



**2.2 Energiemanagementsysteme
des Amt Horst-Herzhorn**
energetische Betrachtung

Foto © Wolfgang Lohmann

FÜR DEN „KIGA KIEBITZREIHE“ IN 25358 KIEBITZREIHE

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

Auftragnehmer
energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Greven, den 22.07.2021

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	3
1 Einleitung.....	5
2 Zusammenfassung	6
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....	6
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ	7
2.3 INVESTITIONSKOSTEN	8
3 Ausgangssituation.....	10
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....	10
3.2 FOTODOKUMENTATION	11
3.3 GEBÄUDEHÜLLE	12
3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	12
3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....	12
3.3.3 Wärmebrücken.....	13
3.4 ANLAGENTECHNIK.....	13
3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN	16
3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	16
3.5.2 Verbrauchskennwerte.....	17
3.5.3 Emissionen.....	19
3.6 ENERGIEKOSTEN UND PREISSTEIGERUNG	19
3.7 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	20
4 Sanierungsvarianten.....	21
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	21
4.2 SV1: AUßENWANDDÄMMUNG	22
4.3 SV2: FENSTERTAUSCH.....	25
4.4 SV3: DACHSANIERUNG.....	28
4.5 SV4: PV-ANLAGE	31
4.6 SV5: MAßNAHMENKOMBINATION.....	33

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]	6
Abbildung 2 Energiekosten [€/a]	6
Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_P [kWh/a]	7
Abbildung 4 CO ₂ -Emissionen [kWh/a]	7
Abbildung 5 Investitionskosten [€]	8
Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes	10
Abbildung 7 Grafische Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft	17
Abbildung 8: Vergleich des Ist-Zustands mit Kennwerten	18
Abbildung 9: Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger	20
Abbildung 10 Einfluss auf Wärmeverluste, SV1	23
Abbildung 11 Primärenergiebedarf, SV1	23
Abbildung 12 Einfluss auf Wärmeverluste, SV2	26
Abbildung 13 Primärenergiebedarf, SV2	26
Abbildung 14 Einfluss auf Wärmeverluste, SV3	28
Abbildung 15 Primärenergiebedarf, SV3	29
Abbildung 16 PV-Anlage	31
Abbildung 17 Ertrag der PV-Anlage	32
Abbildung 18 Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage	32
Abbildung 19 Einfluss auf Wärmeverluste, SV5	34
Abbildung 20 Primärenergie, SV5	34

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung	9
Tabelle 1 Allgemeine Angaben zum Gebäude	10
Tabelle 2 Vergleich der U-Werte	12
Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch	17
Tabelle 4 Energieverbrauchskennwerte	18
Tabelle 5 CO ₂ -Emissionen	19
Tabelle 6 Spezifische Energiepreise nach Energieträger	19
Tabelle 7 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1	24
Tabelle 8 Einsparpotenzial, SV1	24
Tabelle 9 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV1	24
Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2	27

Tabelle 11 Einsparpotenzial, SV2	27
Tabelle 12 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV2	27
Tabelle 13 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3	29
Tabelle 14 Einsparpotenzial, SV3	29
Tabelle 15 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV3	30
Tabelle 16 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV5	35
Tabelle 17 Einsparpotenzial, SV5	35
Tabelle 18 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV5	35

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Gebäudebericht des KIGA Kiebitzreihe wurde im Rahmen des Förderschwerpunktes 2.2 Energiemanagementsysteme nach PTJ erstellt.

Mit den Bewertungskriterien des Förderschwerpunktes nach PTJ wird das Anforderungsniveau für Nichtwohngebäude nach der Norm 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 Gebäudebewertung wird das vereinfachte Modell verwendet. Mit der Zonierung der Gebäude werden pauschalisierte Annahmen zum Nachweis der Einhaltung eines im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgeschriebenen Anforderungsniveau 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 als Vergleichsgrundlage für die Berechnung des Energiebedarfs nur teilweise herangezogen werden, da in den Sanierungsvarianten lediglich die Hilfsenergie für die technischen Anlagen (Heizung, Beleuchtung usw.) und die Raumwärme betrachtet wird d.h., dass auch bei einem Eigenstromverbrauch aus PV-Produktion nur der Anteil für die Hilfsenergie energiewirtschaftlich betrachtet wird.

Insgesamt wird bei den Ergebnissen der Sanierungsvarianten eine Schwankungsbreite von bis zu 40% angenommen. Diese Abweichungen sollten bei der Bewertung der verschiedenen Sanierungsvarianten von der Gemeinde berücksichtigt werden.

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

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:

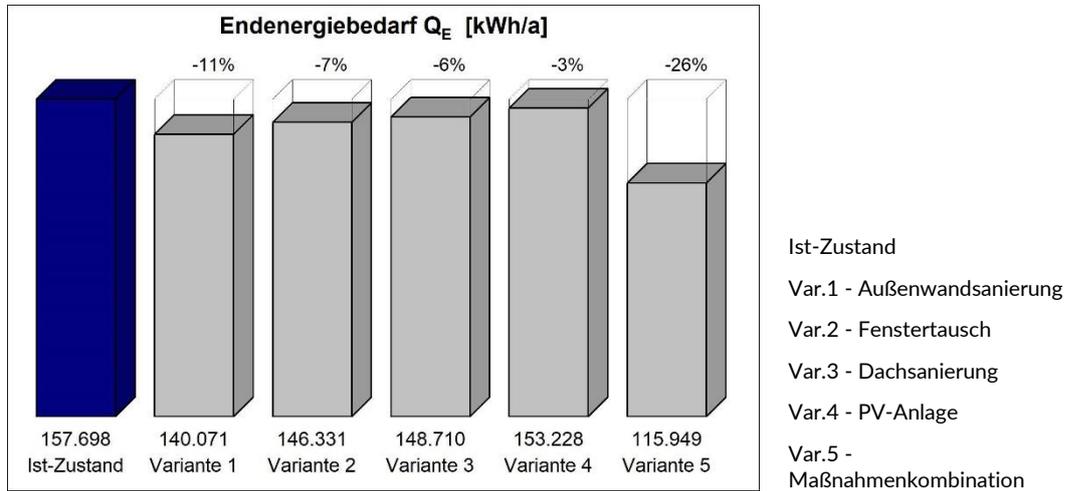


Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]

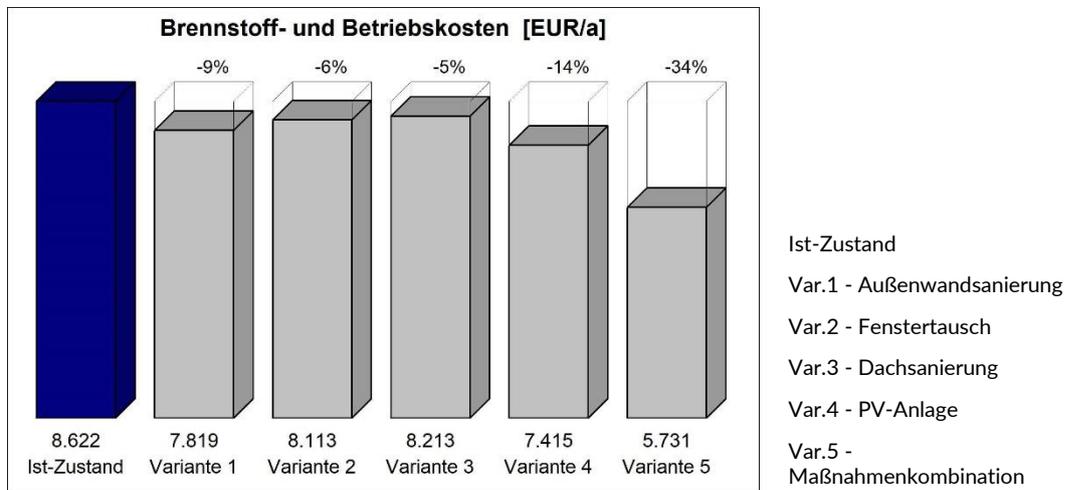


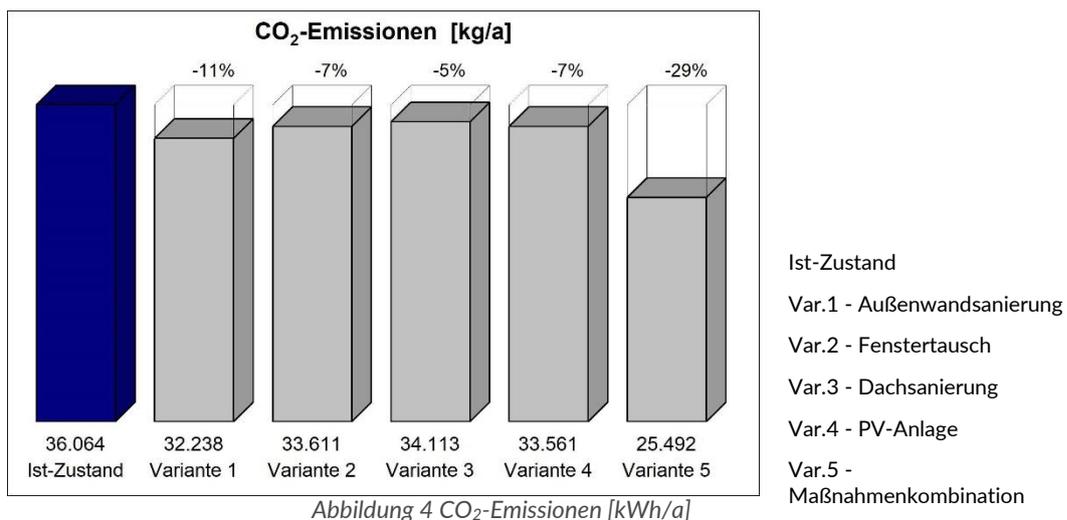
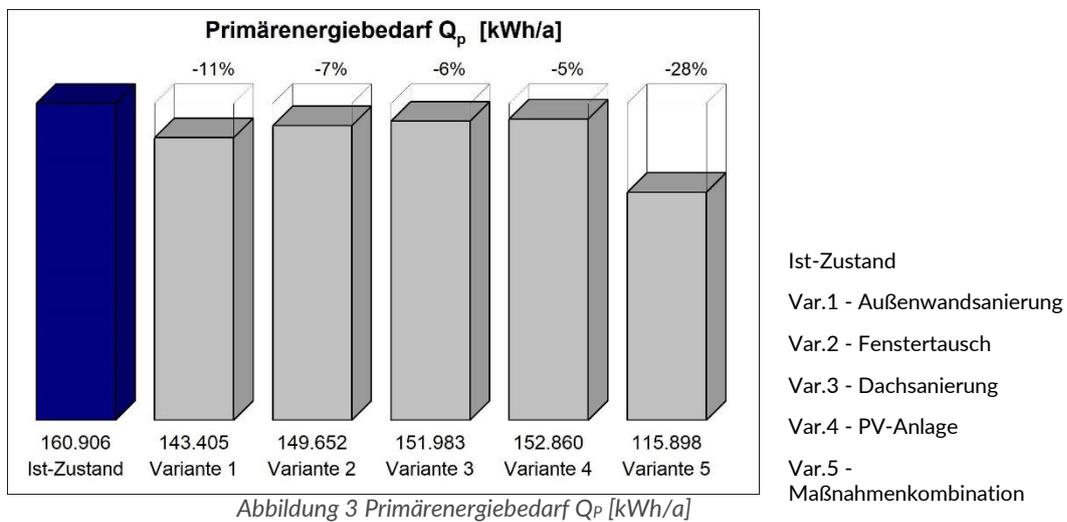
Abbildung 2 Energiekosten [€/a]

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.

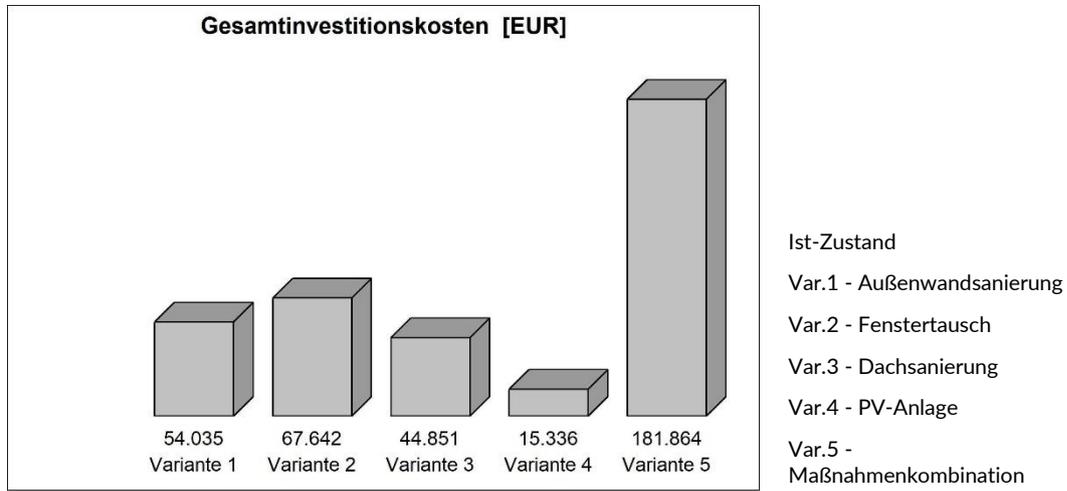
Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO₂-Ausstoß. Neben der CO₂-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO₂ und Staub belastet.

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



2.3 INVESTITIONSKOSTEN

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



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: PV-Anlage	4.588	15.336	keine	10
Schritt 2: Außenwanddämmung (Altbau)	3.820	54.035	10.807 € 20 % BAFA - BEG EM	42
Schritt 3: Fenstertausch	2.450	67.642	13.528 € 20 % BAFA - BEG EM	-
Schritt 4: Dachsanierung (Altbau)	1.950	44.851	8.970 € 20 % BAFA - BEG EM	-
Summe	12.808	181.864	33.305 €	-

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

Die KIGA Kiebitzreihe wurde im Jahr 1980 in massiver Bauweise errichtet. Die Außenfassade befindet sich stellenweise in dem Zustand des Baualters. In den Jahre 1991 und 2017 wurde ein Anbau am Gebäude durchgeführt. In diesem Zug wurden stellenweise Fenster ausgetauscht. Des Weiteren sind auch Fenster aus dem Baujahr 1980 in dem Gebäude wieder zu finden, aber auch Fenster aus dem Baujahr 2020. Im Zuge des Umbaus wurde ebenfalls eine neue Brennwerttherme eingebaut.

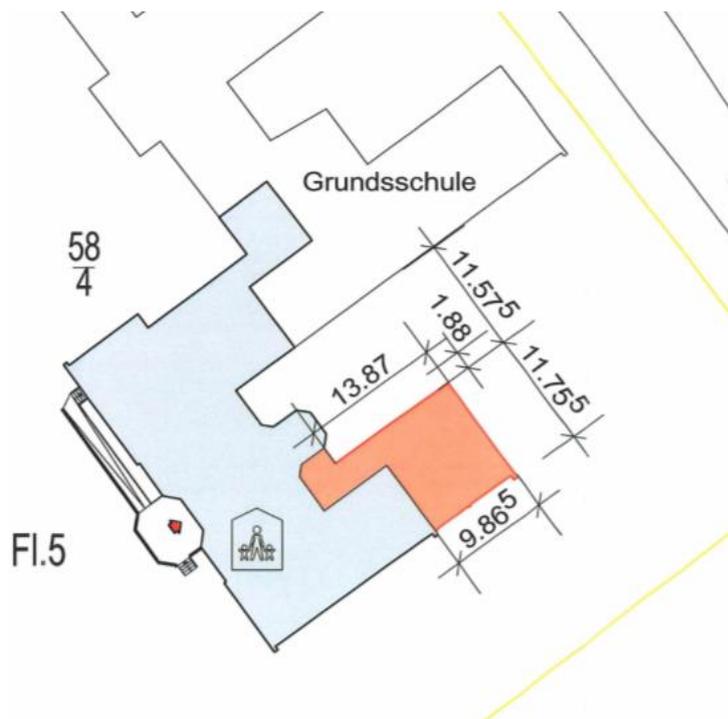


Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes

Tabelle 2 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Name/Bezeichnung	KIGA Kiebitzreihe
Gebäudetyp	Kindergarten
Straße, Hausnr.	Schulstraße 65
PLZ, Ort	25368 Kiebitzreihe
Baujahre	1980/1991/2017
Beheiztes Gebäudevolumen V	2.455 m ³
Nettogrundfläche ANGF	800 m ²
Thermische Hüllfläche	2060 m ²
Geschosshöhe	3,21 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen. Ist-Zustand entsprechend den Angaben und Planunterlagen der Stadt Erkelenz

3.2 FOTODOKUMENTATION



3.3 GEBÄUDEHÜLLE

3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Das untersuchte Gebäude weist die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen Werte auf.

Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Darüber hinaus basieren die U-Werte auf der Vor-Ort-Aufnahme sowie getroffenen Annahmen von vorhandenen Informationen bzw. Angaben zu den Bauteilen. Alle in den Unterlagen nicht aufgeführten Konstruktionen (Schichtaufbauten) wurden mittels Literaturangabe² und / oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.

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 KfW mit angegeben³.

Tabelle 3 Vergleich der U-Werte

Bezeichnung	Ist-Zustand [W/(m ² K)]	GEG ⁴ [W/(m ² K)]	KfW-Förderung ⁵ [W/(m ² K)]
Pultdach 1980	0,50	0,20	0,14
Pultdach 2017	0,18	0,20	0,14
Außenwand 1980	0,80	0,24	0,20
Außenwand 2017	0,19	0,24	0,20
Fenster 1980	4,30	1,80	1,30
Fenster 1991	3,00	1,80	1,30
Fenster 2020	1,20	1,80	1,30
Bodenplatte	0,50	0,30	0,25
Bodenplatte Anbau 2017	0,21	0,30	0,25

3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

U-Werte für Bauteilaufbauten werden entsprechend des Baualters eingestuft. Sollten konkrete Bauteilbeschreibungen vorliegen, werden diese Berücksichtigung finden.

² „U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie

³ 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)

⁴ 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.

⁵ Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand Juni 2016 können jederzeit aktualisiert werden.

3.3.3 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.

Somit wird die Bewertung der punkt- oder linienbezogenen Wärmeverluste durch Wärmebrücken zu einem bedeutenden Teil in der Bilanzierung und Planung von Bestands- und Neubauten.

3.4 ANLAGENTECHNIK

Beheizung	
<p>In dem betrachteten Gebäude gibt es einen neuen Gas-Brennwertkessel aus dem Jahr 2020, welcher im Heizungsraum des Kindergartens untergebracht ist. Die Heizungsanlage versorgt die gesamte Liegenschaft. Ein hydraulischer Abgleich des gesamten Kindergartens wurde durchgeführt.</p> <p>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung</p>	
Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
<p>1. Viessmann 35 kW</p>	
Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2020
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	innerhalb Zone
Zone	Kindergarten
Energieträger	Erdgas H

Warmwasserbereitung

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Die Warmwasserbereitung des Kindergartens erfolgt über dezentral angeordnete elektrische 5,0 l-Untertischgeräte. Sie wurde jedoch nicht detaillierter betrachtet, da Warmwasser nur in vereinzelt vorhandenen Räumen vorhanden ist. Die Waschbecken in den Sanitärräumen und Gruppenräumen verfügen nur über einen Kaltwasser-Anschluss.

Lüftung/Klima

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

Ein Mindestluftwechsel ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig. Ebenfalls müssen CO₂ und Feuchtigkeit, die beim Prozess des Ausatmens entstehen, abgeführt werden. Eine Lüftung ist auch nötig, um Schimmelbildung durch erhöhte Feuchtigkeit vorzubeugen und vermehrt austretende Schadstoffe aus modernen Baustoffen, Kunststoffen oder Belägen zu entfernen.

In den untersuchten Gebäuden erfolgt die Be- und Entlüftung hauptsächlich über die vorhandenen Fenster und Türen.

Beleuchtung

In den betrachteten Gebäuden befinden sich diverse Leuchtentypen. Überwiegend kommen schon LED-Leuchten zum Einsatz. Jedoch sind in den WC- und Sanitärräumen und in den Fluren ein- bzw. mehrflämmige Leuchten Anbauleuchte mit einer Leistung P_{Lampe} bis zu 58W sowie mit konventionellem Vorschaltgeräten [KVG] verbaut. Eine Präsenzerfassung ist in den nur von außen zugänglichen WC- und Sanitärräumen vorhanden.

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

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

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.

Somit besteht der direkte Sachzusammenhang zu den in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Sanierungsmaßnahmen darin, dass das in diesem Bericht behandelte Gebäude Teil der Liegenschaft ist und die ingenieurtechnischen Berechnungen den Teilverbrauch des betrachteten Gebäudes annähernd abbildet und entsprechende Sanierungsmaßnahmen hiervon abgeleitet werden.

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
- ▶ 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 werden die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom, Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der letzten drei Jahre für die gesamte Liegenschaft (Schule und Sporthalle) dargestellt, da nur eine Messstelle derzeit zur Verfügung steht.

Die Verbrauchswerte der letzten drei Jahre wurden als Vergleichsgrundlage für die Energiebedarfsberechnung herangezogen.

Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

Jahr	2018	2019	2020	Mittelwert
Heizung (Gas) [kWh/a]	96.725	91.573	112.916	100.405
Klimafaktor	1,03	1,07	1,06	
Klima-bereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a]	99.627	97.983	119.691	105.767
Strom [kWh/a]	12.020	11.093	11.171	11.428
Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]	111.647	109.076	130.862	117.195
Wasser [m ³ /a]	500	500	451	484

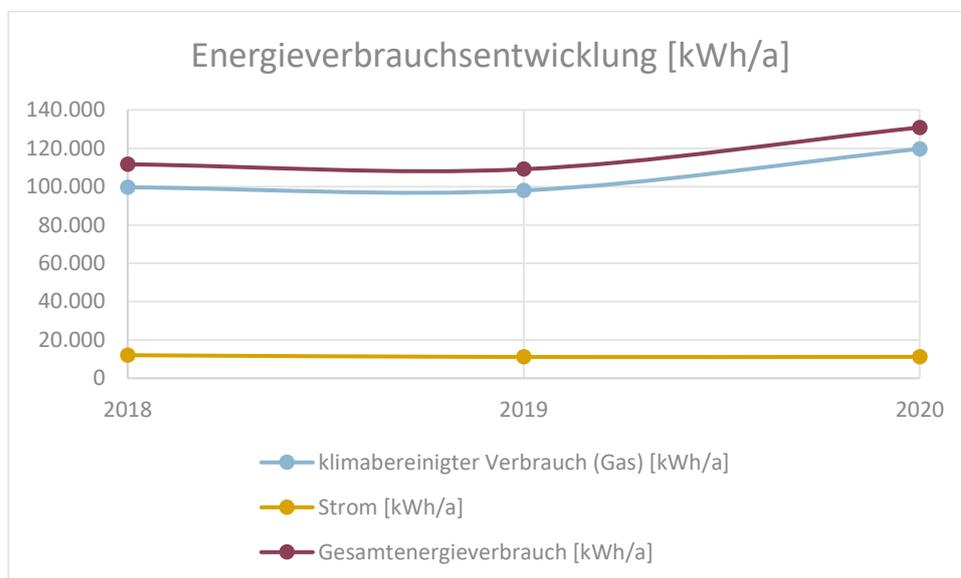


Abbildung 7 Grafische Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft

3.5.2 Verbrauchskennwerte

Das Verfahren des Verbrauchskennwertvergleiches ermöglicht 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.⁶

⁶ Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005); Zielwert: Unterer Quartilmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch)); Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)

Für die Liegenschaften der Gemeinde wurde der Mittelwert aus den Strom- bzw. Gas- (witterungsbereinigt) und Wasserverbrauchsdaten der letzten drei Jahre (2018, 2019, 2020) gebildet und durch die Netto-Grundfläche von 800 m² dividiert.

Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte

Kindergarten		Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ² _{NGFA}] bzw. [dm ³ /m ² _{NGFA}]		
Energieträger	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert	
Strom	9	14	16	
Wärme	63	132	106	
Wasser	208	605	390	

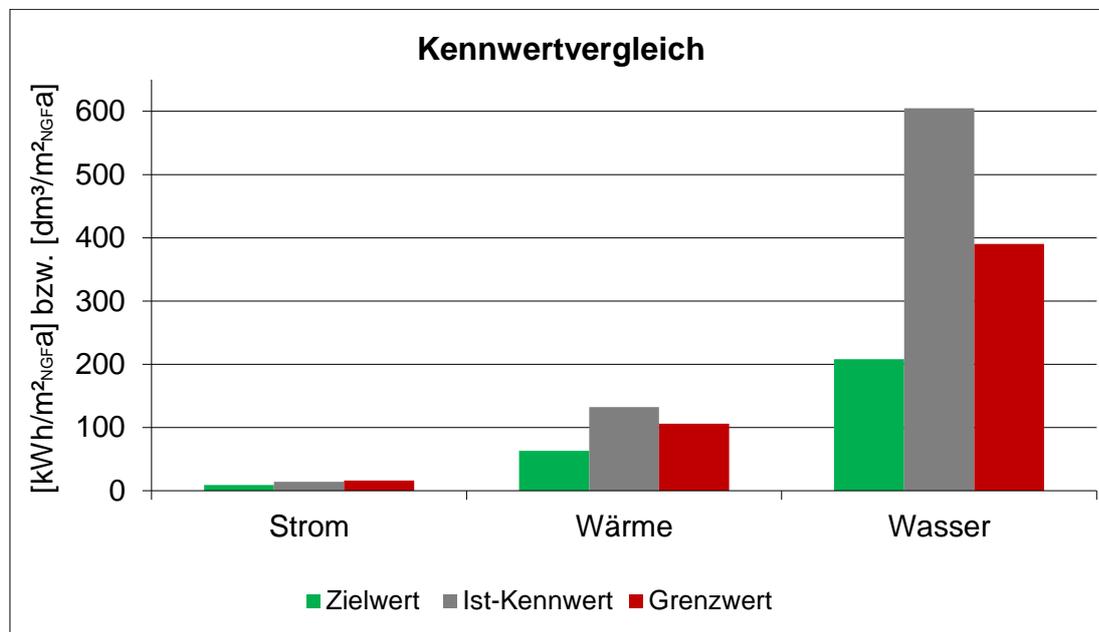


Abbildung 8: Vergleich des Ist-Zustands mit Kennwerten

Anmerkung

Die Verbräuche von Strom, Wärme und Wasser liegen über den zulässigen Grenzwert. Besonders der Wasserverbrauch sollte geprüft werden, da sich dieser im Vergleich zu dem Ziel- und Grenzwert stark hervorhebt.

In den erhöhten Stromverbräuchen sind auch die Verbräuche zur Einhaltung der Raumtemperatur der Schulcontainer enthalten.

3.5.3 Emissionen

Die CO₂-Emissionen wurden über die gemittelten Energieverbräuche der letzten drei Jahre und den CO₂-Emissionsfaktoren aus GEMIS⁷ (Stand:12.2020) bestimmt.

Tabelle 6 CO₂-Emissionen

Energieträger [-]	CO₂-Emissionsfaktor [g/kWh]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO₂-Emissionen [kg/a]
Erdgas	201	105.767	21.259
Strom	427	11.428	4.880
Summe:		117.195	26.139

3.6 ENERGIEKOSTEN UND PREISSTEIGERUNG

Für die Sanierungsvarianten wurden folgende spezifischen Energiepreise je Energieträger angesetzt:

Tabelle 7 Spezifische Energiepreise nach Energieträger

Bezeichnung [-]	Preis in Brutto [€/kWh]
Erdgas (inkl. CO ₂ -Steuer)	0,05*
Strom-Mix	0,27
Holz-Pellets	0,04

*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).

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

⁷ 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

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 mit verschiedenen Energieträgern um bis zu 25 % bis 2026.

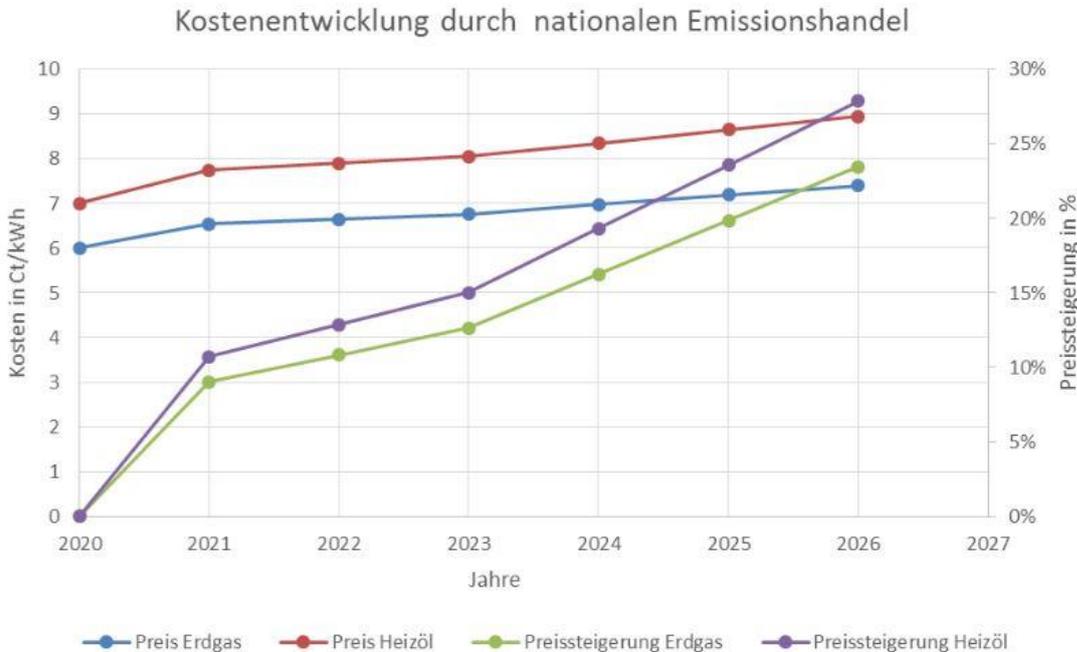


Abbildung 9: Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger

Basierend auf die zukünftige 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 %

3.7 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 Stadt Erkelenz 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.

Beispiel:

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

4 SANIERUNGSVARIANTEN

4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Nachfolgend wird die Zusammenstellung der Sanierungsvarianten dargestellt (SV):

Empfohlene Sanierungsvarianten:

SV1: Außenwandsanierung

SV2: Fenstertausch

SV3: Dachsanierung

SV4: PV-Anlage

SV5: Maßnahmenkombination

Anmerkung:

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.

4.2 SV1: AUßENWANDDÄMMUNG

Die alten Wandflächen der KIGA Kiebitzreihe 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 Fördermittel durch die KfW in Anspruch nehmen zu können, muss der U-Wert für Einzelmaßnahmen $\leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ betragen. Dieser Wert wird durch eine Dämmstoffstärke von 12 cm erreicht. Zur Erreichung des Effizienzhausstandards KfW 100 wird in dieser Berechnung ein U-Wert von $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt. Auf die wärmebrückenfreie Einbindung der Fenster ist zu achten.

Weitergehende Angaben können dem Merkblatt der KfW für technische Mindestanforderungen für Nichtwohngebäuden entnommen werden.

Für die Ausführung werden folgende Arbeiten berücksichtigt. Alle vorhandenen Verblender/Vorhangplatten werden entfernt. Die freigelegten Wandflächen werden für das Anbringen der Wärmedämmung gesäubert und vorbereitet. Die Dämmschicht wird vollflächig angebracht und verdübelt. Die Gestaltung der äußeren Schicht kann individuell durch z. B. Putz oder Klinkerriemchen erfolgen. Die Umsetzbarkeit der Maßnahme sollte vor der Durchführung durch einen erfahrenen Bauphysiker geprüft und begleitet werden.

IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)

Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) <i>Einzelmaßnahmen</i>	Tilgungszuschuss 20 %	max. Tilgungszuschuss 200 €/m ²
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 10.807 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **11 %**.

Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

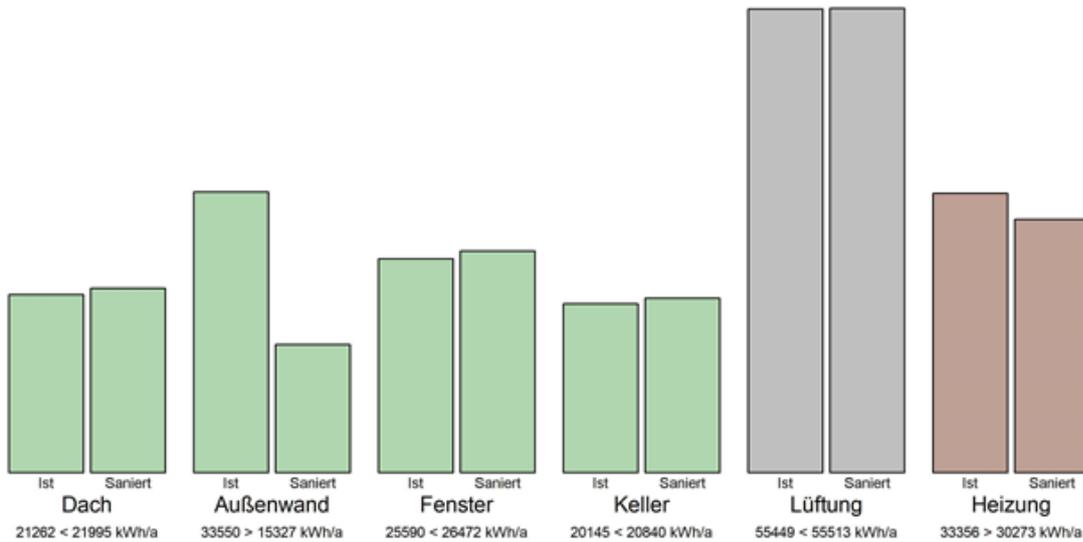


Abbildung 10 Einfluss auf Wärmeverluste, SV1

Der derzeitige Endenergiebedarf von 157698 kWh/Jahr reduziert sich auf 140071 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17627 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3825 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **179 kWh/m²** pro Jahr.

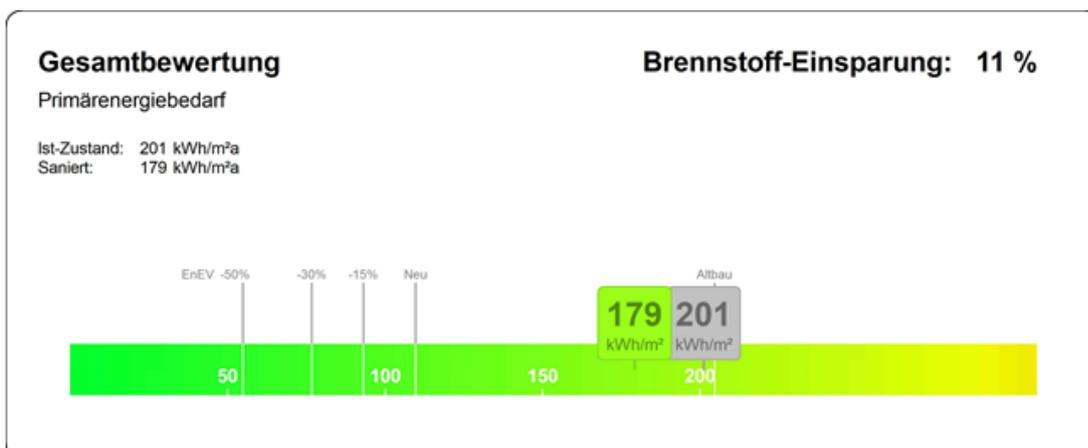


Abbildung 11 Primärenergiebedarf, SV1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1

Gesamtinvestitionen	54.035 EUR
Mögliche Fördermittel	10.807 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	54.035 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV1

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	2.250	67.500
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	12.360	370.800
Summe	14.610	438.300
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.630	408.900
Einsparung	-980	-29.400

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 10 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV1

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.622	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.819	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.3 SV2: FENSTERTAUSCH

Die noch vorhandenen alten Fenster sollten entsprechend der Anforderung des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) ausgetauscht werden. Diese Maßnahme betrifft alle Fenster außer die aus dem Jahr 2020. Der aktuelle Uw-Wert für Fenster beträgt 4,3 W/m²K und 3,0 W/m²K. Gemäß den Mindestanforderungen der KfW wäre mindestens ein Uw-Wert von 0,95 W/m²K einzuhalten. Der für die Fenster gewählte Uw-Wert in der Simulation beträgt 0,9 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.

<i>IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)</i>			
Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) <i>Einzelmaßnahmen</i>	Tilgungszuschuss 20 %	max. Tilgungszuschuss 200 €/m ²
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 13.528 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **7 %**.

Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

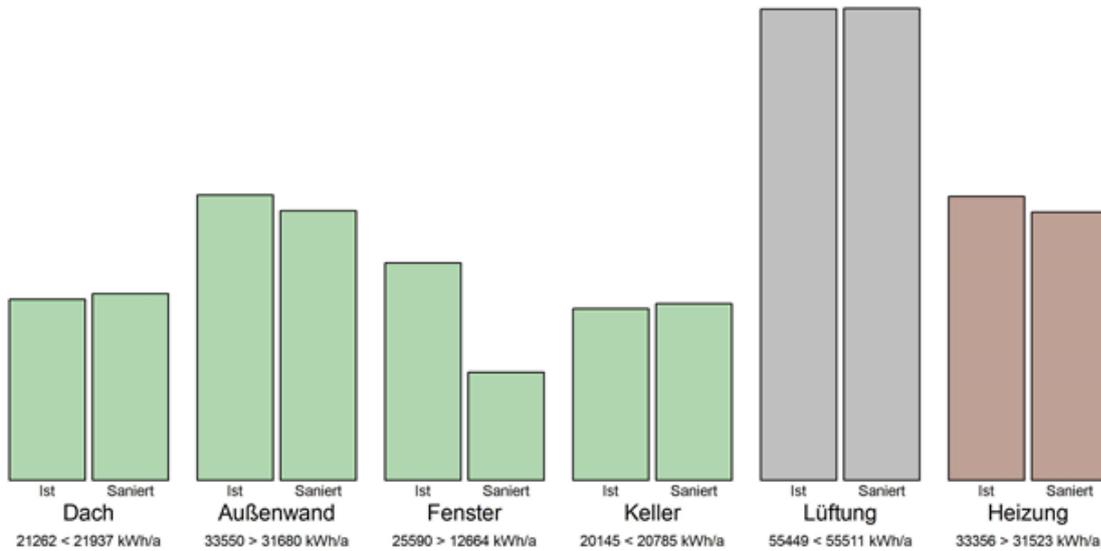


Abbildung 12 Einfluss auf Wärmeverluste, SV2

Der derzeitige Endenergiebedarf von 157698 kWh/Jahr reduziert sich auf 146331 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 11367 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 2453 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **187 kWh/m²** pro Jahr.

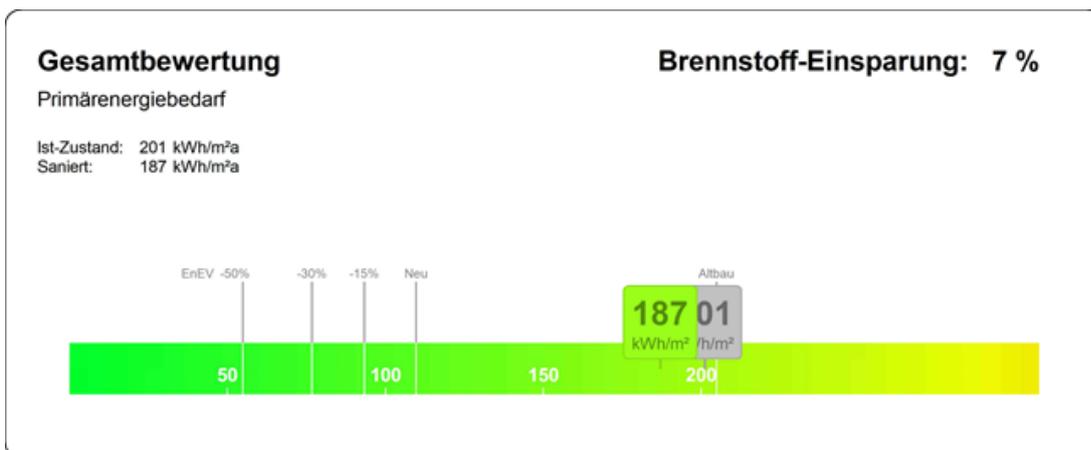


Abbildung 13 Primärenergiebedarf, SV2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 11 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2

Gesamtinvestitionen	67.642 EUR
Mögliche Fördermittel	13.528 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	67.642 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 12 Einsparpotenzial, SV2

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	2.817	84.510
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	12.825	384.750
Summe	15.642	469.260
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.630	408.900
Einsparung	-2.012	-60.360

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 13 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV2

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.622	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.113	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.4 SV3: DACHSANIERUNG

Die alten Dachbereiche werden entsprechend den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gedämmt. Entsprechend der aktuellen Energieeinsparverordnung wird ein U-Wert von 0,2 W/m²K gefordert. Hinsichtlich zur Erreichung des KfW-100 Standards liegt der berücksichtigte U-Wert in der Simulation 0,17 W/m²K.

<i>IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)</i>			
Info	Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) Einzelmaßnahmen	Tilgungszuschuss 20 %	max. Tilgungszuschuss 200 €/m ²
Fördersumme	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 8.970 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **6 %**.

Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

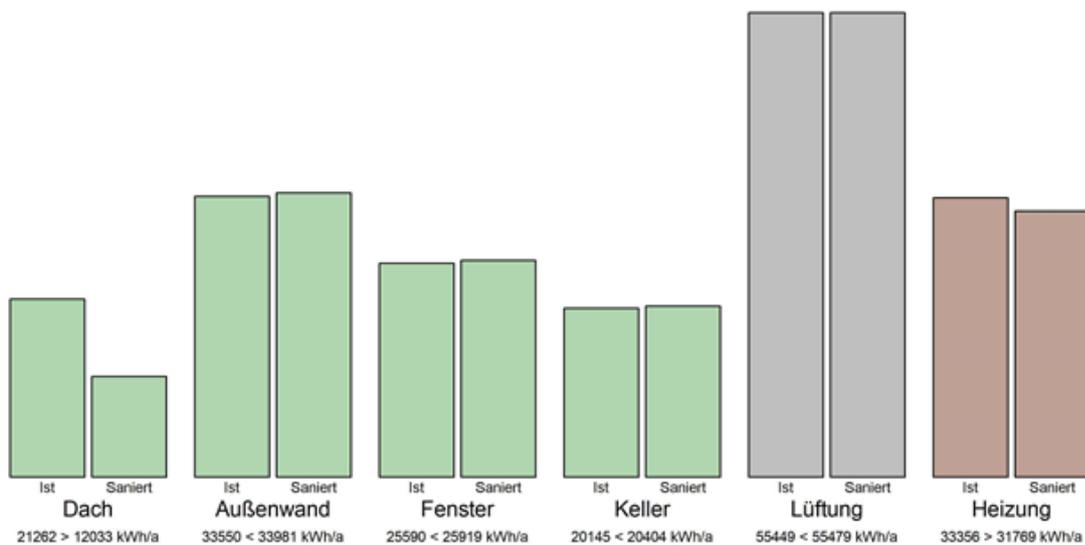


Abbildung 14 Einfluss auf Wärmeverluste, SV3

Der derzeitige Endenergiebedarf von 157698 kWh/Jahr reduziert sich auf 148710 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8988 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1950 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **190 kWh/m²** pro Jahr.

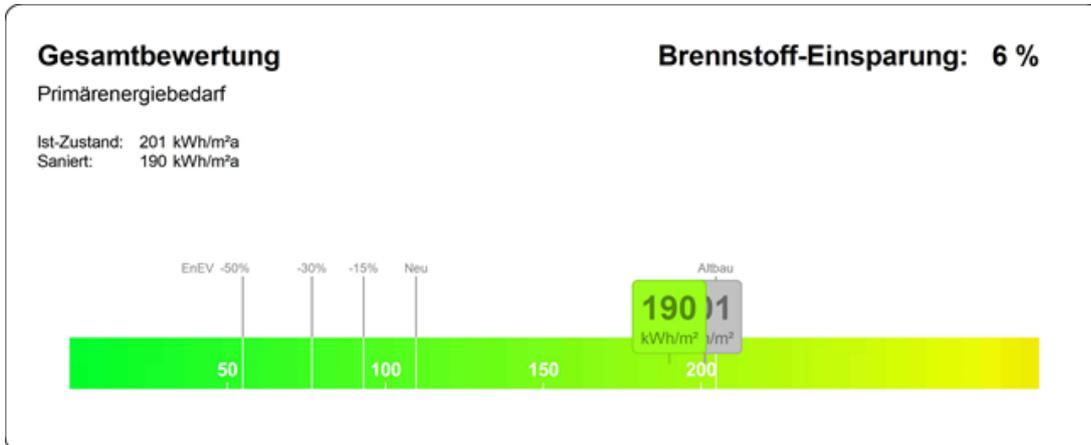


Abbildung 15 Primärenergiebedarf, SV3

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3

Gesamtinvestitionen	44.851 EUR
Mögliche Fördermittel	8.970 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	44.851 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV3

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	1.868	56.040
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	12.982	389.460
Summe	14.850	445.500
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.630	408.900
Einsparung	-1.220	-36.600

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 16 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV3

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.622	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.213	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.5 SV4: PV-ANLAGE

Der Stromverbrauch des KIGA Kiebitzreihe liegt bei ca. 15.100 kWh pro Jahr. Mit dem Betrieb einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) kann ein Teil des Strombedarfs klimaneutral selbst erzeugt werden.

Für eine PV-Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde im Rahmen der Gebäudesimulation die Gemeinschafts-Grundschule auf das PV-Dachflächenpotenzial untersucht. Aufgrund des Stromverbrauchs wurde eine PV-Anlage mit einer Generatorgröße von 12,78 kWp simuliert. Die PV-Module werden mit einer Ost-West-Ausrichtung auf dem Dach der Kita 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 55 % 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 im Rahmen einer Dachsanierung die PV-Module auf das Dach anzubringen.

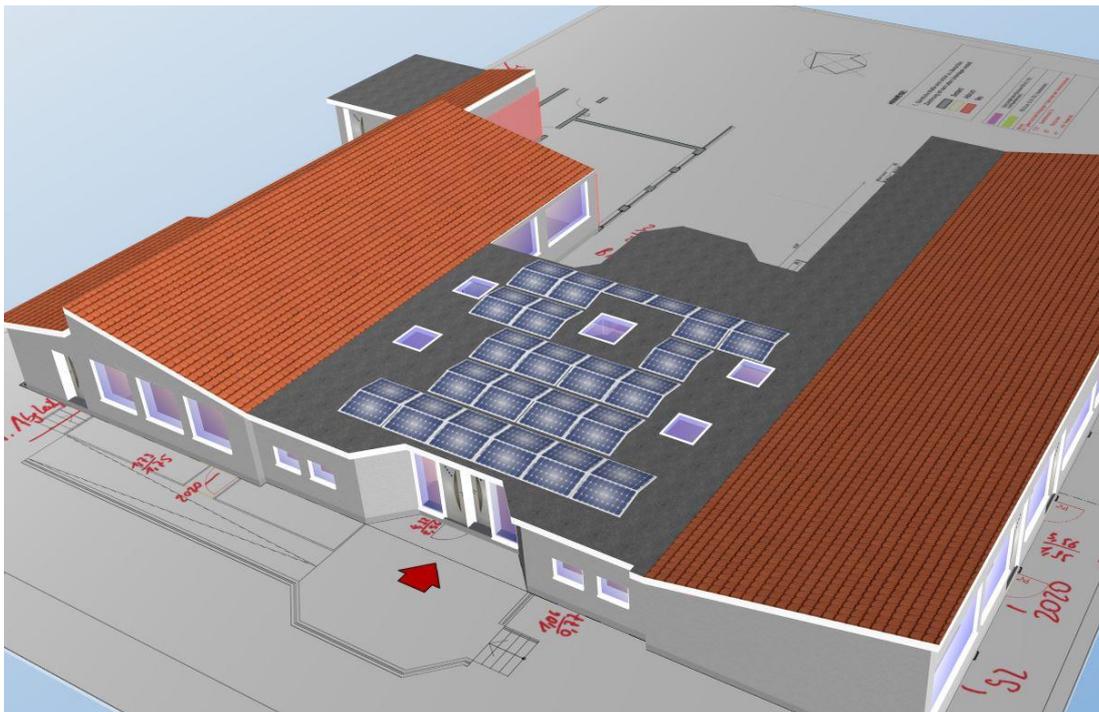


Abbildung 16 PV-Anlage

Dimensionierung	Jahresergebnisse	Eigenverbrauch
Bruttofläche: 64,44 m ²	Jahresertrag: 10734 kWh	Eigenverbrauchsanteil: 55,2 %
Nennleistung: 12,78 kWp	Spezifischer Ertrag: 839,9 kWh/kWp/a	Selbstversorgungsanteil: 51,7 %
	Performance Ratio: 86,0 %	

Übersicht | Diagramme | Tabelle

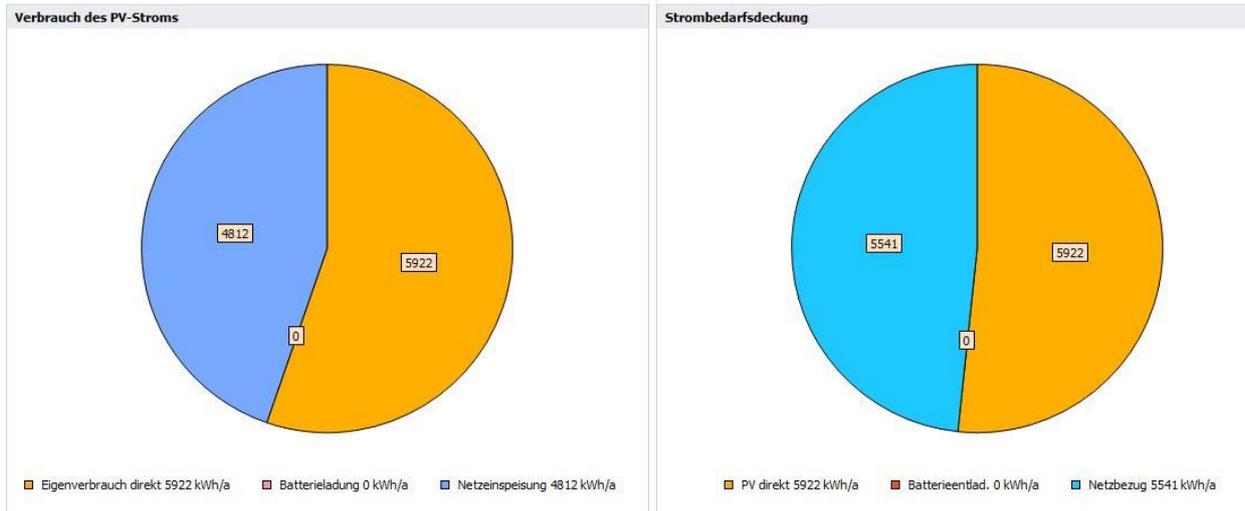


Abbildung 17 Ertrag der PV-Anlage

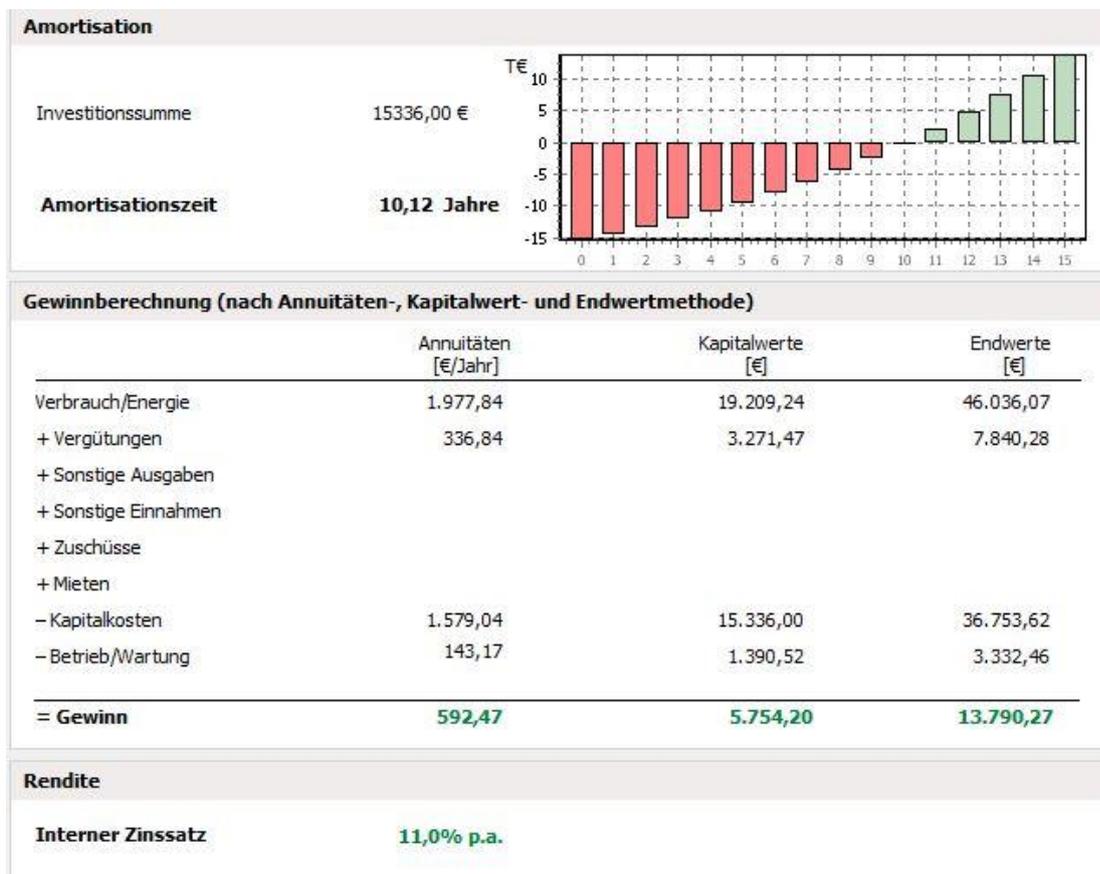


Abbildung 18 Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage

4.6 SV5: MAßNAHMENKOMBINATION

In dieser Variante werden alle Maßnahmen der Modernisierungsvarianten

SV1: Außenwanddämmung

SV2: Fenstertausch

SV3: Dachsanierung

SV4: PV-Anlage

zusammen umgesetzt.

Mit der gemeinsamen Umsetzung kann sogar der KfW 100 – EH – Standard erreicht werden.

IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren (Sanierung) (KfW Nr. 218)			
IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren (Neubau) (KfW Nr. 217)			
Info	Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung)	Tilgungszuschuss (%)	max. Tilgungszuschuss
	KfW-Effizienzgebäude 70	27,5 %	275 €/m ²
	KfW-Effizienzgebäude 100	20 %	200 €/m ²
	KfW-Effizienzgebäude	17,5 %	175 €/m ²
	Denkmal		
Förderanteil	Maßnahme (Neubau)	Tilgungszuschuss (%)	max. Tilgungszuschuss
	KfW-Effizienzgebäude 55	5,0% des Zusagebetrages	50€/m ²
	KfW-Effizienzgebäude 70	Kein Zuschuss	
Fördersumme	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 50.012 € könnte beantragt werden.

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **26 %**.

Energieeinsparung - Variante 5 -

Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

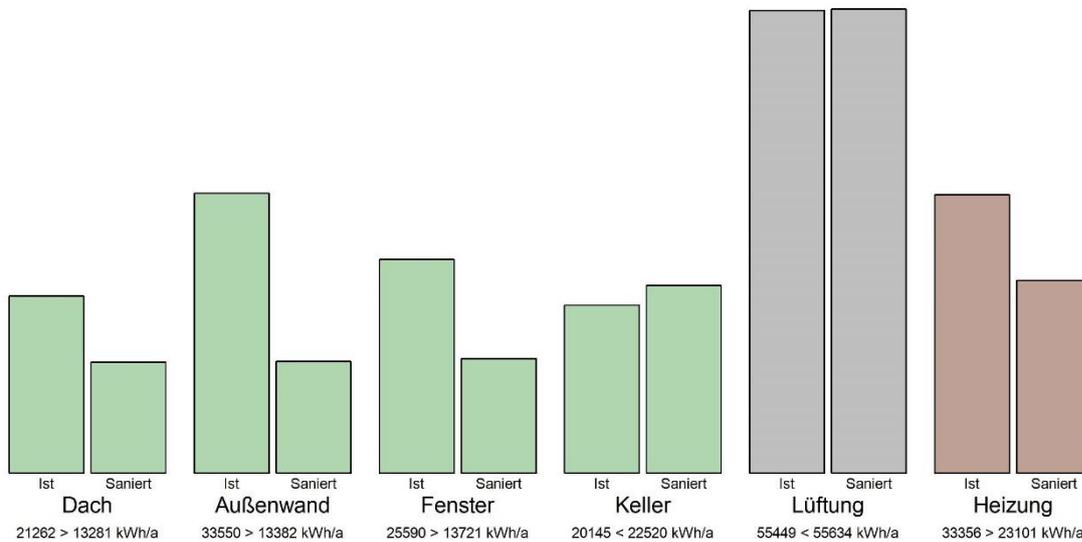


Abbildung 19 Einfluss auf Wärmeverluste, SV5

Der derzeitige Endenergiebedarf von 157698 kWh/Jahr reduziert sich auf 115949 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 41749 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 10571 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **145 kWh/m²** pro Jahr.

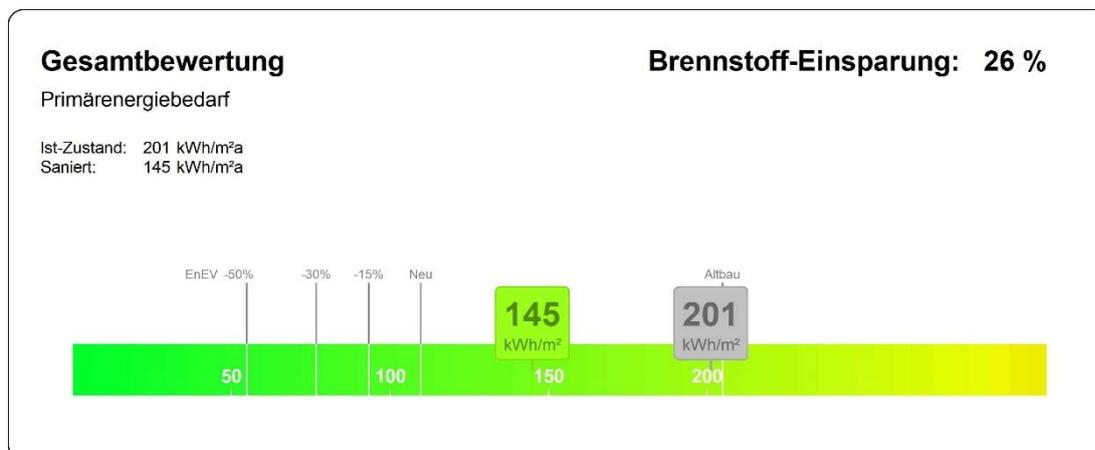


Abbildung 20 Primärenergie, SV5

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 17 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV5

Gesamtinvestitionen	181.864 EUR
Mögliche Fördermittel	50.012 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	181.864 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV5

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	7.573	227.190
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	9.059	271.770
Summe	16.632	498.960
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.630	408.900
Einsparung	-3.002	-90.060

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 19 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV5

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.622	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.731	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%