

Energieberatungsbericht



Gebäude: Betriebsgebäude Abwasser Biebesheim

Auftraggeber: Herr Erber
Gemeinde Biebesheim

Erstellt von: Steffen Lohse
HessenEnergie GmbH

Erstellt am: 29. Juli 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Ziel der Sanierung	3
Zusammenfassende Darstellung	3
Vorschlag und Kurzbeschreibung der Maßnahmen	3
Energiebedarf vor und nach der Sanierung	4
Angaben zu Kosten.....	6
Angaben zu Fördermöglichkeiten	7
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	7
Baubegleitung	8
IST Zustand des Gebäudes.....	9
Allgemeine Angaben zum Gebäude	9
Zonierung und thermische Hülle	9
Beschreibung baulicher Zustand.....	10
Gebäudehülle.....	10
Anlagentechnik	13
Beleuchtung	14
Energiebilanz nach DIN V 18599	14
Vergleich der Energiebilanz mit realen Verbrauchsdaten	16
Sanierung des Gebäudes	17
Gesamtsanierung in einem Zug: Finaler Zustand	17
Anhang - Brennstoffdaten.....	30

Ziel der Sanierung

Die Gemeinde Biebesheim beabsichtigt die Sanierung des Betriebsgebäudes des Abwasserbetriebes in Biebesheim. Ziel der Sanierung ist die nachhaltige und bedarfsgerechte Sanierung unter Berücksichtigung von entscheidenden Randbedingungen wie Energiekosten und Wirtschaftlichkeit. Angestrebt wird daher eine Sanierung nach dem Energiestandard Effizienzgebäude 55 EE (EG 55 EE) der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Insbesondere die attraktive Förderkulisse des Bundes in Kumulation mit der Kommunalrichtlinie (Energie) des Landes Hessen begünstigen dieses Sanierungsziel. Insbesondere die Nutzung von zinsvergünstigten Krediten in Kombination mit direkten Zuschüssen ist angestrebt.

Zusammenfassende Darstellung Vorschlag und Kurzbeschreibung der Maßnahmen

Die angestrebte Sanierung zum Effizienzgebäude 55 EE der KfW kann durch eine Kombination von baulichen Maßnahmen und Erneuerung der Anlagentechnik erreicht werden.

Dach:

Durch eine bereits vorher ausgeführte Dachsanierung als Einzelmaßnahme wird im Zuge der bedarfsgerechten Sanierung auf eine erneute Sanierung der Dachstruktur verzichtet. Im Zuge der Außenwanddämmung werden Arbeiten zum Dachanschluss notwendig, weil der existierende Dachüberstand umlaufend nicht ausreichend ist.

Außenwände:

Auf die Außenwände sollen umlaufend mit mindestens 20 cm WDVS aufgebracht werden, eine umlaufende Perimeterdämmung wird dringend empfohlen zur Verringerung von Wärmebrücken.

Fenster und Türen:

Fenster und Türen sind vollständig auszutauschen und durch neue Komponenten auf Passivhausniveau zu ersetzen. Insbesondere wird auf existierende Flächen aus Glasbausteinen und Einfachverglasung hingewiesen, welche im Zuge der Sanierung entweder durch hochgedämmte Fensterfläche ersetzt oder rückgebaut werden sollte.

Bodenplatte (Keller):

Notwendige Arbeiten an den Fußböden sollten mit der Dämmung der Bodenplatte und optional der Verlegung einer Flächenheizung kombiniert werden, um den Energiebedarf und die Vorlauftemperaturen zu minimieren. Es ergeht die dringende Empfehlung bei allen Arbeiten an den Böden, Dämmung und Flächenheizung vorzusehen um langfristig und nachhaltig die Gebäudetechnik für die Zukunft aufzustellen.

Heizung und Warmwasser:

Eine Sanierung unter Nutzung der Heizkörper ist möglich (so auch hier im Bericht bilanziert), der Austausch einzelner Heizkörper ist allerdings auch altersbedingt notwendig. Die Gebäudetechnik hat ihre technische Lebensdauer weit überschritten und ein vollständiger Ersatz wird dringend empfohlen. Geplant ist eine Umrüstung der Heizung von Gas zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und die Dezentralisierung des Warmwasserbedarfes durch Durchlauferhitzer.

Lüftung:

Es ist geplant das gesamte Gebäudevolumen mechanisch zu belüften mit einer Wärmerückgewinnung von mindestens 80%.

Beleuchtung:

Im Zuge der Gesamtsanierung sollten alle Leuchten durch moderne LED-Beleuchtung ausgetauscht werden.

Energiemanagement:

Die Einführung eines singulären Energiemanagements nur für das Betriebsgebäude ist nicht sinnvoll. Eine Einführung in Integration auf dem Betriebsgelände, in welches dann auch das Betriebsgebäude integriert werden sollte, wird allerdings dringend empfohlen. Unabhängig davon sollte im Zuge der Sanierung die neue Wärmepumpe mit einem dedizierten Stromzähler und Wärmemengenzähler ausgestattet werden.

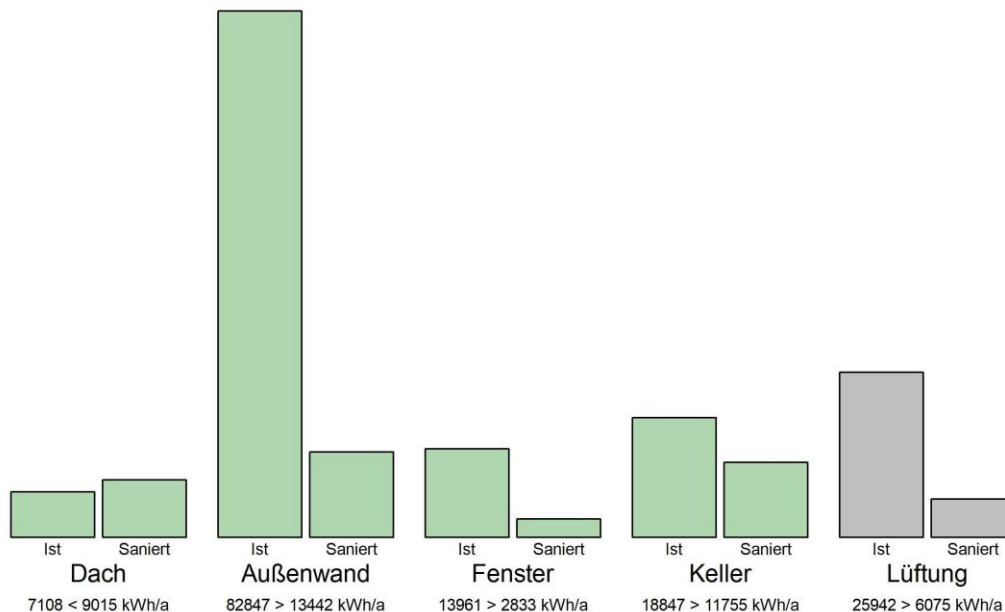
Erneuerbare Energien:

Das Gebäude wurde bereits mit einer PV-Anlage ausgestattet (ca. 10 kWp). Diese soll weiter genutzt werden, arbeitet derzeit allerdings als Volleinspeisung. Es ergeht die dringende Empfehlung hier auf teilweisen Eigenverbrauch umzustellen und einen Stromspeicher nachzurüsten.

Energiebedarf vor und nach der Sanierung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **94 %**.

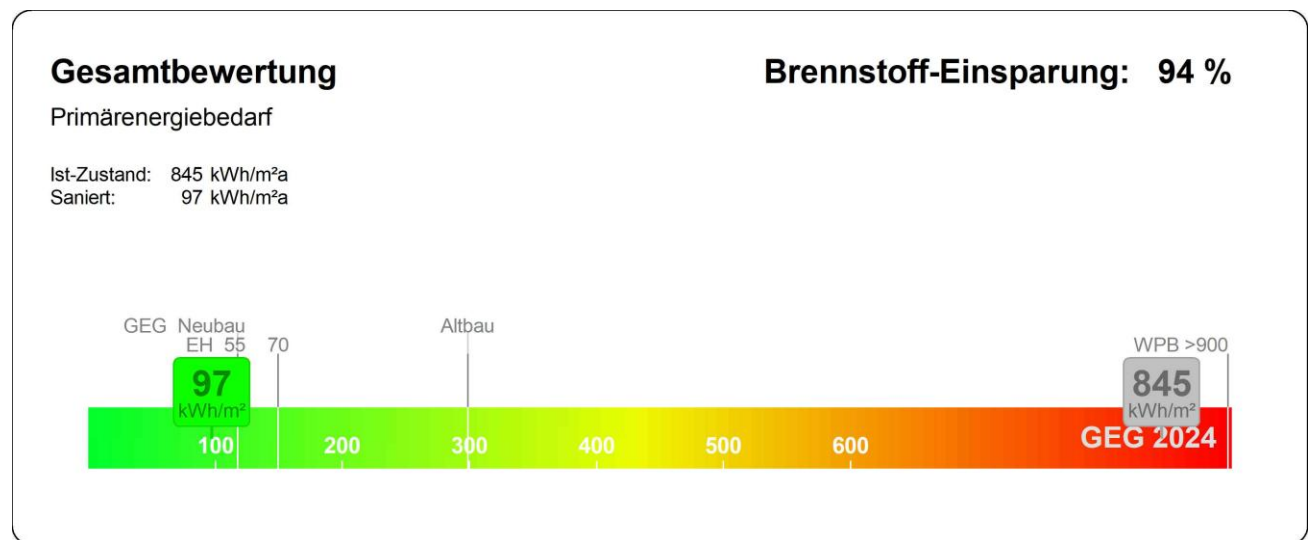
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm. Die Verluste über die Bodenplatte sind als Keller bilanziert.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 231666 kWh/Jahr reduziert sich auf 14905 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 216761 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 43363 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 **97 kWh/m²** pro Jahr.



Angaben zu Kosten

Die Kosten der baulichen Maßnahmen setzen sich in diesem Projekt aus zwei Bereichen zusammen. Zum einen sind die Kosten für energetische Sanierung und Anlagentechnik zu nennen zum anderen wird es große bauliche Veränderungen geben um beispielsweise in Container ausgelagerte Konferenzräume und Büroarbeitsplätze ins sanierte Gebäude zurück zu holen.

Die Kosten für die baulichen Veränderungen sind weitgehend abhängig von der Detailplanung der Baumaßnahme und kann daher zum jetzigen Zeitpunkt nur geschätzt werden. Es werden 2.000 €/m² NGF brutto angenommen, resultierend in baulichen Kosten von etwa 552.000 € brutto.

Die energetische Sanierung und ihre notwendigen Umfeld Maßnahmen (z.B. Umbau PV Anlage/Wechselrichter) sind anhand von BKI Kostenrichtwerten (Q3 2024) und Erfahrungswerten ermittelt. Diese belaufen sich in Summe auf ca. 425.000 € brutto.

Davon betragen die energetisch bedingten Mehrkosten rund 225.000 € brutto und demnach die ohnehin erforderlichen Kosten durch Instandhaltung ca. 200.000 € brutto.

Zusammenfassend wird daher von Kosten in Höhen von ca. 977.000 € brutto ausgegangen für die Gesamtmaßnahme.

Vorliegend ist auch eine Kostenschätzung der DIA (Design in Architektur) aus Darmstadt mit Stand vom 08.10.2024, welche von ca. 1.200.000 € Euro Kosten ausgeht. Insbesondere sind hierin auch Arbeiten an den elektrischen Anlagen enthalten sowie alle externen Planungsarbeiten unabhängig von der Auswirkung auf die Energiebilanzierung des Gebäudes. (z.B. Objektplanung Gebäude und Innenräume)

Eine abschließende Bewertung der Kostenaufstellung ist im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht möglich, jedoch erscheint der Kostenansatz der DIA umfassender aufgestellt und Arbeiten an der Innenarchitektur und Elektrik zu beinhalten, welche derzeit nicht abschließend bewertet werden können, wegen des unklaren Planungsstandes.

Angaben zu Fördermöglichkeiten

Die Förderung der Gesamtsanierung ist möglich und wird dringend empfohlen. Eine Kombination von Mitteln des Bundes (KfW) und der hessischen Kommunalrichtlinie (Energie) ist besonders zielführend.

Die Kostenberechnungstabelle der Kommunalrichtlinie Energie definiert die obere Grenze der Kumulation von Zuschüssen vom Bund und vom Land Hessen. Die geplanten Maßnahmen ergeben einen Kostenrichtwert gemäß Kostenberechnungstabelle in Höhe von 349.102,89 € brutto. Damit ist die Höhe aller Zuschüsse gedeckelt auf 314.192,60 € brutto (90%).

Es wird daher eine Kombination von Zuschussförderung durch die Kommunalrichtlinie (Energie) des Landes Hessen empfohlen kombiniert mit dem Sanierungskredit KfW 264 des Bundes. Eine reine Zuschussförderung ohne Kreditoption ist mit dem Programm KfW 464 möglich.

Empfohlene Förderstrategie mit zinsgünstigem Kredit:

Kommunalrichtlinie Energie (Zuschuss):	203.792,60 €
KfW 264 Tilgungszuschuss (20%):	110.400,00 €
Summe:	314.192,60 €

Optionale reine Zuschussvariante:

Kommunalrichtlinie Energie (Zuschuss):	120.992,60 €
KfW 464 Zuschuss (35%):	193.200,00 €
Summe:	314.192,60 €

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Wirtschaftlichkeit: energetisch bedingte Mehrkosten ohne Förderung							
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Mehrkosten	Öffentliche Fördermittel (siehe Kap. Förderung)	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
[€/a]	[€]	[€]	Endenergiebedarf	Energiekosten			
			[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
4.591	225.000	-	216.761	17.450	79	13 : 1	20 - 50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander und resultiert in diesem Fall in einer Amortisationszeit von etwa 13 Jahren ohne Betrachtung von Förderungen und Zuschüssen.

Inkludiert man die genannten Förderungen durch Zuschüsse und erweitert den Rahmen der Kosten auf alle Kosten im Zusammenhang mit der energetischen Sanierung ergeben sich Kosten in Höhe von 110.808 € und eine Amortisationszeit von etwa 6 Jahren.

Wirtschaftlichkeit: energetische Investitionskosten mit Förderung							
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	Öffentliche Fördermittel (siehe Kap. Förderung)	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
[€/a]	[€]	[€]	Endenergiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
4.591	425.000	314.192	216.761	17.450	79	6 : 1	20 - 50

Betrachtet man einen Zeitraum von 30 Jahren und setzt statt des rechnerischen Energiebedarfes die tatsächlichen Betriebskosten mit einer Steigerung von jährlich 5% an, so ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Ersparnis in Höhe von rund 19.300 €.

Abzüglich Förderung wäre die energetische Sanierung demnach, auch bei Betrachtung realer Kosten, nach ca. 6 Jahren amortisiert und die Gesamtsanierung inklusive aller baulichen Veränderungen nach 34 bis 45 Jahren, ausgehend von 977.000 € resp. 1.200.000 € Baukosten.

Baubegleitung

Explizit sei an dieser Stelle auf Erforderlichkeit einer Baubegleitung zum Erhalt der Förderfähigkeit und Qualitätssicherung hingewiesen, diese wird im Rahmen der schon genannten Förderprogramme zum Teil zusätzlich gefördert.

IST Zustand des Gebäudes

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: **Betriebsgebäude Abwasser Biebesheim**

Beschreibung:

Gebäudetyp: Nichtwohngebäude
Baujahr: 1973

Beheiztes Volumen V_e : 1313 m³

Das beheizte Volumen wurde unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Luftvolumen V : 1050 m³

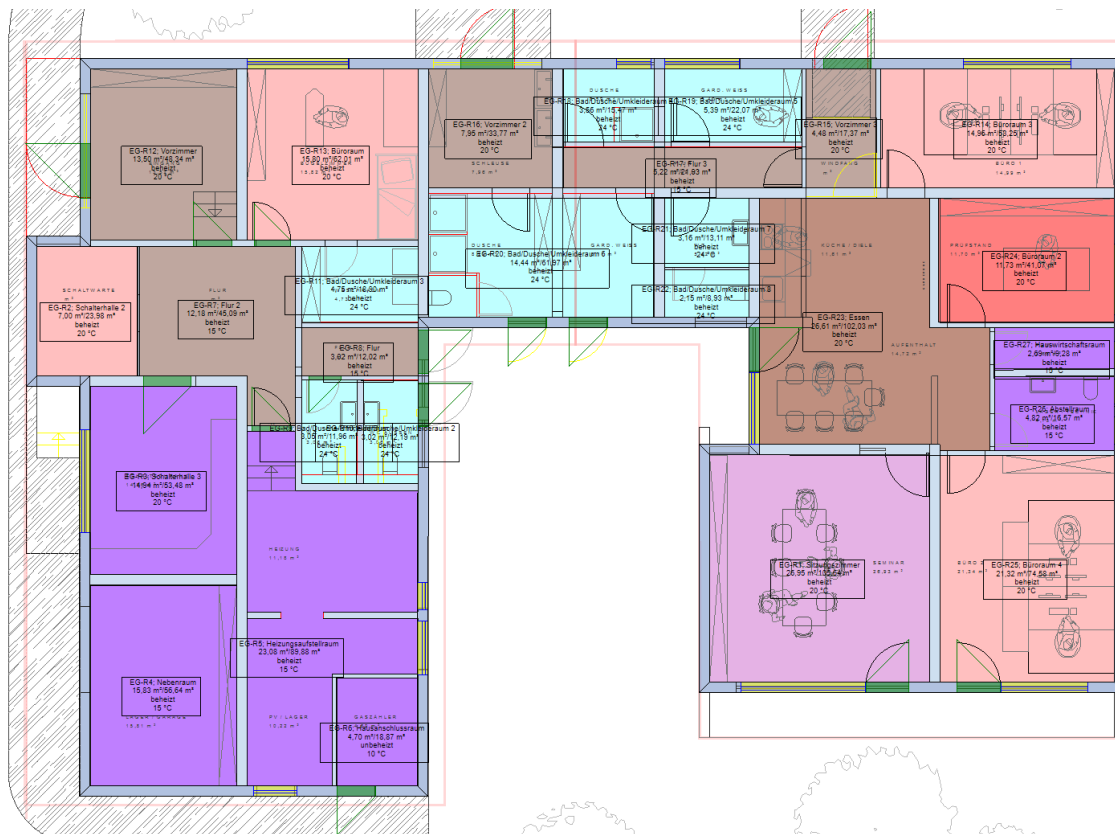
Nettogrundfläche A_{NGF} : 276,31 m²

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. Eine Einordnung und ein Vergleich mit realen Verbräuchen findet im entsprechenden Kapitel statt.

Zonierung und thermische Hülle

Die thermische Hülle des Gebäudes wird durch Dach, Bodenplatte und Außenwände gebildet. Die gewählte Zonierung ist im Folgenden gezeigt und repräsentiert die Nutzung nach Sanierung dar.



Beschreibung baulicher Zustand Gebäudehülle

Bis auf das erneute und gedämmte Dach befinden sich alle baulichen Strukturen im Ursprungszustand aus dem Baujahr. Es handelt sich daher um Einfachverglasung bei den Fenstern und ungedämmte Aluminium-Metalltüren im Eingangsbereich. Die Außenwände sind monolithisch aus Ziegeln gemauert und ungedämmt. Es konnte keine Dämmung der Bodenplatte festgestellt werden.

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	8,79	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-10	5,56	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-11	16,20	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-12	18,17	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-13	9,81	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-14	0,46	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-15	0,81	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-16	11,08	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-2	17,54	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-3	18,99	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-4	27,12	0,23	0,20	0,14

	DA	Dach 001-6	13,40	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-7	3,71	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-8	3,63	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 001-9	4,02	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-1	31,31	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-10	29,45	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-11	13,59	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-12	24,61	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-13	5,75	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-14	3,43	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-2	17,94	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-3	5,43	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-4	6,02	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-5	3,91	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-6	6,73	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-7	6,10	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-8	3,89	0,23	0,20	0,14
	DA	Dach 002-9	3,03	0,23	0,20	0,14
X	TA	AT 001-1	2,67	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 002-1	2,10	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 003-1	2,10	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 004-1	1,89	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 005-1	1,89	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 007-1	2,56	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 008-1	2,31	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 009-1	2,10	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 010-1	2,10	5,50	1,8	1,3
X	TA	AT 011-1	2,10	5,50	1,8	1,3
X	WA	AW 001	17,99	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 001-3	3,28	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 001-4	9,50	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 002	21,74	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 002-2	9,66	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 003	8,10	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 004	5,28	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 005	26,65	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 006	18,35	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 006-2	12,88	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 007	11,75	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 007-2	9,46	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 007-3	20,92	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 007-4	5,55	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 007-5	3,35	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008	15,20	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-2	15,58	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-3	19,87	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-4	5,22	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-5	12,21	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-6	10,34	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 008-7	13,18	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 009	13,32	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 010	4,78	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 011	13,09	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 012	4,70	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 013	14,46	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 013-2	19,39	1,90	0,24	0,20

X	WA	AW 014	15,28	1,90	0,24	0,20
X	WA	AW 014-2	8,21	1,90	0,24	0,20
X	WK	IW 006	12,02	1,90	0,30	0,25
X	WK	IW 007	9,58	1,90	0,30	0,25
X	FA	F 001-1	1,54	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 002-1	0,79	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 003-1	1,25	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 004-1	2,98	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 005-1	2,94	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 006-1	1,00	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 007-1	2,19	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 008-1	3,14	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 009-1	2,04	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 010-1	0,79	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 011-1	0,72	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 012-1	0,79	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 013-1	2,50	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 014-1	3,63	5,00	1,3	0,95
X	FA	F 015-1	2,08	5,00	1,3	0,95
X	BE	Boden EG-1	31,19	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-10	4,00	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-11	5,54	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-12	16,14	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-13	18,10	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-14	17,87	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-15	5,41	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-16	9,78	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-17	6,45	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-18	4,70	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-19	6,71	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-2	8,76	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-20	17,11	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-21	3,88	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-22	3,02	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-23	29,33	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-24	13,54	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-25	24,52	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-26	5,73	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-27	3,46	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-3	17,47	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-4	18,92	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-5	27,01	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-7	13,35	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-8	3,70	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-9	3,62	1,20	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)

Anlagentechnik

Heizung:

Bereich	Heizwärme-Erzeugung 1
Erzeugung	- 1987-1994 NT-Gebläsekessel von 1990 Nennleistung: 73,07 kW Energieträger: Erdgas E Der Kessel versorgt den TWW-Bereich 'Warmwasser-Erzeugung 1' mit.
Verteilung	- Verteilkreis 1 als Zweirohrheizung Verteilnetztyp 'Etagenring' in der Gebäudeart 'Gruppe 1' kein hydraulischer Abgleich Heizkreisauslegung 90/70 °C 264,7 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	- Übergabe 1 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Gruppenbüro' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 2 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 3 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Lager' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 4 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 5 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Einzelbüro' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 6 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Sonstige Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler' - Übergabe 7 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'

Warmwasser:

Bereich	Warmwasser-Erzeugung 1
Erzeugung	- 1987-1994 NT-Gebläsekessel aus dem Heizkreis 'Erzeuger 1' von 1990 - Nennleistung 73,07 kW Energieträger: Erdgas E
Verteilung	- TWW-Kreis 1 zentral mit Zirkulation' 243,1 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	- Übergabe 1 (DHWKreis 1)

Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 0 %
- Übergabe 2 (DHWKreis 1)
Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %

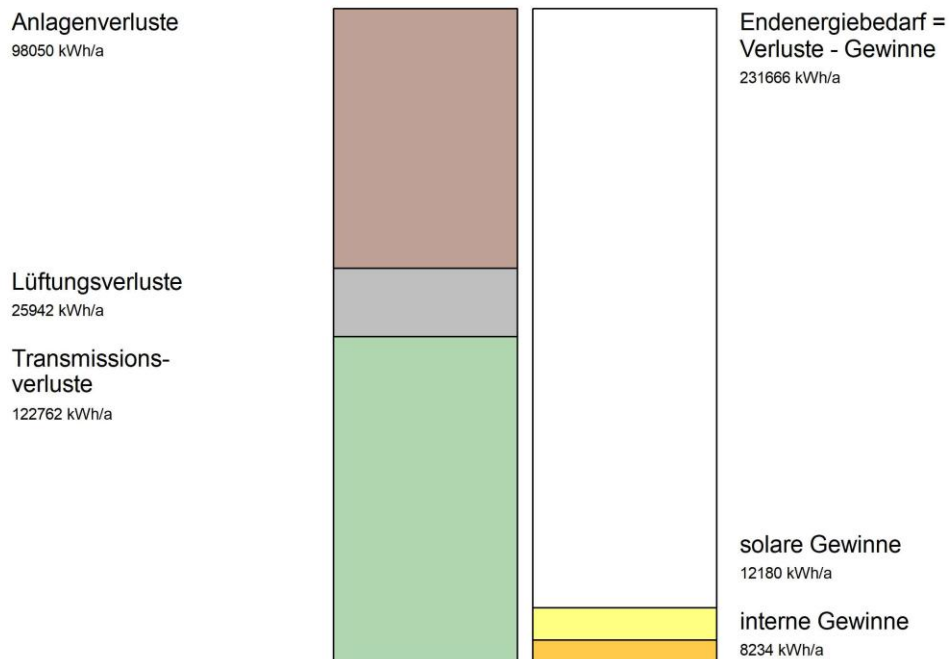
Beleuchtung

Die Beleuchtung des Gebäudes erfolgt zum Großteil durch Leuchtstoffröhren in den Werkstätten sowie Büroflächen und zum Teil noch durch Glühbirnen im derzeit nicht genutzten Wohnteil. Teilweise wurde bei Defekt ein Ersatz durch modernere Leuchten realisiert, ein umfassender Ersatz der Beleuchtung erfolgt im Rahmen der Sanierung und ist dringend geboten, da die derzeitige Beleuchtung weder den Ansprüchen an Qualität noch an Effizienz genügt.

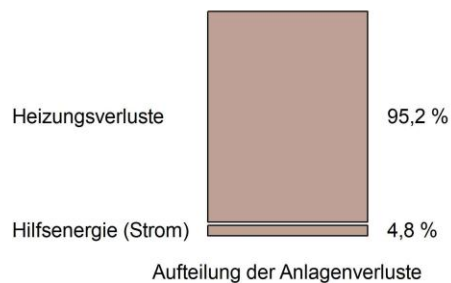
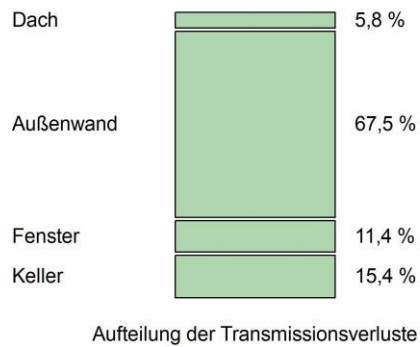
Energiebilanz nach DIN V 18599

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.



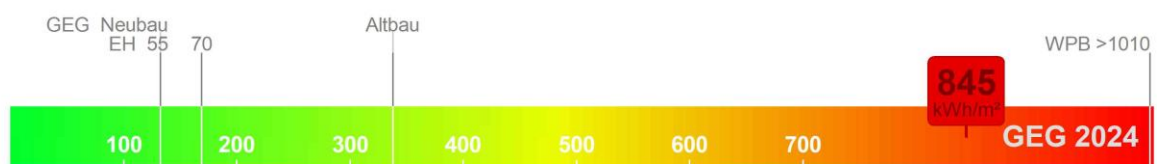
Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 845 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 845 kWh/m²a



Vergleich der Energiebilanz mit realen Verbrauchsdaten

Das Gebäude wird seit vielen Jahren zu großen Teilen (ca. 50% NGF) nicht genutzt und steht leer. Ein Abgleich mit realen Verbräuchen ist daher entbehrlich, wird aber auf Kundenwunsch trotzdem durchgeführt.

Eine Umwandlung vom bisher als Betriebswohnung genutzten Teil (Leerstand) zu Büroflächen und sanitären Einrichtungen ist im Zuge der Sanierung geplant.

Das Gebäude verfügt derzeit nicht über einen separaten Stromzähler und wird daher als Anteil des Gesamtverbrauches geschätzt (10%). Die real gemessenen Verbrauchsdaten resultieren in einem Primärenergiebedarf von rund 285 kWh/(m²a). Die deutliche Abweichung zum berechneten Wert ist vor Allem durch die Auslagerung von Räumen in temporäre Bauten und einer Stilllegung von sanitären Anlagen begründet.

Bezieht man die gemessenen und geschätzten Verbräuche der ausgelagerten Räumlichkeiten (Besprechungsraum/Werkstatt) in die Berechnung ein, so ergibt sich ein rechnerischer Primärenergiebedarf von 508 kWh/(m²a).

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden daher nur Berechnungen basierend auf den realen Messwerten des Gebäudes basiert. Es wird dazu als Grundlage davon ausgegangen, dass der ungenutzte Teil des Gebäudes zukünftig geheizt wird und der Gasverbrauch entsprechend der Fläche um etwa 80% ansteigen würde.

Resultierend ergibt sich damit ein hypothetischer Gasverbrauch von 76.459 kWh und ein Stromverbrauch von 17.905 kWh mit Kosten in Höhe von 13.500 € jährlich.

Gemessene (Erdgas) und geschätzte (Strom) Verbräuche des Betriebsgebäudes

Energie/Jahr	2022	2023	2024
Erdgas	41.317 kWh	41.553 kWh	42.550 kWh
Strom	18.812 kWh	17.761 kWh	17.905 kWh
Primärenergie	79.310 kWh	77.678 kWh	79.035 kWh

Sanierung des Gebäudes

Gesamtsanierung in einem Zug: Finaler Zustand

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: Dämmung 20 cm WLS 032

Dach / oberste Decke: Die Dachstruktur wurde in einer vorherigen Einzelmaßnahme bereits modernisiert und soll daher aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, bis auf Randanschlüsse, unverändert bleiben.

Bodenplatte: Dämmung 3 cm WLS 025
Fußboden erneuern, Dämmplatten, 3-5 cm PUR/PIR, optional Flächenheizung

Fenster und Türen: Umfassender Austausch aller Fenster und Türen in der Gebäudehülle durch Passivhaus Komponenten aus Kunststoff.

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	8,79	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-10	5,56	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-11	16,20	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-12	18,17	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-13	9,81	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-14	0,46	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-15	0,81	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-16	11,08	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-2	17,54	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-3	18,99	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-4	27,12	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-6	13,40	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-7	3,71	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-8	3,63	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 001-9	4,02	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-1	31,31	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-10	29,45	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-11	13,59	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-12	24,61	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-13	5,75	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-14	3,43	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-2	17,94	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-3	5,43	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-4	6,02	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-5	3,91	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-6	6,73	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-7	6,10	0,23	0,20	0,14

DA	Dach 002-8	3,89	0,23	0,20	0,14
DA	Dach 002-9	3,03	0,23	0,20	0,14
TA	AT 001-1	2,67	1,50	1,8	1,3
TA	AT 002-1	2,10	1,50	1,8	1,3
TA	AT 003-1	2,10	1,50	1,8	1,3
TA	AT 004-1	1,89	1,50	1,8	1,3
TA	AT 005-1	1,89	1,50	1,8	1,3
TA	AT 007-1	2,56	1,50	1,8	1,3
TA	AT 008-1	2,31	1,50	1,8	1,3
TA	AT 009-1	2,10	1,50	1,8	1,3
TA	AT 010-1	2,10	1,50	1,8	1,3
TA	AT 011-1	2,10	1,50	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung 20 cm WLS 032	17,99	0,15	0,24	0,20
WA	AW 001-3 - Dämmung 20 cm WLS 032	3,28	0,15	0,24	0,20
WA	AW 001-4 - Dämmung 20 cm WLS 032	9,50	0,15	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung 20 cm WLS 032	21,74	0,15	0,24	0,20
WA	AW 002-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	9,66	0,15	0,24	0,20
WA	AW 003 - Dämmung 20 cm WLS 032	8,10	0,15	0,24	0,20
WA	AW 004 - Dämmung 20 cm WLS 032	5,28	0,15	0,24	0,20
WA	AW 005 - Dämmung 20 cm WLS 032	26,65	0,15	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung 20 cm WLS 032	18,35	0,15	0,24	0,20
WA	AW 006-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	12,88	0,15	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung 20 cm WLS 032	11,75	0,15	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	9,46	0,15	0,24	0,20
WA	AW 007-3 - Dämmung 20 cm WLS 032	20,92	0,15	0,24	0,20
WA	AW 007-4 - Dämmung 20 cm WLS 032	5,55	0,15	0,24	0,20
WA	AW 007-5 - Dämmung 20 cm WLS 032	3,35	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung 20 cm WLS 032	15,20	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	15,58	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-3 - Dämmung 20 cm WLS 032	19,87	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-4 - Dämmung 20 cm WLS 032	5,22	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-5 - Dämmung 20 cm WLS 032	12,21	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-6 - Dämmung 20 cm WLS 032	10,34	0,15	0,24	0,20
WA	AW 008-7 - Dämmung 20 cm WLS 032	13,18	0,15	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung 20 cm WLS 032	13,32	0,15	0,24	0,20
WA	AW 010 - Dämmung 20 cm WLS 032	4,78	0,15	0,24	0,20
WA	AW 011 - Dämmung 20 cm WLS 032	13,09	0,15	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung 20 cm WLS 032	4,70	0,15	0,24	0,20
WA	AW 013 - Dämmung 20 cm WLS 032	14,46	0,15	0,24	0,20
WA	AW 013-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	19,39	0,15	0,24	0,20
WA	AW 014 - Dämmung 20 cm WLS 032	15,28	0,15	0,24	0,20
WA	AW 014-2 - Dämmung 20 cm WLS 032	8,21	0,15	0,24	0,20
WK	IW 006	12,02	1,90	0,30	0,25
WK	IW 007	9,58	1,90	0,30	0,25
FA	F 001-1	1,54	0,80	1,3	0,95
FA	F 002-1	0,79	0,80	1,3	0,95
FA	F 003-1	1,25	0,80	1,3	0,95
FA	F 004-1	2,98	0,80	1,3	0,95
FA	F 005-1	2,94	0,80	1,3	0,95
FA	F 006-1	1,00	0,80	1,3	0,95
FA	F 007-1	2,19	0,80	1,3	0,95
FA	F 008-1	3,14	0,80	1,3	0,95
FA	F 009-1	2,04	0,80	1,3	0,95
FA	F 010-1	0,79	0,80	1,3	0,95
FA	F 011-1	0,72	0,80	1,3	0,95
FA	F 012-1	0,79	0,80	1,3	0,95
FA	F 013-1	2,50	0,80	1,3	0,95
FA	F 014-1	3,63	0,80	1,3	0,95

FA	F 015-1	2,08	0,80	1,3	0,95
BE	Boden EG-1 - Dämmung 3 cm WLS 025	31,19	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-10 - Dämmung 3 cm WLS 025	4,00	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-11 - Dämmung 3 cm WLS 025	5,54	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-12 - Dämmung 3 cm WLS 025	16,14	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-13 - Dämmung 3 cm WLS 025	18,10	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-14 - Dämmung 3 cm WLS 025	17,87	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-15 - Dämmung 3 cm WLS 025	5,41	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-16 - Dämmung 3 cm WLS 025	9,78	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-17 - Dämmung 3 cm WLS 025	6,45	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-18 - Dämmung 3 cm WLS 025	4,70	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-19 - Dämmung 3 cm WLS 025	6,71	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-2 - Dämmung 3 cm WLS 025	8,76	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-20 - Dämmung 3 cm WLS 025	17,11	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-21 - Dämmung 3 cm WLS 025	3,88	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-22 - Dämmung 3 cm WLS 025	3,02	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-23 - Dämmung 3 cm WLS 025	29,33	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-24 - Dämmung 3 cm WLS 025	13,54	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-25 - Dämmung 3 cm WLS 025	24,52	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-26 - Dämmung 3 cm WLS 025	5,73	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-27 - Dämmung 3 cm WLS 025	3,46	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-3 - Dämmung 3 cm WLS 025	17,47	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-4 - Dämmung 3 cm WLS 025	18,92	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-5 - Dämmung 3 cm WLS 025	27,01	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-7 - Dämmung 3 cm WLS 025	13,35	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-8 - Dämmung 3 cm WLS 025	3,70	0,49	0,30	0,25
BE	Boden EG-9 - Dämmung 3 cm WLS 025	3,62	0,49	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 - Variante 1 -

Heizung:

Erzeugung	Bereich Heizwärme-Erzeugung 1 - Luft-Wasser-Wärmepumpe von 2025 mit einer Betriebsart 'elektrisch angetrieben' Energieträger: Strom-Mix
Pufferspeicher	- Heizungsspeicher 1 von 2025 Speicher-Nenninhalt 200,00 l Lage: in keiner Zone - im Unbeheizten
Verteilung	- Verteilkreis 1 als Zweirohrheizung Verteilnetztyp 'Etagenverteiler' in der Gebäudeart 'Gruppe 1' hydraulischer Abgleich Heizkreisauslegung 55/45 °C 250,4 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt

Übergabe	Umwälzpumpe ungeregelt
	- Übergabe 1 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Gruppenbüro' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'PI-Regler - mit Optimierung'
	- Übergabe 2 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'
	- Übergabe 3 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Lager' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'
	- Übergabe 4 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'
	- Übergabe 5 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Einzelbüro' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'
	- Übergabe 6 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Sonstige Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'P-Regler'
	- Übergabe 7 (Verteilung 1) Übergabe an Zone 'Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponente: 'Heizkörper (freie Heizflächen)' Regelung: 'PI-Regler - mit Optimierung'

Warmwasser:

Erzeugung	Bereich Warmwasser-Erzeugung 1
	- Elektro-Durchlauferhitzer von 2025 - Nennleistung 30,63 kW Energieträger: Strom-Mix
Verteilung	- TWW-Kreis 1 dezentral ohne Zirkulation' 1,0 m Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt
Übergabe	- Übergabe 1 Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %

Photovoltaik: PV-Anlage im Bestand (rund 10,9 kWp) wird weiter genutzt, es ergeht allerdings die dringende Empfehlung von Volleinspeisung auf Eigenverbrauch umzurüsten und bei substantieller Reparatur oder notwendigem Ersatz die Anlage vollständig zu ersetzen durch handelsübliche Aufdach-PV Module. Wegen des hohen Strombedarfes des Geländes ist eine Vollbelegung der Dachfläche anzustreben zur Eigennutzung anzustreben. (Potenzial: ca. 40 kWp)

Maßnahmen zur Beseitigung und Minderung der Wärmebrücken und unkontrollierter Lüftungswärmeverluste

Wärmebrücken: Entfernung von Glasbausteinen und vollständige Dämmung der Außenwände zur Reduktion von Wärmebrücken notwendig. Eine umlaufende Perimeterdämmung wird zur Entschärfung der Wärmebrücken zur Bodenplatte beitragen.

Lüftungswärmeverluste: Das Schließen von Undichtigkeiten in der Hülle zum Dach und zur Außenluft ist dringend notwendig, insbesondere wird auch die Installation einer mechanischen Lüftungsanlage mit WRG auch in den sanitären Bereichen empfohlen.

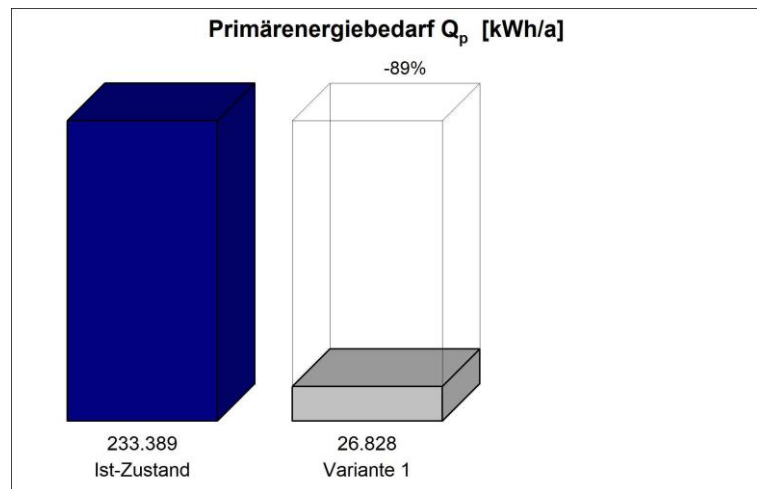
Maßnahmen zur Beseitigung und Minderung von Schwachstellen der vorhandenen Heizungsanlage

(siehe Modernisierung der Anlagentechnik)

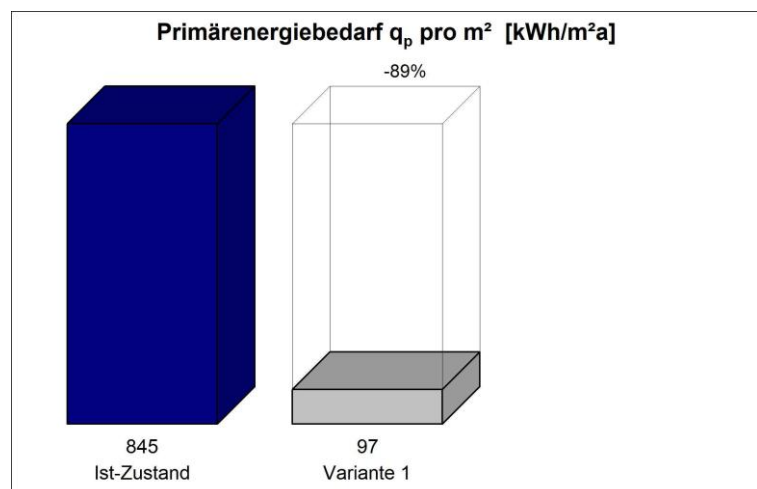
Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

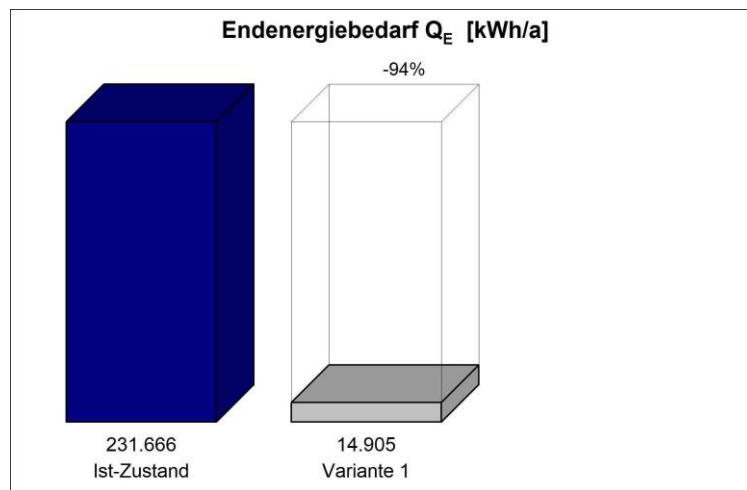


Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

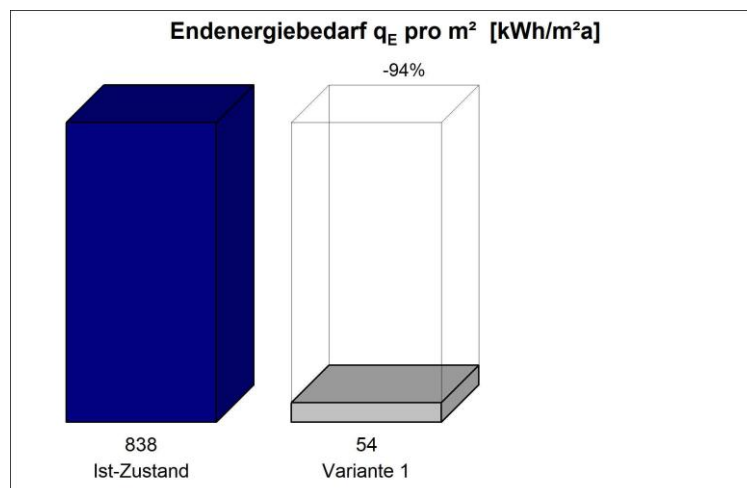


Endenergiebedarf

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

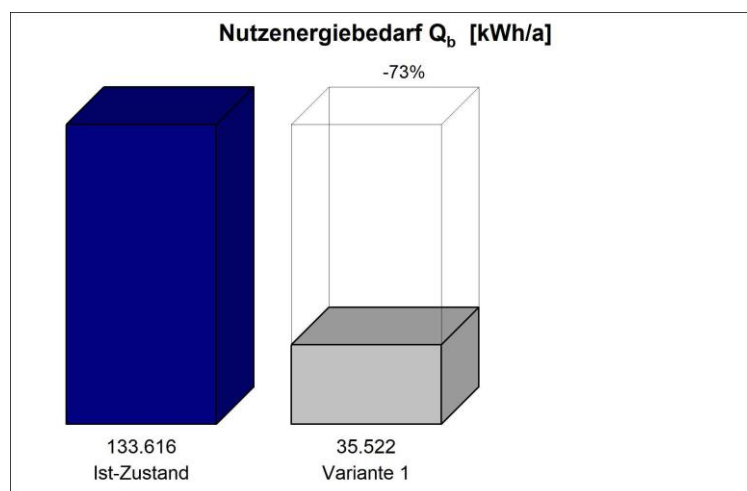


Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

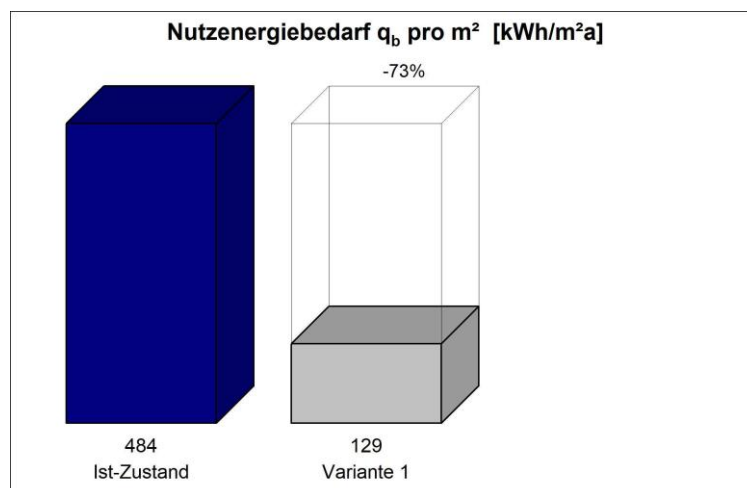


Nutzenergiebedarf

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

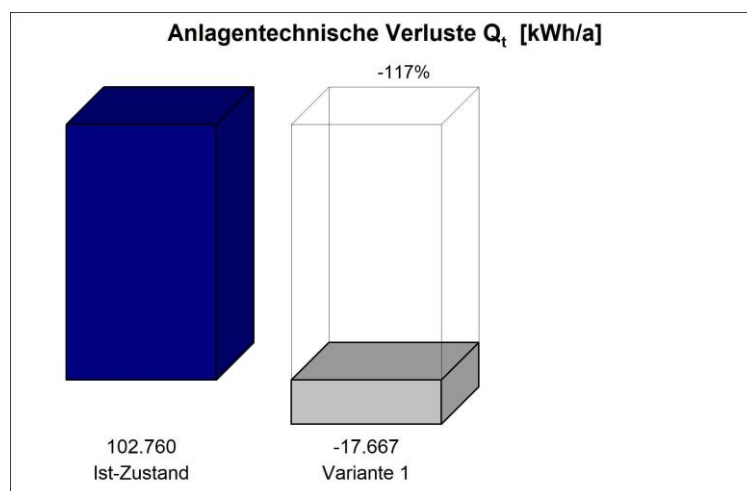


Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

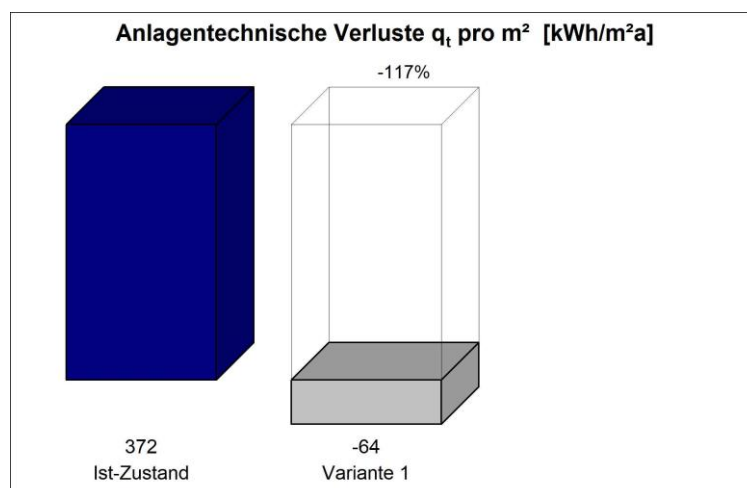


Anlagentechnische Verluste

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

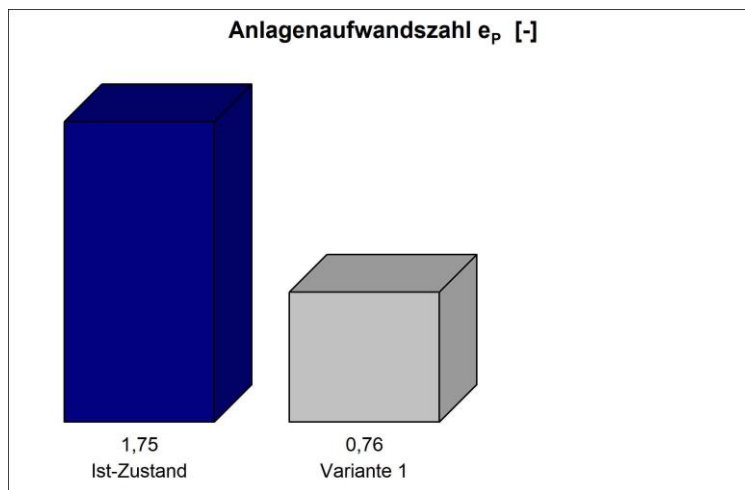


Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



Anlagenaufwandszahl

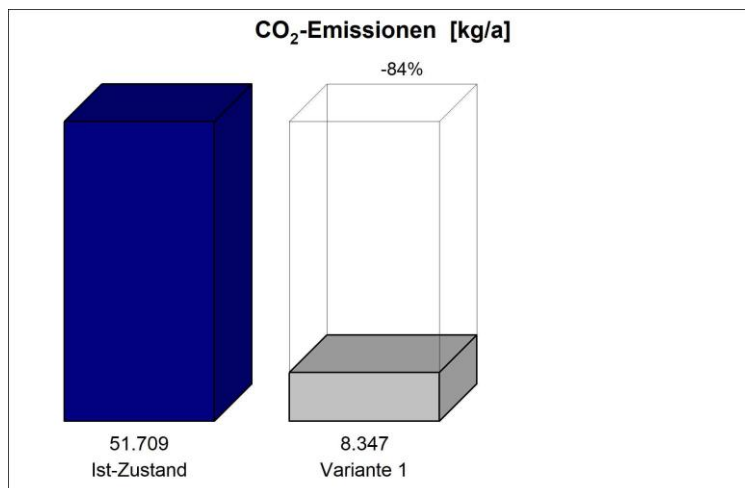
Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



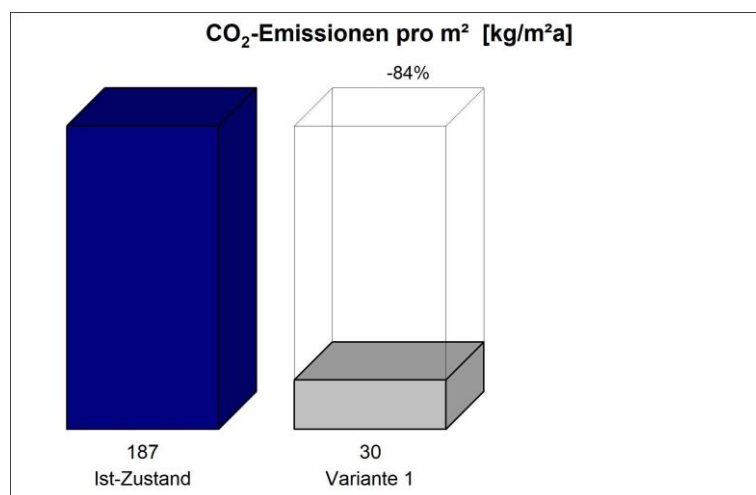
Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand

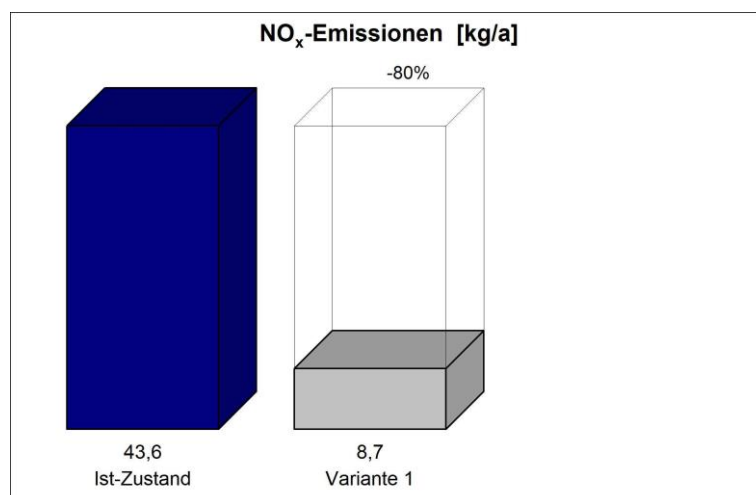


Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



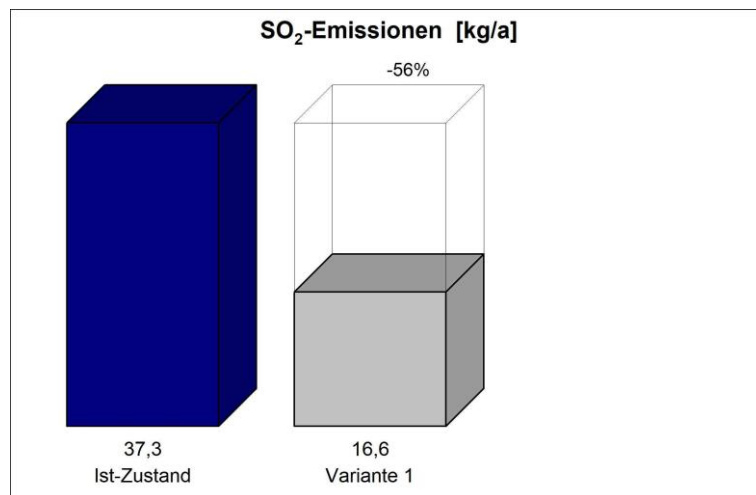
NO_x-Emissionen

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



SO₂-Emissionen

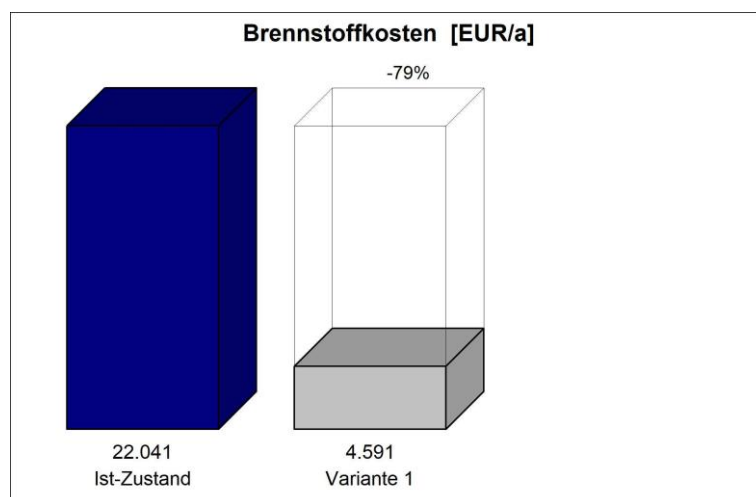
Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



Kosten / Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkosten

Ist-Zustand
Var.1 - Finaler Zustand



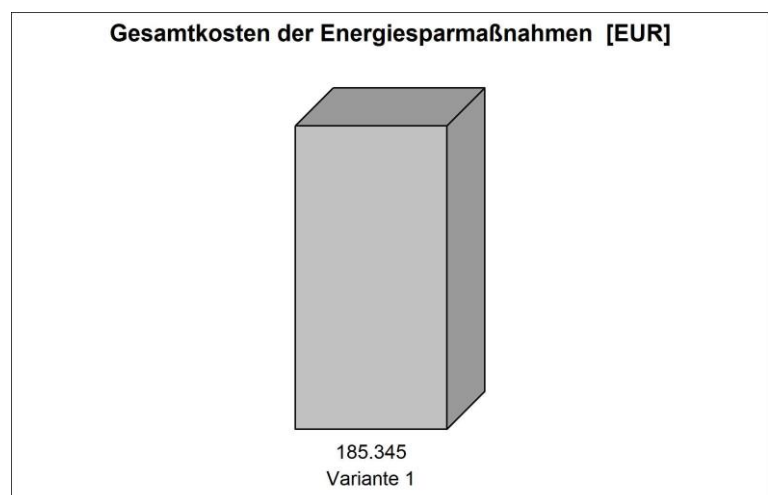
Gesamtinvestitionskosten

Var.1 - Finaler Zustand



Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen

Var.1 - Finaler Zustand

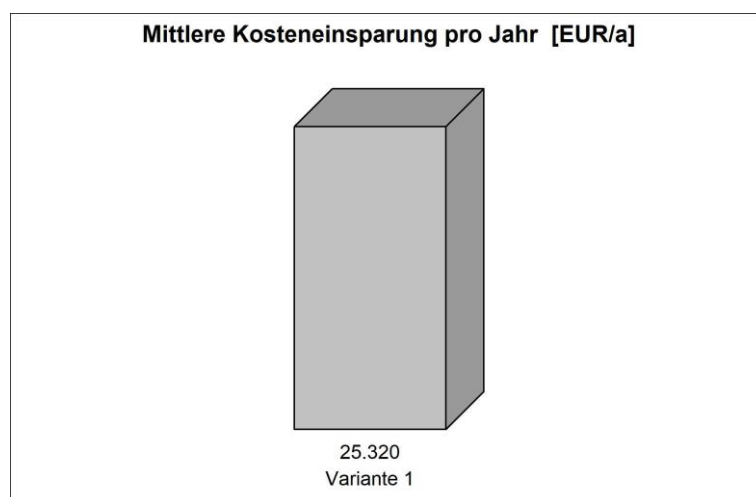


Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

Var.1 - Finaler Zustand



Var.1 - Finaler Zustand



Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m ³	10,42	11,57	1,11
Strom	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
Erdgas E	m ³	104,2	10,00	182
Strom	kWh	30,0	30,00	120

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	240	0,157	0,200
Strom	1,8	560	1,111	0,583