

Klimaschutz-Teilkonzept

- Klimaschutz in eigenen Liegen-
schaften der Gemeinde Merchweiler



AUFTRAGGEBER:



AUFTRAGNEHMER / KONZEPT ERSTELLT DURCH:



ARGE SOLAR
Beratung für Energie und Umwelt



Klimaschutz-Teilkonzept der Gemeinde Merchweiler

Klimaschutz in eigenen Liegenschaften



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Das Klimaschutz-Teilkonzept wurde im Rahmen der BMU-Klimaschutzinitiative Förderkennzeichen **03K00968** gemäß dem „Merkblatt Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten“ in der Fassung vom 15.09.2014 erstellt.

Projektträger: Forschungszentrum
Jülich Geschäftsbereich
Erneuerbare Energien:
www.fz-juelich.de/ptj



Konzepterstellung:

Gaswerk Illingen Zweckverband

Illinger Straße 125
66557 Illingen

ARGE SOLAR e.V.

Altenkessler Straße 17
Gebäude B5
66115 Saarbrücken



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus dem Teilkonzept	8
3	Arbeitsschritte Klimaschutz-Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“	13
4	Baustein 1 - Klimaschutz Management	18
4.1	Organisatorische Maßnahmen	21
4.2	Geringinvestive Maßnahmen.....	22
4.3	Investive Maßnahmen	23
5	Energie- und Klimaschutzmanagement.....	29
5.1	Verbrauchserfassung und -bewertung	33
5.2	Kostenerfassung und -bewertung	37
5.3	Weitere Instrumente des Energie- und Klimaschutzmanagements.....	38
6	Bestandsaufnahme	40
6.1	Organisationsstruktur.....	40
6.2	Verbrauchserfassung und Energiekosten.....	41
6.3	Betrieb und Betreuung der versorgungstechnischen Anlagen	47
7	Die Arbeitsmittel des Energie- und Klimamanagements.....	48
7.1	Arbeitsmittel zur Erfassung und Bearbeitung der Daten	48
8	Baustein 2 – Gebäudebewertungen	49
8.1	Vorgehensweise.....	51
8.2	Methodik der Energiebilanz.....	55
Anlage A – Datenblätter für die Gebäude (Baustein 2)		56
A. 1.	Informationen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	57
A. 2.	Informationen zur Berechnung der Energie- bzw. Sanierungskosten.....	62
A. 3.	Informationen zu sog. Instandsetzungskosten	67
A. 4.	Informationen zu Förderung von Pelletanlagen	69
A.5	Weitere Informationen zu Fördermitteln	73



Feuerwehrgerätehaus.....	75
Allenfeldschule (Schulsportgebäude).....	89
Kleinschule	105
Allenfeldhalle	120
Leichenhalle - Merchweiler	140
Rathaus	154
Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler.....	155
Heinrichsschule	169
Striedschule	183
Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler	193
Freizeitanlage Rockenhübel.....	204
Bauhof Friedhof - Wemmetsweiler	214
Leichenhalle - Wemmetsweiler	224
Pavillongebäude Rosengarten.....	237
Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)	248
9 Baustein 3 – Feinanalyse.....	259
9.1 Vorgehen	259
Anlage B – Datenblätter für die Gebäude (Baustein 3).....	260
Allenfeldschule Trakt 1 (Feinanalyse).....	260
Allenfeldschule Trakt 2 (Feinanalyse)	285
10 Abbildungsverzeichnis.....	315
11 Tabellenverzeichnis.....	316



Geschlechtergerechter Sprachgebrauch

Die deutsche Sprache bietet leider keine flüssigen Begriffe, die den weiblichen und männlichen Akteuren gleichermaßen gerecht werden. Soweit in diesem Klimaschutzkonzept personenbezogene Begriffe verwendet werden, möchten wir ausdrücklich darauf hinweisen, dass diesen keine geschlechterspezifische Bedeutung zukommt, wir aber aus Gründen der Textökonomie und Lesefreundlichkeit nur die männliche Schreibweise angeführt haben. Wir bitten um Verständnis

1 Einleitung

Das Thema Klimaschutz ist eine der herausragenden Aufgaben der Zukunft. Die Gemeinde Merchweiler möchte hierzu im Rahmen ihrer Möglichkeiten mit der Entwicklung eines „Klimaschutz-Teilkonzepts - Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ einen Beitrag zu den Zielen der Bundesregierung leisten. Im Mittelpunkt stehen dabei in erster Linie die Bereiche Energieeinsparung und Energieeffizienz, hier speziell im Bereich der kommunalen Liegenschaften.

Im Rahmen der Erstellung des Klimaschutz- Teilkonzeptes soll zudem ein entsprechendes Controllingkonzept entwickelt werden, das die Gemeinde bei der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen unterstützt. Durch die Durchführung der entwickelten Klimaschutzstrategie möchte die Gemeinde Merchweiler ihre Potenziale im Bereich der eigenen Liegenschaften nutzen, um im Rahmen ihrer Möglichkeiten zu den Klimazielen der Bundesregierung beizutragen. Daneben nimmt die Gemeinde Merchweiler ihre Vorbildfunktion durch die Untersuchung der eigenen Liegenschaften wahr und hofft dadurch anderen Gemeinden ein Anstoß zu sein um selbst eine Klimaschutzstrategie zu entwickeln.



Die Ausgangssituation und die bisherigen Aktivitäten im Rahmen des Klimaschutzes der Gemeinde Merchweiler

Merchweiler liegt im Landkreis Neunkirchen und grenzt an die Gemeinden Illingen, Schiffweiler und Quierschied. Die Gemeinde Merchweiler hat ca. 9.900 Einwohner auf einer Fläche von rund 12,5 km².

Die Gemeindeverwaltung ist sehr daran interessiert, mindestens die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Bisher hat die Gemeinde eine Vielzahl von Projekten in Kooperation mit den benachbarten Gemeinden Illingen und Quierschied, mit Maßnahmen, die den Klimaschutz betreffen, durchgeführt. Die Themenbereiche Energieeffizienz, Energieeinsparung sollen nun weiter forciert werden.

Des Weiteren wurde bereits im Februar 2011 ein Antrag zur Förderung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes und eines Klimaschutzteilkonzeptes „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale“ gestellt. Ziel dieses Förderantrags war es, die Erfahrungen der Gemeinden Illingen, Merchweiler und Quierschied zielgerichtet an die Partnergemeinden des Zweckverbands weiterzugeben, zum anderen die bisher nur vereinzelt Initiativen in einem Gesamtkonzept zu verankern und somit die Potenziale langfristig strategisch zu erschließen.

Merchweiler hat sich zum Ziel gesetzt, die solarfreundlichste Gemeinde im Saarland zu werden. Zusätzlich werden die Bürger vermehrt über die solare Stromerzeugung informiert.

Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen

Mit dem zu erstellenden Teilkonzept möchte die Gemeinde Merchweiler detailliert prüfen, welchen Beitrag sie zur Erreichung der nationalen Ziele zur Senkung der gesamten CO₂-Emissionen bis 2020 um 40% gegenüber 1990 leisten kann und welche Maßnahmen im Bereich der eigenen kommunalen Liegenschaften unter Berücksichtigung der spezifischen CO₂-Minderungskosten in diesem Zusammenhang sinnvoll sind.

Die Gemeinde Merchweiler will mit gutem Beispiel vorangehen, daher liegt ein Schwerpunkt im Bereich der Energieeinsparung und Energieeffizienz in kommunalen Liegenschaften und Einsatzmöglichkeiten der Erneuerbaren Energien.



Besonders im Bereich der Wärmeversorgung sieht die Gemeinde eine Möglichkeit, einen Teil des Wärmebedarfs der kommunalen Liegenschaften, der Wohngebäude sowie der Industrie und des Gewerbes durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), erneuerbare Energien sowie durch industrielle und sonstige Abwärme zu decken und damit die CO₂-Emissionen in der Gemeinde Merchweiler zu reduzieren.

Auf Basis der bisher gewonnenen Daten und bisherigen, unvollständigen Maßnahmen setzt das angestrebte Klimaschutzteilkonzept an, indem ganzheitliche und fortschreibbare Energie- und Klimabilanzen, Potenzialanalysen sowie korrespondierende und konkrete Maßnahmenkataloge und Minderungsziele für die eigenen, kommunalen Liegenschaften erarbeitet werden sollen.

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

Die Entwicklung eines Klimaschutz-Teilkonzepts für die Gemeinde Merchweiler ist dem Bereich der Umsetzung entwickelter wissenschaftlicher Methoden zuzuordnen.

Im Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ werden zudem auf Grundlage der durchgeführten Analysen (zu den Entwicklungen im Bereich der energetischen Gebäudesanierung, Zuwachsraten und der Entwicklung der Energieeffizienz) langfristige Energiebedarfs-szenarien und ein Katalog kurz-, mittel- und langfristiger Maßnahmen für die Gemeinde Merchweiler entwickelt.

Hierzu werden in Workshops, aber auch mittels definierter Methoden, Maßnahmen und Aktionen festgelegt und einem Ranking unterzogen. Die Aspekte der regionalen Wertschöpfung werden ergänzend zur Meinungsbildung in den Räten und der Öffentlichkeit jeweils hinterlegt.

Der genaue Arbeitsumfang ist in Kapitel 3 Arbeitsschritte aufgeführt. Erkenntnisse aus bereits durchgeführten bzw. parallel durchzuführenden Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten in den kooperierenden Kommunen und im Landkreis Neunkirchen fließen in das Konzept Gemeinde Merchweiler ein. Die bereits begonnenen integrierte Klimaschutzkonzept und Klimaschutzteilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale“ (im Rahmen einer Gemeindekooperation mit Quierschied und Illingen) sind auf das beantragte Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ der Gemeinde Merchweiler abgestimmt und ergänzen sich somit gegenseitig. Auf diese Weise erfolgen keine Doppelleistungen hinsichtlich der Erhebungsarbeit.



2 Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus dem Teilkonzept

Im Zuge des Teilkonzeptes wurden **17 kommunale Liegenschaften** betrachtet, da aufgrund der Förderrichtlinie des BMUB nicht alle Gebäude der Gemeinde Merchweiler betrachtet werden konnten. **Im Fokus der Betrachtung stand die Ausarbeitung investiver Maßnahmen an der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik der einzelnen Gebäude.** Grundlage für die Definition des Ist- Zustandes war der Gebäudezustand sowie der Sanierungsstand aus dem Jahr 2014. Die Gemeinde Merchweiler hat bereits während der Erstellung des Konzeptes mit der Umsetzung von investiven Maßnahmen begonnen. Im Zuge des anschließenden Controllingsystems sollten die bereits umgesetzten Maßnahmen sowie die Energiekennwerte der einzelnen Gebäude aktualisiert werden. In einem ersten Schritt wurden die Energieverbräuche der vergangenen Jahre erhoben und mit Hilfe deren Kennwerte gebildet.

Die Ergebnisse der einzelnen energetischen Betrachtungen der Gebäude werden in einzelnen Datenblättern im Anhang dargestellt. Die errechneten Maßnahmen wurden in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen gegliedert. Des Weiteren wurden bereits bei den durchgeführten Begehungen der einzelnen Gebäude Einsparpotentiale bzw. Schwachstellen an der Gebäudehülle bzw. Anlagentechnik eruiert und kommuniziert. Die daraus resultierenden Maßnahmen sind in folgender Tabelle gemäß ihrem Umsetzungshorizont kompakt zusammengefasst. Hierbei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass oftmals Maßnahmenkombinationen kurzfristig umzusetzen sind und einzelne Maßnahmen sich nicht rechnerisch darstellen lassen. Sollten Maßnahmenkombinationen umgesetzt werden, so können teilweise aufgeführte Einzelmaßnahmen bereits als „umgesetzt“ gewertet und aus der Tabelle gestrichen werden.

Es wird empfohlen die vor Ort festgestellten Potentiale umgehend näher zu prüfen und resultierende Maßnahmen umzusetzen.



Gebäude	vor Ort festgestellte Potentiale für eine umgehende Umsetzung/ Konzeptionierung	energetisch bewertete Sanierungsmaßnahmen gem. Datenblätter der einzelnen Gebäude	Umsetzungshorizont gem. energetischer Bewertung		
			kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Allenfeldschule (Schulsportgebäude)		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets			
Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler	Da es schwierig ist die Fahrzeughalle besser zu dämmen, sollte sichergestellt sein, dass im Winter die Temperaturen auf das notwendige Maß beschränkt werden. Eine Kopplung mit der Alarmauslösung und der zusätzliche vorhandene einzelne Handschalter würden dann die Temperaturen für einen festgelegten Zeitraum anheben	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau sowie Einbau einer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas			
Heinrichsschule	Die ehem. Heinrichsschule ist ein ungedämmtes Haus ohne zentrale Heizung. Da die Außenwand- Einzelraumgasöfen in nächster Zeit ihre Zulassung verlieren, wäre es ratsam ein Gesamtkonzept des Gebäudes mit der angeschlossenen Feuerwehr zu erarbeiten.	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Einbau einer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Einbau einer Zentralheizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger; Energieträger Holzpellets			
Striedschule		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
Sport- und Schulumhalle - Wemmetsweiler	Austausch der großen Fenster in der Halle (Bereits innerhalb der Konzepterstellung veranlasst)	Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
Freizeitanlage Rockenhübel	Gebäude ist nur zeitweise genutzt, Dämmung ist vorhanden. Sollte die Heizung erneuert werden wäre es möglich die Warmwasserversorgung auch über die Heizung zu nutzen.	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer neuen Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Flüssiggas sowie Zentrale Warmwasserbereitung über eine zu installierende Solaranlage			
Bauhof Friedhof Wemmetsweiler	Das Garagentor im Werkstattbereich ist ungedämmt. Ein neues, ge-schäumtes Sektionaltor würde den Energieverbrauch senken. Sollte die Heizung erneuert werden, wäre es möglich die Warmwasser-versorgung auch über die Heizung zu nutzen.	Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer Zentral-heizung mit Brennwert-Kessel (Erdgas E) so-wie Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage			
Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)	Die Umwälzpumpen sind zu erneuern	Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer neuen Zentralheizung mit NT-Kessel; Energieträger Erdgas			
Allenfeldschule Trakt 1	Umwälzpumpen sind zu erneuern	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			



Gebäude	vor Ort festgestellte Potentiale für eine umgehende Umsetzung/ Konzeptionierung	Art der Sanierungsmaßnahme	Umsetzungshorizont gem. energetischer Bewertung		
			kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Feuerwehrgerätehaus	Es ist ratsam die oberste Geschößdecke dämmen sowie die Umwälzpumpe zu tauschen	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dachdämmung um 16 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
Allentfeldschule (Schulsportgebäude)		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Brennwertgerätes; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Erdgas			
Kleinschule		Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches sowie Einbau eines eigenen Brennwert-Kessel; Nennleistung 45,00 kW; Energieträger: Erdgas			
Allentfeldhalle	Die Heizung wäre zu erneuern da sie total überdimensioniert für die Gegebenheiten. Ebenso ist der Heizkreisverteiler überprüfen und eventuell erneuern. (Bereits innerhalb der Konzepterstellung umgesetzt)	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035 sowie Einbau eines Brennwert-Kessel – Gas so-wie neue Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage sowie Heizung			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035 sowie Einbau einer Zentral-heizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger (Holzpellets) sowie Warmwasserbereitung über Biomasse-Wärmeerzeuger			
Leichenhalle - Merchweiler	Die Dichtigkeit der Türen wieder herstellen	Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
		Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
		Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
Feuerwehrgerätehaus - Wemmesweiler	Da es schwierig ist die Fahrzeughalle besser zu dämmen, sollte sichergestellt sein, dass im Winter die Temperaturen auf das notwendige Maß beschränkt werden. Eine Kopplung mit der Alarmauslösung und der zusätzliche vorhandene einzelne Handschalter würden dann die Temperaturen für einen festgelegten Zeitraum anheben	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau			
Heinrichsschule	Die ehem. Heinrichsschule ist ein ungedämmtes Haus ohne zentrale Heizung. Da die Außenwand- Einzelraumgasöfen in nächster Zeit ihre Zulassung verlieren, wäre es ratsam ein Gesamtkonzept des Gebäudes mit der angeschlossenen Feuerwehr zu erarbeiten.	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau			
Sport- und Schulturmhalle - Wemmesweiler	Austausch der großen Fenster in der Halle (Bereits innerhalb der Konzepterstellung veranlasst)	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			



Gebäude	vor Ort festgestellte Potentiale für eine umgehende Umsetzung/ Konzeptionierung	Art der Sanierungsmaßnahme	Umsetzungshorizont gem. energetischer Bewertung		
			kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Freizeitanlage Rockenhübel	Gebäude ist nur zeitweise genutzt, Dämmung ist vorhanden. Sollte die Heizung erneuert werden wäre es möglich die Warmwasser-versorgung auch über die Heizung zu nutzen.	Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Leichenhalle - Wemmetsweiler	Gebäude ist gedämmt, trotzdem während der Zeit ohne Nutzung die Temperaturen möglichst niedrig halten.	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches			
Pavillongebäude Rosengarten		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 / Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 / Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 / Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 / Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau			
		Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches			
Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeu- ghalle)	Die Umwälzpumpen sind zu erneuern	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Allenfeldschule Trakt 1	Umwälzpumpen sind zu erneuern	Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Brennwertgerätes inkl. Durchführung eines hydraulischen Abgleiches			
Allenfeldschule Trakt 2		Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 300,00 kW; Energieträger: Holzpellets			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
Allenfeldschule Trakt 2		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches			
		Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches sowie Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets			



Gebäude	vor Ort festgestellte Potentiale für eine umgehende Umsetzung/ Konzeptionierung	Art der Sanierungsmaßnahme	Umsetzungshorizont gem. energetischer Bewertung		
			kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Feuerwehrgerätehaus	Es ist ratsam die oberste Geschosdecke dämmen sowie die Umwälzpumpe zu tauschen	Dämmung der obersten Geschosdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dachdämmung um 16 cm, WLG 035			
Bauhof Friedhof Wemmetsweiler	Das Garagentor im Werkstattbereich ist ungedämmt. Ein neues, ge-schäumtes Sektionaltor würde den Energieverbrauch senken. Sollte die Heizung erneuert werden, wäre es möglich die Warmwasser-versorgung auch über die Heizung zu nutzen.	Einbau einer Wärmeschutzverglasung			



3 Arbeitsschritte Klimaschutz-Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“

Aufbauend auf bereits vorhandenen Daten sowie durch die Erhebung weiterer Informationen wurde wie bereits beschrieben für die Gemeinde Merchweiler ein Konzept für den „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ entwickelt.

Die Arbeitsschritte sind nachfolgend einzeln aufgeführt und nach Vorgabe eines Zeitplans erarbeitet. Im Vordergrund steht dabei die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen im Bereich der Gebäudesanierung, um langfristig aktiven Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften zu betreiben.

Die nachstehende Tabelle stellt den Zeitverlauf und die Bearbeitung der einzelnen Arbeitsschritte graphisch dar:

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Baustein 1: Klimaschutz-Management												
Basisdatenbewertung		■	■	■	■	■	■					
Entwicklung eines Organisationskonzepts	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Controllingkonzept						■	■	■	■	■	■	■
Baustein 2: Gebäudebewertung				■	■	■	■	■	■			
Baustein 3: Feinanalysen							■	■	■	■	■	■

Tabelle 1: Zeitablaufplan nach Arbeitspaketen des Klimaschutz-Teilkonzeptes



Baustein 1 - Klimaschutz-Management

Ziel ist die Etablierung eines kontinuierlichen und systematischen Energiecontrollings für alle kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Merchweiler. Energieverbräuche werden dabei fortlaufend protokolliert und kontrolliert, die Gebäude werden regelmäßig begangen und betreut. Ergebnisse der Erfassungen und Begehungen werden in einer Software erfasst und entsprechend ausgewertet. Dadurch können bei Mängeln oder Auffälligkeiten kurzfristige Maßnahmen angestoßen und unnötige Energieverbräuche und -kosten vermieden werden. In der Gemeinde werden zurzeit ca. **29** Gebäude bewirtschaftet. Die nachfolgenden Schritte beziehen sich daher auf **17** zu untersuchende Gebäude.

Um die angesprochenen Ziele zu erreichen, werden folgende Arbeitsschritte implementiert:

- Erfassung von Gebäudeart, Baujahr, Nutzfläche, Energieverbrauch für Strom und Wärme, Zählernummern, Wartungsverträgen, Ansprechpartnern, klimaschutzrelevanten Schwachstellen der Gebäude, Zusammenführung von Daten in einer Datenbank.
- Analyse und Bewertung der Ist-Situation durch Ableiten von Energiekennzahlen (inkl. Witterungsbereinigung), Vergleich der Kennzahlen mit Durchschnittswerten, Darstellung der Minderungspotenziale (Treibgasemissionen und Energiekosten).
- Auswertung der Verbrauchsentwicklungen bei den Gebäuden sowie Bewertung der mittelfristigen Nutzungssicherheit.
- Präsentation und Diskussion der Ergebnisse der Basisdatenbewertung mit relevanten Entscheidungsträgern (z.B. Liegenschafts-, Umwelt- und Finanzamt); ggf. Workshop mit Präsentation von Erfahrungen anderer Kommunen.
- Einrichtung einer ämterübergreifenden Arbeitsgruppe „Klimaschutz“; Erarbeitung der Arbeitsschritte für die nächsten drei Jahre (z.B. Modelle zur Erfolgsbeteiligung und Nutzermotivation, Umsetzung von Energiespar-Contractings); Bestimmung von Aufgaben, Zuständigkeiten und des notwendigen Personalaufwands.
- Entwicklung eines Konzepts zur kontinuierlichen Datenerfassung und -auswertung sowie zur Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen und ggf. deren Anpassung.



- Implementierung des Konzepts und damit Aufbau eines Managementtools für den Klimaschutz.
- Erstellung eines ersten Klimaschutzberichts (inkl. Kurzversion für die Öffentlichkeit).

Baustein 2 – Gebäudebewertung

Die Gebäudebewertung gibt einen Überblick über den Zustand der betrachteten Gebäude und macht deutlich, bei welchen Liegenschaften dringender Handlungsbedarf besteht, ebenso enthält sie eine Schätzung der Investitionskosten. Daraus wird eine Prioritätenliste abgeleitet, welche Klimaschutzmaßnahmen technisch und wirtschaftlich am effektivsten umzusetzen sind.

Folgende Maßnahmen werden hierfür vor Ort für jedes einzelne Gebäude umgesetzt:

- Datenerhebung vor Ort und nach Plan: Geometrie des Gebäudes, technische Gebäudeausrüstung, überschlägige Hüllflächenaufnahme.
- Hüllflächenbewertung anhand von Typologien.
- Bilddokumentation des Gebäudes (Fassaden, Fenster, Dach, Heizung [Kessel, Verteilung], Lüftung, Schwachstellen und Defekte).
- Bedarfsberechnung nach einem vereinfachten Verfahren (beispielsweise nach DIN 4108-6 für baulichen Teil, DIN 4701-10 für Haustechnik, keine Berechnungen nach DIN 18599) sowie Abgleich mit Verbrauchsdaten.
- Herausarbeiten von Finanzierungsmöglichkeiten für die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung der finanziellen Haushaltsslage.
- Darstellung von Sanierungsoptionen bei einzelnen Bauteilen oder des gesamten Gebäudes sowie der Anlagentechnik inkl. Bewertung des Energieeinsparpotenzials.
- Vereinfachte Ermittlung von Investitionskosten (z.B. unter Verwendung von Kostenkatalogen).
- Zusammenfassung der Ergebnisse der Gebäudebewertungen.



- Ableitung von strategischen Empfehlungen kurz-, mittel- und langfristiger Maßnahmenumsetzungen (z.B. umfassende Sanierung oder Vorschlag zur Gebäudeauswahl hinsichtlich einer Poolbildung bei Ausschreibungen von Energiespar-Contracting).
- Implementierung der Ergebnisse in das Bestehende Klimaschutz-Management.
- Erstellung eines Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit während der Umsetzung der Maßnahmen.
-

Baustein 3 - Feinanalysen

Auf Grundlage der vorgelagerten Konzeptschritte und Ergebnisse werden **zwei** besonders relevante und sanierungsbedürftige Liegenschaften der Gemeinde Merchweiler intensiver begutachtet bzw. analysiert. Hier werden die Umsetzung von Teilprojekten und Investitionsmaßnahmen konkret vorbereitet und evtl. begleitet, damit die Gesamtziele des integriertes Klimaschutzkonzepts oder des kommunalen Energiekonzepts erfüllt und erreicht werden.

Folgende Schritte werden hierfür durchgeführt:

- Detaillierte Beschreibung des baulichen und wärmetechnischen Zustands der Bauteile, Erfassung und Ausweisung von Wärmebrücken und Lüftungswärmeverlusten.
- Wärmeschutztechnische Einstufung und Bewertung der Gebäudehülle.
- Beschreibung des Ist-Zustands der Heizungsanlage, des Heizsystems und der Warmwasserbereitung, der raumluftechnischen Anlagen sowie von Kühlaggregaten und der Beleuchtung.
- Erstellung einer Energiebilanz für den Ist-Zustand des Gebäudes.
- Vorschläge für nicht investive und investive Energiesparmaßnahmen wie z.B. die energetische Verbesserung der Gebäudehülle.
- Beschreibung der einzelnen Investitionen.
- Wirtschaftlichkeitsbewertung mit Einsparberechnung.
- Sanierungsempfehlung unter Berücksichtigung der Ziele der Förderrichtlinie.



- Implementierung der Ergebnisse in das bestehende Energiemanagement.
- Erstellung eines Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit Baustein 3 – Feinanalysen

In diesem nachfolgenden ersten Berichtsteil wird der **Baustein 1 - Klimaschutz-Management** behandelt. Zweck dieser Untersuchung ist es, den Auftraggeber in die Lage zu versetzen, Systeme und Prozesse zu installieren, die zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung, einschließlich Energieeffizienz, Energieeinsatz und Energieverbrauch führen. Ein systematisches Klimaschutzmanagement soll zu einer Reduzierung von Treibhausgasemissionen und anderer Umweltauswirkungen sowie von Energiekosten führen. Die erfolgreiche Anwendung ist abhängig von der Verpflichtung aller Beteiligten an diesen Zielen mitzuarbeiten.



4 Baustein 1 - Klimaschutz Management

Das in diesem Bericht dokumentierte Klimaschutz-Teilkonzept zum Klimaschutz-Management in den eigenen Liegenschaften der Gemeinde Merchweiler gliedert sich in die Basisdatenbewertung, die Entwicklung eines Organisationskonzepts und ein Controllingkonzepts.

In der Verwaltung der Gemeinde Merchweiler beschränkte sich das Klimaschutzmanagement bisher auf die Erfassung der Verbräuche und deren Erstbeurteilung. Eine Zusammenführung in einen Klimaschutzbericht und die darauf aufbauende Entwicklung von Klimaschutzzielen erfolgte erst im Jahr 2013 in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Saarlouis und dem aus dieser Zusammenarbeit entstandenen integrierten Klimaschutzkonzept.

Für das nun vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept basiert auf den Energiedaten der Jahre 2012-2014. Nachfolgende Tabelle schlüsselt die Energiedaten nach den kommunalen Liegenschaften auf:

Name der Liegenschaft	Heizenergie [kWh]			Stromverbrauch [kWh]		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Feuerwehrgerätehaus	85.499,00	92.261,00	78.320,00	10005,2	11621	11210,5
Allenfeldschule Trakt 1	1.073.236,00	1.210.052,0	926.026,0	167.874,	189.366,	179.553
Allenfeldschule Trakt 2	56.984,00	55.418,00	47.767,00	15.200,0	12703,0	11627,0
Schulsportgebäude Allenfeldschule	Über Allenfeldschule versorgt			Über Allenfeldschule versorgt		
Kleinschule / Allenfeldschule	Über Allenfeldschule versorgt			0,2	0,8	0,5
Allenfeldhalle	344.549,00	344.448,00	252.659,0	79.473,0	78281,0	77189,0
Leichenhalle Merchweiler	39.804,00	44.488,00	32.001,00	2.869,3	3167,9	2490,6
Rathaus	299.451,00	305.569,00	290.817,0	41447,3	48898,9	48.825
Feuerwehrgerätehaus	125.589,00	144.068,00	114.611,0	5.997,1	5756,8	5700,0
Heinrichsschule	96,00	9.884,00	22.920,00	7771,1	8214,7	7017,9
Bauhof (ehem. Wasserwerk) inkl.- Fahrzeughalle, Büro, Werkstatt	94.758,00	111.871,00	81.337,00	8.606,8	9550,0	8606,8



Striedschule	252.974,00	308.505,00	241.309,0	23.151,9	26101,9	26520,
Sportschule / Schulturnhalle	289.618,00	336.359,00	217.685,0	84.360,0	68501,0	64.870
Freizeitanlage Rockenhübel				2.815,5	2952,5	2191,8
Bauhof / Friedhof Wemmetsweiler	19.791,00	25.845,00	24.483,00	1.010,3	1159,0	1378,0
Leichenhalle Wemmetsweiler	26.636,00	31.095,00	24.982,00	3.877,1	4262,8	2956,0
Pavillongebäude Rosengarten				214,1	165,0	159,7

Tabelle 2: Energiedaten der Jahre 2012 - 2014

Anhand der vorliegenden Energiedaten wurden nun die verschiedenen Verbräuche (Heizenergie / Strom) auf die Bruttogrundflächen (BGF) der einzelnen Liegenschaften bezogen. Die nachfolgenden Abbildungen stellen dies dar und zeigen den momentanen IST-Zustand und den Zustand nach einer Sanierung nach der Energieeinsparverordnung (EnEV).

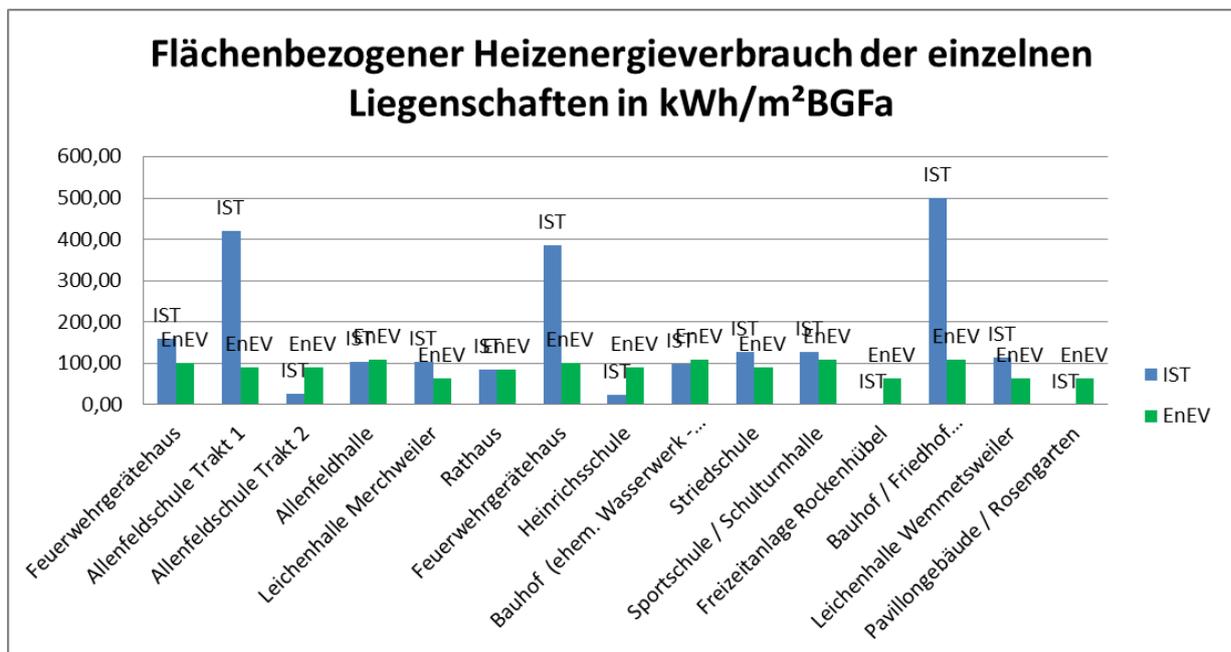


Abbildung 1: Flächenbezogener Heizenergieverbrauch der einzelnen Liegenschaften in kWh/m² BGF a

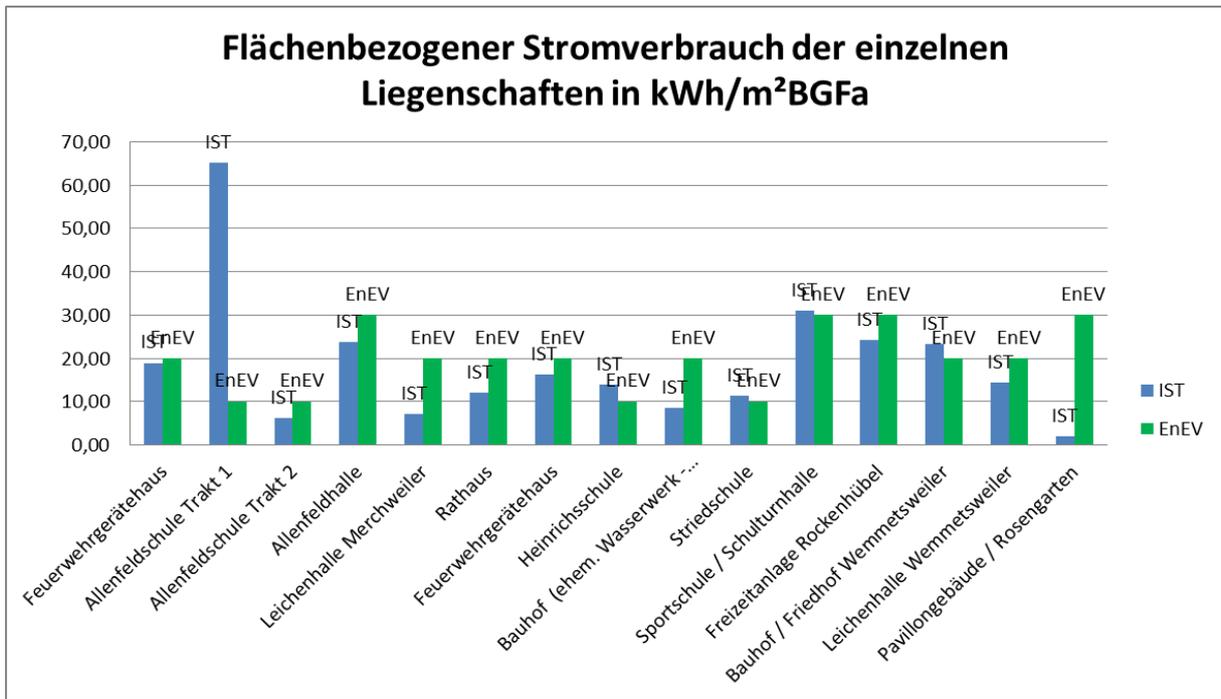


Abbildung 2: Flächenbezogener Energieverbrauch der einzelnen Liegenschaften in kWh/m² BGF a



Aufbauend auf die gezeigten und noch kommenden Analysen dieses Teilkonzepts werden im Folgenden erste Empfehlungen für eine Verbesserung der Energieeffizienz für kommunale Liegenschaften formuliert:

4.1 Organisatorische Maßnahmen

Es wird zunächst empfohlen ein kommunales Energiemanagement einzuführen. Aus diesem heraus können konkrete Maßnahmen besser koordiniert und gesteuert werden und finden einen stärkeren Anklang. So ist in diesem Zuge außerdem die Einführung einer „Dienstweisung Energie“ für die Gemeindemitarbeiter empfehlenswert. In dieser befinden sich Handlungsanweisungen für die Mitarbeiter wie zukünftig mit dem Themen Energie / Energiesparen umgegangen werden soll. Nichtsdestotrotz ist es neben der Einführung einer „Dienstweisung Energie“ notwendig die Mitarbeiter gezielt zu Schulen um eine Sensibilisierung für Energieeinsparmöglichkeiten herstellen zu können. Im Konstrukt eines kommunalen Energiemanagements sollte auch ein Verbesserungsvorschlagswesens integriert werden. An dieses können sich Mitarbeiter wenden wenn sie eigene Vorschläge oder Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz haben.

Empfehlenswert wäre außerdem eine Auflistung der größten kommunalen Energiefresser in Rankingform. Durch diese Art der Aufstellung lässt sich eine Transparenz erzielen um notwendige Investitionen besser rechtfertigen zu können. So sollte in diesem Zuge ein festgelegter Sanierungsplan von öffentlichen Gebäuden erstellt werden um die durch die kommende Sanierung erreichten Energieeinsparungen klarer benennen zu können.

Auch im Bereich der Bildung kann von kommunaler Seite aus einiges getan werden. So sollten notwendige Energieeinsparungen an Schulen in enger Kooperation mit dem jeweiligen Lehrkörper geschehen. Durch Praxisbezogenen Unterricht (Umweltbildung) können Schüler schon früh für die Themen Umwelt/Energie/Energieeffizienz sensibilisiert werden. Dadurch lassen sich auch Synergieeffekte für die Kommune erzeugen, so wäre die Einführung eines 50/50 Modells denkbar. 50% der eingesparten Kosten durch die Effizienzmaßnahmen gehen an die Schule und 50% der Kosten für die Maßnahmen trägt die Kommune. So wird auf nachhaltige Weise die örtliche Bildung gefördert.

Ein weiterer Schritt hin zu einer Energieeffizienten Kommune wäre die Überprüfung der Auslastung der einzelnen Liegenschaften. Hier wäre es sinnvoll diverse neue Kennwerte, beispielsweise kWh/Nutzer oder kWh/Kind, zu benennen. Durch diese Werte können neue Einsparpotentiale sichtbar gemacht werden.



4.2 Geringinvestive Maßnahmen

Im Zuge der Umsetzung geringinvestiver Maßnahmen empfiehlt es sich bspw. die Leuchtmittel in den einzelnen Liegenschaften auf den heutigen Stand der Technik umzurüsten. Die Verwendung von LED-Leuchtmitteln ist hier zu empfehlen.

Auch eine Heizungsoptimierung in den einzelnen Liegenschaften ist ratsam. Besonders bei Heizungsanlagen deren Alter zwischen 0-15 Jahren liegt ist eine solche Optimierung empfehlenswert. Durch die stattgefundenen Vor-Ort Begehungen in allen kommunalen Liegenschaften haben sich in vielen Bereichen Potentiale für der geringinvestiven Maßnahmen ergeben, die nachfolgende Tabelle bietet hierzu eine Übersicht:

Name des Gebäudes	Potentiale / Vorschläge für geringinvestive Maßnahmen
Feuerwehrgerätehaus	Es ist ratsam die oberste Geschoßdecke dämmen sowie die Umwälzpumpe zu tauschen
Allenfeldschule Trakt I	Umwälzpumpen sind zu erneuern
Allenfeldhalle	Die Heizung wäre zu erneuern da sie total überdimensioniert für die Gegebenheiten. Ebenso ist der Heizkreisverteiler überprüfen und eventuell erneuern. (Bereits innerhalb der Konzepterstellung umgesetzt)
Leichenhalle – Merchweiler	Die Dichtigkeit der Türen wieder herstellen
Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler	Da es schwierig ist die Fahrzeughalle besser zu dämmen, sollte sichergestellt sein, dass im Winter die Temperaturen auf das notwendige Maß beschränkt werden. Eine Kopplung mit der Alarmauslösung und der zusätzliche vorhandene einzelne Handschalter würden dann die Temperaturen für einen festgelegten Zeitraum anheben
ehem. Heinrichschule	Die ehem. Heinrichschule ist ein ungedämmtes Haus ohne zentrale Heizung. Da die Außenwand- Einzelraumgasöfen in nächster Zeit ihre Zulassung verlieren, wäre es ratsam ein Gesamtkonzept des Gebäudes mit der angeschlossenen Feuerwehr zu erarbeiten.
Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler	Austausch der großen Fenster in der Halle (Bereits innerhalb der Konzepterstellung veranlasst)
Freizeitanlage Rockenhübel	Gebäude ist nur zeitweise genutzt, Dämmung ist vorhanden. Sollte die Heizung erneuert werden wäre es möglich die Warmwasserversorgung auch über die Heizung zu nutzen.
Bauhof Friedhof - Wemmetsweiler	Das Garagentor im Werkstattbereich ist ungedämmt. Ein neues, geschäumtes Sektionaltor würde den Energieverbrauch senken. Sollte die Heizung erneuert werden, wäre es möglich die Warmwasserversorgung auch über die Heizung zu nutzen.
Leichenhalle – Wemmetsweiler	Gebäude ist gedämmt, trotzdem während der Zeit ohne Nutzung die Temperaturen möglichst niedrig halten.
Bauhof (ehem. Wasserwerk)	Die Umwälzpumpen sind zu erneuern

Tabelle 3: Potentiale / Vorschläge für geringinvestive Maßnahmen



4.3 Investive Maßnahmen

Unter Investiven Maßnahmen zeigen sich die Großinvestitionen die im Zuge einer energetischen Sanierung anstehen. Eine energetische Modernisierung diverser Liegenschaften ist ratsam, im Speziellen eine Gebäudehüllensanierung sowie die energieoptimierte Gestaltung bei Neubauten öffentlicher Gebäude. Ebenso ist es empfehlenswert eine Energieeffiziente Straßenbeleuchtung flächendeckend zu installieren. Im Zuge einer Neuausrichtung der kommunalen Strom- und Heizenergieverbräuche ist es nachhaltiger komplett auf Erneuerbare Energien umzustellen und im diesem Zuge eine Heizungserneuerung für die betroffenen Liegenschaften durchzuführen.

Außenwand

Zur Verbesserung der Außenwände empfiehlt es sich, diese von außen zu dämmen. Üblicherweise wird dazu ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) angebracht. Dieses besteht aus einer Dämmung, die auf das Mauerwerk geklebt oder gedübelt wird. Anschließend wird ein Armierungsmörtel mit einem Armierungsgewebe aufgebracht. Dieses soll die Rissbildung im Putz vermeiden. Abschließend wird der Deckputz aufgebracht. Anstelle einer Putzfassade ist es auch möglich, die Dämmung zu verkleiden. Hierfür ist es notwendig eine Unterkonstruktion an der Fassade zu befestigen, die dann die Verkleidung oder Verschalung trägt. Die Außendämmung sollte nach Möglichkeit bis mindestens 30-50 cm unter die Kellerdecke geführt werden, damit der unerwünschte Wärmebrückeneinfluss im Bereich des Kellerdeckenanschlusses deutlich vermindert wird.

Bei Gebäuden, bei denen aus Gründen des Denkmalschutzes oder zwecks Erhaltung des bestehenden Erscheinungsbildes keine außen liegende Dämmung sinnvoll oder möglich ist, kann auf eine innen angebrachte Dämmung ausgewichen werden. Aus bauphysikalischen Gründen und wegen des Raumverlustes ist hier meist von einer zu reduzierenden Dämmstoffdicke auszugehen. Es sind deshalb meist ca. 8 cm Innendämmung empfehlenswert. Zur Innendämmung wurden spezielle Dämmstoffe entwickelt, die beispielsweise ein besonderes Feuchteverhalten aufweisen. Da eine Innendämmung an Anschlusspunkten zu anderen Bauteilen vorhandene Wärmebrücken verstärken kann, ist es sinnvoll diese kritischen Punkte vorher untersuchen zu lassen und einen Fachingenieur zu Rate zu ziehen.

Oberste Geschossdecke

Bei nicht ausgebauten Dächern empfiehlt es sich die oberste Geschossdecke zu dämmen. Hierzu werden mineralische Dämmstoffe auf der obersten Geschossdecke ausgerollt,



Dämmplatten ausgelegt oder eine Zellulosedämmung eingeblasen. Gegebenenfalls können auch Schüttungen eingebracht werden.

Diese Maßnahmen sind verhältnismäßig preisgünstig. Nutzt man das Dachgeschoss zusätzlich als unbeheizten Lagerraum, so muss ein Begehen möglich sein. Der Dämmstoff muss eine nachgewiesene Druckfestigkeit aufweisen. In der Regel werden dann zusätzliche Platten (z.B. Spanplatten) auf der Dämmung verlegt.

Schrägdach

Nutzt man das Dachgeschoss als beheizten Raum, müssen die Dachschrägen und eventuell die Kehlbalkenlage gedämmt werden. Hierbei sind drei Möglichkeiten zur Anbringung der Dämmung möglich: die Zwischensparrendämmung, die Untersparrendämmung und die Aufsparrendämmung. Das Einbringen einer Zwischensparrendämmung ist die meist bevorzugte Variante, da hier platzsparend ein vorhandener „Hohlraum“ mit Dämmung gefüllt wird. Meist erfolgt dies von innen, der Zwischenraum der Sparren wird in der Regel mit weichen Dämmstoffen (z.B. Mineralwolle) ausgefüllt. Reicht die Sparrenhöhe nicht aus, um die gewünschte oder erforderliche Dämmstoffdicke unterzubringen, wird zusätzlich unterhalb der Sparren eine Dämmlage eingebracht. Zur Anbringung einer Verkleidung des Innenraumes, ist dann noch eine Unterkonstruktion vorzusehen. Anstatt Mineralwolle lassen sich auch lose Dämmstoffe (z.B. Zellulosefasern) verwenden. Hierbei muss sichergestellt sein, dass ober- und unterhalb der Sparren eine „dichte“ Bekleidung vorhanden ist. Die unterseitige Bekleidung muss außerdem Luftdicht ausgeführt werden, um eine Konvektion von warmer Luft in kalte Bereiche zu vermeiden. Kann von innen keine Dämmung angebracht werden oder ist es nötig auch die Dacheindeckung zu erneuern, empfiehlt sich die Dämmung von außen durch die Aufsparrendämmung. Als Materialien werden häufig Polystyrol-Hartschaumplatten oder bituminös getränkte Holzweichfaserplatten eingesetzt.



Flachdach

Flachdächer werden in der Regel von oben gedämmt. Auf die meist massive Betondecke der Bestandsgebäude wird eine trittfeste Dämmung aufgebracht. Zur Erzeugung eines Gefälles, das den Wasserabfluss auf dem Dach garantiert, wird entweder eine zusätzliche Gefälledämmung eingebaut oder ein Gefälle-Estrich gegossen. Danach wird das Dach dann abgedichtet. Die empfohlen hohen Dämmstärken führen bei einer Sanierung oft dazu, dass die das Dach umgebende Attika nicht mehr ausreichend hoch ist. Diese muss in diesem Zuge dann erneuert oder erhöht werden.

Bei Flachdächern in Leichtbauweise gibt es meist auch die Möglichkeit diese zwischen den Sparren zu dämmen. Hier gelten ähnliche Voraussetzungen wie beim Schrägdach.

Kellerdecke

Die Sanierung der Kellerdecke zum unbeheizten Keller erfolgt normalerweise an der Deckenunterseite, d. h. kellerseitig. Hierbei sind oft jedoch aufgrund von Raumhöhen oder Leitungsverlegungen Einschränkungen in Kauf zu nehmen. Eine Sanierung von oben, d. h. raumseitig ist zwar auch möglich, aber wegen des erheblich größeren Aufwandes (und damit verbundenen Kosten) in der Regel nur dann wirtschaftlich, wenn eine Erneuerung des Fußbodenbelages ohnehin notwendig ist. Bei dieser Möglichkeit ist besonders auf die Raumhöhen und die Türen zu achten.

Um Wärmebrücken zu vermeiden, sollte die Dämmung an den Kellerwänden ca. 30 cm tief nach unten entlang der Wände geführt werden. Dies gilt für die Kelleraußenwände nur dann, wenn diese auch von außen gedämmt sind.

Bodenplatte

Eine Dämmung der Bodenplatte ist grundsätzlich möglich, lässt sich aber wie das Dämmen der Kellerdecke von oben nur schwer umsetzen. Auch hier sind vor allem die Raumhöhen und das Anpassen von Türen als Schwierigkeit zu sehen. Wirtschaftlich kann dies nur als Zusatzmaßnahme angesehen werden, wenn eine Erneuerung des Bodenbelages ohnehin notwendig ist.

Fenster

Der Energieverlust durch alte Fenster ist sehr hoch, zum einen geht ein Großteil der Wärme durch Glas und Rahmen verloren und zum anderen geht ein weiterer nicht unerheblicher Teil an Lüftungswärme durch Undichtheiten der Rahmen verloren, was jedoch rechnerisch nur schwer zu fassen ist. Moderne Fenster haben wesentlich geringere Verluste. Allerdings ist der Austausch von Fenstern eine Maßnahme die relativ teuer ist und deshalb aus rein wirtschaftlichen Gründen oft nicht umgesetzt wird.



Als weiterer Effekt ist bei Austausch von Fenstern jedoch eine wesentliche Steigerung der Behaglichkeit zu nennen. Durch die höheren Oberflächentemperaturen moderner Fenster erhält man eine höhere Behaglichkeit, da die Wärmeabstrahlung des Menschen zur kalten Fensterfläche hin nicht mehr ganz so hoch ist. Auch wird durch die höhere Oberflächentemperatur die Luftumwälzung im Raum reduziert, was zu geringeren Zugerscheinungen führt. Verstärkt wird dieser Effekt noch durch die Verringerung der Undichtigkeiten.

Bei einer gemeinsamen Sanierung von Außenwand und Fenster, sollte der Einbauort der Fenster in die Ebene der Wärmedämmung verschoben werden. Durch diese Maßnahme lassen sich Wärmebrücken in den Bereichen der Fensterlaibungen, -brüstung und -sturz sehr gut optimieren.

Anlagentechnik

Bei vorhandenen alten Heizungsanlagen ist der Einbau eines Brennwertgerätes zu empfehlen, da der Wirkungsgrad solcher Wärmeerzeuger besonders hoch ist. Im Gegensatz zu Niedertemperaturkesseln wird bei der Brennwerttechnik die in den heißen Abgasen enthaltene Energie zusätzlich genutzt. Dies geschieht über einen Wärmetauscher in den Abgasen, in dem Wärme an das Rücklaufwasser übergeben wird. Dies geschieht durch Abkühlung der Abgase unter den Taupunkt. Zu beachten ist allerdings, dass der Brennwerteffekt nur bei bestimmten Temperaturen des Rücklaufs zum Tragen kommt. Beim Brennwertkessel sollte die Rücklauftemperatur nicht über 55°C liegen. Deshalb ist der hohe Einspareffekt der Brennwerttechnik meist erst nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und einer Neuregulierung des gesamten Heizsystems zu erreichen. Nach der Sanierung ist eine genaue Heizlastberechnung empfehlenswert, um die Anlage auf den reduzierten Bedarf umzustellen.

Auf jeden Fall (auch wenn die Heizungstechnik nicht erneuert wird) wird ein hydraulischer Abgleich empfohlen. Hierbei werden durch Einstellung der Ventile an den einzelnen Heizkörpern die Widerstände individuell so eingestellt, dass jeder Heizkörper die Wärmemenge bekommt, die er benötigt, um das Gebäude gleichmäßig zu beheizen. Einhergehend mit dem Abgleich bietet sich ein Austausch veralteter Pumpen durch hocheffiziente, bedarfsgeregelte Pumpen an. Einspareffekte werden so durch angepasste Vor- und Rücklauftemperaturen im Bereich des Wärmeverbrauchs und durch Optimierung der Pumpen, im Bereich des elektrischen Stromverbrauchs erzielt.

Dieser hydraulische Abgleich auch Heizungsreferenzmessung genannt ist auf kommunaler Ebene leicht umsetzbar und besitzt einen sehr hohen Wirkungsgrad. Durch die fachgerechte



Umsetzung eines solchen hydraulischen Abgleiches kann der Verbrauch der Heizung - ohne Temperatureinbußen in den Räumlichkeiten - **um bis zu zwanzig Prozent** gesenkt werden.

Faktisch können Hersteller ab Werk nur eine Voreinstellung der Heizung vornehmen. Die Folgeeinstellungen von Heizungen basieren oftmals aus einer Kombinationen von mäßigen Bestandsaufnahmen und den Erfahrungswerten des jeweiligen Heizungsbauers. Für eine individuelle und umfassende Feineinstellung fehlen häufig genaue Informationen über die jeweilige Liegenschaft und die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer.

Zusammengefasst lassen sich folgende wirtschaftlichen und entscheidungsrelevanten Punkte für die Durchführung eines hydraulischen Abgleiches (Heizungsreferenzmessung) finden:

- Eine Heizungsreferenzmessung ist im ersten Schritt oftmals in diesem Moment wirtschaftlich effizienter als jede andere Sanierungsmaßnahme.
- Es sind zunächst keine zusätzlichen kostspieligen (Sanierungs-) Maßnahmen erforderlich.
- Bei einer geplanten Erneuerung der Heizung gibt eine Heizungsreferenzmessung eine messtechnisch exakte Aussage über die notwendige Heizungsdimensionierung.
- Im gedämmten Neubau bringt eine Heizungsreferenzmessung die Heizkosten auf das im EnEV-Nachweis berechnete niedrige Niveau

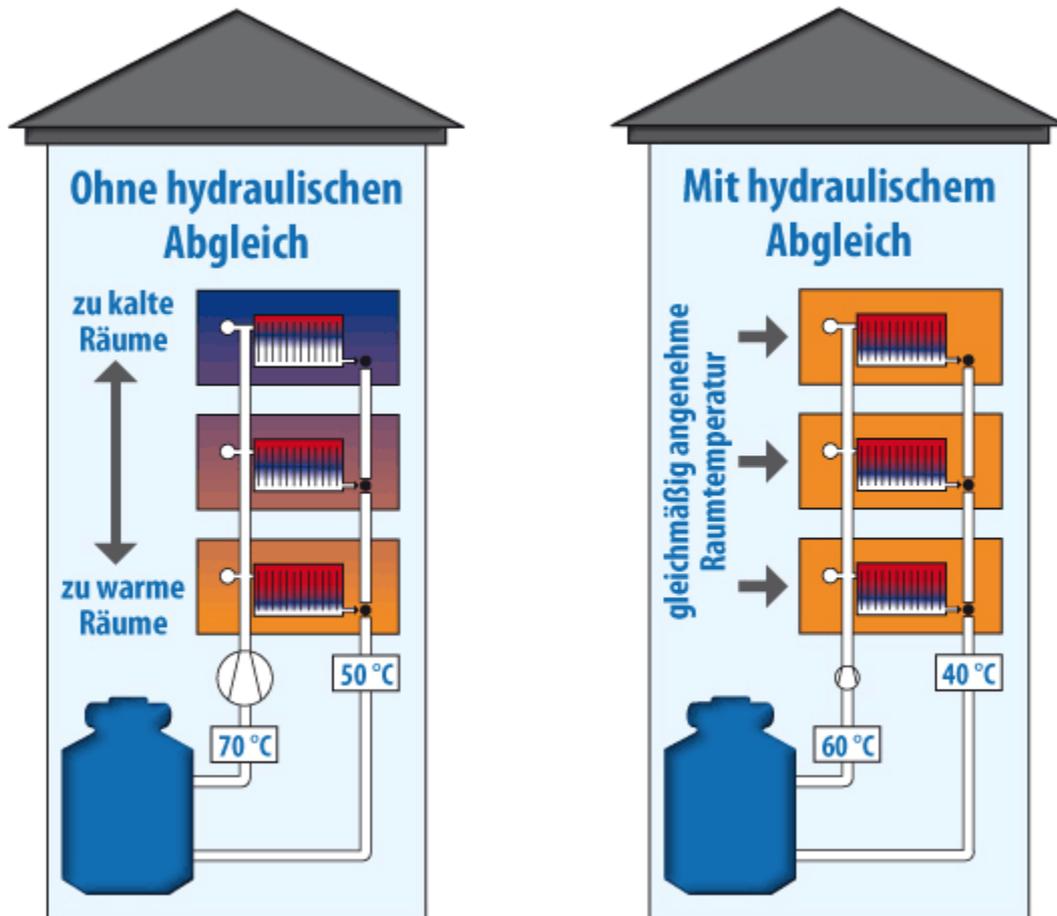


Abbildung 3: Darstellung eines hydraulischen Abgleiches (Heizungsreferenzmessung)

Quelle: [s-vent](#)

5 Energie- und Klimaschutzmanagement

Das in diesem Bericht beschriebene Energie- und Klimaschutzmanagement orientiert sich an der „DIN EN ISO 50001:2011-12 - Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit der Anleitung zur Anwendung“. Betrachtet werden in dieser DIN alle Inhalte, die mit der Nutzung von Energie in Gebäuden und damit dem Klimaschutz zusammenhängen. In diesem Bericht wird im Weiteren der Begriff Energiemanagement verwendet, womit namentlich das Energie- und Klimaschutzmanagement gemeint ist.

Die DIN EN ISO 50001 basiert auf dem als PDCA-Zyklus (Plan-DO-Check-Act-Zyklus) bekannten kontinuierlichen Verbesserungsprozess und integriert das Energiemanagement in das Tagesgeschäft der Kommune. Die Systematik bildet sich wie folgt.



Abbildung 4: Modell eines Energiemanagementsystems

Quelle: BMU-Juni 2012

Das Energiemanagement lässt sich in drei grundlegende Kategorien aufteilen:

- In die Basisdatenbewertung,
- die Entwicklung eines Organisationskonzeptes und
- der Einführung eines Controllingkonzeptes.



Um qualitative Aussagen innerhalb der Basisdatenbewertung treffen zu können, ist eine genaue Datenerfassung unumgänglich. Die Inhalte der Datenerfassung gliedern sich wie folgt:

- Erfassung Gebäudeart
- Erfassung Baujahr
- Erfassung Baujahr - Anlagentechnik
- Energieverbrauch für Strom und Wärme
- Erfassung Zählernummer
- Erfassung Wartungsverträge
- Ansprechpartner
- Klimaschutzrelevante Schwachstellen des Gebäudes
- Zusammenführung der Daten in eine Datenbank

Die erfassten Daten sind anschließend zu analysieren und zu bewerten. Ziel ist die Ableitung von Energiekennzahlen, wobei die ermittelten Werte einer Witterungsbereinigung zu unterziehen sind. Im Ergebnis sind die ermittelten Kennzahlen Durchschnittswerten gegenüber zu stellen, um deren Wertigkeit einordnen zu können. Aus dieser Gegenüberstellung können dann Minderungspotenziale bezüglich Treibhausgasemissionen und Energiekosten ermittelt und dargestellt werden. Die Datenerfassung ist in einen kontinuierlichen Prozess zu überführen.

Hierfür ist ein Organisationskonzept zu entwickeln, welches die Zuständigkeiten regelt und die Aufgaben für die zu ergreifenden Arbeitsschritte formuliert. Wichtig ist es hier den notwendigen Personalaufwand zu benennen, da die Erfahrung gezeigt hat, dass das Energie- und Klimaschutzmanagement keine Aufgabe ist, die im normalen Verwaltungsablauf nebenher erledigt werden kann.

Das Konzept zur kontinuierlichen Datenerfassung und -auswertung ist einer ständigen Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen zu unterwerfen. Ggf. hat zur Optimierung des Konzeptes eine Anpassung der Vorgehensweise oder der gewählten Maßnahmen zu erfolgen.

Zur Unterstützung der Arbeiten im Energie- und Klimaschutzmanagement ist es erforderlich ein Managementtool einzusetzen, mit dessen Hilfe Aus- und Bewertung erfolgen kann. In Zusammenarbeit beispielsweise mit dem lokalen Energieversorger kann auf interkommunaler Ebene eine webbasierte Software entwickelt werden. Dieses ermöglicht es alle Anforde-



rungen aus dem Klimaschutzmanagement abzudecken. Nachfolgend ist eine Darstellung eines solchen Managementtools dargestellt.

Durch eine standardisierte Eingabemaske kann personenbezogen eine Selektion der Gebäude und damit die Zuordnung von Zuständigkeiten ermöglicht werden. Die Eingabe der Zählerstände kann so unmittelbar monatlich vor Ort mittels Tablet erfolgen.

Verbrauchszuordnungen

Zähler	Ablesbar	Objektname	Straße	PLZ	Stadt	Anteilsmäßig
A4711	<input checked="" type="checkbox"/>	Pfarrhaus	Hauptstraße 47	66793	Saarwellingen	40%
	<input type="checkbox"/>	Kindergarten	Hauptstraße 48	66793	Saarwellingen	60%

Abbildung 5: Darstellung der Stammdatenmaske (Zähler) einer Liegenschaft

Objekt auswählen

Name	Straße	PLZ	Stadt	Land	Objektklasse	qm Energiebezugsfläche	Info an Ver
Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 20	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 21	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 23	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 24	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 25	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 26	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	Bülowstr. 28	66113	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1		
<input type="checkbox"/>	EUROKEY Software GmbH - Hauptgebäude	Fischbachstraße 86	Dudweiler	Deutschl	Eurokey - Besondere t		
<input type="checkbox"/>	EUROKEY Software GmbH - Nebengebäude Nord	Adlerhorst 7	Saarbrücken	Deutschl	Eurokey - Besondere E		
<input type="checkbox"/>	EUROKEY Software GmbH - Nebengebäude Süd	Falkenallee 67	Saarbrücken	Deutschl	Eurokey - grundsätzlic		
<input type="checkbox"/>	EUROKEY Software GmbH - Nebengebäude West	Amselweg 77	Saarbrücken	Deutschl			
<input type="checkbox"/>	EUROKEY Software GmbH - Verwaltung Ost	Finkenstraße 67	Saarbrücken	Deutschl			
<input type="checkbox"/>	In der Röth 10	In der Röth 10	66115	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1	
<input type="checkbox"/>	In der Röth 4	In der Röth 4	66115	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1	
<input type="checkbox"/>	In der Röth 6	In der Röth 6	66115	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1	
<input type="checkbox"/>	In der Röth 8	In der Röth 8	66115	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 1	
<input type="checkbox"/>	Königsbruch 34	Königsbruch 34	66117	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 3	
<input type="checkbox"/>	Königsbruch 36	Königsbruch 36	66117	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 3	
<input type="checkbox"/>	Königsbruch 38	Königsbruch 38	66117	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 3	
<input type="checkbox"/>	Königsbruch 40	Königsbruch 40	66117	Saarbrücken	Deutschl	Gebäudeklasse 3	

Anzahl Datensätze: 20

Abbrechen Übernehmen

Abbildung 6: Übersichtstabelle über Liegenschaften



EUROKEY
EUROKEY Software GmbH

My Home Logout: admin

Navigation

- Meine ToDo's
 - anstehende Zählerstände
 - anstehende Begehungen
- Objektmonitoring
 - bezüglich Begehungen
 - bezüglich Planungen
- Verbrauchsdaten
 - Aktuelle Verbrauchsdaten
- Begehungen/Mängel
 - anstehende Begehungen
 - verpasste Begehungen
 - durchgeführte Begehungen
 - alle Begehungen
 - Mängel
- Auswertungen
- Stammdaten
 - Objekte
 - Zähler
 - Objektklassen
 - Zuständigkeiten
 - Energieträger
- Benutzerverwaltung

Zähler

	Zähler-Nr.	ablesbar	ablesebereit	Zählertyp	Verbr. für Objekt	Inst. Ort Name	Inst. Ort Straße	Inst. Ort PLZ	Inst. Ort Stadt	
	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	A
<input type="checkbox"/>	A13D	Ja	Ja	Strom	Bülowstr. 20	Bülowstr. 20	Bülowstr. 20	66113	Saarbrücken	
<input type="checkbox"/>	A13D-1	Nein	Ja	Strom	Bülowstr. 20	Bülowstr. 20	Bülowstr. 20	66113	Saarbrücken	F
<input type="checkbox"/>	A13D-2	Nein	Nein	Strom	In der Röth 10	Bülowstr. 20	Bülowstr. 20	66113	Saarbrücken	N
<input type="checkbox"/>	A14B	Ja	Ja	Wasser	In der Röth 4	Bülowstr. 20	Bülowstr. 24	66113	Saarbrücken	
<input type="checkbox"/>	A15G	Ja	Ja	Strom	Bülowstr. 25	Bülowstr. 25	Bülowstr. 25	66113	Saarbrücken	
<input type="checkbox"/>	A35Z	Ja	Ja	Wasser	Bülowstr. 26	Bülowstr. 26	Bülowstr. 26	66113	Saarbrücken	

Anzahl Datensätze: 6

Seite 1 / 1

Abbildung 7: Eingabemaske der Verbrauchserfassung (Zähler)

Zusätzlich ist es möglich eine grafische Auswertung und mit Hilfe eines Ampelsystems bei zu hohen Verbräuchen an die Verantwortlichen weitergeleitet, um so unnötige Energieverluste bereits innerhalb des Kalenderjahres zu ermitteln. Des Weiteren besteht die Möglichkeit Berichte von Begehungen der kommunalen Liegenschaften als PDF zu hinterlegt. Dadurch ist es möglich eine Dokumentation bestehender Mängel, aber auch der Mängelreduzierung durch strategisch aufgestellte Sanierungspläne der Liegenschaften schnell und zielgenau aufzustellen. Diese sog. Klimaschutzberichte können dann in einer Kurzversion auch der Öffentlichkeit bzw. den Räten zugänglich gemacht werden.

5.1 Verbrauchserfassung und -bewertung

Unter Verbrauchserfassung und -bewertung ist die regelmäßige Erfassung und Auswertung der Energieverbräuche zu verstehen. Es hat sich gezeigt, dass allein die Erfassung von Energieverbräuchen zu einem bewussten Umgang mit der Ressource Energie führt, und dass bei einem Wegfall der Kontrolle die Verbräuche wieder ansteigen.

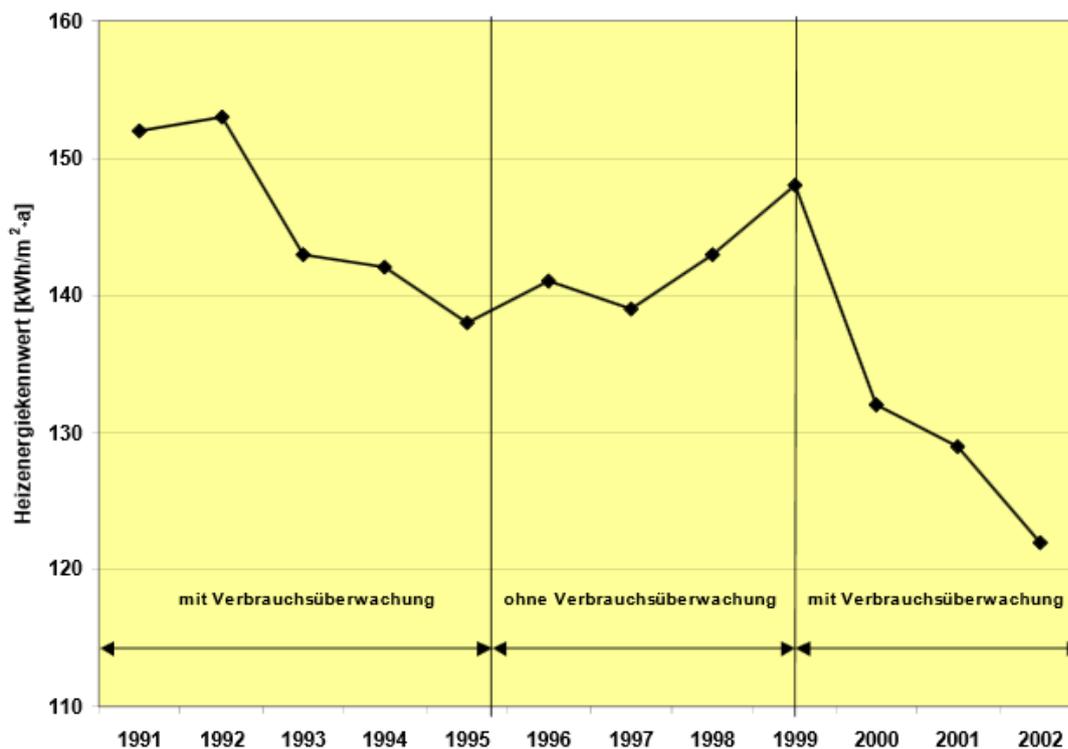


Abbildung 8: Verlauf des Heizenergiekennwerts mit und ohne Verbrauchsüberwachung

Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart, 2003

Bezüglich des Umfangs der Datenerfassung ist zu diskutieren für welchen Zeitraum die Verbräuche zu erfassen sind. Hier hat sich heraus kristallisiert, dass eine lediglich jährlich durchgeführte Datenerhebung auf der Grundlage von Jahresrechnungen zu unflexibel ist und ein gezieltes, kurzfristiges Gegensteuern bei negativen Trends nicht erlaubt. Aus diesem Grund bietet sich die folgende Vorgehensweise an:

- Monatliche Erfassung der Zählerstände
- Zeitnaher Abgleich der Verbräuche mit vorhergehenden Perioden
- Jährliche Auswertung zu Analyse längerfristiger Trends

Die Erfassung der Verbräuche kann entweder durch Fragebögen erfolgen oder mittels zentraler Gebäudeleittechnik. Da die zweite Variante bei der Gemeinde Merchweiler in naher



Zukunft nicht gegeben ist, soll nur auf die Methodik der Fragebogenerfassung eingegangen werden.

Die nachfolgende Abbildung stellt beispielhaft einen solchen Fragebogen für die kommunale Anwendung dar:

Klimaschutz-Teilkonzeptes – Klimaschutz in eigenen Liegenschaften für die Gemeinde Merchweiler	
1.6 Erfassung Zählernummern/Zählerstände:	
Zählernummer Gas:	GWl 2005-0026
Zählernummer Strom:	100000740766
Zählernummer Wasser:	3900000033199
Zählerstand Gas:	280116m ³
Zählerstand Strom:	9628 kWh
Zählerstand Wasser:	165 m ³

Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Fragebogen zur Verbrauchsdatenerfassung

Quelle: ARGE SOLAR e.V.

Die Ablesung der Verbrauchsdaten einer Immobilie sollte regelmäßig durch den jeweiligen Zuständigen (Bspw. Hausmeister) zum Monatsanfang erfolgen, wobei eine Verschiebung von einigen Tagen z. B. wegen Wochenenden/Feiertagen hinnehmbar ist.

Weiter sind bei diesem Beispiel-Fragebogen die Zählernummern und -stände für Strom, Wärme und Wasser einzutragen. Im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes werden nur die Verbräuche für Strom und Heizenergie betrachtet. Eine Ausweitung für den Wasserverbrauch ist sinnvoll und zu empfehlen.

Neben den abgelesenen Daten sollen z. B. auch Änderungen bei der technischen Ausstattung oder besondere Vorkommnisse wie Veranstaltungen etc. in den Fragebogen aufgenommen werden. Hierdurch können eventuelle Schwankungen bei der Auswertung erklärt werden.

Es hat sich in vielen Kommunen als sinnvoll erwiesen den zuständigen Mitarbeitern Zwischenauswertungen zukommen zu lassen. Hierdurch wird der Bezug zur Ablesung erhöht und die Ergebnisse enthalten eine Rückmeldung positiver oder negativer Art.



Liegen die Daten für die Verbräuche vor, erfolgt deren Bearbeitung und Auswertung. Da die Heizwärmeverbräuche gravierend von der Außentemperatur abhängig sind, müssen sie vor der Bewertung erst bearbeitet, das heißt witterungsbereinigt werden. Die hierfür herangezogene Vorgehensweise findet sich in der VDI-Richtlinie 3807.¹

Zur Witterungsbereinigung stehen die Werte der Gradtagzahlen zur Verfügung. Zur Ermittlung dieser Werte sind zum einen die Raumtemperatur und die Heizgrenztemperatur erforderlich. Zum anderen werden die mittleren täglichen Außentemperaturen benötigt.

Das Tagesmittel der Außentemperatur wird nach VDI 3807 bei automatischer Temperaturaufzeichnung als Durchschnittswert aus den 24-Stundenwerten eines Tages errechnet. Bei Einzelablesungen werden die drei Temperaturmessungen um 7:30 Uhr, 14:30 Uhr und 21:30 Uhr (MEZ) verwendet. Daraus wird die Tagesmitteltemperatur ermittelt, indem der doppelte Ablesewert von 21:30 Uhr mit den beiden anderen Temperaturmesswerten aufaddiert und die Summe durch 4 dividiert wird.

Die Raumtemperatur wird im Allgemeinen mit 20°C und die Heizgrenztemperatur mit 15°C angenommen. Für genauere Berechnungen kann die Heizgrenztemperatur in Abhängigkeit von der Gebäudequalität variiert werden. Bei Bestandsgebäuden beträgt die Heizgrenze 15°C, bei Niedrigenergiehäusern beträgt die Heizgrenze 12°C und bei Passivhäusern beträgt sie 10°C.

Da es sich bei den im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes betrachteten Gebäuden ausschließlich um Bestandsgebäude handelt, wird im Weiteren von der Heizgrenztemperatur 15 C ausgegangen.

Bei den Gradtagzahlen handelt es sich um die an Heiztagen auftretenden Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur, die zu einem Monatswert aufsummiert werden.

Bei der Witterungsbereinigung mit Hilfe der Gradtagzahlen ist gemäß VDI 3807 wie folgt vorzugehen:

¹ VDI 3807, Blatt 1; Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude – Grundlagen, Juni 2013.



In einem ersten Schritt sind die Verbrauchswerte für Strom und Wärme zu erfassen. Liegen diese nicht in der Einheit kWh vor, sind sie umzurechnen. Hierzu können die Umrechnungsfaktoren aus der nachfolgenden Tabelle herangezogen werden.

Energieträger	Mengeneinheit	Heizwert H_i (Energieinhalt)
Heizöl EL	l	10,0 kWh/l
schweres Heizöl	kg	10,9 kWh/kg
Erdgas H	m^3 kWh (H_s)	ca. 10 kWh/ $m_n^{3^2}$ ca. 0,9 kWh/kWh (H_s)
Erdgas L	m^3 kWh (H_s)	ca. 9 kWh/ m_n^3 ca. 0,9 kWh/kWh (H_s)
Stadtgas	m^3 kWh (H_s) ³	ca. 4,5 kWh/ m_n^3 ca. 0,9 kWh/kWh (H_s)
Flüssiggas	kg	ca. 13,0 kWh/kg
Koks	kg	ca. 8,0 kWh/kg
Braunkohle	kg	ca. 5,5 kWh/kg
Holz (lufttrocken)	kg	ca. 4,1 kWh/kg ⁴
Holzpellets	kg	ca. 5,0 kWh/kg
Holz hackschnitzel	SRm ⁵	ca. 650 kWh/SRm
Dampf	kg	ca. 0,7 kWh/kg
Heizwasser	kWh GJ	1,0 kWh/kWh 280 kWh/GJ
Elektrische Energie	kWh	1,0 kWh/kWh

Tabelle 5-1 Mengeneinheiten und Heizwerte von Energieträgern nach VDI 3807

Zu beachten ist, dass bei dem Energieträger Gas die Abrechnung im Allgemeinen auf der Basis des oberen Heizwertes (Brennwert) erfolgt. Aus diesem Grund ist in zwei Schritten umzurechnen.

Der erste Schritt ist die Umrechnung von m^3 auf kWh und in einem zweiten Schritt ist vom oberen auf den unteren Heizwert umzurechnen, wozu der Faktor 0,9 kWh/kWh (H_s) zu verwenden ist.

² Die genauen Werte sind über den Lieferanten zu erfragen.

³ H_s : Brennwert (oberer Heizwert).

⁴ Abhängig von Holzart und Feuchtigkeit.

⁵ SRm: Schüttraummeter.



Im zweiten Schritt ist aus dem ermittelten Energieverbrauch derjenige Anteil zu entfernen, der witterungsunabhängig ist. Dies ist zum Beispiel der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung. Hier wird angenommen, dass dieser ganzjährig gleichbleibend ist. Der außen-temperaturabhängige Verbrauchsanteil kann in der Regel aus dem Verbrauch in den Sommermonaten Juni, Juli und August abgeleitet werden, sofern die Anlage nicht durch Nutzungsunterbrechung vollständig abgeschaltet worden ist.

In einem dritten Schritt wird die Bereinigung des Endenergieverbrauchs für die Raumheizung mit Hilfe der Gradtage durchgeführt.

Die dafür notwendige Formel lautet: $E_{VH} = \frac{E_{VgH} \times G_m}{G}$

E_{VH} = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch in kWh/a

E_{VgH} = außen-temperaturabhängiger Heizenergieverbrauch in kWh

G = Gradtage in K*d

G_m = langjähriges Mittel der Jahresgradtage in K*d/a

Mit Hilfe der so ermittelten Energieverbräuche und deren Umrechnung auf spezifische Verbräuche in kWh je m² Bezugsfläche ist es möglich die Energieeffizienz unterschiedlicher Gebäude zu bewerten und zu vergleichen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können die Grundlage für zu formulierende energiepolitischen Ziele sein, die in jährlichen Energie- und Klimaschutzberichten dokumentiert werden.

5.2 Kostenerfassung und -bewertung

Neben dem Verbrauchscontrolling sollte auch die Erfassung der Bezugskosten für die Energie als gleichrangig beachtet werden. Hier verbergen sich oft Kosten, die verbrauchsunabhängig sind.

Hierunter fallen die Grundkosten für den Bezug von Energie. Dies sind zum Beispiel Kosten für Stromzähler, Abrechnung und Inkasso. Die Grundkosten können in der Regel nicht beeinflusst werden.

Die zweite Kostengruppe bilden die Arbeitskosten. Sie sind direkt durch den Verbrauch bestimmt und werden in € je bezogener Einheit abgerechnet. Die Einsparung von Energie führt auch direkt zu einer Kostenreduzierung.



Die letzte Kostengruppe wird durch den Leistungspreis gebildet. Mit dem Leistungspreis werden die Kosten bezeichnet, die für die Bereitstellung der Energie anfallen. Er beinhaltet zum Beispiel die fixen Kosten des Energieversorgers bezüglich der Aufrechterhaltung des Elektrizitätswerkes, der Umspannwerke und des Verteilungsnetzes. Hier können die Kosten dadurch minimiert werden, dass eine möglichst genaue Berechnung der erforderlichen Heizlast zu einer Reduzierung der bezogenen Wärmeleistung führt.

Eine Beeinflussung dieser nicht verbrauchsgebundenen Kosten setzt eine regelmäßige Überprüfung der Bezugsverträge voraus. Nur dann kann bei einer Änderung von Bezugsstrukturen Einfluss auf die Kosten genommen werden.

5.3 Weitere Instrumente des Energie- und Klimaschutzmanagements

Betrieb der Anlagen

Ein energieeffizienter Betrieb versorgungstechnischer Anlagen ergibt sich bereits aus den Vorgaben der Energieeinsparverordnung. Dort ist in § 11 Absatz 3 die regelmäßige Wartung und Instandhaltung als Pflichtaufgabe festgeschrieben. Durch regelmäßige Überprüfung der Einstellung von Heizkurven und Zeitschaltuhren, sowie durch wiederkehrende Temperaturmessungen ist sicherzustellen, dass der Energieverbrauch auf das zur Erfüllung der Aufgabe notwendige Minimum reduziert wird.

Beschaffung

Bei der Beschaffung von Dienstleistungen und Produkten, die eine Auswirkung auf den Energieeinsatz haben, sind die Lieferanten darüber zu informieren, dass für die Bewertung der Beschaffung ganz oder teilweise energiebezogene Standards zu beachten sind. Diese Standards für den Energieeinsatz, den Energieverbrauch sowie die Energieeffizienz sind festzulegen und zu dokumentieren.

Energieausweise und Kennwerte

Seit dem 1. Juli 2009 müssen bei Verkauf und Vermietung von Nichtwohngebäuden Energieausweise vorgelegt werden. Bei öffentlichen Gebäuden mit Publikumsverkehr und einer Nutzfläche von mehr als 1000 m² sind diese Ausweise an gut zugänglicher Stelle auszuhängen. Durch die Novellierung der Energieeinsparverordnung 2009 in die Energieeinsparverordnung 2014 (in Kraft getreten am 01. Mai 2014), wurde diese Grenze sogar auf Liegenschaften mit einer Nutzfläche größer 500 m² herabgesetzt. Durch den Aushang soll es Nut-



zern und Besuchern dieser Gebäude ermöglicht werden, sich über die energetische Qualität der Objekte zu informieren.

Inhalte dieser Energieausweise sind Kennwerte, die in kWh je m² Auskunft zum Heizenergie- und Stromverbrauch geben. Darüber hinaus wird ein Vergleich zu bundesweiten Durchschnittswerten gezogen. Mit diesen Inhalten können Energieausweise als die einfache Form eines Rechenschaftsberichtes betrachtet werden, welcher aber nicht aktualisiert wird.

Laufende Kommunikation

Zu jedem Zeitpunkt der Durchführung eines Energie- und Klimaschutzmanagements ist es erforderlich mit den Beteiligten zu kommunizieren. Im Allgemeinen kann dies auf kurzem Wege erfolgen, wenn es Fragen zur Zählerablesung oder Rückmeldungen über die Verbrauchsentwicklung betrifft. Wichtig ist diese Kommunikation auch zur kurzfristigen Beseitigung von Mängeln.

Die Rückmeldungen an die Beteiligten in den Objekten steigert auch deren Bereitschaft sich mit der Energieeinsparung zu beschäftigen. Nichts ist motivierender als die Rückmeldung, dass das Ausfüllen von Fragebögen auch Folgen hat und eventuelle Anregungen ernst genommen werden.

Energie- und Klimaschutzbericht

Der Energie- und Klimaschutzbericht ist das zentrale Kommunikationsmedium zum Transport der Inhalte des Managements. Zu den wesentlichen Inhalten des Berichtes zählen:

- Die aktuellen Verbräuche und Kosten sowie deren Entwicklung über mehrere Jahre
- Die Kennwerte, die üblicherweise auf die beheizte/gekühlte Nettogrundfläche bezogen werden
- Die Auflistung der wichtigsten investiven Maßnahmen sowie sonstiger Aktivitäten im Rahmen des Energiemanagements

Der Bericht hat sich an alle mit der Thematik befassten Personen und Stellen zu richten und ist aus diesem Grund in einer für Nichtfachleute verständlichen Sprache abzufassen.

Der Bericht ist einmal jährlich zu erstellen und in den entsprechenden Gremien und auch der Presse vorzustellen.



6 Bestandsaufnahme

Der Auftrag zur Entwicklung eines Organisations- und Controllingkonzeptes mit dem Ziel der Einführung eines Energie- und Klimaschutzmanagements für die Gemeinde Merchweiler erstreckt sich auf insgesamt 17 Gebäude:

Nr	Bezeichnung des Gebäudes
1	Feuerwehrgerätehaus
2	Allenfeldschule Trakt I
3	Allenfeldschule Trakt II
4	Schulsportgebäude
5	Kleinschule
6	Allenfeldhalle
7	Leichenhalle
8	Rathaus (Saniert)
9	Feuerwehrgerätehaus
10	ehem. Heinrichschule
11	Striedtschule
12	Sport- und Schulturnhalle
13	Freizeitanlage Rockenhübel
14	Bauhof Friedhof
15	Leichenhalle
16	Pavillongebäude Rosengarten
17	Bauhof/ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle

Tabelle 6-1: Gebäude für das Energie- und Klimaschutzmanagement

6.1 Organisationsstruktur

Um Vorschläge zur Errichtung eines Energie- und Klimaschutzmanagements innerhalb der Gemeinde Merchweiler zu erarbeiten, wurde zunächst eine Bestandsaufnahme der derzeitigen Verarbeitung von Daten zur Energieversorgung durchgeführt. Hierzu wurden Gespräche mit den für die Akquise zuständigen Mitarbeitern des Rathauses geführt. Die Zuständigkeiten für Energiefragen liegen innerhalb der Gemeinde Merchweiler im Geschäftsbereich 4 - Bauen, Wohnen, Umwelt. Einen Energie- oder Klimaschutzbeauftragten gibt es innerhalb der Gemeinde Merchweiler nicht.



6.2 Verbrauchserfassung und Energiekosten

Nach Sichtung aller von der Gemeinde zur Verfügung gestellten Unterlagen zum Verbrauch stellte sich heraus, dass alle benötigten Datengrundlagen vorhanden waren.

Die Verbrauchserfassung im Geschäftsbereich 4 - Bauen, Wohnen, Umwelt erfolgt für alle Objekte jährlich. Die Daten werden erfasst und es erfolgt eine Bewertung, ob es Abweichungen von den zuvor erfassten Zeiträumen gibt. Falls erforderlich gibt es eine kurzfristige Rückmeldung an die Hausmeister.

Bei der Untersuchung der Energieverbräuche wurde das arithmetische Mittel der Kalenderjahre 2012-2014 als Basis für die Auswertung der absoluten Energieverbräuche herangezogen. Sämtliche Verbrauchsdaten wurden auf die Einheit kWh umgerechnet. Für die Bildung der spezifischen Kennzahlen wurde das arithmetische Mittel der Kalenderjahre witterungsbereinigt. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, wird ausschließlich bei den untersuchten Liegenschaften Erdgas für die Erzeugung der Heizwärme benutzt.

Liegenschaft der Gemeinde Merchweiler	Brennstoff	Zähler Nr.	Verbrauch in kWh/a 2012-2014
Feuerwehrgerätehaus	Erdgas	G_725	85.360,00
Allenfeldschule Trakt 1	Erdgas	G_2005_0027	106.9771,00
Allenfeldschule Trakt 2	Erdgas	G_5352648	53.389,00
Schulsportgebäude Allenfeldschule	Erdgas	Keine eigenen Zähler	
Kleinschule / Allenfeldschule	Erdgas	Keine eigenen Zähler	
Allenfeldhalle	Erdgas	G_40013	313.885,00
Leichenhalle Merchweiler	Erdgas	G_20021294	66.861,00
Rathaus	Erdgas	G_26	29.8612,00
Feuerwehrgerätehaus	Erdgas	G_18476	128.089,00
		G_20021184	



ehem. Heinrichsschule	Erdgas	G_18590	10.966,00
Bauhof (ehem. Wasserwerk - Fahrzeughalle) inkl. Büro und Fahrzeughalle	Erdgas	G_7686703	95.988,00
		G_7686694	
		G_20021010	
Striedschule	Erdgas	G_5352662	267.596,00
Sportschule / Schulturnhalle	Erdgas	G_40014	281.220,00
Freizeitanlage Rockenhübel	Erdgas		0,00
Bauhof / Friedhof Wemmetsweiler	Erdgas	G_710_2 ge- tauscht gegen G_2002425	23.373,0
Leichenhalle Wemmetsweiler	Erdgas	G_20010278	27.571,0
		G_7793197	
Pavillongebäude / Rosengarten	Erdgas		0,00

Tabelle 2: Jährlicher Wärmeenergieverbrauch und Kosten der einzelnen Liegenschaften

Die nachfolgende Tabelle zeigt korrespondierend zu der vorhergegangenen die Stromverbräuche für die in diesem Teilkonzept betrachteten Liegenschaften.

Liegenschaft der Gemeinde Merchweiler	Zähler Nr.	Verbrauch in kWh/a 2012-2014
Feuerwehrgerätehaus	202460	10.945,00
Allenfeldschule Trakt 1	1028	178931,00
Allenfeldschule Trakt 2		13.176,00
Schulsportgebäude Allenfeldschule	Keine eigenen Zähler	



Kleinschule / Allenfeldschule	192277	0,5
Allenfeldhalle	897	78.314,00
Leichenhalle Merchweiler	200298	2.842,00
Rathaus	237606 / 237581	46.390,00
Feuerwehrgerätehaus	229077 / 229088	5.817,00
ehem. Heinrichsschule	229081/229071/229064	78.314,00
Bauhof (ehem. Wasserwerk - Fahrzeughalle) inkl. Büro und Fahrzeughalle	230744	8.921,00
Striedschule	243238	25.257,00
Sportschule / Schulturnhalle	899	72.580,00
Freizeitanlage Rockenhübel	233970	2.653,00
Bauhof / Friedhof Wemmetsweiler	239953	1.182,00
Leichenhalle Wemmetsweiler	239947	3.698,00
Pavillongebäude / Rosengarten		179,00

Tabelle 3: Jährlicher Stromverbrauch und Kosten der einzelnen Liegenschaften

Aus diesen Daten lässt sich nun eine Gesamtenergiebilanz aufstellen. Im Rahmen dieser Teilkonzeptuntersuchung wurde daher folgende Gesamtenergiebilanz für die Jahre 2012 bis 2014 ermittelt. Der Stromverbrauch stellt nur einen Anteil von 14% des Gesamtenergieverbrauchs dar. 86% der eingesetzten Energie werden für die Wärmeversorgung benötigt.

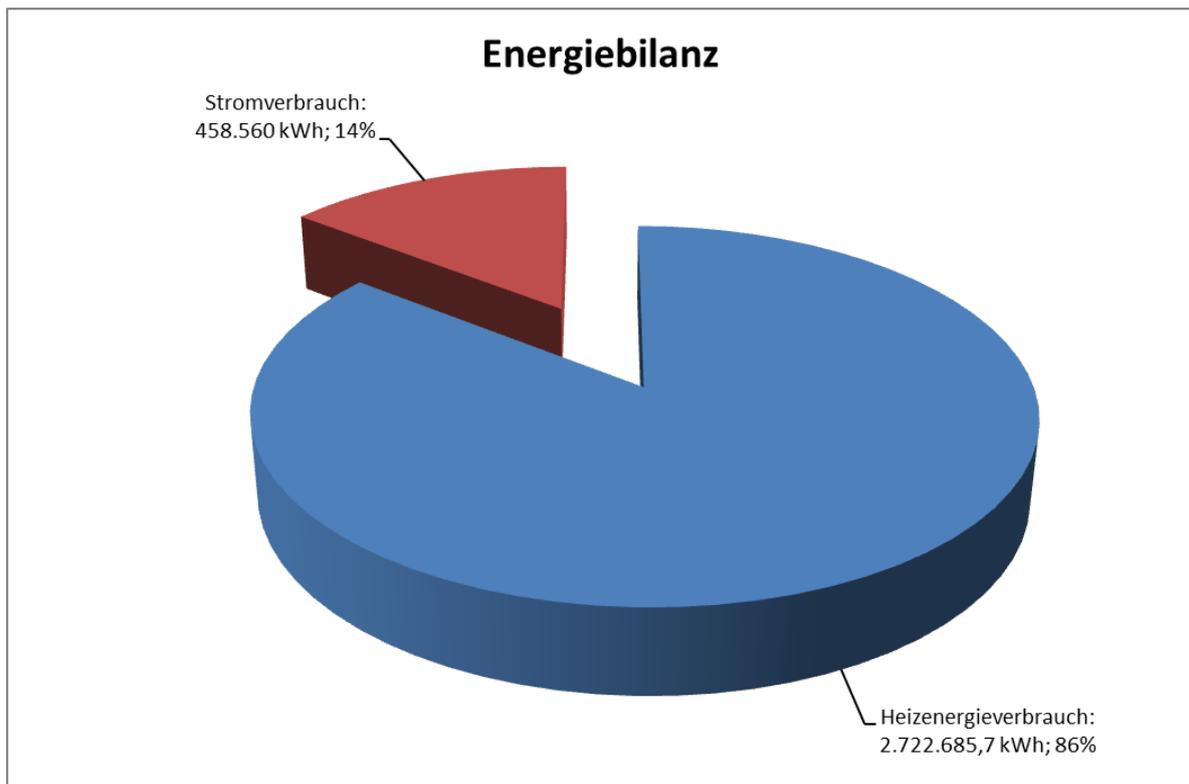


Abbildung 10: Energiebilanz der Gemeinde Merchweiler

Die nachfolgende Abbildung stellt die Energiebilanz der einzelnen Liegenschaften dar. Hier wird der anteilige Strom- und Wärmeverbrauch am Gesamtenergieverbrauch der jeweiligen Liegenschaft sichtbar. Der durch die Gemeinde Merchweiler Bezogene Strom ist seit 2012 zu 100% Ökostrom aus Wasserkraft.

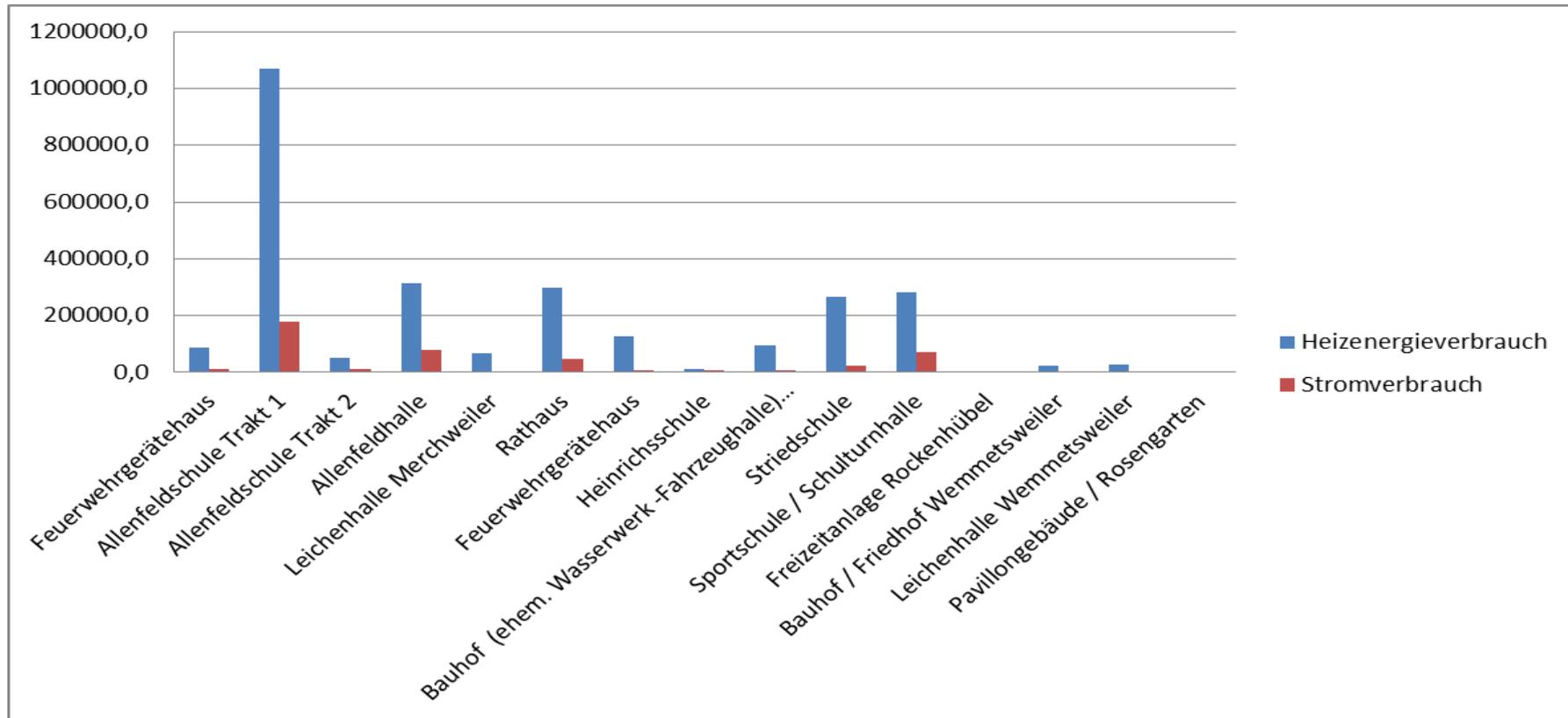


Abbildung 11: gemittelter Energieverbrauch der einzelnen Liegenschaft in kWh für die Jahre 2012-2014

Für die Darstellung der CO₂-Bilanz der betrachteten Liegenschaften werden die Energieverbräuche in Abhängigkeit vom eingesetzten Energieträger berechnet und mit Hilfe von CO₂-Emissionsfaktoren in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Basis hierfür sind auch die durchschnittlichen Energieverbräuche 2012-2014.



Zur Berechnung der Emissionen wurden folgende CO₂-Emissionsfaktoren verwendet:

Erdgas	2,400 kg/m ³
Ökostrom	0,031 kg/kWh

Tabelle 4: Verwendete Emissionsfaktoren in g/kWh (laut gemis 4.93)

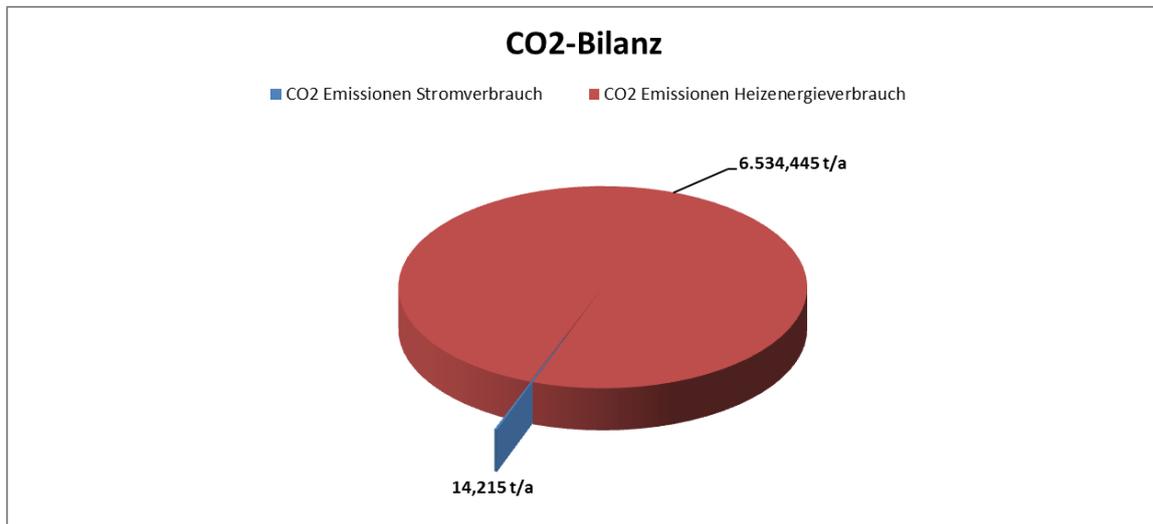


Abbildung 12: CO₂-Bilanz

Insgesamt stoßen die betrachteten Liegenschaften ca. 6.548 Tonnen CO₂ aus. Ca. 1% der Emissionen entsteht durch die Stromerzeugung⁶ und fast 99 % werden durch die Wärmeerzeugung verursacht.

⁶ Grund hierfür ist, das beziehen von Ökostrom seit dem Jahr 2012.



6.3 Betrieb und Betreuung der versorgungstechnischen Anlagen

Die Betreuung der versorgungstechnischen Anlagen vor Ort wird durch die Hausmeister bewerkstelligt. In Gebäuden denen kein Hausmeister zugeordnet ist, wird die Betreuung durch die Nutzer (z. B. Feuerwehr) übernommen.

Die Hausmeister werden nicht regelmäßig geschult. Eine Schulung oder regelmäßige Einweisungen für Einrichtungsleitungen oder ehrenamtlich Tätige gibt es nicht. Die Lieferung von Erdgas erfolgt durch die Gaswerke Illingen bzw. energis. Die Lieferung von Strom erfolgt über die energis.

Im Rahmen der in diesem Projekt durchgeführten Gebäudebewertungen wurde festgestellt, dass bei vielen Verteilungsleitungen und Armaturen die nach Einsparverordnung vorgeschriebene Dämmung mangelhaft ist. Hier sollten bei zukünftig abzuschließenden Bezugs- und Betreuungsverträgen entsprechende Regelungen zur Vermeidung von Mängeln dieser Art aufgenommen werden.



7 Die Arbeitsmittel des Energie- und Klimamanagements

Wie bei jeder anderen Verwaltungstätigkeit auch werden für die Durchführung eines Energie- und Klimaschutzmanagements Arbeitsmittel benötigt. Diese sind sowohl am Ort des Verbrauchs als auch am Ort der Erfassung und Bearbeitung der Daten notwendig.

Darüber hinaus können elektronische Hilfsmittel eingesetzt werden, die die Datenerfassung und -bewertung unterstützen oder sogar optimieren.

Weiter bietet der Markt im Bereich Regelungstechnik die verschiedensten Arten von zentraler und dezentraler Steuerung versorgungstechnischer Anlagen an, die teilweise auch Energiemanagementfunktionen übernehmen können. Instrumente dieser Art stehen innerhalb der Gemeinde Merchweiler zurzeit nicht zur Verfügung und ihre Anschaffung ist auch nicht geplant. Auf eine weitere Betrachtung der damit verbundenen Möglichkeiten wird hier aus diesem Grunde verzichtet.

7.1 Arbeitsmittel zur Erfassung und Bearbeitung der Daten

Grundlage jedes Energie- und Klimaschutzmanagements ist die Erfassung der Verbräuche. Diese müssen gesammelt, bearbeitet und bewertet werden. Diese Aufgabe ist ohne technische Hilfsmittel nicht leistbar. Die bereits oben beschriebene Software könnte diese Eingaben ermöglichen. Mit Hilfe dieses Programms wird es möglich, mittels vorstrukturierter und übersichtlicher Eingabemasken die Daten zu erfassen und auszuwerten, Programme dieser Art sollten folgende Ausstattungsmerkmale besitzen:

- Anlegen von Gebäuden und Gebäudeteilen
- Anlegen von Zählern
- Anlegen von Kostenstellen
- Chronologische Verwaltung der angelegten Zähler
- Plausibilitätskontrollen bei der Eingabe der Daten
- Auswertung der Daten nach Gebäuden, Gebäudeteilen, Zählern und Gebäudegruppen
- Witterungsbereinigung der Wärmedaten (jährlich und monatlich)
- Darstellung der Ergebnisse in tabellarischer und grafischer Form
- Erstellen von Kenndaten
- Meldungen bei ungewöhnlichen Abweichungen



- Erstellung von Rückmeldungen an die Gebäudebetreuer
- Erstellung eines editierbaren Energieberichtes
- Unterstützung durch den Softwarehersteller

Daneben sind zum Beispiel noch folgende Funktionen vorteilhaft:

- Einlesen von Fremddaten (Zählerdaten des Versorgungsunternehmens etc.)
- Datenerfassung über Internet oder E-Mail
- Verfügbarkeit der Daten im Internet

8 Baustein 2 – Gebäudebewertungen

Als Baustein 2 dieses Klimaschutzteilkonzeptes wurden Gebäudebewertungen der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Merchweiler erstellt. Von der Gemeinde wurden für die Untersuchung Pläne, die Verbrauchsdaten der letzten Jahre und sonstige für die Analyse relevante Unterlagen (z. B. Schornsteinfegerprotokolle, Baubeschreibungen etc.) soweit sie vorhanden waren zur Verfügung gestellt. Generell soll der Baustein 2 einen Überblick über den Ist-Zustand der Gebäude verschaffen und verdeutlichen, bei welchen Liegenschaften dringender Handlungsbedarf besteht. Folgende Gebäude wurde für den Baustein 2 betrachtet:

Nr	Bezeichnung des Gebäudes	BGF
1	Feuerwehrgerätehaus	580
2	Allenfeldschule Trakt 1	2.749
3	Allenfeldschule Trakt 2	2.146
4	Schulsportgebäude Allenfeldschule	1.399
5	Kleinschule / Allenfeldschule	216
6	Allenfeldhalle	3.296
7	Leichenhalle Merchweiler	400
8	Rathaus	3.850
9	Feuerwehrgerätehaus	360
10	ehem. Heinrichsschule	552



11	Bauhof (ehem. Wasserwerk) inkl. Büro und Fahrzeughalle	1.054
12	Striedschule	2.245
13	Sportschule / Schulturnhalle	2.348
14	Freizeitanlage Rockenhübel	110
15	Bauhof / Friedhof Wemmetsweiler	51
16	Leichenhalle Wemmetsweiler	258
17	Pavillongebäude Rosengarten	93

Tabelle 5: Übersicht Liegenschaften, Baustein 2



8.1 Vorgehensweise

Gegenstand der Untersuchung waren insgesamt die oben aufgeführten 10 Gebäude. Jedes dieser Gebäude wurde im Rahmen einer Begehung in Augenschein genommen. Die Berechnungen im Rahmen der Gebäudebewertung wurden nach einem vereinfachten Verfahren in Anlehnung an die Normen des Deutschen Instituts für Normen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 vorgenommen. Dabei erfolgte die Erfassung der Geometrie unter Verwendung eines vereinfachten Ansatzes aus einer Untersuchung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.⁷ Als softwaretechnisches Hilfsmittel kam das Programm Energieberater 18599 von der Firma Hottenroth Software GmbH & Co. KG zum Einsatz.

8.1.1 Heizwärmebedarfsberechnung

(Berechnungsverfahren für den öffentlich-rechtlichen Nachweis lt. DIN V 4108-6:2000-11 Anhang D)

8.1.1.1 Transmissionswärmeverluste

8.1.1.1.1 Hüllflächen

Berücksichtigt bei der Berechnung wurden die Außenhüllflächen der beheizten Gebäudeteile. Gebäudevorsprünge die kleiner als 0,50 m sind wurden bei der Ermittlung der Flächen nicht beachtet (siehe EnEV 2009). Fehlende Maße wurden ggf. mit Hilfe von Fotos abgeschätzt.

8.1.1.1.2 Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

$$U_i = 1 / (R_{si} + d_1 / \lambda_1 + \dots + d_n / \lambda_n + R_{se}) \text{ [W / m}^2 \text{ K]}$$

Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen werden mit den Rechenwerten (DIN EN ISO 6946) der Wärmeleitfähigkeit λ [W / (mK)] in Abhängigkeit von der Rohdichte der Materialien und ihren Schichtdicken [m] zuzüglich der Wärmeübergangswiderstände (der Bauteiloberfläche zur Raumluft R_{si} bzw. Außenumgebung R_{se} [m² K / W]) ermittelt.

8.1.1.1.3 Spezifischer Transmissionswärmeverlust

$$U_i \cdot A_i \cdot F_{xi} \text{ [W/K]}$$

Der spezifische Transmissionswärmeverlust eines Bauteils ergibt sich aus dem Produkt von Fläche, Wärmedurchgangskoeffizient und Temperaturkorrekturfaktor.

⁷ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), Vereinfachung zur geometrischen und technischen Datenaufnahme im Nichtwohngebäudebestand, Fortschreibung der Vereinfachungen für den öffentlich-rechtlichen Nachweis von Nichtwohngebäuden und der Erstellung von Energieausweisen nach EnEV, BMVBS-Online-Publikation, Nr. Nr. 26/10.



Die Summe aus den spezifischen Transmissionswärmeverlusten aller Bauteile führt zu dem gesamten spezifischen Transmissionswärmeverlust.

8.1.1.1.4 Wärmebrückenkorrekturwert

$$\Delta U_{WB} * A \text{ [W/K]}$$

Die Berechnung des Wärmebrückenkorrekturwertes erfolgte in Abhängigkeit vom Baujahr des Gebäudes, bzw. von dem Sanierungsjahres der Außenwände, sofern nachträglich ein Wärmedämmverbundsystem aufgebracht wurde.

Für die Berechnung des Wärmebrückenkorrekturwertes bei bestehenden Gebäuden wird mit einem Wärmebrückenzuschlagskoeffizient von 0,10 [W/(m²K)] gerechnet.

8.1.1.1.5 Temperaturspezifischer Transmissionswärmeverlust

$$H_T = \sum (U_i * A_i * F_{xi}) + \Delta U_{WB} * A \text{ [W/K]}$$

Der gesamte temperaturspezifische Transmissionswärmeverlust ergibt sich aus der Summe der spezifischen Transmissionswärmeverluste und dem Wärmebrückenkorrekturwert.

8.1.1.1.6 Transmissionswärmeverlust

$$Q_T = H_T * GTZ * f_{NA} \text{ [kWh/a]}$$

Der Transmissionswärmeverlust ist das Produkt aus dem temperaturspezifischen Transmissionswärmeverlust, den Heiztagen pro Jahr und der Differenz aus mittlerer Gebäudeinnentemperatur und mittlerer Außentemperatur (Gradtagszahl).

Mit einbezogen werden muss hier nach DIN 4108-6 S.61 ein Faktor für die baulichen Einflüsse der Nachtabschaltung (f_{NA}).

8.1.1.2 Lüftungs- und sonstige Wärmeverluste

8.1.1.2.1 Temperaturspezifischer Lüftungswärmeverlust

$$H_v = V * n * SL * cpL \text{ [W/K]}$$

Das beheizte Luftvolumen (V) entspricht gemäß DIN 4108-6 (S.63) 80% des Gebäudevolumens (V_e) bei großen Gebäuden ab 4 Vollgeschosse, bis 3 Vollgeschosse liegt dieser Wert bei 76% des Gebäudevolumens.



Die Luftwechselrate setzt sich aus einer natürlichen Luftwechselrate, welche vom Gebäudenutzungstyp abhängt, einer mechanischen und einer Restluftwechselrate sobald eine Lüftungsanlage den Luftwechsel reguliert und einem Differenzluftwechsel, welcher abhängig ist von der Baualterklasse des Gebäudes

8.1.1.2.2 Lüftungswärmeverlust

$$Q_V = H_V * GTZ * f_{NA} \text{ [kWh/a]}$$

Der Lüftungswärmeverlust ist das Produkt aus dem temperaturspezifischen Lüftungswärmeverlusten, den Heiztagen pro Jahr und der Differenz aus mittlerer Gebäudeinnentemperatur und mittlerer Außentemperatur (Gradtagszahl).

Mit einbezogen werden muss hier nach DIN 4108-6 S.61 ein Faktor für die baulichen Einflüsse der Nachtabschaltung (f_{NA}). Analog zur Berechnung des Transmissionswärmeverlustes werden die Gradtagszahlen herangezogen.

8.1.1.3 Solare Wärmegewinne (transparenter Bauteile)

$$Q_S = \sum (I_{st})_{j,HP} * \sum (0,567 * G\text{-Wert} * A_{\text{Fenster}}) * \eta_P \text{ [kWh/a]}$$

8.1.1.3.1 Solare Einstrahlung

$$\sum (I_{st})_{j,HP} \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Bei der Solaren Einstrahlung ($(I_{st})_{j,HP}$) wird ausgehend von der Ausrichtung der Bauteile die aus der DIN 4108-6 (S.61) vorgegebenen solaren Einstrahlung zugrunde gelegt:

Süd: 270 [kWh/m²HP]

Ost: 155 [kWh/m²HP]

West: 155 [kWh/m²HP]

Nord: 225 [kWh/m²HP]

Dach: 225 [kWh/m²HP]

Die G-Werte werden in Abhängigkeit vom Fenstertyp berechnet.

8.1.1.3.2 Teilverschattung, Fensterrahmen, Absorption und Reflektion

Im Faktor 0,567 (gemäß DIN 4108-6; S.61) sind die Teilverschattung der Fenster, die Fensterrahmen, sowie Absorption und Reflektion der Fenstergläser berücksichtigt.

8.1.1.3.3 Ausnutzungsgrad

Für den Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne η_P wurde pauschal ein Wert von 0,95 angenommen (siehe DIN 4108-6:2000-11, S. 61)



8.1.1.4 Interne Wärmegewinne

$$Q_i = A_n \cdot q_i \cdot (t/a) \cdot U_p \text{ [kWh/a]}$$

8.1.1.4.1 Faktor Gebäudenutzfläche aus Gebäudevolumen

$$x = [(1/hG) - 0,04]$$

In der DIN 4108-6 (S.61) wird die Nutzfläche mit einem Faktor von 0,32 vom Volumen berechnet. Da dieser bei z.B. Turnhallen nicht zutreffend ist, wird bei der Wärmebedarfsberechnung der Faktor in Abhängigkeit von der Geschosshöhe bestimmt (lt. EnEV 2009).

8.1.1.4.2 Nutzfläche

$$A_N = x \cdot V_e \text{ [m}^2\text{]}$$

Die Gebäudenutzfläche ergibt sich nun aus dem Faktor multipliziert mit dem Gebäudevolumen.

Für die theoretisch ermittelten Energiebedarfe wurde basierend auf den realen Energieverbräuchen eine Anpassungsrechnung vorgenommen, damit auf dieser realen Basis die Auswirkungen von Energiesparmaßnahmen abgeschätzt werden können. Diese Auswirkungen werden in Bezug auf Kilowattstunden, Euro und CO₂ dargestellt. Für die Anpassungsrechnung wurden die witterungsbereinigten Energieverbräuche zu Grunde gelegt.

Bei den für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verwendeten Kostenangaben handelt es sich um Bruttopreise. Sie wurden soweit wie möglich an die vorgefundene Situation angepasst. Möglich wäre es, dass z. B. aus bautechnischen Gründen Nebenarbeiten erforderlich werden, die im Rahmen dieser Untersuchung nur bedingt abschätzbar sind. Bei Investitionen sollten vorher immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.

Die Gebäudebewertungen wurden nach bestem Wissen aufgrund der erhobenen bzw. zur Verfügung gestellten Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführenden. Die Berichte zur Gebäudebewertung sind kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.



8.2 Methodik der Energiebilanz

Die Energiebilanzierung erfolgt entsprechend der Methodik der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014. In die Bilanzierung gehen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, interne und solare Gewinne und der Energieaufwand für Heizung und Warmwasserbereitung ein. Auf Grundlage dieser Daten wird eine Energiebilanz erstellt. Diese gliedert sich in Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie.

Durch die Einteilung in die verschiedenen Energiearten wird erkennbar, wie hoch der durch das Gebäude erforderliche Bedarf ist (Nutzenergie) und wie hoch die zusätzlichen Anlageverluste sind (Endenergie). Der Primärenergiebedarf ist das Maß des volkswirtschaftlich betrachteten Energiebedarfs, da hier die vorgelagerten Verluste für Aufbereitung in Raffinerien und Kraftwerken sowie für den Transport der Energie ebenfalls berücksichtigt werden.



Anlage A – Datenblätter für die Gebäude (Baustein 2)

Im weiteren Verlauf des Berichtes ist zu dem jeweils betrachteten Gebäude ein separates Datenblatt ausgewiesen. Hierbei wird auf den jeweiligen aktuellen baulichen sowie anlagentechnischen Zustand sowie mögliche Sanierungsmaßnahmen hingewiesen.

Der betrachtete Ist- Zustand beruht auf den baulichen Gegebenheiten von **2014**. Es wurden bereits während der Erstellung des Konzeptes bauliche Maßnahmen umgesetzt. Diese wurden als mögliche Sanierungsvarianten dennoch ausgewiesen und energetisch bewertet.

Die Wirtschaftlichkeit jeder einzelnen Maßnahme wurde mit Hilfe von geschätzten Investitionskosten (**brutto**) berechnet. Hierbei sind keine Mehrkosten für eventuell anfallende Zusatzarbeiten aufgrund von konstruktiven Gegebenheiten eingearbeitet. Sollte es zu Umsetzungen der Maßnahmen kommen, so wird dringend empfohlen eine separate Kostenschätzung bzw. Ausschreibung der Leistung vorzunehmen. **Zudem wurden den jeweiligen Einsparpotentialen lediglich die Mehrinvestitionskosten entgegengerechnet. Für eine bessere Planung der Gemeinde Merchweiler wurden auch Vollkosten ausgewiesen. Diese beinhalten wiederum sog. „Sowieso- Kosten“ und können nicht für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hinzugezogen werden. In den einzelnen Datenblättern ergeben sich demnach die Mehrkosten der einzelnen Maßnahmen durch das Abziehen der Instandhaltungskosten von den Vollkosten der Gesamtinvestition. Die entstehenden Mehrkosten bei Effizienzmaßnahmen werden im Folgenden separat betrachtet. Hierbei gilt es zu erwähnen, dass nicht bei jeder Maßnahme sog. Instandhaltungskosten anfallen. In diesen Fällen sind die Mehrkosten gleich den Vollkosten für die Sanierungsmaßnahme. Dies gilt hauptsächlich für Dämmmaßnahmen an der obersten Geschossdecke bzw. der Kellerdecke. In den einzelnen Datenblättern sind sowohl die Mehrkosten als auch die Vollkosten ausgewiesen. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden ein kalkulatorischer Zinssatz von 2% sowie eine Energiepreissteigerung von 4% angesetzt. Sollte sich an diesen Randbedingungen etwas ändern, so muss jede Maßnahme neu betrachtet werden.**

Die erarbeiteten Maßnahmen bauen systematisch aufeinander auf. Diesem Umstand ist es geschuldet, dass Einzelmaßnahmen oft nicht kurzfristig umzusetzen sind, Maßnahmenkombinationen jedoch schon. Dies soll einen Anreiz der Gemeinde darstellen, um mehrere Maßnahmen zeitgleich zu realisieren. Sollte es aus Kostengründen dennoch nicht möglich sein, so sollte auf einen sinnvollen Ablauf bzw. Umsetzungshorizont geachtet werden.



A. 1. Informationen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Bei der Einschätzung von Maßnahmen zum technisch effizienten, ökologisch maßvollen und gleichzeitig wirtschaftlichen Einsatz von Energie ist zur Ermittlung der betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchzuführen. Es lassen sich jedoch nicht alle Vorteile eines sparsamen Energieeinsatzes quantitativ bzw. in Geldgrößen erfassen.

In vielen Teilbereichen bedarf es der Einsicht und Selbstverantwortung der Bauherren, Architekten und Haustechnik-Planer, auch die Vorteile eines besseren Raumklimas und der langfristigen Erhaltung der Bausubstanz sowie den ökologischen und volkswirtschaftlichen Nutzen bei der Entscheidung miteinzubeziehen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Anlage zum Zwecke der Optimierung im Sinne eines Vergleiches verschiedener Varianten müssen folgende Größen berücksichtigt werden:

- Investitionen
- Nutzungsdauer
- Kapitalzinssatz
- Jährlicher Energieverbrauch
- Entwicklung der Energiepreise
- Wartung und Unterhalt

In Tabelle 6 sind die geläufigen Methoden für Wirtschaftlichkeitsberechnungen skizziert. Geeignet sind alle Methoden, die auf dem Vergleich von Gesamtkosten basieren.

Methode	Beschreibung	Bewertung
1. Kapitalwertmethode	<p>Gesucht: Gesamtkosten über die Nutzungsdauer</p> <p>Alle Kosten, die während der Nutzungsdauer anfallen, werden addiert. Zu einem späteren Zeitpunkt anfallende Kosten werden dabei nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zum Anfangszeitpunkt zum vorgegebenen Kalkulationszinssatz hätte anlegen müssen, um die späteren Kosten zu bezahlen. Der Kapitalwert ist damit der zum</p>	Geeignete Methode zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer energietechnischen Investition. Problem: der „richtige“ Kalkulationszinssatz.



	<p>Kalkulationszins anzulegende Gesamtbetrag, der mit den Zinsen alle Investitions- und laufende Kosten deckt.</p>	
<p>2. Annuitätenmethode</p>	<p>Gesucht: durchschnittliche Jahreskosten</p> <p>Der Kapitalwert wird – unter Berücksichtigung der Zinsen – auf nominal gleich hohe jährliche Raten über die Nutzungsdauer verteilt.</p>	<p>Äquivalent zu Methode 1, jedoch anschaulicher</p>
<p>3. Interner Zinssatz (interne Rendite)</p>	<p>Der interne Zinssatz stellt den Diskontierungssatz dar, bei dem der Gegenwartswert der Einnahmen gleich dem d3er Ausgaben aus einer Investition wird. Er kennzeichnet die Effektivverzinsung des eingesetzten Kapitals. Die Rentabilität einer Maßnahme kann mit derjenigen einer anderen oder mit alternativen Kapitalanlagen (z.B. Obligationen) verglichen werden.</p>	<p>Äquivalent zu Methode 1, wenn es eine geeignete Bezugsvariante gibt. Jedoch höherer Rechenaufwand.</p>
<p>4. Äquivalenter Energiepreis</p>	<p>Beantwortet die Frage, bei welchem mittleren Energiepreis über die Nutzungsdauer eine Variante wirtschaftlich ist. Kann angewendet werden, wenn die zukünftige Entwicklung der Energiepreise als sehr unsicher gilt. Das Ergebnis „Kosten für die eingesparte kWh Energie“ ist ein anschaulicher Vergleichswert. Voraussetzung ist die Vorgabe einer Grundvariante (wie auch bei Methode 3 und 5), daher</p>	<p>Äquivalent zu Methode 1, wenn eine Bezugsvariante definiert wird.</p>



	vor allem für die Beurteilung nachträglicher Maßnahmen geeignet.	
5. Amortisationszeit	<p>Gesucht: Rückzahlfrist</p> <p>Anzahl Jahre, in der sich die Investition aus den Erträgen (Energieeinsparungen) zurückzahlen lassen. Gradmesser für das mit der Investition verbundene Risiko. Je kürzer die Rückzahlfrist ist, desto überschaubarer wird der Zeitraum und desto kleiner ist die Unsicherheit der getroffenen Annahmen. Die Methode führt zur Bevorzugung von Lösungen, die mit geringen Investitionen wenig Energie einsparen.</p>	Zur Beurteilung des gesamten Gewinns bzw. Verlusts und damit zur Optimierung ungeeignet, da Gewinne nach der Amortisationszeit unberücksichtigt bleiben. Die Länge der Amortisationszeit lässt keine Schlussfolgerungen auf die Rentabilität einer Investition zu.

Tabelle 6: Modelle der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Deren Grundlage ist die Kapitalwertmethode. Der Kapitalwert ist die Summe aller Kosten, die während der Nutzungsdauer anfallen. Bezugszeitpunkt ist der Anfangszeitpunkt t_0 . Alle späteren Kosten werden nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zur Zeit t_0 hätte anlegen müssen, um die späteren Kosten zu bezahlen (Diskontierung). Der Kapitalwert ist damit der zum Kalkulationszins anzulegende Gesamtbetrag, der zusammen mit den Zinsen alle Investitions- und laufenden Kosten deckt.

$$K_0 = \sum_{n=0}^n K(t) * (1 + p) - t$$

K_0 = Kapitalwert

$K(t)$ = Kosten im Jahr

p = Kalkulationszinssatz

n = Nutzungsjahre

Ziel ist es, den Kapitalwert, d.h. die Gesamtkosten, gering zu halten.



Wenn nicht nur Kosten anfallen, sondern auch Einnahmen erzielt werden, so ist anstelle der Kosten die Differenz aus Ausgaben und Einnahmen einzusetzen. Der Kapitalwert ist somit der Barwert aller Zahlungsströme.

Nachteil der Kapitalwertmethode ist das unanschauliche Ergebnis, der Kapitalwert. Bei der Annuitätenmethode wird der Kapitalwert auf nominal gleich hohe jährliche Raten über die Nutzungsdauer verteilt, unter Berücksichtigung der Zinsen:

$$K_a = K_o * a_{p,n}$$

K_a = Jahreskosten

K_o = Kapitalwert

$A_{p,n}$ = Annuitätsfaktor

p = Kalkulationszinssatz

n = Nutzungsdauer

Äquivalent dazu ist folgendes Vorgehen: Die Investitionskosten werden auf nominal gleich hohe jährliche Raten (Annuitäten) über die Nutzungsdauer verteilt. Dazu werden die laufenden Kosten unter Berücksichtigung ihrer Preissteigerungen addiert.

Die Energiebilanzen und Jahreskosten verschiedener Projektvarianten mit unterschiedlichen baulichen, technischen und betrieblichen Lösungen werden miteinander verglichen. Dabei ist auf niedrigen Energieverbrauch zu achten. Unter den Lösungen mit geringem Energieverbrauch sind solche mit möglichst niedrigen Gesamtkosten zu bevorzugen.

Bei der Optimierung der einzelnen Bauteile und Anlagen ist ihre wechselseitige Abhängigkeit und ihr Einfluss auf die gesamte Energiebilanz zu berücksichtigen, das heißt der Gesamtbau ist zu optimieren.

Der bauliche und der heizungstechnische Bereich können getrennt optimiert werden, wenn unter Zugrundelegung aller Varianten des anderen Bereichs das Ergebnis für den betrachteten Bereich dasselbe ist. Ein getrenntes Vorgehen erspart zusätzliche Annahmen, die zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Nutzungsdauern erforderlich sind.

Es ist darauf zu achten, dass auch die Kosten im Bereich elektrischer Energie berücksichtigt werden, soweit sie durch Maßnahmen im baulichen oder heizungs- und lüftungstechnischen Bereich berührt werden.

Betriebswirtschaftliche Kostenkurven im Energiebereich verlaufen häufig sehr flach. So hat z.B. bei Dämmmaßnahmen die gewählte Dämmstoffdicke in der Regel nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtkosten, aber einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Lösungen, die weit vom berechneten Kostenoptimum entfernt liegen, sind also häufig nur wenig teurer, aber energetisch wesentlich günstiger. Außerdem ist in solchen Fällen die Lage



der betriebswirtschaftlichen Optimierung sehr empfindlich von den Annahmen über die zukünftige Preis- und Zinsentwicklung abhängig. Varianten mit geringem Kostenunterschied sollten daher als vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt identisch eingestuft werden, und innerhalb dieser Varianten die umweltverträglichste ausgewählt werden.

Für die Berechnung der nachfolgenden realen Betrachtungen wurden folgende Brennstoffkosten auf Grundlage der EnEV 2014 veranschlagt. Die verwendeten Werte wurden so ausgewählt, dass eine Transparenz über die Betrachteten Jahre (2010-2014) möglich ist.

Erdgas	6,26 Cent / kWh (Heizwert)
Strom-Mix	19,20 Cent / kWh
Heizöl	5,92 Cent / kWh (Heizwert)

Tabelle 7: Angesetzte Energiepreise (brutto)



A. 2. Informationen zur Berechnung der Energie- bzw. Sanierungskosten

Für eine bessere Verständlichkeit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hier die verwendeten Fachbegriffe inkl. der jeweiligen Herleitung:

Investitionskosten IK

Die Investitionskosten berücksichtigen alle für die Sanierungsmaßnahme anfallenden Kosten (Planung, Beschaffung, Installation und sonstige Kosten). Eigenleistungen, Zuschüsse oder sonstige auf die Maßnahme entfallende Einnahmen sind von den Investitionskosten abzuziehen. Die Investitionskosten werden mit den Werten aus der Kostentabelle der Sanierungsmaßnahmen belegt.

Nutzungsdauer ND

Die Nutzungsdauer umfasst den maximalen Zeitraum, in dem die Anlage oder die Sanierungsmaßnahme für ein Gebäude / einen Gebäudeteil technisch funktionsfähig und damit nutzbar ist.

Ersatzkosten EK

Die Ersatzkosten enthalten alle Aufwendungen, die nicht der Energieeinsparung dienen und bei einer Sanierung ohnehin angefallen wären. Dazu zählen auch Kosten für andere Ziele (z. B. Schallschutz). Die Ersatzkosten (Sowieso-Kosten) werden bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung von den Investitionskosten abgezogen. Gleichzeitig dienen sie als Bezugsgröße zur Berechnung des Restwertes.

Mehrkosten MK

Um die Wirtschaftlichkeit für Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen, ist es sinnvoll, nicht die gesamten Investitionskosten auf die eingesparten Brennstoffkosten umzulegen, sondern nur die spezifisch für die Energiesparmaßnahmen aufgewendeten Kosten anzusetzen. Diese Mehrkosten berechnen sich aus der Summe der Investitions- und Restkosten, abzüglich von evtl. Steuerersparnissen und Ersatzkosten.



Wartungskosten WK

Die Wartungskosten enthalten alle laufenden jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung von Anlagen und Sanierungsmaßnahmen an Gebäudeteilen.

Zu beachten ist dabei, dass nur Mehrkosten für den Zweck der Energiesparmaßnahme berücksichtigt werden, da die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen betrachtet wird. Bei Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems entstehen z. B. keine zusätzlichen Wartungskosten für die Energiesparmaßnahme gegenüber einer normalen Fassadensanierung. Die zusätzlichen Wartungskosten gehen mit der Teuerungsrate für Wartungskosten in die Berechnung der jährlichen Kapitalkosten ein.

Restnutzungsdauer RD

Die Restnutzungsdauer berücksichtigt die verbleibende Nutzungsdauer einer Anlage oder einer Sanierungsmaßnahme an einem Gebäudeteil zum Zeitpunkt des Starts einer neuen Sanierungsmaßnahme. Mit der Bezugsgröße Ersatzkosten wird der Restwert ermittelt, der zu den Investitionskosten addiert wird.

In die Berechnungen gehen die **aktuellen Brennstoffkosten (berechnete Endenergie+ Anteil Hilfsenergie mittels Strombezug)** pro Jahr für den Ist-Zustand und den sanierten Zustand ein. Die Berechnungen werden mit den angegebenen **Randbedingungen** und **Berechnungsparametern** durchgeführt.



Aktuelle Brennstoffkosten pro Jahr		Ergebnisse	
Ist-Zustand	3.041,12 €	Investitionen	
saniierter Zustand	2.885,93 €	Gesamt-Investitionskosten	1.500 €
		ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	1.050 €
		Kosten der Energiesparmaßnahmen	450 €
Randbedingungen		Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (15 Jahre)	
Kalkulationszinssatz	2,00 %	Kapitalkosten	35 €/Jahr
<u>Teuerungsraten:</u>		Brennstoffkosten	3.949 €/Jahr
Brennstoff (Ist-Zustand)	4,00 %	Wartungskosten	0 €/Jahr
Brennstoff (saniierter Zustand)	4,00 %	Gesamtkosten	3.984 €/Jahr
Maßnahme	3,50 %	mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.161 €/Jahr
Wartung	4,50 %	Mittlere Einsparung	177 €/Jahr
Investitionssteuersatz für steuerl. Abschreibungen	32,00 %	Ausgabe	
<input type="button" value="Standardwerte"/>		Typ	ausführlicher Bericht <input type="button" value="Drucken"/>
Berechnungsparameter		Weitere Kenngrößen	
Betrachtungszeitraum (Jahre)	15	Interner Zinsfuß	39,42%
Annuitätenfaktor	0,0778	<i>Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.</i>	
<u>Mittelwertfaktoren:</u>		Amortisation	3 Jahre
Brennstoff (Ist-Zustand)	1,3684	Preis der eingesparten Kilowattstunde	0,0149 €/kWh
Brennstoff (saniierter Zustand)	1,3684		
Maßnahme	1,3146		
Wartung	1,4247		

Abbildung 13: Ergebnis Wirtschaftlichkeitsberechnung

Interner Zinsfuß

Verzinsung, die auf das durch das Investitionsprojekt gebundene Kapital erzielt wird. Der interne Zinsfuß informiert über die Rendite von Investitionsprojekten bzw. über die Effektivverzinsung von Finanzierungsmaßnahmen. Der interne Zinsfuß ist der Diskontierungszinssatz, bei dem der Kapitalwert des Investitionsprojektes gleich null ist. Der Barwert der Einzahlungen entspricht in diesem Fall dem Barwert der Auszahlungen.

Kalkulationszinssatz

Der Kalkulationszinssatz ist der Zinssatz, der der Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde gelegt wird. Er orientiert sich am zu erwartenden marktüblichen Zinssatz während des Betrachtungszeitraumes.

Der Kapitalzinssatz und der Betrachtungszeitraum (= die längste der angegebenen Nutzungsdauern) sind die Bezugsgrößen für den Annuitätenfaktor, der zur Umrechnung der Investitions- und Betriebskosten auf jährliche konstante Kapitalkosten gebildet wird.

Investitionssteuersatz

Der Investitionssteuersatz ist die Bezugsgröße zur Berechnung der Steuerersparnis.

Die Steuerersparnis errechnet sich aus dem Investitionssteuersatz und den Investitionskosten. Diese Ersparnis wird von den Investitionskosten abgezogen.



Anlagenteuerungsrate

Die Anlagenteuerungsrate stellt die zu erwartende mittlere Steigerung der Investitionskosten für Anlagen und Sanierungen der Gebäudeteile in dem Betrachtungszeitraum dar.

Wartungskostenteuerungsrate

Die Teuerungsrate für Wartungs- und Instandhaltungskosten stellt die zu erwartende mittlere Steigerung dieser Kostenart für Anlagen und Sanierungsmaßnahmen der Gebäudeteile im Betrachtungszeitraum dar.

Brennstoffteuerungsrate (Istzustand)

Die Teuerungsrate für den Brennstoff im unsanierten Zustand (Istzustand) stellt die zu erwartende mittlere Steigerung der Energiekosten für die Energiearten dar, die im Istzustand zur Heizung und Warmwasserbereitung benötigt werden. Sie dient zum Vergleich mit den Energiekosten im sanierten Zustand (Sollzustand).

Brennstoffteuerungsrate (Sollzustand)

Die Teuerungsrate für den Brennstoff im sanierten Zustand (Sollzustand) stellt die zu erwartende mittlere Steigerung der Energiekosten für die Energiearten dar, die im Sollzustand zur Heizung und Warmwasserbereitung benötigt werden. Sie dient zum Vergleich mit den Energiekosten im unsanierten Zustand (Istzustand).

Als **Ergebnissummen** ergibt sich damit:

Investitionskostensumme IK

Die Gesamtsumme aller Investitionskosten für die in der Tabelle eingegebenen Sanierungsmaßnahmen.

Mehrkostensumme MK

Um die Wirtschaftlichkeit für Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen, ist es sinnvoll, nicht die gesamten Investitionskosten auf die eingesparten Brennstoffkosten umzulegen, sondern nur die spezifisch für die Energiesparmaßnahmen aufgewendeten Kosten anzusetzen. Diese Mehrkosten berechnen sich aus der Summe der Investitions- und Restkosten, abzüglich von evtl. Steuerersparnissen und Ersatzkosten.

In diesem Feld wird die Gesamtsumme der Mehrkosten für die in der Tabelle eingegebenen Sanierungsmaßnahmen berechnet.



Jährliche Kapitalkostensumme KK

Die jährlichen Kapitalkosten sind eine fiktive konstante Summe aus Zins und Tilgung über die gesamte Nutzungsdauer der in der Tabelle angegebenen Sanierungsmaßnahmen.

Die Umrechnung auf jährliche Kapitalkosten erfolgt mit dem Annuitätenfaktor. Eine Anpassung von Investitionen mit kürzerer Nutzungsdauer als der maximalen Nutzungsdauer (Betrachtungszeitraum) erfolgt über den Barwert der Ersatzinvestition nach Ablauf der Nutzungsdauer. Hierzu wird ein Faktor (>1) gebildet mit dem die anfänglichen Investitionskosten multipliziert werden.

Jahreskosten, Istzustand

Mittlere Jahreskosten im Betrachtungszeitraum ohne Energiesparmaßnahmen

Diese Kosten ergeben sich aus den Brennstoffkosten im Istzustand des Gebäudes, die mit der Teuerungsrate Brennstoff, ist für den gesamten Betrachtungszeitraum umgerechnet werden.

Jahreskosten, Sollzustand □

Mittlere Jahreskosten im Betrachtungszeitraum mit Energiesparmaßnahmen

Diese Kosten ergeben sich aus der Summe von jährlichen Kapitalkosten, jährlichen Wartungskosten und den Brennstoffkosten im sanierten Zustand des Gebäudes, die mit der Teuerungsrate Wartung bzw. mit der Teuerungsrate Brennstoff, soll für den gesamten Betrachtungszeitraum umgerechnet werden.

Jährliche Einsparungen:

Mittlere absolute Jahreskosteneinsparung im Betrachtungszeitraum

Der Wert ergibt sich aus der Differenz von Jahreskosten, ist und Jahreskosten, soll.

Mittlere prozentuale Jahreskosteneinsparung im Betrachtungszeitraum

Der Wert ergibt sich aus der Differenz von Jahreskosten, ist und Jahreskosten, soll bezogen auf die Jahreskosten, ist.



A. 3. Informationen zu sog. Instandsetzungskosten

Wichtigste Grundlage für eine optimale Lebensdauer einer Liegenschaft ist ein seriöser und zeitgerechter Gebäudeunterhalt (Instandhaltung). Der Unterhalt sichert die Gebrauchstauglichkeit eines Gebäudes durch einfache und regelmäßige bauliche Maßnahmen: Ersatz von defekten Teilen, Wartung, Reinigung und Pflege. Diese Kosten betragen je nach Portfolio jährlich 1.5 bis 2% des Gebäudeversicherungswertes. Die Instandsetzung beinhaltet die zyklischen Aufwendungen für 'Wiederherstellen der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für bestimmte Dauer'. Es ist die Erneuerung eines umfassenden Bauteils des Gebäudes, so dass wieder ein neuer Lebenszyklus entsteht. Instandsetzung kompensiert die Altersentwertung und wird erst gegen Ende der Lebensdauer eines Bauteils vorgenommen. Instandsetzungen können teilweise einen wertvermehrenden Anteil aufweisen, wenn sie umfassend sind oder einen erhöhten Qualitätsstandard ergeben. Instandsetzungen haben meistens Projektcharakter und werden als Einzelmaßnahmen budgetiert.

Beispiele:

Tragkonstruktion: Altersbedingter Ersatz von Beton- und Mauerwerk, Stahlkonstruktionen, Holzbau- und Zimmerarbeiten etc.

Dach: Erneuerung von Dacheindeckung, Unterdächern, Flachdächern, gesamtes Blechwerk etc.

Fassade: Umfassende Fassadenrenovierungen oder Fassadenisolation, Gesamtersatz von Rollläden und Sonnenschutz

Fenster: Ersatz der Fenster, von Toren, äußeren Tür- und Glasabschlüssen etc.

Installationen: Gesamtheitliche Erneuerung von Elektro-, Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, (Kessel, Verteilzentralen, Leitungen etc.)

Ausbau: Gesamtheitliche Erneuerung und umfassende Renovation (z.B. gebäude- oder geschossweise) von Ausbauten, Boden-, Wand- und Deckenbelägen, Schalter, Kücheneinbauten inkl. fest eingebaute Geräte, Türen etc.

Umgebung: Neugestaltung von Garten- und Umgebungsanlagen, Wegen und Plätzen

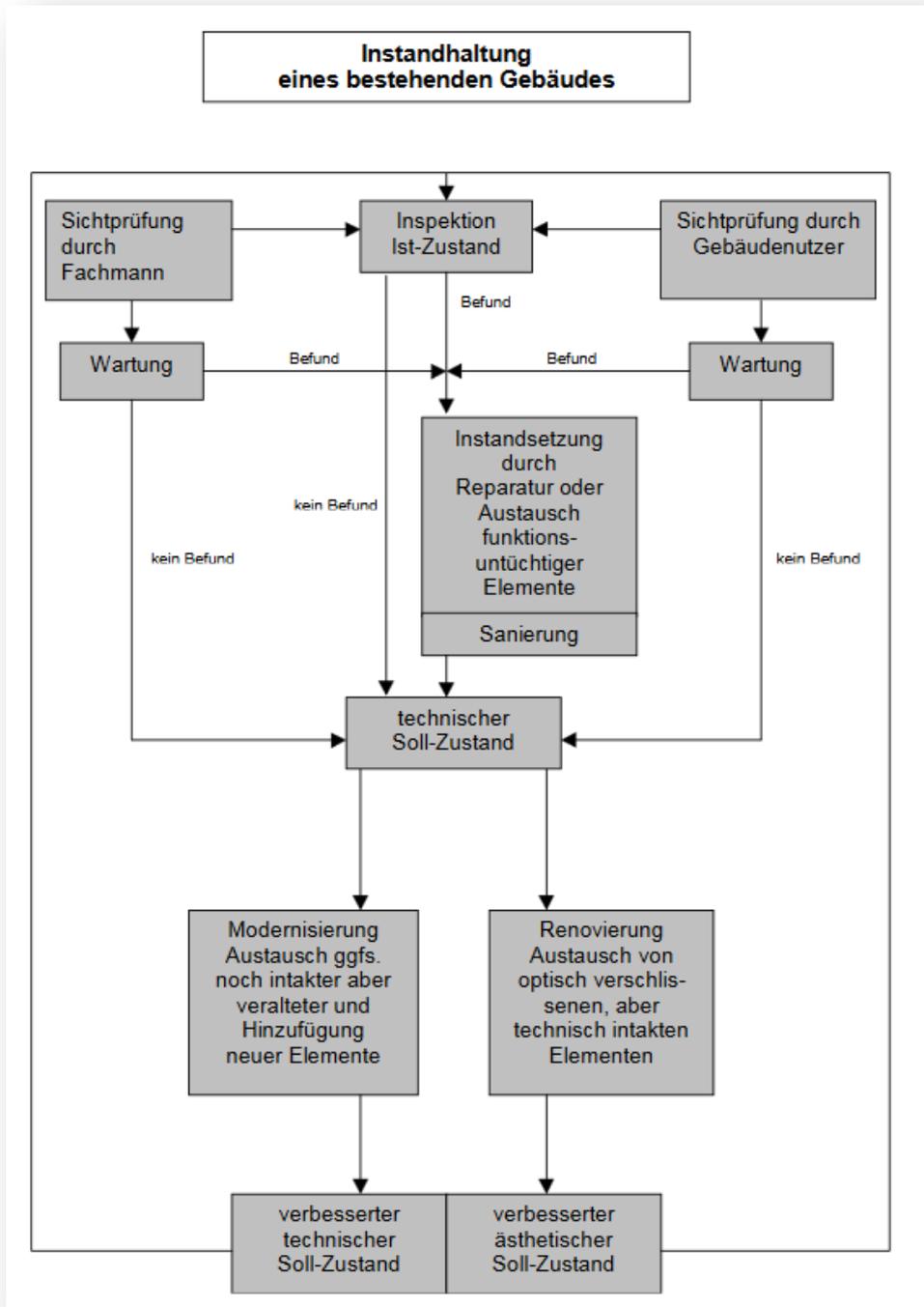


Abbildung 14: Ablaufschema Instandhaltung eines bestehenden Gebäudes

Quelle: http://www.inqa-bauen.de/upload/komko/pdf/7_3_0106.pdf



A. 4. Informationen zu Förderung von Pelletanlagen

Holzpellets werden aus naturbelassenem Restholz wie Sägemehl und Hobelspänen hergestellt. Unter hohem Druck entstehen ohne Zusatz von chemischen Bindemitteln kleine Energiebündel, die es in sich haben. Ein Kilogramm Holzpellets hat den gleichen Heizwert wie ein halber Liter Heizöl. Holzpellets verbrennen per Definition CO₂-neutral und weisen durch ihre Normung und perfekt abgestimmte Verbrennungstechnik eine höhere Effizienz als andere Holzverbrennungen, etwa Hackschnitzel oder Scheitholz, auf. Sie werden als Brennstoff für Einzelöfen in Wohnräumen oder für Zentralheizungskessel eingesetzt. Der Brennraum bleibt aufgrund der vollautomatischen Brennstoffförderung ständig geschlossen. Hierdurch ist ein Dauerbetrieb mit effektivem Abbrand möglich, der Wirkungsgrade von bis zu 95 Prozent ermöglicht und geringe Emissionen zur Folge hat.

Bezug nehmend auf das Klimaschutzleitbild der Kreisstadt Neunkirchen (siehe Seite 12) wurden auch in Gebäuden Biomasse- Anlagen betrachtet (speziell Pelletanlagen), bei derer die Anlagentechnik auf Erdgas basiert. Bei diesen Gebäuden gilt es eine genauere wirtschaftliche Betrachtung gem. VDI 2067 zu erstellen. Dennoch gilt es zu erwähnen, dass solche Anlagen für den Bereich der kommunalen Liegenschaften gezielt gefördert werden. Daher möchte das Projektkonsortium im Folgenden auf die verschiedenen Fördergeber und Möglichkeiten hinweisen:

**Zuschuss Biomasseheizungsanlagen BAFA**

Fördergeber	 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	www.bafa.de Stand: Dezember 2015
Förderprogramm	Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt	
Programm-Nr.	Biomasseanlagen (Punkt 2 der Richtlinien)	
Förderziel	Förderung von Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung im Rahmen des Marktanreizprogramms	
Förderart „Wie wird gefördert?“	Zuschuss	
Fördergegenstände „Was wird gefördert?“	Errichtung oder Erweiterung von Biomasseanlagen für die thermische Nutzung von 5 bis max. 100 kW. Automatisch beschickte Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse oder besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel. Pelletöfen (Wärmeluftgeräte) sind <u>nicht</u> förderfähig. Biomasseanlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme werden gesondert gefördert. Mindestvoraussetzungen: <ul style="list-style-type: none">▪ Durchführung und Nachweis hydraulischer Abgleich▪ Einhaltung Emissionsgrenzwerte▪ Kesselwirkungsgrad bei Pelletkessel mind. 89 %; Pelletöfen mit Wassertasche mind. 90 %	
Antragsberechtigung „Wer erhält Förderung?“	<ul style="list-style-type: none">▪ Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und kommunale Zweckverbände, Unternehmen, Privatpersonen, Vereine, freiberuflich Tätige usw.▪ Basisförderung: <u>nur</u> Gebäudebestand (Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.)	
Förderkonditionen „Wie viel wird gefördert?“	Basisförderung (ab 5 kW bis max. 100 kW): Pelletöfen mit Wassertasche: 80 Euro/kW, mind. jedoch 2.000 Euro Pelletkessel: 80 Euro/kW, mind. jedoch 3.000 Euro je Anlage Pelletkessel mit Pufferspeicher (mind. 30 l/kW): 80 Euro/kW, mind. jedoch 3.500 Euro je Anlage Hackschnitzelkessel mit Pufferspeicher (mind. 30 l/kW): pauschal 3.500 Euro je Anlage Scheitholzvergaserkessel mit Pufferspeicher (mind. 55 l/kW): pauschal 2.000 Euro je Anlage Darüber hinaus sind noch verschiedene Innovationsförderungen (bei Brennwertnutzung oder Partikelabscheidung, sowie entsprechende Nachrüstung bestehender Anlagen) im Gebäudebestand <u>und</u> Neubau möglich. Zusatzförderungen im Gebäudebestand: Kombinationsbonus (z. B. Solarthermische Anlage), Gebäudeeffizienzbonus, Optimierungsmaßnahmen. Nähere Infos siehe Richtlinien und BAFA-Förderübersicht „Biomasse“.	
Laufzeit/Fristen	Antragstellung innerhalb von 9 Monaten nach Inbetriebnahme. Bei den Innovationsförderungen in der Regel <u>vor</u> Beginn der Maßnahme (Ausnahme: Brennwertnutzung und sekundäre Partikelabscheidung).	

Antragstelle	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA); Eschborn (Adresse siehe Antragsformular)
Antragsunterlagen und weitere Informationen	http://www.bafa.de
Bemerkungen	Im Rahmen des Marktanreizprogrammes werden noch weitere Maßnahmen gefördert – siehe Richtlinien und weitere Förderratgeber ARGE SOLAR.



Zuschuss Biomasseheizungsanlagen ZEP kommunal

Fördergeber	 Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr SAARLAND	www.saarland.de Stand: Dezember 2015
Förderprogramm	Zukunftsenergieprogramm für Kommunen „ZEP kommunal“ EFRE-Förderperiode 2014 - 2020	
Programm-Nr.	-	
Förderziel	Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien in kommunalen Gebäuden im Saarland im Rahmen von ZEP kommunal	
Förderart „Wie wird gefördert?“	Zuschuss	
Fördergegenstände „Was wird gefördert?“	<u>Holzfeuerungsanlagen:</u> Zuwendungsfähig sind Investitionsvorhaben zur Errichtung von automatisch beschickten Holzfeuerungsanlagen mit einer installierten Nennwärmeleistung von 100 kW bis 2,5 MW. <u>Fördervoraussetzungen:</u> <ul style="list-style-type: none">▪ nur Vorhaben, die im Saarland durchgeführt werden▪ weitere Voraussetzungen siehe Richtlinien	
Antragsberechtigung „Wer erhält Förderung?“	<ul style="list-style-type: none">▪ kommunale Gebietskörperschaften des Saarlandes und deren Eigenbetriebe▪ kommunal beherrschte Beteiligungsgesellschaften saarländischer kommunaler Gebietskörperschaften▪ sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts	
Förderkonditionen „Wie viel wird gefördert?“	<ul style="list-style-type: none">▪ Projektförderung in Höhe von bis zu 40 % der zuwendungsfähigen Ausgaben▪ <u>Baafatellgrenze:</u> Förderbetrag ≥ 20.000 Euro (= zuwendungsfähige Ausgaben ≥ 50.000 Euro)▪ <u>Kumulierung:</u> möglich, unter Berücksichtigung der Richtlinie „De-minimis“ Beihilfen	
Laufzeit/Fristen	Antragstellung <u>vor</u> Beginn der Maßnahme/n	
Antragstelle	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr, Ref. D/1, Franz-Josef-Röder-Straße 17, 66119 Saarbrücken	
Antragsunterlagen und weitere Informationen	www.saarland.de -> ZEP kommunal 2014-2020	
Bemerkungen	Weitere Fördergegenstände siehe Richtlinien sowie weitere Förderthemen dieses Förderratgebers.	

Abbildung 16: Förderung Pellet S.3

**Kredit Biomasseheizungsanlagen KfW Nr. 271/281**

Fördergeber	 Bank aus Verantwortung	www.kfw.de Stand: Dezember 2015
Förderprogramm	KfW - Erneuerbare Energien „Premium“	
Programm-Nr.	271/281	
Förderziel	Zinsgünstige Finanzierung mit Tilgungszuschüssen für besonders förderungswürdige größere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt	
Förderart „Wie wird gefördert?“	Zinsgünstiger Kredit, Tilgungszuschuss	
Fördergegenstände „Was wird gefördert?“	Errichtung oder Erweiterung von automatisch beschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung mit <u>mehr als 100 kW</u> Nennwärmeleistung Detaillierte Anforderungen und Förderkriterien siehe Antrag auf Tilgungszuschuss (Formulardnummer: 600 000 0204).	
Antragsberechtigung „Wer erhält Förderung?“	Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände (zum Beispiel kommunale Zweckverbände), die wie kommunale Gebietskörperschaften behandelt werden können. Nähere Erläuterungen sowie weitere Antragsberechtigungen siehe KfW-Homepage.	
Förderkonditionen „Wie viel wird gefördert?“	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Darlehen bis max. 10 Mio Euro und bis zu 100 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten ▪ Zinssatz ist bonitätsabhängig ▪ Laufzeit 5, 10 oder 20 Jahre; 1 bis 3 Jahre tilgungsfrei - je nach Laufzeit ▪ <u>Tilgungszuschuss:</u> <ul style="list-style-type: none"> - bis zu 20 Euro je kW installierter Nennwärmeleistung (Grundförderung), max. 50.000 Euro je Einzelanlage - Bonus für niedrige Staubemissionen: bis zu 20 Euro kW Nennwärmeleistung - Bonus für Errichtung Pufferspeicher: bis zu 10 Euro kW Nennwärmeleistung Maximaler Tilgungszuschuss Grundförderung und Boni: 100.000 Euro je Anlage <u>Kumulierbarkeit:</u> siehe KfW-Merkblatt	
Laufzeit/Fristen	Antragstellung <u>vor</u> Beginn der Maßnahme	
Antragstelle	Kreditantrag über Banken, Sparkassen und Versicherungen an die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	
Antragsunterlagen und weitere Informationen	www.kfw.de -> Inlandsförderung -> Unternehmen -> Energie-Umwelt -> Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)	
Bemerkungen	Weitere Fördergegenstände sowie Antragsberechtigungen des Programms siehe KfW-Homepage.	

8

Abbildung 17: Förderung Pellet S.4

⁸ Quelle dieser Auszüge sowie weitere Förderungen zum Bereich der Kommunen finden sich im Förderratgeber der ARGE SOLAR e.V.: Stand Dezember 2015



A.5 Weitere Informationen zu Fördermitteln

Des Weiteren kann die Kreisstadt Neunkirchen für die unterschiedlichsten Bereiche auf folgende Fördermittelprogramme zurückgreifen. Für eine intensive Auseinandersetzung mit den jeweiligen Fördermitteln stellt das Projektkonsortium auf Anfrage einen Förderratgeber zur Verfügung.

Abwasseranlagen:

- KfW: BMUB Umweltinnovationsprogramm (Pr.-Nr. 230)
- KfW: IKK/IKU - Energetische Stadtsanierung - Energieeffiziente Quartiersversorgung (Pr.-Nr. 201, 202)

Beleuchtung:

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Investive Klimaschutzmaßnahme
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Sonderförderung Gebäude der Kinder- & Jugendarbeit
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)

BHKW / KWK (Öl, Erdgas, Flüssiggas)

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- Bafa: Förderung von Mini-KWK-Anlagen
- Energiesteuergesetz
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)
- KfW: IKK/IKU - Energetische Stadtsanierung - Energieeffiziente Quartiersversorgung (Pr.-Nr. 201, 202)
- Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2016)

BHKW / KWK (Biomasse, Biogas)

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium (Pr.-Nr. 271, 281)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium - Biogasleitungen (Pr.-Nr. 271, 281)

Brennwerttechnik (Öl, Erdgas, Flüssiggas)

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)

Energieeffiziente Gebäudesanierung

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- Bafa: Energieberatung für Kommunen und gemeinnützige Organisationen
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Durchführung einer ausgewählten Klimaschutzmaßnahme
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Sonderförderung Gebäude der Kinder- & Jugendarbeit
- KfW: Altersgerecht Umbauen - Kredit (Pr.-Nr. 159)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit (Pr.-Nr. 167)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)



- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)

Energieeffizienter Neubau

- Bafa: Energieberatung für Kommunen und gemeinnützige Organisationen
- KfW: Energieeffizient Bauen (Programm-Nr. 153)
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)

Gebäudeenergieberatung

- Bafa: Energieberatung für Kommunen und gemeinnützige Organisationen

Geothermie

- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
- KfW: Erneuerbare Energien - Tiefengeothermie (Pr.-Nr. 272, 282)
- KfW: Fündigkeitsrisiko Tiefengeothermie (Pr.-Nr. 228)

Lüftung

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Investive Klimaschutzmaßnahme
- BMUB: Kommunalrichtlinie der Klimaschutzinitiative - Sonderförderung Gebäude der Kinder- & Jugendarbeit
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)

Netze und Speicher (Wärme, Kälte, Biogas)

- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium (Pr.-Nr. 271, 281)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium - Biogasleitungen (Pr.-Nr. 271, 281)
- KfW: IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren (Pr.-Nr. 217/218)
- KfW: IKK/IKU - Energetische Stadtsanierung - Energieeffiziente Quartiersversorgung (Pr.-Nr. 201, 202)
- Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2016)

Photovoltaikanlagen

- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Solarthermische Anlagen

- Bafa: Erneuerbare Energien - Marktanreizprogramm des BMUB
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit (Pr.-Nr. 167)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium (Pr.-Nr. 271, 281)

Wärmepumpen

- Bafa: Beratung zum Energiespar-Contracting
- Bafa: Erneuerbare Energien - Marktanreizprogramm des BMUB
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit (Pr.-Nr. 167)
- KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Pr.-Nr. 151, 152)
- KfW: Erneuerbare Energien - Premium (Pr.-Nr. 271, 281)

Windenergieanlagen

- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)



Feuerwehrgerätehaus

Objekt-Nr.: 1
 Bezeichnung: Feuerwehrgerätehaus
 Straße: Hauptstraße 82
 Ort: 66589 Merchweiler



Baujahr des Gebäudes: 1954
 Baujahr der Heizung: 2001
 Brutto-Grundfläche: 540 m²
 mittlere Innentemperatur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹

Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	151,82	1,40	0,24
	Dachgaubenseiten	18,00	1,40	0,24
	Oberste Geschossdecke	119,68	0,80	0,24
	Außenwand	146,63	1,40	0,24
	Außenwand gegen Erdreich	156,50	1,40	0,30
	Doppelverglasung	82,00	2,70	1,3
	Kellerfußboden	227,03	1,50	0,30
	Dachfläche	151,82	1,40	0,24
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Erdgas E)		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Heizungsanlage		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung

Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

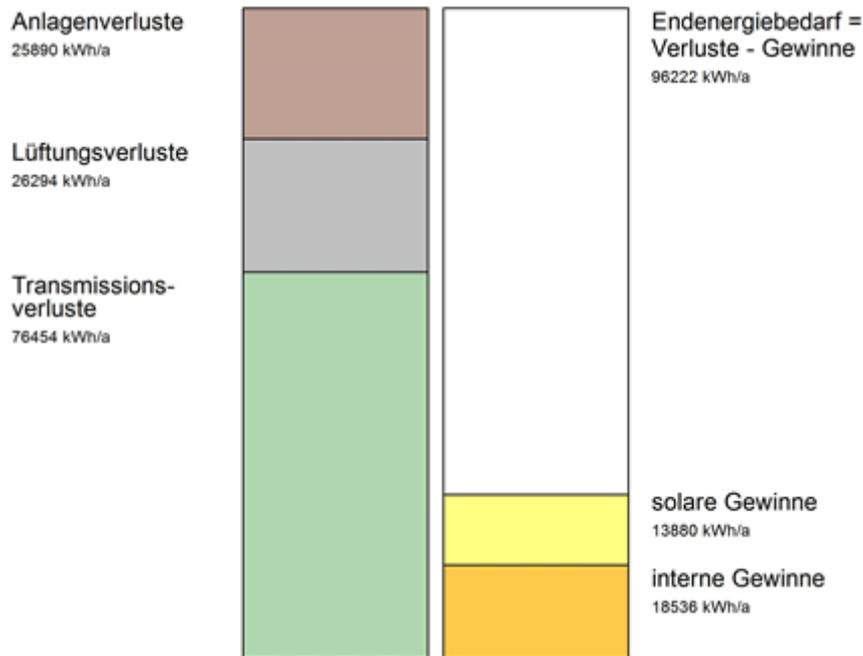


Abbildung 18: Ergebnisse der Berechnung Feuerwehrgerätehaus

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

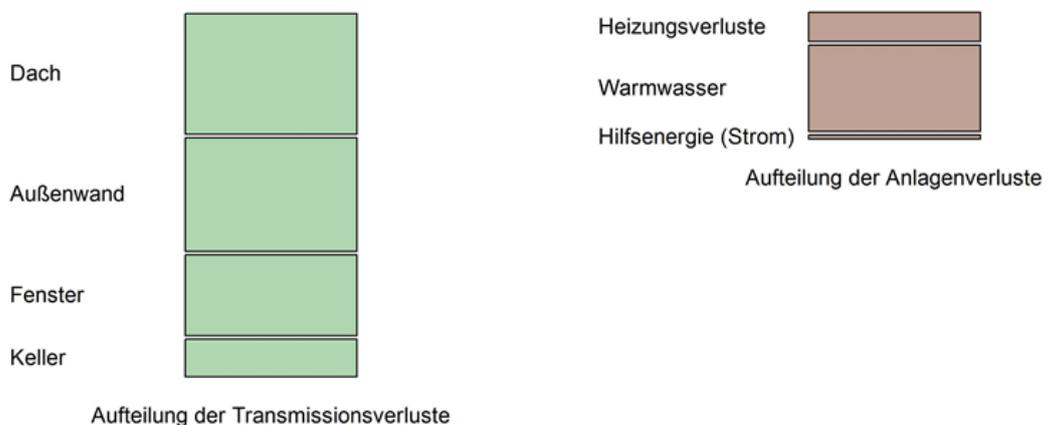
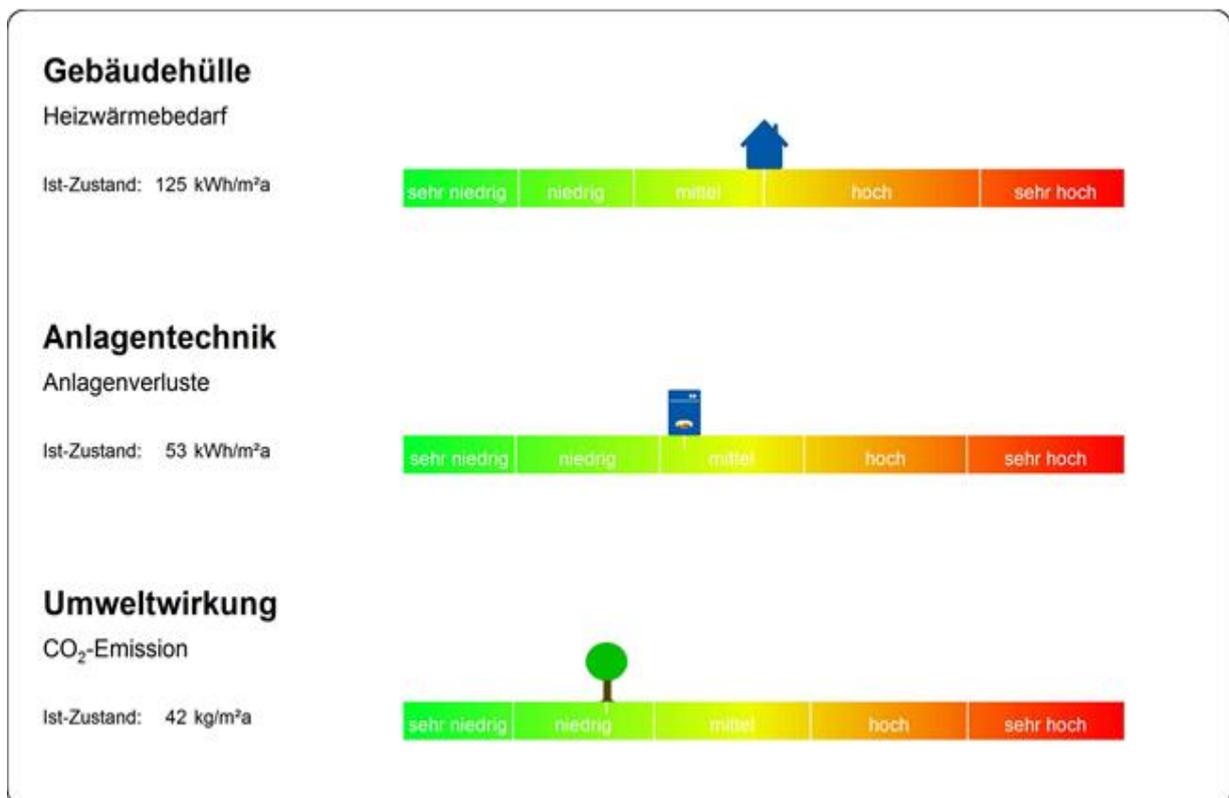
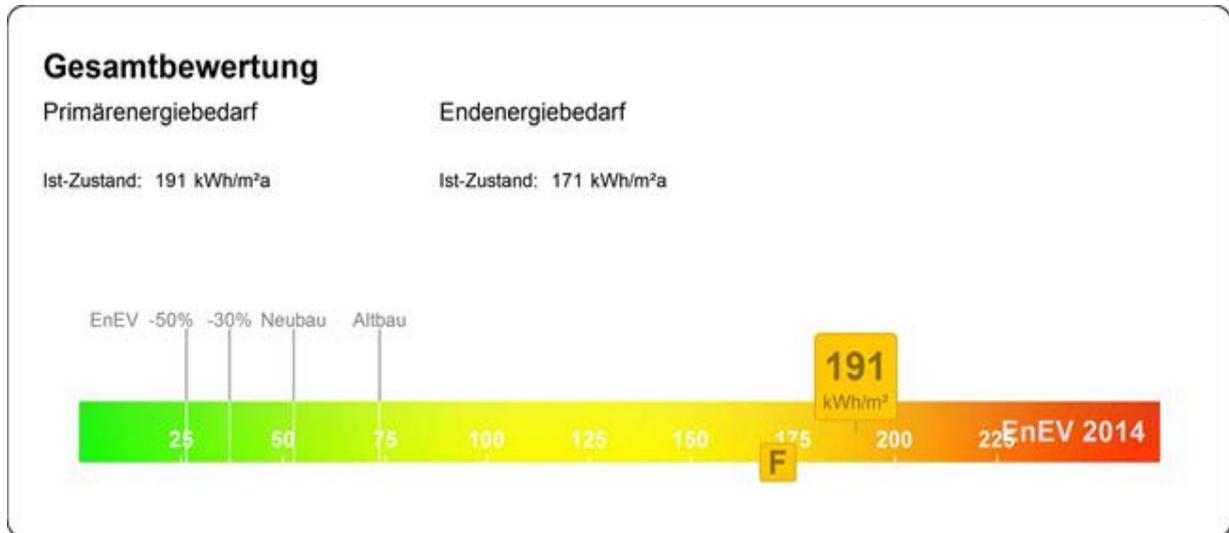


Abbildung 19: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Feuerwehrgerätehaus)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 191 kWh/m²a.



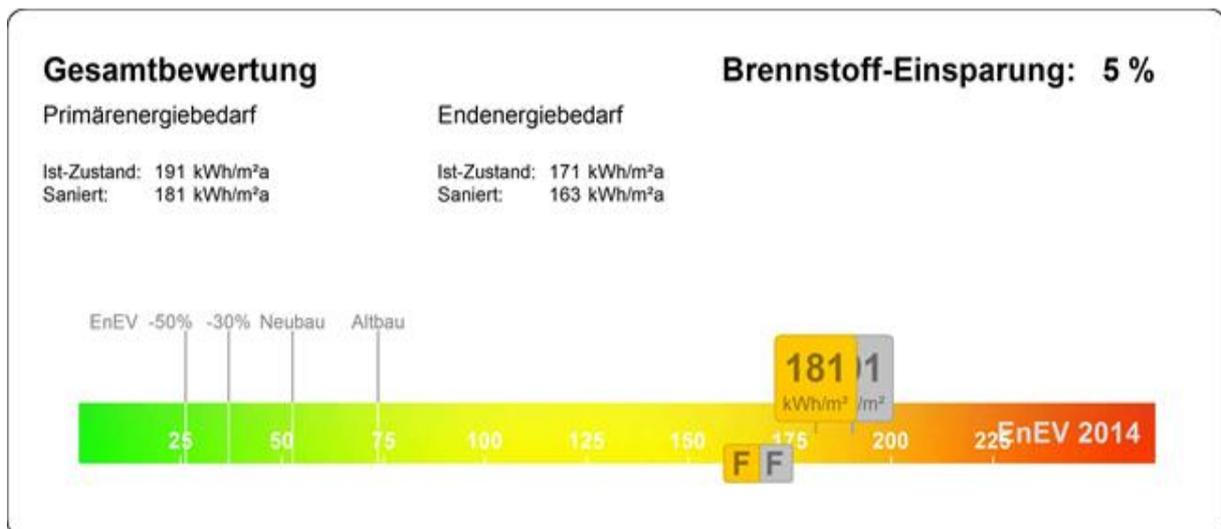


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.		191,0	42,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	4.787 €	4.787 €	181,0	40,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **15 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	4.787 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	4.787 EUR
--	---	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	214 EUR/Jahr	6.420 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 11.212 EUR/Jahr	+ 336.360 EUR
	<u>11.426 EUR/Jahr</u>	<u>342.780 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.750 EUR/Jahr	352.500 EUR
Einsparung	324 EUR/Jahr	9.720 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	6.401 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.108 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	8,65 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	4.787 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	4.787 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	214 €/Jahr
Brennstoffkosten	27.954 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	<u>28.168 €/Jahr</u>
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	29.425 €/Jahr

Mittlere Einsparung	1.257 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **21,24%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **6 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0468 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	62.726 €	---	---	191,0	42,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	92.943 €	4.787 €	30.217 €	153,0	34,0
Dachdämmung um 16 cm, WLG 035		25.430 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **21 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	92.943 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	62.726 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	30.217 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.349 EUR/Jahr	40.470 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 9.516 EUR/Jahr	+ 285.480 EUR
	<u>10.865 EUR/Jahr</u>	<u>325.950 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.750 EUR/Jahr	352.500 EUR
Einsparung	885 EUR/Jahr	26.550 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 21 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	6.401 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.184 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	5,32 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	92.943 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	62.726 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	30.217 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.349 €/Jahr
Brennstoffkosten	23.835 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	25.184 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	29.425 €/Jahr

Mittlere Einsparung	4.241 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **13,78%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

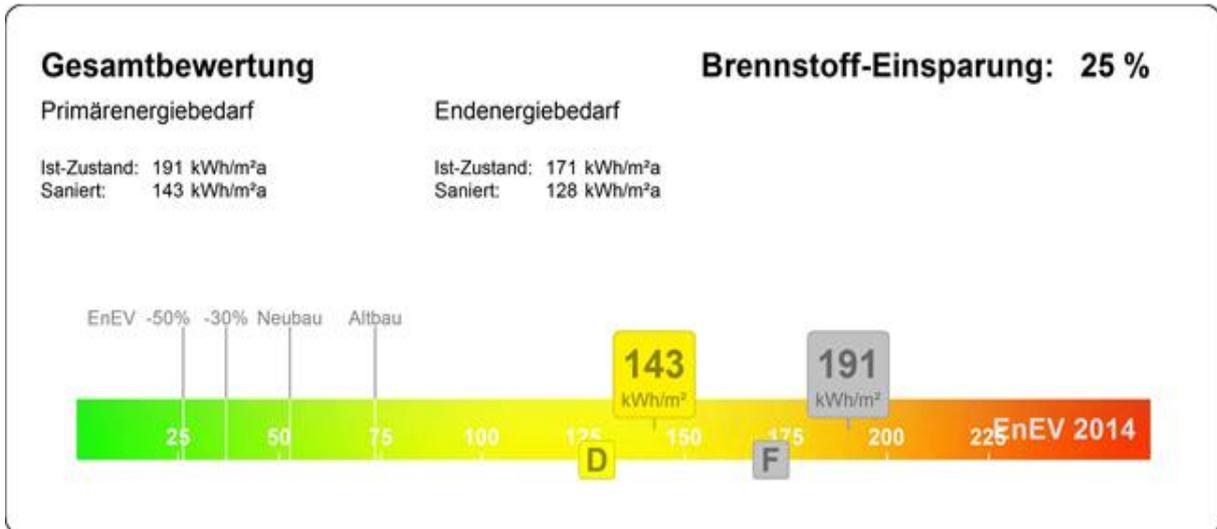
Amortisation **9 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0710 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	63.726 €	---	---	191,0	42,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	95.443 €	4.787 €	31.717 €	143,0	32,0
Dachdämmung um 16 cm, WLG 035		25.430 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		1.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	95.443 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	63.726 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	31.717 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.416 EUR/Jahr	42.480 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 8.846 EUR/Jahr	+ 265.380 EUR
	<u>10.262 EUR/Jahr</u>	<u>307.860 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.750 EUR/Jahr	352.500 EUR
Einsparung	1.488 EUR/Jahr	44.640 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 17 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	6.401 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.819 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	6,94 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	95.443 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	63.726 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	31.717 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.416 €/Jahr
Brennstoffkosten	22.069 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	23.485 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	29.425 €/Jahr

Mittlere Einsparung	5.940 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **16,73%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **8 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0587 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dachdämmung um 16 cm, WLG 035			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dachdämmung um 16 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			



Bilddokumentation





Allenfeldschule (Schulsportgebäude)

Objekt-Nr.:	4
Bezeichnung:	Allenfeldschule (Schulsportgebäude)
Straße:	Allenfeldstraße 16b
Ort:	66589 Merchweiler
Baujahr des Gebäudes:	1961
Baujahr der Heizung:	1998
Brutto-Grundfläche:	1.399m ²
mittlere Innentemperatur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	711,75	0,60	0,20
	Außenwand	578,52	1,40	0,24
	Einfachverglasung	253,00	4,30	1,3
	Kellerdecke	711,75	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	NT-Gebläse-Kessel von 1998		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrales TWW: NT-Gebläse-Kessel von 2016 – inkl. Solaranlage von 2005		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

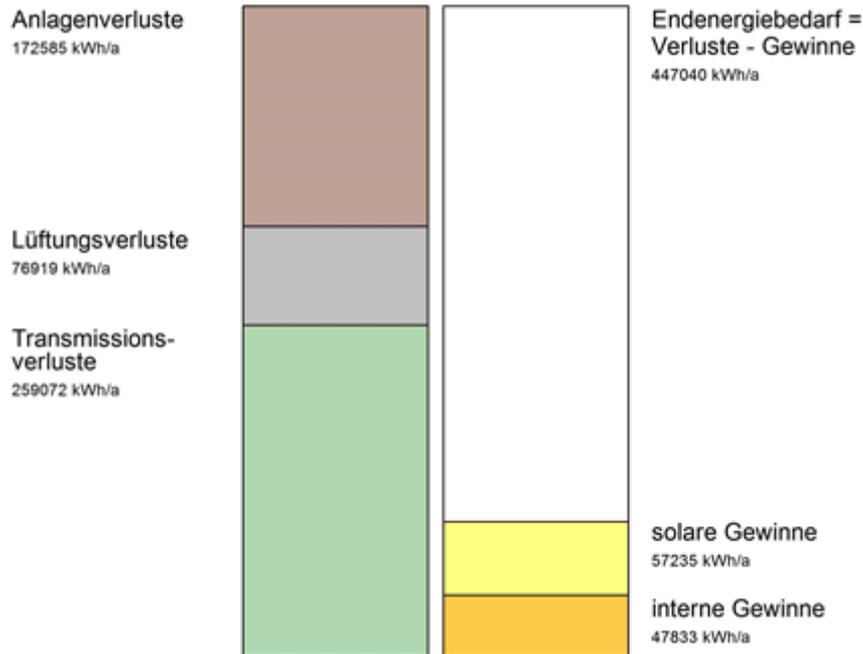
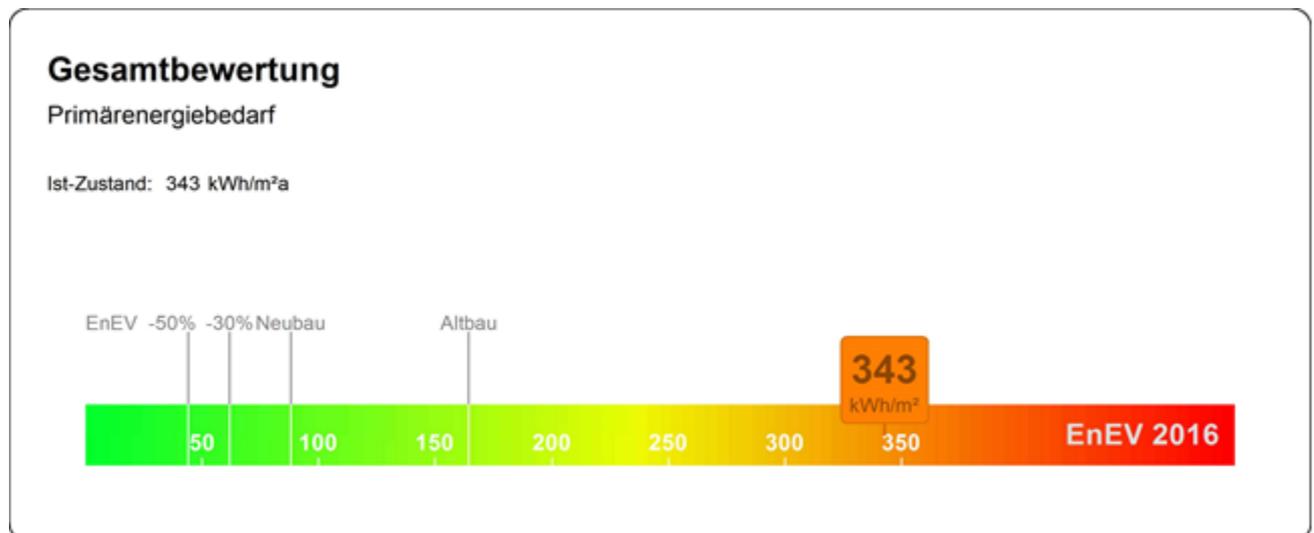


Abbildung 20: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule (Schulsportgebäude)

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 343 kWh/m²a.



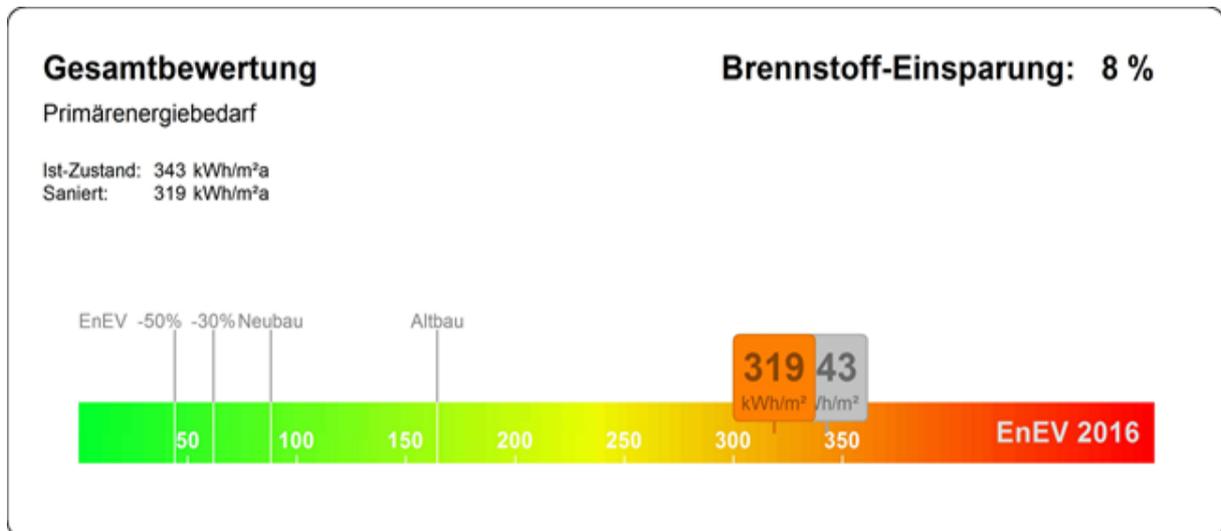


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	320,0	84,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	19.217 €	19.217 €	295,0	78,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **9 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	19.217 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	19.217 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	858 EUR/Jahr	25.740 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 61.978 EUR/Jahr	+ 1.859.340 EUR
	<u>62.836 EUR/Jahr</u>	<u>1.885.080 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	65.593 EUR/Jahr	1.967.790 EUR
Einsparung	2.757 EUR/Jahr	82.710 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	35.734 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	33.765 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	13,97 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	19.217 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	19.217 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	858 €/Jahr
Brennstoffkosten	17.300 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	18.158 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	247 €/Jahr
----------------------------	-------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **3,58%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

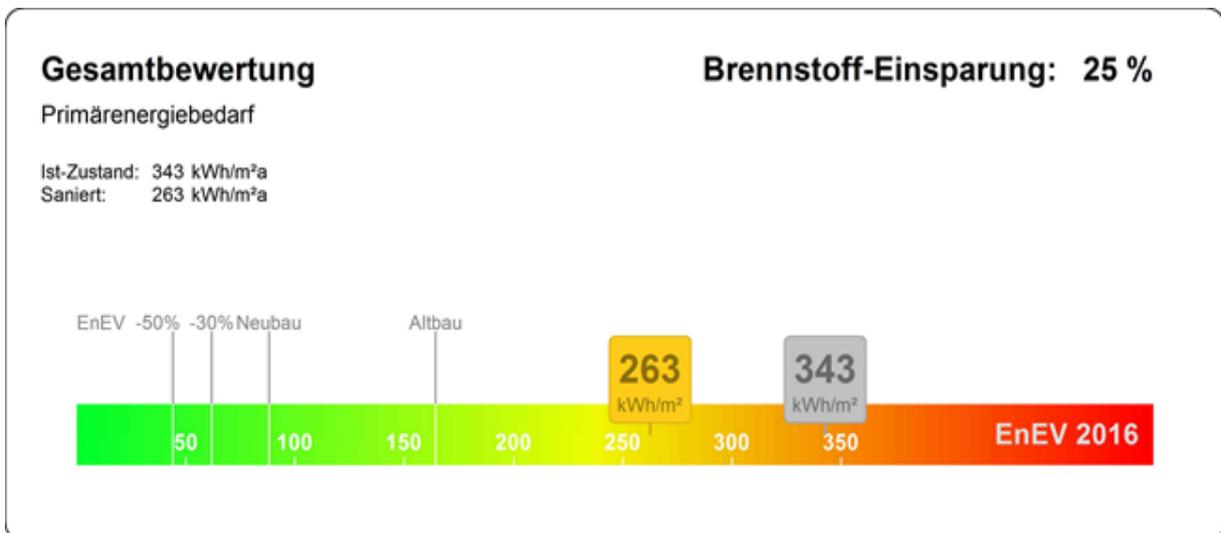
Amortisation **25 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0253 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	103.940 €	---	---	320,0	84,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	193.837 €	19.217 €	89.897 €	239,0	66,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		70.680 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	193.837 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	103.940 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	89.897 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	4.014 EUR/Jahr	120.420 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 53.568 EUR/Jahr	+ 1.607.040 EUR
	<u>57.582 EUR/Jahr</u>	<u>1.727.460 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	65.593 EUR/Jahr	1.967.790 EUR
Einsparung	8.011 EUR/Jahr	240.330 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 13 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	35.734 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	29.183 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	10,27 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	19.217 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	19.217 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	858 €/Jahr
Brennstoffkosten	17.300 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	18.158 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	247 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **3,58%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

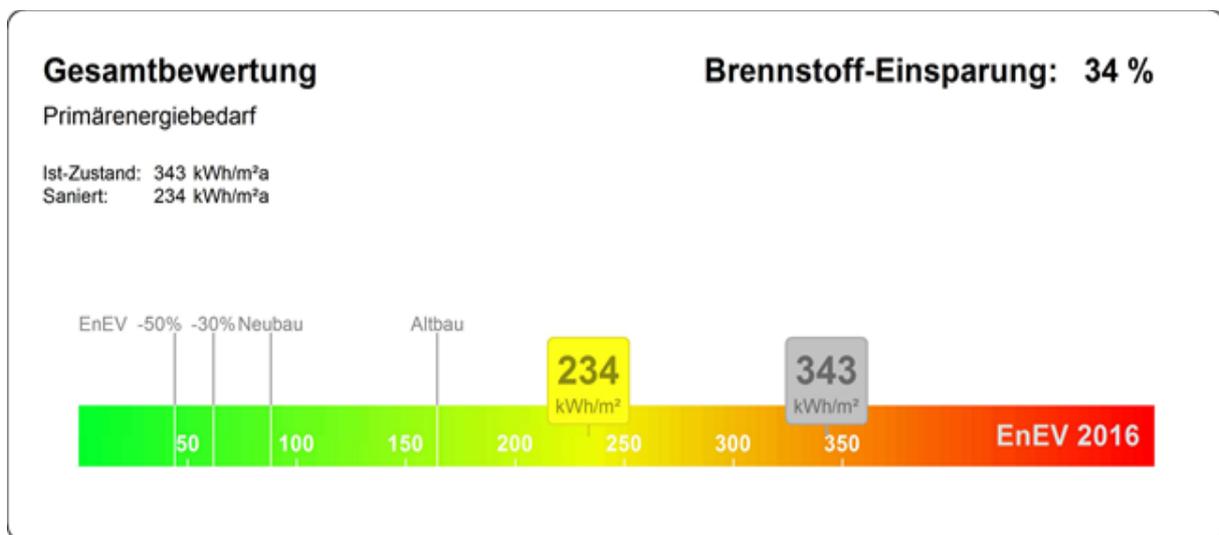
Amortisation **25 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0253 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	114.940 €	---	---	320,0	84,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	212.337 €	19.217 €	97.397 €	211,0	59,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		70.680 €			
Einbau eines eigenen Brennwertgerätes; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Erdgas		7.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **10 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	212.337 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	114.940 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	97.397 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	4.766 EUR/Jahr	142.980 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 48.822 EUR/Jahr	+ 1.464.660 EUR
	<u>53.588 EUR/Jahr</u>	<u>1.607.640 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	65.593 EUR/Jahr	1.967.790 EUR
Einsparung	12.005 EUR/Jahr	360.150 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 10 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	35.734 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	26.598 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	12,69 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	212.337 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	114.940 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	97.397 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	4.766 €/Jahr
Brennstoffkosten	13.619 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	18.385 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	20 €/Jahr
---------------------	-----------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **2,03%**

Die Investition bringt keine Vorteile, ihre interne Verzinsung entspricht dem Kalkulationszinssatz.

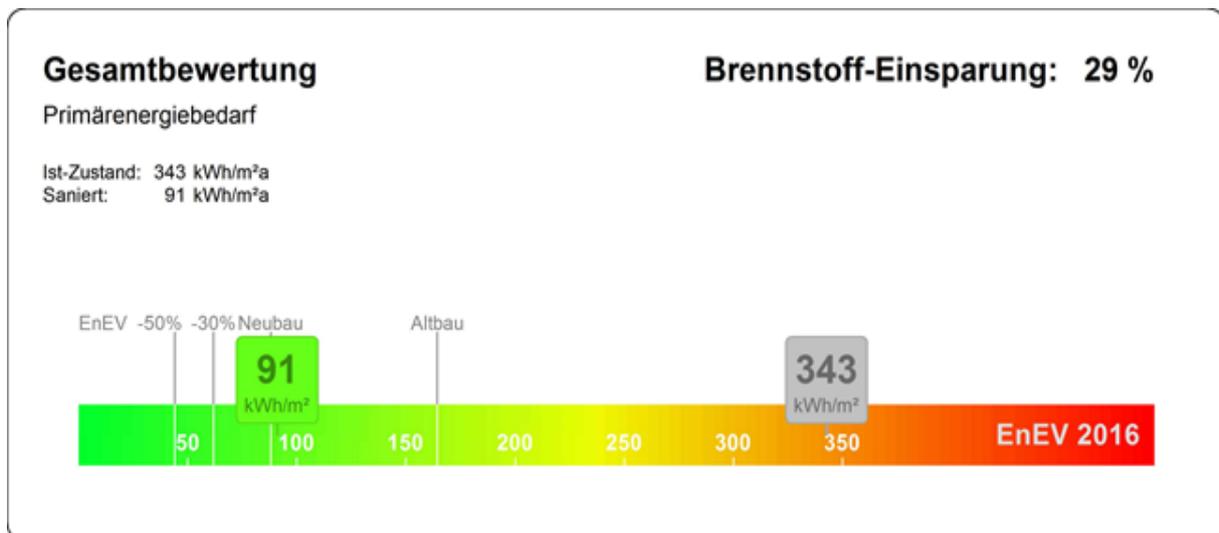
Amortisation **30 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0313 €/kWh**



Maßnahme 4:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	112.440 €	---	---	320,0	84,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	221.337 €	19.217 €	108.897 €	227,0	27,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		70.680 €			
Einbau eines eigenen Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets		19.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **8 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	221.337 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	112.440 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	108.897 EUR
--	----------	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	5.918 EUR/Jahr	177.540 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 42.137 EUR/Jahr	+ 1.264.110 EUR
	48.055 EUR/Jahr	1.441.650 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	65.593 EUR/Jahr	1.967.790 EUR
Einsparung	17.538 EUR/Jahr	526.140 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 8 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	35.734 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	22.955 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	15,25 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 4 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	221.337 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	112.440 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	108.897 €
--	------------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	5.918 €/Jahr
Brennstoffkosten	11.779 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	17.697 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	708 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **2,82%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **28 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0459 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Brennwertgerätes; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Erdgas			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets			



Bilddokumentation





Kleinschule

Objekt-Nr.: 5
Bezeichnung: Kleinschule
Straße: Allenfeldstraße 16b
Ort: 66589 Merchweiler

Baujahr des Gebäudes: 1961
Baujahr der Heizung: 1998

Brutto-Grundfläche: 216 m²
mittlere Innentemperatur: 19,0 °C
Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Oberste Geschossdecke	250,10	0,23	0,24
	Außenwand	166,75	1,40	0,24
	Isolierverglasung	70,00	5,00	1,3
	Kellerdecke	250,10	0,26	0,30
Technik	Heizungsanlage			
	Warmwasseraufbereitung			

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

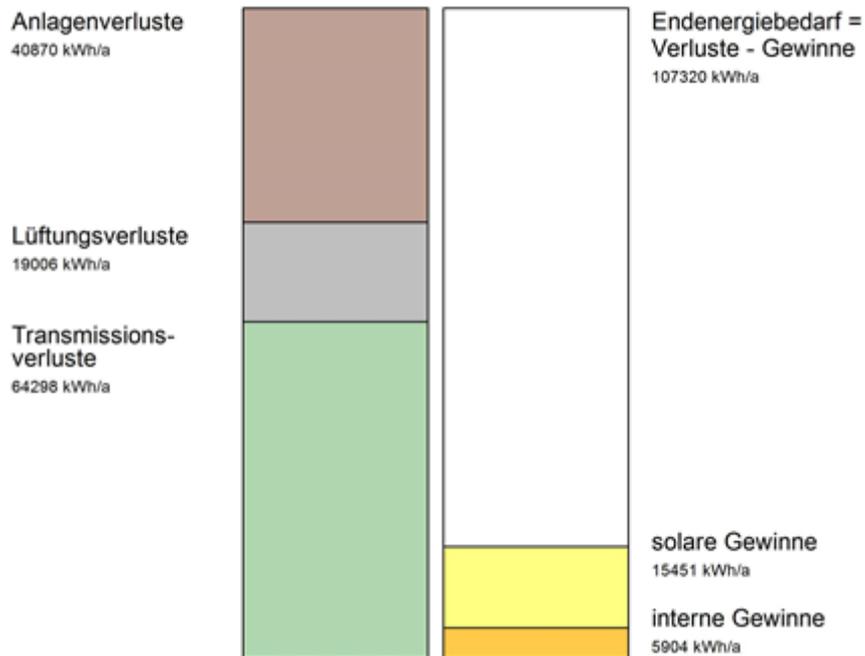
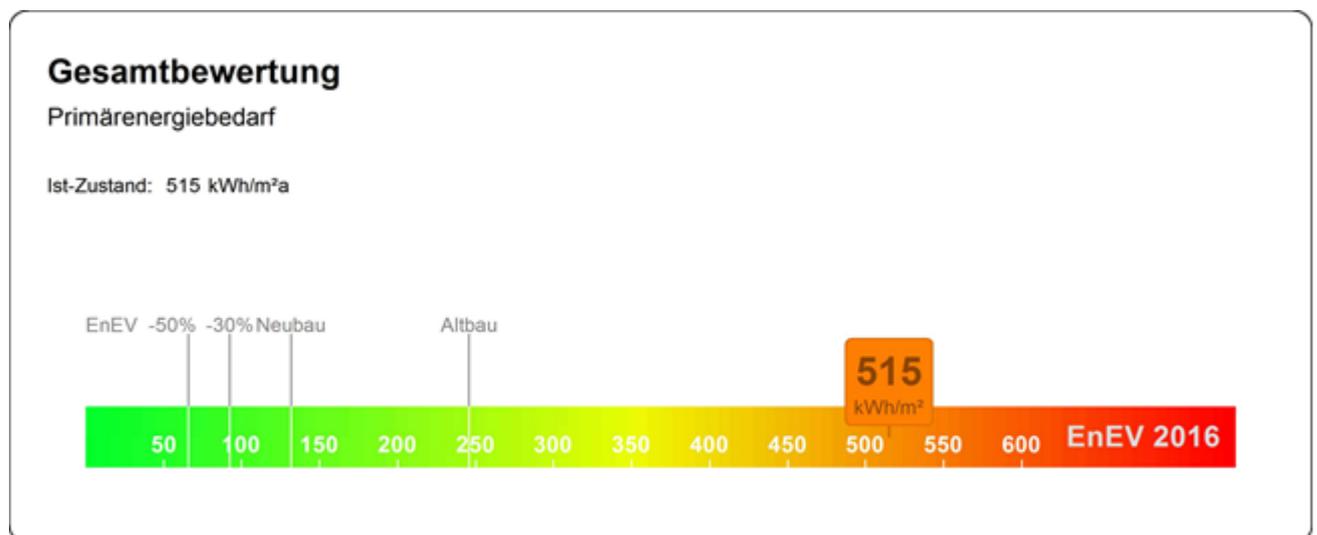


Abbildung 21: Ergebnisse der Berechnung Kleinschule

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 515 kWh/m²a.



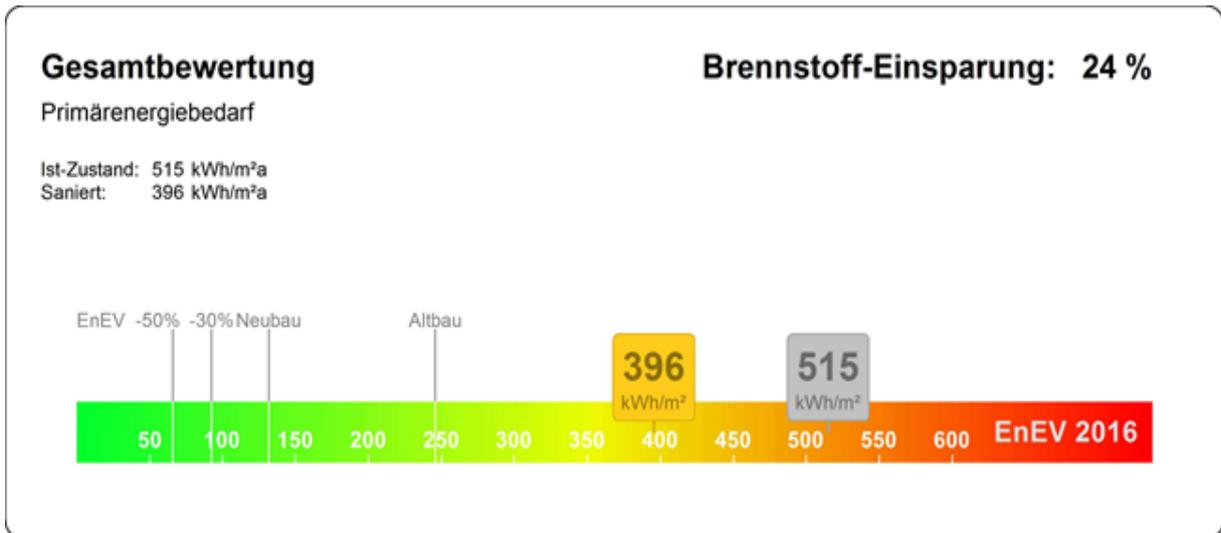


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	15.750 €	---	497,0	121,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	33.250 €	17.500 €	377,0	94,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	33.250 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	15.750 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	17.500 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	781 EUR/Jahr	23.430 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 11.333 EUR/Jahr	+ 339.990 EUR
	<u>12.114 EUR/Jahr</u>	<u>363.420 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	14.095 EUR/Jahr	422.850 EUR
Einsparung	1.981 EUR/Jahr	59.430 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.679 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.174 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,97 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	33.250 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	15.750 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	17.500 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	781 €/Jahr
Brennstoffkosten	14.724 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	15.505 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	2.900 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **15,39%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

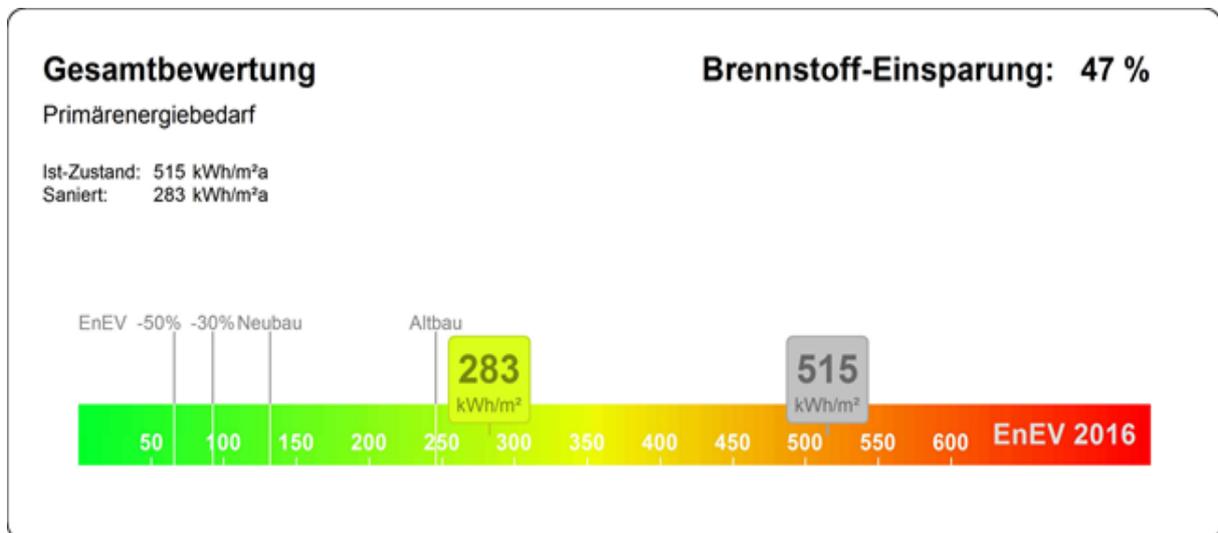
Amortisation **8 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0301 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	46.157 €	---	---	497,0	121,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	84.334 €	17.500 €	38.177 €	264,0	69,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		20.677 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **12 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	84.334 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	46.157 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	38.177 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.705 EUR/Jahr	51.150 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 8.691 EUR/Jahr	+ 260.730 EUR
	<u>10.396 EUR/Jahr</u>	<u>311.880 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	14.095 EUR/Jahr	422.850 EUR
Einsparung	3.699 EUR/Jahr	110.970 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.679 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.735 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	10,83 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	84.334 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	46.157 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	38.177 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.705 €/Jahr
Brennstoffkosten	11.411 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	13.115 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	5.290 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **13,66%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

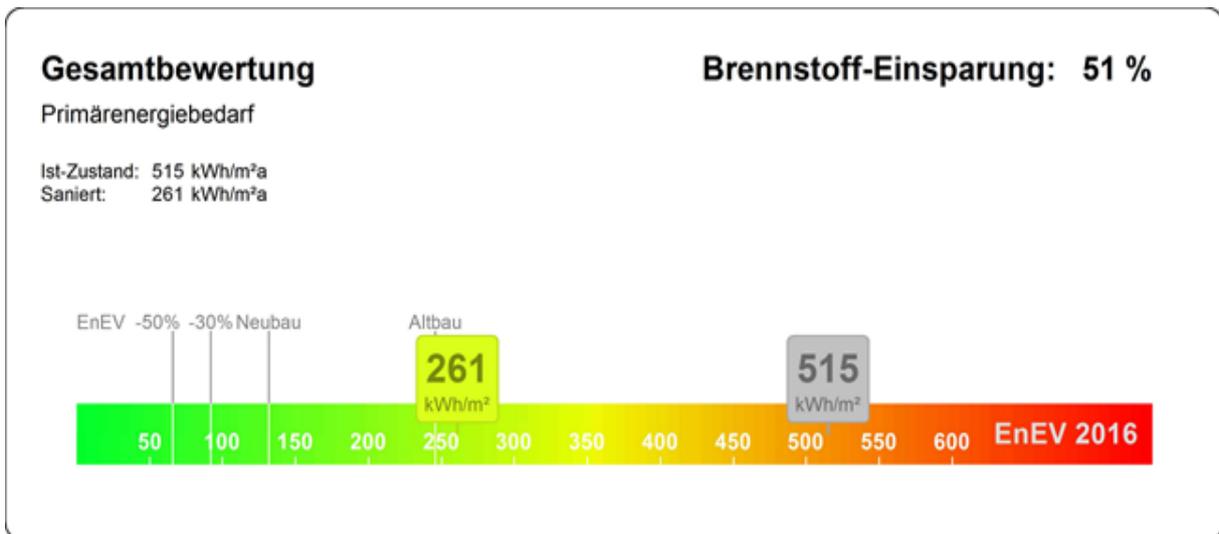
Amortisation **10 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0339 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	47.157 €	---	---	497,0	121,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	86.834 €	17.500 €	39.677 €	243,0	64,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		20.677 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		1.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	86.834 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	47.157 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	39.677 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.772 EUR/Jahr	53.160 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 8.088 EUR/Jahr	+ 242.640 EUR
	<u>9.860 EUR/Jahr</u>	<u>295.800 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	14.095 EUR/Jahr	422.850 EUR
Einsparung	4.235 EUR/Jahr	127.050 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.679 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.406 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,52 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	86.834 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	47.157 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	39.677 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.772 €/Jahr
Brennstoffkosten	10.491 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	12.262 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr

Mittlere Einsparung	6.143 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **14,70%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

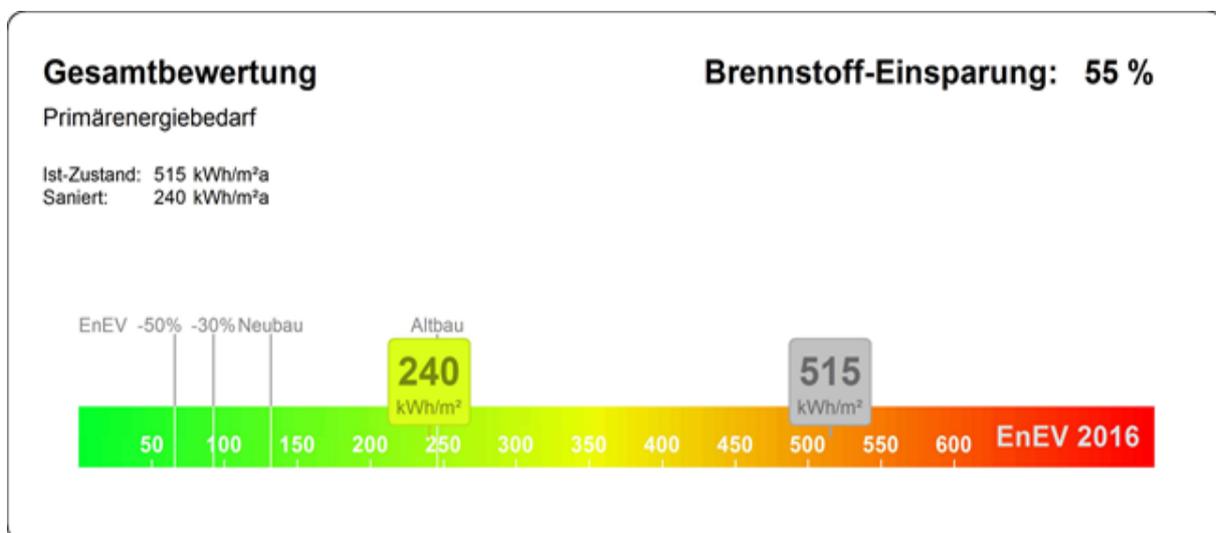
Amortisation **9 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0323 €/kWh**



Maßnahme 4:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	53.157 €	---	---	320,0	84,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	96.834 €	17.500 €	43.677 €	227,0	27,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		20.677 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		1.500 €			
Einbau eines eigenen Brennwert-Kessel; Nennleistung 45,00 kW; Energieträger: Erdgas		4.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	96.834 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	53.157 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	43.677 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.950 EUR/Jahr	58.500 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 7.619 EUR/Jahr	+ 228.570 EUR
	<u>9.569 EUR/Jahr</u>	<u>287.070 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	14.095 EUR/Jahr	422.850 EUR
Einsparung	4.526 EUR/Jahr	135.780 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.679 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.151 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,30 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	96.834 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	53.157 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	43.677 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.950 €/Jahr
Brennstoffkosten	9.938 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr

Gesamtkosten	11.889 €/Jahr
--------------	----------------------

mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	18.405 €/Jahr
--	----------------------

Mittlere Einsparung	6.516 €/Jahr
---------------------	---------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **14,34%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **9 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0329 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches sowie Einbau eines eigenen Brennwert-Kessel; Nennleistung 45,00 kW; Energieträger: Erdgas			



Allenfeldhalle

Objekt-Nr.:	6
Bezeichnung:	Allenfeldhalle
Straße:	Allenfeldstraße 42a
Ort:	66589 Merchweiler
Baujahr des Gebäudes:	1974
Baujahr der Heizung:	1992
Brutto-Grundfläche:	3.296 m ²
mittlere Innentemperatur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	2570,00	0,60	0,20
	Außenwand	232,96	1,00	0,24
	Außenwand gegen Erdreich	154,80	1,00	0,30
	Doppelverglasung	572,00	3,20	1,3
	Doppelverglasung Dach	22,00	3,20	1,4
	Kellerfußboden	1792,00	1,00	0,30
	nicht unterkellertes Bereich	800,00	1,20	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Gebläsekessel		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Heizungsanlage		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung

Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

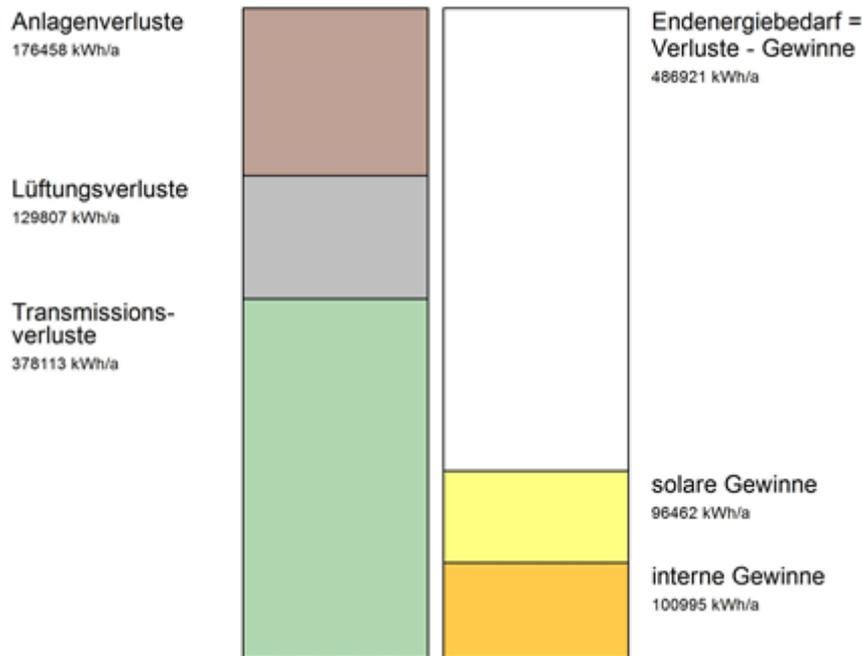


Abbildung 22: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldhalle

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

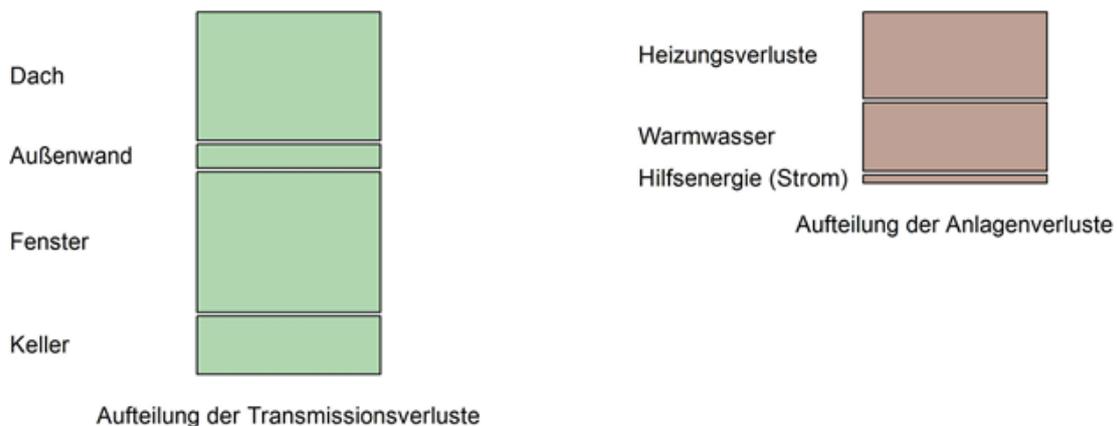
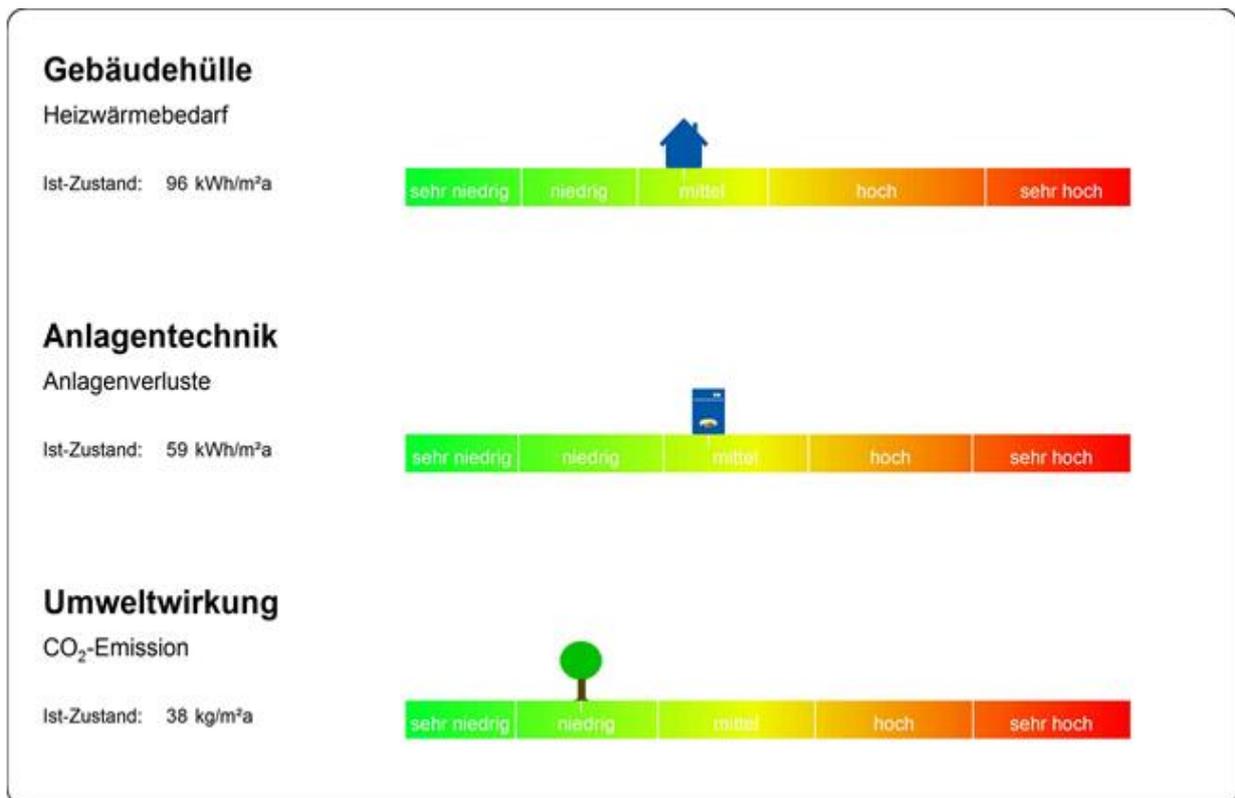
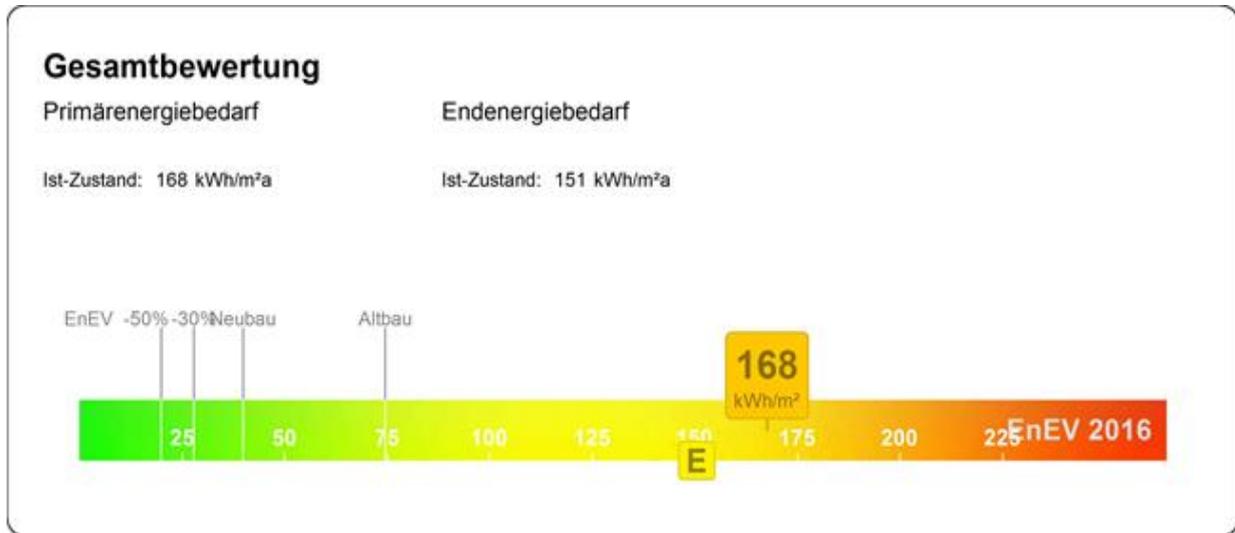


Abbildung 23: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Allenfeldhalle)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 168 kWh/m²a.



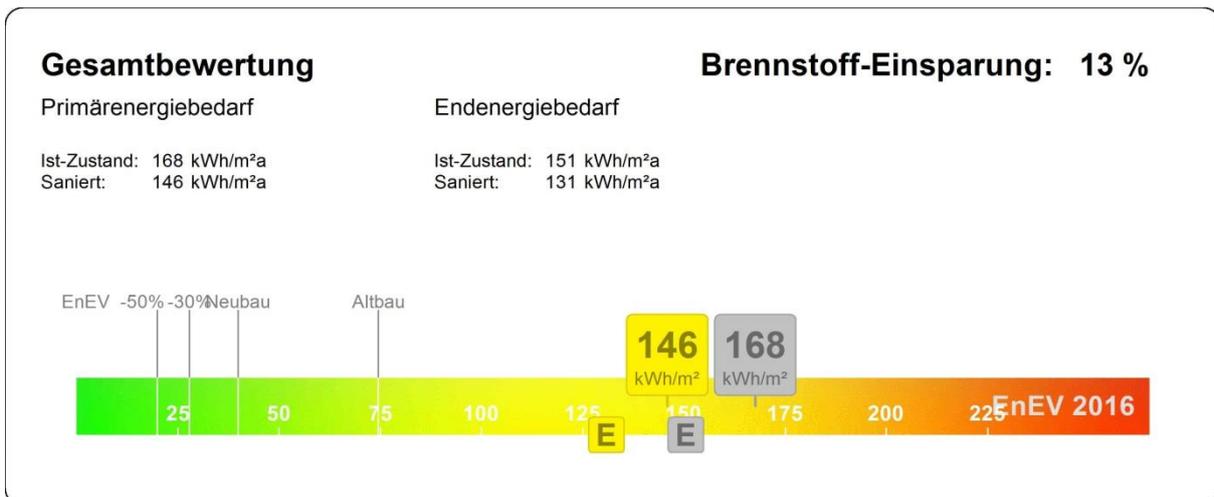


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	207.900 €	---	151,0	38,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	282.150 €	74.250 €	131,0	33,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **16 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	282.150 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	207.900 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	74.250 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die **Nutzungsdauer von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	3.315 EUR/Jahr	99.450 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 52.650 EUR/Jahr	+ 1.579.500 EUR
	<u>55.965 EUR/Jahr</u>	<u>1.678.950 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.039 EUR/Jahr	1.801.170 EUR
Einsparung	4.074 EUR/Jahr	122.220 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 16 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.709 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	28.683 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	7,62 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	282.150 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	207.900 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	74.250 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	3.315 €/Jahr
Brennstoffkosten	95.219 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	98.534 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	108.203 €/Jahr

Mittlere Einsparung	9.669 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **13,11%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

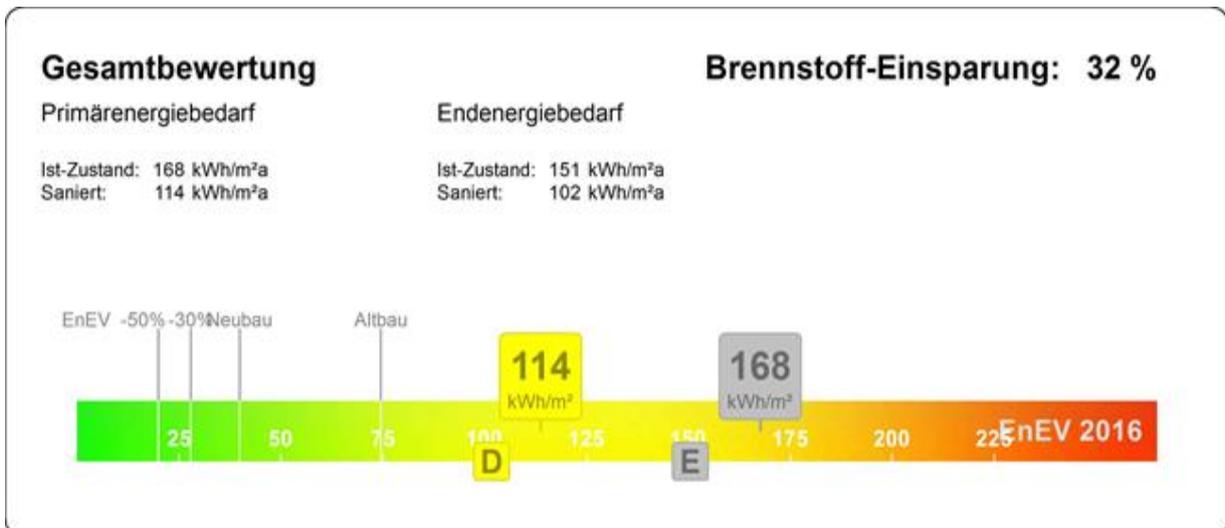
Amortisation **10 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0521 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	353.052 €	---	---	151,0	38,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	512.838 €	74.250 €	159.786 €	102,0	26,0
Sanierung des Flachdach als Warmdach 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung		85.536 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **14 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	512.838 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	353.052 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	159.786 EUR
--	----------	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die **Nutzungsdauer von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	7.134 EUR/Jahr	214.020 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 41.684 EUR/Jahr	+ 1.250.520 EUR
	<u>48.818 EUR/Jahr</u>	<u>1.464.540 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.039 EUR/Jahr	1.801.170 EUR
Einsparung	11.221 EUR/Jahr	336.630 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 14 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.709 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	22.709 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	8,85 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	512.838 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	353.052 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	159.786 €
--	------------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	7.134 €/Jahr
Brennstoffkosten	74.660 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	81.795 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	108.203 €/Jahr

Mittlere Einsparung	26.408 €/Jahr
----------------------------	----------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **15,36%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

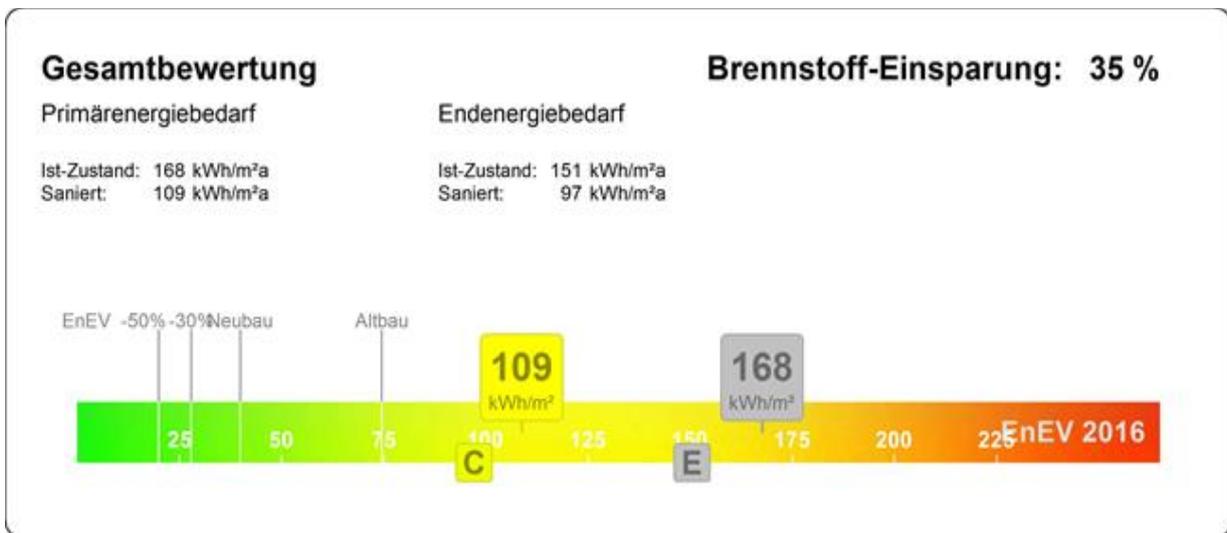
Amortisation **9 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0451 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	398.935 €	---	---	151,0	38,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	598.164 €	74.250 €	199.229 €	97,0	25,0
Sanierung des Flachdach als Warmdach 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung		85.536 €			
Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035		39.443 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **16 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	598.164 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	398.935 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	199.229 EUR
--	----------	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die **Nutzungsdauer von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	8.896 EUR/Jahr	266.880 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 40.021 EUR/Jahr	+ 1.200.630 EUR
	<u>48.917 EUR/Jahr</u>	<u>1.467.510 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.039 EUR/Jahr	1.801.170 EUR
Einsparung	11.122 EUR/Jahr	333.660 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 16 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.709 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	21.803 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	7,70 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	598.164 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	398.935 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	199.229 €
--	------------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	8.896 €/Jahr
Brennstoffkosten	72.496 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	81.392 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	108.203 €/Jahr

Mittlere Einsparung	26.811 €/Jahr
---------------------	---------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **13,40%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

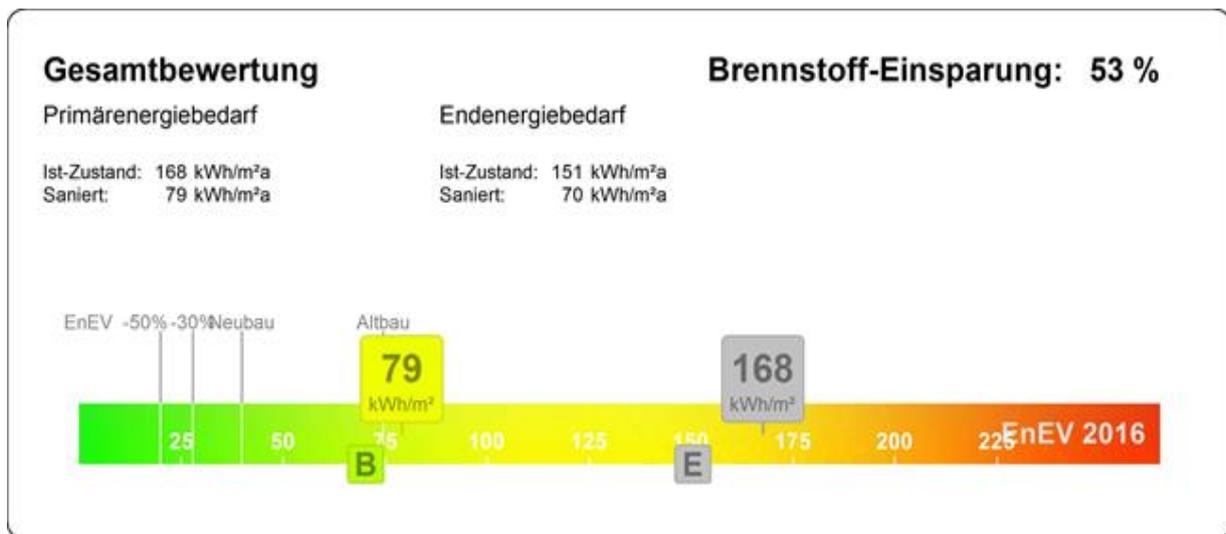
Amortisation **10 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0516 €/kWh**



Maßnahme 4:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	415.835 €	---	---	151,0	38,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	618.914 €	74.250 €	203.079 €	70,0	18,0
Sanierung des Flachdach als Warmdach 20cm WLK 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung		85.536 €			
Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLK 035		39.443 €			
Einbau eines Brennwert-Kessel – Gas sowie neue Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage sowie Heizung		3.850 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **12 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	618.914 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	415.835 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	203.079 EUR
--	----------	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die **Nutzungsdauer von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	9.281 EUR/Jahr	278.430 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 30.059 EUR/Jahr	+ 901.770 EUR
	<u>39.340 EUR/Jahr</u>	<u>1.180.200 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.039 EUR/Jahr	1.801.170 EUR
Einsparung	20.699 EUR/Jahr	620.970 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.709 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	16.376 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,19 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 4 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	618.914 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	415.835 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	203.079 €
--	------------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	9.281 €/Jahr
Brennstoffkosten	54.102 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	63.383 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	108.203 €/Jahr

Mittlere Einsparung	44.820 €/Jahr
---------------------	----------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **18,78%**
Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **7 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0358 €/kWh**



Maßnahme 5:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	418.935 €	---	---	151,0	38,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	626.164 €	74.250 €	207.229 €	104,0	7,0
Sanierung des Flachdach als Warmdach 20cm WLK 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung		85.536 €			
Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLK 035		39.443 €			
Einbau einer Zentralheizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger (Holzpellets) sowie Warmwasserbereitung über Biomasse-Wärmeerzeuger		8.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	626.164 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	418.935 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	207.229 EUR
--	----------	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	9.697 EUR/Jahr	290.910 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 32.214 EUR/Jahr	+ 966.420 EUR
	<u>41.911 EUR/Jahr</u>	<u>1.257.330 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.039 EUR/Jahr	1.801.170 EUR
Einsparung	18.128 EUR/Jahr	543.840 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 13 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.709 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	17.550 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	10,16 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 5 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	626.164 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	418.935 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	207.229 €
--	------------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	9.697 €/Jahr
Brennstoffkosten	86.562 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	96.260 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	108.203 €/Jahr

Mittlere Einsparung	11.943 €/Jahr
---------------------	---------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **7,85%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **16 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **-0,4407 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035 sowie Einbau eines Brennwert-Kessel – Gas sowie neue Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage sowie Heizung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Sanierung des Flachdachs als Warmdach mit 20cm WLG 035 mit neuer Abdichtung und Kiesschüttung sowie Anbringung eines WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion WLG 035 sowie Einbau einer Zentralheizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger (Holzpellets) sowie Warmwasserbereitung über Biomasse-Wärmeerzeuger			



Bilddokumentation





Leichenhalle - Merchweiler

Objekt-Nr.: 7
 Bezeichnung: Leichenhalle –
 Merchweiler
 Straße: Auf'm Hollerstock
 Ort: 66589 Merchweiler



Baujahr des Gebäudes: 1964
 Baujahr der Heizung: 1990
 Brutto-Grundfläche: 400 m²
 mittlere Innentempera-
 tur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹

Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche	U-Wert	U _{max} EnEV*
		in m ²	in W/m ² K	in W/m ² K
Bauteile	Anbau: Dachfläche	148,24	0,60	0,20
	Dachfläche	117,60	0,60	0,20
	Anbau: Außenwand	188,13	1,40	0,24
	Außenwand	286,55	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	29,00	2,70	1,3
	Einfachverglasung	48,00	5,00	1,3
	Bodenplatte	117,60	1,20	0,30
	Anbau: Kellerdecke	148,24	1,00	0,30
	Anbau: Dachfläche	148,24	0,60	0,20
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit atmosphärischem Kessel		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

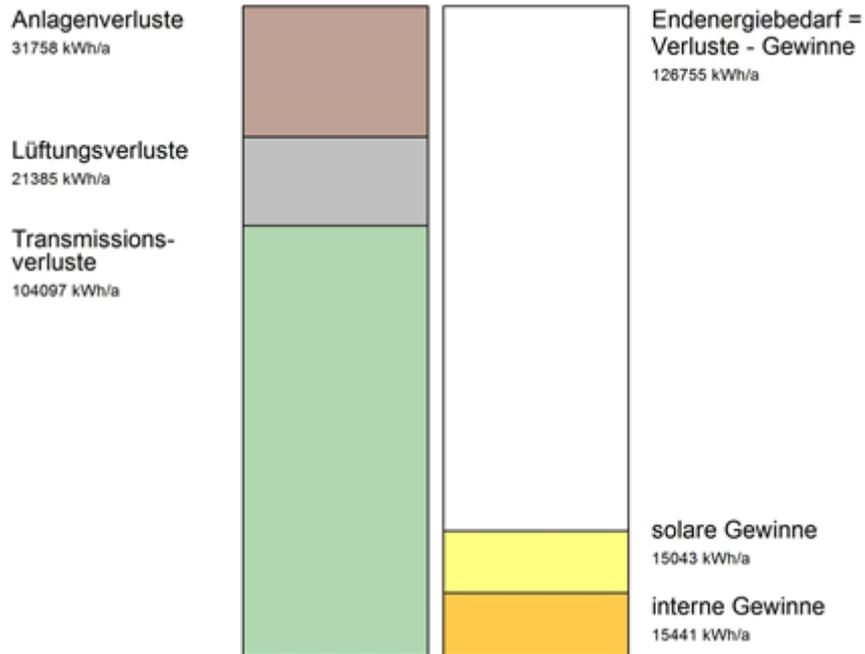


Abbildung 24: Ergebnisse der Berechnung Leichenhalle - Merchweiler

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

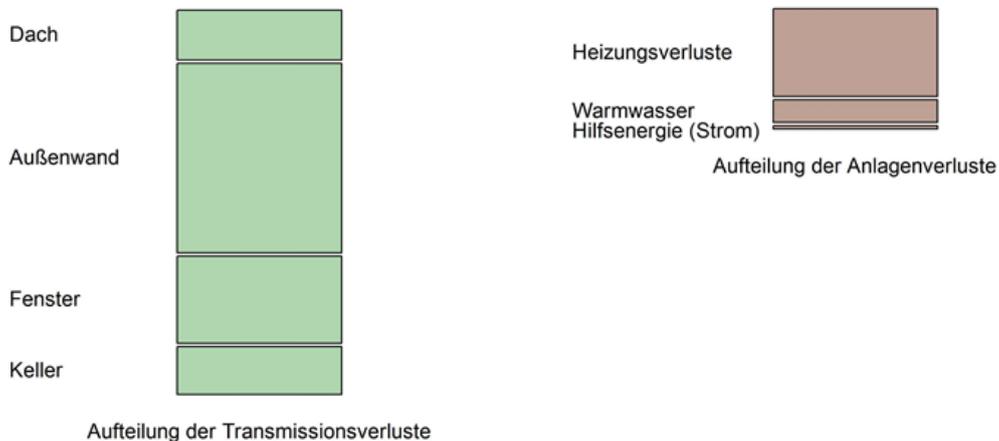
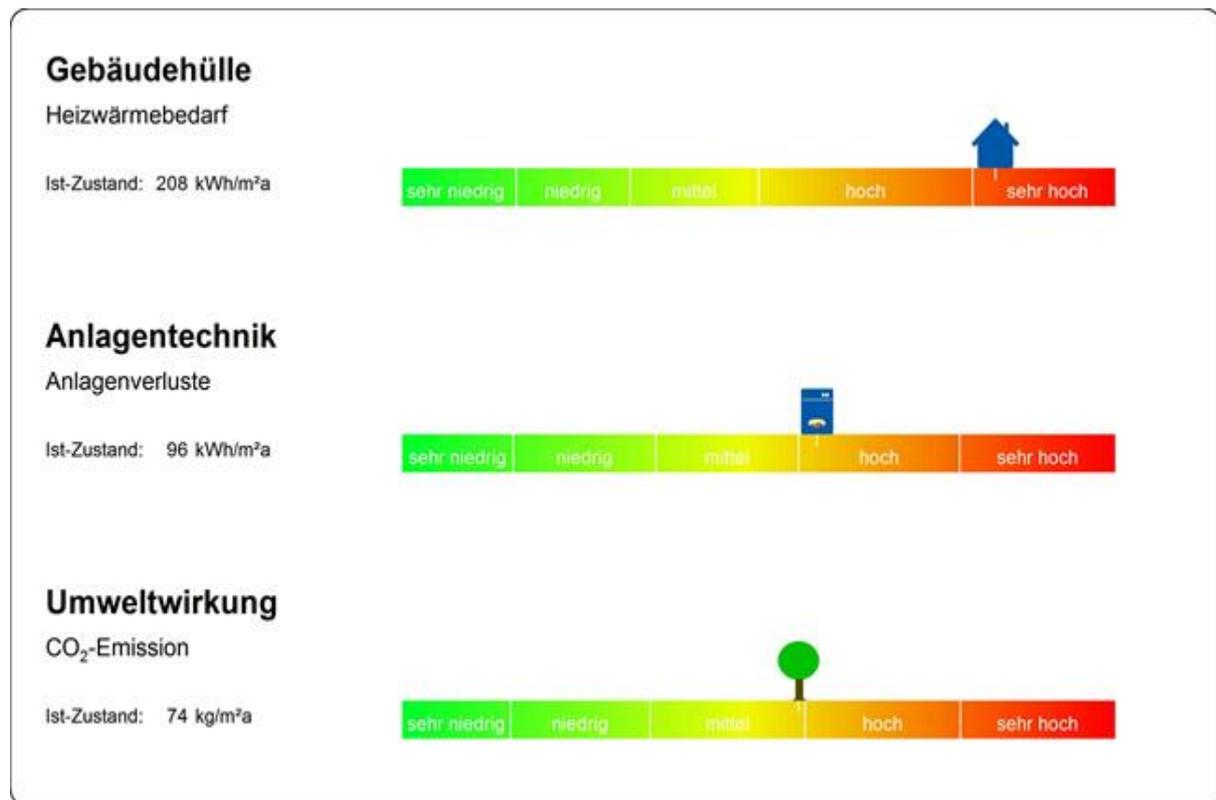
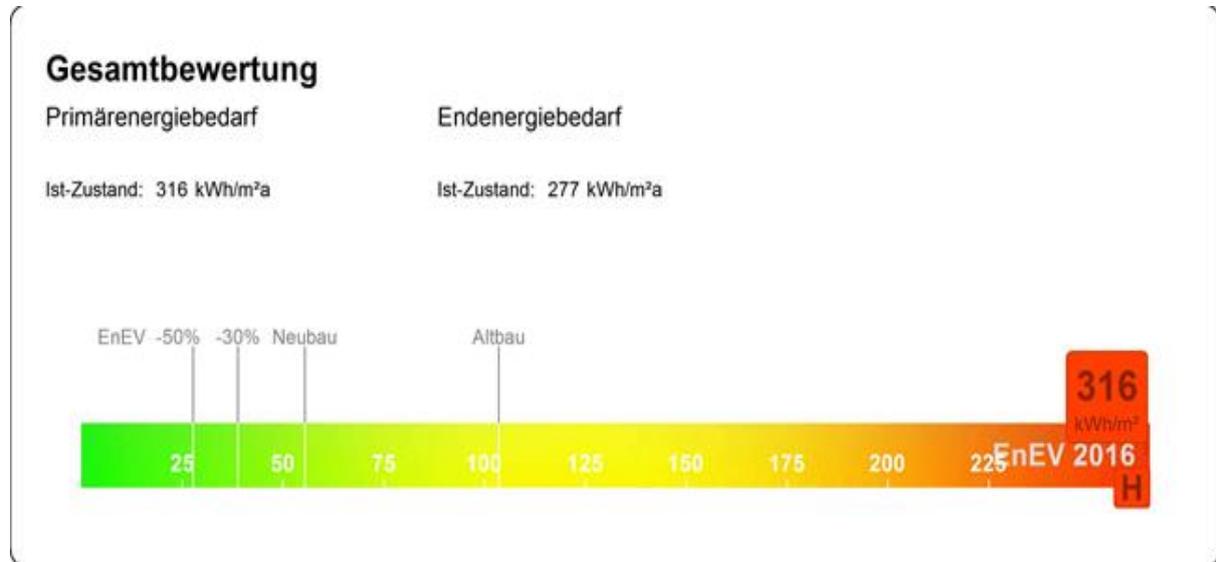


Abbildung 25: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Leichenhalle - Merchweiler)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 316 kWh/m²a.



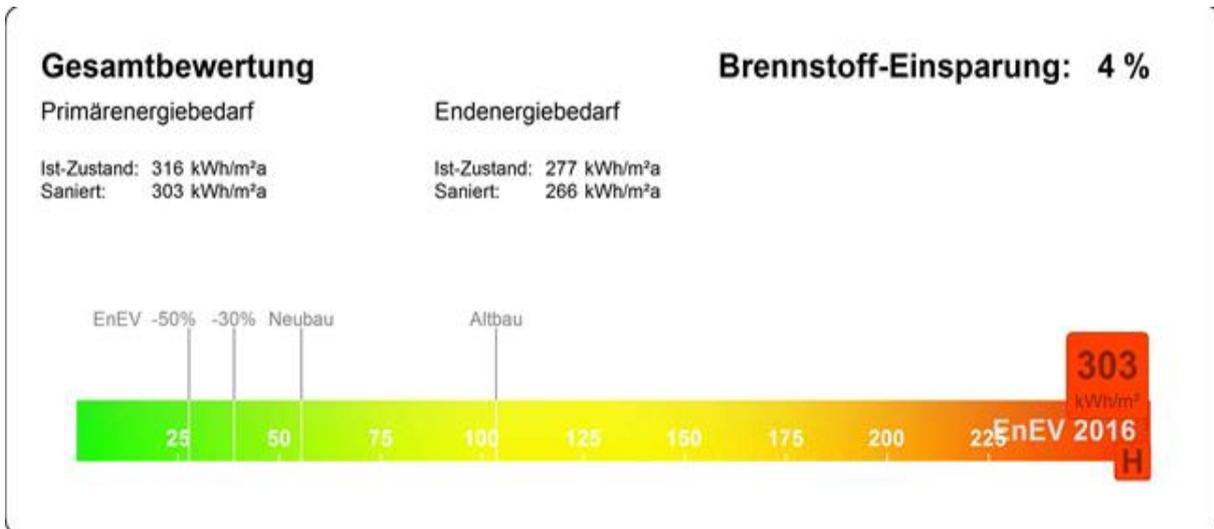


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	277,0	74,0
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	4.002 €	4.002 €	266,0	71,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	4.002 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	4.002 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	179 EUR/Jahr	5.370 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 17.318 EUR/Jahr	+ 519.540 EUR
	<u>17.497 EUR/Jahr</u>	<u>524.910 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.958 EUR/Jahr	538.740 EUR
Einsparung	461 EUR/Jahr	13.830 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	9.783 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.435 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	12,11 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	4.002 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	4.002 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	179 €/Jahr
Brennstoffkosten	12.828 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	13.007 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.363 €/Jahr

Mittlere Einsparung	356 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **10,25%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

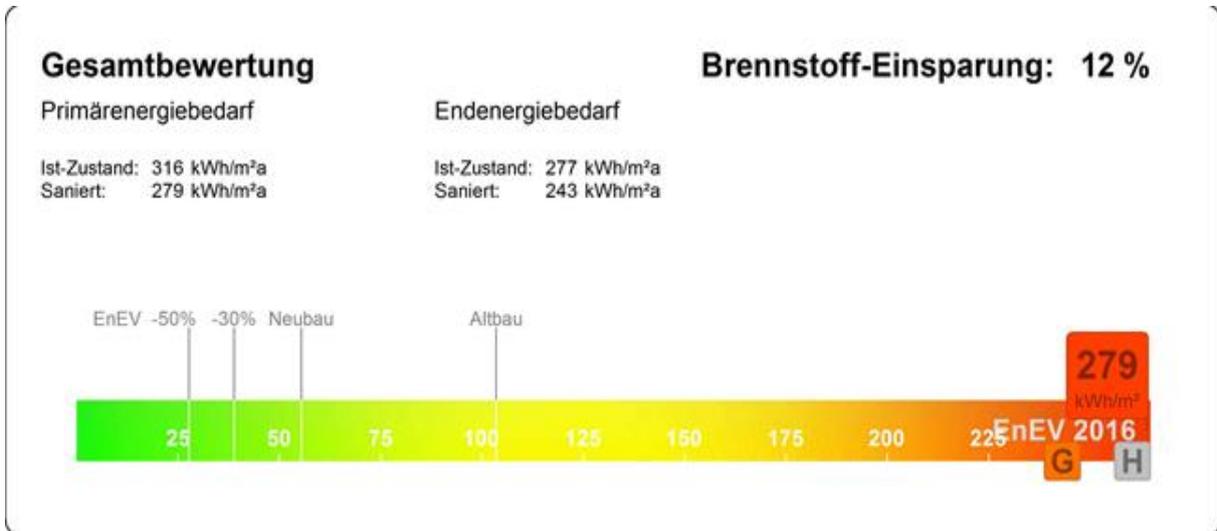
Amortisation **13 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0328 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	10.800 €	---	---	277,0	74,0
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	26.802 €	4.002 €	16.002 €	243,0	65,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		12.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **14 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	26.802 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	10.800 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	16.002 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	715 EUR/Jahr	21.450 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 16.124 EUR/Jahr	+ 483.720 EUR
	16.839 EUR/Jahr	505.170 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.958 EUR/Jahr	538.740 EUR
Einsparung	1.119 EUR/Jahr	33.570 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 14 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	9.783 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.784 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	8,83 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	26.802 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	10.800 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	16.002 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	715 €/Jahr
Brennstoffkosten	12.027 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	12.741 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.363 €/Jahr

Mittlere Einsparung	622 €/Jahr
----------------------------	-------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **6,22%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

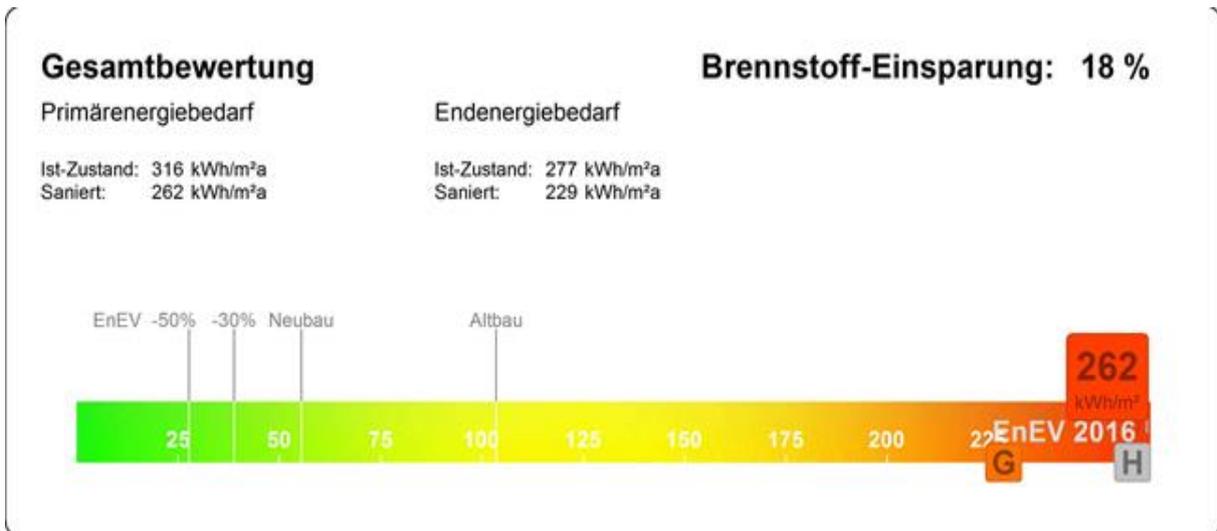
Amortisation **19 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0457 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	12.300 €	---	---	277,0	74,0
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	29.302 €	4.002 €	17.002 €	229,0	62,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		12.000 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		1.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	29.302 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	12.300 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	17.002 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	759 EUR/Jahr	22.770 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 15.266 EUR/Jahr	+ 457.980 EUR
	16.025 EUR/Jahr	480.750 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.958 EUR/Jahr	538.740 EUR
Einsparung	1.933 EUR/Jahr	57.990 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	9.783 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.317 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	12,00 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	29.302 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	12.300 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	17.002 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	759 €/Jahr
Brennstoffkosten	11.358 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	12.118 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.363 €/Jahr

Mittlere Einsparung	1.245 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **9,08%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **14 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0341 €/kWh**

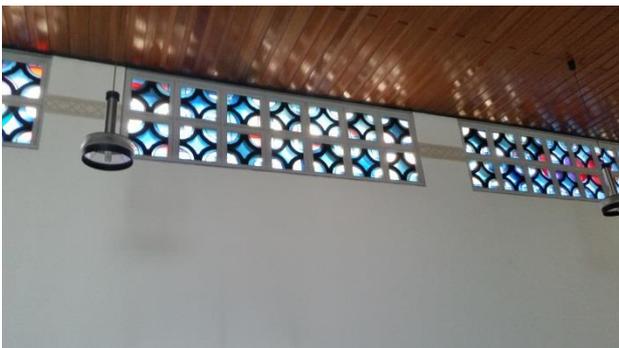


Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			



Bilddokumentation





Rathaus

Objekt-Nr.:	8
Bezeichnung:	Rathaus
Straße:	Rathausstraße 1
Ort:	66589 Merchweiler
Baujahr des Gebäudes:	1926
Baujahr der Heizung:	1995
Brutto-Grundfläche:	400 m ²
mittlere Innentemperatur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Keine Maßnahmen möglich, da das Rathaus denkmalgeschützt ist und kontinuierlich in Absprache mit dem zuständigen Amt für Denkmalschutz zielgerichtete Sanierungen vorgenommen werden.

So wurde verteilt auf die Jahre 2010-2015 die oberste Geschoßdecke gedämmt, eine neue Lüftungsanlage ge installiert, doppelverglaste Fenster mit einem U-Wert von 1,5^W/m²k verbaut, die Beleuchtung auf energiesparende Leuchtmittel umgestellt sowie die untere und die obere Mansarde mit 18 cm WLG 035 gedämmt.



Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler

Objekt-Nr.:	9
Bezeichnung:	Feuerwehrgerätehaus Wemmetsweiler
Straße:	Heinrichsstraße 3
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1958
Baujahr der Heizung:	1988
Brutto-Grundfläche:	360 m ²
mittlere Innentemperatur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Anbau: Dachfläche	154,00	0,60	0,20
	Oberste Geschossdecke	80,00	0,70	0,24
	Anbau: Außenwand	142,30	1,40	0,24
	Außenwand	161,30	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	34,00	3,20	1,3
	Doppelverglasung	26,00	2,70	1,3
	Anbau: Bodenplatte	154,00	1,00	0,30
	Bodenplatte	80,00	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Gas-Spezial-Heizkessel		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

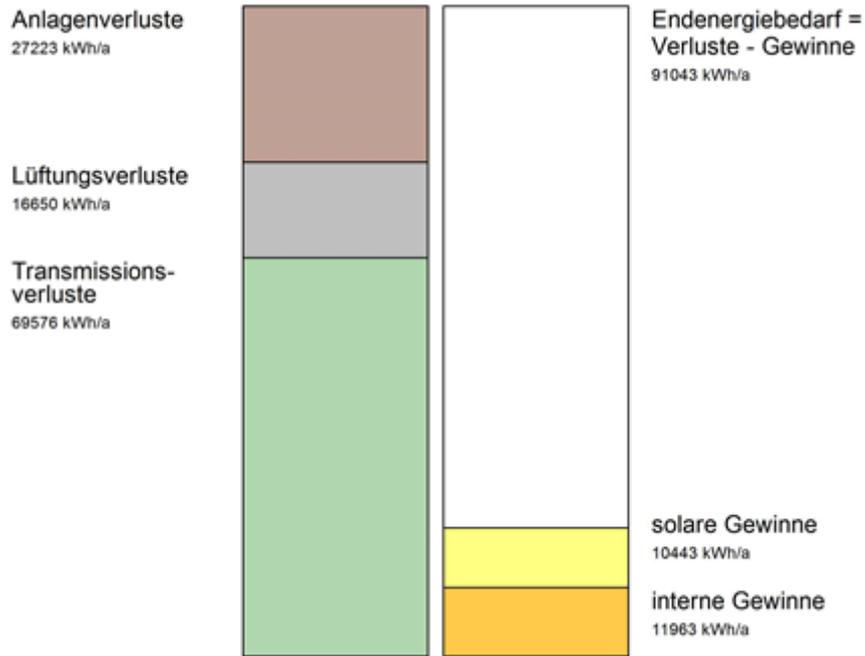


Abbildung 26: Ergebnisse der Berechnung Feuerwehrgerätehaus - Wemetsweiler

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

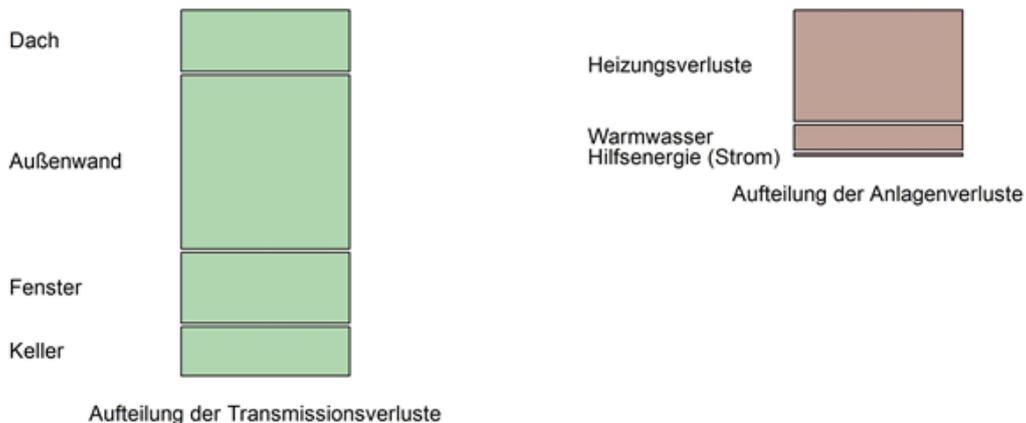


Abbildung 27: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Feuerwehrgerätehaus - Wemetsweiler)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 292 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 292 kWh/m²a

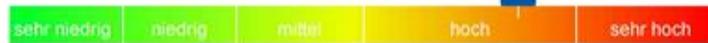
Ist-Zustand: 256 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 179 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 100 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 68 kg/m²a



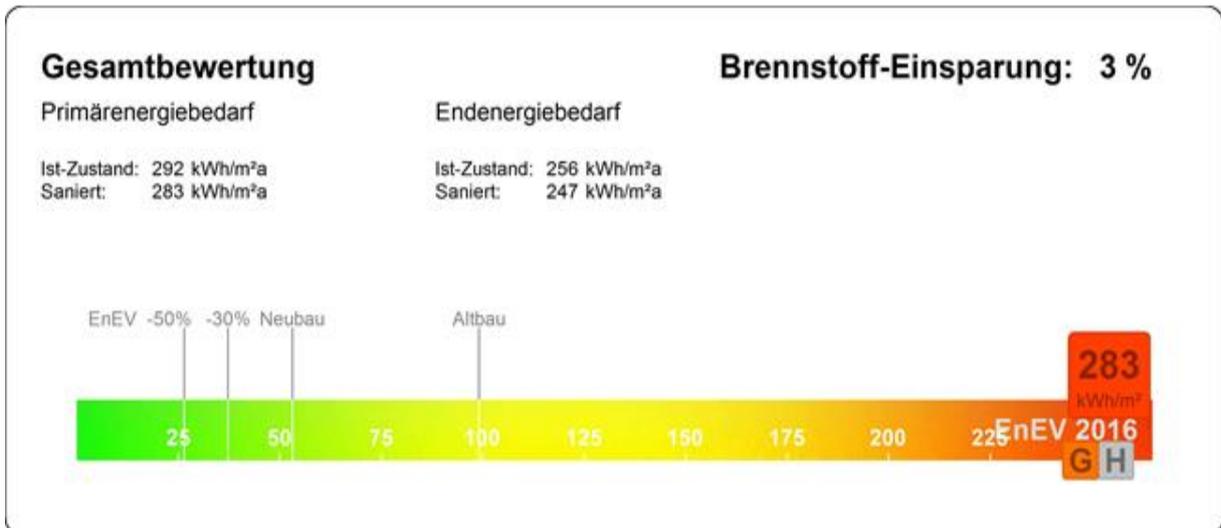


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	256,0	68,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	3.200 €	3.200 €	247,0	66,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **15 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	3.200 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	3.200 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	143 EUR/Jahr	4.290 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 12.746 EUR/Jahr	+ 382.380 EUR
	<u>12.889 EUR/Jahr</u>	<u>386.670 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.101 EUR/Jahr	393.030 EUR
Einsparung	212 EUR/Jahr	6.360 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.137 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.944 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	8,54 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	3.200 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	3.200 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	143 €/Jahr
Brennstoffkosten	42.830 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	42.973 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	44.155 €/Jahr

Mittlere Einsparung	1.182 €/Jahr
----------------------------	---------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **27,40%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

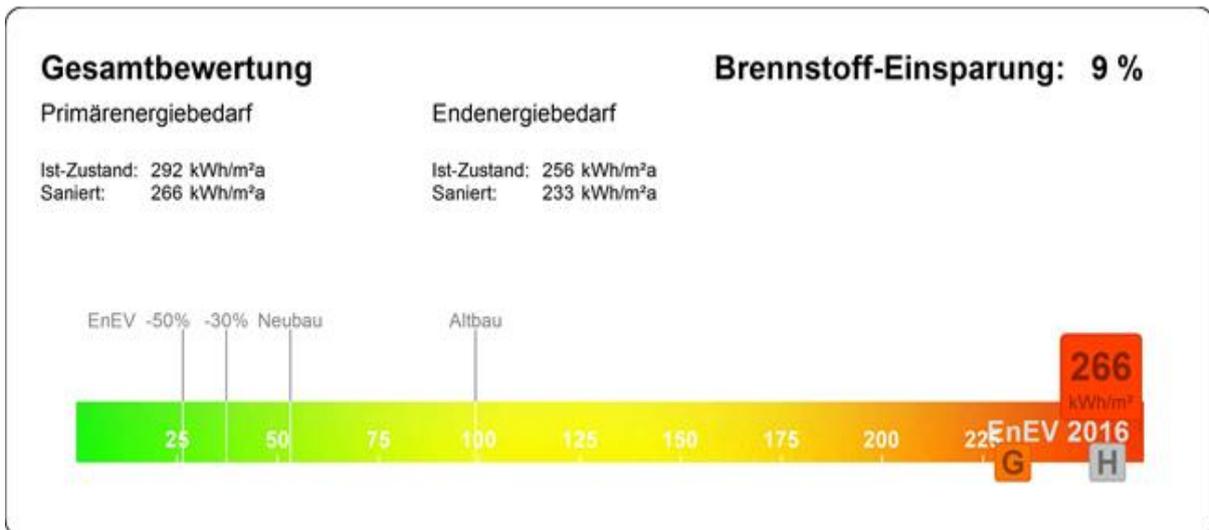
Amortisation **5 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0468 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	21.000 €	---	---	256,0	68,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	31.700 €	3.200 €	10.700 €	233,0	63,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau		7.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	31.700 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	21.000 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	10.700 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	478 EUR/Jahr	14.340 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 12.132 EUR/Jahr	+ 363.960 EUR
	<u>12.610 EUR/Jahr</u>	<u>378.300 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.101 EUR/Jahr	393.030 EUR
Einsparung	491 EUR/Jahr	14.730 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 17 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.137 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.610 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	6,85 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	31.700 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	21.000 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	10.700 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	478 €/Jahr
Brennstoffkosten	41.064 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	41.542 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	44.155 €/Jahr

Mittlere Einsparung	2.613 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **20,15%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

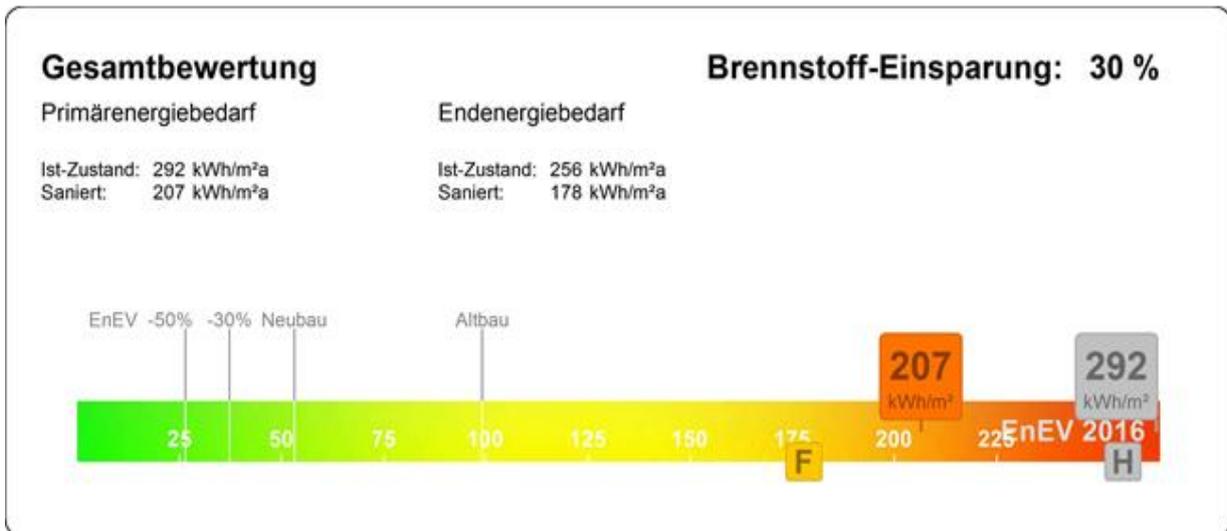
Amortisation **6 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0573 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	31.450 €	---	---	256,0	68,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	46.750 €	3.200 €	15.300 €	178,0	49,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau		7.500 €			
Einbau einer neuer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas		4.600 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **9 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	46.750 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	31.450 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	15.300 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	897 EUR/Jahr	26.910 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 9.940 EUR/Jahr	+ 298.200 EUR
	<u>10.837 EUR/Jahr</u>	<u>325.110 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.101 EUR/Jahr	393.030 EUR
Einsparung	2.264 EUR/Jahr	67.920 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.137 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.415 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	14,47 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	46.750 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	31.450 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	15.300 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	897 €/Jahr
Brennstoffkosten	33.558 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	34.455 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	44.155 €/Jahr

Mittlere Einsparung	9.700 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **43,16%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **3 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0323 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung auch im Anbau sowie Einbau eines neuer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas			



Bilddokumentation





Heinrichsschule

Objekt-Nr.:	10
Bezeichnung:	Ehemalige Heinrichsschule
Straße:	Heinrichstraße 1
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1880
Baujahr der Heizung:	Dezentrale Raumheizer
Brutto-Grundfläche:	552 m ²
mittlere Innentempera- tur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche	U-Wert	U _{max} EnEV*
		in m ²	in W/m ² K	in W/m ² K
Bauteile	Anbau: Dachfläche	84,34	2,60	0,24
	Dachfläche	196,60	2,60	0,24
	Anbau: Oberste Geschossdecke	12,60	1,00	0,24
	Oberste Geschossdecke	106,35	1,00	0,24
	Anbau: Außenwand	185,90	1,40	0,24
	Außenwand	370,42	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	38,00	2,70	1,3
	Anbau: Einfachverglasung Dach	4,00	5,00	1,4
	Doppelverglasung	132,00	5,00	1,3
	Anbau: Bodenplatte	75,06	1,20	0,30
	Kellerdecke	245,37	1,20	0,30
	Technik	Heizungsanlage	Gas-Einzelofen	
Warmwasseraufbereitung		Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung

Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

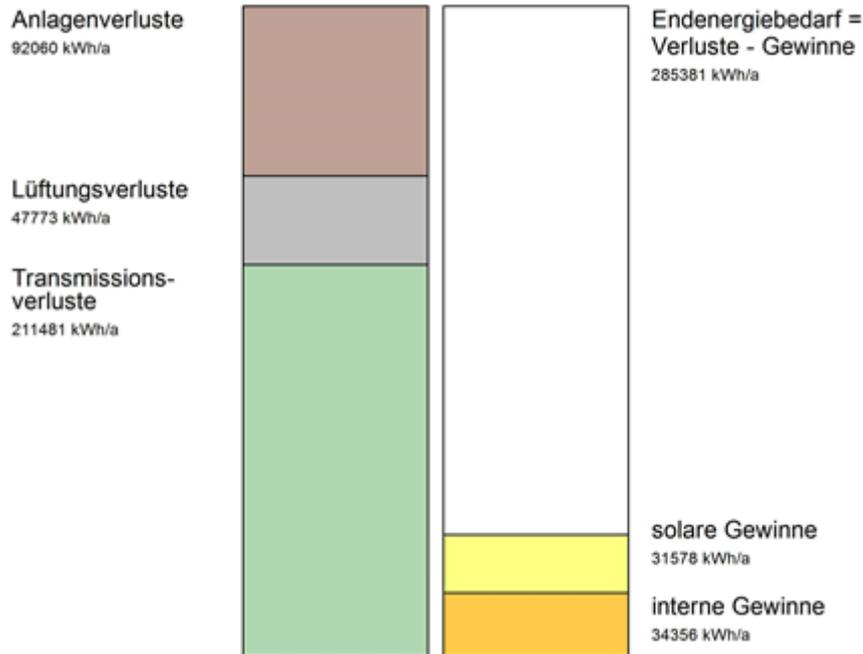


Abbildung 28: Ergebnisse der Berechnung Heinrichsschule

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

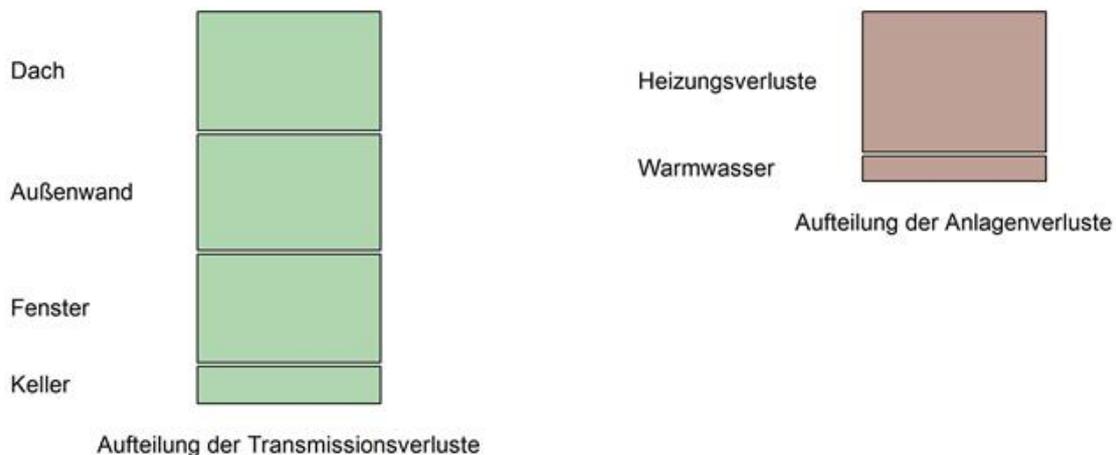
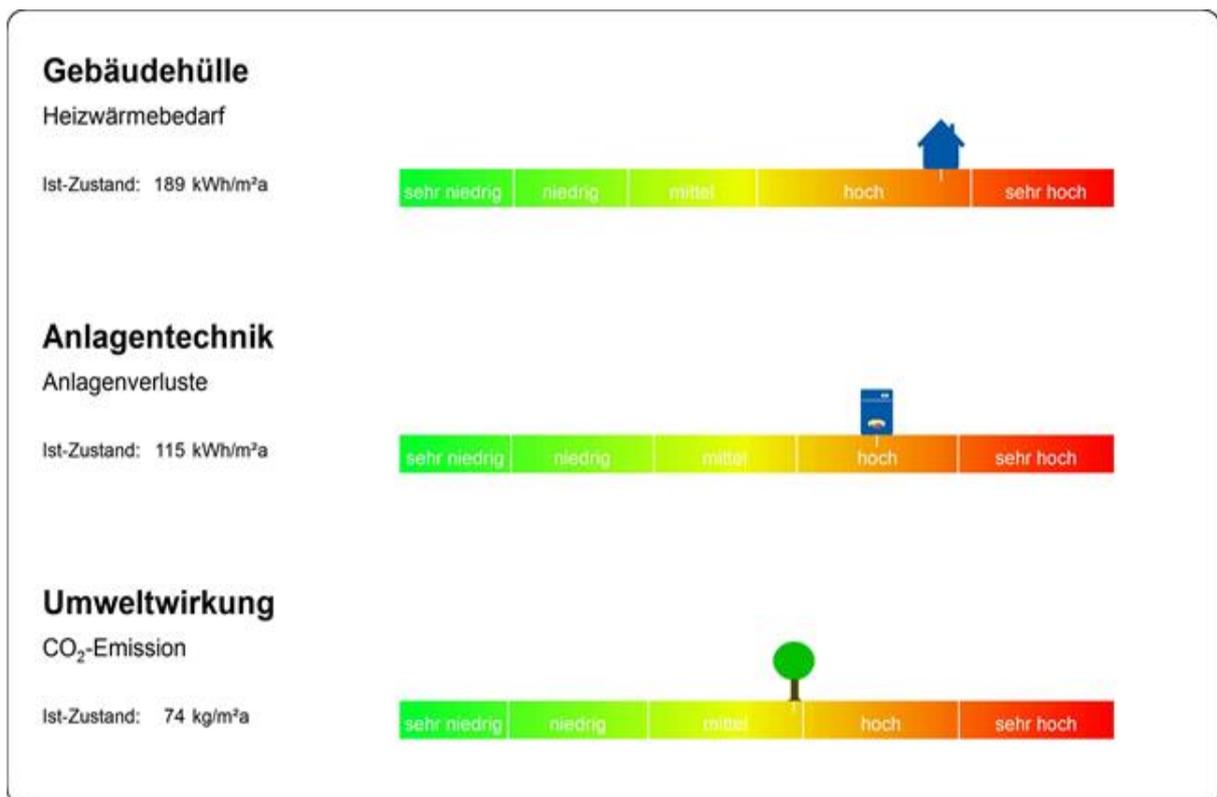
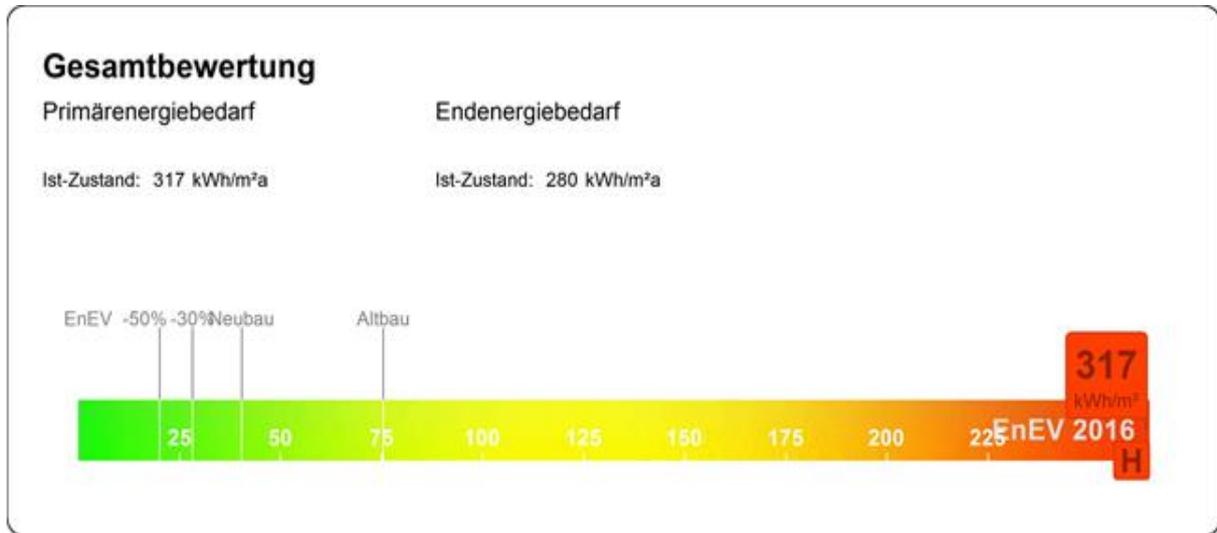


Abbildung 29: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Heinrichsschule)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 317 kWh/m²a.



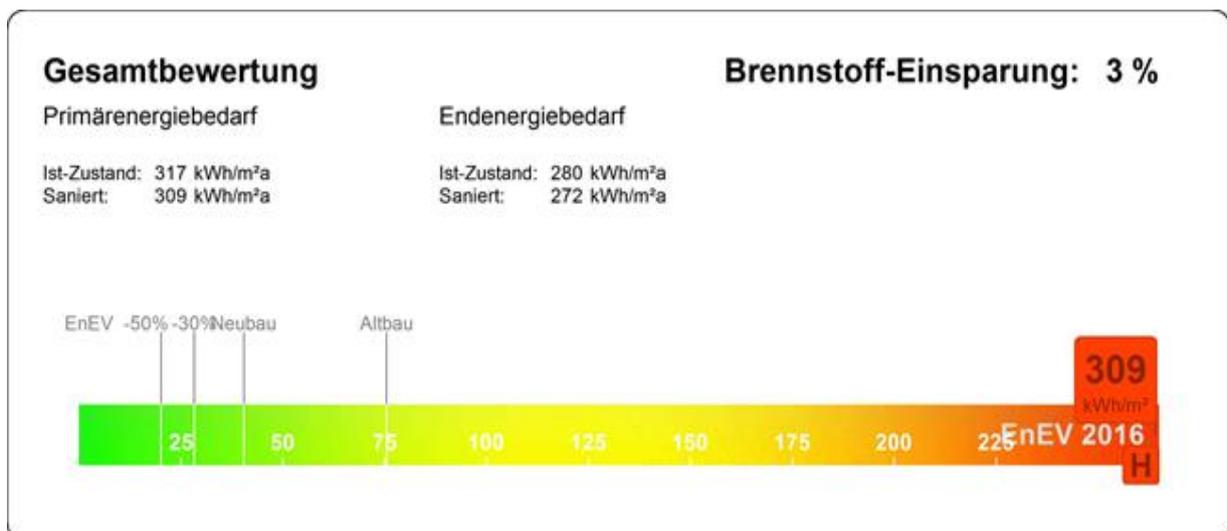


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	280,0	74,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau	4.758 €	4.758 €	272,0	72,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **10 Jahren**.

**Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	4.758 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	4.758 EUR
--	---	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	212 EUR/Jahr	6.360 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 38.007 EUR/Jahr	+ 1.140.210 EUR
	<u>38.219 EUR/Jahr</u>	<u>1.146.570 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	38.875 EUR/Jahr	1.166.250 EUR
Einsparung	656 EUR/Jahr	19.680 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 10 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	21.179 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	20.706 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	13,60 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	4.758 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	4.758 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	212 €/Jahr
Brennstoffkosten	3.705 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	3.917 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	3.780 €/Jahr

Keine Einsparung	-137 €/Jahr
-------------------------	--------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **-3,44%**

Die Investition ist unwirtschaftlich, ihre interne Verzinsung ist negativ.

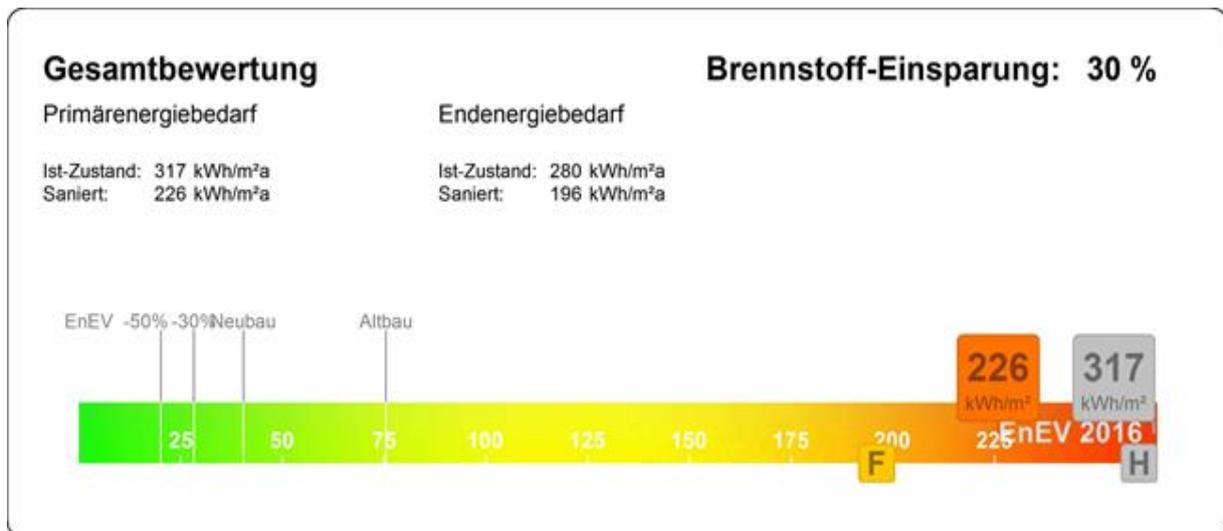
Amortisation **amortisiert sich nicht.**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0281 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	11.000 €	---	---	280,0	74,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau	23.258 €	4.758 €	12.258 €	196,0	54,0
Einbau einer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas		7.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **3 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	23.258 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	11.000 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	12.258 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	547 EUR/Jahr	16.410 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 29.499 EUR/Jahr	+ 884.970 EUR
	<u>30.046 EUR/Jahr</u>	<u>901.380 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	38.875 EUR/Jahr	1.166.250 EUR
Einsparung	8.829 EUR/Jahr	264.870 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 3 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	21.179 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	16.071 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	47,34 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	23.258 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	11.000 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	12.258 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	547 €/Jahr
Brennstoffkosten	2.873 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr

Gesamtkosten	3.420 €/Jahr
--------------	--------------

mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	3.780 €/Jahr
--	--------------

Mittlere Einsparung	360 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **5,33%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

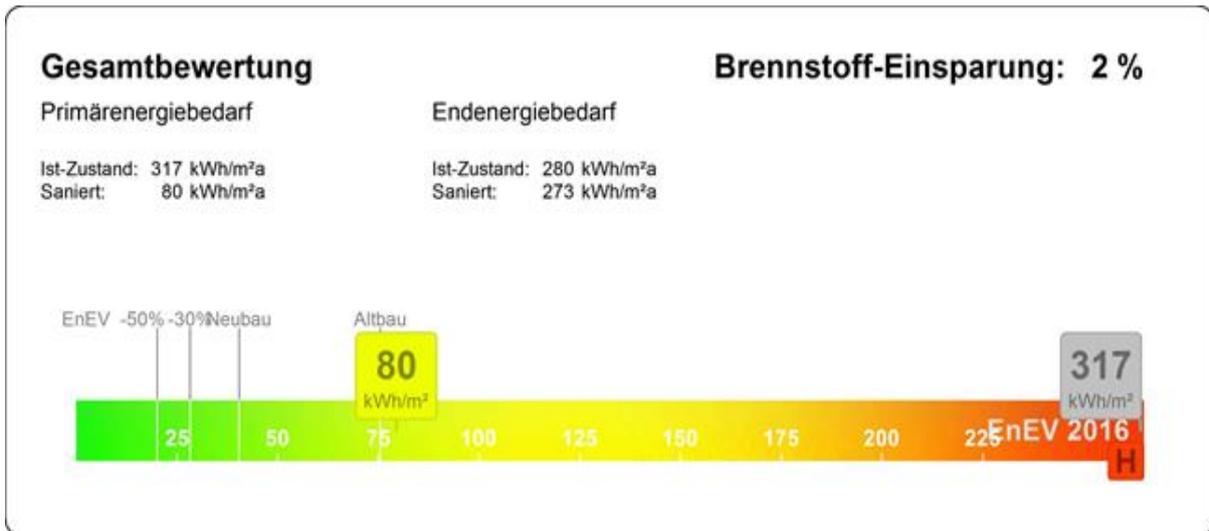
Amortisation **21 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0064 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	7.500 €	---	---	280,0	74,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau	32.258 €	4.758 €	24.758 €	273,0	20,0
Einbau einer Zentralheizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger; Energieträger Holzpellets		20.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **5 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	32.258 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	7.500 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	24.758 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.105 EUR/Jahr	33.150 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 28.952 EUR/Jahr	+ 868.560 EUR
	<u>30.057 EUR/Jahr</u>	<u>901.710 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	38.875 EUR/Jahr	1.166.250 EUR
Einsparung	8.818 EUR/Jahr	264.540 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 5 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	21.179 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	15.772 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	26,65 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	32.258 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	7.500 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	24.758 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.105 €/Jahr
Brennstoffkosten	2.798 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	3.903 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	3.780 €/Jahr

Keine Einsparung	-123 €/Jahr
-------------------------	--------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **1,31%**

Die Investition ist unwirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt unter dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **amortisiert sich nicht.**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,1727 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Einbau einer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Erdgas			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Einbau einer Zentralheizung mit Biomasse-Wärmeerzeuger; Energieträger Holzpellets			



Bilddokumentation





Striedschule

Objekt-Nr.: 12
 Bezeichnung: Striedschule
 Straße: Zum Stried 59
 Ort: 66589 Merchweiler



Baujahr des Gebäudes: 1904
 Baujahr der Heizung: 2001
 Brutto-Grundfläche: 2.245 m²
 mittlere Innentemperatur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹

Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	443,13	2,60	0,24
	Anbau: Oberste Geschossdecke	500,00	0,30	0,24
	Oberste Geschossdecke	179,88	1,00	0,24
	Anbau: Außenwand	532,00	0,50	0,24
	Außenwand	446,94	1,40	0,24
	Anbau: Wärmeschutzverglasung	224,00	1,90	1,3
	Doppelverglasung	214,00	3,20	1,3
	Einfachverglasung Dach	6,00	5,00	1,4
	Anbau: Bodenplatte	500,00	0,60	0,30
	Kellerdecke	465,06	1,20	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Standard-Kessel		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Heizungsanlage		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

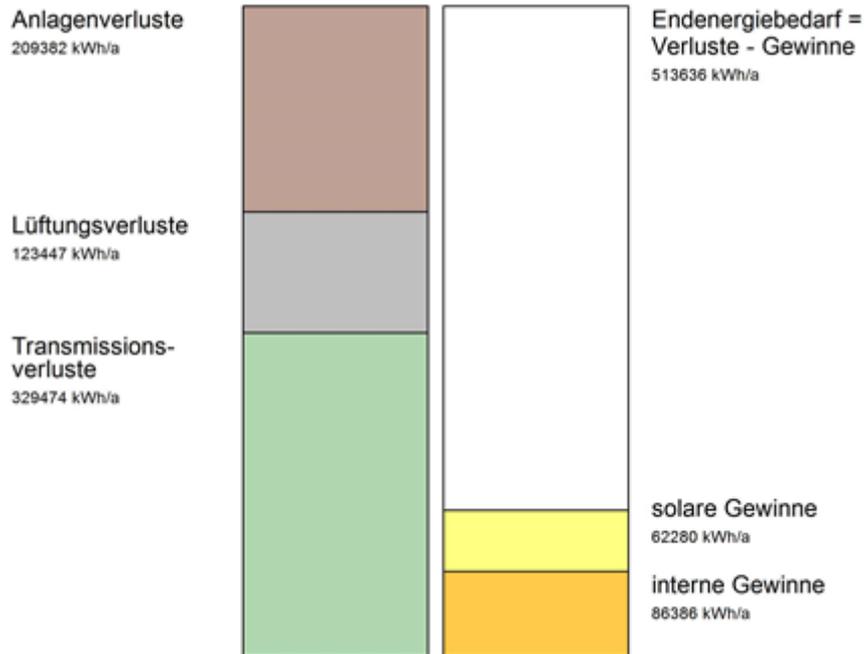


Abbildung 30: Ergebnisse der Berechnung Striedschule

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

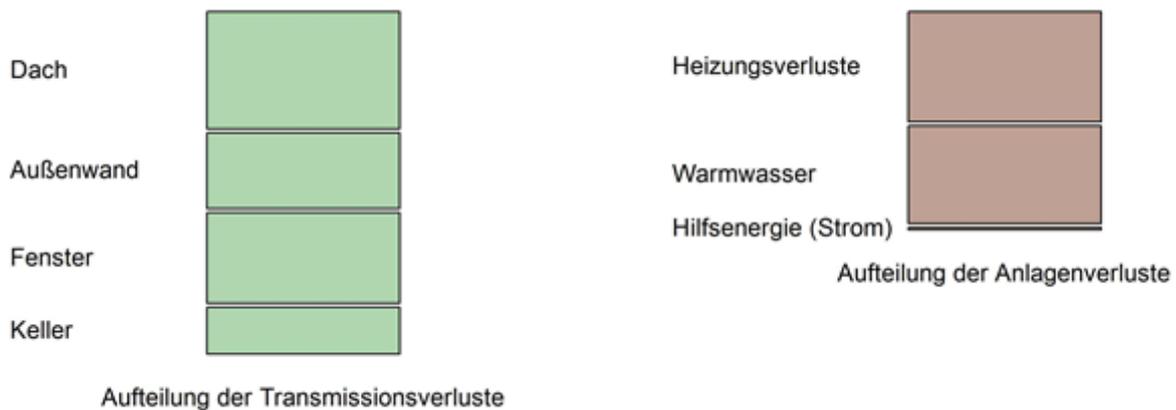


Abbildung 31: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Striedschule)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 215 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 215 kWh/m²a

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 195 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 115 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 87 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 48 kg/m²a



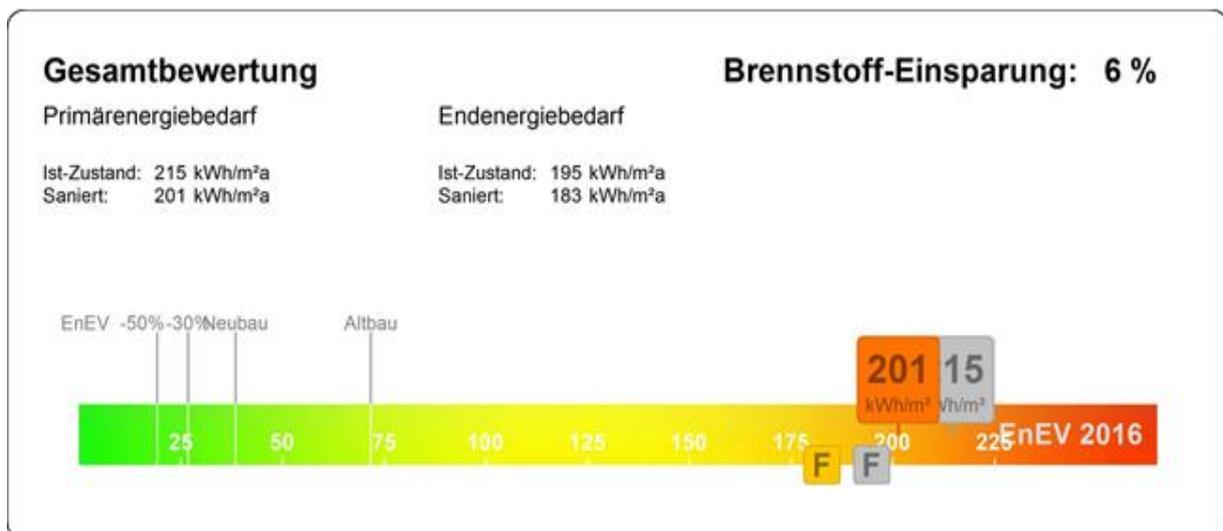


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	195,0	48,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	19.752 €	19.752 €	183,0	45,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **9 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	19.752 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	19.752 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	882 EUR/Jahr	26.460 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 56.447 EUR/Jahr	+ 1.693.410 EUR
	<u>57.329 EUR/Jahr</u>	<u>1.719.870 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.165 EUR/Jahr	1.804.950 EUR
Einsparung	2.836 EUR/Jahr	85.080 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.777 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	30.752 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	13,98 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	19.752 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	0 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	19.752 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	882 €/Jahr
Brennstoffkosten	86.711 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	87.593 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.246 €/Jahr

Mittlere Einsparung	4.653 €/Jahr
----------------------------	---------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **19,64%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

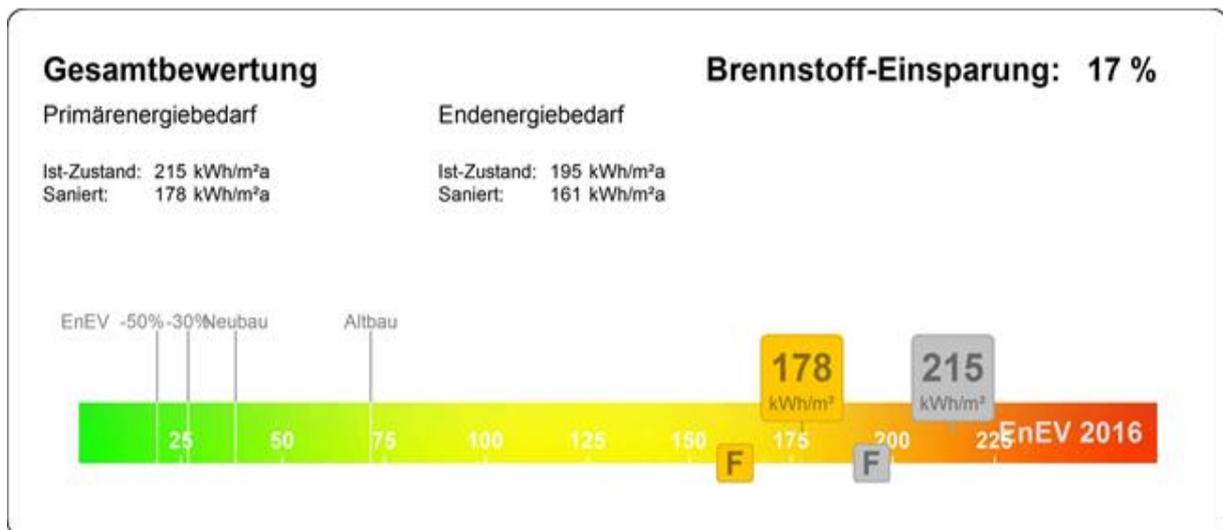
Amortisation **7 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0276 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	1.500 €	---	---	195,0	48,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	23.252 €	19.752 €	21.752 €	161,0	40,0
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		2.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **4 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	23.252 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	1.500 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	21.752 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	971 EUR/Jahr	29.130 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 49.754 EUR/Jahr	+ 1.492.620 EUR
	<u>50.725 EUR/Jahr</u>	<u>1.521.750 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	60.165 EUR/Jahr	1.804.950 EUR
Einsparung	9.440 EUR/Jahr	283.200 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 4 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	32.777 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	27.105 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	31,09 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	23.252 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	1.500 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	21.752 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	971 €/Jahr
Brennstoffkosten	76.564 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	77.535 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.246 €/Jahr

Mittlere Einsparung	14.711 €/Jahr
---------------------	---------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **44,84%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **3 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0110 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			



Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler

Objekt-Nr.:	13
Bezeichnung:	Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler
Straße:	Talstraße
Ort:	66589 Merchweiler
Baujahr des Gebäudes:	1973
Baujahr der Heizung:	1996
Brutto-Grundfläche:	2.348 m ²
mittlere Innentempera- tur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	1222,22	0,60	0,20
	Außenwand	813,73	1,40	0,24
	Außenwand gegen Erdreich	148,39	1,40	0,30
	Doppelverglasung	114,00	2,70	1,3
	Einfachverglasung	208,00	5,00	1,3
	Kellerfußboden	1222,22	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit NT-Kessel		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Gebläsekessel + Solar		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

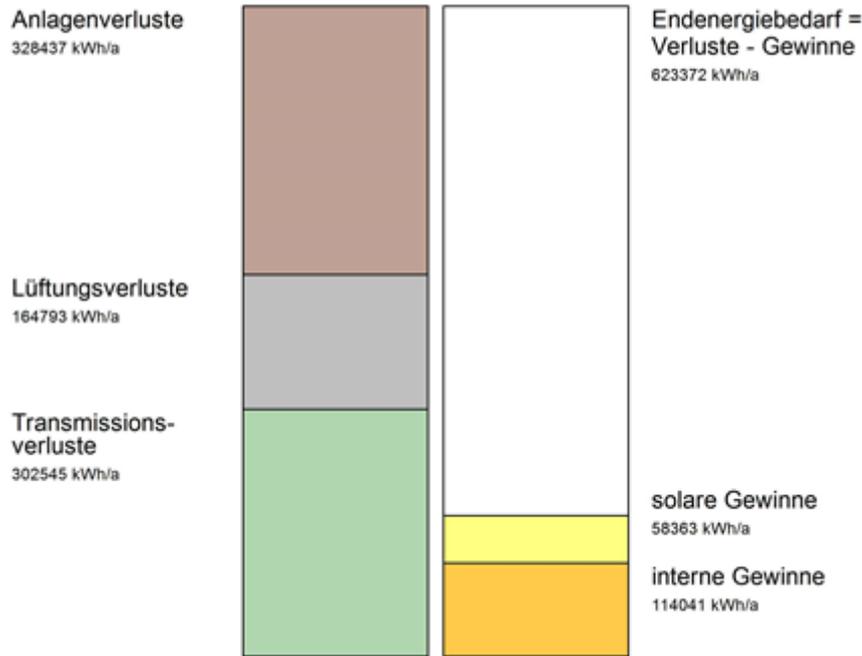


Abbildung 32: Ergebnisse der Berechnung Sport- und Schulturnhalle - Wemetsweiler

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

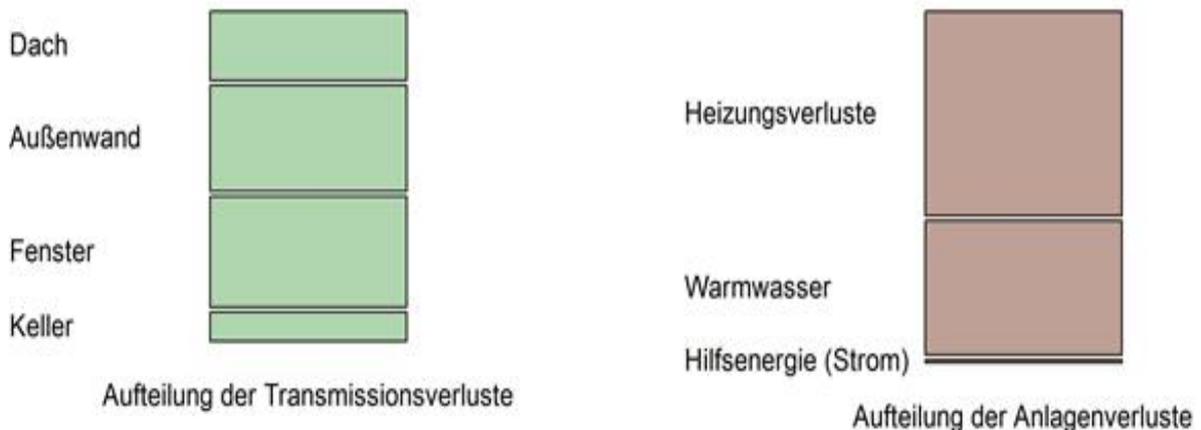


Abbildung 33: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Sport- und Schulturnhalle - Wemetsweiler)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 195 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 195 kWh/m²a

Ist-Zustand: 177 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 84 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 99 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 44 kg/m²a





Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	122.360 €	---	177,0	44,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	111.760 €	10.600 €	162,0	40,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	122.360 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	111.760 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	10.600 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	473 EUR/Jahr	14.190 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 66.743 EUR/Jahr	+ 2.002.290 EUR
	<u>67.216 EUR/Jahr</u>	<u>2.016.480 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	73.094 EUR/Jahr	2.192.820 EUR
Einsparung	5.878 EUR/Jahr	176.340 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 3 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.821 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	36.361 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	37,94 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	103.550 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	50.300 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	53.250 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	2.378 €/Jahr
Brennstoffkosten	88.218 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	90.596 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	96.943 €/Jahr

Mittlere Einsparung	6.347 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **12,37%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

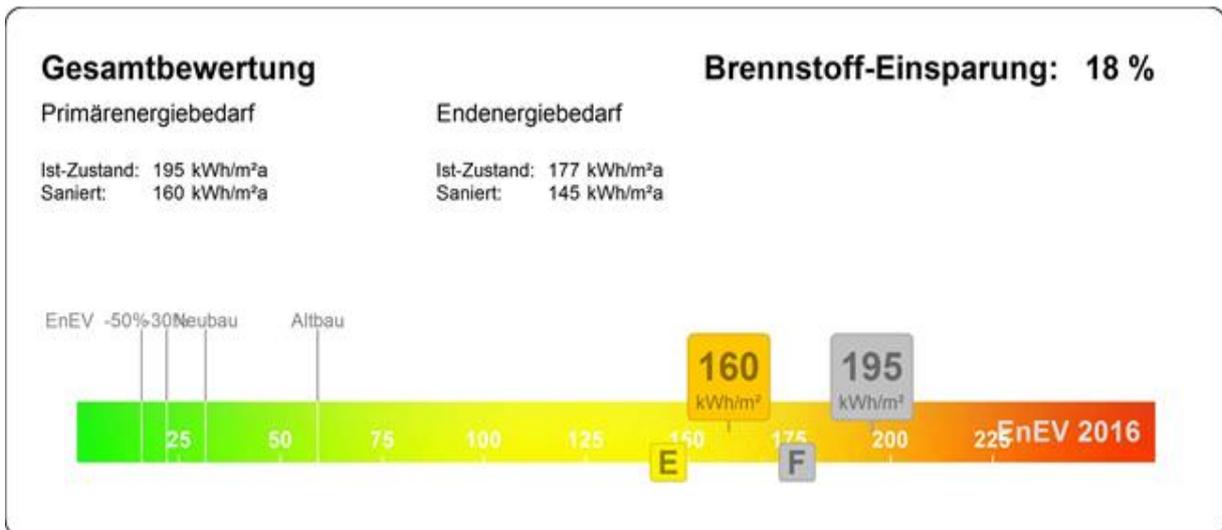
Amortisation **11 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0435 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	113.510 €	---	---	177,0	44,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	125.860 €	10.600 €	12.350 €	145,0	36,0
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches		1.750 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **2 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	125.860 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	113.510 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	12.350 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	551 EUR/Jahr	16.530 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 59.872 EUR/Jahr	+ 1.796.160 EUR
	<u>60.423 EUR/Jahr</u>	<u>1.812.690 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	73.094 EUR/Jahr	2.192.820 EUR
Einsparung	12.671 EUR/Jahr	380.130 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 2 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.821 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	32.617 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	64,66 %

**Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –****Grundlage: reale Verbrauchswerte****Investitionen**

Gesamt-Investitionskosten	107.050 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	52.050 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	55.000 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	2.456 €/Jahr
Brennstoffkosten	7.949 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	10.405 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	96.943 €/Jahr

Mittlere Einsparung	86.538 €/Jahr
---------------------	----------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **95,68%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **2 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0220 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung sowie eines hydraulischen Abgleiches			



Bilddokumentation





Freizeitanlage Rockenhübel

Objekt-Nr.:	14
Bezeichnung:	Freizeitanlage Rockenhübel
Straße:	Kornstraße 60
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1962
Baujahr der Heizung:	1997
Brutto-Grundfläche:	110 m ²
mittlere Innentempera- tur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Oberste Geschossdecke	161,50	0,70	0,24
	Außenwand	161,79	1,40	0,24
	Einfachverglasung	27,00	4,30	1,3
	Bodenplatte	161,50	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Umlaufwasserheizer		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Heizungsanlage		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

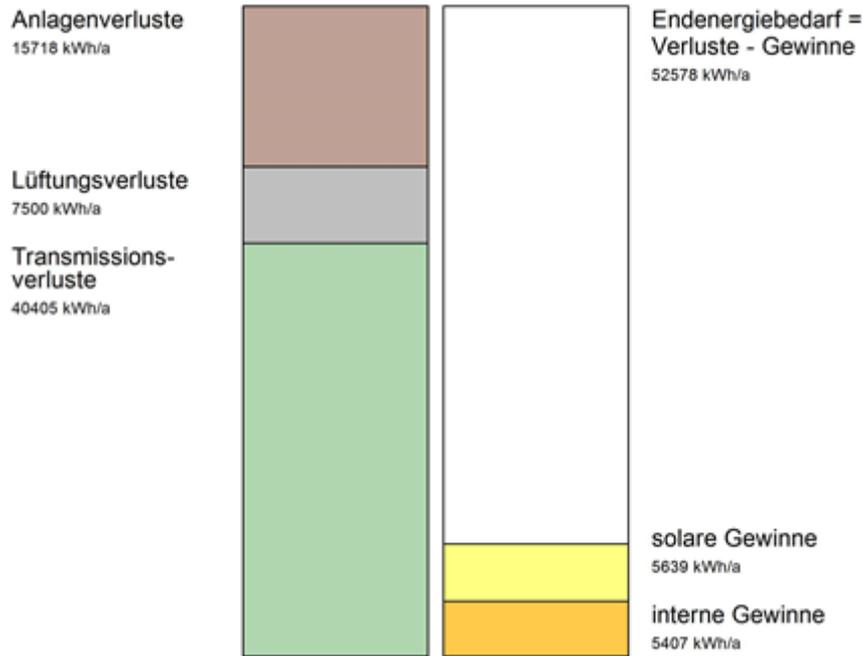


Abbildung 34: Ergebnisse der Berechnung Freizeitanlage Rockenhübel

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

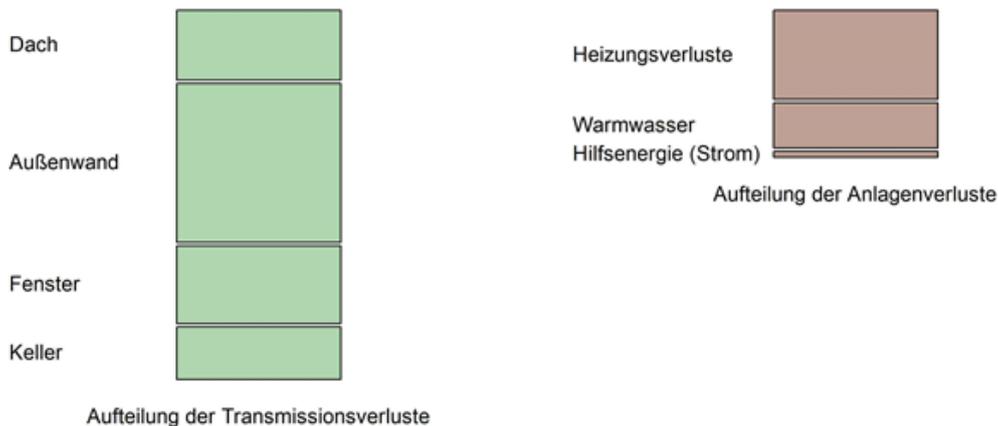


Abbildung 35: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Freizeitanlage Rockenhübel)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 364 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 364 kWh/m²a

Ist-Zustand: 328 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 230 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 121 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 88 kg/m²a



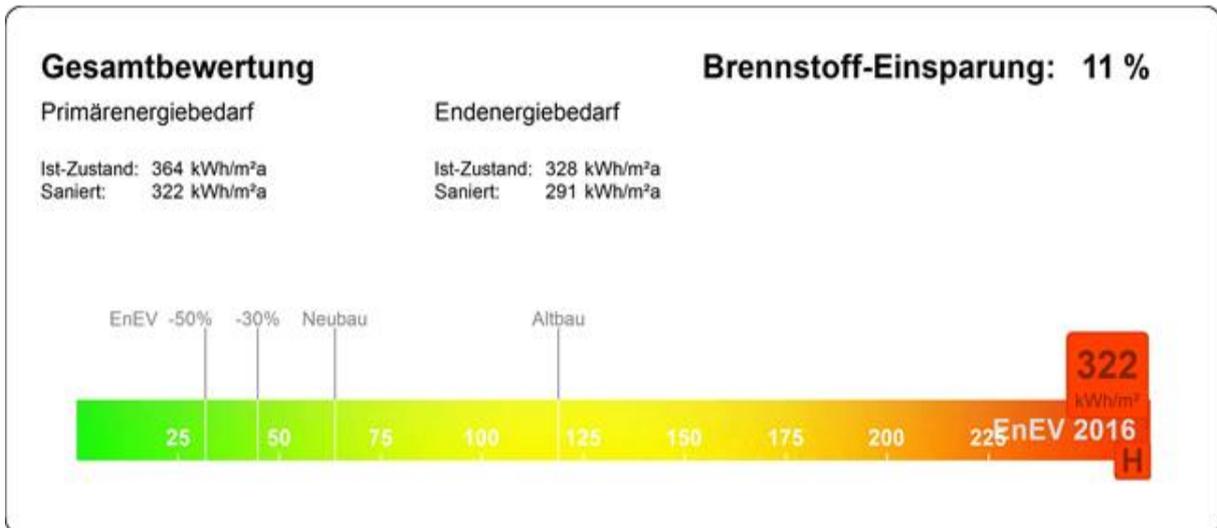


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	328,0	88,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	6.460 €	6.460 €	291,0	78,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **11 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	6.460 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	6.460 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	288 EUR/Jahr	8.640 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 7.869 EUR/Jahr	+ 236.070 EUR
	<u>8.157 EUR/Jahr</u>	<u>244.710 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.870 EUR/Jahr	266.100 EUR
Einsparung	713 EUR/Jahr	21.390 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

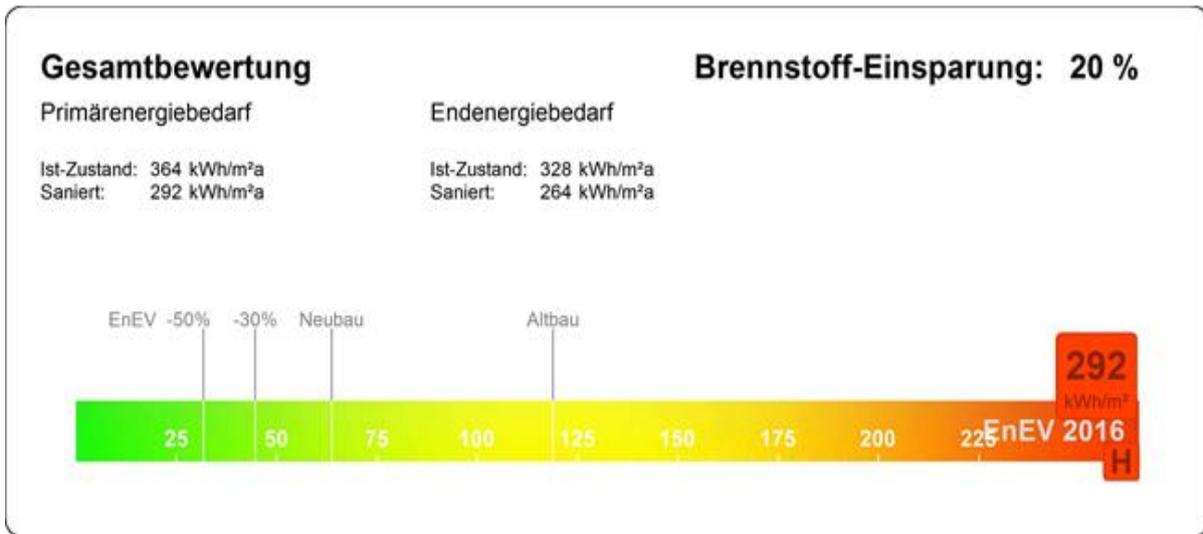
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.832 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.287 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,77 %



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	6.075 €	---	---	328,0	88,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	19.285 €	6.460 €	13.210 €	264,0	71,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		6.750 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	19.285 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	6.075 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	13.210 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	590 EUR/Jahr	17.700 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 7.141 EUR/Jahr	+ 214.230 EUR
	<u>7.731 EUR/Jahr</u>	<u>231.930 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.870 EUR/Jahr	266.100 EUR
Einsparung	1.139 EUR/Jahr	34.170 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 13 Jahre.

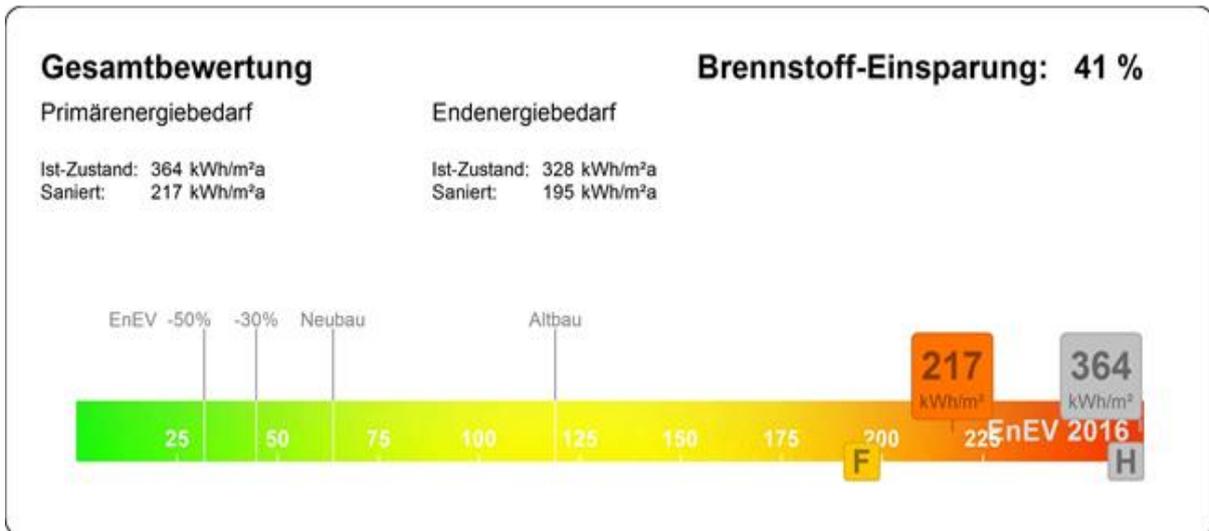
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.832 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.890 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	10,06 %



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	20.095 €	---	---	328,0	88,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035	37.155 €	6.460 €	17.060 €	195,0	53,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		6.750 €			
Einbau einer neuen Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Flüssig-gas sowie Zentrale Warmwasserbereitung über eine zu installierende Solaranlage		3.850 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **9 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	37.155 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	20.095 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	17.060 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	976 EUR/Jahr	29.280 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 5.367 EUR/Jahr	+ 161.010 EUR
	<u>6.343 EUR/Jahr</u>	<u>190.290 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.870 EUR/Jahr	266.100 EUR
Einsparung	2.527 EUR/Jahr	75.810 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.832 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.924 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	14,45 %



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer neuen Zentralheizung mit Brennwert-Kessel; Energieträger Flüssiggas sowie Zentrale Warmwasserbereitung über eine zu installierende Solaranlage			



Bauhof Friedhof - Wemmetsweiler

Objekt-Nr.: 15
 Bezeichnung: Bauhof Friedhof
 Wemmetsweiler
 Straße: Kirchhofstraße
 Ort: 66589 Wemmetsweiler
 Baujahr des Gebäudes: 1959
 Baujahr der Heizung: 1985
 Brutto-Grundfläche: 51 m²
 mittlere Innentempera-
 tur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bautelle	Anbau: Dachfläche	39,56	0,60	0,24
	Dachfläche	30,74	1,40	0,24
	Anbau: Außenwand	45,06	1,40	0,24
	Außenwand	56,38	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	5,00	2,70	1,3
	Anbau: Einfachverglasung Dach	2,00	5,00	1,4
	Doppelverglasung	5,00	3,00	1,3
	Einfachverglasung Dach	2,00	5,00	1,4
	Anbau: Bodenplatte	36,00	1,00	0,30
	Bodenplatte	28,35	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Umstell-/Wechselbrandkessel		
	Warmwasseraufbereitung	Zentrale Warmwasseraufbereitung über Heizungsanlage		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung

Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

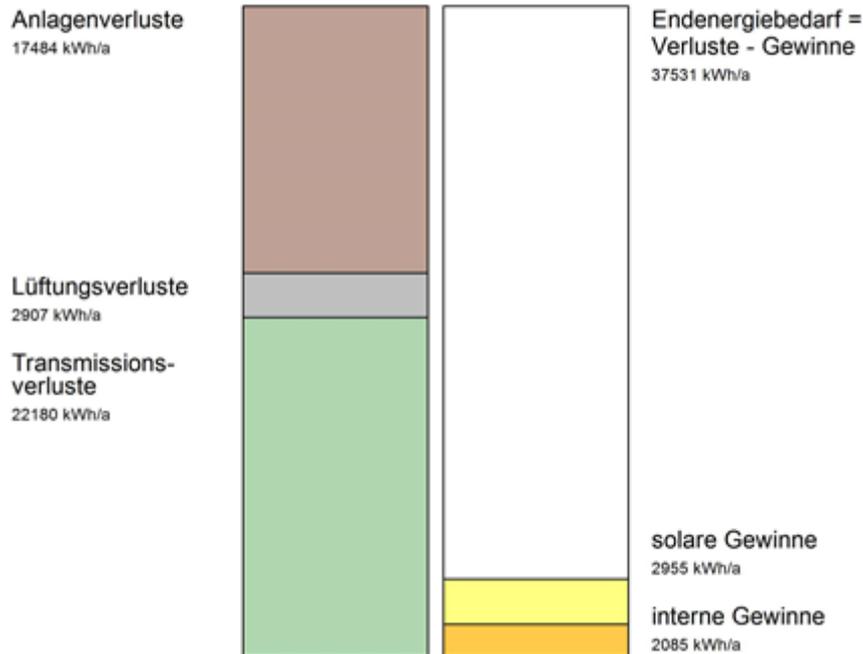


Abbildung 36: Ergebnisse der Berechnung Bauhof Friedhof Wemmetsweiler

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

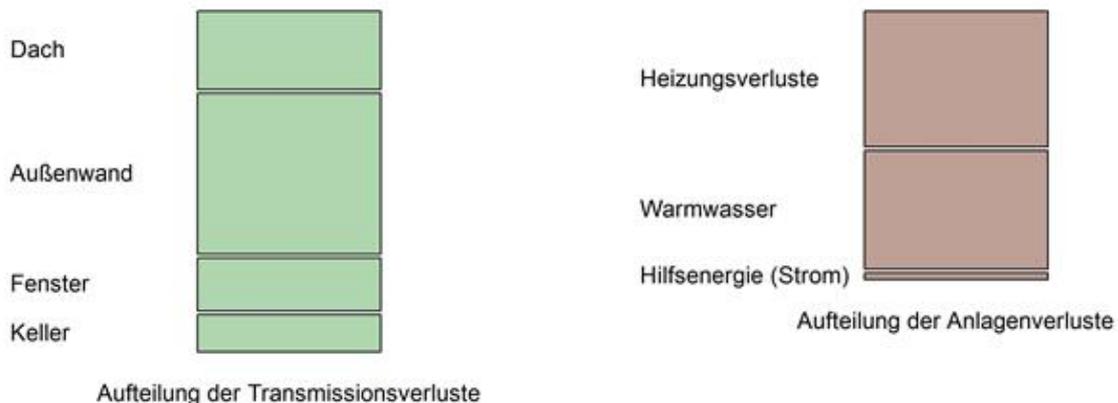


Abbildung 37: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Bauhof Friedhof Wemmetsweiler)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 670 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 670 kWh/m²a

Ist-Zustand: 604 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 323 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 334 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 150 kg/m²a



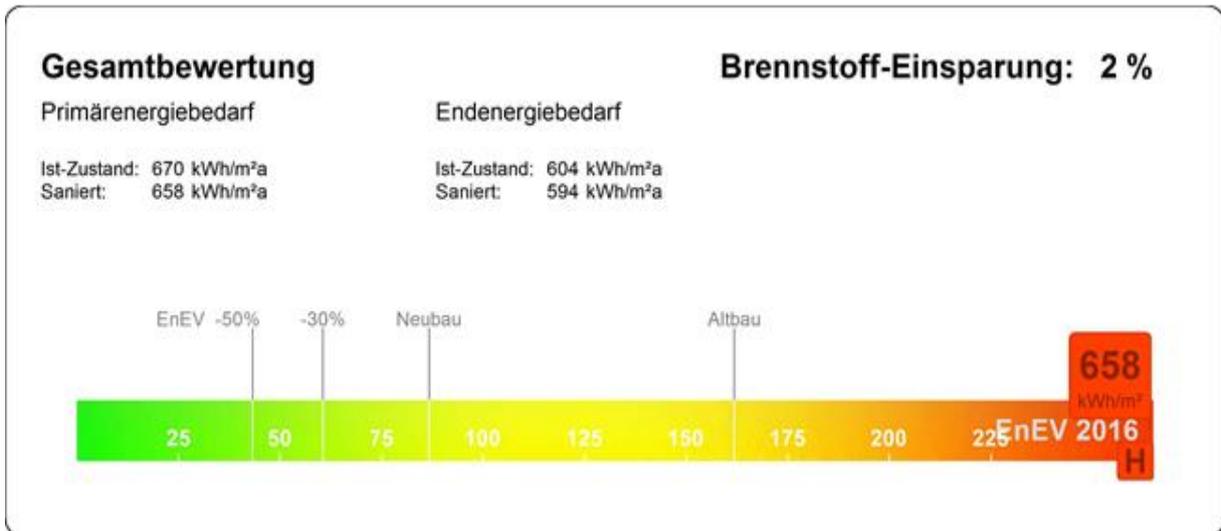


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	2.200 €	---	604,0	150,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	3.325 €	1.125 €	594,0	148,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **22 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	3.325 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	2.200 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	1.125 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	50 EUR/Jahr	1.500 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.746 EUR/Jahr	+ 142.380 EUR
	<u>4.796 EUR/Jahr</u>	<u>143.880 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.824 EUR/Jahr	144.720 EUR
Einsparung	28 EUR/Jahr	840 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 22 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.628 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.586 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	4,89 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	3.325 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	2.200 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	1.125 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	50 €/Jahr
Brennstoffkosten	7.896 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	<hr/> 7.946 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.057 €/Jahr

Mittlere Einsparung	111 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **10,95%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

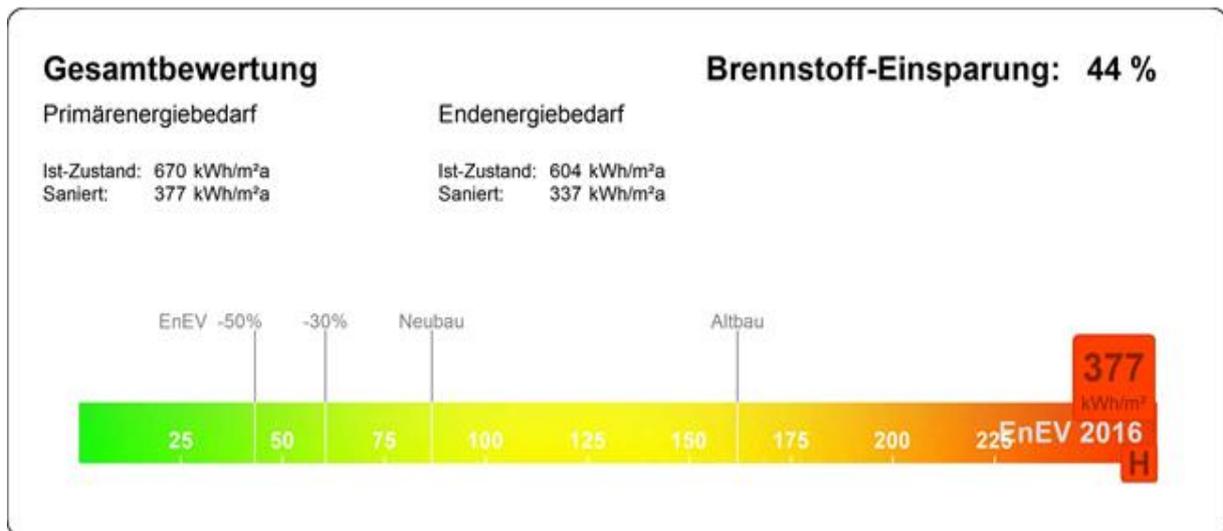
Amortisation **12 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0758 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	9.200 €	---	---	604,0	150,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	16.225 €	1.125 €	7.025 €	337,0	86,0
Einbau einer Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Erdgas E) sowie Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage		5.900 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **7 Jahren**.

Die Heizungsanlage muss gemäß der EnEV 2014 Richtlinie zeitnah erneuert werden.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	16.225 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	9.200 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	7.025 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	442 EUR/Jahr	13.260 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 2.968 EUR/Jahr	+ 89.040 EUR
	<u>3.410 EUR/Jahr</u>	<u>102.300 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.824 EUR/Jahr	144.720 EUR
Einsparung	1.414 EUR/Jahr	42.420 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 7 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.628 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.617 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	17,98 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	16.225 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	9.200 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	7.025 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	442 €/Jahr
Brennstoffkosten	4.995 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	5.437 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.057 €/Jahr

Mittlere Einsparung	2.620 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **28,33%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **5 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0266 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer Zentral-heizung mit Brennwert-Kessel (Erdgas E) so-wie Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage			



Leichenhalle - Wemmetsweiler

Objekt-Nr.:	16
Bezeichnung:	Leichenhalle Wemmetsweiler
Straße:	Steinstraße
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1964
Baujahr der Heizung:	2002
Brutto-Grundfläche:	258 m ²
mittlere Innentempera- tur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Anbau: Dachfläche	173,88	1,40	0,20
	Dachfläche	130,22	1,40	0,20
	Anbau: Außenwand	121,77	1,40	0,24
	Außenwand	183,32	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	29,00	2,70	1,3
	Einfachverglasung	38,00	5,00	1,3
	Anbau: Bodenplatte	171,24	1,00	0,30
	Bodenplatte	128,25	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Brennwert-Kessel		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

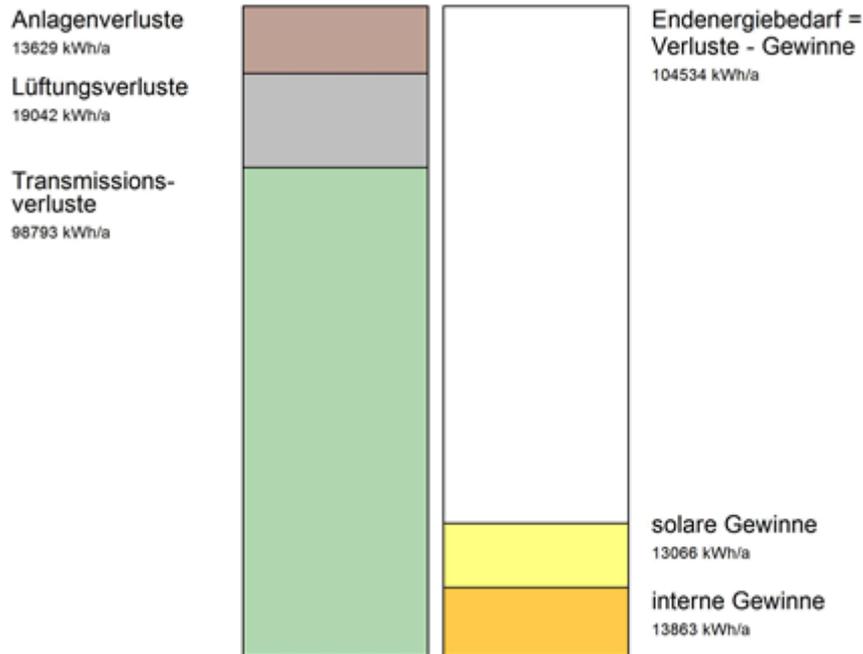


Abbildung 38: Ergebnisse der Berechnung Leichenhalle - Wemmetsweiler

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

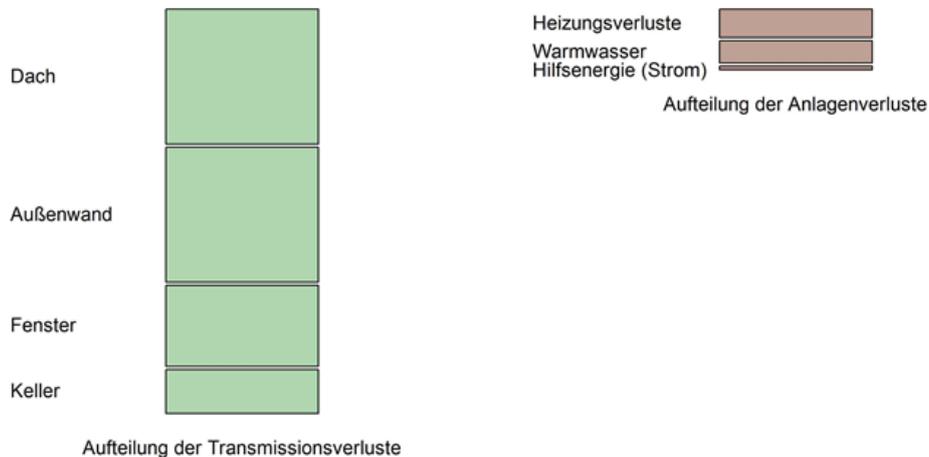
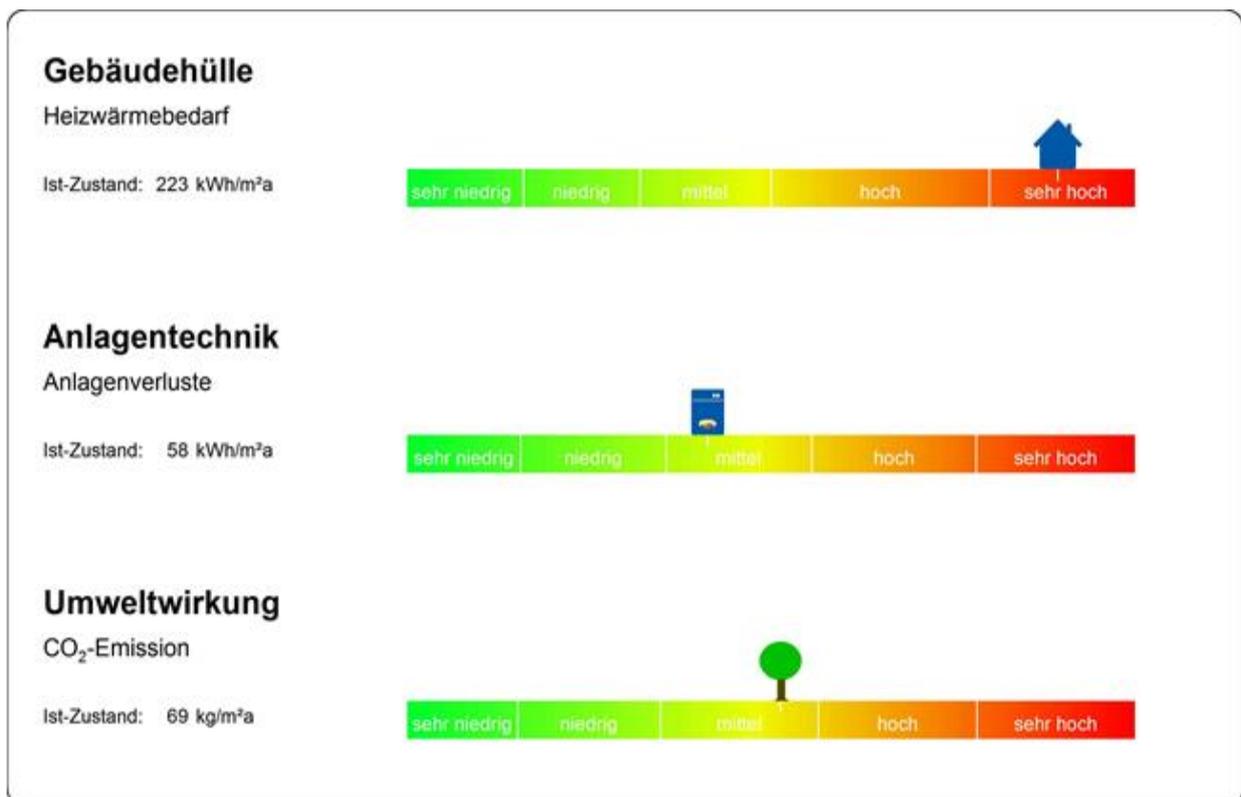
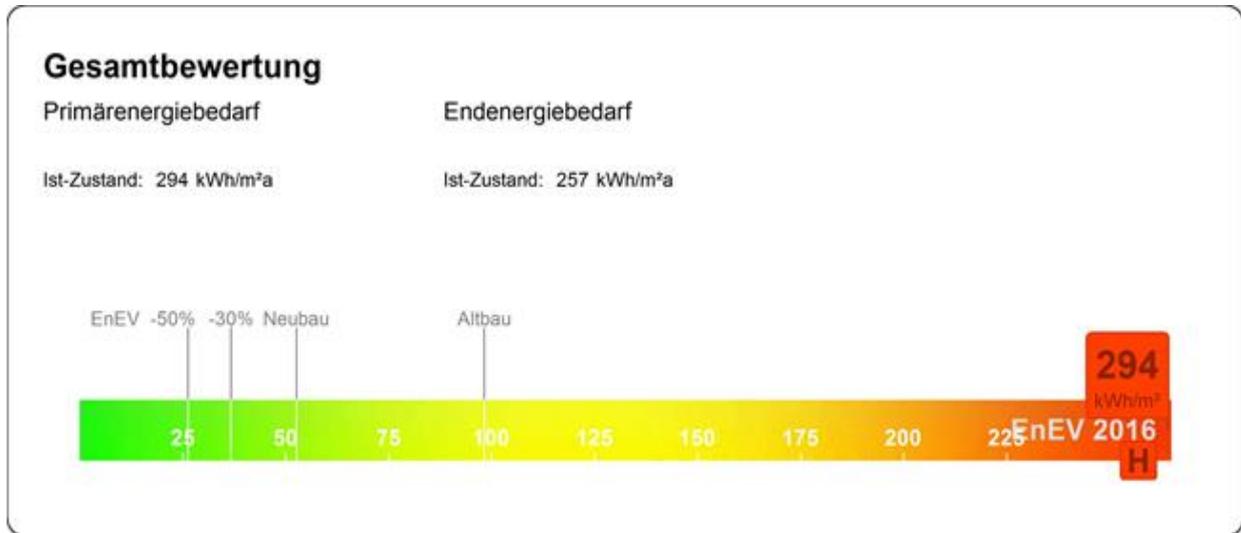


Abbildung 39: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Leichenhalle - Wemmetsweiler)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 294 kWh/m²a.



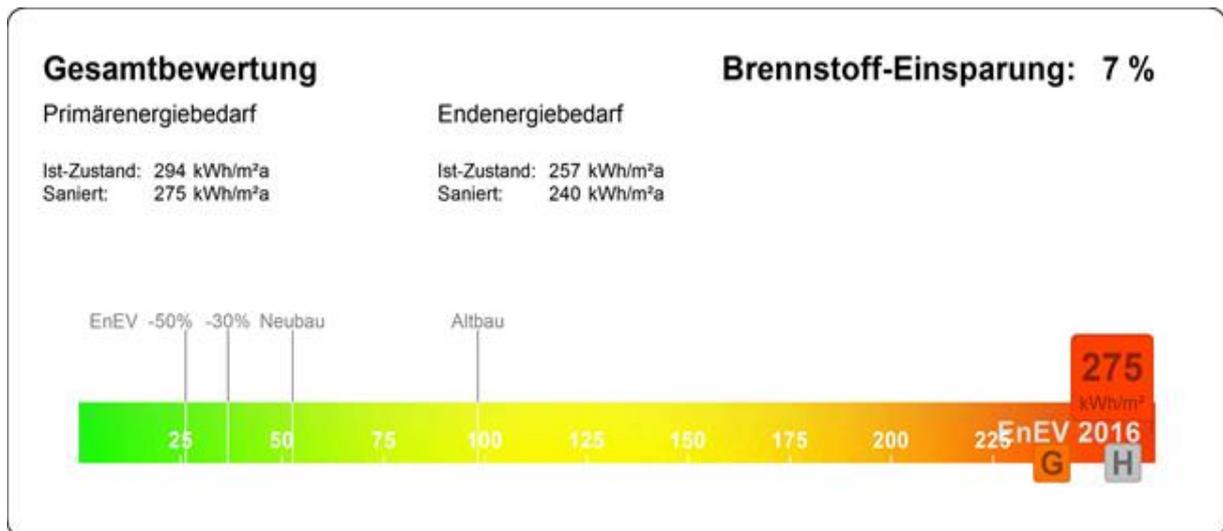


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	8.550 €	---	257,0	69,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	18.050 €	9.500 €	240,0	65,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **18 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	18.050 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	8.550 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	9.500 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	424 EUR/Jahr	12.720 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 14.274 EUR/Jahr	+ 428.220 EUR
	<u>14.698 EUR/Jahr</u>	<u>440.940 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.110 EUR/Jahr	453.300 EUR
Einsparung	412 EUR/Jahr	12.360 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 18 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.232 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.776 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	6,63 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	18.050 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	8.550 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	9.500 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	424 €/Jahr
Brennstoffkosten	8.934 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	9.358 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	9.504 €/Jahr

Mittlere Einsparung	146 €/Jahr
---------------------	-------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **3,87%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

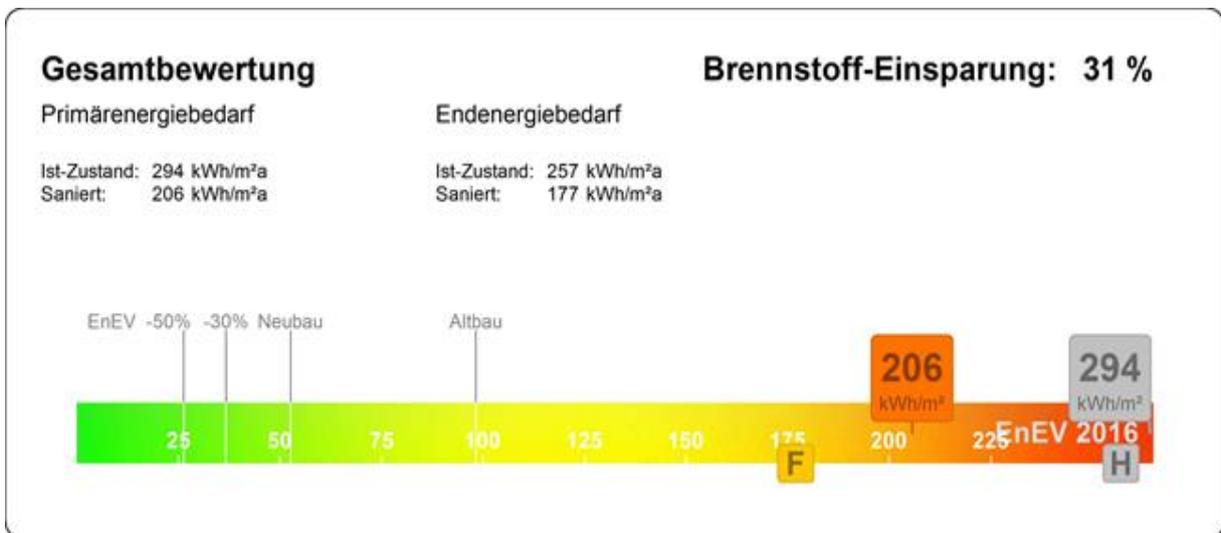
Amortisation **24 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0596 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	55.061 €	---	---	257,0	69,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	96.189 €	9.500 €	41.128 €	177,0	49,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau		31.628 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	96.189 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	55.061 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	41.128 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.836 EUR/Jahr	55.080 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 11.289 EUR/Jahr	+ 338.670 EUR
	<u>13.125 EUR/Jahr</u>	<u>393.750 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.110 EUR/Jahr	453.300 EUR
Einsparung	1.985 EUR/Jahr	59.550 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 17 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.232 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.150 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	7,06 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	96.189 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	55.061 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	41.128 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.836 €/Jahr
Brennstoffkosten	7.128 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	8.965 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	9.504 €/Jahr

Mittlere Einsparung	539 €/Jahr
----------------------------	-------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **3,62%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

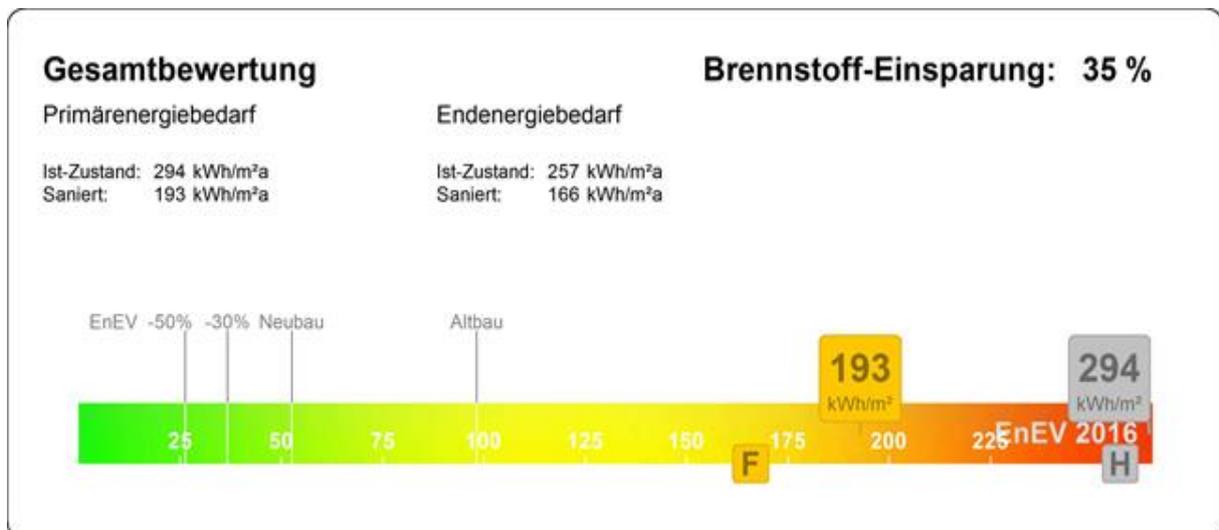
Amortisation **25 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0565 €/kWh**



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	56.061 €	---	---	257,0	69,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	98.689 €	9.500 €	42.628 €	166,0	46,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau		31.628 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches		1.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **15 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	98.689 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	56.061 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	42.628 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.903 EUR/Jahr	57.090 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 10.658 EUR/Jahr	+ 319.740 EUR
	<u>12.561 EUR/Jahr</u>	<u>376.830 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	15.110 EUR/Jahr	453.300 EUR
Einsparung	2.549 EUR/Jahr	76.470 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.232 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.806 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	8,02 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	98.689 €
ohnehin erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	56.061 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	42.628 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	1.903 €/Jahr
Brennstoffkosten	6.670 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	<u>8.573 €/Jahr</u>
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	9.504 €/Jahr

Mittlere Einsparung	931 €/Jahr
---------------------	------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **4,57%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **22 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0513 €/kWh**



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches			

Pavillongebäude Rosengarten

Objekt-Nr.:	17
Bezeichnung:	Pavillongebäude Rosengarten
Straße:	Peterstraße
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1957
Baujahr der Heizung:	2010
Brutto-Grundfläche:	93 m ²
mittlere Innentempera- tur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Anbau: Oberste Geschossdecke	19,75	0,80	0,24
	Oberste Geschossdecke	138,00	0,80	0,24
	Anbau: Außenwand	34,67	1,40	0,24
	Außenwand	145,14	1,40	0,24
	Anbau: Doppelverglasung	3,00	2,70	1,3
	Doppelverglasung	24,00	2,70	1,3
	Anbau: Kellerdecke	19,75	1,50	0,30
	Kellerdecke	138,00	1,50	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit NT-Kessel		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

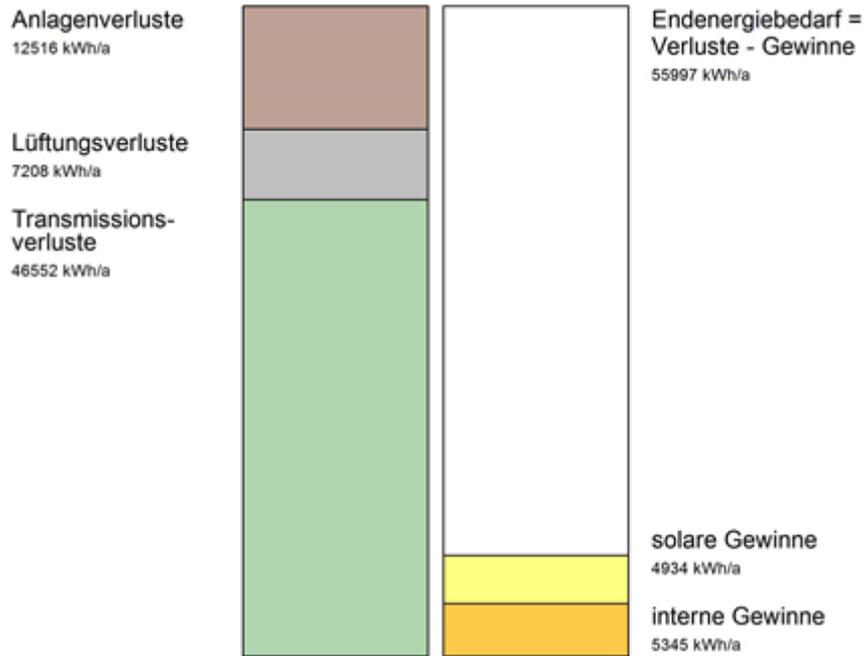


Abbildung 40: Ergebnisse der Berechnung Pavillongebäude Rosengarten

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

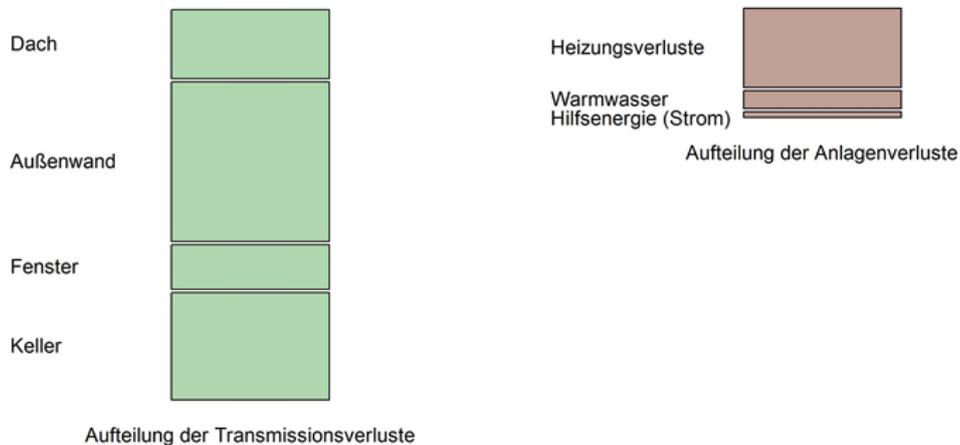
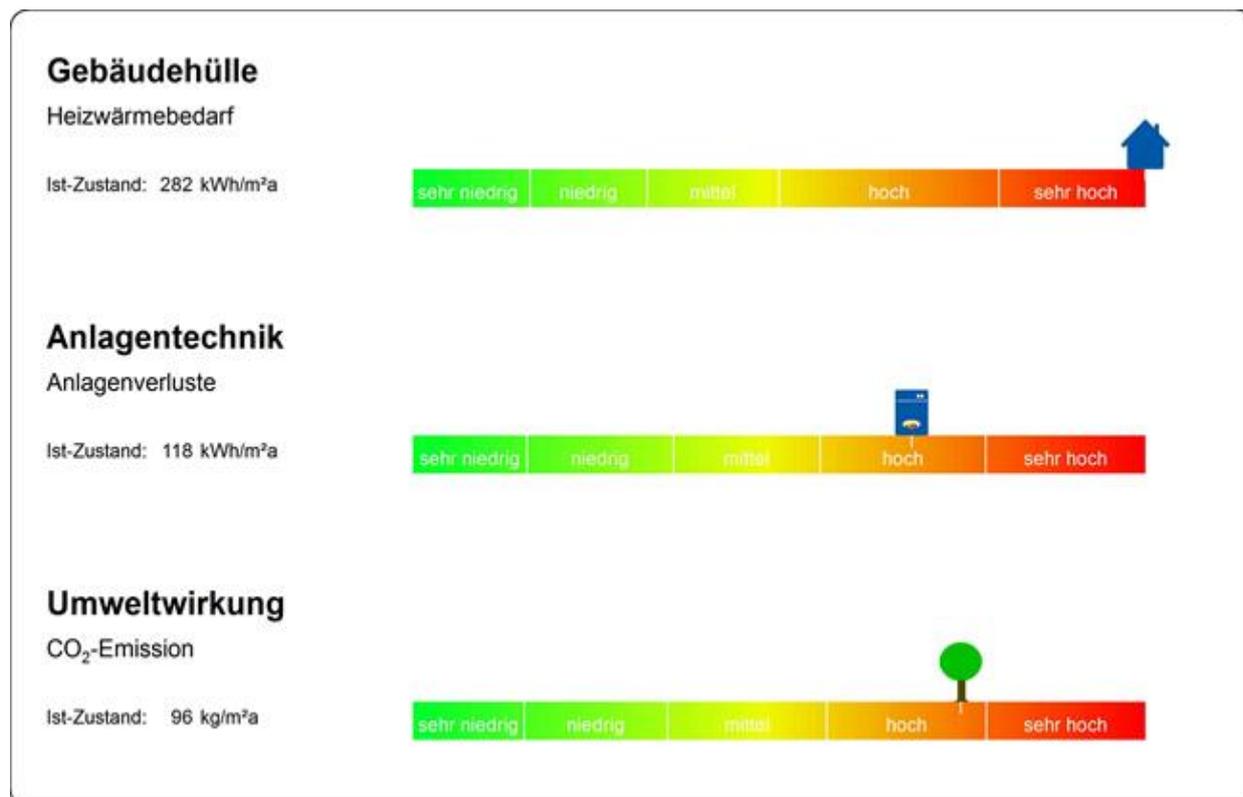
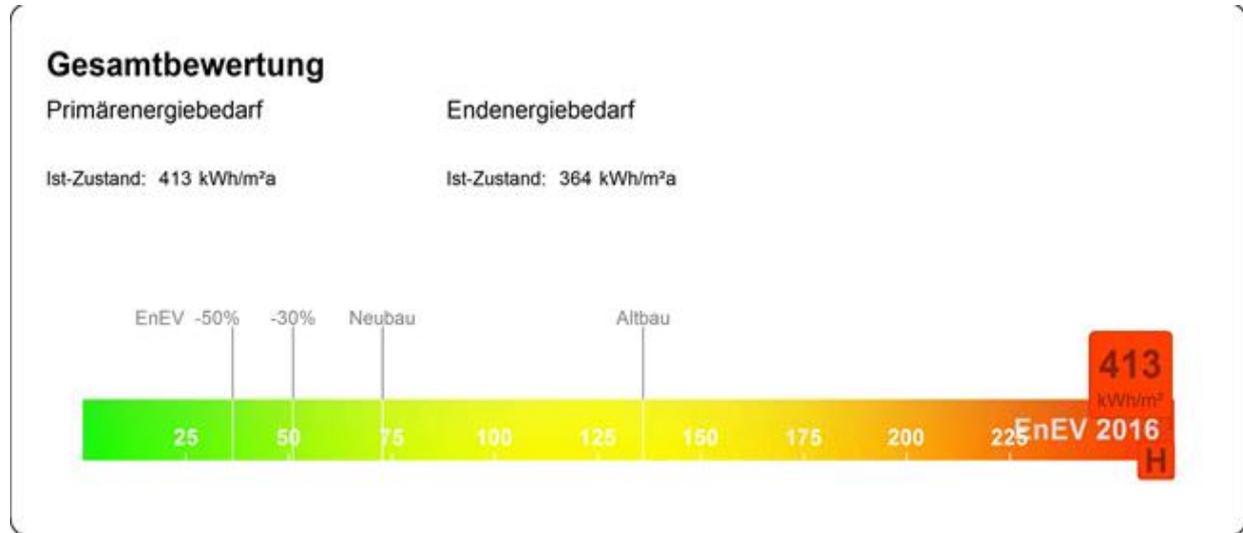


Abbildung 41: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Pavillongebäude Rosengarten)



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 413 kWh/m²a.



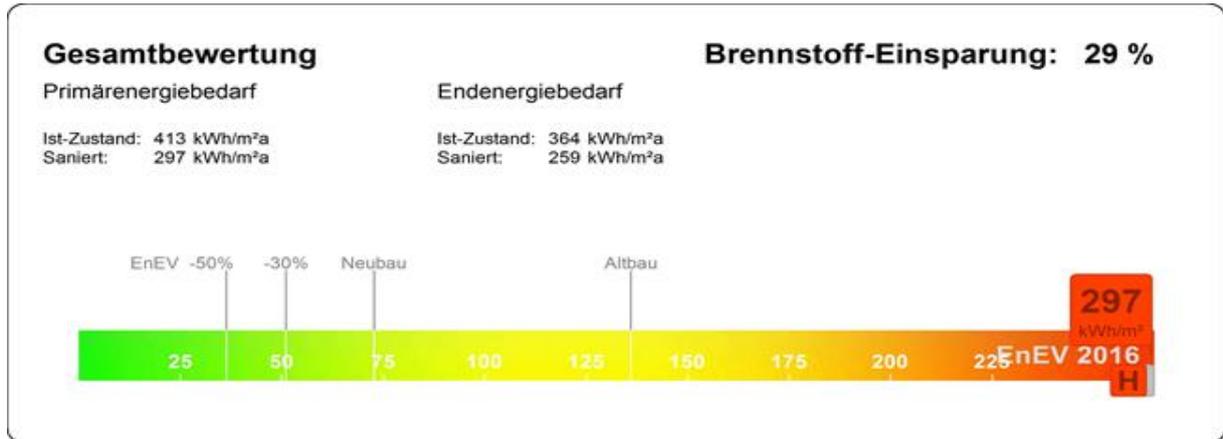


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	364,0	96,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	10.569 €	10.569 €	259,0	70,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **18 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	10.569 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	10.569 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	472 EUR/Jahr	14.160 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 6.117 EUR/Jahr	+ 183.510 EUR
	<u>6.589 EUR/Jahr</u>	<u>197.670 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.032 EUR/Jahr	240.960 EUR
Einsparung	1.443 EUR/Jahr	43.290 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 10 Jahre.

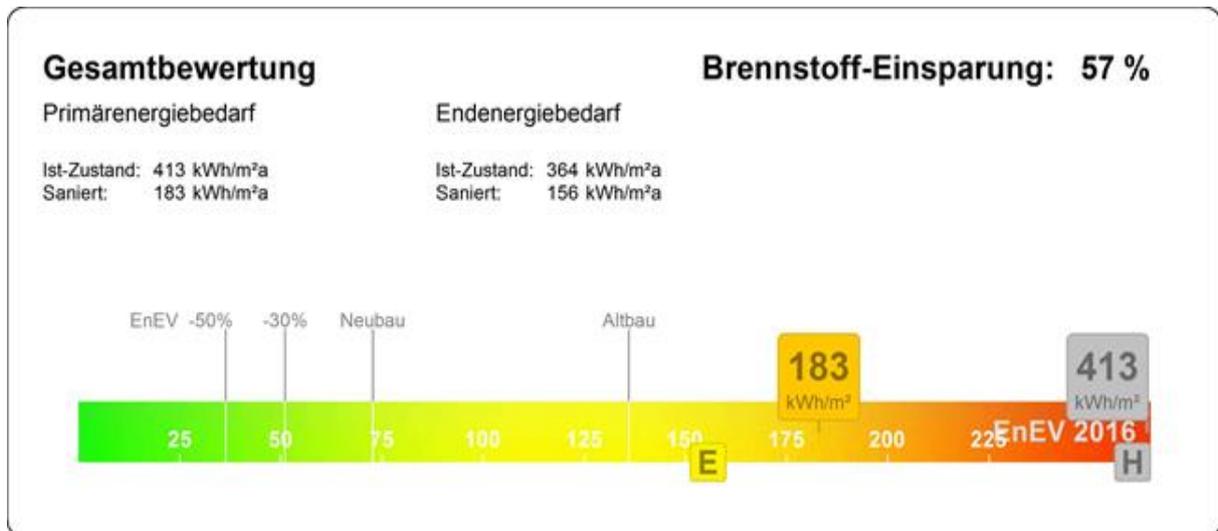
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.376 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.332 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	13,53 %



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	25.850 €	---	---	364,0	96,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	53.997 €	10.569 €	28.147 €	156,0	45,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau		17.578 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **12 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	53.997 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	25.850 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	28.147 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.257 EUR/Jahr	37.710 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.237 EUR/Jahr	+ 127.110 EUR
	<u>5.494 EUR/Jahr</u>	<u>164.820 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.032 EUR/Jahr	240.960 EUR
Einsparung	2.538 EUR/Jahr	76.140 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

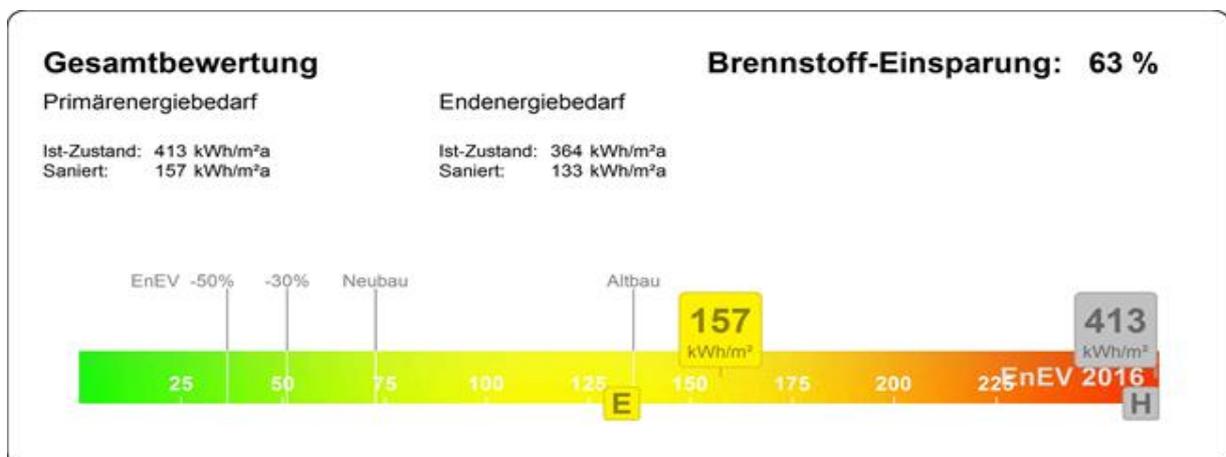
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.376 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.309 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	10,35 %



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	26.850 €	---	---	364,0	96,0
Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	56.497 €	10.569 €	29.647 €	133,0	39,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau		17.578 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches		1.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **12 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	56.497 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	26.850 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	29.647 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.324 EUR/Jahr	39.720 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.763 EUR/Jahr	+ 112.890 EUR
	<u>5.087 EUR/Jahr</u>	<u>152.610 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.032 EUR/Jahr	240.960 EUR
Einsparung	2.945 EUR/Jahr	88.350 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	4.376 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.050 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	11,00 %



Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
<p>Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie:</p> <p>Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035</p>			
<p>Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie:</p> <p>Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau</p>			
<p>Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der obersten Geschossdecke um 24 cm, WLG 035 sowie:</p> <p>Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035</p> <p>Anbau: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 auch im Anbau sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleiches</p>			



Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)

Objekt-Nr.:	18
Bezeichnung:	Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)
Straße:	In der Wolfskaul 8a
Ort:	66589 Wemmetsweiler
Baujahr des Gebäudes:	1959
Baujahr der Heizung:	1987
Brutto-Grundfläche:	1.054 m ²
mittlere Innentemperatur:	19,0 °C
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Dachfläche	304,63	1,40	0,20
	Außenwand	378,53	1,40	0,24
	Doppelverglasung	116,00	4,30	1,3
	Bodenplatte	300,00	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	Zentralheizung mit Gebläsekessel		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Kleinspeicher sowie Elektro-Durchlauferhitzer		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung

Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

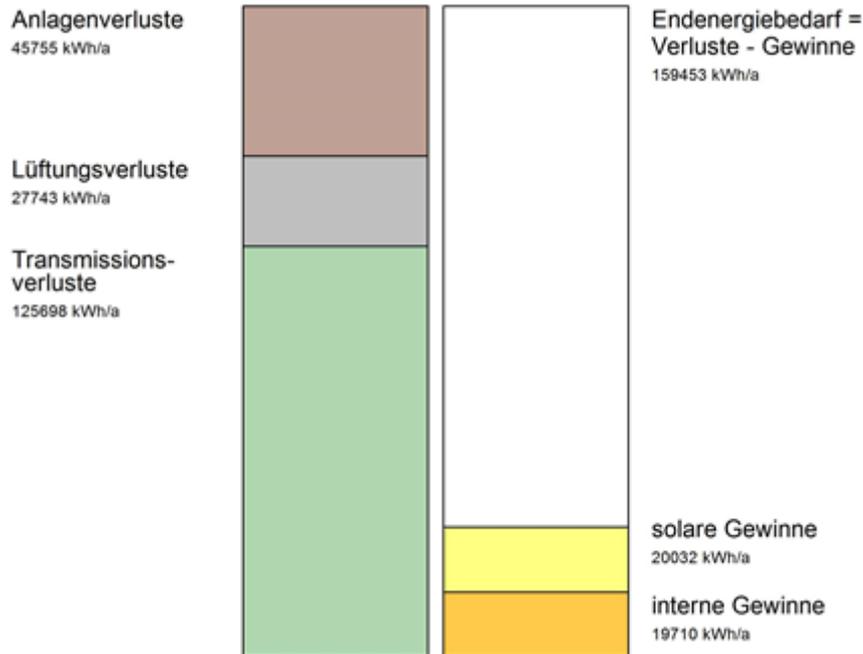


Abbildung 42: Ergebnisse der Berechnung Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)

Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

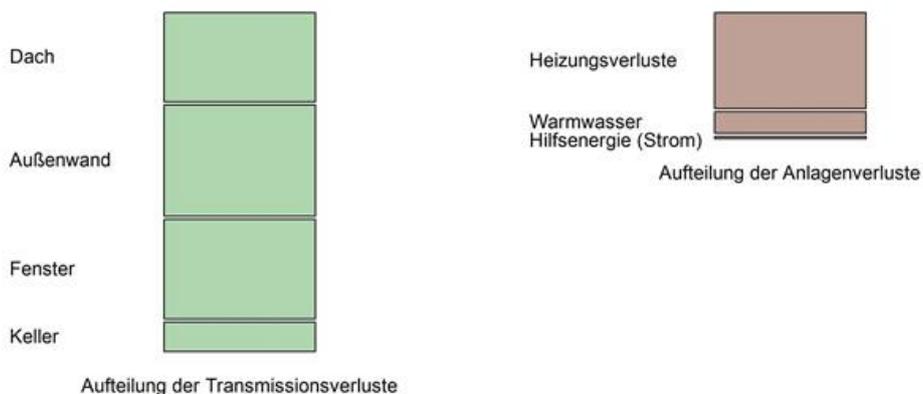


Abbildung 43: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle))



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 307 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 307 kWh/m²a

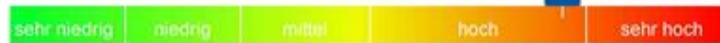
Ist-Zustand: 269 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 192 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 102 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 72 kg/m²a



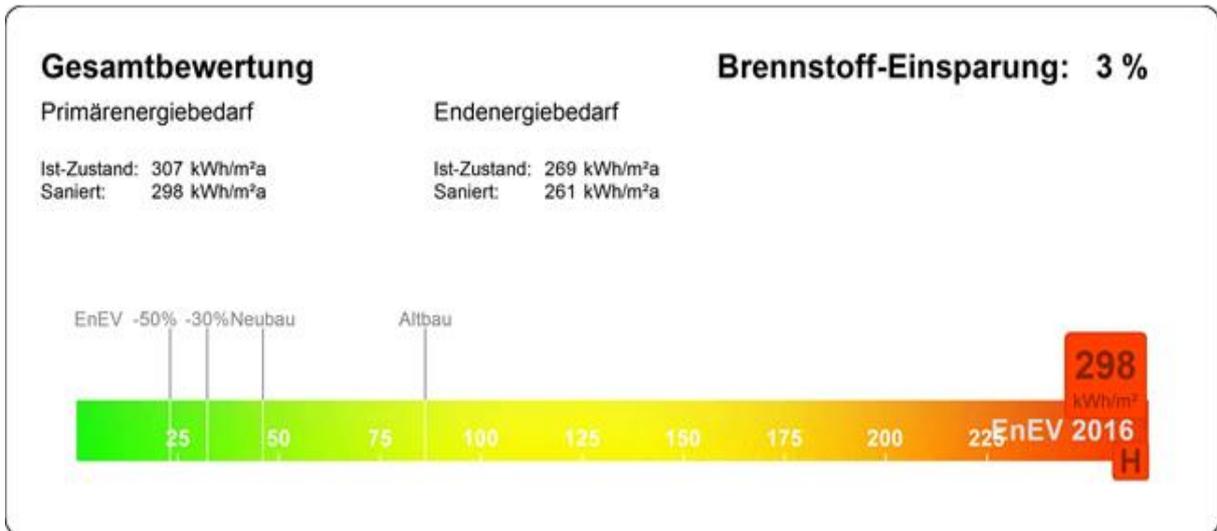


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	5.400 €	---	269,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	11.400 €	6.000 €	261,0	70,0



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	11.400 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	5.400 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	6.000 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	268 EUR/Jahr	8.040 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 21.906 EUR/Jahr	+ 657.180 EUR
	<u>22.174 EUR/Jahr</u>	<u>665.220 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	22.455 EUR/Jahr	673.650 EUR
Einsparung	281 EUR/Jahr	8.430 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 17 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.233 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	11.934 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	6,92 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 1 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	11.400 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	5.400 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	6.000 €
--	----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	268 €/Jahr
Brennstoffkosten	32.428 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	32.695 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	33.089 €/Jahr

Mittlere Einsparung	394 €/Jahr
---------------------	-------------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **8,49%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

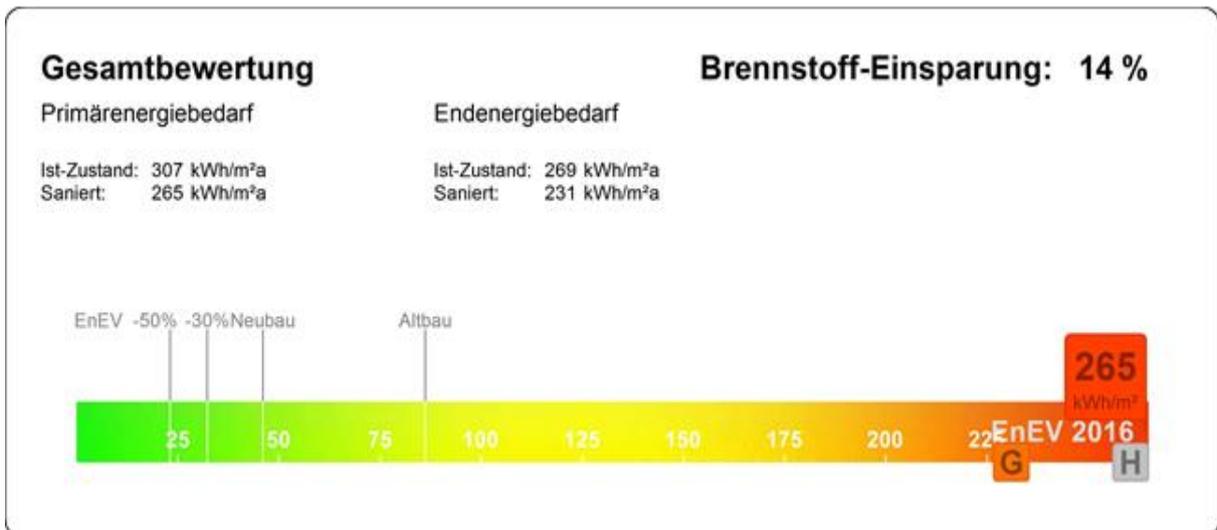
Amortisation **15 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0570 €/kWh**



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	13.400 €	---	---	269,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	24.900 €	6.000 €	11.500 €	231,0	62,0
Einbau einer neuen Zentralheizung mit NT-Kessel; Energieträger Erdgas		5.500 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **8 Jahren**.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	24.900 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	13.400 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	11.500 EUR
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer **von 30,0 Jahren** gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	819 EUR/Jahr	24.570 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 19.864 EUR/Jahr	+ 595.920 EUR
	<u>20.683 EUR/Jahr</u>	<u>620.490 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	22.455 EUR/Jahr	673.650 EUR
Einsparung	1.772 EUR/Jahr	53.160 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 8 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	12.233 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	10.822 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %
Interner Zinsfuß	15,07 %



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Maßnahme 2 –

Grundlage: reale Verbrauchswerte

Investitionen

Gesamt-Investitionskosten	24.900 €
ohnein erforderliche Kosten (Erhaltungsaufwand)	13.400 €

Kosten der Energiesparmaßnahmen	11.500 €
--	-----------------

Mittlere jährl. Kosten (Annuitäten) im Betrachtungszeitraum (30 Jahre)

Kapitalkosten	819 €/Jahr
Brennstoffkosten	29.119 €/Jahr
Wartungskosten	+ 0 €/Jahr
Gesamtkosten	29.938 €/Jahr
mittl. Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	33.089 €/Jahr

Mittlere Einsparung	3.151 €/Jahr
---------------------	--------------

Weitere Kenngrößen

Interner Zinsfuß **22,73%**

Die Investition ist wirtschaftlich, ihre interne Verzinsung liegt über dem Kalkulationszinssatz.

Amortisation **6 Jahre**

Preis der eingesparten Kilowattstunde **0,0364 €/kWh**

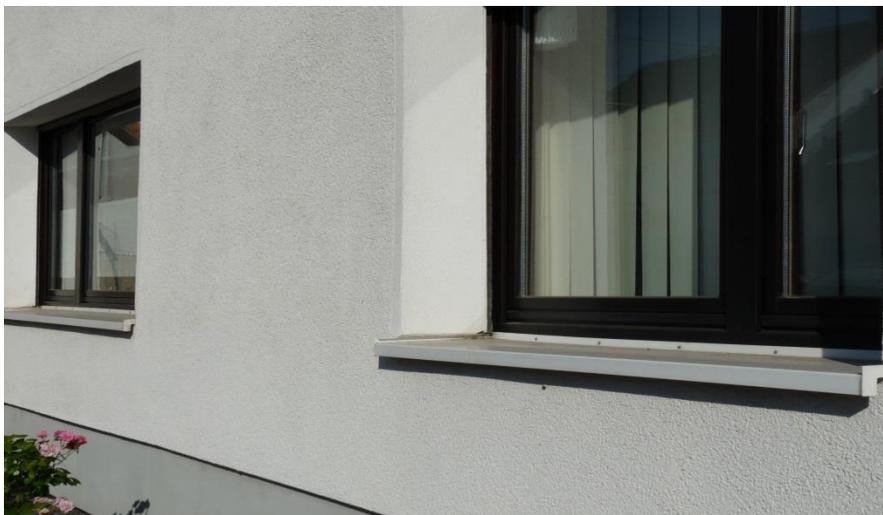


Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Einbau einer neuen Zentralheizung mit NT-Kessel; Energieträger Erdgas			



Bilddokumentation





9 Baustein 3 – Feinanalyse

In Baustein 2 wurden die Liegenschaften bereits grob analysiert. Für eine beschränkte Anzahl von Gebäuden wird in Baustein 3 eine Feinanalyse durchgeführt. Diese kann nur bei den Gebäuden gefördert werden, die voraussichtlich innerhalb der nächsten fünf Jahre energetisch saniert werden sollen.

9.1 Vorgehen

Diese Untersuchung basiert auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen. Die Feinanalyse basiert auf der detaillierten Beschreibung des aktuellen energetischen Zustands der Gebäudehülle und der vorhandenen technischen Gebäudeausrüstung. Die Erkenntnisse aus der Gebäudebewertung nach Baustein 2 fließen in die Bearbeitung mit ein. Die einzelnen Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (Bodenplatte/Kellerdecke, Außenwand, Fenster, oberste Geschossdecke/Dach) wurden zu ihrem baulichen Zustand beschrieben. Der zugehörige U-Wert wurde entweder aus der zur Verfügung gestellten Unterlagen geprüft übernommen oder als üblicher Wert der jeweiligen Baualterklasse aus den Regeln zur Datenaufnahme [BMVBS 2009 b] entnommen. Die Bewertung erfolgte in der Gegenüberstellung des U-Wertes, der bei erstmaligen Einbau, Ersatz, Erneuerung oder Einbau von Dämmschichten nach der derzeit gültigen Energieeinsparverordnung 2014 [EnEV 2014] eingehalten werden muss. Vervollständigt wurde die Beschreibung des baulichen Zustands durch die Erfassung und Ausweisung von Wärmebrücken und Lüftungs-wärmeverlusten. Dazu wurde zwischen geometrischen und konstruktiven Wärmebrücken sowie Wärmebrücken durch unsachgemäße Ausführung unterschieden. Im Zuge dessen wurden Verbesserungsvorschläge zur Vermeidung von Wärmebrücken und zur Minderung von Lüftungswärmeverlusten genannt. Für den Ist-Zustand wurde eine Energiebilanz der einzelnen Gebäude erstellt. Auf dieser Grundlage wurden Maßnahmenvorschläge zur energetischen Verbesserung der Liegenschaften ausgearbeitet, indem das Einsparpotenzial sowie die erforderlichen Investitionskosten ermittelt und die statische Amortisationszeit zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit bestimmt wurden. Die Vorschläge sind so gestaltet, dass die Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung übertroffen werden und besonders auf energieeffiziente Anlagen-technik und Nutzung erneuerbarer Energien geachtet wurde. Das Ziel der Förderrichtlinie ist es, den Klimaschutz durch CO₂-Einsparung zu unterstützen.



Anlage B – Datenblätter für die Gebäude (Baustein 3)

Allenfeldschule Trakt 1 (Feinanalyse) S.1/24

Allenfeldschule Trakt 1 (Feinanalyse)

Objekt-Nr.: 2
 Bezeichnung: Allenfeldschule Trakt 1
 Straße: Allenfeldstraße 16b
 Ort: 66589 Merchweiler
 Baujahr des Gebäudes: 1961
 Baujahr der Heizung: 1998
 Brutto-Grundfläche: 2.749 m²
 mittlere Innentemperatur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Flachdach	1188,46	0,23	0,24
	Außenwand	1144,10	0,48	0,24
	Doppelverglasung	468,00	4,30	1,3
	Kellerdecke	1188,46	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	NT-Gebläse-Kessel von 1998		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Durchlauferhitzer von 1990		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

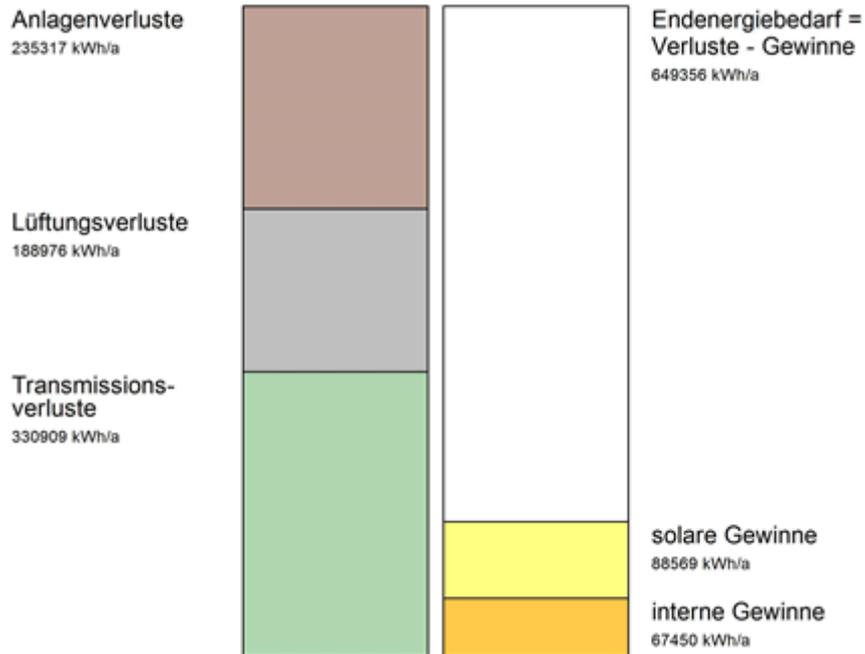
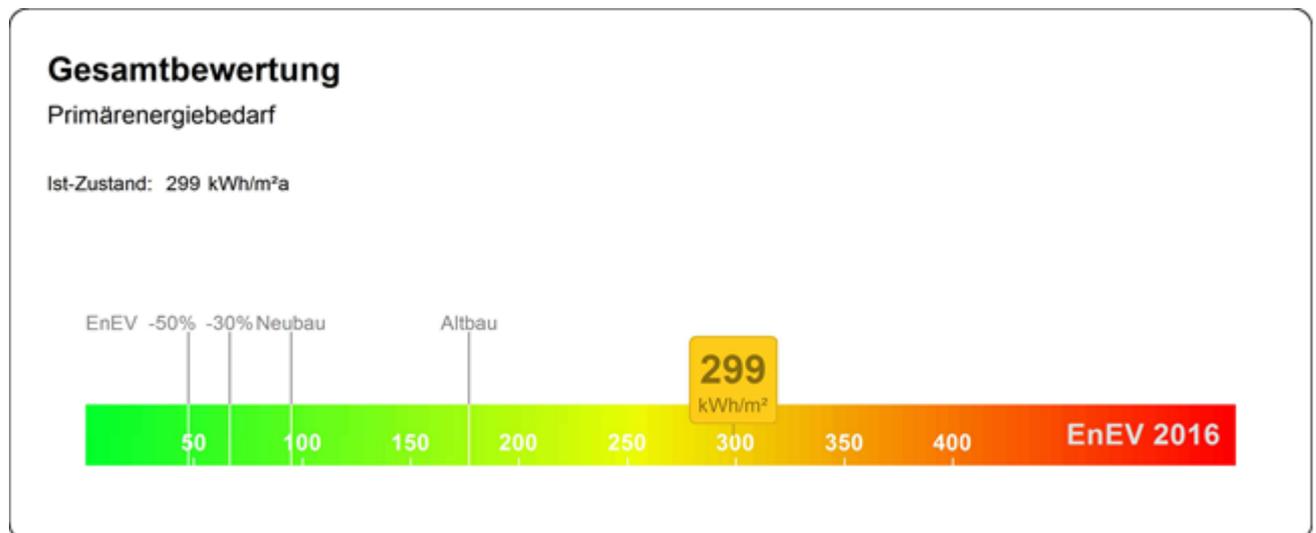


Abbildung 44: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule Trakt 1

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 299 kWh/m²a.



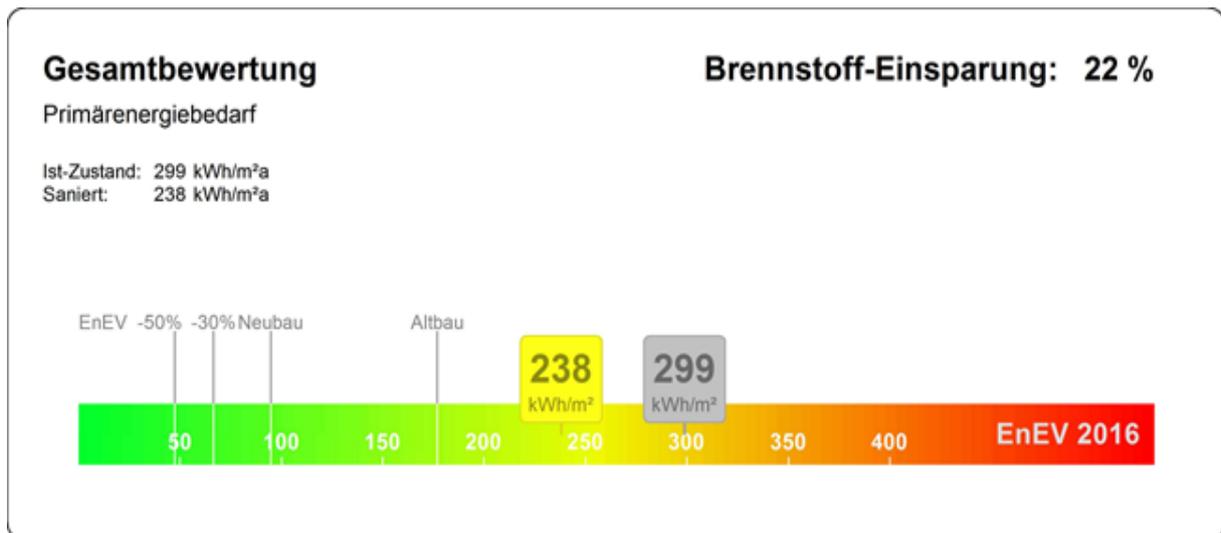


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	163.800 €		281,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	222.300 €	58.500 €	219,0	59,0

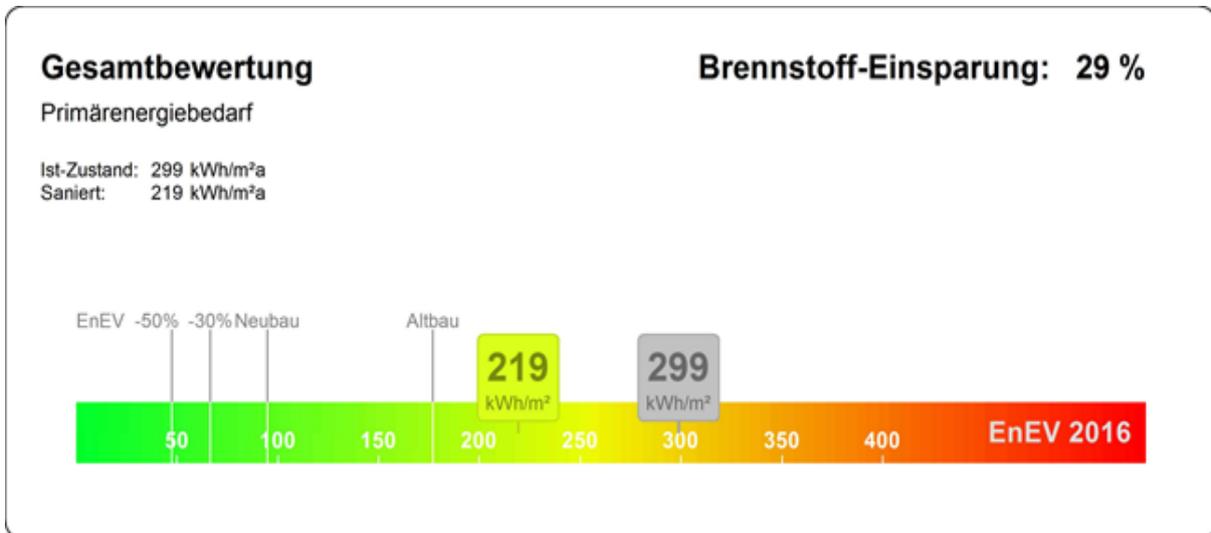


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **7 Jahren**.



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	367.437 €	---	---	281,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	564.411 €	58.500 €	196.974 €	201,0	55,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		137.474 €			

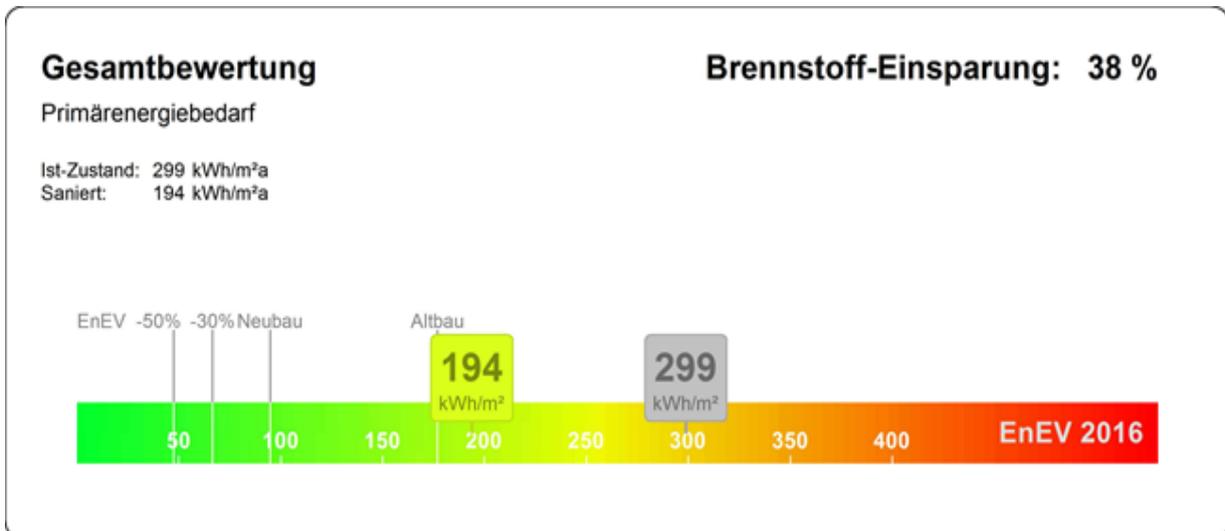


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **16 Jahren**.



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	381.437 €	---	---	281,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	580.411 €	58.500 €	198.974€	176,0	49,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		137.474 €			
Einbau eines eigenen Brennwertgerätes inkl. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs		3.000 €			

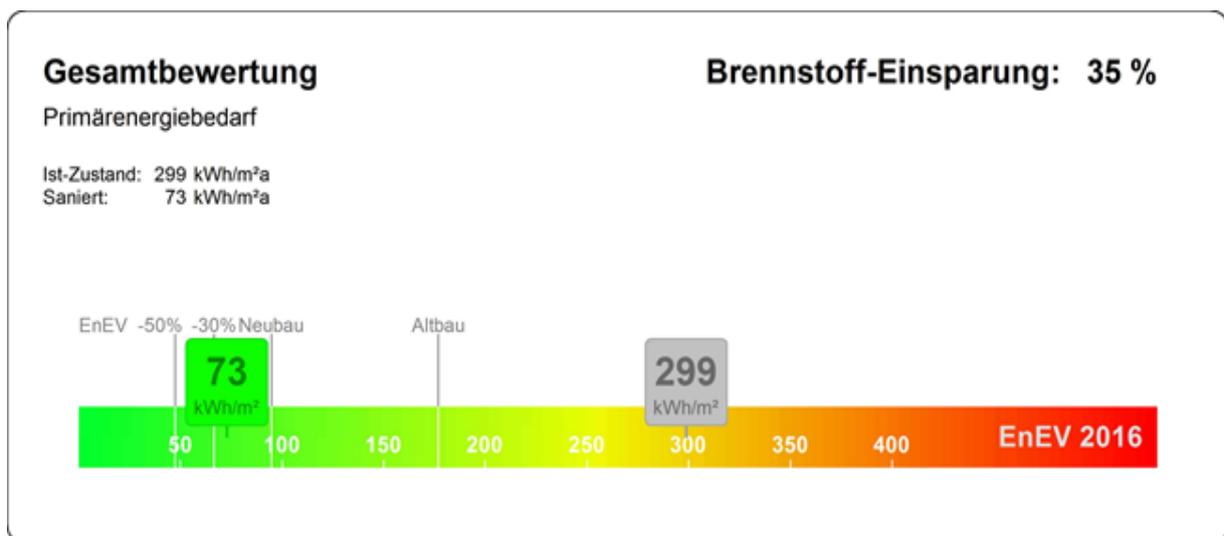


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.



Maßnahme 4:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	383.437 €	---	---	281,0	72,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung	588.411 €	58.500 €	204.974 €	184,0	21,0
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		137.474 €			
Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 300,00 kW; Energieträger: Holzpellets		9.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **10 Jahren**.

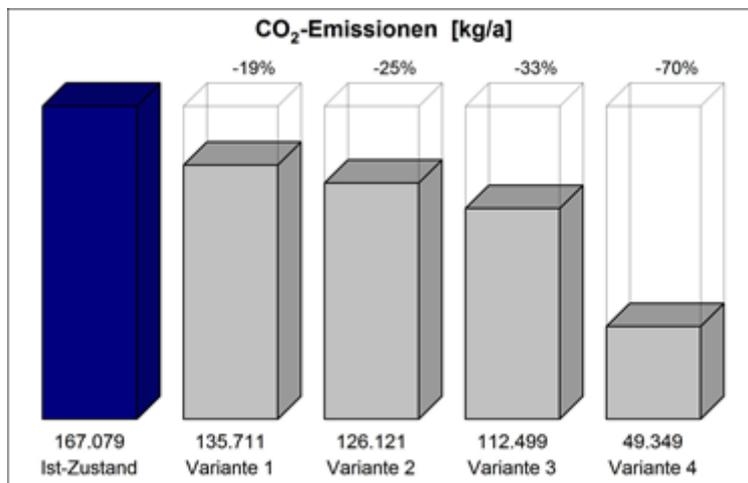
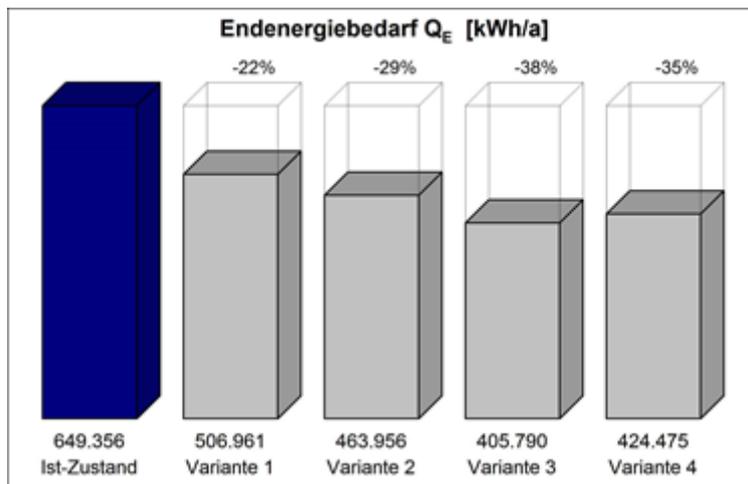
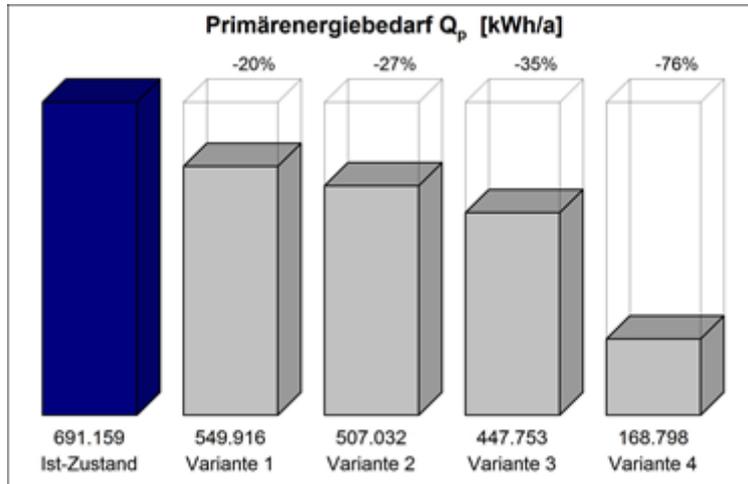


Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines eigenen Brennwertgerätes inkl. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs			
Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 300,00 kW; Energieträger: Holzpellets			



Zusammenfassung der Ergebnisse der Maßnahmen:



**Wirtschaftlichkeitsberechnung - Annuitätenmethode -**

Die Annuitätenmethode ist ein Verfahren der klassischen, dynamischen Investitionsrechnung. Der Kapitalwert einer Investition wird auf die Nutzungsdauer so verteilt, dass die Zahlungsfolge aus Einzahlungen und Auszahlungen in die sogenannte Annuität umgewandelt wird. Im Gegensatz zum Kapitalwert wird also nicht der Gesamtzielwert ermittelt, sondern der Zielwert pro Periode. Der Annuitätenfaktor ist zudem der Kehrwert des Rentenbarwertfaktors. Die Annuitätenmethode erlaubt die Beurteilung von Erweiterungs- und Ersatzinvestitionen im Sinne einer Einkommensmaximierung.

Maßnahme 1: berechnete Werte**Parameter**

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	50.307,89	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	42.242,98	€/Jahr

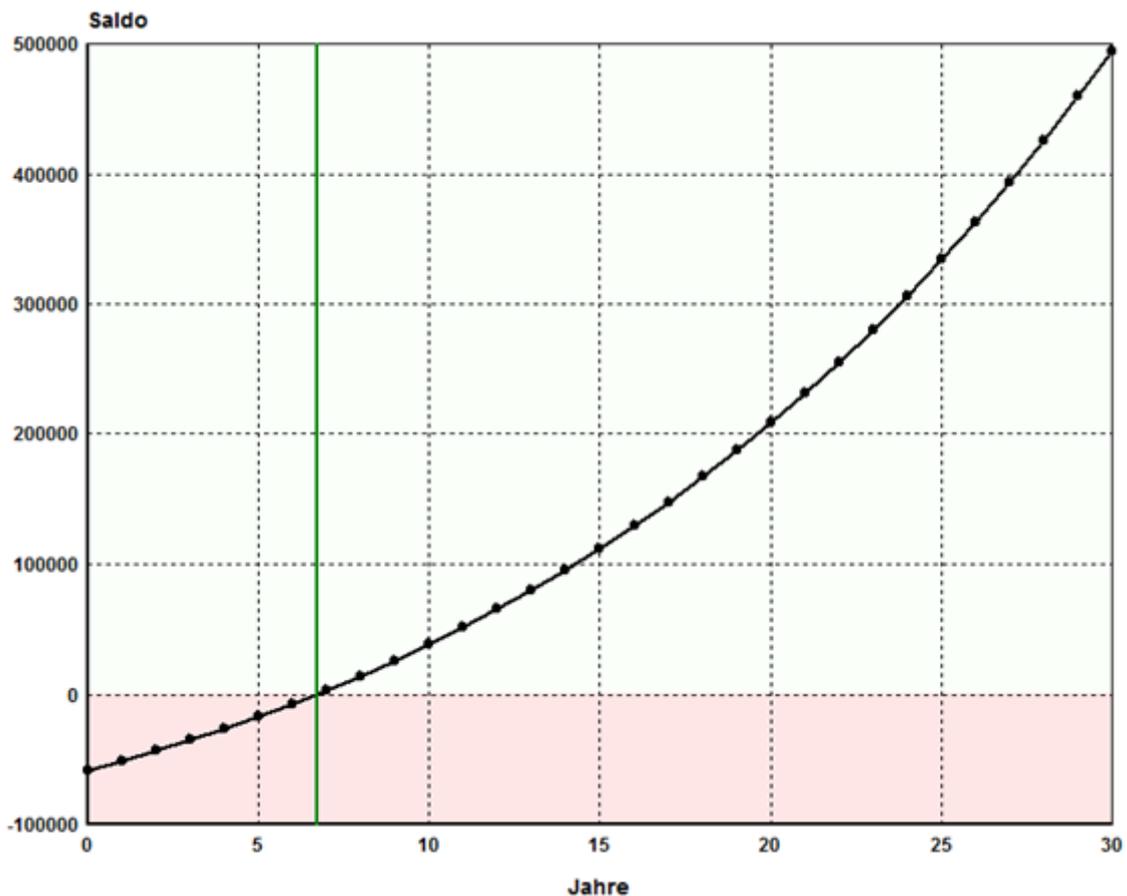


Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	2.612 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	77.540 € / Jahr
Gesamtkosten	80.152 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.344 € / Jahr
Mittlere Einsparung	12.192 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	58.500 €
Gesamtinvestitionskosten	222.300 €

Amortisation



**Maßnahme 2: berechnete Werte****Parameter**

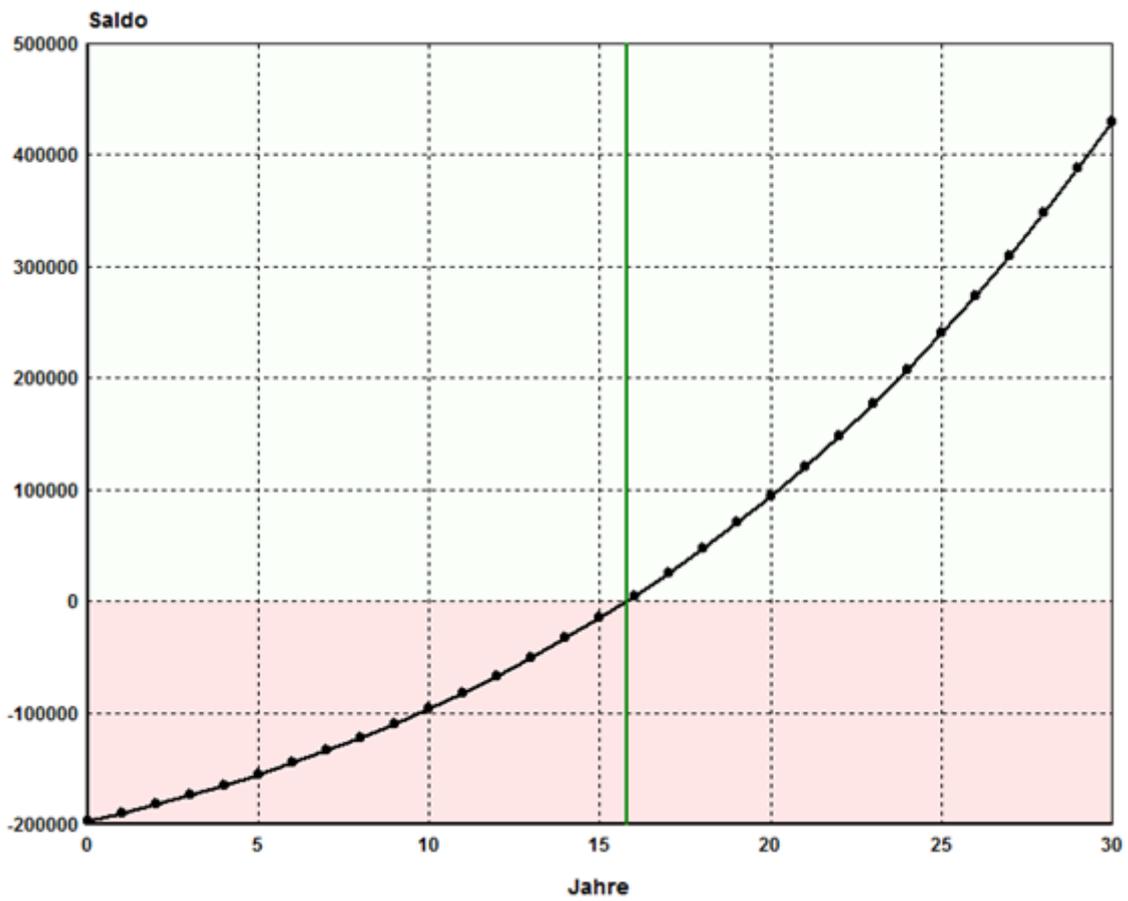
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	50.307,89	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	39.743,04	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	8.795 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	72.951 € / Jahr
Gesamtkosten	81.746 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.344 € / Jahr
Mittlere Einsparung	10.598 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	196.974 €
Gesamtinvestitionskosten	564.411 €



Amortisation



**Maßnahme 3: berechnete Werte****Parameter**

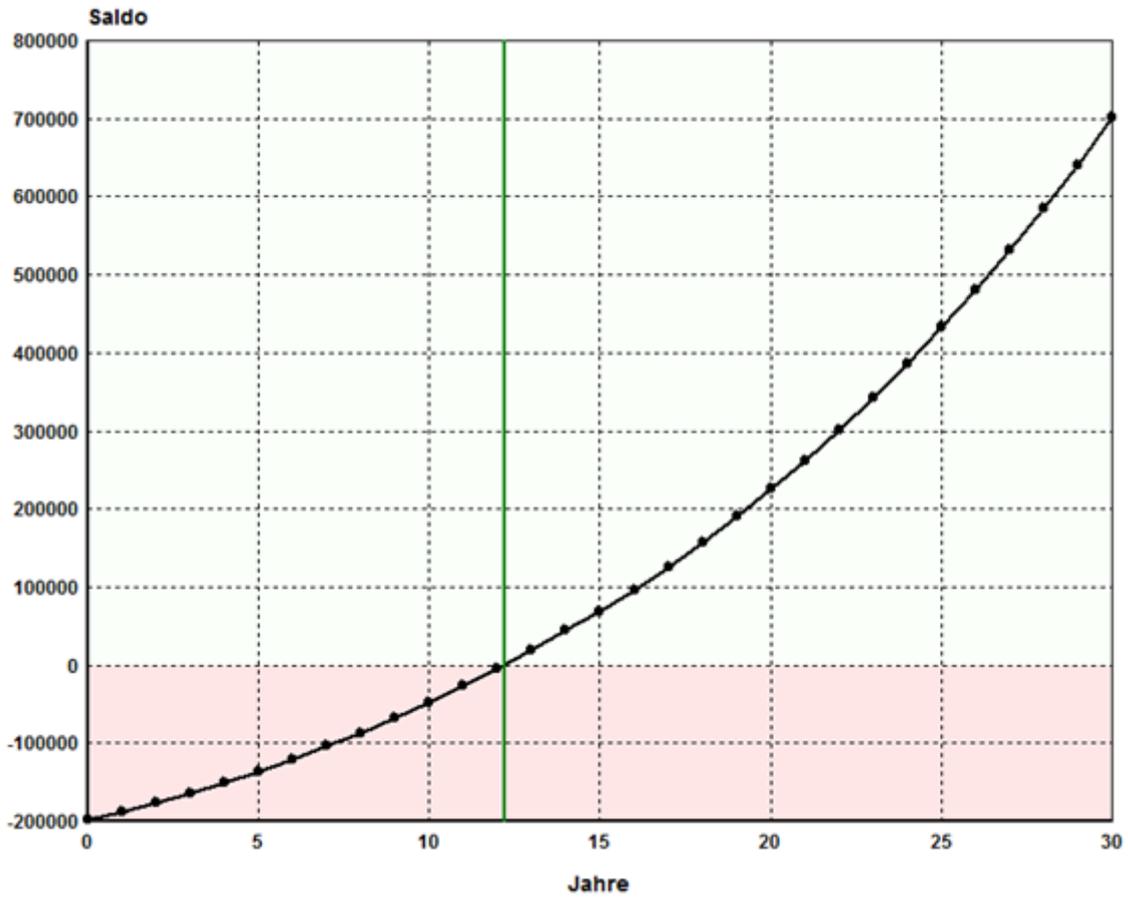
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	50.307,89	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	36.001,33	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	8.995 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	66.083 € / Jahr
Gesamtkosten	75.079 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.344 € / Jahr
Mittlere Einsparung	17.265 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	198.974 €
Gesamtinvestitionskosten	580.411 €



Amortisation



**Maßnahme 4: berechnete Werte****Parameter**

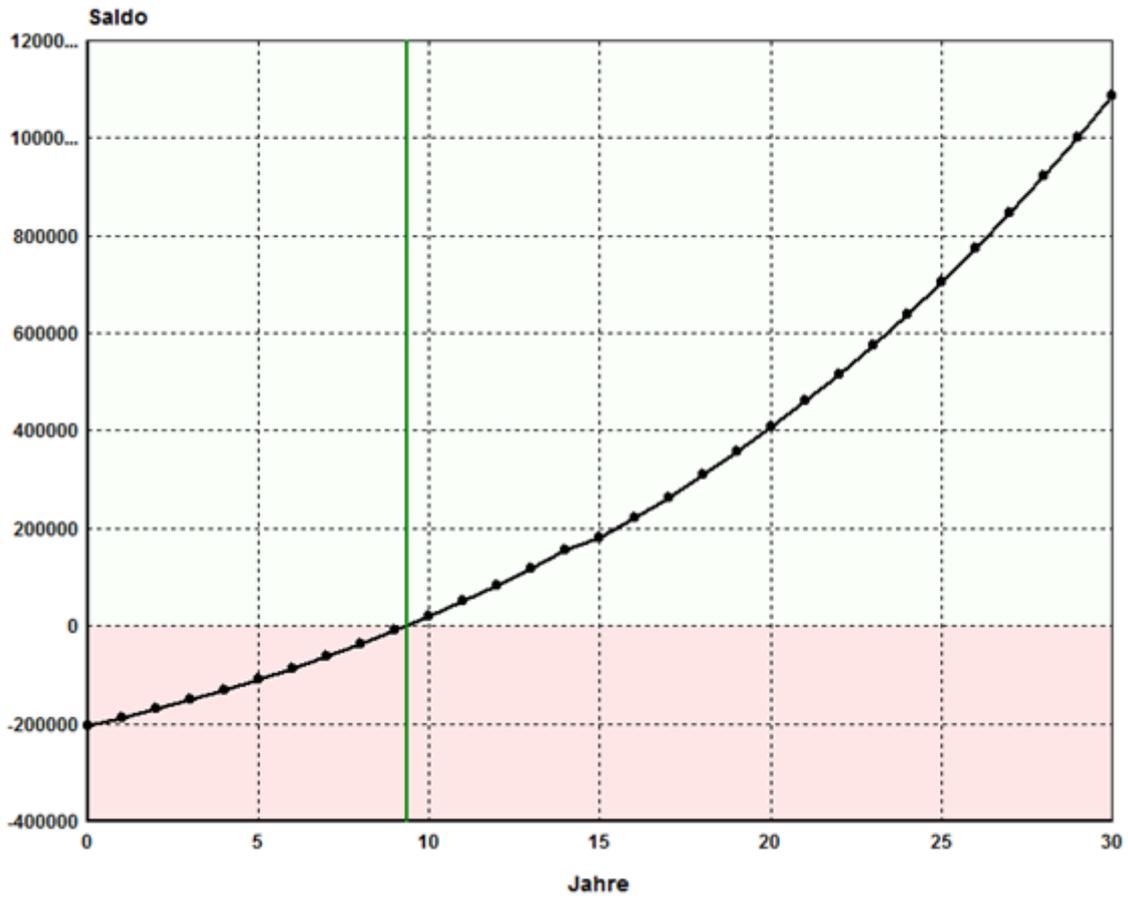
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	50.307,89	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	30.496,63	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.597 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	55.979 € / Jahr
Gesamtkosten	65.576 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.344 € / Jahr
Mittlere Einsparung	26.768 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	204.974 €
Gesamtinvestitionskosten	588.411 €



Amortisation



**Maßnahme 1: reale Werte****Parameter**

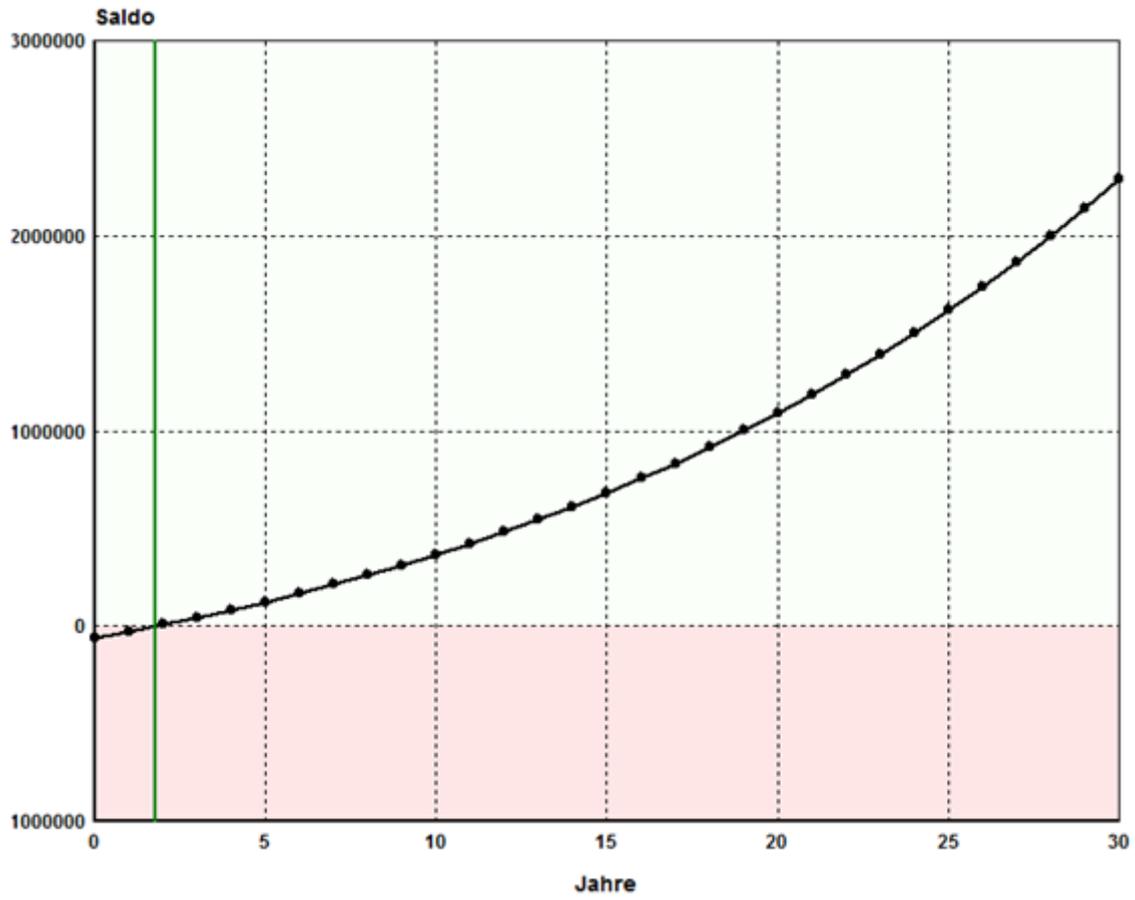
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	200.903,10	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	168.758,60	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	2.612 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	309.769 € / Jahr
Mittlere Einsparung	312.382 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	368.773 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	56.391 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 2: reale Werte****Parameter**

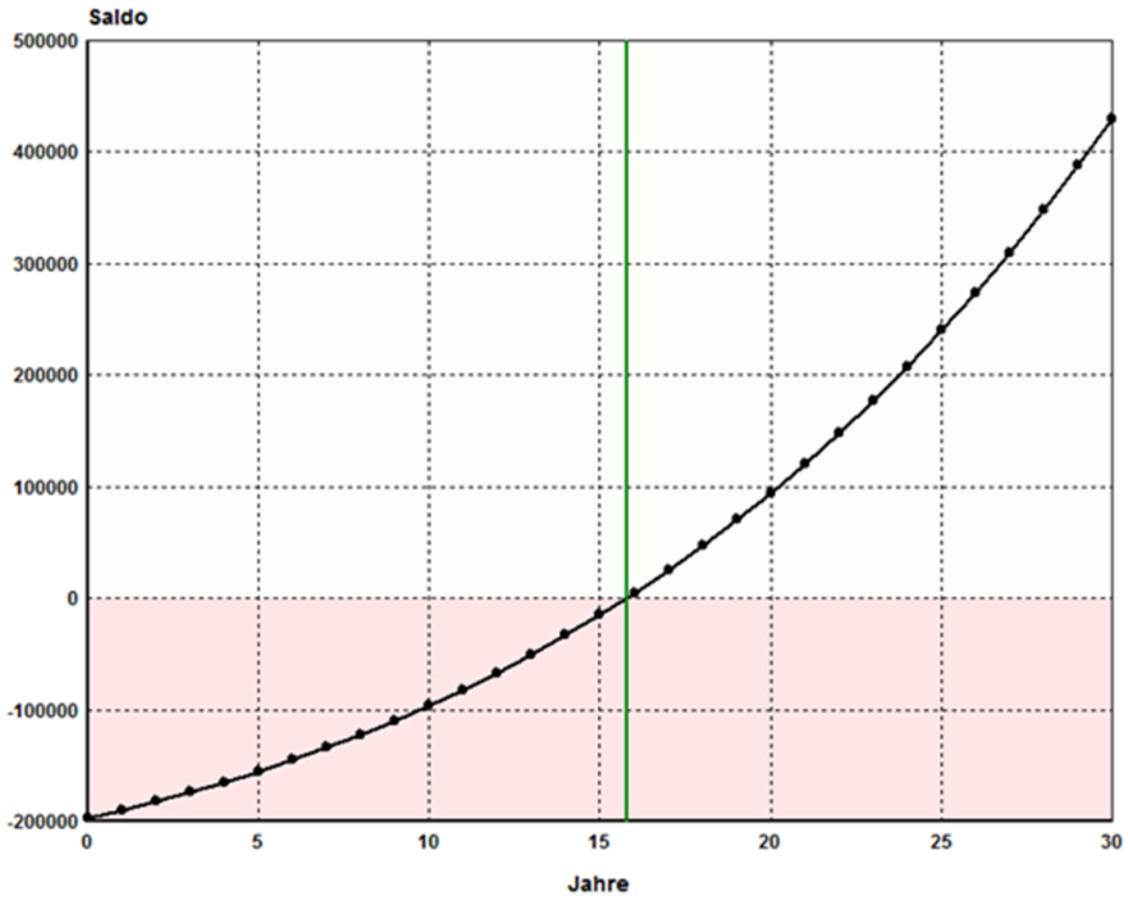
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	50.307,89	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	39.743,04	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	8.795 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	72.951 € / Jahr
Gesamtkosten	81.746 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	92.344 € / Jahr
Mittlere Einsparung	10.598 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	196.974 €
Gesamtinvestitionskosten	564.411 €



Amortisation



**Maßnahme 3: reale Werte****Parameter**

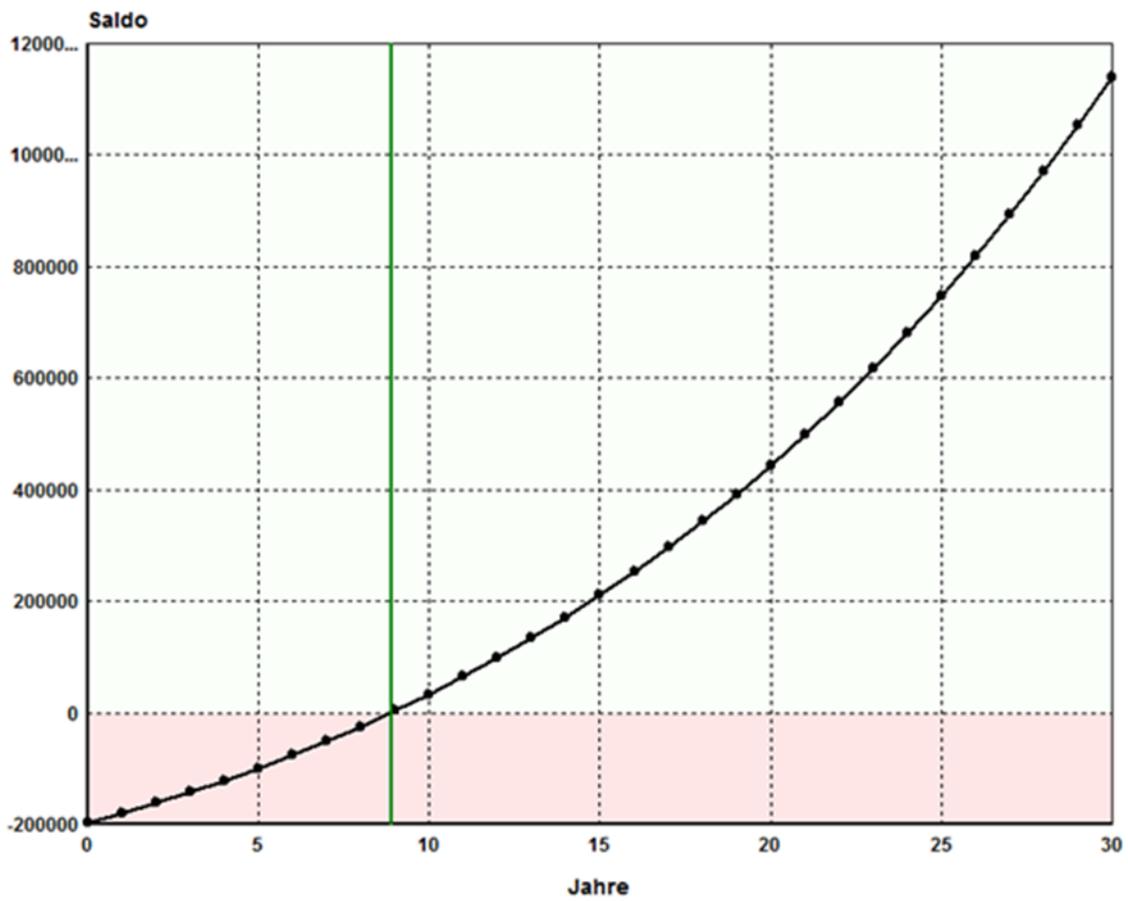
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	200.903,10	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	180.812,80	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	8.795 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	331.896 € / Jahr
Mittlere Einsparung	340.691 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	368.773 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	28.082 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 4: reale Werte****Parameter**

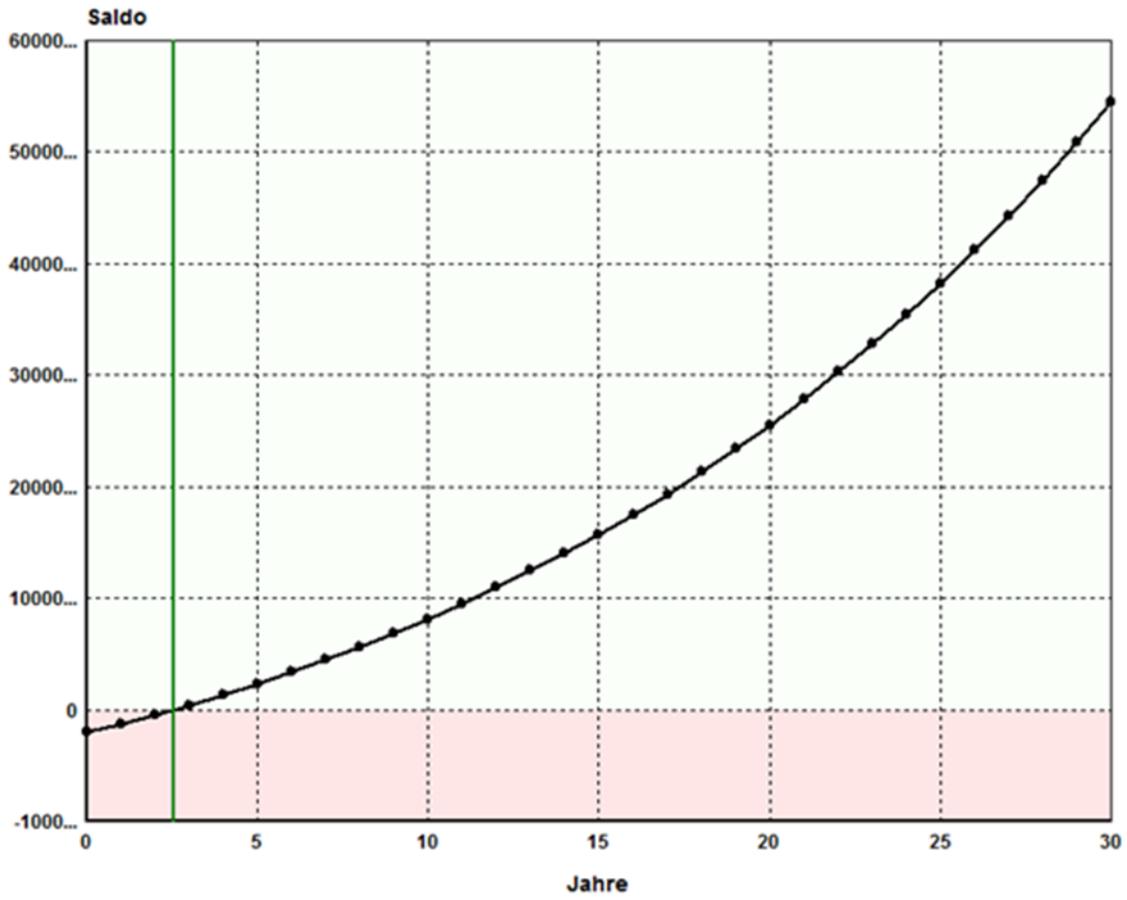
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	200.903,10	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	122.550,90	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.597 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	224.952 € / Jahr
Mittlere Einsparung	234.548 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	368.773 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	134.225 € / Jahr



Amortisation





Bilddokumentation





Allenfeldschule Trakt 2 (Feinanalyse)

Objekt-Nr.: 3
 Bezeichnung: Allenfeldschule Trakt 2
 Straße: Allenfeldstraße 16b
 Ort: 66589 Merchweiler

Baujahr des Gebäudes: 1961
 Baujahr der Heizung: 1998

Brutto-Grundfläche: 2.146 m²
 mittlere Innentemperatur: 19,0 °C
 Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹



Gebäudebewertung

	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
Bauteile	Oberste Geschossdecke	714,11	0,23	0,24
	Außenwand	840,98	0,48	0,24
	Einfachverglasung	362,00	4,30	1,3
	Kellerdecke	714,11	1,00	0,30
Technik	Heizungsanlage	NT-Gebläse-Kessel von 1998		
	Warmwasseraufbereitung	Elektro-Durchlauferhitzer von 1990		

* basierend auf aktueller Fassung EnEV 2014 und einer sog. Bauteilsanierung als Einzelsanierung



Ergebnisse

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

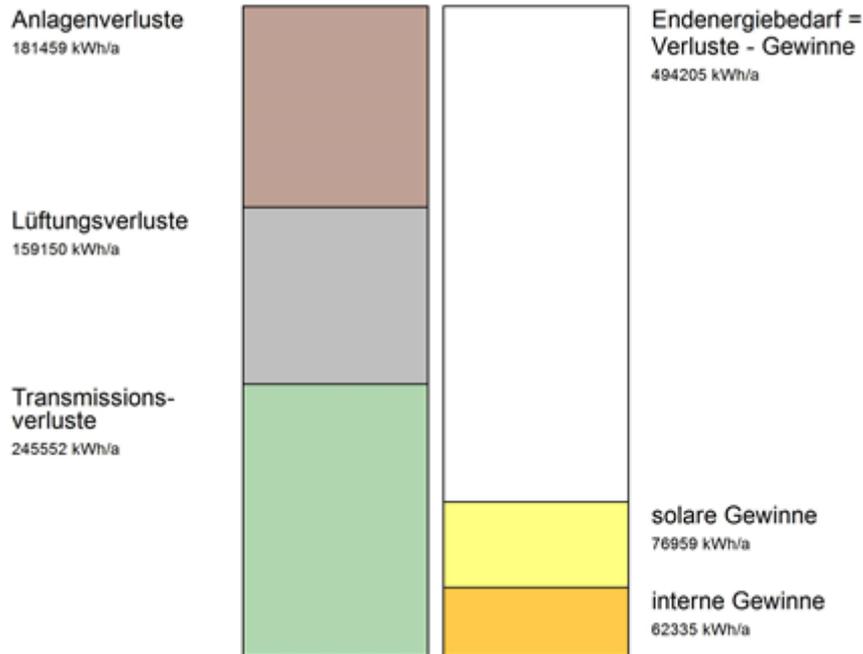
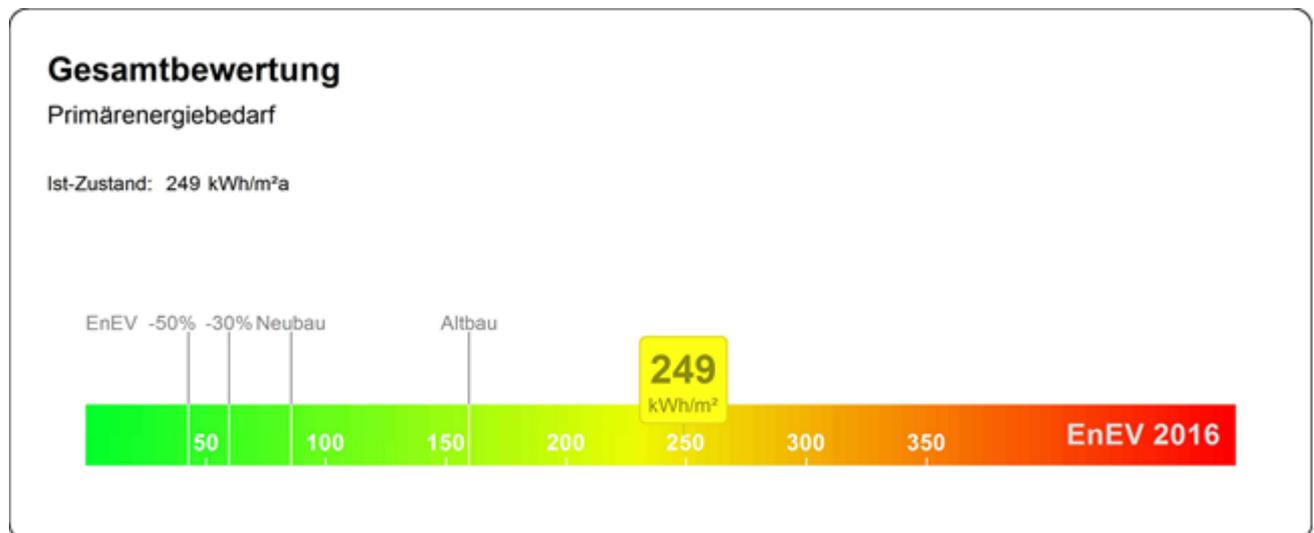


Abbildung 45: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule Trakt 2

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 249 kWh/m²a.



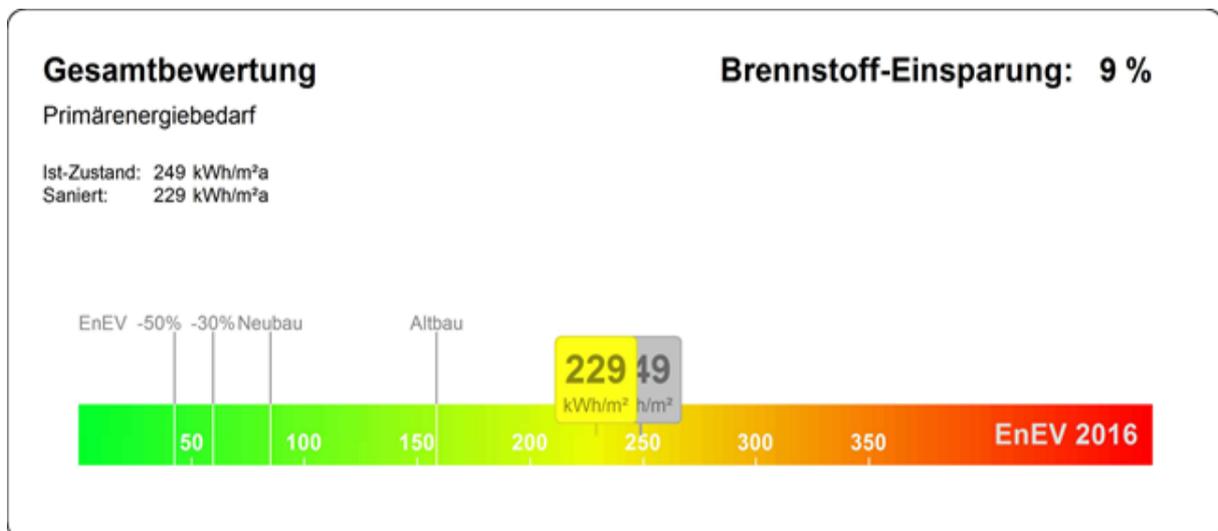


Auf Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse wurden folgende Sanierungsmaßnahmen erarbeitet und bewertet:

Modernisierungsempfehlungen

Maßnahme 1:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen		
Heutiger Zustand	Investitionskosten werden zu 100% der Einsparung entgegengerechnet, da keine Instandhaltungskosten an dem betrachteten Bauteil vorhanden sind.	---	230,0	61,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	19.281 €	19.281 €	211,0	57,0

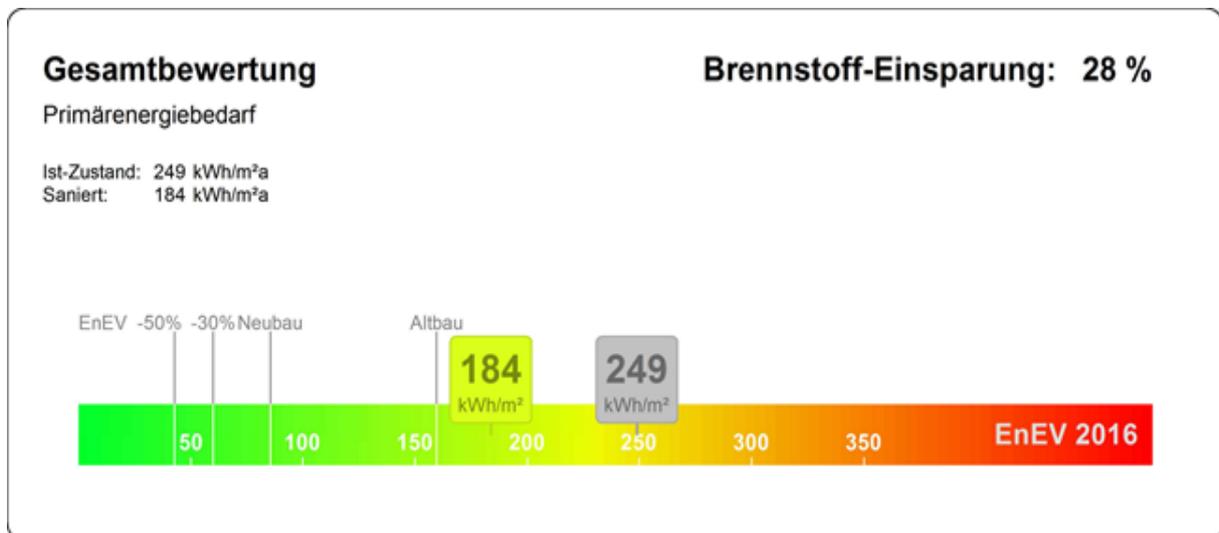


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **8 Jahren**.



Maßnahme 2:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	191.231 €	---	---	230,0	61,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	81.450 €	19.281 €	109.781 €	165,0	47,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		90.500 €			

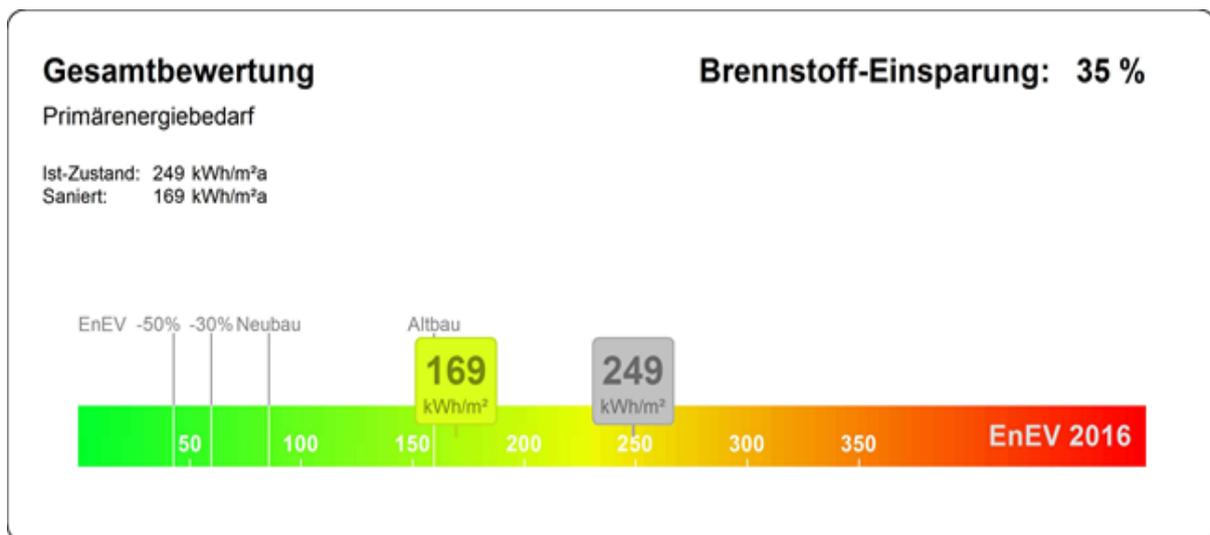


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.



Maßnahme 3:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	232.437 €	---	---	230,0	61,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	444.889 €	19.281 €	212.452 €	150,0	43,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		90.500 €			
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		102.671 €			

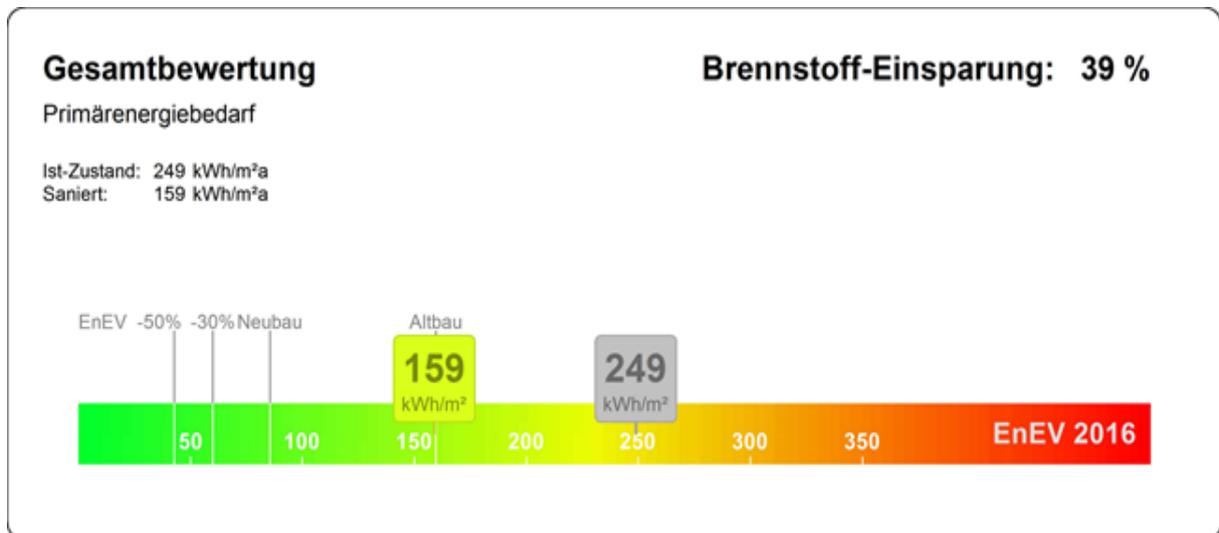


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **19 Jahren**.



Maßnahme 4:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST-Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	233.937 €	---	---	230,0	61,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	448.389 €	19.281 €	214.452 €	140,0	41,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		90.500 €			
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		102.671 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleichs		2.000 €			

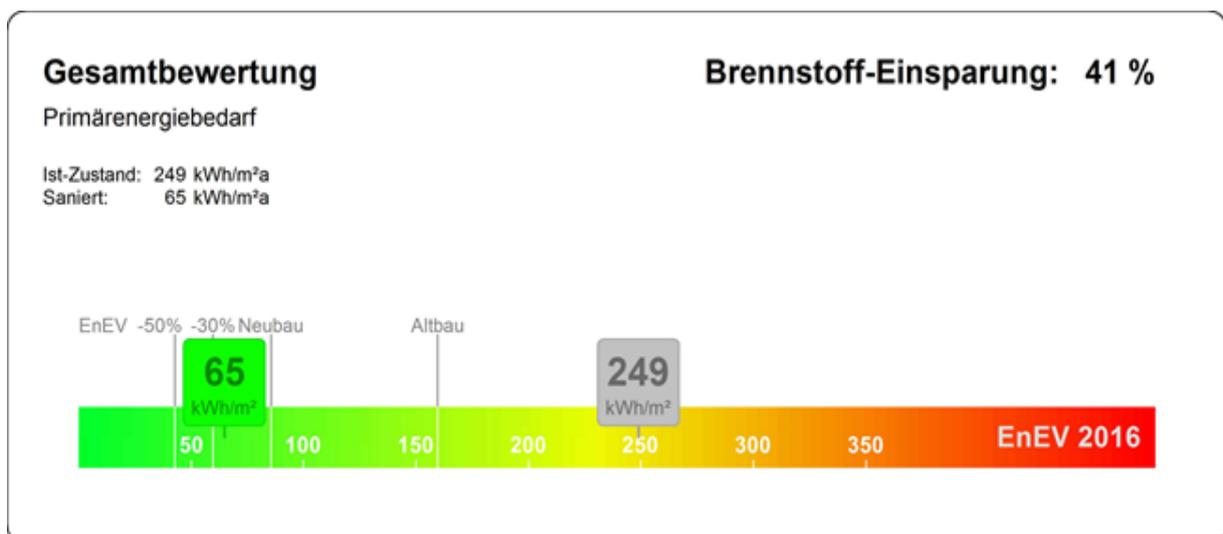


Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **17 Jahren**.



Maßnahme 5:

Maßnahme	Investitionskosten [€]		Endenergiebedarf [kWh/m²a]	CO ₂ [kg/m²a]	
	Vollkosten bzw. Instandhaltungskosten im IST- Zustand	Mehrkosten aufgrund energetischer Maßnahmen			
		Einzelmaßnahme	Maßnahmenkombination		
Heutiger Zustand	249.937 €	---	---	230,0	61,0
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035	472.389 €	19.281 €	222.452 €	136,0	20,0
Einbau einer Wärmeschutzverglasung		90.500 €			
Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035		102.671 €			
Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleichs		2.000 €			
Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets		8.000 €			



Bei einer Teuerungsrate des Brennstoffes um 4%, einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und einem Annuitätenfaktor von 0,0688 ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. **13 Jahren**.

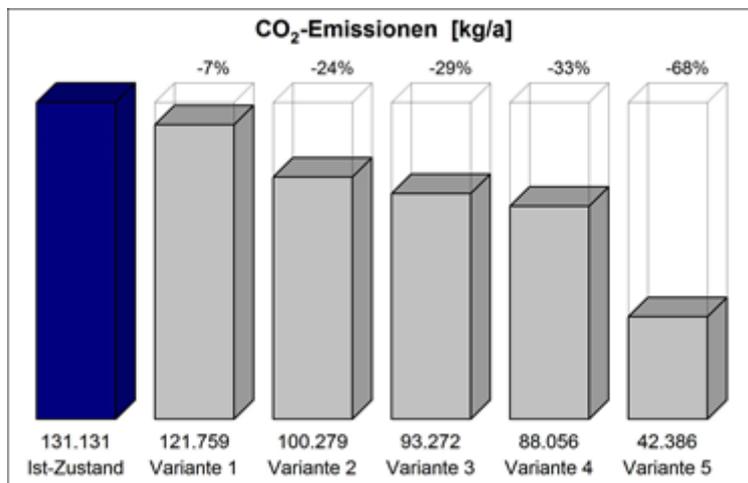
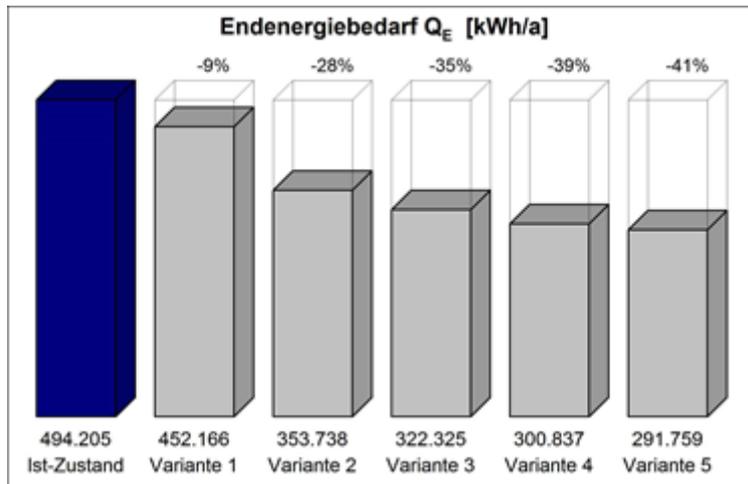
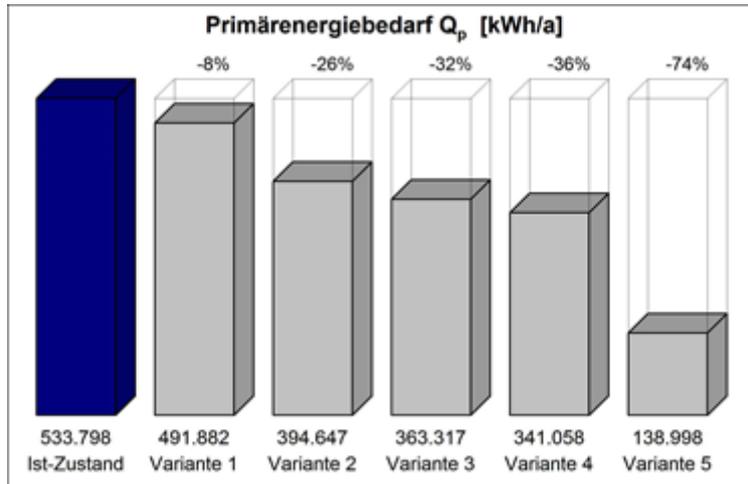


Bewertung des Umsetzungshorizontes

Maßnahme	Umsetzung der Maßnahme		
	Kurz	Mittel	langfristig
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleichs			
Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLG 035 sowie Einbau einer Wärmeschutzverglasung sowie Anbringung einer Außendämmung um 14 cm, WLG 035 sowie Durchführung einer Heizungsreferenzmessung und eines hydraulischen Abgleichs sowie Einbau eines Biomassekessels; Nennleistung 200,00 kW; Energieträger: Holzpellets			



Zusammenfassung der Ergebnisse der Maßnahmen:



**Wirtschaftlichkeitsberechnung - Annuitätenmethode -**

Die Annuitätenmethode ist ein Verfahren der klassischen, dynamischen Investitionsrechnung. Der Kapitalwert einer Investition wird auf die Nutzungsdauer so verteilt, dass die Zahlungsfolge aus Einzahlungen und Auszahlungen in die sogenannte Annuität umgewandelt wird. Im Gegensatz zum Kapitalwert wird also nicht der Gesamtzielwert ermittelt, sondern der Zielwert pro Periode. Der Annuitätenfaktor ist zudem der Kehrwert des Rentenbarwertfaktors. Die Annuitätenmethode erlaubt die Beurteilung von Erweiterungs- und Ersatzinvestitionen im Sinne einer Einkommensmaximierung.

Maßnahme 1: berechnete Werte**Parameter**

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	40.541,25	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	38.098,84	€/Jahr

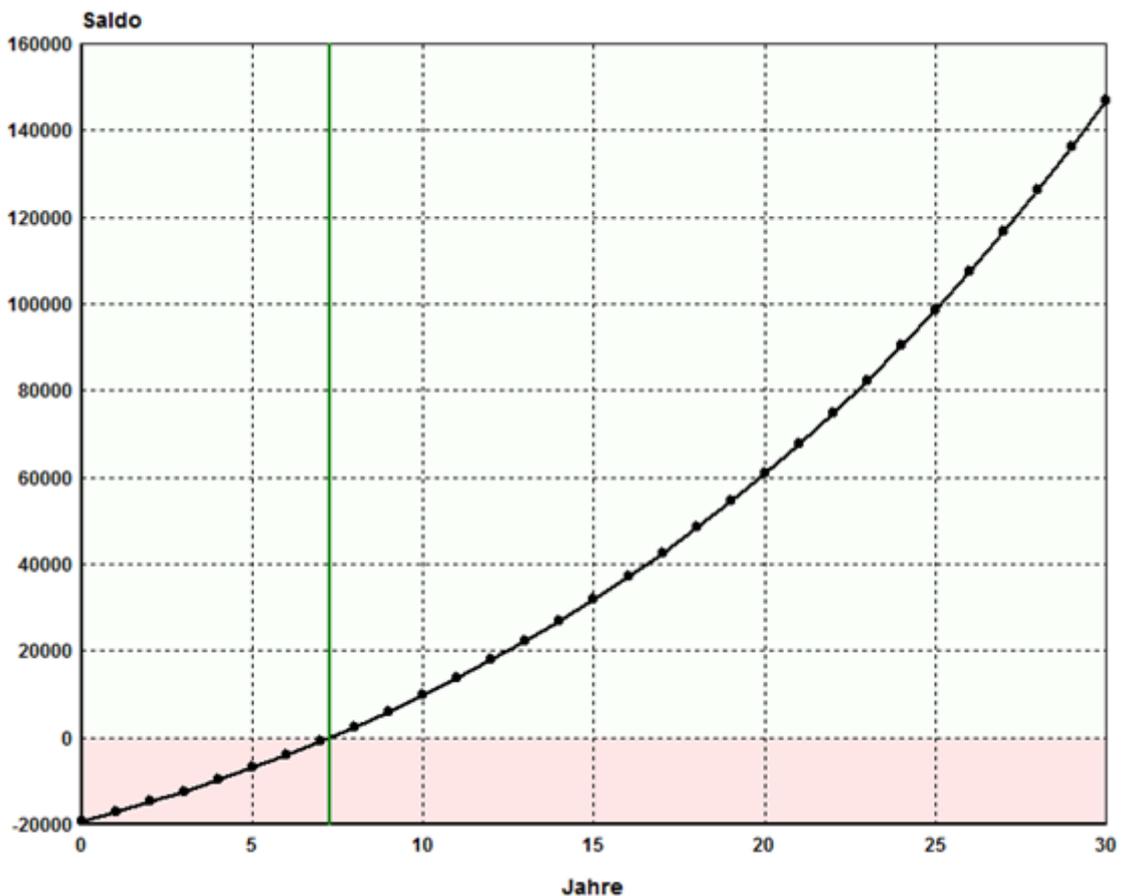


Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	861 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	69.933 € / Jahr
Gesamtkosten	70.794 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	74.417 € / Jahr
Mittlere Einsparung	3.623 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	19.281 €
Gesamtinvestitionskosten	19.281 €

Amortisation



**Maßnahme 2: berechnete Werte****Parameter**

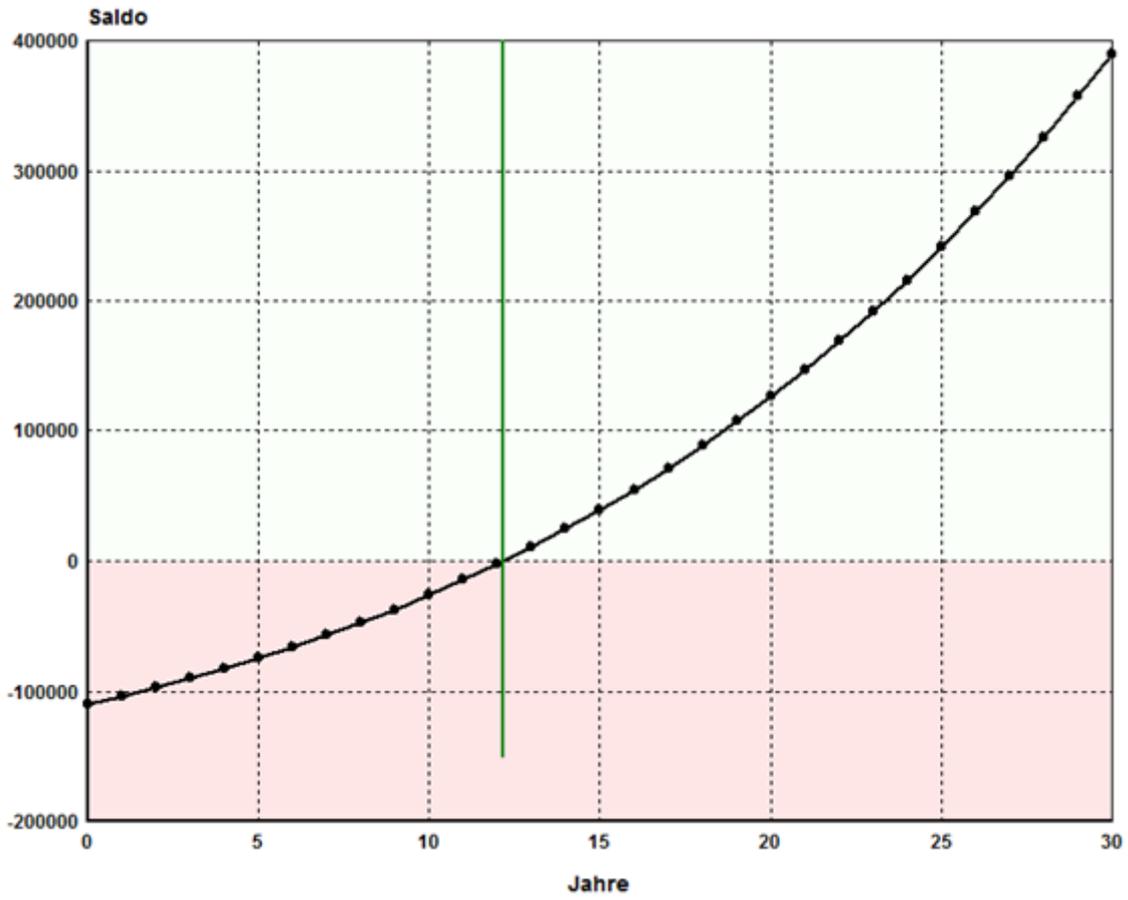
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	40.541,25	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	32.636,26	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	4.902 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	59.906 € / Jahr
Gesamtkosten	64.808 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	74.417 € / Jahr
Mittlere Einsparung	9.609 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	109.781 €
Gesamtinvestitionskosten	191.231 €



Amortisation



**Maßnahme 3: berechnete Werte****Parameter**

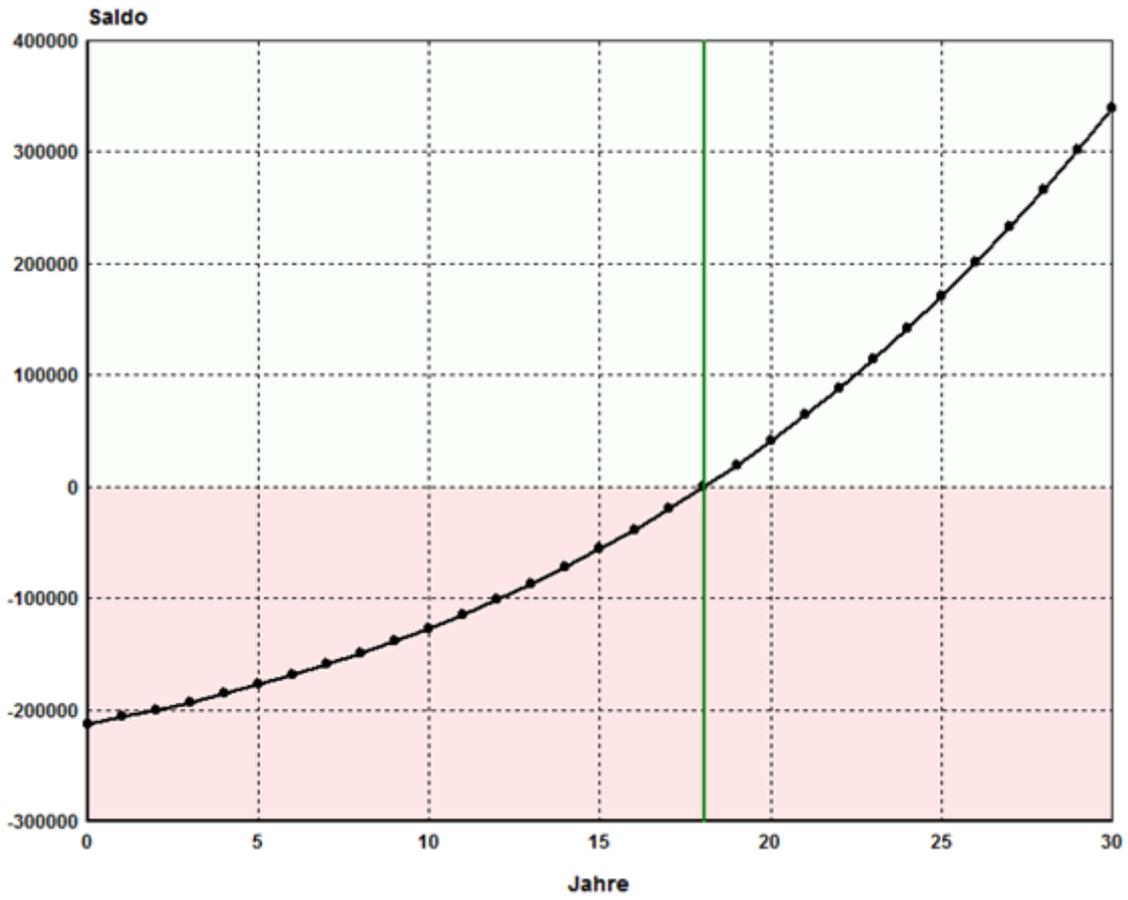
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	40.541,25	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	30.808,81	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.486 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	56.552 € / Jahr
Gesamtkosten	66.038 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	74.417 € / Jahr
Mittlere Einsparung	8.379 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	212.452 €
Gesamtinvestitionskosten	444.889 €



Amortisation



**Maßnahme 4: berechnete Werte****Parameter**

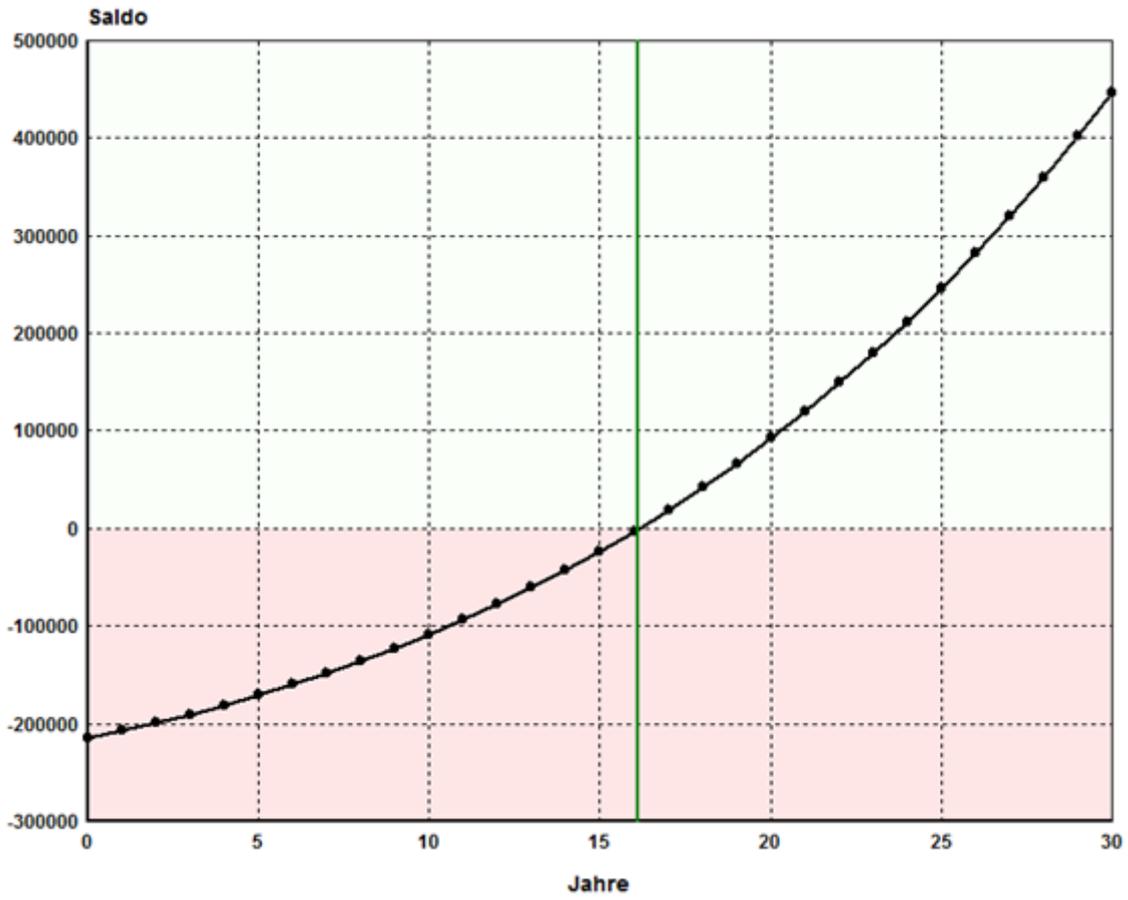
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	40.541,25	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	29.324,56	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.575 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	53.828 € / Jahr
Gesamtkosten	63.403 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	74.417 € / Jahr
Mittlere Einsparung	11.014 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	214.452 €
Gesamtinvestitionskosten	448.389 €



Amortisation



**Maßnahme 5: berechnete Werte****Parameter**

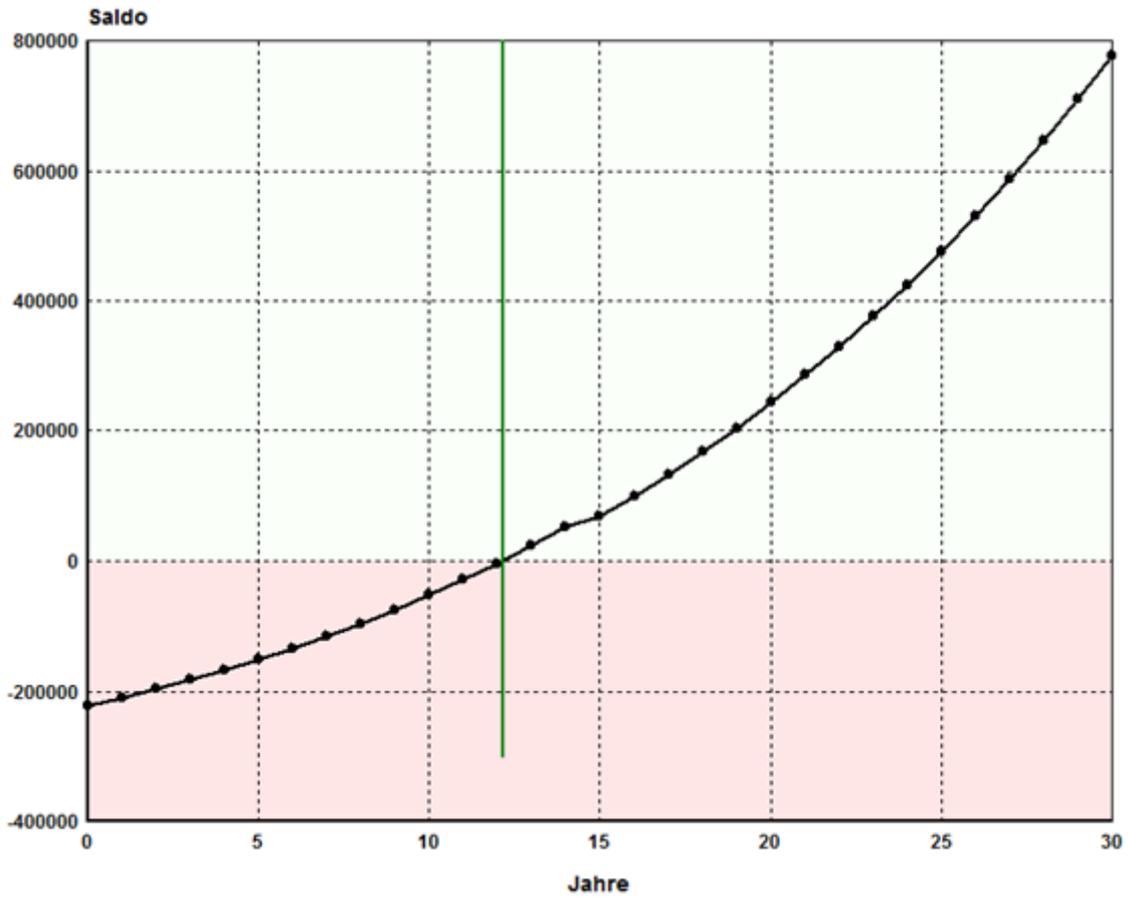
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	40.541,25	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	24.471,48	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	10.377 € / Jahr
Wartungskosten	0 € / Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	44.919 € / Jahr
Gesamtkosten	55.296 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	74.417 € / Jahr
Mittlere Einsparung	19.121 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	222.452 €
Gesamtinvestitionskosten	472.389 €



Amortisation



**Maßnahme 1: reale Werte****Parameter**

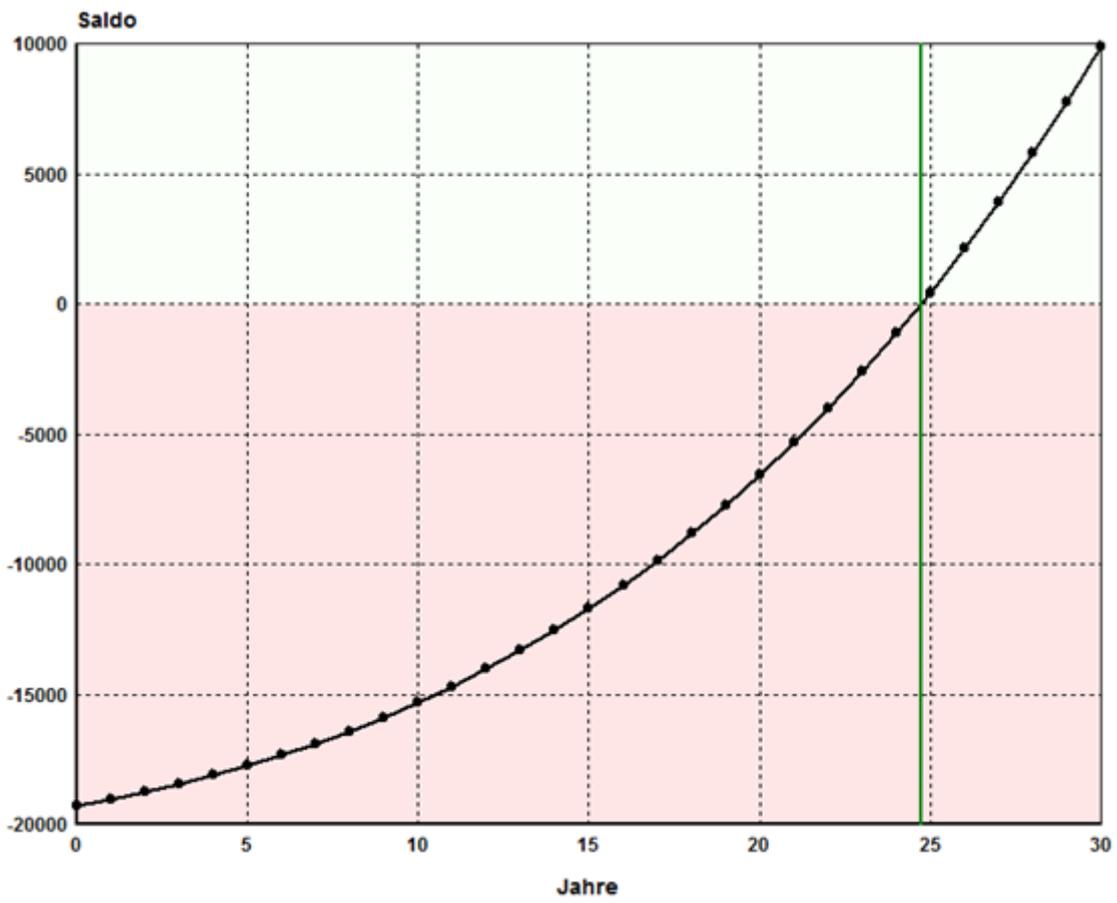
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	10.026,58	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.424,98	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	861 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.300 € / Jahr
Mittlere Einsparung	18.161 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	18.405 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	244 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 2: reale Werte****Parameter**

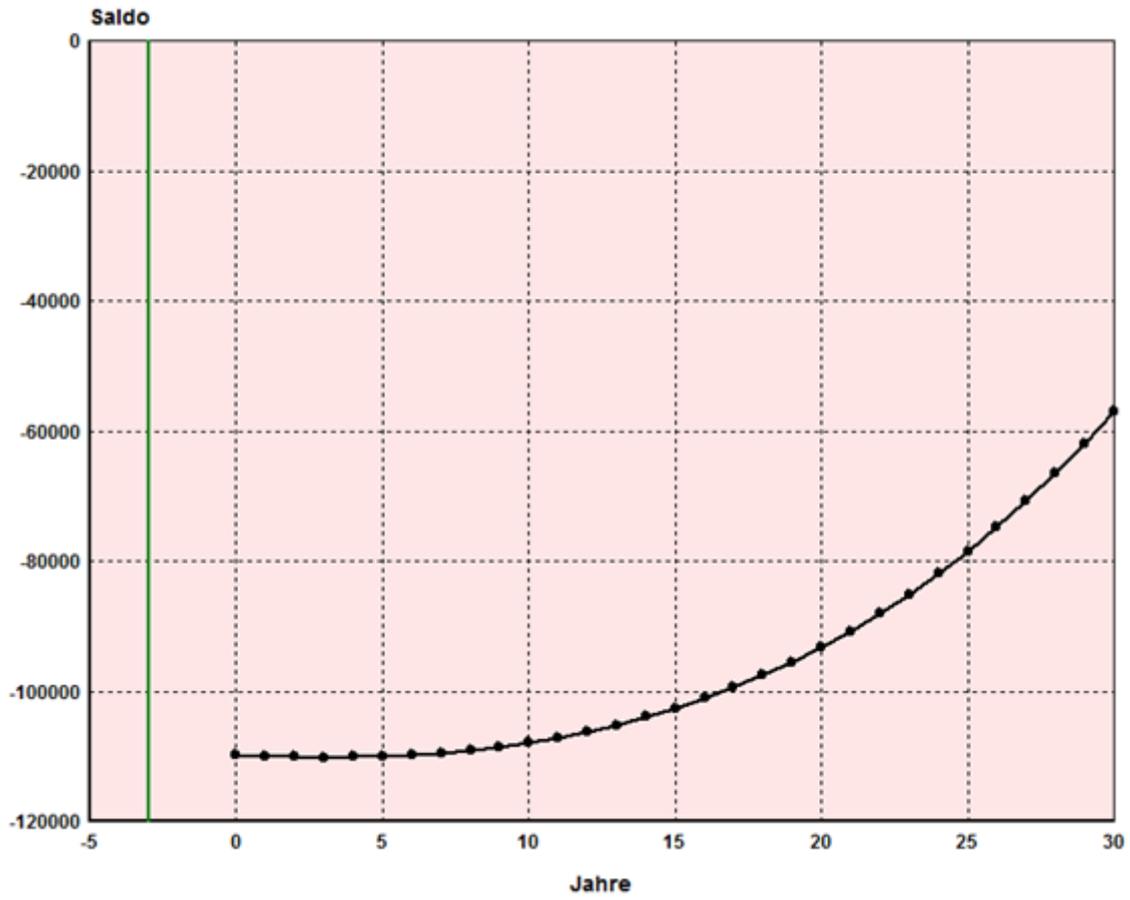
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	10.026,58	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.121,52	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	4.902 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	14.908 € / Jahr
Mittlere Einsparung	19.809 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	18.405 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	-1.404 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 3: reale Werte****Parameter**

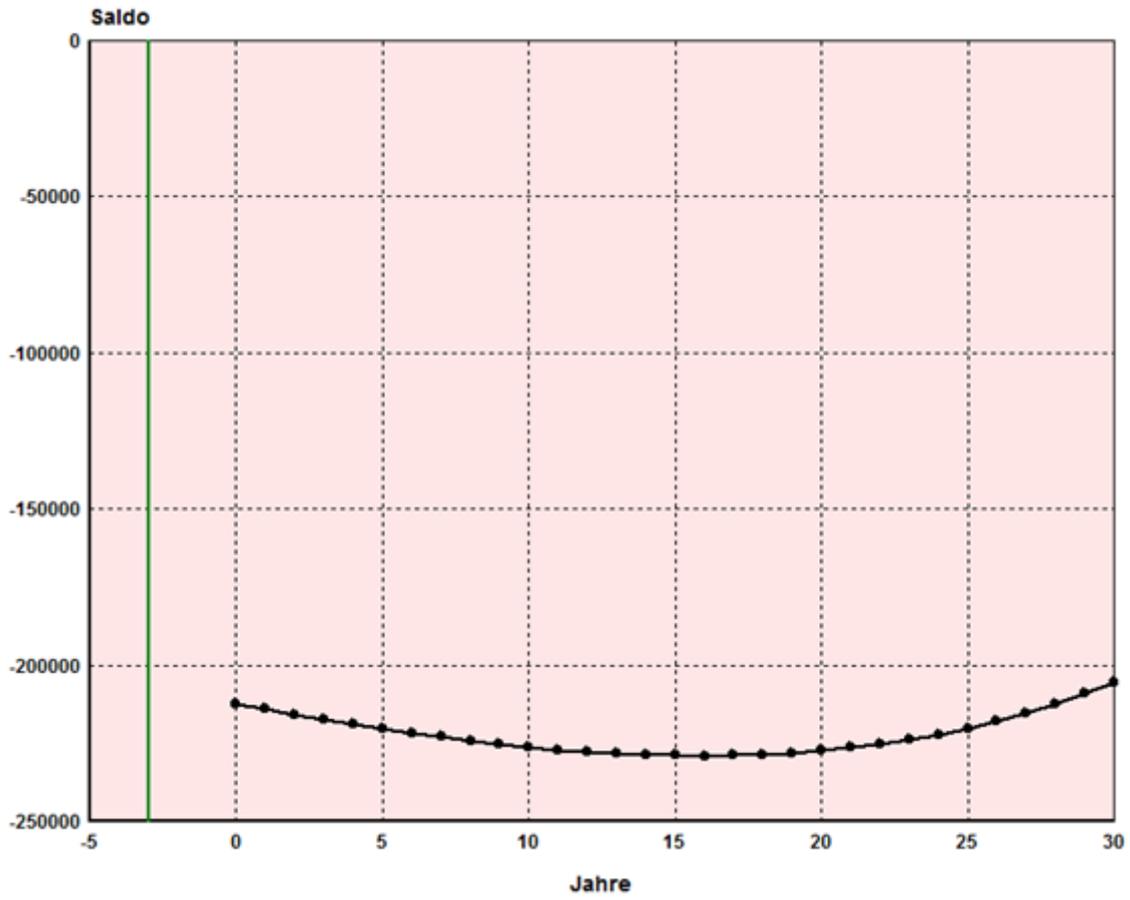
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	10.026,58	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.620,20	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.486 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.987 € / Jahr
Mittlere Einsparung	23.473 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	18.405 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	-5.068 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 4: reale Werte****Parameter**

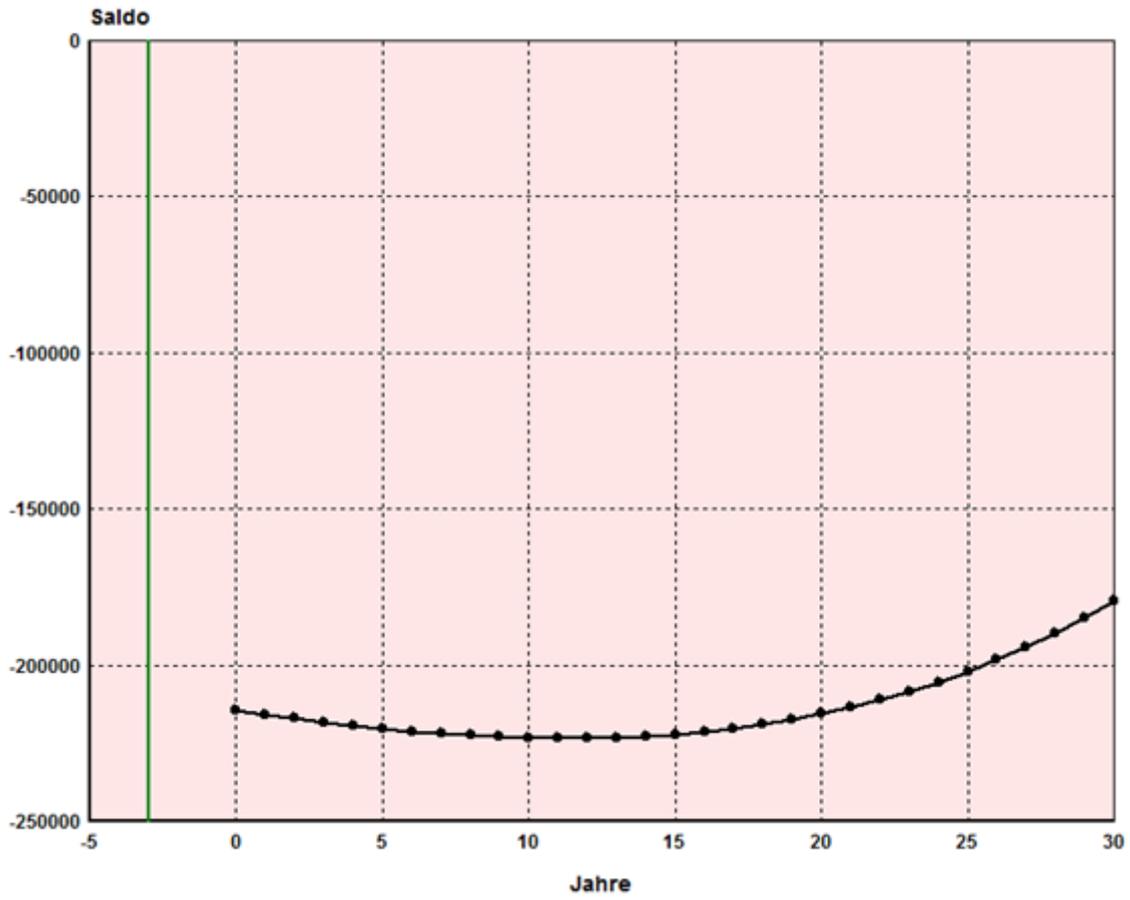
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	10.026,58	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.219,13	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	9.575 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	13.251 € / Jahr
Mittlere Einsparung	22.827 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	18.405 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	-4.422 € / Jahr



Amortisation



**Maßnahme 5: reale Werte****Parameter**

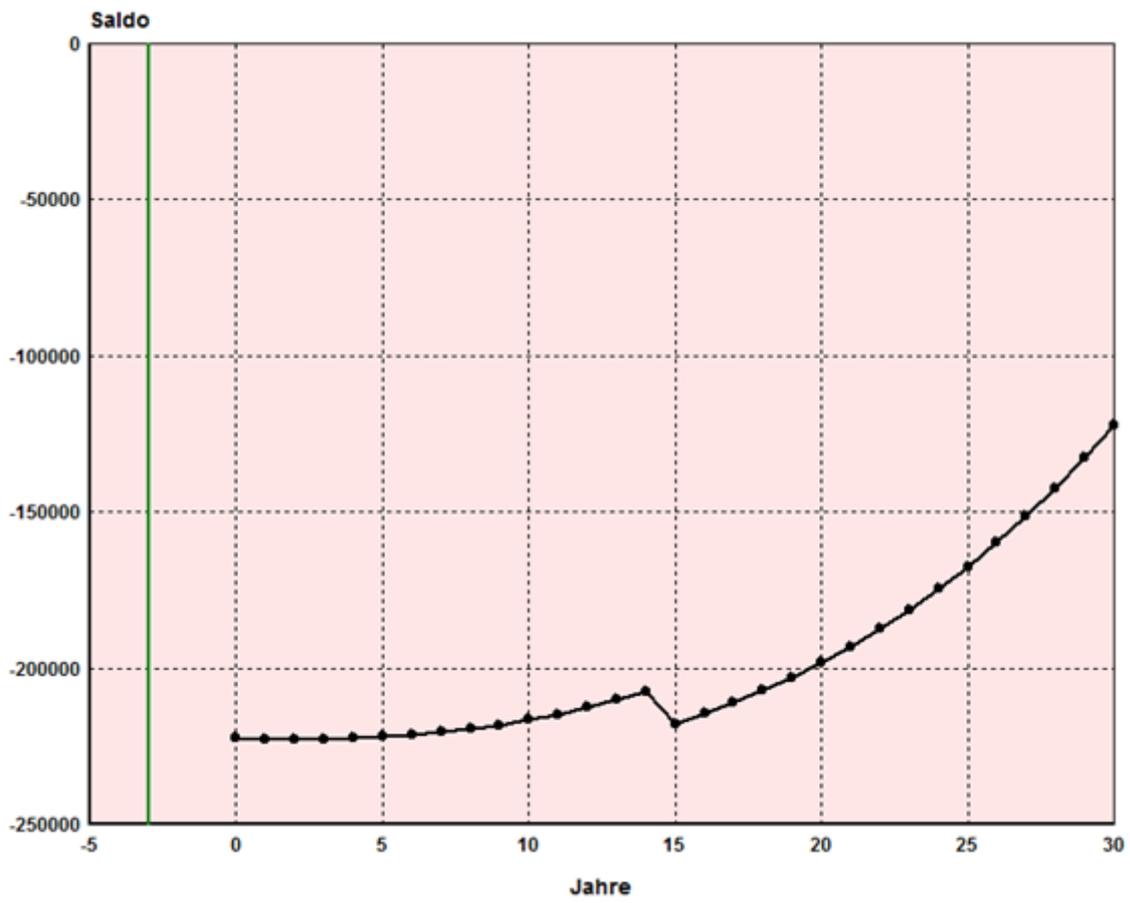
Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	2,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	10.026,58	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.015,94	€/Jahr

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:	
Jährliche Kapitalkosten	10.377 € / Jahr
Wartungskosten	
Reduzierte Brennstoffkosten	
Gesamtkosten	0 € / Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	11.043 € / Jahr
Mittlere Einsparung	21.420 € / Jahr
Mehrkosten für Energiesparmaßnahmen	18.405 € / Jahr
Gesamtinvestitionskosten	-3.015 € / Jahr



Amortisation





Bilddokumentation





10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächenbezogener Heizenergieverbrauch der einzelnen Liegenschaften in kWh/m ² BGF a	19
Abbildung 2: Flächenbezogener Energieverbrauch der einzelnen Liegenschaften in kWh/m ² BGF a.....	20
Abbildung 3: Darstellung eines hydraulischen Abgleiches (Heizungsreferenzmessung).....	28
Abbildung 4: Modell eines Energiemanagementsystems Quelle: BMU-Juni 2012.....	29
Abbildung 5: Darstellung der Stammdatenmaske (Zähler) einer Liegenschaft.....	31
Abbildung 6: Übersichtstabelle über Liegenschaften	31
Abbildung 7: Eingabemaske der Verbrauchserfassung (Zähler)	32
Abbildung 8: Verlauf des Heizenergiekennwerts mit und ohne Verbrauchsüberwachung	33
Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Fragebogen zur Verbrauchsdatenerfassung	34
Abbildung 10: Energiebilanz der Gemeinde Merchweiler.....	44
Abbildung 11: gemittelter Energieverbrauch der einzelnen Liegenschaft in kWh für die Jahre 2012-2014.....	45
Abbildung 12: CO ₂ -Bilanz	46
Abbildung 13: Ergebnis Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	64
Abbildung 14: Ablaufschema Instandhaltung eines bestehenden Gebäudes.....	68
Abbildung 15: Förderung Pellet S.2.....	70
Abbildung 16: Förderung Pellet S.3.....	71
Abbildung 17: Förderung Pellet S.4.....	72
Abbildung 18: Ergebnisse der Berechnung Feuerwehrgerätehaus	76
Abbildung 19: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Feuerwehrgerätehaus).....	76
Abbildung 20: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule (Schulsportgebäude)	90
Abbildung 21: Ergebnisse der Berechnung Kleinschule.....	106
Abbildung 22: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldhalle.....	121
Abbildung 23: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Allenfeldhalle).121	
Abbildung 24: Ergebnisse der Berechnung Leichenhalle - Merchweiler.....	141
Abbildung 25: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Leichenhalle - Merchweiler).....	141
Abbildung 26: Ergebnisse der Berechnung Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler.....	156
Abbildung 27: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Feuerwehrgerätehaus - Wemmetsweiler).....	156
Abbildung 28: Ergebnisse der Berechnung Heinrichsschule.....	170
Abbildung 29: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Heinrichsschule)	170



Abbildung 30: Ergebnisse der Berechnung Striedschule	184
Abbildung 31: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Striedschule) ..	184
Abbildung 32: Ergebnisse der Berechnung Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler....	194
Abbildung 33: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Sport- und Schulturnhalle - Wemmetsweiler)	194
Abbildung 34: Ergebnisse der Berechnung Freizeitanlage Rockenhübel.....	205
Abbildung 35: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Freizeitanlage Rockenhübel)	205
Abbildung 36: Ergebnisse der Berechnung Bauhof Friedhof Wemmetsweiler	215
Abbildung 37: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Bauhof Friedhof Wemmetsweiler).....	215
Abbildung 38: Ergebnisse der Berechnung Leichenhalle - Wemmetsweiler.....	225
Abbildung 39: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Leichenhalle - Wemmetsweiler).....	225
Abbildung 40: Ergebnisse der Berechnung Pavillongebäude Rosengarten	238
Abbildung 41: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Pavillongebäude Rosengarten)	238
Abbildung 42: Ergebnisse der Berechnung Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle)	249
Abbildung 43: Ergebnisse der Verluste über Bauteile und Anlagentechnik (Bauhof (ehem. Wasserwerk/Büro/Fahrzeughalle))	249
Abbildung 44: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule Trakt 1	261
Abbildung 45: Ergebnisse der Berechnung Allenfeldschule Trakt 2.....	286

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitablaufplan nach Arbeitspaketen des Klimaschutz-Teilkonzeptes	13
Tabelle 2: Energiedaten der Jahre 2012 - 2014.....	19
Tabelle 3: Potentiale / Vorschläge für geringinvestive Maßnahmen.....	22
Tabelle 5-1 Mengeneinheiten und Heizwerte von Energieträgern nach VDI 3807	36
Tabelle 6-1: Gebäude für das Energie- und Klimaschutzmanagement	40
Tabelle 2: Jährlicher Wärmeenergieverbrauch und Kosten der einzelnen Liegenschaften ...	42
Tabelle 3: Jährlicher Stromverbrauch und Kosten der einzelnen Liegenschaften	43
Tabelle 4: Verwendete Emissionsfaktoren in g/kWh (laut gemis 4.93).....	46
Tabelle 5: Übersicht Liegenschaften, Baustein 2	50
Tabelle 6: Modelle der Wirtschaftlichkeitsberechnung	59
Tabelle 7: Angesetzte Energiepreise (brutto).....	61

