch sind auch die unterschiedlichen Gewohnheiten der Letztverbraucher, die tatsächlichen Witterungsverhältnisse am Standort des Gebäudes und die zusätzlichen elektrischen Verbraucher (PC, Küche usw.) enthalten.

Aufgrund der Berechnungsmethodik nach DIN V 18599 sind Abweichungen vom Energiebedarf zum Energieverbrauch zu erwarten.¹ Die Energieverbräuche können daher als Vergleichsgrundlage für die Berechnung des Energiebedarfs nur teilweise herangezogen werden. In den vorgeschlagenen Sanierungsvarianten wird lediglich die Hilfsenergie für die technischen Anlagen (Heizung, Beleuchtung usw.) und die Raumwärme betrachtet, d. h., dass auch bei einem Eigenstromverbrauch aus PV-Produktion nur der Anteil für die Hilfsenergie energetisch betrachtet wird.

Insgesamt können die rechnerischen Energiebedarfe in den Sanierungsvarianten im Vergleich zu den tatsächlichen Energieverbräuchen Schwankungsbreiten von bis zu 40% aufweisen. Diese Abweichungen sollten bei der Bewertung der verschiedenen Sanierungsvarianten von der Gemeinde berücksichtigt werden.

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen sowie anhand der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung

¹ Untersuchungsbericht: Energiebedarf versus Energieverbrauch – Fachhochschule Bielefeld, Institut für Bauphysik und Baukonstruktion. Stand 25.10.2019 (abgerufen am 24.08.2021)
<https://www.hausundgrund.de/sites/default/files/downloads/fh-bielefelduntersuchungenergiebedarfversusenergieverbrauch12112019.pdf>

der Durchführungsbeteiligten. Die Kostenangaben sind Schätzwerte, daher ist es empfehlenswert, bei geplanten Investitionen immer mehrere Vergleichsangebote einzuholen. 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. KG² durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, wurden die enthaltenen Abbildungen der Berechnungssoftware entnommen.

² <https://www.hottgenroth.de>

2 ZUSAMMENFASSUNG

2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG

Nachfolgend werden die Einsparungen an Endenergie von Strom und Wärme pro Sanierungsvariante (SV) aufgeführt, die durch Modernisierungen am Gebäude und der Anlagentechnik generiert werden können: Die Wirtschaftlichkeit wird aufgrund der Berücksichtigung des Energieverbrauchs und nicht des Energiebedarfs in Kapitel 4.7 genauer beschrieben.

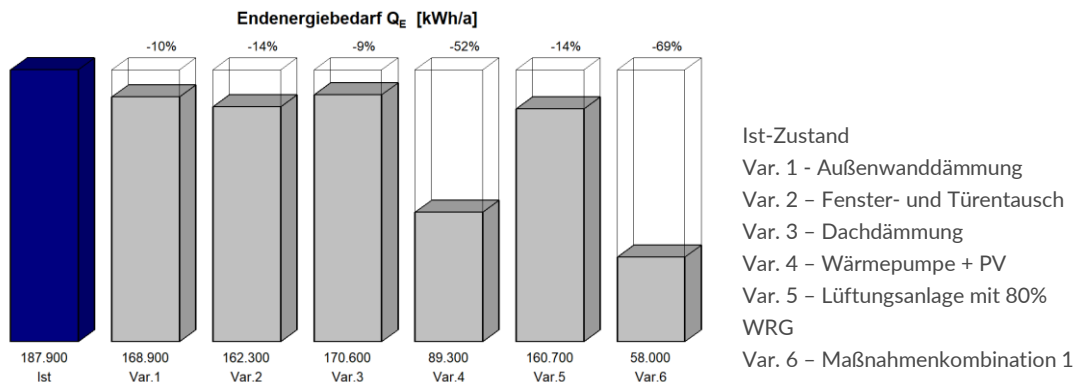


Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]

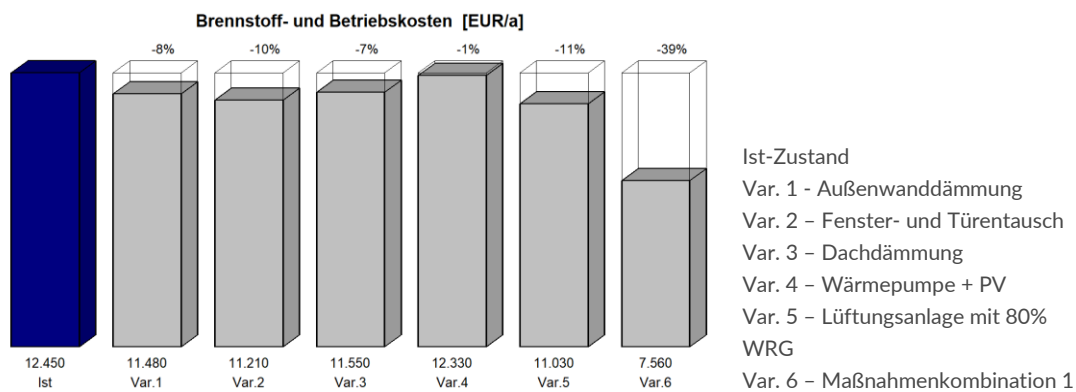


Abbildung 2 Energiekosten [€/a]

2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ

Wie in der Einleitung dieses Berichtes umrissen wird, sollen die geplanten Maßnahmen einen wirksamen Klimaschutzeffekt erreichen. Kennzeichen hierfür sind die Einsparungen an CO₂-Ausstoß und Primärenergie.

Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO₂-Ausstoß. Neben der CO₂-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO₂ und Staub belastet.

In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO₂-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

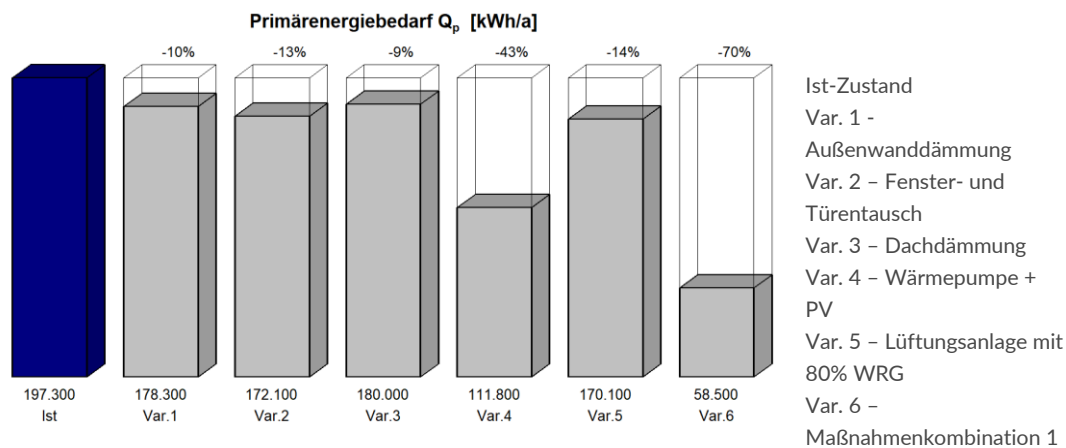


Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_p [kWh/a]

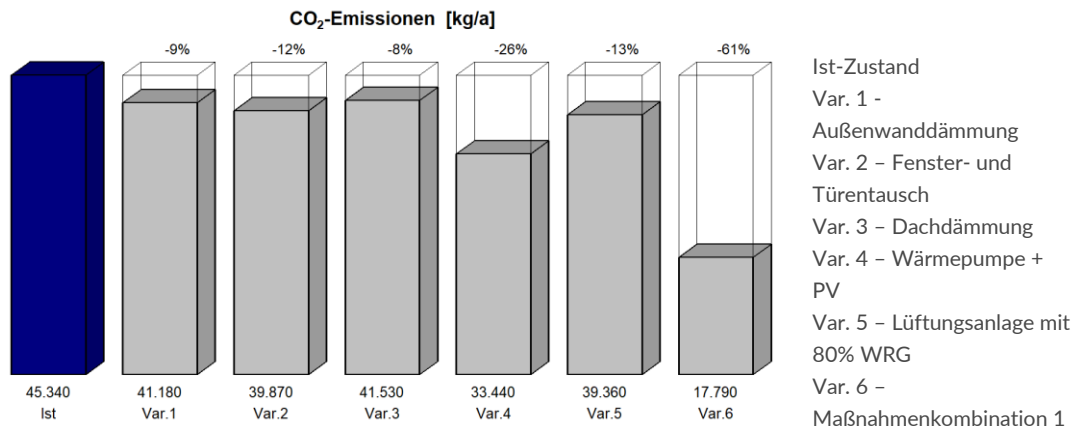


Abbildung 4 CO₂-Emissionen [kWh/a]

Unter der Berücksichtigung der Zuschüsse der verschiedenen Förderprogramme verbessert sich die Amortisationszeit jeder vorgeschlagenen Sanierungsvariante.

Die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten können mit der nachfolgenden Reihenfolge geplant und umgesetzt werden.

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung

Reihenfolge der Sanierungsvarianten	CO ₂ -Einsparung [kg/a]	Investitionsausgaben (brutto) inkl. 20 % NK [€]	Zuschüsse aus Förderprogrammen (Stand: August 2021)	Amortisationszeit [Jahre]
Schritt 1: Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung	4.160	25.500€	20.400€ -80% BAFA - Coronagerechte RLT-Anlagen	13
Schritt 2: Fenster- und Türentausch	11.900	88.046€	17.609€ 20 % BAFA - BEG EM	24
Schritt 3: Dachsanierung	5.470	43.491€	8.698€ 20 % BAFA - BEG EM	30
Schritt 4: Außenwanddämmung	3.810	97.649€	19.530€ 20 % BAFA - BEG EM	
Schritt 5: Wärmepumpe + PV-Anlage	5.980	121.722€	23.103€ 35% BAFA - BEG EM (nur für die Wärmepumpe)	26
Summe	31.320	376.408€	89.340€ mit 23,7 % mittlere Förderquote	

Wichtiger Hinweis zu den Informationen über anwendbare Zuschüsse

Sind Zuschüsse für die Umsetzung einer Maßnahme erhältlich, sind diese bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Sanierungsvarianten zu berücksichtigen. Ob die Gemeinde die Förderbedingungen erfüllen kann, ist von der Gemeinde eigenständig zu prüfen. Die Aktualität der Förderkonditionen ist vor der Umsetzung von Maßnahmen ebenfalls zu prüfen. Fördermaßnahmen sind i. d. R. vor Durchführung der Sanierungsmaßnahme zu beantragen.

Für die Aufzählung der genannten Förderkonditionen und der Höhe der Zuschüsse bestehen keine Ansprüche auf Vollständigkeit.

3 AUSGANGSSITUATION

3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Gemeindehaus aus dem Jahre 1982, in dem sich ein Feuerwehrrätehaus, eine Sporthalle und Sozialräume befinden. Im Jahr 1994 wurde das Gebäude um einen Schul- und Versammlungsraum erweitert. (vgl. Abbildung 5)



Abbildung 5 Lageplan mit dem zu bewertenden Gebäude (rot umrahmt)

(Quelle: Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein © GeoBasis-DE/LVermGeo SH, BKG), (<https://danord.gdi-sh.de>), abgerufen am 05.11.2021)

Das Gebäude ist in Massivbauweise erstellt und mit einem Satteldach versehen. (vgl. Abbildung 6).



Abbildung 6 3D Ansicht des untersuchten Gebäudes

Das Außenmauerwerk besteht aus 25 cm Porenbeton mit ein 6 cm dicken Luftschicht und 11,5 cm roten Verblendmauerwerk. Im Bereich des Anschlusses des Sozialtraktes an die Halle wurde die Traufe mit Eternitschindel verkleidet, weiterhin sind die Giebel ebenfalls mit Eternitschindel verkleidet. Sämtliche Innenwände sind aus 11,5 bis 24 cm starken Kalksandsteinmauerwerk. Als Dachstuhl wurden Leimholzbinder mit Koppelfetten eingebaut. Die Dacheindeckung

erfolgte mit Welleternitplatten. Als Wärmedämmung wurde eine 12 cm alukaschierte Steinwolle zwischen den Balken eingebaut.

Das Gebäude verfügt über Kunststofffenster mit Isolierglas. Im Bereich der Giebel der Sporthalle wurde eine Profilitdoppelverglasung mit Lüftungsöffnungen eingebaut.

Alle Wände sind verputzt und mit einem Anstrich versehen. Im Sanitär- und Duschbereich sind die Wände mit Wandfliesen, zum Teil raumhoch, versehen.

Die Sporthalle hat einen Schwingboden mit Linoleumbelag, die Flure, Sanitärbereiche und Küche verfügen über einen Bodenbelag aus Fliesen. Der Bodenbelag im Schul- und Versammlungsraum besteht ebenfalls aus.

Im Bereich des Schulungsraumes wurden Schränke als Lagerfläche und Archiv für die Vereine Neuendorfs fest eingebaut.

<i>Name/Bezeichnung</i>	<i>Gemeindezentrum Neuendorf</i>
<i>Gebäudetyp</i>	<i>Nichtwohngebäude</i>
<i>Straße, Hausnr.</i>	<i>Moorhusen 7a</i>
<i>PLZ, Ort</i>	<i>25335 Neuendorf</i>
<i>Baujahre</i>	<i>1982, 1994</i>
<i>Beheiztes Gebäudevolumen V</i>	<i>2.810 m³</i>
<i>Energiebezugsfläche A_{EBF}</i>	<i>471 m²</i>
<i>Thermische Hüllfläche</i>	<i>1.709 m²</i>
<i>Mittlere Geschosshöhe</i>	<i>ca. 3,0 m</i>

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf die thermisch konditionierte Zone. Ist-Zustand entsprechend den Angaben und Planunterlagen des Amt Horst Herzhorn

Der neue Anbau (3. Bauabschnitt) der Kindertagesstätte wird in den Berechnungen nicht betrachtet.

3.2 FOTODOKUMENTATION (GEBÄUDEBEHEHUNG VOM 04.10.2021).



Abbildung 7 Blickrichtung Norden, Turnhalle



Abbildung 8 Blickrichtung Norden, Eingang



Abbildung 9 Blickrichtung Süden



Abbildung 10 Turnhalle von Innen mit RLT Leitungen



Abbildung 11



Abbildung 12 Eingang



Abbildung 13 Brennwertkessel



Gas- Abbildung 14 Verteilsystem

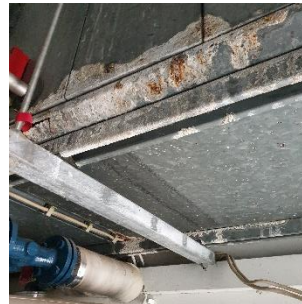


Abbildung 15 korrodierte RLT Anlage

3.3 WÄRMETECHNISCHE EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

Die nachfolgende Tabelle zeigt die bautechnischen Charakteristika des Gebäudes. Ein wichtiger Indikator für die energetische Qualität der einzelnen Bauteile ist ihr jeweiliger Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert). Er gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) bei einem Grad Temperaturunterschied (in Kelvin [K]) durch einen Quadratmeter [m²] Bauteilfläche fließt. Das bedeutet, je geringer der U-Wert ist, desto weniger Wärme entweicht durch das Bauteil und desto besser sind seine Dämmeigenschaften. Umgekehrt sind die wärmetechnischen Eigenschaften eines Bauteils schlechter je höher der U-Wert ist. Der zulässige U-Wert in der Tabelle 2 beschreibt den Wert, der nach dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG) maximal bei Sanierung oder Neubau zulässig ist.

Dies bedeutet beispielsweise, dass nach einer Sanierung der Außenwand der zulässige U-Wert des Bauteils in Höhe von 0,24 W/(m²K) nicht überschritten werden darf.

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

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

Die Tabelle listet die Bauteile des Gebäudes mit den relevanten U-Werten auf. Für die energetische Bewertung der Konstruktionen sind zum Vergleich die zulässigen Höchstwerte nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) mit angegeben⁴. Die grün markierten Zeilen erfüllen bereits die Anforderungen des aktuellen GEG. Die rot markierten Zeilen entsprechen nicht den aktuellen Anforderungen der GEG.

Tabelle 2 Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m ² K)]		
	Ist-Zustand	GEG ⁵	KfW-Förderung ⁶
Bodenplatte Gemeindehaus	0,80	0,30	0,25
Bodenplatte Anbau	0,52	0,30	0,25
<i>Bauteilgruppe: Decken nach unten gegen Erdreich</i>			

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

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

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

⁶ Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand Juli 2015 können jederzeit aktualisiert werden.

Tabelle 3 Fortsetzung Gebäudekennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m ² K)]		
Außenwand Gemeindehaus	0,80	0,24	0,20
Außenwand Anbau	0,60	0,24	0,20
<i>Bauteilgruppe: Außenwände</i>			
Dach	0,50	0,20	0,14
<i>Bauteilgruppe: Dachflächen</i>			
Fenster Turnhalle	5,00	1,30	0,95
Fenster	3,00	1,30	0,95
<i>Bauteilgruppe: Fenster</i>			
Außentür	3,50	1,80	1,30
<i>Bauteilgruppe: Außentüren</i>			

3.4 ANLAGENTECHNIK

3.4.1 Heizungsanlage

In dem betrachteten Gebäude gibt es einen Gas-Brennwertkessel, welcher im Heizungsraum im nördlichen Gebäudeteil des Gemeindehauses untergebracht ist und die gesamte Liegenschaft versorgt. Der Kessel ist aus den 1990er Jahren. Die Heizkreispumpen sind nicht leistungsgeregelt. Ein hydraulischer Abgleich des gesamten Gemeindezentrums wurde nicht durchgeführt. Die Rohrleitungen sind zum Teil ungedämmt, sodass hier ein beträchtlicher Anteil Wärme „verloren“ geht.

Erzeugung	- Brennwert-Kessel Energieträger: Erdgas
Verteilung	- Verteilung 1 (Verteilung 1) kein hydraulischer Abgleich Verteilungsleitungen gedämmt Strang- und Anbindeleitungen ungedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	Übergabe an Zone Sonstige Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' Kessel versorgt den Trinkwarmwasserbereich mit

3.4.2 Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt über den Gas-Brennwertkessel.

3.4.3 Beleuchtung

Im betrachteten Schulgebäude befinden sich diverse Leuchtentypen. Überwiegend kommen jedoch Leuchtstoffröhren mit einer Leistung P_{Lampe} bis zu 58 W (T5 und T8) und konventionellen Vorschaltgeräten [KVG] vor. Diese finden sich sowohl in der Turnhalle und der Garage als auch in den Aufenthalts- und Sanitärräumen und auf den Fluren wieder. Eine Präsenzerfassung ist vorhanden.

Die Ermittlung der elektr. Leistung wurde über das Tabellenverfahren nach DIN V 18599-Teil 4 bestimmt.

Mit Ermittlung der elektrischen Leistung und der jährlichen Nutzungsdauer der bestehenden Beleuchtungsanlage wird der jährliche Energieeinsatz pro Gebäude bzw. Beleuchtungszone bestimmt

3.4.4 Lüftungstechnik

Eine Lüftung findet 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.

Die Be- und Entlüftung in dem betrachteten Gebäude erfolgt über die vorhandenen Fenster und Türen sowie über eine zusätzliche Zu- und Abluftanlage, welche bereits starke Korrosionen aufweist und über keine Wärmerückgewinnung verfügt.

Die vorhandene Lüftungsanlage für die Versorgung der Halle befindet sich in einem schlechten Zustand. Eine Sanierung wird daher empfohlen. Da die neuen Raumluftechnischen Anlagen aufgrund von besseren Bauteilen wie Wärmerückgewinnung in der Dimensionierung etwas größer ausfallen, sollte daher noch ein passender Raum für den Einbau einer neuen Anlage gefunden werden.

3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Die Energieverbräuche (Wärme, Strom) einschließlich Wasserverbrauch der Liegenschaft beinhalten alle auf der Liegenschaft befindlichen Gebäude, soweit deren Medienverbräuche nicht separat gezählt bzw. ermittelt werden.

Die durchgeführten ingenieurtechnischen Berechnungen bilden die Verbräuche des behandelten Gebäudes annähernd ab, sodass hieraus die in den nachfolgenden Kapiteln erläuterten Sanierungsmaßnahmen abgeleitet werden können.

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

- ▶ die standortspezifischen Witterungsverhältnisse (Lüftungsverhalten und Raumlufttemperaturen)
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der elektrischen Verbraucher
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der Heizung
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der Zu- und Abluftanlage
- ▶ 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 4 bzw. der Abbildung 16 werden die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom und Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der letzten drei Jahre für die gesamte Liegenschaft dargestellt. Die Verbrauchswerte wurden als Vergleichsgrundlage für die Energiebedarfsberechnung herangezogen.

Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart

Jahr	2018	2019	2020	Mittelwert
Heizung (Gas) [kWh/a]	74.995	83.354	80.788	79.712
Verhältnis GTZ zu langj. Mittel [-]	1,08	1,10	1,16	
klimabereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a]	80.995	91.689	93.714	
Strom [kWh/a]	7.436	8.982	10.212	8.209
Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]	88.431	100.671	103.926	97.676
Wasser [m ³ /a]	49	78	194 ⁷	107

⁷ Der hohe Wasserverbrauch in diesem Jahr resultiert aus dem Wasserbedarf für den neuen Bauabschnitt 3

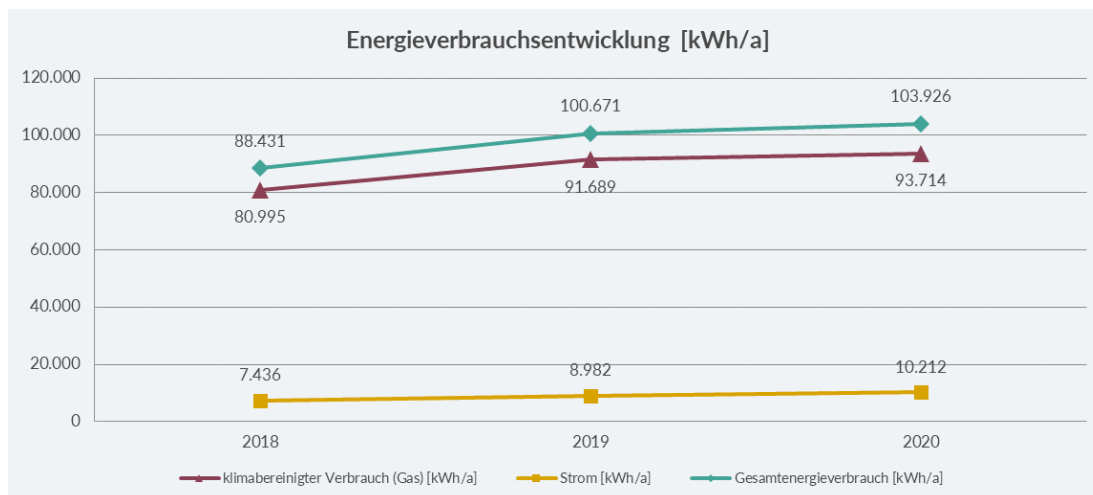


Abbildung 16 Grafische Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft

3.5.2 Verbrauchskennwerte

Das Verfahren des Verbrauchskennwertvergleiches ermöglicht es, die spezifischen Verbrauchsdaten der Objekte mit Werten ähnlicher Referenzgebäude zu vergleichen. Dadurch können Einspar- und Sanierungspotenziale identifiziert werden. Energieeffizienzmaßnahmen sind besonders dann sinnvoll und wirtschaftlich, wenn die eigenen Energieverbrauchskennwerte deutlich über den Grenzwerten liegen.

Für die Liegenschaften der Gemeinde wurde der Mittelwert aus den Strom- bzw. Gas- (witterungsbereinigt) und Wasserverbrauchsdaten der Jahre 2018, 2019 und 2020 gebildet und durch die Netto-Grundfläche von 471 m² dividiert. Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.⁸

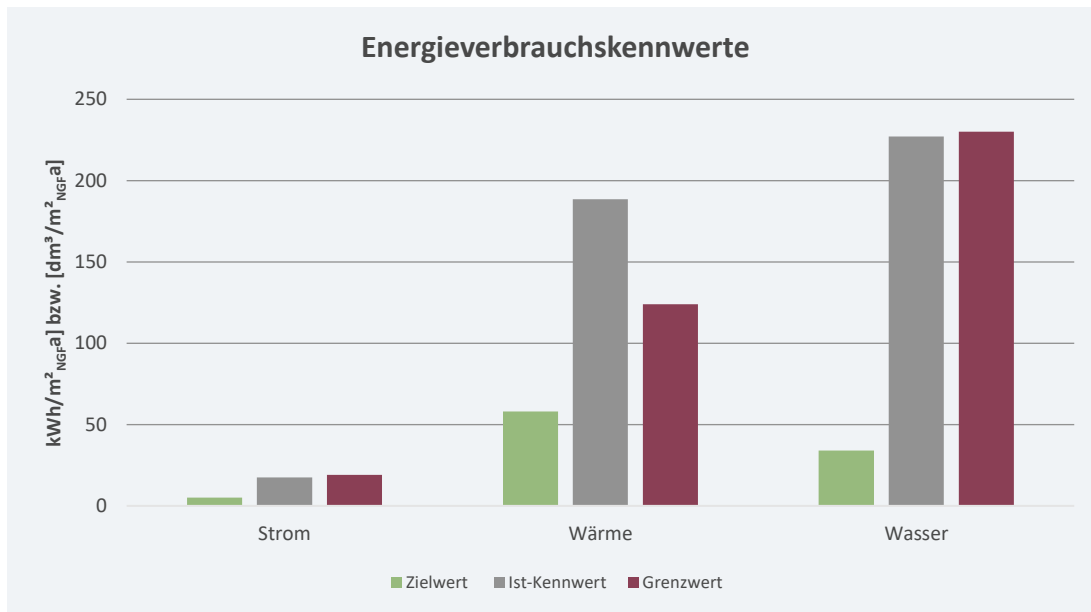
Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte

Feuerwehren	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ² NGFa] bzw. [dm ³ /m ² NGFa]			
	Energieträger	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert
Strom		5	17	19
Wärme		58	189	124
Wasser		34	227	230

Anmerkung: Kennwerte auf Basis der realen Verbrauchs- und Flächenangaben bezogen auf die Liegenschaft / Gebäude des Amt Horst-Herzhorn

⁸ Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005)
 Zielwert: Unterer Quartilsmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch)
 Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)

Als Orientierung zur Einstufung von Verbrauchswerten in den verschiedenen Medienbereichen (Strom, Wärme, Wasser) werden zunächst statistische Erhebungen über Energieverbräuche und Energiekosten herangezogen. Nachfolgende Grafik stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser dar. Hierbei fällt auf, dass insbesondere der angegebene Wärmeverbrauch deutlich über dem Wärmeverbrauch vergleichbarer Objekte liegt. Der hohe Wasserverbrauch liegt an dem Jahr 2020, indem viel Bauwasser für den 3. Bauabschnitt verwendet wurde.



3.5.3 CO₂-Emissionen

Abbildung 17 Energieverbrauchskennwerte

Die CO₂-Emissionen wurden über die gemittelten Energieverbräuche der letzten drei Jahre und den CO₂-Emissionsfaktoren aus GEMIS⁹ (Stand: 12.2020) bestimmt.

Tabelle 6 CO₂-Emissionen

Energieträger [-]	CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO ₂ -Emissionen [kg/a]
Erdgas	201	79.712	16.022
Strom	427	8.209	3.505
Summe	-	87.921	19.527

⁹ Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme - Das Globale Emissions-Modell integrierter Systeme ist ein frei verfügbares Computermodell mit integrierter Datenbank zur Lebensweg- und Ökobilanzierung und Stoffstromanalyse sowie den CO₂-Fußabdruck für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme

3.5.4 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen in den Sanierungsvarianten wurden gemäß den Angaben des Amt Horst-Herzhorn die nachfolgenden (brutto) Energiemischpreise (Zusammensetzung aus Grund- und Verbrauchspreis) je Energieträger angesetzt.

Tabelle 7 Bezugskosten nach Energieträger

Bezeichnung	Preis [€/kWh]
Erdgas (inkl. CO ₂ -Steuer)	0,05*
Strom-Mix	0,27
Strom-Mix (Sondertarif für Wärmepumpen - Annahme)	0,22

Anmerkung: Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben und beruhen auf Angaben des Amt Horst-Herzhorn.

*Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde der tatsächliche Erdgaspreis um die CO₂-Steuer für 2021 erhöht. Die tatsächlichen durchschnittlichen Erdgaspreise der letzten drei Jahre liegen bei rund 4 Cent/kWh (ohne CO₂-Steuer).

3.5.5 Preissteigerung durch CO₂-Steuer

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

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

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen prognostizierten Anstieg der Energiekosten verschiedener Energieträger um bis zu 20 % bis 2030. Die Stromkosten für Verbraucher sinken laut der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (jetzt Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) in Auftrag gegebenen Studie zur „Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose“ ab ca. 2025.

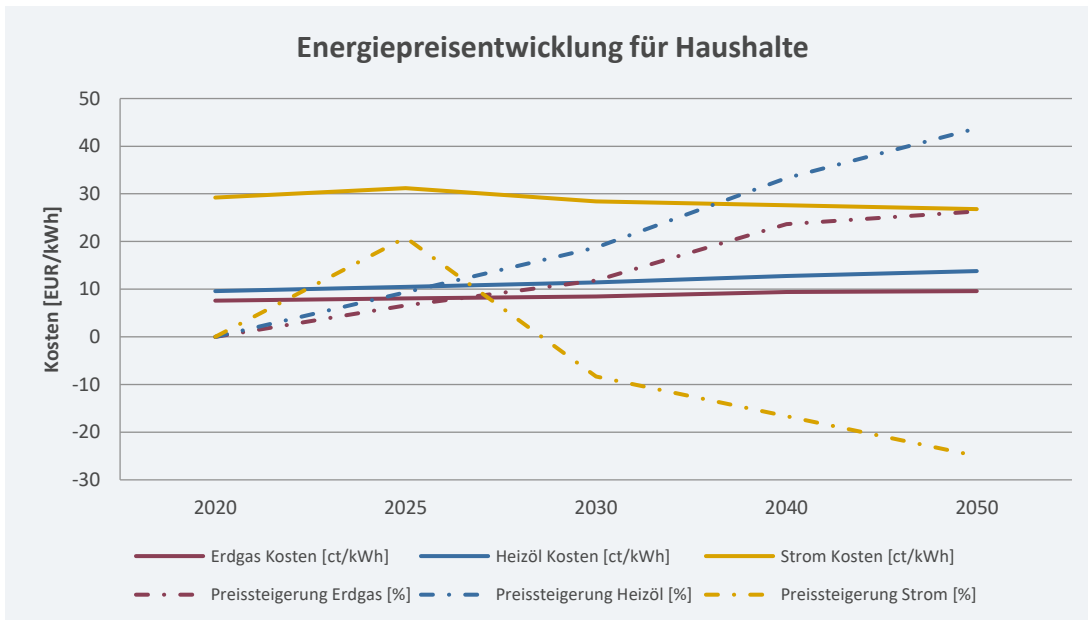


Abbildung 18 Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger
(In Anlehnung an: BMWi 2013, Prognos/EWI/GWS 2014)

Basierend auf der zukünftigen Preisentwicklung der fossilen Energieträger wurden folgende Preissteigerungen in den Sanierungsvarianten hinterlegt:

- ▶ kalkulatorischer Zinssatz 1,50 %
- ▶ jährliche Preissteigerung - hier Inflation 2,00 %
- ▶ jährliche Preissteigerung Erdgas 3,50 %
- ▶ jährliche Preissteigerung Pellets 1,50 %
- ▶ jährliche Preissteigerung Strom 2,50 %

3.6 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 die Stadt vor Projektbeginn mehrere Vergleichsangebote einholen. Zudem sollte die Gemeinde mit der Vergabestelle die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig abstimmen.

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

4 SANIERUNGSVARIANTEN

4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Die Sanierungsvarianten wurden unter dem Fokus der Ökologie und Ökonomie entwickelt. Bei den einzelnen Sanierungsvarianten werden die Potentiale zur Energiekosteneinsparung, Energieverbrauchs- und Emissionsreduzierung in einer Tabelle separat dargelegt. In allen Sanierungsvarianten wird versucht, eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Bei Bauteilen wird der im zurzeit gültigen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) maximal zulässige U-Wert minus 30 % berücksichtigt.

Folgende Sanierungsvarianten (SV) und Maßnahmenkombinationen (MK) wurden betrachtet:

Empfohlene Sanierungsvarianten:

Var.1 – SV 1: Außenwanddämmung

Var.2 - SV 2: Fenster- und Türentausch

Var.3 - SV 3: Dachdämmung

Var.4 - SV 4: Wärmepumpe + PV-Anlage

Var.5 - SV 6: Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung

Var.6 – MK1: Maßnahmenkombination 1 SV1 bis SV5

4.2 SV 1: AUSSENWANDDÄMMUNG

Die Wandflächen des Gebäudes werden entsprechend der Anforderung des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gedämmt. Der zurzeit gültige U-Wert für Wandflächen beträgt $\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diesen U-Wert zu erreichen, würde eine Dämmung von 10 cm mit einem Lambda-Wert von $0,040 \text{ W/mK}$ ausreichen. Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung sollte der geforderte U-Wert deutlich unterschritten werden.

In dieser SV wird daher ein um 30 % niedrigerer U-Wert in Höhe von $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt. Dieser Wert wird durch eine Dämmstoffstärke von 10 cm am Anbau bzw. 12cm am Gemeindehaus mit einem Lambda-Wert von $0,032 \text{ W/mK}$ erreicht. Auf die wärmebrückenfreie Einbindung der Fenster ist zu achten.

Die Wandflächen werden für das Anbringen der Wärmedämmung gesäubert und vorbereitet. Die Dämmschicht wird vollflächig angebracht und verdübelt. Die Gestaltung der äußeren Schicht kann individuell z. B. durch Putz, eine Vorhangfassade oder Klinker erfolgen. Die unteren Wandflächenbereiche sollten bis zu einer Höhe von mindestens 2,00 m gegen Vandalismus entsprechend geschützt werden. Die Umsetzbarkeit der Maßnahme sollte durch einen Bauphysiker geprüft und begleitet werden.

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	20 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderkreditbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m^2 NGF (max. 15 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **19.530 €** gewährt werden!

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 10 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

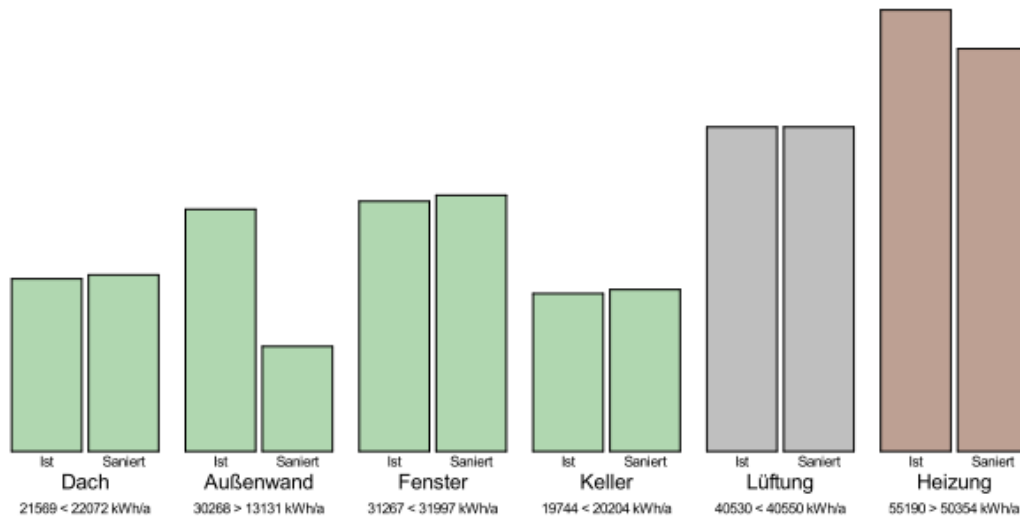


Abbildung 19 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 187.918 kWh/Jahr reduziert sich auf 168.872 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 19.046 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 4.157 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 379 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.

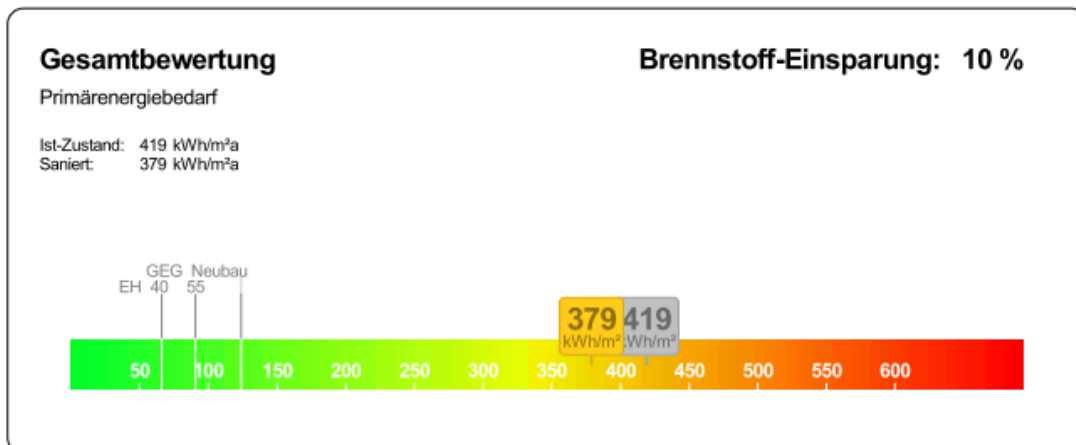


Abbildung 20 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 1

Gesamtinvestitionen	97.649 EUR
Mögliche Fördermittel	19.530 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	97.649 EUR

* Bei Einbau einer Brennstoffzelle als Wärmeerzeuger.

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV 1

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	4.066	121.980
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.679	590.370
Summe	23.745	712.350
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.352	640.560
Einsparung	-2.393	-71.790

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.453	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	11.213	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,50	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.3 SV 2: FENSTER- UND TÜRENTAUSCH

Die vorhandenen Fenster sollten entsprechend der Anforderung des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) ausgetauscht werden. Für die Berechnung wird für die Fenster ein U_w -Wert von **0,90 W/m²K** gewählt.

Türentausch: Leichtmetallrahmentür mit U-Wert **1,10 W/m²K**

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

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen	
Info	<i>Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).</i>
Förderquote	20 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderkreditbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 15 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **17.609 €** gewährt werden!

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 13 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

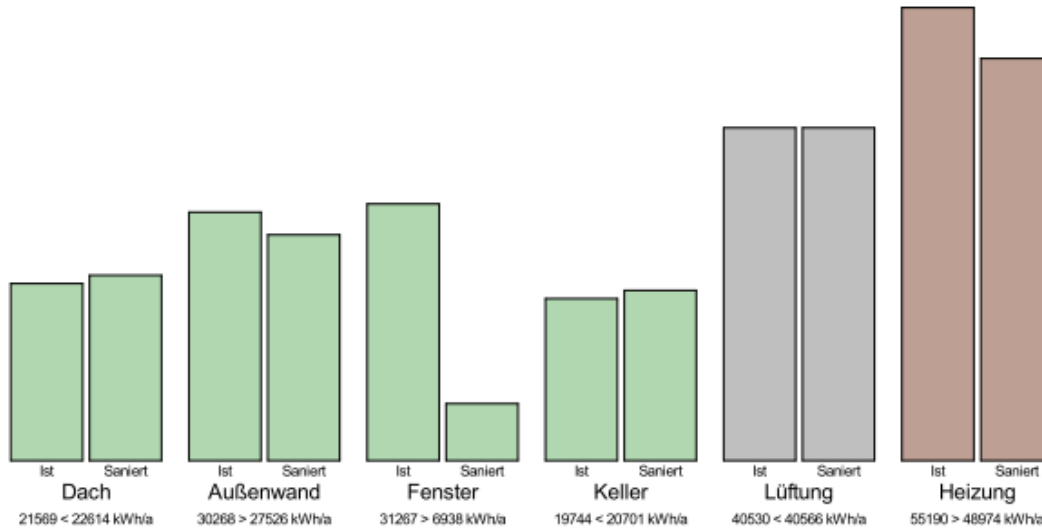


Abbildung 21 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 187.918 kWh/Jahr reduziert sich auf 162.312 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 25.606 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 5.471 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 366 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.

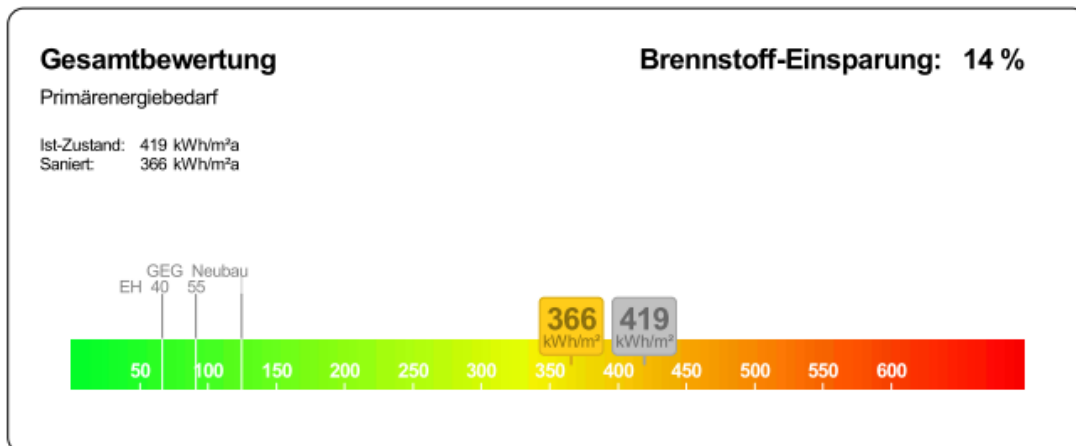


Abbildung 22 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 2

Gesamtinvestitionen	88.046 EUR
Mögliche Fördermittel	17.609 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	88.046 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 11 Einsparpotenzial, SV 2

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	3.666	109.980
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.225	576.750
Summe	22.891	686.730
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.352	640.560
Einsparung	-1.539	-46.170

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.453	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	11.213	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Ist-Zustand	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	3,00	%
Interner Zinsfuß		%

4.4 SV 3: DACHDÄMMUNG

Das Dach wird entsprechend den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gedämmt. Hierfür wird eine Zwischen- und Untersparrendämmung mit einer Stärke von 12 cm mit einem Lambda-Wert von 0,040 W/m²K eingebaut. Hierdurch kann der gem. GEG geforderte U-Wert von 0,20 W/m²K eingehalten werden. Sofern Fördermittel bei der KfW beantragt werden, ist bei einer Dachsanierung ein U-Wert von 0,14 W/m²K einzuhalten. Dies könnte beispielsweise durch eine Vergrößerung der Dämmstoffdicke auf ca. 16 cm erreicht werden.

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen	
Info	<i>Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).</i>
Förderquote	20 %
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderkreditbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 15 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **8.698 €** gewährt werden!

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 9 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

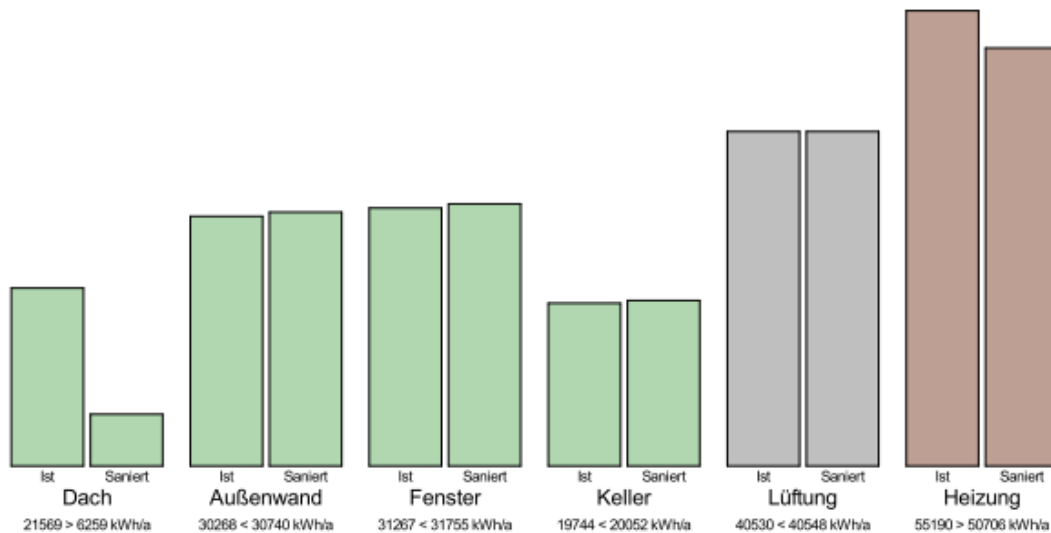
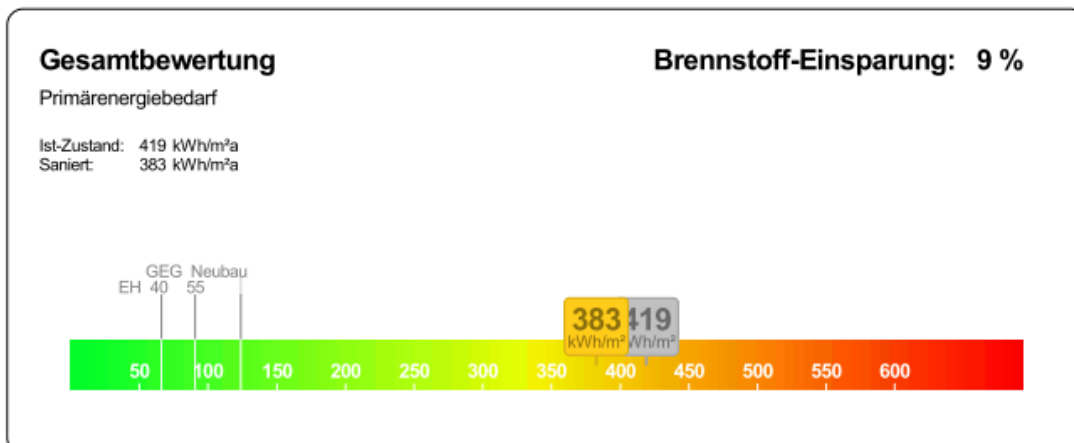


Abbildung 23 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 3

Der derzeitige Endenergiebedarf von 187.918 kWh/Jahr reduziert sich auf 170.556 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17.362 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3.806 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 383 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.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 3

Gesamtinvestitionen	43.491 EUR
Mögliche Fördermittel	8.698 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	43.491 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Abbildung 24 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 3

Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV 3

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	1.811	54.330
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.808	594.240
Summe	21.619	648.570
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.352	640.560
Einsparung	-267	-8.010

Die Investition amortisiert sich nach 30 Jahren.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.453	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	11.553	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,50	%
Interner Zinsfuß	0,57	%

4.5 SV 4: WÄRMEPUMPE + PV

Der vorhandene Gas-Brennwertkessel aus den 1990er Jahren könnte nach einer Sanierung der Gebäudehülle gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ausgetauscht werden. Nach der Implementierung des neuen Wärmeerzeugers wird die Heizlast des Gemeindezentrums entsprechend der DIN EN 12831 ermittelt. Entsprechend der errechneten Werte wird dann ein hydraulischer Abgleich durchgeführt. Hierfür ist es evtl. erforderlich, alte 2K Heizkörperventile gegen neue 1K-Ventile auszutauschen. Evtl. werden noch zusätzliche Strangreguliertventile eingebaut. Mittels der Heizkörper- und Strangreguliertventile werden die ermittelten Volumenströme einreguliert.

Diese Maßnahme umfasst folgende Leistungen:

- ▶ Austausch des vorhandenen Wärmeerzeugers gegen eine Wärmepumpe und einen neuen, effizienten Gas-Brennwertkessel
- ▶ Ermittlung der Heizlast
- ▶ Erneuerung bzw. Umstellung der Umwälzpumpen auf variable Druckdifferenz
- ▶ Einbau von Strangreguliertventilen
- ▶ Erneuerung der Rohrdämmungen
- ▶ Austausch der Thermostatköpfe und Ventile (1K - Temperaturregelung)
- ▶ Einregulierung des Volumenstroms

Um den Autarkiegrad für die Strom- und Wärmeversorgung zu erhöhen, bietet es sich an im gleichen Zug eine PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes einzubauen. Die PV-Module werden mit einer West-Ausrichtung auf dem Dach des Gebäudes angebracht. Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage hängt im Wesentlichen vom Strombezugspreis, dem Anteil der Eigenstromnutzung und der Höhe der Einspeisevergütung ab. Der Strombezugspreis liegt bei ca. 0,27 €/kWh. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung konnte in der Simulation ein Eigenstromanteil von ca. 72 % berechnet. Sollte der Anteil in der Realität höher ausfallen, verbessert sich das Ergebnis der Anlage entsprechend.

Voraussetzung ist, dass das Dach zusätzliche Dachlasten aufnehmen kann (Prüfung durch Statiker erforderlich). Es ist vorteilhaft, die PV-Module im Rahmen einer Dachsanierung auf das Dach anzubringen.

BEG EM - Heizungsanlagen

Info	<i>Gefördert werden der Einbau von effizienten Wärmeerzeugern, von Anlagen zur Heizungsunterstützung und der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz, das regenerative Energien für die Wärmeerzeugung zu mindestens 25 % einbindet.</i>
Förderquote	35 %, für Wärmepumpen
Förderhöhe	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
Förderkreditbeitrag	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 15 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **42.603 €** gewährt werden!

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 52 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

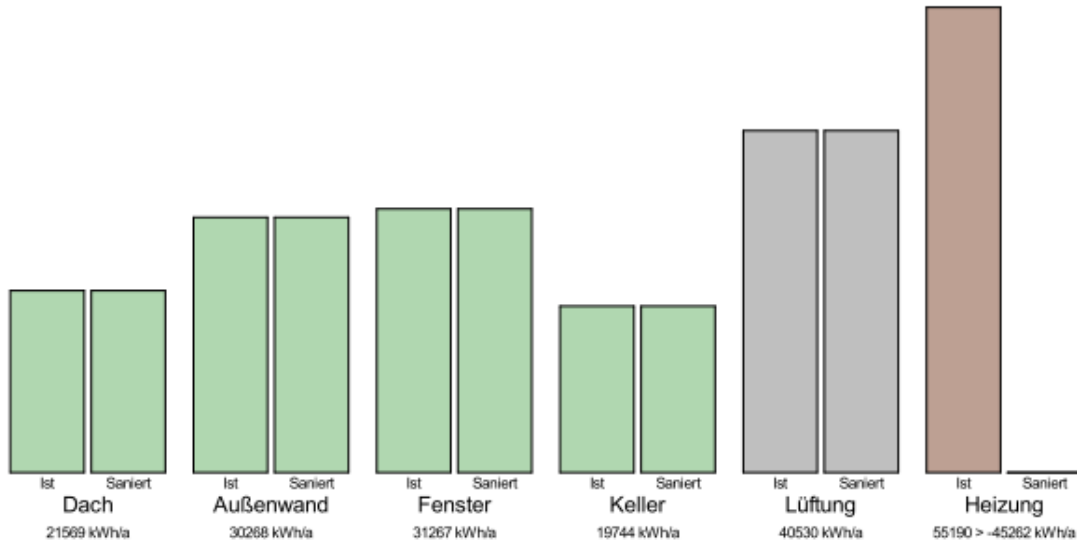
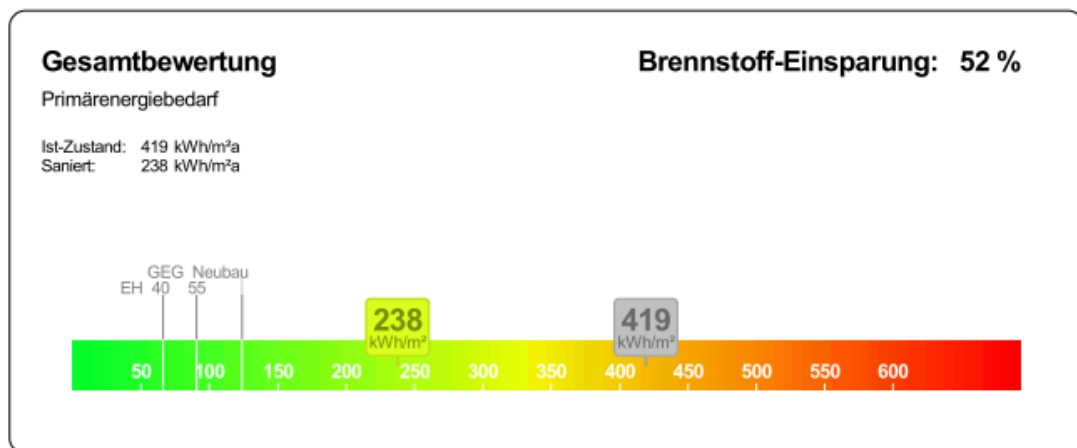


Abbildung 25 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 4

Der derzeitige Endenergiebedarf von 239.692 kWh/Jahr reduziert sich auf 114.629 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 125.062 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 11.330 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 334 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.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 4

Gesamtinvestitionen	121.722 EUR
Mögliche Fördermittel	42.603 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	121.722 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV 4

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	5.068	152.040
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	14.282	428.460
Summe	19.350	580.500
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.352	640.560
Einsparung	2.002	60.060

Die Amortisationsdauer beträgt 26 Jahre

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.453	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	12.331	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Ist-Zustand	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	2,00	%
Interner Zinsfuß	3,19	%

4.6 SV 5: LÜFTUNGSANLAGE MIT 80% WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Die vorhandene Lüftungsanlage ist ohne Wärmerückgewinnung und ist somit nicht mehr Stand der Technik. Zudem weist die Lüftungsanlage bereits einige Korrosionserscheinungen auf. Der Austausch der Lüftungsanlage erfolgt nach den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetz. Hier müssen raumluftechnische Anlagen mit einem Volumenstrom in der Zuluft $\geq 4000 \text{ m}^3/\text{h}$ besondere Kennwerte hinsichtlich der elektrischen Leistung, der Regelung, der Wärmeaufnahme der Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen und Armaturen, sowie der Wärmerückgewinnung erfüllen.

Bei der Luftförderung wurde ein mittlerer Gesamtwirkungsgrad von 0,8 für Zu- und Abluft angenommen

BAFA – Raumluftechnische Anlagen in öffentlichen Gebäuden und Versammlungsstätten zur Eindämmung des Corona-Virus

Info	<p>Beim Besuch von öffentlichen Gebäuden und Versammlungsorten müssen die Menschen besonders vor Infektionen mit dem Coronavirus geschützt sein. Mit der neuen Förderung können bestehende RLT Anlagen um- oder aufgerüstet werden und somit ein Baustein für wirksamen Infektionsschutz sein.</p> <p>Gewährt werden finanzielle Zuschüsse für die entsprechende Um- und Aufrüstung von stationären RLT-Anlagen.</p>
Förderquote	80%
Förderhöhe	höchstens 200.000,- EUR je Maßnahme.

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss von bis zu **20.400 €** gewährt werden!

Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 14 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

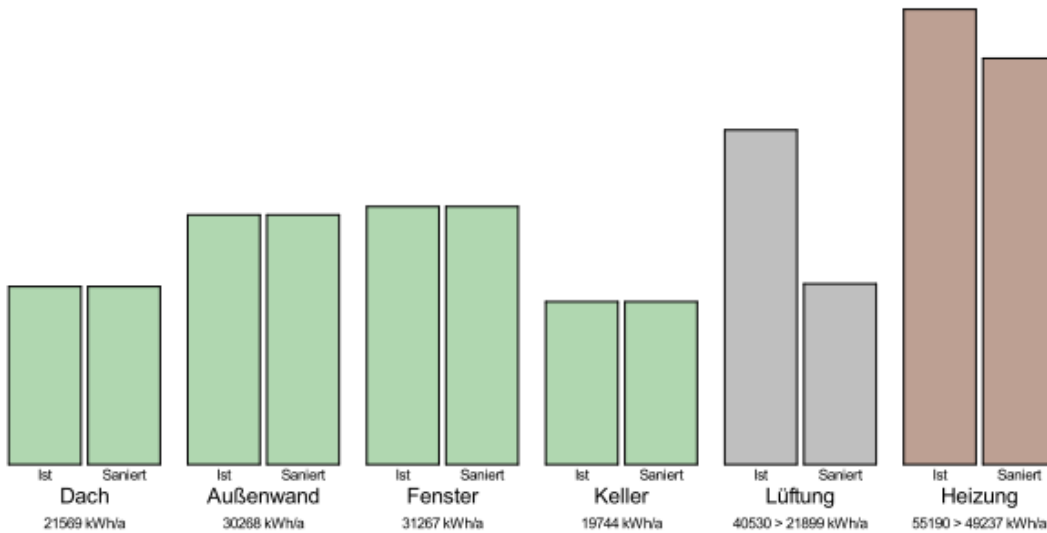


Abbildung 26 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 5

Der derzeitige Endenergiebedarf von 187.918 kWh/Jahr reduziert sich auf 160.737 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 27.182 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 5.975 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 362 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.

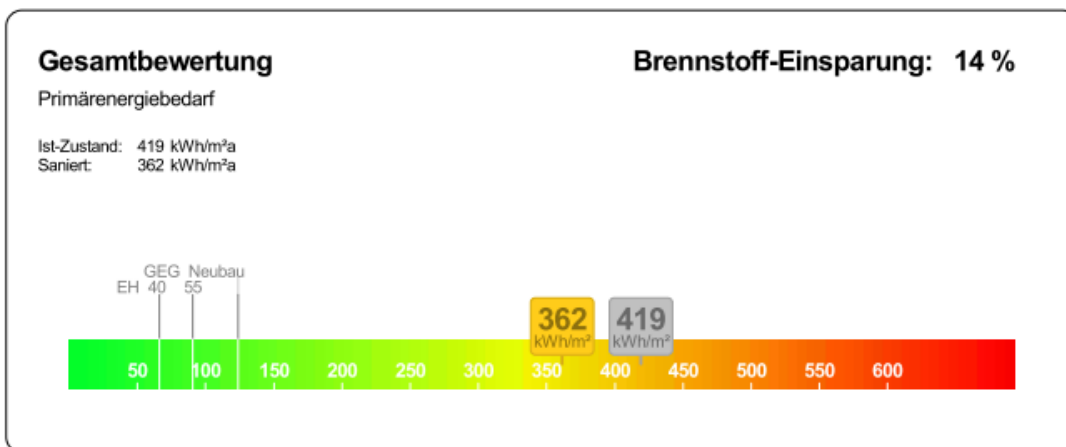


Abbildung 27 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 5

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabella 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV 5

Gesamtinvestitionen	25.500 EUR
Mögliche Fördermittel	20.400 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	25.500 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 15 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabella 17 Einsparpotenzial, SV 5

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	1.485	29.700
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	15.049	300.980
Summe	16.534	330.680
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	17.918	358.360
Einsparung	1.384	27.680

Die Investition amortisiert sich nach 13 Jahren.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

<i>Betrachtungszeitraum</i>	15	Jahre
<i>aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand</i>	12.453	EUR/Jahr
<i>aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand</i>	11.035	EUR/Jahr
<i>Kalkulationszinssatz</i>	1,50	%
<i>Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen</i>	3,50	%
<i>Teuerungsrate für Brennstoff</i>	3,50	%
<i>Interner Zinsfuß</i>	7,75	%

4.7 MK1: MASSNAHMENKOMBINATION SV1 BIS SV5

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

Var. 1 – Außenwanddämmung

Var. 2 – Fenster- und Türentausch

Var. 3 – Dachdämmung

Var. 4 – Wärmepumpe + PV-Anlage

Var. 5 – Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung

umgesetzt. Hierdurch könnte der Primärenergiebedarf um bis zu 64 % und die CO₂-Emissionen um ca. 54 % im Vergleich zum Ist-Zustand reduziert werden.

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 69 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

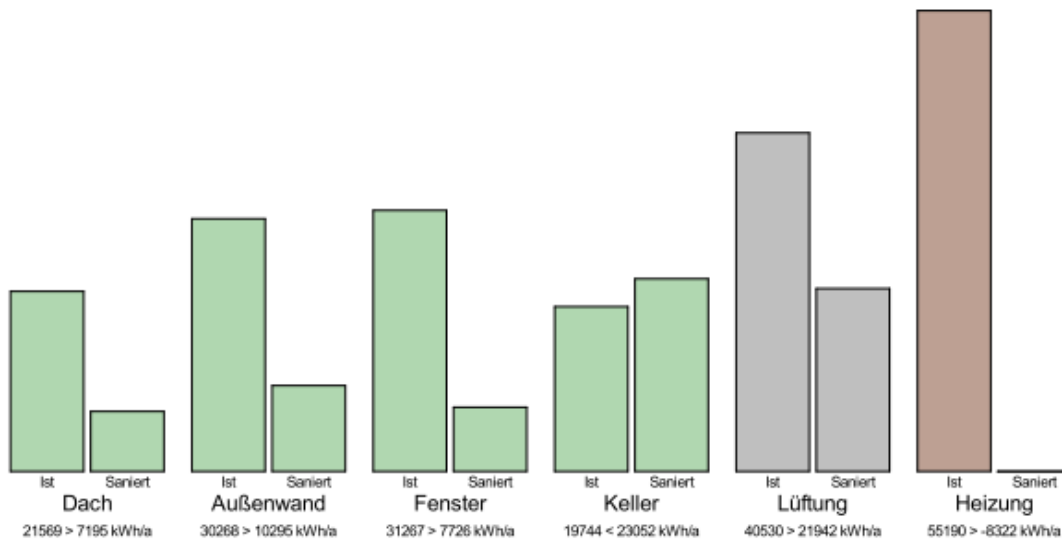


Abbildung 28 Einfluss der Sanierungsmaßnahme auf die Wärmeverluste [kWh/a], SV 6

Der derzeitige Endenergiebedarf von 187.918 kWh/Jahr reduziert sich auf 58.028 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 129.890 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 27.549 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 124 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

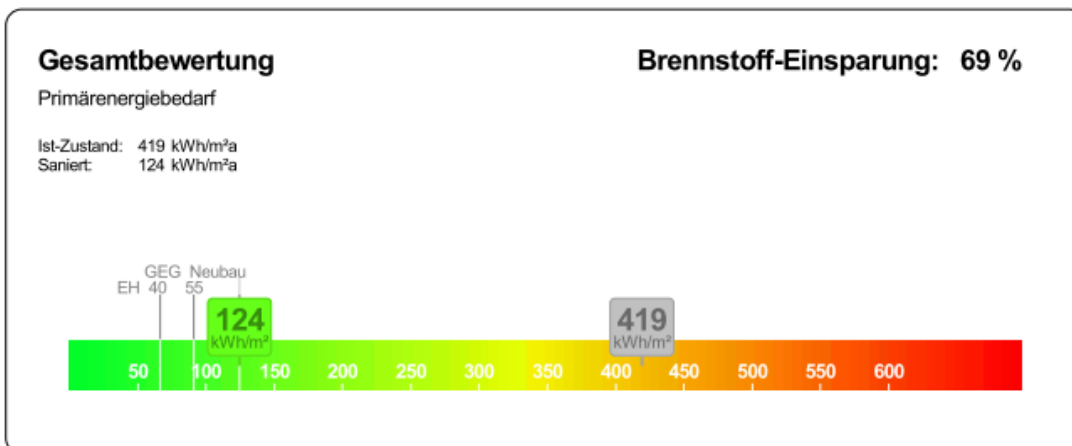


Abbildung 29 Gesamtbewertung Primärenergiebedarf, SV 6

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von **361.836€**.

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV 6

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
<i>Kapitalkosten</i>	15.067	452.010
<i>Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)</i>	11.037	331.110
<i>Summe</i>	26.104	783.120
<i>Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen</i>	21.352	640.560
<i>Einsparung</i>	-4.752	-142.560

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

<i>Betrachtungszeitraum</i>	30	<i>Jahre</i>
<i>aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand</i>	12.453	<i>EUR/Jahr</i>
<i>aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand</i>	7.563	<i>EUR/Jahr</i>
<i>Kalkulationszinssatz</i>	1,50	%
<i>Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen</i>	3,50	%
<i>Teuerungsrate für Brennstoff im Ist-Zustand</i>	3,50	%
<i>Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand</i>	2,50	%
<i>Interner Zinsfuß</i>	-	%

5 ANHANG

A.1 GLOSSAR

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

Energiebedarf

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

Jahres-Primärenergiebedarf

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

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

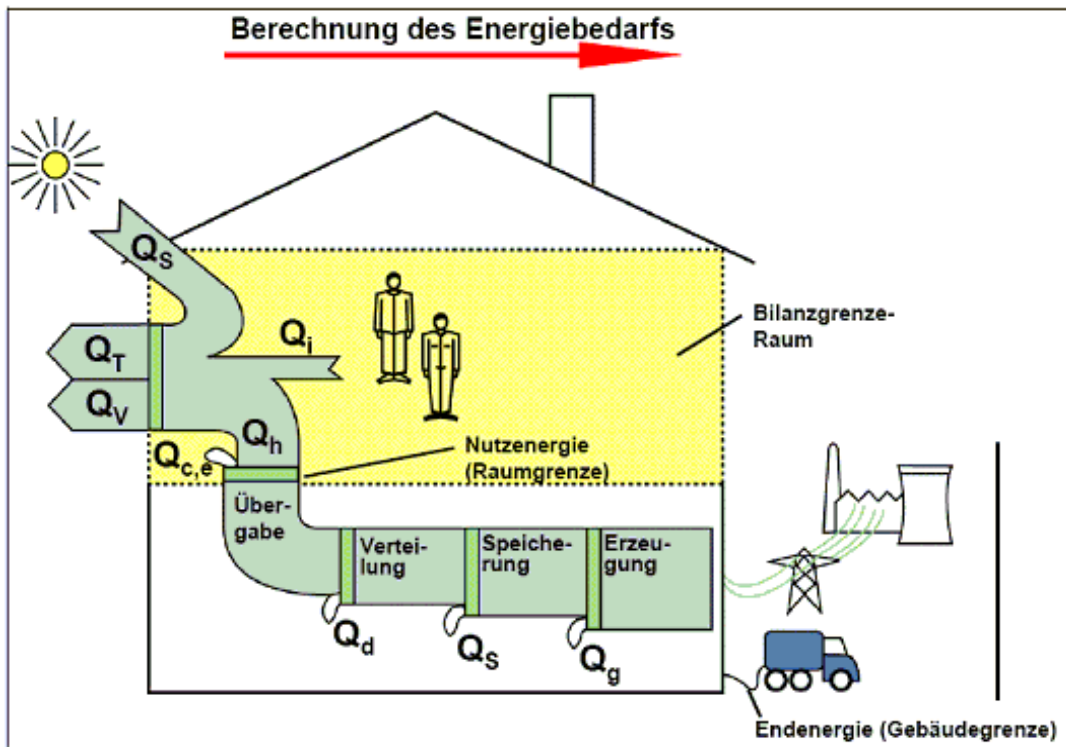


Abbildung 30 Primärenergie

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.

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 an Hand 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.