

Bericht zum Energiegutachten
Katholische Kirchengemeinde St. Columban
Friedrichshafen



Auftraggeber:	Kath. Kirchengemeinde St.Columban Paulinenstraße 98 88046 Friedrichshafen
Auftragnehmer:	Energieagentur Regio Freiburg Emmy-Noether-Straße 2 79110 Freiburg Tel. 0761/79177-10
Bearbeiter:	Arne Blumberg Carina Fritsch
Datum vor Ort-Aufnahme	07.08.2007
Datum Fertigstellung:	25.10.2007

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation.....	4
2	Zusammenfassung und Empfehlungen	5
	2.1 Kapitalrückfluss.....	5
	2.2 Jährliche Gesamtkosten	7
	2.3 Investitionen	9
	2.4 Endenergiebedarf	10
	2.5 CO ₂ -Vergleich	12
	2.6 Sonstige Luftschadstoffe.....	14
3	Bestandsanalyse	16
	3.1 Grunddaten der Objekte.....	16
	3.2 Energieverbrauch und Energiekosten	17
	3.3 Aktuelle Energiepreise.....	17
	3.4 Weitere Randbedingungen	19
	3.5 Ergebnisse der Wärmebedarfs- und Heizlastberechnung	20
	3.6 Heizungsanlage	21
	3.7 Warmwasserbereitung	22
	3.8 Gebäudelüftung	23
4	Maßnahmen an der Gebäudehülle	24
	4.1 Außenwanddämmung Jugendräume	24
	4.2 Außenwanddämmung Kindergarten.....	28
	4.3 Fensteraustausch Jugendräume.....	31
	4.4 Fensteraustausch Kindergarten	35
	4.5 Kellerdämmung Jugendräume	38
	4.6 Dachsanierung Jugendräume	41
	4.7 Dachsanierung Kindergarten.....	44
	4.8 Maßnahmenpaket Jugendräume.....	47
	4.9 Maßnahmenpaket Kindergarten	49

5	Vergleich von Anlagen zur Wärmeerzeugung	51
5.1	Heizvariante 1: Gasbrennwertkessel (Basisvariante)	51
5.2	Heizvariante 2: Gasbrennwertkessel plus Blockheizkraftwerk (BHKW)	53
5.3	Holzpelletskessel	56
5.4	Einbindung des Kirchenraums	60
5.5	Exkurs Solarthermie	61
6	Photovoltaik	62
7	Möglichkeiten zur Stromeinsparung	64
7.1	Zeitschaltuhren und Steckerleisten	64
8	Organisatorische und geringinvestive Maßnahmen	64
9	Förderung	66
9.1	Klimaschutz-Plus (z.Z. keine Antragsstellung)	66
9.2	Marktanreizprogramm des Bafa	66
9.3	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 1	67
9.4	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 2	67
9.5	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 3	68
9.6	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 4	68
9.7	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 5	68
10	Anhang	69

1 Ausgangssituation

Die katholische Kirchengemeinde St.Columban ist im Besitz von vier Gebäuden in der Paulinenstraße 98 in Friedrichshafen aus den Baujahren 1966 und 1986 mit einer Gesamtnutzfläche von ca. 3200 m².

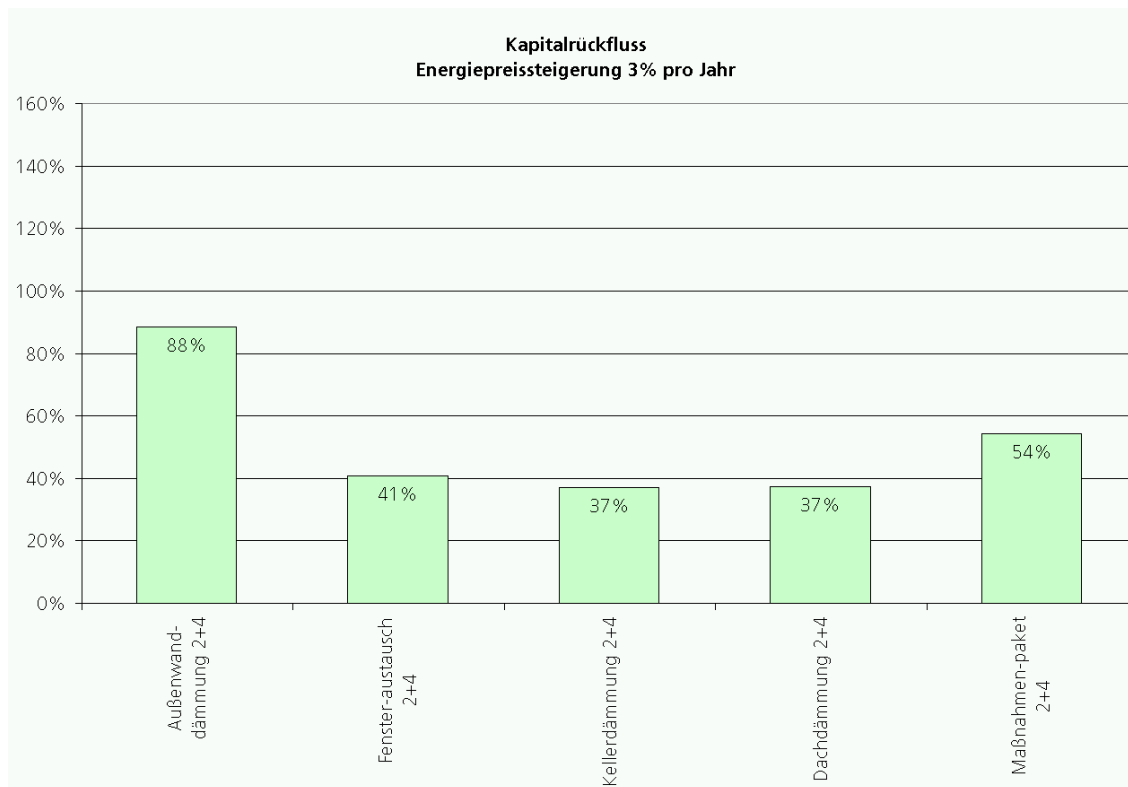
Gemeindehaus, Pfarrhaus und Kindergarten werden über eine gemeinsame Heizanlage aus dem Baujahr 1986 mit Wärme versorgt, die auch die Sakristei und die Jugendräume in der Kirche beheizt. Die Warmwasserbereitung findet dezentral über Elektrokleinspeicher statt. Am Pfarrhaus wurden 1995 die Außenwände und 2005 das Dach mit einer Dämmung versehen. Ansonsten wurden an den Gebäuden die letzten 10 Jahre keine energetischen Sanierungen durchgeführt.

Die Energieagentur Regio Freiburg wurde aufgefordert ein Energiegutachten betreffend Gebäudehüllenmaßnahmen am Kindergarten, sowie den Jugendräumen und Heizungsvarianten für das über Nahwärme versorgte Gebiet zu erstellen.

Zusätzlich wurde die Installation einer Photovoltaikanlage auf mehreren Dächern des untersuchten Gebiets geprüft.

2 Zusammenfassung und Empfehlungen

2.1 Kapitalrückfluss

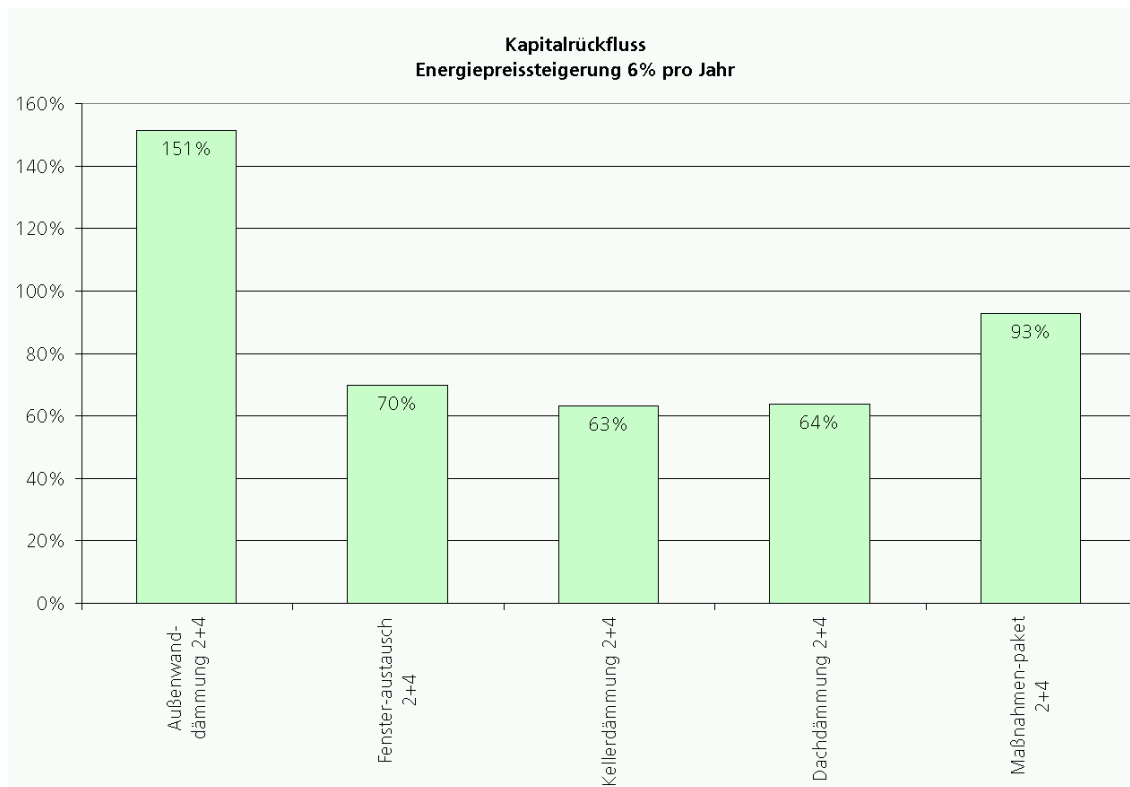


Die Grafik zeigt den Kapitalrückfluss der vorgestellten Gebäudehüllenmaßnahmen für die in den Einzelkapiteln genannten Rahmenbedingungen. In der Darstellung sind der Übersicht halber jeweils äquivalente Maßnahmen an den Gebäuden zusammengefasst. Die Werte für die Einzelmaßnahmen sind den entsprechenden Kapiteln zu entnehmen.

Alleine durch die Einsparung an Heizenergie refinanziert sich die Maßnahme Außenwanddämmung fast zu 90%. Am unwirtschaftlichsten ist die Maßnahme Kellerdämmung, bzw. Dachdämmung, weil hier jeweils angenommen wurde, dass eine minimale Dämmung bereits vorhanden ist.

In der Summe aller Gebäudehüllenmaßnahmen für den Kindergarten und die Jugendräume erwirtschaften die Maßnahmen etwas mehr als die Hälfte der Investitionskosten durch die Einsparung an Energie.

Da insbesondere bei der Energiepreissteigerung ein gewisser Unsicherheitsfaktor naturgemäß vorhanden ist (siehe Kapitel 3.3), kann niemand genau die Energiepreise für die kommenden 30 Jahre, welches die angesetzte Nutzungsdauer der Gebäudehüllenmaßnahmen ist, vorhersagen. Daher sei hier noch eine weitere Grafik mit einer zugrundegelegten Energiepreissteigerung von 6% pro Jahr eingefügt:



Die Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen steigt folgerichtig, weil die mittlere Energiekosteneinsparung durch steigende Energiepreise höher ausfällt, die anfänglichen Investitionen bleiben gleich. Die Maßnahme Außenwanddämmung steigt nun sogar deutlich über 100%, d.h. es werden über die Nutzungsdauer sogar mehr Energiekosten eingespart, als die Maßnahme an finanziellem Aufwand verursacht.

Die Summe aller Gebäudehüllenmaßnahmen erreicht bei dieser Darstellung in etwa die finanzielle Deckung.

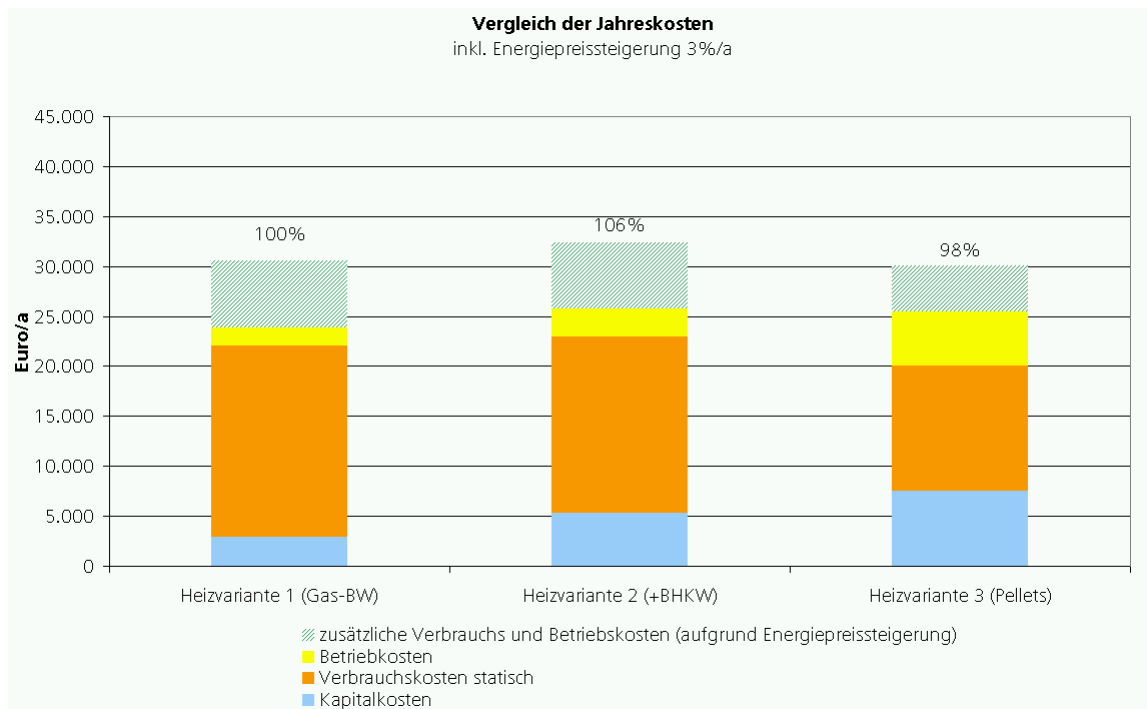
Der jeweilige Kapitalrückfluss für die Einzelmaßnahmen ist in der jeweiligen Tabelle der Gebäudehüllenmaßnahme für beide Energiepreissteigerungsszenarios aufgeführt.

2.2 Jährliche Gesamtkosten

Das folgende Diagramm zeigt die jährlichen Kosten für die Wärmeversorgung über die betrachteten Wärmeversorgungsvarianten. Im Anhang befinden sich die Berechnungsblätter zum Anlagenvergleich unter Angabe aller Randbedingungen.

Es werden folgende Kosten ermittelt und miteinander verglichen:

- Kapitalkosten:** jährliche Kosten über die Nutzungsdauer, die durch die Investitionskosten entstehen. Der Zinssatz zur Finanzierung der Investitionen ist hier berücksichtigt
- Verbrauchskosten:** jährliche Kosten, die durch den Verbrauch von Brennstoffen entstehen. Bezugsgröße ist hier der derzeitige Energiepreis für den jeweiligen Energieträger
Beim Betrieb eines Blockheizkraftwerkes wird die Stromvergütung bzw. die Stromkosteneinsparung von den Verbrauchskosten abgezogen
- Betriebskosten:** jährliche Kosten für Wartung und Instandhaltung, Betriebsstrom etc.
- Zusätzliche Verbrauchskosten:** Jährliche Verbrauchskosten, die zusätzlich durch die Energiepreissteigerung der Energieträger entstehen



Das Diagramm stellt die jährlichen Gesamtkosten als Stapeldiagramm dar, um die drei Heizvarianten miteinander zu vergleichen. Unter den getroffenen Randbedingungen ist die Heizvariante 3 die günstigste der untersuchten Varianten bei den jährlichen Gesamtkosten.

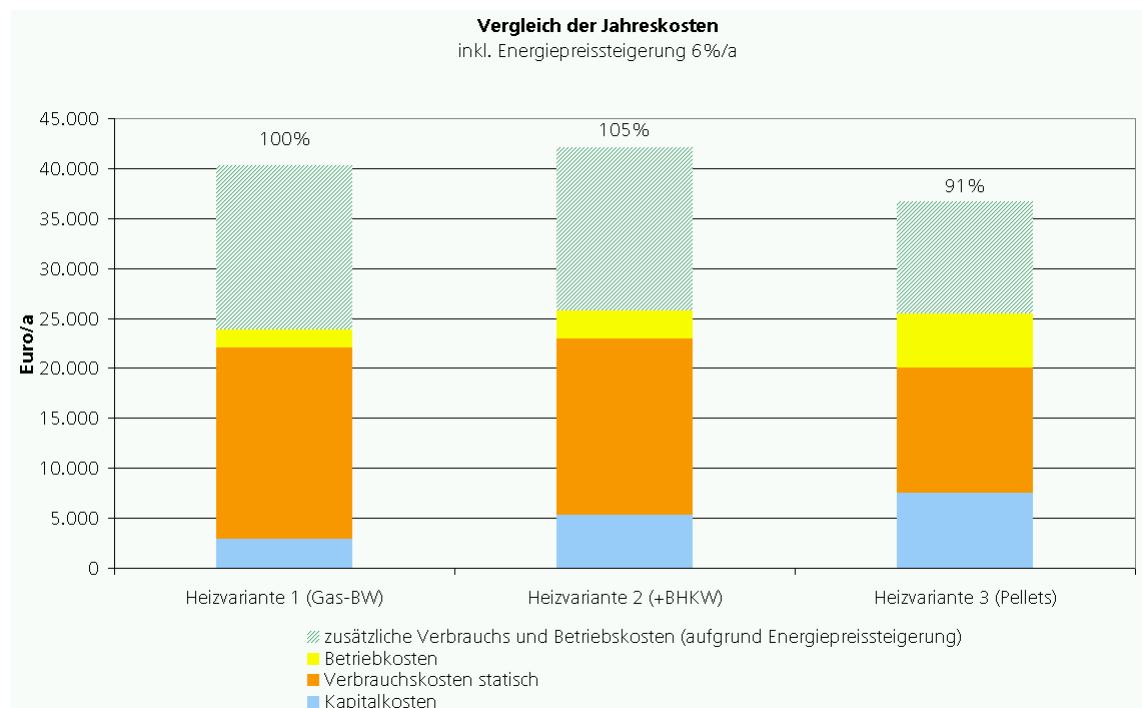
Zwar sind die Kapitalkosten deutlich höher, als bei der Heizvariante 1 (Gas-BW-Kessel), die geringeren Verbrauchskosten machen dies aber wieder mehr als wett.

Demgegenüber stehen ein deutlich höherer bautechnischer Aufwand und höhere Investitionskosten.

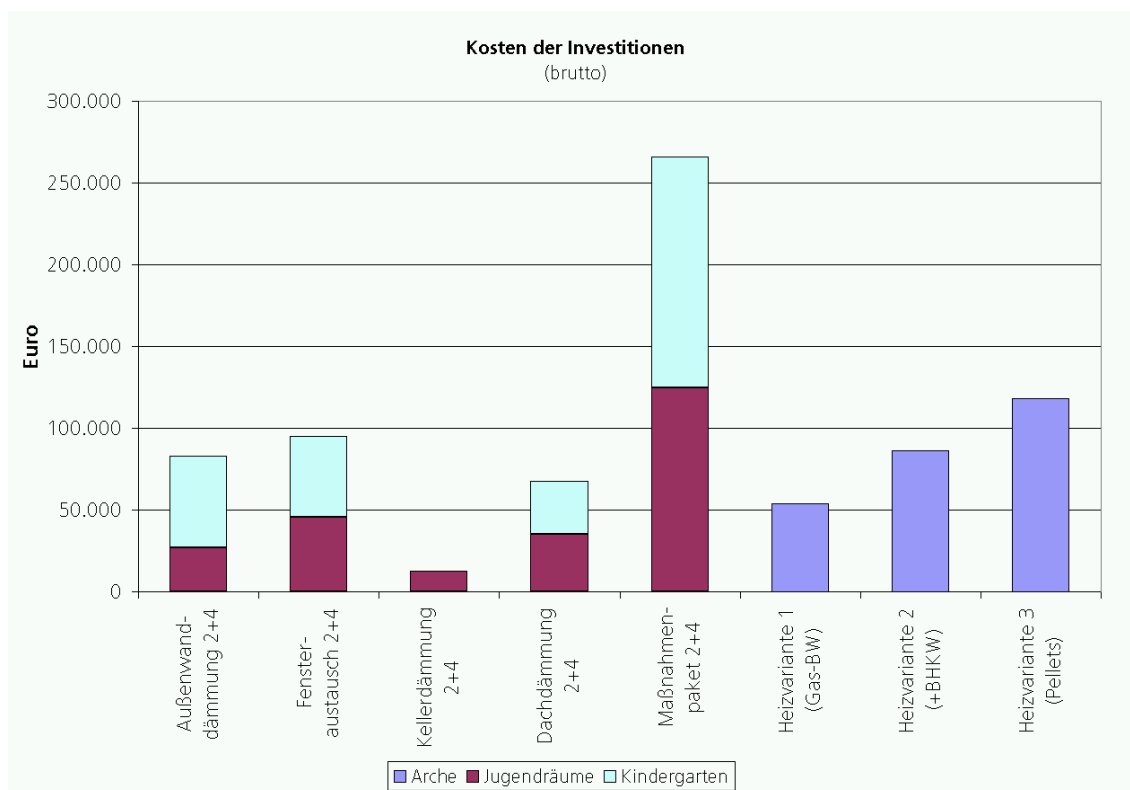
Bei allen Varianten wurde eine jährliche Energiepreissteigerung von 3% angenommen. Eine Grafik, die die Energiepreissteigerung der vergangenen Jahre aufzeigt findet sich im Kapitel 3.3.

Auch das Ergebnis einer statischen Betrachtung, d.h. ohne Energiepreissteigerung, lässt sich aus dem obigen Diagramm ablesen, sofern der oberste, grün gestrichelte Balken ignoriert wird. Die günstigste Heizungsvariante bei den jährlichen Gesamtkosten wäre dann die Basisvariante 1.

Setzt man anstelle der veranschlagten 3%/a eine höhere Steigerungsrate von 6%/a an, so verschiebt sich das Bild weiter zugunsten der Maßnahme mit den geringsten Arbeitspreisen, d.h. die Heizungsvariante 3, durch den Wechsel auf den Energieträger Holzpellets.



2.3 Investitionen



In diesem Diagramm sind alle Komplettinvestitionskosten der Gebäudehüllenmaßnahmen und auch die Heizungsvarianten zusammen dargestellt. Die Kostenanteile, die dabei auf das jeweilige Gebäude entfallen lassen sich dem Diagramm entnehmen.

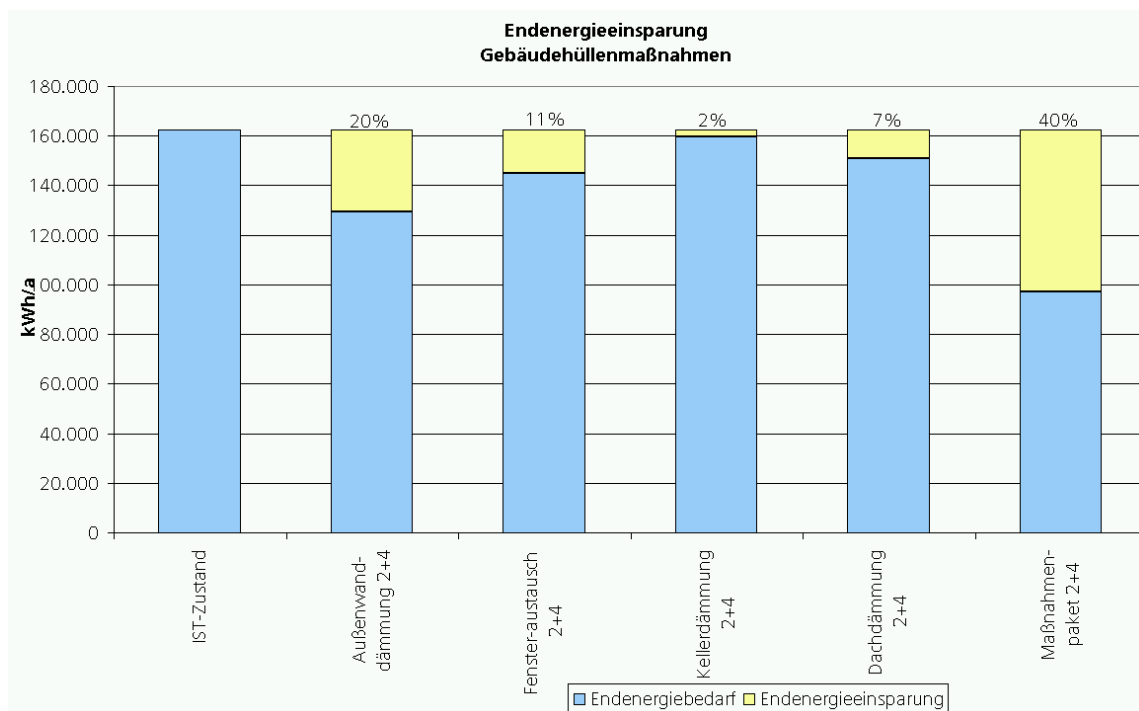
Die teuerste Maßnahme bezogen auf die Investitionskosten ist die Maßnahme Fensteraustausch. Der Grund liegt in dem hohen veranschlagten Preis pro sanierte Flächeneinheit. Das Maßnahmenpaket stellt die Summe aller Gebäudehülleninvestitionen dar.

Bei den Heizungsvarianten fallen unterschiedlichen Investitionskosten an. Die mit Abstand günstigste Variante bezogen auf die Investition ist die Heizvariante 1 (Basisvariante). Die investivste Variante ist Heizvariante Nr. 3, da hier die aufwendigste Anlagentechnik und weitere bauliche Maßnahmen (vor allem Installation eines Holzpelletslagers) vorausgesetzt werden.

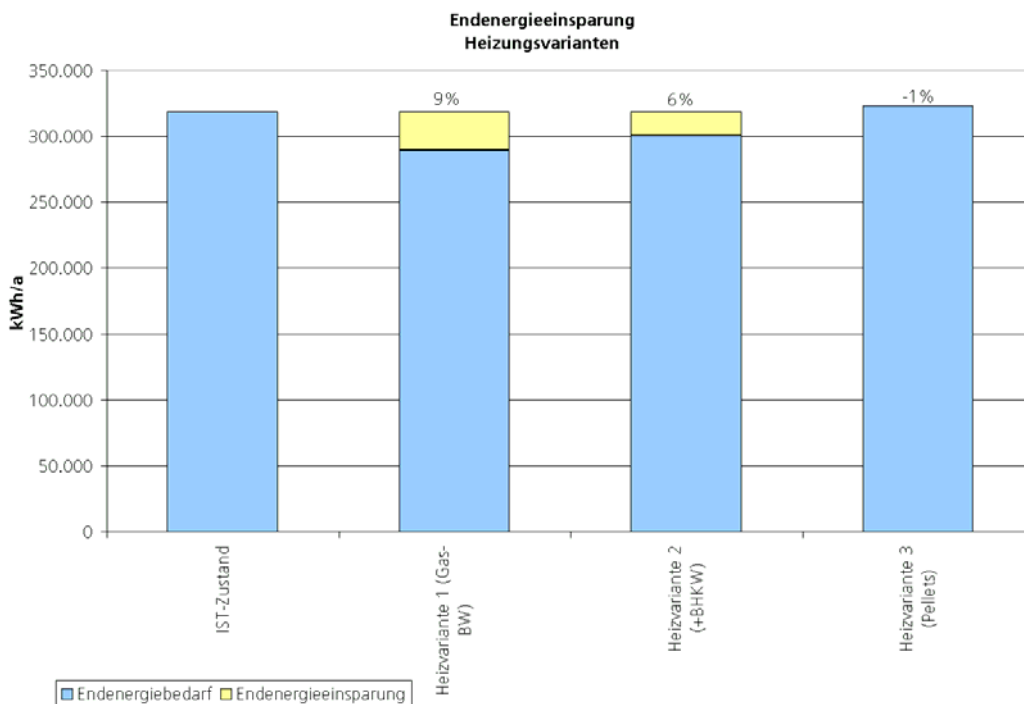
2.4 Endenergiebedarf

Die folgende Grafik zeigt den Endenergiebedarf der beiden Gebäude im Ist-Zustand, sowie nach Umsetzung von Gebäudehüllenmaßnahmen.

Zur höchsten Einsparung bei den Gebäudehüllenmaßnahmen führt dabei die Außenwanddämmung. Das Maßnahmenpaket stellt die Summe der Einzeleinsparungen dar. Die Darstellung bezieht sich hierbei auf die Gebäude 2 und 4 laut Angebot, d.h. die Jugendräume/Sakristei und das gesamte Gebäude des Kindergartens.



Bei den Heizungsvarianten wird die Einsparung bezogen auf den gesamten Endenergiebedarf. Daher hier eine zweite Grafik, in der der Ist-Zustand von obiger Grafik abweicht.



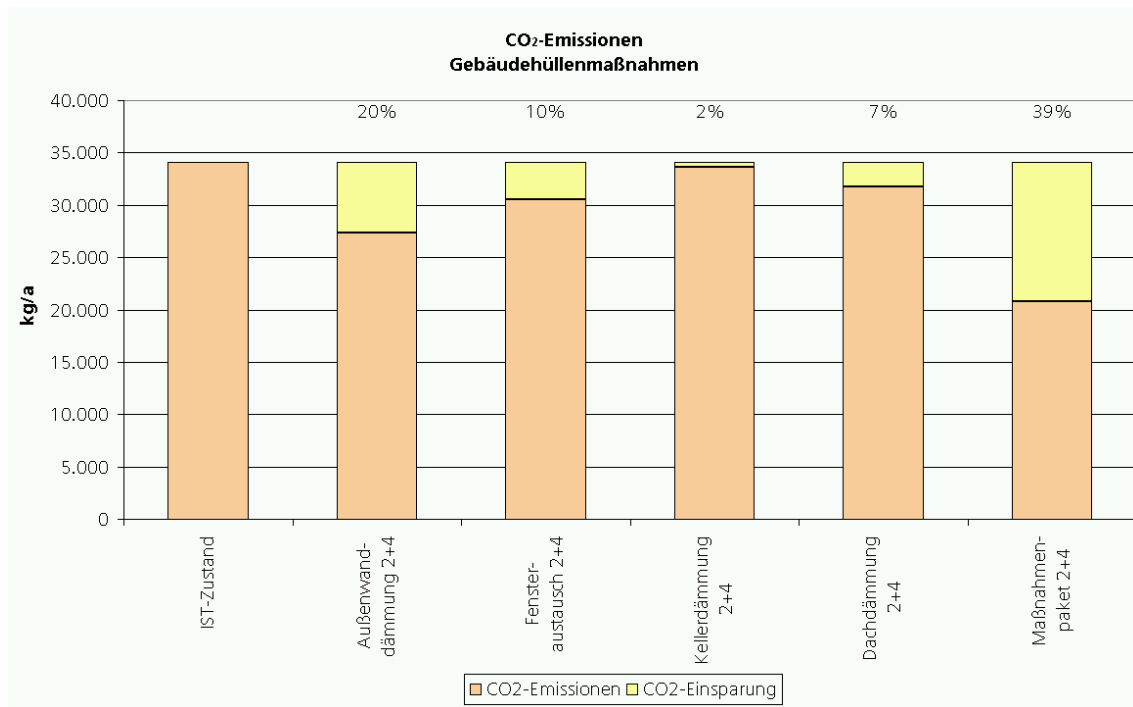
Endenergetisch betrachtet spart die Basisvariante (Gas-Brennwertkessel) am meisten Endenergie ein, da hier der höchste Kesselwirkungsgrad vorausgesetzt wird. Bei der Heizvariante 3 wird sogar angenommen, dass sich ein gewisser Mehrverbrauch an Endenergie einstellt, bedingt durch den geringeren Kesselnutzungsgrad, der sich durch die Verbrennung eines Festbrennstoffs einstellt. Die angesetzten Werte sind dabei dem Anhang zu entnehmen.

Die Grafik berücksichtigt auch keine Unterschiedlichen Bewertungen für thermische und elektrische Energie. Letztere wird von dem BHKW in Heizvariante 2 bereit gestellt und ist sowohl ökologisch, als auch finanziell höher zu bewerten.

Die energetischen Einsparungen aus Gebäudehüllenmaßnahmen und Heizungsvarianten sind kumulierbar (relativ, nicht absolut).

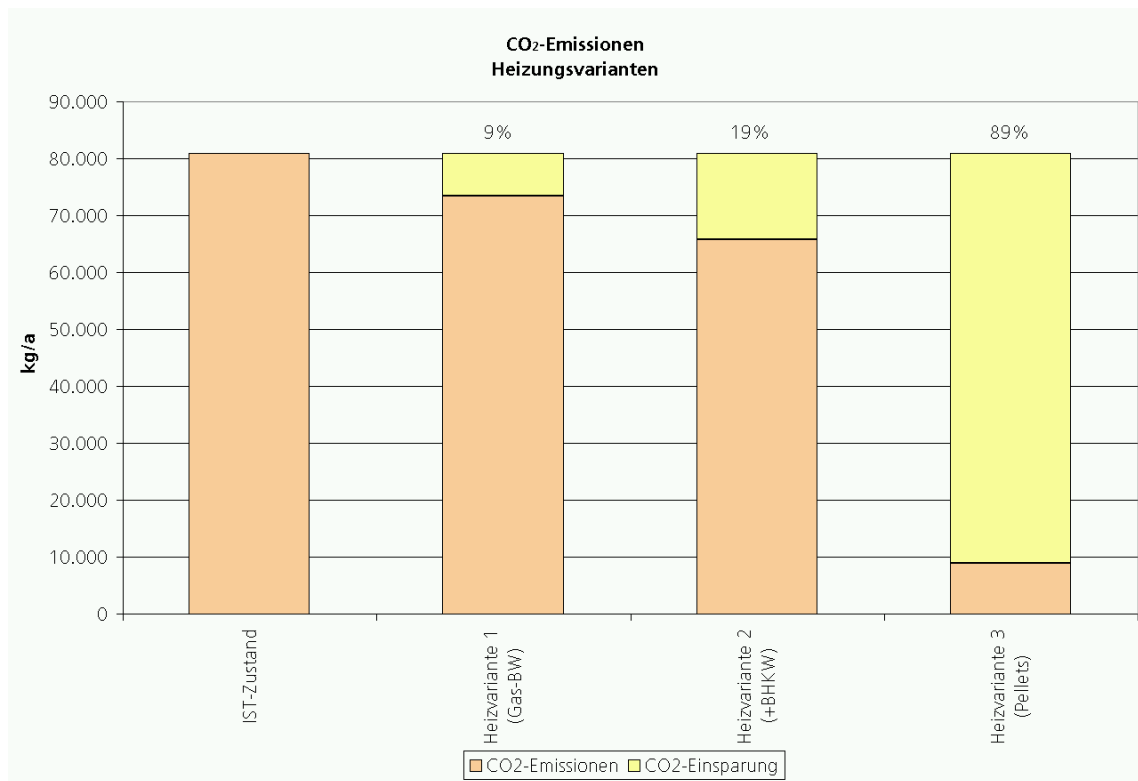
2.5 CO₂-Vergleich

Um den Einfluss der Gebäudehüllenmaßnahmen und Heizvarianten auf die Umwelt und das Klima zu beurteilen, werden die CO₂-Emissionen berechnet und miteinander verglichen. Der Ist-Zustand gibt dabei analog zur Endenergiedarstellung nur die untersuchten Gebäude wieder.



Bei den Gebäudehüllenmaßnahmen ergeben sich ähnliche Werte, wie bei der Endenergieeinsparung, da alle auf den gleichen Heizungssystem und damit dem gleichen Energieträger basieren.

Bei den Heizungsvarianten ergibt sich ein anderes Bild, hier wieder bezogen auf die gesamten Emissionen:

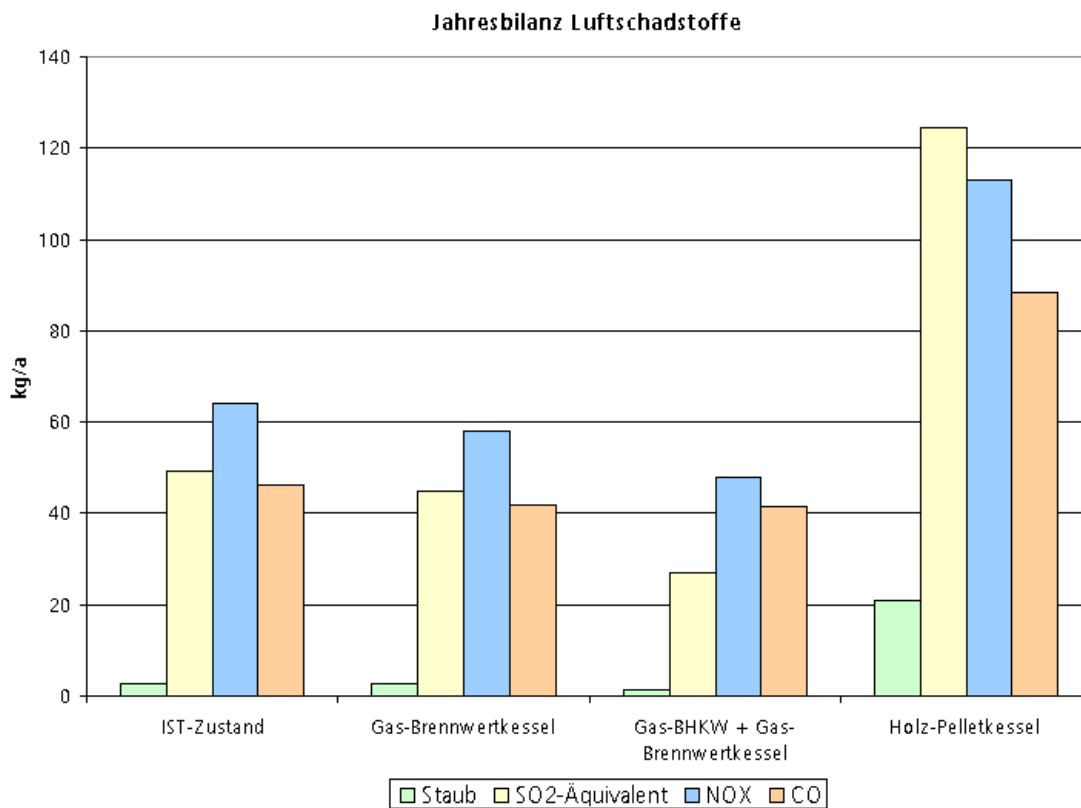


Schon die Basisvariante spart einen Teil der jetzigen CO₂ Emissionen durch verbesserte, moderne Anlagentechnik ein. Allerdings wird weiterhin der fossile Brennstoff Erdgas benötigt.

Erst der Wechsel auf den nachwachsenden Rohstoff Holzpellets (Heizvariante 3) verringert die CO₂-Emissionen stark - wie in der Grafik ersichtlich. Die Begründung hierfür ist, dass bei der Verbrennung von Holz nur soviel Kohlenstoffdioxid (CO₂) freigesetzt wird, wie während dessen Wachstum im Holz selber gespeichert wurde.

Bei der Heizvariante 2 wurde die produzierte Strommenge des BHKWs berücksichtigt. Diese Strommenge muss nun nicht mehr ineffektiv in einem Großkraftwerk produziert werden, d.h. es werden indirekt CO₂-Emissionen bei der Stromproduktion vermindert. Kalkulationsbasis dafür ist der deutsche Durchschnittstrommix nach Gemis (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme).

2.6 Sonstige Luftschadstoffe



Beim Vergleich der sonstigen Luftschadstoffe fällt auf, dass der Holzpelletskessel deutlich mehr Schadstoffe produziert, als die anderen lokalen Varianten. Ursache hierfür ist die Verbrennung eines Festbrennstoffs, die aus chemischen Gründen (schlechtere Durchmischung von Brennstoff und Luft) niemals so effektiv abläuft, wie bei einem gasförmigen Brennstoff (Erdgas).

Die anderen beiden Varianten unterscheiden sich vom Ist-Zustand eher marginal, etwas mehr spart die BHKW-Variante (2) ein, auch hier wieder die produzierte Strommenge berücksichtigt.

Zu beachten ist die verringerte Achsenskalierung, hier in der Einheit „kg/a“, an Stelle von „t/a“, wie bei der CO₂-Emissionsgrafik.

Empfehlungen:

Gebäudehülle:

Die Energieagentur Regio Freiburg empfiehlt die Umsetzung des Maßnahmenpakets. Die Einsparung an Endenergie und damit Einsparung an CO₂-Emissionen ist größer, als bei den einzelnen Gebäudehüllenmaßnahmen. Weiterhin hat die gleichzeitige Ausführung der Einzelmaßnahmen bautechnische Vorteile, sodass die Wirtschaftlichkeit durch hier unberücksichtigte Synergieeffekte günstiger ausfallen kann.

Dabei ist auch noch nicht berücksichtigt, dass die Umsetzung dieser Maßnahme zu einer Reduzierung der Heizlast des Gebäudes führt, die ihrerseits wiederum die Kosten einer neuen Heizungsanlagentechnik reduziert.

Wärmeversorgung:

Aufgrund der weitaus höheren Einsparung an CO₂-Emissionen und den geringsten jährlichen Gesamtkosten empfiehlt die Energieagentur Regio Freiburg die Installation eines Holzpelletkessels anstatt der Basisvariante. Sie ist sowohl wirtschaftlich, als auch ökologisch die sinnvollste der untersuchten Varianten.

Bei den jährlichen Gesamtkosten liegen die anderen Heizvarianten vor allem aufgrund des höheren Arbeitspreises ungünstiger. Der investive und bauliche Aufwand ist allerdings bei der Basisvariante niedriger, als bei der empfohlenen Heizvariante.

Weiterhin wird unabhängig von der zentralen Versorgung die Installation einer Solarthermieanlage auf dem Kindergarten empfohlen, um den zentralen Heizkessel im uneffektiven Sommerbetrieb zu entlasten.

Die Anbindung des Kirchenraums wird nicht empfohlen.

Gering- oder nichtinvestive Maßnahmen:

Unabhängig von der Wahl der zukünftigen Heizungsanlage wird die Installation von elektronisch geregelten Heizungsumwälzpumpen empfohlen. Diese würden den Stromverbrauch der Heizungsanlagentechnik senken.

Ein hydraulischer Abgleich ist bei der Installation einer neuen Heizungsanlage Vorschrift. Die Umsetzung durch den Heizungsinstallateur sollte unbedingt durchgesetzt werden.

Die Zweckmäßigkeit der Heizkörperverkleidungen in den untersuchten Gebäuden sollte geprüft werden, denn diese behindern die Wärmeabgabe in die entsprechenden Räume und verursachen so einen erhöhten Bedarf.

3 Bestandsanalyse

3.1 Grunddaten der Objekte

Gebäudedaten		
Nutzungsart der Gebäude	Wohnräume, Kindergarten	Jugendräume, Sakristei
Baujahre	1966/1992	1966
Gebäudenutzfläche [m ²]	601	317 (ohne Kirchenraum)
Wärmeerzeugung		
Art des Wärmerzeugers	Gaszentralheizung	
Baujahr Heizkessel	1986	
Nennwärmeleistung [kW]	232	
Anmerkung	Nahwärmeleitung zu drei weiteren Gebäuden	
Verbrauchsdaten		
Wärmeverbrauch [kWh/a]	116.298	65.420
Erdgasverbrauch [kWh/a]	338.617	
Erdgaskosten [Euro]	19.473	
Stromverbrauch [kWh/a]	14.499 ¹⁾	25.524 ²⁾
Stromkosten [Euro (brutto)]	2.669 ¹⁾	4.588 ²⁾
Gesamtenergiekosten [Euro]	25.469	

1) inkl. Beleuchtung Kirchenraum

2) exkl. Stromverbrauch Appartement

3.2 Energieverbrauch und Energiekosten

Auf eine grafische Darstellung der Erdgas- und Stromverbräuche wird an dieser Stelle verzichtet, da die Daten schon im Umweltbericht der Kirchengemeinde hinreichend genau dargestellt sind.

3.3 Aktuelle Energiepreise

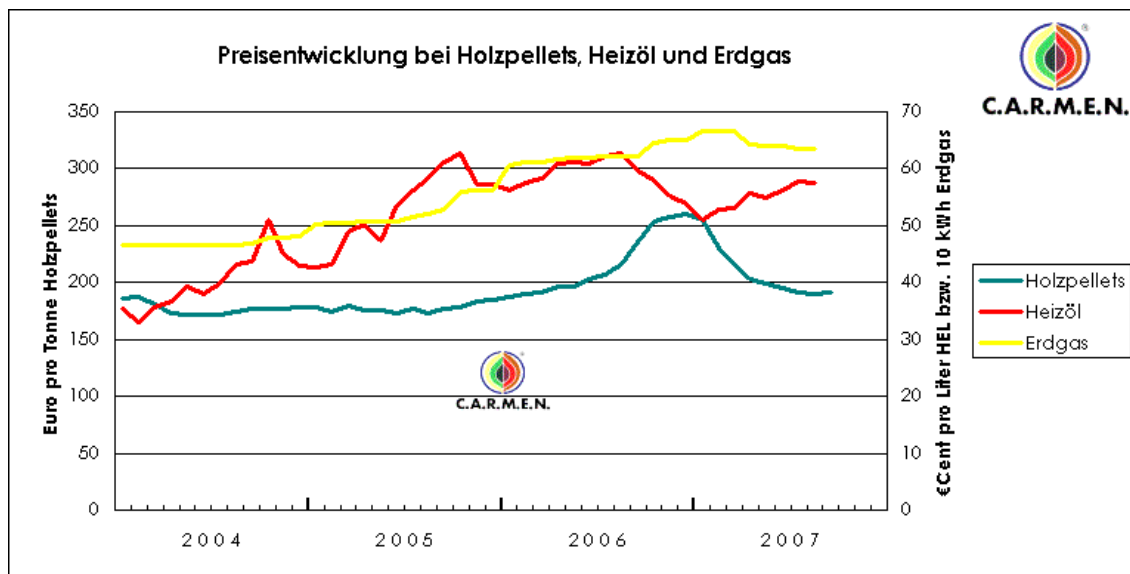
Die hier zugrunde liegenden Energiepreise sind der Tabelle zu entnehmen. Es wurden dafür die aktuellen Energiepreise der Energieversorger abgefragt. Es ist zu beachten, dass sich Energiepreise relativ kurzfristig ändern können. Die aufgeführten Preise sind inklusive ges. Umsatzsteuer (19%) angegeben.

Energieträger	Grundpreis		Arbeitspreis		Leistungspreis	
Strom	99,96	Euro/a	0,1537	Euro/kWh	0	Euro/kW*a
Gas	214,20	Euro/a	0,0601	Euro/kWh	9,04	Euro/kW*a
Pellets	0	Euro/a	0,0388	Euro/kWh	0	Euro/kW*a

Stand: 18.10.07
 Quellen: Technische Werke Friedrichshafen GmbH
 schellinger-kg.de

Einen sehr entscheidenden Faktor in der Wirtschaftlichkeitsberechnung spielt auch die angesetzte Energiepreissteigerung, welche - durch politische und wirtschaftliche Entwicklungen beeinflusst - u.U. stark abweichen kann. In Anbetracht der sinkenden Öl- und Gasreserven ist mit einer höheren Rate als den angesetzten 3% pro Jahr zu rechnen.

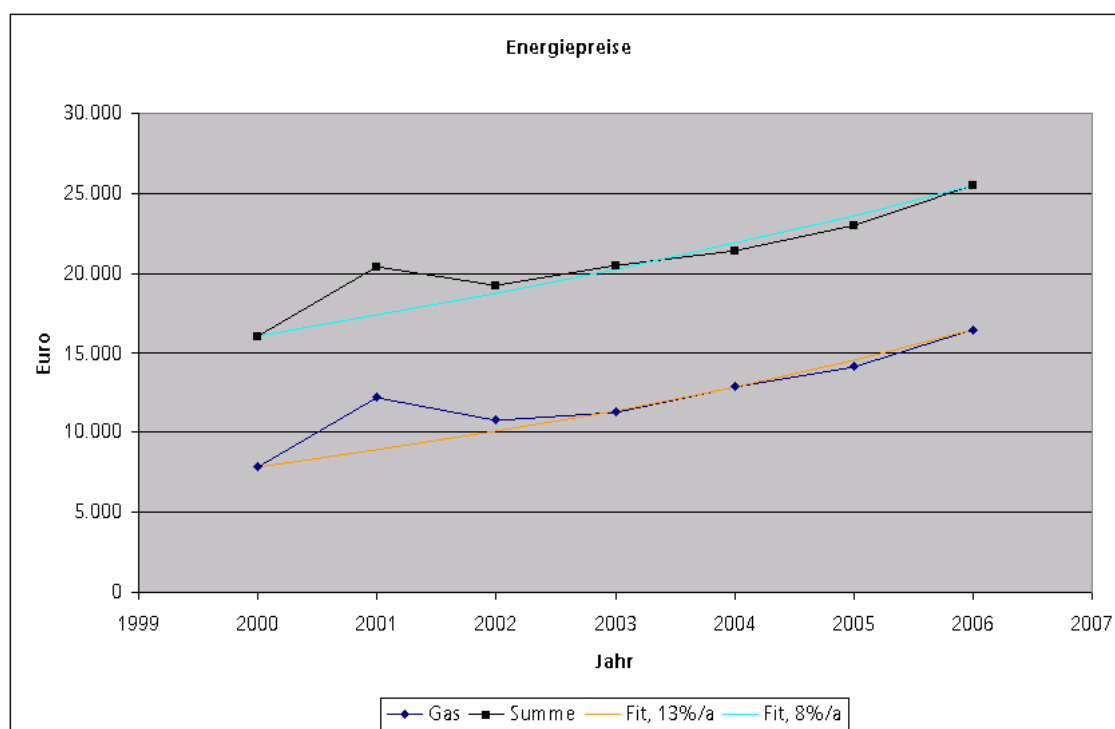
Zur Veranschaulichung: Eine Energiepreissteigerung von 3% pro Jahr führt zu einer Verdopplung der Energiepreise alle 23 Jahre. Eine Steigerungsrate von 6%/a bedeutet eine Verdopplungszeit der Energiepreise in etwa 12 Jahren. Da in der Vergangenheit die Verdopplungszeit kürzer ausfiel, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung der Gebäudehüllenmaßnahmen in der Realität deutlich günstiger ausfallen als im Bericht dargestellt.



Die in obiger Grafik gezeigten Steigerungsraten entsprechen bei den einzelnen Energieträgern:

- Holzpellets: ca. 1%/a
- Heizöl: ca. 14%/a
- Erdgas: ca. 8%/a

Bezogen auf die letzten Jahre ergibt sich in Friedrichshafen folgendes Bild bei den Energiekosten. Die entsprechenden Preissteigerungskurven (13% pro Jahr bei Erdgas und 8% pro Jahr bei den Gesamtenergiekosten) sind der Grafik mit hinzugefügt.



3.4 Weitere Randbedingungen

Einspeisevergütung Gas-BHKW: (KWKG, mit Preissteigerungsraten)

	EEX	VNN	KWK	Summe
Jahr	Euro/kWh	Euro/kWh	Euro/kWh	Euro/kWh
2008	0,04256	0,00760	0,05110	0,10126
Mittelwert über 15a	0,05277	0,00942	0,03407	0,09626

EEX: Vergütung nach EEX Index - beschreibt den Strompreis der Leipziger Strombörse, hier: Mittelwert der letzten drei Jahre
 VNN: Vergütung für BHKW-Strom für die vermiedene Netznutzung, hier bei einer Einspeisung ins 0,4 kV-Netz
 KWK: Vergütung die im KWK-Gesetz geregelt ist, wird nicht über die vollen 15 Jahre gewährt

Einspeisevergütung Photovoltaik (Inbetriebnahme: 2008)

0,4675 Euro/kWh_{EL}

Marktüblicher Zinssatz zur Finanzierung der Investitionsaufwendungen:

5,50 %

Für Wartung und Instandhaltung werden Kosten und Laufzeiten nach VDI 2067 kalkuliert.

3.5 Ergebnisse der Wärmebedarfs- und Heizlastberechnung

Zur Berechnung des Gebäudewärmebedarfs wurden der Aufbau und die Flächen aller Außenbauteile des Objektes den vorliegenden Unterlagen entnommen.

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

Hier die Bedarfsermittlung für die untersuchten Gebäude:

Gebäude	2 (Jugendräume, Sakristei)	4 (Kindergarten + App.)
	[kWh/a]	[kWh/a]
Heizwärmebedarf	36.916	78.209
Endenergiebedarf Raumheizung	45.969	93.811
Trinkwasserwärmebedarf	0	19.200
Endenergiebedarf gesamt	45.969	116.367
Primärenergiebedarf	60.463	153.833
	[kW]	[kW]
Netto-Heizlast	37	54
Aufheizlast	0	0
Normgebäudeheizlast	37	54

Für nicht Wohngebäude ergibt sich dabei kein Trinkwarmwasserbedarf. Die Anforderungen im Nutzerverhalten wurden berücksichtigt soweit wie möglich angenähert.

Der weitaus größere Anteil am gesamten Endenergiebedarf fällt auf die Raumheizung. Die Differenz zwischen Heizwärmebedarf und Endenergie Raumheizung hat ihre Ursache in der Anlagentechnik und Wärmeverteilung, sie ist also mit Verlusten gleichzusetzen.

Folgende Tabelle zeigt die Heizlast-Kalkulation für die gemeinsame Heizzentrale, die neben obigen Gebäude noch mehrere Objekte umfasst:

Gebäude:	2	Kirche ¹⁾	4	Pfarrhaus ²⁾	Arche ²⁾	Verteilung	Summe
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Netto-Heizlast	37	217	54	50	58	2	201
Aufheizlast	0	0	0	0	0	0	0
Normgebäudeheizlast	37	217	54	50	58	2	201

1) Heizlast zwar mit aufgeführt, aber nicht summiert, da nicht mit angeschlossen

2) Heizlast auf Basis vorliegender Gebäude- und Verbrauchsdaten abgeschätzt

3.6 Heizungsanlage

Daten des primären Wärmeerzeugers

Bauart	Niedertemperaturkessel
Energieträger	Erdgas
Baujahr Heizkessel	1985
Baujahr Brenner	1985
Hersteller Heizkessel	Buderus
Hersteller Brenner	Buderus
Nennwärmeleistung [kW]	232
Standort	Heizungsraum, Arche
Versorgte Bereiche	Alles, außer Kirchenraum
Art der Wärmeübergabe in den versorgten Bereichen	Primär: Heizkörper Sekundär: Lüftungsanlage
Witterungsgeführte Regelung	Ja
Warmwasserbereitung	Primär: Nein Sekundär (Appartements): Ja

Eine Dämmung der Heizungsrohre ist vorhanden und in akzeptablem Zustand (Ausnahme Verteilung unter Jugendräumen/Sakristei). Die Pumpen sind nicht drehzahl geregelt und könnten energieparender arbeiten. Voraussetzung dafür ist ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage, der auch gesetzlich bei einer Neuinstallation vorgeschrieben ist. Bei Umsetzung einer der vorgeschlagenen Heizungsvarianten sollte auf die Durchführung des hydraulischen Abgleichs Wert gelegt werden. Im Zuge dessen sollte gleich ein Umstieg auf energieeffiziente Umwälzpumpen untersucht werden.

Sowohl in der Sakristei, als auch im Kindergarten fielen Radiatoren auf, deren Wärmeabgabe durch Holzverkleidungen deutlich behindert wurde. Erhöhte und vermeidbare Heizenergieanforderungen sind hier die Folge.

Heizungsumwälzpumpen:

Anzahl der Heizungspumpen	4
Davon drehzahl geregelt	-

3.7 Warmwasserbereitung

Gebäude	Fast alle untersuchten Bereiche
Art der WW-Bereitung:	Kleinspeicher
Energieträger:	Strom
Baujahr:	Entsprechend Gebäudebaujahr
Standort(e):	Relevante Zapfstellen
Versorgte Bereiche	lokal
Zirkulationsleitung vorhanden	Nein

Gebäude	Kindergartengebäude
Art der WW-Bereitung:	Zentral versorgter Speicher
Energieträger:	Nahwärmenetz (Erdgas)
Baujahr:	Entsprechend Gebäudebaujahr
Standort(e):	Erdgeschoss
Versorgte Bereiche	Appartement
Zirkulationsleitung vorhanden	Nein

Die Warmwasserbereitung erfolgt größtenteils dezentral über Elektrokleinspeicher. Die Nutzungsweise ist trotz Verwendung des Energieträgers Strom als effizient anzusehen und gut auf den geringen Bedarf vor Ort abgestimmt, da die Leitungsverluste klein sind. Ggf. kann eine Installation von Zeitschaltuhren überprüft werden um die Verluste außerhalb der Arbeitszeiten zu minimieren.

Im Gebäude des Kindergartens ist zusätzlich ein Trinkwarmwasserspeicher für die erhöhte Anforderung des Appartements installiert worden, welcher über die Nahwärmeleitung mit Energie versorgt wird. Die Verwendung des Energieträgers Erdgas ist zwar prinzipiell als ökologischer anzusehen als der Energieträger Strom, in diesem Fall führt jedoch die Bedarfsanforderung im Sommer zu unnötiger Aufheizung des Nahwärmenetzes und somit zu einem vielfachen des Verbrauchs an Erdgas, der normalerweise zur Erhitzung der entsprechenden Wassermenge nötig wäre.

Es wäre anzustreben, die sommerliche Trinkwarmwasserbereitung vom zentralen Kessel zu entkoppeln, um diesen während der Nicht-Heizperiode stilllegen zu können. Während der Wintermonate ist das Netz sowieso für die Beheizung aller Gebäude in Betrieb, insofern kann der Winterbetrieb beibehalten werden.

3.8 Gebäudelüftung

Das Gebäude wird in den Bürobereichen überwiegend manuell über die Öffnung von Fenstern belüftet. Eine zusätzliche, unkontrollierte Lüftung findet über Fenster ohne ausreichende Dichtung statt. Dieses kann auch nachträglich mit geringem Aufwand durch den Einbau von Dichtungen in den entsprechenden Fensterrahmen verbessert werden.

In der Sakristei, sowie im Gemeindehaus Arche ist zusätzlich je eine Lüftungsanlage installiert, die jedoch nach Angaben bei der Vor-Ort-Begehung nur seltenst in Betrieb oder komplett stillgelegt ist.

	Daten der Lüftungsanlage
Zuluft	Zentral
Abluft	Dezentral
Wärmerückgewinnung	Nein
Luftherhitzer	Ja
Versorgte Bereiche	Sakristei, Arche

4 Maßnahmen an der Gebäudehülle

4.1 Außenwanddämmung Jugendräume



Die Maßnahme umfasst die vollständige Dämmung der Außenwände gegen Außenluft der Jugendräume. Alle Bereiche werden mit einer einheitlichen, zusätzlichen Dämmschicht mit der Stärke 16 cm versehen.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	205,6 m ²
Bestand	Ungedämmtes Mauerwerk 30cm
Maßnahme	außenseitige Dämmung um 16cm WDVS WLK 035
U-Wert Bestand	1,93 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,20 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	0,35 W/m ² K

Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	2,2 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	23 %
Energieeinsparung	10.605 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	23 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	11 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	130 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	26.727 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	26.727 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	3.546 Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	35.458 Euro
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	26.727 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	26.727 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	3.546 Euro /a
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	35.458 Euro
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 1.182 Euro/a
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	1.041 Euro /a
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-141 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	88 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

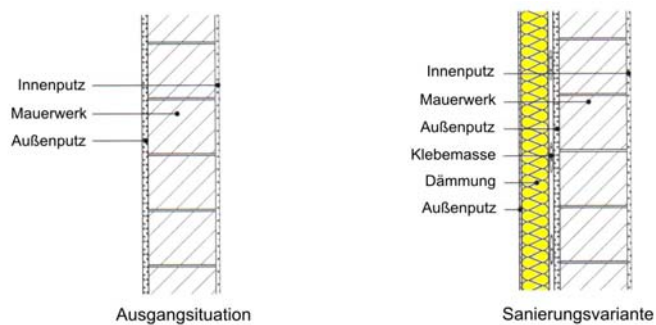
Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 151%

Die Maßnahme erwirtschaftet über die Lebensdauer 88% des Investitionskapitals alleine über die Energiekostensparnis bei den genannten Randbedingungen.

Für diese Maßnahme wurden Vollkosten angesetzt, d.h. die Betrachtung wurde losgelöst von geplanten Sanierungen Umbauten oder Instandsetzungsmaßnahmen des Gebäudes in der kommenden Zeit. Bei Umsetzung von sowieso geplanten Sanierungen können sich jedoch Synergieeffekte ergeben, die einen weiteren positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hätten.

Wärmedämmverbundsystem

Die Maßnahme sieht eine Außenwanddämmung mittels Wärmedämmverbundsystem, auch Thermohaut genannt, vor. Dieses System bewährt sich bereits seit mehr als 35 Jahren. Auf die bestehenden Außenputz-, Beton oder Ziegelflächen werden Dämmplatten geklebt oder gedübelt und mit einem gewebearmierten Putz überzogen. Dabei lassen sich kleinere Unebenheiten und Risse überbrücken, größere werden entsprechend des Baustoffs aufgefüllt und geglättet. Durch eine Außenwanddämmung auf der Außenseite wird die Wärmebrückenwirkung von z.B. Deckenan-schlüssen oder Gebäudeecken gegenüber der innenseitigen Variante reduziert.

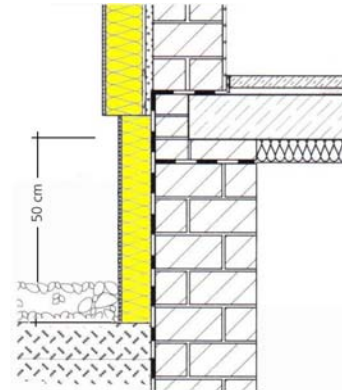


Außenwand aus Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem

Standardmäßig werden Mineralfaser- oder Polystyrol-Hartschaumplatten eingesetzt. Besser hingegen sind ökologische Materialien wie Holzfaserplatten, die zur Herstellung einen sehr viel geringeren Energieaufwand benötigen. Des weiteren setzen sie keine gesundheitsschädlichen Stoffe frei und sind recyclebar. Zudem ist der sommerliche Wärmeschutz aufgrund der Speicherfähigkeit bei ihnen besser. Ökologische Dämmstoffe verursachen Mehrkosten, es bestehen allerdings Förderprogramme für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe.

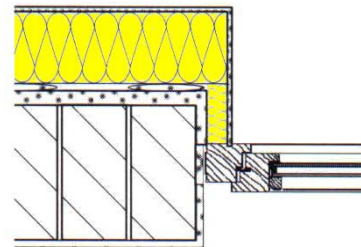
Sockeldämmung

Der Sockelbereich wird bei dieser Maßnahme mitgedämmt. Es müssen feuchtebeständige, druckfeste Dämmplatten eingebaut werden. Der Sockelputz muss wasserdicht und auf den Dämmstoff abgestimmt sein. Die Mehrflächen sind bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt.



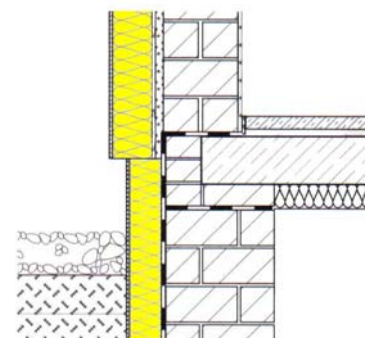
Fensteranschluss

Im Bereich der Fenster sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Laibungen mit gedämmt werden, damit sich die Wärmebrückenwirkung reduziert. Bei gleichzeitiger Sanierung der Fenster ist der Wiedereinbau in der Dämmstoffebene energetisch sinnvoll. Auf einen luftdichten Anschluss der Fenster an die Wand ist zu achten.



Perimeterdämmung

Es wird empfohlen, die Außenwanddämmung als druckfeste und feuchteunempfindliche Perimeterdämmung noch einen zusätzlichen Meter ins Erdreich weiterzuführen. Die vom Innenraum des Erdgeschosses über die Bodenplatte in das Erdreich gelangte Wärme sammelt sich unterhalb des Fußbodens als sogenannter Wärmesee und sorgt für höhere Erdreichtemperaturen. Dies bedeutet ein niedrigeres Temperaturgefälle und führt zu weniger Energieverlusten durch Abschwächung der entstehenden Wärmebrücke. Die Perimeterdämmung ist in dieser Maßnahme allerdings noch nicht berücksichtigt.



4.2 Außenwanddämmung Kindergarten



Die Maßnahme umfasst die vollständige Dämmung der Außenwände gegen Außenluft der Jugendräume. Alle Bereiche werden mit einer einheitlichen, (teilweise zusätzlichen) Dämmschicht mit der Stärke 16 cm versehen.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	448,6 m ²
Bestand	Mauerwerk EG ungedämmt, OG mit Minimaldämmung
Maßnahme	Einheitliche Dämmstärke 16cm WLG 035 WDVS
U-Wert Bestand (Durchschnitt)	1,00 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung (Durchschnitt)	0,20 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	0,35 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	4,6 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	19 %
Energieeinsparung	22.404 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	19 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	11 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	125 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	56.077 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	56.077 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	7.440 Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	74.396 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	56.077 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	56.077 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	x
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	7.440 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	74.396 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 2.480 Euro/a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	2.199 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-281 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	89 %

1) Kosten die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh]	0,060
Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh]	0,153
Jährliche Energiepreissteigerung [%]	3,00
<i>Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung</i>	<i>152%</i>

Die Maßnahme am Kindergarten erwirtschaftet über die Lebensdauer 89% des Investitionskapitals. Analog zur Maßnahme Außenwanddämmung an den Jugendräumen (s.o.) wurden Vollkosten angesetzt.

Die Maßnahme entspricht weitergehend der im vorherigen Kapitel beschriebenen, weshalb hier nicht alle Informationen wiederholt werden.

Im Obergeschossbereich des Kindergartens ist jedoch bereits eine Außenwanddämmung des beschriebenen Typs installiert. In dieser Maßnahme wird von einer zusätzlichen Dämmung auch in diesem Bereich ausgegangen, um eine einheitliche Dämmstärke und damit eine einheitliche Außenfassade und Wärmeschutzwirkung zu erzielen.

Da sowohl öffentliche, als auch Wohnbereiche gedämmt werden kommen seitens des KfW unterschiedliche Förderprogramme in Frage. Die Konditionen sind dem entsprechenden Kapitel (9), bzw. dem Anhang zu entnehmen.

4.3 Fensteraustausch Jugendräume



Diese Maßnahme beschreibt den Austausch der unterschiedlich verglasten, alten Fenster durch moderne wärmeschutzverglaste Fenster, um die Wärmeverluste durch die Fenster zu minimieren und die Lüftungsverluste zu verringern. Dabei wurde davon ausgegangen, dass erneut Holz-/Alurahmenfenster zum Einsatz kommen sollen, um das Erscheinungsbild nicht stark zu verändern. Dabei sind die entsprechend höheren Investitionskosten gegenüber Kunststoffrahmenfenstern berücksichtigt und die Maßnahme sollte auch dementsprechend bewertet werden.

Zusätzlich ist der Austausch der drei Oberlichter in diesem Gebäudebereich vorgesehen, denn auch hier kann der Wärmeschutz verbessert werden.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	85,7 m ²
Bestand	Holz-/Alurahmenfenster mit Verbundverglasung, äquivalente Eingangstür
Maßnahme	Holz-/Alurahmenfenster mit thermisch verbesserten Randverbund und WSV
U-Wert Bestand (Durchschnitt)	3,69 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung (Durchschnitt)	1,54 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	1,7; bzw. 2,9 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	0,8 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	9 %
Energieeinsparung	4.050 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	9 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	6 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	585 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	45.446 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	45.446 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	6.029 Euro /a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	60.292 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	45.446 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	45.446 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	6.029 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	60.292 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 2.010 Euro /a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	398 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-1.612 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	20 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 34%

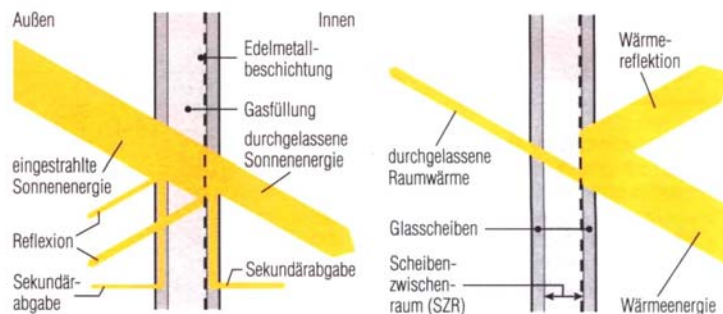
Die Maßnahme erwirtschaftet unter den genannten Voraussetzungen 20% der Kapitalkosten durch Energieeinsparung.

Neue Fenster

Diese Maßnahme sieht den Austausch der bestehenden Fenster gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem U_W -Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ sowie mit thermisch verbessertem Randverbund vor.

Im Unterschied zur Isolier- oder Verbundverglasung ist der Scheibenzwischenraum bei der Wärmeschutzverglasung mit Edelgas anstatt mit Luft gefüllt, was zu deutlich geringeren Energieverlusten führt. Zusätzlich vermindert eine

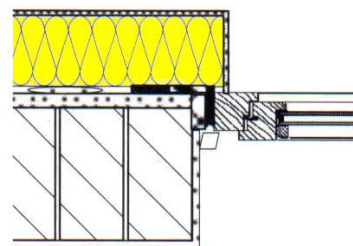
Metalloxydbeschichtung die Wärmeabstrahlung nach außen. Der Komfort wird aufgrund der höheren Oberflächentemperaturen der Fensterscheiben deutlich verbessert.



Zudem vermeiden neue Fenster mit guten Dichtungen ungewollte Lüftungswärmeverluste. Der thermisch verbesserte Randverbund vermindert die Energieverluste im Randbereich des Fensters bei gleichbleibender Stabilität und Haltbarkeit.

Die angegebene Energieeinsparung bezieht sich auf den oben angegebenen mittleren U-Wert. Bei Fenstern mit einem Glasanteil größer oder kleiner als 70% ergeben sich abweichende Werte. Bei Umsetzung der Maßnahme sollte daher eine genaue Berechnung des mittleren U-Wertes unter Berücksichtigung der verschiedenen Fenstergrößen durch den Fensterbauer erfolgen.

Im Zuge einer Außenwanddämmung sollte der Fensteranschlag soweit wie möglich bis oder sogar in die Dämmebene verlegt werden, um die Wärmebrückenwirkung zu reduzieren. Auf einen luftdichten Anschluss der Fenster an die Wand ist zu achten. Eine gleichzeitige Planung von Außenwanddämmung und Fensteraustausch hat hier Vorteile.



Neue Tür

Zusätzlich sieht diese Maßnahme den Austausch der bestehenden Außentür gegen eine neue, thermisch getrennte Außentüren aus Metall (Aluminium) vor, um die Wärmeverluste zu verringern. Für Türen mit Verglasungen wird Wärmeschutzverglasung empfohlen. Um Lüftungswärmeverluste und Zugerscheinungen zu vermeiden, sollte beim Kauf darauf geachtet werden, dass die neuen Türen mit Dichtungen in den Türrahmen sowie z.B. Bürstendichtungen unterseitig ausgestattet sind.

4.4 Fensteraustausch Kindergarten



Diese Maßnahme beschreibt den Austausch der alten Fenster im Erdgeschossbereich durch moderne wärmeschutzverglaste Fenster, um die Wärmeverluste durch die Fenster zu minimieren und die Lüftungsverluste zu verringern. Dabei kommen ähnliche Fenster zum Einsatz, wie in der entsprechenden Maßnahme an den Jugendräumen, um ein einheitliches Erscheinungsbild zu gewährleisten. Im Bereich der Aufstockung wird der Austausch nicht mit untersucht, da hier eine entsprechend neuere Verglasung vorausgesetzt wird, die eine äquivalente Verbesserung des Wärmeschutzstandards nicht zulässt.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	88,3 m ²
Bestand	Holz-/Alurahmenfenster mit Verbundverglasung, äquivalente Eingangstür
Maßnahme	Holz-/Alurahmenfenster mit thermisch verbesserten Randverbund und WSV
U-Wert Bestand (Durchschnitt)	4,0 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung (Durchschnitt)	1,3 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	1,7 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	2,8 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	11 %
Energieeinsparung	13.415 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	12 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	7 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	560 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	49.464 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	49.464 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	6.562 Euro /a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	65.623 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	45.446 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	45.446 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	6.562 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	65.623 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 2.187 Euro /a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	1.317 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-871 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	60 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 103%

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den genannten Voraussetzungen 60% der Kapitalkosten. Die Maßnahme stellt sich als wirtschaftlicher als in den Jugendräumen heraus, da hier von einer stärkeren Nutzung des Gebäudes ausgegangen werden kann. Entsprechend stärker wirken sich gut thermisch isolierte Bauteile auf den (im Vergleich höheren) Verbrauch aus.

Die Detailbeschreibung der Maßnahme ist dem vorherigen Kapitel zu entnehmen.

4.5 Kellerdämmung Jugendräume



Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	317,2 m ²
Bestand	Fußboden mit Trittschalldämmung
Maßnahme	6cm Dämmplatten WLG 035
U-Wert Bestand	0,62 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,30 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	0,40 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	0,3 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	3 %
Energieeinsparung	1.519 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	3 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	2 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	40 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	12.689 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	12.689 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	1.683 Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	16.835 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	12.689 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	12.689 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	1.683 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	16.835 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 561 Euro /a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	149 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-412 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	27 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen, hier: Erneuerung der Dachziegel ca. 75 Euro/m²

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

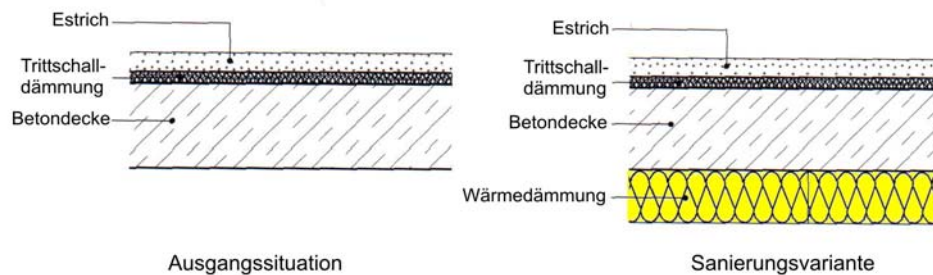
Preis Erdgas [Euro/kWh]	0,060
Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh]	0,153
Jährliche Energiepreissteigerung [%]	3,00
Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung	45%

Diese Maßnahme sieht eine Dämmung der Kellerdecke vor. Die Kellerdeckendämmung ist eine der günstigsten Wärmedämmmaßnahmen an einem Gebäude. Dennoch ist sie unter den genannten Voraussetzungen mit einem Kapitalrückfluss von 27% unwirtschaftlich, weil zum einen von einer nur unregelmäßigen Nutzung des Gebäudes ausgegangen wird und zum anderen schon im Ist-Zustand eine begrenzt wärmedämmende Trittschalldämmung verlegt ist. Das führt rechnerisch zu einer Aufstockung der Dämmschicht, die den U-Wert des Bauteils – relativ betrachtet – nicht mehr so stark absenkt. Der absolut erreichte U-Wert durch die Dämmung ist aber beachtlich.

Ein verbesserter Wärmeschutz der Kellerdecke mindert nicht nur die Energieverluste, sondern kommt darüber hinaus auch der Behaglichkeit zugute, da die Oberflächentemperatur im Fußboden des Erdgeschosses angehoben wird.

Betondecke / Betonhohlkörperdecke

Bei Betondecken lassen sich die Dämmplatten direkt auf die Unterseite kleben oder dübeln. Es sind nahezu alle platten- oder mattenförmigen Dämmstoffe verwendbar (Anforderungen bezüglich Brandschutz, Schallschutz und Feuchtebeständigkeit beachten). Da sich im Untergeschoss keine Aufenthaltsräume befinden, kann in diesen Räumen ggf. auf eine Verkleidung bzw. ein Verputzen der Dämmung verzichtet werden, die nur optischen Zwecken dienen.



Leitungen

Da einige Leitungen auf der Unterseite verlaufen sollte überprüft werden, ob sich diese am besten mit einer abgehängten Decke, kombiniert mit Dämmstoffmatten oder -flocken, überdecken und damit gleichzeitig dämmen lassen, oder ob einfache Dämmplatten unter die Decke geklebt werden. Letztere müssten aufwendig an die Leitungen herangearbeitet werden.

Da sich der Keller unter dem ganzen Gebäude befindet bietet sich eine durchgehende Dämmschicht auch unter dem Kirchenraum an. Da dieser Bereich nicht Gegenstand der Gebäudehüllberechnung ist, lässt sich die Einsparung nicht kalkulieren. Dennoch werden auch in diesen Bereich die Verluste verringert (insbesondere, da die Heizflächen direkt über dem Fußboden installiert sind) und die Behaglichkeit erhöht. Im Bereich der Kirchenraum wird zudem mit dem Energieträger Strom geheizt, insofern sind hier primärenergetisch und ökologisch betrachtet Einsparungen besonders sinnvoll.

Die Investitionskosten für die gesamte Fläche (inkl. Jugendräume) betragen etwa 50.000 Euro.

4.6 Dachsanierung Jugendräume



Die Maßnahme sieht die Sanierung des Flachdachs der Jugendräume / der Sakristei vor, um den Wärmeverlust über dieses Bauteil zu begrenzen.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	317,2 m ²
Bestand	Flachdach mit Minimaldämmung
Maßnahme	Aufstockung der Dämmschicht auf 16cm WLK 035
U-Wert Bestand	0,51 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,19 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	0,25 W/m ² K

Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	0,6 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	6 %
Energieeinsparung	2.848 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	6 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	3 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	110 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	34.896 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	34.896 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	4.630 Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	46.295 Euro
Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	34.896 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	34.896 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	x
	4.630 Euro /a
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	46.295 Euro
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 1.543 Euro /a
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	+
	280 Euro /a
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-1.264 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	18 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen, hier: Erneuerung der Dachziegel ca. 75 Euro/m²

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 31%

Die Maßnahme ist unter den genannten Voraussetzungen mit einem Kapitalrückfluss von 18% unwirtschaftlich. Die Gründe sind ähnlich, wie bei der Maßnahme Kellerdämmung, da die gleichen Randbedingungen vorliegen. Auch hier ist bereits eine Minimaldämmung installiert

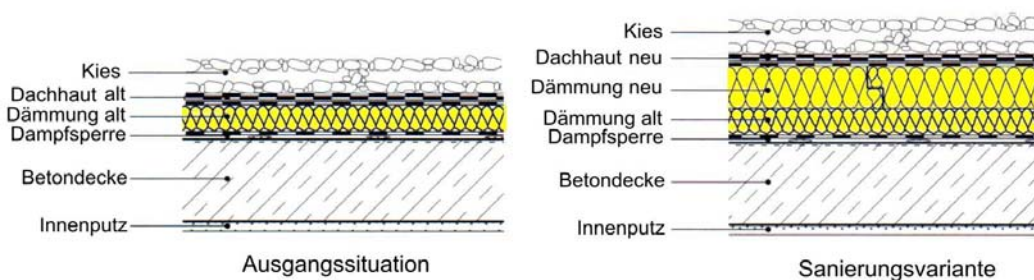
Warmdach

Bei dem vorliegenden Flachdach handelt es sich um ein sogenanntes Warmdach. Diese Bezeichnung wird für Dächer angewandt, die über der tragenden Betondecke mit einer Dampfsperre abgedichtet und darüber mit einer Dämmschicht belegt sind. Als oberste Schutzschicht dienen Bitumenbahnen als Dachabdichtung, die durch eine Kiesschicht vor mechanischer Beschädigung und Sonneneinstrahlung geschützt wird.

Wenn die unter der Dachabdichtung Dämmschicht noch in gutem Zustand ist, kann sie einfach erhöht werden. Andernfalls muss die Dämmung komplett durch eine neue dickere Dämmschicht ersetzt werden.

Als Materialien eignen sich druckfeste Dämmplatten aus konventionellen Materialien wie z.B. Polystyrol. Empfehlenswert ist die Verwendung von Schaumglas, da zur Herstellung weniger Energie aufgewandt wird. Es muss allerdings mit erheblichen Mehrkosten gerechnet werden.

In Folge der höheren Dämmschicht sind gegebenenfalls Umbauarbeiten an der Attikaabdeckung notwendig. Dies kann ebenfalls bei einer Außenwanddämmung der Fall sein, daher ist eine zeitnahe Ausführung beider Maßnahmen bautechnisch günstig.



Dämmung des Flachdaches (hier: zusätzlich zu vorhandener intakter Dämmung, unter neuer Abdichtung)

Auch bei dieser Maßnahme bietet sich eine durchgehende Dämmschicht bis über dem Kirchenraum an, allerdings ohne den Bereich der Pyramide. Die im vorherigen Kapitel genannten Vorteile gelten auch hier.

Als Investitionskosten für die gesamte Flachdachfläche des Gebäudes sind etwa 80.000 Euro zu erwarten.

4.7 Dachsanierung Kindergarten



Die Maßnahme sieht die Sanierung des Dachs des Kindergartens und der Appartements vor, um den Wärmeverlust zu verringern.

Für den Bereich wurde angenommen, dass eine Minimaldämmung bereits vorhanden ist, welche aufgestockt werden soll. Die entsprechenden Kosten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	547,4 m ²
Bestand	Holzdecke mit Minimaldämmung
Maßnahme	Aufstockung der Dämmschicht auf 16cm Mineralwolle WLG 035
U-Wert Bestand	0,5 W/m ² K
U-Wert nach der Sanierung	0,2 W/m ² K
U-Richtwert, EnEV	0,30 W/m ² K
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	1,7 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	7 %
Energieeinsparung	8.513 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	7 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	4 kW
Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme	60 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	32.846 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	32.846 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	x
	4.358 Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	43.576 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	32.846 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	32.846 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	4.358 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	43.576 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 1.453 Euro /a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekostensparnis	836 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-617 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	58 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen, hier: Erneuerung der Dachziegel ca. 75 Euro/m²

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh]	0,060
Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh]	0,153
Jährliche Energiepreissteigerung [%]	3,00
Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung	98%

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den genannten Voraussetzungen 58% des Investitionskapitals.

Bei der Maßnahme wurde von der Baubeschreibung von Architekt Oberschelp ausgegangen, nach der vermutlich eine wärmedämmende Schicht auf der Holzdecke liegt. Es wird von einer vorhandenen Dämmstärke von 8 cm ausgegangen, welche aufgestockt wird.

4.8 Maßnahmenpaket Jugendräume



Eine gemeinsame Durchführung obiger Maßnahmen für die Jugendräume / Sakristei hätte ausführungstechnische Vorteile, weswegen sie hier als Maßnahmenpaket zusammengefasst werden. Die gemeinsame Durchführung könnte bei einer Ausschreibung zu einer entsprechenden Kostenreduzierung führen, die allerdings hier nicht berücksichtigt wurde.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	925,8 m ²
Bestand	Siehe Einzelmaßnahmen
Maßnahme	Siehe Einzelmaßnahmen
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	4,4 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	46 %
Energieeinsparung	21.521 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	47 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	21 kW

Finanzierung	
Spezifische Kosten der Maßnahme (Rechenwert)	134 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	124.455 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	124.455 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	X
	16.511 Euro /a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	165.112 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	124.455 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	124.455 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	X
	16.511 Euro /a
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	=
	165.112 Euro
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	/
	30 a
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	=
	- 5.504 Euro /a
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekosteneinsparnis	+
	2.113 Euro /a
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	=
	-3.391 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	38 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 66%

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den genannten Voraussetzungen 38% der Kapitalkosten alleine durch Energiekosteneinsparungen. Wird wie im Kapitel 3.3 beschrieben von einer höheren Energiepreissteigerung ausgegangen, so verändert sich dieser Wert und beträgt bei 6%/a etwa zwei Drittel.

4.9 Maßnahmenpaket Kindergarten



Auch die Maßnahmen am Kindergarten können zu einem Maßnahmenpaket – analog zum Maßnahmenpaket Jugendräume - zusammengefasst werden. Die Ergebnisse der Berechnung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Grunddaten	
Zu sanierende Fläche	1.173,0 m ²
Bestand	Siehe Einzelmaßnahmen
Maßnahme	Siehe Einzelmaßnahmen
Energie- und CO ₂ -Bilanz	
Einsparung CO ₂ -Emissionen	8,9 t/a
Einsparung CO ₂ in Prozent	36 %
Energieeinsparung	43.478 kWh/a
Energieeinsparung in Prozent	37 %
Reduzierung der notwendigen Heizleistung um	24 kW
Finanzierung	

Spezifische Kosten der Maßnahme (Rechenwert)	121 Euro/m ²
Gesamtkosten der Maßnahme	141.488 Euro
Zuschuss	0 Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	141.488 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	18.771 Euro /a
	=
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	187.709 Euro

Wirtschaftlichkeit	
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss (siehe oben)	141.488 Euro
Sowiesokosten 1)	0 Euro
verbleibende Mehrkosten	141.488 Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50 %
Finanzierungslaufzeit	10 a
	X
Durchschnittliche jährliche Mehrkosten während Kreditlaufzeit	18.771 Euro /a
	=
Verbleibende Mehrkosten zur Finanzierung (Summe aus Tilgung und Zins über die Finanzierungsdauer)	187.709 Euro
	/
Nutzungsjahre der Maßnahme (nach VDI2067)	30 a
	=
(1) Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer	- 6.257 Euro /a
	+
(2) Durchschnittliche jährliche Energiekosteneinsparnis	4.268 Euro /a
	=
Jahreskostenbilanz (Überschuss)	-1.989 Euro /a
Kapitalrückfluss (2) / (1) x 100%	68 %

1) Kosten, die durch eine ohnehin notwendige Sanierung unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anfallen

Angegeben sind Brutto-Kosten inkl. USt

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe Anhang

Berücksichtigte Energiepreise:

Preis Erdgas [Euro/kWh] 0,060

Preis Hilfsenergie Strom [Euro/kWh] 0,153

Jährliche Energiepreissteigerung [%] 3,00

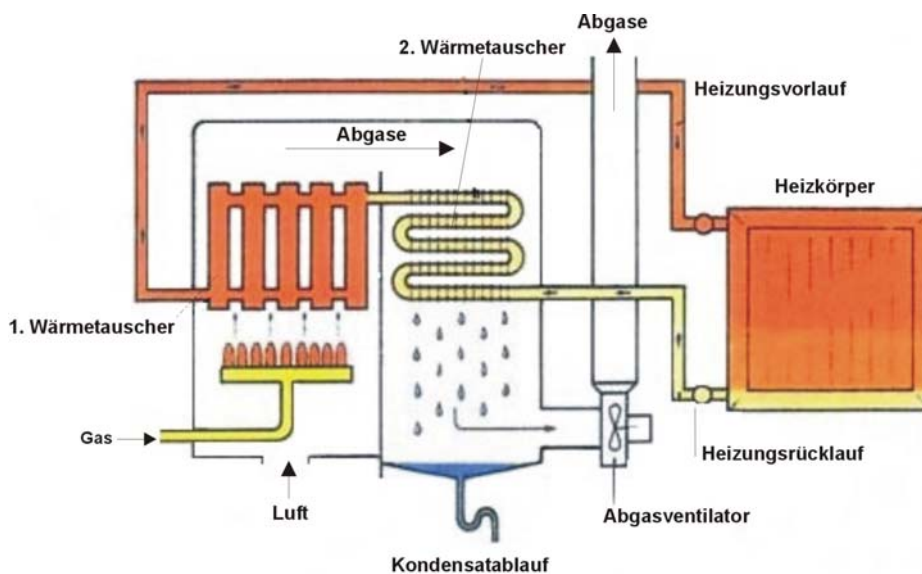
Kapitalrückfluss bei 6% Energiepreissteigerung 117%

Die Maßnahme erwirtschaftet unter den genannten Voraussetzungen etwa zwei Drittel der Kapitalkosten alleine durch Energiekosteneinsparungen. Dabei sind Sekundäreffekte, wie eine verringerte Heizlast noch nicht berücksichtigt.

5 Vergleich von Anlagen zur Wärmeerzeugung

5.1 Heizvariante 1: Gasbrennwertkessel (Basisvariante)

Die Bezugsvariante im Vergleich Heizanlagen stellt den Austausch der bestehenden Heizkessel gegen einen neuen inklusive neuer Regelungstechnik und deren Einbindung dar. Zusätzlich ist der neue Kessel als Brennwertkessel geplant, d.h. die Kondensationswärme des Wassers im Abgas kann genutzt werden, was den Kessel effektiver arbeiten lässt. Dies hat eine Wirkungsgraderhöhung von ca. 10% zur Folge. Die Mehrkosten sind heutzutage eher gering, so dass sich der Mehraufwand sehr schnell über die eingesparten Energiekosten rentiert.



Es wird davon ausgegangen, dass die Verteilungstechnik weiter genutzt werden kann.

	Erzeuger 1	
Bauart	Brennwertkessel	
Energieträger	Erdgas	
Leistung thermisch	225	kW
Leistung elektrisch	0	kW
Versorgte Bereiche	Alles	
Standort	Heizraum	
Energie- und CO₂-Bilanz		
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	7,5	t/a
Energieeinsparung ¹⁾	29.481	kWh/a

Finanzierung		
Gesamtkosten [Euro]	54.000	Euro
Zuschuss	0	Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	54.000	Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50	%
Finanzierungslaufzeit	10	a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	7.164	Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe Tilgung+Zins über die Finanzierungsdauer)	71.641	Euro
Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)	2.914	Euro/a
Jährliche Verbrauchskosten	+	
	19.134	Euro/a
Jährliche Betriebskosten	+	
	1.805	Euro/a
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreissteigerung)	+	
	6.717	Euro/a
Jährliche Gesamtkosten	=	
	30.570	Euro/a
Kostenrelation zur Basisvariante	100	%

¹⁾ im Vergleich zum Ist-Zustand (alle Gebäude)

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

Zu Beachten: Werden die Maßnahmen zur Wärmedämmung an der Gebäudehülle vorgenommen, reduziert sich die benötigte Heizleistung Die Anschaffungskosten für die Heizkessel können so gegebenenfalls reduziert werden.

5.2 Heizvariante 2: Gasbrennwertkessel plus Blockheizkraftwerk (BHKW)



Der Betrieb eines BHKW beruht auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Ein klassischer mit Erdgas betriebener Motor treibt einen Generator an, der Strom erzeugt, welche im Gebäude selbst verbraucht oder ins Netz eingespeist wird. Die anfallende Abwärme wird zur Beheizung des Gebäudes, zur Einspeisung ins Nahwärmenetz oder zum Aufheizen des Pufferspeichers genutzt. Vorteil dieser Technik ist damit eine optimale Ausnutzung der im Brennstoff enthaltenen Energie. Der Wirkungsgrad verglichen mit der Stromproduktion in Großkraftwerken wird deutlich gesteigert. Ökologisch gesehen ist der Einsatz eines BHKW daher äußerst sinnvoll. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist allerdings nur dann möglich, wenn das BHKW eine möglichst lange Laufzeit aufweist, i.d.R. ab ca. 4.000 Betriebsstunden und wenn bislang teuer eingekaufter Strom ersetzt werden kann. Im Falle konnte vom Energieversorger jedoch weder ein Strom- noch ein Wärmelastgang geliefert werden. Die Laufzeit des BHKWs wurde deshalb auf Basis der vorliegenden Angaben abgeschätzt und die Wirtschaftlichkeit mit den aktuellen Energie- und Einspeisetarifen ermittelt. Positiv auf die Laufzeit wirkt sich der momentane Wärmebedarf in den Sommermonaten aus, der vom Kindergarten / den Appartements verursacht wird.

Wichtig für den BHKW Betrieb ist eine hoher Eigenverbrauchsanteil des produzierten Stroms. Allerdings werden Mini-BHKWs um die Installationskosten zu reduzieren auf vorhandene Stromzähler aufgeschaltet und senken damit auch nur diesen Verbrauch. Im Falle der Kirchengemeinde St.Columban wird daher von einem Eigennutzungsanteil von 50% ausgegangen, da der Einzelverbrauch weniger hoch und stark schwankend ist.

Da BHKWs mit einer konstanten Leistung betrieben werden und nur dann laufen, wenn die Wärme tatsächlich im Gebäude verbraucht wird, werden sie in ihrer Leistung entsprechend klein dimensioniert. Den zusätzlichen Heizbedarf deckt der Spitzenlastkessel und ein Pufferspeicher.

	Erzeuger 1	Erzeuger 2	
Bauart	BHKW	Brennwertkessel	
Energieträger	Erdgas		
Leistung thermisch	12,5	225	kW
Leistung elektrisch	5,5	0	kW
Versorgte Bereiche	Alles		
Standort	Heizraum		
Energie- und CO₂-Bilanz			
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	15,2		t/a
Energieeinsparung ¹⁾	17.935		kWh/a
Finanzierung			
Gesamtkosten [Euro]	87.000		Euro
Zuschuss	0		Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	87.000		Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50		%
Finanzierungslaufzeit	10		a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	11.542		Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe Tilgung+Zins über die Finanzierungsdauer)	115.421		Euro

Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)	5.302	Euro/a
	+	
Jährliche Verbrauchskosten	17.660	Euro/a
	+	
Jährliche Betriebskosten	2.847	Euro/a
	+	
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreissteigerung)	6.572	Euro/a
	=	
Jährliche Gesamtkosten	32.381	Euro/a
Kostenrelation zur Basisvariante	106	%

¹⁾ im Vergleich zum Ist-Zustand

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

Zu Beachten: Werden die Maßnahmen zur Wärmedämmung an der Gebäudehülle vorgenommen, reduziert sich die benötigte Heizleistung. Die Anschaffungskosten für die Heizkessel können so gegebenenfalls reduziert werden.

BHKWs dieser Leistungsklasse werden i.d.R. auf das 0,4 kV-Standardstromnetz aufgeschaltet. Die Einspeisevergütungen für ins Netz eingespeisten Strom wurden beim Netzbetreiber erfragt.

5.3 Holzpelletskessel



Hier wird die Installation einer neuen Holzpelletanlage untersucht. In den Kosten sind Montagearbeiten berücksichtigt.

Vollautomatische Holzpelletzentralheizungen ermöglichen denselben Komfort, den man von Öl, Gas oder Strom als Raumheizung gewöhnt ist.

Der Pelletkessel wird durch Schnecken aus dem Pelletlager befüllt. Holzpellets werden lose mit Silo-transportwagen oder in Säcken verpackt geliefert. Bei der Verbrennung von Holz wird nur soviel Kohlenstoffdioxid (CO_2) freigesetzt, wie während dessen Wachstum gespeichert wurde (CO_2 ist das hauptsächlich für den Treibhauseffekt verantwortliche Gas).

Erzeuger 1		
Bauart	Holzpelletskessel	
Energieträger	Holzpellets	
Leistung thermisch	220	kW
Leistung elektrisch	0	kW
Versorgte Bereiche	Alles	
Standort	Heizraum	
Energie- und CO₂-Bilanz		
CO ₂ -Einsparung ¹⁾	72,0	t/a
Energieeinsparung ¹⁾	-4.548	kWh/a
Finanzierung		
Gesamtkosten [Euro]	118.000	Euro
Zuschuss	0	Euro
Gesamtkosten abzügl. Zuschuss	118.000	Euro
Finanzierungszinssatz (eff.)	5,50	%
Finanzierungslaufzeit	10	a
Durchschnittliche jährliche Kosten während Kreditlaufzeit	15.655	Euro/a
Gesamtaufwendung zur Finanzierung (Summe Tilgung+Zins über die Finanzierungsdauer)	156.548	Euro
Wirtschaftlichkeit		
Durchschnittliche jährliche Kapitalkosten über die Nutzungsdauer (siehe auch Anhang)	7.478	Euro/a
Jährliche Verbrauchskosten	+	
	12.535	Euro/a
Jährliche Betriebskosten	+	
	5.467	Euro/a
Zusätzliche Verbrauchskosten (aufgrund Energiepreisteigerung)	+	
	4.594	Euro/a
Jährliche Gesamtkosten	=	
	30.075	Euro/a
Kostenrelation zur Basisvariante	98	%

¹⁾ im Vergleich zum Ist-Zustand

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

Vom Hersteller des Pelletkessels wird weiterhin ein schwenkbarer „Notbrenner“ angeboten, mit dessen Hilfe der Kessel auch mit dem Brennstoff Erdgas betrieben werden kann. Die Kosten sind in der Variante berücksichtigt.

Zu Beachten:

Bei Einbau eines Pelletkessel mit einer Leistung größer als 50 kW Heizleistung (220 kW benötigt in dieser Variante) müssen bauseits bestimmte Anforderungen an den Heizraum erfüllt werden. Im folgenden werden wichtige Punkte aufgezeigt:

- Wände und Decken in Feuerwiderstandsklasse F 90
- Türen selbstschließend nach außen öffnend und Feuerhemmend nach T 30
- Keine andere Nutzung
- Besondere Anforderungen an die Be- und Entlüftung nötig
- Abstand Feuerstelle zum Pelletlager mind. einen Meter oder Einbau Strahlungsblech

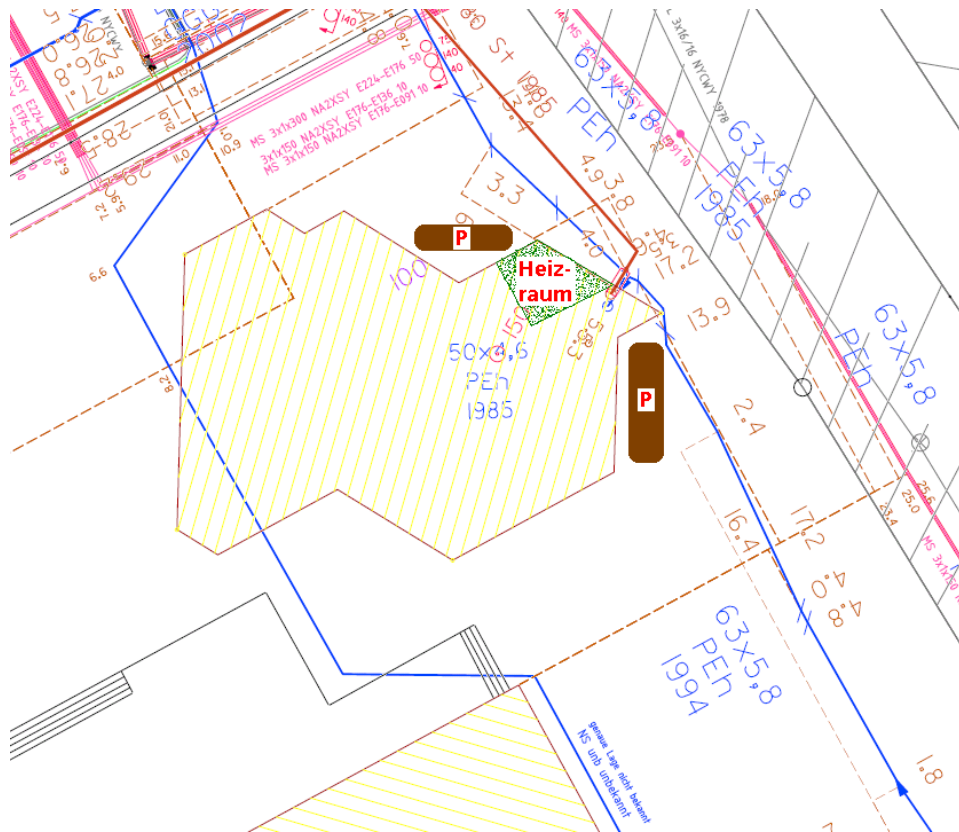
Auch für das Pelletlager gibt es besondere Anforderungen, die hier nicht extra aufgeführt werden. Durch Einhaltung der besonderen Anforderungen können Mehrkosten entstehen, die in den angesetzten Kosten (siehe Tabelle oben) nicht berücksichtigt sind.

Zu Beachten: Werden die Maßnahmen zur Wärmedämmung an der Gebäudehülle vorgenommen, reduziert sich die benötigte Heizleistung. Die Anschaffungskosten für die Heizkessel können so gegebenenfalls reduziert werden.

Ebenfalls können die baulichen Kosten reduziert werden, wenn ein Holzpelletskessel als Grundlast-erzeuger mit bis zu 50 kW ausgelegt wird und ein Gasbrennwertkessel als Spitzenlast-erzeuger. Die zu erwartende Einsparung an CO₂ ist zwar weniger hoch, allerdings könnten sich die baulichen Kosten und die Kosten für die Anlagentechnik reduzieren. Als Nebeneffekt steigt die theoretische Reichweite des Brennstofflagers.

Als möglicher Lagerstandort wurde von einem unterirdischen Pelletlager außerhalb des Gebäudes ausgegangen. Dazu wurde die Lage von Gas-, Wasser- und Stromleitungen von den Technischen Werken Friedrichshafen erfragt und in einem Diagramm zusammengetragen, um zu prüfen, ob genügend freie Fläche zur Verfügung steht.

Folgendes Bild zeigt das Gemeindehaus Arche mit den genannten Leitungen, sowie den Heizraum und potenziellen Lagerstandorten:



Ggf. können die Kosten für das Brennstofflager deutlich reduziert werden, wenn der Nebenraum des Heizraums, in dem sich z.Z. die Lüftungsanlage befindet, als Holzpelletslager zur Verfügung gestellt wird. Eine genauere Aufschlüsselung der verschiedenen Kostenpositionen befindet sich im Anhang.

Daten des Pelletlagers:

Standort Lager	extern
Lagerform	unterirdisch
Hersteller	Hug-Zollet
Lagerkapazität [t]	15
Lagerkapazität [kWh]	73.500
Lagervorrat bei Volllastbetrieb erschöpft nach [Tagen] ¹⁾	21
Lagervorrat in Prozent des Jahresendenergieverbrauchs [%]	27%

1) Kesselbetrieb bei Nennleistung und 16 Stunden pro Tag

5.4 Einbindung des Kirchenraums



Der Kirchenraum wird zur Zeit mit Strom beheizt. Der primärenergetische Aufwand für die Bereitstellung von Strom ist hoch, was auch durch den hohen Wirkungsgrad, der bei einer Stromheizung leicht erreicht werden kann nicht wett gemacht wird.

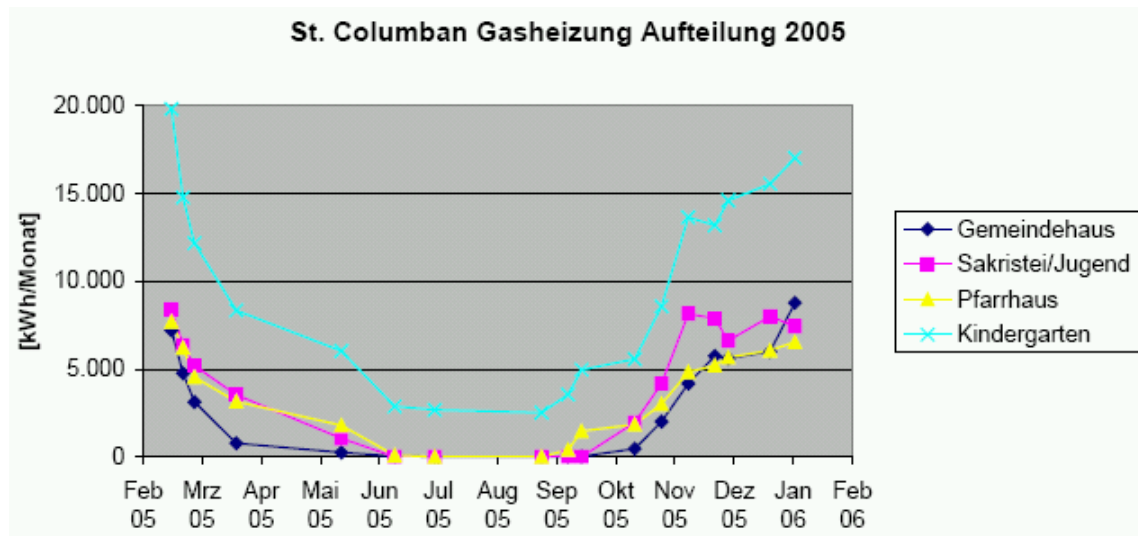
Die Anbindung an die zentrale Heizung führt demgegenüber allerdings zu Problemen, die dem Nutzen dieser Maßnahme nicht gerecht würden, als da wären:

- Umstellung des Heizungssystems in der Kirche auf ein wassergeführtes Verteilungsnetz.
- Erhöhung der Leistungskapazität der Nahwärmeleitung zur Kirche (Leistung der Bankheizung z.Z. etwa 160 kW)
- Erhöhung der Leistung des Wärmeversorgers im Gemeindehaus Arche.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der momentane Energieverbrauch von zuletzt knapp 20.000 kWh/a in der Kirche aufgrund der Verteilungs- und Kesselverluste ansteigen würde. Da zudem der Kessel dann häufig im Teillastbetrieb mit geringerem Wirkungsgrad betrieben werden würde, um die restlichen Gebäude mit Wärme zu versorgen, ist davon auszugehen, dass auch hier der Verbrauch gesteigert werden würde.

Praktikabler erscheint da die Unterstützung der Bankheizung durch leicht anzubringende Strahlungsheizpaneele, die die Behaglichkeit in der Kirche steigern würden. Unterlagen dazu befinden sich im Anhang des Gutachtens. Eine Senkung des Verbrauchs kann an dieser Stelle jedoch nicht garantiert werden.

5.5 Exkurs Solarthermie



Laut vorliegender Umwelterklärung liegt der Wärmeverbrauch für drei der vier an die Heizzentrale angeschlossenen Gebäude bei 0 kWh/Monat, bei dem Kindergarten jedoch bei etwa 3.000 kWh/Monat. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Bedarf dem Warmwasserbedarf des Gebäudes (Kindergarten und Apartments) entspricht. Laut EnEV entspricht der durchschnittliche jährliche Warmwasserbedarf pro Person 700 kWh oder ca. 60 kWh/Monat*Person. Vor diesem Hintergrund erscheint der Wärmebedarf des Kindergartens sehr hoch, wenngleich auch Verteilungs- und Speicherverluste noch nicht berücksichtigt sind.

Da neben diesen Verlusten auch der Heizkessel im Sommerbetrieb einen extrem niedrigen Wirkungsgrad aufweist (laut Umweltbericht unter 50%) erscheint eine dezentrale Deckung dieses Bedarf sinnvoll. Der Heizkessel könnte über die Sommermonate still gelegt werden, was sich positiv auf dessen Lebensdauer auswirkt.

Für die Deckung bietet sich eine Solarthermieanlage an, da gerade in den Sommermonaten eine solare Deckung des Bedarf leichter erreicht werden kann, als in den Wintermonaten. Üblicherweise werden etwa 1,0-1,5 m² Kollektorfläche pro Person benötigt. Vor Ort sollte dabei von einem Solarinstallateur überprüft werden, ob sich der vorhandene Warmwasserspeicher zur Einbindung eignet, so dass dieser weiter verwendet werden kann, um Kosten zu reduzieren. Eine Messung des Bedarfs des Trinkwarmwasserspeichers kann dabei helfen, den Warmwasserbedarf des Gebäudes genauer zu bestimmen. Die Auslegung der Solarthermieanlage wird so vereinfacht.

Üblicherweise ist mit Kosten von etwa 300 Euro/m² Flachkollektor zu rechnen. Hinzu kommen Kosten für Rohrleitung, Pumpen und Montage.

Eine vom Wirtschaftsministerium veröffentlichtes Dokument für thermische Solaranlagen wird dem Bericht beigelegt.

6 Photovoltaik



Es wurde ein Ertrag von durchschnittlich 946 kWh/kWp ermittelt. Dabei wurden unter anderem folgende Faktoren berücksichtigt:

- Modulneigung
- Modulausrichtung
- Geographischer Standort
- Verschattung der Modulfelder
- Degradation der Solarmodule über die Lebensdauer

Eckdaten	
Modulneigung	30°
Dachausrichtung	Flachdach
Abweichung von Südausrichtung	0
Minderertrag wegen geringer Verschattung	2%
Nennleistung [kWp] 1)	6,0
Modulfläche [m ²]	48
Netto-Investitionskosten [€/kWp]	5.200
Netto-Investitionskosten [€]	31.200
Förderung [€]	0
verbleibende Netto-Investitionskosten [€]	31.200
Dachlast	
Gewicht pro m ² Modulfläche [kg/m ²]	16
Gesamtgewicht der Modulfläche [t]	0,8
Wirtschaftlichkeit	
Stromeinspeisung [kWh/kWp], 1.Jahr	983
Stromeinspeisung [kWh/kWp], Mittel über 20 Jahre	946
Stromeinspeisung [kWh/a]	5.898
Einspeisevergütung [€/a]	2.757
Jahreskostenbilanz [€]	350
Gewinn nach 20 Jahren [€]	7.004
CO ₂ -Bilanz	

Einsparung CO ₂ -Emission pro Jahr [t/a]	3,0
Einsparung CO ₂ -Emission nach 20 Jahren [t]	60

1) mögliche Nennleistung ist abhängig von Modultyp und Hersteller

Randbedingungen	
Zinssatz zur Finanzierung (KfW-Kredit, 10a)	5,11%
Einspeisevergütung nach EEG [€/kWh] bei Inbetriebnahme 2008	0,4675
Einspeisevergütung nach EEG [€/kWh] bei Inbetriebnahme 2009	0,4441
Leistungsverlust der Module nach 20 Jahren	7,00%

Diese beispielhafte 6 kW-Anlage in Friedrichshafen ist unter den genannten Randbedingungen wirtschaftlich, d.h. die Jahreskostenbilanz ist positiv.

Neben den finanziellen Anreizen der Anlage führt der eingespeiste Strom zu einer beachtlichen Reduktion an Treibhausgasemissionen.

Unter Berücksichtigung der Verschattungsanalyse vor Ort kommen für eine PV-Anlage dieser Größe nur der südliche Teil des Pfarrhausdaches, sowie der nördliche Teil des Gemeindehauses „Arche“ in Frage. Die nahezu verschattungsfreien Flächen sind in dem unten folgenden Satellitenfoto dargestellt. Ggf. kann durch gezieltes Stutzen der Bäume die verschattungsfreie PV-Fläche erhöht werden.



7 Möglichkeiten zur Stromeinsparung

7.1 Zeitschaltuhren und Steckerleisten

Bei Geräten, die nicht ununterbrochen auf eine Stromversorgung angewiesen sind, wie z.B. die Elektrokleinspeicheröfen, empfiehlt sich der Einbau von Zeitschaltuhren, sofern diese nicht sowieso nur bei Bedarf in Betrieb sind. Diese könnten so eingestellt werden, dass die Geräte nicht im 24h-Betrieb das Wasser unnötig auf Temperatur halten, sondern während der Nachtzeiten die Bereitschaftsverluste reduzieren.

Bürogeräte wie Computer, Monitore, Kopierer usw. werden häufig durch das Ausschalten nicht vollständig vom Stromnetz getrennt und verbrauchen weiterhin unnütz Strom. Der Einsatz von Steckerleisten verbessert dieses Problem sofort und ohne Komfortverlust.

8 Organisatorische und geringinvestive Maßnahmen

Dichtungen für die Fenster

Fehlende oder mangelhafte Dichtungen bei den Fenstern des Gebäudes können zu Lüftungswärmeverlusten und Zugerscheinungen führen. Falls der Zustand der Fensterrahmen einen Austausch nicht erforderlich macht, empfiehlt sich gegebenenfalls eine Nachrüstung von Lippendichtungen durch Einfräsen einer Nut in die alten Rahmen. Die Kosten belaufen sich auf ca. 10 Euro pro laufendem Meter Fensterrahmen.

Dichtungen für die Türen

Aufgrund fehlender oder mangelhafter Dichtungen sind die Türen des Gebäudes, welche beheizte von unbeheizten Räumen bzw. vom Außenraum trennen Ursache für Lüftungswärmeverluste und Zugerscheinungen. Es empfiehlt sich daher der Einbau neuer Dichtungen in die Türrahmen sowie z.B. Bürstendichtungen unterseitig.

Elektronisch geregelte Heizungspumpe

Ungeregelte Umwälzpumpen von Heizungsanlagen laufen im Dauerbetrieb auf einer Stufe und haben daher einen hohen Energieverbrauch. Es wird empfohlen, bei der anstehenden Modernisierung der Heizanlage direkt elektronisch geregelte Pumpen mit angepasster Leistung einzusetzen.

Hydraulischer Abgleich

Maßgeblich zum einwandfreien und energiesparenden Betrieb einer Pumpenwarmwasser-Zentralheizung ist die gleichmäßige Versorgung der einzelnen Heizkörper. Unter der hydraulischen Einregulierung versteht man zum einen die Begrenzung der Wasservolumenströme, die dem Wärmebedarf der Anlage entsprechen und zum anderen die Regelung des Differenzdrucks zur Vermeidung von Geräuschproblemen. Bei einem mangelhaften oder nicht erfolgten hydraulischen Abgleich kann es zur Über- oder Unterversorgung einzelner Heizkörper kommen. Eine Erhöhung der Pumpenleistung statt eines hydraulischen Abgleichs führt zu einem höheren Energieverbrauch. Der Hydraulische Abgleich ist nach VOB/C (Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C) vorgeschrieben. Bei dem Einbau der neuen Heizanlage sollte auf die Durchführung des hydraulischen Abgleichs geachtet werden.

Eine umfangreiche Untersuchung über Heizungsoptimierungen im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Bundesstiftung für Umwelt („Optimus“) ergab, dass sich die Investition für einen hydraulischen Abgleich (hier: ca. 2.000 – 3.000 Euro) v.a. in Gebäuden mit einem Baualter zwischen 1978 – 1994 rechnet.

Thermostatventile

Veraltete Thermostatventile weisen den entsprechenden Heizkörper nicht mehr den richtigen Durchfluss zu, was den Energieverbrauch in die Höhe treiben kann. Schon der Austausch veralteter Ventile kann somit Heizenergie einsparen. Die Kosten dafür lassen sich mit etwa 3 Euro pro Quadratmeter Nutzfläche annähern.

Radiatoren

Sowohl in der Sakristei, als auch im Kindergarten fielen Radiatoren auf, deren Wärmeabgabe durch Holzverkleidungen deutlich behindert wurde. Erhöhte und vermeidbare Heizenergieanforderungen sind hier die Folge. Es sollte vor Ort geprüft werden, inwiefern diese Holzverkleidungen wirklich notwendig sind (z.B. im Kindergarten), oder ob diese nicht für eine verbesserte Wärmeabgabe demontiert werden können.

9 Förderung

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.

Weitere Informationen befinden sich im Anhang.

9.1 Klimaschutz-Plus (z.Z. keine Antragsstellung)

Förderprogramm	Klimaschutz-Plus
Förderart	Einmaliger Zuschuss
Antragstellung bei	Klima- und Energieagentur Baden Württemberg, Karlsruhe
Antragsfrist	In 2007 keine Antragsstellung mehr möglich, vorr. Neuauflage des Programms in 2008
Geförderte Maßnahmen (2007)	Pelletkessel ab 15 kW _{th} , Gas-BHKW, Beleuchtungsmodernisierung, Lüftungsmodernisierung, baulicher Wärmeschutz
Förderhöhe (2007)	50 Euro pro vermiedener Tonne CO ₂ über eine anrechenbare Lebensdauer
Vorraussetzungen (2007)	pro Maßnahme Mindesteinsparung 10 t/a
Maximale Förderhöhe (2007)	15% der förderfähigen Investition aber maximal 75.000 Euro pro Antragsteller
Mehr Informationen	www.kea.de und im Anhang

9.2 Marktanreizprogramm des Bafa

Förderprogramm	Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien
Förderart	Zuschuss
Antragstellung bei	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa)
Antragsfrist	Vor Installation der Anlage
Geförderte Maßnahmen	Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen
Förderhöhe	i.d.R. 40 Euro/m ² Kollektorfläche 36 Euro/kW Kesselleistung
Maximale Förderhöhe	Bis 40m ² Kollektorfläche, bis 100kW Biomassekesselleistung
Mehr Informationen	www.bafa.de und im Anhang

9.3 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 1

Förderprogramm	Sozial Investieren
Förderart	Zinsgünstiger Kredit
Antragstellung bei	Hausbank
Antragsfrist	Vor Durchführung der Maßnahme
Geförderte Maßnahmen	Investitionen in soziale Infrastruktur
Förderhöhe	Bis zu 100%
Vorraussetzungen	Keine wohnwirtschaftlichen Projekte, daher nur Flächenanteilig für die übrigen Bereiche
Maximale Förderhöhe	10 Mio. Euro
Mehr Informationen	www.kfw.de und im Anhang

Voraussetzung für dieses Förderprogramm ist die öffentliche Nutzung der Räumlichkeiten und keine Nutzung zur Ausübung von Messen.

9.4 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 2

Förderprogramm	Gebäudesanierungsprogramm
Förderart	Zinsgünstiger Kredit
Antragstellung bei	Hausbank
Antragsfrist	Vor Durchführung der Maßnahme
Geförderte Maßnahmen	Maßnahmenpaket
Förderhöhe	Bis zu 100%
Vorraussetzungen	Nur wohnwirtschaftlichen Projekte, daher nur Flächenanteilig für den Wohnbereich
Maximale Förderhöhe	Max. 50.000 Euro pro Wohneinheit
Mehr Informationen	www.kfw.de und im Anhang

9.5 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 3

Förderprogramm	Wohnraum modernisieren
Förderart	Zinsgünstiger Kredit
Antragstellung bei	Hausbank
Antragsfrist	Vor Durchführung der Maßnahme
Geförderte Maßnahmen	Alle Gebäudehüllenmaßnahmen
Förderhöhe	Bis zu 100%
Voraussetzungen	Nur wohnwirtschaftlichen Projekte, daher nur Flächenanteilig für den Wohnbereich
Maximale Förderhöhe	Standard: Max. 100.000 Euro pro Wohneinheit Öko-Plus: Max. 50.000 Euro pro Wohneinheit
Mehr Informationen	www.kfw.de und im Anhang

9.6 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 4

Förderprogramm	Solarstromerzeugen
Förderart	Zinsgünstiger Kredit
Antragstellung bei	Hausbank
Antragsfrist	Vor Installation der Anlage
Geförderte Maßnahmen	Photovoltaikanlagen
Förderhöhe	Bis zu 100%
Maximale Förderhöhe	Max. 50.000 Euro
Mehr Informationen	www.kfw.de und im Anhang

9.7 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) 5

Förderprogramm	Erneuerbare Energien
Förderart	Zinsgünstiger Kredit
Antragstellung bei	Hausbank
Antragsfrist	Vor Installation der Anlage
Geförderte Maßnahmen	Solarthermieranlagen über 40m ² , Biomasseanlagen über 100 kW
Förderhöhe	Bis zu 100%
Maximale Förderhöhe	Max. 5.000.000 Euro
Mehr Informationen	www.kfw.de und im Anhang

10 Anhang

Im Anhang sind folgende Unterlagen zusammengefasst

- Grundlagen der Wirtschaftlichkeit
- Bauteilübersicht mit U-Werten
- Berechnungsblätter zum Vergleich der Heizanlagenvarianten
- Glossar
- Informationen zu Förderung und Finanzierung
- Angebot und Unterlagen für Strahlungsheizpaneele
- Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung