

Bericht zum Energiegutachten

Kirchengemeinde Heidelheim/Helmsheim



Projekt: evangelisches Gemeindehaus
Karl-Friedrich-Str. 22
76646 Bruchsal-Helmsheim

Auftraggeber: Ev. Kirchengemeinde Heidelheim/Helmsheim
Marktplatz 9
76646 Bruchsal

Auftragnehmer: KliBA gGmbH
Wieblinger Weg 21
69123 Heidelberg
Email: k.gattner@kliba-heidelberg.de
Tel: 06221 99 87 5 25

Bearbeiter: Dipl.- Ing. (FH) Kerstin Gattner

Datum vor Ort-Aufnahme 25.02.2013
Datum Fertigstellung: 08.05.2013
Datum Änderung: 18.06.2013





Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung/Ausgangssituation 5

2 Zusammenfassung und Empfehlungen..... 6

2.1 Empfehlungen 6

2.2 Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen..... 10

2.3 CO₂-Bilanz..... 15

2.4 Sonstige Luftschadstoffe 17

3 Bestandsanalyse 18

3.1 Grunddaten des Objektes 18

3.2 Energieverbrauch und Energiekosten..... 19

 3.2.1 Erdöl 19

 3.2.2 Strom 21

 3.2.3 Energiepreise für Wirtschaftlichkeitsberechnung 22

3.3 Ergebnisse der Wärmebedarfs- und Heizlastberechnung 23

3.4 Heizungsanlage 25

 3.4.1 Daten der Wärmeerzeuger 25

 3.4.2 Heizungsumwälzpumpen: 26

3.5 Warmwasserbereitung 27

3.6 Gebäudelüftung 28

3.7 Gebäudehülle 28

 3.7.1 Beschreibung der Gebäudehülle 28

 3.7.2 Schwachstellen und Wärmebrücken 32

 3.7.3 U-Werte..... 33

4 Maßnahmen an der Gebäudehülle..... 34

4.1 Dämmung der Außenwand 34

4.2 Austausch der Fenster und Türen 39

4.3 Dämmung der Kellerdecke 41

4.4 Dämmung der Dachflächen 43

 4.4.1 Dämmung der Dachschräge:..... 43

 4.4.2 Dämmung der Terrasse:..... 46

5 Vergleich von Anlagen zur Wärmeerzeugung 49

5.1 Details zur neuen Heizungsanlage: 50

 5.1.1 Heizvariante 1 (Basisvariante): Niedertemperaturkessel 52

 5.1.2 Heizvariante 2 : Brennwertgerät 53

 5.1.3 Heizvariante 3: Holzpellettheizung 54

6 Photovoltaik 56

7 Möglichkeiten zur Stromeinsparung 58

7.1 Beleuchtung 58

7.2 Sonstige Stromverbraucher 59



8	Lüftung.....	62
9	Organisatorische und geringinvestive Maßnahmen	64
10	Förderung und Finanzierung.....	65
11	Anhang.....	67
11.1	Zusammenfassung (Ergebnisblatt für kirchliche Gutachten)	68
11.2	Bauteilübersicht mit U-Werten	69
11.3	Ergebnisblätter der Wärmebedarfsberechnung.....	73
11.4	Bewertungskriterien für die Maßnahmenempfehlungen.....	78
11.5	Berechnungsblätter zum Vergleich der Heizanlagenvarianten	79
11.6	Ergebnisse der Heizlastberechnung	88
11.7	Jahreskosten der Heizanlagenvarianten.....	89
11.8	Ergebnisse der PV- Berechnungen.....	92
11.9	Glossar.....	96
11.10	Informationen zu Förderung und Finanzierung	97



1 Aufgabenstellung/Ausgangssituation

Die evangelische Kirchengemeinde möchte im Rahmen des „Programms zu energetischen Sanierung der kirchlichen Liegenschaften der Landeskirche in Baden“ das Gemeindehaus begutachten lassen. Das Gebäude wurde 1930 gebaut, steht jedoch nicht unter Denkmalschutz.

Gemäß den Richtlinien für Energiegutachten nach Landeskirchlichem Muster sollen der Wärmebedarf des Gebäudes nach DIN 4108 berechnet und auf dieser Basis Maßnahmen zur Energieeinsparung entwickelt und bilanziert werden. Die Maßnahmen werden bzgl. der Wirtschaftlichkeit, der Energieeinsparung und der CO₂-Emissionen bewertet.

Nach Rücksprache mit der Kirchengemeinde und dem Kirchenbauamt wird der Austausch der Heizung im benachbarten Kindergarten untersucht, da das Gemeindehaus durch eine Nahwärmeleitung von dort aus versorgt wird. Entsprechend wurde die Nennwärmeleistung des Kessels angepasst (siehe Kapitel Heizungsvarianten). Im Bereich der erneuerbaren Energien wird der Einsatz einer Pelletheizung untersucht.

2 Zusammenfassung und Empfehlungen

In der Zusammenfassung werden die Maßnahmen zur Energieeinsparung kurz vorgestellt und Empfehlungen für die Umsetzung formuliert. Eine ausführliche Beschreibung des Ist-Zustandes finden sie im Kapitel 3 „Bestandsanalyse“.

2.1 Empfehlungen

Gebäudehülle:

Maßnahme	Wirtschaftlichkeit *	Energie- einsparung *	Bauphysik	Komfortgewinn	Allgemeiner Sanierungsbedarf	Empfehlung
Maßnahme 1 Außenwand	+	+	++	++	+	Ja
Maßnahme2 : Fenster und Türen	-	+	+	++	++	bedingt
Maßnahme 3 : Kellerdecke	++	+	o	++	o	Ja
Maßnahme 4: Dach	++	+	o	+	o	Ja
Maßnahmenpaket (1-4)	++	++	++	++	+	Ja

++ = sehr gut, + = gut, o = befriedigend, - = mangelhaft, -- = ungenügend. * siehe folgende Kapitel.

Weitere Erläuterungen zur Bewertung aller Kriterien befinden sich im Anhang auf Seite 78.

Das Gebäude wurde bereits im Dachbereich in Eigenregie saniert. Dies betrifft einen Teil der Dachschräge, Abseitenwände und die oberste Geschossdecke. Ein Teil der Fenster wurde im Laufe der Jahre ausgetauscht. Ein Großteil der Fenster ist jedoch in einem schlechten Zustand. Feuchte- oder Schimmelprobleme liegen nicht vor.

Alle anderen Bauteile wie Flachdach, Kellerdecke und Außenwände haben noch keine Modernisierungen erfahren. Als Folge der vielen Wärmebrücken (Heizkörpernischen, Rollladenkästen, Sandsteinfensterbänke etc.) und der ungedämmten Außenwände resultieren Zugerscheinungen in den Räumlichkeiten. Durch den Sandsteinsockel gibt es im Keller aufsteigende Feuchte, die jedoch in den Obergeschossen zu keinerlei Beeinträchtigungen oder Problemen führt. Das Gebäude steht nicht unter Denkmalschutz.

Aus dieser Sicht empfiehlt sich die Verbesserung des Wärmeschutzes an folgenden Bauteilen:

- Außenwände
- Fenster und Türen
- Kellerdecke
- Dach

Am effektivsten ist das Anbringen einer Dämmung an den Außenwänden. Hier liegt das größte Einsparpotential (auf Endenergie bezogen). Nur durch eine von außen angebrachte Dämmschicht lassen sich die Wärmebrücken wirksam minimieren. Die Bilder der durchgeführten Gebäudethermographie zeigen deutliche Wärmeverluste im Bereich der Heizkörpernischen, Rollladenkästen und durch, in der Außenwand verlaufende, Heizungsrohre auf.



Der Einbau von neuen Fenstern und der Ersatz der Windfangtür die geringste Einsparung, ist jedoch schon bei einer Preissteigerung von 5,4 % wirtschaftlich, was noch unter dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre liegt. Wir empfehlen aufgrund des schlechten Zustandes der Fenster diese zu ersetzen und Kombination mit der Anbringung der Außenwanddämmung entsprechen luftdicht auszuführen. Als Einzelmaßnahme lässt sich diese Variante jedoch nicht wirtschaftlich darstellen.

Die Dämmung der Kellerdecke bringt die drittgrößten Endenergieersparnisse und lässt sich auch wirtschaftlich darstellen. Die Dämmung Kellerdecke sollten auf jeden Fall durchgeführt werden, da diese am günstigsten und einfachsten ist.

Die Dämmung der Dachflächen bringt die zweitgrößten Endenergieersparnisse, da diese Fläche nach der Außenwand den größten Anteil an der Umfassungsfläche besitzt. Die Dämmung der bisher unausgebauten Dachschrägen sollte mit dem Ausbau der Dachräume einhergehen. Die vorhandene Terrasse weist bisher keine Schäden oder Undichtigkeiten auf, sollte aber im Hinblick auf



die Anschlüsse an die Fassadendämmung ebenfalls durchgeführt werden. Die Dachsanierungen lassen sich auch wirtschaftlich darstellen. Eine Umsetzung wird deshalb empfohlen

Es sollte eine Dämmung aller Bauteile angestrebt werden. Das gesamte Maßnahmenpaket bringt eine deutliche Wertsteigerung des Gebäudes und einen verbesserten Nutzungskomfort mit sich und liegt im wirtschaftlichen Bereich. Hierbei können auch alle Anschlüsse optimiert und eine höhere Luftdichtigkeit und Wärmebrückenminimierung erreicht werden. Bei Durchführung aller Maßnahmen an der Gebäudehülle unterschreitet das Gebäude den heutigen EnEV-Standard um über 30%.

Wärmeversorgung:

Maßnahme	Wirtschaftlichkeit *	CO₂-Reduktion *	Schadstoff-Emissionen *	Bedienung	Empfehlung
Heizvariante 1: NT Kessel	++	o	+	o	Nein
Heizvariante 2: BW Kessel	+	o	+	o	Nein
Heizvariante 3: Pelletkessel	+	++	-	o	Ja

++ = sehr gut, + = gut, o = befriedigend, - = mangelhaft, -- = ungenügend. * siehe folgende Kapitel.

Weitere Erläuterungen zur Bewertung aller Kriterien befinden sich im Anhang auf Seite 78/79.

Wärmeversorgung:

Für eine Erneuerung der Heizzentrale im benachbarten Kindergarten wurden drei Heizungsvarianten untersucht. Im Vergleich der Jahreskosten schneidet die Basisvariante Niedertemperaturkessel am besten ab. Allerdrings liegen der Brennwertkessel um 7% und der Pelletkessel nur 2 % über der Basisvariante. Diese Betrachtung der Vollkosten berücksichtigt jedoch keine Zuschussmittel. Aufgrund der Vorteile im Bereich CO₂-Reduktion und der Zuschussmöglichkeiten über die BAFA empfehlen wird den Einbau eines Pelletgerätes.

Gesamtempfehlung

Zusammengenommen werden eine Gesamtanierung der Gebäudehülle und der Einsatz eines Pelletanlage empfohlen, womit ein guter, wartungsarmer Standard erreicht werden kann.



Hinweis:

Das Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg ist in diesem Fall nicht anzuwenden. Die Pflicht entfällt, wenn

- öffentlich-rechtliche Vorschriften entgegenstehen (§4; Abs.1.) - hier Denkmalschutz
- bzw. aus technischen oder baulichen Gründen keine handelsübliche solarthermische Anlagentechnik zur Verfügung steht, mit der die Nutzungspflicht erfüllt werden kann (§4, Abs.3) eingehalten (Dach nicht geeignet, da verschattet und zu klein).

Photovoltaikanlage:

Es wurde die Montage einer Photovoltaikanlage untersucht. Dies lässt sich unter den gegebenen Randbedingungen nicht wirtschaftlich darstellen und wird daher nicht empfohlen

Lüftung:

Die Lüftung erfolgt mittels Fensterlüftung. Hier können durch Änderung des Nutzerverhaltens die Lüftungsverluste reduziert werden.

- Richtiges Lüften mittels Quer- bzw. Stoßlüftung (ganz geöffnete Fenster - keine gekippten Fenster)
- Die Kellertür, Treppenhautüren und Speichertüren sollten stets geschlossen sein
- Im Keller selbst sollte im Sommer nur dann gelüftet werden, wenn die Außenluft kühler und damit auch weniger feucht ist als die Innenluft (Abendstunden).
- Blower-Door-Test

Stromeinsparung:

- Ersatz aller Halogenlampen gegen LED-Lampen
- Konventionelle Vorschaltgeräte der Leuchtstoffröhren gegen elektronisch Vorschaltgeräte ersetzen
- Lichtschalter in den Gemeinderäumen beschriften
- Energiesparmodus an allen PCs einstellen
- Monitore auch bei kleinen Pausen abschalten
- Kühlschrank bei längerer Abwesenheit abschalten
- Geschirrspüler immer ganz füllen
- Kaffeemaschine nur bei Bedarf einschalten, sonst ganz ausstecken (oder auch über Steckdose)
- Einsatz des Heizstrahlers, wenn möglich reduzieren



- Bei Neuanschaffung von Haushalts- bzw. Bürogeräten ist auf die Energieeffizienz zu achten

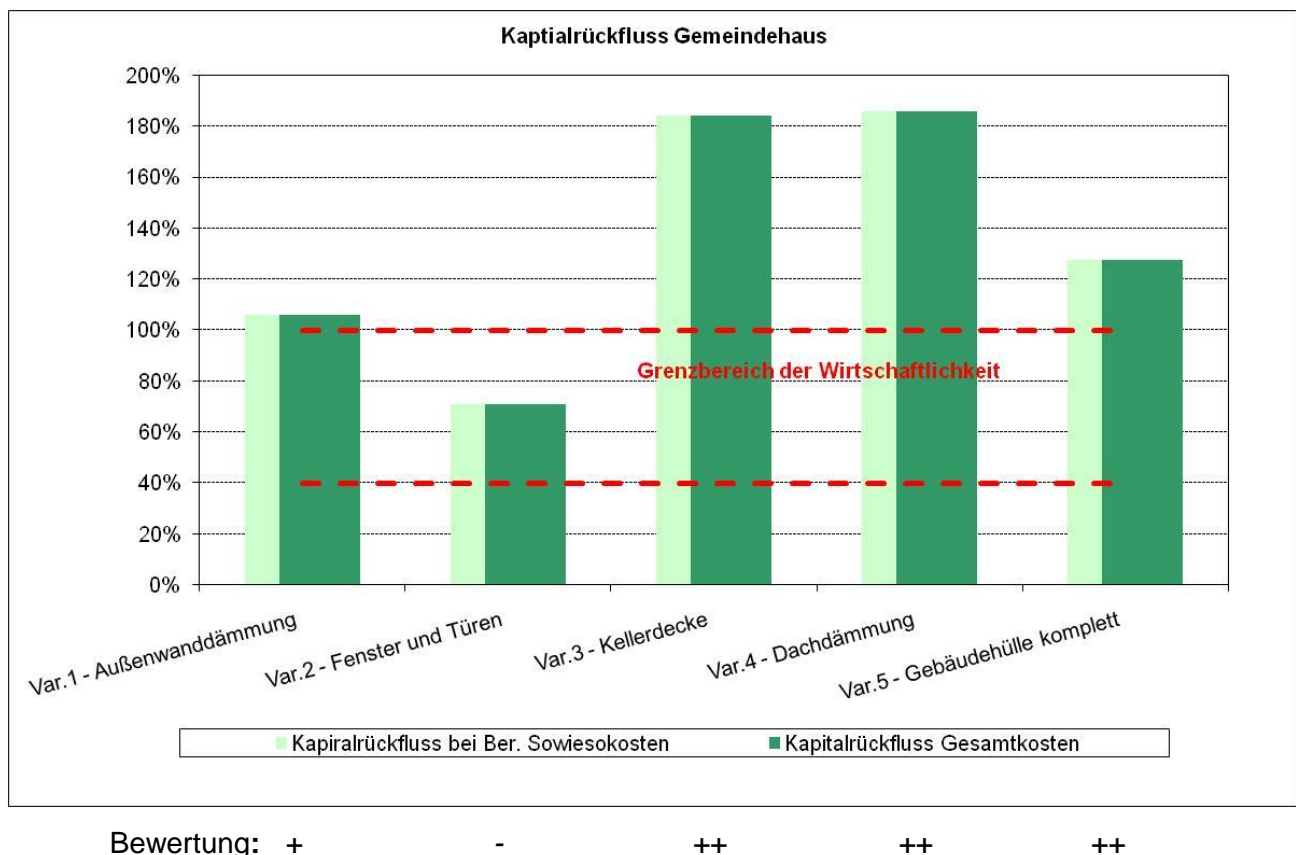
Gering- oder nichtinvestive Maßnahmen:

- Dämmung der zugänglichen Rohrleitungen im Kellergeschoss
- Hydraulischer Abgleich des Leitungssystems
- Einbau Hocheffizienzpumpen
- Dämmung der Warmwasserleitung im Wohnbereich zwischen Speicher und Küche/Bad
- Dämmung von Rollladenkästen
- Anbringen von automatisch schließender Dichtungslippen an den Türen zum Treppenhaus und zum Keller, sowie an Türen im Dachgeschoss (zu unbeheizten Räumen)

2.2 Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen

Gebäudehülle:

Für die Maßnahmen zum Wärmeschutz der Gebäudehülle gibt der Kapitalrückfluss Auskunft über die Wirtschaftlichkeit. Der Kapitalrückfluss gibt dabei an, welcher Prozentsatz des eingesetzten Kapitals nach der Nutzungsdauer erwirtschaftet wird. Beim eingesetzten Kapital wird dabei der Zinssatz zur Finanzierung der Investition berücksichtigt. In der folgenden Graphik wird der Kapitalrückfluss mit und ohne Berücksichtigung von Sowiesokosten dargestellt. Fördermöglichkeiten sind nicht berücksichtigt.





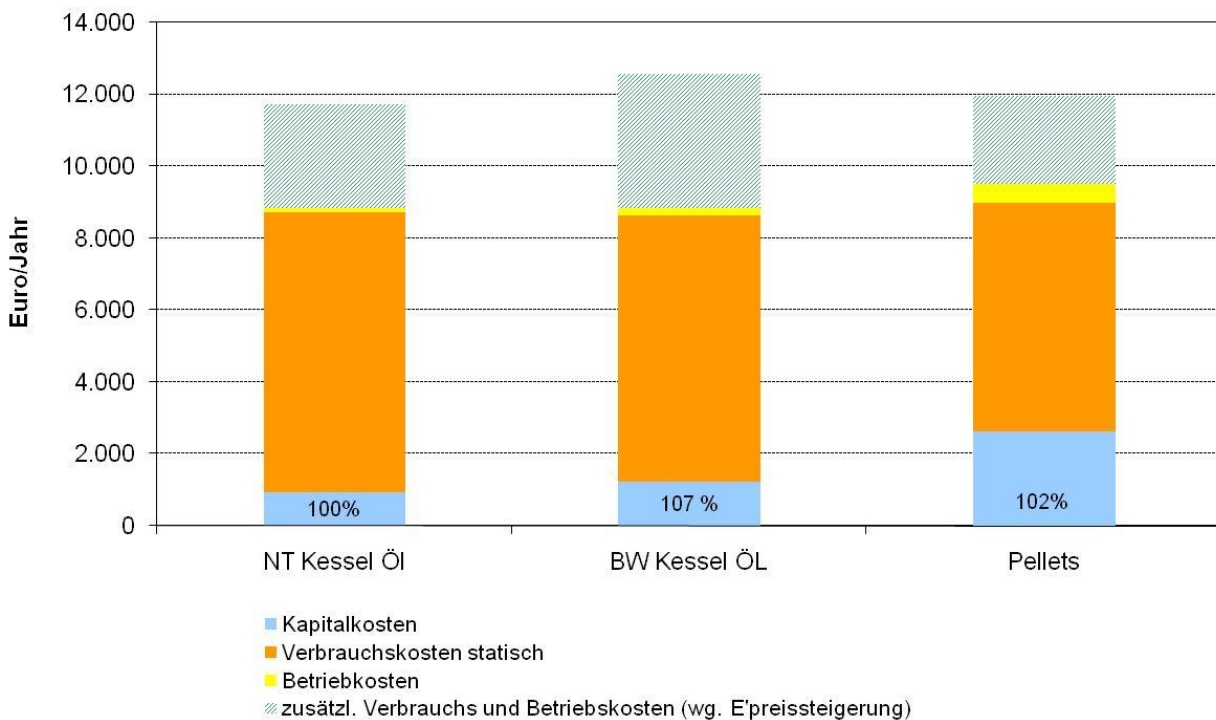
Im Grenzbereich der Wirtschaftlichkeit können geringfügige Änderungen der Randbedingungen (z.B. Kosten der Maßnahme, Energiepreissteigerung) Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme haben.

Bei der Dämmung des Daches handelt es sich um die wirtschaftlichste Maßnahme, da hier eine sehr große Fläche betroffen ist und deshalb eine große Energiekostensparnis erzielt werden kann. Auch die Kellerdeckendämmung und die Dämmung der Außenwände sind wirtschaftlich. Der Ersatz von Fenstern und Türen ist alleine nicht wirtschaftlich.

Heizvarianten

Es werden die Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten von drei Wärmeversorgungsvarianten verglichen. Das Balkendiagramm zeigt die jährlichen Kosten ohne mögliche öffentliche Zuschüsse.

Vergleich der Jahreskosten



Bewertung: ++ + +

Da sich die Heizungsanlage im Nachbargebäude befindet beziehen sich die Berechnungen auf die Jahreskosten des sanierten Gemeindehauses und des unsanierten Kindergartens. Kosten für die Warmwasserversorgung des Kindergartens wurden nicht berücksichtigt. Änderung an der Wärmeverteilung und Wärmeübergabe wurden nur im Gemeindehaus bilanziert. Sollte die Heizungsanlage saniert werden empfiehlt sich eine genauere Untersuchung des Kindergartens (Gutachten).



Kosten

In der folgenden Übersicht werden die ermittelten Kosten (Brutto) für die untersuchten Maßnahmen dargestellt.

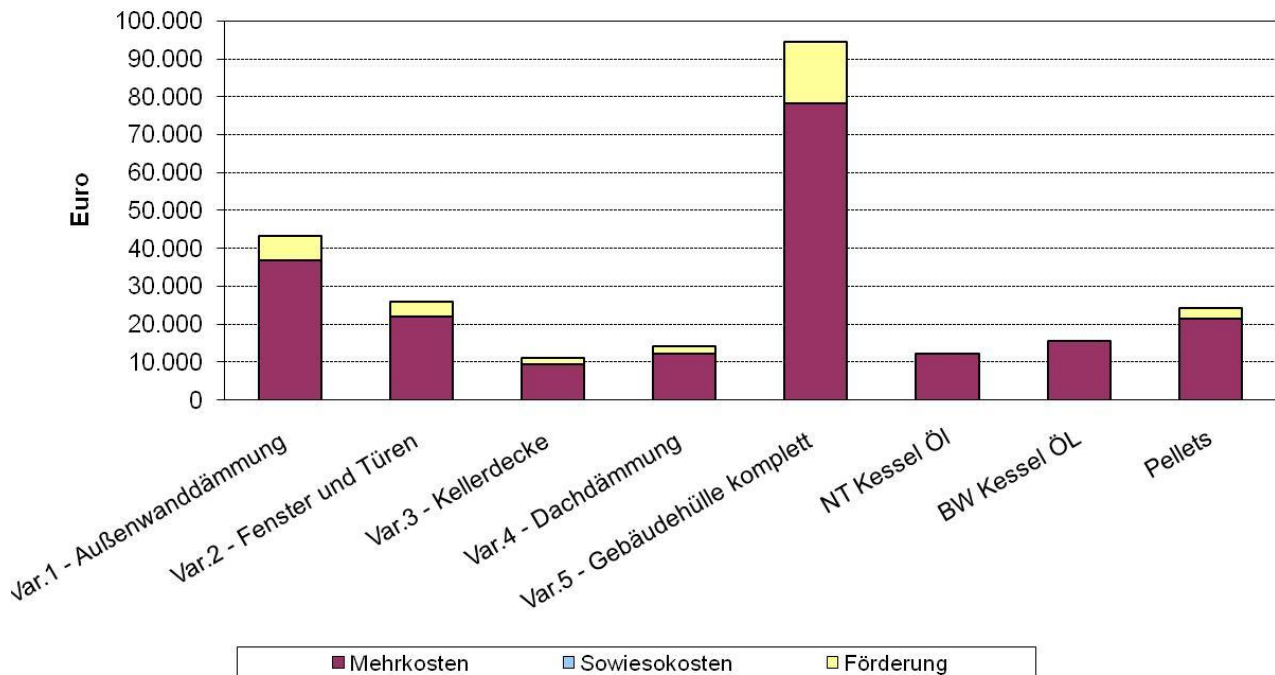
Maßnahmenübersicht:

	Investitions- kosten [Euro]	Sowieso- kosten	Förderzuschüsse *	Förderprogramm
Außenwand	43.223	-	6.483	Klimaschutzplus Allgemeines CO ₂ - Minderungsprog- ramm
Fenster & Türen	25.764	-	3.865	
Kellerdecke	11.168	-	1.675	
Dach	14.262	-	2.139	
Maßnahmenpaket	94.419	-	16.287	
Heizvariante 1: NT Kessel	12.030	-	-	-
Heizvariante 2: BW Kessel	15.630	-	-	-
Heizvariante 3: Pelletkessel	24.253	-	2.900	BAFA Erneuerbare Energien
PV-Anlage	11.360	-	-	-

Voraussetzung ist, dass die Maßnahmenvorschläge jeweils die technischen Mindestanforderungen erfüllen.

In der folgenden Grafik sind die Kosten der verschiedenen Sanierungsmaßnahmen aufgeführt. Die Kosten werden dabei unterteilt in „Sowiesokosten“, d.h. Kosten, die durch die notwendige Sanierung des Bauteils ohnehin anfallen (z.B. Putzausbesserung) und in Mehrkosten durch die Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz. Darüber hinaus werden Förderzuschüsse in dem Diagramm ausgewiesen.

Kosten der Maßnahmen (brutto)



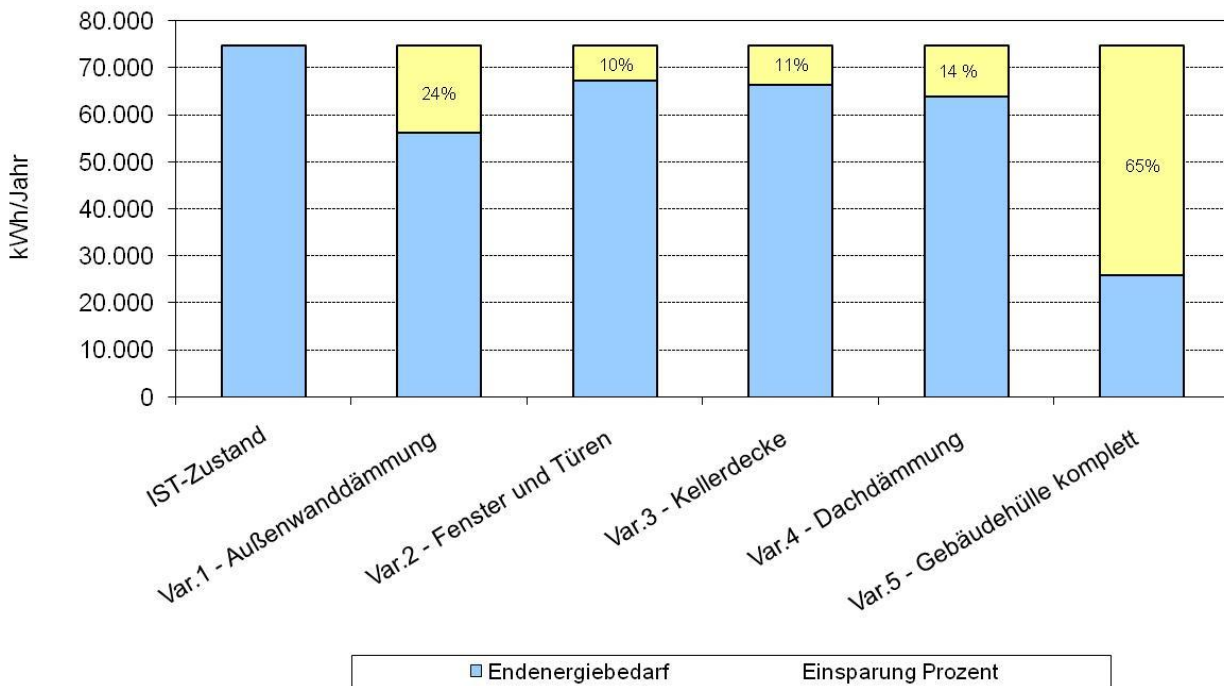
Hinweis: Die Kosten für den Heizungs austausch beziehen sich auf die gemeinsame Heizungsanlage mit dem Kindergarten und sind deshalb beiden Gebäuden zuzurechnen. Dementsprechend ist die Nennwärmeleistung der künftigen Heizungsanlage an den Wärmebedarf beider Gebäude anzupassen.

Energiebilanz

Die zur Berechnung des Energieeinsparpotenzials verwendeten Gebäudedaten wurden bei der Gebäudebegehung und aus vorliegenden Plänen ermittelt. Die realen Energieverbräuche können durch abweichende Witterungsbedingungen, Nutzungszeiten sowie Nutzerverhalten von den errechneten Werten abweichen.

Im Folgenden ist die Energiebilanz aller Maßnahmen in einer Gesamtübersicht dargestellt.

Endenergieeinsparung Sanierungsvarianten

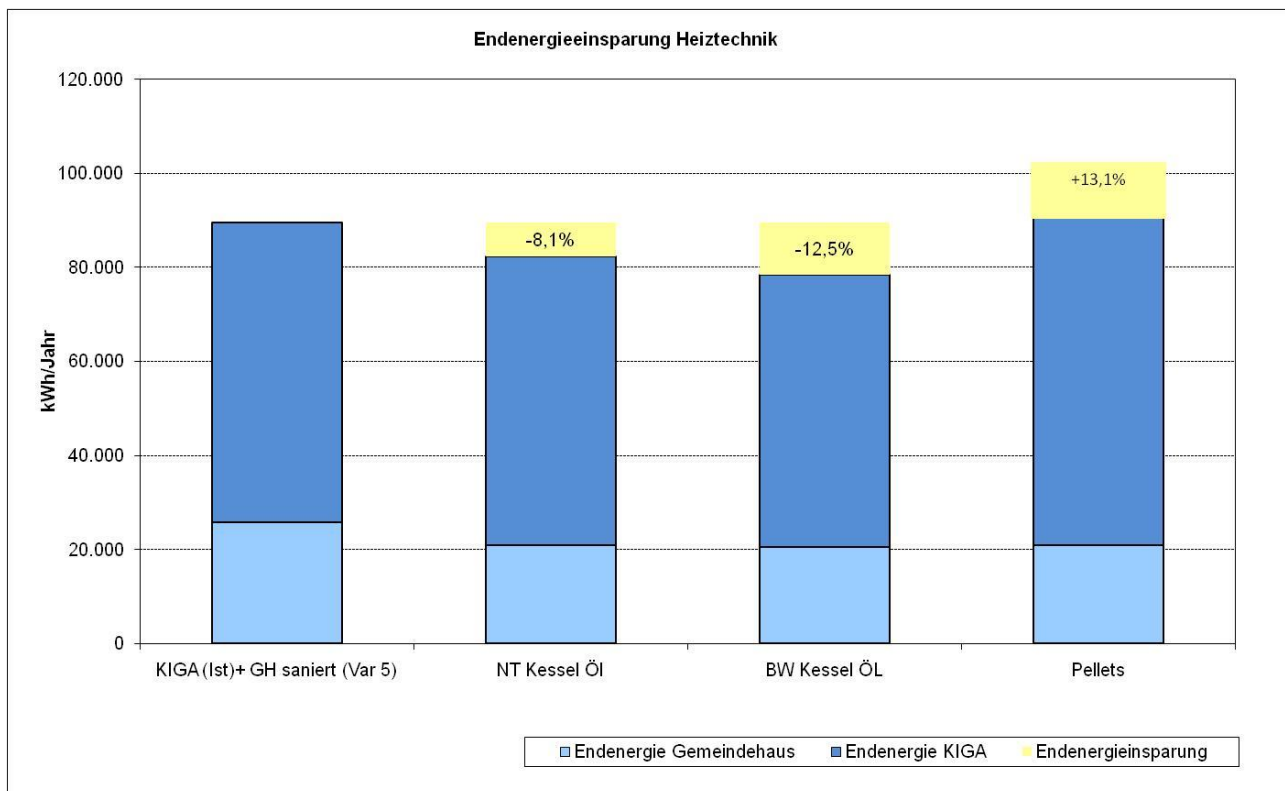


Bewertung:

+ + + + ++

Bei einer kompletten Sanierung der Gebäudehülle können 65 % des derzeitigen Energieverbrauchs (Anteil Gemeindehaus) eingespart werden. Dies ist mit Maßnahmen möglich, die den Stand der Technik widerspiegeln und im Rahmen der normalen Sanierungszyklen abgewickelt werden können.

Da sich die Heizung im Nachbargebäude befindet, wird die Endenergieeinsparung in einem getrennten Programm dargestellt, da die Endenergiebilanzen nicht direkt miteinander verglichen werden können. Die Graphik zeigt die drei untersuchten Heizungsvarianten, basierend auf der komplett sanierten Außenhülle des Gemeindefhauses und des unsanierten Kindergartens.



Die Maßnahmen bei der Heiztechnik haben weitere Einsparungen zur Folge. Die Variante „BW“ erreicht die höchste Endenergieeinsparung. Bei der Pelletheizung ist mehr Endenergie von Nöten, da Holz hat einen geringeren Energiegehalt als Erdöl. Deshalb erhöht sich die Menge des Brennstoffs.

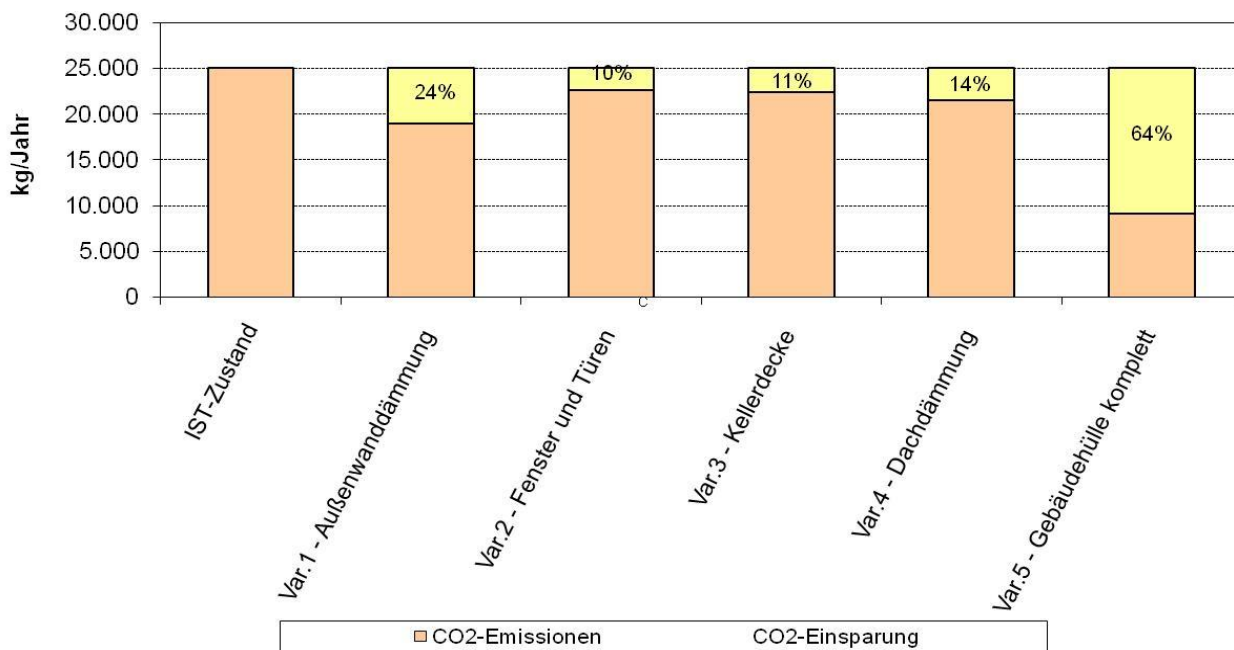
2.3 CO₂-Bilanz

Um den Einfluss der Maßnahmen auf die Umwelt und das Klima zu beurteilen, wurden die CO₂-Emissionen auf der Basis der Endenergiebedarfswerte und den jeweilig eingesetzten Energieträgern berechnet und miteinander verglichen.

Im Folgenden ist die CO₂-Bilanz aller Maßnahmen an der Gebäudehülle dargestellt. Bei der Komplettsanierung werden die CO₂-Emissionen um 64 % gesenkt.



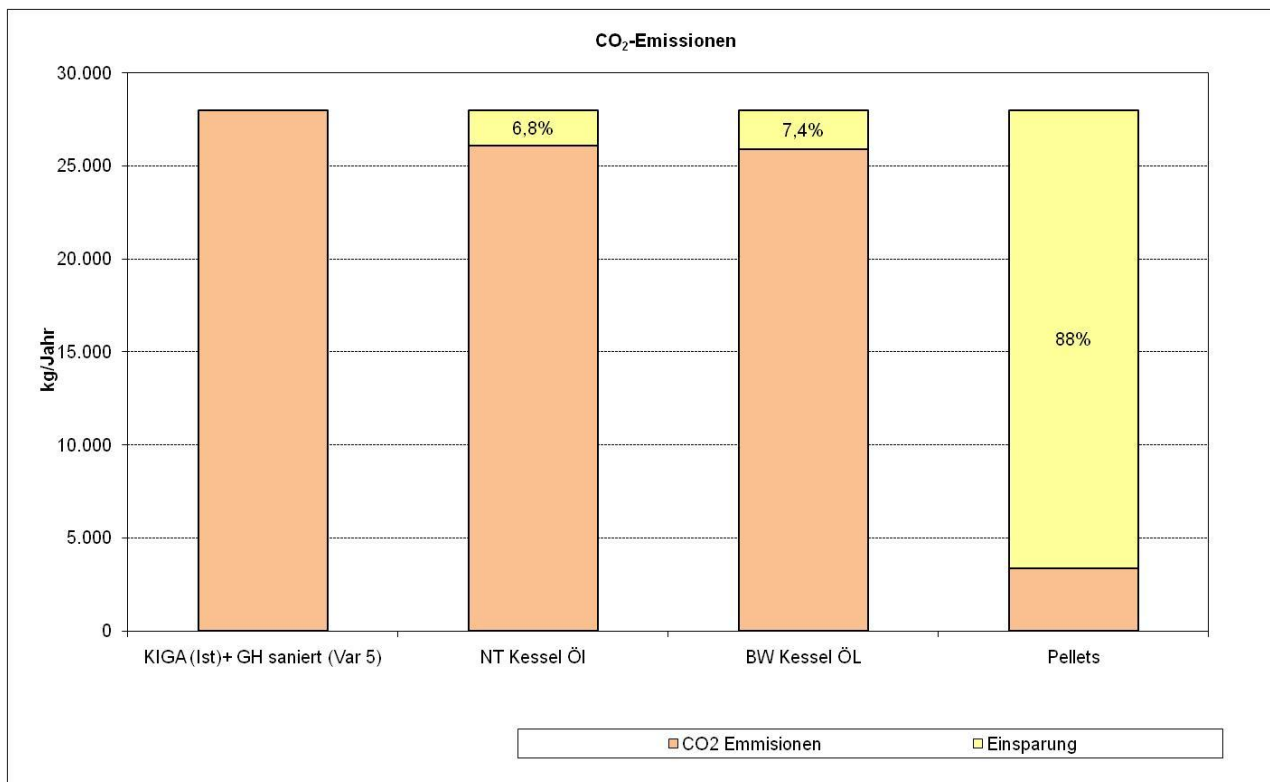
CO₂-Emissionen



Bewertung:

0 - - - ++

Die Heizungsvarianten wurden getrennt bilanziert, da es sich um eine gemeinsame Heizung mit dem Kindergarten handelt und die Ergebnisse nicht vergleichbar sind. Die bilanzierten CO₂-Emissionen basieren auf der kompletten Dämmung der Außenhülle (Variante 5) des Gemeindehauses und dem unsanierten Kindergarten.





auf, da hier mehr Endenergie von Nöten ist. Der CO-Ausstoß hingegen ist der niedrigste der drei Varianten.

3 Bestandsanalyse

3.1 Grunddaten des Objektes

	Gemeindehaus Helmsheim
Gebäudedaten	
Gebäudekennnummer	
Nutzungsart des Gebäudes	EG: Gemeindehaus 1.OG: Wohnung DG: Büro
Baujahr	1930
Energiebezugsfläche [m ²]	476,5
Wärmeerzeuger	
Art des Wärmerzeugers	Ölkessel in benachbarten Kindergarten
Baujahr Heizkessel	2002
Baujahr Brenner	2002
Nennwärmeleistung [kW]	70
Muss der Heizkessel aufgrund gesetzlicher Vorschriften ausgetauscht werden?	Nein
Verbrauch (Anteil Gemeindehaus)	
Erdölverbrauch	7.080 l/a ¹
Erdölkosten (brutto)	3.000 €/a
Stromverbrauch (nur Gemeinderäume)	1.600 kWh/a ²
Stromkosten (brutto)	440 €/a
Gesamtenergiekosten (brutto)	3.440 €/a

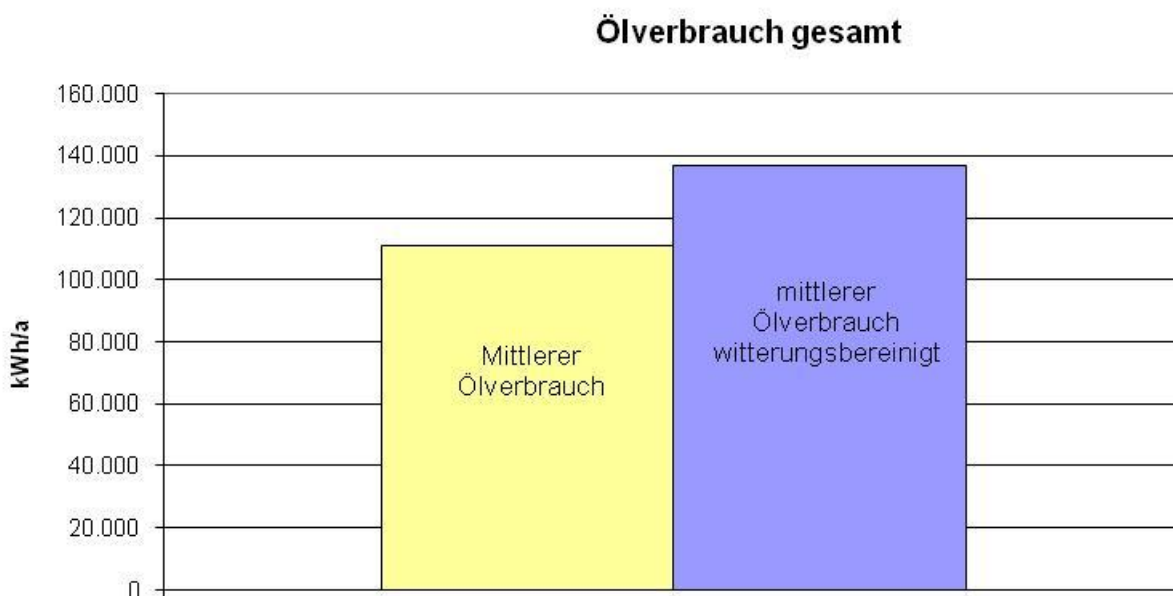
¹ Berechneter Anteil für Gemeindehaus (siehe Kommentar)

² jährliche Zählerablesungen der Jahre 2009 und 2012 für Zähler Gemeinderäume, ohne Wohnung

3.2 Energieverbrauch und Energiekosten

3.2.1 Erdöl

Von Seiten der Kirchengemeinde wurden die Tankdaten im Zeitraum November 2008 bis Januar 2013 angegeben. Aus der Tankgröße und den Tankdaten wurde mittlere Ölverbrauch für Gemeindehaus und Kindergarten ermittelt. Im Mittel werden 10.993 Liter Heizöl jedes Jahr getankt. Daraus ergibt sich ein witterungsbedingter Ölverbrauch von 13.566 Litern. Im Diagramm ist der Gesamtölverbrauch in Kilowattstunden dargestellt.



Der Anteil des Gemeindehauses am Ölverbrauch wurde mit Hilfe unterschiedlicher Methoden ermittelt:

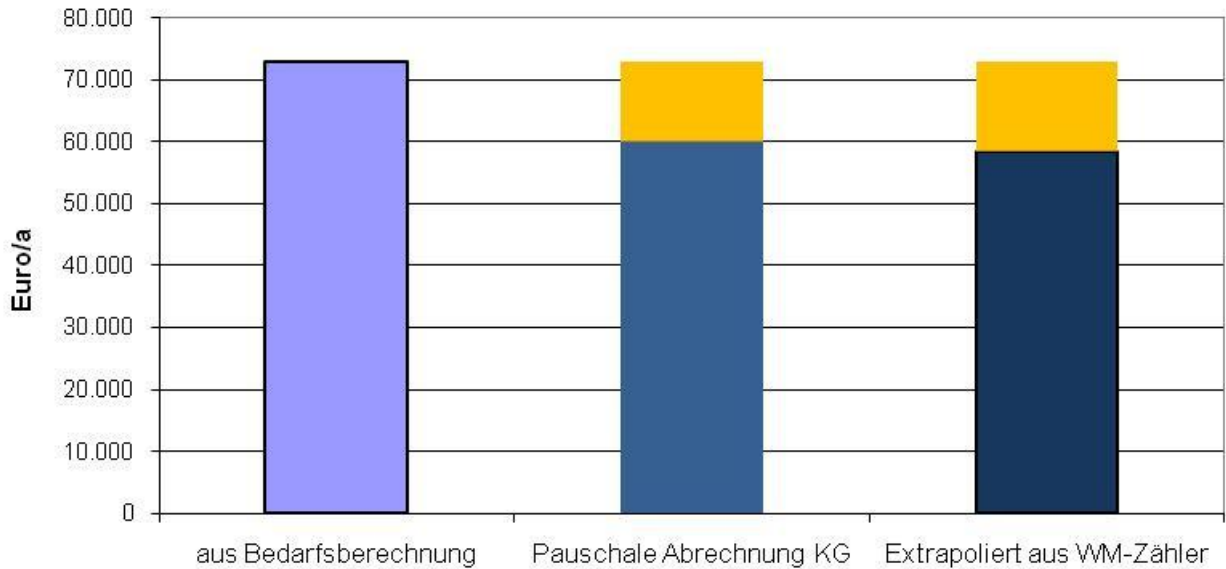
- 1.) Bedarfsberechnung mit Hilfe des Monatsbilanzverfahrens
- 2.) Anteil = 50 % : bisheriger pauschaler Ansatz durch Kirchengemeinde
- 3.) Anteil wurde aus Ablesungen Wärmemengenzähler Oktober 2012 bis März 2013 mit Hilfe von Heiztagen (aus Klimadaten für Karlsruhe des Deutscher Wetterdienstes) extrapoliert (Der Neueinbau der Wärmemengenzählern erfolgte im Oktober 2011)

Im Mittel ergibt sich eine Abweichung von 15 % im Vergleich zur Bedarfsberechnung (in unten stehender Grafik orange dargestellt). Da es sich bei der Methode 2 nur um Schätzwerte handelt und bei Methode 3 keine genaueren Daten vorliegen, wurden die Ergebnisse aus der Bedarfsberechnung verwendet. Somit beträgt der Anteil des Gemeindehauses 53 % des Gesamtölverbrauchs.



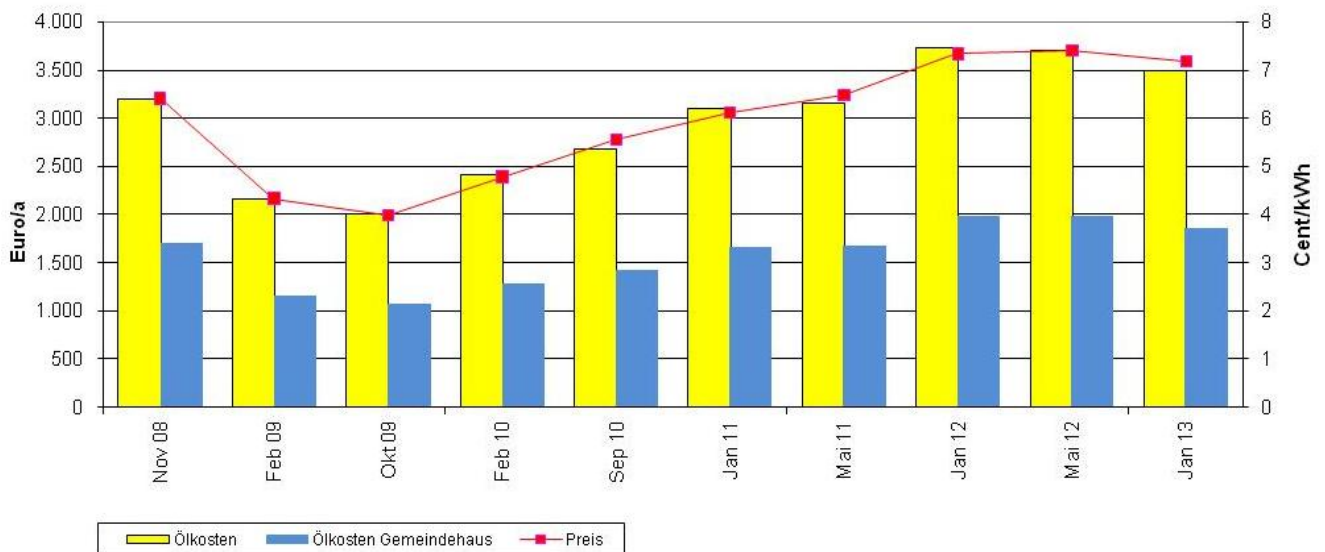
Mittlerer Erdölverbrauch (witterungsbereinigt)		
Gemeindehaus	7.242	Liter
	73.000	kWh

Ölverbrauch Anteil Gemeindehaus



Die Ölkosten entsprechen den anfallenden Kosten je getankter Menge Öl zum betreffenden Zeitpunkt. Zum bessern Vergleich sind im Diagramm die gesamten Ölkosten und die jeweiligen Anteile für das Gemeindehaus dargestellt. Außerdem wird auf der rechten Achse der durchschnittliche Preis je Liter Heizöl in Cent pro Kilowattstunde ausgewiesen.

Ölkosten



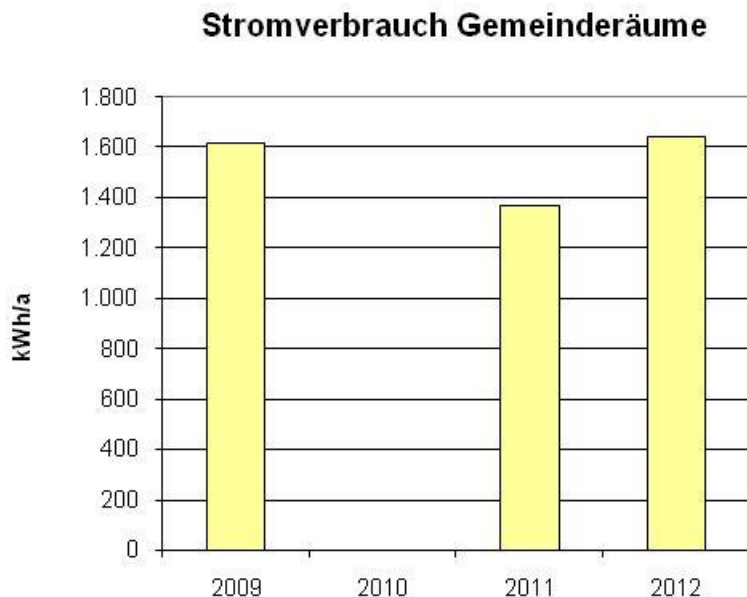
Die Kosten von 2009 bis 2013 analog zum Preis je Kilowattstunde um rund 80% gestiegen. Langfristig ist eine erhebliche Preissteigerung zu erwarten.

3.2.2 Strom

Der Stromverbrauch³ wurde anhand der jährlichen Abrechnungen für die, von der Gemeinde genutzten, Räume abgelesen. Dazu zählen die Räume des Gemeindezentrums im Erdgeschoss und Büro des Diakons im Dachgeschoß.

Für das Jahr 2010 liegen keine Abrechnungen vor. Im Jahr 2011 gab es einen Anbieterwechsel. Die Abrechnung beginnt erst mit April 2011. Von Januar bis März 2011 liegen keine Daten vor. Der Mittelwert wurde deshalb aus den Abrechnungen des Jahres 2009 und 2012 gebildet.

Mittlerer Stromverbrauch⁴			
Zähler Gemeinderäume und Büro	1.628	kWh	



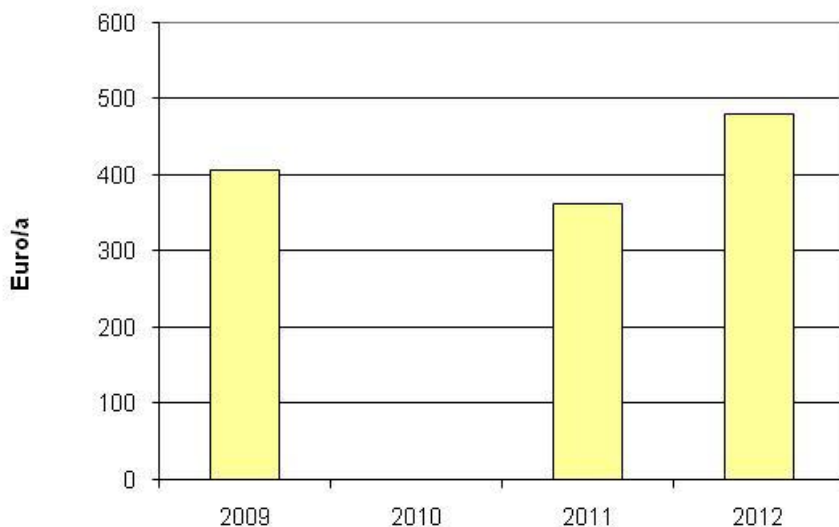
Der Stromverbrauch ist nahezu gleich geblieben. Die Stromkosten sind analog zum Verbrauch gestiegen. Im Jahr 2011 wurde zu einem Ökostromanbieter gewechselt

³ jährliche Zählerablesungen der Jahre 2009 bis 2012

⁴ Mittelwert der Zählerablesungen der Jahre 2009 und 2012



Stromkosten Gemeinderäume



3.2.3 Energiepreise für Wirtschaftlichkeitsberechnung

	Aus Abrechnung der Kirchengemeinde	Aktuelle Preise Energieagentur Freiburg /KSE
Erdöl		
Arbeitspreis [Euro/kWh] ⁵	0,0718	0,090
Strom		
Arbeitspreis [Euro/kWh] ⁶	0,2340	0,2458
Grundpreis [Euro/Jahr] ⁷	95,39	99,96
Leistungspreis [Euro/Jahr]	-	-

Die genannten Energiepreise wurden in den Berechnungen für die Gebäudehüllenmaßnahmen und für den Heizvariantenvergleich eingesetzt. Dabei wurden die Werte der rechten Spalte verwendet

Es wird für alle Energieträger mit einer jährlichen Energiepreissteigerung von 3% gerechnet.

⁵ Aus aktuellster Tankrechnungen Januar 2013

⁶ aus aktuellster Abrechnung 2012

⁷ aus aktuellster Abrechnung 2012

3.3 Ergebnisse der Wärmebedarfs- und Heizlastberechnung

Zur Berechnung des Gebäudewärmebedarfs wurden der Aufbau und die Flächen aller Außenbauteile des Objektes anhand von Vermessungen vor Ort und der vor Ort aufgenommenen Daten ermittelt.

Anschließend wurden auf Grundlage der vorliegenden Unterlagen zum Objekt, der Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung und des bestehenden Nutzerverhaltens folgende Energiebedarfswerte ermittelt:

	Gemeindehaus
	[kWh/a]
Heizwärmebedarf	61.593
Endenergiebedarf Raumheizung	74.740
Trinkwasserwärmebedarf	528
Endenergie Trinkwassererwärmung	1.211
Endenergiebedarf gesamt	74.740
Primärenergiebedarf	86.683
Randbedingungen	Wetterdaten: Mannheim mittlere Innentemperatur beheizte Räume: 19,5°C Luftwechselrate: 0,65 h ⁻¹ Anteil unbeheizter Bereich: 13% Nachtabsenkung: 7 h Innere Wärmegewinne: Durchschnitt Gemeindezentrum-, Wohn- und Büronutzung = 4,05 W/m ²
	[kW]
Netto-Heizlast nach DIN 12831	36,6
Aufheizlast nach DIN 12831	5,62
Normgebäudeheizlast nach DIN 12831	42,23

Die Hüllfläche umfasst das Erd-, Ober und Dachgeschoss. Der Keller ist nicht beheizt. Die untere Abgrenzung bildet die Kellerdecke.

Im Erdgeschoss befinden sich die Veranstaltungsräume des Gemeindehauses. Dazu gehören zwei Gruppenräume, eine Küche und Sanitärräume. Das Treppenhaus ist mit geheizt (Abschluss zum Keller durch Kellertür). Im Obergeschoss befinden sich die Wohnräume.



2005 wurde das Dachgeschoss nachträglich in Eigenregie ausgebaut. Hierbei wurde in einem Teil der Dachräume eine 18 cm strake Untersparrendämmung und eine Holzverkleidung im Innenraum angebracht. Außerdem wurden neue Gauben und Dachfenster und Abseitenwände eingebaut (gedämmte Holzkonstruktion) eingebaut. In einem großen Dachraum ist nun das Büro des Diakons untergebracht. Ein weiterer ausgebauter Raum sowie der Flur und beheizt. Etwa ein Drittel des Dachgeschosses wurde noch nicht ausgebaut. Hier ist die Dachfläche noch ungedämmt.

Die Decke zum Spitzboden, der durch eine Dachluke zu erreichen ist, wurde ebenfalls mit 18 cm zwischen den Sparren gedämmt.



Im Hinblick auf die zukünftigen sinnvollen Sanierungsmaßnahmen wurde die beheizte Hüllfläche so definiert, dass die Dachschrägen und die oberste Geschossdecke (Decke über Spitzboden) die



Bilanzierungsebene darstellen. Somit liegt der sehr unbeheizte und unsanierte Dachraum in der Hüllfläche.

3.4 Heizungsanlage

3.4.1 Daten der Wärmeerzeuger

		Wärmeerzeuger 1
Bauart	Niedertemperaturkessel	
Energieträger	Erdöl	
Baujahr Heizkessel	2002	
Baujahr Brenner	2002	
Hersteller Heizkessel	Buderus	
Hersteller Brenner	Buderus	
Nennwärmeleistung [kW]	70	
Standort	Kindergarten, beheizter Bereich	
Versorgte Bereiche	Gemeindezentrum und Kindergarten	
Art der Wärmeübergabe in den versorgten Bereichen	Heizkörper an Außen- und Innenwänden	
Witterungsgeführte Regelung	Ja	
Warmwasserbereitung	In Gemeindezentrum : Nein In Kindergarten. Ja	
Abgasmessprotokoll Schornsteinfeger		
Jahr der Erstellung	2012	
Abgasverlust	7 %	
Zulässiger Abgasverlust nach BimSchV	10 %	
Austausch gesetzlich vorgeschrieben?	Nein	

Besondere Schwachstellen bei der Wärmeversorgung:

Die horizontalen Verteilleitungen im unbeheizten Keller sind nur mäßig und an manchen Stellen gar nicht gedämmt. Lediglich die Heizungsleitung, die aus dem Nachbarhaus zum Verteiler im Gemeindehaus führt ist etwas besser (nach EnEV) gedämmt.



Gemäß der Energieeinsparverordnung besteht eine Nachrüstverpflichtung für die Dämmung der Rohrleitungen. Diese muss mindestens die Dicke der zu dämmenden Rohrleitung aufweisen.

Der Nutzer klagt über Probleme bei der Wärmeverteilung. Einige Räume werden nur sehr langsam bzw. gar nicht warm. Dies ist auf den fehlenden hydraulischen Abgleich des Heizungssystems zurückzuführen. Andere Faktoren wie Unterdimensionierung der Heizflächen oder zu große Wärmeverluste über die „Nachwärmeleitung“ aus dem Kindergarten sind nach ersten Untersuchungen vor Ort auszuschließen. Die Annahme wird dadurch weiter untermauert, da durch den Einbau einer neuen Pumpe der Effekt etwas abgemildert werden konnte (wahrscheinlich hat die Pumpe eine größere Förderhöhe als die Alte). Die Problematik besteht aber weiterhin.

3.4.2 Heizungsumwälzpumpen:

Anzahl der Heizungspumpen	2
Davon drehzahl geregelt	2

Die Umwälzpumpen wurden für jeden Heizstang unlängst erneuert (Wohnung, Gemeindezentrum + Büro). Die Umwälzpumpen (Fa. WILO, Typ Stratos Pico 25/1-4) sind elektrisch geregelt und haben eine Leistung zwischen 3 und 20 W. Sie sind mitgedämmt.



3.5 Warmwasserbereitung

	WW-Bereiter 1	WW-Bereiter 1
Art der WW-Bereitung:	dezentral	dezentral
Energieträger:	Strom	Strom
Baujahr:	Nicht bekannt	Nicht bekannt
Speicherinhalt [Liter]	200 l	Durchlauferhitzer
Anzahl (bei mehreren baugleichen WW-Bereitern)	1	1
Standort(e):	Abstellkammer in Wohnung, beheizter Bereich	Im Keller unter Küche im EG, unbeheizter Bereich
Versorgte Bereiche	Bad, Küche, WC in Wohnung	Küche im Gemeindezentrum
Nennwärmeleistung [kW]:	21	
Zirkulationsleitung vorhanden	Nein	Nein
Zirkulation zeitgesteuert	-	-
Betriebsstunden Zirkulation pro Tag	-	-
Speicherinhalt je WW-Bereiter [Liter]:	-	-



Dezentrale Warmwasserbereitung über zwei getrennte Systeme. In der Wohnung gibt es einen elektrisch betriebenen Wasserspeicher, der Küche Bad und WC mit warmem Wasser versorgt. Die Küche des Gemeindezentrums wird über eine Durchlauferhitzer versorgt (Fa Siemens, neueres Baujahr). Der genaue Warmwasserverbrauch ist nicht bekannt. Es lebten zwei Erwachsene und zwei Kinder in der Wohnung. Der Warmwasserverbrauch des Gemeindezentrums ist eher gering, da die Küche nur gelegentlich genutzt wird. Für die Berechnung wurde für die Wohnnutzung ein

durchschnittlicher Warmwasserverbrauch von täglich 30 Litern/Person angesetzt; für die Küche wurde eine Nutzung von 1 Mal wöchentlich mit 15 Personen veranschlagt.

Besondere Schwachstellen bei der Warmwasserbereitung

Die Warmwasserleitungen zwischen Durchlauferhitzer und Küche im Erdgeschoss sind nur mäßig gedämmt. Auch ist das Gerät die ganze Zeit im Stand-by, obwohl die Küche nur selten genutzt wird. Die Warmwasserleitungen zwischen Speicher und Zapfstellen in der Wohnung sind gar nicht gedämmt.



3.6 Gebäudelüftung

Bis auf das innenliegende WC in der Wohnung wird das Gebäude ausschließlich manuell über die Öffnung von Fenstern belüftet. Im WC gibt es einen Abluftventilator.

Besondere Schwachstellen bei der Lüftung

Viele Türen schließen nicht richtig (z.B. die Kellertür oder Tür zum Dachgeschoss) und sind undicht. Dadurch entstehen unkontrollierte Lüftungsverluste.

3.7 Gebäudehülle

3.7.1 Beschreibung der Gebäudehülle

Kellerdecke

Scheitrecht oder gewölbte Kappendecken aus Beton, teilweise auf Stahlträgern. Nicht gedämmt



Außenwand

Bimshohlblockmauerwerk, innen und außen verputzt

Gesamtdicke ca. 40 cm, im Bereich der Heizkörpernischen 21-23 cm

Sockel aus Sandstein (gehört nicht zur beheizten Hülle)

Fenster/Fenstertüren

Kastenfenster

2 Scheiben in Holzrahmen

Fenster Baujahr 1993

2-fach Isolierverglasung, Kunststoffrahmen



Fenster Baujahr 2006

2-fach Wärmeschutzverglasung, Kunststoffrahmen



Dachfenster Baujahr 2005

2-fach Wärmeschutzverglasung, Kunststoffrahmen



Im Treppenhaus

Einfachverglasung mit Holzrahmen



Haustüren

aus Holz mit Glasanteil



Decke über Dachgeschoss

Holzbalkendecke, 2005 mit 18 cm Mineralfaser zwischen den Sparren, OSB-Platten ober- und unterseitig gedämmt



Dach

Unausgebaut

Holzsparren, keine Dämmung, Ziegeldeckung

Ausgebaut (2005)

OSB Platte, 18 cm Mineralfaser WLS 035
Unterhalb der Sparren, OSB Platte oder GK
Platte innenseitig



Dachschräge im Treppenhaus

Sparschalung mit Putz auf Draht- oder Rohrrabitzträger

Terrasse

Massive Decke, ungedämmt, Plattenbelag

Gebäudeansichten:



Nordost



Südost



Südwest



Nordwest

3.7.2 Schwachstellen und Wärmebrücken

Aufgrund des ungedämmten Zustandes der Gebäudehülle gibt es an allen Anschlüssen Wärmebrücken z.B. Fensterlaibung und Fensterstürze aus Sandstein, Auflager der Kellerdecke. Es sind außerdem ungedämmte Rollladenkästen und Heizkörpernischen vorhanden.

Die in Eigenregie ausgeführte Dämmung der ausgebauten Dachräume wurde nicht luftdicht ausgeführt. Folienanschlüsse der Dampfbremse an durchdringenden und anschließenden Bauteile sind nicht ausreichend abgedichtet. Klebebänder fehlen teilweise gänzlich oder haben sich gelöst. Die Verklebung der Folienstöße ist unzureichend.

Die Unterspannbahn wurde nicht winddicht ausgeführt (siehe rechtes Foto des bisher unausgebauten Dachraums). Es muss vermutet werden, dass dies auch in den bereits von innen gedämmten und ausgebauten Dachräumen der Fall ist. Folglich ist die Dämmung größtenteils unwirksam,

da sie durch Windsog bzw. Winddruck von außen mit kalter Luft durchströmt wird. Auch der Ausfall von Kondensat durch die undichte Dampfbremse ist nicht auszuschließen.



3.7.3 U-Werte

Bauteilauflistung	U-Werte Ist-Zustand	Maximal zulässig		U-Werte nach der Sanierung ¹⁾
		nach gültiger EnEV	Kirchlicher Standard	
Kellerdecke	1,20	0,30	0,30	0,25
Außenwand	1,06	0,35	0,20	0,20
Fenster (Kastenfenster)	2,70	1,30	1,30	0,90
Fenster Baujahr 1993	3,00	1,30	1,30	0,90
Fenster Baujahr 2006	1,80	1,30	1,30	0,90
Dachfenster	1,80	1,30	1,30	Nicht saniert
Dachfenster original	5,00	1,30	1,30	0,90
Haustür	3,50	2,00	2,00	2,00 (bis auf Haupteingang)
Dach (ausgebaut)	0,18	0,24	0,18	0,12
Dach (unsaniert)	2,83	0,24	0,18	0,12
Dach (über Treppenhaus)	2,40	0,24	0,18	0,12
OG-Decke	0,235	0,30	0,15	Nicht saniert
Flachdach (Terrasse)	1,30	0,20	0,15	0,13

1) aus der Berechnung des Gutachters (siehe auch Kapitel 4 in den Tabellen zu den jeweiligen Maßnahmen)

4 Maßnahmen an der Gebäudehülle

Es wurden Sanierungsmaßnahmen der gesamten Gebäudehülle untersucht. Einige Bauteile wurden jedoch vor Kurzem erneuert bzw. haben einen guten energetischen Standard und werden daher nicht saniert.

Für folgende Gebäudehüllenteile findet keine Untersuchung statt

- Ausgebaute Dachschrägen und OG Decke : Dämmung im Jahr 2005 , guter Dämmstandard.
- Dachfenster (bis auf Fenster im Treppenhaus): Erneuerung im Jahr 2005, guter Dämmstandard
- Haustür Haupteingang: erhaltenswerte Bausubstanz, hohe Sanierungskosten bzw. Sanierungsaufwand bei Austausch der Verglasungselemente.

Randbedingungen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für alle folgenden Gebäudehüllmaßnahmen:

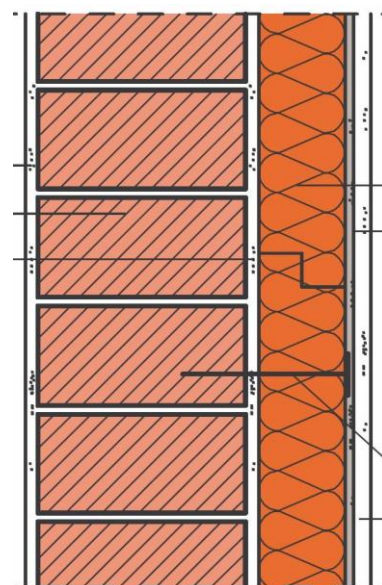
Es werden Brutto-Kosten inkl. Ust eingesetzt. Die eingesetzten Energiepreise und die Energiepreissteigerung entsprechen den Angaben in Kap 3.2.3.

4.1 Dämmung der Außenwand

Da es sich nicht um ein denkmalgeschütztes Gebäude handelt, ist eine Dämmung von Außen möglich. Deshalb wurde das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems untersucht.



vorher



nachher



Wärmedämmmaterial, Putzträger und Putz sind beim WDVS aufeinander abgestimmt. Die Wärmedämmplatten werden auf die Außenwand geklebt und gedübelt. Die vorgeschlagene Dämmstoffstärke des Wärmedämmverbundsystems beträgt 14 cm bei einem Dämmstoff der Wärmeleitgruppe WLG 035. Nur auf diese Weise werden Wärmebrücken wie Heizkörpernischen, Rollladenkästen, einbindende Wände und in der Außenwand verlaufende Heizungsrohre effektiv gemindert.

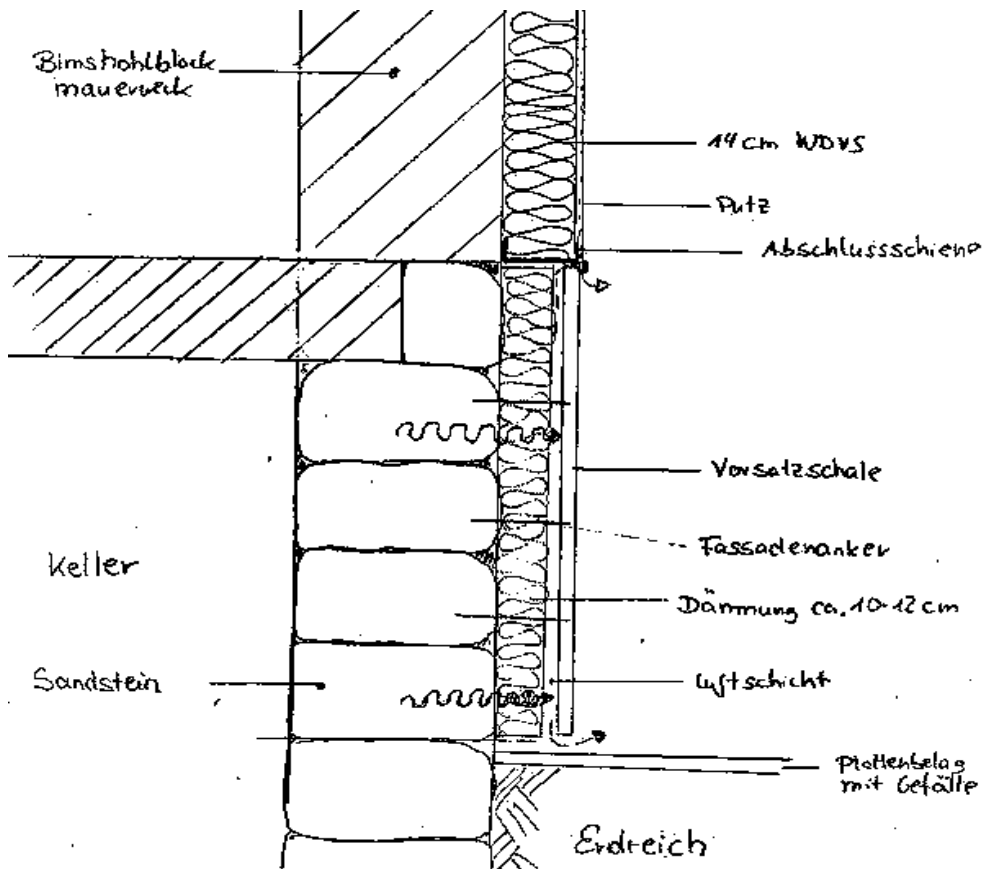
Das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) sollte bis zum Sandsteinsockel geführt werden. Der Sockelbereich selbst sollte auch gedämmt werden, d.h. an das WDVS schließt eine andere Dämmung an. Nur so kann die Wärmebrücke, die durch die Bodenplatte verursacht wird, vermieden werden. Allerdings sind die besonderen Eigenschaften des Sandsteins bei einer Dämmung zu berücksichtigen.

Aufgrund des hohen Porenvolumens von Sandsteinen besitzen diese eine große Wasseraufnahmekapazität. Die Folge sind aufsteigende Feuchtigkeit und feuchte Kellerwände. Es muss durch die Konstruktion sichergestellt sein, dass diese Feuchtigkeit weiterhin nach Außen verdampfen kann und nicht hinter die Dämmung der Erdgeschosswände aufsteigt, wo sie sich sonst in der Dämmung des WDVS ansammeln und diese schädigen würde.

Als Lösungsvorschlag für den Sockelanschluss wurde ein Detail entwickelt, das eine hinterlüftete Vorhangfassade im Sockelbereich vorsieht. Die Dämmung wird durch die Vorsatzschale vor Witterungseinflüssen geschützt und die Feuchtigkeit kann durch die Luftzirkulation nach außen abgeführt werden.

Hinweis. Es handelt sich lediglich um einen Vorschlag. Die genaue Konstruktion und Ausführung muss mit einem Fachplaner bzw. einer Fachfirma entwickelt werden.

Konstruktionsvorschlag für Sandsteinsockel:



Die Vorsatzschale kann aus Sandsteinimitaten bzw. Klinkern ausgebildet werden um den ursprünglichen Erscheinungsbild wiederherzustellen. Auch die Fensterumrahmungen und Ecken können durch einen unterschiedlichen farblichen Anstrich optisch abgesetzt werden.

Zur Erhaltung der Kellerwände selbst, sollte auch mit einem feuchteregulierenden Putz auf der Innenseite gearbeitet werden. Im Keller ist richtig zu lüften (Siehe Kapitel 8).

Die Wahl einer besseren Wärmeleitgruppe erhöht die Dämmwirkung bzw. ermöglicht eine Reduzierung der Dämmstoffdicke bei gleich bleibender Dämmwirkung. Letzteres sollte dort berücksichtigt werden, wo hohe Dämmstoffstärken nicht möglich sind z.B. im Bereich der Fensterlaibungen. Die Fassade (Fenster und Außenwände) muss als bauphysikalische Einheit betrachtet werden. Eine wärmetechnische Verbesserung der Fassade sollte deshalb nach Möglichkeit Fensteraustausch und gleichzeitige Dämmung der Außenwände umfassen (Siehe Maßnahme 2).

Hinweis:

Die Türen zum Treppenhaus und Keller sollten stets geschossen bleiben. Dichtungen sollten erneuert werden und durch den Einbau einer Türschiene mit Dichtungslippe die Luftdichtigkeit verbessert werden.



Außenwanddämmung	
Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	299,03 m ²
Bestand	Außenwände: ca 40 cm Bimshohlblockmauerwerk, innen und außen verputzt
Maßnahme	14 cm Wärmedämmverbundsystem WLS 035
U-Wert Bestand	1,06 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,20 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	6,042 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	24,12 %
Energieeinsparung	18.593 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	24,88 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	8,3 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	144,5 €/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	43.223 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	3.468 €/a
	=
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	69.360 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten (siehe oben)	43.223 €
Sowiesokosten 1)	0 €
verbleibende Mehrkosten	43.223 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	3.468 €/a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	69.360 €
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 2.312 €/a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	2.458 €/a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	146 €/a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	106 %



Enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Baustelleneinrichtung • Fensterbänke aus Sandstein abstemmen • Vorbereitung Untergrund • Anbringung Wärmedämmverbundsystem • Putz aufbringen • Neue Fensterbänke anbringen • Anstrich • Gurtsimse um die Fenster und Gebäudeecken farblich absetzen
Nicht enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Demontage und Neumontage inkl. Unterkonstruktion von fassadenbefestigten Ausstattungen (Leuchten, Rinnen, Blitzschutzanlagen) • Ausgestaltung und Konstruktion des Gebäudesockels aus Sandstein (Details siehe Lösungsvorschlag für Konstruktion)
Leistungen die in Sowiesokosten berücksichtigt wurden	Keine

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den oben genannten Voraussetzungen und aufgrund der errechneten Energieeinsparung 106 % des eingesetzten Kapitals. Die Maßnahme ist unter den genannten Voraussetzungen wirtschaftlich.

4.2 Austausch der Fenster und Türen

Austausch aller Fenster und Fenstertüren gegen Solche mit Wärmeschutzverglasung. Nur die neu eingebauten Dachfenster bleiben erhalten. Die Türen werden ebenfalls ausgetauscht und durch Solche mit hochgedämmten Profilen und Wärmeschutzverglasung ersetzt. Dies betrifft die Hintertür, die Tür zum Treppenhaus. Die schön gestaltete Eingangstür zum Gemeindezentrum bleibt erhalten. Hier sollten die Dichtungen überprüft und gegebenenfalls nachgerüstet werden. (siehe geringinvestive Maßnahmen im Kapitel 9)



Beim Austausch der alten Fenster sollten neue Fenster mit einem Gesamt-U-Wert von mindestens $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eingebaut werden, d.h. 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung.

Die Tür zum Windfang wird gegen Solche mit einem U-Wert kleiner $2,0$ ausgetauscht (Haustüren mit Wärmeschutzglas und gedämmten Türrahmen in Kunststoff, Aluminium oder Holz)

Beim Einbau der Fenster muss auf eine luftdichte Ausführung der Anschlüsse geachtet werden. Die Rahmenbreite sollte so gewählt werden, dass bei einer Außenwanddämmung eine zwei bis vier Zentimeter starke Dämmung der Fensterleibung durchgeführt werden kann. Durch die gleichzeitige Ausführung der Außendämmung, können die Fenster in diese in die Dämmebene eingesetzt werden. Auf diese Weise werden Wärmebrücken im Bereich der Fensterleibung vermieden.



neue Fenster und Türen	
Grunddaten	
Zu sanierende Fensterfläche	59,4 m ²
Zu sanierende Fläche Türen	2,0 m ²
Bestand	Fenster/Dachfenster : unterschiedliche Baujahre und Ausführungen, Kastenfenster, 2-fach Isolierverglasung und Wärmeschutzverglasung, Holz- und Kunststoffrahmen vorhanden Türen_Holztüren mit Glasanteil
Maßnahme	Fenster/Dachfenster: Ersatz durch 3-fache Wärmeschutzverglasung Uw= 0,90, Haustür: Holz aus thermisch getrenntem Rahmenprofilen und Glasanteil aus Wärmeschutzglas
U-Wert Bestand	1,80-5,00/3,5 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,90/02,00 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	2,407 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	9,61 %
Energieeinsparung	7.415 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	9,61 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	3,8 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	400 €/m ²
	2.000 €/Tür
Gesamtkosten der Maßnahme	25.764 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,0%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	2.067 €/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	= 41.340 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten (siehe oben)	25.764 €
Sowiesokosten 1)	0 €
verbleibende Mehrkosten	25.764 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	2.067 €/a
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	= 41.340 €
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	= - 1.378 €/a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	980 €/a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-398 €/a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	71 %

Enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der alten Fenster und Türelemente • Luftdichter Einbau der neuen Fenster und Türelemente
Nicht enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Rollladenkästen
Leistungen die in Sowiesokosten berücksichtigt wurden	keine

Die Maßnahme ist aufgrund der oben genannten Voraussetzungen nicht wirtschaftlich (Jahreskostenbilanz negativ). Die Maßnahme ließe sich bei einer Energiepreisssteigerung von 5,4 % wirtschaftlich darstellen (Kapitalrückfluss 100 %, ohne Zuschuss).

4.3 Dämmung der Kellerdecke

Dämmung der Kellerdecke mit unterseitig angebrachten Dämmplatten.



vorher



nachher

Den unteren Abschluss der beheizten Gebäudehülle bildet die Kellerdecke. Es kann eine Dämmung der Kellerdecke von unten vorgenommen werden. Vorgeschlagen werden 10 cm Dämmstoffdicke bei Wärmeleitgruppe 032. Die Dämmplatten werden einfach von unten angeklebt bzw. gedübelt. Die vorhandene Stehhöhe ist ausreichend. Unter der Decke verlaufende Heizungsrohre können in die Dämmung integriert werden (siehe gering investive Maßnahmen in Kapitel 9)



Dämmung der Kellerdecke	
Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	186,1 m ²
Bestand	Scheitrecht oder gewölbte Kappendecken aus Beton, teilweise auf Stahlträgern, ungedämmt
Maßnahme	10 cm Wärmedämmung WLG 032, von unten
U-Wert Bestand	1,20 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,25 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	2,708 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	10,81 %
Energieeinsparung	8.336 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	11,15 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	3,7 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	60,0 €/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	11.168 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,0%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	896 €/a
	=
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	17.920 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten (siehe oben)	11.168 €
Sowiesokosten 1)	0 €
verbleibende Mehrkosten	11.168 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	896 €/a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	17.920 €
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 597 €/a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	1.102 €/a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	504 €/a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	184 %



Enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung Untergrund • Anbringung Dämmplatten
Nicht enthaltene Leistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Evtl. anfallenden Nebenarbeiten an Leuchten, Elektroleitungen etc.
Leistungen die in Sowiesokosten berücksichtigt wurden	keine

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den oben genannten Voraussetzungen und aufgrund der errechneten Energieeinsparung 184 % des eingesetzten Kapitals. Die Maßnahme ist unter den genannten Voraussetzungen wirtschaftlich.

4.4 Dämmung der Dachflächen

4.4.1 Dämmung der Dachschräge:

Ein Teil des Dachgeschosses wurde in Eigenregie ausgebaut. Hier wurden Teile der Dachschräge bereits von innen mit 18 cm dicken Mineralfaserplatten gedämmt und mit Holz verkleidet. Zwischen den Sparren gibt es keine Dämmung. Die Dachräume, die bisher noch nicht ausgebaut wurden, werden bisher auch nicht beheizt. Wie hier die zukünftige Nutzung aussehen soll, steht noch nicht fest. Der Ausbau ist aber geplant, auch Dämmmaterial ist schon vorhanden und lagert in den bisher unbeheizten Räumen.

Im Hinblick auf den zukünftigen Dachausbau, wurde die Dachschräge als Bilanzierungsgrenze gewählt. Deshalb sollte sich auch hier die Dämmebene befinden. Die Abseitenwände wurden rechnerisch nicht berücksichtigt.

Im Zuge des geplanten Dachausbaus sollte die komplette Dachschräge auch zwischen den Sparren gedämmt werden. Da die Dachdeckung noch in Ordnung ist, scheidet eine Dämmung von außen bzw. das Abnehmen der Dachdeckung aus ökonomischen Gründen aus. Deshalb ist es sinnvoll im kompletten Dachbereich (also auch in den bisher ausgebauten Dachschrägen) eine Dämmung zwischen den Sparren einzubauen. Dies kann am einfachsten mit einer Einblasdämmung im sogenannten „Dämmsackverfahren“ geschehen.



Vorher

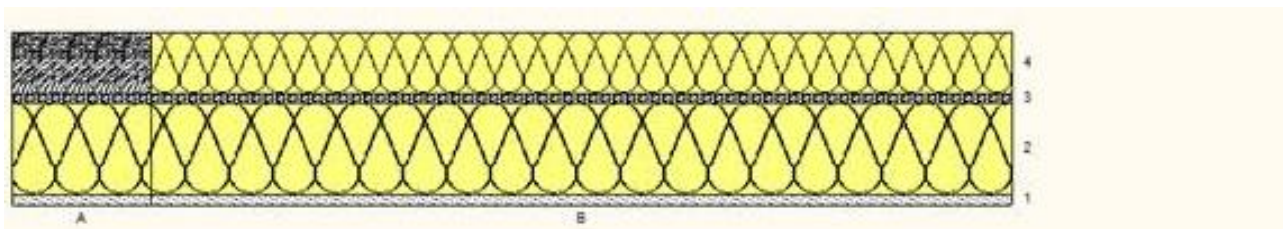


nachher

Bei diesem Verfahren werden vorkonfektionierte Folienschläuche in die leeren Dachgefache eingebracht. Jeder "Dämmsack" wird der Gefachbreite entsprechend angepasst. Die Dämmsäcke werden mit Luft aufgeblasen, so dass sie sich dem Sparrenquerschnitt anpassen. Anschließend wird in den aufgeblähten Dämmsack ein Faserdämmstoff z.B. aus Zellulosefasern eingeblasen. Dabei wird der Einblasdämmstoff so verdichtet, dass er lückenlos und dauerhaft setzungssicher bleibt.

Die Sparrenhöhe beträgt 12 cm, sodass der Zwischenraum mit einem Zellulosedämmstoff mit WLG 040 vollständig ausgefüllt werden kann. Dieses Verfahren ist sinnvoll, wenn keine Unterspannbahn existiert. Durch den Dämmsack ist der Dämmstoff vor Feuchtigkeit geschützt. Die Anschlüsse der Dämmung an eine Außenwanddämmung müssen wärmebrückenfrei und luftdicht ausgeführt werden.

Auf diese Weise ergibt sich für die ausgebaute Dachschräge folgender Aufbau:



U-Wert = 0,12 W/m²K		
Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen		
	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)
A Sparren 13,9%		
1 Gipskartonplatten (DIN 18180)	2,00	0,250
2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)	18,00	0,035
3 OSB-Platten (DIN 12524)	2,00	0,130
4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)	12,00	0,130
B Gefach 86,1%		
1 Gipskartonplatten (DIN 18180)	2,00	0,250
2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)	18,00	0,035
3 OSB-Platten (DIN 12524)	2,00	0,130
4 Zellulosefaserdämmstoff (WLG 040)	12,00	0,040

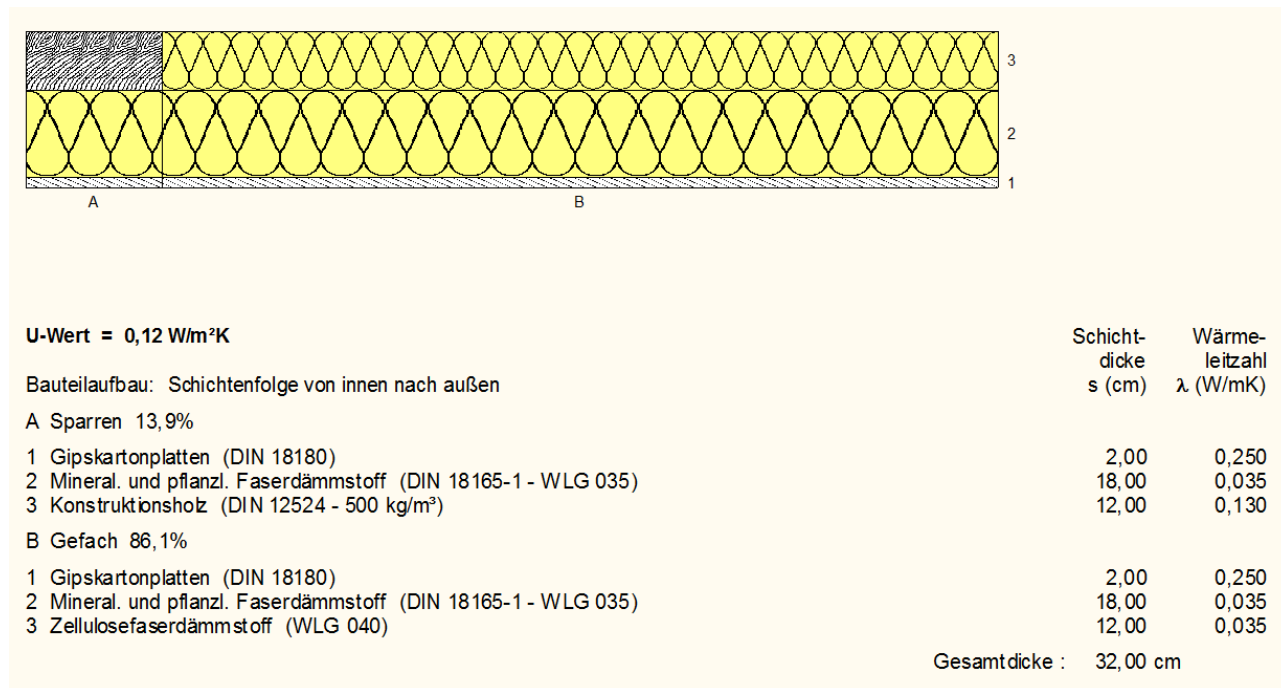
Hinweis. In einigen Bereichen haben sich die Klebebänder abgelöst. Im unausgebauten Dachraum wurde mit dem Anbringen einer Unterspannbahn begonnen. Diese wurde nicht fachgerecht verlegt. Hier ist fachgerecht nachzubessern.



Das Dämmsackverfahren ist nur eine Notlösung um die Dämmung des Daches zu verbessern ohne Bekleidungen von innen oder von außen abzunehmen. Bei dem gewählten Verfahren besteht stets die Möglichkeit, dass es Bereiche gibt, in denen der Dämmsack nicht exakt zwischen den Sparren anliegt und kleine Hohlräume entstehen. Auch ist die Ausführung der luftdichten Ebene (Folien) nicht zufriedenstellend. Bei einer Sanierung der Ziegel und Abnahme der Dachkonstruktion von außen, ist es möglich den Dachaufbau optimal an die Gegebenheiten anzupassen. Hier sollten entsprechend die Dampfbremse, Unterspannbahn und die Dämmung gewählt werden.

In den Bereichen des unausgebauten Daches, wird analog zum bereits ausgebauten Dachschragen eine 18 cm starke Untersparrendämmung WLS 035 angebracht und mit OSB oder Gipskartonplatten verkleidet (Material ist teilweise schon vorhanden). Bei der Ausführung der Unterspannbahn und der Dampfbremse ist auf sorgfältiges Verkleben der Folienstöße und luftdichtes Anschließen an einbinden Bauteile zu achten. Der Sparrenzwischenraum kann hier mit auch Mineral-

faser ausgefüllt werden, da diese eine bessere Wärmeleitfähigkeit besitzt als Zellulose (12 cm WLG 035). Auf eine zusätzliche OSB Platte zwischen Gefachdämmung und Innendämmung kann verzichtet werden. So ergibt sich in Summe der gleiche U-Wert wie für das ausgebaute Dach



4.4.2 Dämmung der Terrasse:

Auf das vorhandene Flachdach werden 16 cm PUR - Hartschaumplatten oder Phenolharzplatten WLS 024 aufgebracht. Hierzu wird zuvor der alte Dachaufbau inklusive Belag, Abdichtung und Dämmung entfernt.

Die Anschlüsse der Dämmung an eine Außenwanddämmung müssen wärmebrückenfrei und luftdicht ausgeführt werden. Hierzu muss die Dachdämmung an die Außenwanddämmung angeschlossen werden (siehe Variante 1). Auf die Dämmung kommen eine neue Dachabdichtung und eine Dachbahn. Hier auf kann wieder ein Plattenbelag ausgeführt werden.

Hinweis: Durch die Dämmung der Terrasse erhöht sich die Aufbauhöhe. Dies hat Auswirkungen auf den Anschluss der Terrassentüre. Deshalb sollte diese Maßnahme in Zusammenhang mit der Sanierung der Fenster durchgeführt werden.

Dachdämmung	
Grunddaten	
Zu sanierende Fläche ausgebautes Dach	83,30 m ²
Zu sanierende Fläche unausgebautes Dach	49,26 m ²
Zu sanierende Fläche unausgebautes Dach	21,34 m ²
Bestand	Dachschrägen: teilweise von innen unterhalb der Sparren gedämmt mit 18 cm WLG 035, im unausgebaute Bereich ungedämmtes Sparrendach Dachterrasse: ungedämmtes Flachdach
Maßnahme	Dachschrägen: 12 cm Zellulosedämmung WLG 040 zwischen den Sparren einblasen, im unausgebaute Dach 18cm WLG 035 von innen anbringen Dachterrasse: Dämmung vom oben mit 16 cm WLS 024
U-Wert Bestand	0,18 und 2,83/1,30 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,12/0,13 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	3,493 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	13,945 %
Energieeinsparung	10.743 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	14,37 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	4,8 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme Dachschräge ausgebaut	50,0 €/m ²
Spezifische Kosten der Maßnahme Dachschräge unausgebaut	140,0 €/m ²
Spezifische Kosten der Maßnahme Terrasse	150,0 €/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	14.262 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	1.144 €/a
	=
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	22.880 €
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten (siehe oben)	14.262 €
Sowiesokosten 1)	0 €
verbleibende Mehrkosten	14.262 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,00%
Finanzierungslaufzeit	20 a
	x
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	1.144 €/a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	22.880 €
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 763 €/a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	1.420 €/a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	657 €/a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	186 %



Enthaltene Leistungen	Einbau Zellulosedämmung Innendämmung incl. Einbau von Folien und Klebebändern durch Fachfirma Alten Terrassenbelag entfernen Dämmung des Flachdachs Dachabdichtung
Nicht enthaltene Leistungen	Anpassung Terrassentür Erneuerung Geländer und Terrassenbe- lag Ausbildung Attika
Leistungen die in Sowiesokosten berück- sichtigt wurden	keine

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den oben genannten Voraussetzungen und aufgrund der errechneten Energieeinsparung 186 % des eingesetzten Kapitals. Die Maßnahme ist unter den genannten Voraussetzungen wirtschaftlich.

Hinweis: in der Berechnung wurden die Kosten für den Kauf und den Einbau des Dämmmaterials durch eine Fachfirma berücksichtigt. Das vorhanden Dämmmaterial und die OSB Platten wurden rechnerisch nicht berücksichtigt

5 Vergleich von Anlagen zur Wärmeerzeugung

Da sich im Gemeindehaus selbst keine Heizungsanlage befindet, wird kein Kesselaustausch im Gemeindehaus selbst untersucht. Das Gemeindehaus wird über eine Nahwärmeleitung vom benachbarten Kindergarten versorgt. Im Rahmen dieses Gutachtens wird ein Austausch der Kesselanlage im Kindergarten betrachtet. Allerdings stehen hier keine genauen Berechnungen der Heizlast des Kindergartens zur Verfügung. Es wurde auf das vereinfachte Verfahren nach DIN 12831/2 zurückgegriffen, indem die Heizlast aus den Jahresendenergieverbrauchsdaten abgeschätzt wurde. Die Aufteilung des Gesamtverbrauchs erfolgt wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben nach der Bedarfsberechnung mit Hilfe des Monatsbilanzverfahrens für das Gemeindehaus, der übrige Endenergieverbrauch entfällt dann auf den Kindergarten.



Da im Kindergarten selbst keine Begehungen stattgefunden haben, können hier keine genauen Berechnungen zu den Anlagenverlusten der Heizung und der Warmwasserbereitung getroffen werden. Lediglich die Anlagenverluste aufgrund des Kesselaustauschs (Erzeugungsverluste) können hier bilanziert werden. Speicherverluste, Verluste der Warmwasserbereitung (hier sind Trinkwasserspeicher vorhanden), Verteil- und Übergabeverluste im Kindergarten können nicht bilanziert werden und wurden hier über die Verbrauchswerte berücksichtigt (sind also in der verrauchten Endenergie des Kindergartens bereits enthalten).



Allgemeine Hinweise:

- Die Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt noch keine zinsverbilligten Darlehen (hierzu siehe auch Abschnitt 10).
- Die Heizvarianten wurden auf Basis einer vollständigen Dämmung der Gebäudehülle des Gemeindehauses und des IST-Zustandes des Kindergartens berechnet (Varianten 1-4).
- Es wurde lediglich der Austausch des Heizkessels betrachtet
- Es wurden keine Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle oder Maßnahmen an der Warmwasserbereitung des Kindergartens berücksichtigt (hier separates Energiegutachten notwendig)

Hinweis:

Bei Nichtwohngebäuden ist das Erneuerbare Wärme Gesetz (EWärmeG Baden-Württemberg) nicht anzuwenden. Auch das EEWärmeG des Bundes kommt hier nicht zu Anwendung, da es sich nicht um ein Gebäude der öffentlichen Hand handelt.

Legende zu den folgenden Tabellen

- Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang.
- Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. MwSt.
- Berücksichtigte Energiepreise: Preis Erdöl (Arbeitspreis) 9,00 Ct/kWh. Jährliche Energiepreissteigerung nach Ansatz der Erzdiözese: 3%

Die genauen Randbedingungen zur Wirtschaftlichkeit sind jeweils in den Berechnungsblättern im Anhang angegeben.

5.1 Details zur neuen Heizungsanlage:

Berücksichtigt wurden:

- Tausch des Heizkessels im Kindergarten (siehe Variante 6-8)
- Beibehaltung der elektrischen Warmwasserbereitung im Gemeindehaus
- Mehrverbrauch Hilfsenergie für Pelletsförderung (siehe Variante 8)
- Regelung (Vor-Rücklauf, Absenkbetrieb)
- hydraulischer Abgleich des Heizsystems für das Gemeindehaus
- Dämmung der Rohrleitungen im Gemeindehaus
- Pumpenaustausch für die Nahwärmeleitung und die Unterverteilung im Gemeindehaus (Hilfsenergie)

Nicht berücksichtigt wurden:

- Untersuchung der Warmwasserbereitung im Kindergarten (hier evtl. Solarthermie möglich)
- Hilfsenergie im Kindergarten (Warmwasser, Pumpen)

Heizlastberechnung	Ist-Zustand Gemeindehaus und KITA ungedämmt	Gedämmtes Gemeindehaus (Variante 5) und KITA ungedämmt
Nettoheizlast	36,62	14,30
Aufheizlast	5,62	5,62
Heizlast gesamtes Gemeindehaus	42,23	19,92
Heizlast KIGA nach DIN 12831/2	22,0	22,0
Summe	64,2	41,92
Vergleich mit Heizlast aus Gesamtverbrauch	69,24	42,21
Nennwärmeleistung Heizungsanlage	70 vorhanden	Gewählt 45 KW

Hinweis: Die Heizlastberechnung ersetzt nicht die genaue Fachplanung durch den Heizungsfachbetrieb. Beim Heizungsaustausch müssen eine möglichst niedrige Heizkurve und angepasste Absenkezeiten für Nacht und Wochenende eingestellt werden. Die Dämmung der Leitungen im Heizraum sollten die Mindestwerte der EnEV übersteigen. Der hydraulische Abgleich sollte auch für das Leitungsnetz im Kindergarten vorgenommen werden. Eine Untersuchung der Warmwasserbereitung durch Solarthermie ist zu empfehlen. Nach in Augenscheinnahme des Kindergartens von außen ist nach ersten Einschätzungen ohne große Probleme machbar.



Südansicht



Heizzentrale im EG

5.1.1 Heizvariante 1 (Basisvariante): Niedertemperaturkessel

- Deckung des Heizwärmebedarfs (ohne Warmwasser KIGA) über einen Öl-Niedertemperaturkessel, witterungsgeführte Regelung. Die Kesselauslegung ergibt sich aus der Leistungsermittlung in Abschnitt 5.1.
- Einbau geregelter Hocheffizienzpumpen, Dämmung der zugänglichen Leitungen nach EnEV; hydraulischer Abgleich der Heizverteilung, elektronische Regelungseinheit
- Enthalten in den Schätzkosten sind Kesselkosten, Montage sowie Kosten für den hydraulischen Abgleich, Hocheffizienzpumpe und die Dämmung der zugänglichen Leitungen

	Wärmeerzeuger 1	Wärmeerzeuger 2
Bauart	NT-Kessel	
Energieträger	Erdöl	
Leistung thermisch	45	
Leistung elektrisch		
Versorgte Bereiche	Kindergarten und Gemeindehaus	
Standort	Kindergarten EG	
Energie- und CO₂-Bilanz		
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	19,40	t/a
Energieeinsparung ¹⁾	56.066	kWh/a
Finanzierung		
Gesamtkosten	12.030 €	
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,0%	%
Finanzierungslaufzeit	20	a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	965 €/a	
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	19.300 €	
Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)	944 €/a	
Jährliche Verbrauchskosten	+	7.766 €/a
Jährliche Betriebskosten	+	130 €/a
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreiserhöhung)	+	2.871 €/a
Jährliche Gesamtkosten	=	11.711 €/a
Kostenrelation zur Basisvariante	100%	

5.1.2 Heizvariante 2 : Brennwertgerät

- Deckung des Heizwärmebedarfs (ohne Warmwasser KIGA) über ein neues Brennwertgerät, witterungsgeführte Regelung, , Senkung Heizkurve auf VL 65 / RL 50. Die Kesselauslegung ergibt sich aus der Leistungsermittlung in Abschnitt 5.1.
- Einbau geregelter Hocheffizienzpumpen, Dämmung der zugänglichen Leitungen nach EnEV; hydraulischer Abgleich der Heizverteilung, (elektronische Regelungseinheit)
- Enthalten in den Schätzkosten sind Brennwertgerät, Montage, Schornsteinsanierung sowie Kosten für den hydraulischen Abgleich, Hocheffizienzpumpe und die Dämmung der zugänglichen Leitungen

Hinweis: Der Brennwertnutzen tritt nur bei niedrigen Rücklauftemperaturen ein. Deshalb muss unbedingt ein hydraulischer Abgleich vorgenommen werden; die notwendigen Stellventile sind ggf. nachzurüsten.


	Wärmeerzeuger 1	Wärmeerzeuger 2
Bauart	BW-Kessel	
Energieträger	Erdöl	
Leistung thermisch	45	
Leistung elektrisch		
Versorgte Bereiche	Kindergarten und Gemeindehaus	
Standort	Kindergarten	
Energie- und CO₂-Bilanz		
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	19,57	t/a
Energieeinsparung ¹⁾	60.098	kWh/a
Finanzierung		
Gesamtkosten		15.630 €
Finanzierungszinssatz (eff.)		5,0% %
Finanzierungslaufzeit		20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit		1.254 €/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)		25.080 €
Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)		1.235 €/a
	+	
Jährliche Verbrauchskosten		7.402 €/a
	+	
Jährliche Betriebskosten		187 €/a
	+	
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreissteigerung)		3.745 €/a
	=	
Jährliche Gesamtkosten		12.569 €/a
Kostenrelation zur Basisvariante		93%

5.1.3 Heizvariante 3: Holzpellettheizung

Der vorhandene Ölkessel wird gegen einen Pelletkessel ausgetauscht. Der Einbau eines Pufferspeichers ist vorgesehen. Die alten Erdöltanks werden demontiert und entsorgt. Als Lagerung für die benötigten Pellets wird ein Sacksilo mit einem Fassungsvermögen von ca. 10 Tonnen ehemaligen Tankraum aufgestellt. Das Sacksilo wird direkt mit dem Pelletkessel im Heizungsraum verbunden. Die Befüllung des Erdtanks kann problemlos über den Tankwagen von der Straße her erfolgen (die maximale Leitungslänge des Tankwagenschlauchs liegt bei 30 Metern)

- Deckung des Heizwärmebedarfs (ohne Warmwasser KIGA) über eine Pellettheizung mit Pufferspeicher, witterungsgeführte Regelung. Die Kesselauslegung ergibt sich aus der Leistungsermittlung in Abschnitt 5.1.
- Einbau geregelter Hocheffizienzpumpen, Dämmung der zugänglichen Leitungen nach EnEV; hydraulischer Abgleich der Heizverteilung, (elektronische Regelungseinheit)
- Enthalten in den Schätzkosten sind Demontage des alten Kessels, Entsorgung des Öltanks, Montage des Pelletkessel, Sacksilo, Förderschnecke, Pufferspeicher (ca. 1.350 Liter), Einbindung, Schornsteinsanierung und Montage sowie Kosten für die Hocheffizienzpumpe und die Dämmung der zugänglichen Leitungen

Daten des Pelletlagers:

Standort Lager	Sacksilo im ehem. Tankraum (Beispiel)
	 <p>Foto Quelle: Saxil</p>
Vorhandene nutzbare Lagerfläche Tankraum [m ²]	ca. 12
Abmessungen Tankraum [m]	Unbekannt, Höhe ca. 2,20 m
Lagervolumen Sacksilo [m ³]	16,80
möglicher Brennstoffvorrat [Tonnen]	Gewählter Typ: Sacksilo mit ca.10 t Abmessungen individuelle anpassbar z.B. mit



	flexiblen Gewebesilos der Firma AVS-Silos Jahresbedarf 22 t
Lagervorrat bei Vollastbetrieb erschöpft nach [Tagen]	Theoretisch erschöpft nach 746Tagen

	Wärmeerzeuger 1	Wärmeerzeuger 2
Bauart	Pelletkessel	
Energieträger	Holzpellets	
Leistung thermisch	45	
Leistung elektrisch		
Versorgte Bereiche	Kindergarten und Gemeindehaus	
Standort	Kindergarten EG	
Energie- und CO₂-Bilanz		
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	42.129	t/a
Energieeinsparung ¹⁾	36.893	kWh/a
Finanzierung		
Gesamtkosten		24.253 €
Finanzierungszinssatz (eff.)		5,0%
Finanzierungslaufzeit		20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit		1.946 €/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)		38.920 €
Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)		2.630 €/a
	+	
Jährliche Verbrauchskosten		6.364 €/a
	+	
Jährliche Betriebskosten		503 €/a
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreissteigerung)		2.471 €/a
	=	
Jährliche Gesamtkosten		11.967 €/a
Kostenrelation zur Basisvariante		102%

6 Photovoltaik

Da die Dachfläche im Süd/Südost zu klein für eine PV Anlagen ist, wird die Installation einer PV Anlage auf dem West/Südwestdach untersucht.



Süd/Südost Dach zu klein



PV Anlage auf West/Südwestdach

Solarertrag:

Es wurde ein Ertrag von 874 kWh/kWp*a ermittelt. Dabei wurden unter Anderem folgende Faktoren berücksichtigt:

- Modulneigung
- Modulausrichtung
- Geographischer Standort

Ergebnis:

Es wird bei der folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung davon ausgegangen, dass der erzeugte Strom zu 90 % ins öffentliche Stromnetz gespeist wird und zu 10 % direkt verbraucht wird.

Nach der derzeit gültigen Regelung im EEG (Erneuerbare-Energie-Gesetz) liegen die Vergütungssätze für eingespeisten Strom aus Photovoltaikanlagen aktuell bei 15,92 Ct/kWh für die ersten 10 kWp und bei 15,10 Ct/kWh (Stand: 4/2013). Für die Berechnung des zukünftigen Ertrages wurde ein Vergütungssatz von 15,57 Ct/kWh für Mai 2013 angesetzt (abgeschätzte Degression gegenüber April von 2,2% - ist ab 11/2012 abhängig vom Anlagenzubau). Eine Verschattung durch Bäume wurde nicht berücksichtigt.

Grunddaten	
Dachneigung	49 °
Dachausrichtung	65 °
Modulneigung	49 °
Modulausrichtung	65 °
Abweichung von Südausrichtung	65 °



Nennleistung	4,3 kWp
Modulfläche	34,4 m ²
Finanzierung	
Investitionskosten pro kWp (netto)	2.220 €/kWp
Investitionskosten gesamt	9.546 €
Finanzierungszinssatz (eff.)	5 %
Finanzierungslaufzeit	20 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit (1)	921 €/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	14.555 €
CO₂-Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emission pro Jahr	2,46 t/a
Einsparung CO ₂ -Emission nach 20 Jahren	49,12 t
Wirtschaftlichkeit	
Spezifischer Stromertrag	874 kWh/kWp*a
Stromertrag	3.758 kWh/ a
Stromeinspeisung (hier: 90%)	3.382 kWh/a
Einspeisevergütung (nach EEG, s.o.)	0,1557 €/a
Eigenverbrauch direkt vor Ort (10%)	376 kWh/a
Stromkosteneinsparung (incl. 3% Preissteigerung über 20 Jahre)	200,10 kWh/a
Kapitalkosten (1)	728 €/a
Durchschnittliche Kosten für Betrieb / Wartung	193 €/a
Jahreskostenbilanz	- 203 €/a
Erlös nach 20 Jahren	-4.053 €

Angegeben sind Netto-Kosten ohne Umsatzsteuer. Der Betrieb einer Photovoltaikanlage durch eine Kirchengemeinde ist ein Betrieb gewerblicher Art (BgA), wenn der produzierte Strom gegen Entgelt an einen Stromversorger verkauft wird. Bei Verzicht auf die Kleinunternehmerregelung kann die Kirchengemeinde die Umsatzsteuer erstattet bekommen.

Der Anlagenbetrieb ist unter den genannten Randbedingungen nicht wirtschaftlich.

Zu beachten ist, dass die Wirtschaftlichkeit durch folgende Aspekte verbessert werden kann:

- eine höhere Eigenverbrauchsquote und damit eine Steigerung der vermiedenen Strombezugskosten als oben angenommen
- geringere Finanzierungslaufzeit
- fallenden Anlagenpreise

7 Möglichkeiten zur Stromeinsparung

7.1 Beleuchtung

Es sind verschiedene Leuchtmittel im Einsatz:

Im den Gemeineräumen im Erdgeschoss sind überwiegend Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten eingebaut. Im Flur sind Halogenlampen vorhanden. In den Wohnräumen des Diakons im ersten Obergeschoss herrschen Energiesparlampen vor. In den Büroräumen im Dachgeschoss sind Leuchtstofflampen mit KVG, eine Schreibtischlampe mit Energiesparbirne und Halogenlampen vorhanden.

Maßnahmen zur Stromeinsparung sind:

- Ersatz aller Halogenlampen gegen LED-Lampen
- Konventionelle Vorschaltgeräte der Leuchtstoffröhren gegen elektronisch Vorschaltgeräte ersetzen
- Lichtschalter in den Gemeinderäumen beschriften

Das Einsparpotential liegt bei rund 30 % gegenüber dem bisherigen Energiebedarf für die Beleuchtung.



7.2 Sonstige Stromverbraucher

Vorhanden Verbraucher in den Gemeinderäumen:

Küche (Benutzung 4-5 Mal im Jahr):

- Spülmaschine (am Kaltwasser angeschlossen)
- Cerankochfeld
- Ofen
- Kühlschrank
- Mikrowelle

Kleiner Gruppenraum:

- Kopierer (kein Stand-by, da über Schalter vom Netz getrennt- Strommessung vor Ort ergaben 0 Watt)

Folgende Haushaltsgeräte sind im Wohnbereich vorhanden:

In der Küche:

- Geschirrspüler
- Kühlschrank
- Mikrowelle
- Kaffemaschine
- Backofen

In der Abstellkammer:

- Kühlschrank



Im Bad:

- Waschmaschine (am Kaltwasser angeschlossen)
- Trockner
- Heizstrahler (häufig im Gebrauch)



Wohnzimmer

- Flachbildfernseher (kein Stand-by, da abschaltbare in Steckerleiste)
- Musikanlage (kein Stand-by, da abschaltbare in Steckerleiste)



Folgende Bürogeräte sind vorhanden:

- Laptop (kein Stand-by, da abschaltbare in Steckerleiste)
- PC & Flachbildmonitor (kein Stand-by, da abschaltbare in Steckerleiste)
- Druck- und Faxgerät
- Fernseher (bei Nichtgebrauch ausgesteckt)



Büroarbeitsplatz im DG



Steckerleiste für Laptop, PC & Monitor

Maßnahmen zur Stromeinsparung sind:

- Energiesparmodus an allen PCs einstellen
- Monitore auch bei kleinen Pausen abschalten

Für die Küchen gilt:

- Kühlschrank bei längerer Abwesenheit abschalten
- Geschirrspüler immer ganz füllen
- Kaffeemaschine nur bei Bedarf einschalten, sonst ganz ausstecken (oder auch über Steckerleiste)

Für dem Wohnbereich gilt:

- Einsatz des Heizstrahlers, wenn möglich reduzieren

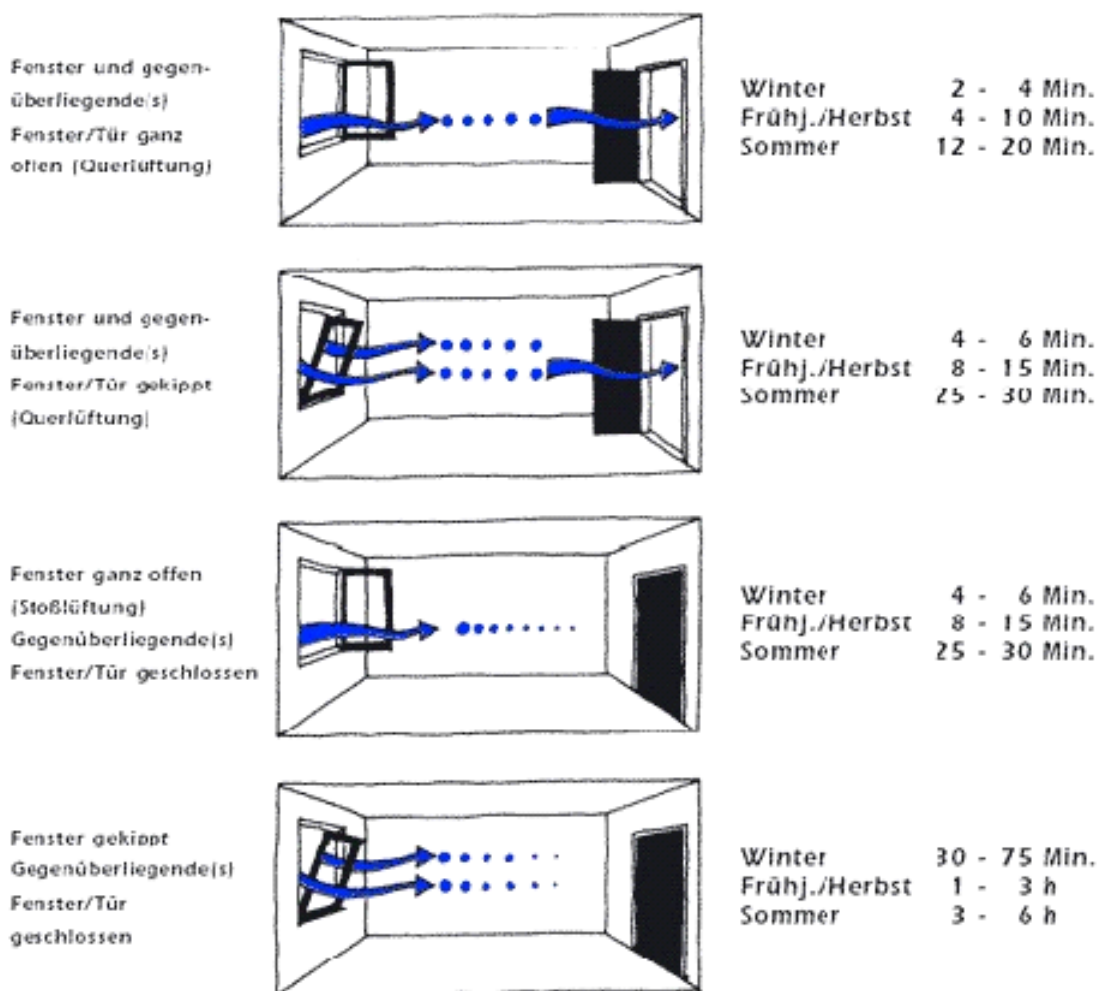
Allgemein:

- Bei Neuanschaffung von Haushalts- bzw. Bürogeräten ist auf die Energieeffizienz zu achten. Eine Broschüre über besonders stromsparende Haushaltsgeräte findet man auf der Internetseite www.kliba-heidelberg.de unter Service/Infobroschüren. Hilfe bei der Auswahl der geeigneten Geräte gibt das Energie-Effizienz-Label (Euro-Label) und auch das Gütesiegel „blauer Engel“. Das Einsparpotential eines sparsamen Gerätes gegenüber dem Durchschnitt beträgt je nach Art des Haushaltsgerätes zwischen 15 und 20 %.

8 Lüftung

Die Lüftung des Pfarrhauses erfolgte durch Fensterlüftung. Hier können durch Änderung des Nutzerverhaltens die Lüftungsverluste reduziert werden.

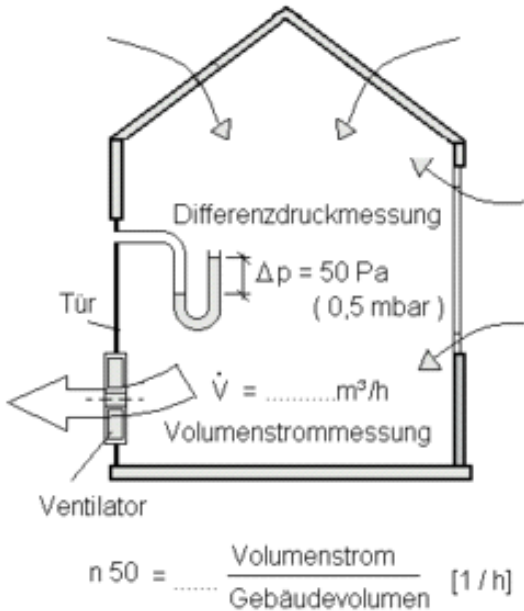
Die Fenster sollten ganz geöffnet werden, um die verbrauchte und feuchte Raumluft auszutauschen. Dauerhaft gekippte Fenster sind zu vermeiden. Die Heizkörper sind während des Lüftens abzdrehen. So reduzieren sich die Lüftungsverluste.



Nach Einbau der neuen Fenster ist auf ausreichenden Luftwechsel zu achten.

In diesem Fall muss häufiger bzw. länger gelüftet werden, da die neuen Fenster dichter als die alten sind.

Nach Durchführung der Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle ist ein Blower-Door-Test empfehlenswert, um die Luftdichtigkeit zu überprüfen. Mit Hilfe dieses Qualitätssicherungsinstrumentes kann gezielt an undichten Stellen nachgebessert werden.



Die Türen zum Treppenhaus und zum Keller sollten stets geschlossen sein, um beheizten und unbeheizten Bereich im Haus zu trennen. Im Keller selbst sollte im Sommer nur dann gelüftet werden, wenn die Außenluft kühler und damit auch weniger feucht ist als die Innenluft (Abendstunden).

Die Türen im Dachgeschoss zu den unbeheizten Dachräumen sollten mit einer Dichtungslippe versehen werden. Nach Dämmung des Gebäudes und unter Berücksichtigung der genannten Maßnahmen, kann auf eine Lüftungsanlage verzichtet werden.

Hinweis für den Planer zur DIN 1946-6:

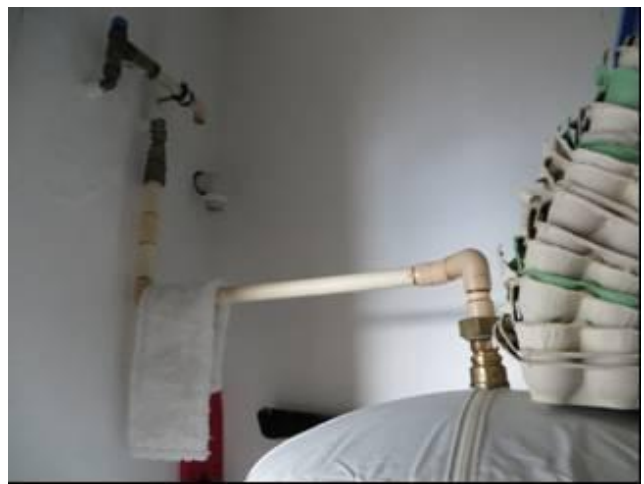
Die DIN 1946-6 fordert für Wohngebäude unter bestimmten Randbedingungen die Erstellung eines Lüftungskonzeptes. Diese Randbedingungen sind unter Anderem der Gebäudetyp, der Typ der Nutzungseinheit (ein- / mehrgeschossig), die Wohnfläche und das Volumen, die Gebäudelage, der Wärmeschutz und weitere Gebäudedaten. Mit Hilfe dieser Daten wird der notwendige Luftwechsel mit dem durch Undichtigkeiten im Gebäude ohnehin vorhandenen Luftwechsel verglichen. Wird der notwendige Luftwechsel durch die Undichtigkeiten im Gebäude nicht erreicht, so muss ein Lüftungskonzept für das Gebäude erstellt werden. Der mit der Sanierungsumsetzung beauftragte Planer sollte bei der Sanierung des Gebäudes diese DIN-Norm berücksichtigen.

9 Organisatorische und geringinvestive Maßnahmen

Geringinvestive Maßnahmen bei Heizungsanlage, Heizungsverteilung, Wärmeübergabe, Warmwasserbereitung, und Gebäudehülle sind in den Maßnahmen der Abschnitte 5 und enthalten.

Insbesondere handelt es sich um:

- Dämmung der zugänglichen Rohrleitungen im Kellergeschoss
- Hydraulischer Abgleich des Leitungssystems
- Einbau Hocheffizienzpumpen
- Dämmung der Warmwasserleitung im Wohnbereich zwischen Speicher und Küche/Bad



Weitere geringinvestive Maßnahmen an der Gebäudehülle bzw. an einzelnen Bauteilen:

- Dämmung von Rollladenkästen z. B. mit biegsamen Dämmmaterialien, die in den Rollladenkästen nachträglich eingebracht werden können
- Anbringen von automatisch schließender Dichtungslippen an den Türen zum Treppenhaus und zum Keller, sowie an Türen im Dachgeschoss (zu unbeheizten Räumen)



10 Förderung und Finanzierung

Im Folgenden werden ausschließlich die Förderprogramme beschrieben, die für die vorgeschlagenen Maßnahmen von Interesse sind. Ein Rechtsanspruch auf Förderung besteht in keinem Fall. Änderungen der Richtlinien der Förderprogramme oder der Randbedingungen zum Zeitpunkt der Umsetzung der Maßnahmen können die Förderhöhe beeinflussen oder auch zum Wegfall der Förderung führen.

Klimaschutz-Plus Baden-Württemberg

Förderprogramm	Allgemeines CO ₂ Minderungsprogramm
Förderart	Zuschuss
Antragstellung bei	Klimaschutz- und Energieagentur Ba-Wü (KEA)
Antragsfrist	Bis 31.07.2013, wird erfahrungsgemäß jedes Jahr neu aufgelegt
Geförderte Maßnahmen	Bauliche und technische Maßnahmen bei Nichtwohngebäuden
Förderhöhe	bis 15% der Investition, Erhöhung des max. Förderbetrags möglich: um 15 % bei Unterschreitung der ENEV um 30%, um 15 % bei hydraulischem Abgleich und hocheffizienzpumpe
Voraussetzungen	Mindestanforderungen siehe Programm <i>Hinweis: Keine Kombination mit KfW Krediten möglich!</i>
Mehr Informationen	www.klimaschutz-plus.baden-wuerttemberg.de

Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien

Förderprogramm	Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien
Förderart	Zuschuss
Antragstellung bei	BAFA, Eschborn
Geförderte Maßnahmen	Solarkollektoranlagen, Biomassefeuerungen, Wärmepumpen
Förderhöhe	Je nach Energieträger verschieden z.B. Basisförderung Pelletkessel: 36 €/kW
Voraussetzungen	Technische Mindestanforderungen (Jahresertrag, Wirkungsgrad)
Mehr Informationen	www.bafa.de



Nationale Klimaschutz-Initiative Baden-Württemberg

Förderprogramm	Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung
Förderart	Zuschuss
Antragstellung bei	Klimaschutz- und Energieagentur Ba-Wü (KEA)
Antragsfrist	Ab 01.01.2013
Geförderte Maßnahmen	Einbau von LED Technik, Einbau von Steuer- und Regelungstechnik bei der Sanierung von Innenbeleuchtung, Sanierung und Nachrüstung von RLT-Anlagen
Förderhöhe	bis 25% der Investition
Voraussetzungen	Mindestanforderungen siehe Programm
Mehr Informationen	www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen

Zusätzlich zu den Zuschussprogrammen gibt es die Möglichkeit zinsverbilligte Darlehen bei der KfW-Bank zu beantragen.

- KfW Erneuerbare Energien (Standard)
- KfW Energieeffizient Sanieren Kommunen (Programm 218): Kredite für die energetische Sanierung kommunaler Gebäude zum KfW-Effizienzhaus 55, 70, 85, 100 oder Effizienzhaus Denkmal, auch für Einzelmaßnahmen; bis zu 500 Euro pro m² plus Tilgungszuschuss je nach erreichtem Standard.
- KfW- Energetische Stadtsanierung (Programm 201) Energieeffiziente Quartiersversorgung: Energieeffizienz der kommunalen Versorgungssysteme - Wärme, Wasser und Abwasser nachhaltig verbessern, d.h. unter anderem Förderung des Neubaus eines Wärmenetzes.
- KfW-Investitionskredit Kommunen (Programm 208): fördert Investitionen in kommunale und soziale Infrastruktur, in wohnwirtschaftliche Projekte sowie den Erwerb von Unternehmensbeteiligungen im Infrastrukturbereich z.B. kommunale Gebäude modernisieren, Energie einsparen, betriebliche Infrastruktur auf- und ausbauen etc.



11 Anhang

Im Anhang sind folgende Unterlagen zusammengefasst

- Tabellenblatt „Zusammenfassung“ aus Ergebnisblatt für kirchliche Gutachten
- Bauteilübersicht mit U-Werten
- Ergebnisblätter der Wärmebedarfsberechnung (Heizwärme, Endenergie, Primärenergie)
- Bewertungskriterien für die Maßnahmenempfehlungen
- Berechnungsblätter zum Vergleich der Heizanlagenvarianten
- Ergebnisblätter der Heizlastberechnung (je untersuchtem Gebäude)
- Berechnungsblätter Jahreskosten der Heizanlagenvarianten
- Ergebnisblatt für Wirtschaftlichkeit Photovoltaik
- Glossar
- Informationen zu Förderung und Finanzierung



11.1 Zusammenfassung (Ergebnisblatt für kirchliche Gutachten)

Ergebnisblatt Energie-Gutachten

Gutachten-Nr.	Nr.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	E	
Kirchengemeinde:					KG-Nr.	<input type="text"/>
PLZ	76646					
Ort	Bruchsal-Heidelsheim/Helmsheim					
Gutachter	Kerstin Gattmer				Nr.	68
Datum Fertigstellung Gutachten	<input type="text"/>					

Ist-Zustand

	1	2	3	4	5	6	7	8
Gebäudefname	Gemeindehaus Helmsheim	Kindergarten Sonnenschein						
Baujahr	1930	1930						
Endenergiebedarf gesamt (inkl. WW)	74.740	63.740						
CO ₂ -Emissionen [t/a]	25	20						
Energiebezugsfläche [m ²]	468	480						
Raumvolumen [m ³]								
Kennwert Endenergie [kWh/m ² a]	160	133						

Summe Endenergiebedarf gesamt (inkl. WW) aller Gebäude	138480	kWh/a
Summe CO ₂ -Emissionen aller Gebäude	45.498	t/a
Summe Raumvolumen (aller Kirchen)		m ³
Summe Energiebezugsfläche (aller Gebäudetypen exkl. Kirchen)	948	m ²

Sanierung

Untersuchte Maßnahmen an der Gebäudehülle

	1	2	3	4	5	6	7	8
Gebäudefname	Gemeindehaus Helmsheim	Kindergarten Sonnenschein						
Dach	x							
Außenwände	x							
Innenwände								
Kellerdecke	x							
Fußboden								
OG-Decke								
Sonstige								
Fenster und/oder Türen	o							

x: Maßnahme wird empfohlen o: Maßnahme wird eingeschränkt empfohlen -: Maßnahme wird nicht empfohlen

empfohlene Heizvarianten

	Wärmeerzeuger 1	Wärmeerzeuger 2	Wärmeerzeuger 3	Wärmeerzeuger 4
Heizvariantenvergleich 1	Pellet/Hackschnitzkessel	0	0	0
Energieträger	Holzpellets	0	0	0
Heizvariantenvergleich 2				
Energieträger				
Heizvariantenvergleich 3				
Energieträger				

Summen Maßnahmen

	Energie-einsparung [kWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t/a]	Investitionskosten [Euro]
empfohlene Maßnahmen an der Gebäudehülle	37.672	12	68.653
in %	27%	27%	
empfohlene Heizvarianten (Gebäudehülle sanierter Zustand *)	36.893	42	24.253
in %	27%	93%	
sonstige Maßnahmen (Wärmeversorgung)	0	0	0
in %			
Photovoltaik	Stromeinspeisung		
Nennleistung	4,3 kW	3.758	2
Summe Investitionskosten			102.452

*) Zustand der Gebäudehülle auf deren Grundlage die Berechnungen für den Heizvariantenvergleich durchgeführt wurden

11.2 Bauteilübersicht mit U-Werten

Boden gegen Keller/unbeheizten Raum

Ist-Zustand	Kellerdecke	U-Wert: 1,20 W/m²K
-------------	-------------	--------------------

Wand gegen Außenluft

Ist-Zustand	Wand NW Ausr.: NW	U-Wert: 1,06 W/m²K
-------------	----------------------	--------------------

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Kastenfenster NW Ausr.: NW	U-Wert: 2,70 W/m²K
-------------	-------------------------------	--------------------

Ist-Zustand	Fenster 1993 NW Ausr.: NW	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

Ist-Zustand	Fenster 2006 NW Ausr.: NW	U-Wert: 1,80 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

Rollladenkasten

Ist-Zustand	Rollladenkasten NW Ausr.: NW	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	---------------------------------	--------------------

Heizkörpernische

Ist-Zustand	HKN NW Ausr.: NW	U-Wert: 1,64 W/m²K
-------------	---------------------	--------------------

Wand gegen Außenluft

Ist-Zustand	Wand NO Ausr.: NO	U-Wert: 1,06 W/m²K
-------------	----------------------	--------------------

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Kastenfenster NO Ausr.: NO	U-Wert: 2,70 W/m²K
-------------	-------------------------------	--------------------

Ist-Zustand	Fenster 1993 NO Ausr.: NO	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

Rollladenkasten

Ist-Zustand	Rollladenkasten NO Ausr.: NO	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	---------------------------------	--------------------

Heizkörpernische

Ist-Zustand	HKN NO Ausr.: NO	U-Wert: 1,64 W/m²K
-------------	---------------------	--------------------

Tür (nach außen)

Ist-Zustand	Eingang Wohnung Ausr.: NO	U-Wert: 3,50 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

**Wand gegen Außenluft**

Ist-Zustand	Wand SO Ausr.: SO	U-Wert: 1,06 W/m²K
-------------	----------------------	--------------------

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Kastenfenster SO Ausr.: SO	U-Wert: 2,70 W/m²K
-------------	-------------------------------	--------------------

Ist-Zustand	Fenster 1993 SO Ausr.: SO	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

Rolladenkasten

Ist-Zustand	Rolladenkasten SO Ausr.: SO	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	--------------------------------	--------------------

Heizkörpernische

Ist-Zustand	HKN SO Ausr.: SO	U-Wert: 1,64 W/m²K
-------------	---------------------	--------------------

Tür (nach außen)

Ist-Zustand	Hintereingang Ausr.: SO	U-Wert: 3,50 W/m²K
-------------	----------------------------	--------------------

Wand gegen Außenluft

Ist-Zustand	Wand SW Ausr.: SW	U-Wert: 1,06 W/m²K
-------------	----------------------	--------------------

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Kastenfenster Sw Ausr.: SW	U-Wert: 2,70 W/m²K
-------------	-------------------------------	--------------------

Ist-Zustand	Fenster 1993 SW Ausr.: SW	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	------------------------------	--------------------

Rolladenkasten

Ist-Zustand	Rolladenkasten SW Ausr.: SW	U-Wert: 3,00 W/m²K
-------------	--------------------------------	--------------------

Heizkörpernische

Ist-Zustand	HKN SW Ausr.: SW	U-Wert: 1,64 W/m²K
-------------	---------------------	--------------------

Tür (nach außen)

Ist-Zustand	Eingangstür GZ Ausr.: SW	U-Wert: 3,50 W/m²K
-------------	-----------------------------	--------------------



Dach

Ist-Zustand	Dach NW	U-Wert: 2,83 W/m²K	
	<p>U-Wert = 2,83 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <p>A Sparren 13,9%</p> <p>1 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)</p> <p>B Gefach 86,1%</p> <p>1 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>2 stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)</p>	<p>Schichtdicke s (cm)</p> <p>2,00</p> <p>12,00</p>	<p>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</p> <p>0,130</p> <p>0,130</p>
	Gesamtdicke : 14,00 cm		
Ist-Zustand	Dach NO ausgebaut	U-Wert: 0,18 W/m²K	
	<p>U-Wert = 0,18 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <p>A Sparren 13,9%</p> <p>1 Gipskartonplatten (DIN 18180)</p> <p>2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)</p> <p>3 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)</p> <p>B Gefach 86,1%</p> <p>1 Gipskartonplatten (DIN 18180)</p> <p>2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)</p> <p>3 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>4 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)</p>	<p>Schichtdicke s (cm)</p> <p>2,00</p> <p>18,00</p> <p>2,00</p> <p>12,00</p>	<p>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</p> <p>0,250</p> <p>0,035</p> <p>0,130</p> <p>0,130</p>
	Gesamtdicke : 34,00 cm		

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Dachfenster NO	U-Wert: 1,80 W/m²K
	Ausr.: NO	

Dach

Ist-Zustand	Dach NO	U-Wert: 2,83 W/m²K	
	<p>U-Wert = 2,83 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <p>A Sparren 13,9%</p> <p>1 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)</p> <p>B Gefach 86,1%</p> <p>1 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>2 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)</p>	<p>Schichtdicke s (cm)</p> <p>2,00</p> <p>12,00</p>	<p>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</p> <p>0,130</p> <p>0,130</p>
	Gesamtdicke : 14,00 cm		
Ist-Zustand	Dach NO original (TH)	U-Wert: 2,40 W/m²K	
	Ausr.: NO		

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Dachfenster TH	U-Wert: 5,00 W/m²K
	Ausr.: NO	

Dach

Ist-Zustand	Dach SO ausgebaut	U-Wert: 0,18 W/m²K	
	<p>U-Wert = 0,18 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <p>A Sparren 13,9%</p> <p>1 Gipskartonplatten (DIN 18180)</p> <p>2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)</p> <p>3 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)</p> <p>B Gefach 86,1%</p> <p>1 Gipskartonplatten (DIN 18180)</p> <p>2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)</p> <p>3 OSB-Platten (DIN 12524)</p> <p>4 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)</p>	<p>Schichtdicke s (cm)</p> <p>2,00</p> <p>18,00</p> <p>2,00</p> <p>12,00</p>	<p>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</p> <p>0,250</p> <p>0,035</p> <p>0,130</p> <p>0,130</p>
	Gesamtdicke : 34,00 cm		

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Dachfenster SO	U-Wert: 1,80 W/m²K
Ausr.: SO		


Dach

Ist-Zustand	Dach SW ausgebaut	U-Wert: 0,18 W/m²K																				
	U-Wert = 0,18 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen A Sparren 13,9% 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 3 OSB-Platten (DIN 12524) 4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) B Gefach 86,1% 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 3 OSB-Platten (DIN 12524) 4 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,00</td><td>0,250</td></tr> <tr><td>18,00</td><td>0,035</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>12,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,250</td></tr> <tr><td>18,00</td><td>0,035</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>12,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td colspan="2">Gesamtdicke : 34,00 cm</td></tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	2,00	0,250	18,00	0,035	2,00	0,130	12,00	0,130	2,00	0,250	18,00	0,035	2,00	0,130	12,00	0,000	Gesamtdicke : 34,00 cm	
	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)																				
2,00	0,250																					
18,00	0,035																					
2,00	0,130																					
12,00	0,130																					
2,00	0,250																					
18,00	0,035																					
2,00	0,130																					
12,00	0,000																					
Gesamtdicke : 34,00 cm																						

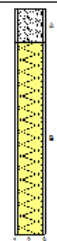
Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	Dachfenster SW	U-Wert: 1,70 W/m²K
Ausr.: NW		

Dach

Ist-Zustand	Dach SW	U-Wert: 2,83 W/m²K												
	U-Wert = 2,83 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen A Sparren 13,9% 1 OSB-Platten (DIN 12524) 2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) B Gefach 86,1% 1 OSB-Platten (DIN 12524) 2 stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>12,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>12,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td colspan="2">Gesamtdicke : 14,00 cm</td></tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	2,00	0,130	12,00	0,130	2,00	0,130	12,00	0,000	Gesamtdicke : 14,00 cm	
	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)												
2,00	0,130													
12,00	0,130													
2,00	0,130													
12,00	0,000													
Gesamtdicke : 14,00 cm														
Ist-Zustand	Dachterrasse	U-Wert: 1,30 W/m²K												
Ausr.: N														

Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)

Ist-Zustand	OG Decke	U-Wert: 0,23 W/m²K																		
	U-Wert = 0,23 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen A Sparren 15,0% 1 OSB-Platten (DIN 12524) 2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) 3 OSB-Platten (DIN 12524) B Gefach 85,0% 1 OSB-Platten (DIN 12524) 2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 3 OSB-Platten (DIN 12524)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>18,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td>18,00</td><td>0,035</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>0,130</td></tr> <tr><td colspan="2">Gesamtdicke : 22,00 cm</td></tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	2,00	0,130	18,00	0,130	2,00	0,130	2,00	0,130	2,00	0,130	18,00	0,035	2,00	0,130	Gesamtdicke : 22,00 cm	
	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)																		
2,00	0,130																			
18,00	0,130																			
2,00	0,130																			
2,00	0,130																			
2,00	0,130																			
18,00	0,035																			
2,00	0,130																			
Gesamtdicke : 22,00 cm																				

11.3 Ergebnisblätter der Wärmebedarfsberechnung

Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

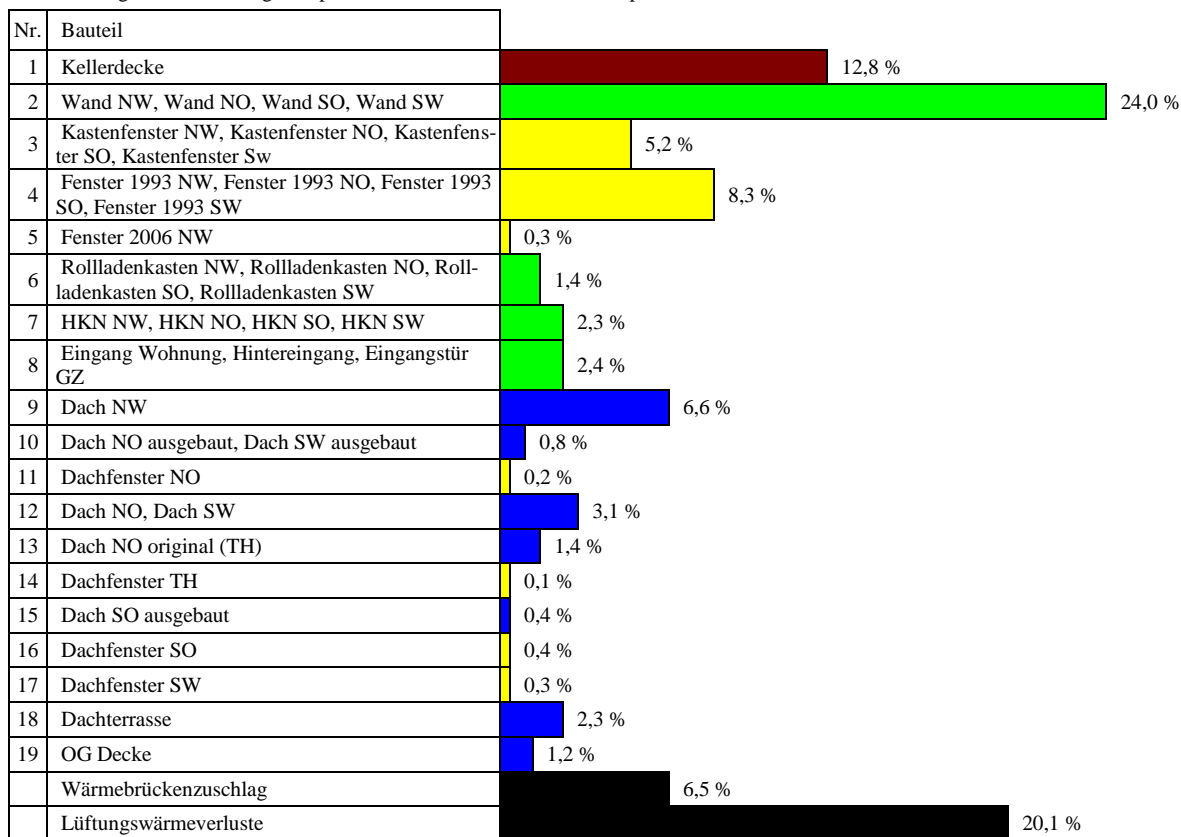
Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _f -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Kellerdecke	0,0°	186,13	1,200	0,70	156,35	12,8
2	Wand NW	NW 90,0°	68,41	1,060	1,00	72,51	5,9
3	Kastenfenster NW	NW 90,0°	7,36	2,700	1,00	19,87	1,6
4	Fenster 1993 NW	NW 90,0°	1,93	3,000	1,00	5,79	0,5
5	Fenster 2006 NW	NW 90,0°	1,92	1,800	1,00	3,46	0,3
6	Rollladenkasten NW	NW 90,0°	1,04	3,000	1,00	3,10	0,3
7	HKN NW	NW 90,0°	2,82	1,640	1,00	4,63	0,4
8	Wand NO	NO 90,0°	80,75	1,060	1,00	85,59	7,0
9	Kastenfenster NO	NO 90,0°	3,34	2,700	1,00	9,03	0,7
10	Fenster 1993 NO	NO 90,0°	11,56	3,000	1,00	34,67	2,8
11	Rollladenkasten NO	NO 90,0°	1,18	3,000	1,00	3,55	0,3
12	HKN NO	NO 90,0°	0,83	1,640	1,00	1,36	0,1
13	Eingang Wohnung	NO 90,0°	2,10	3,500	1,00	7,35	0,6
14	Wand SO	SO 90,0°	59,85	1,060	1,00	63,45	5,2
15	Kastenfenster SO	SO 90,0°	4,59	2,700	1,00	12,39	1,0
16	Fenster 1993 SO	SO 90,0°	11,23	3,000	1,00	33,69	2,8
17	Rollladenkasten SO	SO 90,0°	1,59	3,000	1,00	4,77	0,4
18	HKN SO	SO 90,0°	4,11	1,640	1,00	6,74	0,6
19	Hintereingang	SO 90,0°	2,10	3,500	1,00	7,35	0,6
20	Wand SW	SW 90,0°	67,30	1,060	1,00	71,34	5,8
21	Kastenfenster Sw	SW 90,0°	8,26	2,700	1,00	22,29	1,8
22	Fenster 1993 SW	SW 90,0°	8,99	3,000	1,00	26,98	2,2
23	Rollladenkasten SW	SW 90,0°	1,95	3,000	1,00	5,86	0,5
24	HKN SW	SW 90,0°	9,21	1,640	1,00	15,11	1,2
25	Eingangstür GZ	SW 90,0°	4,04	3,500	1,00	14,15	1,2
26	Dach NW	NW 52,3°	28,62	2,826	1,00	80,88	6,6
27	Dach NO ausgebaut	NO 49,3°	30,39	0,179	1,00	5,45	0,4
28	Dachfenster NO	NO 49,3°	1,22	1,800	1,00	2,19	0,2
29	Dach NO	NO 49,3°	6,64	2,826	1,00	18,77	1,5
30	Dach NO original (TH)	NO 0,0°	7,35	2,400	1,00	17,65	1,4
31	Dachfenster TH	NO 49,3°	0,24	5,000	1,00	1,20	0,1
32	Dach SO ausgebaut	SO 57,5°	26,19	0,179	1,00	4,70	0,4
33	Dachfenster SO	SO 57,5°	2,43	1,800	1,00	4,37	0,4
34	Dach SW ausgebaut	NW 49,3°	26,72	0,179	1,00	4,79	0,4
35	Dachfenster SW	NW 49,3°	2,43	1,700	1,00	4,13	0,3
36	Dach SW	NO 49,3°	6,64	2,826	1,00	18,77	1,5
37	Dachterrasse	N 0,0°	21,34	1,300	1,00	27,74	2,3
38	OG Decke	0,0°	75,96	0,235	0,80	14,27	1,2



$\Sigma A_i =$	788,77	$\Sigma(F_x * U * A) =$	896,28
----------------	---------------	-------------------------	---------------

Wärmebrückenzuschlag ΔU	$\Delta U_{WB} =$ 0,10 W/(m²K)	$\Delta U_{WB} * A =$ 78,88 W/K	6,5 %
---	--	---	--------------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste der Heizperiode



Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n =$ 0,65 h⁻¹	245,40 W/K	20,1 %
------------------------------	----------------------------------	-------------------	---------------

Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungse- infall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche
			m²						m²
1	Kastenfenster NW	NW 90,0°	7,36	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	3,25
2	Fenster 1993 NW	NW 90,0°	1,93	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	0,85
3	Fenster 2006 NW	NW 90,0°	1,92	0,70	0,90	1,00	0,9	0,67	0,73
4	Kastenfenster NO	NO 90,0°	3,34	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	1,48
5	Fenster 1993 NO	NO 90,0°	11,56	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	5,11
6	Kastenfenster SO	SO 90,0°	4,59	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	2,03
7	Fenster 1993 SO	SO 90,0°	11,23	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	4,97
8	Kastenfenster Sw	SW 90,0°	8,26	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	3,65
9	Fenster 1993 SW	SW 90,0°	8,99	0,70	0,90	1,00	0,9	0,78	3,98
10	Dachfenster NO	NO 49,3°	1,22	0,70	0,90	1,00	0,9	0,67	0,46



11	Dachfenster TH	NO 49,3°	0,24	0,70	0,90	1,00	0,9	0,87	0,12
12	Dachfenster SO	SO 57,5°	2,43	0,70	0,90	1,00	0,9	0,67	0,92
13	Dachfenster SW	NW 49,3°	2,43	0,70	0,90	1,00	0,9	0,67	0,92

Monatsbilanzierung

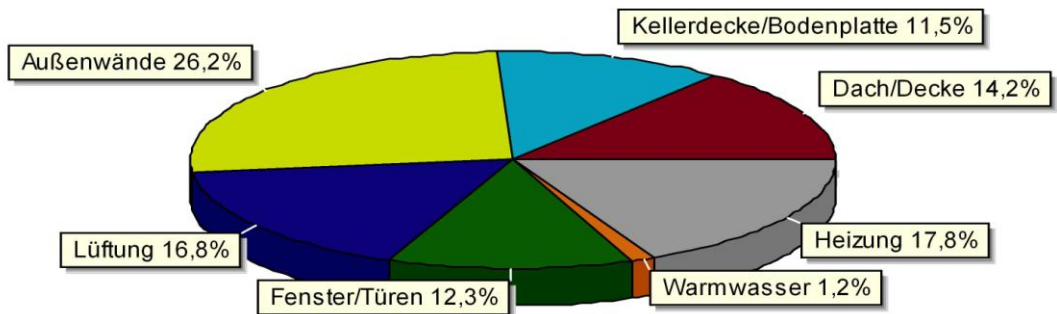
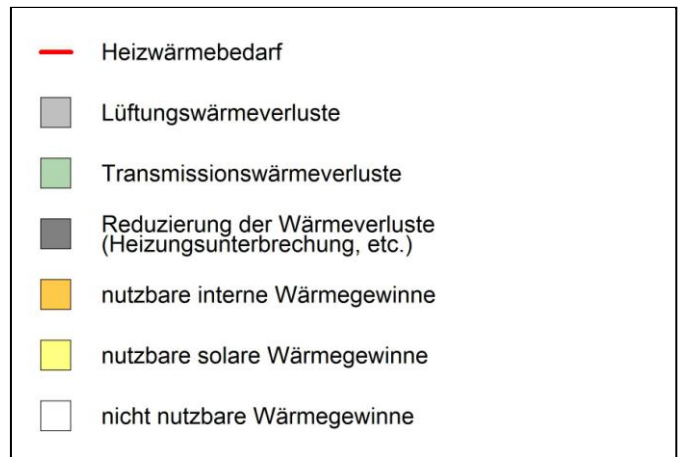
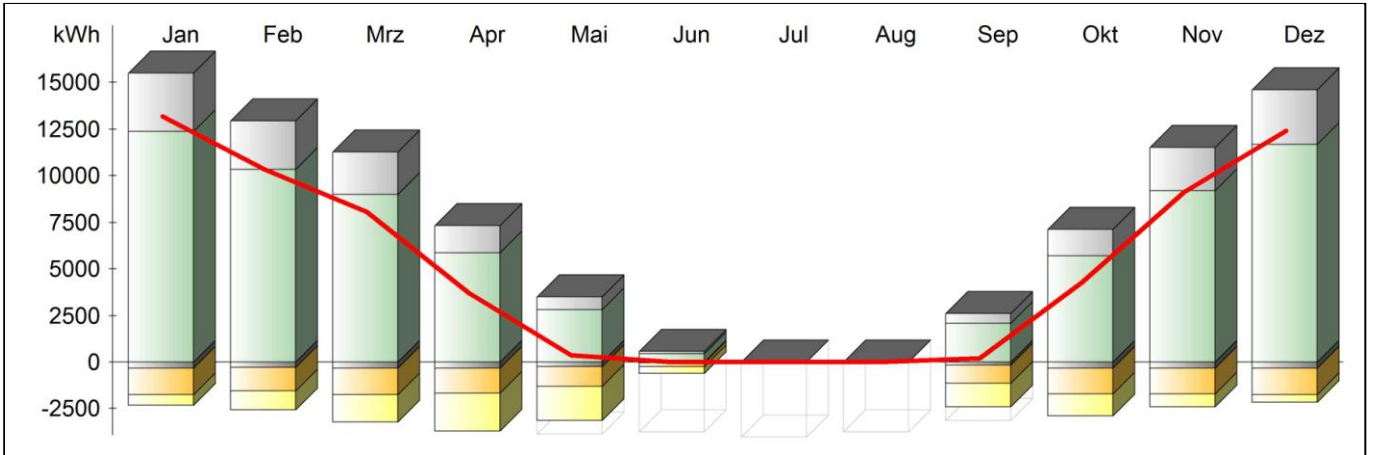
Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	11379	9495	8245	5398	2577	429	0	0	1913	5245	8431	10713
Wärmebrückenverluste	1001	836	726	475	227	38	0	0	168	462	742	943
Summe	12381	10331	8971	5873	2804	467	0	0	2082	5706	9173	11655
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	3116	2600	2258	1478	706	117	0	0	524	1436	2308	2933
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-335	-303	-333	-307	-224	-37	0	0	-167	-313	-323	-335
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	15161	12628	10896	7044	3286	547	0	0	2439	6829	11158	14253

Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	1410	1274	1410	1365	1410	1365	1410	1410	1365	1410	1365	1410
Solare Wärmegewinne												
Fenster NW 90°	36	61	114	178	232	241	254	206	134	80	42	27
Fenster NW 90°	10	16	30	47	61	63	67	54	35	21	11	7
Fenster NW 90°	8	14	26	40	52	54	57	46	30	18	9	6
Fenster NO 90°	17	28	50	82	107	110	116	96	61	35	19	12
Fenster NO 90°	57	96	171	283	369	379	399	331	210	122	66	42
Fenster SO 90°	53	98	125	168	190	177	196	189	158	107	67	41
Fenster SO 90°	129	240	307	411	466	433	480	462	386	262	164	100
Fenster SW 90°	101	177	234	300	334	313	353	326	276	201	121	73
Fenster SW 90°	109	192	254	326	364	341	385	355	301	219	132	80
Fenster NO 49°	7	12	22	37	50	52	55	44	28	16	8	5
Fenster NO 49°	2	3	6	10	13	13	14	11	7	4	2	1
Fenster SO 58°	27	53	73	102	121	114	126	116	92	60	36	21
Fenster NW 49°	14	24	46	74	99	103	109	87	56	32	17	10
Solare Wärmegewinne	571	1015	1457	2058	2458	2393	2611	2322	1773	1177	695	425
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	1981	2289	2867	3422	3868	3758	4021	3733	3138	2587	2060	1836

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,999	0,983	0,752	0,146	0,000	0,000	0,709	0,994	1,000	1,000
Heizwärmebedarf	13181	10339	8032	3680	375	0	0	0	215	4258	9099	12418
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	16,46	15,96	15,66	15,05	14,75	14,73	14,61	14,87	15,32	15,91	16,33	16,60
Mittl. Außentemperatur:	1,20	2,50	5,90	9,90	14,40	17,60	19,50	18,80	15,30	10,40	5,20	2,20
Heiztage	31,0	28,0	31,0	30,0	18,4	0,0	0,0	0,0	15,1	31,0	30,0	31,0

Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung





Beschreibung	Einheit	Ist-Zustand Spalte 1	Var.1 - Außenwanddämmung		Var.2 - Fenster und Türen		Var.3 - Kellerdecke		Var.4 - Dachdämmung		Var.5 - Gebäudehülle komplett		HT Kessel Öl		BV Kessel Öl		Pellets Spalte 9
			Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9	Spalte 10	Spalte 11	Spalte 12	Spalte 13	Spalte 14	Spalte 15	
Variante vor:																	
Kurzbeschreibung:																	
Gebäudenutzfläche (AN):	m²	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468
Nettovolumen (V):	m³	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461
Bruttovolumen (V _{br}):	m³	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789	789
Wärmeübertragende Umfassung:	m²	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
AVe - Verhältnis:																	
ENERGIEBEDARF																	
Heizwärmebedarf:	kWh/a	61.593	43.510	54.281	53.487	51.135	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021	51.021
Trinkwasser-Wärmebedarf:	kWh/a	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528
Wärmeverlust Warmwasser:	kWh/a	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211
Verteilverluste:	kWh/a	11.408	10.898	11.305	11.179	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123	11.123
Verteilverluste KITA:	kWh/a																
Übergabeverluste:	kWh/a																
Speicherverluste:	kWh/a																
Aufwandssatz:	kWh/a	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Energie:	kWh/a	74.740	58.147	67.326	66.405	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997	63.997
Hilfsenergie:	kWh/a	715	588	673	664	645	645	645	645	645	645	645	645	645	645	645	645
Primärenergie:	kWh/a	86.683	65.927	78.417	77.380	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683	74.683
CO ₂ -Emissionen:	kg/a	25.049,60	19.007,19	22.642,97	22.341,27	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44	21.556,44
ARIANTENVERGLEICH																	
Energie-Differenz:	kWh/a		18.593	7.415	8.336	10.743	48.861	60.098	56.098	60.098	60.098	60.098	60.098	60.098	60.098	60.098	60.098
Energieeinsparung:	%		24,88	9,92	11,15	14,37	65,37	43,40	40,49	43,40	43,40	43,40	43,40	43,40	43,40	43,40	43,40
CO ₂ -Emissionen-Differenz:	kg/a		6.042	2.407	2.708	3.483	15.902	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402	19.402
CO ₂ -Einsparung in %:	%		24,12	9,61	10,81	13,94	63,46	43,02	42,64	43,02	43,02	43,02	43,02	43,02	43,02	43,02	43,02

11.4 Bewertungskriterien für die Maßnahmenempfehlungen

Maßnahmen an der Gebäudehülle

- **Wirtschaftlichkeit Gebäudehülle**
Die Wirtschaftlichkeit jeder Gebäudehüllenmaßnahme, die sich allein aus der Einsparung bei den Energiekosten ergibt, wurde im Rahmen des Gutachtens mit dem Kapitalrückfluss bewertet.
++ = Kapitalrückfluss über 120%; + = Kapitalrückfluss 100-120%, o = Kapitalrückfluss 80-99%;
- = Kapitalrückfluss 60-79%; -- = Kapitalrückfluss unter 60% (Sowiesokosten berücksichtigt)
- **Energieeinsparung**
Für jede Gebäudehüllenmaßnahme wurde die erreichbare Einsparung an Endenergie berechnet.
++ = Einsparungen über 30%, + = Einsparungen 6% bis 30%; o = Einsparungen 0% bis 5%;
- = Einsparungen -1% bis -5% (Mehrverbrauch), -- = Einsparungen unter -5%
- **Bauphysik**
Es wurde bewertet, ob die Maßnahme zur Beseitigung und/oder Vermeidung von bauphysikalischen Problemen (insb. Feuchteanfall, Schimmelbildung) beiträgt oder kritisch zu bewerten ist.
++ = deutliche Verbesserung; + = Verbesserung; o = keine Änderung;
- = mögliche Verschlechterung (ausführungsabhängig); -- = mögliche deutliche Verschlechterung
- **Komfortgewinn**
Es wurde bewertet, inwiefern die Maßnahme zur Steigerung des Komforts (Temperatur der Wandoberflächen, Raumklima, Verminderung von Zugerscheinungen) beiträgt.
++ = deutliche Verbesserung; + = Verbesserung; o = keine Änderung;
- = Verschlechterung; -- = deutliche Verschlechterung
- **Allgemeiner Sanierungsbedarf**
Es wurde bewertet, inwiefern aufgrund des Alters und Zustands des betreffenden Bauteils ohnehin in naher Zukunft Sanierungsmaßnahmen zu empfehlen sind.
++ = 0 bis 2 Jahre; + = 3 bis 5 Jahre; o = 6 bis 10 Jahre;
- = 11 bis 20 Jahre; -- = über 20 Jahre

Heizvarianten

- **Wirtschaftlichkeit Heizvarianten**
Die Wirtschaftlichkeit jeder Variante wurde im Rahmen des Gutachtens mit den Jahreskosten (Summe aus Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten) bewertet. Die Bewertung in der Tabelle bezieht sich auf das Verhältnis der Jahreskosten der Varianten untereinander.
++ = beste Variante; + = Jahreskosten bis 10% darüber, o = Jahreskosten 11-20% darüber;
- = Jahreskosten 21-30% darüber; -- = Jahreskosten mehr als 30% über bester Variante
- **CO₂-Reduktion**
Für jede Heizvariante wurde die erreichbare Einsparung an CO₂-Emissionen gegenüber dem Ist-Zustand berechnet.
++ = Einsparungen über 50%, + = Einsparungen 30-50%; o = Einsparungen 0-29%;
- = Einsparungen -1% bis -15% (Mehremissionen), -- = Einsparungen unter -15%
- **Schadstoff-Emissionen**
Für jede Heizvariante wurden die Emissionen an sonstigen Luftschadstoffen im Vergleich gegenüber dem Ist-Zustand bewertet (qualitative Einschätzung).



++ = deutlich geringere Emissionen, + = geringere Emissionen; o = gleiche Emissionen;
 - = höhere Emissionen, -- = deutlich höhere Emissionen

• **Bedienung**

Es wurde für jede Heizvariante der Bedienungsaufwand im Vergleich zum Ist-Zustand bewertet.

++ = deutlich geringerer Aufwand, + = geringerer Aufwand; o = gleicher Aufwand;
 - = höherer Aufwand, -- = deutlich höherer Aufwand

11.5 Berechnungsblätter zum Vergleich der Heizanlagenvarianten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Berechnung der verschiedenen Heizungsvarianten dargestellt. Dabei wurden die Werte aus den Berechnungsblättern für das Gemeindehaus (s.u.) und Verbrauchswerte des Kindergartens herangezogen.

Im Gemeindehaus wurden nur die Verteilungsverluste berücksichtigt. Für die gesamte Heizungsanlage (KITA und Gemeindehaus) sind die Verteilungs-, Übergabe-, Erzeugungs- und Speicher- verluste des KIGA in den Verbrauchswerten des Kindergartens enthalten und können nicht einzeln dargestellt werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde die Trinkwassererwärmung im Kindergarten.

Beschreibung	Einheit	Ist-Zustand	NT Kessel Öl	BW Kessel Öl	Pellets	Ist Zustand GZ+ KITA	Var 5 + KITA	Bemerkungen
Heizwärmebedarf:	kWh/a	61.593	73.498	73.498	73.498	120.070	73498	
Trinkwasser-Wärmebedarf:	kWh/a	528	439	439	439	528	528	rein elektrisch in GZ
Wärmeverlust Warmwasser	kWh/a	1.211	561	561	561	1211	1211	rein elektrisch in GZ
Verteilverluste	kWh/a	11.408	4.993	4.469	4.993	11408	9.120	
Verteilungsverluste KITA			Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	
Übergabeverluste	kWh/a		Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	
Speicherverluste	kWh/a		Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	768	Verluste in Heizenergie enthalten	Verluste in Heizenergie enthalten	
Aufwandszahl		1,09	1,05	0,99	1,36	1,09	1,09	
Endenergie:	kWh/a	74.740	82.415	78.382	101.587	138480	89620	Entspricht witterungsber- reinigten Ver- brauch
Hilfsenergie:	kWh/a	715	379	374	1.131	715	374	nur Hilfsenergie in GZ.; KITA unbekannt bleibt jedoch gleich

Strom Anteile Kindergarten

Anlagenbeschreibung Ist-Zustand

Heizung(gemeinsam mit KITA):

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 70 kW, Heizöl EL Kessel-Wirkungsgrad bei Vollast: 91,5 % Buderus - 2001
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser (Nur Gemeindehaus):

Bereich	Bereich 1 - 276 m ² , Warmwasser Küche GZ
Erzeugung	Dezentrale Warmwasserversorgung Elektro-Durchlauferhitzer - Strom Elektro-Durchlauferhitzer - Strom
Bereich	Bereich 2 - 192 m ² , Wohnung Küche, Bad, WC
Erzeugung	Wohnungszentrale Warmwasserbereitung Elektro-Tagesspeicher - Strom Siemens
Speicherung	Volumen 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Dämmung der Leitungen: nach EnEV

Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Gemeindehaus ev. KG Helmsheim**Straße, Hausnummer: **Karl- Friedrich-Str 22**PLZ, Ort: **76646 Bruchsal-Helmsheim****Eingaben:** $A_N = 467,5 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 245 \text{ Tage}$

	TRINKWAS- SER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 530 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 61598 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 1,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 131,75 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,tw} = 1,54 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 130,21 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	--	--

Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 1738 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 80124 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS-ENERGIE	0 kWh/a	716 kWh/a	0 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} = 4519 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 89997 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE $Q_E = 81862 \text{ kWh/a}$ Σ WÄRME 716 kWh/a Σ HILFSENERGIE**PRIMÄRENERGIE** $Q_P = 94517 \text{ kWh/a}$ Σ PRIMÄRENERGIE $q_P = 202,16 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ **ANLAGEN-
AUFWANDSZAHL** $e_P = 1,52 \text{ [-]}$ **ENDENERGIE**

nach eingesetzten Energieträgern

 $Q_{E,0} = 80124 \text{ kWh/a}$ Σ Heizöl EL $Q_{E,1} = 1738 \text{ kWh/a}$ Σ Strom-Mix

Anlagenbeschreibung Basisvariante (NT-Kessel)

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 48 kW, Heizöl EL Kessel-Wirkungsgrad bei Vollast: 91,5 % NT Kessel neu
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser:

Bereich	Bereich 1 - 276 m ² , Warmwasser Küche GZ
Erzeugung	Dezentrale Warmwasserversorgung Elektro-Durchlauferhitzer - Strom Elektro-Durchlauferhitzer - Strom
Bereich	Bereich 2 - 192 m ² , Wohnung Küche, Bad, WC
Erzeugung	Wohnungszentrale Warmwasserbereitung Elektro-Tagesspeicher - Strom Siemens
Speicherung	Volumen 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Dämmung der Leitungen: nach EnEV

Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Gemeindehaus ev. KG Helmsheim**Straße, Hausnummer: **Karl- Friedrich-Str 22**PLZ, Ort: **76646 Bruchsal-Helmsheim****Eingaben:** $A_N = 467,5 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 187 \text{ Tage}$

	TRINKWAS- SER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 530 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 15024 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 1,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 32,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,tw} = 0,94 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 31,20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	---	--

Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 1495 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 22187 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS-ENERGIE	0 kWh/a	378 kWh/a	0 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} = 3886 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 25389 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE $Q_E = 23682 \text{ kWh/a}$ Σ WÄRME 378 kWh/a Σ HILFSENERGIE**PRIMÄRENERGIE** $Q_P = 29275 \text{ kWh/a}$ Σ PRIMÄRENERGIE $q_P = 62,62 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ **ANLAGEN-
AUFWANDSZAHL** $e_P = 1,88 \text{ [-]}$ **ENDENERGIE**

nach eingesetzten Energieträgern

 $Q_{E,0} = 22187 \text{ kWh/a}$ Σ Heizöl EL $Q_{E,1} = 1495 \text{ kWh/a}$ Σ Strom-Mix

Anlagenbeschreibung Variante : BW-Kessel

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 48 kW, Heizöl EL Kessel-Wirkungsgrad bei Vollast: 95,7 %
Verteilung	Auslegungstemperaturen siehe Detailbeschreibung Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser:

Bereich	Bereich 1 - 276 m ² , Warmwasser Küche GZ
Erzeugung	Dezentrale Warmwasserversorgung Elektro-Durchlauferhitzer - Strom Elektro-Durchlauferhitzer - Strom
Bereich	Bereich 2 - 192 m ² , Wohnung Küche, Bad, WC
Erzeugung	Wohnungszentrale Warmwasserbereitung Elektro-Tagesspeicher - Strom Siemens
Speicherung	Volumen 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Dämmung der Leitungen: nach EnEV



Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Gemeindehaus ev. KG Helmsheim**

Straße, Hausnummer: **Karl- Friedrich-Str 22**

PLZ, Ort: **76646 Bruchsal-Helmsheim**

Eingaben: $A_N = 467,5 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 187 \text{ Tage}$

	TRINKWAS- SER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 530 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 15024 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 1,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 32,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,tw} = 0,94 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 31,20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
-------------------	---	---	--

Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 1495 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 20457 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS-ENERGIE	0 kWh/a	375 kWh/a	0 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} = 3886 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 23477 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE

$Q_E = 21952 \text{ kWh/a}$	Σ WÄRME
375 kWh/a	Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 27363 \text{ kWh/a}$	Σ PRIMÄRENERGIE
$q_P = 58,53 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

ANLAGEN-AUFWANDSZAHL

$e_P = 1,76 \text{ [-]}$

ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 20457 \text{ kWh/a}$	Σ Heizöl EL
$Q_{E,1} = 1495 \text{ kWh/a}$	Σ Strom-Mix

Anlagenbeschreibung Variante: Pelletkessel

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Biomasse-Wärmeerzeuger - Holzpellets
Speicherung	Pufferspeicher - 1350 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser:

Bereich	Bereich 1 - 276 m ² , Warmwasser Küche GZ
Erzeugung	Dezentrale Warmwasserversorgung Elektro-Durchlauferhitzer - Strom Elektro-Durchlauferhitzer - Strom
Bereich	Bereich 2 - 192 m ² , Wohnung Küche, Bad, WC
Erzeugung	Wohnungszentrale Warmwasserbereitung Elektro-Tagesspeicher - Strom Siemens
Speicherung	Volumen 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Dämmung der Leitungen: nach EnEV



Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Gemeindehaus ev. KG Helmsheim**

Straße, Hausnummer: **Karl- Friedrich-Str 22**

PLZ, Ort: **76646 Bruchsal-Helmsheim**

Eingaben: $A_N = 467,5 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 187 \text{ Tage}$

	TRINKWAS- SER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 530 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 15024 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 1,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$Q_h = 32,13 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,tw} = 0,94 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,H} = 31,20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 1495 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 29773 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS- ENERGIE	0 kWh/a	1131 kWh/a	0 kWh/a
Σ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 3886 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 8895 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 0 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE

$Q_E = 31268 \text{ kWh/a}$	Σ WÄRME
1131 kWh/a	Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 12781 \text{ kWh/a}$	Σ PRIMÄRENERGIE
$q_P = 27,34 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$	

**ANLAGEN-
AUFWANDSZAHL**

$e_P = 0,82 \text{ [-]}$

ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,0} = 29773 \text{ kWh/a}$	Σ Holzpellets
$Q_{E,1} = 1495 \text{ kWh/a}$	Σ Strom-Mix



11.6 Ergebnisse der Heizlastberechnung

	Einheit	IST-Zustand	Saniertes GH+NT-Kessel	Saniertes GH + BW-Kessel	Saniertes GH+Pelletkessel	Bemerkung
Transmissionswärmeverluste	W/K	975	250	250	250	
Lüftungswärmeverluste	W/K	245	227	227	227	
Nettoheizlast	kW	36,62	14,30	14,30	14,30	
Aufheizlast	kW	5,62	5,62	5,62	5,62	
Heizlast Gemeindehaus	kW	42,23	19,9	19,9	19,9	
Heizlast KIGA		22,0	22,0	22,0	22	Werte nach 12831/2 vereinfachtes Verfahren
Heizlast gesamt		64,2	41,9	41,9	41,9	Summe beide Häuser
		69,24	41,21	39,19	50,79	überschlägig aus Gesamtverbrauch ermittelt
		70			45 KW	gewählt

Der Heizlastberechnung des Gemeindehauses liegen folgende Randbedingungen zu Grunde:

Norminnentemperatur	20	Wh/K
Normaußentemperatur	-10	W/K
Temperaturdifferenz	30	1/h
Innentemperaturabfall	2	k
Gebäudemasse	mittelschwer	
Nichtnutzungszeit	7	h
Wiederaufheizzeit	3	h
Absenkezeitraum	4	h
f_{Rh}	12	W/m ²

11.7 Jahreskosten der Heizanlagenvarianten

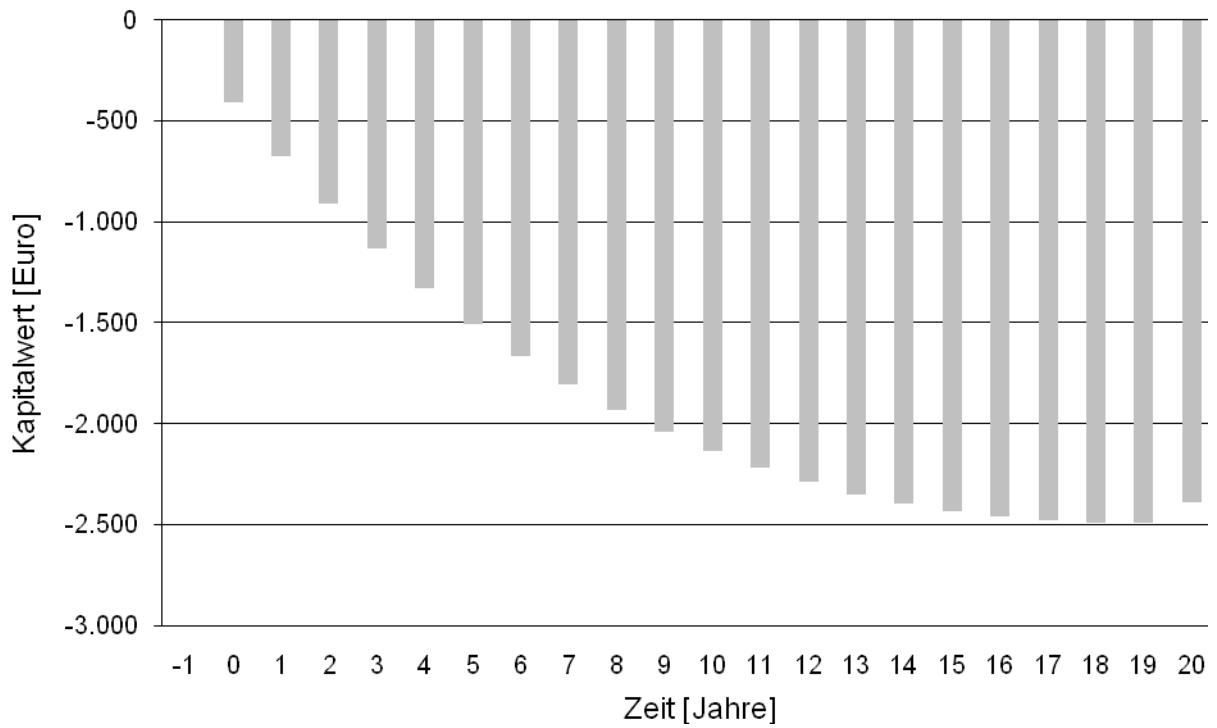
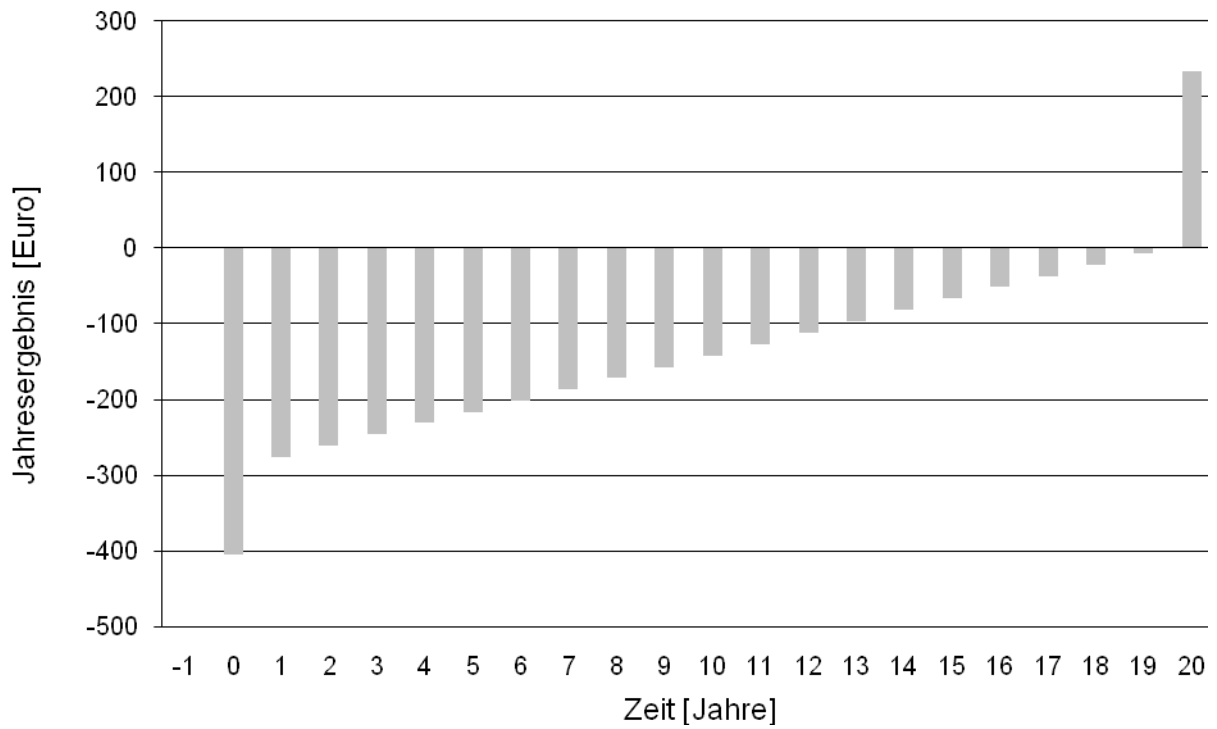
Variante NT Kessel	Kapitalkosten Investition			Instandsetzungskosten		Wartungskosten		
	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Kapitalkosten [€/a]	Aufwand Instandhaltung [%]	Instandsetzungskosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungskosten [€/a]	
Niedertemperaturkessel incl. Brenner	5000	20	336,00	2,0%	100	1,5%	75	
Demontage/Entsorgung/Montage	1500	20	101,00	0,0%	0	0,0%	0	
Dämmung Verteilung GZ	2150	25	123,00	1,0%	21,5	0,0%	0	
Pumpen GZ	500	10	59,00	2,0%	10	1,0%	5	
hydraulischer Abgleich GZ	880	20	59,00	0,0%	0	0,0%	0	
Planung/Sonstiges	2000	20	134,00	0,0%	0	0,0%	0	
Summe	12030		812,00		131,5		80	
Kapitalkosten								[€/a]
Kapitalkosten Investition								812,00
Instandsetzungskosten								131,50
Summe								943,50
Betriebsgebundene Kosten								[€/a]
Wartung								80
Schornsteinfeger								50
Summe								130
Verbrauchsgebundene Kosten statisch								[€/a]
Arbeitspreis Wärme (hier Erdöl)		0,0900	€/kWh	Verbrauch:	81.415	kWh/a	7327,33	
Arbeitspreis Hilfsenergie Strom		0,2458	€/kWh	Verbrauch:	1.379	kWh/a	338,87	
Mittlerer Grundpreis Strom		99,9600	€/a				99,96	
Summe								7766,17
Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch (Energiepreissteigerung 3%; Zeitraum 20 Jahre)								[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Erdöl			0 €/kWh	Verbrauch:	81.415	kWh/a	10036,25	
Mittlerer Arbeitspreis Hilfsenergie Strom			0,3367 €/kWh 136,91	Verbrauch:	1.379	kWh/a	464,16	
Mittlerer Grundpreis Strom			52 €/a				136,92	
Summe								10637,32
Jährliche Gesamtkosten								[€/a]
statisch								8839,67
Summe								11710,82

Variante 2: Brennwertkessel	Kapitalkosten Investition			Instandsetzungskosten		Wartungskosten	
	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Kapitalkosten [€/a]	Aufwand Instandhaltung [%]	Instandsetzungskosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungskosten [€/a]
Brennwertkessel mit Brenner u	8000	20	538,00	2,0%	160	1,5%	120
Demontage/Entsorgung/Montage	1500	20	101,00	0,0%	0	0,0%	0
Dämmung Verteilung	2150	25	123,00	1,0%	21,5	0,0%	0
Pumpen	500	10	59,00	2,0%	10	1,0%	5
hydraulischer Abgleich	880	20	59,00	0,0%	0	0,0%	0
Schornstein-Edelstahlrohr	600	50	23,00	1,0%	6	2,0%	12
Planung/Sonstiges	2000	20	134,00	0,0%	0	0,0%	0
Summe	15630		1037,00		197,5		137
Kapitalkosten							[€/a]
Kapitalkosten Investition							1037,00
Instandsetzungskosten							197,50
						Summe	1234,50
Betriebsgebundene Kosten							[€/a]
Wartung							137
Schornsteinfeger							50
						Summe	187
Verbrauchsgebundene Kosten statisch							[€/a]
Arbeitspreis Wärme (hier Erdöl)		0,0900	€/kWh	Verbrauch:	77.382	kWh/a	6964,39
Arbeitspreis Hilfsenergie Strom		0,2458	€/kWh	Verbrauch:	1.374	kWh/a	337,72
Mittlerer Grundpreis Strom		99,9600	€/a				99,96
						Summe	7402,07
Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch (Energiepreissteigerung 3%; Zeitraum 20 Jahre)							[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Erdöl		0,1355	€/kWh	Verbrauch:	77.382	kWh/a	10488,19
Mittlerer Arbeitspreis Hilfsenergie Strom		0,3702	€/kWh	Verbrauch:	1.374	kWh/a	508,60
Mittlerer Grundpreis Strom		150,54	€/a				150,54
						Summe	11147,33
Jährliche Gesamtkosten							[€/a]
statisch							8823,57
dynamisch						Summe	12568,83

Variante Pelletkessel	Kapitalkosten Investition			Instandsetzungskosten		Wartungskosten		
	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Kapitalkosten [€/a]	Aufwand Instand- haltung [%]	Instandsetzungs- kosten [€/a]	Aufwand Wartung [%]	Wartungskosten [€/a]	
Pelletkessel mit Brenner	10000	15	970,69	3,0%	300	3,0%	300	
Demontage/Entsorgung/Montage	1500	20	109,20	0,0%	0	0,0%	0	
Dämmung Verteilung	2150	25	125,22	1,0%	21,5	0,0%	0	
Pumpen	500	10	72,80	2,0%	10	1,0%	5	
hydraulischer Abgleich	880	20	64,07	0,0%	0	0,0%	0	
Pufferspeicher	2500	25	145,60	2,0%	50	1,5%	37,5	
Pelletlager (Sacksilo)	3000	20	218,41	3,0%	90	2,0%	60	
Förderschnecke	2500	25	145,60	1,5%	37,5	2,0%	50	
Demontage und Entsorgung Öltank	1700	20	123,76	0,0%	0	0,0%	0	
Planung/Sonstiges 10 %	2000	20	145,60	0,0%	0	0,0%	0	
Sum- me	26730		2120,97		509		452,5	
Kapitalkosten								[€/a]
Kapitalkosten Investition								2120,97
Instandsetzungskosten								509,00
Summe								2629,97
Betriebsgebundene Kosten								[€/a]
Wartung								452,5
Schornsteinfeger								50
Summe								502,5
Verbrauchsgebundene Kosten statisch								[€/a]
Arbeitspreis Wärme (hier Pellets)		0,0571	€/kWh	Verbrauch:	100.587	kWh/a	5739,71	
Arbeitspreis Hilfsenergie Strom		0,2458	€/kWh	Verbrauch:	2.131	kWh/a	523,88	
Mittlerer Grundpreis Strom		99,9600	€/a				99,96	
Summe								6363,55
Verbrauchsgebundene Kosten dynamisch (Energiepreissteigerung 3%; Zeitraum 20 Jahre)								[€/a]
Mittlerer Arbeitspreis Pellets		0,0792	€/kWh	Verbrauch:	100.587	kWh/a	7968,67	
Mittlerer Arbeitspreis Hilfsenergie Strom		0,3413	€/kWh	Verbrauch:	2.131	kWh/a	727,33	
Mittlerer Grundpreis Strom		138,7784	€/a				138,78	
Summe								8834,77
Jährliche Gesamtkosten								[€/a]
statisch								9496,02
dynamisch								11967,24
Summe								11967,24

11.8 Ergebnisse der PV- Berechnungen

PV-Anlage					
Anlagenleistung	4,3	kWp			
Kosten der Anlage (ohne MWSt.)	9.546	€	d.h.	2.220 €/kWp	
Kosten für Batteriespeicher	0	€			bei Anlagen ohne Batteriespeicher "0" eintragen
Vorlaufkosten, u.a. Zwischenfinanzierung MwSt	286	€			
laufende Kosten (in % der Kosten der PV-Anlage)	1,5%	p.a.			
Dachmiete (in % der Kosten der PV-Anlage)	0,0%	p.a.			
spezifischer Stromertrag	874	kWh/kWpa	siehe:	http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php	
Ertragsminderung pro Jahr	0,50%				
Direktnutzung in % des Solarertrags	10%				
zusätzl. Eigennutzung durch Batteriespeicher	0%				bei Anlagen ohne Batteriespeicher "0" eintragen
Batterie-Lade/Entladeverluste	0%				ca. 20% bei Bleibatterien, 5% bei Li-Ionenbatterien
Jahr der Inbetriebnahme (2011/2012/2013)	2013				
Monat der Inbetriebnahme (1-12)	5		entspr.	68,7%	anteiliger Solarertrag im Jahr der Inbetriebnahme
			2011	2012	ab 1.4.
Einspeisevergütung (€/kWh)	0,1557		0,2874	0,2443	0,1950
Vergütung für direkt genutzten Strom	0,2582		0,1236	0,0805	< 30% Direktnutzung
			0,1674	0,1243	> 30% Direktnutzung
Finanzierung					
1. Darlehen	9.546	€		100%	
Auszahlung	100%				
Bereitstellung	0,25%				
Zinssatz (nominal)	5,0%	p.a.			
Zinsbindung (5 / 10 Jahre)	10				
Zinssatz nach Zinsbindung	5,0%	p.a.			
Laufzeit	20	Jahre			
Tilgungsfreie Zeit	0	Jahre			
2. Darlehen (gleichbleibende Annuitäten)	0	€			
Zinssatz	5,0%	p.a.			
Laufzeit	15	Jahre			
Tilgungsfreie Zeit	0	Jahre			
Sonstiges					
Inflationsrate	2,0%	p.a.			
Zinssatz für Barwertermittlung (Diskontsatz)	4,0%	p.a.			
Zinssatz bei Wiederanlage	2,0%	p.a.			
Strompreis im ersten Jahr (netto)	0,2582	€/kWh		0,3073	(brutto)
Strompreissteigerung	3,0%	p.a.			
MwSt-Satz: 19% (privat) bzw. 0% (Gewerbe)	19%				
indiv. Steuersatz (in den ersten 10 Jahren)	30%				
Steuersatz (danach)	30%				
Investitionsabzug in % (max. 40%)	0%				
20% Sonderabschreibung? (ja/nein)	nein				
Degressive Abschreibung? (ja/nein)	nein				





JRC
EUROPEAN COMMISSION

EUROPA > EC > IRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe

CMSAF Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps

Contact

important legal notice

cursor position:
49.100, 8.625

selected position:
49.083, 8.641

Bruchsal

Search

Stand-alone PV

PV Estimation

Monthly radiation

Daily radiation

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power: 4.3 kWp

Estimated system losses [0;100]: 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90]: 49 Optimize slope

Azimuth [-180;180]: 65 Also optimize azimuth

(Azimuth angle from -180 to 180. East=90, South=0)

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90]: 0 Optimize

Inclined axis Slope [0;90]: 0 Optimize

2-axis tracking

Horizon file:

Output options

Show graphs

Web page

Show horizon

Text file

[\[help\]](#)

Calculate

Kartendaten ©2013 - Nutzungsbedingungen

Solar radiation

Temperature

Other maps

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [this](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 49°4'59" North, 8°38'26" East, Elevation: 157 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 4.3 kW (crystalline silicon)
 Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.8% (using local ambient temperature)
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.2%
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
 Combined PV system losses: 24.1%

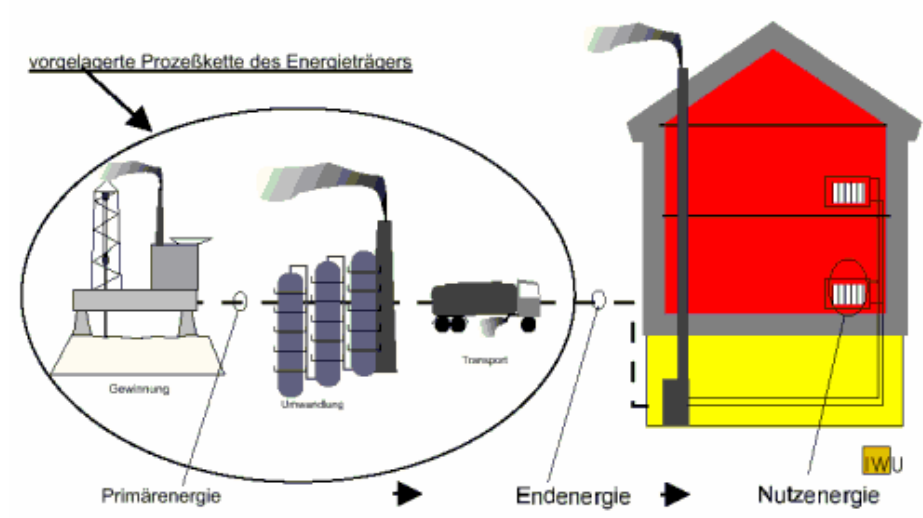
Fixed system: inclination=49°, orientation=65°

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	3.67	114	1.06	32.7
Feb	6.29	176	1.82	51.0
Mar	10.20	315	2.99	92.8
Apr	15.00	450	4.56	137
May	15.40	478	4.80	149
Jun	16.60	498	5.25	157
Jul	15.50	482	4.94	153
Aug	14.30	445	4.53	141
Sep	11.50	345	3.56	107
Oct	7.54	234	2.26	70.2
Nov	4.46	134	1.30	39.1
Dec	2.87	88.9	0.83	25.8
Yearly average	10.3	313	3.16	96.2
Total for year		3760		1150

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)
 E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)
 H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)
 H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS © European Communities, 2001-2012
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged
 See the disclaimer [here](#)
 window: focus();

11.9 Glossar

Transmissionswärmeverluste	Wärmeverluste, die dadurch entstehen, dass Wärme durch die einzelnen Bauteile wie Außenwand, Fenster, Boden oder Dach nach außen ins Freie gelangt. Der Wärmestrom durch die Außenbauteile wird je Grad Kelvin Temperaturdifferenz gemessen. Es gilt: je kleiner der Wert, desto besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle.
Lüftungswärmeverluste	Wärmeverluste aufgrund von Undichtigkeiten von Gebäudeteilen.
Interne Wärmegewinne	Bei den internen WärmegeWINnen wird die Abwärme von elektronischen Geräten, Beleuchtung, Personen, etc. nach den Richtwerten der EnEV zusammengefasst.
Solare Wärmegewinne	Dies sind die WärmegeWINne, die von der Sonne über Fenster, Fenstertüren sowie Außentüren in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung dem Gebäude zugeführt werden.
Jahresheizenergiebedarf	Das Ziel ist es, alle Wärmeverluste und -gewinne eines Gebäudes zu erfassen, d.h. zu bilanzieren. Der Transmissionswärmebedarf wird ebenso wie der Lüftungwärmebedarf, die nutzbaren internen WärmegeWINne und die SolarwärmegeWINne berechnet. Zusätzlich zu den Verlusten über die Gebäudehülle werden die Verluste der Anlagentechnik berücksichtigt. Die Anforderungen an den nach dem Energiebilanzverfahren ermittelten Jahresheizenergiebedarf sind in Abhängigkeit von A/V angegeben. Die Kennzahl A/V beschreibt das Verhältnis der gesamten wärmeübertragenden Umfassungsfläche (A) eines Gebäudes zu dem hiervon eingeschlossenen beheizten Bauwerksvolumen (V). Der Jahresheizenergiebedarf gibt somit an, wie viel Energie für die Beheizung eines Gebäudes aufgewendet werden muss. Die Berechnung erfolgt mit festgelegten Randbedingungen. Durch unterschiedliches Nutzerverhalten bzw. andere Randbedingungen kann der tatsächliche Energiebedarf von dem errechneten abweichen.
Jahresprimärenergiebedarf	Jahresheizenergiebedarf * Faktor des Energieträgers Der Jahresprimärenergiebedarf ist die jährliche Energiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffs und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils angesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist. Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z.B. CO2-Immissionen herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudebeheizung einbezogen wird. Der Jahresprimärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energieeinsparverordnung.
U-Wert	Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient der verschiedenen Bauteile bezeichnet.
Primärenergie	Primärenergie ist diejenige Energieform, die in der Natur vorkommt, z.B. Erdöl, Uran, Erdgas, Holz, Kohle usw.
	 <p>Das Diagramm zeigt den Energiefluss von der Gewinnung über Umwandlung und Transport zur Endenergie, die in ein Gebäude fließt, um Nutzenergie zu erzeugen. Beschriftungen im Diagramm: vorgelagerte Prozesskette des Energieträgers, Gewinnung, Umwandlung, Transport, Primärenergie, Endenergie, Nutzenergie, WU.</p>
Endenergie	Energieform, wie sie nach der Aufbereitung eingesetzt werden kann, z.B. Heizöl EL, Strom, Erdgas E, Fernwärme usw.
Gebäudenutzfläche nach EnEV (A _N)	Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energieeinsparverordnung ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z.B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.
Beheiztes Gebäudevolumen (V _e)	Das beheizte Gebäudevolumen ist das anhand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses



11.10 Informationen zu Förderung und Finanzierung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt nach VDI 2067. Dort werden die folgenden drei Kosten-
gruppen unterschieden

- Kapitalgebundene Kosten (Zins, Tilgung)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoffe, Strombezug, ...)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Instandhaltung, Schornsteinfeger, ...)

Die kapitalgebundenen Kosten werden entsprechend der Tabellen des Abschnitts aus Zins und Laufzeit ermittelt. Die verbrauchsgebundenen Kosten werden entsprechend der Tabellen des Abschnitts 11.7. aus dem Endenergieverbrauch mit den Energiepreisen aus Abschnitt 3.2.3. ermittelt. Die betriebsgebundenen Kosten ergeben sich aus den Ansätzen der VDI 2067 für Wartung und Instandhaltung.

Zuschüsse wurden aus den oben genannten Förderprogrammen von Stadt, Kreis, Land und Bund so ausgewählt, dass immer das Maximum an Zuschusshöhe erreicht wird. Deshalb kann je nach Maßnahmenkombination das eine oder andere Programm den größeren Zuschuss bringen.

Für die Maßnahmen an der Gebäudehülle (V1 bis V5) wurde das Förderprogramm „Klimaschutz-plus“ ausgewählt.

Programm Klimaschutzplus- Allgemeines CO₂- Minderungsprogramm

(50 Euro je eingesparte Tonne CO₂ über die Lebensdauer des Bauteils, max. 15% der Investitionskosten):

Zuschuss Einzelmaßnahme Außenwand Variante 1

Einsparung CO ₂	6,0 t/a
Lebensdauer KEA	30 a
Gesamteinsparung	181,3 t
Ansatz CO ₂	50 EUR/t
möglicher Zuschuss	9064 EUR
max. Zuschuss (15 %)	6.483 EUR
maßgebender Zuschuss	6.483 EUR



Zuschuss Einzelmaßnahme Fenster & Türen Variante 2

Einsparung CO ₂	2,4 t/a
Lebensdauer KEA	30 a
Gesamteinsparung	72,2 t
Ansatz CO ₂	50 EUR/t
möglicher Zuschuss	3610 EUR
max. Zuschuss	3.865 EUR
maßgebender Zuschuss	3.610 EUR

Zuschuss Einzelmaßnahme Kellerdecke Variante 3

Einsparung CO ₂	2,7 t/a
Lebensdauer KEA	30 a
Gesamteinsparung	81,3 t
Ansatz CO ₂	50 EUR/t
möglicher Zuschuss	4063 EUR
max. Zuschuss	1.675 EUR
maßgebender Zuschuss	1.675 EUR

Zuschuss Einzelmaßnahme Dach Variante 4

Einsparung CO ₂	3,5 t/a
Lebensdauer KEA	30 a
Gesamteinsparung	104,8 t
Ansatz CO ₂	50 EUR/t
möglicher Zuschuss	5.240 EUR
max. Zuschuss	2.139 EUR
maßgebender Zuschuss	2.139 EUR

Zuschuss Komplettanierung Variante 5

Investitionskosten	94.417 Euro
Einsparung CO ₂	15,9 t/a
Lebensdauer KEA	30 a
Gesamteinsparung	477,0 t
Ansatz CO ₂	50 EUR/t
möglicher Zuschuss	23.852 EUR
max. Zuschuss	14.163 EUR
ENEV minus 30 % (Erhöhung um 15%)	16.287 EUR
maßgebender Zuschuss	16.287 EUR

Insgesamt beläuft sich bei der Sanierung der gesamten Gebäudehülle der **Zuschuss auf 16.287 €.**



Für die Maßnahmen an der Heizungstechnik wurde das Förderprogramm „Klimaschutzplus“ und das Förderprogramm der BAFA „Erneuerbare Energien“ untersucht.

Für den NT-Kessel und den Brennwertkessel gibt es keine Zuschüsse.

Der Einbau eines Pelletkessels wird sowohl im Klimaschutzplusprogramm, als auch bei der BAFA bezuschusst. In Kombination mit den Maßnahmen an der Gebäudehülle, wurde untersucht welches Förderprogramm die höheren Zuschüsse bringt.

Da die Förderung der Heizung nur mit einer Sanierung der Gebäudehülle innerhalb des Klimaschutzplusprogramms förderfähig ist und die bisherige Heizung im benachbarten Kindergarten steht, kommt das Klimaschutzplusprogramm in diesem Fall nicht zum Tragen. Insofern blieben noch die Zuschussmöglichkeiten der BAFA.

Förderprogramm „Erneuerbare Energien“ der BAFA

Variante 8 Brennwertkessel:

Basisförderung		2.900,00 €
mindestens		
Maximaler Förderbetrag	20%	5.346,00 €
Effizienzbonus Stufe 1 (ENEV 2007 eingehalten)	plus 0,5 x Basisförderung	0,00 €
Kombinationsbonus Solarthermie		0,00 €
Zusammen		2.900,00 €

Insgesamt beläuft sich der **Zuschuss auf 2.900,- €**.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen enthalten keine Zinsverbilligten Darlehen. Hier ist eine getrennte Berechnung erforderlich.

Hinweis: Die Kombination des Klimaschutzplusprogramms mit den Krediten der KfW ist nicht möglich.