

## Energieberatungsbericht

Förder und Realschule Bad Tölz  
Am Bahnhofplatz  
Bad Tölz

April 2009



# Inhaltsverzeichnis

Ist-Zustand des Gebäudes .....	4
Gebäudehülle.....	4
Energiebilanz .....	5
Bewertung des Gebäudes.....	6
Variante 1 : Sanierung Gebäudehülle.....	7
Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 – .....	7
<b>U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand</b> .....	8
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 - .....	9
Energieeinsparung - Variante 1 - .....	9
Variante 2 : Anlagentechnik.....	11
Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 - .....	11
<b>U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand</b> .....	11
Wärmerückgewinnung eingesetzt .....	13
Energieeinsparung - Variante 2 - .....	14
Zusammenfassung der Ergebnisse .....	15
Anhang - Brennstoffdaten.....	17
Anhang - Fotos .....	17

# Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt:	Förder und Realschule Bahnhofsplatz , Bad Tölz
Beschreibung:	Das Gebäude wurde 1972 erstellt und wurde bereits wärmetechnisch teilsaniert. Die Heizkessel wurden 2009 erneuert
Gebäudetyp:	Förder und Realschule
Baujahr:	1972
Beheiztes Volumen $V_e$ :	39299 m <sup>3</sup>
Verbrauchsangaben:	Der Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrundegelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.
Anlagentechnik:	Die erforderliche Wärme wird über eine Heizanlage mit 3 Gasbrennern erzeugt. Die Anlage ist neu mit Gasbrennwertgeräten installiert.

# Ist-Zustand des Gebäudes

## Gebäudehülle

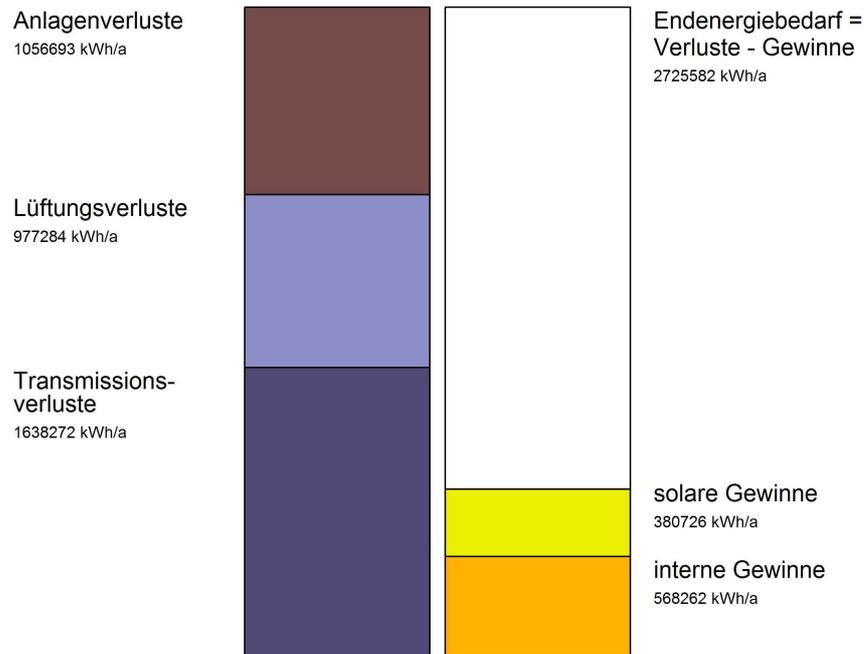
In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über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

	Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
X	DA	begehbare Flachdächer	0,51	0,25
	DA	begehbare Flachdächer Pausenhalle neu	0,25	0,25
	DA	Dach über Aufstockung	0,19	0,25
	OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pult-Fahrradraum	0,21	0,30
	OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pultdächern	0,21	0,30
	WA	Wand N Aufstockung	0,37	0,35
	WA	Wand N Betonfertigteil	0,27	0,35
	WA	Wand N Holzverkleidung	0,29	0,35
	WA	Wand O Aufstockung	0,37	0,35
	WA	Wand O Aufstockung Dachversprung	0,27	0,35
	WA	Wand O Betonfertigteil	0,27	0,35
	WA	Wand O Holzverkleidung	0,29	0,35
	WA	Wand S Aufstockung	0,37	0,35
	WA	Wand S Aufstockung im Treppenhaus	0,37	0,35
	WA	Wand S Betonfertigteil	0,27	0,35
	WA	Wand S Holzverkleidung	0,29	0,35
	WA	Wand W Aufstockung	0,37	0,35
	WA	Wand W Betonfertigteil	0,27	0,35
	WA	Wand W Holzverkleidung	0,29	0,35
X	WE	Wand gegen Erdreich im Hang N	2,99	0,40
	WE	Wand gegen Erdreich im Hang O	0,39	0,40
X	WE	Wand gegen Erdreich im Hang O	2,99	0,40
X	WE	Wand gegen Erdreich im Hang S	2,99	0,40
X	WE	Wand gegen Erdreich vor Sport W	2,99	0,40
X	WE	Wand Keller gegen unbeheizt O	0,66	0,40
X	WE	Wand Keller oberirdisch N	0,66	0,40
X	WE	Wand Keller oberirdisch O	0,66	0,40
	FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - neuer Holzrahmen	1,47	1,70
X	FA	Fenster in Lichtschächten N	4,30	1,70
X	FA	Fenster in Lichtschächten O	4,30	1,70
X	FA	Fenster N	4,30	1,70
X	FA	Fenster O	4,30	1,70
X	FA	Fenster S	4,30	1,70
X	FA	Fenster W	4,30	1,70
X	BE	Grundfläche aller beheizten Zonen	1,65	0,40

\*) 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/m<sup>2</sup>K. 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/m<sup>2</sup>K

# Energiebilanz

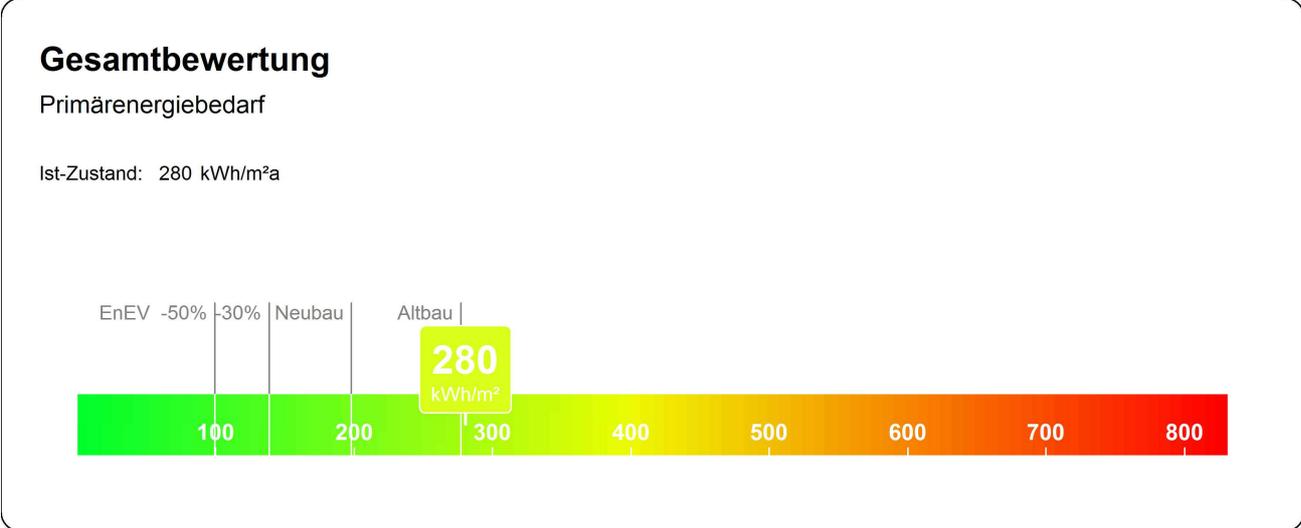
Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



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 280 kWh/m<sup>2</sup>a.



# Variante 1 : Sanierung Gebäudehülle

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

## Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 –

**Außenwände:** Schaumglas- bzw Kalziumsilikatplatten als Wärmedämmung gegen Erdreich im Bereich der erdberührten Teile anbringen

Kellerwand bis zum WDVS über und im Erdreich min 1 Plattentiefe dämmen mit  
WDVS 16 cm WLG 035

**Pausenhof:** Dämmung erhöhen, neuer Dachaufbau im Bereich des Pausenhofs

**Keller:** Im Zuge einer Bodensanierung Einbau einer Wärmedämmung 12 cm WLG 035

**Fenster:** Fenster/ Fassade austauschen mit neuem Fenster  $U = 0,9$

### Allgemeine Anmerkungen:

Die Ausführung der Fassaden muss so erfolgen, dass das Gebäude nach Fertigstellung der Winddichtigkeit eines neuen Gebäudes entspricht Im Bereich der Fassaden werden dezentrale Lüftungen mit Wärmerückgewinnung eingesetzt

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

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	begehbbare Flachdächer - Dämmung erhöhen, neuer Dachaufbau	0,12	0,25
DA	begehbbare Flachdächer Pausenhalle neu	0,25	0,25
DA	Dach über Aufstockung	0,19	0,25
OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pult-Fahrradraum	0,18	0,30
OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pultdächern	0,18	0,30
WA	Wand N Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand N Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand N Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand O Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand O Aufstockung Dachversprung	0,27	0,35
WA	Wand O Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand O Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand S Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand S Aufstockung im Treppenhaus	0,37	0,35
WA	Wand S Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand S Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand W Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand W Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand W Holzverkleidung	0,29	0,35
WE	Wand gegen Erdreich im Hang N - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang O	0,39	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang O - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang S - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand gegen Erdreich vor Sport W - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand Keller gegen unbeheizt O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch N - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - neuer Holzrahmen	1,47	1,70
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - neuer Holzrahmen - Glasaustausch	0,90	1,70
FA	Fenster in Lichtschächten N - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster in Lichtschächten O - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster N - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster O - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster S - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster W - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
BE	Grundfläche aller beheizten Zonen - Im Zuge der Bodensanierung Einbau einer Wärmedämmung 12 cm WLG 035	0,27	0,40

\*) 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/m<sup>2</sup>K. 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/m<sup>2</sup>K.

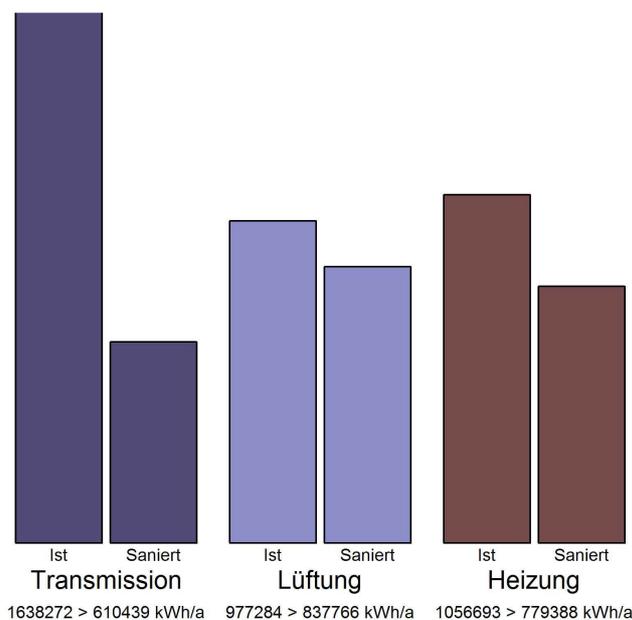
# Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

Einbau von dezentralen Lüftungsgeräten in die Fassade der Klassenräume

## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 43 %.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2725582 kWh/Jahr reduziert sich auf 1563569 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1162014 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 263060 kg/a kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

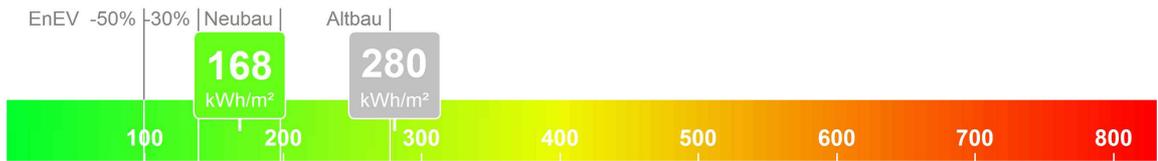
Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **168 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

## Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 43 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 280 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 168 kWh/m<sup>2</sup>a



## Variante 2 : Anlagentechnik

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

**Außenwände:** Schaumglas- bzw Kalziumsilikatplatten als Wärmedämmung gegen Erdreich im Bereich der erdberührten Teile anbringen

Kellerwand bis zum WDVS über und im Erdreich min 1 Plattentiefe dämmen mit  
WDVS 16 cm WLG 035

**Pausenhof:** Dämmung erhöhen, neuer Dachaufbau im Bereich des Pausenhofs

**Keller:** Im Zuge einer Bodensanierung Einbau einer Wärmedämmung 12 cm WLG 035

**Fenster:** Fenster/ Fassade austauschen mit neuem Fenster  $U = 0,9$

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

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	begehbare Flachdächer - Dämmung erhöhen, neuer Dachaufbau	0,12	0,25
DA	begehbare Flachdächer Pausenhalle neu	0,25	0,25
DA	Dach über Aufstockung	0,19	0,25
OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pult-Fahrradraum	0,18	0,30
OG	Oberste Geschoßdecke unter den Pultdächern	0,18	0,30
WA	Wand N Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand N Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand N Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand O Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand O Aufstockung Dachversprung	0,27	0,35
WA	Wand O Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand O Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand S Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand S Aufstockung im Treppenhaus	0,37	0,35
WA	Wand S Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand S Holzverkleidung	0,29	0,35
WA	Wand W Aufstockung	0,37	0,35
WA	Wand W Betonfertigteil	0,27	0,35
WA	Wand W Holzverkleidung	0,29	0,35
WE	Wand gegen Erdreich im Hang N - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang O	0,39	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang O - Schaumglaswärmedämmung gegen Erdreich	0,27	0,40
WE	Wand gegen Erdreich im Hang S - Schaumglaswärmedämmung	0,27	0,40

	gegen Erdreich		
WE	Wand gegen Erdreich vor Sport W - Schaumglaswärmeschutz	0,27	0,40
WE	Wand Keller gegen unbeheizt O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch N - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
WE	Wand Keller oberirdisch O - Kellerwand über Erdreich dämmen mit WDVS 16 cm WLG 035	0,21	0,40
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - neuer Holzrahmen	1,47	1,70
FA	Fenster in Lichtschächten N - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster in Lichtschächten O - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster N - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster O - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster S - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
FA	Fenster W - Fenster/ Fassade austauschen	0,90	1,70
BE	Grundfläche aller beheizten Zonen - Im Zuge der Bodensanierung Einbau einer Wärmeschutzvergl. 12 cm WLG 035	0,27	0,40

\*) 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/m<sup>2</sup>K. 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/m<sup>2</sup>K.

**Heizung:** Eine Umstellung der Heizung auf regenerative Energien ist im Moment wirtschaftlich nicht sinnvoll, da die Heizkessel gerade erneuert wurden.

Alle Heizleitungen im Gebäudebestand nach neuestem Stand dämmen

Die Leistungsanpassung der Pumpen mit elektronischer Regelung ausführen

Hydraulischer Abgleich des Gebäudes durchführen

### **Warmwasser:**

Schwimmbad

Dämmung der Schwimmbadwände gegen den Keller  
Erneuerung der Schwimmbadtechnik nach neuesten energetischen Gesichtspunkten

Für die Wärmeversorgung des Schwimmbades ist eine alternative Energiequelle mit regenerativen Energienutzung sinnvoll:

Erstellung einer Solaranlage zur Warmwassergewinnung für den Schwimmbadbetrieb - Alternativ kann die Wärme auch über eine Wärmepumpe bereitgestellt werden.

Das Schwimmbad und die dazugehörige Technik kann vom Programm noch nicht erfasst werden und ist daher in der Ersparnis noch nicht berücksichtigt.

### **Beleuchtung:**

In allen Bereichen mit elektronischen Vorschaltgeräten umrüsten und je nach Tageslicht und Nutzung mit tageslichtabhängiger, gedimmter Steuerung ausführen.

### **Allgemeine Anmerkungen**

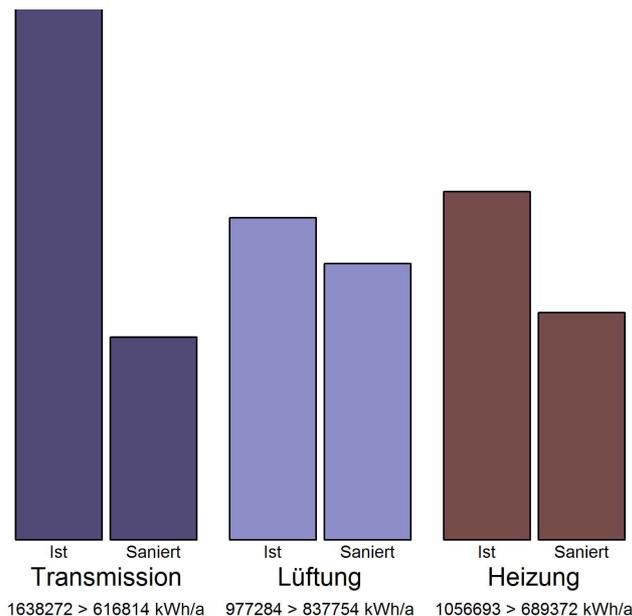
Die Ausführung der Fassaden muss so erfolgen, dass das Gebäude nach Fertigstellung der Winddichtigkeit eines neuen Gebäudes entspricht

Im Bereich der Fassaden werden dezentrale Lüftungen mit Wärmerückgewinnung eingesetzt

## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 45 %.

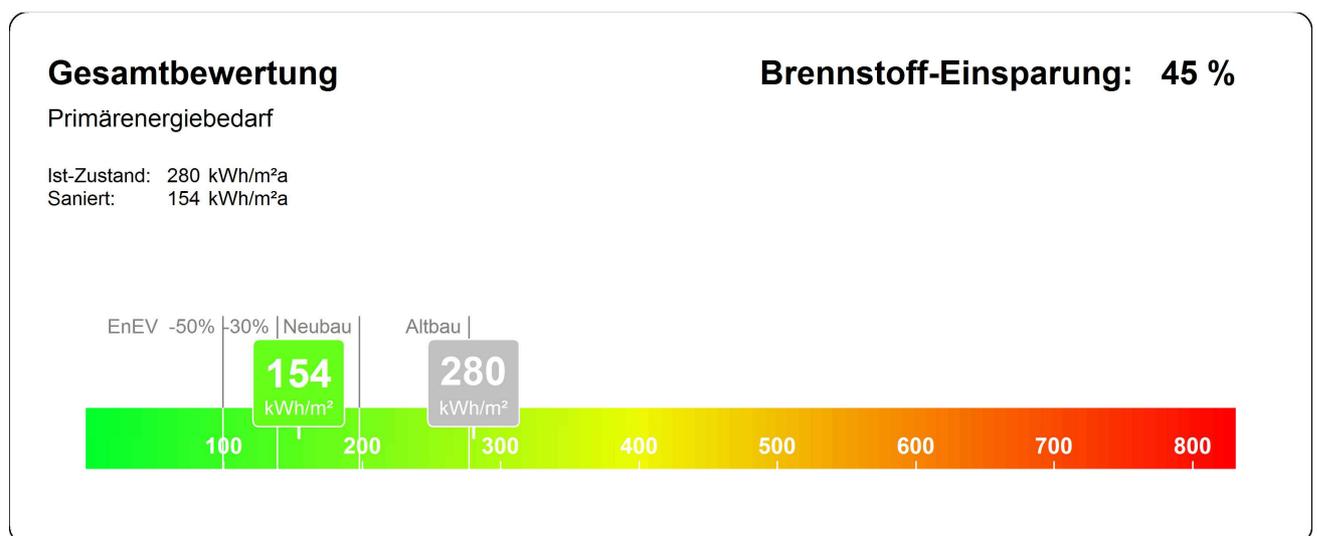
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2725582 kWh/Jahr reduziert sich auf 1501287 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1224296 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 300231 kg/a 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 **154 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



# Zusammenfassung der Ergebnisse

## Primärenergiebedarf

### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	2925789			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	1757596		1168193	39,9%
Var.2 - Anlagentechnik	1609354		1316435	45,0%

### Primärenergiebedarf $q_p$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung	
Ist-Zustand	280			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	168		112	39,9%
Var.2 - Anlagentechnik	154		126	45,0%

## Endenergiebedarf

### Endenergiebedarf $Q_E$ :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	2725582			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	1563569		1162014	42,6%
Var.2 - Anlagentechnik	1501287		1224296	44,9%

### Endenergiebedarf $q_E$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung	
Ist-Zustand	261			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	150		111	42,6%
Var.2 - Anlagentechnik	144		117	44,9%

## Heizwärmebedarf

### Heizwärmebedarf $Q_h$ :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	1668889			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	784180		884709	53,0%
Var.2 - Anlagentechnik	811915		856974	51,3%

### Heizwärmebedarf $q_h$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung	
Ist-Zustand	160			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	75		85	53,0%
Var.2 - Anlagentechnik	78		82	51,3%

## Anlagentechnische Verluste

### Anlagentechnische Verluste $Q_t$ :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	1056693			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	779388		277305	26,2%
Var.2 - Anlagentechnik	689372		367322	34,8%

### Anlagentechnische Verluste $q_t$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung	
Ist-Zustand	101			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	75		27	26,2%
Var.2 - Anlagentechnik	66		35	34,8%

## Anlagenaufwandszahl

### Anlagenaufwandszahl $e_p$ :

Ist-Zustand	1,75	
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	2,24	
Var.2 - Anlagentechnik	1,98	

## Schadstoff-Emissionen

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

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

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	667063			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	404004		263060	39,4%
Var.2 - Anlagentechnik	366832		300231	45,0%

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen pro m<sup>2</sup>:

	kg/m <sup>2</sup> a		Einsparung	
Ist-Zustand	64			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	39		25	39,4%
Var.2 - Anlagentechnik	35		29	45,0%

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

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

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	544,1			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	330,8		213,3	39,2%
Var.2 - Anlagentechnik	299,2		244,9	45,0%

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

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

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	513,0			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	339,2		173,8	33,9%
Var.2 - Anlagentechnik	281,3		231,7	45,2%

## Kosten

### Brennstoffkosten

#### Brennstoffkosten:

	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	171682			
Var.1 - Sanierung Gebäudehülle	104849		66834	38,9%
Var.2 - Anlagentechnik	94471		77211	45,0%

## Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert kWh/Einheit	Brennwert kWh/Einheit
Erdgas E	m <sup>3</sup>	10,42	11,57
Strom	kWh	1,00	

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Erdgas E	m <sup>3</sup>	65,2	6,26	182
Strom	kWh	19,2	19,20	50

	Primär- energie- 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

## Anhang - Fotos

