

Anhang 2 a Baustein 3 - Feinanalyse Einzelberichte

Verwaltungsgebäude 2 rechter Teil Georg-Maus-Straße 2 55743 Idar-Oberstein

Baujahr	1958
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	3.262 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen V _e	10.422 m ³
Verhältnis A/V _e	0,31



1 Bestandsaufnahme

1.1 Grunddaten

Das Gebäude wurde im Jahre 1958 errichtet.

Es besteht aus 4 Vollgeschossen, einem teilbeheizten Dachgeschoss und einem beheizten Untergeschoss.

Das Gebäude ist in Massivbauweise errichtet.

Im Jahre 2012/2013 wurden die Fenster erneuert, 1996 wurde das Dachgeschoss in Teilbereichen zu beheizten Büroräumen ausgebaut, das restliche Dachgeschoss dient als unbeheiztes Lager.

Gegenstand dieses Berichtes ist der rechte Teil des Verwaltungsgebäudes II rechts des Treppenhauses zur Aula (roter Pfeil)



Vorderansicht NO



Vorder-/Seitenansicht NO/NW



Rückansicht SW



Rückansicht SW



Rückansicht SW

Gebäudedaten

Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude		
Baujahr:	1958		
Energiebezugsfläche A_{NGF} :	2.613,0	m^2	
Gebäudevolumen V_e :	10.422,00	m^3 (Brutto)	
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	3.261,70	m^2 (Brutto)	
A/V-Verhältnis:	0,31	m^{-1}	
Fensterflächen:	510,12	m^2	
Vollgeschosse:	5		
charakteristische Breite:	11,34	m	
charakteristische Länge:	50,16	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 Bürogebäude sowie von Ihren Angaben ausgegangen.

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

Der rechte Teil des Verwaltungsgebäudes II wird überwiegend als Büroraume genutzt.

Im Erdgeschoss und Teilen des Dachgeschosses befinden sich in Teilbereichen Lager und Archive, dies ebenso im Untergeschoss.

1.3 Bisherige wärmetechnische Investitionen am Gebäude

1996: Teilausbau Dachgeschoss

2012/2013: Erneuerung der Fenster

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.	Fläche	Anteil	Volumen	Zonenhülle	Personen	Konditionierung	Trinkwasser
	[°C]	A_{NGF} [m^2]	[%]	V_{netto} [m^3]	[m^2]	[Anzahl]	(Hz/Tw/K/RLT/Bel) nutzung ¹⁾	nutzung ¹⁾
Verwaltung	19,0	2.613	100,0	9.407	3.262	-	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 im Anhang.

Kategorie	Fläche [m ²]	mittlerer U-Wert [W/m ² K]	Anteil Transmission [%]	optimaler U-Wert [W/m ² K]
Keller	569	1,00	1,46	0,11
Dach	568	1,62	18,42	0,08
Wand	1.615	1,60	64,07	0,10
Fenster	510	1,24	16,04	0,80

1.5.1 Grenzflächen nach oben (Dach)

Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet die oberste Geschossdecke und das Dach. Der Dachraum ist teilweise beheizt und ausgebaut.

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.



unbeheizte Lagerbereiche

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.

Im 3. Obergeschoss wurden Schwemmsteine vermauert.

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



Heizkörpernische, hier in WC Bereichen (Wärmebrücken)



Ausmauerungen zwischen Stahlbetonskeletten (Wärmebrücken)



großflächige Nischenbereiche in Außenwänden (Wärmebrücken)

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.

1.5.4 Transparente Bauteile (Fenster, Türen)

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



Die Außentüren, sowie die Fenster im Lager und EG und in den Kellerräumen sind veraltet und isolierverglast.

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 Kommentar bei Außenwänden, Seite 4 und 5).

Auch im Bereich der obersten Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum sind Wärmebrücken vorhanden.



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 Heizung besteht aus 2 Gas-Heizkesseln der Baujahre 1984 und 1985. Die Brenner wurden im Jahre 2008 erneuert.



Die Heizkessel versorgen auch die angrenzenden Stadtwerke mit Heizwärme.



Verteilung der Heizkreise



Die Verteilleitungen sind gut gedämmt.

Zum Zustand der Heizanlage des gesamten Bereiches Verwaltung und Stadtwerke erfolgt im Rahmen der energetischen Untersuchungen noch eine separate Analyse im Gesamtbericht zu Baustein 2 und 3, weitere Hinweise siehe Anhang 4 des Gesamtberichtes.

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	nein
Pufferspeicher	nein

1.7.2 Heizkreise

Heizkreise des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Heizkreis	Heizkreis
Wärmeabgabe	
Art der Wärmeabgabe	Heizkörper
Anordnung	Heizkörper nach Außen
Heizkreistemperatur	70/55°C
Heizungsregler	
Regelung	Thermostatventil mit 1 K / 0,5 K Schaltdifferenz
elektrische Regelung	nicht elektrisch geregelt
Umwälzpumpe	
Pumpenregelung	variable Delta P der Pumpenregelung
Pumpenmanagement	integriertes Pumpenmanagem. außentemperaturgeführter Kesseltemp.
Leitungsnetz	
Einrohrnetz	nein
hydraulisch abgeglichen	nein
versorgte Zonen	Verwaltung

1.7.3 Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger des Versorgungsbereiches Wärmeversorgung

Wärmeerzeuger	Wärmeerzeuger
Baujahr	1984
Art	Zentralheizung (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

Die Lüftung erfolgt natürlich über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung).

Durch den Einbau dichter Fenster im Jahre 2012 / 2013 sind die Mitarbeiter zu richtigem Heizen und Lüften anzuweisen, um der Gefahr von Sporenbildung zu begegnen.

In den Toilettenbereichen sind Ablüfter vorhanden.

1.9.1 Lüftungsbereiche

Lüftungsbereich	Lüftung
Lüftungsart	die Lüftung erfolgt als freie Lüftung (Fenster)
versorgte Zonen	Verwaltung

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 **Stadtverwaltung Idar Oberstein**.

Beleuchtungsbereich	Fläche [m ²]	Präsenzkontrolle	Tageslichtkontrolle	Anschlussleistung [W/m ²]	Endenergie [kWh/a]
Beleuchtungsbereich SW 1.OG-3.OG A-L	824,76	nein	nein	13,78	13.374,3
Beleuchtungsbereich SW 1.OG-3.OG L-S	366,21	nein	nein	17,07	6.131,1
Beleuchtungsbereich NW 1.OG-3.OG Achse A-O	401,13	nein	nein	7,05	3.458,3
Beleuchtungsbereich NW 1.OG-3.OG Achse O-S	186,06	nein	nein	13,60	2.308,8
Kunstlicht KG + DG + Restbereiche	833,91	nein	nein	5,65	7.708,7

Als Leuchtmittel werden überwiegend stabförmige Leuchtstoffröhren mit verlustarmen Vorschaltgeräten (VVG) eingesetzt.



Beleuchtung in Fluren



und WC-Bereichen



Beleuchtung in Büros

1.10.1 Schwachstellen des Gebäudes

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

- überwiegend die Außenwände
- die ungedämmte oberste Geschossdecke
- 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 ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	1.158	0,4	1.158	0,4
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	32.981	12,6	32.981	12,6
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	34.140	13,1	34.140	13,1
Primärenergiebedarf	88.763	34,0		

Energieträger: Erdgas_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	382.990	146,6	425.119	162,7
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
Endenergie gesamt	382.990	146,6	425.119	162,7
Primärenergiebedarf	421.289	161,2		

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.

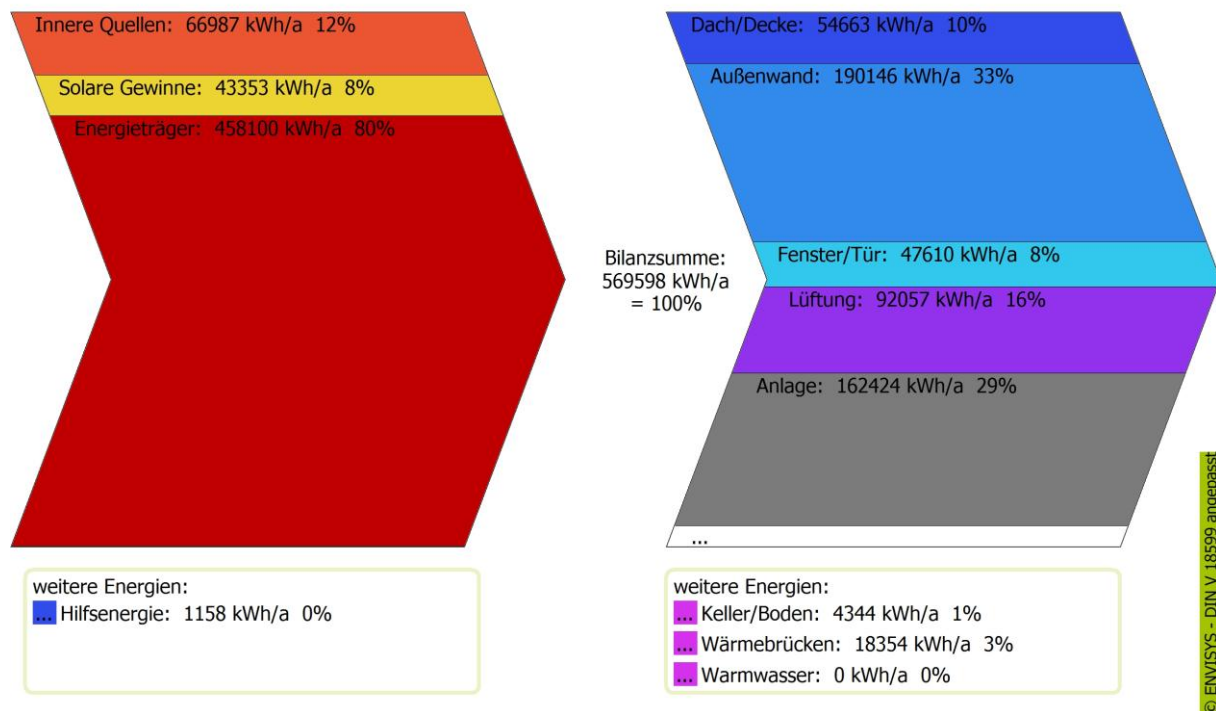
Der Stromverbrauch für Verwaltungsgebäude II wird separat erfasst und beträgt ca. 55.000 kWh Strom/Jahr.

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	66.987	11,8	Dach	54.663	9,6
Solare- und Umweltgewinne	43.353	7,6	Außenwände	190.146	33,4
Heizenergie (Brennwert) und Strom	458.100	80,4	Fenster	47.610	8,4
			Keller	4.344	0,8
			Wärmebrücken	18.354	3,2
			Transmissionen	315.117	55,3
			Lüftung	92.057	16,2
			Trinkwarmwasser	0	0,0
			Anlage	162.424	28,5
			Beleuchtung	32.981	5,8
Summe	569.598	100,0	Summe	569.598	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 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 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **153.781 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **40 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm, Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Materialdicke		16,00	cm	
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,035	W/mK	
Wärme übertragende Fläche		1.281,51	m ²	
Nutzungsdauer		40	Jahre	
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>	
Außenwände EG-2.OG NO HKN 24	80,56 m ²	9.667,20 €	1,76 / 0,19	W/m ² K
Außenwände EG-2.OG NO HKN 12	27,72 m ²	3.326,40 €	2,52 / 0,20	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG NO	106,04 m ²	12.724,80 €	1,01 / 0,18	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 24	40,28 m ²	4.833,60 €	1,38 / 0,19	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 12	7,95 m ²	954,00 €	2,09 / 0,20	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG SW	61,41 m ²	7.369,20 €	1,01 / 0,18	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG SW HKN 24	40,12 m ²	4.814,40 €	1,38 / 0,19	W/m ² K
Außenwände 3.OG / DG NW	43,09 m ²	5.170,80 €	1,01 / 0,18	W/m ² K
Außenwände SW DG Drempel Ausbau	13,65 m ²	1.638,00 €	0,57 / 0,16	W/m ² K
Außenwände NO DG Drempel Ausbau	13,65 m ²	1.638,00 €	0,57 / 0,16	W/m ² K
Außenwände EG-2.OG NO	364,00 m ²	43.680,00 €	1,33 / 0,19	W/m ² K
Außenwände EG-2.OG SW	261,00 m ²	31.320,00 €	1,33 / 0,19	W/m ² K
Außenwände EG-2.OG NW	125,28 m ²	15.033,60 €	1,33 / 0,19	W/m ² K
Außenwände EG-2.OG SW HKN 24	96,76 m ²	11.611,20 €	1,76 / 0,19	W/m ² K
Summe	1.281,51 m²	153.781,20 €	entspricht 120,00 €/m²	

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

2.3.2 Dämmung oberste Geschossdecke unterseitig

Beschreibung

Unterseitiges Dämmen der obersten Geschossdecke im 3. Obergeschoss unterhalb des unbeheizten Lagers.

Dämmung oberhalb einer neuen abgehängten Decke mit Dampfsperre.

Kostenschätzung mit 60 €/ m², ist seitens der Stadtverwaltung Idar-Oberstein durch Einholung von Angeboten genauer zu ermitteln.

Die Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **24.841 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **40 Jahren** ausgegangen.

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

2= Dämmen oberste Geschossdecke, Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Dämmung</i>				
Materialdicke		14,00	cm	
Wärmeleitfähigkeit des Materials		0,035	W/mK	
Wärme übertragende Fläche		414,02	m ²	
Nutzungsdauer		40	Jahre	
<i>angewendet auf folgende Bauteile:</i>	<i>Fläche¹⁾</i>	<i>Kosten</i>	<i>U-Wert alt / neu</i>	
oberste Geschossdecke	414,02 m ²	24.841,20 €	2,10 / 0,22	W/m ² K
Summe	414,02 m²	24.841,20 €	entspricht 60,00 €/m²	

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

2.3.3 Pelletheizkessel

Beschreibung

Niedertemperaturkessel als Strahlungswärmeerzeuger, der mit Holzpellets als Brennstoff bestückt wird (CO₂-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 Gesamtverwaltung I, II und Stadtwerke: siehe Bericht zu Baustein 2 und 3.
 Geschätzte anteilige Leistung für rechten Teil Verwaltung ca. 180 KW, Näheres siehe Bericht zu Baustein 2 und 3:

Die anteiligen Kosten dieser Maßnahme werden auf ca. **110.000 €** veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

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

3= Neue Pelletheizung, Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der neuen Anlage</i>			
Typ	Zentralheizung		
genutzte Technik	Niedertemperaturkessel		
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung		
Energieträger	Holz Pellets		
Leistung		180	kW
Abgasverlust		5,0	%
Bereitschaftsverlust		3,0	%
Nutzungsdauer		20	Jahre
<i>Kosten</i>			
Kosten der Anlage	110.000,00 €		
Summe	110.000,00 €		

2.3.4 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 2.3.3 enthalten. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

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

3= Neue Pelletheizung, Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Eigenschaften der Maßnahme

<i>Daten der Wärmeabgabe</i>	
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz
Heizkreistemperatur	70/55
Nachtsenkung	11 h um 3 °C
hydraulischer Abgleich	J ¹⁾
Nutzungsdauer	20 Jahre

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

2.3.5 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 nur den Komfort der Anlage, sondern lässt auch eine besonders effiziente Energieausnutzung zu. Die Kosten dieser Maßnahme sind in 2.3.3 enthalten. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von **20 Jahren** ausgegangen.

Diese Maßnahme wird in der/den folgende/n Variante/n verwendet: 3= Neue Pelletheizung, Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Eigenschaften der Maßnahme

Daten des Pufferspeichers

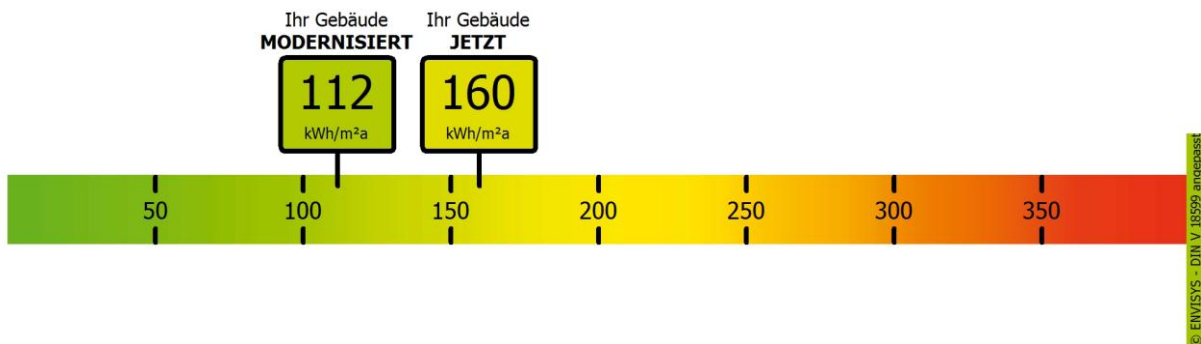
Versorgungsbereich	Wärmeversorgung
Aufstellung	im Unbeheizten
Volumen des Speichers	6.000 l
Nutzungsdauer	20 Jahre

2.4 Variante: 1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm

2.4.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	510.051	371.959	[kWh/a]	27,1 %
Primärenergiebedarf / m ²	195,2	142,3	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	417.129	291.976	[kWh/a]	30,0 %
Endenergiebedarf / m ²	159,6	111,7	[kWh/m ² a]	
Heizlast	172,7	127,3	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,570	0,527		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	36.289	26.627	[€/a]	26,6 %
Energiekosten / Monat	3.024	2.219	[€/Monat]	
Energiekosten /m ²	13,89	10,19	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		153.781	[€]	
_Sowieso-Kosten		0	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		153.781	[€]	
Investition /m ²		56,8	[€/m ²]	
Amortisation		16	[Jahre]	
mittlere Rendite		2,49	[%]	
Kapitalwert		257.055	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	44,0	32,3	[kg/m ² a]	26,6 %
SO ₂ -Emissionen	8,0	7,5	[g/m ² a]	6,6 %
Nox-Emissionen	30,0	22,3	[g/m ² a]	25,7 %
Staub	1,4	1,1	[g/m ² a]	17,6 %

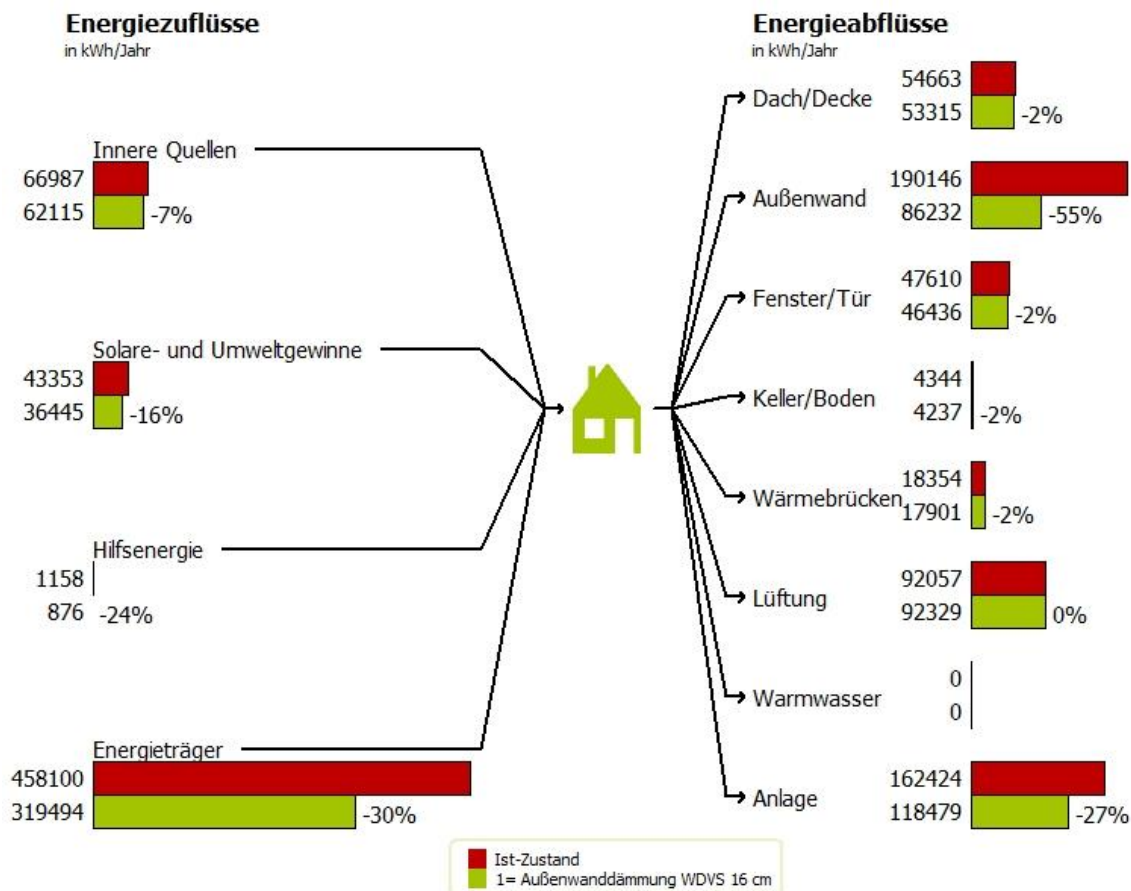
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



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 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 257.055 € 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):



© ENVISYS - DIN V 18599 angepasst

© ENVISYS - DIN V 18599 angepasst

2.4.2 Maßnahmen der Variante: 1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm

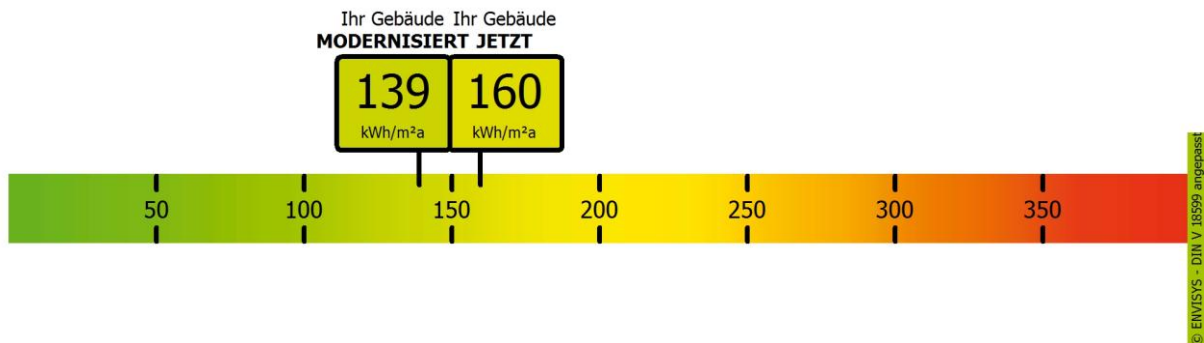
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m ²	153.781 €
Summe der Kosten:		153.781 €

2.5 Variante: 2= Dämmen oberste Geschossdecke

2.5.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	510.051	450.076	[kWh/a]	11,8 %
Primärenergiebedarf / m ²	195,2	172,2	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	417.129	362.769	[kWh/a]	13,0 %
Endenergiebedarf / m ²	159,6	138,8	[kWh/m ² a]	
Heizlast	172,7	153,4	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,570	0,558		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	36.289	32.092	[€/a]	11,6 %
Energiekosten / Monat	3.024	2.674	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	13,89	12,28	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		24.841	[€]	
_Sowieso-Kosten		0	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		24.841	[€]	
Investition / m ²		9,5	[€/m ²]	
Amortisation		7	[Jahre]	
mittlere Rendite		5,05	[%]	
Kapitalwert		153.587	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	44,0	38,9	[kg/m ² a]	11,6 %
SO ₂ -Emissionen	8,0	7,8	[g/m ² a]	2,9 %
Nox-Emissionen	30,0	26,6	[g/m ² a]	11,2 %
Staub	1,4	1,3	[g/m ² a]	7,6 %

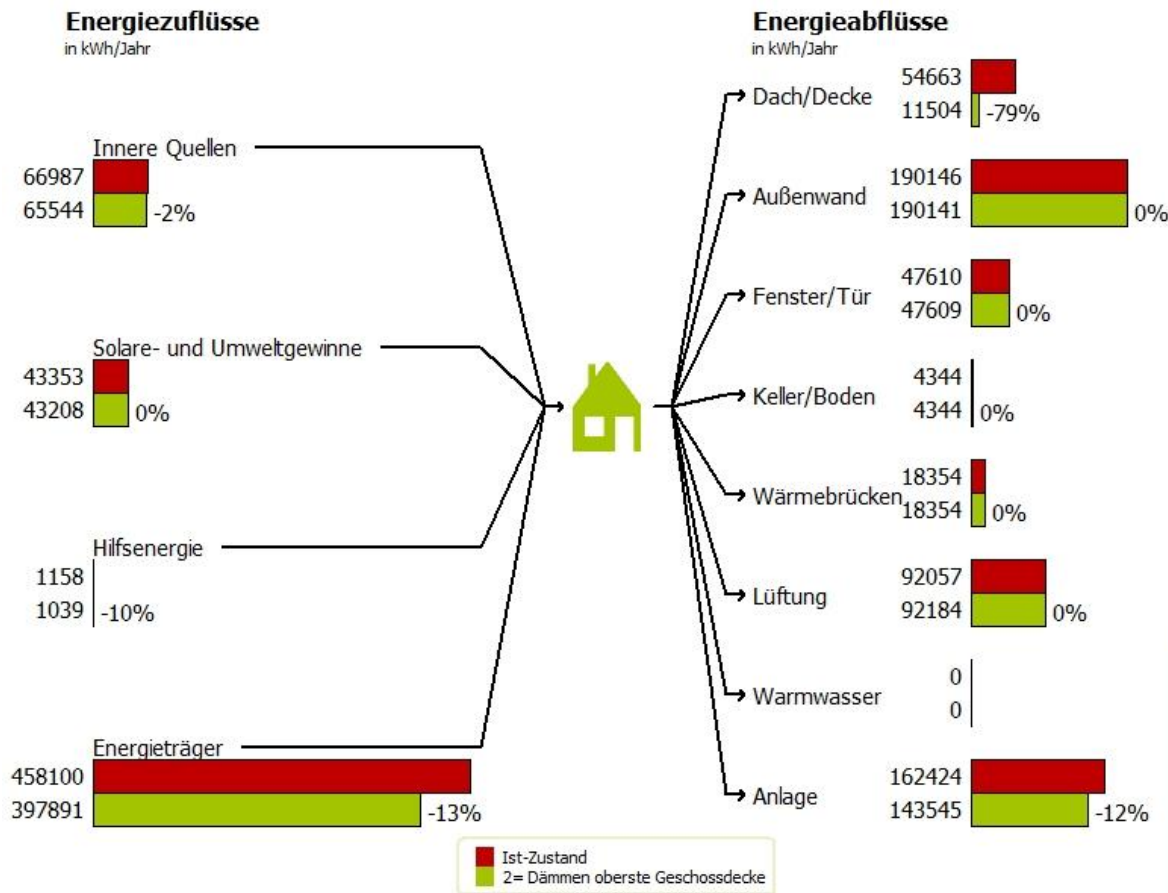
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieverbrauchskennzahl vor und nach Durchführung der Maßnahme(n):



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 Maßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 7 Jahren und baut einen Kapitalwert von 153.587 € 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):



2.5.2 Maßnahmen der Variante: 2= Dämmen oberste Geschossdecke

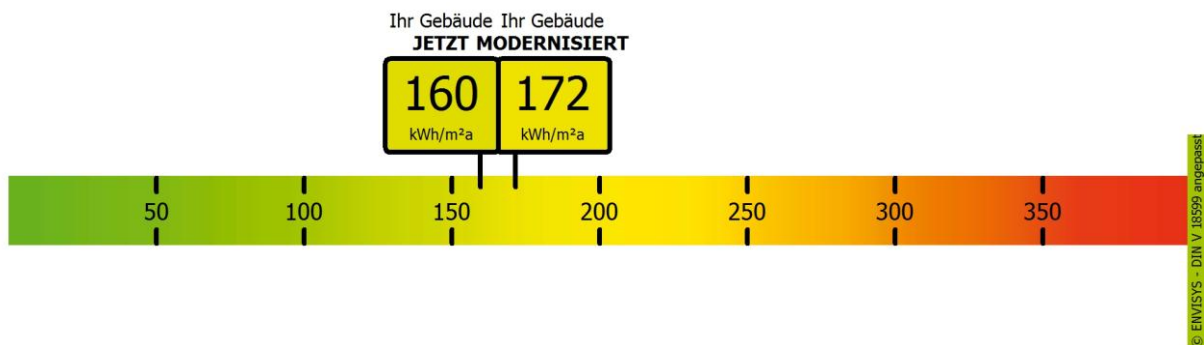
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Dämmung oberste Geschossdecke unterseitig	60,00 €/m ²	24.841 €
Summe der Kosten:		24.841 €

2.6 Variante: 3= Neue Pelletheizung

2.6.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	510.051	174.820	[kWh/a]	65,7 %
Primärenergiebedarf / m ²	195,2	66,9	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	417.129	448.140	[kWh/a]	-7,4 %
Endenergiebedarf / m ²	159,6	171,5	[kWh/m ² a]	
Heizlast	172,7	172,7	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,570	0,554		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	36.289	28.153	[€/a]	22,4 %
Energiekosten / Monat	3.024	2.346	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	13,89	10,77	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		110.000	[€]	
_Sowieso-Kosten		0	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		110.000	[€]	
Investition / m ²		40,0	[€/m ²]	
Amortisation		21	[Jahre]	
mittlere Rendite		0,00	[%]	
Kapitalwert		-3.075	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	44,0	15,1	[kg/m ² a]	65,8 %
SO ₂ -Emissionen	8,0	6,8	[g/m ² a]	15,1 %
Nox-Emissionen	30,0	117,3	[g/m ² a]	-291,3 %
Staub	1,4	57,5	[g/m ² a]	-4.050,5 %

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.

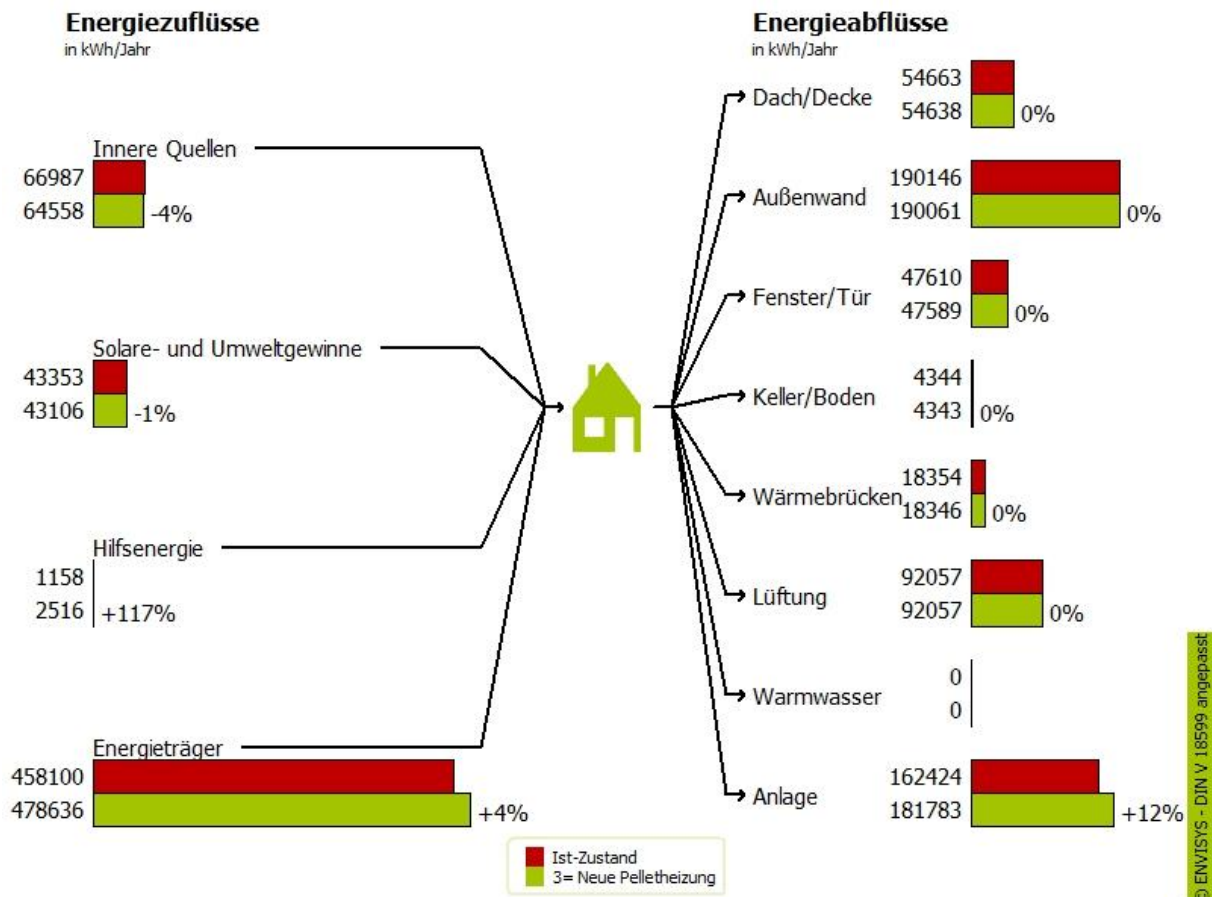
Diese Maßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln gerade noch als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 21 Jahren und baut einen negativen Kapitalwert von -3.075 € auf.

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. 66 % CO₂-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):



2.6.2 Maßnahmen der Variante: 3= Neue Pelletheizung

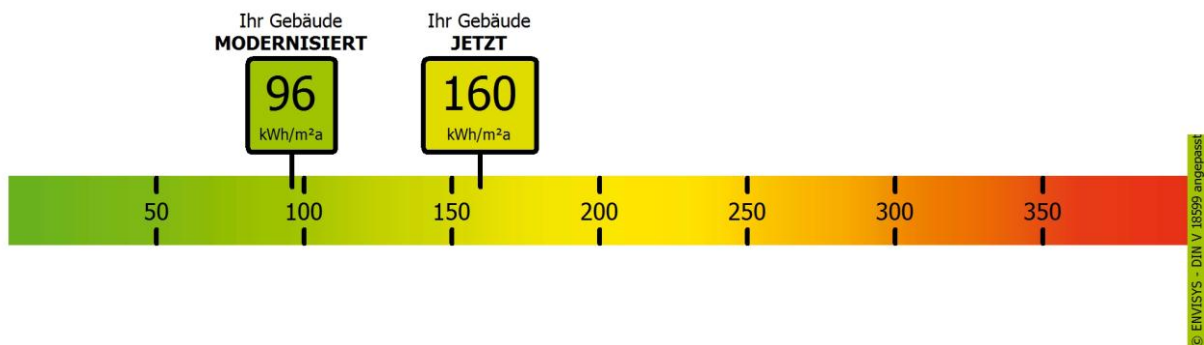
Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Pelletheizkessel	110000,00 €	110.000 €
Regelung Heizung	0,00 €	0 €
Pufferspeicher - (6000l)	0,00 €	0 €
Summe der Kosten:		110.000 €

2.7 Variante: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

2.7.1 Die wichtigsten Kenngrößen der Variante

	Ist-Zustand	Variante	Einheit	Einsparung
<i>energetisch</i>				
Primärenergiebedarf	510.051	133.810	[kWh/a]	73,8 %
Primärenergiebedarf / m ²	195,2	51,2	[kWh/m ² a]	
Endenergiebedarf	417.129	250.415	[kWh/a]	40,0 %
Endenergiebedarf / m ²	159,6	95,8	[kWh/m ² a]	
Heizlast	172,7	108,0	[kW]	
Jahresnutzungsgrad	0,570	0,491		
<i>wirtschaftlich</i>				
Energiekosten	36.289	17.974	[€/a]	50,5 %
Energiekosten / Monat	3.024	1.498	[€/Monat]	
Energiekosten / m ²	13,89	6,88	[€/m ² a]	
Gesamtinvestition		288.622	[€]	
_Sowieso-Kosten		0	[€]	
_Förderung		0	[€]	
Investition		288.622	[€]	
Investition / m ²		108,4	[€/m ²]	
Amortisation		19	[Jahre]	
mittlere Rendite		1,88	[%]	
Kapitalwert		235.287	[€]	
<i>Emissionen</i>				
CO ₂ -Emissionen	44,0	11,8	[kg/m ² a]	73,1 %
SO ₂ -Emissionen	8,0	6,7	[g/m ² a]	16,5 %
Nox-Emissionen	30,0	64,4	[g/m ² a]	-114,8 %
Staub	1,4	30,4	[g/m ² a]	-2.090,4 %

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 Gesamtmaßnahme erweist sich auch ohne den Ansatz von Sowieso-Kosten und Fördermitteln als wirtschaftliche Maßnahme, amortisiert sich nach 19 Jahren und baut einen Kapitalwert von 235.287 € auf.

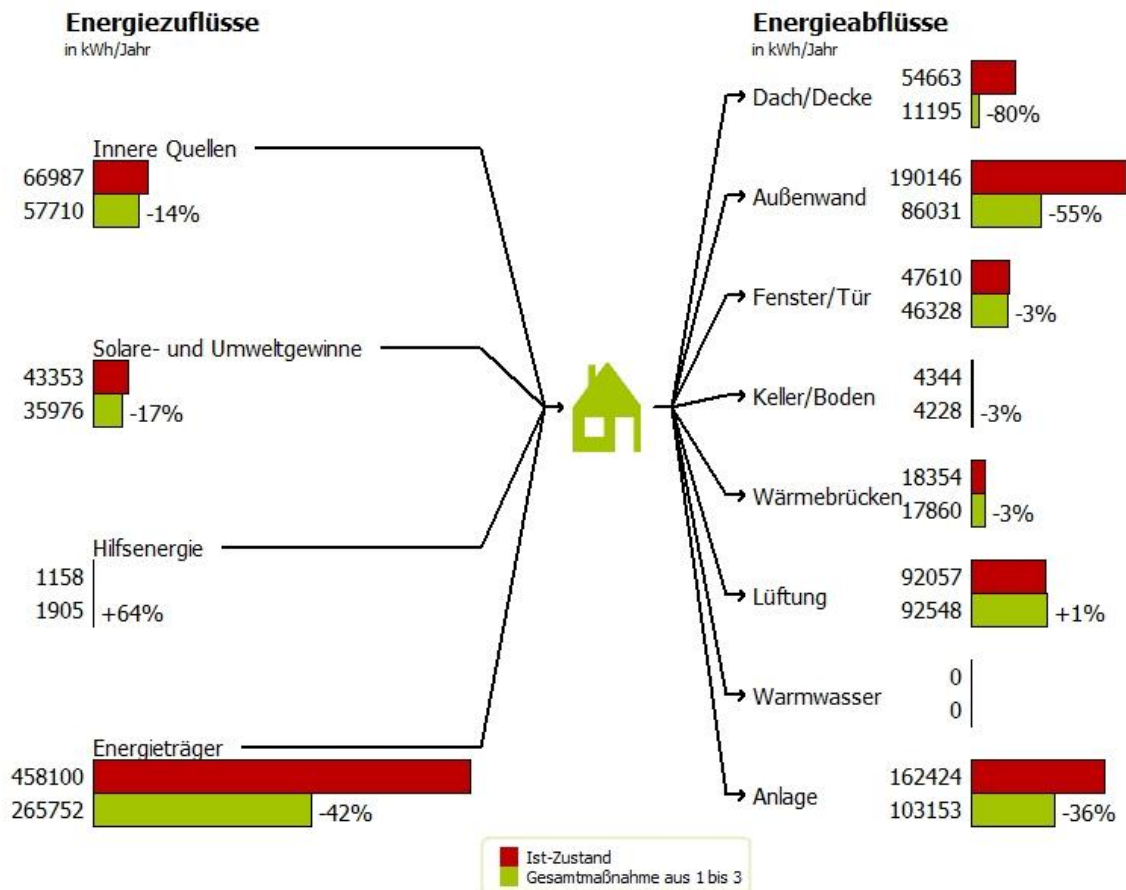
Berücksichtigt sind hierbei- auf der sicheren Seite liegend- Instandhaltungskosten für die Pellet-Heizanlage von 3% / Jahr.

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

Die Maßnahme wird empfohlen.

Beachtlich ist die CO₂ Reduktion von 73,1 %.

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



© ENWISYS - DIN V 18599 angepasst

2.7.2 Maßnahmen der Variante: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Maßnahme	Kosten je Einheit	Kosten gesamt
Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem	120,00 €/m ²	153.781 €
Dämmung oberste Geschossdecke unterseitig	60,00 €/m ²	24.841 €
Pelletheizkessel	110000,00 €	110.000 €
Regelung Heizung	0,00 €	0 €
Pufferspeicher - (6000l)	0,00 €	0 €
Summe der Kosten:		288.622 €

2.8 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 %

2.8.1 Variante 001: 1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 001:		
Gesamtinvestition in das Paket	153.781	€
jährliche Energiekosten	26.627	€/Jahr
jährliche Einsparungen	9.662	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	291.976	kWh
Einsparung:	125.153	kWh, das entspricht 30 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	257.055	€*)
Amortisation	16	Jahre

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

2.8.2 Variante 002: 2= Dämmen oberste Geschossdecke

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 002:		
Gesamtinvestition in das Paket	24.841	€
jährliche Energiekosten	32.092	€/Jahr
jährliche Einsparungen	4.196	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	362.769	kWh
Einsparung:	54.361	kWh, das entspricht 13 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	153.587	€*)
Amortisation	7	Jahre

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

2.8.3 Variante 003: 3= Neue Pelletheizung

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 003:		
Gesamtinvestition in das Paket	110.000	€
jährliche Energiekosten	28.153	€/Jahr
jährliche Einsparungen	8.136	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	448.140	kWh
Einsparung:	-31.011	kWh, das entspricht -7 %
Nutzungsdauer:	ca. 20	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	-3.075	€*)
Amortisation	21	Jahre

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

2.8.4 Variante 004: Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3

Nach Durchführung der Maßnahmen dieser Variante ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 004:		
Gesamtinvestition in das Paket	288.622	€
jährliche Energiekosten	17.974	€/Jahr
jährliche Einsparungen	18.315	€/Jahr
neuer Energieeinsatz:	250.415	kWh
Einsparung:	166.715	kWh, das entspricht 40 %
Nutzungsdauer:	ca. 32	Jahre
Kapitalwert der Maßnahmen	235.287	€*)
Amortisation	19	Jahre

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

2.9 Vergleich der Varianten

2.9.1 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	34.140	6.828	382.990	29.461	-	-
1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm	33.857	6.771	258.120	19.855	-	-
2= Dämmen oberste Geschossdecke	34.021	6.804	328.748	25.288	-	-
3= Neue Pelletheizung	35.497	7.099	-	-	412.644	21.053
Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3	34.886	6.977	-	-	215.529	10.996

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

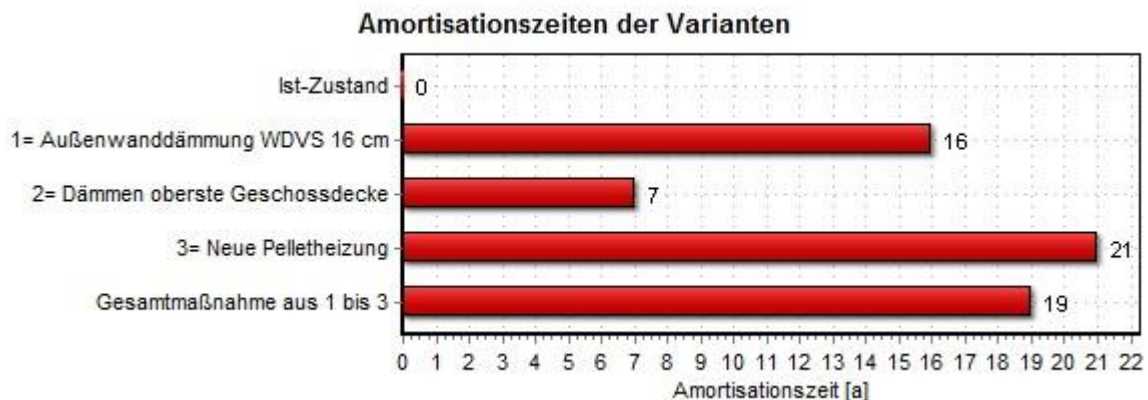
Variante	Gesamt-Investition*)	Netto-Investition**)	Sowieso-Investition	Förderung	jährliche Einsparung	Amortis.-zeit	Kapitalwert
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[Jahre]	[€]
1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm	153.781	153.781	0	0	9.662	16	257.055
2= Dämmen oberste Geschossdecke	24.841	24.841	0	0	4.196	7	153.587
3= Neue Pelletheizung	110.000	110.000	0	0	8.136	21	-3.075
Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3	288.622	288.622	0	0	18.315	19	235.287

*) inkl. ohnehin notwendiger Investitionen

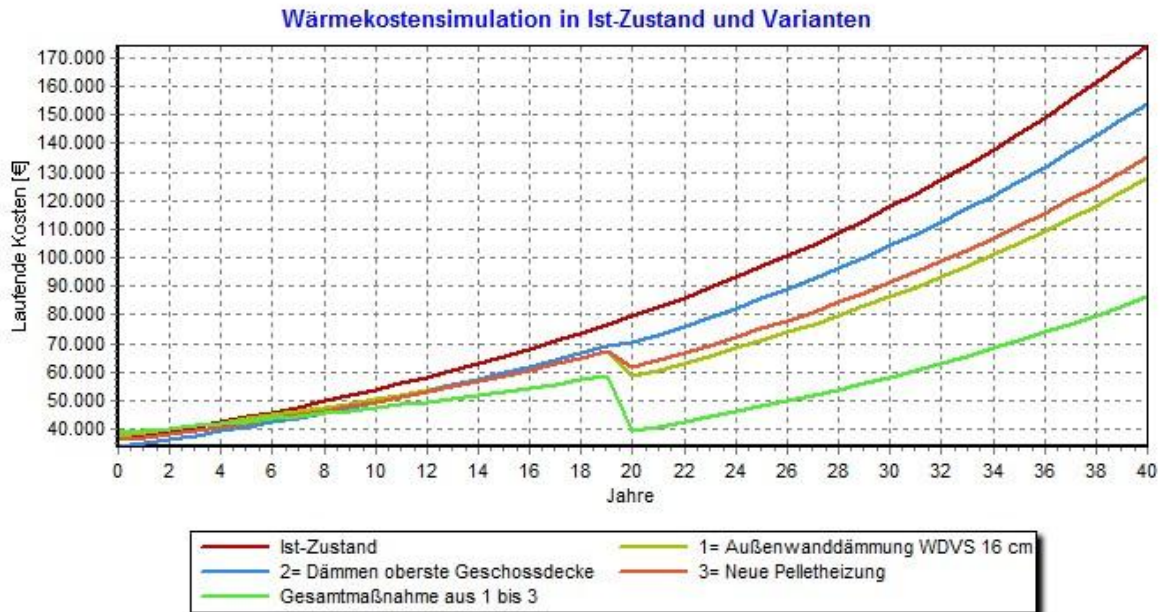
***) abzgl. ohnehin notwendiger Investitionen und abzüglich evtl. Förderung

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:

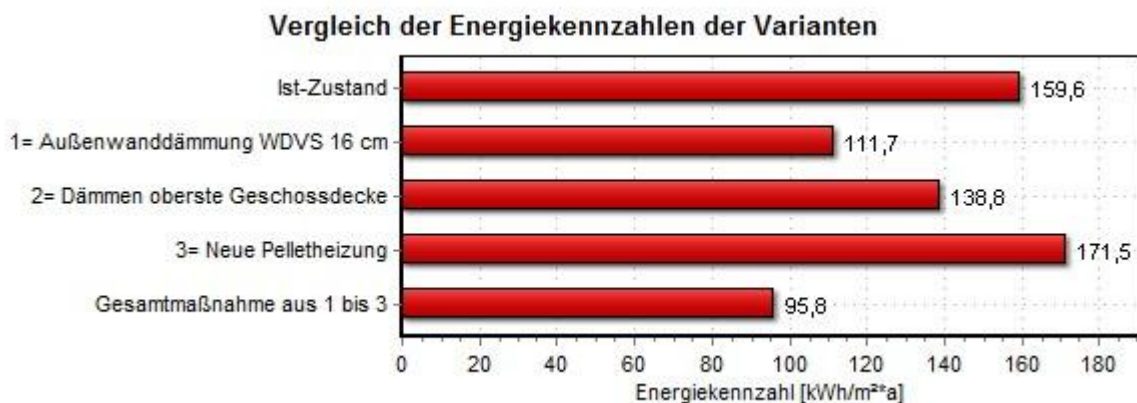
Energiepreiserhöhungen	4,0 %
allg. Preissteigerung	2,4 %
Guthaben-Zinssatz	3,5 %
Kredit-Zinssatz	3,5 %

Annahmen für die Finanzierung der Varianten:

- Variante 1= Außenwanddämmung WDVS 16 cm: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 2= Dämmen oberste Geschossdecke: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante 3= Neue Pelletheizung: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren
- Variante Gesamtmaßnahme aus 1 bis 3: über Kredit mit einer Laufzeit von 20 Jahren

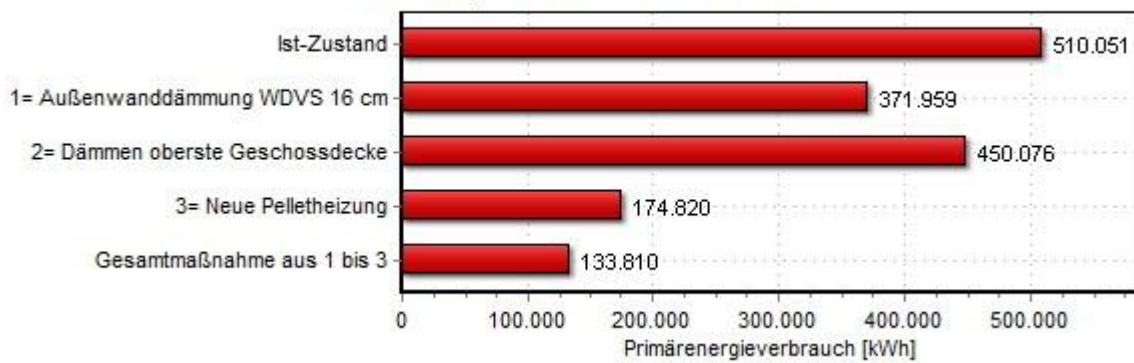
2.9.2 Energetische Betrachtung der Varianten

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

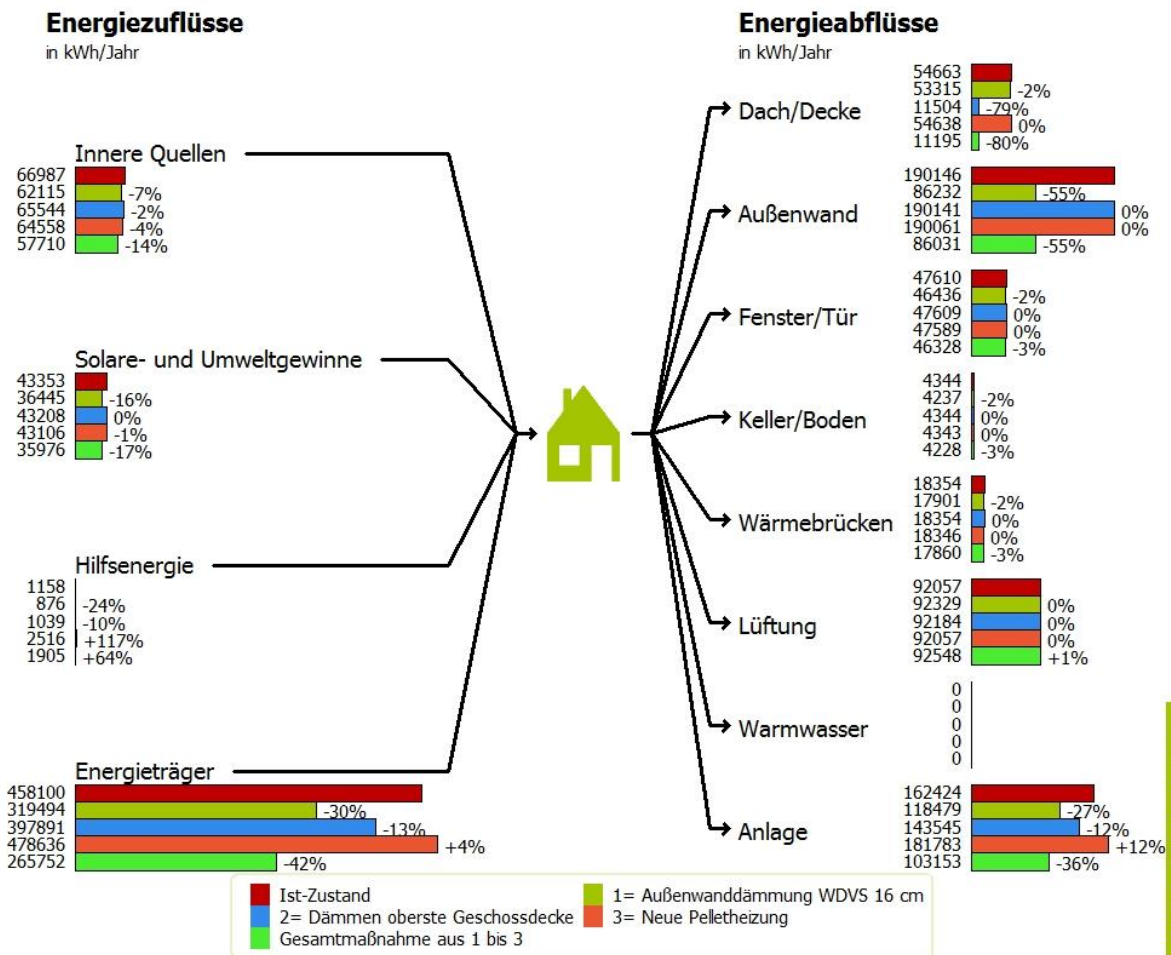


Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der Primärenergie-Werte der Varianten:

Primärenergieverbrauch der Varianten

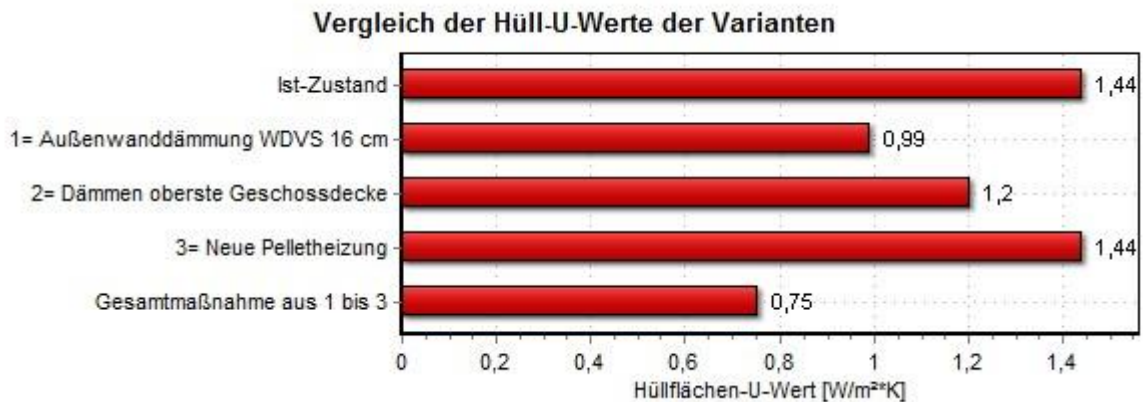


Die folgende Grafik zeigt Ihnen die Energieflüsse im Ist-Zustand und in den Varianten



2.9.3 Verbesserung der Gebäudehülle in den Varianten

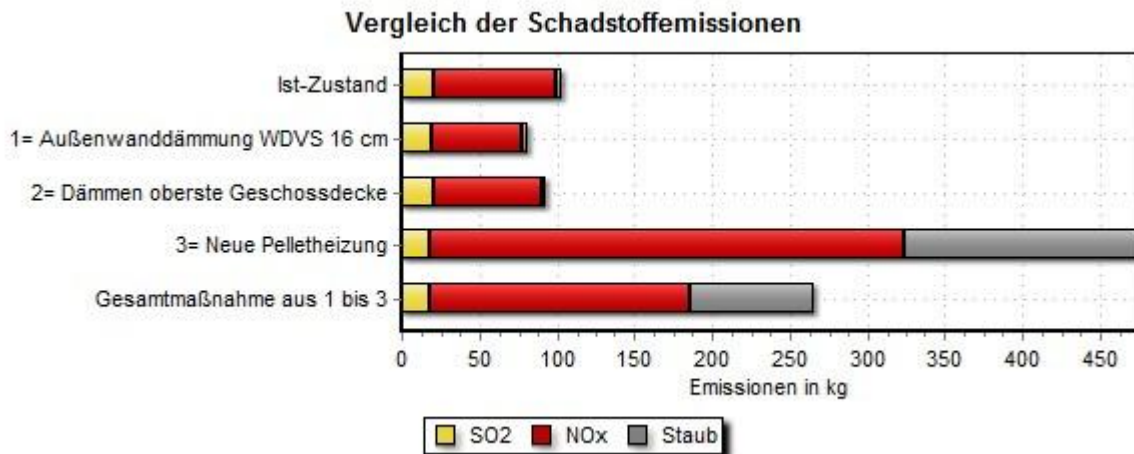
Die folgende Grafik zeigt Ihnen einen Vergleich der U-Werte der Varianten:



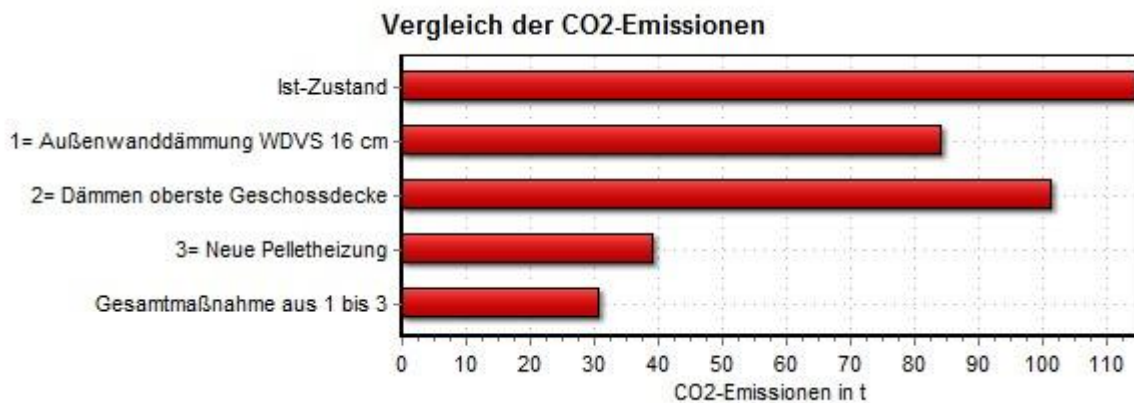
2.9.4 Ökologische Betrachtung der Varianten

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:



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



CO₂-Emissionen der Sanierungsvarianten im Vergleich zum Ist-Zustand

2.10 Energieeinsparung in Bürogebäuden und Verwaltungsgebäuden

2.10.1 Einige Tipps fürs Büro

In Büros spielt der Stromverbrauch eine besondere Rolle, da der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtenergiebedarf für Bürogebäude besonders hoch ist. Da es sich hier um eine sehr teure Energie handelt, ist es sinnvoll, dem Stromverbrauch im Büro besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Neben der Beleuchtung finden Sie die folgenden typischen Stromverbraucher im Büro:

typische Stromaufnahme Gerät	Normalbetrieb [W]	Stand-by [W]
Computer	50	25
LCD-Monitor	22	5
Röhrenmonitor	80	15
Fax	55	12
Tintenstrahldrucker	30	6
Laserdrucker	350	50
Kopierer	800	100
Notebook	18	6

So sparen Sie Strom im Büro:

- Energiesparlampen, schaltbare Steckerleisten für alle Computer, Drucker etc. sollten zum Sofortprogramm gehören.
- Achten Sie darauf, nicht benötigte Geräte abzuschalten. Viele Geräte verbrauchen im Stand-by-Modus Strom. Lesen Sie dazu im Abschnitt "Stand-by - die heimlichen Stromverbraucher"
- Nutzen Sie die Stromspartaste bei Kopierern. Das kann 15% Einsparung bringen.
- Konfigurieren Sie Ihre PCs Strom sparend. Im Windows-Betriebssystem gibt es eine **Energieverwaltung**, über den der Computer in Stillstandzeiten in den Stand-by- oder Ruhe-Modus versetzt wird. Eine solche Energieverwaltung gibt es auch im Betriebssystem-unabhängigen BIOS (Basic Input Output System) des Computers.
- Monitore sollten bei einer Stillstandzeit ab 30 Minuten abgeschaltet werden. Bildschirmschoner verbrauchen zusätzlich Strom! Bei LCD-Bildschirmen empfiehlt sich die Energiesparfunktion des PCs.
- Drucker werden im Stand-by meist auf Temperatur gehalten und verbrauchen daher Strom (70% des Gesamtbedarfs); schalten Sie sie daher - wenn nicht benötigt, z.B. in der Mittagspause - ab.
- Flachbildschirme (20 W) sollten die alten Röhren (bis 150 W) ersetzen; weiterer Vorteil: flimmerfrei, platzsparend, strahlungsärmer. Doch ersetzen Sie nicht unbedingt nur wegen der Stromeinsparung Ihre Geräte! Mitunter kostet das erheblich mehr an Energie bei der Herstellung, als Sie so sparen.
- Ein Server hat eine Leistung von 120 bis 160 Watt (im Jahr ca. 1.400 kWh, ca. 230 €). Schalten Sie den Server nachts ab bzw. in den Ruhe-Modus.
- Die **Beleuchtung** kann im Büro den Hauptteil des Stromverbrauchs ausmachen. Beleuchten Sie ungenutzte oder wenig genutzte Bereiche (Flure, Nebenräume) bedarfsgerecht, möglichst mit automatischen Präsenzschildern (Bewegungsmelder). Lesen Sie hierzu auch im Abschnitt "Beleuchtung - die einfachste Art Strom zu sparen"
- Messen Sie den Stromverbrauch! Sie finden sicherlich viele kleine oder auch vermeintlich kleine Stromverbraucher. Überprüfen Sie den Zählerstand und protokollieren Sie dessen Entwicklung. So können Sie Verbrauchsintensitäten herausfiltern und ggf. dagegen angehen.
- Die Verringerung der Geschwindigkeit eines Aufzuges von 1 m/s auf 0,63 m/s senkt den Stromverbrauch um 33%.
- Bei der **Anschaffung von neuen Geräten** sollte auf die Stromaufnahme geachtet werden, ein Aspekt, der sich schnell bezahlt macht. Meist sind die Geräte nicht teurer. Notebook-Technologie (bei einigen Herstellern auch in Stand-PCs eingebaut) ist generell sparsamer, erzeugt zudem weniger Geräusche.

- Messen Sie den Stromverbrauch! Sie finden sicherlich viele kleine oder auch vermeintlich kleine Stromverbraucher. Überprüfen Sie den Zählerstand und protokollieren Sie dessen Entwicklung. So können Sie Verbrauchsintensitäten herausfiltern und ggf. dagegen angehen.
- Intelligente Stromzähler "smart metering": Der Einsatz von intelligenten Stromzählern ermöglicht effiziente Fernsteuerung von Geräten, lastvariable Tarife und Demand Side Management, Stromverbrauchsmessungen, Fernablesungen durch den Energieversorger.
- Überprüfen Sie regelmäßig Ihren Energieverbrauch. Große Abweichungen können damit schnell erkannt werden.
- Personal informieren und motivieren: Binden Sie das Personal ein! Hinweise finden Sie im Abschnitt "Mitarbeiter informieren und motivieren".

2.10.2 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.

2.10.3 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 Niedervolt-systemen betrieben, deren Niederspannung von einem Transformator erzeugt wird. Die Aus-rüstung 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 ver-braucht, 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.

2.10.4 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 Einsparvorschlä-ge der Mitarbeiter. Erarbeiten Sie dazu Arbeitsanleitungen.
- Benennen Sie Beauftragte für Energie für verschiedene Teilbereiche. Erstellen Sie Checklis-ten, 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 Ausschüt-tung von Teilen der Energieeinsparung.

3 Anhang: Ergänzende Angaben

In den folgenden Abschnitten finden Sie detaillierte Angaben sowie Berechnungsergebnisse zu dem vorliegenden Objekt Stadtverwaltung Idar-Oberstein.

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 **Stadtverwaltung Idar Oberstein** 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	Teilbetriebsfaktor 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
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

3.2 Daten zur Gebäudehülle

Bauteilname	Grenzflächen	U-Wert	Fläche	HT ¹⁾	F _x ²⁾
		[W/m ² K]	[m ²]	[W/K]	[kWh/a]
Zone Verwaltung					
Bodenplatte Kellergeschoss	nach unten	1,00	568,8	568,8	0,10
oberste Geschossdecke	nach oben	2,10	414,0	869,4	0,80
oberste Geschossdecke DG neu	nach oben	0,35	66,3	23,5	0,80
Dachschräge DG neu	nach oben	0,29	87,6	25,7	1,00
Kellerwände SW zu Außenluft	seitlich	2,77	131,0	363,5	1,00
Kellerwände NW zu Außenluft	seitlich	2,77	34,0	94,4	1,00
Kellerwände NO zu Außenluft	seitlich	2,77	12,7	35,1	1,00
Kellerwände NO zu Erde	seitlich	2,77	132,9	368,7	1,00
Außenwände EG-2.OG NO	seitlich	1,33	358,6	477,9	1,00
Außenwände EG-2.OG SW	seitlich	1,33	237,2	316,1	1,00
Außenwände EG-2.OG NW	seitlich	1,33	125,3	167,0	1,00
Außenwände EG-2.OG SW HKN 24	seitlich	1,77	96,8	170,8	1,00
Außenwände EG-2.OG NO HKN 24	seitlich	1,77	80,6	142,2	1,00
Außenwände EG-2.OG NO HKN 12	seitlich	2,52	27,7	69,8	1,00
Außenwände 3.OG / DG NO	seitlich	1,01	106,0	107,1	1,00
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 24	seitlich	1,38	40,3	55,6	1,00
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 12	seitlich	2,09	8,0	16,6	1,00
Außenwände 3.OG / DG SW	seitlich	1,01	61,4	62,0	1,00
Außenwände 3.OG / DG SW HKN 24	seitlich	1,38	40,1	55,4	1,00
Außenwände 3.OG / DG NW	seitlich	1,01	43,1	43,5	1,00
Außenwände SW DG Drempel Ausbau	seitlich	0,57	13,6	7,8	1,00
Außenwände NO DG Drempel Ausbau	seitlich	0,57	13,6	7,8	1,00
Leichtbauwände DG	seitlich	0,40	51,8	20,7	0,80
Fenster SW neu	Fenster/Tür	1,00	303,4	303,4	1,00
Fenster SW alt	Fenster/Tür	3,00	23,6	70,8	1,00
Fenster NO neu	Fenster/Tür	1,00	131,8	131,8	1,00
Fenster NO alt	Fenster/Tür	3,00	4,7	14,2	1,00
Außentüren NO	Fenster/Tür	3,20	4,7	15,2	1,00
Kellerfenster SW alt	Fenster/Tür	3,00	19,5	58,4	1,00
Kellerfenster NO alt	Fenster/Tür	3,00	4,9	14,7	1,00
Dachflächenfenster SW	Fenster/Tür	1,00	7,0	7,0	1,00
Dachflächenfenster NO	Fenster/Tür	1,00	6,5	6,5	1,00
Außentüren NW	Fenster/Tür	3,20	4,0	12,8	1,00

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

²⁾F_x - Temperatur-Korrekturfaktor

Bauteilkategorie	durchschn. U-Wert	Fläche	Wärmeverlust
	[W/m ² K]	[m ²]	[kWh/a]
untere Abgrenzung	1,00	568,8	4.520
obere Abgrenzung	1,62	568,0	56.874
seitliche Abgrenzung	1,60	1.614,8	197.837
Fenster/Tür	1,24	510,1	49.536
Wärmebrücken	0,10	3.261,7	19.096

4 Bauteilnachweis

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

4.1 Übersicht der Bauteile

Vorbemerkungen

Für das Gebäude Georg Maus Straße 2, 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]	max.	Anforderung EnEV ¹⁾ Status
			U-Wert [W/m ² K]	
oberste Geschossdecke	keine	2,100	0,240	-
oberste Geschossdecke DG neu	Detail-D.1	0,354	0,240	-
Dachschräge DG neu	Detail-D.2	0,293	0,240	-
Bodenplatte Kellergeschoss	Detail-K.1	1,000	0,500	-
Kellerwände SW zu Außenluft	Detail-W.1	2,774	0,240	-
Kellerwände NW zu Außenluft	Detail-W.1	2,774	0,240	-
Kellerwände NO zu Außenluft	Detail-W.1	2,774	0,240	-
Kellerwände NO zu Erde	Detail-W.1	2,774	0,300	-
Außenwände EG-2.OG NO	Detail-W.2	1,333	0,240	-
Außenwände EG-2.OG SW	Detail-W.2	1,333	0,240	-
Außenwände EG-2.OG NW	Detail-W.2	1,333	0,240	-
Außenwände EG-2.OG SW HKN 24	Detail-W.3	1,765	0,240	-
Außenwände EG-2.OG NO HKN 24	Detail-W.3	1,765	0,240	-
Außenwände EG-2.OG NO HKN 12	Detail-W.4	2,516	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG NO	Detail-W.5	1,010	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 24	Detail-W.6	1,381	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG NO HKN 12	Detail-W.7	2,085	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG SW	Detail-W.5	1,010	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG SW HKN 24	Detail-W.6	1,381	0,240	-
Außenwände 3.OG / DG NW	Detail-W.5	1,010	0,240	-
Außenwände SW DG Drempel Ausbau	Detail-W.8	0,575	0,240	-
Außenwände NO DG Drempel Ausbau	Detail-W.8	0,575	0,240	-
Leichtbauwände DG	keine	0,400	0,240	-
Fenster SW neu	Detail-F.1	1,000	1,300	ok
Fenster SW alt	Detail-F.2	3,000	1,300	-
Fenster NO neu	Detail-F.1	1,000	1,300	ok
Fenster NO alt	Detail-F.2	3,000	1,300	-
Außentüren NO	Detail-F.3	3,200	2,900	-
Kellerfenster SW alt	Detail-F.2	3,000	1,300	-

Kellerfenster NO alt	Detail-F.2	3,000	1,300	-
Dachflächenfenster SW	Detail-F.1	1,000	1,400	ok
Dachflächenfenster NO	Detail-F.1	1,000	1,400	ok
Außentüren NW	Detail-F.3	3,200	2,900	-

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
 - oberste Geschossdecke DG neu

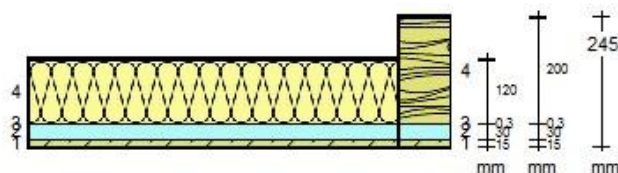
4.2.1.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 24,5

oberste Geschossdecke DG neu

Rahmen (Anteil 12,3 %)

Oberseite (außen)



1: Gipskartonplatten
 2: ruhende Luftschicht
 3: PE-Folie
 4: Mineralfaser

1: Gipskartonplatten
 2: ruhende Luftschicht
 3: PE-Folie
 4: Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)

Rahmenanteil in %: 12,3

Fach

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Gipskartonplatten	800	1,50	12,00	0,250	0,06
2	ruhende Luftschicht	0	3,00	0,00	---	0,16
3	PE-Folie	720	0,03	0,22	0,350	0,00
4	Mineralfaser	30	12,00	3,60	0,040	3,00
Summe:						3,22
						R _{innen} : 0,10
						R _{außen} : 0,10
						R _T : 3,42

Rahmen (Rahmenanteil 12%)

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Gipskartonplatten	800	1,50	12,00	0,250	0,06
2	ruhende Luftschicht	0	3,00	0,00	---	0,16
3	PE-Folie	720	0,03	0,22	0,350	0,00
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	600	20,00	120,00	0,130	0,92
Summe:						1,14
						R _{innen} : 0,10
						R _{außen} : 0,10
						R _T : 1,34

4.2.1.2 Detail-D.2

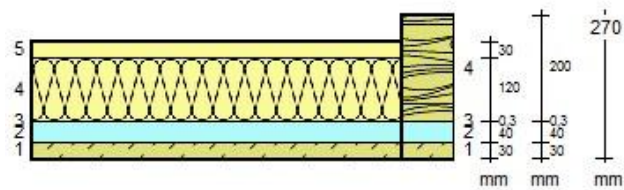
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Dachschräge DG neu

4.2.1.2.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 27,0

Dachschräge DG neu

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



- 1: Gipskartonplatten
- 2: ruhende Luftschicht
- 3: PE-Folie
- 4: Mineralfaser
- 5: Polystyrolschaum

- 1: Gipskartonplatten
- 2: ruhende Luftschicht
- 3: PE-Folie
- 4: Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)

Rahmenanteil in %: 12,3

Fach

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Gipskartonplatten	800	3,00	24,00	0,250	0,12
2	ruhende Luftschicht	0	4,00	0,00	---	0,16
3	PE-Folie	720	0,03	0,22	0,350	0,00
4	Mineralfaser	30	12,00	3,60	0,040	3,00
5	Polystyrolschaum	25	3,00	0,75	0,040	0,75
Summe:						4,03
						R _{innen} : 0,10
						R _{außen} : 0,04
						R _T : 4,17

Rahmen (Rahmenanteil 12%)

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Gipskartonplatten	800	3,00	24,00	0,250	0,12
2	ruhende Luftschicht	0	4,00	0,00	---	0,16
3	PE-Folie	720	0,03	0,22	0,350	0,00
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	600	20,00	120,00	0,130	1,15
Summe:						1,43
						R _{innen} : 0,10
						R _{außen} : 0,04
						R _T : 1,57

4.2.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten

4.2.2.1 Detail-K.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
- Bodenplatte Kellergeschoss

4.2.2.1.1 Wärmeschutz

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

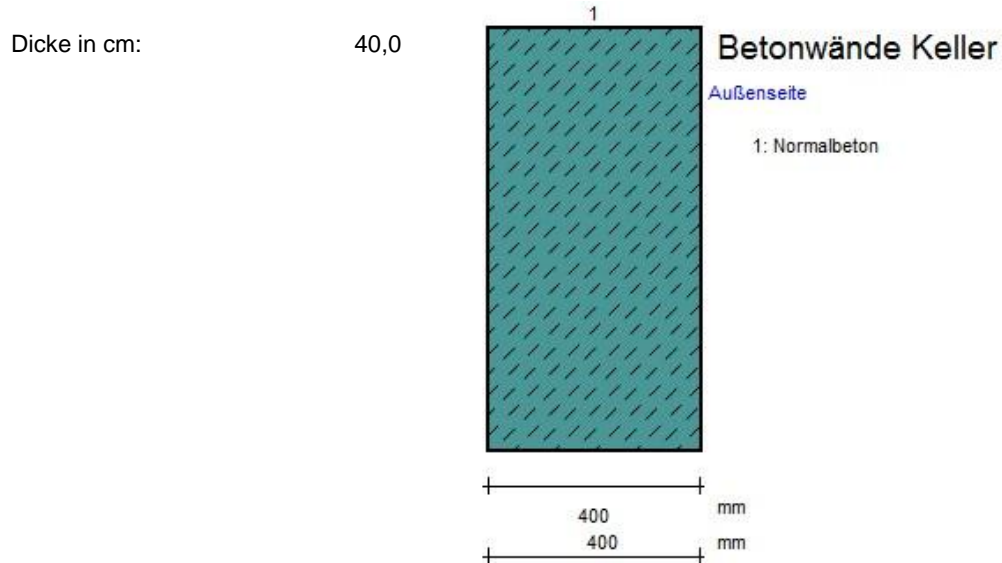
4.2.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung

4.2.3.1 Detail-W.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Kellerwände SW zu Außenluft
- Kellerwände NW zu Außenluft
- Kellerwände NO zu Außenluft
- Kellerwände NO zu Erde

4.2.3.1.1 Wärmeschutz



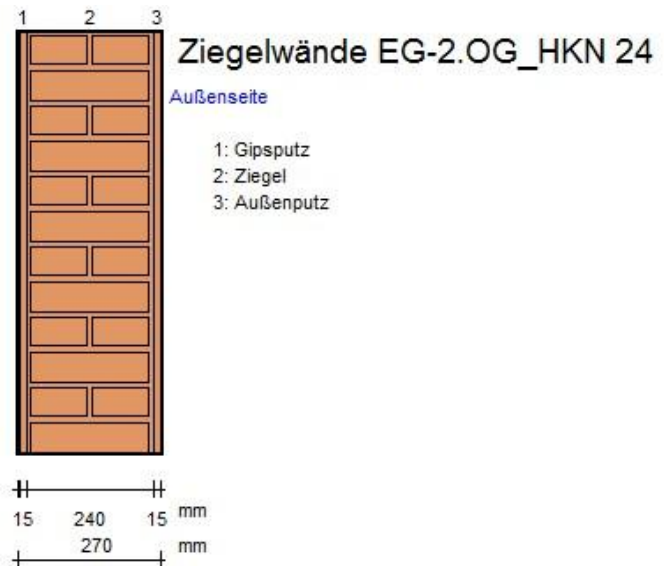
Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ^{2j} [m ² K/W]
1	Normalbeton	2.300	40,00	920,00	2,100	0,19
	Summe:		40,00	920,00		0,19
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	0,36
					U-Wert (1 / R _T):	2,77

4.2.3.3 Detail-W.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Außenwände EG-2.OG SW HKN 24
 - Außenwände EG-2.OG NO HKN 24

4.2.3.3.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 27,0



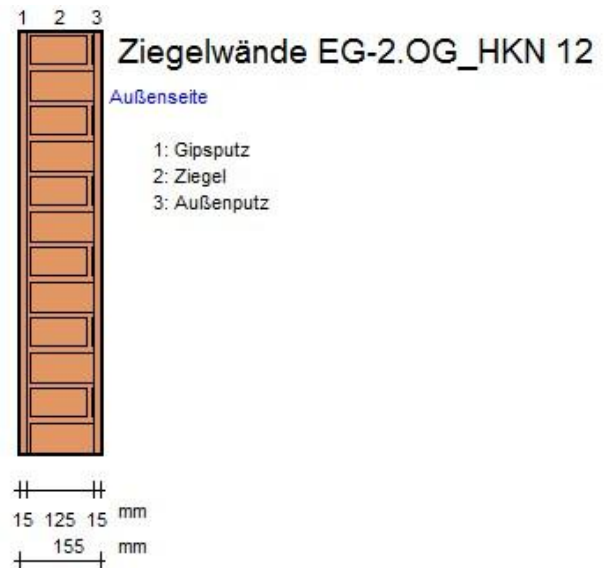
Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Ziegel	1.600	24,00	384,00	0,680	0,35
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	Summe:		27,00	430,50		0,40
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	0,57
					U-Wert (1 / R _T):	1,76

4.2.3.4 Detail-W.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Außenwände EG-2.OG NO HKN 12

4.2.3.4.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 15,5



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²¹ [m²K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Ziegel	1.600	12,50	200,00	0,680	0,18
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	Summe:		15,50	246,50		0,23
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	0,40
					U-Wert (1 / R _T):	2,52

4.2.3.5 Detail-W.5

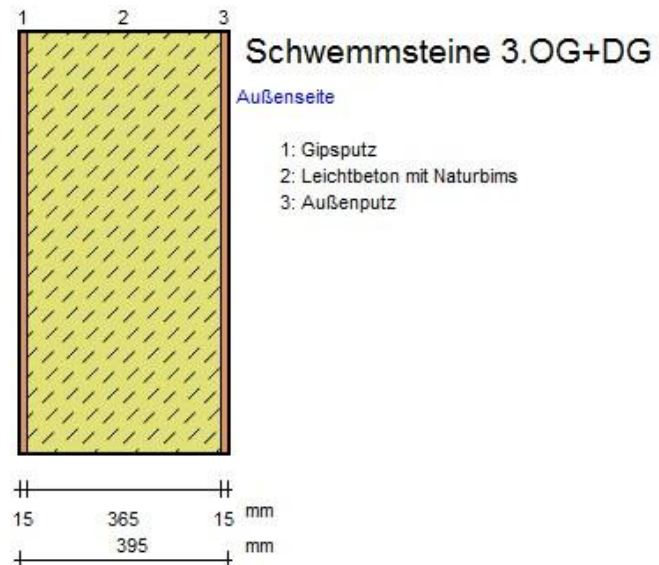
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außenwände 3.OG / DG NO
- Außenwände 3.OG / DG SW
- Außenwände 3.OG / DG NW

4.2.3.5.1 Wärmeschutz

Dicke in cm:

39,5



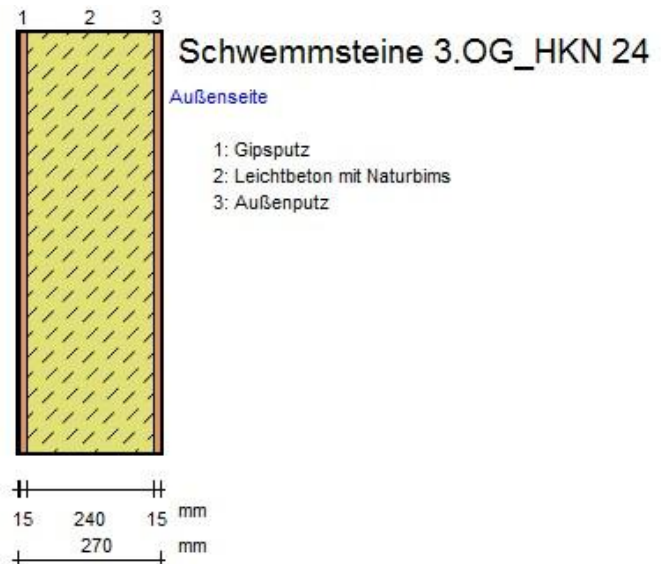
Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Leichtbeton mit Naturbims	1.300	36,50	474,50	0,470	0,78
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	Summe:		39,50	521,00		0,82
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	0,99
					U-Wert (1 / R _T):	1,01

4.2.3.6 Detail-W.6

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Außenwände 3.OG / DG NO HKN 24
 - Außenwände 3.OG / DG SW HKN 24

4.2.3.6.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 27,0



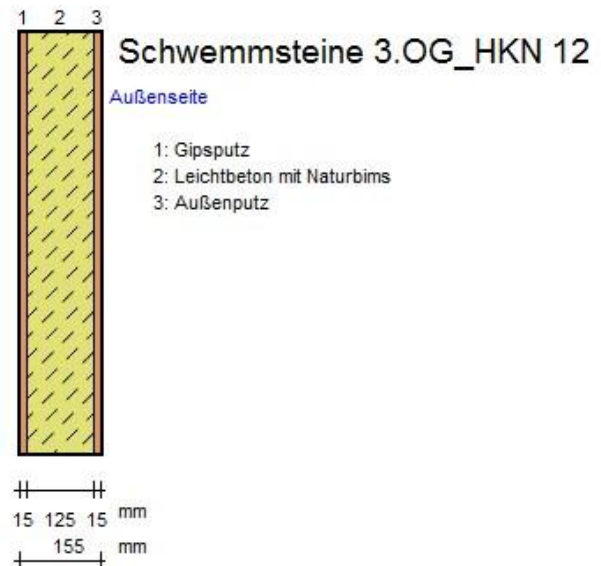
Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
2	Leichtbeton mit Naturbims	1.300	24,00	312,00	0,470	0,51
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	Summe:		27,00	358,50		0,55
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	0,72
					U-Wert (1 / R _T):	1,38

4.2.3.7 Detail-W.7

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Außenwände 3.OG / DG NO HKN 12

4.2.3.7.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 15,5

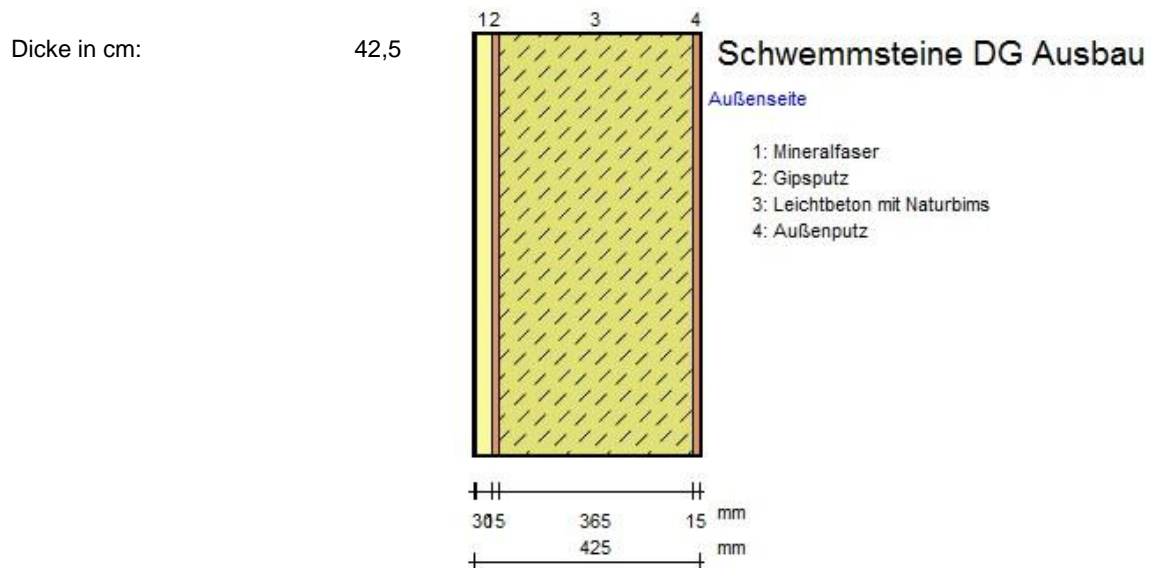


Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m²K/W]	
1	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03	
2	Leichtbeton mit Naturbims	1.300	12,50	162,50	0,470	0,27	
3	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02	
Summe:			15,50	209,00		0,31	
						R _{innen} :	0,13
						R _{außen} :	0,04
						R _T :	0,48
						U-Wert (1 / R _T):	2,09

4.2.3.8 Detail-W.8

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
 - Außenwände SW DG Drempel Ausbau
 - Außenwände NO DG Drempel Ausbau

4.2.3.8.1 Wärmeschutz



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Mineralfaser	30	3,00	0,90	0,040	0,75
2	Gipsputz	1.300	1,50	19,50	0,570	0,03
3	Leichtbeton mit Naturbims	1.300	36,50	474,50	0,470	0,78
4	Außenputz	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
	Summe:		42,50	521,90		1,57
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	1,74
					U-Wert (1 / R _T):	0,57

4.2.4 Fensterkonstruktionen

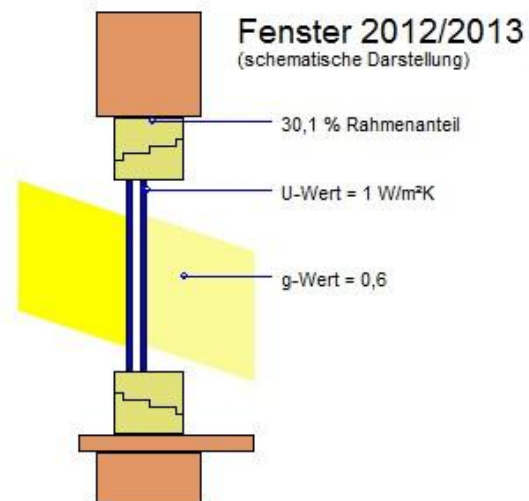
4.2.4.1 Detail-F.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster SW neu
- Fenster NO neu
- Dachflächenfenster SW
- Dachflächenfenster NO

4.2.4.1.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,60



Rahmenanteil in %: 30,1

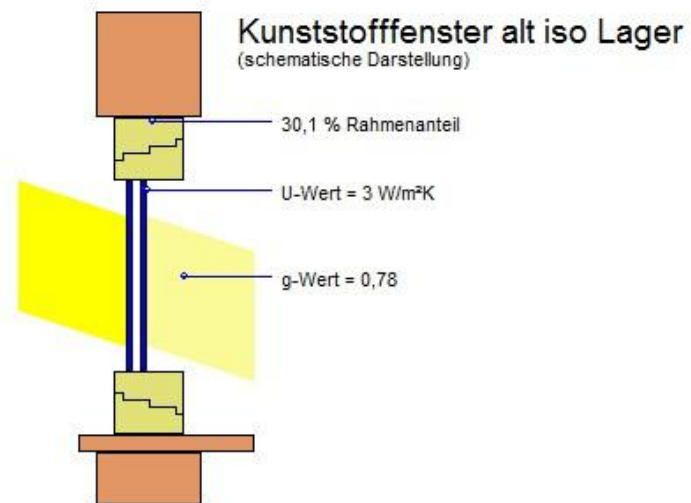
4.2.4.2 Detail-F.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster SW alt
- Fenster NO alt
- Kellerfenster SW alt
- Kellerfenster NO alt

4.2.4.2.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



Rahmenanteil in %: 30,1

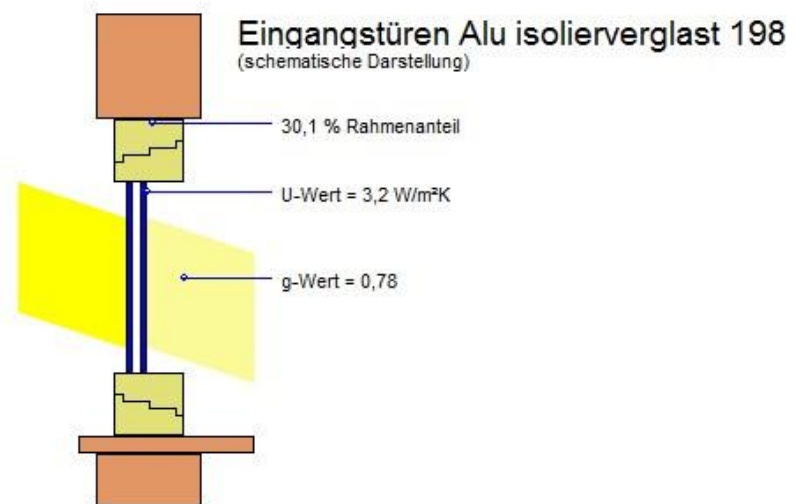
4.2.4.3 Detail-F.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außentüren NO
- Außentüren NW

4.2.4.3.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



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
Beleuchtungsbereich SW 1.OG-3.OG A-L	824,76	116,00	7,11	0,80	116,00	2,90	0,90	Fenster SW neu	0,78
Beleuchtungsbereich SW 1.OG-3.OG L-S	366,21	81,20	4,51	0,80	81,20	2,90	0,90	Fenster SW neu	0,78
Beleuchtungsbereich NW 1.OG-3.OG Achse A-O	401,13	150,80	2,66	0,80	89,40	2,99	0,90	Fenster NO neu	0,78
Beleuchtungsbereich NW 1.OG-3.OG Achse O-S	186,06	46,40	4,01	0,80	46,40	2,85	0,90	Fenster NO neu	0,78

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 ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	1.158	0,4	1.158	0,4
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	32.981	12,6	32.981	12,6
für Hilfsgeräte	0	0,0	0	0,0
Endenergie gesamt	34.140	13,1	34.140	13,1
Primärenergiebedarf	88.763	34,0		

Energieträger: Erdgas_H

Endenergiebedarf	Heizwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]	Brennwert [kWh]	bzgl. Fläche [kWh/(m ² a)]
für Raumwärmeerzeugung	382.990	146,6	425.119	162,7
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
Endenergie gesamt	382.990	146,6	425.119	162,7
Primärenergiebedarf	421.289	161,2		

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 CO₂ – 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 der obersten Geschossdecke über dem 3.OG unterhalb des unbeheizten Dachlagers.

Langfristig:

- Dämmung der Außenwände