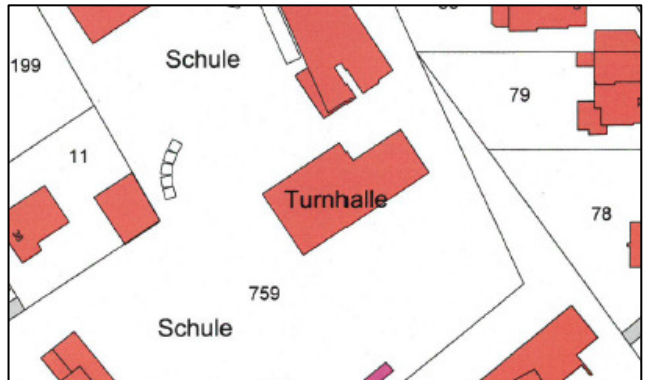
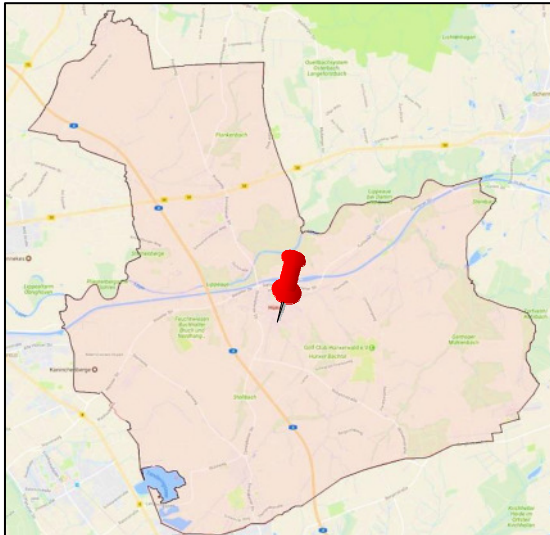


# Gebäudebewertung

## Turnhalle Hünxe

Standort/ Lageplan/ Grundriss



### Turnhalle Hünxe

In den Elsen 34  
46569 Hünxe

Gebäude ID: 180

Projekt: Klimaschutzteilkonzept Liegenschaften

Auftraggeber: Gemeinde Hünxe  
Dorstener Str. 24  
46569 Hünxe

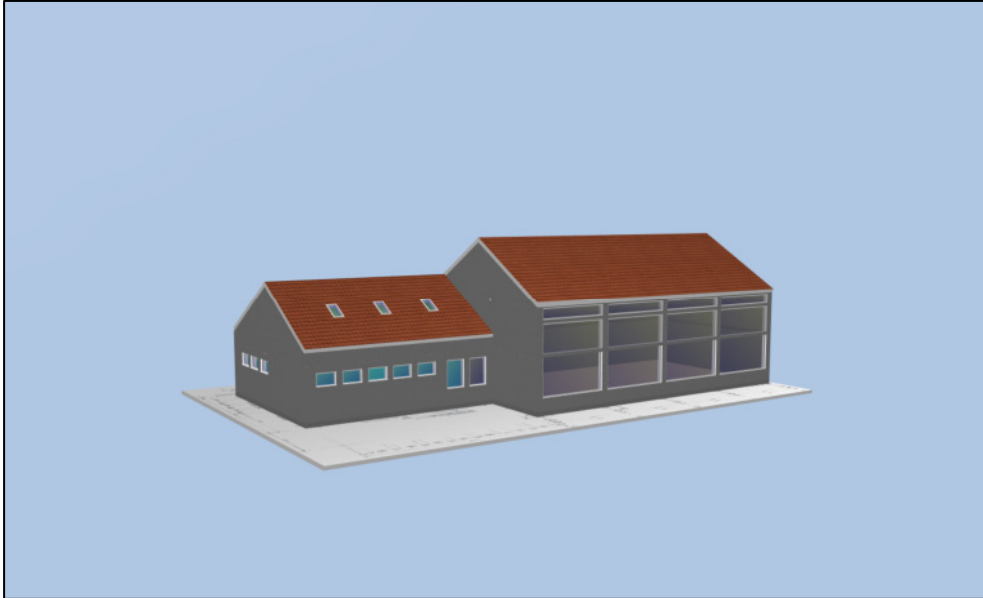
Erstellt von: GELSENWASSER AG  
Willy-Brandt-Allee 26  
45891 Gelsenkirchen

Berichtersteller: Markus Kramp

Erstellt am: 20. April 2017

## Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: Turnhalle Hünxe  
In den Elsen 34  
46569 Hünxe



### Beschreibung:

Gebäudetyp: Nichtwohngebäude  
Baujahr: 1959

Die Turnhalle Hünxe wurde im Jahr 1959 errichtet und gehört zum Schulkomplex der Gesamtschule In den Elsen.

Die Beheizung des Gebäudes erfolgt aus der Heizzentrale der Gesamtschule und über erd-verlegte Nahwärmeleitungen.

Ein großer Anteil der Fassade besteht aus Glasbausteinen.

Bereits im Jahr 2014 wurde ein Großteil der Fenster gegen neue Kunststoffenster mit Isolierverglasung ausgetauscht. Die Fenster des Lichtbandes oberhalb der Glasbausteine stammen noch aus dem Errichtungsjahr 1959.

Das Dach und die obere Geschossdecke der Turnhalle sind nicht wärmegeklämt.

**Beheiztes Volumen  $V_e$ :** 2.330 m<sup>3</sup>

Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

**Wärme übertragende Hüllfläche:** 1.297 m<sup>2</sup>

**Nutzfläche  $A_N$ :** 564 m<sup>2</sup>

**Nutzfläche  $A_N$  nach EnEV:** 746 m<sup>2</sup>

Die Bezugsfläche  $A_N$  in m<sup>2</sup> wird aus dem Volumen des Gebäudes nach EnEV mit einem Faktor von 0,32 ermittelt. Dadurch unterscheidet sich die Bezugsfläche im Allgemeinen von der tatsächlichen Wohnfläche.

### **Lüftung:**

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Es ist weiterhin eine Lüftungsanlage für die Turnhalle vorhanden. Durch diese Anlage wird über ein Heizregister die Halle beheizt.

Hierzu ist im Gebäude ist eine RLT-Anlage installiert.

Typ: Alko-therm  
 Heizleistung: 39 kW  
 Volumenstrom: 4.800 m<sup>3</sup>/h  
 Baujahr: 2000

Die Lüftungsanlage verfügt über keine Wärmerückgewinnung, was im Normalfall aus energetischer Sicht sehr ungünstig ist. Die vorhandene Anlage wird jedoch nur im reinen Umluftbetrieb gefahren, sodass hier keine weiteren Wärmeverluste durch den Betrieb der Lüftungsanlage entstehen.

### **Nutzerverhalten:**

Für die Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten zugrunde gelegt:

mittlere Innentemperatur: 19,0 °C,  
 Luftwechselrate: 0,70 h<sup>-1</sup>,  
 interne Wärmegewinne: 30.380 kWh pro Jahr,  
 Warmwasser-Wärmebedarf: 9.319 kWh pro Jahr.

### **Derzeitige Gebäudenutzung:**

Nutzung durch: Schüler, Sportvereine  
 Belegung (Anzahl Personen): unterschiedlich  
 Nutzungszeiten: 8.00-22.30 Uhr, Mo.-Fr.

Das Gebäude wird durch Schulklassen für die Durchführung des Schulsports und durch Vereine zur Ausübung verschiedenster Sportarten genutzt.

Es erfolgt weiterhin eine unregelmäßige Nutzung der Räumlichkeiten für verschiedene Veranstaltungen.

### Verbrauchsangaben:

Der Berechnung dieses Berichts wurden das EnEV-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.

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	160.961 kWh	Wird nicht sep. gemessen

### Nutzung der Dachflächen:

Aktuell werden die Dachflächen der Turnhalle nicht für die Installation einer PV-Anlage genutzt.

Aufgrund der Süd-Ausrichtung und der Dachneigung des Satteldaches ist das Gebäude jedoch grundsätzlich für die Installation von PV-Modulen nutzbar.

Da jedoch die entsprechende Dachfläche durch vorhandene Dachflächenfenster und anderer Dachaufbauten nur eingeschränkt nutzbar ist, und zudem noch große Teile dieser Fläche im Tagesverlauf im Verschattungsbereich vom benachbarten Baumbestand liegt, kann keine Empfehlung für die Installation von PV-Modulen ausgesprochen werden.

Es ist keine Fassaden-und Dachbegrünung vorhanden.

### Barrierefreiheit:

#### Barrierefreiheit:

Erdgeschoss:           Barrierefrei  
Obergeschoss:       Nicht Barrierefrei; kein Aufzug vorhanden

### Gebäudeleittechnik:

Es ist keine Gebäudeleittechnik vorhanden. Es wird wegen der geringen regelungstechnischen Anforderungen kein Einbau von GLT empfohlen.

# Ist-Zustand des Gebäudes

## Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV 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 <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
X	DA	Dach 002-1	68,04	1,30	0,24	0,14
X	DA	Dach 003-1	71,23	1,30	0,24	0,14
X	DA	Dach 004-1	73,66	1,30	0,24	0,14
X	OG	Decke DG1 002-2	191,59	2,10	0,24	0,14
X	OG	Decke DG1 002-3	25,97	2,10	0,24	0,14
	TA	AT 001	2,50	1,60	1,8	1,3
	TA	AT 002	2,50	1,60	1,8	1,3
	TA	AT 003	1,88	1,30	1,8	1,3
	TA	AT 004	1,88	1,30	1,8	1,3
X	TA	AT 005	3,64	4,00	1,8	1,3
X	WA	AW 001	32,97	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 001-2	11,36	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 002	27,76	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 002-2	22,85	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 002-3	26,45	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 003	13,89	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 003-2	18,40	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 004	29,28	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 005	13,10	2,02	0,24	0,20
	WA	AW 006	18,20	0,24	0,24	0,20
X	WA	AW 007	28,71	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 007-2	9,97	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 008	16,76	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 009	12,25	2,02	0,24	0,20
	WA	AW 010	10,12	0,24	0,24	0,20
X	WA	AW 016	9,24	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 017	25,73	2,02	0,24	0,20
X	WA	AW 018	9,24	2,02	0,24	0,20
X	FA	DF 001	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 002	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 003	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 004	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 005	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 006	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 007	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	DF 008	0,81	2,80	1,4	0,95
X	FA	F 001- Glasbausteine	9,93	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 002- Glasbausteine	6,97	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 003	3,17	2,90	1,3	0,95
X	FA	F 004- Glasbausteine	9,93	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 005- Glasbausteine	9,93	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 006- Glasbausteine	6,97	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 007- Glasbausteine	9,93	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 008- Glasbausteine	6,97	3,50	1,3	0,95

X	FA	F 009- Glasbausteine	6,97	3,50	1,3	0,95
X	FA	F 010	3,17	2,90	1,3	0,95
X	FA	F 011	3,17	2,90	1,3	0,95
X	FA	F 012	3,17	2,90	1,3	0,95
X	FA	F 013	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 014	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 015	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 016	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 017	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 018	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 019	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 020	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 021	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 022	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 023	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 024	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 025	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 026	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 027	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 028	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 029	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 030	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 031	1,89	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 032	1,89	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 033	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 034	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 035	0,86	1,60	1,3	0,95
X	FA	F 036	0,86	2,90	1,3	0,95
	BA	Decke EG-6	0,55	0,24	0,24	0,20
X	BE	Boden EG-1	191,59	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-2	50,66	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-3	76,34	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-4	42,73	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-5	46,30	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 EnEV 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.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von **70 kW**.

## **Anlagentechnik**

### **Heizung:**

Die Wärmeversorgung der Turnhalle erfolgt aus der Heizzentrale der Gesamtschule. Die Wärmeerzeugungsanlage befindet sich dort im Kellergeschoss des Gebäudetrakt „D“ und besteht aus zwei gasbefeuelten Gas-Brennwertkesseln.

Die Übertragung der Wärmeenergie erfolgt über erdverlegte Nahwärmeleitungen. Die Einspeisung der Wärme in der Turnhalle erfolgt in einem Anschlussraum, indem sich auch die Verteileranlage für die Heizungstechnik befindet.

### **Warmwasser:**

Zentrale Warmwasserbereitung über Speicher-Wassererwärmer

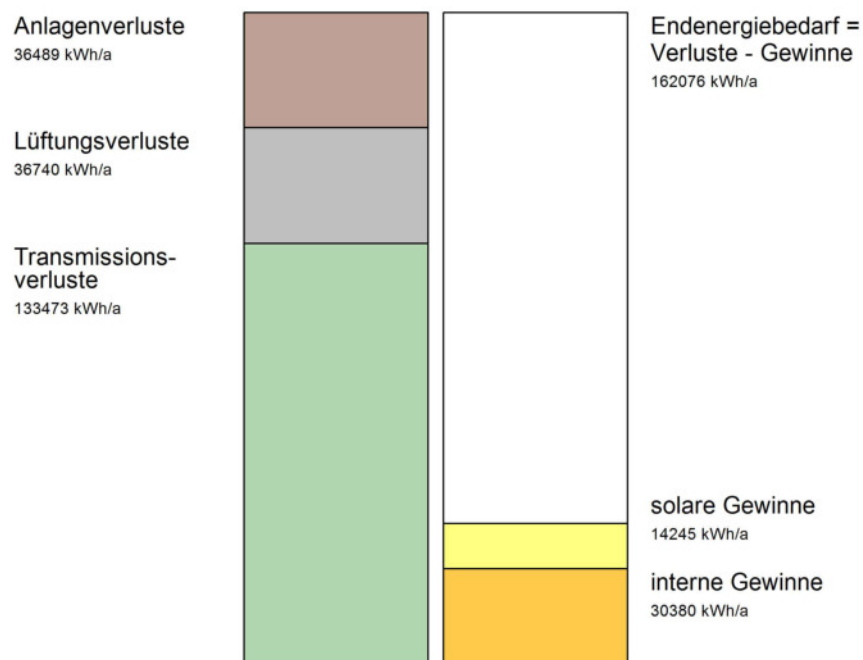
Fabrikat:	Viessmann
Typ:	Vitocell 300-V
Inhalt:	500 Liter
Baujahr:	2011

Hinweis: Contracting

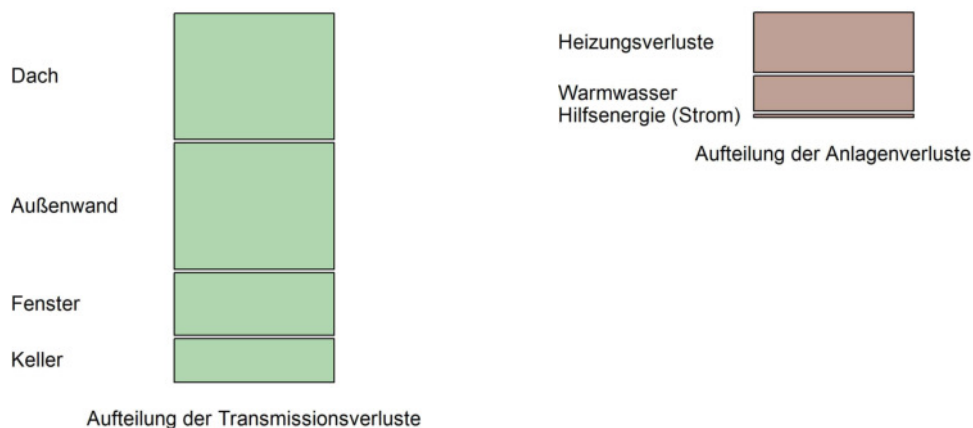
## Energiebilanz

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

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



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





## Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 283 kWh/m<sup>2</sup>a.

### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 283 kWh/m<sup>2</sup>a



### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 168 kWh/m<sup>2</sup>a



### Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 102 kWh/m<sup>2</sup>a



### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 89 kg/m<sup>2</sup>a



# Sanierung des Gebäudes

## Variante 1 : Energetische Sanierung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

**Dach / oberste Decke:** Dämmung der oberen Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum oberhalb der Turnhalle  
Aufbringung einer zusätzlichen Wärmedämmung von 16cm auf den Fußboden des Dachgeschosses, begehbare Ausführung

**Fenster:** Austausch der Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS  
Entfernen der Glasbausteine und Zumauern der entstehenden Öffnungen durch Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem, 16cm

Austausch des alten Lichtbandes (Metall-Rahmen-Fenster aus dem Jahr 1959) der Turnhalle gegen Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, neuer U-Wert 1,3

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
OG	Decke DG1 002-2 - Wärmedämmung von oben, begehbar, 16cm	191,59	0,22	0,24	0,14
OG	Decke DG1 002-3 - Wärmedämmung von oben, begehbar, 16cm	25,97	0,22	0,24	0,14
FA	F 001 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 003 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 010 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 011 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 012 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 036 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	0,86	1,30	1,3	0,95

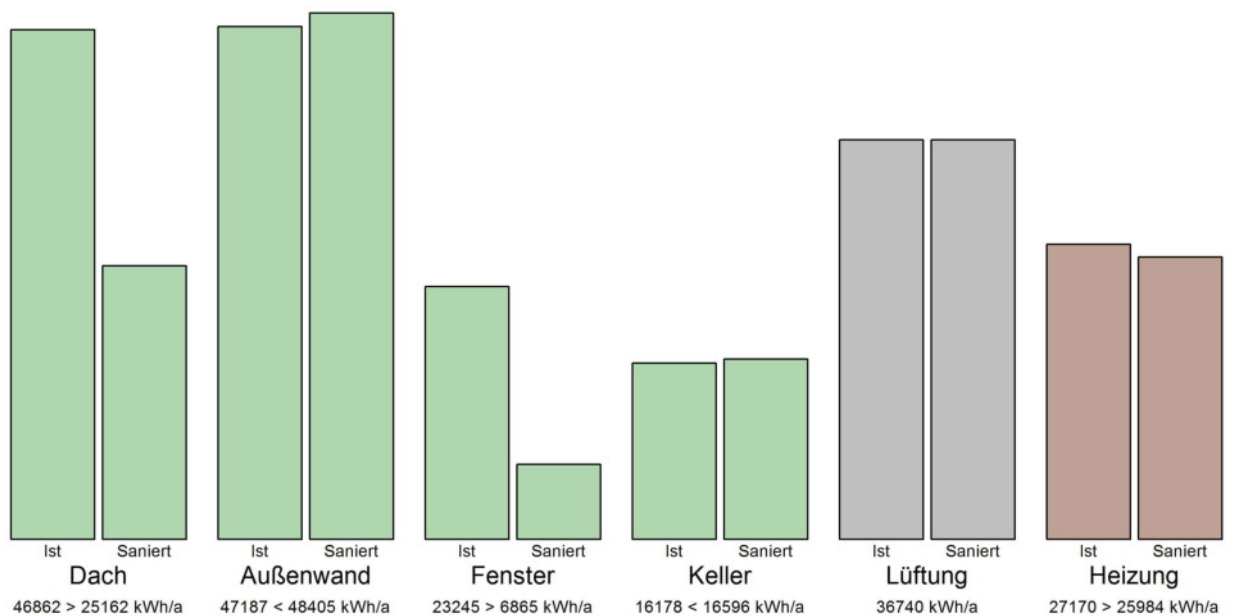
**Ergebnis neue Heizlast:**

Für das Gebäude ergibt sich eine neue abgeschätzte Heizlast von **53 kW**.

**Energieeinsparung - Variante 1 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **22 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 162.076 kWh/Jahr reduziert sich auf 126.561 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 35.515 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

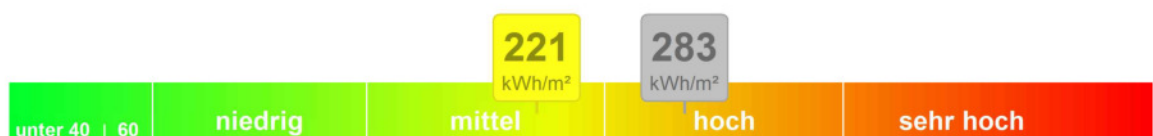
Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 14.462 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **221 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

**Gesamtbewertung****Brennstoff-Einsparung: 22 %**

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 283 kWh/m<sup>2</sup>a  
 Saniert: 221 kWh/m<sup>2</sup>a



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	35.399 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>35.399 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.581 EUR/Jahr	47.430 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 8.311 EUR/Jahr	+ 249.330 EUR
	9.892 EUR/Jahr	296.760 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.521 EUR/Jahr	315.630 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>629 EUR/Jahr</b>	<b>18.870 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt **22** Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.843 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.196 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	2,00 %
Interner Zinsfuß	4,35 %

## Variante 2 : Dämmung obere Geschossdecke Turnhalle

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

**Dach / oberste Decke:** Dämmung der oberen Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum oberhalb der Turnhalle  
Aufbringung einer zusätzlichen Wärmedämmung von 16cm auf den Fußboden des Dachgeschosses, begehbare Ausführung

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
OG	Decke DG1 002-2 - Wärmedämmung von oben, begehbar, 16cm	191,59	0,22	0,24	0,14
OG	Decke DG1 002-3 - Wärmedämmung von oben, begehbar, 16cm	25,97	0,22	0,24	0,14

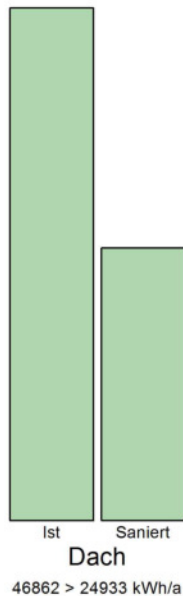
#### Ergebnis neue Heizlast:

Für das Gebäude ergibt sich eine neue abgeschätzte Heizlast von **60 kW**.

## 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 sanierten Bauteile zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 162.076 kWh/Jahr reduziert sich auf 142.461 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 19.615 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 7.987 kg CO<sub>2</sub>/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 **249 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

### Gesamtbewertung

**Brennstoff-Einsparung: 12 %**

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 283 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 249 kWh/m<sup>2</sup>a



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	6.657 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>6.657 EUR</b>
--	----------	------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	297 EUR/Jahr	8.910 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 9.302 EUR/Jahr	+ 279.060 EUR
	9.599 EUR/Jahr	287.970 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.521 EUR/Jahr	315.630 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>922 EUR/Jahr</b>	<b>27.660 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt **8 Jahre**.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.843 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.934 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	2,00 %
Interner Zinsfuß	15,60 %

## Variante 3 : Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

**Fenster:** Austausch der Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS  
Entfernen der Glasbausteine und Zumauern der entstehenden Öffnungen durch Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem, 16cm

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
FA	F 001 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 003	3,17	2,90	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	9,93	0,24	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	6,97	0,24	1,3	0,95

#### Ergebnis neue Heizlast:

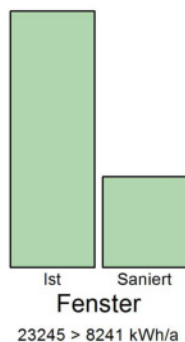
Für das Gebäude ergibt sich eine neue abgeschätzte Heizlast von **64 kW**.



## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **8 %**.

Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die sanierten Bauteile zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 162.076 kWh/Jahr reduziert sich auf 148.890 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 13.187 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 5.369 kg CO<sub>2</sub>/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 **260 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

### Gesamtbewertung

**Brennstoff-Einsparung: 8 %**

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 283 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 260 kWh/m<sup>2</sup>a



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	23.666 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>23.666 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.057 EUR/Jahr	31.710 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 9.702 EUR/Jahr	+ 291.060 EUR
	10.759 EUR/Jahr	322.770 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.521 EUR/Jahr	315.630 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>-238 EUR/Jahr</b>	<b>-7.140 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.843 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.232 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	2,00 %
Interner Zinsfuß	0,39 %

## Variante 4 : Austausch Fenster/Oberlichter Turnhalle

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

**Fenster:** Austausch des alten Lichtbandes (Metall-Rahmen-Fenster aus dem Jahr 1959) der Turnhalle gegen Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, neuer U-Wert 1,3

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
FA	F 003 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 010 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 011 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 012 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	3,17	1,30	1,3	0,95
FA	F 036 - 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,3/0,8	0,86	1,30	1,3	0,95

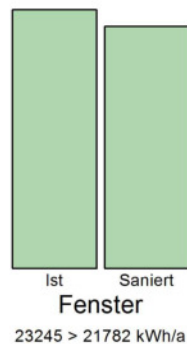
#### Ergebnis neue Heizlast:

Für das Gebäude ergibt sich eine neue abgeschätzte Heizlast von **70 kW**.

## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **0 %**.

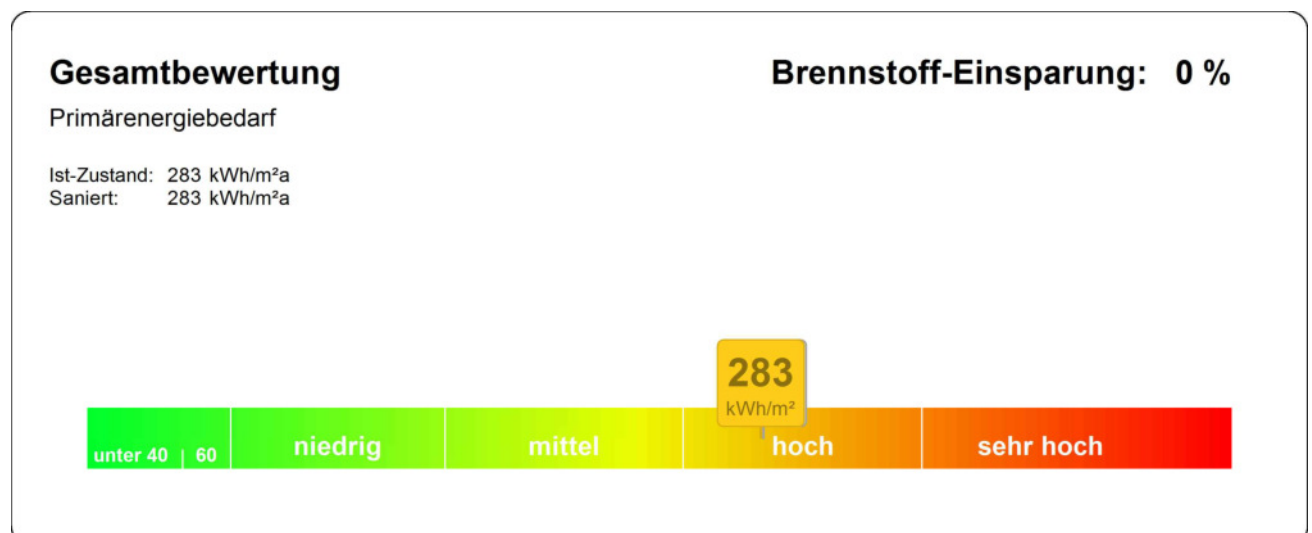
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die sanierten Bauteile zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 162.076 kWh/Jahr reduziert sich auf 161.589 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 487 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 198 kg CO<sub>2</sub>/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 **283 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	5.076 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>5.076 EUR</b>
--	----------	------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	227 EUR/Jahr	6.810 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 10.492 EUR/Jahr	+ 314.760 EUR
	10.719 EUR/Jahr	321.570 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	10.521 EUR/Jahr	315.630 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>-198 EUR/Jahr</b>	<b>-5.940 EUR</b>

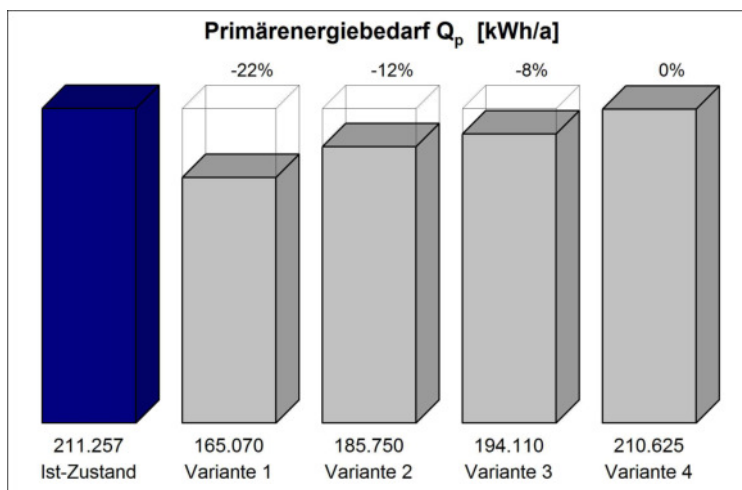
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.843 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.821 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	2,00 %
Interner Zinsfuß	- %

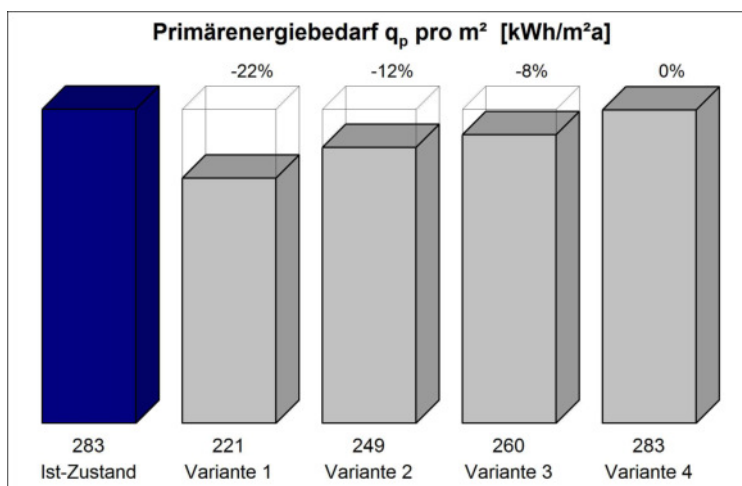
## Zusammenfassung der Ergebnisse

### Primärenergiebedarf

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

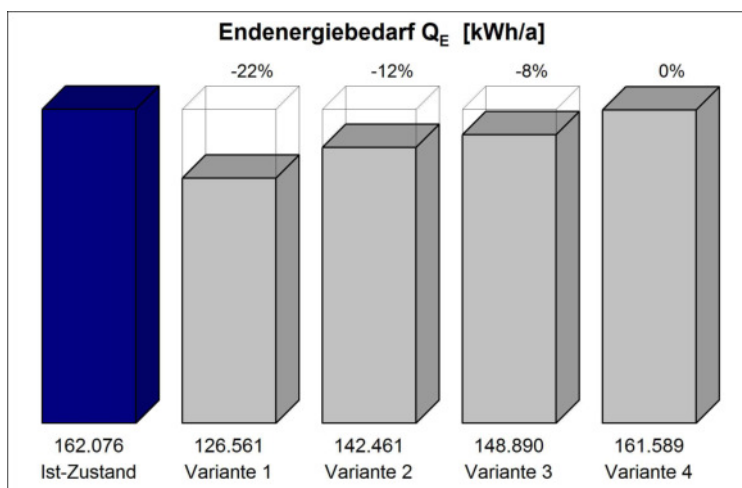


Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

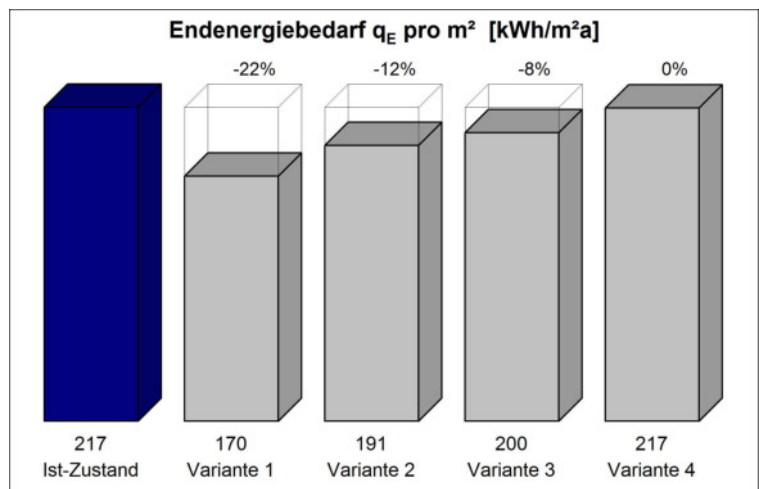


### Endenergiebedarf

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

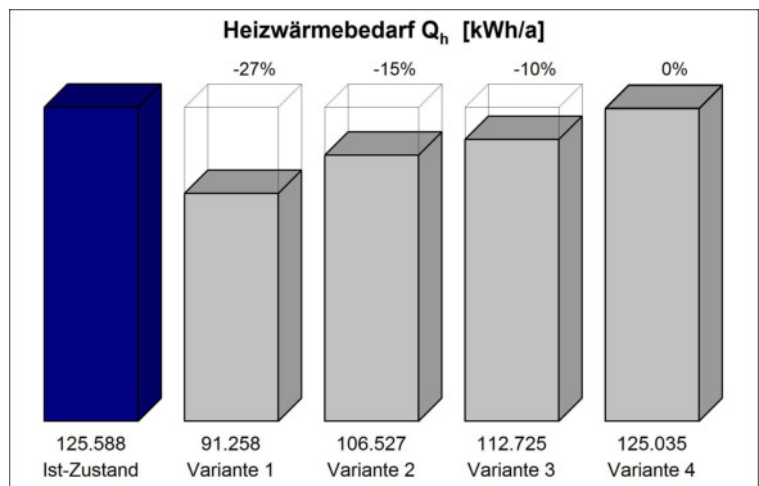


Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

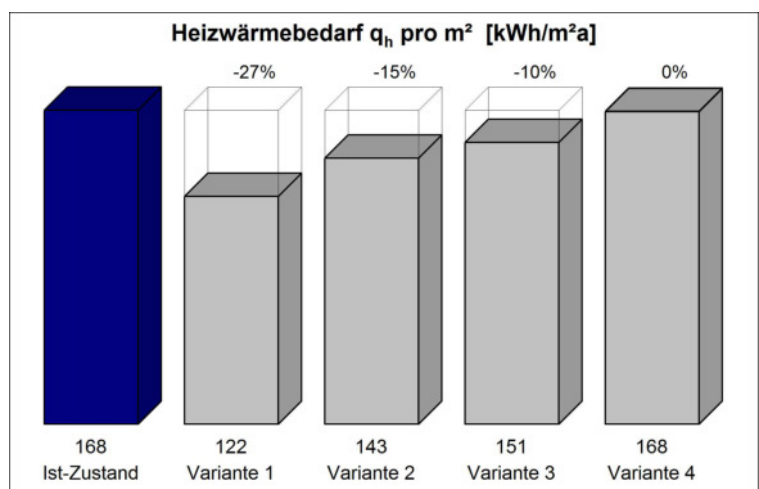


## Heizwärmebedarf

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

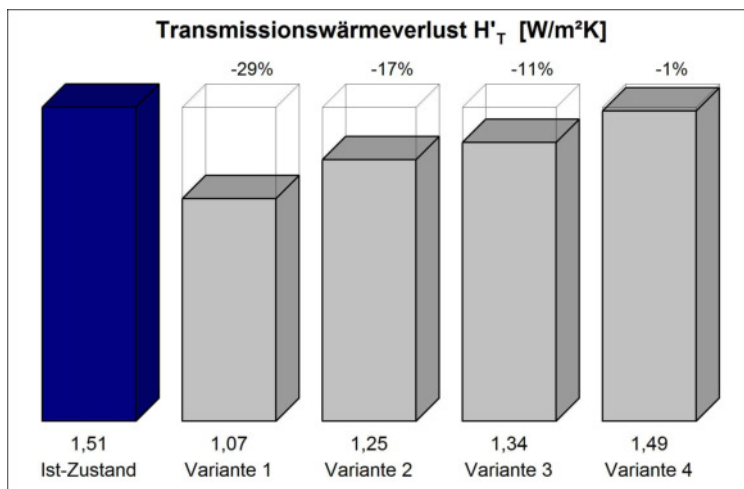


Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



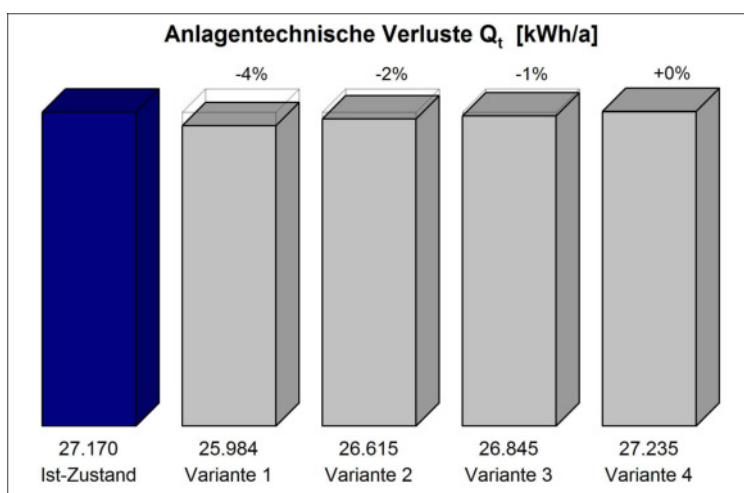
## Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'_T$

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

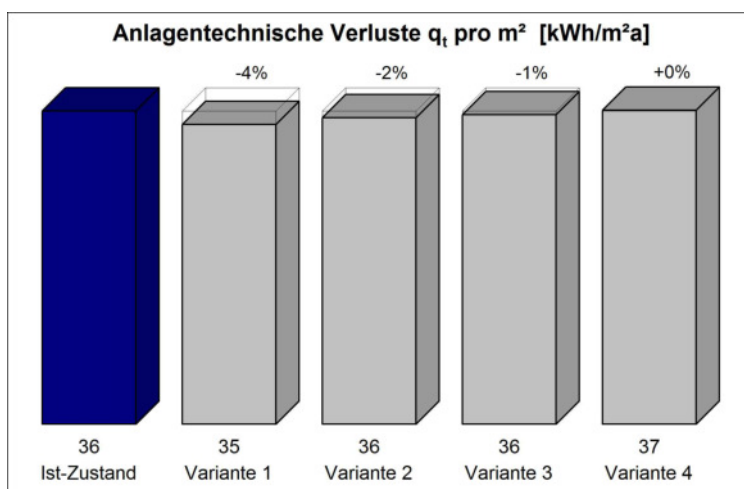


## Anlagentechnische Verluste

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



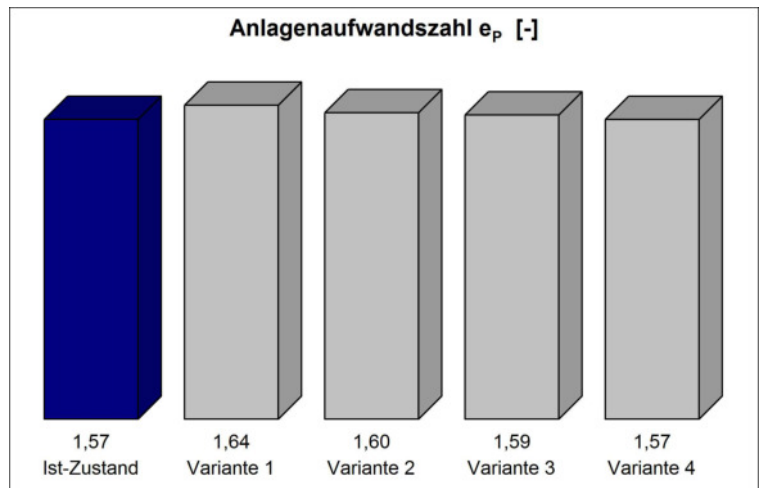
Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH





## Anlagenaufwandszahl

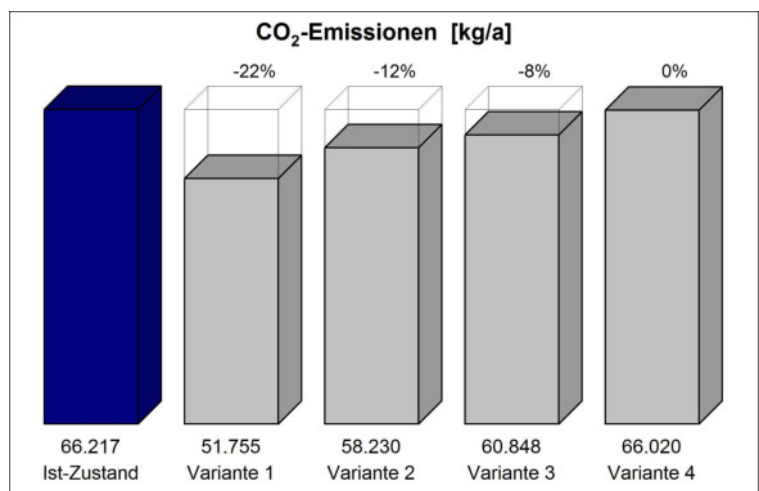
Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



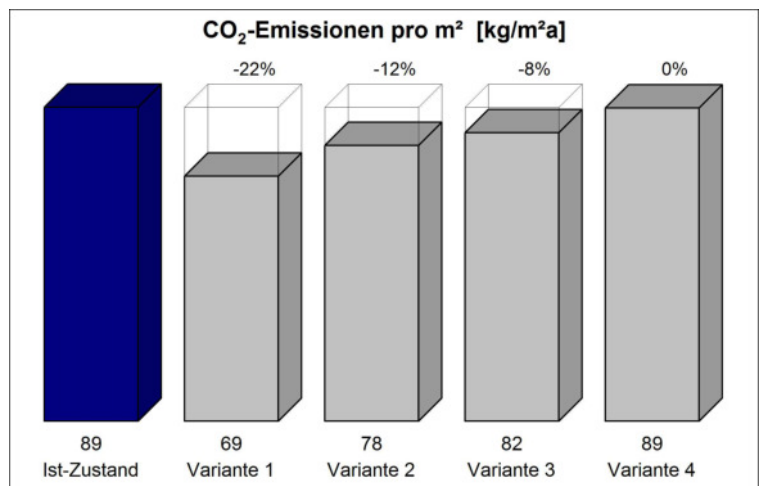
## Schadstoff-Emissionen

### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

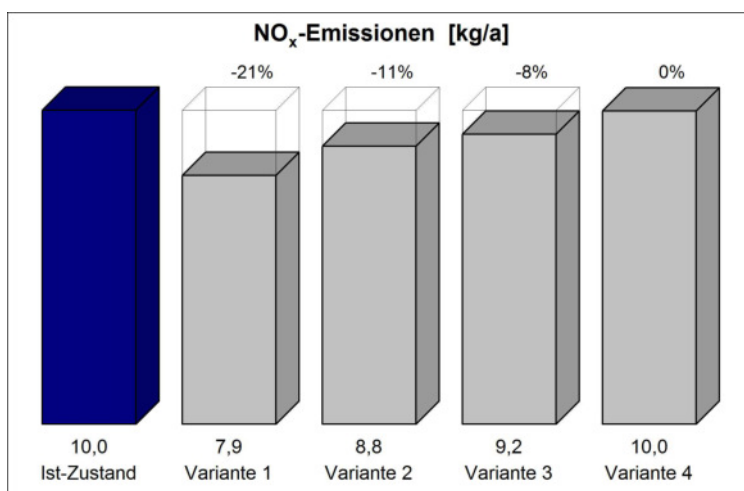


Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



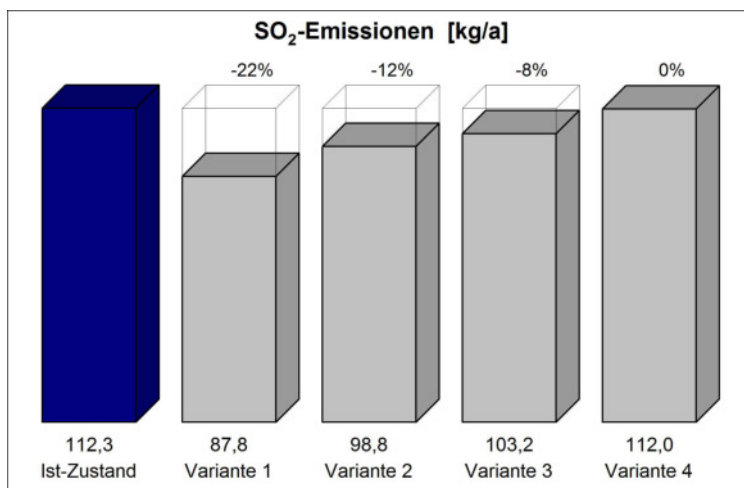
## NO<sub>x</sub>-Emissionen

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



## SO<sub>2</sub>-Emissionen

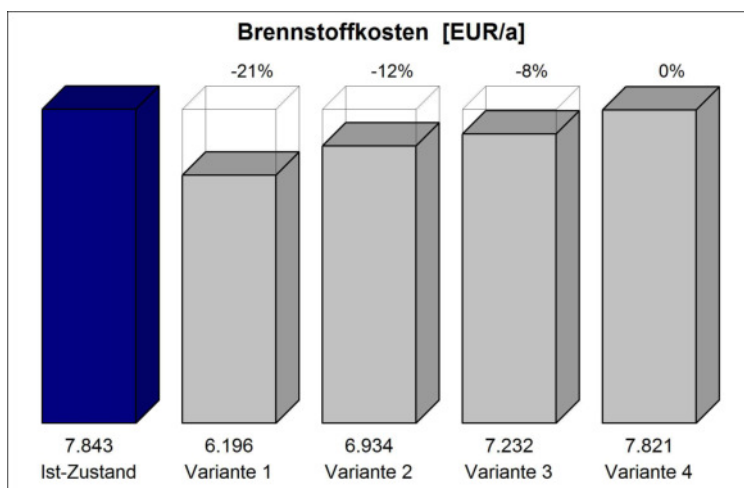
Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



## Kosten / Wirtschaftlichkeit

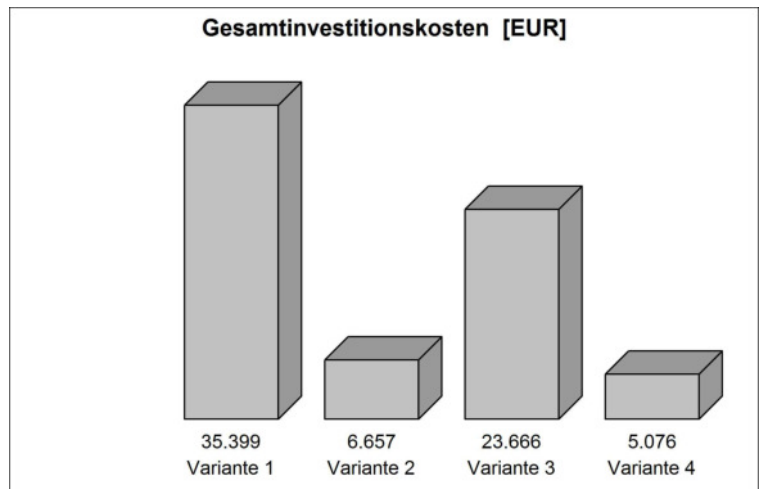
### Brennstoffkosten

Ist-Zustand  
 Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



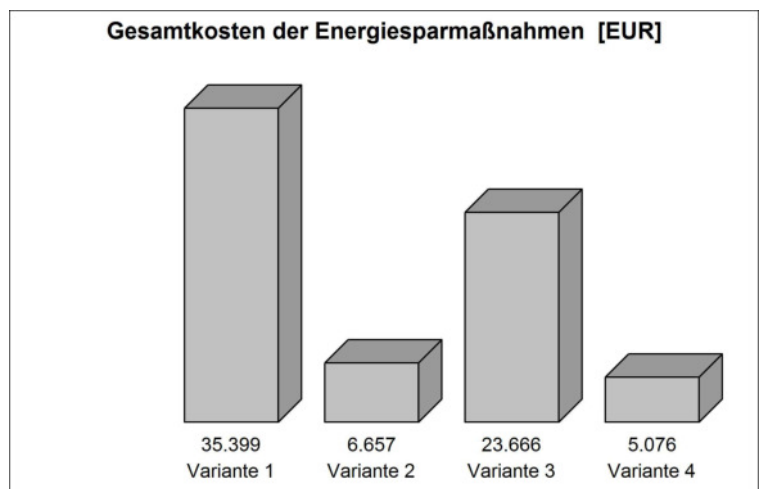
## Gesamtinvestitionskosten

Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



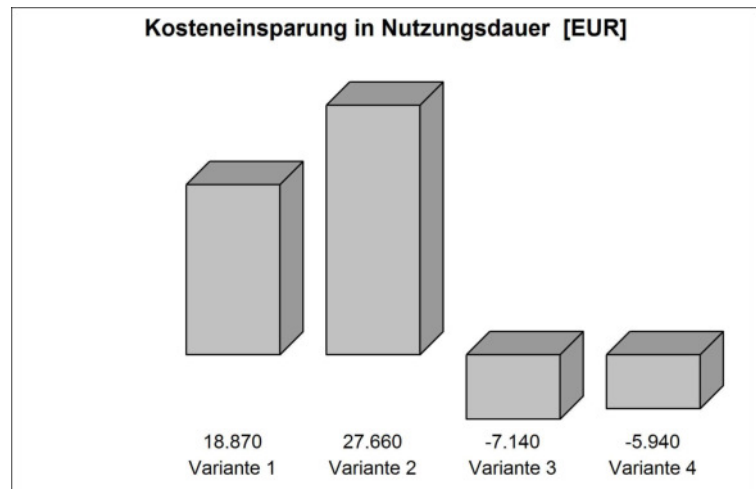
## Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen

Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH

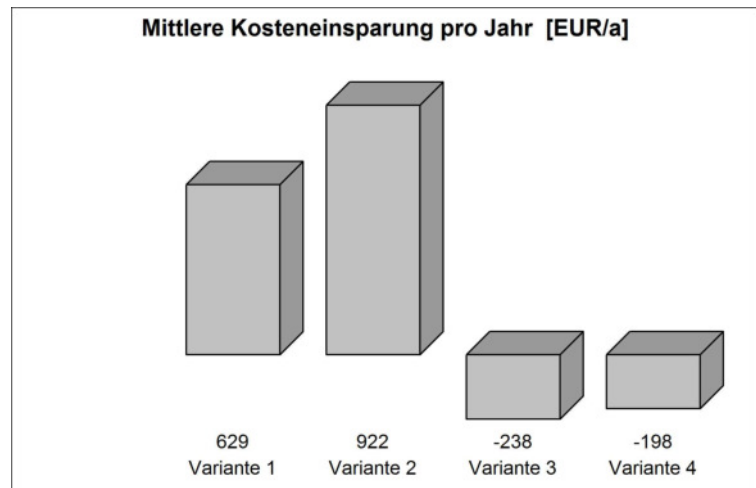


## Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



Var.1 - Energetische Sanierung  
 Var.2 - Dämmung obere Geschossdecke  
 Turnhalle  
 Var.3 - Austausch Glasbausteine gegen Mauer  
 Var.4 - Austausch Fenster/Oberlichter TH



## Weitere Schwachstellen/Empfehlungen:

Derzeit erfolgt für die Liegenschaft keine separate Erfassung der verbrauchten Heizwärme.

Um zukünftig den Wärmebedarf für die Turnhalle explizit zuordnen zu können, wird die Installation eines Wärmemengenzählers im Heizungsübergaberaum empfohlen. Anhand dieser Untermessung können zukünftige energetische Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit geprüft werden.

## Maßnahmenkatalog/ Umsetzungsempfehlungen:

Für das Gebäude kommen energetisch verbessernde Maßnahmen in Frage.

Eine Dämmung der oberen Geschossdecke oberhalb der Turnhalle ist aus energetischer Sicht sinnvoll. Ein Austausch der Glasbausteine und der alten Metall-Rahmen-Fenster des Lichtbandes ist mit den angenommenen Investitionskosten nicht wirtschaftlich.

Wir empfehlen für den Sanierungsfahrplan die Maßnahmenkombinationen in der folgenden Reihenfolge auszuführen:

Nr.	Maßnahme	Umsetzungs- zeitraum	Einsparung/ Jahr		Investitions- kosten [€ <sub>brutto</sub> ]	Amortisations- zeit [Jahre]
			[kWh]	[kg CO <sub>2</sub> ]		
1	Dämmung obere Geschossdecke Turnhalle	Mittelfristig	19.615	7.987	6.657	8
2	Austausch Glasbausteine gegen Mauerwerk mit WDVS	Mittelfristig	13.187	5.369	23.666	-
3	Austausch Fenster/Oberlichter Turnhalle	Mittelfristig	487	198	5.076	-

## Bilddokumentation des Gebäudes



Bild 1: Gebäudefront/ Süd Ansicht



Bild 2: Nord Ansicht





Bild 3: Nord-Ost Ansicht



Bild 4: Süd-West Ansicht



Bild 5: Luftbild



Bild 6: Verteileranlage Heizungseinspeisung





Bild 7: Verteileranlage Heizungseinspeisung mit Umwälzpumpen



Bild 8: Lüftungsanlage Hallenbeheizung



Bild 9: Warmwasserbereiter



Bild 10: Heizkörper im Umkleidebereich





Bild 11: Tür Eingangsbereich



Bild 12: Turnhalle Innen



Bild 13: Glasbausteine und Lichtband in der Turnhalle



Bild 14: Schwachstelle: altes Holzrahmen-Fenster





Bild 15: Schwachstelle: alte Türanlage Gerätetrakt

## Anhang - Brennstoffdaten

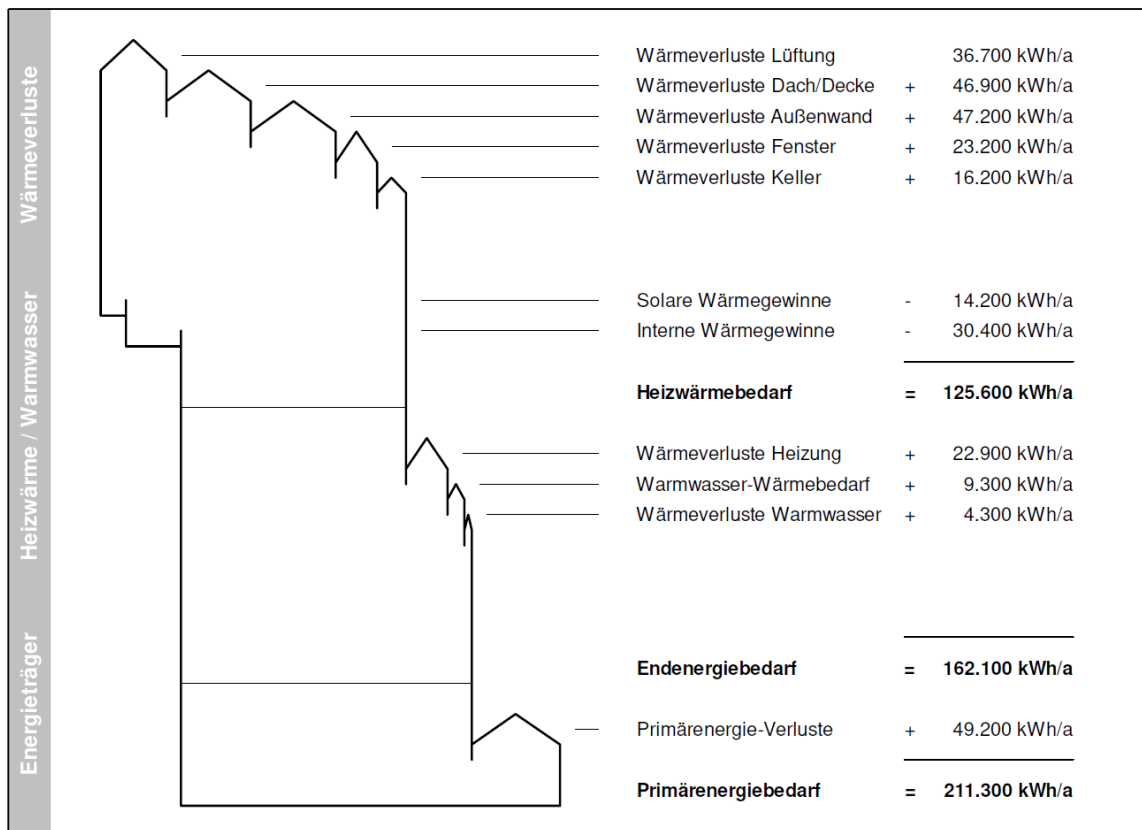
	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	1,00		

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

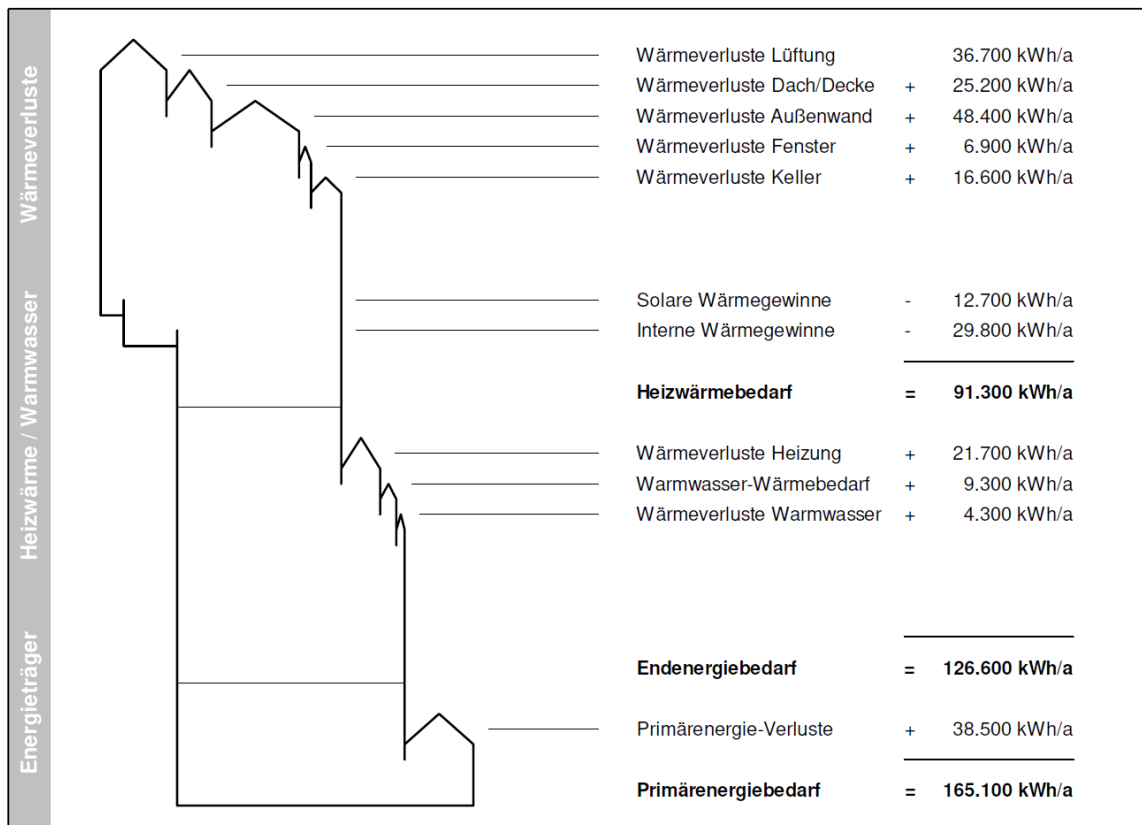
	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	23,0	22,99	120
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	4,6	4,62	

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	1,8	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	1,3	407	0,690	0,058

## Energiebilanz - Ist-Zustand



## Energiebilanz - Energetische Sanierung



## Variante 1 – Energetische Sanierung

