

Anhang 1 Baustein 3 - Feinanalyse Einzelberichte

Stadenhalle Im Staden 55743 Idar-Oberstein

Baujahr	1982
Brutto-Grundfläche	2.017 m ²
Gebäudenutzfläche A	1.814 m ²
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	4.978 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen V _e	13.065 m ³
Verhältnis A/V _e	0,38



1 Bestandsaufnahme

1.1 Grunddaten

Die Stadenhalle wurde im Jahre 1982 im Stadtteil Tiefenstein erbaut.

Es handelt es sich um eine Sporthalle / Mehrzweckhalle mit angrenzenden Nebenräumen für Umkleiden, Sanitärräume und Versammlung.

Das angrenzende Restaurant mit Wohnung im OG und Kegelbahn im KG ist im Wege des Erbbaurechts an den Sportverein Tus Tiefenstein übertragen und nicht Gegenstand der Betrachtung. Der Bereich verfügt über separate Wärmeerzeuger und separate Wärme- und Stromabrechnungen.

Die betrachtete Sporthalle / Mehrzweckhalle mit Nebenräumen ist nicht unterkellert.

Das Gebäude wurde in Massivbauweise, die Dächer wurden in Leichtbauweise errichtet.

Ein Wärmeschutznachweis der damaligen Bauunternehmung Lübbert Holzleimbau aus dem Jahre 1981 liegt vor, es wird vorausgesetzt, dass die Bauteile entsprechend dem damaligen Nachweis errichtet wurden.

Im Jahre 2007 wurde das Hauptdach der Halle mit 8 cm Zusatzdämmung versehen.

Die Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser entstammt noch dem Baujahr 1982.



Vorderansicht NO, Seitenansicht SO
 Halle und Nebenräume



Vorderansicht NO
 Halle und Nebenräume



Seitenansicht SO
 Halle und Nebenräume



Seitenansicht SO
 Halle und Nebenräume



Rückansicht SW
Halle



Seitenansicht NW
Halle und Gaststättenanbau



Gaststättenanbau



Gaststättenanbau



Gaststätte

Gebäudedaten

Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude	
Baujahr:	1982	
Energiebezugsfläche A_{NGF} :	1.814,0	m ²
Gebäudevolumen V_e :	13.064,97	m ³ (Brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	4.978,18	m ² (Brutto)
A/V-Verhältnis:	0,38	m ⁻¹
Fensterflächen:	116,94	m ²
Vollgeschosse:	1	
charakteristische Breite:	38,95	m
charakteristische Länge:	51,50	m

Gebäudeansichten

Siehe Seite 2 und 3

1.2 Nutzerverhalten

Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes ist sehr stark vom Nutzerverhalten der Nutzer abhängig. So haben die Nutzungsdauer, das Lüftungsverhalten, die Raumtemperaturen und Anzahl der beheizten Räume wesentlichen Einfluss.

Bei der Bilanzerstellung sind wir von typischen Randbedingungen in der vorliegenden Gebäudekategorie sowie von Ihren Angaben ausgegangen.

Das Nutzerverhalten geht insbesondere in die zugrunde gelegte mittlere Raumtemperatur und die Lüftungsintensität ein.

Die Mehrzweckhalle wird nach Aussage der Stadtverwaltung ganzjährig an 7 Tagen je Woche genutzt.



Gemäß einem Hallenbelegungsplan konnten die Nutzungszeiten, die täglich variieren, ermittelt werden.

Die Halle wird an manchen Tagen bereits ab 9.30 Uhr genutzt und in den Abendstunden bis ca. 22.00 Uhr, je nach Belegung.

Die Steuerung der Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung ist nach Aussage des Hausmeisters auf diese verschiedenen Belegungszeiten ausgelegt.

Allerdings wird von manchen Nutzern in die Steuerung der Lüftungsanlage eingegriffen, so dass die Halle an manchen Tagen in den Frühstunden stark ausgekühlt ist.

Dies sollte in Zukunft unterbleiben und Vereine und Nutzer der Eingriff in den Betrieb der Heizung/Lüftung untersagt werden, was schon durch das Aufhängen von Zetteln versucht wurde.



Der im tieferliegenden Anbau sich befindliche Nebenraum wird von Vereinen genutzt.



1.3 Bisherige wärmetechnische Investitionen am Gebäude

Im Jahre 2007 wurde das Hauptdach der Halle saniert und mit 8 cm Zusatzdämmung gedämmt.

1.4 Gebäudezonen

Gemäß DIN V 18599 Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger, 6.2 wurde das Gebäude in folgende Zonen gegliedert. Kriterien für die Unterteilung eines Gebäudes in einzelne Zonen sind unter anderem eine differenzierte Nutzung, eine abweichende Konditionierung einzelner Räume oder aber auch große Unterschiede bezüglich der jeweiligen Raumtiefe.

Zone	Temp. [°C]	Fläche A_{NGF} [m ²]	Anteil [%]	Volumen V_{netto} [m ³]	Zonenhülle [m ²]	Personen [Anzahl]	Konditionierung (Hz/Tw/K/RLT/Bel)	Trinkwasser- nutzung ¹⁾
Sporthalle	19,0	1.814	100,0	11.519	4.978	-	ja/ja/-/ja/ja	40 Personen

1.5 Angaben zur Gebäudehülle

Die folgende Tabelle zeigt die derzeitige Qualität der Gebäudehülle durchschnittlich für jede Bauteilkategorie im Vergleich zu einem optimalen Wärmetransferkoeffizienten. Eine detaillierte Auflistung aller Bauteile finden Sie im Anhang.

Kategorie	Fläche [m ²]	mittlerer U-Wert [W/m ² K]	Anteil Transmission [%]	optimaler U-Wert [W/m ² K]
Keller	1.780	0,58	18,24	0,11
Dach	1.875	0,32	34,33	0,08
Wand	1.207	0,50	31,60	0,10
Fenster	117	3,02	15,83	0,80

1.5.1 Grenzflächen nach oben (Dach)

Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet das Dach.



Dieses wurde im Hallenbereich 1982 mit 8 cm Dämmung errichtet und im Jahre 2007 mit weiteren 8 cm Dämmung gedämmt.

Hierbei wurden auch die Lichtkuppeln erneuert und verkleinert.

Aus energetischer Sicht besteht am Hauptdach der Halle kein Handlungsbedarf, es entspricht mit einem U-Wert von 0,24 W/(m²K) fast den Anforderungen der heutigen Zeit von Flachdächern mit einem U-Wert von 0,20 W/(m²K) bei Beheizung ≥ 19 °C.

Das Nebendach in den Umkleiden, Sanitärbereichen, Nebenräumen ist noch nicht nachträglich gedämmt und mit 8 cm Dämmung versehen, U-Wert 0,46 W/(m²K).



Sollte dieses Dach aus Abdichtungsgründen erneuert werden, ist es auf den Stand der dann gültigen Energieeinsparverordnung zu dämmen.

In diesem Fall fallen auch sogenannte Sowieso Kosten an, was die Dämmmaßnahme in Ihrer Wirtschaftlichkeit begünstigt.

1.5.2 Grenzflächen seitlich (Außenwände)

Die seitliche Abgrenzung der thermischen Hülle wird von den Außenwänden und den Fenstern gebildet.

Die Wände bestehen aus zweischaligen Stahlbetonwänden mit 6 cm Kerndämmung, der U-Wert der Wand beträgt $0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Im Bereich der Stahlbetonstützen (grün) sind Wärmebrücken vorhanden.

Ein nachträgliches Dämmen aller Außenwände (dann auch mit Dämmen der Stützen) auf heutigen energetischen Standard $U_{\text{max}}=0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vermindert zwar den Energieverbrauch, zeigt sich allerdings bei der späteren Wirtschaftlichkeitsabschätzung als unwirtschaftlich.

1.5.3 Grenzflächen nach unten (Keller)

Die Abgrenzung der thermischen Hülle bildet die Bodenplatte, das Gebäude ist im betrachteten Bereich der Halle und Nebenräume nicht unterkellert.

Die Bodenplatte ist gemäß Wärmeschutznachweis mit ca. 7.5 cm Dämmung gedämmt.



Übergang Hallenboden nach außen

1.5.4 Transparente Bauteile (Fenster, Türen)

Zur seitlichen Abgrenzung der thermischen Hülle gehören die Fenster und Außentüren. Diese wurden noch nicht ausgetauscht und sind teilweise auch nicht mehr funktionstüchtig und undicht.



undichte Hallentüren



Fenster teilweise schwergängig und undicht



undichte und schwergängige Eingangstüren

Diese Bauteile sollten im Rahmen der nächsten anstehenden Sanierungen ausgetauscht werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen ist zwar wirtschaftlich grenzwertig aufgrund hoher Kosten, aber die Bauteile sind teilweise nicht mehr gebrauchstauglich und mindern die Behaglichkeit.

Bei einem Fenster- und Türenaustausch ist in jedem Falle ein Lüftungskonzept seitens eines Sachkundigen zu erstellen, um künftige Sporen / Schimmelprobleme zu vermeiden.

1.5.5 Wärmetechnische Schwachstellen, Wärmebrücken

Im vorliegenden Gebäude wurden auch Wärmebrücken gefunden.

Wie bei den Außenwänden beschrieben, befinden diese sich überwiegend im Bereich der Stahlbetonstützen (grüne Bauteile).



Wärmebrücken



1.6 Transmission durch Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Punkte, Winkel und Flächen der Gebäudehülle, an denen gegenüber den übrigen Bauteilen erhöhte Transmissionen stattfinden. Man unterscheidet geometrische und konstruktive, lineare und flächenhafte Wärmebrücken.

Zur besseren Lokalisierung der Wärmebrücken wird der Stadtverwaltung Idar -Obersteil eine Gebäudethermografie empfohlen.

Diese zeigt eventuell auch erhöhte Wärmeabflüsse an den Dachanschlüssen, den Fensterbereichen, den Sockelbereichen des Fußbodens...

1.7 Angaben zur Wärmeversorgung

Zustand der Anlage

Die Heizung entspricht dem Baualter des Gebäudes, im Jahre 2006 wurde der Brenner getauscht.

Der Gas- Heizkessel hat eine Leistung von 430 KW und versorgt die Luftheizung in der Halle / Umkleiden und die Heizkörper in den Nebenräumen mit Heizwärme.

Der Abgasverlust lag 2013 bei 8,8%, der Wirkungsgrad bei 93,2 %.



Der mit Heizwärme versorgte Warmwasserspeicher wurde 2012 um die Hälfte von 3000 Liter auf 1500 Liter reduziert / stillgelegt.

Der Legionellenschutz erfolgt durch einmaliges manuelles Hochheizen des Warmwassers je Woche durch den Hausmeister durch thermische Desinfektion.

Hier sollten- je nach Warmwasserentnahme - im Rahmen der Trinkwasserhygiene automatisierte und entsprechend den Vorschriften erforderliche Maßnahmen getroffen werden.

Die Pumpentechnik ist bereits auf energiesparende Pumpen umgestellt.



Die Wärmeübergabe in der Halle wird mittels einer Lüftungsanlage erreicht, die nach Aussage der Stadtverwaltung und des Hausmeisters sehr störanfällig und nur noch in Teilbereichen funktionstüchtig ist.



Die Umkleidebereiche / Sanitär werden ebenfalls mittels der Luftheizung versorgt, die restlichen Nebenräume mit Heizkörpern.



Die Lüftungsanlage soll in Zukunft nach Angabe der Stadtverwaltung auf wassergeführte Deckenstrahlplatten oder direkt befeuerte Gas-Hell- bzw. Dunkelstrahler umgestellt werden. Hierbei könnte bei Hell- bzw. Dunkelstrahlern in der Halle, die Gasheizung durch eine kleine Gas-Brennwerttherme zur Warmwasserbereitung und Beheizung der Heizkörper in den Nebenräumen ersetzt werden, wobei hierbei auch eine solarthermische Brauchwasserunterstützung empfohlen wird. Im Falle von wassergeführten Deckenstrahlplatten wäre eine größere Leistung der Brennwerttherme erforderlich.

Alternativ zur Gas-Brennwerttherme sollte aus Gründen des Umweltschutzes auch über eine Pellet-Heizanlage, ggf. neben dem Gebäude, nachgedacht werden.

Im Bereich des Trinkwassers wird die Warmwasserbereitung mittels Frischwasserstation empfohlen.

Zur vorgenannten Umstellung der Heizung / Lüftung und Warmwasserbereitung ist allerdings eine fundierte Fachplanung (TGA) Technische Gebäudeausrüstung erforderlich, dies ist nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Die rechtzeitige Planung einer solchen Umstellung wird der Stadtverwaltung allerdings, aufgrund der störanfälligen Lüftungsanlage, zeitnah empfohlen.

Versorgungsbereiche

Das Gebäude wurde hinsichtlich der technischen Versorgung in Versorgungsbereiche unterteilt. Ein Versorgungsbereich fasst jeweils die Gebäudebereiche zusammen, die von der gleichen Technik versorgt werden. Nachfolgend sind die Versorgungsbereiche aufgelistet.

1.7.1 Versorgungsbereiche

Versorgungsbereich	Wärmeversorgung
Lage	zentral
Nachtabenkung/-abschaltung	ja/ja
Wochenendabschaltung	nein
Pufferspeicher	nein

1.7.2 Heizkreise

Heizkreise des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Heizkreis	Heizkreis	Heizkreis 2
Wärmeabgabe		
Art der Wärmeabgabe	Heizkörper	Luftheizung
Anordnung	Heizkörper nach Außen	Deckenbereich
Heizkreistemperatur	70/55°C	90/70°C
Heizungsregler		
Regelung	Thermostatventil mit 2 K Schaltdifferenz	manuell
Umwälzpumpe		
Pumpenregelung	variable Delta P der Pumpenregelung	variable Delta P der Pumpenregelung
Pumpenmanagement	integriertes Pumpenmanagem. außentemperaturgeführter Kesseltemp.	integriertes Pumpenmanagem. außentemperaturgeführter Kesseltemp.
Leitungsnetz		
Einrohrnetz	nein	nein
hydraulisch abgeglichen	nein	nein
versorgte Zonen	Sporthalle	Sporthalle

1.7.3 Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Wärmeerzeuger	Wärmeerzeuger
Baujahr	1982, Brennertausch 2006
Art	Zentral-/Etagenheizung (im Beheizten)
Technik	Niedertemperaturkessel
Energieträger	Erdgas (incl. Flüssiggas)
Leistung	430,0 kW

detaillierte Daten

Kessel

Teillastwirkungsgrad	0,93
Kessel-Bereitschaftsverlust	0,02
Kesselwirkungsgrad	0,93

1.8 Angaben zur Trinkwarmwasserversorgung

1.8.1 Versorgungsbereiche

Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung
Lage	zentral
versorgte Zonen	Sporthalle
Baujahr	1982
Pumpe	
Zirkulation	ja
geregelt	ja
Laufzeit	10 h/d
Rohrbegleitheizung	nein h/d
Speicher	
Volumen	1,50 m ³
Baujahr	1982

1.8.2 Warmwasserbereiter

Warmwasserbereiter des Versorgungsbereiches Warmwasserversorgung

Warmwassererzeuger	Warmwasserbereiter
Baujahr	1982
Technik	Kombi-Erzeuger (Erzeuger für HZ+WW)
Energieträger	Wärmeerzeuger
Leistung	430,00 kW

1.9 Beschreibung und Bewertung der Lüftung

Die Lüftung erfolgt natürlich über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung).
 In der Halle und den Umkleide- /Sanitärbereichen ist eine Lüftungsanlage vorhanden, die über den Heizkessel beheizt wird.

1.9.1 Lüftungsbereiche

Lüftungsbereich	Lüftung
Lüftungsart	die Lüftung erfolgt als freie Lüftung (Fenster) und ggf. RLT
versorgte Zonen	Sporthalle

1.10 Angaben zur Raumluftechnik (RLT)

Die Raumluftechnik dient der Versorgung bestimmter Bereiche mit Luft. Die Luftförderung erfolgt mit Hilfe von Ventilatoren (Gebläse). Damit ist es möglich, definierte Luftmengen und Druckverhältnisse bereit zu stellen, um die gewünschten Luftzustände beizubehalten. Das sind ideale Voraussetzungen, um die Luft hinsichtlich Reinheit, Temperatur und Feuchte weiter aufzubereiten.

Versorgungsbereiche

Das Gebäude wurde hinsichtlich der technischen Versorgung in die folgenden Versorgungsbereiche unterteilt. Ein Versorgungsbereich fasst jeweils die Gebäudebereiche zusammen, die von der gleichen Technik versorgt werden.

Versorgungsbereich: Raumluftechnischer Bereich

versorgte Zonen:	Sporthalle
versorgte Fläche in m ² :	1.814,0 m ²
Anlagentyp:	Grundlüftung
Heizregister/Kühlregister:	ja/nein
Befeuchtertyp:	keine

1.11 Beleuchtung

Die Beleuchtung wird bereichsweise betrachtet. Ein Beleuchtungsbereich ist eine Zone (oder ein Teil von ihr), in der spezifische Beleuchtungsverhältnisse herrschen. Beschrieben wird zunächst die räumliche Struktur, die Ausstattung mit künstlicher Beleuchtung, der elektrische Anschlusswert und der berechnete jährliche Endenergieeinsatz für die Beleuchtung.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Beleuchtungsbereiche im Objekt **Stadnhalle**. Eine detaillierte Auflistung der Daten finden Sie ggf. im Anhang.

Beleuchtungsbereich	Fläche [m ²]	Präsenzkontrolle	Tageslichtkontrolle	Anschlussleistung [W/m ²]	Endenergie [kWh/a]
Halle	1.113,75	nein	nein	14,62	41.979,6
Kunstlichtbereiche	228,31	nein	nein	12,22	7.825,4
Umkleiden/Duschen	162,53	nein	nein	18,56	6.226,3
Turnschuhgang	50,31	nein	nein	19,48	2.023,5
Stiefelgang	50,15	nein	nein	13,53	1.277,7
Nebenraum	131,22	nein	nein	22,98	7.742,7
Foyer	77,55	nein	nein	8,75	1.637,8

Im Bereich der Beleuchtung wurde in den letzten Jahren die Beleuchtung überwiegend auf VVG umgestellt.



Auf Grund der neuen und starken Helligkeit in der Halle denkt die Stadtverwaltung derzeit darüber nach, jede zweite Leuchtstoffröhre auszubauen. Dies spart natürlich auch Energie.

Sollten künftig Leuchten erneuert werden, sollte die Stadtverwaltung Idar-Oberstein Leuchtstoffröhren mit elektronischer Vorschaltung (EVG) einbauen.

1.11.1 Schwachstellen des Gebäudes

Energetische Schwachstellen am Gebäude anhand der Berechnungsergebnisse für den Ist-Zustand sind:

- die Anlagentechnik (Heizung / Lüftung und Warmwasser)
- die Fenster und Außentüren

Die Außenwände und Flachdächer sind in einem mittleren bis guten energetischen Zustand. Ein Dämmen der Außenwände wird unwirtschaftlich sein, das Flachdach der Nebenräume kann allenfalls zusammen mit einer ohnehin anstehenden Flachdachsanie rung (Sowieso-Kosten) wirtschaftlich sein.

1.11.2 Energieträgerverwendung

In dem vorliegenden Gebäude werden folgende Energieträger verwendet: Diese Energieträger werden wie folgt genutzt:

Energieträger: Erdgas_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	207.981	114,7	230.858	127,3
für Trinkwassererwärmung	29.591	16,3	32.846	18,1
für Luftaufbereitung	0	0,0	0	0,0
für Kälteerzeugung	0	0,0	0	0,0
für Dampferzeugung	0	0,0	0	0,0
für Beleuchtung	0	0,0	0	0,0
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	237.572	131,0	263.705	145,4
Primärenergiebedarf	261.329	144,1		

Der rechnerisch ermittelte Endenergiebedarf (Heizwert) von 237.572 kWh liegt sehr nahe am tatsächlichen Verbrauch siehe Abschnitt 1.11.3

Energieträger: Strom

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	911	0,5	911	0,5
für Trinkwassererwärmung	149	0,1	149	0,1
für Luftaufbereitung	6.236	3,4	6.236	3,4
für Kälteerzeugung	0	0,0	0	0,0
für Dampferzeugung	0	0,0	0	0,0
für Beleuchtung	68.713	37,9	68.713	37,9
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	76.009	41,9	76.009	41,9
Primärenergiebedarf	197.623	108,9		

Im Bereich des Stromes konnte bei der energetischen Bilanzierung der Endenergiebedarf nur annähernd abgeglichen werden. Dies liegt sicherlich an den nicht genau ermittelbaren Betriebszeiten der Beleuchtung und Lüftungsanlage.

1.11.3 Energieverbrauch der letzten Jahre

Die Energieverbräuche der letzten Jahre gehen aus den Verbrauchsabrechnungen hervor.

Gas:

Mittelwert 2009 bis 2011: 222.546 kWh

2009: 236.915 kWh
 2010: 239.122 kWh
 2011: 191.603 kWh

Strom:

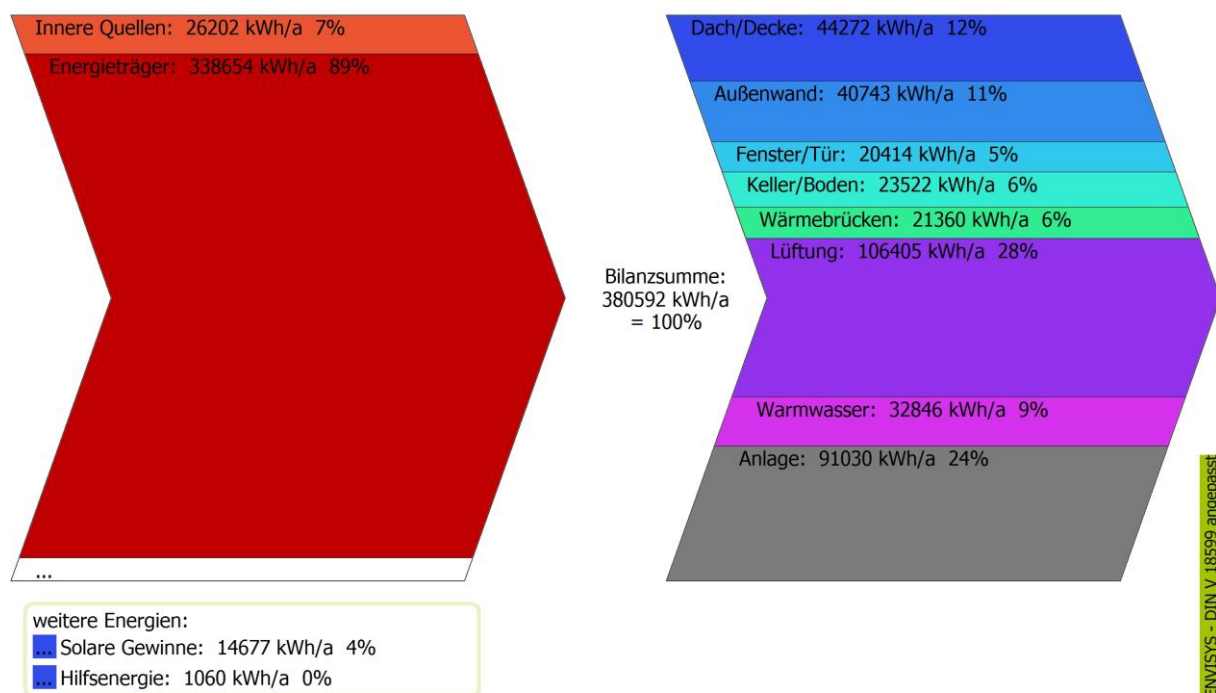
Mittelwert 2009 bis 2011: 60.338 kWh

2009: 64.841 kWh
 2010: 57.945 kWh
 2011: 58.299 kWh

1.11.4 Energiebilanz im Gebäude

Die Energiebilanz eines Gebäudes ergibt sich aus den Energiezu- und Energieabflüssen. Die **Energiezuflüsse** werden durch die inneren Quellen (Abwärme durch Personen und Geräte), die solaren Gewinne (Solarstrahlung durch Fenster) und Umweltgewinne (Erdwärme, selbst erzeugter Strom etc.) sowie die Zuführung in Form von Energieträgern (Strom, Erdgas etc.) in das Gebäude gekennzeichnet. Die **Energieabflüsse** werden durch die Transmissionen durch die Gebäudehülle, Lüftungsverluste, Bereitstellung von Trinkwarmwasser, Anlagenverluste (Heizung, RLT, Kälte) und die Beleuchtung gekennzeichnet.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Ist-Zustand des betrachteten Objektes:



© ENVISSYS - DIN V 18599 angepasst

Energiezufluss	[kWh/a]	%	Energieabfluss	[kWh/a]	%
Innere Quellen	26.202	6,9	Dach	44.272	11,6
Solare- und Umweltgewinne	14.677	3,9	Außenwände	40.743	10,7
Heizenergie (Brennwert) und Strom	338.654	89,0	Fenster	20.414	5,4
			Keller	23.522	6,2
			Wärmebrücken	21.360	5,6
			Transmissionen	150.311	39,5
			Lüftung	106.405	28,0
			Trinkwarmwasser	32.846	8,6
			Anlage	91.030	23,9
			Beleuchtung	68.713	18,1
Summe	380.592	100,0	Summe	380.592	100,0

Hinweis: Sollte es zu Abweichungen in den Energieflüssen kommen, so liegt das in dem für die DIN V 18599 begründeten Berechnungsverfahren, bei dem Verluste teilweise Gewerke übergreifend zugeordnet werden.

2 Der Weg zum Ziel

2.1 Allgemeine Erläuterungen

Die Analyse des Gebäudes zeigt ein erhebliches Einsparpotenzial für den Energiebedarf. Eine Sanierung kann wesentlich zur Verbesserung des Gebäudestandards (energetisch, marktspezifisch) und Verringerung des Energieverbrauchs beitragen. Die Berechnung des Energiebedarfs nach Sanierung erfolgt mit angepassten Randbedingungen. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurde von einer Energiepreissteigerung von 4,00 % ausgegangen. Näheres finden Sie dazu im Abschnitt Wirtschaftlichkeit der Maßnahmenvorschläge.

Es kann zwischen Sofortmaßnahmen, kurzfristigen Maßnahmen und investiven Maßnahmen unterschieden werden. Wir haben speziell auf das Gebäude zugeschnittene Energiespartipps hinzugefügt.

2.2 Hinweise zur Sanierung

2.3 Beschreibung der Maßnahmen

Nachfolgend werden die untersuchten Maßnahmen erläutert:

2.3.1 Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem

Beschreibung

Die erste Schicht eines Verbundsystems bildet der Wärmedämmstoff. Er wird auf dem Außenmauerwerk oder auf den Außenputz, dessen Zustand und Tragfähigkeit überprüft werden muss, verklebt und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen und Glasfasergewebe eingelegt. Als Endbeschichtung wird Fassadenputz aufgebracht. Der Dämmstoff kann aus Hartschaum, Holzweichfaserplatten oder Mineralfaserplatten bestehen. Er muss den Anforderungen der Wärmeleitfähigkeit, Verhalten gegen Feuchtigkeit, Druck- und Zugfestigkeit sowie dem Brandverhalten genügen.

Ausführungshinweise und Bauphysik: Es sollten nur zugelassene WDV-Systeme mit aufeinander abgestimmten Materialien zur Anwendung kommen. Eine sorgfältige Ausführung ist unerlässlich und muss von Fachbetrieben vorgenommen werden.

Die Dämmung ist auch in die Laibungen der Fenster und Außentüren "hineinzuziehen" und zur Reduzierung der Wärmebrücke Sockel mind. 50 cm nach unten über Bodenplatte/EG Boden zu verlängern. Als unterer Abschluss sollten keine Metallprofile verwendet werden, da diese erhebliche lineare Wärmebrücken bilden. Unabhängig vom Dämmmaterial werden die Innen-Oberflächentemperaturen der gedämmten Bauteile angehoben. Die Behaglichkeit wird dadurch verbessert, Kondensatniederschlag und die Bildung von Schimmelpilzen auf den wärmebrückenfreien gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kostenschätzung mit 120 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **146.891 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **40 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm, Gesamtpaket aus 1 bis 4

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Materialdicke		12,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche		1.224,09	m ²
Nutzungsdauer		40	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Außenwände SO	253,33 m ²	30.399,60 €	0,50 / 0,19 W/m ² K
Außenwände SW	409,76 m ²	49.171,20 €	0,50 / 0,19 W/m ² K
Außenwände NW	169,00 m ²	20.280,00 €	0,50 / 0,19 W/m ² K
Außenwände NO	392,00 m ²	47.040,00 €	0,50 / 0,19 W/m ² K
Summe	1.224,09 m²	146.890,80 €	entspricht 120,00 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

2.3.2 Flachdach-Dämmung (nach Entfernen der Altdeckung)

Beschreibung

Aufbringen von Dämmstoff nach Entfernen der Altdeckung, Neueindichtung, ggf. Anpassen der Attika. (Kostenangaben ohne Herstellen / Erhalten einer ggf. vorhandenen Belüftung)

Kostenschätzung mit 120 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **88.320 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **30 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet:

2= Flachdachdämmung Anbauten, Gesamtpaket aus 1 bis 4

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Materialdicke		20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche		736,00	m ²
Nutzungsdauer		30	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Dach Nebenräume	736,00 m ²	88.320,00 €	0,46 / 0,13 W/m ² K
Summe	736,00 m²	88.320,00 €	entspricht 120,00 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Investitionsfläche, diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen

2.3.3 Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung

Beschreibung

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue Fenster mit hoher Qualität ersetzt werden. Laut EnEV 2009 wird hier ein Wärmedurchgangskoeffizient < 1,3 W/(m²K) gefordert (siehe EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1).

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Beim Einbau von Fenstern ist ein Lüftungskonzept durch einen Sachkundigen zu erstellen.

Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmege-
dämmt sind.

Kostenschätzung mit 550 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von
Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **13.739 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnut-
zungsdauer von **25 Jahren** ausgegangen.

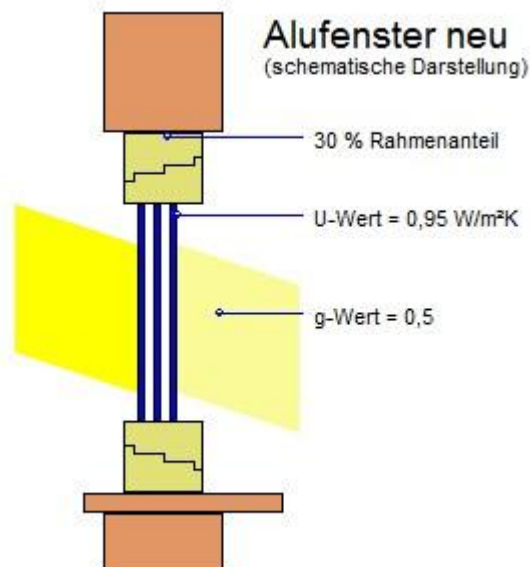
Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 3= Fensteraustausch, Gesamtpa-
ket aus 1 bis 4

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Fenster</i>				
Fenster-Uw-Wert			0,95	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässig- keit)			0,50	
Nutzungsdauer			25	Jahre
<i>angewendet auf folgende</i>	<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu¹⁾</i>	
<i>Bauteile:</i>				
Fenster NO	21,44 m ²	11.792,00€	3,30 / 0,95	W/m ² K
Fenster NW	3,54 m ²	1.947,00€	3,30 / 0,95	W/m ² K
Summe	24,98 m²	13.739,00 €	entspricht 550,00 €/m²	

¹⁾ hierbei handelt es sich um den Uw-Wert (Gesamtkonstruktion)

Die folgende Grafik zeigt Ihnen schematisch den Aufbau des neuen Fensters:



2.3.4 Eingangstüren erneuern

Beschreibung

Die vorhandenen Außentüren haben ein hohes Alter und weisen hohe Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue, gedämmte Außentüren mit umlaufender Lippendichtung und automatisch absenkender Bodendichtung ersetzt werden. Der U-Wert sollte 1,5-1,8 W/(m²K) nicht überschreiten. Wird die Fassade gedämmt, so sollten die Blendrahmen weitest möglich überdämmt werden. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Kostenschätzung mit 800 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **37.280 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **25 Jahren** ausgegangen.

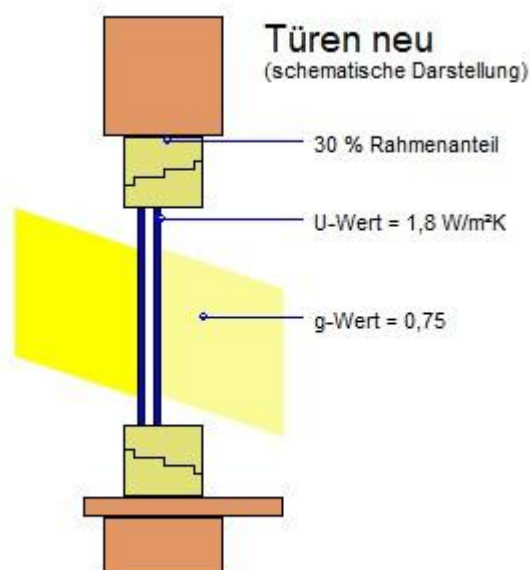
Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 4= Austausch der Türen, Gesamtpaket aus 1 bis 4

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Fenster</i>			
Fenster-Uw-Wert		1,80	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)		0,00	
Nutzungsdauer		25	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu¹⁾</i>
Außentüren NO	9,40 m ²	7.520,00€	3,50 / 1,80 W/m ² K
Außentüren SO	30,95 m ²	24.760,00€	3,50 / 1,80 W/m ² K
Außentüren NW	6,25 m ²	5.000,00€	3,50 / 1,80 W/m ² K
Summe	46,60 m²	37.280,00 €	entspricht 800,00 €/m²

¹⁾ hierbei handelt es sich um den Uw-Wert (Gesamtkonstruktion)

Die folgende Grafik zeigt Ihnen schematisch den Aufbau des neuen Fensters:

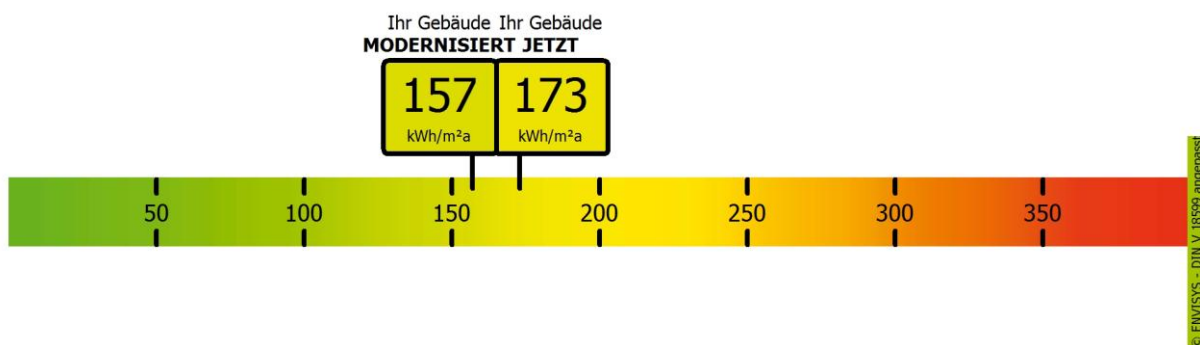


2.4 Variante: 1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm

2.4.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	458.952	427.133	[kWh/a]	6,9 %
Primärenergiebedarf / m ²	253,0	235,5	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	313.581	284.800	[kWh/a]	9,2 %
Endenergiebedarf / m ²	172,9	157,0	[kWh/m ² a]	
Heizlast	117,7	105,7	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,410	0,385		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	34.087	31.696	[€/a]	7,0 %
Energiekosten / Monat	2.841	2.641	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	18,79	17,47	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		146.891	[€]	
_Sowieso-Kosten		0	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		146.891	[€]	
Investition / m ²		81,0	[€/m ²]	
Amortisation		56	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert		-45.206	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	58,5	54,6	[kg/m ² a]	6,7 %
SO ₂ -Emissionen	22,3	22,1	[g/m ² a]	0,8 %
Nox-Emissionen	41,9	39,3	[g/m ² a]	6,1 %
Staub	2,7	2,7	[g/m ² a]	3,0 %

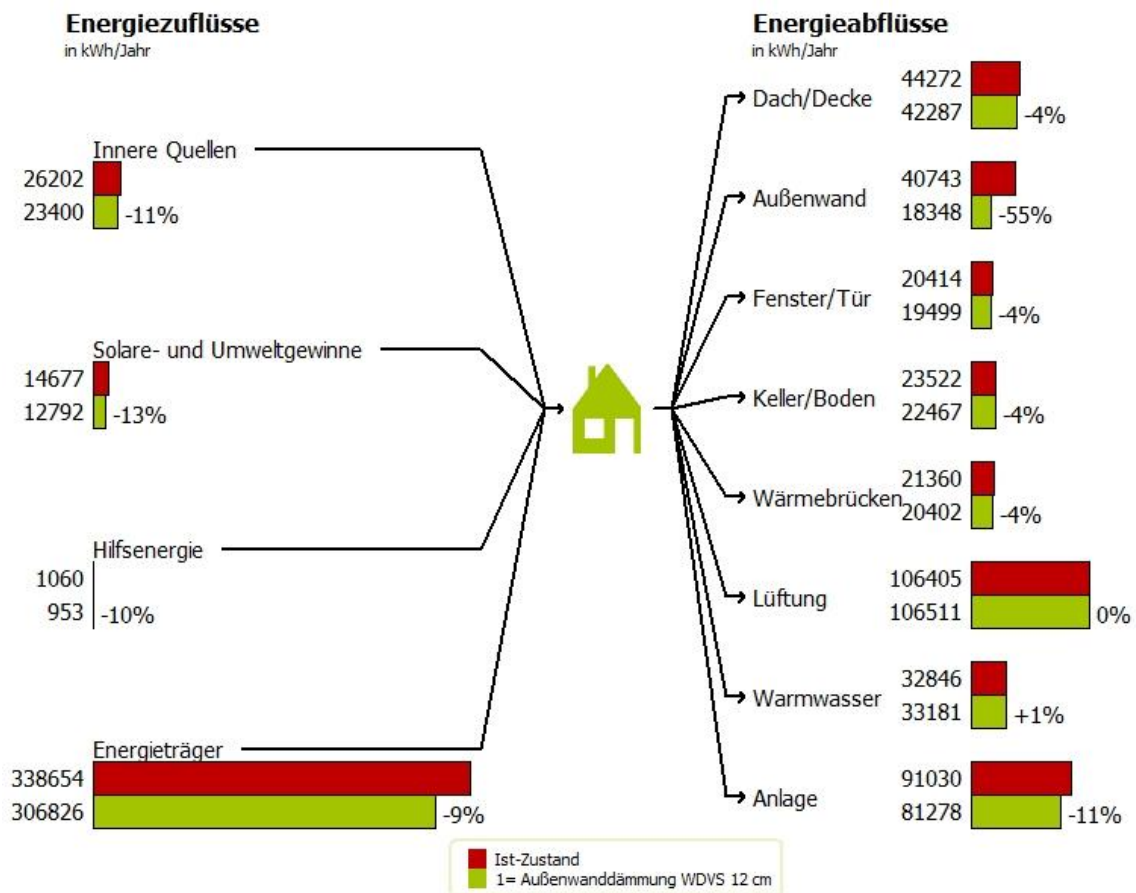
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Die Maßnahme amortisiert sich erst in 56 Jahren und baut einen negativen Kapitalwert von -45.206 € auf, ist also unwirtschaftlich, wird daher nicht empfohlen.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Gebäude im Vergleich vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



2.4.2 Maßnahmen der Variante: 1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm

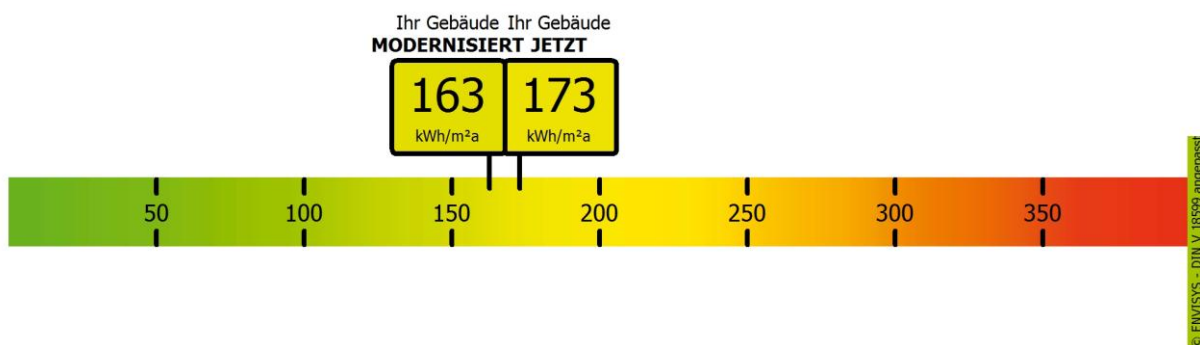
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m ²	146.891 €
Summe der Kosten:		146.891 €

2.5 Variante: 2= Flachdachdämmung Anbauten

2.5.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	458.952	438.662	[kWh/a]	4,4 %
Primärenergiebedarf / m ²	253,0	241,8	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	313.581	295.228	[kWh/a]	5,9 %
Endenergiebedarf / m ²	172,9	162,7	[kWh/m ² a]	
Heizlast	117,7	110,2	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,410	0,396		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	34.087	32.562	[€/a]	4,5 %
Energiekosten / Monat	2.841	2.714	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	18,79	17,95	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		88.320	[€]	
_Sowieso-Kosten		44.000	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		44.320	[€]	
Investition / m ²		48,7	[€/m ²]	
Amortisation		29	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,23	[%]	
Kapitalwert		3.120	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	58,5	56,0	[kg/m ² a]	4,2 %
SO ₂ -Emissionen	22,3	22,1	[g/m ² a]	0,5 %
Nox-Emissionen	41,9	40,3	[g/m ² a]	3,9 %
Staub	2,7	2,7	[g/m ² a]	1,9 %

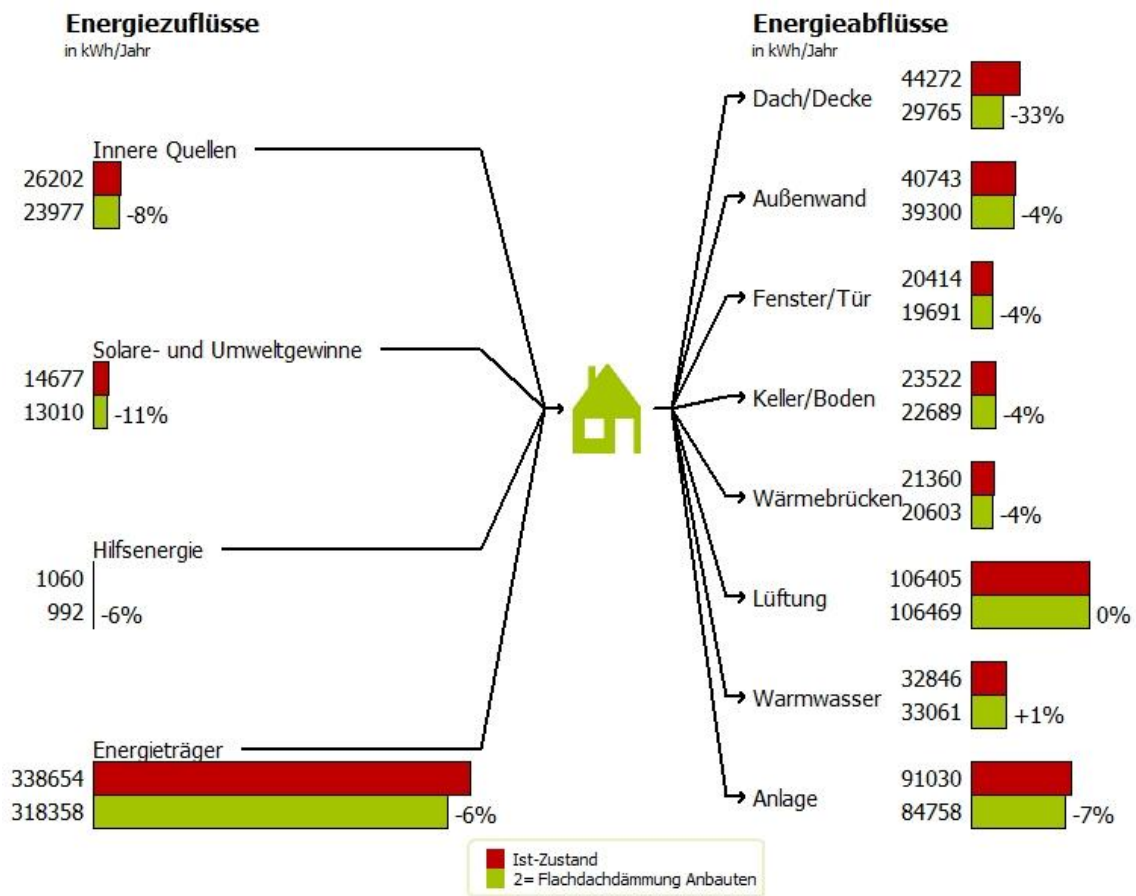
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Die Maßnahme amortisiert sich selbst unter Ansatz von 44.000 € Sowieso-Kosten (50%, müsste noch genau ermittelt werden) erst in 29 Jahren, fast am Ende der Nutzungsdauer und baut einen geringen Kapitalwert von 3.120 € auf, ist also wirtschaftlich grenzwertig. Ohne Ansatz von Sowieso-Kosten ist die Maßnahme unwirtschaftlich!

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Gebäude im Vergleich vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



2.5.2 Maßnahmen der Variante: 2= Flachdachdämmung Anbauen

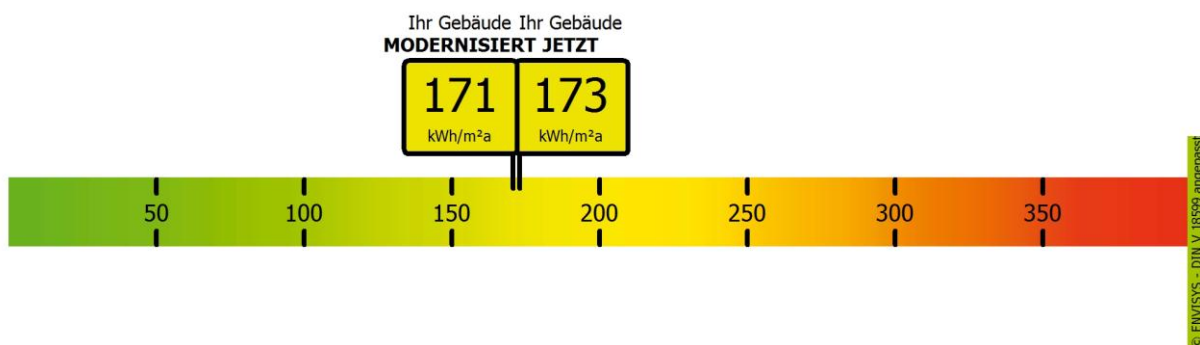
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Flachdach-Dämmung (nach Entfernen der Altdeckung)	120,00 €/m ²	88.320 €
Summe der Kosten:		88.320 €

2.6 Variante: 3= Fensteraustausch

2.6.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	458.952	454.678	[kWh/a]	0,9 %
Primärenergiebedarf / m ²	253,0	250,6	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	313.581	309.653	[kWh/a]	1,3 %
Endenergiebedarf / m ²	172,9	170,7	[kWh/m ² a]	
Heizlast	117,7	115,8	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,410	0,411		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	34.087	33.766	[€/a]	0,9 %
Energiekosten / Monat	2.841	2.814	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	18,79	18,61	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		13.739	[€]	
_Sowieso-Kosten		7.000	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		6.739	[€]	
Investition / m ²		7,6	[€/m ²]	
Amortisation		21	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,80	[%]	
Kapitalwert		1.493	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	58,5	58,0	[kg/m ² a]	0,9 %
SO ₂ -Emissionen	22,3	22,2	[g/m ² a]	0,1 %
Nox-Emissionen	41,9	41,6	[g/m ² a]	0,8 %
Staub	2,7	2,7	[g/m ² a]	0,4 %

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):

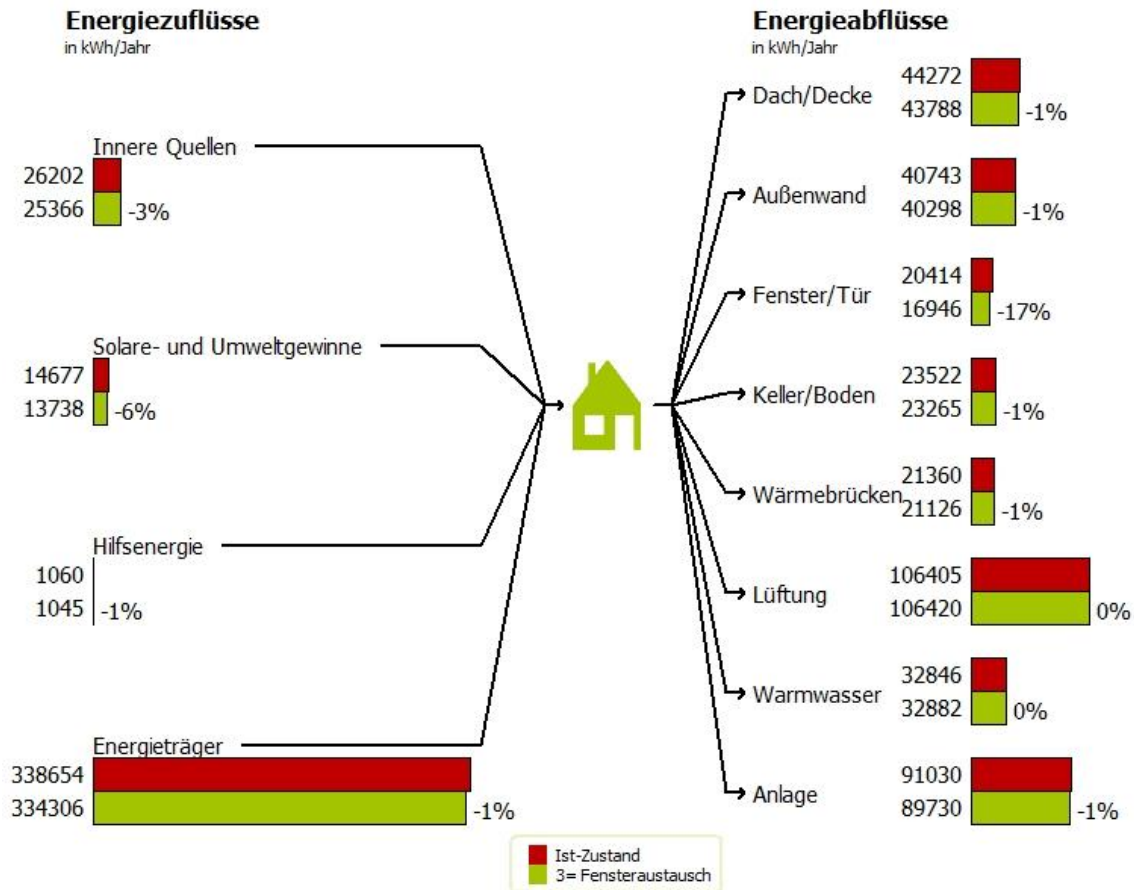


Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Die Maßnahme amortisiert sich selbst unter Ansatz von 7.000 € Sowieso-Kosten (50%, müsste noch genau ermittelt werden) erst in 21 Jahren, fast am Ende der Nutzungsdauer und baut einen geringen Kapitalwert von 1.493 € auf, ist also wirtschaftlich grenzwertig. Ohne Ansatz von Sowieso-Kosten ist die Maßnahme unwirtschaftlich!

Allerdings überwiegen bei dieser Maßnahme sicherlich Behaglichkeits- und Gebrauchstauglichkeitsgründe.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Gebäude im Vergleich vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



2.6.2 Maßnahmen der Variante: 3= Fensteraustausch

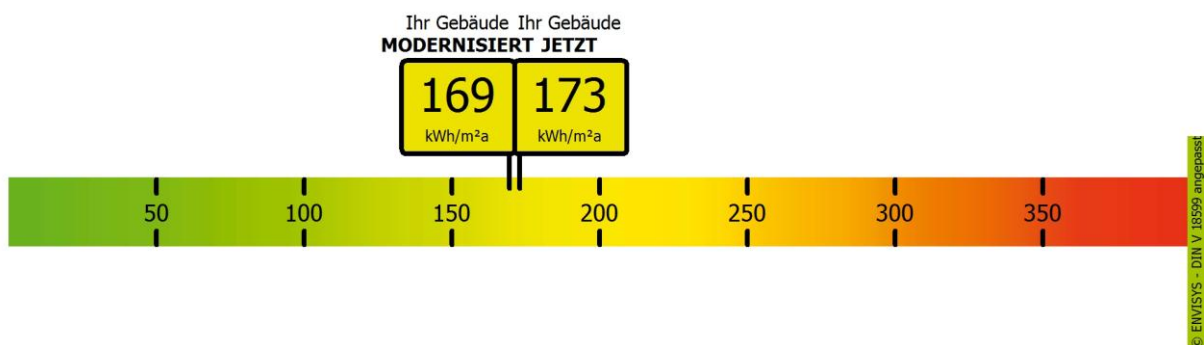
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung	550,00 €/m ²	13.739 €
Summe der Kosten:		13.739 €

2.7 Variante: 4= Austausch der Türen

2.7.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	458.952	452.197	[kWh/a]	1,5 %
Primärenergiebedarf / m ²	253,0	249,3	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	313.581	307.471	[kWh/a]	1,9 %
Endenergiebedarf / m ²	172,9	169,5	[kWh/m ² a]	
Heizlast	117,7	115,2	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,410	0,409		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	34.087	33.579	[€/a]	1,5 %
Energiekosten / Monat	2.841	2.798	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	18,79	18,51	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		37.280	[€]	
_Sowieso-Kosten		18.640	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		18.640	[€]	
Investition / m ²		20,6	[€/m ²]	
Amortisation		35	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert		-5.640	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	58,5	57,7	[kg/m ² a]	1,4 %
SO ₂ -Emissionen	22,3	22,2	[g/m ² a]	0,2 %
Nox-Emissionen	41,9	41,4	[g/m ² a]	1,3 %
Staub	2,7	2,7	[g/m ² a]	0,6 %

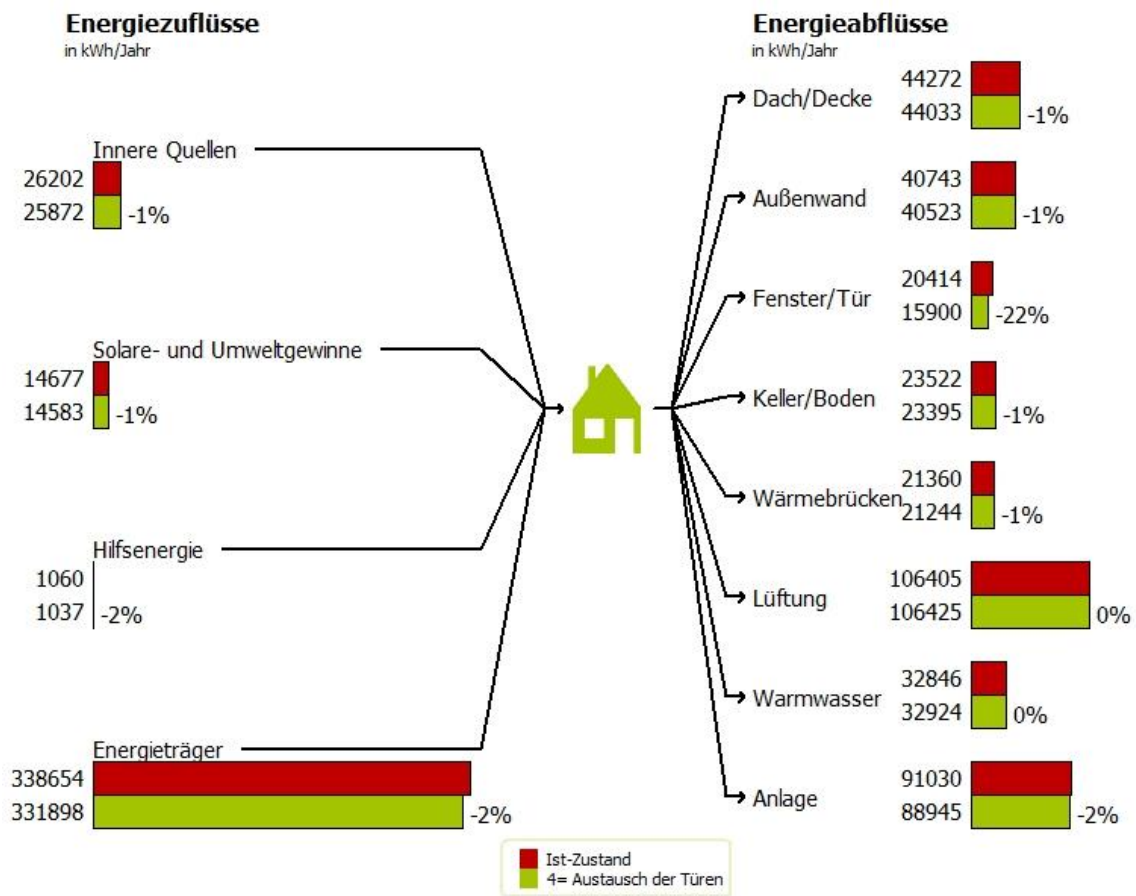
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Die Maßnahme amortisiert sich selbst unter Ansatz von 18.640 € Sowieso-Kosten (50%, müsste noch genau ermittelt werden) erst in 35 Jahren, baut einen negativen Kapitalwert von -5.640 € auf, ist trotz Sowieso-Kosten unwirtschaftlich!
Allerdings überwiegen bei dieser Maßnahme sicherlich Behaglichkeits- und Gebrauchstauglichkeitsgründe.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Gebäude im Vergleich vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



2.7.2 Maßnahmen der Variante: 4= Austausch der Türen

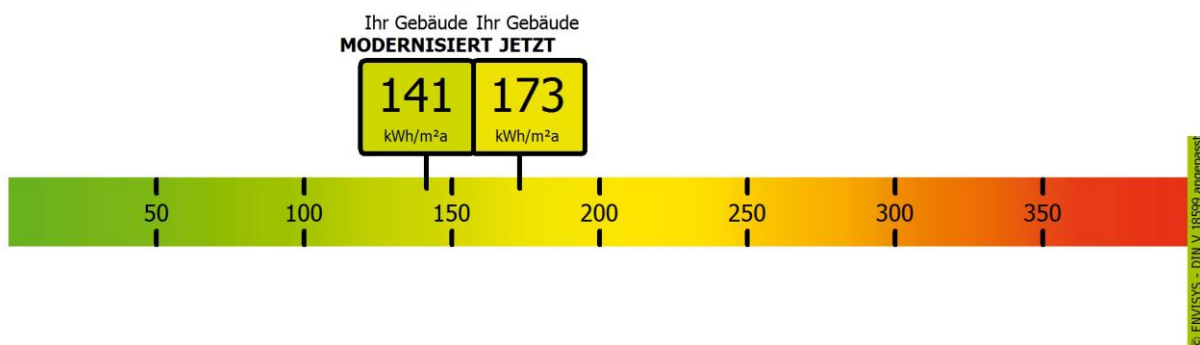
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Eingangstüren erneuern	800,00 €/m ²	37.280 €
Summe der Kosten:		37.280 €

2.8 Variante: Gesamtpaket aus 1 bis 4

2.8.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	458.952	396.070	[kWh/a]	13,7 %
Primärenergiebedarf / m ²	253,0	218,3	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	313.581	256.653	[kWh/a]	18,2 %
Endenergiebedarf / m ²	172,9	141,5	[kWh/m ² a]	
Heizlast	117,7	94,0	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,410	0,348		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	34.087	29.361	[€/a]	13,9 %
Energiekosten / Monat	2.841	2.447	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	18,79	16,19	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		286.230	[€]	
_Sowieso-Kosten		25.640	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		260.590	[€]	
Investition / m ²		157,8	[€/m ²]	
Amortisation		51	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert		-92.294	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	58,5	50,8	[kg/m ² a]	13,2 %
SO ₂ -Emissionen	22,3	21,9	[g/m ² a]	1,6 %
Nox-Emissionen	41,9	36,9	[g/m ² a]	12,1 %
Staub	2,7	2,6	[g/m ² a]	5,9 %

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):

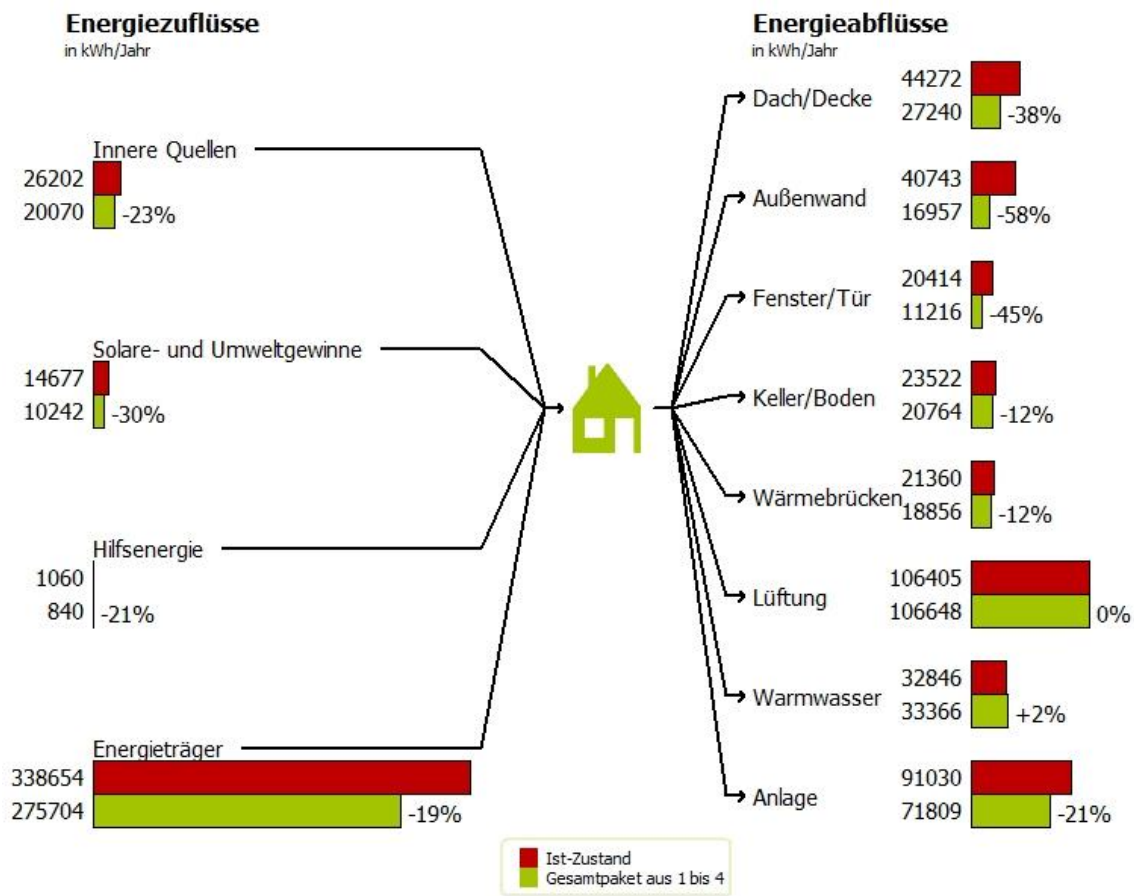


Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

Die Gesamtmaßnahme amortisiert sich selbst unter Ansatz von 25.640 € Sowieso-Kosten (50% aus Fenster und Türerneuerung, müsste noch genau ermittelt werden, die hohen Sowieso-Kosten aus Variante 2 wurden vernachlässigt) erst in 51 Jahren, baut einen negativen Kapitalwert von -92.294 € auf, ist trotz Sowieso-Kosten unwirtschaftlich !

Auch bei Ansatz zusätzlicher Sowieso-Kosten von 44.000 € aus Variante 2 amortisiert sich die Maßnahme erst nach 43 Jahren bei einem negativen Kapitalwert von -48.934 €.
Insgesamt bewirkt diese Maßnahme auch nur eine rechnerische Endenergieeinsparung von 18,2%.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiezu- und Energieabflüsse im Gebäude im Vergleich vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



2.8.2 Maßnahmen der Variante: Gesamtpaket aus 1 bis 4

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m ²	146.891 €
Flachdach-Dämmung (nach Entfernen der Altdeckung)	120,00 €/m ²	88.320 €
Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung	550,00 €/m ²	13.739 €
Eingangstüren erneuern	800,00 €/m ²	37.280 €
Summe der Kosten:		286.230 €

2.9 Wirtschaftlichkeit der Energiesparvarianten

Wesentliches Kriterium zur Beurteilung eines Maßnahmenpaketes - hier auch Variante genannt - ist die Wirtschaftlichkeit. Selbstverständlich ist sie nicht das einzige Kriterium für eine Empfehlung. Zunächst müssen alle anderen Notwendigkeiten aus fachlicher Sicht (z.B. die Beseitigung bestehender bauphysikalischer Schwachstellen) erfüllt sein, bevor ein Maßnahmenbündel von aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen geschnürt wird. So entstehen ein oder mehrere Varianten, die für sich genommen "funktionieren" und dann unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten überprüft werden können. Meist handelt es sich zum einen um kostengünstig und schnell zu realisierende bzw. organisatorische Sofortmaßnahmen und zum anderen um investive Maßnahme, die einen größeren Planungs- und Finanzierungsumfang haben. Die wirtschaftlichste Variante sollte schließlich umgesetzt werden, es sei denn, andere Ziele stehen im Vordergrund (Komfort, Raumklima, Ästhetik, soziales Umfeld, Image).

Wirtschaftlichkeit heißt hier nicht unbedingt "kürzeste Amortisationszeit". Dies ist sicher ein Gesichtspunkt, andere sind z.B.

- die Nachhaltigkeit
- die Wertsteigerung und Werterhaltung
- der maximale Fördergeldeinsatz
- der Finanzierungsbedarf
- die Liquiditätserhaltung
- ein hoher Kapitalwert
- eine kurze Amortisationszeit
- ein großer steuerlicher Hebel

Einige Kriterien können hier nicht Gegenstand sein. So ist es nicht die Aufgabe eines Beratungsberichts, die steuerliche Gestaltung, Höhe der Kreditaufnahme etc. zu empfehlen. Die Prüfung unter den o.g. Kriterien vor dem Hintergrund der am Anfang des Berichts formulierten Ziele obliegt also dem Auftraggeber dieses Berichts. Hier werden die dazu notwendigen wirtschaftlichen Kenndaten der einzelnen Varianten genannt.

Die quantifizierbaren Kennwerte zur Wirtschaftlichkeit einer Variante sind in diesem Bericht im Wesentlichen die Höhe der Investition, ggf. ein Fördergeldeinsatz, die Amortisationszeit und der Kapitalwert. Die Belastbarkeit insbesondere der letzten beiden Kennwerte ist abhängig von der Wahl der Randbedingungen (Energiepreissteigerung, Inflationsrate, Kalkulatorischer Zinssatz). Wir treffen hier konservative/vorsichtige Annahmen. Insbesondere die zu erwartende stärkere Energieverteuerung sollte alle Maßnahmen tatsächlich rentabler machen als hier dargestellt. Die Kennwerte und die Randbedingungen werden im Folgenden für jede Variante genannt.

Die **Amortisation** beziffert die Zeit, in der das eingesetzte Investitionskapital durch die erzielten Einsparungen wieder zurückgeflossen ist. Diese Zeit sagt nichts aus über das Maß der Einsparung und über den evtl. erzielten Überschuss über die Nutzungsdauer der Maßnahme. Die Amortisation wird nach VDI 2067 iterativ berechnet.

Eine Maßnahme ist wirtschaftlich, wenn die Amortisationszeit der Investitionen kürzer ist, als die Nutzungsdauer der sanierten oder erneuerten Bauteile.

Zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einzelner Varianten setzen wir die **Kapitalwertmethode** ein, um zu einer vergleichbaren Größe zu kommen. Hierbei wird jede Zahlung (Investition, Unterhaltung) und Einnahme (Einsparung) mit dem Kapitalzins (Sparzins) zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Der Kapitalwert ist dabei die Summe aller dieser "Barwerte". Eine Maßnahme ist dann absolut vorteilhaft, wenn der Kapitalwert größer oder gleich Null ist. Die vorteilhafteste Variante ist damit die mit dem größten Kapitalwert.

Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Amortisation wurden folgende Kriterien angenommen:

Fördergelder werden berücksichtigt	
- Effektiver Zinssatz	3,5 %
- Teuerungsrate für Energieträger per anno	4,0 %
- allgemeine Preissteigerung	2,4 %

2.9.1 Variante 001: 1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 001:	
Gesamtinvestition in das Paket	146.891 €
jährliche Energiekosten	31.696 €/Jahr
jährliche Einsparungen	2.391 €/Jahr
neuer Energieeinsatz:	284.800 kWh
Einsparung:	28.780 kWh, das entspricht 9 %
Nutzungsdauer:	ca. 40 Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	-45.206 €*)
Amortisation	56 Jahre

**)Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

2.9.2 Variante 002: 2= Flachdachdämmung Anbauten

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 002:	
Gesamtinvestition in das Paket	88.320 €
jährliche Energiekosten	32.562 €/Jahr
jährliche Einsparungen	1.525 €/Jahr
neuer Energieeinsatz:	295.228 kWh
Einsparung:	18.352 kWh, das entspricht 6 %
Nutzungsdauer:	ca. 30 Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	3.120 €*)
Amortisation	29 Jahre

**)Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

2.9.3 Variante 003: 3= Fensteraustausch

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 003:	
Gesamtinvestition in das Paket	13.739 €
jährliche Energiekosten	33.766 €/Jahr
jährliche Einsparungen	321 €/Jahr
neuer Energieeinsatz:	309.653 kWh
Einsparung:	3.927 kWh, das entspricht 1 %
Nutzungsdauer:	ca. 25 Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	1.493 €*)
Amortisation	21 Jahre

**)Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

2.9.4 Variante 004: 4= Austausch der Türen

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 004:	
Gesamtinvestition in das Paket	37.280 €
jährliche Energiekosten	33.579 €/Jahr
jährliche Einsparungen	508 €/Jahr
neuer Energieeinsatz:	307.471 kWh
Einsparung:	6.109 kWh, das entspricht 2 %
Nutzungsdauer:	ca. 25 Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	-5.640 €*)
Amortisation	35 Jahre

**)Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

2.9.5 Variante 005: Gesamtpaket aus 1 bis 4

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 005:	
Gesamtinvestition in das Paket	286.230 €
jährliche Energiekosten	29.361 €/Jahr
jährliche Einsparungen	4.726 €/Jahr
neuer Energieeinsatz:	256.653 kWh
Einsparung:	56.927 kWh, das entspricht 18%
Nutzungsdauer:	ca. 34 Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	-92.294 €*)
Amortisation	51 Jahre

**)Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

2.10 Vergleich der Varianten

2.10.1 Wirtschaftliche Betrachtung der Varianten

Nachfolgend werden die vorgeschlagenen Energieeinsparmaßnahmen (Varianten) untereinander verglichen.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über den Energieträgereinsatz der Varianten:

Variante	Erdgas_H		Strom	
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Ist-Zustand	237.572	19.645	76.009	14.442
1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm	208.898	17.274	75.902	14.421
2= Flachdachdämmung Anbauten	219.288	18.133	75.941	14.429
3= Fensteraustausch	233.614	19.318	76.039	14.447
4= Austausch der Türen	231.486	19.142	75.986	14.437
Gesamtpaket aus 1 bis 4	180.819	14.952	75.834	14.408

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Investition, die angenommene Förderung, die jährliche Einsparung, die Amortisationszeit und den Kapitalwert jeder Variante.

Variante	Gesamt-Investition*)	Netto-Investition**)	Sowieso-Investition	Förderung	jährliche Einsparung	Amortis.-zeit	Kapitalwert
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[Jahre]	[€]
1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm	146.891	146.891	0	0	2.391	56	-45.206

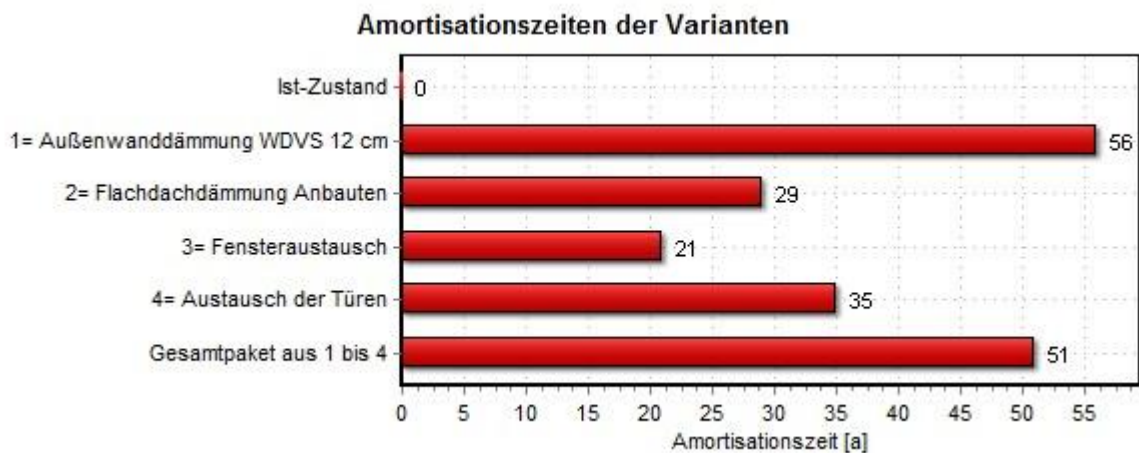
2= Flachdachdämmung Anbauten	88.320	44.320	44.000	0	1.525	29	3.120
3= Fensteraustausch	13.739	6.739	7.000	0	321	21	1.493
4= Austausch der Türen	37.280	18.640	18.640	0	508	35	-5.640
Gesamtpaket aus 1 bis 4	286.230	260.590	25.640	0	4.726	51	-92.294

*) inkl. ohnehin notwendiger Investitionen

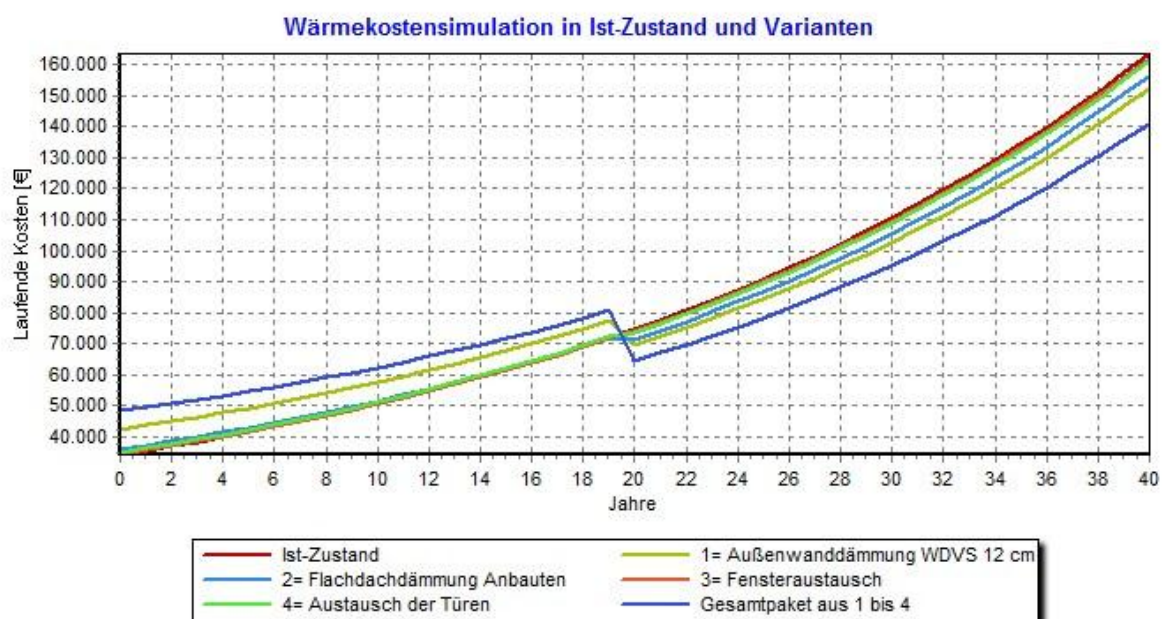
**) abzgl. ohnehin notwendiger Investitionen und abzüglich evtl. Förderung

Hinweis: Ersatzinvestitionen werden nicht berücksichtigt.

Die folgende Grafik zeigt die Amortisationszeiten:



In der folgenden Grafik wird die Entwicklung der Energiekosten der Varianten gezeigt:



Hierbei wurden folgende Entwicklungs-Trends zugrunde gelegt:

Energiepreiserhöhungen	4,0 %
allg. Preissteigerung	2,4 %
Guthaben-Zinssatz	3,5 %
Kredit-Zinssatz	3,5 %

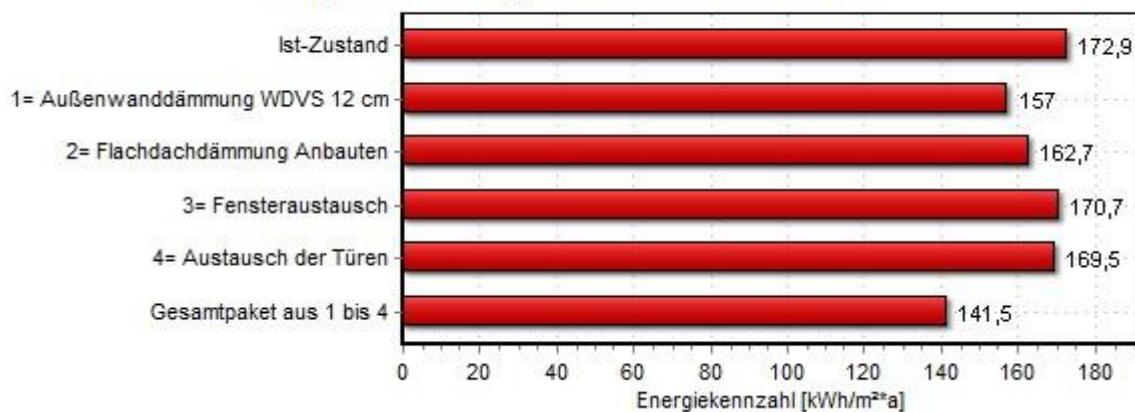
Annahmen für die Finanzierung der Varianten:

- Variante 1= Außenwanddämmung WDVS 12 cm: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 2= Flachdachdämmung Anbauten: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 3= Fensteraustausch: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 4= Austausch der Türen: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante Gesamtpaket aus 1 bis 4: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren

2.10.2 Energetische Betrachtung der Varianten

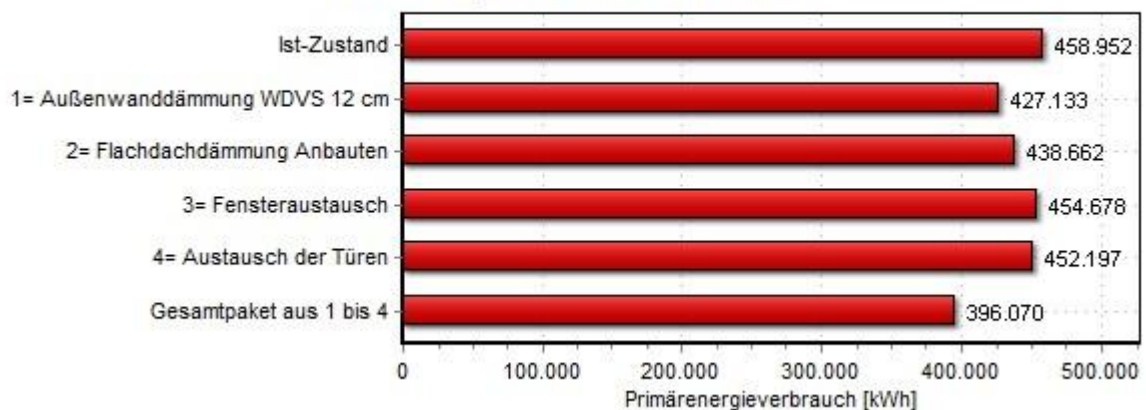
Die energetische Verbesserung wurde anhand der Kennzahl für die Endenergie (Energiekennzahl) beurteilt. Diese kann in den einzelnen Varianten wie folgt verbessert werden.

Vergleich der Energiekennzahlen der Varianten

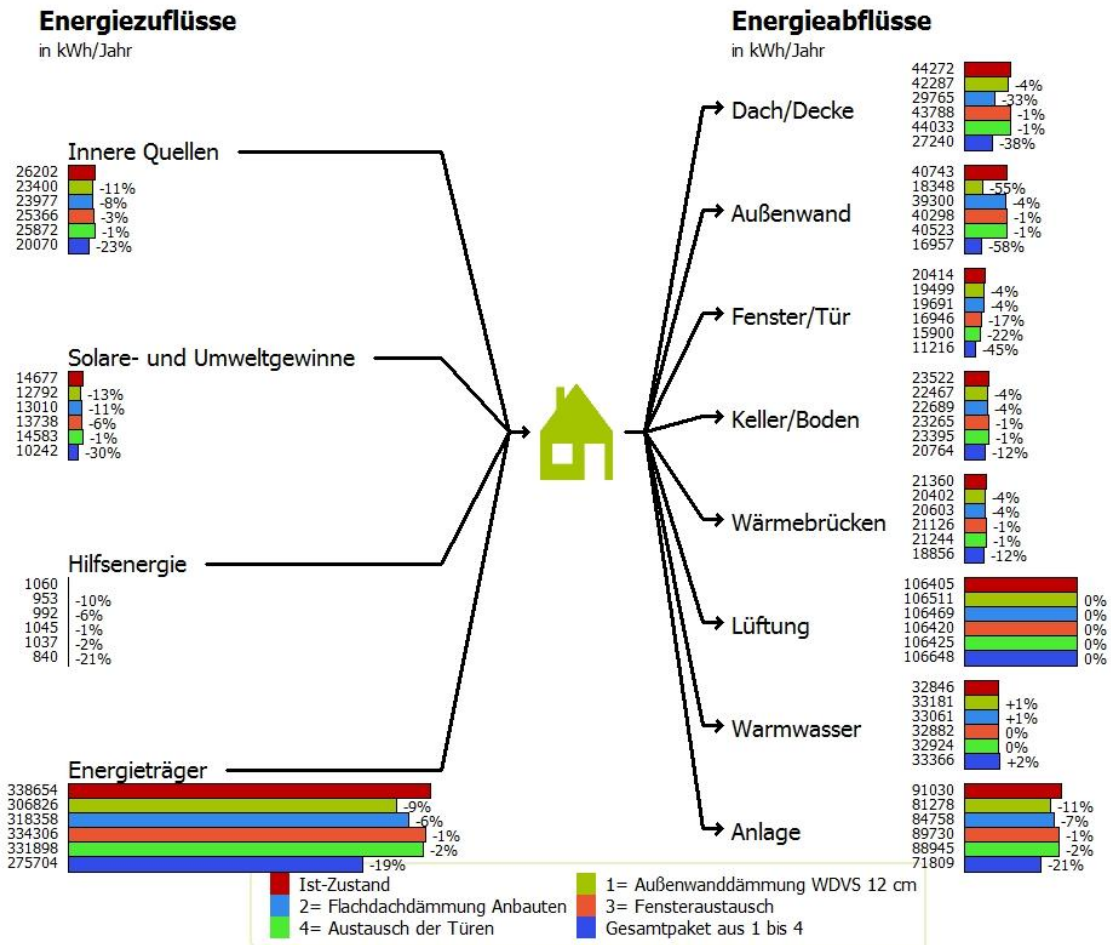


Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der Primärenergie-Werte der Varianten:

Primärenergieverbrauch der Varianten

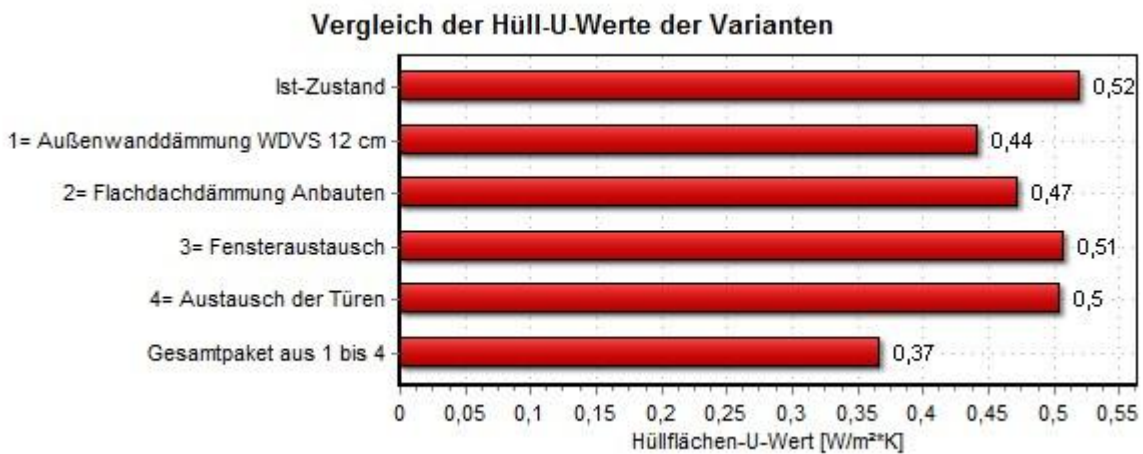


Die folgende Grafik zeigt Ihnen die Energieflüsse im Ist-Zustand und in den Varianten



2.10.3 Verbesserung der Gebäudehülle in den Varianten

Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der U-Werte der Varianten:

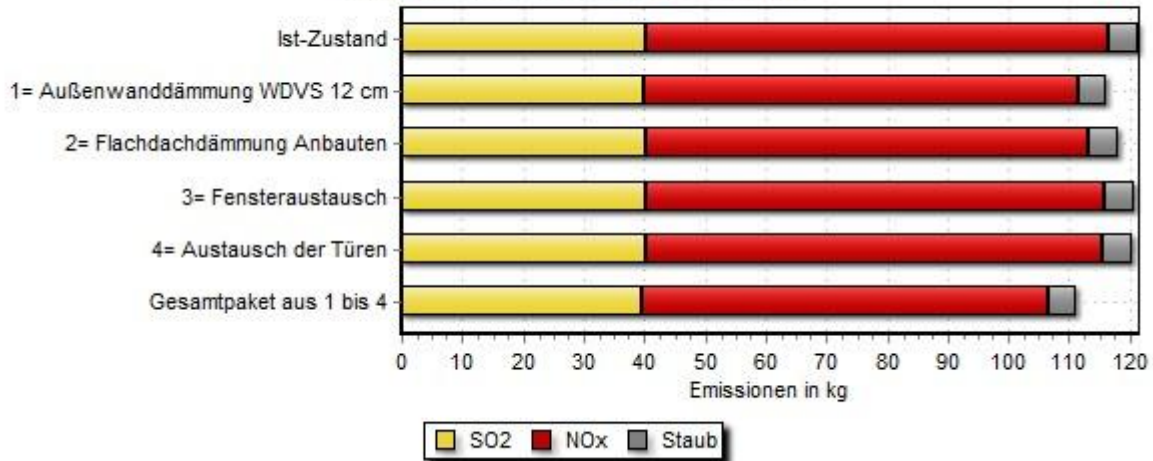


2.10.4 Ökologische Betrachtung der Varianten

Die ökologische Verbesserung im Betrieb drückt sich vor allem durch den Bedarf an Primärenergie und der Emission von CO₂ aus.

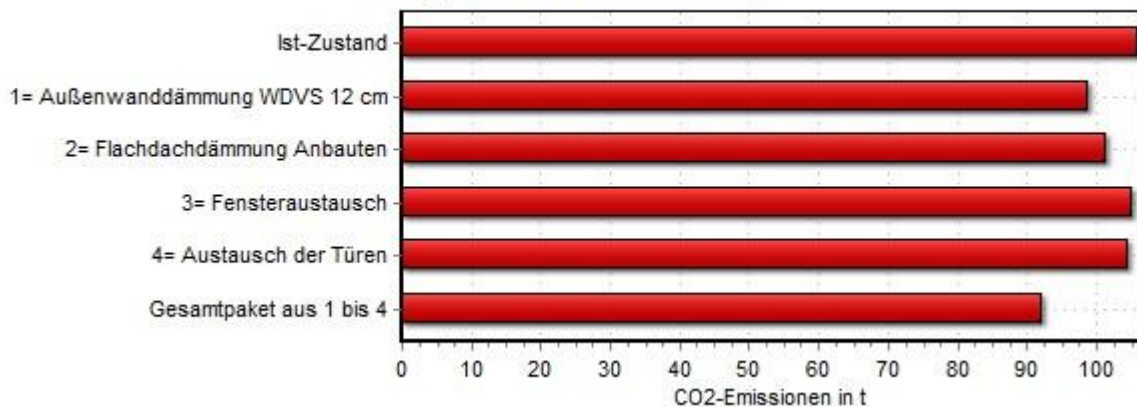
Die folgenden Grafiken zeigen Ihnen einen Vergleich der Emissionen der Varianten:

Vergleich der Schadstoffemissionen



Emissionen (SO₂, NO_x und Staub) der Sanierungsvarianten im Vergleich zum Ist-Zustand

Vergleich der CO₂-Emissionen



CO₂-Emissionen der Sanierungsvarianten im Vergleich zum Ist-Zustand

Deutliche CO₂ Reduzierungen können erreicht werden, wenn man von dem Energieträger Erdgas auf Pellets wechseln würde, dies zusätzlich noch unterstützt durch den Einsatz von Solarthermie.

2.11 Energieeinsparung in Öffentlichen Gebäuden

2.11.1 Stand-by - die heimlichen Stromverbraucher

Wussten Sie schon, dass der Stromverbrauch Stand-by für ein Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich ist? Jedes Watt Stand-by-Leistung im Dauerbetrieb kostet jährlich ca. 1,80 €. Neue technische Entwicklungen erlauben die Reduktion des Stand-by-Verbrauchs um 90% ohne Einschränkung der Nutzeranforderungen.

Aus ist nicht gleich aus! Viele Geräte verbrauchen auch dann noch Strom, wenn sie vermeintlich ausgeschaltet wurden.

In einem typisch eingerichteten Büro (10 PC-Arbeitsplätze, 1 Server, 1-2 Laserdrucker, 1 Kopiergerät, 1 DSL-Router, 10 Telefone, 1 Anrufbeantworter, 1 Kaffeemaschine, 1 Geschirrspüler) können bis zu 2.500 kWh/a und damit ca. 450 € durch konsequentes Abschalten eingespart werden! Was können Sie also tun?

- Setzen Sie schaltbare Steckdosenleisten ein und schließen Sie alle Geräte eines Arbeitsplatzes an. Schalten Sie nicht benötigte Geräte konsequent ab.
- Eine Alternative zu schaltbaren Steckdosenleisten sind spezielle Vorschaltgeräte für PC, Monitor etc.
- Läuft ein Monitor länger als eine halbe Stunde ohne, dass daran gearbeitet wird, sollte er einfach abgeschaltet werden.
- Mobiltelefone: Bestehendes Gerät ggf. durch ein verlustarmes Gerät ersetzen. Elektronische Ladegeräte verbrauchen nur ca. 0,1 Watt. Nach dem Laden des Telefons Stecker des Ladegerätes ziehen.
- Faxgeräte: Achten Sie beim Einkauf auf den Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb.
- Tintenstrahldrucker: Das Abschalten des Tintenstrahldruckers ist nur sinnvoll, wenn er extrem selten benutzt wird. Nach jedem Einschalten spült der Drucker seinen Druckkopf mit Tinte - ein Vorgang, der mehr Kosten verursacht, als man beim Stromverbrauch sparen kann.

2.11.2 Beleuchtung - die einfache Art, Strom zu sparen

Die Beleuchtung gehört zu den größten Stromverbrauchern (ca. 50% im Büro). Arbeitsplätze müssen jedoch normgerecht ausgeleuchtet werden, um eine qualitativ hochwertige Arbeit zu gewährleisten. Einfach abschalten geht hier nicht.

Einige Tipps, die Licht ins Dunkel bringen:

- **Energiesparlampen:** Vor dem Ersatz einer Glühlampe, Leuchtstoffröhre o.ä. durch Energiesparlampen (ESL) sollten Sie 5 Punkte prüfen:
 Lichtfarbe: Für Arbeitssituationen sollte diese neutral oder tageslichtweiß sein, als Nebenbeleuchtung genügt warmweiß oder extra-warmweiß.
 Farbwiedergabe: Die Farbtreue von Lampen wird mit einer Kennzahl von 1 (sehr gut) bis 4 (ausreichend) ausgedrückt. Für die Außenbeleuchtung kann auch eine geringe Farbqualität ausreichend sein.
 Lampenform: ESL werden in unterschiedlichen Formen und Größen angeboten. Verschaffen Sie sich einen Überblick.
 Lebensdauer: Glühlampen sind in der Anschaffung im Gegensatz zu ESL deutlich billiger. Dennoch erweisen sich ESL aufgrund ihrer längeren Lebensdauer auf lange Sicht als wesentlich günstiger. Achtung: Nicht alle ESL halten gleich lang. Die Lebensdauer ist meist auf der Verpackung angegeben.
 Effizienzklasse: Kriterien für die Vergabe der Effizienzklasse sind die Leistungsaufnahme (Watt) und der Lichtstrom (Lumen). ESL sind in der Effizienzklasse A und sparen bis 80% Strom gegenüber einer Glühlampe.
- **Leuchtensysteme mit Halogenlampen (Seilsysteme):** Seilsysteme werden mit Niedervoltssystemen betrieben, deren Niederspannung von einem Transformator erzeugt wird. Die Ausrüstung mit IRC-Halogenlampen reduziert den Stromverbrauch um etwa 30%.
- **Präsenzmelder:** Wenig genutzte Räume (Lager, WC, Aufenthaltsräume etc.) sollten mit Präsenzmeldern (z. B. Bewegungsmelder) ausgerüstet werden. Strom wird dann nur verbraucht, wenn er gebraucht wird. Einsparung ca. 15%.
- **Tageslichtkontrolle:** Der Einsatz von Tageslichtkontrollen spart ca. 30% Strom.
- **Lichtlenkung:** Lichtlenksysteme können bis 20% Strom sparen.

- **Glasdoppelfassaden:** Glasdoppelfassaden sind "in Mode" und verleihen einem Gebäude einen modernen Charakter. Der Einsatz von Glasdoppelfassaden kostet aber 15% mehr Strom für die Beleuchtung.
- **Leuchtstoffröhren** müssen regelmäßig gereinigt und gewartet werden. Die Leuchtkraft lässt empfindlich nach, wenn diese verschmutzen.

2.11.3 Mitarbeiter informieren und motivieren

Einsparungen im Bereich Energie sind hochgradig von der Mitwirkung der Mitarbeiter abhängig. Beziehen Sie deshalb Ihre Mitarbeiter mit ein, machen Sie Energie zum Thema. Informieren Sie darüber, dass Sie sich entschlossen haben, Energie zu sparen, um 1. wettbewerbsfähiger zu werden und 2. einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

Klären Sie über den Energieverbrauch beim Heizen, Lüften, Beleuchten, Stand-by etc. auf. Benennen Sie Verantwortliche und führen Sie ein Belohnungs- und Anreizsystem ein. Das Einsparpotenzial kann bis zu 30% betragen.

Gebäude- und Anlagenverantwortliche sollten Sie ebenfalls über ein Belohnungs- und Anreizsystem in Verbindung mit einem Energiecontrolling in die dauerhafte Energieeinsparung einbinden.

Verantwortung festlegen, Mitarbeiter motivieren

- Informieren Sie die Mitarbeiter über Einsparmöglichkeiten. Übernehmen Sie Einsparvorschläge der Mitarbeiter. Erarbeiten Sie dazu Arbeitsanleitungen.
- Benennen Sie Beauftragte für Energie für verschiedene Teilbereiche. Erstellen Sie Checklisten, die eine Verringerung des Energieverbrauchs transparent machen und überprüfen lassen.
- Geben Sie regelmäßig den aktuellen Energieverbrauch einzelner Teilbereiche und des Gesamtunternehmens bekannt.
- Belohnen Sie Energieeinsparungen von Teilbereichen durch Belobigung und/oder Ausschüttung von Teilen der Energieeinsparung.

3 Anhang: Ergänzende Angaben

In den folgenden Abschnitten finden Sie detaillierte Angaben sowie Berechnungsergebnisse zu dem vorliegenden Objekt Stadenhalle.

3.1 Angaben zu den Zonen

3.1.1 Nutzungsparameter der Zonen

In Abhängigkeit der Nutzungsart schreibt die DIN V 18599, Teil 10 Nutzungsparameter vor. Für die Berechnung des Gebäudes **Stadenhalle** wurden diese Parameter so angepasst, dass diese der tatsächlichen Nutzung sehr nahe kommen. In der folgenden Tabelle sind die angepassten Nutzungsparameter ausgegeben.

Zonenbezeichnung	Nutzung Beginn	Nutzung Ende	tägl. Nutzungsstunden	jährl. Nutzungstage	jährl. Nutzungsstunden Tag	jährl. Nutzungsstunden Nacht	tägl. Betriebsstunden RLT, Kühlung	jährl. Betriebstage RLT, Kühlung, Heizung	tägl. Betriebsstunden Heizung	Wartungswert Beleuchtungsstärke	Höhe Nutzebene	Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe	Relative Abwesenheit	Raumindex	Teilbetriebfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung	Feuchteanforderung	Mindestaußenluftvolumenstrom	Personen-Abwärme	Arbeitshilfen-Abwärme
	[Uhr]	[Uhr]	[h]	[d]	[h]	[h]	[h]	[d]	[h]	[lx]	[m]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	m ³ /hm ²	Wh/m ² d	Wh/m ² d
Sporthalle	12:00	22:00	10	330	1.980	1.320	10	330	14	300	0,0	1,0	0,3	2,0	1,0	-	1,5	48	0

3.2 Daten zur Gebäudehülle

Bauteilname	Grenzflächen	U-Wert	Fläche	HT ¹⁾	Fx ²⁾
		[W/m ² K]	[m ²]	[W/K]	[kWh/a]
Zone Sporthalle					
Bodenplatte	nach unten	0,58	1.779,6	1.024,4	0,35
Hallendach	nach oben	0,24	1.156,4	273,5	1,00
Dach Nebenräume	nach oben	0,46	718,3	331,1	1,00
Außenwände NO	seitlich	0,50	378,9	191,0	1,00
Außenwände SO	seitlich	0,50	253,3	127,7	1,00
Außenwände SW	seitlich	0,50	409,8	206,5	1,00
Außenwände NW	seitlich	0,50	164,9	83,1	1,00
Fenster NO	Fenster/Tür	3,30	21,4	70,8	1,00
Außentüren NO	Fenster/Tür	3,50	9,4	32,9	1,00
Außentüren SO	Fenster/Tür	3,50	31,0	108,3	1,00
Fenster NW	Fenster/Tür	3,30	3,5	11,7	1,00
Außentüren NW	Fenster/Tür	3,50	6,3	21,9	1,00
Lichtkuppeln alt	Fenster/Tür	3,00	17,3	51,8	1,00
Lichtkuppeln neu	Fenster/Tür	2,00	28,1	56,2	1,00

¹⁾HT - spezifischer Transmissionswärmekoeffizient durch das Bauteil W/K

²⁾Fx - Temperatur-Korrekturfaktor

Bauteilkategorie	durchschn. U-Wert	Fläche	Wärmeverlust
	[W/m ² K]	[m ²]	[kWh/a]
untere Abgrenzung	0,58	1.779,6	30.088
obere Abgrenzung	0,32	1.874,7	56.630
seitliche Abgrenzung	0,50	1.206,9	52.117
Fenster/Tür	3,02	116,9	26.113
Wärmebrücken	0,10	4.978,2	27.322

4 Bauteilnachweis

Nachfolgend wird der Bauteilnachweis für die Bauteile im Ist-Zustand ausgegeben.

4.1 Übersicht der Bauteile

Vorbemerkungen

Für das Gebäude Im Staden, Stadtteil Tiefenstein, 55743 Idar-Oberstein wurden die U-Werte der Bauteile gemäß DIN EN ISO 6946 ermittelt und mit den Anforderungen der EnEV 2009, Anhang 3, Tab. 1 verglichen.

Bauteil	Detail	U-Wert [W/m ² K]	Anforderung EnEV ¹⁾	
			max. U-Wert [W/m ² K]	Status
Hallendach	Detail-D.1	0,237	0,200	-
Dach Nebenräume	Detail-D.2	0,461	0,200	-
Bodenplatte	Detail-K.1	0,576	0,500	-
Außenwände NO	Detail-W.1	0,504	0,240	-
Außenwände SO	Detail-W.1	0,504	0,240	-
Außenwände SW	Detail-W.1	0,504	0,240	-
Außenwände NW	Detail-W.1	0,504	0,240	-
Fenster NO	Detail-F.1	3,300	1,300	-
Außentüren NO	Detail-F.2	3,500	2,900	-
Außentüren SO	Detail-F.2	3,500	2,900	-
Fenster NW	Detail-F.1	3,300	1,300	-
Außentüren NW	Detail-F.2	3,500	2,900	-
Lichtkuppeln alt	Detail-F.3	3,000	0,000	-
Lichtkuppeln neu	Detail-F.4	2,000	0,000	-

¹⁾Die Anforderungen der EnEV 2009, Anhang 3, Tab. 1 gelten für den erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen und stellen **keine Anforderung für den Neubau dar!**

4.2 Detaillierte Auflistung der Bauteile

4.2.1 Konstruktionen mit Abgrenzung nach oben

4.2.1.1 Detail-D.1

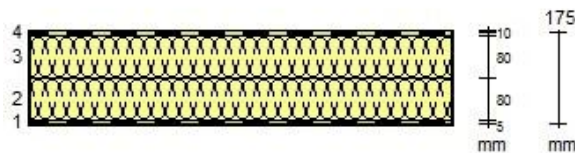
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Hallendach

4.2.1.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 17,5

Dachdecke Halle

Oberseite (außen)



- 1: Dampfsperre
- 2: Wärmedämmung 1982
- 3: Wärmedämmung 2007
- 4: Abdichtung

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Dampfsperre	1.200	0,50	6,00	0,170	0,03
2	Wärmedämmung 1982	25	8,00	2,00	0,040	2,00
3	Wärmedämmung 2007	25	8,00	2,00	0,040	2,00
4	Abdichtung	1.200	1,00	12,00	0,170	0,06
	Summe:		17,50	22,00		4,09
					R _{innen} :	0,10
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	4,23
					U-Wert (1 / R _T):	0,24

4.2.1.2 Detail-D.2

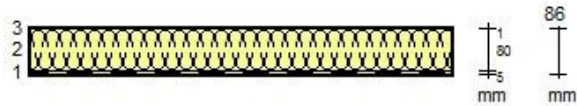
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Dach Nebenräume

4.2.1.2.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 8,6

Dachdecke Nebenräume

Oberseite (außen)



- 1: Dampfsperre
- 2: Wärmedämmung 1982
- 3: Stahltrapezblech

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Dampfsperre	1.200	0,50	6,00	0,170	0,03
2	Wärmedämmung 1982	25	8,00	2,00	0,040	2,00
3	Stahltrapezblech	8.750	0,10	8,75	60,000	0,00
	Summe:		8,60	16,75		2,03
					R _{innen} :	0,10
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	2,17
					U-Wert (1 / R _T):	0,46

4.2.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten

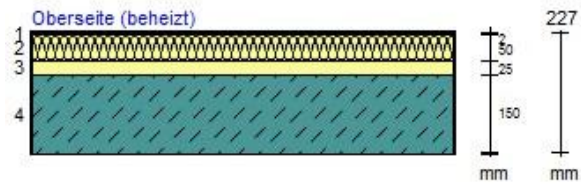
4.2.2.1 Detail-K.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Bodenplatte

4.2.2.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 22,7

Hallenboden



- 1: PVC
- 2: Schwingboden
- 3: Bitumenweichfaserplatte
- 4: Normalbeton

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	PVC	1.500	0,20	3,00	0,230	0,01
2	Schwingboden	460	5,00	23,00	0,058	0,86
3	Bitumenweichfaserplatte	20	2,50	0,50	0,040	0,63
4	Normalbeton	2.300	15,00	345,00	2,100	0,07
	Summe:		22,70	371,50		1,57
					R _{innen} :	0,17
					R _{außen} :	0,00
					R _T :	1,74
					U-Wert (1 / R _T):	0,58

4.2.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung

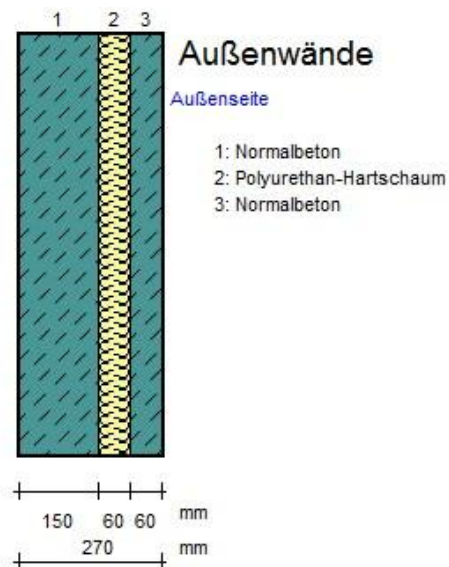
4.2.3.1 Detail-W.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außenwände NO
- Außenwände SO
- Außenwände SW
- Außenwände NW

4.2.3.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 27,0



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Normalbeton	2.300	15,00	345,00	2,100	0,07
2	Polyurethan-Hartschaum	35	6,00	2,10	0,035	1,71
3	Normalbeton	2.300	6,00	138,00	2,100	0,03
	Summe:		27,00	485,10		1,81
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	1,98
					U-Wert (1 / R _T):	0,50

4.2.4 Fensterkonstruktionen

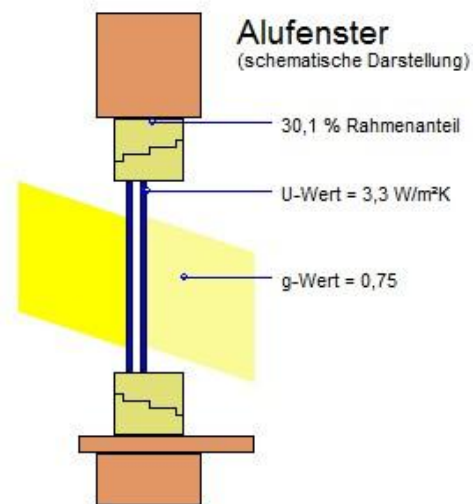
4.2.4.1 Detail-F.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster NO
- Fenster NW

4.2.4.1.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,75



Rahmenanteil in %: 30,1

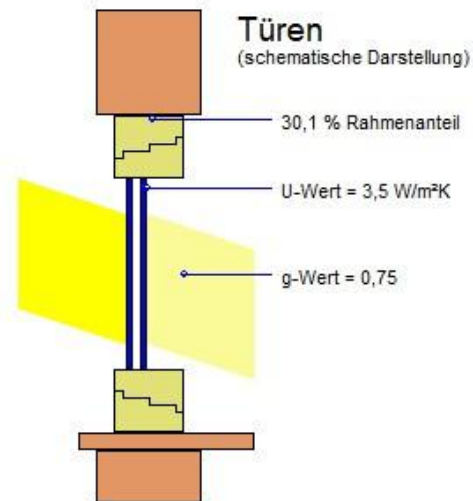
4.2.4.2 Detail-F.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außentüren NO
- Außentüren SO
- Außentüren NW

4.2.4.2.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,75



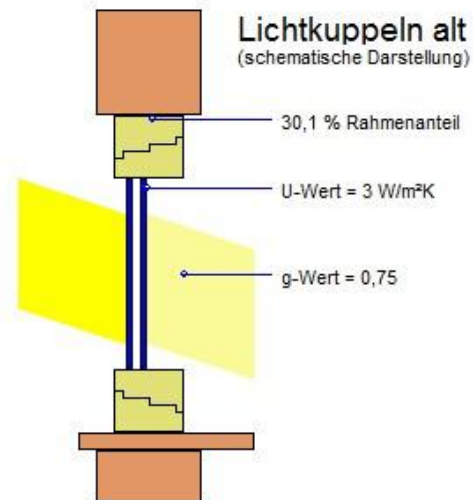
Rahmenanteil in %: 30,1

4.2.4.3 Detail-F.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Lichtkuppeln alt

4.2.4.3.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,75



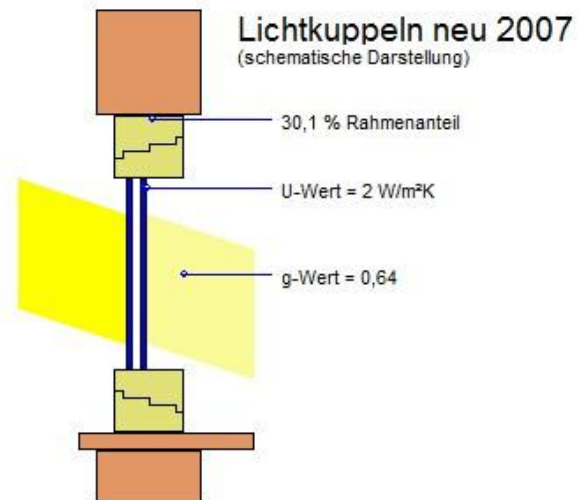
Rahmenanteil in %: 30,1

4.2.4.4 Detail-F.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Lichtkuppeln neu

4.2.4.4.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,64



Rahmenanteil in %: 30,1

¹⁾ Anforderung nach EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1

²⁾ Wärmedurchlasswiderstand

4.3 Ergänzende Angaben zur Beleuchtung des Objektes

Die Beleuchtung wird bereichsweise betrachtet. Ein Beleuchtungsbereich ist eine Zone (oder ein Teil von ihr), in der spezifische Beleuchtungsverhältnisse herrschen.

Beleuchtungsbereiche mit vertikaler Tageslichtversorgung

Beleuchtungs-Bereich	Raumgröße	Raumbreite	Raumtiefe	Nutzebene	Breite Tageslichtbereich	Sturzhöhe	Brüstungshöhe	Fensterbauteil	Lichttransmissionsgrad
Stiefelgang	50,15	33,43	1,50	0,00	33,43	2,50	1,87	Fenster NO	0,74
Nebenraum	131,22	9,72	13,50	0,00	8,81	2,50	1,00	Fenster NO	0,74
Foyer	77,55	14,80	5,24	0,00	12,12	2,50	1,88	Fenster NW	0,74

Beleuchtungsbereiche mit Oberlichtern

Beleuchtungs-Bereich	Raumgröße	Raumbreite	Raumtiefe	Nutzebene	Länge	Breit Lichtöff-	Aufsetzkranz	Anzahl	einzelne	Fensterbauteil	Lichttransmissionsgrad
Halle	1.113,75	45,00	24,75	0,00	1,25	1,25	1,00	18	ja	Lichtkuppeln neu	0,78
Umkleiden/ Duschen	162,53	30,84	5,27	0,00	1,04	1,04	0,80	8	ja	Lichtkuppeln alt	0,74
Turnschuhgang	50,31	33,54	1,50	0,00	1,04	1,04	0,80	5	ja	Lichtkuppeln alt	0,74

5 Berechnungsergebnisse

5.1 Energieträgerverwendung

In dem vorliegenden Gebäude werden folgende Energieträger verwendet: Diese Energieträger werden wie folgt genutzt:

Energieträger: Erdgas_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	207.981	114,7	230.858	127,3
für Trinkwassererwärmung	29.591	16,3	32.846	18,1
für Luftaufbereitung	0	0,0	0	0,0
für Kälteerzeugung	0	0,0	0	0,0
für Dampferzeugung	0	0,0	0	0,0
für Beleuchtung	0	0,0	0	0,0
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	237.572	131,0	263.705	145,4
Primärenergiebedarf	261.329	144,1		

Energieträger: Strom

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	911	0,5	911	0,5
für Trinkwassererwärmung	149	0,1	149	0,1
für Luftaufbereitung	6.236	3,4	6.236	3,4
für Kälteerzeugung	0	0,0	0	0,0
für Dampferzeugung	0	0,0	0	0,0
für Beleuchtung	68.713	37,9	68.713	37,9
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	76.009	41,9	76.009	41,9
Primärenergiebedarf	197.623	108,9		

Handlungsempfehlungen und Prioritätenliste:

Kurzfristig:

- Sensibilisierung der Nutzer auf energiesparenden Umgang mit dem Gebäude
- Untersagung der Regelung von Heizungs-Und Lüftungsanlagen durch die Nutzer
- Absenken der Hallentemperatur von derzeit bis zu 21°C auf die gemäß Anweisung der Stadtverwaltung schon vorgeschriebene Hallentemperatur von 19°C

Mittelfristig:

- Erneuerung der Heizung / Lüftung / Warmwasserbereitung
 - Umstellung der Luftheizung in der Halle auf Hell-/ Dunkelstrahler oder wassergeführte Deckenstrahlplatten
 - Erneuerung des Heizkessels durch ein Gasbrennwertgerät oder einen Pellet-Heizkessel. Im Rahmen der anzustrebenden CO₂ – Reduktion ist der Pellet-Heizkessel vorrangig durch die Stadtverwaltung anzustreben
 - Umstellung der Warmwasserbereitung auf eine Frischwasserstation, ggf. solarthermisch unterstützt
- Umstellung der Leuchtstoffröhren von VVG auf EVG oder, wie von der Stadtverwaltung bereits geplant, Reduktion der VVG-Leuchtstoffröhren
- Austausch der undichten und teilweise nicht funktionstüchtigen Fenster und Außentüren mit Erstellung eines Lüftungskonzeptes
- Zusätzliche Dämmung des Flachdaches im Bereich der Nebenräume

Langfristig:

- Dämmung der Außenwände nur bei stark ansteigenden Energiepreisen oder im Rahmen einer Fassadensanierung. Die Maßnahme ist derzeit nicht wirtschaftlich und sollte, falls von der Stadtverwaltung in Zukunft irgendwann geplant, vorher nochmals detailliert auf Wirtschaftlichkeit hin überprüft werden.