

## Anhang 2 b Baustein 3 - Feinanalyse Einzelberichte

### Verwaltungsgebäude 2 linker Teil Georg-Maus-Straße 2 55743 Idar-Oberstein

Baujahr	1958
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	2.720 m <sup>2</sup>
Beheiztes Gebäudevolumen V <sub>e</sub>	8.810 m <sup>3</sup>
Verhältnis A/V <sub>e</sub>	0,31



## 1 Bestandsaufnahme

### 1.1 Grunddaten

Das Gebäude wurde im Jahre 1958 errichtet.

Es besteht aus 2 Vollgeschossen, einem teilbeheizten Dachgeschoss (Treppenhaus) und einem beheizten Untergeschoss.

Das Gebäude ist in Massivbauweise errichtet.

Im Jahre 2012/2013 wurden im Treppenhaus auf der Nord-Ost Seite (Richtung Parkplatz) die Fenster erneuert.

Gegenstand dieses Berichtes ist der linke Teil des Verwaltungsgebäudes II einschließlich des Treppenhauses zur Aula (roter Pfeil).

Dieser Gebäudebereich wird im Erdgeschoss zu Verwaltungszwecken und einem Sitzungssaal genutzt, im Obergeschoss befindet sich die Aula mit Bühne zu Veranstaltungszwecken.

Das Treppenhaus erstreckt sich vom Keller bis zum Dachgeschoss, der Keller ist als Archiv genutzt und beheizt.



Vorderansicht NO, Seitenansicht SO



Vorderansicht NO



Seiten- Rückansicht SO/SW



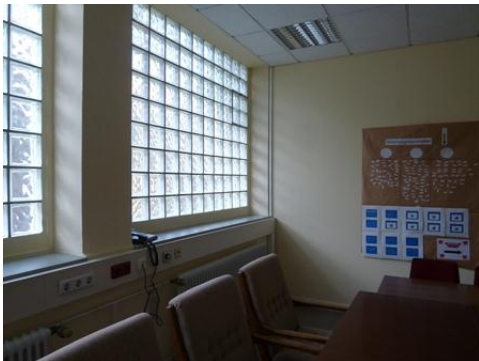
Treppenhausbereich



Aula im OG



Sitzungssaal im EG



Verwaltungsräume im EG



Archiv im KG

#### Gebäudedaten

Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude	
Baujahr:	1958	
Energiebezugsfläche $A_{NGF}$ :	1.692,3	m <sup>2</sup>
Gebäudevolumen $V_e$ :	8.810,34	m <sup>3</sup> (Brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	2.720,03	m <sup>2</sup> (Brutto)
A/V-Verhältnis:	0,31	m <sup>-1</sup>
Fensterflächen:	338,57	m <sup>2</sup>
Vollgeschosse:	2	
charakteristische Breite:	16,00	m
charakteristische Länge:	32,97	m

#### Gebäudeansichten

Siehe Seite 2

### 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.

Dieser Gebäudebereich wird im Erdgeschoss zu Verwaltungszwecken und einem Sitzungssaal genutzt, im Obergeschoss befindet sich die Aula mit Bühne zu Veranstaltungszwecken.

Das Treppenhaus erstreckt sich vom Keller bis zum Dachgeschoss, der Keller ist als Archiv genutzt und beheizt.

Nach Angaben der Stadtverwaltung wird die Aula im Obergeschoss und der Sitzungssaal im Erdgeschoss nur an ca. 100 Tagen im Jahr und überwiegend in den Abendstunden genutzt.

### **1.3 Bisherige wärmetechnische Investitionen am Gebäude**

2012/2013: Erneuerung der Fenster im Treppenhaus zum Parkplatz hin.

## 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 <sub>NGF</sub> [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]	Volumen V <sub>netto</sub> [m <sup>3</sup> ]	Zonenhülle [m <sup>2</sup> ]	Personen [Anzahl]	Konditionierung (Hz/Tw/K/RLT/Bel)	Trinkwasser- nutzung <sup>1)</sup>
Verwaltung	19,0	153	9,0	474	165	-	ja/-/-/ja	keine
Sitzung	19,0	201	11,9	754	117	-	ja/-/-/ja	keine
Treppenhaus	15,0	573	33,9	2.063	798	-	ja/-/-/ja	keine
Aula	18,0	367	21,7	2.617	922	-	ja/-/-/ja	keine
Archiv	17,0	398	23,5	1.000	719	-	ja/-/-/ja	keine

Die Trinkwarmwasserbereitung wird wegen Geringfügigkeit vernachlässigt.

## 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 ggf. im Anhang.

Kategorie	Fläche [m <sup>2</sup> ]	mittlerer U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Anteil Transmission [%]	optimaler U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Keller	561	1,00	1,67	0,11
Dach	561	1,14	14,02	0,08
Wand	1.259	1,85	56,85	0,10
Fenster	339	2,84	27,47	0,80

### 1.5.1 Grenzflächen nach oben (Dach)

Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet die oberste Geschossdecke. Diese ist im Treppenhaus ungedämmt, über der Aula mit 5 cm Dämmung gedämmt.

Eine luftdichte Ebene in Form einer Dampfsperre ist nicht vorhanden, daher sind hier sicherlich erhöhte Lüftungswärmeverluste zu verzeichnen.

Der Dachraum ist unbeheizt, im Treppenhaus beheizt.

Er ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes teilweise mit einbezogen. Die zeitweise Nutzung des Daches findet bei der Bezifferung der durchschnittlichen Raumtemperatur Berücksichtigung.



Oberste Geschossdecke über Aula



Dämmung oberste Geschossdecke über Aula

### 1.5.2 Grenzflächen seitlich (Außenwände)

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

Die Wände sind im Kellergeschoss in Beton errichtet, in den Obergeschossen in Ziegelmauerwerk zwischen Stahlbetonskeletten.

Durch die zahlreichen Heizkörpernischen und Stahlbetonskelette sind die Außenwände stark wärmebrückenbehaftet.



Heizkörpernischen Aula mit Verkleidung



Skelettbauweise mit Ausmauerung

### 1.5.3 Grenzflächen nach unten (Keller)

Die Abgrenzung der thermischen Hülle bildet die Bodenplatte. Der Keller ist beheizt. Er ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes mit einbezogen. Die zeitweise Nutzung des Kellers findet bei der Bezifferung der durchschnittlichen Raumtemperatur Berücksichtigung.



Archivräume im Kellergeschoss

### 1.5.4 Transparente Bauteile (Fenster, Türen)

Zur seitlichen Abgrenzung der thermischen Hülle gehören die Fenster. Diese wurden im Jahre 2012/2013 im Treppenhaus zum Parkplatz hin durch Kunststofffenster mit einem  $U_w$ -Wert von 1,0  $W/(m^2K)$  nach Angabe der Stadtverwaltung ausgetauscht. Sie sind in gutem Zustand und schließen dicht.



Neue Fenster im Treppenhaus in den Obergeschossen Richtung Parkplatz

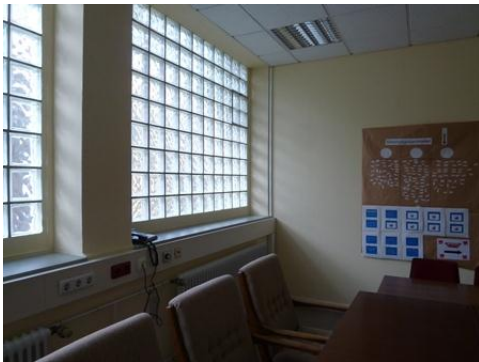
In allen restlichen Räumen sind veraltete, isolierverglaste Kunststofffenster vorhanden, sowie veraltete isolierverglaste Außentüren.



Außentüren Aluminium isolierverglast



ältere Fenster Treppenhaus isolierverglast



Teilweise sind sogar noch Glasbausteine vorhanden, z.B. in Verwaltung

### **1.5.5 Wärmetechnische Schwachstellen, Wärmebrücken**

Im vorliegenden Gebäude wurden auch Wärmebrücken gefunden. Diese befinden sich überwiegend im Bereich der Heizkörpernischen und Stahlbetonskelette der Außenwände (siehe auch Seite 5).





Auch im Bereich der obersten Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum sind Wärmebrücken an den Holzbalken vorhanden, hier Wärmebrücken und Luftleckagen.

## 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.

## 1.7 Angaben zur Wärmeversorgung

### Zustand der Anlage

Die Heizanlage ist im Bericht des rechten Gebäudeteils von Verwaltungsgebäude II ab Abschnitt 1.7 genauer beschrieben, genauere Angaben siehe dort.

### 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/nein
Wochenendabschaltung	ja
Pufferspeicher	nein

### 1.7.2 Heizkreise

#### Heizkreise des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Heizkreis	Heizkreis
<b>Wärmeabgabe</b>	
Art der Wärmeabgabe	Heizkörper
Anordnung	Heizkörper nach Außen
Heizkreistemperatur	70/55°C
<b>Heizungsregler</b>	
Regelung	Thermostatventil mit 2 K Schaltdifferenz
elektrische Regelung	nicht elektrisch geregelt
<b>Umwälzpumpe</b>	
Pumpenregelung	variable Delta P der Pumpenregelung
Pumpenmanagement	integriertes Pumpenmanagem. aussentemperaturgeführter Kesseltemp.
<b>Leitungsnetz</b>	
Einrohrnetz	nein
hydraulisch abgeglichen	nein
versorgte Zonen	Verwaltung; Sitzung; Treppenhaus; Aula; Archiv

### 1.7.3 Wärmeerzeuger

#### Wärmeerzeuger des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Wärmeerzeuger	Wärmeerzeuger
Baujahr	1984
Art	Zentral-/Etagenheizung (im Beheizten)
Technik	Standardkessel
Energieträger	Erdgas (incl. Flüssiggas)

#### detaillierte Daten

##### Kessel

Teillastwirkungsgrad	0,85
Kessel-Bereitschaftsverlust	0,01
Kesselwirkungsgrad	0,87

## 1.8 Angaben zur Trinkwarmwasserversorgung

### 1.8.1 Versorgungsbereiche

Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung
Lage	dezentral
versorgte Zonen	Verwaltung

### 1.8.2 Warmwasserbereiter

Warmwasserbereiter des Versorgungsbereiches Warmwasserversorgung

Warmwassererzeuger	Warmwasserbereiter
Technik	Elektro-Durchlauferhitzer und Elektro-Boiler
Energieträger	Strom

## 1.9 Beschreibung und Bewertung der Lüftung

### 1.9.1 Lüftungsbereiche

Lüftungsbereich	Lüftung
Lüftungsart	die Lüftung erfolgt als freie Lüftung (Fenster)
versorgte Zonen	Verwaltung; Sitzung; Treppenhaus; Aula; Archiv

In der Aula ist zusätzlich eine Umluftanlage vorhanden.

## 1.10 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.

Beleuchtungsbereich	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Präsenzkontrolle	Tageslichtkontrolle	Anschlussleistung [W/m <sup>2</sup> ]	Endenergie [kWh/a]
Verwaltung SW	41,46	nein	nein	24,84	1.098,9
Verwaltung SO	32,00	nein	nein	23,40	734,0
Verwaltung NO	37,63	nein	nein	32,34	1.373,5
Verwaltung Kunstlicht	41,86	nein	nein	11,18	765,8
Sitzung SW	68,90	nein	nein	32,83	610,4
Sitzung NO	68,90	nein	nein	32,83	614,1
Sitzung Kunstlicht	63,11	nein	nein	35,84	678,6
Treppenhaus EG	126,72	nein	nein	3,45	563,0
Treppenhaus 1.OG	126,72	nein	nein	5,46	891,3
Treppenhaus 2.OG	126,72	nein	nein	2,01	328,4
Treppenhaus 3.OG	126,72	nein	nein	2,38	388,7
Treppenhaus Kunstlicht	66,13	nein	nein	5,66	617,8
Aula	366,90	nein	nein	6,76	968,4
Archiv	411,14	nein	nein	6,41	500,3

Überwiegend werden bereits Energiesparleuchten und stabförmige Leuchtstoffröhren mit VVG eingesetzt.



Beleuchtung Treppenhaus



Beleuchtung Treppenhaus



Beleuchtung Aula



Beleuchtung Aula



Beleuchtung Verwaltung



Beleuchtung Archive

### 1.10.1 Schwachstellen des Gebäudes

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

- überwiegend die Außenwände
- die schwach gedämmte oberste Geschossdecke
- die veralteten Fenster und Außentüren
- die veraltete Heizanlage

### 1.10.2 Energieträgerverwendung

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

### Energieträger: Strom

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
für Raumwärmeerzeugung	1.485	0,9	1.485	0,9
für Trinkwassererwärmung	0	0,0	0	0,0
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	10.133	6,0	10.133	6,0
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
<b>Endenergie gesamt</b>	<b>11.618</b>	<b>6,9</b>	<b>11.618</b>	<b>6,9</b>
<b>Primärenergiebedarf</b>	<b>30.206</b>	<b>17,8</b>		

### Energieträger: Erdgas\_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
für Raumwärmeerzeugung	315.761	186,6	350.495	207,1
für Trinkwassererwärmung	0	0,0	0	0,0
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
<b>Endenergie gesamt</b>	<b>315.761</b>	<b>186,6</b>	<b>350.495</b>	<b>207,1</b>
<b>Primärenergiebedarf</b>	<b>347.337</b>	<b>205,2</b>		

#### 1.10.3 Energieverbrauch der letzten Jahre

Die Energieverbräuche der letzten Jahre gehen aus den Verbrauchsabrechnungen hervor.

**Da die Verbrauchsabrechnungen nur gemeinsam für Stadtwerke und Verwaltungsgebäude II erfasst werden, kann eine genaue Ermittlung des Verbrauchs von Verwaltungsgebäude II nicht angegeben werden, daher wird der Einbau von Wärmemengenzählern empfohlen.**

Der Gesamtverbrauch der Jahre 2009 - 2011 betrug im Mittel ca. 814.000 kWh Gas, der Spitzenwert im Jahre 2010 beträgt ca. 875.000 kWh Gas.

Der Stromverbrauch für Verwaltungsgebäude II wird separat erfasst und beträgt ca. 55.000 kWh Strom/Jahr.

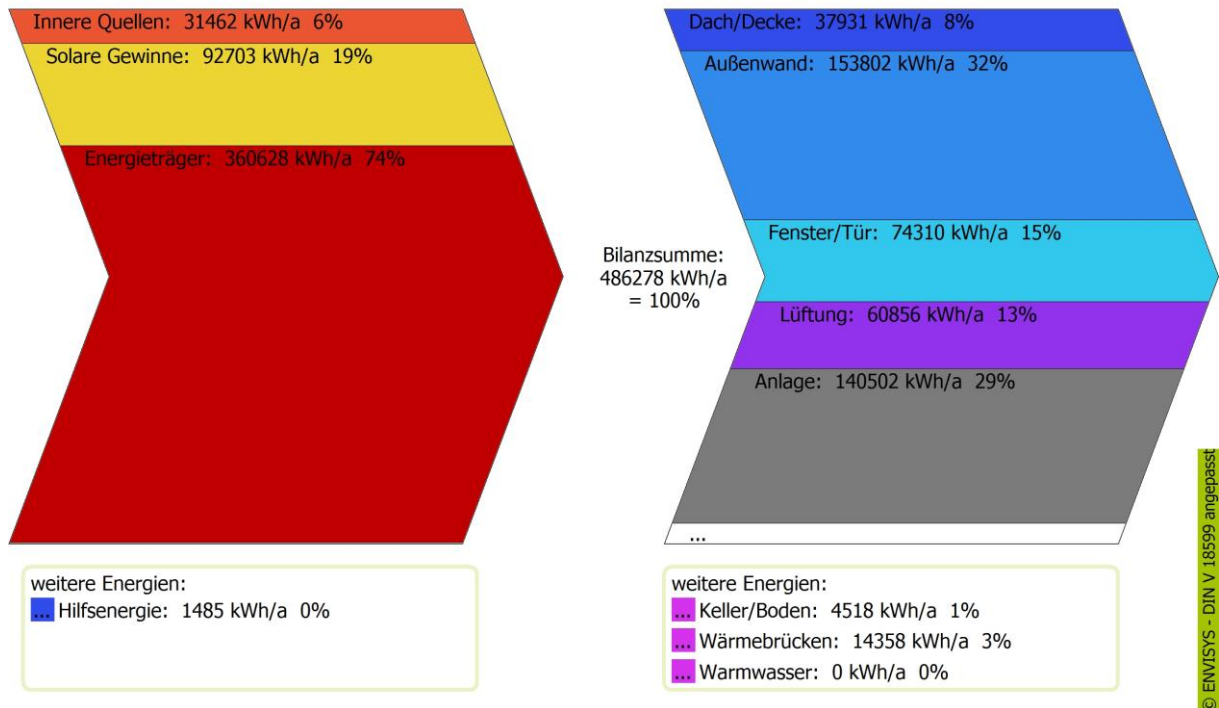
Der Stromeinsatz dient überwiegend der Beleuchtung, der EDV und Warmwasserbereitung.

#### 1.10.4 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:



Energiezufluss	[kWh/a]	%	Energieabfluss	[kWh/a]	%
Innere Quellen	31.462	6,5	Dach	37.931	7,8
Solare- und Umweltgewinne	92.703	19,1	Außenwände	153.802	31,6
Heizenergie (Brennwert) und Strom	360.628	74,2	Fenster	74.310	15,3
			Keller	4.518	0,9
			Wärmebrücken	14.358	3,0
			<b>Transmissionen</b>	<b>284.920</b>	<b>58,6</b>
			Lüftung	60.856	12,5
			Trinkwarmwasser	0	0,0
			Anlage	140.502	28,9
			Beleuchtung	10.133	2,1
<b>Summe</b>	<b>486.278</b>	<b>100,0</b>	<b>Summe</b>	<b>486.278</b>	<b>100,0</b>

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 Armierungssputz aufgezogen und Glasfasergebe 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 wärmebrückenfrei gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kostenschätzung mit 120 €/ m<sup>2</sup>, ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **120.809 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **40 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm



## Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Materialdicke			16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials			0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche			1.006,74	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer			40	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>		<i>Fläche<sup>1)</sup></i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
Kellerwände SO zu Außenluft	Treppenhaus	2,30 m <sup>2</sup>	276,00 €	2,45 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Kellerwände SW zu Außenluft	Treppenhaus	21,99 m <sup>2</sup>	2.638,80 €	2,45 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Kellerwände NW zu Außenluft	Treppenhaus	8,49 m <sup>2</sup>	1.018,80 €	2,45 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG_SO_Verwaltung		59,00 m <sup>2</sup>	7.080,00 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände 1.OG+2.OG_SO_Aula		122,00 m <sup>2</sup>	14.640,00 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG-2.OG NO Treppenhaus		73,26 m <sup>2</sup>	8.791,20 €	2,12 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG-2.OG SW Treppenhaus		63,00 m <sup>2</sup>	7.560,00 €	2,12 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG NO_Sitzung		40,22 m <sup>2</sup>	4.826,40 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG SW_Verwaltung		35,24 m <sup>2</sup>	4.228,80 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG SW_Sitzung		40,22 m <sup>2</sup>	4.826,40 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG-2.OG SO Treppenhaus		130,72 m <sup>2</sup>	15.686,40 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG-2.OG NW Treppenhaus		160,06 m <sup>2</sup>	19.207,20 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände 1.OG-2.OG NO_Aula		111,00 m <sup>2</sup>	13.320,00 €	2,12 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände EG NO_Verwaltung		30,99 m <sup>2</sup>	3.718,80 €	1,33 / 0,19 W/m <sup>2</sup> K
Außenwände 1.OG-2.OG SW_Aula		108,25 m <sup>2</sup>	12.990,00 €	2,12 / 0,20 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>		<b>1.006,74 m<sup>2</sup></b>	<b>120.808,79 €</b>	<b>entspricht 120,00 €/m<sup>2</sup></b>

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

### 2.3.2 Deckendämmung oben, nicht begehbar

#### Beschreibung

Auf dem Dachboden kann eine Dämmung eingeblasen oder verlegt werden. Als Einblasdämmstoffe kommen Steinwolleflocken und Zellulosedämmstoff in Frage. Alternativ können Plattendämmstoffe oder Faserdämmplatten verwendet werden. Ist der Dachraum ungenutzt, genügen für den Zugang zu den Schornsteinreinigungstüren, Dachfenstern, Antenne usw. einfache Laufstege aus Brettern oder Spanplatten.

An der Giebelseite sollte die Dämmung innenseitig ca. 1 m "hochgezogen" werden.

Bauphysik: Die Innenoberflächentemperatur der Obergeschossdecke wird in der Heizperiode angehoben. Sommerliche Wärmebelastungen der Innenräume unter der Decke werden spürbar reduziert.

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Kostenschätzung mit 70 €/ m<sup>2</sup>, ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **39.287 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **30 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 3= Dämmen oberste Geschossdecke

## Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>			
Materialdicke		20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche		561,24	m <sup>2</sup>
Nutzungsdauer		30	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche<sup>1)</sup></i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>
oberste Geschossdecke Treppenhaus	151,00 m <sup>2</sup>	10.570,00 €	2,10 / 0,16 W/m <sup>2</sup> K
oberste Geschossdecke Aula	410,24 m <sup>2</sup>	28.716,80 €	0,79 / 0,22 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>	<b>561,24 m<sup>2</sup></b>	<b>39.286,80 €</b>	<b>entspricht 70,00 €/m<sup>2</sup></b>

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

Alternativ zur Dämmung der obersten Geschossdecke könnte auch die Dachschräge gedämmt werden, allerdings würde dann ein großes Raumvolumen ungewollt mitgeheizt werden. Das Dämmen der Dachschrägen wird daher nicht weiter verfolgt.

### 2.3.3 Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung

#### Beschreibung

Die vorhandenen Fenster und Außentüren, ausgenommen der Fenster NO im Treppenhaus, 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  $< 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  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 Austausch der Fenster ist ein Lüftungskonzept für das Gebäude zu erstellen.

Kostenschätzung mit 600 €/ m<sup>2</sup>, ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **184.638 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **25 Jahren** ausgegangen.

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

1= Fensteraustausch + Außentüren

### Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Fenster</i>				
Fenster-Uw-Wert			1,00	W/m <sup>2</sup> K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)			0,50	
Nutzungsdauer			25	Jahre
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>		<i>Fläche</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu<sup>1)</sup></i>
Glasbausteine_SW Sitzung		18,08 m <sup>2</sup>	10.848,00€	3,50 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Glasbausteine_SW Verwaltung		9,04 m <sup>2</sup>	5.424,00€	3,50 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_SW Verwaltung		4,52 m <sup>2</sup>	2.712,00€	1,90 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_SO Verwaltung		8,20 m <sup>2</sup>	4.920,00€	1,90 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_NO Verwaltung		9,04 m <sup>2</sup>	5.424,00€	1,90 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Außentür_NO Verwaltung		8,77 m <sup>2</sup>	5.262,00€	3,20 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_NO Sitzung		18,08 m <sup>2</sup>	10.848,00€	3,00 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Außentür_NO Treppenhaus		7,32 m <sup>2</sup>	4.392,00€	3,20 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_SW Treppenhaus_alt		51,17 m <sup>2</sup>	30.702,00€	3,20 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_SW_Aula		86,61 m <sup>2</sup>	51.966,00€	3,00 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_NO_Aula		83,86 m <sup>2</sup>	50.316,00€	3,00 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
Fenster_SO Aula		3,04 m <sup>2</sup>	1.824,00€	5,00 / 1,00 W/m <sup>2</sup> K
<b>Summe</b>		<b>307,73 m<sup>2</sup></b>	<b>184.638,00 €</b>	<b>entspricht 600,00 €/m<sup>2</sup></b>

<sup>1)</sup> hierbei handelt es sich um den Uw-Wert (Gesamtkonstruktion)

### 2.3.4 Pelletheizkessel

#### Beschreibung

Niedertemperaturkessel als Strahlungswärmeerzeuger, der mit Holzpellets als Brennstoff bestückt wird (CO<sub>2</sub>-neutral weil regenerativ). Es handelt sich dabei um einen Festbrennstoffkessel, der aus einem Tages-Vorratsbehälter bzw. über ein Fördersystem aus einem Pelletlager versorgt wird. Kostenkalkulation: Kessel mit Tages-Vorratsbehälter und Standardsteuerung exklusive Rauchgasanlage und Fördertechnik.

Gerätepreise siehe auch Marktübersicht des Biomasse-Info-Zentrums (BIZ, [www.fnr.de](http://www.fnr.de)).

Geschätzte anteilige Leistung für linken Teil Verwaltung ca. 150 KW, Näheres siehe Bericht zu Baustein 2 und 3:

Die anteiligen Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **90.000 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 4= neue Pelletheizung

### Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der neuen Anlage</i>				
Typ			Zentralheizung	
genutzte Technik			Niedertemperaturkessel	
Versorgungsbereich			Wärmeversorgung	
Energieträger			Holz Pellets	
Leistung			150	kW
Abgasverlust			5,0	%
Bereitschaftsverlust			3,0	%
Nutzungsdauer			20	Jahre
<i>Kosten</i>				
Kosten der Anlage			90.000,00 €	
<b>Summe</b>			<b>90.000,00 €</b>	

### 2.3.5 Regelung Heizung

#### Beschreibung

Einbau einer neuen Regelung mit hydraulischem Abgleich der Heizanlage.

Kosten und weitere Hinweise siehe Bericht zu Baustein 2 und 3.

Die Kosten dieser Maßnahme sind in 2.3.4 enthalten. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 4= neue Pelletheizung

#### Eigenschaften der Maßnahme

##### *Daten der Wärmeabgabe*

Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz	
Heizkreistemperatur	70/55	
Nachtabsenkung	11 h um 3 °C	
hydraulischer Abgleich	J <sup>1)</sup>	
Nutzungsdauer		20 Jahre

##### *Kosten*

Kosten der Anlage 0,00 €

**Summe 0,00 €**

<sup>1)</sup> Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden!

### 2.3.6 Pufferspeicher

#### Beschreibung

Pufferspeicher sind beim Einsatz von regenerativen Energien für die Heizungsanlage bei fast allen Arten erforderlich. Der Einsatz von Pufferspeichern ermöglicht die Wärme zwischen zu speichern und bei Bedarf wieder in die Heizungsanlage einzuspeisen. Dies erhöht nicht den Komfort der Anlage, sondern lässt auch eine besonders effiziente Energieausnutzung zu.

Die Kosten dieser Maßnahme sind in 2.3.4 enthalten. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 4= neue Pelletheizung

#### Eigenschaften der Maßnahme

##### *Daten des Pufferspeichers*

Versorgungsbereich	Wärmeversorgung	
Aufstellung	im Beheizten	
Volumen des Speichers		4.500 l
Nennleistung der Ladepumpe		20 W
Bereitschaftswärmeverlust		3,70 kWh/d
Nutzungsdauer		20 Jahre

##### *Kosten*

Kosten des Pufferspeichers 0,00 €

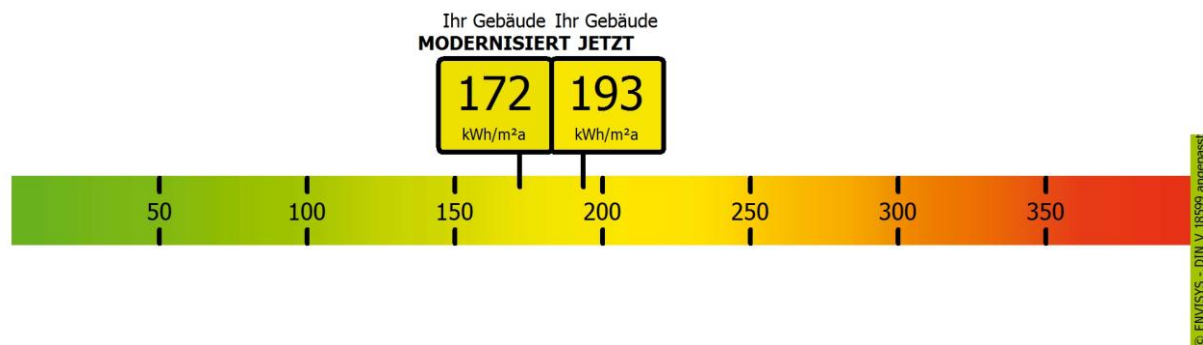
**Summe 0,00 €**

## 2.4 Variante: 1= Fensteraustausch + Außentüren

### 2.4.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	377.543	337.243	[kWh/a]	10,7 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	223,1	199,3	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	327.379	<b>290.833</b>	[kWh/a]	11,2 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	193,4	<b>171,9</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	135,9	<b>117,4</b>	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,580	<b>0,573</b>		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	26.613	<b>23.793</b>	[€/a]	10,6 %
Energiekosten / Monat	2.218	<b>1.983</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	15,73	<b>14,06</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>184.638</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>90.000</b>	[€]	
_Förderung		<b>0</b>	[€]	
Investition		<b>94.638</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>109,1</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>33</b>	[Jahre]	
mittlere Rendite		<b>0,00</b>	[%]	
Kapitalwert		<b>-22.440</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	49,9	<b>44,6</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	10,6 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,3	<b>5,1</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	4,4 %
Nox-Emissionen	33,3	<b>29,8</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	10,4 %
Staub	1,3	<b>1,2</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	8,6 %

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



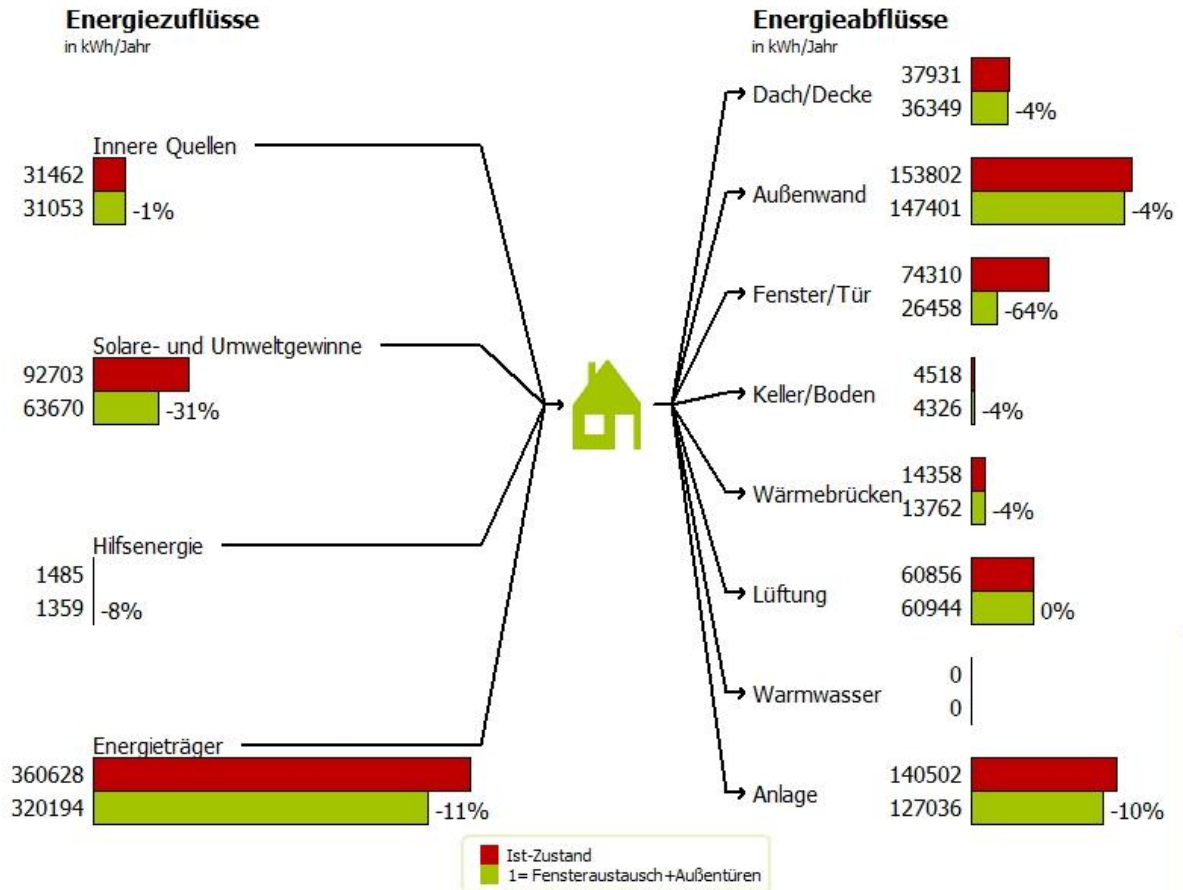
Hinweis: Bei dieser Grafik handelt es sich um die Berechnung mit angepassten Randbedingungen. Eine Abweichung der Ergebnisse zur Berechnung nach EnEV mit normierten Randbedingungen (Energieausweis) ist dadurch gegeben.

**Die Maßnahme amortisiert sich selbst unter Ansatz von 90.000 € Sowieso-Kosten (50%, müsste noch genau ermittelt werden) erst in 33 Jahren und baut einen negativen Kapitalwert von -22.440 € auf, ist also unwirtschaftlich.**

**Dies ist auch begründet durch die geringen Nutzungsdauern von 100 Tagen im Sitzungssaal und der Aula, sowie der geringeren Temperatur im Treppenhaus.**

## 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):



### 2.4.2 Maßnahmen der Variante: 1= Fensteraustausch + Außentüren

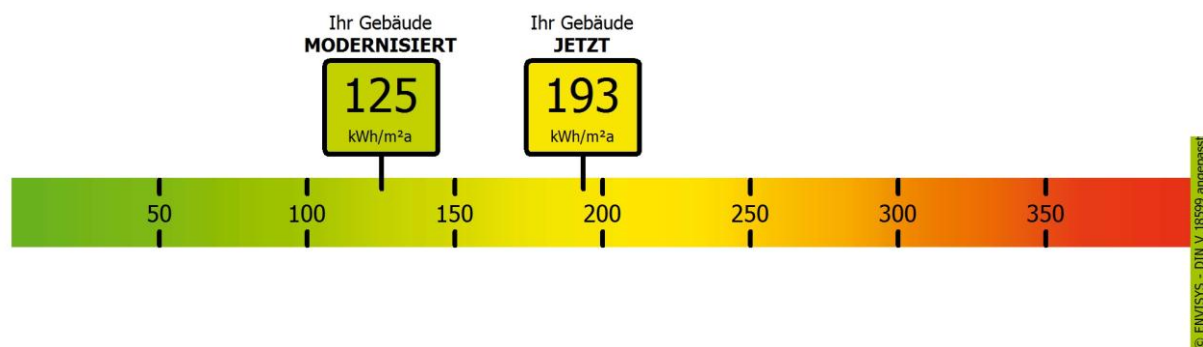
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung	600,00 €/m <sup>2</sup>	184.638 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>184.638 €</b>

## 2.5 Variante: 2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm

### 2.5.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	377.543	250.135	[kWh/a]	33,7 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	223,1	147,8	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	327.379	<b>212.056</b>	[kWh/a]	35,2 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	193,4	<b>125,3</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	135,9	<b>93,9</b>	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,580	<b>0,549</b>		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	26.613	<b>17.697</b>	[€/a]	33,5 %
Energiekosten / Monat	2.218	<b>1.475</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	15,73	<b>10,46</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>120.809</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>0</b>	[€]	
_Förderung		<b>0</b>	[€]	
Investition		<b>120.809</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>68,2</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>14</b>	[Jahre]	
mittlere Rendite		<b>2,90</b>	[%]	
Kapitalwert		<b>258.323</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	49,9	<b>33,2</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	33,5 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,3	<b>4,5</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	14,9 %
Nox-Emissionen	33,3	<b>22,3</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	33,0 %
Staub	1,3	<b>0,9</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	27,5 %

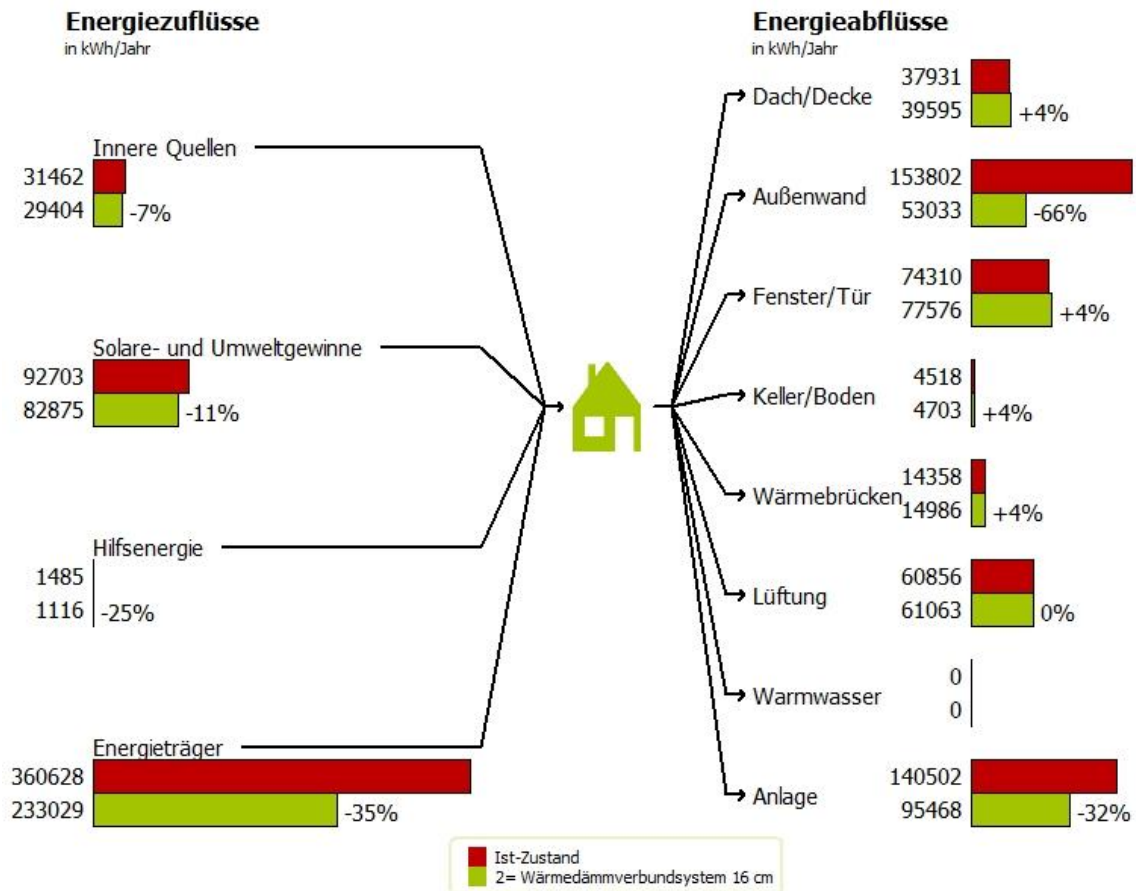
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



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.

**Diese Maßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 14 Jahren und baut einen Kapitalwert von 258.323 € auf. Die Maßnahme wird empfohlen.**

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



© ENVTSYS - DIN V. 18599 angepasst

### 2.5.2 Maßnahmen der Variante: 2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m <sup>2</sup>	120.809 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>120.809 €</b>

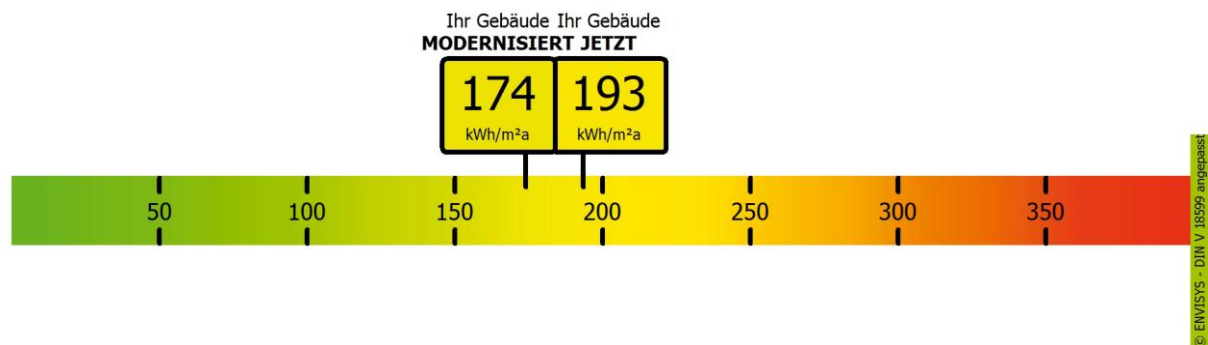


## 2.6 Variante: 3= Dämmen oberste Geschossdecke

### 2.6.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	377.543	340.946	[kWh/a]	9,7 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	223,1	201,5	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	327.379	<b>294.251</b>	[kWh/a]	10,1 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	193,4	<b>173,9</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	135,9	<b>124,0</b>	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,580	<b>0,576</b>		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	26.613	<b>24.052</b>	[€/a]	9,6 %
Energiekosten / Monat	2.218	<b>2.004</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	15,73	<b>14,21</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>39.287</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>0</b>	[€]	
_Förderung		<b>0</b>	[€]	
Investition		<b>39.287</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>23,2</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>16</b>	[Jahre]	
mittlere Rendite		<b>2,38</b>	[%]	
Kapitalwert		<b>40.390</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	49,9	<b>45,1</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	9,6 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,3	<b>5,1</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	4,3 %
Nox-Emissionen	33,3	<b>30,1</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	9,5 %
Staub	1,3	<b>1,2</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	7,9 %

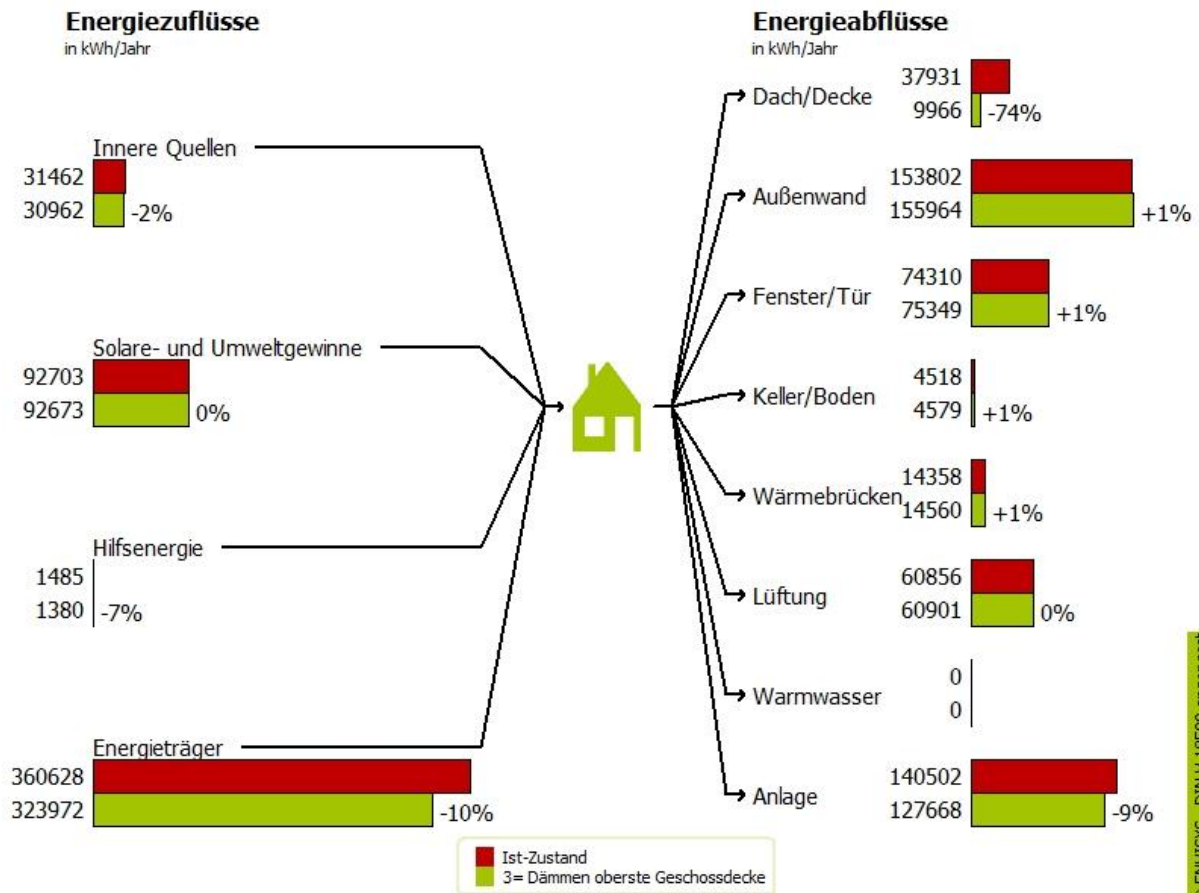
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



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.

**Diese Maßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 16 Jahren und baut einen Kapitalwert von 40.390 € auf. Die Maßnahme wird empfohlen.**

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= Dämmen oberste Geschosdecke

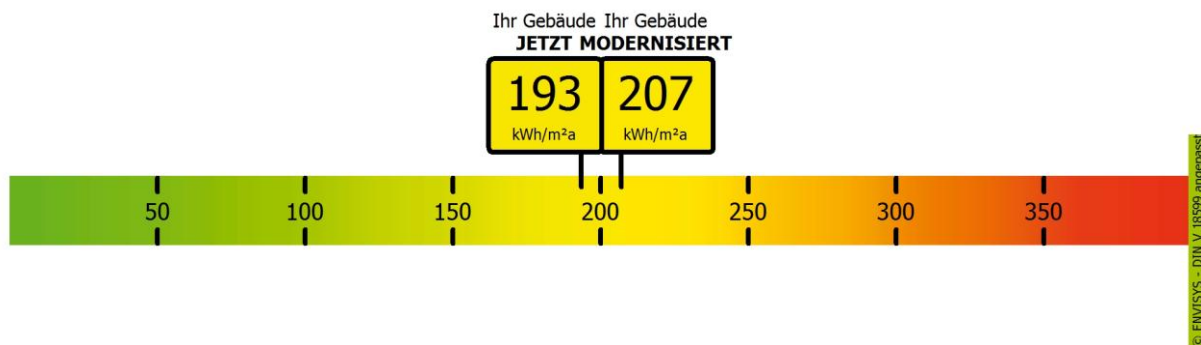
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Deckendämmung oben, nicht begehbar	70,00 €/m <sup>2</sup>	39.287 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>39.287 €</b>

## 2.7 Variante: 4= neue Pelletheizung

### 2.7.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	377.543	100.423	[kWh/a]	73,4 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	223,1	59,3	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	327.379	<b>350.343</b>	[kWh/a]	-7,0 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	193,4	<b>207,0</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	135,9	<b>135,9</b>	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,580	<b>0,568</b>		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	26.613	<b>19.759</b>	[€/a]	25,8 %
Energiekosten / Monat	2.218	<b>1.647</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	15,73	<b>11,68</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>90.000</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>0</b>	[€]	
_Förderung		<b>0</b>	[€]	
Investition		<b>90.000</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>53,2</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>20</b>	[Jahre]	
mittlere Rendite		<b>0,08</b>	[%]	
Kapitalwert		<b>1.475</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	49,9	<b>12,9</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	74,1 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,3	<b>3,7</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	29,5 %
Nox-Emissionen	33,3	<b>143,4</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	-330,9 %
Staub	1,3	<b>72,2</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	-5.558,4 %

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.

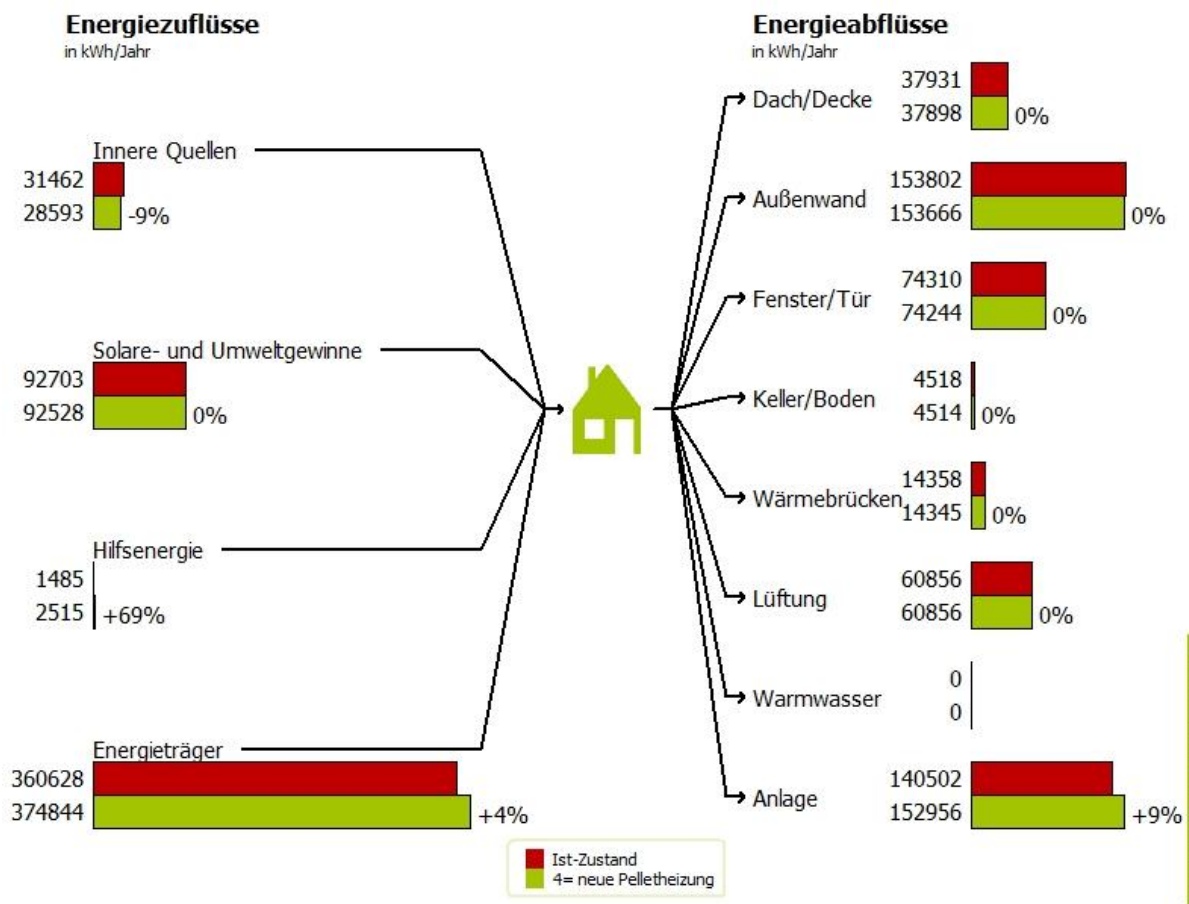
**Diese Maßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln gerade noch als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 20 Jahren und baut einen Kapitalwert von 1.475 € auf.**

**Berücksichtigt sind hierbei- auf der sicheren Seite liegend- Instandhaltungskosten für die Pellet-Heizanlage von 3% / Jahr.**

**Hier sollten bei genauer Kostengrundlage nochmals Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter Berücksichtigung aller Parameter ange-**

stellt werden. Die Maßnahme wird aber empfohlen, weil alleine dadurch eine ca. 74 % CO<sub>2</sub>-Einsparung erfolgen kann. Sollte eine Beheizung mittels heimischer Holz-Hackschnitzel erfolgen, die kostengünstig hergestellt werden, ist die Maßnahme noch wirtschaftlicher.

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= neue Pelletheizung

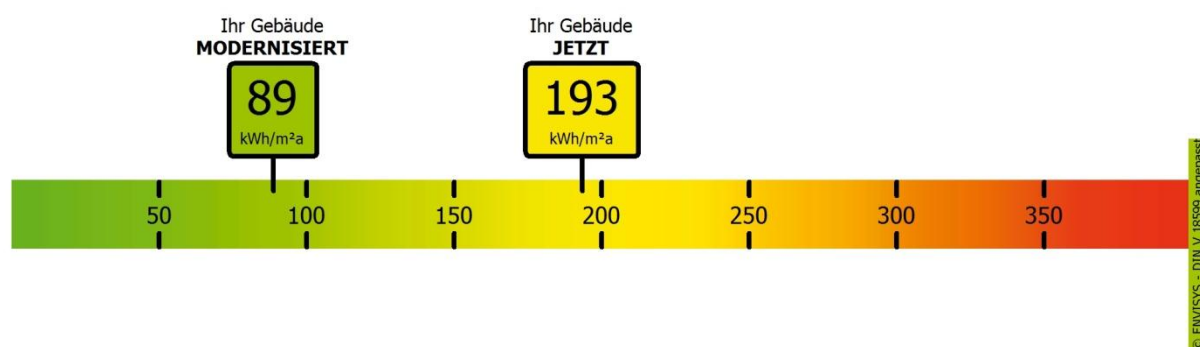
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Pelletheizkessel	90.000,00 €	90.000 €
Regelung Heizung	0,00 €	0 €
Pufferspeicher - (1000l)	0,00 €	0 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>90.000 €</b>

## 2.1 Variante: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4

### 2.1.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	377.543	58.815	[kWh/a]	84,4 %
Primärenergiebedarf / m <sup>2</sup>	223,1	34,8	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Endenergiebedarf	327.379	<b>150.255</b>	[kWh/a]	54,1 %
Endenergiebedarf / m <sup>2</sup>	193,4	<b>88,8</b>	[kWh/m <sup>2</sup> a]	
Heizlast	135,9	<b>63,5</b>	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,580	<b>0,509</b>		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	26.613	<b>9.452</b>	[€/a]	64,5 %
Energiekosten / Monat	2.218	<b>788</b>	[€/Monat]	
Energiekosten /m <sup>2</sup>	15,73	<b>5,58</b>	[€/m <sup>2</sup> a]	
Gesamtinvestition		<b>434.734</b>	[€]	
_Sowieso-Kosten		<b>90.000</b>	[€]	
_Förderung		<b>0</b>	[€]	
Investition		<b>344.734</b>	[€]	
Investition /m <sup>2</sup>		<b>256,9</b>	[€/m <sup>2</sup> ]	
Amortisation		<b>23</b>	[Jahre]	
mittlere Rendite		<b>0,92</b>	[%]	
Kapitalwert		<b>104.691</b>	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	49,9	<b>7,8</b>	[kg/m <sup>2</sup> a]	84,3 %
SO <sub>2</sub> -Emissionen	5,3	<b>3,5</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	33,2 %
Nox-Emissionen	33,3	<b>60,7</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	-82,5 %
Staub	1,3	<b>29,8</b>	[g/m <sup>2</sup> a]	-2.232,6 %

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.

**Diese Gesamtmaßnahme erweist sich mit Ansatz von Sowieso-Kosten für Fenster und Außentüren von 90.000 € (50%, müsste noch genau ermittelt werden) und ohne Ansatz Fördermitteln als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 23 Jahren und baut einen Kapitalwert von 104.691 € auf.**

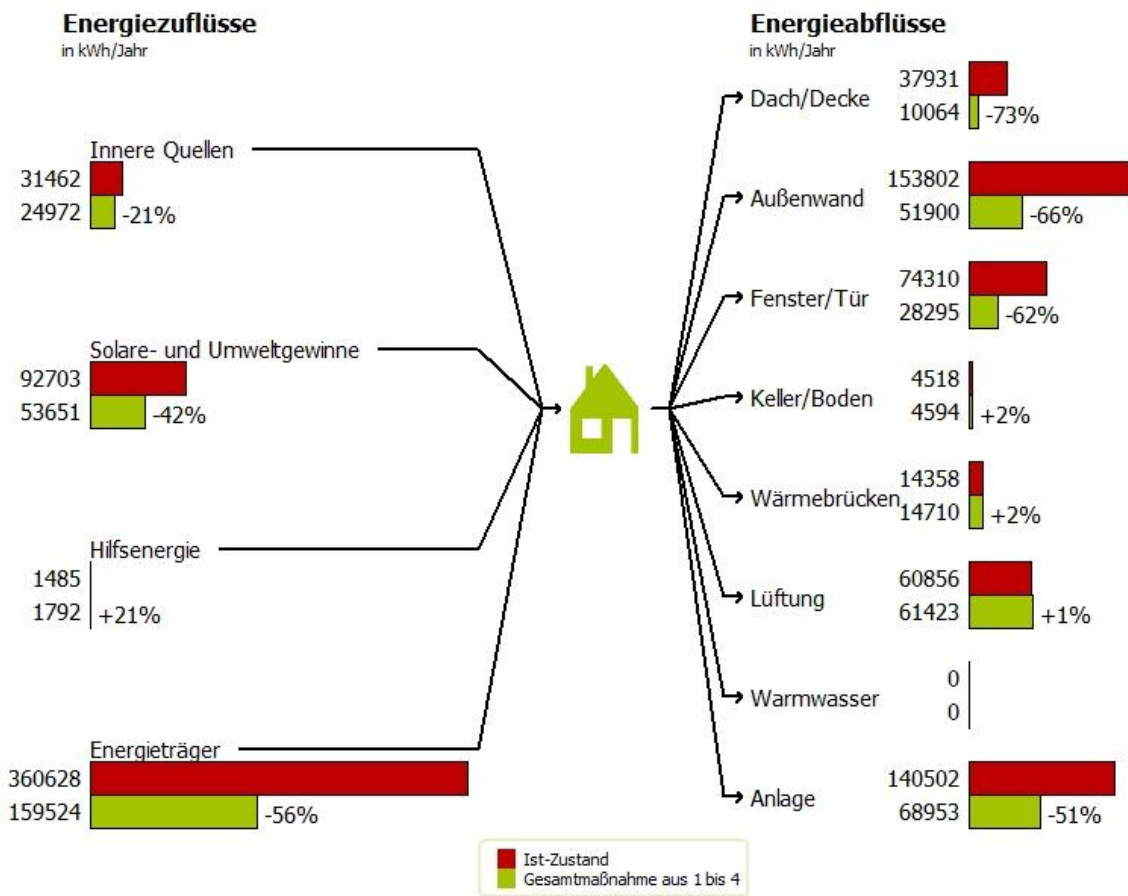
**Berücksichtigt sind hierbei- auf der sicheren Seite liegend- Instandhaltungskosten für die Pellet-Heizanlage von 3% / Jahr.**

**Hier sollten bei genauer Kostengrundlage nochmals Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unter Berücksichtigung aller Parameter angestellt werden.**

**Die Maßnahme wird empfohlen.**

**Beachtlich ist die CO2 Reduktion von 84,3 %.**

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



© ENVISYS - DIN V 18559 angepasst

### 2.1.2 Maßnahmen der Variante: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m <sup>2</sup>	120.809 €
Deckendämmung oben, nicht begehbar	70,00 €/m <sup>2</sup>	39.287 €
Fensteraustausch, Wärmeschutzverglasung	600,00 €/m <sup>2</sup>	184.638 €
Pelletheizkessel	90.000,00 €	90.000 €
Regelung Heizung	0,00 €	0 €
Pufferspeicher - (1000l)	0,00 €	0 €
<b>Summe der Kosten:</b>		<b>434.734 €</b>

## 2.2 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 Energieverteilung 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 %

### 2.2.1 Variante 001: 1= Fensteraustausch + Außentüren

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

#### Ergebnis der Variante 001:

Gesamtinvestition in das Paket	184.638	€
jährliche Energiekosten	23.793	€/Jahr
jährliche Einsparungen	2.819	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	290.833	kWh
Einsparung:	36.546	kWh, das entspricht 11 %
Nutzungsdauer:	ca. 25	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	-22.440	€*)
Amortisation	33	Jahre

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

### 2.2.2 Variante 002: 2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

#### Ergebnis der Variante 002:

Gesamtinvestition in das Paket	120.809	€
jährliche Energiekosten	17.697	€/Jahr
jährliche Einsparungen	8.916	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	212.056	kWh
Einsparung:	115.322	kWh, das entspricht 35 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	258.323	€*)
Amortisation	14	Jahre

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

### 2.2.3 Variante 003: 3= Dämmen oberste Geschosdecke

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

#### Ergebnis der Variante 003:

Gesamtinvestition in das Paket	39.287	€
jährliche Energiekosten	24.052	€/Jahr
jährliche Einsparungen	2.561	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	294.251	kWh
Einsparung:	33.127	kWh, das entspricht 10 %
Nutzungsdauer:	ca. 30	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	40.390	€*)
Amortisation	16	Jahre



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

### 2.2.4 Variante 004: 4= neue Pelletheizung

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

#### Ergebnis der Variante 004:

Gesamtinvestition in das Paket	90.000	€
jährliche Energiekosten	19.759	€/Jahr
jährliche Einsparungen	6.854	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	350.343	kWh
Einsparung:	-22.964	kWh, das entspricht -7 %
Nutzungsdauer:	ca. 20	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	1.475	€*)
Amortisation	20	Jahre

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

### 2.2.5 Variante 005: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

#### Ergebnis der Variante 005:

Gesamtinvestition in das Paket	434.734	€
jährliche Energiekosten	9.452	€/Jahr
jährliche Einsparungen	17.161	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	150.255	kWh
Einsparung:	177.124	kWh, das entspricht 54 %
Nutzungsdauer:	ca. 29	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	104.691	€*)
Amortisation	23	Jahre

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

## 2.3 Vergleich der Varianten

### 2.3.1 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	Strom		Erdgas_H		Holz Pellets	
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Ist-Zustand	11.618	2.324	315.761	24.289	-	-
1= Fensteraustausch+Außentüren	11.552	2.310	279.281	21.483	-	-
2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm	11.249	2.250	200.807	15.447	-	-
3= Dämmen oberste Geschossdecke	11.513	2.303	282.738	21.749	-	-
4= neue Pelletheizung	12.648	2.530	-	-	337.695	17.229
Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4	11.985	2.397	-	-	138.270	7.055

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

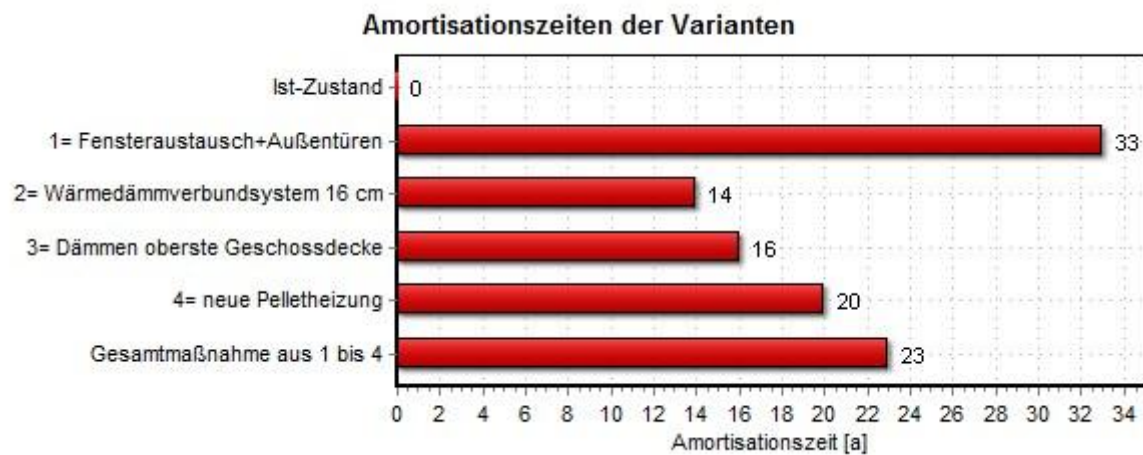
Variante	Gesamt- Investition*)	Netto- Investition**)	Sowieso- Investition	Förderung	jährliche Einsparung	Amortis.-zeit	Kapitalwert
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[Jahre]	[€]
1= Fensteraustausch+Außentüren	184.638	94.638	90.000	0	2.819	33	-22.440
2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm	120.809	120.809	0	0	8.916	14	258.323
3= Dämmen oberste Geschossdecke	39.287	39.287	0	0	2.561	16	40.390
4= neue Pelletheizung	90.000	90.000	0	0	6.854	20	1.475
Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4	434.734	344.734	90.000	0	17.161	23	104.691

\*) inkl. ohnehin notwendiger Investitionen

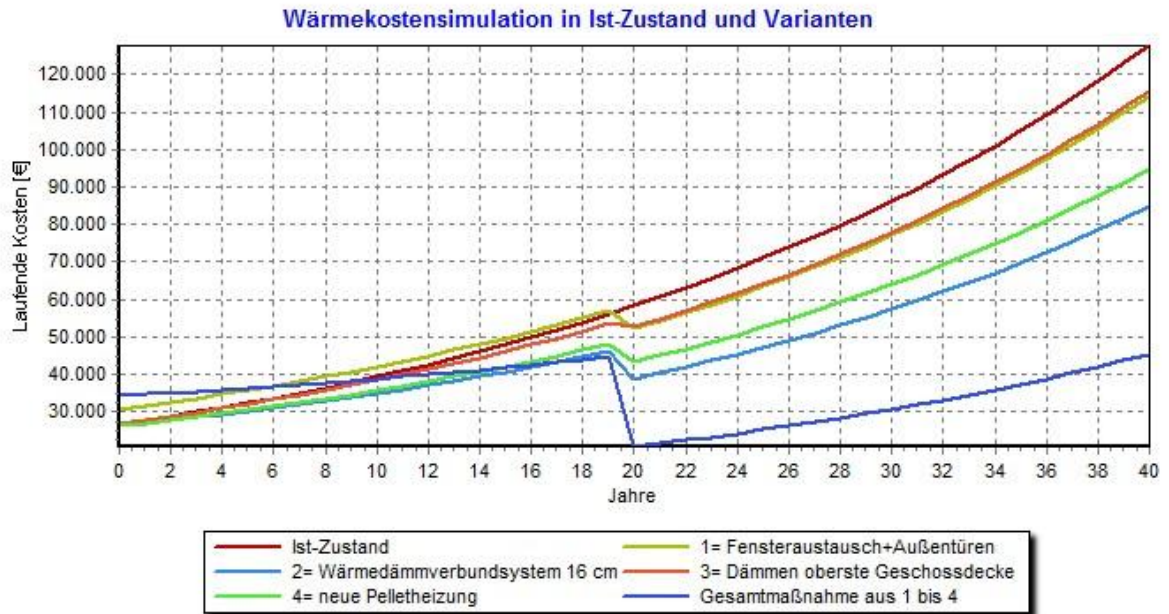
\*\*) abzgl. ohnehin notwendiger Investitionen und abzüglich evtl. Förderung

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 %

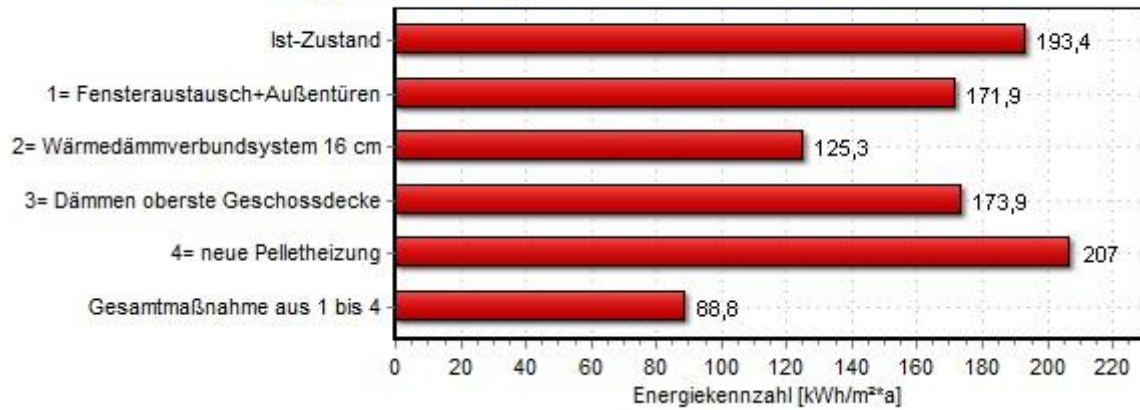
**Annahmen für die Finanzierung der Varianten:**

- Variante 1= Fensteraustausch + Außentüren: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 2= Wärmedämmverbundsystem 16 cm: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 3= Dämmen oberste Geschossdecke: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 4= neue Pelletheizung: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante Gesamtmaßnahme aus 1 bis 4: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren

**2.3.2 Energetische Betrachtung der Varianten**

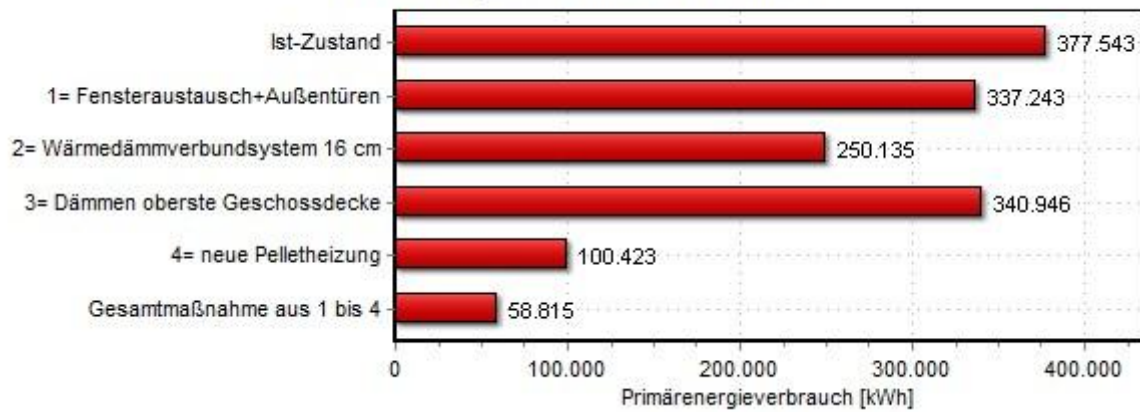
Die energetische Verbesserung wurde anhand der Kennzahl für die Endenergie (Energiekennzahl) beurteilt. Diese kann in den einzelnen Varianten wie folgt verbessert werden.

### Vergleich der Energiekennzahlen der Varianten

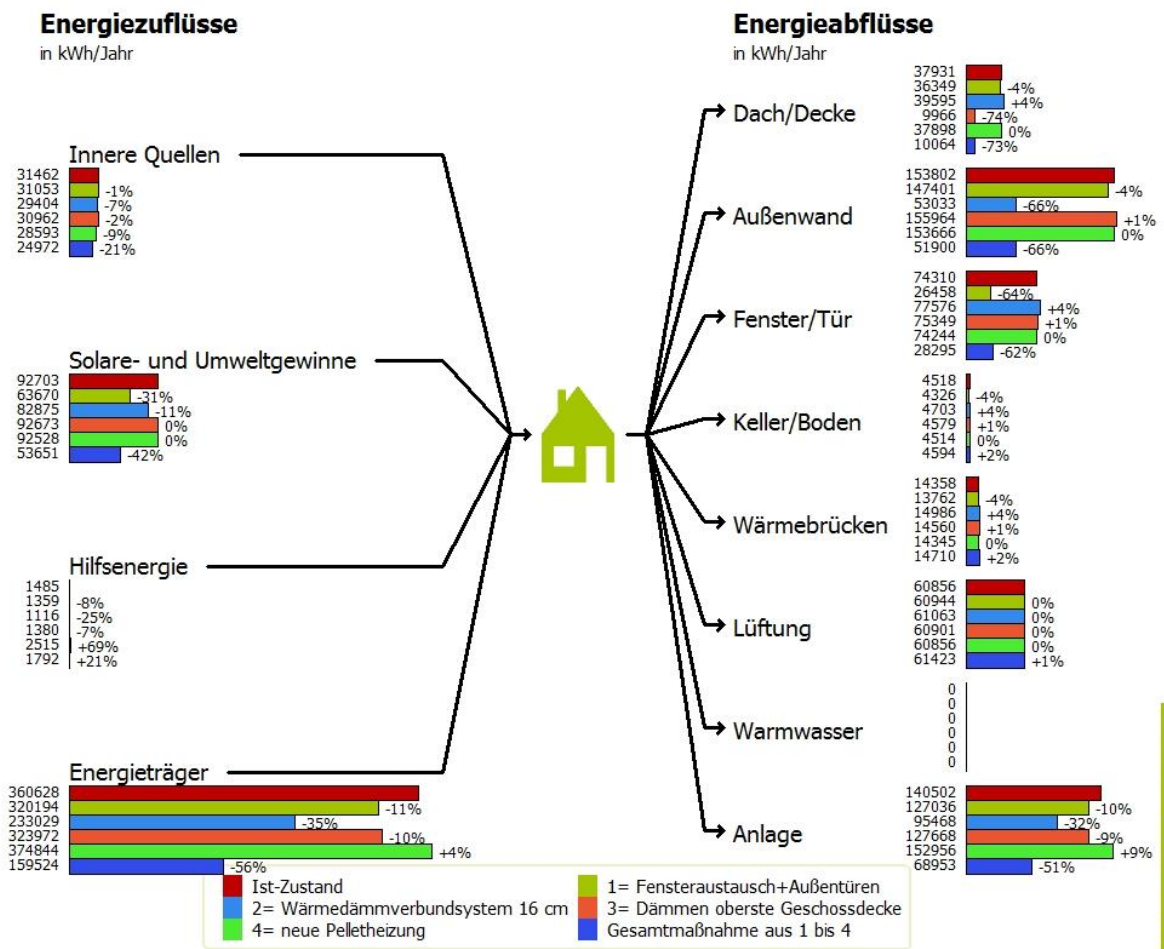


Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der Primärenergie-Werte der Varianten:

### Primärenergieverbrauch der Varianten



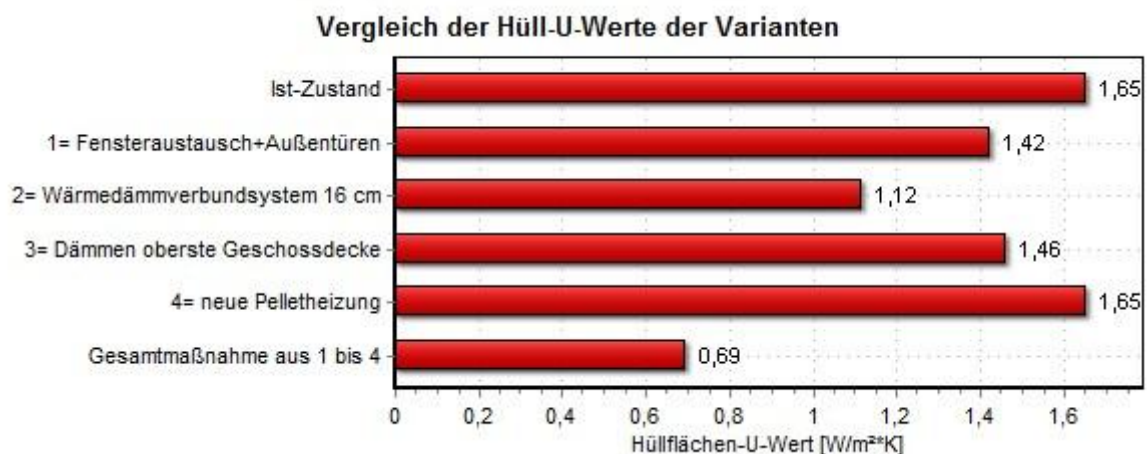
Die folgende Grafik zeigt Ihnen die Energieflüsse im Ist-Zustand und in den Varianten



© ENVISYS - DIN V 18599 angepasst

### 2.3.3 Verbesserung der Gebäudehülle in den Varianten

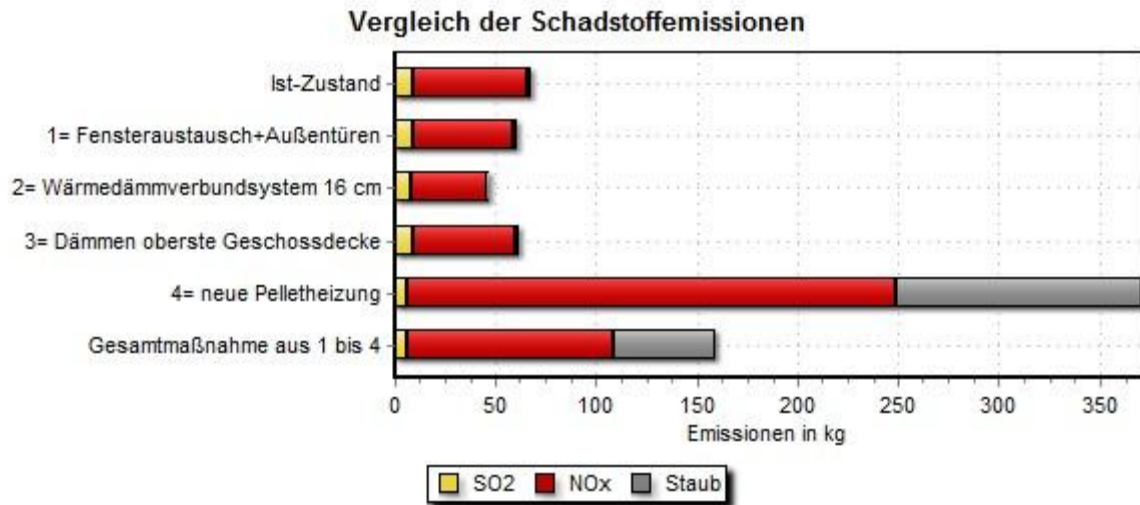
Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der U-Werte der Varianten:



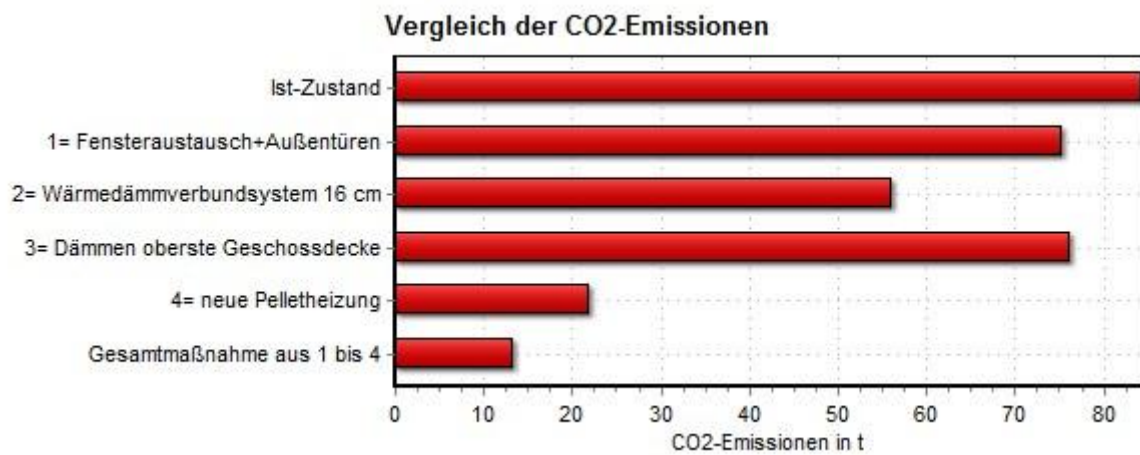
### 2.3.4 Ökologische Betrachtung der Varianten

Die ökologische Verbesserung im Betrieb drückt sich vor allem durch den Bedarf an Primärenergie und der Emission von CO<sub>2</sub> aus.

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



Emissionen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub) der Sanierungsvarianten im Vergleich zum Ist-Zustand



CO<sub>2</sub>-Emissionen der Sanierungsvarianten im Vergleich zum Ist-Zustand

## 2.4 Energieeinsparung in Bürogebäuden und Verwaltungsgebäuden

Siehe hierzu Beratungsbericht Verwaltungsgebäude II rechter Teil Abschnitt 2.10

### **3 Anhang: Ergänzende Angaben**

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

### 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 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 Nutzenebene	Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe	Relative Abwesenheit	Raumindex	Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung	Feuchteanforderung	Mindestaußenluftvolumenstrom	Personen-Abwärme	Arbeitshilfen-Abwärme
	[Uhr]	[Uhr]	[h]	[d]	[h]	[h]	[h]	[d]	[h]	[lx]	[m]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	[-/-]	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup> d	Wh/m <sup>2</sup> d
Verwaltung	07:00	18:00	11	250	2.550	200	13	250	13	500	0,8	0,8	0,3	0,9	0,7	m.T.	0,5	30	42
Sitzung	17:00	21:00	4	100	120	280	4	100	5	500	0,8	0,9	0,5	1,3	1,0	m.T.	1,2	96	8
Treppenhaus	07:00	18:00	11	250	2.550	200	13	250	13	100	0,2	1,0	0,8	0,8	1,0	-	0,0	0	0
Aula	19:00	23:00	4	100	20	380	6	100	6	200	0,8	1,0	0,0	4,0	1,0	m.T.	1,2	186	0
Archiv	07:00	18:00	11	250	2.550	200	13	250	13	100	0,8	1,0	1,0	1,5	1,0	-	0,2	0	0



### 3.2 Daten zur Gebäudehülle

Bauteilname	Grenzflächen	U-Wert [W/m²K]	Fläche [m²]	HT <sup>1)</sup> [W/K]	Fx <sup>2)</sup> [kWh/a]
<b>Zone Verwaltung</b>					
Außenwände EG NO_Verwaltung	seitlich	1,33	31,0	41,3	1,00
Außenwände EG_SO_Verwaltung	seitlich	1,33	59,0	78,6	1,00
Außenwände EG SW_Verwaltung	seitlich	1,33	35,2	47,0	1,00
Glasbausteine_SW Verwaltung	Fenster/Tür	3,50	9,0	31,6	1,00
Fenster_SW Verwaltung	Fenster/Tür	1,90	4,5	8,6	1,00
Fenster_SO Verwaltung	Fenster/Tür	1,90	8,2	15,6	1,00
Fenster_NO Verwaltung	Fenster/Tür	1,90	9,0	17,2	1,00
Außentür_NO Verwaltung	Fenster/Tür	3,20	8,8	28,1	1,00
<b>Zone Sitzung</b>					
Außenwände EG NO_Sitzung	seitlich	1,33	40,2	53,6	1,00
Außenwände EG SW_Sitzung	seitlich	1,33	40,2	53,6	1,00
Glasbausteine_SW Sitzung	Fenster/Tür	3,50	18,1	63,3	1,00
Fenster_NO Sitzung	Fenster/Tür	3,00	18,1	54,2	1,00
<b>Zone Treppenhaus</b>					
Bodenplatte Treppenhaus	nach unten	1,00	89,4	89,4	0,10
oberste Geschossdecke Treppenhaus	nach oben	2,10	151,0	317,1	0,80
Kellerwände SO zu Erde_Treppenhaus	seitlich	2,72	11,5	31,2	0,40
Kellerwände SO zu Außenluft_Treppenhaus	seitlich	2,45	2,3	5,6	1,00
Kellerwände SW zu Außenluft_Treppenhaus	seitlich	2,45	22,0	53,9	1,00
Kellerwände NW zu Außenluft_Treppenhaus	seitlich	2,45	8,5	20,8	1,00
Außenwände EG-2.OG NO_Treppenhaus	seitlich	2,12	73,3	155,6	1,00
Außenwände EG-2.OG SW_Treppenhaus	seitlich	2,12	60,3	127,9	1,00
Außenwände EG-2.OG SO_Treppenhaus	seitlich	1,33	130,7	174,2	1,00
Außenwände EG-2.OG NW_Treppenhaus	seitlich	1,33	160,1	213,3	1,00
Außentür_NO Treppenhaus	Fenster/Tür	3,20	7,3	23,4	1,00
Fenster_NO Treppenhaus_neu	Fenster/Tür	1,00	30,8	30,8	1,00
Fenster_SW Treppenhaus_alt	Fenster/Tür	3,20	51,2	163,7	1,00
<b>Zone Aula</b>					
oberste Geschossdecke Aula	nach oben	0,79	410,2	323,9	0,80
Außenwände 1.OG-2.OG SW_Aula	seitlich	2,12	108,3	229,9	1,00
Außenwände 1.OG+2.OG_SO_Aula	seitlich	1,33	118,6	158,0	1,00
Außenwände 1.OG-2.OG NO_Aula	seitlich	2,12	111,0	235,7	1,00
Fenster_SW_Aula	Fenster/Tür	3,00	86,6	259,8	1,00
Fenster_NO_Aula	Fenster/Tür	3,00	83,9	251,6	1,00
Fenster_SO Aula	Fenster/Tür	5,00	3,0	15,2	1,00
<b>Zone Archiv</b>					
Bodenplatte Archiv	nach unten	1,00	471,8	471,8	0,10
Kellerwände SW zu Außenluft_Archiv	seitlich	2,45	12,8	31,4	1,00

Kellerwände NW zu Erde_Archiv	seitlich	2,72	23,1	62,8	0,40
Kellerwände NO zu Erde_Archiv	seitlich	2,72	98,9	268,7	0,40
Kellerwände SW_Archiv	seitlich	2,45	64,1	157,1	1,00
Kellerwände SO zu Erde_Archiv	seitlich	2,72	48,0	130,4	0,40

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

<sup>2)</sup>Fx - Temperatur-Korrekturfaktor

Bauteilkategorie	durchschn. U-Wert	Fläche	Wärmeverlust
	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]
untere Abgrenzung	1,00	561,2	4.175
obere Abgrenzung	1,14	561,2	35.047
seitliche Abgrenzung	1,85	1.259,0	142.106
Fenster/Tür	2,84	338,6	68.659
Wärmebrücken	0,10	2.720,0	13.266

## 4 Bauteilnachweis

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

### 4.1 Übersicht der Bauteile

#### Vorbemerkungen

Für das Gebäude 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 <sup>2</sup> K]	Anforderung EnEV <sup>1)</sup>	
			max. U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Status
oberste Geschossdecke Treppenhaus	keine	2,100	0,350	-
oberste Geschossdecke Aula	Detail-D.1	0,789	0,240	-
Bodenplatte Archiv	Detail-K.1	1,000	keine	-
Bodenplatte Treppenhaus	Detail-K.1	1,000	keine	-
Kellerwände SW zu Außenluft_Archiv	Detail-W.1	2,450	0,350	-
Kellerwände NW zu Erde_Archiv	Detail-W.2	2,717	keine	-
Kellerwände NO zu Erde_Archiv	Detail-W.2	2,717	keine	-
Außenwände EG NO_Verwaltung	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände 1.OG-2.OG SW_Aula	Detail-W.4	2,124	0,240	-
Kellerwände SW zu Erde_Archiv	Detail-W.1	2,450	keine	-
Kellerwände SO zu Erde_Archiv	Detail-W.2	2,717	keine	-
Kellerwände SO zu Erde_Treppenhaus	Detail-W.2	2,717	keine	-
Kellerwände SO zu Außenluft_Treppenhaus	Detail-W.1	2,450	0,350	-
Kellerwände SW zu Außenluft_Treppenhaus	Detail-W.1	2,450	0,350	-
Kellerwände NW zu Außenluft_Treppenhaus	Detail-W.1	2,450	0,350	-
Außenwände EG_SO_Verwaltung	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände 1.OG+2.OG_SO_Aula	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände EG-2.OG NO_Treppenhaus	Detail-W.4	2,124	0,350	-
Außenwände EG-2.OG SW_Treppenhaus	Detail-W.4	2,124	0,350	-
Außenwände EG NO_Sitzung	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände EG SW_Verwaltung	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände EG SW_Sitzung	Detail-W.3	1,333	0,240	-
Außenwände EG-2.OG SO_Treppenhaus	Detail-W.3	1,333	0,350	-
Außenwände EG-2.OG NW_Treppenhaus	Detail-W.3	1,333	0,350	-
Außenwände 1.OG-2.OG NO_Aula	Detail-W.4	2,124	0,240	-
Glasbausteine_SW Sitzung	Detail-F.1	3,500	1,300	-
Glasbausteine_SW Verwaltung	Detail-F.1	3,500	1,300	-

Fenster_SW Verwaltung	Detail-F.2	1,900	1,300	-
Fenster_SO Verwaltung	Detail-F.2	1,900	1,300	-
Fenster_NO Verwaltung	Detail-F.2	1,900	1,300	-
Außentür_NO Verwaltung	Detail-F.3	3,200	2,900	-
Fenster_NO Sitzung	Detail-F.4	3,000	1,300	-
Außentür_NO Treppenhaus	Detail-F.3	3,200	2,900	-
Fenster_NO Treppenhaus_neu	Detail-F.5	1,000	1,900	ok
Fenster_SW Treppenhaus_alt	Detail-F.6	3,200	1,900	-
Fenster_SW Aula	Detail-F.4	3,000	1,300	-
Fenster_NO Aula	Detail-F.4	3,000	1,300	-
Fenster_SO Aula	Detail-F.7	5,000	1,300	-

<sup>1)</sup>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  
 - oberste Geschossdecke Aula

##### 4.2.1.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 21,5

### oberste Geschossdecke Aula

Rahmen (Anteil 12,3 %)  
 Oberseite (außen)



1: Gipskartonplatten  
 2: Mineralfaser

1: Gipskartonplatten  
 2: Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)

Rahmenanteil in %: 12,3

#### Fach

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gipskartonplatten	800	1,50	12,00	0,250	0,06
2	Mineralfaser	30	5,00	1,50	0,040	1,25
<b>Summe:</b>						<b>1,31</b>
						R <sub>innen</sub> : 0,10
						R <sub>außen</sub> : 0,10
						R <sub>T</sub> : <b>1,51</b>

#### Rahmen (Rahmenanteil 12%)

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gipskartonplatten	800	1,50	12,00	0,250	0,06
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	600	20,00	120,00	0,130	0,38
<b>Summe:</b>						<b>0,44</b>
						R <sub>innen</sub> : 0,10
						R <sub>außen</sub> : 0,10
						R <sub>T</sub> : <b>0,64</b>

## **4.2.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten**

### **4.2.2.1 Detail-K.1**

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Bodenplatte Archiv
- Bodenplatte Treppenhaus

#### 4.2.2.1.1 Wärmeschutz

Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.  
Es werden Typologiewerte verwendet.  $U=1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

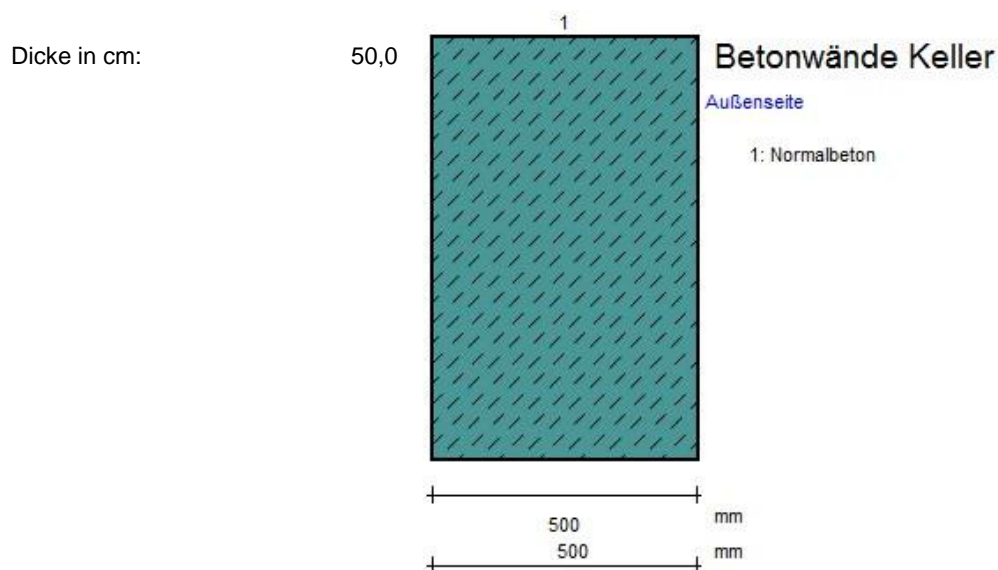
## 4.2.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung

### 4.2.3.1 Detail-W.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Kellerwände SW zu Außenluft\_Archiv
- Kellerwände SW zu Erde\_Archiv
- Kellerwände SO zu Außenluft\_Treppenhaus
- Kellerwände SW zu Außenluft\_Treppenhaus
- Kellerwände NW zu Außenluft\_Treppenhaus

#### 4.2.3.1.1 Wärmeschutz



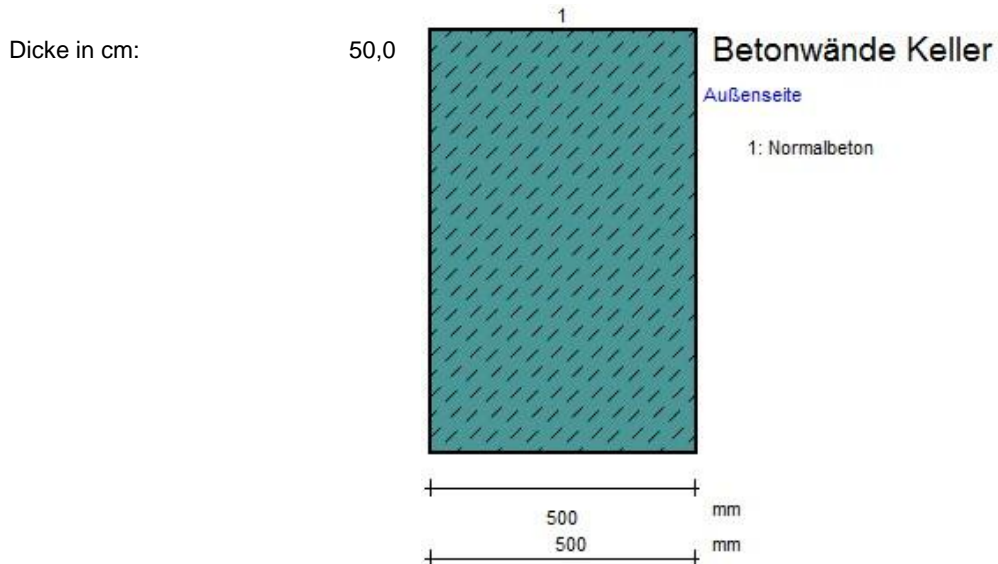
Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m²K/W]
1	Normalbeton	2.300	50,00	1.150,00	2,100	0,24
	<b>Summe:</b>		<b>50,00</b>	<b>1.150,00</b>		<b>0,24</b>
					R <sub>innen</sub> :	0,13
					R <sub>außen</sub> :	0,04
					R <sub>T</sub> :	<b>0,41</b>
					U-Wert (1 / R <sub>T</sub> ):	<b>2,45</b>

#### 4.2.3.2 Detail-W.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Kellerwände NW zu Erde\_Archiv
- Kellerwände NO zu Erde\_Archiv
- Kellerwände SO zu Erde\_Archiv
- Kellerwände SO zu Erde\_Treppenhaus

##### 4.2.3.2.1 Wärmeschutz



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m <sup>2</sup> K/W]
1	Normalbeton	2.300	50,00	1.150,00	2,100	0,24
	<b>Summe:</b>		<b>50,00</b>	<b>1.150,00</b>		<b>0,24</b>
					R <sub>innen</sub> :	0,13
					R <sub>außen</sub> :	0,00
					R <sub>T</sub> :	<b>0,37</b>
					U-Wert (1 / R <sub>T</sub> ):	<b>2,72</b>



### 4.2.3.3 Detail-W.3

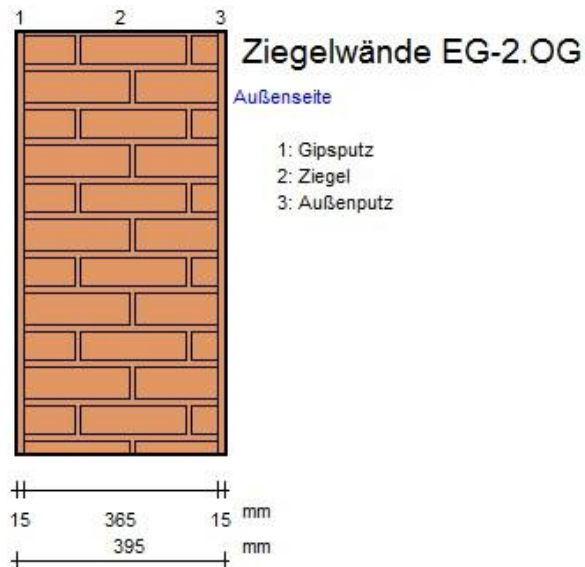
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außenwände EG NO\_Verwaltung
- Außenwände EG\_SO\_Verwaltung
- Außenwände 1.OG+2.OG\_SO\_Aula
- Außenwände EG NO\_Sitzung
- Außenwände EG SW\_Verwaltung
- Außenwände EG SW\_Sitzung
- Außenwände EG-2.OG SO\_Treppenhaus
- Außenwände EG-2.OG NW\_Treppenhaus

#### 4.2.3.3.1 Wärmeschutz

Dicke in cm:

39,5



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m²K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Ziegel	1.600	36,50	584,00	0,680	0,54
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	<b>Summe:</b>		<b>39,50</b>	<b>630,50</b>		<b>0,58</b>
					R <sub>innen</sub> :	0,13
					R <sub>außen</sub> :	0,04
					R <sub>T</sub> :	<b>0,75</b>
					U-Wert (1 / R <sub>T</sub> ):	<b>1,33</b>

#### 4.2.3.4 Detail-W.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außenwände 1.OG-2.OG SW\_Aula
- Außenwände EG-2.OG NO\_Treppenhaus
- Außenwände EG-2.OG SW\_Treppenhaus
- Außenwände 1.OG-2.OG NO\_Aula

##### 4.2.3.4.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 20,5



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R <sup>2)</sup> [m²K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Ziegel	1.600	17,50	280,00	0,680	0,26
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	<b>Summe:</b>		<b>20,50</b>	<b>326,50</b>		<b>0,30</b>
					R <sub>innen</sub> :	0,13
					R <sub>außen</sub> :	0,04
					R <sub>T</sub> :	<b>0,47</b>
					U-Wert (1 / R <sub>T</sub> ):	<b>2,12</b>

## 4.2.4 Fensterkonstruktionen

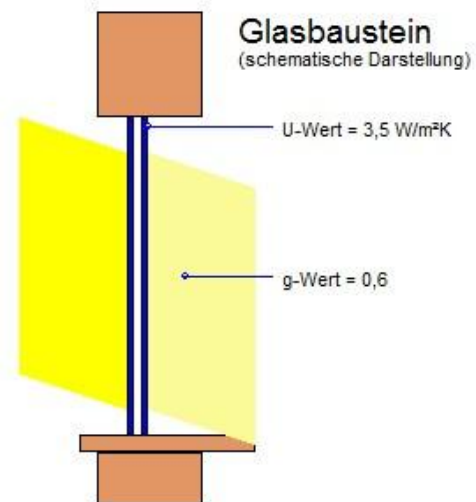
### 4.2.4.1 Detail-F.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Glasbausteine\_SW Sitzung
- Glasbausteine\_SW Verwaltung

#### 4.2.4.1.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,60



Rahmenanteil in %: 0,0

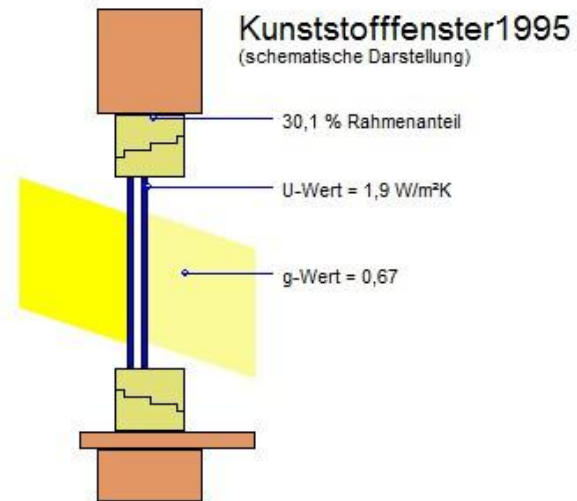
#### 4.2.4.2 Detail-F.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster\_SW Verwaltung
- Fenster\_SO Verwaltung
- Fenster\_NO Verwaltung

##### 4.2.4.2.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,67



Rahmenanteil in %: 30,1

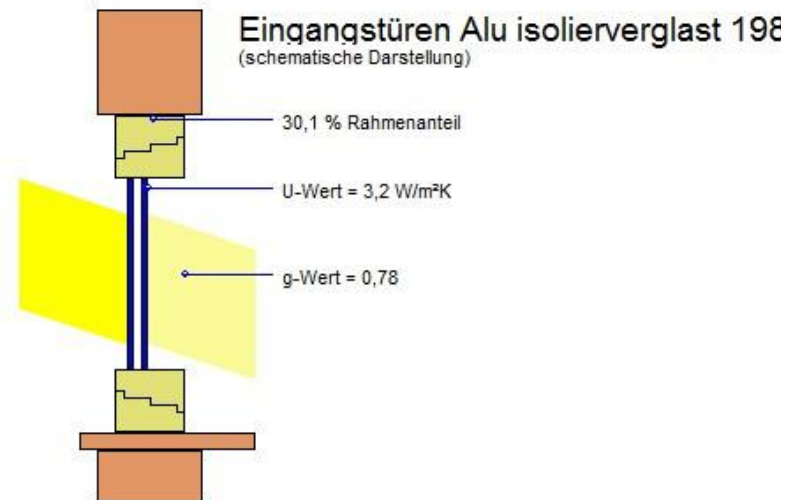
#### 4.2.4.3 Detail-F.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außentür\_NO Verwaltung
- Außentür\_NO Treppenhaus

##### 4.2.4.3.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



Rahmenanteil in %: 30,1

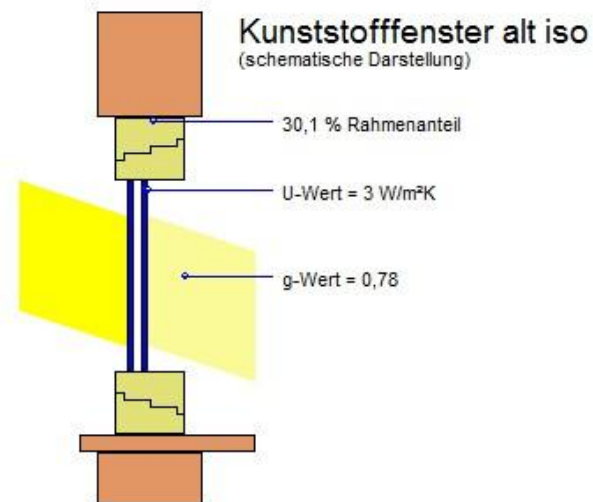
#### 4.2.4.4 Detail-F.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster\_NO Sitzung
- Fenster\_SW\_Aula
- Fenster\_NO\_Aula

##### 4.2.4.4.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



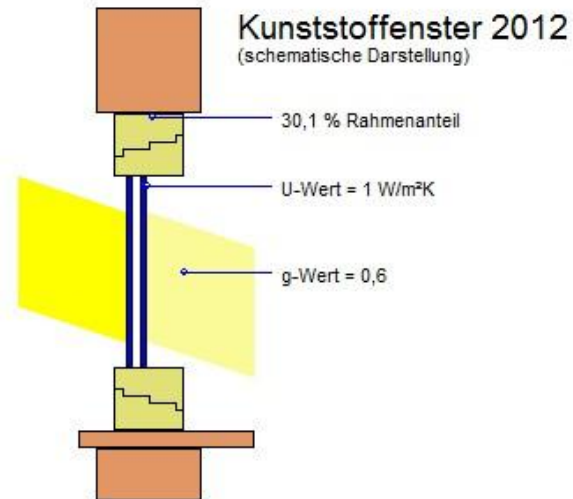
Rahmenanteil in %: 30,1

#### 4.2.4.5 Detail-F.5

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile  
- Fenster\_NO Treppenhaus\_neu

##### 4.2.4.5.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,60



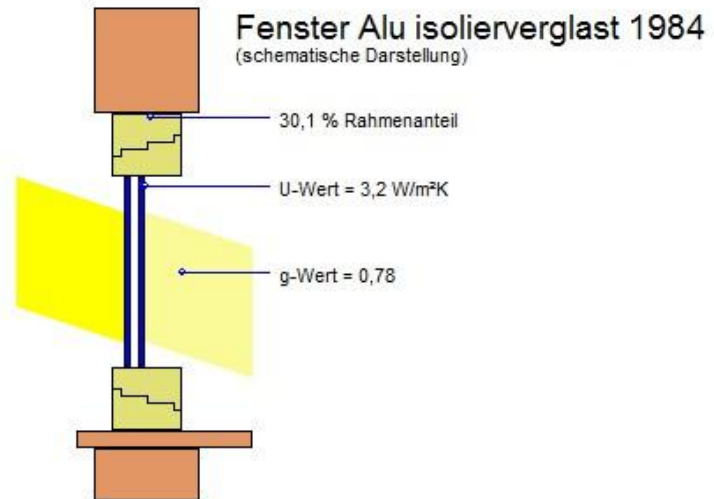
Rahmenanteil in %: 30,1

#### 4.2.4.6 Detail-F.6

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile  
 - Fenster\_SW Treppenhaus\_alt

##### 4.2.4.6.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



Rahmenanteil in %: 30,1

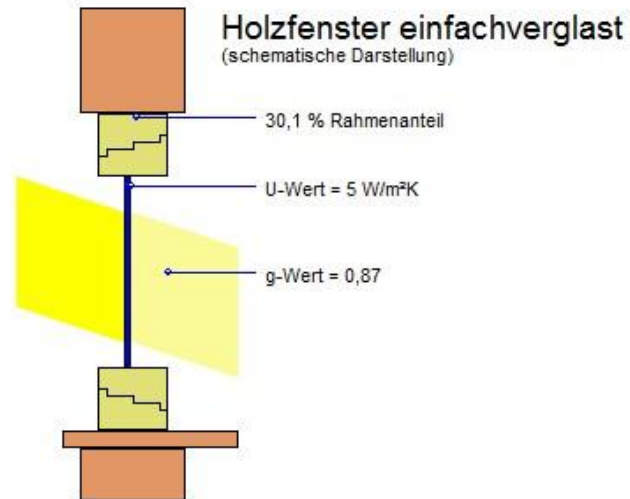


#### 4.2.4.7 Detail-F.7

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile  
 - Fenster\_SO Aula

##### 4.2.4.7.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,87



Rahmenanteil in %: 30,1

<sup>1)</sup> Anforderung nach EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1

<sup>2)</sup> 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 Tageslichtbe- reich	Sturzhöhe	Brüstungshöhe	Fensterbauteil	Lichttransmissi- onsgrad
Beleuchtungsbereich SW	41,46	10,63	3,90	0,80	8,41	3,03	1,10	Fenster_SW Verwaltung	0,78
Beleuchtungsbereich SO	32,00	7,90	4,05	0,80	7,90	2,90	0,90	Fenster_SO Verwaltung	0,78
Beleuchtungsbereich NO	37,63	5,30	7,10	0,80	5,30	3,03	1,10	Fenster_NO Verwaltung	0,78
Beleuchtungsbereich SW	68,90	13,78	5,00	0,80	9,36	3,03	1,10	Glasbausteine_SW Sitzung	0,82
Beleuchtungsbereich NO	68,90	13,78	5,00	0,80	9,36	3,03	1,10	Fenster_NO Sitzung	0,82
Beleuchtungsbereich EG	126,72	6,60	19,20	0,20	6,60	3,38	0,00	Fenster_SW Treppenhaus_alt	0,82
Beleuchtungsbereich 1.OG	126,72	6,60	19,20	0,20	6,60	3,38	0,00	Fenster_SW Treppenhaus_alt	0,82
Beleuchtungsbereich 2.OG	126,72	6,60	19,20	0,20	6,60	3,38	0,00	Fenster_SW Treppenhaus_alt	0,82
Beleuchtungsbereich 3.OG	126,72	6,60	19,20	0,20	6,60	3,38	0,00	Fenster_SW Treppenhaus_alt	0,82
Beleuchtungsbereich 4	366,90	25,13	14,60	0,80	25,13	6,26	1,16	Fenster_SW_Aula	0,82

## 5 Berechnungsergebnisse

### 5.1 Energieträgerverwendung

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

#### Energieträger: Strom

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
für Raumwärmeerzeugung	1.485	0,9	1.485	0,9
für Trinkwassererwärmung	0	0,0	0	0,0
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	10.133	6,0	10.133	6,0
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
<b>Endenergie gesamt</b>	<b>11.618</b>	<b>6,9</b>	<b>11.618</b>	<b>6,9</b>
<b>Primärenergiebedarf</b>	<b>30.206</b>	<b>17,8</b>		

#### Energieträger: Erdgas\_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
für Raumwärmeerzeugung	315.761	186,6	350.495	207,1
für Trinkwassererwärmung	0	0,0	0	0,0
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
<b>Endenergie gesamt</b>	<b>315.761</b>	<b>186,6</b>	<b>350.495</b>	<b>207,1</b>
<b>Primärenergiebedarf</b>	<b>347.337</b>	<b>205,2</b>		

## **Handlungsempfehlungen und Prioritätenliste:**

### **Kurzfristig:**

- Sensibilisierung der Nutzer auf energiesparenden Umgang mit dem Gebäude
- Setzen von Wärmemengenzählern Verwaltung / Stadtwerke zur besseren Verbrauchserfassung

### **Mittelfristig:**

- Erneuerung der Heizung:  
Erneuerung des Heizkessels durch ein Gasbrennwertgerät oder einen Pellet-Heizkessel. Im Rahmen der anzustrebenden CO<sub>2</sub> – Reduktion ist der Pellet-Heizkessel vorrangig durch die Stadtverwaltung anzustreben, eine Alternative stellt auch eine Holzhackschnitzelanlage dar
- Umstellung der Leuchtstoffröhren von VVG auf EVG
- Austausch der veralteten Außentüren
- Dämmung (mit Dampfsperre) der obersten Geschossdecke über der Aula und über dem Treppenhaus

### **Langfristig:**

- Dämmung der Außenwände
- Erneuerung der Außenfenster

Die Außenfenster und Außenwände sollten seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein in einem Maßnahmenpaket angegangen werden.