

Energetisches Sanierungskonzept als Anlage zum Förderantrag „REVIER.GESTALTEN“



Förderkulisse: Das Förderangebot „Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude“, Förderstrang 1: Ganzheitliche Sanierung

Gebäude: Dreifeld-Sporthalle Geilenkirchen-Bauchem
Pestalozzistraße 31
52511 Geilenkirchen

Auftraggeber: Stadt Geilenkirchen
Markt 9
52511 Geilenkirchen

Erstellt von: energielenker projects GmbH
Dipl.-Ing. Tobias Feld
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

e-Mail: feld@energielenker.de

Erstellt am: 25. März 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Allgemeine Angaben zum Gebäude	3
1. Ist-Zustand des Gebäudes	4
1.1 Gebäudehülle	4
1.2 Anlagentechnik	6
1.3 Energiebilanz	8
2 Sanierung des Gebäudes	10
2.1 Übersicht Maßnahmen für Förderantrag	10
2.2 Maßnahmenpaket 1: EG55eE	12
Anhang - Brennstoffdaten	24

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: Pestalozzistraße 31
52511 Geilenkirchen

Beschreibung:

Gebäudetyp: Nichtwohngebäude
Baujahr: 1973

Beheiztes Volumen V_e : 14.659 m³

Das beheizte Volumen wurde gemäß GEG 2024 und DIN 18599 unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Luftvolumen V : 12.460 m³

Nettogrundfläche A_{NGF} : 2.091,78 m²

Verbrauchsangaben:

Der Berechnung dieses Berichts wurden das GEG-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrunde gelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.

1. Ist-Zustand des Gebäudes

1.1 Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die GEG bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

	Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} GEG* in W/m ² K	U _{max} BEG** in W/m ² K
	DA	Dach 001-1	1129,71	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 001-2	22,56	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 001-3	22,90	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 001-4	318,73	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-1	32,29	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-2	24,75	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-3	19,30	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-4	38,03	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-5	12,24	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-6	3,73	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 002-7	7,33	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 003-1	25,44	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 003-2	6,83	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 003-3	4,08	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 003-4	35,97	0,25	0,20	0,14
	DA	Dach 003-5	43,57	0,25	0,20	0,14
X	TA	AT 001-1	1,89	4,00	1,8	1,3
X	TA	AT 002-1	1,89	4,00	1,8	1,3
X	TA	AT 003-1	2,10	4,00	1,8	1,3
X	TA	AT 004-1	2,10	4,00	1,8	1,3
X	TA	AT 005-1	2,86	2,60	1,8	1,3
X	TA	AT 006-1	3,75	2,60	1,8	1,3
X	TA	AT 007-1	2,40	2,60	1,8	1,3
X	TA	AT 008-1	2,40	2,60	1,8	1,3
X	TA	AT 010-1	2,60	4,00	1,8	1,3
	TA	IT 033-1	2,00	1,30	1,8	1,3
X	WA	AW 001	15,05	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 002	13,87	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003	26,91	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003-2	20,62	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003-3	11,88	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003-4	31,69	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003-5	8,31	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 003-6	7,32	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 004	13,87	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 005	14,59	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 006	58,30	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 008	22,18	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 008-2	3,55	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 008-3	4,56	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 009	7,83	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 009-2	66,99	1,00	0,24	0,20
X	WA	AW 009-3	83,69	1,00	0,24	0,20

X	WA	AW 010	87,78	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 010-2	21,45	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 010-3	2,26	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 010-4	3,29	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 011	255,17	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 012	158,88	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 012-2	50,92	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 013	35,93	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 013-2	27,03	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 013-3	154,41	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 014	158,88	2,15	0,24	0,20
X	WA	AW 014-2	48,32	2,15	0,24	0,20
X	WK	IW 005	27,63	2,15	0,30	0,25
X	WK	IW 010	11,26	2,15	0,30	0,25
X	FA	F 001-1	4,72	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 002-1	4,72	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 003-1	4,72	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 004-1	4,72	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 005-1	14,18	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 006-1	4,72	5,00	1,3	0,95
X	BE	Boden EG-1	1114,31	1,00	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-10	7,33	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-11	20,24	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-12	39,89	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-13	12,84	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-14	4,27	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-8	33,88	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 002-9	25,96	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-30	1,74	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-31	1,74	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-32	1,58	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-33	1,56	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-34	2,69	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-35	2,72	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-36	1,75	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-37	1,76	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-38	37,50	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-39	34,56	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-40	34,34	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-41	34,15	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-42	34,02	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-43	35,71	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-44	38,08	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-45	25,88	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-46	39,24	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-47	53,42	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-48	50,95	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-49	3,79	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-50	3,78	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-51	3,63	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-52	3,60	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-53	3,63	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-54	3,63	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-55	10,32	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-56	3,35	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-57	1,74	0,97	0,30	0,25
X	BK	Boden EG 003-58	1,74	0,97	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Anforderungen an U-Werte sind bei der Sanierung der jeweiligen Bauteile für eine Förderungen als Einzelmaßnahme einzuhalten (siehe Technische Mindestanforderungen zum Programm Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen)

1.2 Anlagentechnik

Heizung:

Bereich	Heizwärme-Erzeugung 1
Erzeugung	- Nah-/Fernwärme von 1995 Nennleistung: 400,16 kW Energieträger: Heizwerk, fossil
Verteilung	- Verteilkreis 1 als Zweirohrheizung Verteilnetztyp 'Etagenring' in der Gebäudeart 'Gruppe 1' kein hydraulischer Abgleich Heizkreisauslegung 70/55 °C 1608,7 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,30 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe geregelt - delta-p konstant
Übergabe	- Übergabe 1 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Sporthalle' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 2 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 3 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Verkehrsfläche' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 4 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'unbeheizte Zone' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'

Lüftung:

Bereich :	Lüftungsanlage 1
Erzeugung	- Zu- und Abluftanlage
Verteilung	- Luftkreis 1 Nutzungsgrad der Übergabe 9,00
Bereich :	Lüftungsanlage 2
Erzeugung	- Zu- und Abluftanlage
Verteilung	- Luftkreis 2 Nutzungsgrad der Übergabe 9,00

Warmwasser:

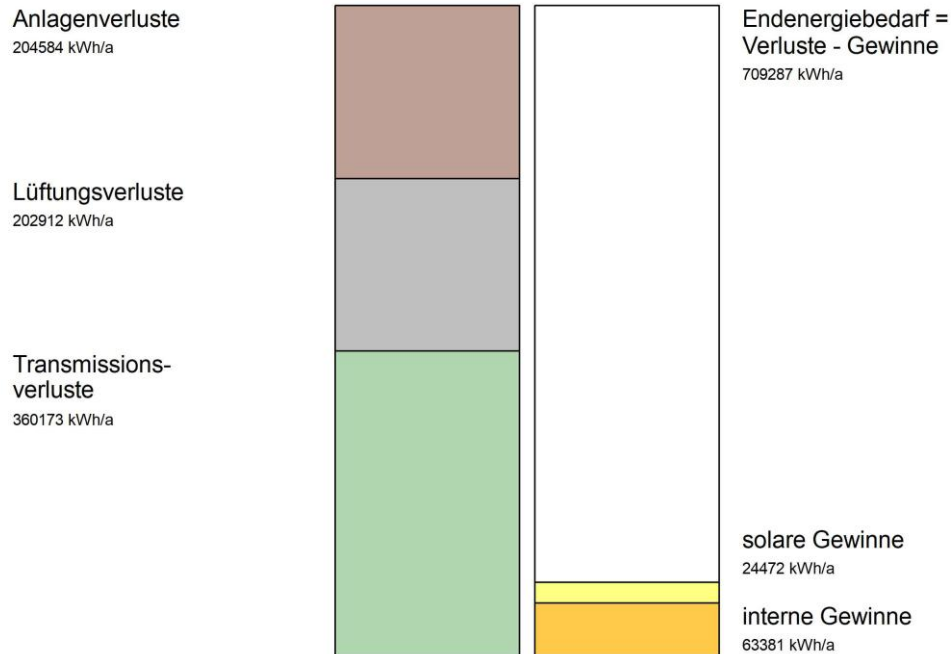
Bereich	Warmwasser-Erzeugung 1
---------	------------------------

Erzeugung	- Nah-/Fernwärme von 1995 Nennleistung: 48,82 kW Energieträger: Heizwerk, fossil
Verteilung	- TWW-Kreis 1 zentral mit Zirkulation' 767,1 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	- Übergabe 1 Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %

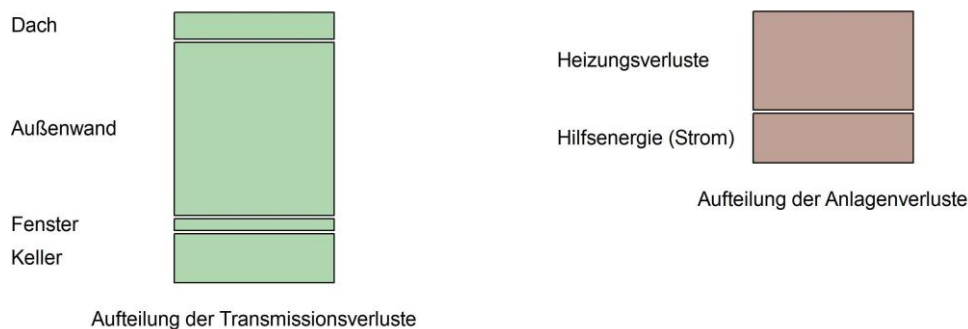
1.3 Energiebilanz

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 372 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 372 kWh/m²a



2 Sanierung des Gebäudes

2.1 Übersicht Maßnahmen für Förderantrag

Folgende Maßnahmen sollen im Rahmen des Förderangebots „REVIER.GESTALTEN“ im Förderstrang 1 – Ganzheitliche energetische Sanierung umgesetzt werden (diese sind im „Maßnahmenpaket 2“ berechnet):

Die Kosten, die für die Umsetzung angenommen werden, sind aufgrund der Umfeldmaßnahmen, Maßnahmen zur Barrierefreiheit und Maßnahmen für Provisorien während der Bauphase höher als im Konzept dargestellt.

Projektkurzbeschreibung als Übersicht zum Förderantrag

Projekttitel:	Energetische Sanierung der Sporthalle Geilenkirchen-Bauchem
Kurzbeschreibung:	Die Sporthalle Geilenkirchen-Bauchem wurde 1973 erbaut. Eine energetische Sanierung – sowohl der Gebäudehülle wie auch der Gebäudetechnik – ist dringend erforderlich, um die Nutzbarkeit der Sporthalle für den Schul- und Breitensport langfristig sicherzustellen und den kommunalen Haushalt langfristig im konsumtiven Bereich zu entlasten.
Geplante Gesamtausgaben:	12.125.740,62 € brutto
Angedachte Gesamtförderung:	11.519.453,59 € brutto
Geplanter Projektbeginn:	01.01.2026
Geplante Fertigstellung:	30.08.2029

Geplante bauliche Maßnahmen:

Die umfangreichste bauliche Maßnahme betrifft die Gebäudehülle. Hier im konkreten die Außenwände. Zwischen den beiden Klinkerschalen ist im Bereich der Stahlskelettkonstruktion eine Luftschicht von ca. 10-15cm vorhanden. Dieser Raum könnte mit einer Einblasdämmung gefüllt werden. Damit kann – je nach Dämmmaterial – jedoch nur ein U-Wert von ca. 0,80 W/m²K erreicht werden. Zur Erfüllung der Mindestanforderungen nach Anlage 1 ist daher die Anbringung eines WDVS Systems mit einer Mindestdicke von 14cm an den Außenwänden notwendig.

Die Fenster auf der Westseite werden komplett gegen Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht. Weiterhin werden auf der Südseite Fenster geschaffen, um solare Gewinne nutzen zu können. Die neuen Fenster erhalten Funktionen zur automatisierten Nachtauskühlung sowie einen außenliegenden Sonnenschutz. Die vorhandenen Außentüren werden gemäß den Mindestanforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten nach Anlage 1 ausgetauscht.

Die Dachflächen (ausschließlich Flachdächer) werden mit einer 10cm Dämmung versehen. Aufgrund der vorhandenen Bestandsstatik werden voraussichtlich Ertüchtigungen und Verstärkungen im Tragwerk der Halle notwendig. Zur notwendigen Entrauchung der Halle werden natürliche Rauchabzugsanlagen in der Dachfläche vorgesehen, die ebenfalls im Sinne der Nachtauskühlung genutzt werden können. Aus den beschriebenen Gründen wird ein Neuaufbau der Dachfläche unter Berücksichtigung der notwendigen Dämmstärke erforderlich.

Im Bereich der Böden werden die Decken über den Kriechkellern/Versorgungsschächten (soweit zugänglich) von unten gedämmt. In den übrigen Bereichen wird die Gebäudesohle gegenüber Erdreich gedämmt.

Zur Erfüllung der Barrierefreiheit ist der Anbau eines untergeordneten Raumes an die Sporthalle geplant. Dieser Anbau ist notwendig, um eine barrierefreie WC-Anlage sowie barrierefreie Umkleieräume zu ermöglichen. Dies ist aufgrund des Zuschnitts der Räumlichkeiten in den Bestandsräumen nicht darstellbar. Zusätzlich ist in einem Bereich des Anbaus die Aufstellung von technischer Gebäudeausrüstung (Lüftungsanlage etc.) notwendig. Darüber hinaus ist der Anbau eines

außenliegenden Aufzuges zur Erschließung des höherliegenden Tribünenbereiches notwendig. Zur barrierefreien Nutzung ist zudem die Anpassung von Türbreiten im Objekt notwendig.

Geplante technische Maßnahmen

Grundsätzlich ist die Versorgung der Halle über das vorhandene Nahwärmenetz zu erhalten. Zur Senkung der THG-Emissionen soll zeitnah eine Umstellung der Versorgung auf regenerative Energien (Holzpellets o.ä.) erfolgen. Dazugehörige Planungsmaßnahmen im Nachbargebäude laufen derzeit. Damit wäre ein erheblicher Teil der Emissionen der Sporthalle für Wärmeerzeugung eingespart. Die Anbindung der Nahwärmeversorgung innerhalb des Objektes ist zu optimieren. Eine große Einsparmöglichkeit im technischen Bereich ist der Wechsel in der Beheizungsart von Warmluftheizungen über die ineffizienten Lüftungsanlagen zu Deckenstrahlplatten als zukünftige Wärmeübergabeflächen. Diese können effizient im Niedertemperaturbereich betrieben werden. Zudem sind Optimierungen in der Anbindung des Nahwärmenetzes im Objekt geplant. Die Trinkwasserversorgung „warm“ ist derzeit aufgrund einer ungünstigen Positionierung der verschiedenen Komponenten und der damit verbundenen Wege ineffizient und wird neugestaltet. Hier soll zukünftig bedarfsgerecht über Elektro Durchlauferhitzer Trinkwasser „warm“ erzeugt werden. Dazu ist eine Neuverlegung der Sanitärleitungen innerhalb eines Teilbereichs des Gebäudes erforderlich.

Für das gesamte Gebäude wird eine Gebäudeautomation installiert mit entsprechender Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR). Insbesondere die Überwachung und Regelung sorgen für einen effizienten Energieeinsatz. Es wird ein Gebäude mit einer Effizienzklasse nach EN 52120 von mindestens B angestrebt.

Für das Gebäude selber werden die beiden ineffizienten Lüftungsanlagen im Sporthallen- und Umkleidenbereich aus den 1970er Jahren erneuert. Diese werden zukünftig mit Wärmerückgewinnung und Kühlfunktion für zukünftige Hitzesommer (Orte mit kühlen Temperaturen im Sinne der Klimawandelvorsorge) ausgestattet. Die vorhandene Beleuchtung wird komplett auf LED mit Tageslicht- und Präsenzsteuerung umgerüstet und auf die neue Gebäudeautomation aufgeschaltet. Auf den Dachflächen wird eine Photovoltaikanlage installiert und mit einem Batteriespeicher verbunden. Innerhalb des Gebäudes werden zudem die Erneuerung der BMA und der ELA Anlage aufgrund der Erneuerung der Decken (Deckenstrahlplatten) erforderlich. Aufgrund der vorhandenen Gebäudeelektrik ist zumindest teilweise eine Erneuerung und Anpassung an den Stand der Technik erforderlich, um den Anschluss der beschriebenen Komponenten zu ermöglichen.

Geplante technische Maßnahmen im Bereich der Bühnen- und Veranstaltungstechnik

Für Sportveranstaltungen und Wettkämpfe ist entsprechende „Veranstaltungstechnik“ in sehr geringem Maße vorhanden. Diese Technik wird durch neue, energieeffiziente Technik (ELA, Wettkampfuhr, Netzwerk etc.) ersetzt.

Einsatz erneuerbarer Energien

Wenn die Nahwärme auf regenerative Ressourcen umgestellt wird, ist bereits ein erheblicher Anteil des Verbrauchs auf der Basis erneuerbarer Energien. Die Warmwasserbereitung wird zwar auf elektrisch umgestellt, durch den Bau der PV-Anlage mit Speicher kann der Strombedarf für Warmwasser, Belüftung und Beleuchtung zu einem großen Anteil jedoch regenerativ bereitgestellt werden. Zudem haben Belüftung und Beleuchtung durch eine hocheffiziente Steuerung und Betrieb einen sehr niedrigen Energieverbrauch. Durch eine Umstellung der Heizungsanlage im angrenzenden Schulgebäude (Versorgung des Nahwärmenetzes) werden hier zukünftig ebenfalls erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung eingesetzt.

sonstige geplante Maßnahmen

Die Versickerung von Oberflächenwasser soll im Außenbereich erfolgen, da eine Dachbegrünung voraussichtlich statisch nicht möglich ist. Positiver Effekt ist eine Temperaturabsenkung der angrenzenden Außenbereiche, die sich positiv auf die Folgen des Klimawandels auswirkt.

2.2 Maßnahmenpaket 1: EG55eE

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - MP 1 -

Außenwände: Außentür gem. BEG
WDVS 14cm

Dach / oberste Decke: Dämmung 10 cm WLS 035

Keller: Dämmung der Gebäudesohle
Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm

Fenster: Fenster gem. BEG

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} GEG* in W/m ² K	U _{max} BEG** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung 10 cm WLS 035	1129,71	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-2 - Dämmung 10 cm WLS 035	22,56	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung 10 cm WLS 035	22,90	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung 10 cm WLS 035	318,73	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung 10 cm WLS 035	32,29	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-2 - Dämmung 10 cm WLS 035	24,75	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-3 - Dämmung 10 cm WLS 035	19,30	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-4 - Dämmung 10 cm WLS 035	38,03	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-5 - Dämmung 10 cm WLS 035	12,24	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-6 - Dämmung 10 cm WLS 035	3,73	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-7 - Dämmung 10 cm WLS 035	7,33	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung 10 cm WLS 035	25,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung 10 cm WLS 035	6,83	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-3 - Dämmung 10 cm WLS 035	4,08	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-4 - Dämmung 10 cm WLS 035	35,97	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-5 - Dämmung 10 cm WLS 035	43,57	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001-1 - Außentür BEG	1,89	1,30	1,8	1,3
TA	AT 002-1 - Außentür BEG	1,89	1,30	1,8	1,3
TA	AT 003-1 - Außentür BEG	2,10	1,30	1,8	1,3
TA	AT 004-1 - Außentür BEG	2,10	1,30	1,8	1,3
TA	AT 005-1 - Außentür BEG	2,86	1,30	1,8	1,3
TA	AT 006-1 - Außentür BEG	3,75	1,30	1,8	1,3
TA	AT 007-1 - Außentür BEG	2,40	1,30	1,8	1,3
TA	AT 008-1 - Außentür BEG	2,40	1,30	1,8	1,3
TA	AT 010-1 - Außentür BEG	2,60	1,30	1,8	1,3
TA	IT 033-1 - Außentür BEG	2,00	1,30	1,8	1,3
WA	AW 001 - WDVS 14cm	15,05	0,20	0,24	0,20
WA	AW 002 - WDVS 14cm	13,87	0,20	0,24	0,20
WA	AW 003 - WDVS 14cm	26,91	0,20	0,24	0,20
WA	AW 003-2 - WDVS 14cm	20,62	0,20	0,24	0,20
WA	AW 003-3 - WDVS 14cm	11,88	0,20	0,24	0,20
WA	AW 003-4 - WDVS 14cm	31,69	0,20	0,24	0,20
WA	AW 003-5 - WDVS 14cm	8,31	0,20	0,24	0,20

WA	AW 003-6 - WDV5 14cm	7,32	0,20	0,24	0,20
WA	AW 004 - WDV5 14cm	13,87	0,20	0,24	0,20
WA	AW 005 - WDV5 14cm	14,59	0,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - WDV5 14cm	58,30	0,20	0,24	0,20
WA	AW 008 - WDV5 14cm	22,18	0,20	0,24	0,20
WA	AW 008-2 - WDV5 14cm	3,55	0,20	0,24	0,20
WA	AW 008-3 - WDV5 14cm	4,56	0,20	0,24	0,20
WA	AW 009 - WDV5 14cm	7,83	0,20	0,24	0,20
WA	AW 009-2 - WDV5 14cm	66,99	0,20	0,24	0,20
WA	AW 009-3 - WDV5 14cm	83,69	0,20	0,24	0,20
WA	AW 010 - WDV5 14cm	87,78	0,20	0,24	0,20
WA	AW 010-2 - WDV5 14cm	21,45	0,20	0,24	0,20
WA	AW 010-3 - WDV5 14cm	2,26	0,20	0,24	0,20
WA	AW 010-4 - WDV5 14cm	3,29	0,20	0,24	0,20
WA	AW 011 - WDV5 14cm	255,17	0,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - WDV5 14cm	158,88	0,20	0,24	0,20
WA	AW 012-2 - WDV5 14cm	50,92	0,20	0,24	0,20
WA	AW 013 - WDV5 14cm	35,93	0,20	0,24	0,20
WA	AW 013-2 - WDV5 14cm	27,03	0,20	0,24	0,20
WA	AW 013-3 - WDV5 14cm	154,41	0,20	0,24	0,20
WA	AW 014 - WDV5 14cm	158,88	0,20	0,24	0,20
WA	AW 014-2 - WDV5 14cm	48,32	0,20	0,24	0,20
WK	IW 005	27,63	2,15	0,30	0,25
WK	IW 010	11,26	2,15	0,30	0,25
FA	F 001-1 - Fenster gem. BEG	4,72	0,95	1,3	0,95
FA	F 002-1 - Fenster gem. BEG	4,72	0,95	1,3	0,95
FA	F 003-1 - Fenster gem. BEG	4,72	0,95	1,3	0,95
FA	F 004-1 - Fenster gem. BEG	4,72	0,95	1,3	0,95
FA	F 005-1 - Fenster gem. BEG	14,18	0,95	1,3	0,95
FA	F 006-1 - Fenster gem. BEG	4,72	0,95	1,3	0,95
BE	Boden EG-1 - Dämmung der Gebäudesohle	1114,31	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-10 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	7,33	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-11 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	20,24	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-12 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	39,89	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-13 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	12,84	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-14 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	4,27	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-8 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	33,88	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 002-9 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	25,96	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-30 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,74	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-31 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,74	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-32 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,58	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-33 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,56	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-34 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	2,69	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-35 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	2,72	0,24	0,30	0,25

BK	Boden EG 003-36 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,75	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-37 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,76	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-38 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	37,50	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-39 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	34,56	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-40 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	34,34	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-41 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	34,15	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-42 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	34,02	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-43 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	35,71	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-44 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	38,08	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-45 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	25,88	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-46 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	39,24	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-47 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	53,42	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-48 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	50,95	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-49 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,79	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-50 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,78	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-51 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,63	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-52 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,60	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-53 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,63	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-54 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,63	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-55 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	10,32	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-56 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	3,35	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-57 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,74	0,24	0,30	0,25
BK	Boden EG 003-58 - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	1,74	0,24	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Modernisierung der Anlagentechnik - MP 1 -

Heizung:

Erzeugung	Bereich Heizwärme-Erzeugung 1 - Nah-/Fernwärme von 2025 Nennleistung: 78,94 kW Energieträger: Heizwerk, regenerativ
Verteilung	- Verteilkreis 1 als Zweirohrheizung Verteilnetztyp 'Etagenring' in der Gebäudeart 'Gruppe 1' hydraulischer Abgleich Heizkreisauslegung 35/28 °C 1608,7 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe geregelt - delta-p variabel
Übergabe	- Übergabe 1 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Sporthalle' mit 100 % Übergabekomponente: 'Hallenheizung (Räume höher 4m)' Übergabetyp: 'Strahlungsheizung' Regelung: 'PI-Regler - mit Optimierung' - Übergabe 2 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'PI-Regler - mit Optimierung' - Übergabe 3 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Verkehrsfläche' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'PI-Regler - mit Optimierung' - Übergabe 4 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'unbeheizte Zone' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'

Warmwasser:

Erzeugung	Bereich Warmwasser-Erzeugung 1 - Elektro-Durchlauferhitzer von 2025 - Nennleistung 35,80 kW Energieträger: Strom-Mix
Verteilung	- TWW-Kreis 1 dezentral ohne Zirkulation' 4,0 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt
Übergabe	- Übergabe 1 Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %

Photovoltaik: PV-Anlage

Maßnahmen zur Beseitigung und Minderung der Wärmebrücken und unkontrollierter Lüftungswärmeverluste

Wärmebrücken: keine Maßnahmen

Lüftungswärmeverluste: keine Maßnahmen

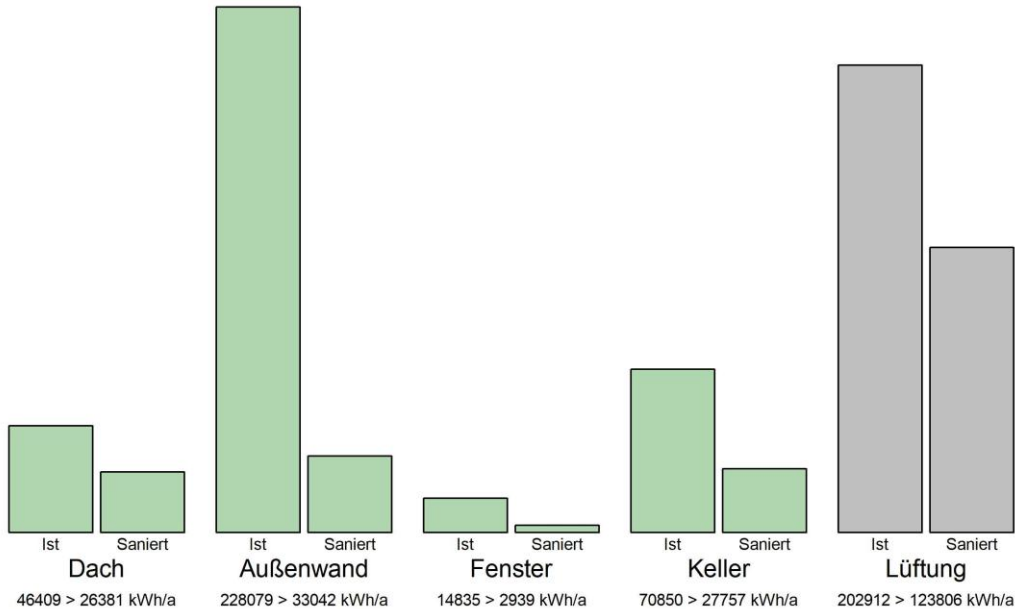
Maßnahmen zur Beseitigung und Minderung von Schwachstellen der vorhandenen Heizungsanlage

(siehe Modernisierung der Anlagentechnik)

Energieeinsparung - MP 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **72 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 709.287 kWh/Jahr reduziert sich auf 199.699 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 509.588 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 274.861 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 **18 kWh/m²** pro Jahr. Der Primärenergiebedarf reduziert sich um **95,1%**.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 72 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 372 kWh/m²a
Saniert: 18 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - MP 1 -

Die vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen ohne begleitende Umfeld Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	1.850.609 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	530.264 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	1.320.345 EUR
--	----------	----------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	99.615 EUR/Jahr	2.988.450 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 34.011 EUR/Jahr	+ 1.020.330 EUR
	<u>133.626 EUR/Jahr</u>	<u>4.008.780 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	146.995 EUR/Jahr	4.409.850 EUR
Einsparung	13.369 EUR/Jahr	401.070 EUR

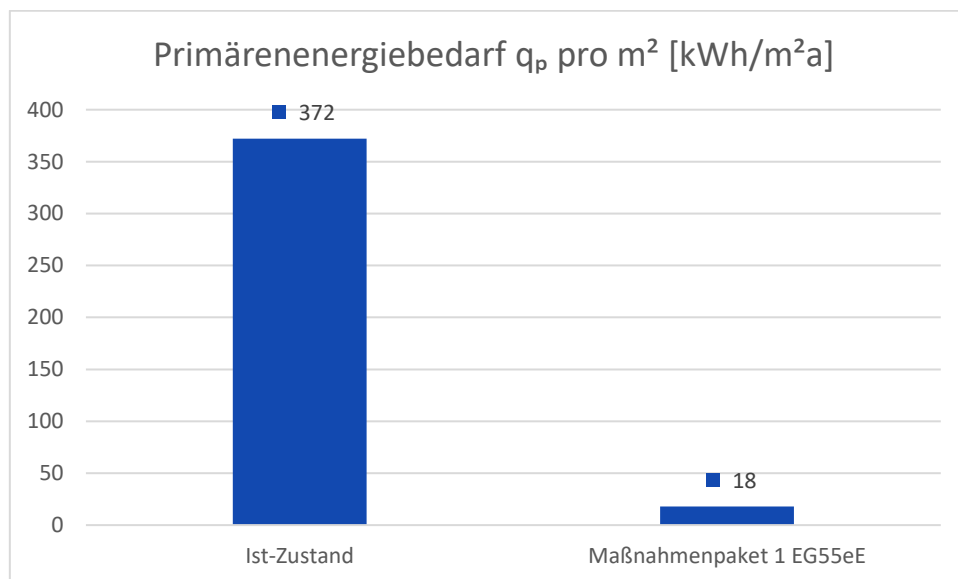
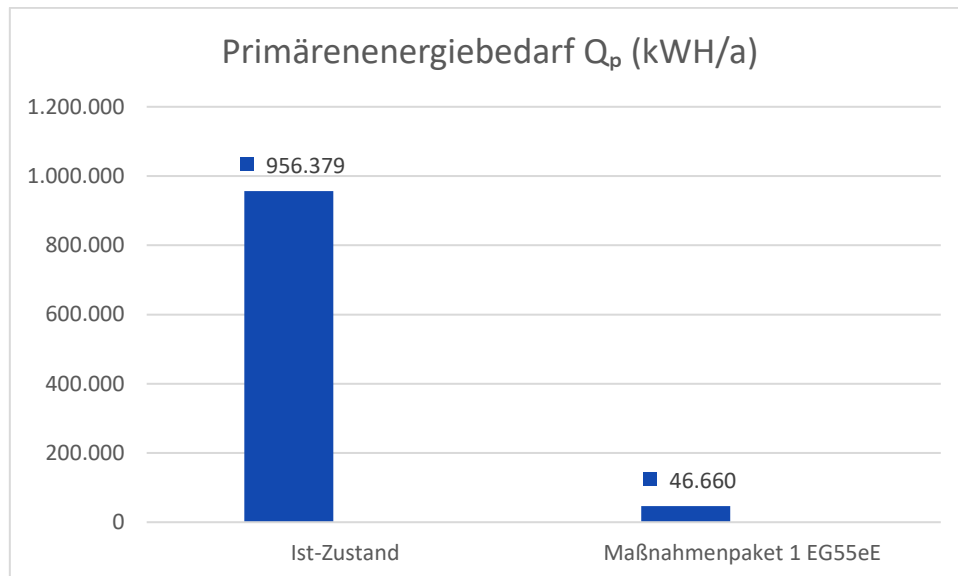
Die Amortisationsdauer beträgt 27 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

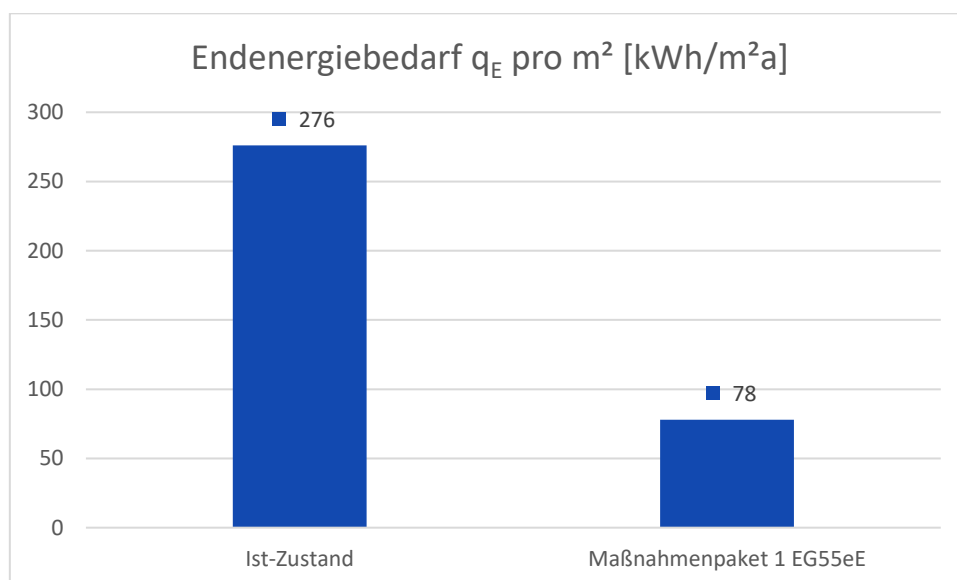
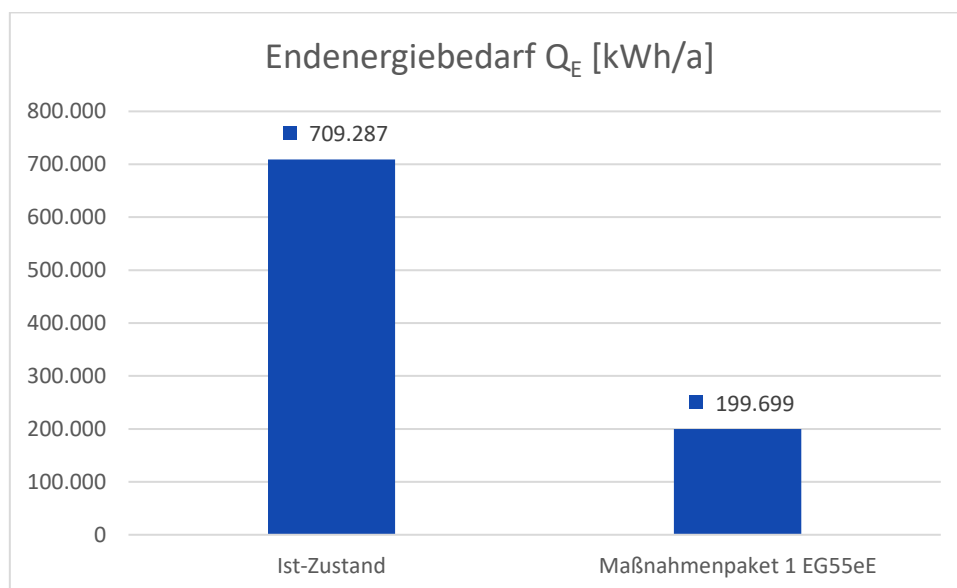
Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	88.232 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	21.910 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	6,61 %

Zusammenfassung der Ergebnisse

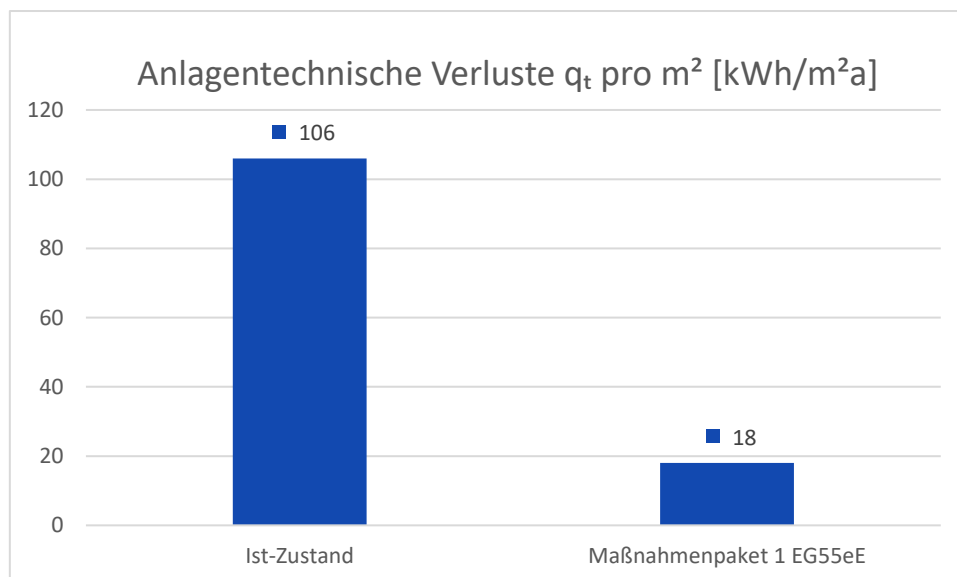
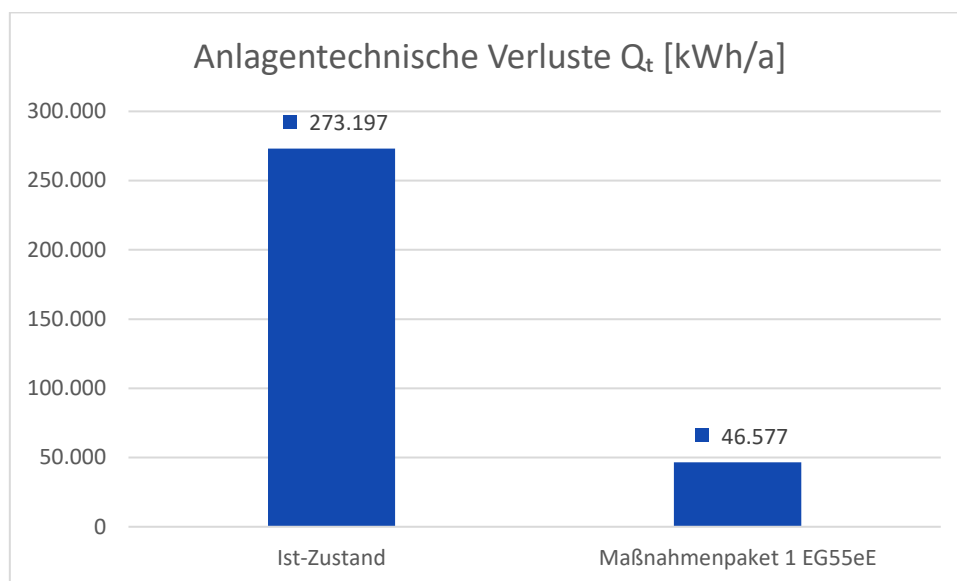
Primärenergiebedarf



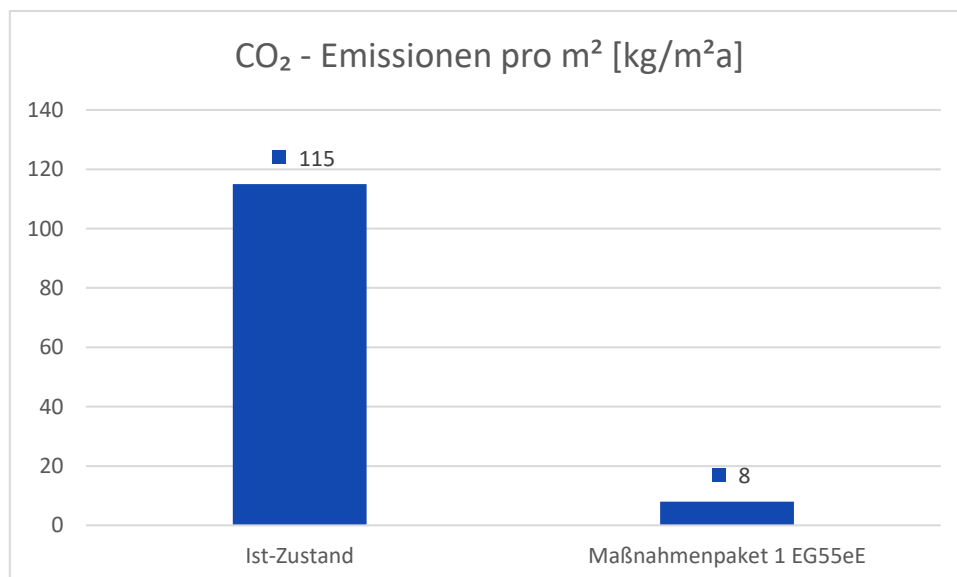
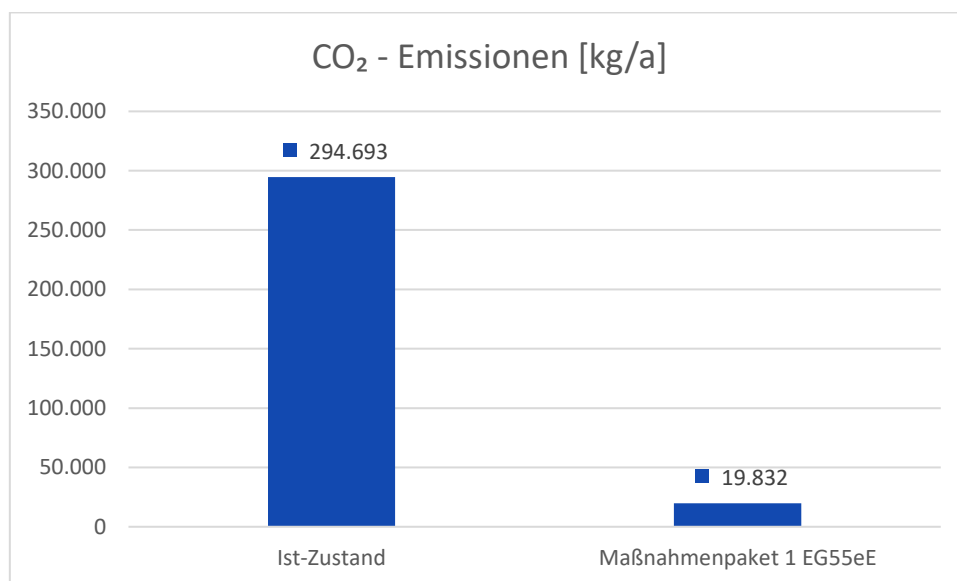
Endenergiebedarf



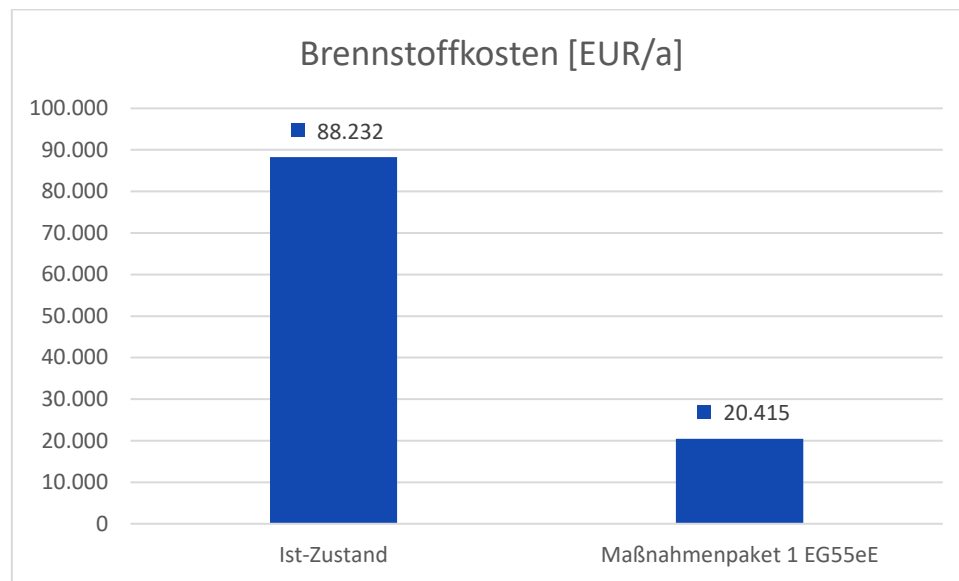
Anlagentechnische Verluste



CO₂-Emissionen



Brennstoffkosten



Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	35,0	35,00	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	10,0	10,00	150
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	8,0	8,00	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	1,8	560	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	1,3	400	0,690	0,058
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,1	60	0,606	0,477