

Energieberatungsbericht

Adolf-Reichwein-Schule: Lenzenbergstraße 70, 65931 Frankfurt



Gebäude: Lenzenbergstraße 70

65931 Frankfurt

Auftraggeber: Stadt Frankfurt am Main

Hochbauamt Herr Andreas Urbach

Gerbermühlstr. 48 60594 Frankfurt

Erstellt von: Energieagentur Rhein-Main

Dipl. Ing. Andreas Katreniok

Franziusstraße 8-14 60314 Frankfurt am Main

069-904367946

Erstellt am: 13.09.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einl	eitung	3
2		emeine Angaben zum Gebäude	
3	Ist-Z	Zustand des Gebäudes	5
	3.1	Zonierung	5
	3.2	Gebäudehülle	6
	3.3	Anlagentechnik	7
	3.4	Beleuchtung	
	3.5	Energieverbrauch im Ist-Zustand	19
4	Ene	ergetische Bewertung des Ist-Zustands	20
	4.1	Bewertung des Gebäudes entsprechend den EnEV-Anforderungen	21
	4.2	Energiebilanz	
	4.3	Endenergiebedarf bezogen auf Energieträger	23
5	San	iierungsmaßnahmeniierungsmaßnahmen	
	5.1	Zusammenfassung	24
	5.2	Textliche Zusammenfassung	25
	5.3	Variante 1: Sanierung der Heizung	26
	5.4	Variante 2: Austauschen der Fenster	
	5.5	Variante 3: Dämmen der Außenwände	32
	5.6	Variante 4: Dachdämmung	
	5.7	Variante 5: Lüftungsanlage der Turnhalle	38
	5.8	Variante: Wände, Fenster, Dach	
	5.9	Variante 7: Wände, Fenster, Dach und Heizung	44
6	Zus	ammenfassung der Ergebnisse	47
7	Anh	ang	
	7.1	Erläuterung der Wirtschaftlichkeitsberechnung	51
	7.2	Brennstoffdaten	
	7.3	Übersicht der verwendeten Normen	53

1 Einleitung

Für die Adolf-Reichwein-Schule: Lenzenbergstraße 70, 65931 Frankfurt ist ein bedarfsorientierter Energieausweis zu erstellen. Zusätzlich soll eine Energieberatung aufzeigen, in welchen Bereichen Energieeffizienzmaßnahmen sinnvoll umgesetzt werden können. Als Grundlage für die Ermittlung von Energieeffizienzmaßnahmen dient der bedarfsorientierte Energieausweis.

Die vorzuschlagenden Maßnahmen sollen

- ♦ die Bausubstanz erhalten und schützen,
- gesetzliche Verordnungen entsprechen,
- wirtschaftlich sinnvoll sein,
- die Energiekosten dauerhaft reduzieren,
- ♦ den Primärenergieverbrauch deutlich senken

Die im Folgenden ermittelten Ergebnisse für den Primärenergiebedarf des Gebäudes basieren auf dem Berechnungsverfahren der DIN V 18599 und bezieht sich auf die Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV 2007). Die Berechnungen wurden mit der Software Energieberater der Firma Hottgenroth durchgeführt. Fehlende Angaben und weitere Daten wurden den Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand vom 26.07.2007 entnommen.

Wir bedanken uns für die gute Zusammenarbeit und hoffen Ihnen ausreichend Informationen weitergeben zu können.

DiplIng. Martin Kutschka	
Frankfurt, 13. Juli 2009	
DiplIng. Andreas Katreniok	

Energieagentur Rhein-Main

2 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: Lenzenbergstraße 70 65931 Frankfurt

Beschreibung:

Baujahr Gebäude: 1958

Baujahr Wärmeerzeuger: 1994 / 1994

Baujahr Klimaanlage:

Gebäudeart: Nicht-Wohngebäude Gebäudetyp: Bestandsgebäude

Geometrie:

Angaben zur Gebäudegeometrie (zur Bestimmung der Standardleitungslängen):

 $\begin{array}{ccccc} Vollgeschosse & n_G: & 2 \text{ bis 3} \\ Geschossh\"{o}he & h_G: & 3,50 \text{ m} \\ Charakteristische Breite & B: & 28,00 \text{ m} \\ Charakteristische L\"{a}nge & L: & 247,50 \text{ m} \\ \end{array}$

Referenzklima:

Klimareferenzort: Referenzklima Deutschland

Norm-Außentemperatur 9 $_{\rm e}$: -12 °C Mittl. Außentemperatur 9 $_{\rm e,mittel}$: 8,9 °C Außentemperatur Juli 9 $_{\rm Jul}$: 24,6 °C Außentemperatur September 9 $_{\rm Sep}$: 18,9 °C

3 Ist-Zustand des Gebäudes

3.1 Zonierung

Die Zonierung des Gebäudekomplexes erfolgt im ersten Schritt durch die Bildung von Bereichen gleicher Nutzung entsprechend der in DIN V 18599-14 definierten Nutzungsrandbedingungen. Im nächsten Schritt erfolgt eine weitere Unterscheidung hinsichtlich der Konditionierung bzw. der Ausstattung mit lüftungs- und klimatechnischen Versorgungssystemen. Zur Vereinfachung der Gebäudebilanzierung sollten nach DIN V 18599-1 Abs. 6 nur so viele Zonen gebildet werden, dass die wichtigsten Unterschiede innerhalb eines Gebäudes angemessen berücksichtigt werden können.

Das Gebäude wurde in folgende Zonen aufgeteilt:

Nr.	Zone	Fläche [m²]	Anteil [%]	Hüllfläche [m²]	Konditionierung
1	Klassenzimmer	1487,60	40,14	3428,47	Heizung + Beleuchtung
2	Lehrerzimmer	62,33	1,68	40,92	Heizung + Beleuchtung
3	Einzelbüro	63,65	1,72	62,01	Heizung + Beleuchtung
4	Schulküche	70,48	1,90	81,51	Heizung + Beleuchtung
5	Musikraum	92,19	2,49	118,95	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
6	Serverraum	22,82	0,62	15,51	Heizung + Beleuchtung
7	Verkehrsfläche/ Trep	832,60	22,47	1490,20	Heizung + Beleuchtung
8	Heizzentrale	(87,57)	-	-	Beleuchtung + keine Heizung und Kühlung *
9	Lager, Technik, Arch	266,58	7,19	562,73	Heizung + Beleuchtung
10	Sonstige Aufenthalts	135,74	3,66	344,93	Heizung + Beleuchtung
11	Turnhalle	348,96	9,42	1264,74	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
12	Geräteraum	51,32	1,38	114,24	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
13	Küche - Vorbereitung	22,44	0,61	94,00	Heizung + Beleuchtung
14	Umkleiden	59,70	1,61	164,18	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
15	Duschen	44,04	1,19	144,27	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung + TWW
16	Lüftungszentrale	(40,00)	-	-	Beleuchtung + keine Heizung und Kühlung *
17	Gruppenbüro	19,20	0,52	15,51	Heizung + Beleuchtung
18	WC's	126,32	3,41	465,62	Heizung + Beleuchtung
	Σ	3705,98	Σ	8407,80	

^{*} Für die Berechnung der Nettogrundfläche nach EnEV werden nur beheizte/gekühlte Zonen berücksichtigt.

3.2 Gebäudehülle

Die Gebäudeanalyse dient der Darstellung des Ist - Zustandes. Liegen keine energetischen Kennwerte der Bauteile vor, so sind diese der 'Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäude' der Energieeinsparverordnung 2007 entnommen.

3.3 Anlagentechnik

Versorgungsbereiche sind Bereiche, die von der gleichen Technik (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung usw.) versorgt werden.

Ein Versorgungsbereich kann sich dabei über mehrere Zonen erstrecken, eine Zone kann mehrere Versorgungsbereiche umfassen, Zone und Versorgungsbereich können aber auch identisch sein.

Für einen Versorgungsbereich werden die Technik, die Kreise (Verteilung) sowie die Übergaben, d. h. die versorgten Zonen, angegeben.

Ein ¹ hinter einer Bezeichnung bedeutet, dass vom Standardwert der Norm abgewichen wurde.

Heizungsanlage

Versorgungsbereich Heizwärme-Erzeugung 1

Versorgte Fläche A NGF: 3706,00 m²

Erzeuger

Erzeuger G505W/275-8 Hersteller: Buderus

Bezeichnung:

Typ: 1987-1994 NT-Gebläsekessel

Baujahr: 1994 Brennstoff: Erdgas E

Aufstellort: in Zone Heizzentrale

Nennleistung ¹ Q_N: 275,00 kW

Betriebsbereitschaftsverlust bei 70°C+

CheckStandard Q B,70: 0,88 % Wirkungsgrad - Nennleistung η k,100: 89,66 % Wirkungsgrad - Teillast η k,p1: 89,66 %

El. Leistungsaufnahme - Schlummerbetrieb Paux,SB: 0,01 W
El. Leistungsaufnahme - Teillast Paux,pl: 0,22 W
El. Leistungsaufnahme - Nennleistung Paux,100: 0,67 W

El. Kesselregelung vorhanden: Ja

Pumpenmanagement - Außen-

temperatur

Mehrkesselanlage: Mehrkesselanlage - Folgeschal-

tung

Erzeuger G505W/275-8 Hersteller: Buderus

Bezeichnung:

Typ: 1987-1994 NT-Gebläsekessel

Baujahr: 1994 Brennstoff: Erdgas E

Aufstellort: in Zone Heizzentrale

Nennleistung ¹ Q_N: 275,00 kW

Betriebsbereitschaftsverlust bei 70°C+

CheckStan- Q_{B,70}: 0,88 %

dard(IBoilerComp.bq_B70_Standard)

El. Kesselregelung vorhanden: Ja

Pumpenmanagement - Außen-

temperatur

Mehrkesselanlage: Mehrkesselanlage - Folgeschal-

tung

Heizwasserkreis AC-V 5

Vorlauftemperatur 9_{VA} : 70,00 °C Rücklauftemperatur 9_{RA} : 55,00 °C

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Lüftungszentrale	20,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in keiner Zone - im beheizten	6,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im beheizten	160,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	164,00

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Heizregister	100,00	-	-

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis für RLT die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Klassenzimmer	160,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Klassenzimmer	120,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	200,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	340,00

Heizkreis Art des Rohrnetzes: Auslegungstemperatur: V 8 Geb.B Zweirohrheizung 70/55°C

Übergaben

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Klassenzimmer	30,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Klassenzimmer	160,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Klassenzimmer	120,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	320,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	340,00

Heizkreis V 7 Geb. C
Art des Rohrnetzes: Zweirohrheizung
Auslegungstemperatur: 70/55°C

Übergaben

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Klassenzimmer	30,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Lehrerzimmer, Einzelbüro, Serverraum,	220,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Lehrerzimmer, Einzelbüro, Serverraum,	180,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	80,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	164,00

Heizkreis V 3
Art des Rohrnetzes: Zweirohrheizung
Auslegungstemperatur: 70/55°C

Übergaben

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Lehrerzimmer	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 2	Einzelbüro	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 3	Serverraum	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 4	Sonstige Aufenthaltsrä	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 5	Lager, Technik, Archiv	60,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 6	Gruppenbüro	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Lager, Technik, Archiv, Turnhalle, Ge	110,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Lager, Technik, Archiv, Turnhalle, Ge	40,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	240,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	164,00

Heizkreis V 6
Art des Rohrnetzes: Zweirohrheizung
Auslegungstemperatur: 70/55°C

Übergaben

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Turnhalle	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 2	Lager, Technik, Archiv	40,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 3	Geräteraum	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 4	Küche - Vorbereitung	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 5	Umkleiden	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 6	Duschen	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Klassenzimmer, Schulküche, Musikraum	160,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Klassenzimmer, Schulküche, Musikraum	180,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	80,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	340,00

Heizkreis Art des Rohrnetzes: Auslegungstemperatur: V 2 Geb A Zweirohrheizung 70/55°C

Übergaben

Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Klassenzimmer	40,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Musikraum	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Schulküche	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
	Klassenzimmer Musikraum	Klassenzimmer 40,00 Musikraum 100,00	Versorgte Zone [%] Ubergabekomponente

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Verkehrsfläche/ Treppenhaus , WC's	200,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Verkehrsfläche/ Treppenhaus , WC's	180,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im unbeheizten	460,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	340,00

Heizkreis V 9
Art des Rohrnetzes: Zweirohrheizung
Auslegungstemperatur: 70/55°C

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Verkehrsfläche/ Treppe	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 2	WC's	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	557,00	0,00

Heizkreis V 1

Art des Rohrnetzes: Zweirohrheizung

Auslegungstemperatur: 70/55°C

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Verkehrsfläche/ Treppe	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)
Übergabe 2	WC's	100,00	Heizkörper (freie Heizfläche	P-Regler (2 K)

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

Trinkwarmwasseranlage

Versorgungsbereich Warmwasser-Erzeugung 1 Versorgte Fläche A NGF: 44,04 m²

Erzeuger

Die Versorgung des Trinkwarmwasserbereiches "Warmwasser-Erzeugung 1" erfolgt über den Kessel "G505W/275-8"des Heizkreises "Warmwasser-Erzeugung 1".

Rohrleitungen

Leitung	Тур	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/(mK)]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Duschen	20,00	0,40
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Duschen	10,00	0,40
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in Zone Heizzentrale	100,00	0,40

Pumpen

Pumpe	Regelung	Hydr. Ab- gleich	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]	
Pumpe 1	ungeregelt	Nein	514,00	540,00	

TWW-Kreis DHWKreis 1
Art der Verteilung: zentral
Art der Zirkulation: mit Zirkulation

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Duschen	100,00	-	-

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. TWW-Kreis die Zone versorgt.

Kühlungsanlage

Keine Anlagentechnik vorhanden!

Lüftungsanlage

Versorgungsbereich: ACEinheit 1
Versorgte Fläche RLT-Warmluft A NGF,vh: 400,28 m²

Kreislaufverbundsystem: Nein

Erzeuger

Kreis Warmluft Heizluftkreis 1 Luftkanalfläche an Außenluft A $_{\text{K,A}}$: 0,00 m² Nutzungsgrad Übergabe Wärme η $_{\text{vh,ce}}$: 0,90

Übergaben

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Turnhalle	100,00	-	-

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmluftkreis die Zone versorgt.

Kreis Warmluft Heizluftkreis 2 Luftkanalfläche A K.A.: 0,00 m² Nutzungsgrad Übergabe Wärme η vh.ce: 0,90

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil* [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Geräteraum	100,00	-	-

^{*} Prozentualer Anteil, mit der o. g. Warmluftkreis die Zone versorgt.

3.4 Beleuchtung

Alle Gebäudeteile: Überwiegend Leuchtstoffröhren mit KVG. In den einzelnen Zonen

wurden hauptsächlich 300 und 500 lx als Beleuchtungsstärke verwendet. Vereinzelt Leuchtstoffröhren mit EVG, Glühlampen oder

Energiesparlampen.

Präsenzmelder: nein Tageslichtsteuerung: nein

3.5 Energieverbrauch im Ist-Zustand

Die Energieverbrauchsdaten beziehen sich auf einen Zeitraum zwischen 2005 und 2008.

Verbrauchsdaten: Heizung, Erdgas

<u>Abrechnungsjahr</u> <u>kWh/a</u> 2005 2005 2006 2008

Es sind keine Verbrauchsdaten vorhanden.

4 Energetische Bewertung des Ist-Zustands

Der Energiebedarf wird durch den **Jahres-Primärenergiebedarf** und den **Endenergiebedarf** für die Anteile Heizung, Warmwasserbereitung, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung dargestellt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen (falls vorhanden) und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperaturen und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

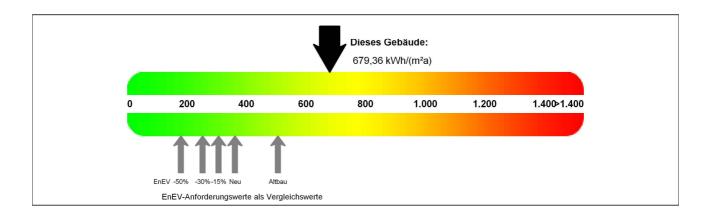
4.1 Bewertung des Gebäudes entsprechend den EnEV-Anforderungen

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro Nettogrundfläche sowie des spezifischen Transmissionswärmekoeffizienten.

Der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche für Neubauten ergibt sich aus dem Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, das hinsichtlich seiner Ausführung bestimmten Anforderungen entspricht. Die Anforderungen sind in der Energieeinsparverordnung - EnEV 2007 Anlage 2 Tabelle 1 aufgelistet.

Der Primärenergiebedarf umfasst Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung. Die Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmekoeffizienten sind in der EnEV 2007 Anlage 2 Tabelle 2 aufgelistet.

Der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche sowie der spezifische Transmissionswärmeverlust für modernisierte Altbauten darf den Höchstwert für den Neubau um maximal 40 % übersteigen.



	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV- Neubau	EnEV -15%	EnEV -30%	EnEV -50%
Jahres-Primärenergiebedarf q _P [kWh/(m²a)] Transmissionswärmeverlust H₁[W/(m²K)]	679,36	505,83	361,31	307,11	252,91	180,65
	1,67	1,10	0,79	0,67	0,55	0,39

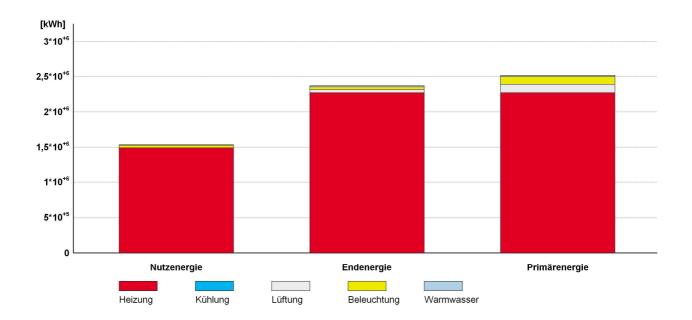
Gebäudeart: Nicht-Wohngebäude Gebäudetyp: Bestandsgebäude

Energiebezugsfläche A: 8408 m²
Volumen V_e: 15366 m³

A/V_e-Verhältnis A/V_e: 0,55 1/mFensterflächenanteil ΔA_{GEB} : 31,62 %

4.2 Energiebilanz

	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]
	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]
Nutzenergie	1538058	1492106	0	0	40447	5505
	415,02	402,62	0,00	0,00	10,91	1,49
Endenergie	2375249	2277677	0	43245	40447	13881
	640,92	614,60	0,00	11,67	10,91	3,75
Primärenergie	2517705	2274894	0	116760	109206	16845
	679,36	613,84	0,00	31,51	29,47	4,55



Erläuterungen

Nutzenergie

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

Endenergiebedarf

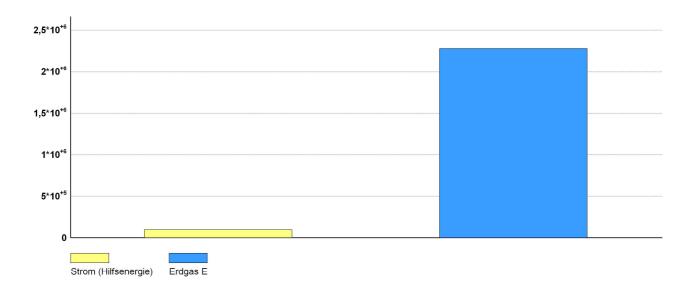
Der Endenergiebedarf umfasst die vorgenannte Nutzenergie und die Anlagenverluste einschließlich der Hilfsenergie. Die Endenergie entspricht der eingekauften Energiemenge des Gebäudenutzers.

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte Vorkette (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) des jeweils eingesetzten Energieträgers. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

4.3 Endenergiebedarf bezogen auf Energieträger

Energieträger	Gesamt [kWh]	Heizung [kWh]	Kühlung [kWh]	Lüftung [kWh]	Beleuchtung [kWh]	Warmwasser [kWh]
Strom (Hilfs	95877	10378	0	43245	40447	1808
Erdgas E	2279371	2267299	0	0	0	12073



5 Sanierungsmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Energieeffizienzmaßnahmen sollen aufeinander aufbauend und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte den Energiebedarf und damit die Energiekosten des Gebäudes nachhaltig reduzieren.

5.1 Zusammenfassung

Die wesentlichen Ergebnisse der wichtigsten Sanierungsvorschläge sind in tabellarischer Form dargestellt und ermöglichen so einen schnellen Überblick über die Ergebnisse.

Oak Furdatura		Schule (Nicht-			
Gebäudetyp		wohngebäude)			
Baujahr Gebäude		1958			
		1001/1001			
Baujahr Heizung		1994 / 1994			
Baujahr Lüftungsanla- ge		Nicht bekannt			
Baujahr Kühlung		Keine			
		Variante 1	Variante 3	Variante 4	Variante 5
		Sanierung der	Dämmen der	Dämmen der	Wärmerückge-
Ergebnisse (ca.)	Einheit	heizung	Außenwände	Dächer / OG	winnung zur Lüftungsanlage
Investitionskosten	Euro	70.000	395.000	358.000	30.000
Brennstoffkostenein- sparung	%/Jahr	8,6	13,5	20,6	6,6
Spararig					
Zinssatz	%	3,0	3,0	3,0	3,0
Amortisationsdauer	Jahre	7	20	13	4
Betrachtungszeitraum	Jahre	18	30	30	15
Wirtschaftlichkeit		hoch	mittel	mittel	hoch

5.2 Textliche Zusammenfassung

Der theoretische Wert des Energieausweises weicht erheblich vom tatsächlichen Verbrauch des Gebäudes ab. Dies beruht auf dem groben Nutzungsprofil für die Gebäudezonen und deren Anlagentechnik, welches durch die DIN 18599 vorgegeben wird. Trotzdem können aus den entsprechenden Kennwerten des Gebäudes Energiesparmaßnahmen abgeleitet werden.

Weitere Energieeffizienzmaßnahmen

Heizung

Die **Heizungsanlage** ist von 1994 und mittelfristig sanierungsbedürftig. Ein Austausch gegen eine neue Heizung ist zu empfehlen. Um das volle Einsparpotential der Anlagentechnik auszuschöpfen, sollte ein **hydraulischer Abgleich** der Anlage ausgeführt und entsprechend **hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen** eingebaut werden.

Lüftung

Die Lüftungsanlage der Turnhalle verfügt über keine Wärmerückgewinnung. Eine Nachrüstung mit zur Wärmerückgewinnung stellt eine wirtschaftliche Maßnahme dar.

Warmwasser

Die Warmwasserversorgung erfolgt für die Bereiche Turnhalle 7 Duschräume.

Es ist zu hinterfragen, wie oft diese Bereiche tatsächlich genutzt werden und ob eine solare Warmwasserbereitung evtl. sinnvoll wäre.

Es ist zu hinterfragen, in welchem Maße die Warmwassernutzung tatsächlich stattfindet und ob evtl. eine Umstellung auf eine elektrische Brauchwassererwärmung evtl. sinnvoll wäre.

Beleuchtung

Die meisten Lampen verfügen über ein konventionelles Vorschaltgerät. Durch Erneuerung der Beleuchtungsanlagen ist ebenfalls eine Stromeinsparung zu erzielen.

Oberste Geschossdecke / Dach

Die obersten Geschossdecken weisen einen mäßigen Wärmeschutz auf. Hier könnte ohne großen Aufwand eine Wärmedämmung aufgebracht werden.

Außenwände

Weitere Einsparungen sind im Bereich der Außenwanddämmung möglich. Die Wände sind zu Zeit ungedämmt und könnten mit einem vertretbaren Aufwand mit einem Vollwärmeschutz versehen werden.

Fenster

Die Fenster verfügen zum größten Teil über einen Holzrahmen und eine Doppelverglasung. Diese Doppelverglasung könnte mit einem geringen Aufwand gegen eine Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. Dabei werden die neuen Scheiben in den vorhandenen Rahmen eingesetzt. Es empfiehlt sich jedoch das ganze Fenster auszutauschen, da der vorhandene Rahmen schon bald das Ende seiner Nutzungszeit erreicht hat.

Konkrete Sanierungsvorschläge mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung folgen im nächsten Kapitel.

5.3 Variante 1: Sanierung der Heizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

keine Maßnahme

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

Heizung: Austauschen der beiden Heizkessel gegen zwei neue Brennwertkessel.

Austauschen der Pumpen gegen elektr, geregelte Pumpen.

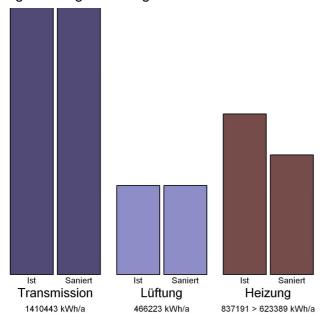
Durchführen eines hydraulischen Abgleichs.

Schornsteinsanierung

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **9** %.

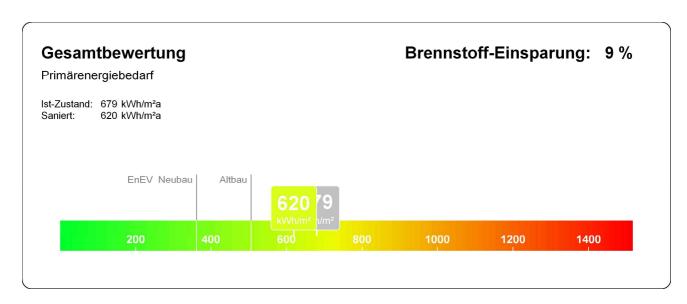
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 2161447 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 213802 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 50136 kg/a 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 **620 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 70.000 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 70.000 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 15,0 Jahren gemittelten jährlichen Kosten bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtkosten:

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	5.864 EUR/Jahr 161.366 EUR/Jahr 167.230 EUR/Jahr	+	87.960 EUR 2.420.490 EUR 2.508.450 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		176.633 EUR/Jahr		2.649.495 EUR
Einsparung		9.403 EUR/Jahr		141.045 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	15,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	3,00 3,50 5,00	%

5.4 Variante 2: Austauschen der Fenster

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

Außenwände: Neue Glaseingangstüren mit einer Dreifachverglasung, Uw=0,9

Fenster: Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9

Es werden alle Fenster ausgetauscht außer diejenigen, welche bereits eine

Wärmeschutzverglasung besitzen.

U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

Тур	vp Bauteil		U _{max} EnEV*
тур	Typ Dautell	in W/m²K	in W/m²K
TA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	2,90
FA	EV - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	GB - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	ISO - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70

^{*)} Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

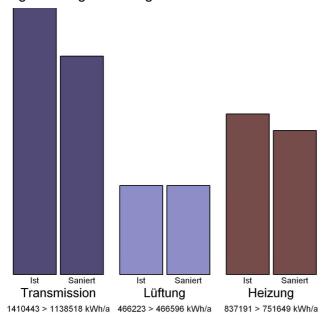
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

keine Maßnahme

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **12** %.

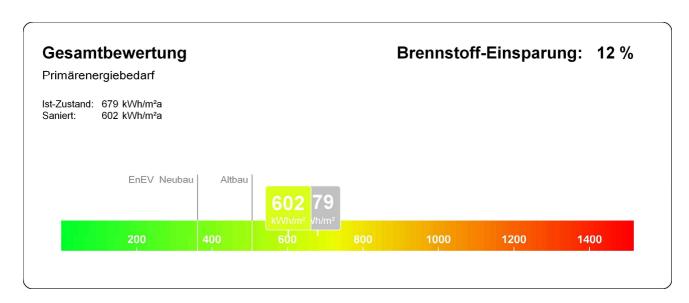
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 2086784 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 288465 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 63980 kg/a 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 **602 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 625.006 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 625.006 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	31.887 EUR/Jahr 224.096 EUR/Jahr 255.983 EUR/Jahr	+	956.610 EUR 6.722.880 EUR 7.679.490 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		251.135 EUR/Jahr		7.534.050 EUR
Einsparung		-4.848 EUR/Jahr		-145.440 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

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

5.5 Variante 3: Dämmen der Außenwände

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

Außenwände: Massiven Wände der Turnhalle, der WC-Häuschen, der

Treppenhäuser und die Wände an der Stirnseite der Gebäude:

Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035 Diese massiven Wände werden durch das Anbringen eines

Wärmedämmverbundsystems gedämmt.

Die Wände im Brüstungsbereich unter den Fenstern werden in Leichtbauweise ausgeführt. Zwischen den Pfosten wird eine 16cm Dämmung (WLG 0,035)

eingebaut.

Die Wände im Kellergeschoss werden nicht gedämmt.

U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

Тур	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV* in W/m²K
WA	AW - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Leichtbauweise mit 16 cm Dämmung, WLG 0,035	0,27	0,35

^{*)} Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

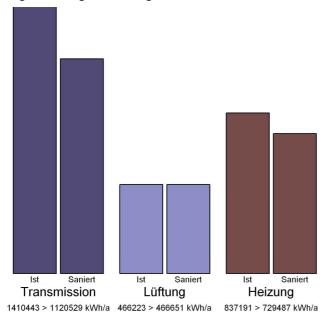
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3 -

keine Maßnahme

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **15** %.

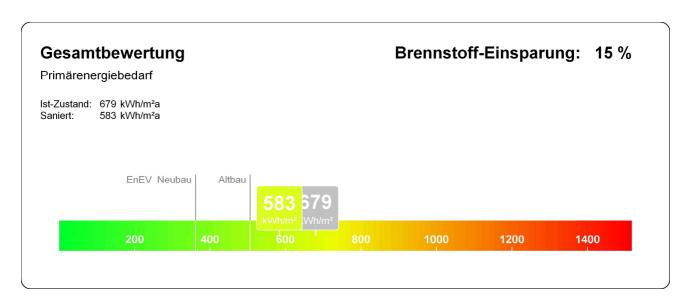
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 2017161 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 358088 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2 -Emissionen werden um 80067 kg/a kg CO_2 /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 **583 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 394.609 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 394.609 EUR

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

Einsparung	13.828 EUR/Jahr	414.840 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	251.135 EUR/Jahr	7.534.050 EUR
Brennstonkosten (ggr. inkl. sonstiger kosten)	 237.307 EUR/Jahr	 7.119.210 EUR
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	20.133 EUR/Jahr 217.174 EUR/Jahr	603.990 EUR 6.515.220 EUR
	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

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

5.6 Variante 4: Dachdämmung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

Dach / oberste Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035

Decke: Die vorhandenen Dachflächen werden mit Dämmstoff belegt und mit einer

Abdichtung obenseitig versehen. Dachüberstände werden bis über die

verlängerte Wanddämmschicht geführt.

U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

Тур	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV* in W/m²K
DA	FD - Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035	0,14	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 EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

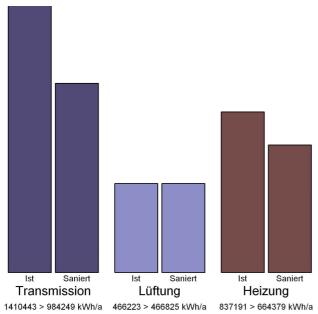
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

keine Maßnahme

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **23** %.

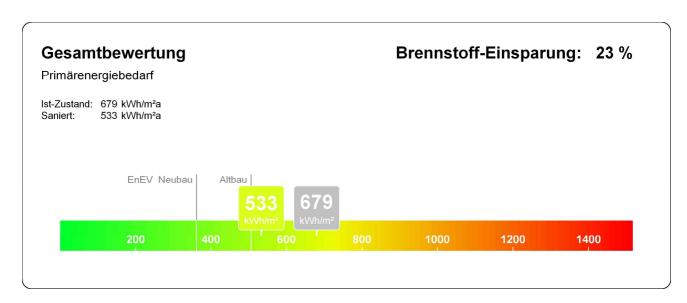
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 1827580 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 547669 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 122119 kg/a 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 **533 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten 358.186 EUR Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen 358.186 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	18.274 EUR/Jahr 199.402 EUR/Jahr	+	548.220 EUR 5.982.060 EUR
		217.676 EUR/Jahr		6.530.280 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		251.135 EUR/Jahr		7.534.050 EUR

Einsparung	33.459 EUR/Jahr	1.003.770 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

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

5.7 Variante 5: Lüftungsanlage der Turnhalle

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

keine Maßnahme

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

Einbau eines Wärmetauschers in die vorhandene Lüftungsanlage zur Wärmerückgewinnung.

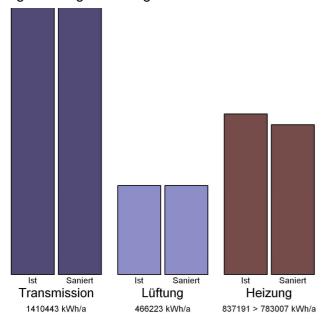
Lüftungsanlage der Turnhalle.

Die vorhandene Lüftungsanlage wird nachträglich mit einer Wärmerückgewinnung ausgerüstet. Dafür wird ein Wärmetauscher eingebaut, der die Wärmeenergie aus der Abluft zum großen Teil an die nachströmende Frischluft überträgt. Der genaue Aufwand dafür ist nicht bekannt, die Kostenschätzung ist hier nur als sehr grob zu betrachten.

Energieeinsparung - Variante 5 -

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

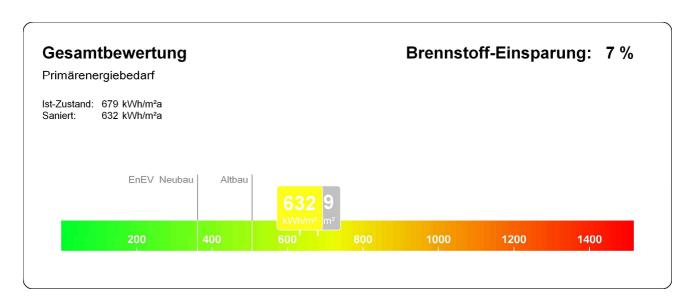
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 2200584 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 174665 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 39049 kg/a 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 **632 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 30.000 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 30.000 EUR

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 15,0 Jahren gemittelten jährlichen Kosten bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtkosten:

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	2.513 EUR/Jahr 164.984 EUR/Jahr 167.497 EUR/Jahr	+	37.695 EUR 2.474.760 EUR 2.512.455 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		176.633 EUR/Jahr		2.649.495 EUR
Einsparung		9.136 EUR/Jahr		137.040 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	15,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	3,00 3,50 5,00	%

5.8 Variante 6: Wände, Fenster, Dach

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 6 -

Außenwände: Massiven Wände der Turnhalle, der WC-Häuschen, der

Treppenhäuser und die Wände an der Stirnseite der Gebäude:

Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035 Diese massiven Wände werden durch das Anbringen eines

Wärmedämmverbundsystems gedämmt.

Die Wände im Brüstungsbereich unter den Fenstern werden in Leichtbauweise ausgeführt. Zwischen den Pfosten wird eine 16cm Dämmung (WLG 0,035)

eingebaut.

Die Wände im Kellergeschoss werden nicht gedämmt.

Dach / oberste Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035

Decke:

Fenster: Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9

Es werden alle Fenster ausgetauscht außer diejenigen, welche bereits eine

Wärmeschutzverglasung besitzen.

Neue Glaseingangstüren mit einer Dreifachverglasung, Uw=0,9

U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

Typ	Typ Bauteil		U _{max} EnEV*
тур	Dauteii	in W/m²K	in W/m²K
DA	FD - Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035	0,14	0,25
TA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	2,90
WA	AW - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Leichtbauweise mit 16 cm Dämmung, WLG 0,035	0,27	0,35
FA	EV - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	GB - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	ISO - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	Kuppel - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70

^{*)} Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m2K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m2K.

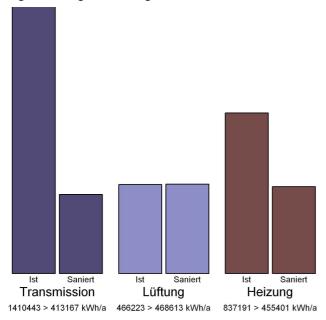
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 6 -

keine Maßnahme

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **51** %.

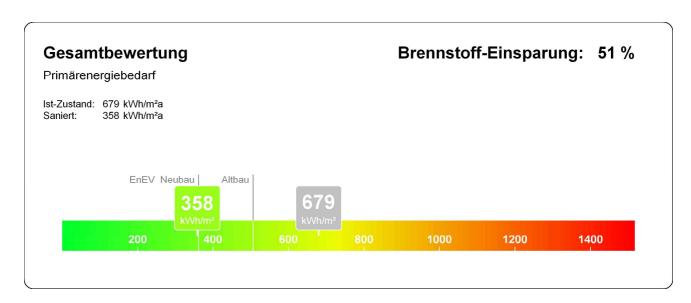
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 1175297 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1199952 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2 -Emissionen werden um 267060 kg/a kg CO_2 /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 **358 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten 1.377.800 EUR Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen 1.377.800 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	70.294 EUR/Jahr 138.097 EUR/Jahr 208.391 EUR/Jahr	+	2.108.820 EUR 4.142.910 EUR 6.251.730 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		251.135 EUR/Jahr		7.534.050 EUR

Einsparung	42.744 EUR/Jahr	1.282.320 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

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

5.9 Variante 7: Wände, Fenster, Dach und Heizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 7 -

Außenwände: Massiven Wände der Turnhalle, der WC-Häuschen, der

Treppenhäuser und die Wände an der Stirnseite der Gebäude:

Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035 Diese massiven Wände werden durch das Anbringen eines

Wärmedämmverbundsystems gedämmt.

Die Wände im Brüstungsbereich unter den Fenstern werden in Leichtbauweise ausgeführt. Zwischen den Pfosten wird eine 16cm Dämmung (WLG 0,035)

eingebaut.

Die Wände im Kellergeschoss werden nicht gedämmt.

Dach / oberste Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035

Decke:

Fenster: Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9

Es werden alle Fenster ausgetauscht außer diejenigen, welche bereits eine

Wärmeschutzverglasung besitzen.

Neue Glaseingangstüren mit einer Dreifachverglasung, Uw=0,9

U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

Typ	Typ Bauteil		U _{max} EnEV*
тур	Dauteii	in W/m²K	in W/m²K
DA	FD - Dämmstoff aufbringen, 24cm, WLG 0,035	0,14	0,25
TA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	2,90
WA	AW - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Anbringen einer Wärmedämmung, 16cm, WLG 0,035	0,19	0,35
WA	WA - Leichtbauweise mit 16 cm Dämmung, WLG 0,035	0,27	0,35
FA	EV - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	GB - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	ISO - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	Kuppel - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70
FA	TA - Neue Fenster mit Dreifachverglasung, Uw=0,9	0,90	1,70

Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m2K.

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 7 -

Heizung: Austauschen der beiden Heizkessel gegen zwei neue Brennwertkessel.

Austauschen der Pumpen gegen elektr, geregelte Pumpen.

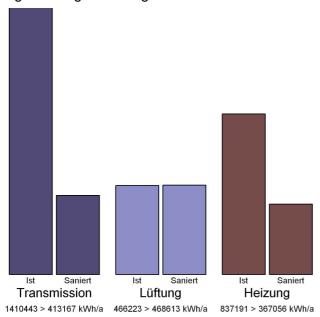
Durchführen eines hydraulischen Abgleichs.

Schornsteinsanierung

Energieeinsparung - Variante 7 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **54** %.

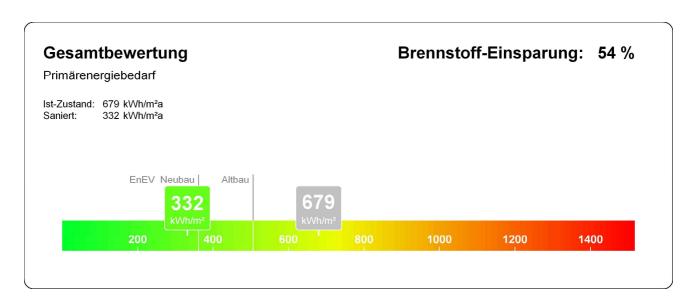
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2375249 kWh/Jahr reduziert sich auf 1086952 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1288297 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO_2 -Emissionen werden um 289376 kg/a kg CO_2 /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 332 kWh/m² pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 7 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten 1.437.800 EUR Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen 1.437.800 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+	76.647 EUR/Jahr 128.148 EUR/Jahr 204.795 EUR/Jahr	_+_	2.299.410 EUR 3.844.440 EUR 6.143.850 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		251.135 EUR/Jahr		7.534.050 EUR

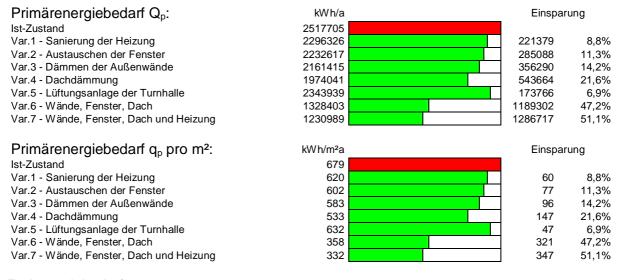
Einsparung	46.340 EUR/Jahr	1.390.200 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

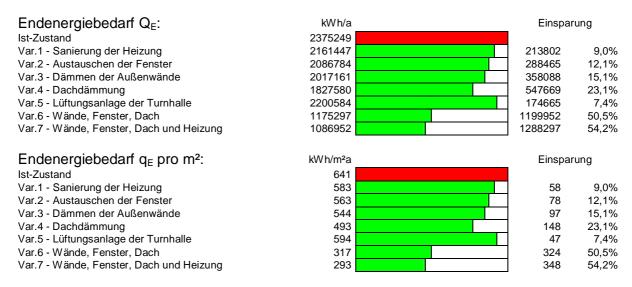
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	3,00 3,50 5,00	%

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf



Endenergiebedarf



Nutzenergiebedarf

Nutzenergiebedarf Q _b :	kWh/a 1538058	Eins	parung
Var.1 - Sanierung der Heizung	1538058	(0,0%
Var.2 - Austauschen der Fenster	1335135	202923	,
Var.3 - Dämmen der Außenwände	1287675	250383	,
Var.4 - Dachdämmung	1163201	374857	
Var.5 - Lüftungsanlage der Turnhalle	1417577	120481	7,8%
Var.6 - Wände, Fenster, Dach	719896	818162	53,2%
Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung	719896	818162	53,2%
Nutzenergiebedarf q _b pro m²:	kWh/m²a	Eins	parung
Ist-Zustand	415		
Var.1 - Sanierung der Heizung	415	C	0,0%
Var.2 - Austauschen der Fenster	360	55	13,2%
Var.3 - Dämmen der Außenwände	347	68	16,3%
Var.4 - Dachdämmung	314	101	24,4%
Var.5 - Lüftungsanlage der Turnhalle	383	33	7,8%
Var.6 - Wände, Fenster, Dach	194	221	53,2%
Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung	194	221	53,2%

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Qt:	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	837191		
Var.1 - Sanierung der Heizung	623389	213802	25,5%
Var.2 - Austauschen der Fenster	751649	85542	10,2%
Var.3 - Dämmen der Außenwände	729487	107704	12,9%
Var.4 - Dachdämmung	664379	172812	20,6%
Var.5 - Lüftungsanlage der Turnhalle	783007	54184	6,5%
Var.6 - Wände, Fenster, Dach	455401	381790	45,6%
Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung	367056	470135	56,2%
Anlagentechnische Verluste q _t pro m²:	kWh/m²a	Einspar	ung
Ist-Zustand	226		
Var.1 - Sanierung der Heizung	168	58	25,5%
Var.2 - Austauschen der Fenster	203	23	10,2%
Var.3 - Dämmen der Außenwände	197	29	12,9%
Var.4 - Dachdämmung	179	47	20,6%
Var.5 - Lüftungsanlage der Turnhalle	211	15	6,5%
Var.6 - Wände, Fenster, Dach	123	103	45,6%
Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung	99	127	56,2%

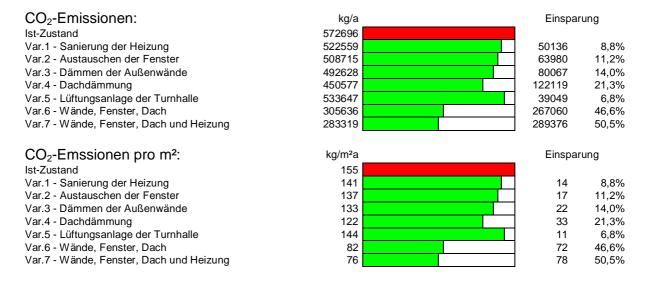
Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_P:

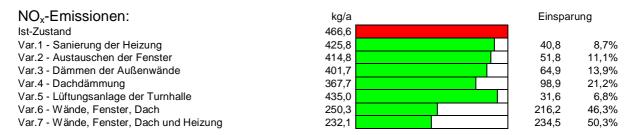


Schadstoff-Emissionen

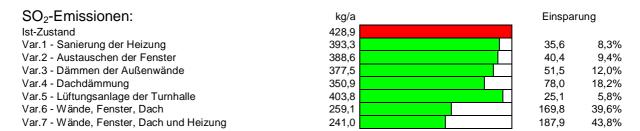
CO₂-Emissionen



NO_x-Emissionen



SO₂-Emissionen



Kosten / Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkosten



Brennstoff- und Betriebskosten

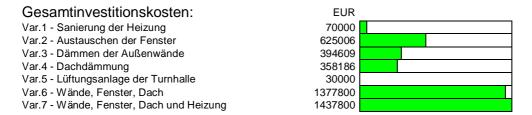


ELID

42744

46340

Gesamtinvestitionskosten



Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen

	LOIX	
Var.1 - Sanierung der Heizung	70000	
Var.2 - Austauschen der Fenster	625006	
Var.3 - Dämmen der Außenwände	394609	
Var.4 - Dachdämmung	358186	
Var.5 - Lüftungsanlage der Turnhalle	30000	
Var.6 - Wände, Fenster, Dach	1377800	
Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung	1437800	

Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

EUR	
141045	
-145440	
414840	
1003770	
137040	
1282320	
1390200	
EUR/a	
9403	
-4848	
13828	
33459	
9136	
	141045 -145440 414840 1003770 137040 1282320 1390200 EUR/a 9403 -4848 13828 33459

Var.6 - Wände, Fenster, Dach

Var.7 - Wände, Fenster, Dach und Heizung

7 Anhang

7.1 Erläuterung der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Zur Berechnung wird das anschauliche dynamische Berechnungsverfahren der Darstellung des annuitätischen, jährlichen Gewinns angewendet. Der jährliche Gewinn wird als Differenz aus den jährlichen Erlösen abzüglich der jährlichen Kosten ermittelt.

Die jährlichen Kosten einer Energieeffizienzmaßnahme betragen:

$$K = a * I + Z$$

K = annuitätische Kosten

a = Annuitätenfaktor

I = Mehrkosten der Maßnahme

Z = evtl. anfallende Zusatzkosten (z. Bsp. Wartung o. ä.)

Die jährlichen Erlöse (Energiekosteneinsparung):

$$E = P * (E_{ist} - E_{soll})$$

E = Annuitätische Erlöse

P = zukünftig mittlerer Preis

E_{ist} = jährlicher Energieverbrauch vor der Maßnahme

E_{soll} = jährlicher Energieverbrauch nach der Maßnahme

Die Maßnahme stellt sich dann als wirtschaftlich dar, wenn die jährlichen Erlöse größer sind als die jährlichen Kosten.

$$G = E - K = P * (E_{ist} - E_{soll}) - (a * I + Z)$$

G = annuitätischer jährlicher Gewinn

7.2 Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m³	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	m³	52,1	5,00	182
Strom	kWh	18,0	18,00	50

	Primär- e- nergie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	247	0,157	0,200
Strom	2,7	683	1,111	0,583

7.3 Übersicht der verwendeten Normen

Datum	Bezeichnung	
2007-07	Energieeinsparverordnung	g EnEV
2005-02	DIN 277 Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau
		Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
2003-06	DIN EN 832	- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
2003-07	DIN 4108 Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
2001-07	DIN 4108 Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
2004-07	DIN V 4108 Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutz Bemessungswerte
2006-03	DIN V 4108 Bbl 2	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
2003-10	DIN EN ISO 6946	- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
2006-12	DIN EN ISO 10077-1	- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
2000-07	DIN EN 12524	- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
1998-12	DIN EN ISO 13370	- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
1999-10	DIN EN ISO 13789	Wärmeübertragung über das Erdreich - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
		Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient
2007-02	DIN V 18599 Teil 1	 Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
2007-02	DIN V 18599 Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
2007-02	DIN V 18599 Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
2007-02	DIN V 18599 Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
2007-02	DIN V 18599 Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
2007-02	DIN V 18599 Teil 6	- Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau
2007-02	DIN V 18599 Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
2007-02	DIN V 18599 Teil 8	- Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
2007-02	DIN V 18599 Teil 9	- End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
2007-02	DIN V 18599 Teil 10	- Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten