

Energetisches Quartierskonzept für die Südstadt Bad Segeberg

Erstellt von:



ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH
Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Arch. Lars Beckmannshagen / Dipl.-Ing. Jan Gerbitz



Averdung
Ingenieure

Averdung Ingenieurgesellschaft mbH
Planckstraße 13
22765 Hamburg
Ansprechpartner:
Dipl.-Phys. Philipp Lieberodt / Dr.-Ing. Helmut Adwiraah

Im Auftrag von:

Bad Segeberg
Der Bürgermeister
Abteilung Bauen
und Umwelt



Stadt Bad Segeberg
Lübecker Straße 9
23795 Bad Segeberg
Ansprechpartner: Nico Krempe

Stand: 29.11.2018

Das vorliegende Konzept wurde erstellt im Rahmen und unter Förderung des Programms 432 „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ der KfW-Bankengruppe im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat sowie einer Co-Förderung der Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH).



Bundesministerium
des Innern, für Bau
und Heimat



Inhalt

1	Abkürzungsverzeichnis	7
2	Einleitung	9
3	Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet	10
3.1	Bestehende Planungen	10
3.1.1	Übergeordnete Planungen	10
3.1.2	Kommunale Planungen	12
3.2	Bestandsgebäude	15
3.2.1	Städtebauliche Struktur und Gebäudestruktur	15
3.2.2	Wohnungsbestand	16
3.2.3	Einschätzung des Wohnungsmarktes 2025	17
3.2.4	Nichtwohngebäude	18
3.2.5	Eigentümerstruktur	21
3.2.6	Modernisierungsstand im Quartier	22
4	Modernisierungskonzepte der kommunalen und öffentlich genutzten Gebäude	23
4.1	Vorgehensweise zu den Gebäudeuntersuchungen	23
4.2	Modernisierungskonzepte	23
4.2.1	Theodor-Storm-Schule	23
4.2.2	Franz-Claudius-Schule	35
4.2.3	Schule am Burgfeld	47
4.2.4	Probstei-Altenheim	54
4.2.5	Familienbildungsstätte	63
5	Modernisierungskonzepte Wohngebäude	72
5.1	Vorgehensweise zu den Gebäudeuntersuchungen	72
5.2	Initialberatungen	72
5.3	Mustersanierungskonzepte	75
5.3.1	Reihenendhaus	76
5.3.2	Reihenmittelhaus	83
5.3.3	Mehrfamilienhaus, Fritz-Reuter-Weg	89
5.3.4	Mehrfamilienhaus, Theodor-Storm-Str. 80	95
5.3.5	Mehrfamilienhaus, Theodor-Storm-Str. 82	102
5.4	Bewertung der Wohngebäude nach Kriterien der Barrierefreiheit	109
5.4.1	Gesetzliche Grundlagen und Förderung	109
5.4.2	Mehrfamilienhaus	112
5.4.3	Reihenhaus	117
5.4.4	Einfamilienhaus	121
5.4.5	Fazit zur Barrierefreiheit	125
5.5	Anlässe und Synergien der Gebäudemodernisierung	126

6	Energie- und CO ₂ -Bilanz auf Quartiersebene	127
6.1	Ausgangsanalyse maßgeblicher Energieverbrauchssektoren	127
6.2	Detaillierte Betrachtung nach Gebäuden.....	129
6.2.1	Wärmeversorgung.....	129
6.2.2	Energieverbrauch und Emissionen.....	131
7	Potenzialanalyse Energieversorgung.....	133
7.1	Abwärme aus dem Gewerbegebiet.....	133
7.2	Potenziale für Freiflächen-Solarthermie	133
7.3	Potenziale für Geothermie	134
7.4	Potenziale aus Abwasser / Klärwerk	136
7.5	Solarpotenziale der Dachflächen.....	137
7.5.1	Photovoltaik auf den geeigneten Dachflächen	138
7.5.2	Eigenstromnutzung	139
7.5.3	Mieterstrom	140
8	Potenzialanalyse Wärmenetze	142
8.1.1	Kosten der Wärmenetzvarianten	146
9	Energieversorgungsvarianten.....	147
9.1	Standorte für KWK-Anlagen	148
9.2	Photovoltaik	148
9.3	Solarthermie	148
9.4	Variantenvergleich	149
9.5	Energiebedarfe	150
9.6	Eigenstromquote	151
9.7	Kosten der Energieversorgung Variante 1 und 2 (Bestand)	152
9.8	Kosten der Energieversorgung Variante 1 und 2 (saniert).....	157
9.9	Kosten der Energieversorgung Variante 3 (Bestand und saniert).....	161
9.10	CO ₂ -Emissionen in den untersuchten Varianten.....	165
9.11	Fazit der Energieversorgung.....	167
10	Urbanes Grün	169
10.1	Klima- und Umwelteffekte Dachbegrünung.....	169
10.2	Klima- und Umwelteffekte von Fassadenbegrünung.....	170
10.3	Urbanes Gärtnern.....	171
11	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Quartier	173
11.1	Business as usual-Variante	173
11.2	Klimaschutzvariante	175
11.2.1	Energieversorgung.....	175
11.2.2	Gebäudemodernisierung.....	176
11.2.3	Gesamtbilanz	178

12	Maßnahmenkatalog	179
12.1	Maßnahmenpaket Sanierungsmanagement.....	180
12.2	Maßnahmenpaket Informations- und Beratungsangebote	182
12.3	Maßnahmenpaket Gebäudesanierung	187
12.4	Maßnahmenpaket Energieversorgung.....	189
12.5	Maßnahmenpaket Controlling und Monitoring	192
13	Fördermöglichkeiten	194
13.1	Bafa-Fördermittel	194
13.1.1	Wärmenetzförderung.....	194
13.1.2	Heizungsoptimierung	194
13.1.3	Solarthermie	194
13.1.4	Biomasse.....	195
13.1.5	Wärmepumpen	195
13.1.6	Energieberatung für Wohngebäude.....	196
13.1.7	Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen	196
13.2	KfW-Fördermittel	196
13.2.1	KfW Programm 151/152 – Energieeffizient sanieren.....	196
13.2.2	KfW Programm 217/218.....	197
13.2.3	KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium (271,281)	198
13.3	IB.SH Fördermittel	198
13.3.1	Soziale Wohnraumförderung	198
13.3.2	Modernisierungszuschuss für Selbstnutzer.....	199
13.3.3	Modernisierungszuschuss für private Vermieter	200
14	Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit	201
14.1	Lenkungsgruppe	201
14.2	Stadtteilbeirat.....	201
14.3	Direkte Akteursgespräche	201
14.4	Beratungsangebot	201
14.5	Informationsveranstaltung.....	201
14.6	Stadtteilzeitung	202
14.7	Pressearbeit.....	203
15	Hemmnisse	205
15.1	Geringe Energiekosten	205
15.2	Geringe finanzielle Mittel.....	205
15.3	Heterogener Gebäudebestand.....	205
15.4	Wohnungsmarktsituation (ERP-Siedlung)	205
15.5	Umrüstung Probsteialtenheim auf KWK	206
15.6	Zukunft des Schwimmbades (Sanierung oder Neubau)	206

15.7	Netzausbau / -verdichtung.....	206
15.8	Anforderungen der Wärmelieferverordnung / Kostenneutralität	206
15.9	Steuerliche Bewertung Mieterstrom.....	206
16	Handlungsempfehlungen	207
17	Abbildungsverzeichnis	209
18	Tabellenverzeichnis	213
19	Anhang.....	217
19.1	Wohnungsbestand	217
19.2	Modernisierungsstand im Quartier	218
19.3	Initialberatungen	220
19.4	Abwärme aus dem Gewerbegebiet.....	220
19.5	Solarpotenziale der Dachflächen.....	220
19.6	Klima- und Umwelteffekte von Fassadenbegrünung	224
19.7	Direkte Akteursgespräche	225

1 Abkürzungsverzeichnis

ARGE	Arbeitsgemeinschaft
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BJ	Baujahr
BMF	Bundesministerium der Finanzen
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energie-Einspar-Verordnung
ERP	Europäisches Wiederaufbauprogramm (European Recovery Program)
EVG	elektronisches Vorschaltgerät
EWS	Energie und Wasser Wahlstedt/ Bad Segeberg GmbH & Co. KG
FCS	Franz-Claudius-Schule
FNP	Flächennutzungsplan
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunden
HAWN	Hansewerk Natur
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein
IEQK	Integriertes Energetisches Quartierskonzept
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
KfW	KfW-Bankengruppe (ehemals „Kreditanstalt für Wiederaufbau“)
kW	Kilowatt
kWp	Kilowatt peak (mögliche Spitzenleistung)
kWh	Kilowattstunde
kWh/kWp	Kilowattstunden pro Kilowatt-peak
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LEP	Landesentwicklungsplan
OSB-Platte	Grobspanplatte (oriented strand board)
PIR	Polyisocyanurate (Wärmedämmung aus Hartschaumkunststoff)
PUR	Polyurethan (Wärmedämmung aus Hartschaumkunststoff)
PV	Photovoltaik (solare Stromerzeugung)
RLM	registrierende Leistungsmessung
SaB	Schule am Burgfeld
ST	Solarthermie (solare Wärmeerzeugung)

UV-Licht	ultraviolettes Licht
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
VU	Vorbereitende Untersuchung
VZ	Verbraucherzentrale
W/m ² K	Watt pro Quadratmeter und Kelvin (Einheit Wärmedurchgangskoeffizient)
WärmeLV	Wärmelieferverordnung
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WLG	Wärmeleitgruppe
WLS	Wärmeleitstufe
WMK	Wohnungsmarktkonzept
WN	Wärmenetz
Wp/m ²	Watt peak pro Quadratmeter
ZEBAU	Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt

2 Einleitung

Bad Segeberg ist die Kreisstadt des Kreises Segeberg im Bundesland Schleswig-Holstein, ca. 60km nord-östlich der Freien und Hansestadt Hamburg und ca. 50km westlich der Hansestadt Lübeck. Das Stadtgebiet liegt zwischen der Trave und dem Großen Segeberger See. Über die Bundesstraßen B 206 und B 432, die sich im Stadtgebiet kreuzen, ist Bad Segeberg an das überregionale Autobahnnetz angeschlossen (A 21). Die Bundesautobahn A 20 endet derzeit westlich vor der Stadtgrenze und soll in Zukunft südlich am Stadtgebiet der Stadt Bad Segeberg vorbeiführen (Streckenabschnitt 3 von Wittenborn bis Weede). Bad Segebbergs Bahnhofpunkt liegt an der Bahnstrecke Neumünster – Bad Oldesloe.

Das ca. 100 ha große Projektgebiet befindet sich in der „Südstadt“ im Süd-Osten der Stadt Segeberg. Das Gebiet wird im Norden durch die Gorch-Fock-Straße, im Nord-Westen durch die Hamburger Straße und im Süd-Westen durch die westliche Grundstücksgrenze der Förderschule Trave-Schule, die Kleingärten und den Travehang begrenzt. Im Süden und Osten schließt das Gebiet an der Burgfeldstraße ab, wobei die Grundstücke Nr. 29 bis 43 in das Projektgebiet eingeschlossen sind. Die Bundesstraße B 206 und die Bahntrasse im Norden des Gebietes schaffen eine Abgrenzung zum nördlichen Stadtgebiet mit der Innenstadt.

Die Südstadt Bad Segebbergs ist nach 1950 entstanden und wird von Wohnbebauung in Form von Einfamilienhäusern, Reihenhäusern und Geschosswohnungsbau dominiert. Ebenso liegt ein Fokus auf preiswertem Wohnraum. Darüber hinaus sind diverse Bildungseinrichtungen im Gebiet angesiedelt, sowie das Hallenbad, die Kreissporthalle und die Anlagen des Eintracht Segeberg e.V. und weitere öffentliche Einrichtungen, wie die Familienbildungsstätte.

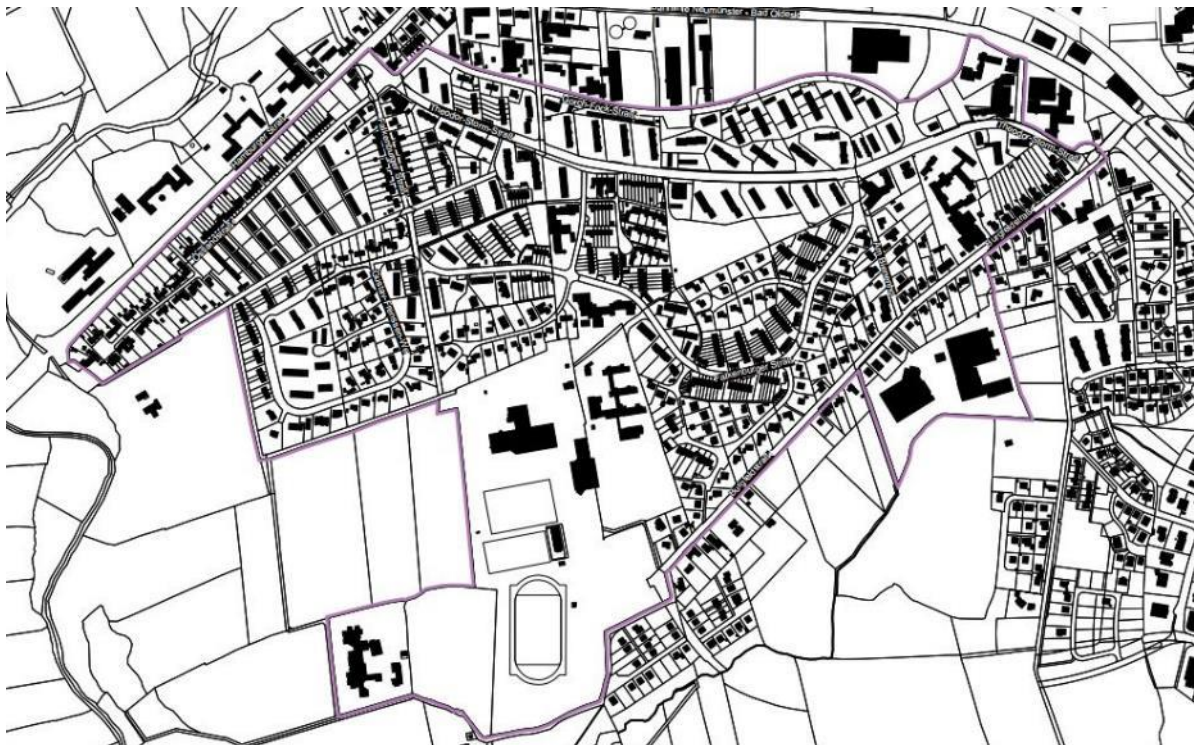


Abbildung 1: Projektgebiet Energetisches Quartierskonzept

Das Projektgebiet entspricht im Wesentlichen dem Gebiet der städtebaulichen Gesamtmaßnahme "Südstadt", welches seit Juni 2012 in das Städtebauförderungsprogramm "Soziale Stadt" aufgenommen wurde.

Das Programm unterstützt Stadtteile in denen soziale, wirtschaftliche und städtebauliche Probleme auftreten und fördert die positive Entwicklung dieser Gebiete.

In der Südstadt liegen sowohl soziale Problemlagen, als auch städtebauliche Aufwertungspotenziale vor, die, unterstützt durch das Programm der Städtebauförderung und unter enger Beteiligung der Bewohner und Akteure vor Ort, in den Fokus gerückt, beziehungsweise verbessert werden sollen, um schlussendlich die Wohn- und Lebensverhältnisse in der Südstadt zu verbessern. Hierzu gab es in der Vergangenheit bereits verschiedene Beteiligungsverfahren, wie zum Beispiel Informationsveranstaltungen und Workshops sowie Befragungen.

Nur durch die enge Zusammenarbeit und die Integration der Menschen vor Ort kann der Prozess erfolgreich sein und sich die Südstadt zu einem stabilen, lebenswerten Quartier entwickeln.

Als Grundlage für diesen Bericht dienen insbesondere drei bereits abgeschlossene Untersuchungen:

1. Die Vorbereitende Untersuchung (VU) nach § 141 BauGB durch die P4 Planungsgesellschaft, Berlin (Federführung) sowie Drees & Sommer, Hamburg (Kosten- und Finanzierungsübersicht) im Rahmen des Bund-Länder-Förderprogrammes „Soziale Stadt – Investitionen im Quartier“.
2. Der Endbericht zur Einstiegsberatung Klimaschutzmanagement, welcher durch das Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Nicola Richter aus Reinbek erstellt wurde.
3. Das Integrierte städtebauliche Entwicklungskonzept Südstadt / Bad Segeberg, welches durch das Büro polis aktiv in enger Abstimmung mit der Stadt Bad Segeberg erstellt wurde.

3 Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet

3.1 Bestehende Planungen

3.1.1 Übergeordnete Planungen

Der **Landesentwicklungsplan** des Landes Schleswig-Holstein (LEP) wurde im Jahr 2010 fortgeschrieben. Der LEP gibt die räumliche Entwicklung des Landes bis zum Jahr 2025 vor und bildet die Grundlage zur Fortschreibung der Regionalpläne. Er beschreibt Ziele und Grundsätze der landesplanerischen Entwicklung, die in der verbindlichen Bauleitplanung Beachtung finden müssen. Der Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein weist Bad Segeberg mit der Stadt Wahlstedt als Mittelzentrum aus (sog. Zweckverband „Mittelzentrum Bad Segeberg - Wahlstedt“) und betont damit die Bedeutung der dort angesiedelten Infrastrukturen für das ländliche Umfeld und kleinere Kommunen.

Ebenso auf der Länderebene angesiedelt ist das **Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz Schleswig-Holstein**, welches am 07.03.2017 beschlossen wurde. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 %, bis 2030 um mindestens 55 % und bis 2040 um mindestens 70 %, im Vergleich zu den Emissionen im Jahr 1990, zu verringern. Darüber hinaus soll die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2025 mindestens 37 Terrawattstunden betragen. Der Anteil des aus Erneuerbaren Energien stammenden Wärmeverbrauchs soll bis 2025 bei mindestens 22 % liegen.

Auf Basis des Rechts auf kommunale Selbstverwaltung, liegt es auch an den Kommunen Schleswig-Holsteins, wie Bad Segeberg, dass die landesweiten Klimaschutz- und Energiewendeziele erreicht werden.

Der **Regionalplan** für den Planungsraum I Schleswig-Holsteins von 1998 stellt die Stadt Bad Segeberg als Entwicklungs- und Entlastungsort für den Verdichtungsraum Hamburg dar (vgl. Ziel 5.5). Bad Segeberg soll gemäß dem Regionalplan vorrangig als Handels- und Dienstleistungszentrum, sowie als Luftkurort und Heilbad gestärkt werden.

Neue größere industriell-gewerbliche Ansiedlungen sind vorrangig im gemeinsamen Gewerbe- und Industriegebiet des Zweckverbandes „Mittelzentrum Bad Segeberg – Wahlstedt“ zu entwickeln.

Darüber hinaus sollen Bad Segeberg und Wahlstedt vor allem als Wohnstandorte ausgebaut werden. Dies schafft einen direkten Bezug der Aussagen des Regionalplans zur Bedeutung des energetischen Quartierskonzeptes und der damit einhergehenden Aufwertung des Wohnungsbestandes in Bad Segeberg.

Der Zugverkehr, unter anderem die durchgehende Verbindung zwischen Bad Segeberg und Hamburg, soll gemäß dem Regionalplan, auch im Hinblick auf eine Förderung des Güterverkehrs, noch weiter ausgebaut werden.

Der Kreis Segeberg und die Stadt Bad Segeberg sind zudem Teil des länder- und landkreisübergreifenden Kooperationsbündnisses **Metropolregion Hamburg**, deren Bedeutung aufgrund der Lage im Schnittpunkt wichtiger europäischer Verkehrs- und Entwicklungsachsen in Zukunft noch wachsen wird.



Abbildung 2: Metropolregion Hamburg, Quelle: <http://www.hamburg.de/zusammenarbeit-mrh/>

Die Metropolregion hat ein gemeinsames regionales Entwicklungskonzept erarbeitet, um der länderübergreifenden Kooperation einen Rahmen zu geben. Zusätzlich wurde 1996 ein Handlungsrahmen zum REK verabschiedet. Der Regionalplan für den Planungsraum I integriert diesen erarbeiteten Handlungsrahmen.

Aufgrund der Nähe zur Freien und Hansestadt Hamburg (ca. 60 km) bestehen zwischen den Städten relevante Pendlerbeziehungen (Fahrzeit Pkw und Bahn ca. 50 min). Enge Verflechtungen gibt es zusätzlich auch zwischen den Städten Bad Segeberg, Kiel und Lübeck.

3.1.2 Kommunale Planungen

Integriertes Entwicklungskonzept und Städtebauförderung „Soziale Stadt“

Auf der kommunalen Planungs-Ebene sind sowohl die informellen, rahmengebenden Konzepte, wie das Integrierte Stadtentwicklungskonzept mit dem Leitbild für die Gesamtstadt Bad Segeberg von Bedeutung, als auch die formellen Pläne der Bauleitplanung, das heißt der Flächennutzungsplan und der Bebauungsplan. Darüber hinaus besteht seit dem Jahr 2015 ein Integriertes Stadtentwicklungskonzept für die Südstadt Bad Segebergs.

Das Integrierte **Stadtentwicklungskonzept (ISEK) für die Gesamtstadt Bad Segeberg** wurde vom GEWOS Institut für Stadt-, Regional- und Wohnforschung GmbH im Jahr 2010 erstellt. Neben einer Analyse der Ist-Situation, enthält es ein Leitbild für die zukünftige Stadtentwicklung in Bad Segeberg, bestehend aus vier Leitzielen. Dabei sind die Leitlinien anderer bereits bestehender städtischer Strategiedokumente integriert worden.

Die vier Leitziele des Leitbildes für Bad Segeberg lauten wie folgt:

- Einwohnerzuwachs anstreben und den Wirtschaftsstandort stärken.
- Kommunale Haushaltssituation verbessern.
- Zentralörtliche Funktionen der Stadt stärken.
- Bad Segeberg als lebenswerte und besuchenswerte Stadt weiterentwickeln.

Darüber hinaus definiert das Konzept insgesamt fünf thematische Handlungsfelder für Bad Segeberg:



Abbildung 3: Thematische Handlungsfelder des Leitbildes Bad Segebergs, Quelle: ISEK Stadt Bad Segeberg

Der Bereich Energie und Klimaschutz findet sich vor allem im Handlungsfeld „Grünes Wohnen in der Stadt“ wieder. Ein Unterpunkt des Handlungsfeldes ist die „Energetische Angebotsoptimierung“, hierzu zählen die Förderung energetischer Bestandsmodernisierung und die Etablierung zeitgemäßer energetischer Standards im Neubau.

Die Südstadt stellt im ISEK einen der räumlichen Schwerpunktbereiche dar, für den deutlicher Modernisierungsbedarf, insbesondere für die Geschosswohnungsbaubestände, festgestellt wurde. Als ein Ziel wurde deshalb eine bauliche Aufwertung formuliert. Ein zweites Handlungsfeld für die Südstadt ist die Verbesserung der Nahversorgung im Quartier. Die soziale Stabilisierung stellt den dritten im ISEK genannten Handlungsansatz für die Südstadt dar. Das ISEK listet zudem zentrale Maßnahmenvorschläge, unter anderem den Erhalt des preisgünstigen Wohnraums, Informationsangebote für private Wohnungseigentümer zur energetischen Bestandsmodernisierung, den Erhalt bzw. die Ergänzung von wohnortnahen Nahversorgungseinrichtungen und verschiedene sozialstrukturelle Maßnahmen, auf.

Einige der im ISEK formulierten Maßnahmenvorschläge für die Südstadt sind inzwischen umgesetzt oder in die Wege geleitet worden, zum Beispiel die Modernisierung von Wohnzeilen an der Theodor-Storm-Str., die Ausweitung der Offenen Ganztagschule und die Förderung der Schulsozialarbeit.

Um die Wohnungssituation besser bewerten zu können, wurde parallel zum ISEK ein Wohnungsmarktkonzept Bad Segeberg – Wahlstedt (WMK) erstellt. Gemäß dem Wohnungsmarktkonzept wurden über 60% des Mietwohnungsbestandes zwischen 1950 und 1990 errichtet. Die Südstadt zeichnet sich durch preiswerten Wohnraum, eine vergleichsweise hohe Verdichtung und einen hohen Anteil einkommensschwacher Bewohner aus.

Auf Grundlage des im ISEK formulierten besonderen Handlungsbedarfs für den Teilraum IV Südstadt, hat sich die Stadt in Abstimmung mit dem Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein für die Beteiligung am Städtebauförderungsprogramm „**Soziale Stadt**“ und die Durchführung Vorbereitender Untersuchungen entschieden. Der Antrag für die städtebauliche Gesamtmaßnahme "Südstadt" wurde im Juli 2012 angenommen. Im Februar 2014 wurde die Vorbereitende Untersuchung (VU) nach § 141 BauGB fertiggestellt, die die Notwendigkeit der Ausweisung eines „Soziale Stadt“ Gebietes feststellte. Die Ergebnisse der VU sind im vorliegenden Bericht einbezogen.

Im September 2014 wurde im Städtebauförderungsgebiet Südstadt ein Quartiersmanagement zur Begleitung des Programmes eingerichtet. Das Quartiersmanagement wurde vom Büro polis aktiv übernommen. Eine der Aufgaben des eingerichteten Quartiersmanagements war die Erstellung des **Integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzeptes für die Südstadt**.

Das Integrierte städtebauliche Entwicklungskonzept für die Südstadt beschreibt zunächst die Ausgangslage im Fördergebiet. Diese Inhalte, zum Beispiel zu den Eigentumsverhältnissen, zur Gebäudestruktur und zur Bauleitplanung und Entwicklungskonzepten, sind in die folgenden Abschnitte des vorliegenden Berichtes eingeflossen.

Das Konzept beinhaltet zudem eine Potenzial- und Defizitanalyse.

Zu nennen ist das Defizit der baulichen Missstände vor allem im Geschosswohnungsbau und ein Hinweis auf die finanzielle Lage der Mieter, die einen (hohen) Anstieg der Mieten nicht verträgt. Der erhebliche Handlungsbedarf zur energetischen Sanierung wird außerdem betont.

Das Entwicklungskonzept beinhaltet zudem Leitziele und einen Maßnahmenkatalog bzw. –plan, unter anderem mit dem Handlungsfeld Wohnen und Wohnumfeld.

In enger Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft soll der Wohnstandort der Südstadt insgesamt aufgewertet werden. Hierfür sind die Sanierung und die Modernisierung des Wohngebäudebestandes und die Anpassung von Wohnungsbestand für die verschiedenen Zielgruppen in der Südstadt von Bedeutung. Die aufgelisteten Maßnahmen beziehen sich einerseits auf die Aufwertung des Wohnumfelds in der Südstadt und andererseits ganz konkret auf Modernisierung und Sanierung der Wohnbebauung zum Beispiel an der Falkenburger Straße 52-56 und der ERP-Siedlung.

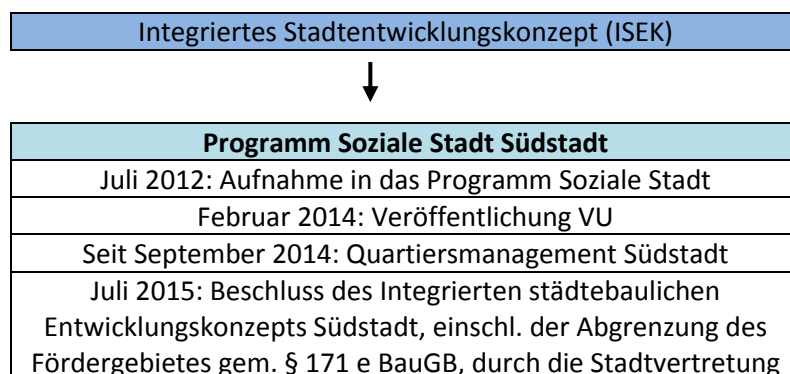


Abbildung 4: Ablauf Städtebauförderung Südstadt, Quelle: Eigene Darstellung

Der rechtswirksame **Flächennutzungsplan** des Zweckverbandes Mittelzentrum Bad Segeberg - Wahlstedt stammt aus dem Jahr 2005. Er stellt das Untersuchungsgebiet überwiegend als bebaubare Flächen in Form von Wohnbauflächen, Mischbauflächen sowie Gemeinbedarfsflächen dar. Dabei dominiert klar die Fläche für die Wohnbebauung. Die Gemeinbedarfsflächen befinden sich in den südlichen und östlichen Bereichen der Südstadt. Innerhalb der Wohnbebauung ist lediglich eine kleine Fläche als Grün- und Spielplatzfläche ausgewiesen. Im Norden grenzen Misch- und Gewerbebauflächen an das Untersuchungsgebiet an, die in das Städtebaufördergebiet integriert sind, nicht jedoch in das Gebiet für das Energetische Quartierskonzept. Zusätzlich im Gebiet zur Energetischen Quartierssanierung eingeschlossen, sind die Grundstücke Burgfeldstraße Nr. 29 bis 43, welche nicht im Städtebauförderungsgebiet liegen.

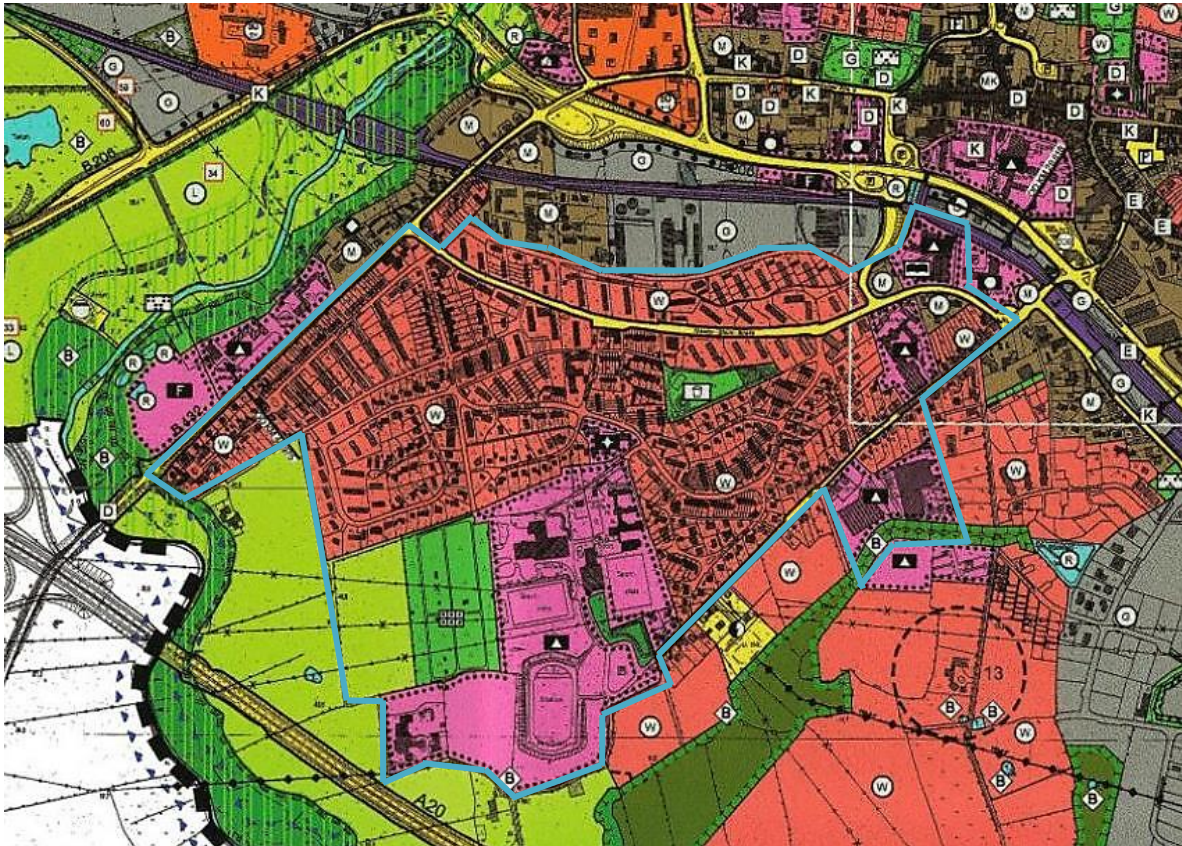


Abbildung 5: Ausschnitt FNP Bad Segeberg, Quelle: www.bad-segeberg.de

In dem Bereich der Südstadt, für den das vorliegende Energetische Quartierskonzept erstellt wird, gilt ein Bebauungsplan:

- B-Plan Nr. 46 (rechtskräftig): Kleingartenkolonie I Neue Heimat

Die Planung der Bundesautobahn A 20 werden die Verkehrsströme in der Südstadt verringern und die Wegeverbindungen, sowie den Landschaftsraum, neu ordnen.

Der Planfeststellungsbeschluss besteht seit April 2012, allerdings wurden gegen diesen von den Naturschutzverbänden und der Gemeinde Klein Gladebrügge Klage eingereicht. Auf Basis des Urteils des Bundesverwaltungsgerichtes vom 06.11.2013 ist der Planfeststellungsbeschluss für den Abschnitt von Weede bis Wittenborn rechtswidrig. Damit ist der Baubeginn der Autobahn A 20 bis zum Abschluss des Fehlerheilungsverfahrens verschoben. Nach mehreren Planänderungen sind sich das Land und die Naturschutzverbände, die nach wie vor gegen den Bau des Autobahnabschnittes sind, noch immer nicht einig.

3.2 Bestandsgebäude

3.2.1 Städtebauliche Struktur und Gebäudestruktur

Die ersten baulichen Entwicklungen der Südstadt begannen Ende des 19. Jahrhunderts von der Hamburger Straße und der Burgfeldstraße ausgehend. Die vorwiegende Bauphase begann jedoch nach dem Ende des 2. Weltkrieges. Damals wurden im Rahmen des europäischen Wiederaufbauprogrammes (ERP) Wohnungen errichtet. Hierzu zählt zum Beispiel die Siedlung an der Ostlandstraße/Kuhkamp, die bis heute dieselben baulichen Strukturen aufweist. Entlang der Theodor-Storm-Straße wurde die Siedlungsentwicklung in den 1960er Jahren fortgesetzt. Südlich hiervon wurden ab den 1960er Jahren zudem Einfamilien- und Reihenhausegebiete erschlossen.

Dementsprechend zeichnet sich das Gebiet heute durch eine heterogene und relativ dichte Gebäudestruktur aus, wobei der Anteil an Wohngebäuden zweifellos dominiert (> 80 %).

Einfamilienhäuser überwiegen im Wohngebäudebestand und finden sich vor allem im aufgelockerten Süden des Gebietes, charakteristisch für das Gebiet sind jedoch die Geschosswohnungsbauten entlang der Theodor-Storm-Straße, Gorch-Fock-Straße, der Ostlandstraße und dem Gustav-Frenssen-Weg und Fehrsweg. Auch Doppel- und Reihenhäuser gibt es, außer an der Gorch-Fock-Straße und Theodor-Storm-Straße, verteilt im Bereich der Südstadt. Gemeinbedarfseinrichtungen liegen vor allem südlich der Wohnbebauung bzw. an den Siedlungsrändern.

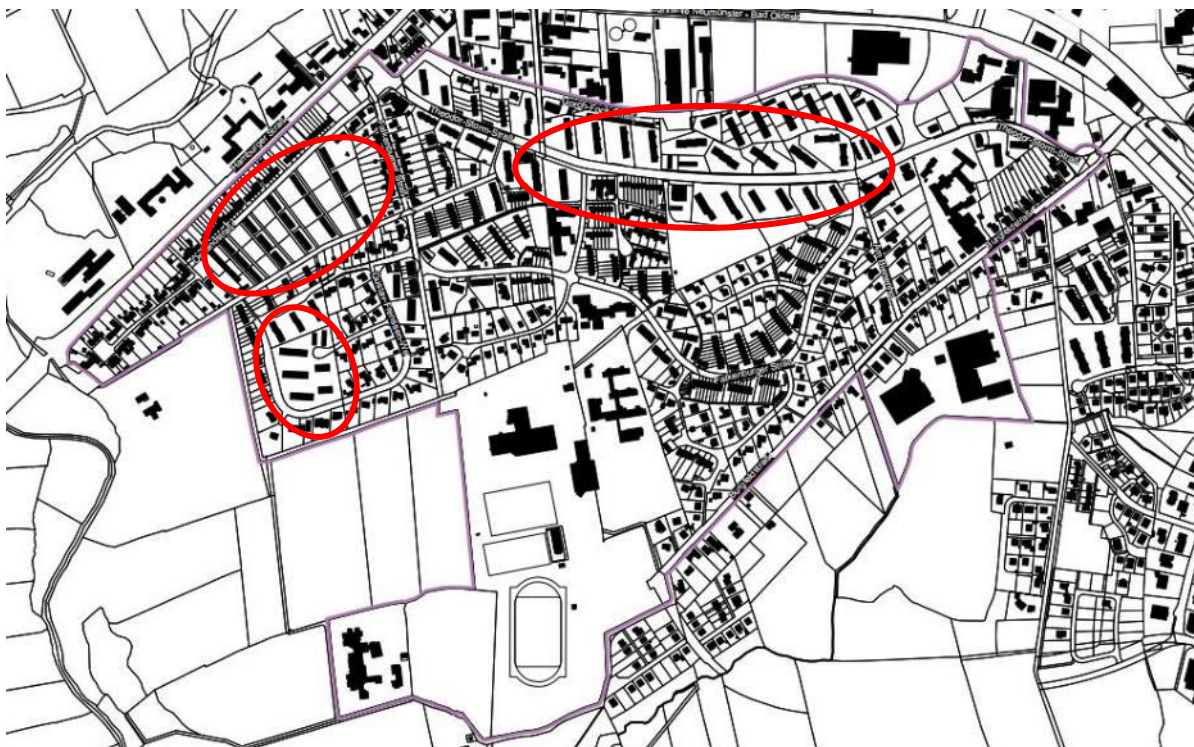


Abbildung 6: Geschosswohnungsbau Südstadt, Quelle: Eigene Darstellung

Leerstand besteht im Untersuchungsgebiet nur vereinzelt und fluktuationsbedingt. Im Allgemeinen ist die Vermietungssituation des Wohnungsbestandes als sehr gut einzuschätzen.

Prägend im Gebiet sind außerdem die Garagenanlagen, die direkt am Straßenraum angeordnet sind. Für einige größere Garagenanlagen wird Gestaltungsbedarf gesehen (u. a. in der Gorch-Fock-Straße), da diese nicht eingegrünt sind, beziehungsweise die Fußgängerbereiche negativ beeinträchtigen.

Im Untersuchungsgebiet befinden sich keine eingetragenen Baudenkmale.

In der Vorbereitenden Untersuchung wird der Gebäudezustand vorwiegend als gut eingeschätzt. Kurz- bis mittelfristiger Modernisierungsbedarf wurde für mehrgeschossigen Wohnungsbau an den Bereichen Ostlandstraße, westliches Ende der Theodor-Storm-Straße und östliches Ende der Gorch-Fock-Straße und vereinzelt in der Falkenburger Straße 52-56 identifiziert. In der Vorbereitenden Untersuchung heißt es zudem, dass längerfristig alle Wohnungsbestände und das direkte Wohnumfeld, die bzw. das noch nicht saniert worden sind, zu modernisieren sind.

3.2.2 Wohnungsbestand

Eigentümer des Wohnungsbestandes in der Südstadt Bad Segebergs sind sowohl Baugenossenschaften, als auch Immobiliengesellschaften und Privateigentümer. Die größten Anbieter sind eine Baugenossenschaft mit ca. 400 WE, eine Immobiliengesellschaft mit ca. 60 WE und ein weiterer Eigentümer mit ca. 100 WE. Die Wohnblöcke in der Gorch-Fock-Straße 12-22 (ca. 130 WE) sind im Besitz vieler verschiedener privater Eigentümer, zum Teil mit Streubesitz von einzelnen Wohnungen.

Die Wohnungsgrößen im Gebiet sind überwiegend klein (ca. 60 % mit nur ein oder zwei Zimmern), der restliche Wohnungsbestand besteht aus Wohnungen mit drei oder mehr Zimmern.

In Tabelle 1 sind die Wohnungsgrößen für den Mehrfamilienhausbestand für das Städtebauförderungsgebiet "Südstadt" dargestellt. Die Werte geben einen Eindruck der Wohnungsgrößen im Sanierungsgebiet.

Tabelle 1: Wohnungsgrößen in Mehrfamilienhäusern, Quelle: Eigene Darstellung mit Grundlage aus VU (Stand 2014)

	Wohneinheiten in MFH				Summe
	1 und 2 Zimmer	3 Zimmer	4 und 5 Zimmer	Mehr als 5 Zimmer	
Eigentümer 1	312	96	0	0	408
Eigentümer 2	6	24	0	0	30
Eigentümer 3	2	12	0	0	14
Eigentümer 4	27	30	3	0	60
Eigentümer 5	14	46	51	0	111
sonstige	293	167	45	0	505
Summe	654	375	99	0	1128

Für Neuvermietung wurde in der Vorbereitenden Untersuchung ein Mietniveau von 5,60 € bis 6,00 € (Nettokaltmiete, mit Betriebs- und Heizkosten 8,20 - 9,00 €/m²) ermittelt. Ein höherpreisiges Segment in der Südstadt ist nicht vorhanden, allerdings sind die Mieten in den sanierten Wohnungen mit hohem Standard gegenüber den unsanierten, geförderten Wohnungen höher.

Folgende Wohnungsbestände sollen näher beschrieben werden:

- Die ERP-Siedlung (European Recovery Programm):
Die Siedlung liegt an der Ostlandstraße/Kuhkamp und besteht aus insgesamt 200 WE. Einhundert dieser Wohneinheiten unterliegen einer Belegungsbindung bis zu diesem Jahr (2018). - Die Mieterfluktuation ist in der Regel normal bis hoch. Die Bewohnerschaft ist

unterschiedlich zusammengesetzt – so wohnen sowohl Familien und Mieter mit hoher Wohnzufriedenheit, als auch Alleinstehende und jüngere Mieter in der ERP-Siedlung als „Zwischenwohnstation“.

Aufgrund dieser Bewohnerstruktur sind bezüglich Sanierungsmaßnahmen differenzierte Lösungen zu entwickeln, die weiterhin den Erhalt von günstigem Wohnraum ermöglichen.

Am Gänsekamp 13 besteht seit 2013 ein „Haus für Kinder“, welches für offene Kinder- und Jugendarbeit zur Verfügung steht.

- **Theodor-Storm-Straße**
Der Wohnungsbestand an der Theodor-Storm-Straße ist bereits überwiegend saniert und die Mieterfluktuation ist sehr gering. Die Verwaltung der Gebäude in der Theodor-Storm-Straße 21, 23 und 27 wird durch eine Wohnungseigentümergeinschaft organisiert.
- **Falkenburger Straße/Gustav-Frenssen-Weg/Liliencronweg**
Die Wohnzeilen sind überwiegend saniert. Ausnahme bildet das Gebäude Falkenburger Straße 52-56, für das Belegungsrechte für die Stiftung Feierabendwohnheime im Kreis Segeberg e.V. bestehen.
- **Der Wohnungsbestand am Gustav-Frensen-Weg / Fehrsweg und an der Theodor-Storm-Straße 13** hat insgesamt 111 WE. Die Wohnungsbestände sind zu fast 80% saniert.
- Eine Immobiliengesellschaft mbH besitzt im Gebiet 60 WE, wovon mehr als die Hälfte noch nicht saniert sind. Die Immobiliengesellschaft sieht die weitere Sanierung des Bestandes kritisch, da die Gefahr besteht, dass die preisgünstigen Mieten nicht erhalten werden könnten.

Eine Baugenossenschaft stellt einen bereits hohen und zukünftig noch wachsenden Bedarf an barrierefreien Wohnungen fest. Bisher weist der Wohnungsbestand keine Barrierefreiheit auf und auch zukünftig könnte die Schaffung von barrierefreiem Wohnraum problematisch werden. Die Kosten für einen Einbau und die Wartung von Fahrstühlen seien zu hoch und Rampenanlagen sind nicht umsetzbar.

Weitere Angaben befinden sich im Anhang.

3.2.3 Einschätzung des Wohnungsmarktes 2025

Das Wohnungsmarktkonzept beschreibt für das Jahr 2025 einen Nachfrageüberhang an Wohnungen. Allerdings ist der Bedarf an preisgünstigem Wohnraum nicht gedeckt und die Nachfrage übersteigt das Angebot deutlich. Außerdem ist ein Mangel an barrierearmen bzw. –freien und altengerechten Wohnungen zu verzeichnen, dies gilt besonders für den privaten Wohnungsbestand.

Dieser Problematik widmet sich die Initiative zum Thema „Schaffung kleiner, preisgünstiger Wohnungen in Bad Segeberg“, welches im Zuge der Städtebauförderungsmaßnahme inkludiert werden soll.

Darüber hinaus wird ein Defizit an behindertengerechtem Wohnraum festgehalten. Derzeit gibt es kaum Möglichkeiten für selbstständiges Wohnen außerhalb von Wohnheimen. Für diese Zielgruppe sollen in Zukunft neue Wohnprojekte umgesetzt werden.

3.2.4 Nichtwohngebäude

Soziale Einrichtungen und Bildung

In der Südstadt gibt es eine Vielzahl verschiedener Bildungseinrichtungen, durch die eine wohnortnahe Versorgung der Kinder und der Jugendlichen aus dem Gebiet sichergestellt wird und die darüber hinaus das Bildungsangebot in Gesamtstadt und der Region erweitern. Die Bildungseinrichtungen im Projektgebiet reichen von einem Kindergarten, über Grundschulen und eine Gemeinschaftsschule, bis hin zu einer Berufsschule.

Die Stadt Bad Segeberg und der Schulverband Bad Segeberg haben sich erfolgreich auf Fördermittel für die **Förderung der Einführung und Etablierung des Energiesparmodelles „Fifty-fifty“** beworben. Begleitet wird das Projekt vom Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Nicola Richter aus Reinbek. Gefördert wird die Umsetzung in den Schulen und der Kindertagesstätte der Stadt Bad Segeberg bis zum 31. Oktober 2021 (4 Jahre). Der Schulverband erhält eine Förderung bis zum 31. Oktober 2020 (3 Jahre). Nach Ende des Förderzeitraumes soll das Modell eigenständig von den Schulen und der Kita weitergeführt werden.

Den Schülerinnen und Schülern der Schulen der Stadt Bad Segeberg und des Schulverbandes Bad Segeberg sowie den Kindern der Kindertagesstätte Familienzentrum Spurensucher soll im Zuge des Energiesparmodelles „Fifty-fifty“ ein klimafreundlicher Umgang mit den Ressourcen elektrische Energie und Wärme nähergebracht werden. Energieteams und Wettbewerbe an den Schulen und der Kita sollen dazu beitragen, dass die Schülerinnen und Schüler sowie Kinder darauf achten, z. B. die Heizung beim Stoßlüften der Räume herunterzudrehen. Ein verändertes Nutzerverhalten ist ein Baustein, um Energie, Kosten und Treibhausgasemissionen einzusparen. Weitere projektunabhängige Bausteine sind die energetischen Sanierungen von Gebäudehüllen oder die Verwendung regenerativer Energien.

Alle erzielten Einsparungen werden errechnet und kommen zur Hälfte der jeweiligen Einrichtung zu Gute. Über das Geld kann anschließend frei verfügt werden, um z. B. Sachen für die Gemeinschaft anzuschaffen. Die andere Hälfte der Einsparungen verbleibt im Haushalt der Stadt und des Schulverbandes; also Fifty-fifty.

Für die beiden Grundschulen Theodor-Storm-Schule und Franz-Claudius-Schule und für die Gemeinschaftsschule am Burgfeld wurden im Zuge dieses Energetischen Quartierskonzeptes konkrete Modernisierungsmaßnahmen entwickelt.



Abbildung 7: Theodor-Storm-Schule



Abbildung 8: Franz-Claudius-Schule



Abbildung 9: Gemeinschaftsschule am Burgfeld

Theodor-Storm-Schule

Die Theodor-Storm-Schule befindet sich am nord-östlichen Rand des Sanierungsgebietes und hat ihren Einzugsbereich sowohl in der Südstadt, als auch in der Altstadt, in den Gebieten Apfelgarten,

Bornwische und der Gemeinde Schackendorf. Insgesamt besuchen 257 Schüler die zweizügige Grundschule.

Im Schulgebäude befinden sich neun Klassenzimmer, eine Turnhalle, ein Musik- und ein Kunstraum, eine Pausenhalle und eine Schülerbücherei. Seit dem Jahr 2004 wird der Schulhof durch verschiedene Aktionen aufgewertet und neu gestaltet. Zuletzt fand im Mai 2017 ein Aktionstag mit Kindern, Eltern und Lehrern statt, bei dem der Schulhof noch weiter verschönert wurde.

Im September 2016 wurde zudem der neue Anbau der Schule fertiggestellt und bezogen, in dem sich nun weitere Klassenräume und eine Mensa befinden. Durch den neuen Fahrstuhl am Neubau ist die Schule nun durchgängig barrierefrei erschlossen.

Franz-Claudius-Schule

Die zweite Grundschule und Förderschule im Gebiet ist die Franz-Claudius-Schule, eine dreizügige Grundschule mit 293 Schülern. Die Schulleitung, die Lehrerschaft und die Eltern initiierten im Jahr 2012 ein Konzept zur Schulhofumgestaltung. Dabei wurden die Spielmöglichkeiten verbessert, die Asphaltflächen umgestaltet, Sitzmöglichkeiten und Ruheräume und ein Abhol- und Wartebereich geschaffen. Neben den Eigenaufwendungen wurden ca. 190.000€ Gesamtkosten investiert.

Im Jahr 2004 wurde ein neues Verwaltungsgebäude für die Grundschule gebaut und in diesem Zuge auch ein umfassenderes Raumangebot geschaffen.

Schule am Burgfeld

Im Jahr 2008 wurden die Hauptschule und die Realschule als Gemeinschaftsschule zusammengeführt. Ca. 874 Schüler werden an der Gemeinschaftsschule unterrichtet, der Einzugsbereich erstreckt sich sowohl auf die Gesamtstadt, als auch auf die Umlandgemeinden. Die geplante Einrichtung einer gymnasialen Oberstufe am Schulzentrum wurde im Dezember 2013 vom Ministerium des Landes Schleswig-Holstein positiv beschieden. Für diese Erweiterung des Bildungsangebotes sind gemäß der Schulleitung allerdings keine baulichen Erweiterungen am Bestandsgebäude notwendig.

Das Gebäude der Gemeinschaftsschule stammt aus den 1970er Jahren und wurde von 2003 bis 2005 saniert. Für das Schulgelände mit dem Schulhof sind für die Jahre 2019 und 2020 umfangreiche Maßnahmen der Neugestaltung vorgesehen.

Darüber hinaus gibt es mehrere soziale Einrichtungen im Sanierungsgebiet, wie zum Beispiel die Lebenshilfe Bad Segeberg, das Sozialkaufhaus, das Probstei-Altenheim, die Familienbildungsstätte und der Sozialverband Deutschland.



Abbildung 10: Probstei-Altenheim, Quelle: www.kirchenkreis-ploen-segeberg.de

Abbildung 11: Familienbildungsstätte, Quelle: www.kirchenkreis-ploen-segeberg.de

Probstei-Altenheim

Das evangelische Altenheim betreut ca. 85 Senioren und verfügt über ca. 80 Zimmer, eine Küche, eine großzügige Gartenanlage und einen Gemeinschaftsraum. Die anhaltende Nachfrage schafft eine Auslastung der Betreuungsplätze im Altenheim.

Familienbildungsstätte

Der Evangelisch-Lutherische Kirchenkreis Plön-Segeberg organisiert die Bildungsarbeit im Kirchenkreis in der Familienbildungsstätte. Es gibt sowohl ein vielfältiges Kurs- und Fortbildungsangebot im Bereich der Erwachsenenbildung, Frauenarbeit, Jugendbildung, Jungen- und Männerarbeit und Kindertagesstätten-Fachberatung, als auch ein Ferienangebot für Kinder zwischen sechs und zwölf Jahren. Darüber hinaus gibt es ein Elterncafé und ein Unterstützungsprogramm für Schwangere und Eltern mit Kindern bis zu 3 Jahren.

Nahversorgung und Gastronomie

Die Nahversorgung in der Südstadt besteht aus folgenden Einrichtungen:

- Dem Nahversorgungszentrum in der Theodor-Storm-Straße 15. Hier befinden sich ein Lebensmittelgeschäft, eine Apotheke, ein Bäcker und ein Kiosk.
- Einem Bäcker/Café und einem Schuster in der Theodor-Storm-Straße 43.
- Einem Bäcker/Café in der Hamburger Straße 120.
- Einem kleinen Lebensmittelmarkt in der Theodor-Storm-Straße 77.

Das Nahversorgungsangebot hat sich signifikant verschlechtert und Versorgungslücken sind entstanden, da verschiedene Einrichtungen geschlossen wurden. Den noch bestehenden Nahversorgern kommt eine besondere Versorgungsfunktion für das südwestliche Stadtgebiet zu. Prinzipiell wäre jedoch eine Erweiterung des Nahversorgungsangebotes durch weitere, kleinflächige Betriebe und Dienstleistungen zur Standortsicherung wünschenswert.

Das gastronomische Angebot beschränkt sich auf ein Restaurant im Versorgungszentrum und drei Bäckereien. Der früher im Hallenbad angesiedelte Imbiss ist inzwischen geschlossen worden.

Gewerbeeinrichtungen

Im Bereich des energetischen Quartierskonzeptes Südstadt sind einige Gewerbeeinrichtungen angesiedelt. Die Gewerbeeinrichtungen sind vorwiegend kleinere Unternehmen mit einer großen Angebots-Bandbreite. Unter anderem im Folgenden gelisteten Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen sind im Gebiet der Südstadt angesiedelt:

- Parkettfachbetrieb, Handwerkerbedarf, Handwerker (Sanitäranlagen)
- städtischer Bauhof, mit-reisen Touristik GmbH, Autocenter
- Fahrschule, Immobiliendienstleister, Steuerberatungsgesellschaft
- Sozialkaufhaus

Sonstige Einrichtungen

Hallenbad

Eine weitere und infrastrukturell wichtige Einrichtung, die im Fokus der Sanierungsmaßnahmen steht, ist das Hallenbad Bad Segeberg (früheres „Aqua Fun“) in der Theodor-Storm-Straße 12. Dieses wurde

zwischen 1964 und 1967 erbaut. Das Hallenbad bietet sowohl eine klassische Schwimmhalle, als auch Schwimm- und Fitnesskurse an. Im Jahr 2015 erhielt das Hallenbad ein BHKW mit einer elektrischen Leistung von 70 kW und einer thermischen Leistung von 115 kW. Der im BHKW erzeugte Strom wird seitdem zur Beleuchtung, die Beckenwasserpumpen und die Ventilatoren für die Lüftungsanlage verwendet. Die Betriebskosten des Hallenbades konnte mit Hilfe des BHKWs um 40.000 Euro jährlich gesenkt werden.

Auf Wunsch der Stadt wurde im Rahmen des Energetischen Quartierskonzeptes keine Untersuchung vorgenommen. Diese erfolgte im Rahmen einer umfassenden Potentialanalyse.

3.2.5 Eigentümerstruktur

Die Südstadt zeichnet sich durch eine sehr gemischte Eigentümerstruktur aus. Über die Hälfte der Flächen in der Südstadt sind in Privatbesitz mit mehreren, verschiedenen Eigentümern. In der Vorbereitenden Untersuchung zum „Soziale Stadt“ Gebiet wurde eine Analyse der Eigentümer Strukturen durchgeführt. Da das Gebiet in weiten Teilen dem des Energetischen Quartierskonzeptes entspricht, sind folgend die Eigentumsverhältnisse dargestellt. Kleinere Verschiebungen der Werte sind aufgrund des etwas anders abgegrenzten Gebietes möglich, dennoch stellen diese Werte eine gute Orientierung dar.

Städtische Grundstücke bestehen im Untersuchungsgebiet aus Verkehrs- und Grünflächen (entlang der Trave, Spielplatz). Ein recht hoher Flächenanteil im Gebiet liegt darüber hinaus im Eigentum des Schulverbandes Bad Segeberg.

Tabelle 2: Eigentumsverhältnisse, Quelle: VU S. 9

Eigentumsverhältnisse Bad Segeberg		
	ha	%
BRD	1,63	1,4
Deutsche Bahn	2,18	1,8
Firma / Genossenschaft	10,21	8,6
Kirche	1,77	1,5
Kreis Segeberg	7,46	6,3
Landwirtschaftskammer	2,56	2,1
Liegenschaftsverwaltung SH	1,14	1,0
Mittelzentrumsholding Bad Segeberg / Wahlstedt	0,63	0,5
Private Flurstücke	56,54	47,5
Schulverband Bad Segeberg	15,68	13,2
Städtische Flurstücke	19,36	16,2
	119,16	100,0

3.2.6 Modernisierungsstand im Quartier

Zur Ermittlung des Modernisierungsstand wurden Ortbegehungen im Quartier durchgeführt. Dabei wurden durch äußerliche Begutachtung der Gebäudezustand allgemein sowie der energetische Zustand eingeschätzt.

Von den ca. 650 begutachteten Gebäuden zeigen ca. 330 Gebäude einen höheren, ca. 146 Gebäude einen mittleren Modernisierungsbedarf.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass besonders der energetische Zustand der Gebäudesubstanz nur durch Hinweise und Indizien (sichtbarer Sockel der Außenwanddämmung, Details der Fenster- und Türelemente, Versprung in der Firstlinie) abgeschätzt werden kann.

Eine Planübersicht der Potenzialflächen befindet sich im Anhang.

4 Modernisierungskonzepte der kommunalen und öffentlich genutzten Gebäude

4.1 Vorgehensweise zu den Gebäudeuntersuchungen

Um mit den Modernisierungskonzepten der Gebäude beginnen zu können wurden zunächst sämtliche Pläne (Statiken, Baubeschreibungen, Grundrisse, Schnitte) aus dem Baujahr sowie von An- und Umbaumaßnahmen angefordert. Mit den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurden im Zeitraum Januar/Februar 2018 Vor-Ort-Begehungen durchgeführt. Bei den Ortsbegehungen wurden unter anderem die Begrenzung der thermischen Hülle (Dach, Keller, Treppenhäuser), die Heizungsanlage, Warmwasserbereitung, Beleuchtung, Nutzung der einzelnen Zonen und diverse nicht verzeichnete Änderungen aufgenommen. Die Berechnung zum Energiebedarf wurden mit der Software „Hottgenroth Energieberater“ durchgeführt. Dies ist auf Grundlage der Pläne und der Ortsbegehung geschehen. Im Anschluss wurde im Team für jedes Gebäude die bestmöglichen Maßnahmen erarbeitet. Ziel dabei war es mit den ausgearbeiteten Maßnahmen möglichst wirtschaftlich zu sein. Auch wurde der Einsatz von KfW und IB.SH Fördermitteln berücksichtigt.

Das Hallenbad in der Südstadt wurde auf Wunsch des Auftraggebers nach der ersten Begehung am 13.10.2017 aus der Untersuchung herausgenommen, da es im Rahmen einer umfassenden Überprüfung untersucht werden soll. Sobald die Ergebnisse aus der umfassenden Überprüfung feststehen und eine politische Entscheidung zur Zukunft des Schwimmbades getroffen ist, könnte im Rahmen eines möglichen Sanierungsmanagement das Schwimmbad wieder mit einbezogen werden.

Jeder Schritt wurde im 4-Augen-Prinzip überprüft und diskutiert. Die Ergebnisse der Gebäudeuntersuchungen sind in einem separaten Energieberatungsbericht zusammengestellt. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung der Gebäude zusammengefasst.

4.2 Modernisierungskonzepte

4.2.1 Theodor-Storm-Schule



Abbildung 12: Hauptgebäude und Mensa: Ansicht Haupteingang

Für die Theodor-Storm-Schule wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 11.01.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Für die Berechnung wird die Schule vereinfacht unterteilt. Das Hauptgebäude besteht aus Schulgebäude und Gymnastikhalle.

1. Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)
2. Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)

Der Pavillon wird als dritter Gebäudeteil betrachtet.

3. Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen der Zonen zusammengefasst.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Die Theodor-Storm-Schule mit einer Gymnastikhalle wurde 1965 errichtet und 1990 um einen Glasvorbau erweitert. 1988 wurde auf dem Grundstück ein Pavillon (Container) mit vier weiteren Klassenräumen aufgestellt. Die Gymnastikhalle und Mensa wurden teilweise abgerissen und neu gebaut bzw. erweitert.

Die Gebäudegrundsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände des **Hauptgebäudes** bestehen aus einem 2-schaligen, 36,5 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein und einer Vormauerschale.

Bei der **Sporthalle** kommt eine 12 cm starke, mineralische Dämmschicht der Wärmeleitgruppe 040 und eine 2 cm starke Luftschicht zwischen den Mauerschalen hinzu.

Der **Pavillon** wurde in Holzständerbauweise errichtet und mit 6 cm gedämmt (Wärmeleitgruppe 035). Von außen ist die Konstruktion mit Holz und von innen mit Gipskarton beplankt.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Bei dem **Hauptgebäude** wurde das Dach 2008 komplett saniert. Auf das vorhandene Flachdach wurde eine neue Dachkonstruktion aufgebracht. Das alte Dach wurde als Oberste Geschossdecke angenommen. Bei der obersten Geschossdecke handelt es sich um eine Holzdecke. Im Zuge der Dachsanierung wurde auf die Dacheindeckung eine ca. 12 cm starke, mineralische Dämmschicht der Wärmeleitgruppe 040 aufgebracht.

Das Dach der **Turnhalle** ist ein Sparrendach. Die Sparren sind von innen sichtbar. Auf einer Beplankung aus Holz befindet sich eine 8 cm starke Dämmschicht der Wärmeleitgruppe 040. Die Deckung besteht aus Zink.

Bei dem **Pavillon** liegt ebenfalls ein Sparrendach mit einer 28 cm starken Dämmung der Wärmeleitgruppe 035 vor. Von Innen ist das Dach mit Gipskarton beplankt, außen befindet sich eine Dacheindeckung aus Zink.

Fenster und Türen:

Die Fenster wurden zu verschiedenen Zeitpunkten ausgetauscht. Es liegen teilweise Alurahmen, jedoch hauptsächlich Kunststoffrahmen vor. Alle Scheiben sind 2-fach-verglast. Gleiches gilt für die Türen.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Im **Hauptgebäude** befindet sich auf der Kellerdecke bzw. der Bodenplatte aus Beton eine 3 cm starke Dämmschicht der Wärmeleitgruppe 045 und ein 5,5 cm starker schwimmender Estrich.

Bei der **Gymnastikhalle** wird unterschieden zwischen der Bodenplatte unter den Technik- und Umkleieräumen, diese ist identisch mit der im Hauptgebäude, und der Bodenplatte im Sport- und Geräteraum. Bei dieser handelt es sich um eine Holzkonstruktion auf einer Platte aus Beton. Die Holzkonstruktion ist insgesamt 8 cm stark, 6 cm sind gedämmt (Wärmeleitgruppe 040).

Bei der Bodenplatte im **Pavillon** handelt es sich um eine Holzkonstruktion mit einer 5 cm starken Dämmung der Wärmeleitgruppe 035 und einem schwimmenden Estrich.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Es liegt ein Fernwärmeanschluss vor. Dieser befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind teilweise gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer.



Abbildung 13: Aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

Anlagenverluste
44667 kWh/a

Lüftungsverluste
91516 kWh/a

Transmissions-
verluste
145891 kWh/a

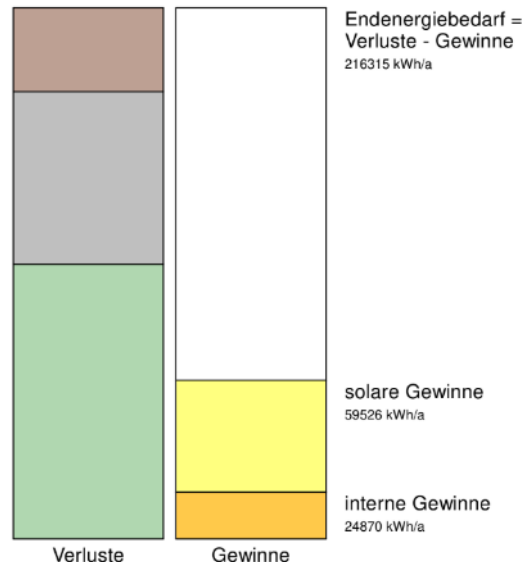


Abbildung 14: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

Einstufung Bestandsgebäude nach EnEV:

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Tabelle 3: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

	Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)	Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)	Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)
Nettogrundfläche*	860 m ²	290 m ²	305 m ²
Gesamtfläche der thermischen Gebäudehülle	2.005 m ²	1.254 m ²	977 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,64 m ⁻¹	0,68 m ⁻¹	0,85 m ⁻¹

* Die angegebenen Nettogrundflächen beziehen sich nur auf die beheizten Nutzungsbereiche gemäß EnEV.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt. Die angegebenen Ist-Werte sind berechnete Bedarfswerte ohne Bezug zum tatsächlichen Verbrauch (siehe „Grundlagen“ – Kapitel 4: Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf).

Tabelle 4: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	64,62	215,59	115,49	98,17	80,84	57,75	-44%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,633	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+126%
- Transparente Außenbauteile	1,867	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+24%
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,100	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250	-16%

Aufgrund des sehr niedrigen Primärenergiefaktors der Fernwärme ergeben sich trotz hoher Wärmeverluste noch relativ gute Primärenergie-Kennwerte im Vergleich zum aktuellen Neubaustandard, die keinen direkten Bezug zu den tatsächlichen Betriebskosten darstellen.

Tabelle 5: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	114,12	327,53	175,46	149,14	122,82	87,73	-35%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,407	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+45%
- Transparente Außenbauteile	1,800	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+20%

Tabelle 6: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	67,05	245,90	131,73	111,97	92,21	65,87	-49%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,288	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+3%
- Transparente Außenbauteile	1,300	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-13%

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 7: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	64,62	153,99	107,79	153,99	246,38
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,633	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,867	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,100	2,5	2,4	3,0	-

Tabelle 8: KfW-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	114,12	233,95	163,76	233,95	374,31
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,407	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,800	1,5	1,4	1,8	-

Tabelle 9: KfW-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	67,05	175,64	122,95	175,64	281,03
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,288	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,300	1,5	1,4	1,8	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Vergleich Verbrauch gegenüber Bedarf Bestand:

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können.

Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf werden im Dokument „Grundlagen“ erläutert.

Tabelle 10: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf

Bilanz-Nr.	Gebäude+Zustand	Jahres-Energieverbrauch	Jahres-Endenergiebedarf (klimabereinigt)			Abweichung
		Heizen+WW	Heizen	WW	Heizen+WW	%
		in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	
	Var. 0: Bestand	Abrechnung*			**	
01	01 - TSS - Hauptgebäude	157.081 kWh	122.000 kWh	1.000 kWh	249.000 kWh	37%
	01 - TSS - Sporthalle		45.000 kWh	37.000 kWh		
	01 - TSS - Schulpavillon		43.000 kWh	1.000 kWh		
	01 - TSS - Mensa		-	-	-	-

* Jahres-Mittelwert aus Verbrauchsabrechnungen bezogen auf 365 Tage pro Jahr

** theoretischer Rechenwert nach EnEV (siehe „Grundlagen“, 4. Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf)

Da die Mensa 2015 gebaut wurde ist sie nicht sanierungsrelevant und wurde nicht miterfasst. Der Bedarf liegt bereits ohne die Berücksichtigung um ca. 37 % über dem tatsächlichen Verbrauch.

Gebäudesanierung:

Für die Gebäudesanierung wurde je Gebäudeteil eine Vollmodernisierung erstellt.

Vor einer detaillierten Planung von Modernisierungsmaßnahmen ist eine genauere Berechnung mit einer detaillierten Zonierung notwendig, da eine oberflächliche Betrachtung im 1-3-Zonen-Modell nicht förderfähig ist.

Maßnahmen:

- Außenwände: Fassadendämmung WLG 035 mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem (WDVS) aus Mineralwolle am Hauptgebäude (Zone Schule)
- Dächer: Zwischensparrendämmung (von innen) WLG 032 mit 20 cm Mineralwolle in der Sporthalle
- Oberste Geschossdecken: Dämmung aus Zellulose auf die vorhandene Decke legen, WLG 040, 18 cm im Hauptgebäude (Zone Schule)
- Kellerdecke: Dämmung unterseitig anbringen, WLG 035 mit 10 cm Polystyrol im gesamten Hauptgebäude
- Bodenplatte: Der Hohlraum im Pavillon kann mit Zellulose der WLG 040 ausgeblasen werden (ca. 16-20 cm)
- Fenster: Ersetzen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K oder besser
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Beleuchtung: Austausch der stabförmigen Leuchtstofflampen mit veralteten Vorschaltgeräten gegen moderne Stableuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten, Austausch der Kompaktleuchtstofflampen gegen LED-(Ersatz-)lampen

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- des Hauptgebäudes (Zone Schule) um 14 kWh/m²a auf 51 kWh/m²a

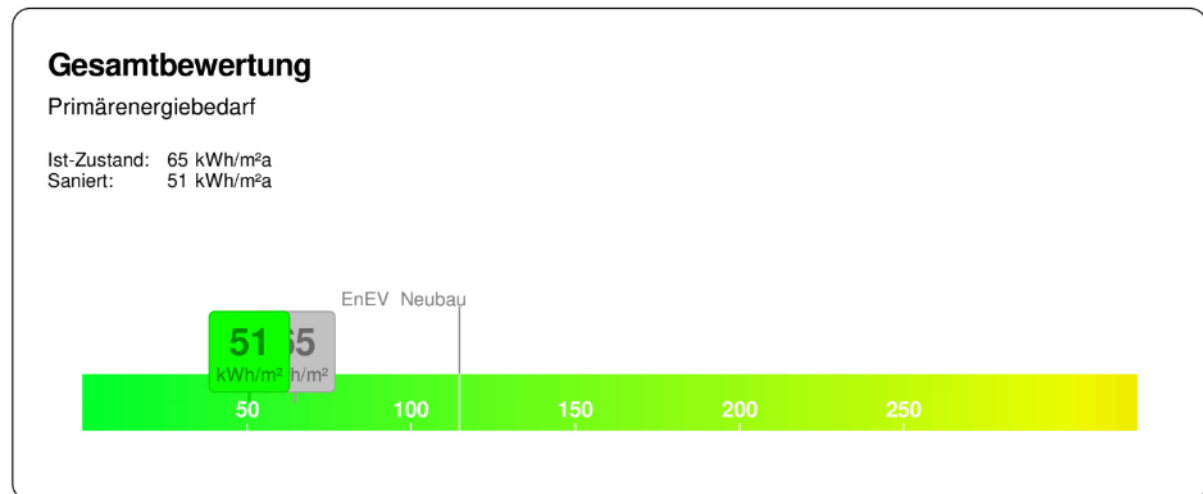


Abbildung 15: Gesamtbewertung Hauptgebäude (Zone Schule; ≥19°C)

- der Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle) um 7 kWh/m²a auf 107 kWh/m²a

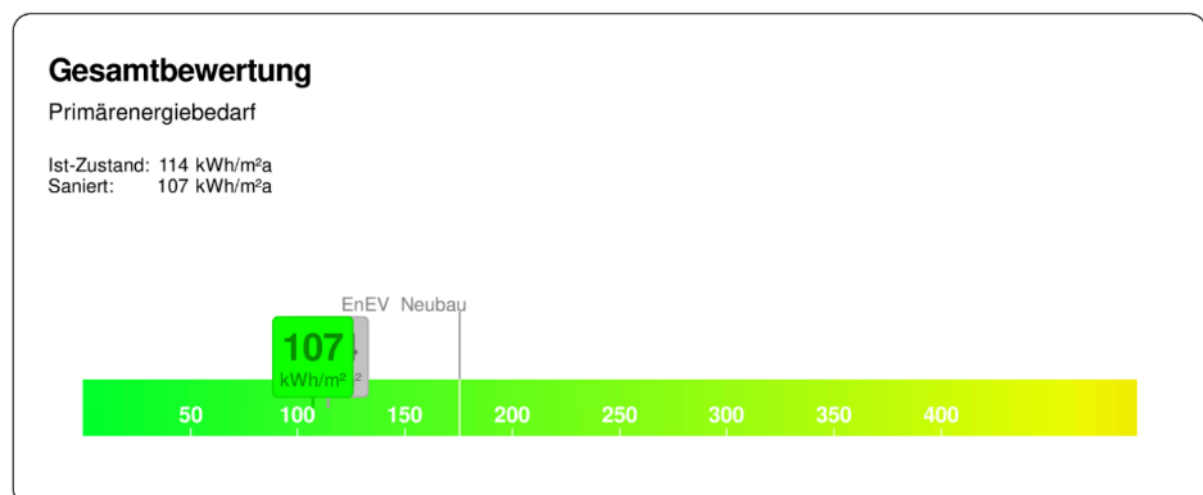


Abbildung 16: Gesamtbewertung Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; <19°C)

- des Pavillons (Zone Schule) um 5 kWh/m²a auf 62 kWh/m²a

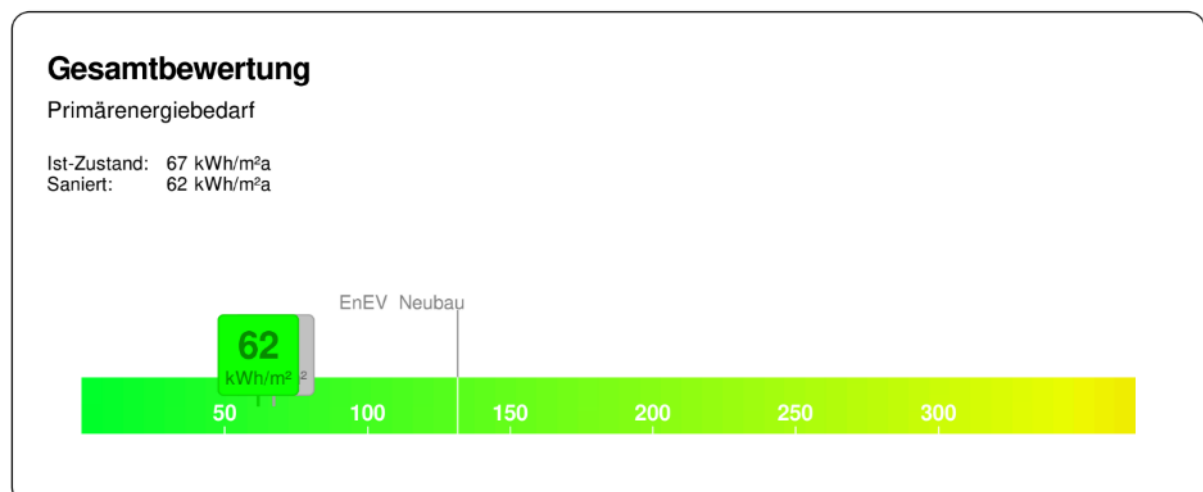


Abbildung 17: Gesamtbewertung Pavillon (Zone Schule; ≥19°C)

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

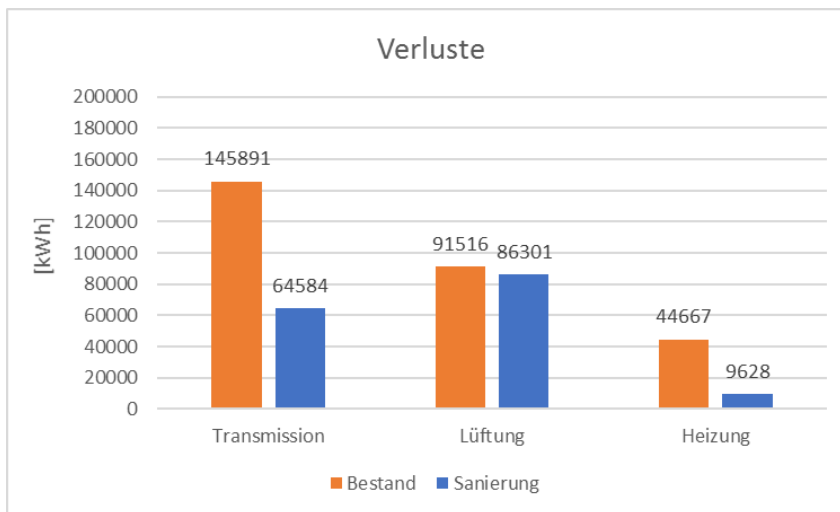


Abbildung 18: Verluste: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

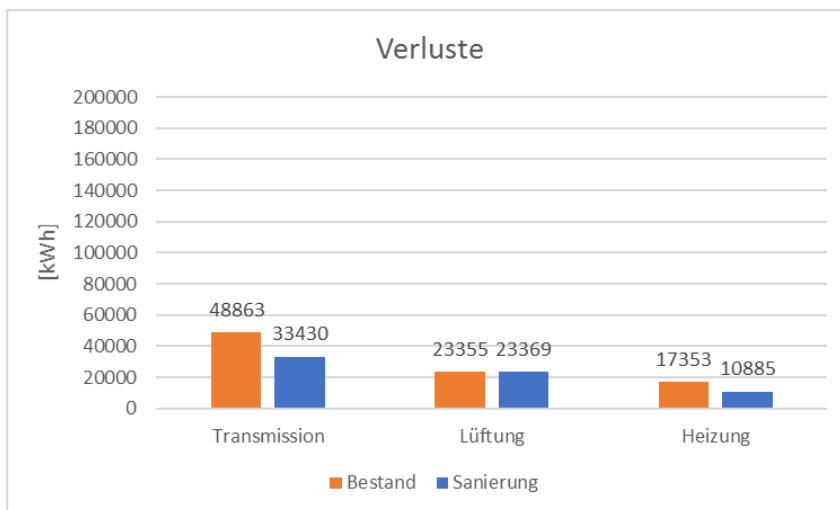


Abbildung 19: Verluste: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

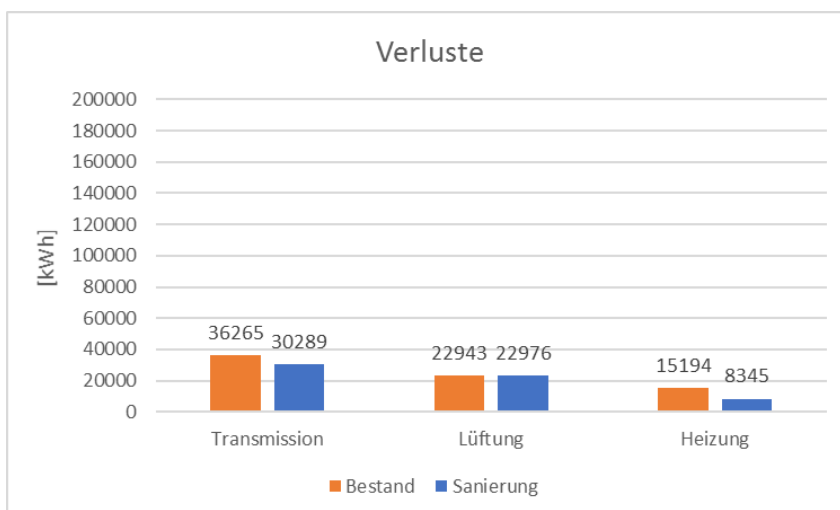


Abbildung 20: Verluste: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 13: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	50,81	214,31	114,81	97,59	80,37	57,40	-56%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,239	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-15%
- Transparente Außenbauteile	0,950	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	0,950	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250	-62%

Tabelle 11: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	106,91	327,53	175,46	149,14	122,82	87,73	-39%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,264	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-6%
- Transparente Außenbauteile	1,800	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+20%

Tabelle 12: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	61,70	245,90	131,73	111,97	92,21	65,87	-53%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,235	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-16%
- Transparente Außenbauteile	1,300	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-13%

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann für das Hauptgebäude (Sporthalle ausgenommen) und den Pavillon ein KfW-Effizienzhaus-Standard 70 erreicht werden. Die Sporthalle kann mit kleineren Maßnahmen den KfW-Effizienzhaus-Standard 100 erreichen.

Tabelle 14: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	50,81	153,08	107,15	153,08	244,92
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,239	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	0,950	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	0,950	2,5	2,4	3,0	-

Tabelle 15: KfW-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	106,91	233,95	163,76	233,95	374,31
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,264	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,800	1,5	1,4	1,8	-

Tabelle 16: KfW-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	61,70	175,64	122,95	175,64	281,03
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,235	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,300	1,5	1,4	1,8	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 21: Einsparung: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

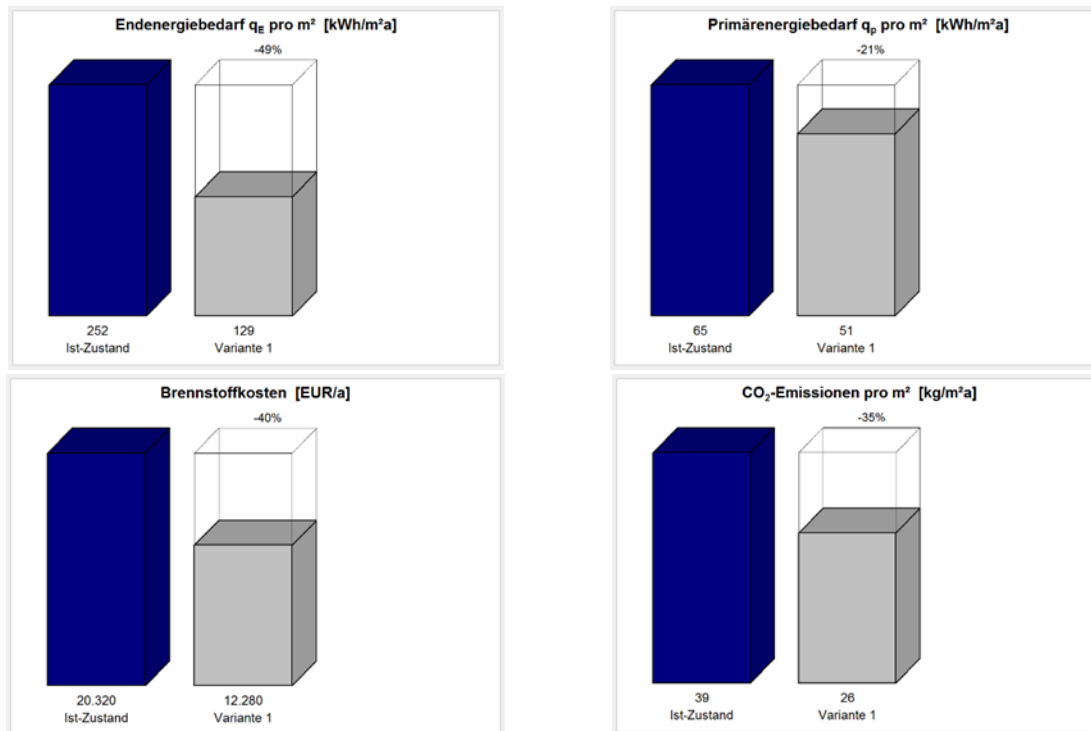


Abbildung 22: Einsparungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

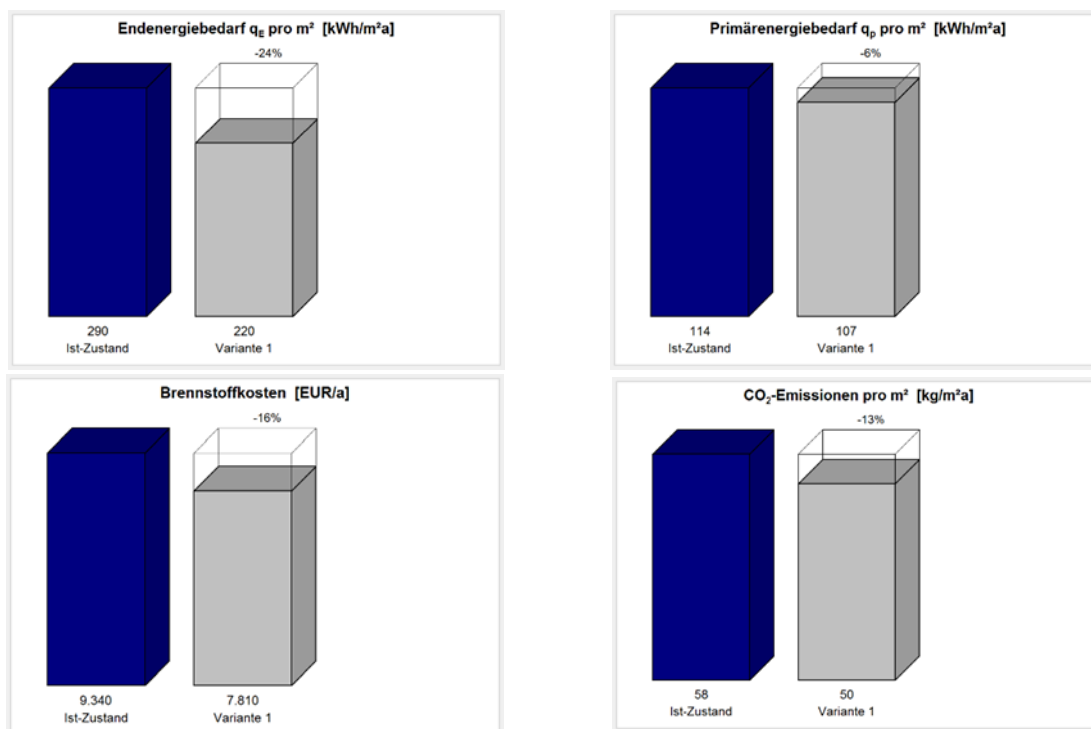
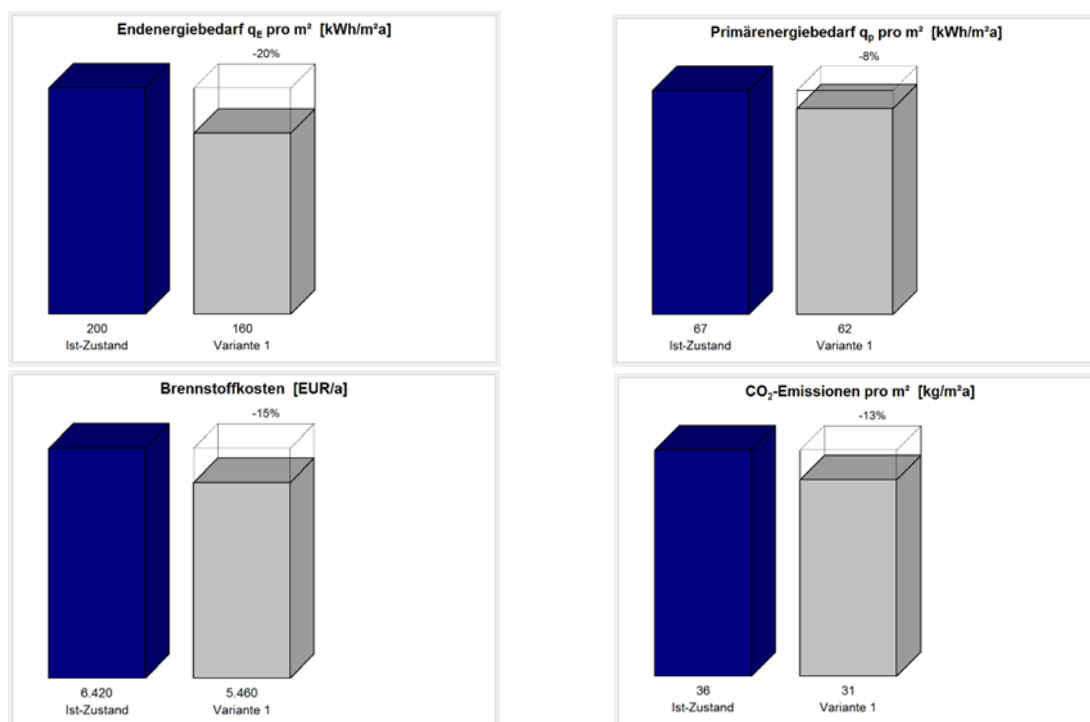


Abbildung 23: Einsparungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Die im ersten Schritt ermittelte Wirtschaftlichkeit basiert auf dem errechneten Bedarf.

Tabelle 17: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Hauptgebäude (Zone Schule)	Hauptgebäude (Zone Sporthalle)	Pavillon (Zone Schule)
Gesamtinvestition	310.000 €	33.000 €	28.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 205.000 €	0 €	0 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	105.000 €	33.000 €	28.000 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten			
Jährliche Kapitalkosten	6.000 €/Jahr	2.000 €/Jahr	1.500 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	22.000 €/Jahr	14.000 €/Jahr	10.000 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	37.000 €/Jahr	17.000 €/Jahr	11.500 €/Jahr
Einsparung	9.000 €/Jahr	1.000 €/Jahr	0 €/Jahr
Amortisation**	≈ 12 Jahre	≈ 20 Jahre	-

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

Anpassung der Werte in Hinblick auf Differenz zwischen Verbrauch und Bedarf

Da der real gemessene Verbrauch 37 % niedriger ist als der errechnete theoretische Bedarf, verringern sich die potentiellen Einsparungen entsprechend, wodurch sich die Amortisationszeit verlängert.

Da keine gebäudescharfen Verbrauchsdaten vorliegen, kann die Anpassung nur für die Werte der gesamten Liegenschaft vorgenommen werden.

Tabelle 18: Prognostizierte Einsparung

Σ Einsparung – theoretischer Bedarf	10.000 €/Jahr
Σ prognostizierte Einsparung -realer Verbrauch im ersten Jahr	7.300 €/Jahr
Amortisation*	≈ 17 Jahre

* vereinfachte Kalkulation

Als Gesamtmaßnahme stellen sich die Einzelmaßnahmen als wirtschaftlich dar, bei detaillierter Planung und einer konkreten Finanzierungskalkulation können sich die Maßnahmen an Sporthalle und Pavillon als wirtschaftlich nicht darstellbar herausstellen.

4.2.2 Franz-Claudius-Schule



Abbildung 24: Hauptgebäude und Mensa: Ansicht Haupteingang

Für die Franz-Claudius-Schule wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 11.01.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Für die Berechnung wird die Schule vereinfacht unterteilt. Das Hauptgebäude besteht aus Schulgebäude und Sporthalle.

1. Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)
2. Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

Das Ubuntu Haus wird als dritter Gebäudeteil betrachtet.

3. Ubuntu Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen der Zonen zusammengefasst.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Die Franz-Claudius-Schule mit einer Hausmeisterwohnung wurde 1962 errichtet, 1966 um eine Sporthalle und 1992 um einen Flügel mit weiteren Klassenräumen erweitert. Nach einem Brand wurde 2005 ein Flügel mit Büroräumen für Lehrer und der Mensa angebaut.

Die Gebäudegrundsatzsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Bei den Gebäudeteilen aus dem Baujahr des **Hauptgebäudes** (1962) bestehen die Außenwände aus einem 2-schaligen, 38 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein und einer Vormauerschale. Einige Wände wurden bereits mit einem 12 cm starken WDVS gedämmt.

Die Außenwand des 1992 angebauten Flügels an das **Hauptgebäude** ist ebenfalls 2-schalig. Der Wandaufbau ist 47 cm stark und beinhaltet eine 6 cm starke Kerndämmung.

Die Außenwand der 2005 errichteten Mensa (**Hauptgebäude**) ist 2-schalig, 51 cm stark und beinhaltet eine 14 cm starke Kerndämmung.

Bei der **Sporthalle** aus dem Baujahr 1966 bestehen die Außenwände aus einem 2-schaligen, 38 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein und einer Vormauerschale. Einige Wände wurden bereits mit einem 12 cm starken WDVS gedämmt.

Die Wände, die an den **Turnsaal** angrenzen bestehen sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenseite aus einem Verblendmauerwerk, dazwischen befindet sich Kalksandstein. Außenseitig wurde nachträglich ein 12 cm starkes WDVS angebracht. Die Außenwand ist insgesamt 65 cm stark.

Die tragenden Stützen zwischen den Fensterelementen sind aus Beton und 65 cm stark.

Die Außenwände des **Ubuntu-Hauses** sind ebenfalls 2-schalig und 38 cm stark. Zwei von vier Außenwänden wurden nachträglich mit 14 cm starken WDVS gedämmt.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Bei dem Hauptgebäude bildet die obere Grenze der thermischen Hülle teilweise die oberste Geschossdecke, ein Flachdach oder ein Schrägdach. Bei den Gebäudeteilen aus dem Baujahr 1962 liegt lediglich eine 15 cm starke Betonschicht vor. Sowohl als oberste Geschossdecke, als auch als Flachdach über den 1-geschossigen Fluren. Bei dem Flügel aus dem Jahr 1992 wurde die oberste Geschossdecke in Holzbauweise ausgeführt.

Hauptgebäude (1992): Von Innen ist die oberste Geschossdecke mit Gipskarton beplankt und mit einer Stärke von 12 cm gedämmt.

Bei dem Mensadach (**Hauptgebäude**) liegt ein Sparrendach mit einer 20 cm starken Dämmung vor. Von Innen ist das Dach mit Gipskarton beplankt, außen befindet sich eine Pfanneneindeckung.

Die Flachdächer der **Sporthalle** weisen zwei unterschiedliche Aufbauten aus. Bei dem Flachdach über dem Sportraum handelt es sich um eine Rippendecke. Die sonstigen Flachdächer über Geräteraum, Umkleiden, Technikräumen und Fluren bestehen aus Betonplatten.

Bei dem Dach des **Ubuntu-Hauses** handelt es sich um ein ungedämmtes Sparrendach. Die Sparren sind 20 cm hoch.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Sowohl Kellerdecken und Bodenplatten bestehen aus einer 15-20 cm starken Betonplatte. Bei dem 1962 errichteten Gebäudeteil wird eine 4 cm starke Dämmschicht angenommen. Bei dem 1992 errichteten Flügel und dem 2005 errichteten Gebäudeteil befindet sich eine 10 cm starke Dämmung auf der Bodenplatte.

Bei der **Sporthalle** wird unterschieden zwischen der Bodenplatte unter den Technik- und Umkleideräumen, diese besteht lediglich aus Beton und einer dünnen Dämmung, und der Bodenplatte im Sport- und Geräteraum. Bei dieser handelt es sich um eine Holzkonstruktion auf einer Platte aus Beton. Die Holzkonstruktion ist insgesamt 8 cm stark.

Fenster und Türen:

Die Fenster wurden zu verschiedenen Zeitpunkten ausgetauscht. In den älteren Gebäudeteilen des Hauptgebäudes (1962, 1966, 1992), die Sporthalle eingeschlossen, liegen teilweise Alurahmen, jedoch hauptsächlich Kunststoffrahmen vor. Alle Scheiben sind 2-fach-verglast. Gleiches gilt für die Türen. Im neusten Gebäudeteil (2005) liegen 3-fach-verglaste Holz-Kunststoffrahmen vor. Im Ubuntu-Haus liegen isoliert verglaste Holzrahmen und Glasbausteine vor.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:



Abbildung 25: Aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung

In dem Hauptgebäude ist ein Gas-Brennwertkessel eingebaut. Die Leitungen sind teilweise gut gedämmt. Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

In dem Ubuntu-Haus befindet sich ein Niedertemperaturkessel (> 20 Jahre alt). Die Leitungen sind schlecht gedämmt. Die Warmwassererwärmung erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

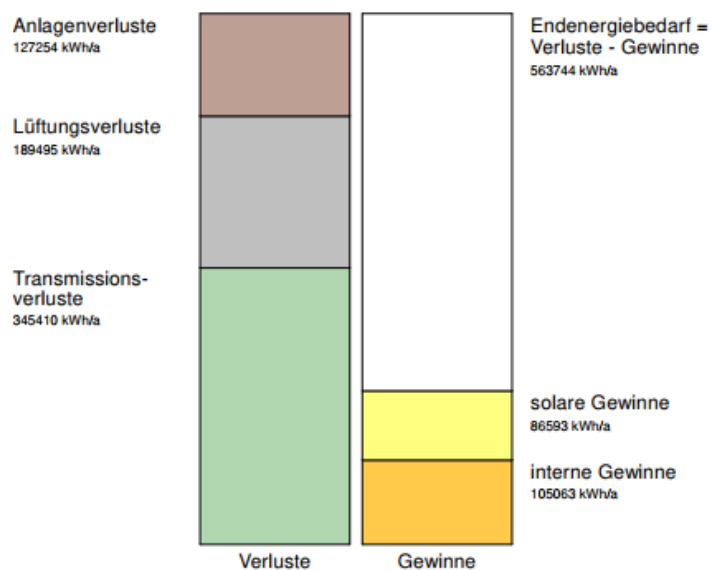


Abbildung 26: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

Einstufung Bestandsgebäude nach EnEV:

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Tabelle 19: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

	Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)	Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)	Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)
Nettogrundfläche*	3.200 m ²	584 m ²	140 m ²
Gesamtfläche der thermischen Gebäudehülle	8.899 m ²	1.970 m ²	337 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,73 m ⁻¹	0,60 m ⁻¹	0,84 m ⁻¹

* Die angegebenen Nettogrundflächen beziehen sich nur auf die beheizten Nutzungsbereiche gemäß EnEV.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt. Die angegebenen Ist-Werte sind berechnete Bedarfswerte ohne Bezug zum tatsächlichen Verbrauch (siehe „Grundlagen“ – Kapitel 4: Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf).

Tabelle 20: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	182,13	149,01	79,83	67,85	55,88	39,91	+128%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,432	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+54%
- Transparente Außenbauteile	1,703	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+14%

Tabelle 21: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	362,73	356,88	191,18	162,51	133,83	95,59	+90%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
Zonen mit Temperatur unter 19°C :							
- Opake Außenbauteile	0,685	0,700	0,500	0,425	0,350	0,250	+37%
- Transparente Außenbauteile	1,890	3,920	2,800	2,380	1,960	1,400	-32%

Tabelle 22: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	383,93	214,73	115,04	97,78	80,52	57,52	+234%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,607	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+117%
- Transparente Außenbauteile	2,743	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+83%

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 23: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	182,13	106,43	74,50	106,43	170,29
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,432	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,703	1,5	1,4	1,8	-

Tabelle 24: KfW-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	362,73	254,91	178,44	254,91	407,86
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
Zonen mit Temperatur unter 19°C :					
- Opake Außenbauteile	0,685	0,50	0,43	0,58	0,90
- Transparente Außenbauteile	1,890	2,8	2,4	3,2	-

Tabelle 25: KfW-Anforderungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	383,93	153,38	107,37	153,38	245,41
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,607	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	2,743	1,5	1,4	1,8	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnung festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Vergleich Verbrauch gegenüber Bedarf Bestand:

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können.

Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf werden im Dokument „Grundlagen“ erläutert.

Tabelle 26: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf

Bilanz-Nr.	Gebäude+Zustand	Jahres-Energie-verbrauch	Jahres-Endenergie-bedarf (klimabereinigt)			Ab- weichung
		Heizen+WW	Heizen	WW	Heizen+WW	%
		in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	
	Var. 0: Bestand	Abrechnung*			**	
02	02 - FCS - Schule und Mensa	243.660 kWh	377.000 kWh	59.000 kWh	436.000 kWh	44%
	02 - FCS - Turnhalle	93.128 kWh	98.000 kWh	32.000 kWh	130.000 kWh	28%
	02 - FCS - Ubuntu Haus	-	37.000 kWh	1.000 kWh	38.000 kWh	-

* Jahres-Mittelwert aus Verbrauchsabrechnungen bezogen auf 365 Tage pro Jahr

** theoretischer Rechenwert nach EnEV (siehe „Grundlagen“, 4. Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf)

Der Bedarf für Schule und Mensa liegt ca. 44 % über dem tatsächlichen Verbrauch.

Der Bedarf der Turnhalle liegt mit ca. 28 % Überschreitung im Rahmen der üblichen Abweichungen.

Gebäudesanierung:

Für die Gebäudesanierung wurde je Gebäudeteil eine Vollmodernisierung erstellt.

Vor einer detaillierten Planung von Modernisierungsmaßnahmen ist eine genauere Berechnung mit einer detaillierten Zonierung notwendig, da eine oberflächliche Betrachtung im 1-3-Zonen-Modell nicht förderfähig ist.

Maßnahmen:

- Außenwände: Fassadendämmung WLG 035 mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem (WDVS) aus Mineralwolle am Hauptgebäude (Ausnahme: Mensa und Wände mit WDVS)
- Flachdach: 18 cm (Hauptgebäude, Zone Schule), 24 cm (Sporthalle) PUR/PIR, WLS 028 aufbringen und abdecken
- Sparrendach: Bereits gedämmte Sparrendächer werden nicht saniert, Sparrendach im Ubuntu-Haus: Zwischensparrendämmung (18 cm) und Aufsparrendämmung (12 cm) mit Mineralwolle der WLS 032
- Oberste Geschossdecken: Dämmung auf die vorhandene Betondecke aus Mineralwolle legen, 24cm, WLG 032, Holzdecke: Dämmung austauschen und aufdoppeln mit insgesamt 16 cm Mineralwolle der WLG 032
- Kellerdecke: Dämmung unterseitig anbringen, WLS 024 mit 10 cm PUR/PIR im Hauptgebäude
- Bodenplatte: Eine Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich
- Fenster: Ersetzen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K oder besser
- Türen: Ersetzen durch Türen mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K oder besser
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen (Ubuntu-Haus), hydraulischer Abgleich, Ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Heizung: Anschluss an ein Nahwärmenetz in Hauptgebäude und Ubuntu-Haus, sonst Einbau einer Gasbrennwerttherme und Austausch der Durchlauferhitzer im Ubuntu-Haus
- Beleuchtung: Austausch der Leuchtstofflampen mit veralteten Vorschaltgeräten gegen moderne Stableuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- des Hauptgebäudes (Zone Schule) um 97 kWh/m²a auf 102 kWh/m²a

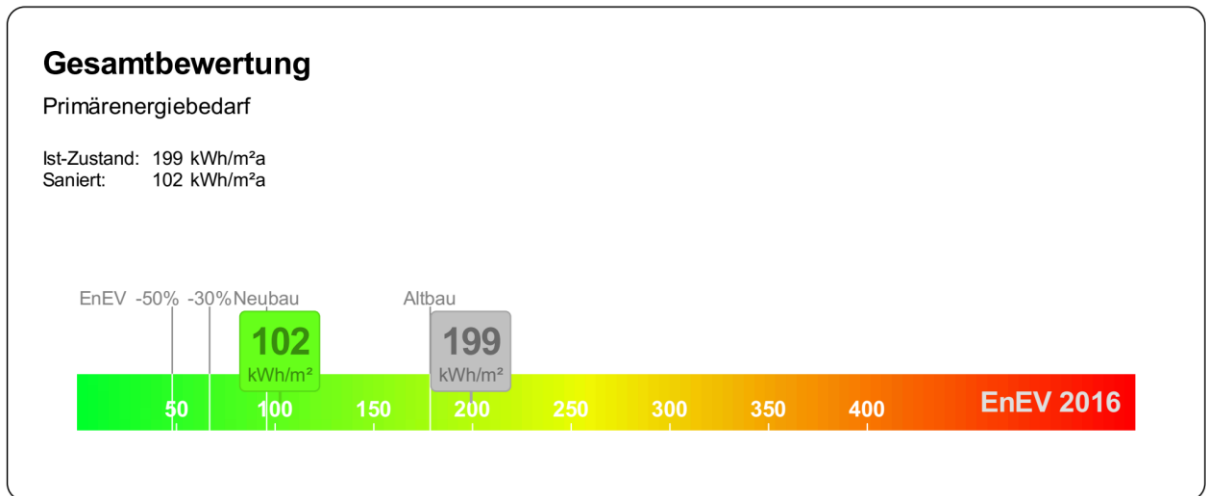


Abbildung 27: Gesamtbewertung Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

- der Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle) um 181 kWh/m²a auf 182 kWh/m²a

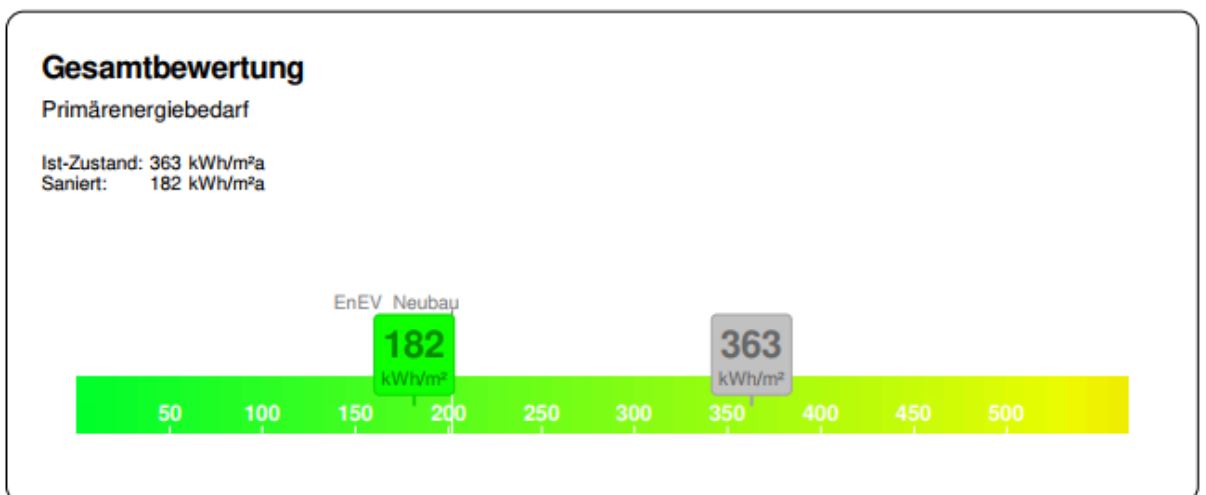


Abbildung 28: Gesamtbewertung Sporthalle- Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)

- des Ubuntu-Hauses (Zone Schule) um 277 kWh/m²a auf 107 kWh/m²a

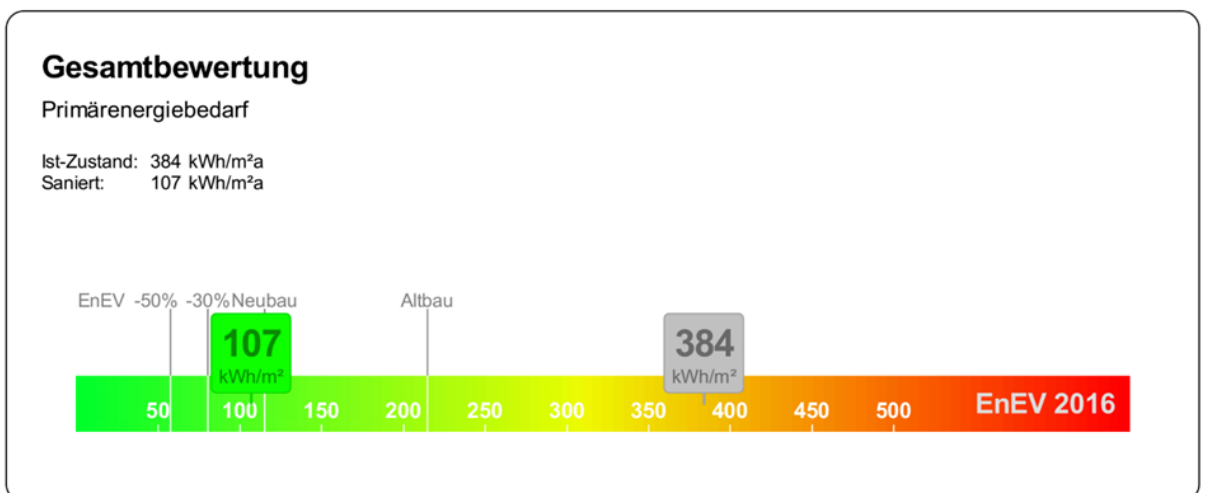


Abbildung 29: Gesamtbewertung Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

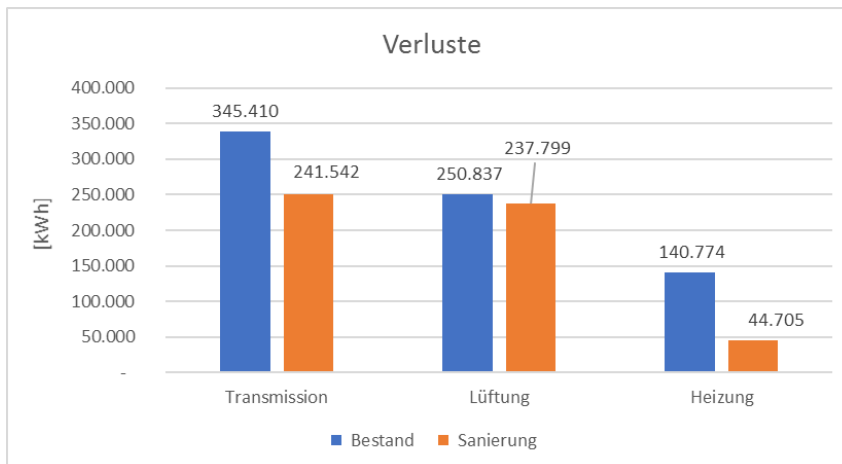


Abbildung 30: Verluste: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

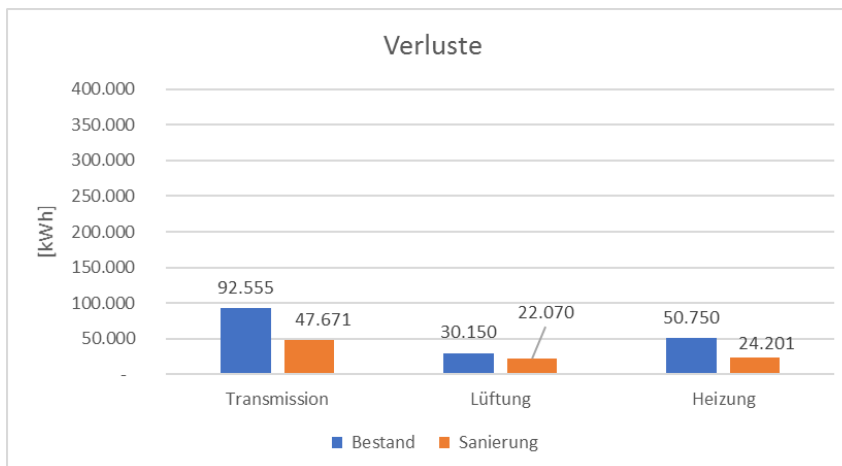


Abbildung 31: Verluste: Sporthalle- Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

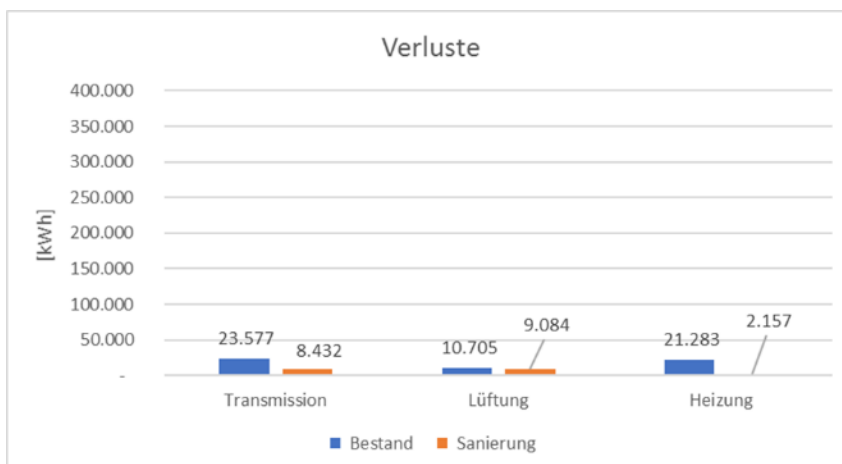


Abbildung 32: Verluste: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 27: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	102,46	178,50	95,62	81,28	66,94	47,81	+7%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,280	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+0%
- Transparente Außenbauteile	0,947	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%

Tabelle 29: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	181,69	376,90	201,91	171,62	141,34	100,95	-10%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
Zonen mit Temperatur unter 19°C :							
- Opake Außenbauteile	0,301	0,700	0,500	0,425	0,350	0,250	-40%
- Transparente Außenbauteile	1,172	3,920	2,800	2,380	1,960	1,400	-58%

Tabelle 28: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Ubuntu Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	106,95	214,73	115,04	97,78	80,52	57,52	-7%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,199	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-29%
- Transparente Außenbauteile	0,950	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann für das Hauptgebäude ein KfW-Effizienzhaus-Standard 100, für die beiden anderen Gebäude ein KfW-Effizienzhaus-Standard 70 erreicht werden.

Tabelle 30: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	102,46	127,50	89,25	127,50	204,00
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,280	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	0,947	1,5	1,4	1,8	-

Tabelle 31: KfW-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	181,69	269,21	188,45	269,21	430,74
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
Zonen mit Temperatur unter 19°C :					
- Opake Außenbauteile	0,301	0,50	0,43	0,58	0,90
- Transparente Außenbauteile	1,172	2,8	2,4	3,2	-

Tabelle 32: KfW-Anforderungen: Ubuntu Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	106,95	153,38	107,37	153,38	245,41
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,199	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	0,950	1,5	1,4	1,8	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 33: Einsparung: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

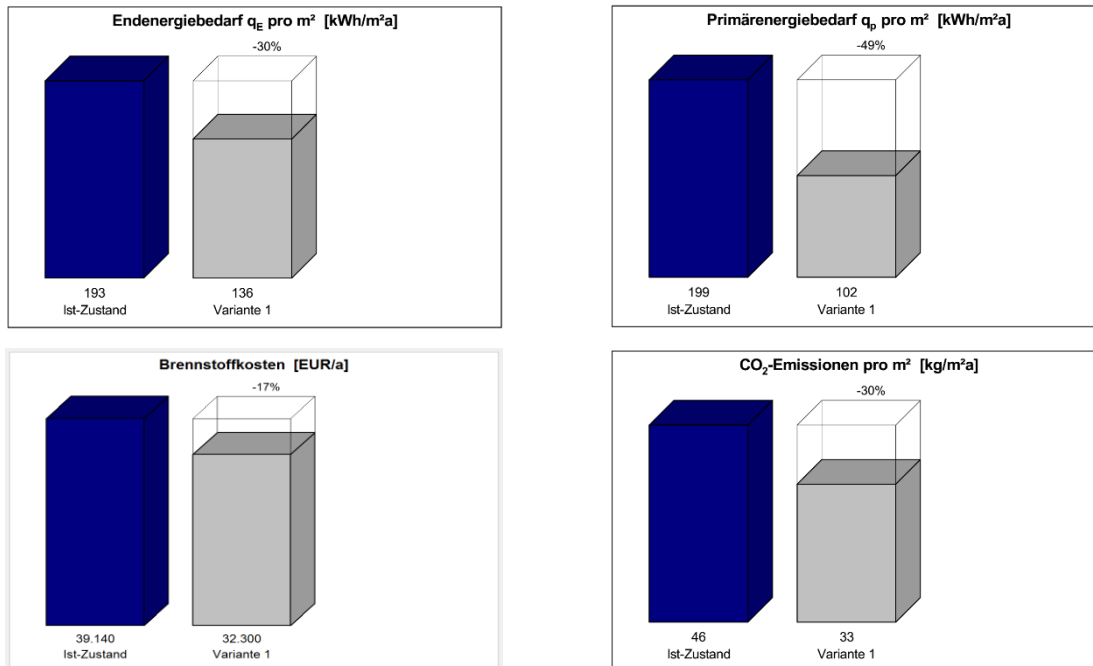


Abbildung 34: Einsparungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $<19^\circ\text{C}$)

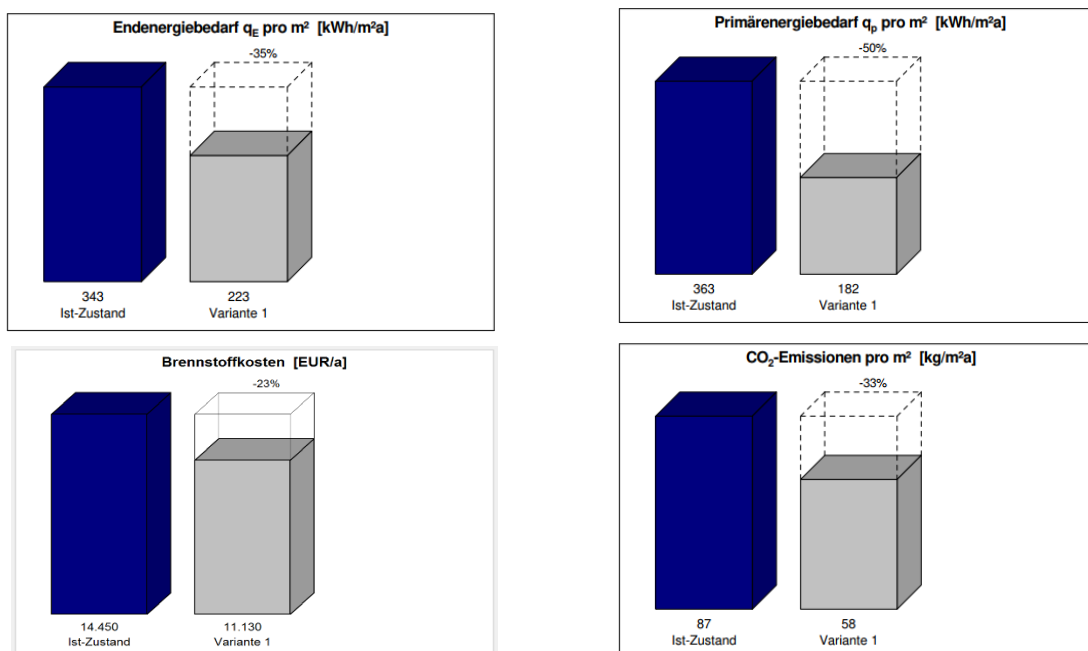
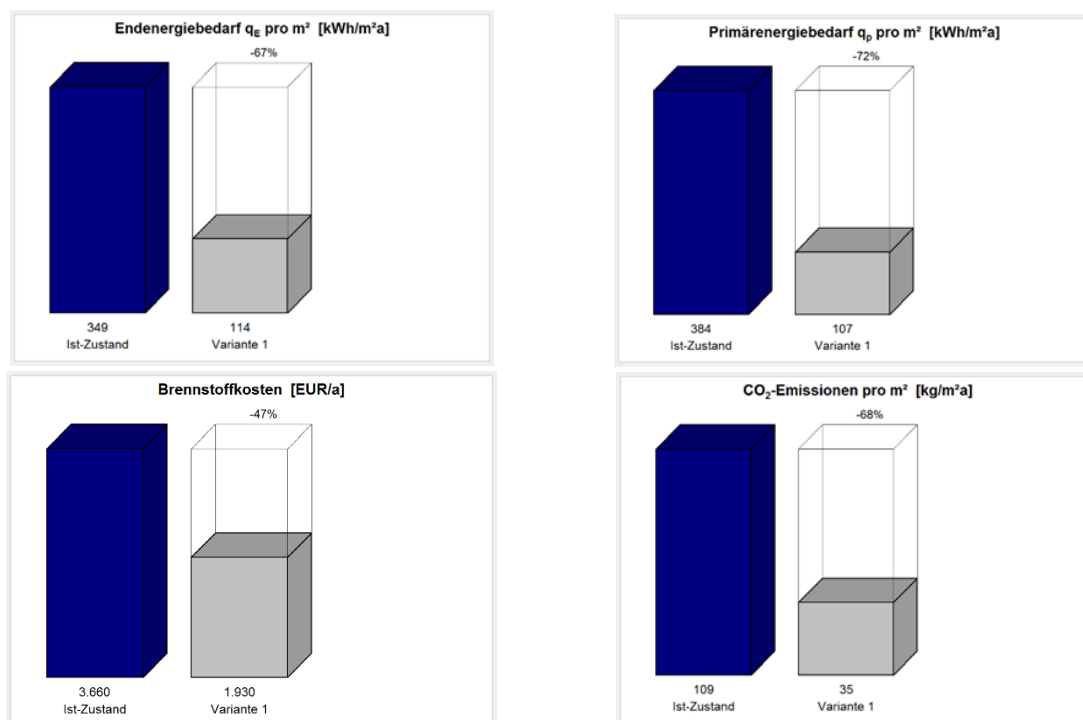


Abbildung 35: Einsparungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Die im ersten Schritt ermittelte Wirtschaftlichkeit basiert auf dem errechneten Bedarf.

Tabelle 33: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Hauptgebäude (Zone Schule)	Hauptgebäude (Zone Sporthalle)	Ubuntu Haus (Zone Schule)
Gesamtinvestition	745.000 €	260.000 €	65.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 495.000 €	- 185.000 €	- 27.500 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	250.000 €	75.000 €	37.500 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten			
Jährliche Kapitalkosten	13.000 €/Jahr	4.000 €/Jahr	2.000 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	58.000 €/Jahr	20.000 €/Jahr	3.500 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	71.000 €/Jahr	26.000 €/Jahr	6.500 €/Jahr
Einsparung	0 €/Jahr	2.000 €/Jahr	1.000 €/Jahr
Amortisation**	-	≈ 27 Jahre	≈ 22 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

Anpassung der Werte in Hinblick auf Differenz zwischen Verbrauch und Bedarf

Da der real gemessenen Verbräuche für das Hauptgebäude 44 % niedriger und für die Sporthalle 28 % niedriger sind als die errechneten theoretische Bedarfe, verringern sich die potentiellen Einsparungen entsprechend, wodurch sich die Amortisationszeit verlängert.

Da keine getrennten Verbrauchsdaten für das Ubuntu-Haus vorliegen, kann die Anpassung für dieses Gebäude nicht vorgenommen werden.

Tabelle 34: Prognostizierte Einsparung

Σ Einsparung – theoretischer Bedarf	0 €/Jahr	2.000 €/Jahr	1.000 €/Jahr
Σ prognostizierte Einsparung - realer Verbrauch im ersten Jahr	-	1.600 €/Jahr	Abweichung unbekannt
Amortisation*	-	länger als Nutzungszeiten	ggf. länger als Nutzungszeiten

* vereinfachte Kalkulation

Unter den gegebenen Kapitalkosten (ohne Nutzung von Fördermitteln) lässt sich zur Zeit keine der Maßnahmen wirtschaftlich darstellen.

4.2.3 Schule am Burgfeld



Abbildung 36: Ansicht Haupteingang

Für die Schule am Burgfeld wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 11.01.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Für die Berechnung wurde das vereinfachte Ein-Zonen-Modell angewandt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Die Schule am Burgfeld mit einer Hausmeisterwohnung wurde 1974 errichtet und ab 2003 umfassend energetisch modernisiert.

Die Gebäudegrundsatzsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Bei der Außenwand handelt es sich um eine Aluminium-Vorhangsfassade mit einem PU-Kern.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

1985 wurde auf das vorhandene Flachdach aus Beton ein Pfettendach aufgesetzt. Das ehemalige Flachdach wird nun als oberste Geschossdecke und obere Grenze der thermischen Hülle angesetzt. Auf der obersten Geschossdecke wurde 2003 lückenhaft eine 6 cm starke Dämmung aufgelegt.

Im Bereich des Treppenhauses bildet das Dach die obere Grenze der thermischen Hülle, hier wurde das Dach mit einer 8 cm starken Dämmung versehen.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Der Bauteilaufbau für die Kellerdecken und Bodenplatten sind unbekannt. In Abhängigkeit vom Baujahr und den bereits durchgeführten Sanierungen wurde für die Bodenplatte ein U-Wert von 1,20 W/m²K und für die Kellerdecke ein U-Wert von 1,00 W/m²K angenommen.

Fenster und Türen:

Die Fassadenelemente wurden 2003 erneuert. Es handelt sich um eine Aluminium-Rahmenkonstruktion mit 2-fach-verglasten Scheiben. Die U-Werte liegen zwischen 1,43 und 2,10 W/m²K bei den Fenstern und zwischen 0,77 und 2,10 W/m²K bei den Türen.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:



Es liegt ein Fernwärmeanschluss vor, dieser befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind teilweise gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“



Die Warmwassererwärmung erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer.

Abbildung 37: Heizungsanlage



Im unbeheizten Dachraum ist die zentrale Lüftungsanlage mit Rotationswärmetauscher untergebracht. Die Anlage liefert eine Luftmenge von bis zu 63000 m³/h zur vollständigen Be- und Entlüftung inkl. Wärmerückgewinnung für ca. ¾ des Gebäudes.

Abbildung 38: Lüftungsanlage

An die Zuluftverteilung ist ein Nachheizregister zur Grundtemperierung von ca. 17°C angeschlossen. Die endgültige Raumtemperatur wird mittels Raumthermostaten zentral über die statischen Heizkörper gedeckt.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

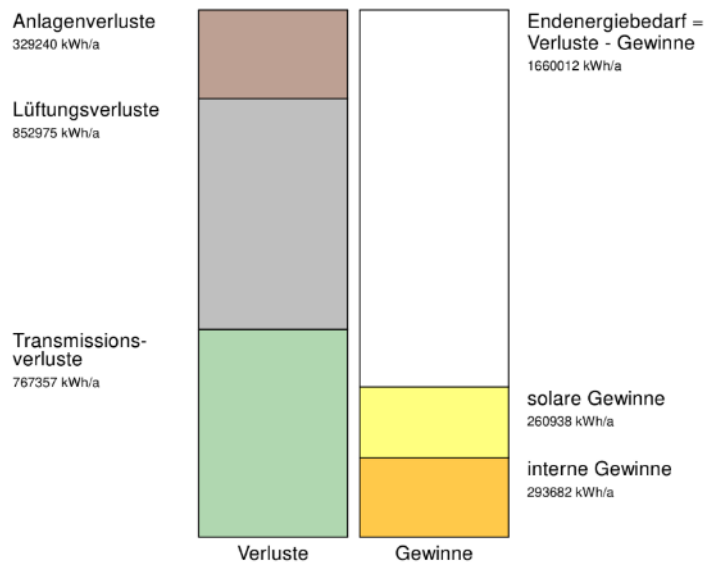


Abbildung 39: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)

Einstufung Bestandsgebäude nach EnEV:

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt. Die angegebenen Ist-Werte sind berechnete Bedarfswerte ohne Bezug zum tatsächlichen Verbrauch (siehe „Grundlagen“ – Kapitel 4: Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf).

Tabelle 35: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

	Schule am Burgfeld (Zone Schule; $\geq 19^\circ\text{C}$)
Nettogrundfläche*	9.955 m ²
Gesamtfläche der thermischen Gebäudehülle	13.677 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,37 m ⁻¹

* Die angegebenen Nettogrundflächen beziehen sich nur auf die beheizten Nutzungsbereiche gemäß EnEV.

Tabelle 36: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	230,92	170,32	91,24	77,56	63,87	45,62	+153%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,569	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+103%
- Transparente Außenbauteile	1,663	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+11%

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 37: KfW-Anforderungen

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	230,92	121,66	85,16	121,66	194,66
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,569	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,663	1,5	1,4	1,8	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnung festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Vergleich Verbrauch gegenüber Bedarf Bestand:

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können.

Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf werden im Dokument „Grundlagen“ erläutert.

Tabelle 38: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf

Bilanz-Nr.	Gebäude+Zustand	Jahres-Energie-verbrauch	Jahres-Endenergie-bedarf (klimabereinigt)			Ab- weichung
		Heizen+WW	Heizen	WW	Heizen+WW	%
		in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	
	Var. 0: Bestand	Abrechnung*			**	
03	03 - SaB - Hauptgebäude	429.568 kWh	667.000 kWh	215.000 kWh	882.000 kWh	51%

* Jahres-Mittelwert aus Verbrauchsabrechnungen bezogen auf 365 Tage pro Jahr

** theoretischer Rechenwert nach EnEV (siehe „Grundlagen“, 4. Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf)

Der Bedarf für die Schule (ohne Sporthalle) liegt ca. 51 % über dem tatsächlichen Verbrauch.

Gebäudesanierung:

Für die Gebäudesanierung wurde eine Variante mit Vollmodernisierung erstellt.

Vor einer detaillierten Planung von Modernisierungsmaßnahmen ist eine genauere Berechnung mit einer detaillierten Zonierung notwendig, da eine oberflächliche Betrachtung im 1-3-Zonen-Modell nicht förderfähig ist.

Maßnahmen:

- Außenwände: Eine nachträgliche Dämmung der Außenwand ist unwirtschaftlich
- Rippendecke: Auf die bereits vorhandene Dämmung sollen weiter 6 cm PUR der WLS 024 aufgelegt werden.
- Dach: Zwischen den Sparren soll eine Dämmung aus Mineralwolle der Wärmeleitgruppe 032 eingebaut werden.
- Kellerdecke: Dämmung unterseitig anbringen, WLS 024 mit 10 cm PUR/PIR
- Bodenplatte: Eine Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich
- Fenster: Ersetzen derjenigen Fenster, die nicht Bestandteil der Fassadenelemente sind, durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K oder besser

- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilungen, hydraulischer Abgleich, Ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Beleuchtung: Austausch der Leuchtstofflampen mit veralteten Vorschaltgeräten gegen moderne Stableuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf um 108 kWh/m² auf 123 kWh/m².

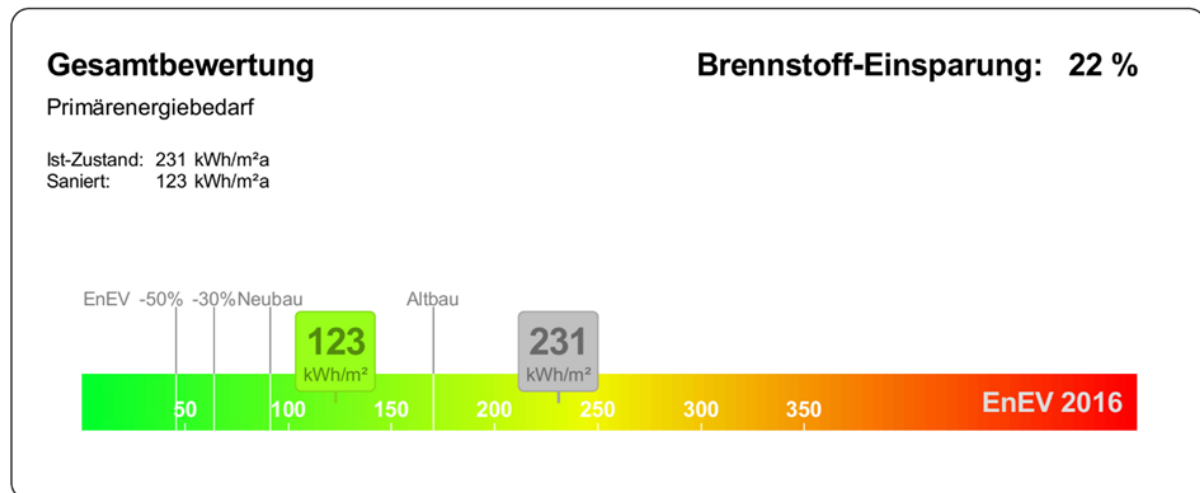


Abbildung 40: Gesamtbewertung

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

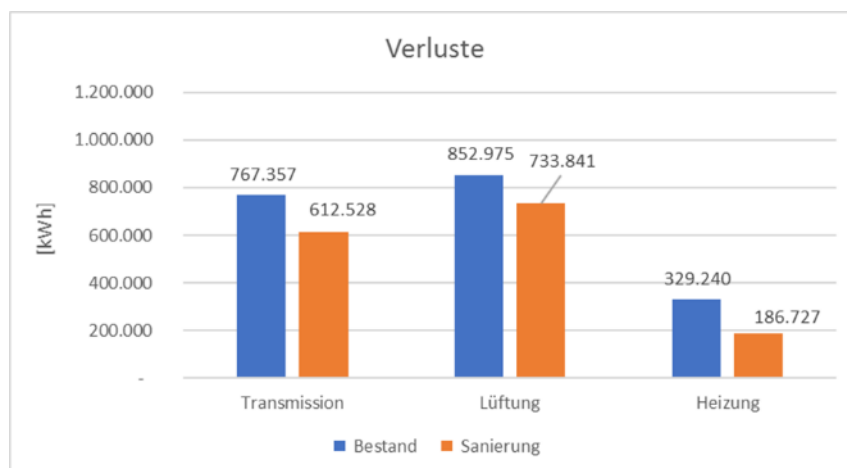


Abbildung 41: Verluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 39: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen

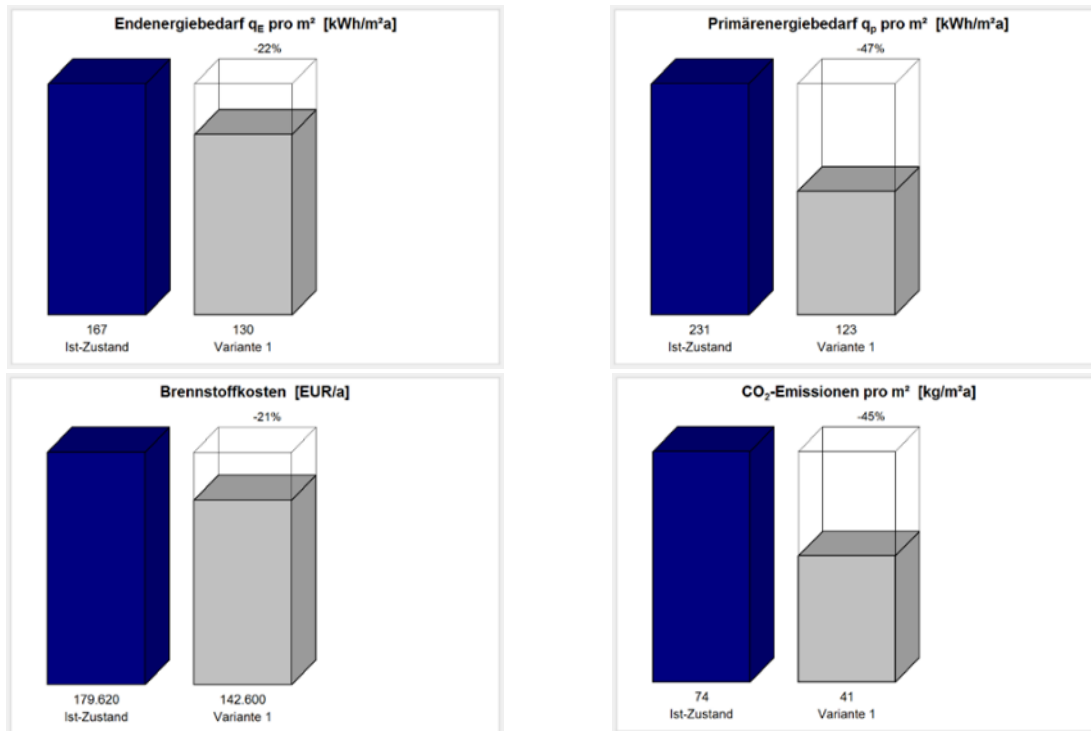
	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	123,09	170,33	91,25	77,56	63,87	45,62	+35%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,456	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+63%
- Transparente Außenbauteile	1,461	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-3%

Energetische Bewertung des Gebäudes nach KfW

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann kein KfW-Effizienzhausstandard erreicht werden. Die empfohlenen Maßnahmen genügen jedoch den KfW-Anforderungen zur Förderung von Einzelmaßnahmen.

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 42: Einsparung



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die im ersten Schritt ermittelte Wirtschaftlichkeit basiert auf dem errechneten Bedarf.

Tabelle 40: Wirtschaftlichkeit der Sanierung

Gesamtinvestition	440.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 140.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	300.000 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten	
Jährliche Kapitalkosten	17.000 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	260.000 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	325.000 €/Jahr
Einsparung	48.000 €/Jahr
Amortisation**	≈ 8 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

Anpassung der Werte in Hinblick auf Differenz zwischen Verbrauch und Bedarf

Da der real gemessene Verbrauch 51 % niedriger ist als der errechnete theoretische Bedarf, verringern sich die potentiellen Einsparungen entsprechend, wodurch sich die Amortisationszeit verlängert.

Tabelle 41: Prognostizierte Einsparung

Σ Einsparung – theoretischer Bedarf	48.000 €/Jahr
Σ prognostizierte Einsparung -realer Verbrauch im ersten Jahr	32.000 €/Jahr
Amortisation*	≈ 10 Jahre

* vereinfachte Kalkulation

Auch unter Berücksichtigung der geringeren Verbräuche und der dadurch verlängerten Amortisation stellen sich die Maßnahmen als wirtschaftlich dar.

4.2.4 Probstei-Altenheim



Abbildung 43: Ansicht Haupteingang und Speisesaal

Für das Probstei-Altenheim wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 22.02.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Für die Berechnung wird das Probstei-Altenheim in zwei Teile unterteilt.

- Bürogebäude (Zone Bürogebäude mit Gaststätte; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)
- Wohnheim (Wohngebäude)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen der Zonen zusammengefasst.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Das Probstei-Altenheim wurde 1990 erbaut. Die Südseite wurde nachträglich gedämmt.

Die Gebäudegrundsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände sind 2-schalig mit einer Vormauerschale und insgesamt 36,5 cm stark. Auf Grundlage der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein wurde ein U-Wert von $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ angenommen.

Die Westfassade wurde bereits mit einem WDVS aus 12 cm Mineralwolle und einer Aluminiumfassade gedämmt.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Bei der obersten Geschossdecke handelt es sich um eine Betondecke. Von unten ist diese verputzt. Es liegt eine 4 cm starke Dämmung und ein ebenso starker Estrich auf der Decke.

Für das Flachdach über dem Speisesaal wurde ein U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ angenommen.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Bei der Kellerdecke handelt es sich um eine Betondecke. Von unten ist diese verputzt. Es liegt eine 2,5 cm starke Dämmung und ein 4 cm starker Estrich auf der Decke.

Bei der Bodenplatte handelt es sich um eine Betondecke auf einer losen Schüttung. Es liegt eine 3 cm starke Dämmung und ein 4 cm starker Estrich auf der Decke.

Fenster und Türen:

Die Fenster wurden zu verschiedenen Zeitpunkten ausgetauscht. Die U-Werte der Fenster betragen zwischen 2,7 und 2,0 W/m²K. Ein kleiner Teil (circa 15 m²) wurde kürzlich durch 3-fach-verglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ersetzt. Der U-Wert des Haupteingangs beträgt 2,3 W/m²K.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:



In dem Gebäude sind zwei Gas-Brennwertkessel eingebaut. Die Leitungen sind schlecht gedämmt. Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“



Abbildung 44: Heizungsanlage

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

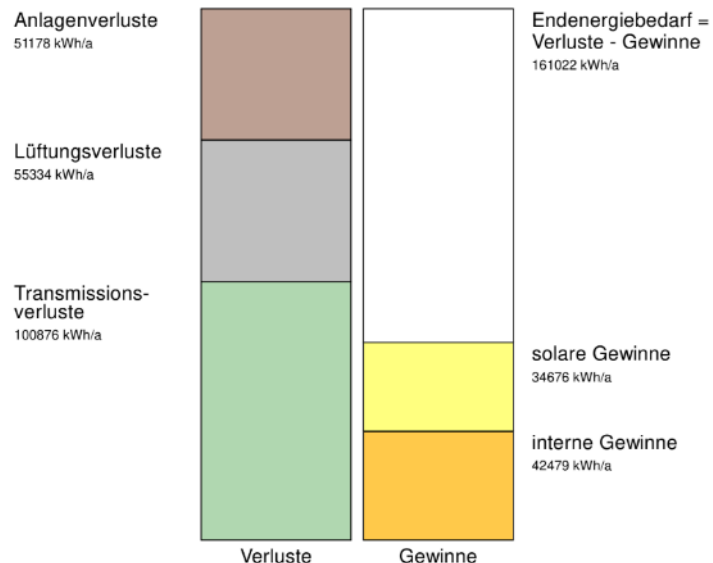


Abbildung 45: Verluste und Gewinne: Bürogebäude (Zone Bürogebäude mit Gaststätte; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

Einstufung Bestandsgebäude nach EnEV:

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Tabelle 42: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

	Bürogebäude (Zone Bürogebäude mit Gastronomie); $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Wohnheim (Wohngebäude)
Nettogrundfläche*	1.055 m ²	2.228 m ²
Gesamtfläche der thermischen Gebäudehülle	1.239 m ²	4.364 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,33 m ⁻¹	0,52 m ⁻¹

* Die angegebenen Nettogrundflächen beziehen sich nur auf die beheizten Nutzungsbereiche gemäß EnEV.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt. Die angegebenen Ist-Werte sind berechnete Bedarfswerte ohne Bezug zum tatsächlichen Verbrauch (siehe „Grundlagen“ – Kapitel 4: Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf).

Tabelle 44: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	169,62	139,04	74,49	63,31	52,14	37,24	+128%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,757	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+170%
- Transparente Außenbauteile	2,000	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+33%

Tabelle 43: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Wohnheim

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	242,58	105,92	56,74	48,23	39,72	28,37	+328%
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	1,112	0,630	0,417	0,355	0,292	0,209	+167%

Energetische Bewertung des Gebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 45: KfW-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	169,62	99,32	69,52	99,32	158,91
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,757	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	2,000	1,5	1,4	1,8	-

Tabelle 46: KfW-Anforderungen: Wohnheim

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	242,58	74,38 ¹⁾	85,53	74,38	63,22	52,06	40,91	119,00 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,112	0,409 ²⁾	0,532	0,470	0,409	0,348	0,286	0,716 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,112	0,630 ³⁾	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnung festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Vergleich Verbrauch gegenüber Bedarf Bestand:

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können.

Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf werden im Dokument „Grundlagen“ erläutert.

Tabelle 47: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf

Bilanz- Nr.	Gebäude+Zustand	Jahres- Energie- verbrauch	Jahres- Endenergie- bedarf (klimabereinigt)			Ab- weichung
		Heizen+WW	Heizen	WW	Heizen+WW	
		in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	%
	Var. 0: Bestand	Abrechnung*			**	
05	05 - P-A - Büroteil	95.933 kWh	105.000 kWh	13.000 kWh	118.000 kWh	19%
	05 - P-A - Wohnheimteil	427.087 kWh	534.000 kWh	108.000 kWh	642.000 kWh	33%

* Jahres-Mittelwert aus Verbrauchsabrechnungen bezogen auf 365 Tage pro Jahr

** theoretischer Rechenwert nach EnEV (siehe „Grundlagen“, 4. Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf)

Der Bedarf für den Büroteil liegt ca. 19 % über dem tatsächlichen Verbrauch, der Bedarf für den Wohnheimteil liegt ca. 33 % über dem tatsächlichen Verbrauch. Beide Überschreitungen liegen im Rahmen der üblichen Abweichungen.

Gebäudesanierung:

Für die Gebäudesanierung wurde je Gebäudeteil eine Vollmodernisierung erstellt.

Vor einer detaillierten Planung von Modernisierungsmaßnahmen ist eine genauere Berechnung mit einer detaillierten Zonierung notwendig, da eine oberflächliche Betrachtung im 1-3-Zonen-Modell nicht förderfähig ist.

Maßnahmen:

- Außenwände: Fassadendämmung WLG 035 mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem (WDVS) aus Mineralwolle. Eine Dämmung der bereits gedämmten Westfassade ist unwirtschaftlich.
- Oberste Geschossdecken: 20 cm Dämmung auf die vorhandene Decke aus Mineralwolle bringen, WLG 032
- Kellerdecke: Dämmung unterseitig anbringen, WLG 035 mit 12 cm Polystyrol
- Bodenplatte: Eine nachträgliche Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich.
- Fenster: Ersetzen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K oder besser
- Türen: Ersetzen durch Türen mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K oder besser
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Heizung: Austausch des älteren Heizkessels gegen eine KWK-Anlage
- Beleuchtung: Austausch der Leuchtstofflampen mit veralteten Vorschaltgeräten gegen moderne Stablichtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) im Bürogebäude

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- des Bürogebäudes um 81 kWh/m²a auf 89 kWh/m²a

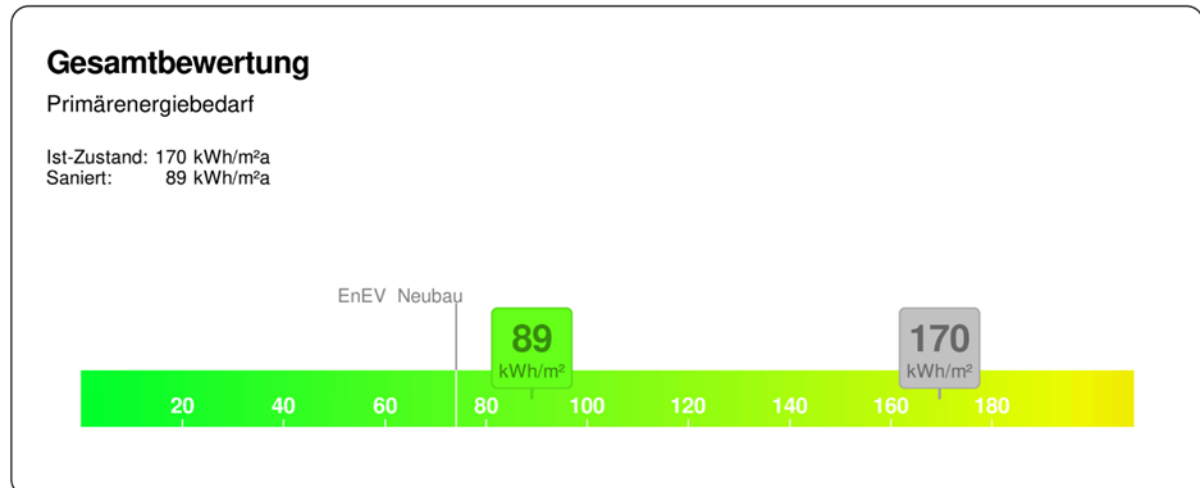


Abbildung 46: Gesamtbewertung Bürogebäude

- des Wohngebäudes um 174 kWh/m²a auf 69 kWh/m²a

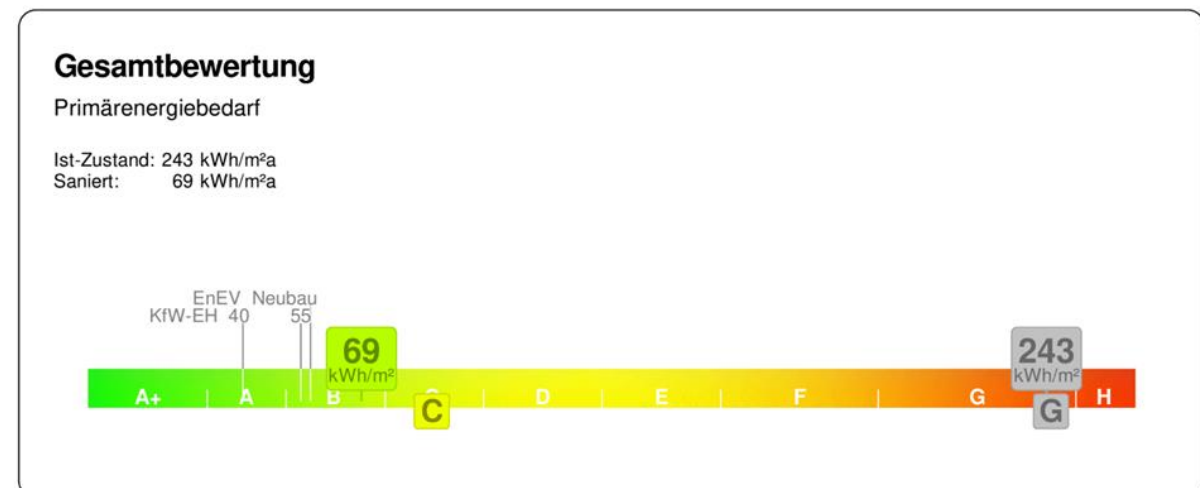


Abbildung 47: Gesamtbewertung Wohnheim

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

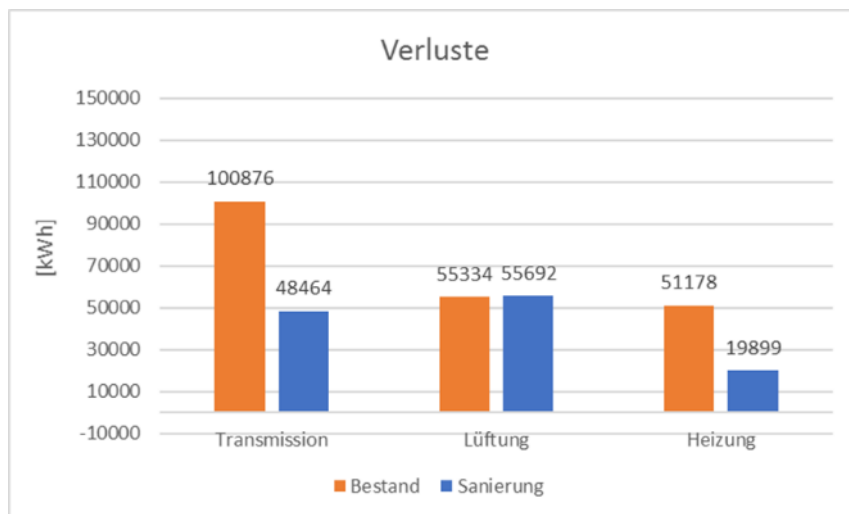


Abbildung 48: Verluste: Bürogebäude

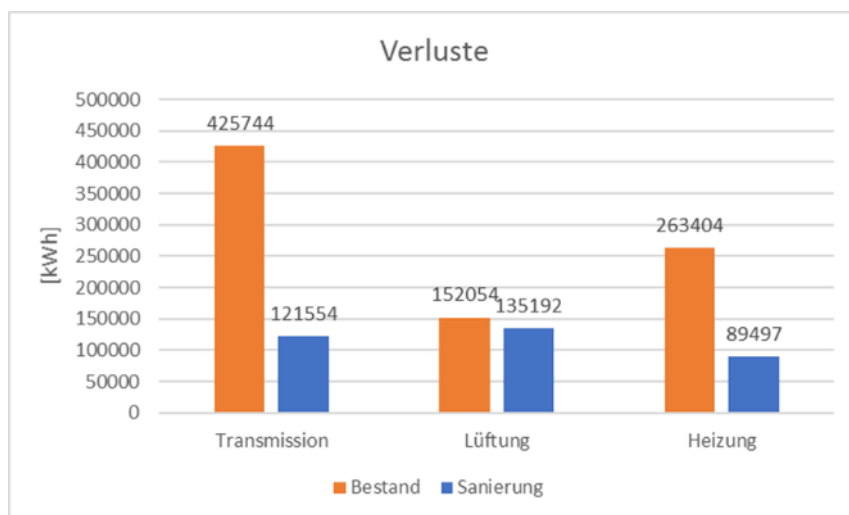


Abbildung 49: Verluste: Wohnheim

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 48: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	89,00	138,35	74,12	63,00	51,88	37,06	+20%
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]							
- Opake Außenbauteile	0,414	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+48%
- Transparente Außenbauteile	0,950	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%

Tabelle 49: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Wohnheim

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	69,05	104,81	56,15	47,73	39,30	28,07	+23 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,319	0,630	0,417	0,355	0,292	0,209	-23 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann für das Bürogebäude kein KfW-Effizienzhausstandard erreicht werden. Die empfohlenen Maßnahmen genügen jedoch den KfW Anforderungen zur Förderung von Einzelmaßnahmen.

Für das Wohngebäude kann ein KfW-Effizienzhaus-Standard 100 erreicht werden.

Tabelle 50: KfW-Anforderungen: Wohnheim

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	69,05	73,33 ¹⁾	84,33	73,33	62,33	51,33	40,33	117,33
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,319	0,409 ²⁾	0,532	0,470	0,409	0,348	0,286	0,716
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,319	0,630 ³⁾	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 50: Einsparungen: Bürogebäude

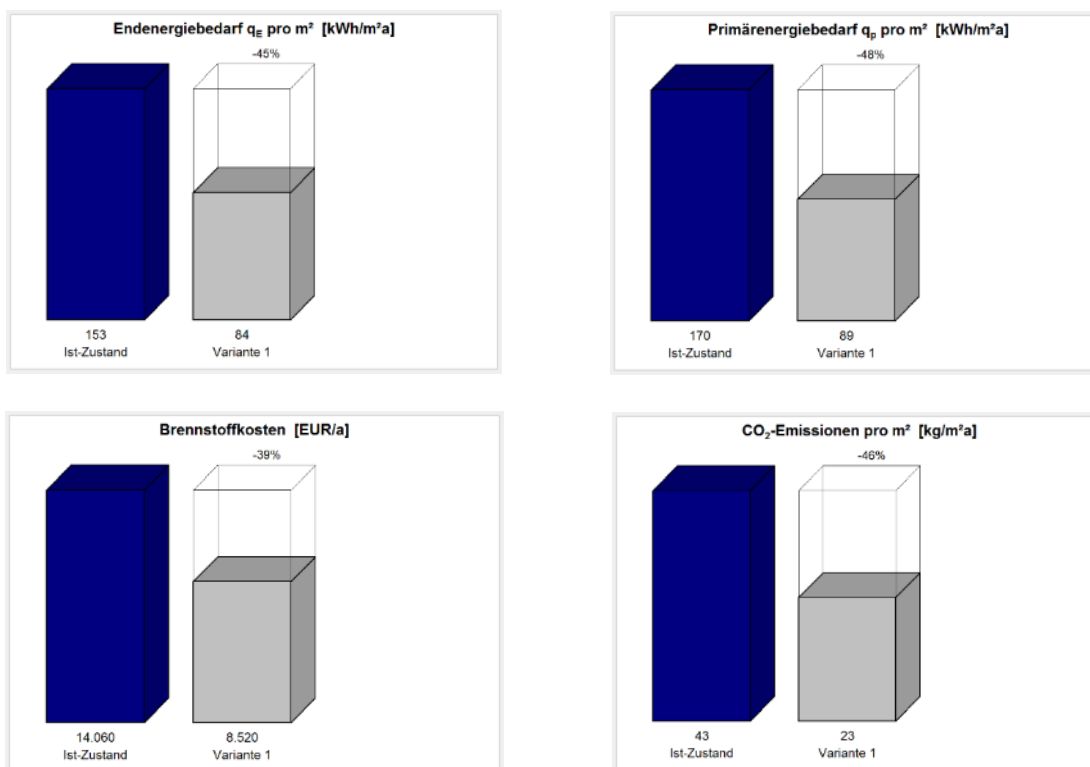
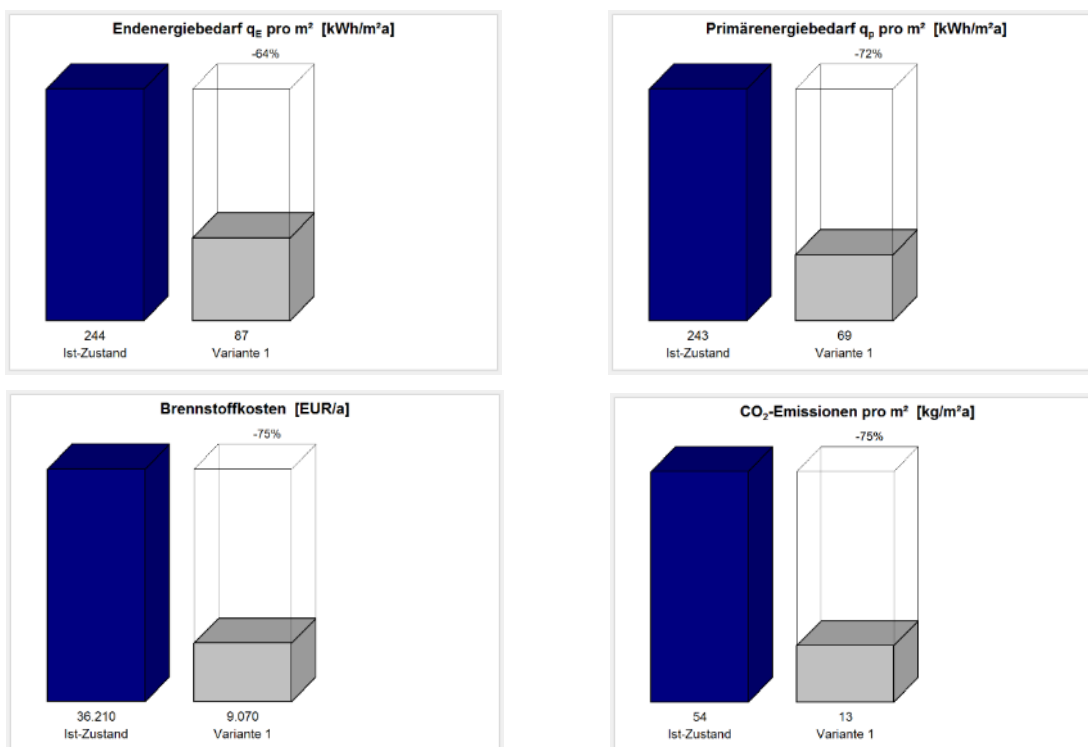


Abbildung 51: Einsparungen: Wohnheim



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Die im ersten Schritt ermittelte Wirtschaftlichkeit basiert auf dem errechneten Bedarf.

Tabelle 51: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Bürogebäude	Wohnheim
Gesamtinvestition	190.000 €	660.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 110.000 €	- 345.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	80.000 €	315.000 €
Jährliche Kapitalkosten	4.000 €/Jahr	16.000 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	16.000 €/Jahr	16.000 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	25.000 €/Jahr	65.000 €/Jahr
Einsparung	5.000 €/Jahr	33.000 €/Jahr
Amortisation**	≈ 14 Jahre	≈ 11 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

Anpassung der Werte in Hinblick auf Differenz zwischen Verbrauch und Bedarf

Da der real gemessenen Verbräuche für das Bürogebäude 19 % niedriger und für das Wohngebäude 33 % niedriger sind als die errechneten theoretische Bedarfe, verringern sich die potentiellen Einsparungen entsprechend, wodurch sich die Amortisationszeit verlängert.

Tabelle 52: Prognostizierte Einsparung

Σ Einsparung – theoretischer Bedarf	5.000 €/Jahr	33.000 €/Jahr
Σ prognostizierte Einsparung - realer Verbrauch im ersten Jahr	4.200 €/Jahr	24.800 €/Jahr
Amortisation*	≈ 19 Jahre	≈ 13 Jahre

* vereinfachte Kalkulation

Auch unter Berücksichtigung der geringeren Verbräuche und der dadurch verlängerten Amortisation stellen sich die Maßnahmen als wirtschaftlich dar.

4.2.5 Familienbildungsstätte



Abbildung 52: Ansicht Haupteingang

Für die Familienbildungsstätte wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 22.02.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Für die Berechnung wird die Familienbildungsstätte in zwei Teile unterteilt:

- Bürogebäude
- Kindergarten

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen der Zonen zusammengefasst.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Die Familienbildungsstätte wurde 1960 errichtet und 1991 sowie 2009 um einen Anbau erweitert.

Die Gebäudegrundsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände sind 2-schalig mit einer Vormauerschale und insgesamt 36,5 cm stark. Auf Grundlage der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein wurde ein U-Wert von 1,4 W/m²K angenommen.

Die Außenwände des 2009 hinzugekommenen Anbaus sind ebenfalls 2-schalig. Es kommt jedoch eine 14 cm starke, mineralische Dämmschicht zwischen dem Mauerwerk hinzu. Der Bauteilaufbau ist insgesamt 51 cm stark und besteht innen aus einem 24 cm starken Kalksandstein und außen aus einer 11,5 cm starken Vormauerschale.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Für die Dächer und oberste Geschossdecke wurden die U-Werte, in Abhängigkeit vom Baujahr, auf Grundlage der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein festgelegt. Die vier verschiedenen U-Werte liegen zwischen 0,24 (BJ 2009) und 1,40 W/m²K (1960).

Kellerdecke/Bodenplatte:

Für die Kellerdecke und Bodenplatte wurden die U-Werte, in Abhängigkeit vom Baujahr, auf Grundlage der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein festgelegt.

Bei der Bodenplatte liegen die drei verschiedenen U-Werte zwischen 0,6 (BJ 2009) und 1,2 W/m²K (BJ 1960), bei der Kellerdecke liegen die U-Werte bei 0,3 (BJ 2009) und 1,0 W/m²K (BJ 1960).

Fenster und Türen:

Die Fenster wurden zu verschiedenen Zeitpunkten ausgetauscht. Die U-Werte der Fenster betragen zwischen 1,3 und 2,3 W/m²K. Der U-Wert des Haupteingangs beträgt 2,1 W/m²K.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Es liegen ein Gas-Spezialheizkessel und ein Mini-BHKW vor. Dieser befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind teilweise gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

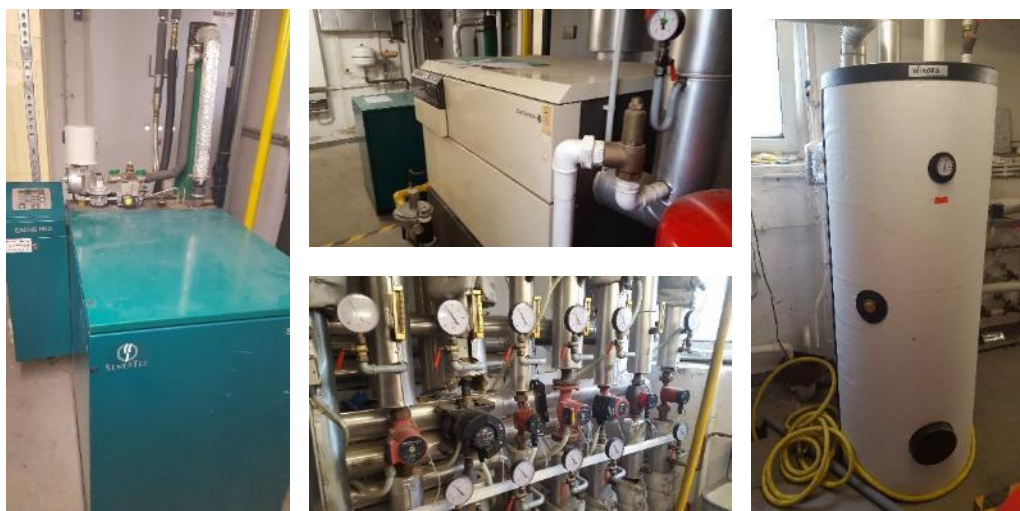
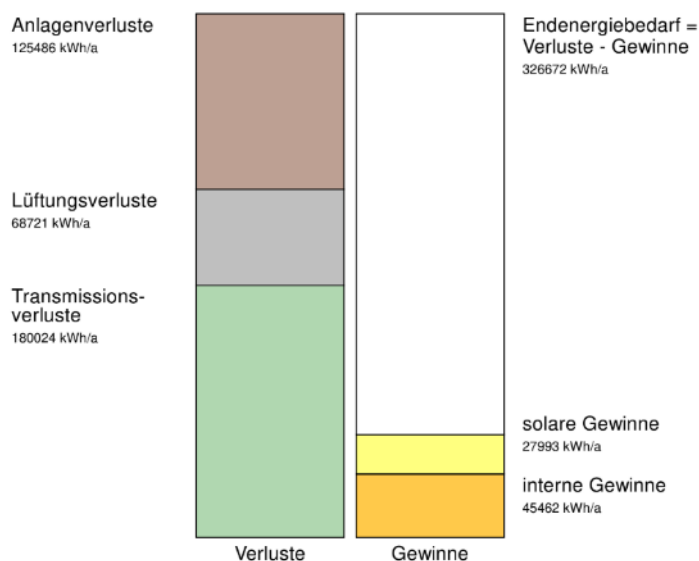


Abbildung 53: aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung



Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

Abbildung 54: Verluste und Gewinne: Bürogebäude

Einstufung Bestandsgebäude nach EnEV:

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar. Die angegebenen Ist-Werte sind berechnete Bedarfswerte ohne Bezug zum tatsächlichen Verbrauch (siehe „Grundlagen“ – Kapitel 4: Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf).

Tabelle 53: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

	Bürogebäude	Kindergarten
Nettogrundfläche*	939 m ²	515 m ²
Gesamtfläche der thermischen Gebäudehülle	3.187 m ²	1.632 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,86 m ⁻¹	0,92 m ⁻¹

* Die angegebenen Nettogrundflächen beziehen sich nur auf die beheizten Nutzungsbereiche gemäß EnEV.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

Tabelle 54: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q _p [kWh/(m ² a)]	284,81	209,13	112,03	95,23	78,42	56,02	+154%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,540	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+93%
- Transparente Außenbauteile	1,531	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+2%

Tabelle 55: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Kindergarten

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q _p [kWh/(m ² a)]	213,64	192,41	103,08	87,62	72,15	51,54	+107%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,573	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+105%
- Transparente Außenbauteile	1,562	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+4%

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 56: KfW-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q _p [kWh/(m ² a)]	284,81	149,38	104,56	149,38	239,00
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,540	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,531	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	1,800	2,5	2,4	3,0	-

Tabelle 57: KfW-Anforderungen: Kindergarten

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q _p [kWh/(m ² a)]	213,64	137,44	96,20	137,44	219,90
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,573	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,562	1,5	1,4	1,8	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnung festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Vergleich Verbrauch gegenüber Bedarf Bestand:

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können.

Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf werden im Dokument „Grundlagen“ erläutert.

Tabelle 58: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf

Bilanz-Nr.	Gebäude+Zustand	Jahres-Energie-verbrauch	Jahres-Endenergie-bedarf (klimabereinigt)			Ab- weichung
		Heizen+WW	Heizen	WW	Heizen+WW	%
		in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	in kWh/a	
	Var. 0: Bestand	Abrechnung*			**	
06	06 - FBs - Büroteil	196.268 kWh	243.000 kWh	0 kWh	243.000 kWh	19%
	06 - FBs - Kindergarten	91.114 kWh	130.000 kWh	13.000 kWh	143.000 kWh	36%

* Jahres-Mittelwert aus Verbrauchsabrechnungen bezogen auf 365 Tage pro Jahr

** theoretischer Rechenwert nach EnEV (siehe „Grundlagen“, 4. Allgemeine Hinweise zu Verbrauch und Bedarf)

Der Bedarf für den Büroteil liegt ca. 19 % über dem tatsächlichen Verbrauch, der Bedarf für den Kindergarten liegt ca. 36 % über dem tatsächlichen Verbrauch. Beide Überschreitungen liegen im Rahmen der üblichen Abweichungen.

Gebäudesanierung:

Für die Gebäudesanierung wurde je Gebäudeteil eine Vollmodernisierung erstellt.

Vor einer detaillierten Planung von Modernisierungsmaßnahmen ist eine genauere Berechnung mit einer detaillierten Zonierung notwendig, da eine oberflächliche Betrachtung im 1-3-Zonen-Modell nicht förderfähig ist.

Maßnahmen:

- Außenwände: Fassadendämmung WLG 035 mit 16 cm Wärmedämmverbundsystem (WDVS) aus Mineralwolle. Eine Dämmung des Anbaus von 2009 ist unwirtschaftlich.
- Schrägdach: 22 cm Dämmung zwischen Sparren und Lattung aus Mineralwolle der WLS 032 für das Dach von 1960, die Dämmung der übrigen Dächer/Obersten Geschossdecken ist nicht wirtschaftlich
- Kellerdecke: Dämmung unterseitig anbringen, WLG 035 mit 12 cm Polystyrol
- Bodenplatte: Eine nachträgliche Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich.
- Fenster: Ersetzen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K oder besser
- Türen: Ersetzen durch Türen mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K oder besser
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, Ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Heizung: Gas-Brennwertkessel

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- des Bürogebäudes um 151 kWh/m²a auf 134 kWh/m²a

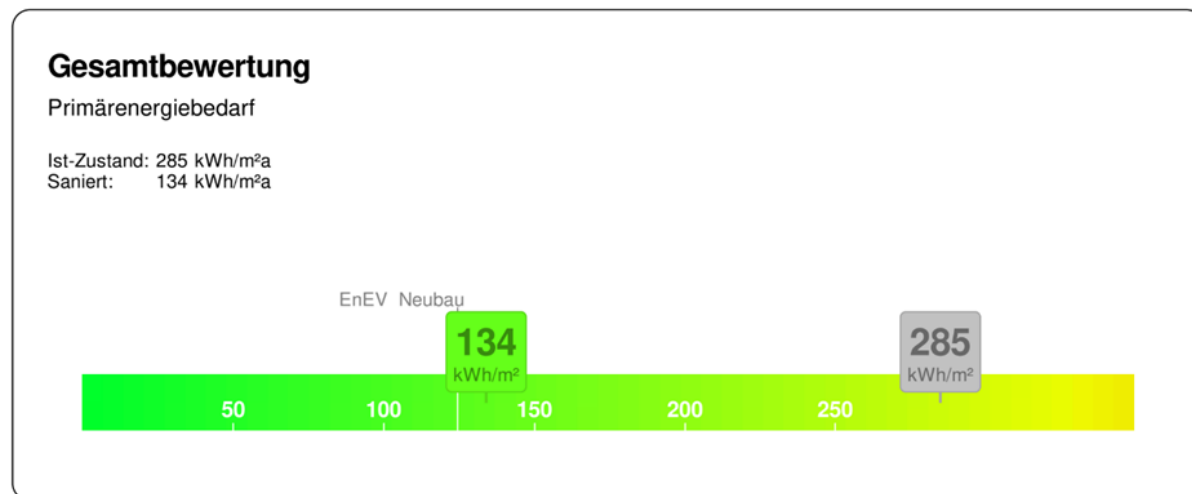


Abbildung 55: Gesamtbewertung Bürogebäude

- des Kindergartens um 103 kWh/m²a auf 111 kWh/m²a

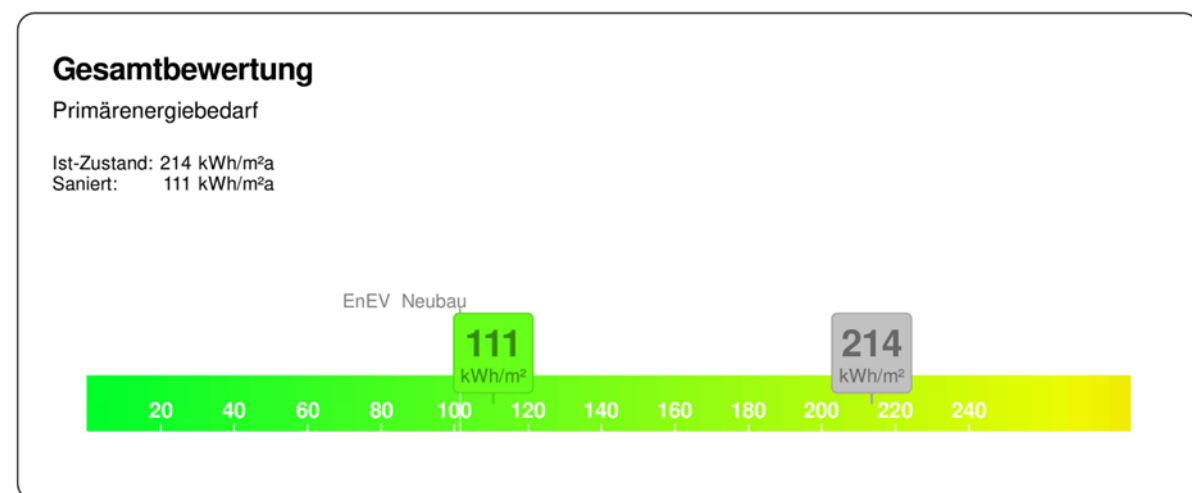


Abbildung 56: Gesamtbewertung Kindergarten

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

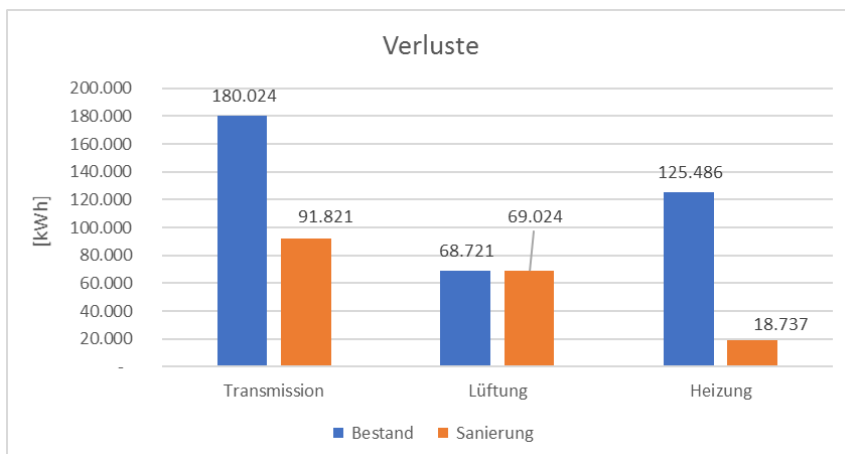


Abbildung 57: Verluste: Bürogebäude

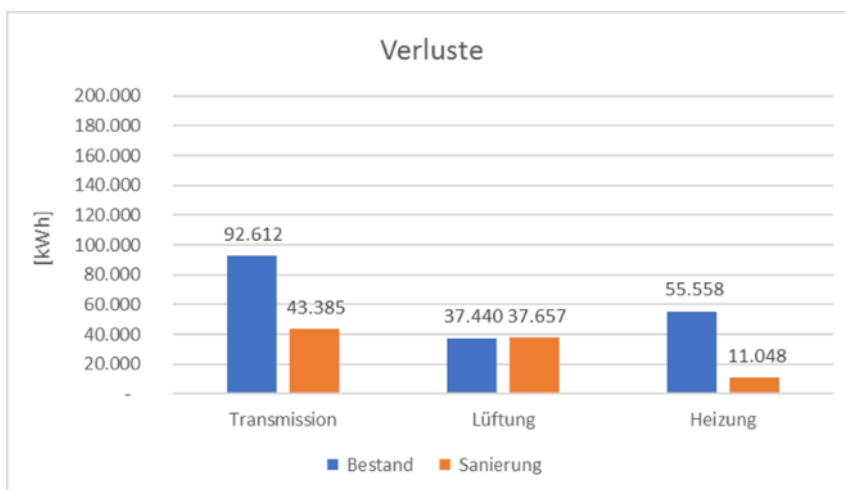


Abbildung 58: Verluste: Kindergarten

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 59: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	133,93	232,36	124,48	105,81	87,14	62,24	+8%
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]							
- Opake Außenbauteile	0,295	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+5%
- Transparente Außenbauteile	0,950	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	0,950	4,340	2,500	2,125	1,750	1,250	-62%

Tabelle 60: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Kindergarten

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	110,51	189,46	101,50	86,27	71,05	50,75	+9%
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]							
- Opake Außenbauteile	0,258	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	-8%
- Transparente Außenbauteile	0,950	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-37%

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Mit den beschriebenen Maßnahmen kann für das Gesamtgebäude ein KfW-Effizienzhaus-Standard 100 erreicht werden.

Tabelle 61: KfW-Anforderungen: Bürogebäude

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	133,93	165,97	116,18	165,97	265,56
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,295	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	0,950	1,5	1,4	1,8	-
- Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	0,950	2,5	2,4	3,0	-

Tabelle 62: KfW-Anforderungen: Kindergarten

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	110,51	135,33	94,73	135,33	216,52
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,258	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	0,950	1,5	1,4	1,8	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 59: Einsparungen: Bürogebäude

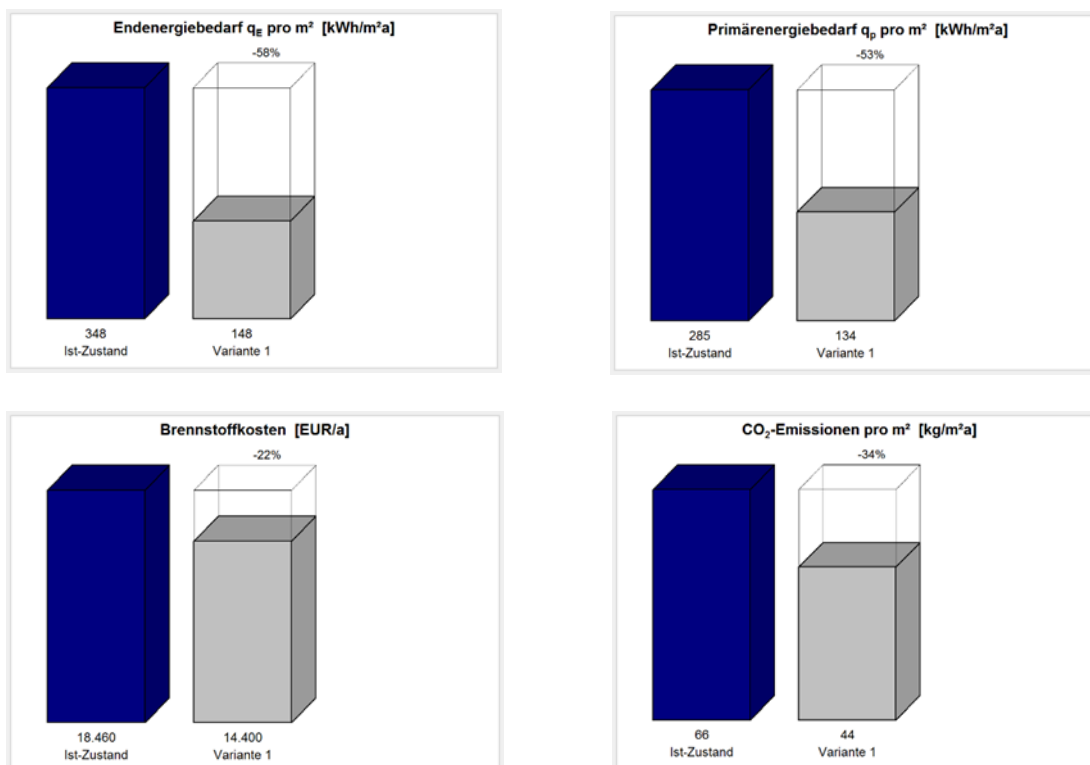
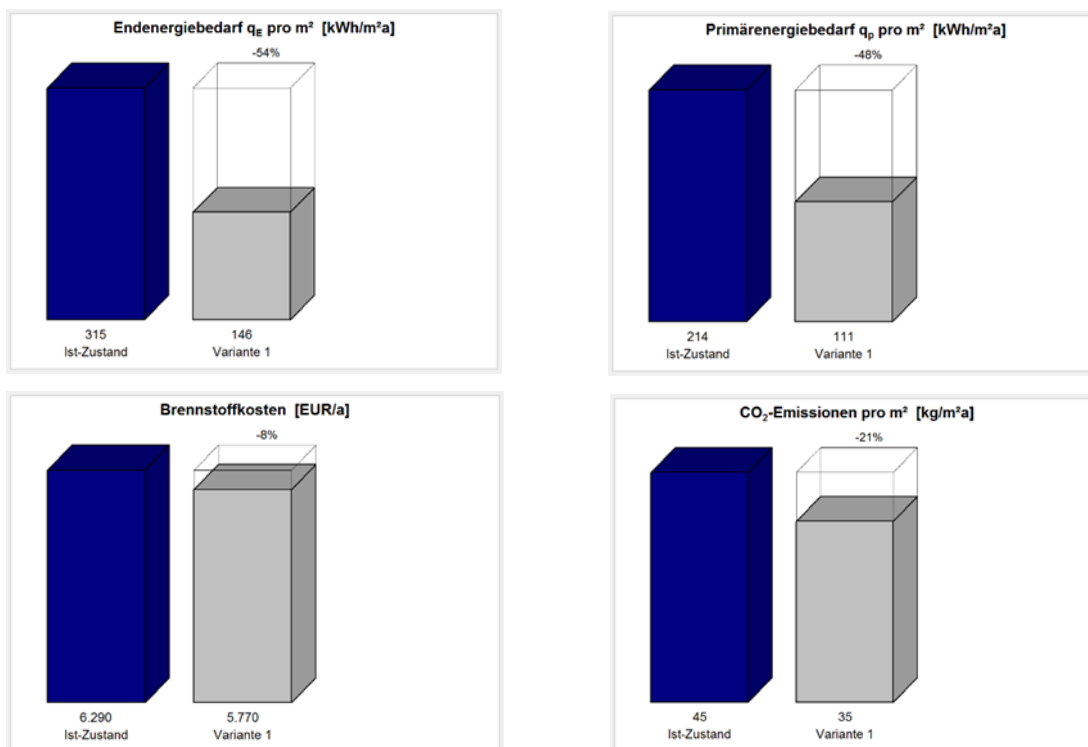


Abbildung 60: Einsparungen: Kindergarten



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Die im ersten Schritt ermittelte Wirtschaftlichkeit basiert auf dem errechneten Bedarf.

Tabelle 63: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Bürogebäude	Kindergarten
Gesamtinvestition	230.000 €	180.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 140.000 €	- 115.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	90.000 €	65.000 €
Jährliche Kapitalkosten	5.000 €/Jahr	3.000 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	20.000 €/Jahr	10.500 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	31.000 €/Jahr	11.500 €/Jahr
Einsparung	6.000 €/Jahr	- 2.000 €/Jahr
Amortisation**	≈ 16 Jahre	-

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

Anpassung der Werte in Hinblick auf Differenz zwischen Verbrauch und Bedarf

Da der real gemessenen Verbräuche für das Bürogebäude 19 % niedriger und für den Kindergarten 36 % niedriger sind als die errechneten theoretische Bedarfe, verringern sich die potentiellen Einsparungen entsprechend, wodurch sich die Amortisationszeit verlängert.

Tabelle 64: Prognostizierte Einsparung

Σ Einsparung – theoretischer Bedarf	6.000 €/Jahr	- 2.000 €/Jahr
Σ prognostizierte Einsparung - realer Verbrauch im ersten Jahr	5.000 €/Jahr	-
Amortisation*	≈ 18 Jahre	-

* vereinfachte Kalkulation

Auch unter Berücksichtigung der geringeren Verbräuche und der dadurch verlängerten Amortisation stellen sich die Maßnahmen am Bürogebäude als wirtschaftlich dar.

Die Maßnahmen am Kindergarten sind weiterhin unwirtschaftlich, da durch den altersbedingten Tausch der Wärmeversorgung von einem Mini-BHKW zu einem Gas-Brennwertkessel die bisherigen Stromerlöse entfallen. Würde bei einer detaillierten Planung dieser Sondereffekt herausgerechnet, würde sich eine veränderte Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen ergeben.

5 Modernisierungskonzepte Wohngebäude

5.1 Vorgehensweise zu den Gebäudeuntersuchungen

Im Rahmen der Presseveröffentlichungen, in der Stadtteilzeitung und in dem direkten Anschreiben zur Auftaktveranstaltung am 30.01.2018 sowie auf der Veranstaltung selbst wurden den Gebäudeeigentümer kostenlose Energieberatungen für ihre Immobilie in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein („Gebäude-Check“) angeboten.

Die Anmeldung erfolgte direkt über die ZEBAU GmbH per Email oder telefonisch.

Insgesamt zehn Gebäudeeigentümer haben sich für die Gebäude-Checks interessiert und konnten mit Beratungen versorgt werden.

5.2 Initialberatungen

In der Zeit zwischen 11.01.2018 und 22.02.2018 wurden diese zehn Initialberatungen bei privaten Hauseigentümern durchgeführt. *Die Adressen befinden sich im Anhang.*

Die Beratungen erfolgten in Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein. Energieberater Dipl. Ing. Architekt Lars Beckmannshagen der ZEBAU GmbH führte die Beratungen vor Ort durch.

Im Rahmen der Energieberatung fand eine ca. zweistündige Begehung der jeweiligen Gebäude statt, während der die Hauseigentümer auf energetische Schwachstellen ihrer Immobilien hingewiesen wurden und Fragestellungen zu energetischen Sanierungsmaßnahmen geklärt werden konnten.

Die Schwachstellen der Gebäude wurden in einem von der Verbraucherzentrale erstellten Tool eingegeben und hieraus ein Beratungsbericht für die Gebäudeeigentümer generiert.

Übersicht Gebäudehülle

Der Energiebedarf eines Gebäudes wird entscheidend durch die energetische Qualität seiner einzelnen Bauteile bestimmt. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert in $\text{W/m}^2\text{K}$) gibt an, wie viel Heizenergie durch ein Bauteil bei unterschiedlich anliegenden Temperaturen dringt. Je geringer der U-Wert des Bauteils, desto höher ist die Dämmwirkung.

Objekt	U-Wert Ist	U-Wert Soll	U-Wert Passivhaus	
Fenster	3,50	1,30	0,80	
Dach	1,40	0,24	0,15	
Oberste Geschossdecke	0,80	0,24	0,15	
Aussenwand	1,40	0,24	0,15	
Kellerdecke	1,50	0,30	0,15	

In der Energieeinsparverordnung (EnEV) sind Mindestanforderungen für die Sanierung von Bestandsgebäuden festgelegt. In der oben stehenden Tabelle sehen Sie die Werte der einzelnen Bauteile Ihres Gebäudes (U-Wert Ist) im Vergleich zu den Vorgabewerten bei Bauteiländerung laut EnEV (U-Wert Soll). In der Spalte U-Wert Passivhaus sehen Sie die einzuhaltenden Werte für diese spezielle Bauweise.

Abbildung 61: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Einschätzung Gebäudehülle

Außenwand: Dämmung Heizkörpernischen



Die Außenwandstärke im Bereich der Heizkörper ist reduziert. Dies verursacht hohe Wärmeverluste. Die Heizkörpernischen sollten gedämmt werden. Bei geringem Abstand zwischen Heizkörper und Wand kann in die Nischen ein Verbundwerkstoff aus Dämmmaterial und wärmereflektierender Folie angebracht werden. Der Abstand zum Heizkörper sollte mindestens 3 cm betragen. Ideal ist die vollständige Dämmung der Nischen bis zur Vorderkante der Wand. Die Heizkörper müssen dafür entfernt und mit neuen Konsolen befestigt werden. Die Fensterbänke sind ggf. zu ersetzen.

Kellerabgang / -tür Dämmung



Die Wände Ihres Kellerabgangs und/oder die Kellertür sind nicht gedämmt. Dadurch entstehen erhöhte Wärmeverluste. Sie sollten die Wände des Kellerabgangs und die Kellertür auf der kalten Seite dämmen.

Dach energetische Sanierung



Wir empfehlen die energetische Sanierung Ihres Daches vor allem, wenn der Mindestwärmeschutz deutlich überschritten ist (bei hohen U-Werten) oder die Dachhaut sowieso erneuert werden muss. Einsparungen von bis zu 20 Prozent des Heizenergieverbrauchs sind möglich.

Oberste Geschossdecke Dämmung



Wir empfehlen die nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecke. Wenn Sie keine Gegenstände auf dem Dachboden lagern, muss die Dämmung nicht begehrbar sein und ist somit sehr preisgünstig. Achten Sie auf eine lückenlose Dämmung im gesamten Bereich. In bestimmten Fällen sind die Eigentümer nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) § 10 zur Dämmung der obersten Geschossdecke verpflichtet.

Außenwand energetische Sanierung



Wir empfehlen die energetische Sanierung der Außenwand vor allem, wenn der Mindestwärmeschutz deutlich überschritten ist (bei hohen U-Werten). Wenn die Fenster viel Wärme verlieren bzw. sanierungsbedürftig sind, sollten Sie darüber nachdenken, die Außenwanddämmung zusammen mit einem Fensteraustausch durchzuführen. Das schafft eine erleichterte Festereinbindung in die Dämmebene. Achten Sie dabei auf einen wärmebrückenfreien umlaufenden Abschluss. Einsparungen von bis zu 25 Prozent des Heizenergieverbrauchs sind möglich.

Abbildung 62: Auszug VZ-Energieberatungsbericht- Schwachstellen Gebäude/Sanierungsempfehlungen

Die Energieverbräuche zu Heizung, Warmwasser und Strom wurden aufgenommen und mit durchschnittlichen Verbräuchen entsprechend der Baualtersklasse, der Gebäudegröße und der Anzahl der Personen im Gebäude verglichen, so dass die Gebäudeeigentümer eine Einschätzung zu ihren jeweiligen Energieverbräuchen erhielten.

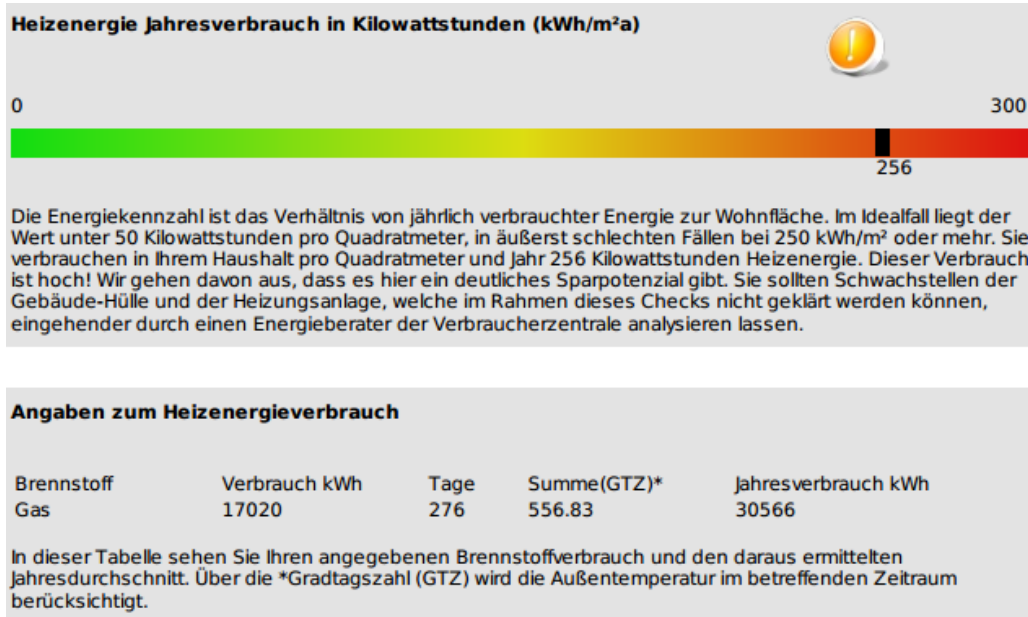


Abbildung 63: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Heizenergieverbrauch

Schon durch die Initialberatungen und die Zusendung der Beratungsberichte konnten einzelne Energiesparmaßnahmen ausgelöst werden.

Zusätzlich zu den gebäudespezifischen Energieeinsparpotentialen wurden die Gebäudebewohner zu Stromsarpotenzialen beraten. Hierfür wurden die Stromverbräuche mit den durchschnittlich zu erwartenden Stromverbräuchen bei entsprechender Haushaltsgröße verglichen. Zusätzlich wurde in der Beratung auf konkrete Energieeinsparpotentiale hingewiesen.

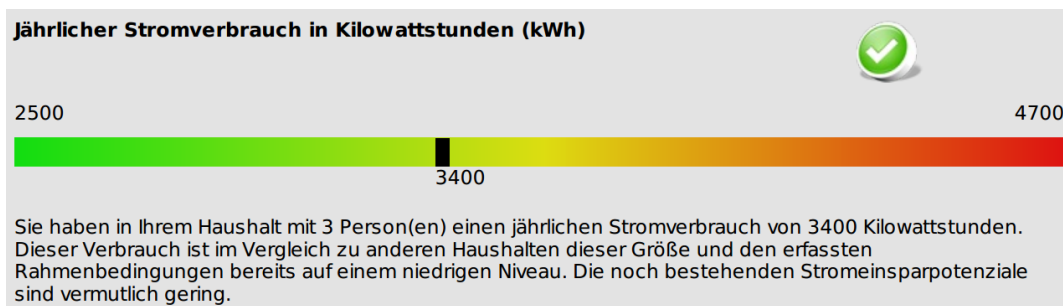


Abbildung 64: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Stromverbräuche

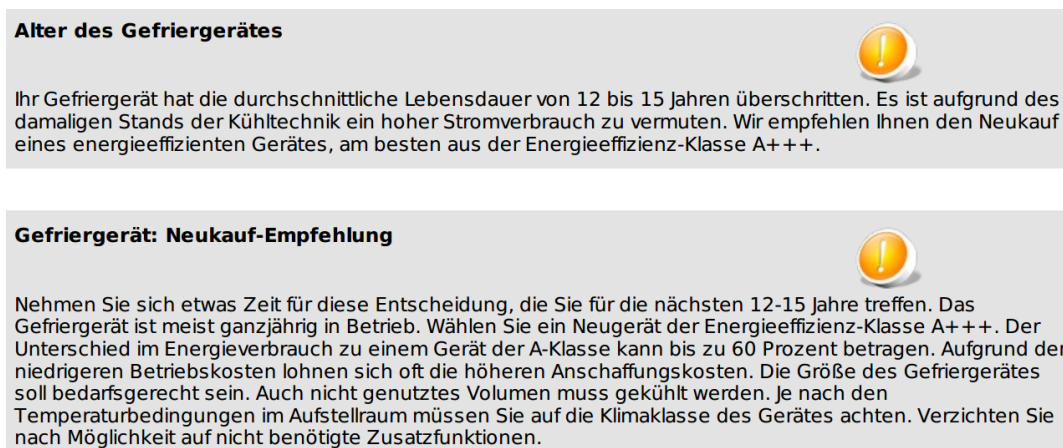


Abbildung 65: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Stromsarpotenziale

5.3 Mustersanierungskonzepte

Für die Wohngebäude wurde auf Grundlage der Ortsbegehungen im Januar, Februar und August 2018 und der durch die Hauseigentümer zur Verfügung gestellten Planunterlagen eine energetische Berechnung der Gebäude durchgeführt. Bei den Ortsbegehungen wurden beispielsweise die Begrenzung der thermischen Hülle (Dach, Keller, Treppenhäuser), die Heizungsanlage und die Warmwasserbereitung aufgenommen. Des Weiteren wurde mit dem Hauseigentümer über Sanierungswünsche gesprochen. Die Berechnungen zum Energiebedarf wurden mit der Software „Hottgenroth Energieberater“ durchgeführt. Dies ist auf Grundlage der Pläne und der Ortsbegehung geschehen. Im Anschluss wurden im Team für jedes Gebäude die bestmöglichen Maßnahmen erarbeitet.

Ziel dabei war es, mit den ausgearbeiteten Maßnahmen möglichst wirtschaftliche Lösungen zu finden und dabei die individuellen Wünsche der Bauherren zu berücksichtigen. Auch wurde der Einsatz von KfW und IB.SH Fördermitteln berücksichtigt. Daher sind die untersuchten Varianten individuell und können nur zum Teil untereinander verglichen werden.

Jeder Schritt wurde im 4-Augen-Prinzip überprüft und diskutiert. Die Ergebnisse der Gebäudeuntersuchungen sind in einem separaten Energieberatungsbericht zusammengestellt. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung der Gebäude zusammengefasst.

5.3.1 Reihenendhaus



Abbildung 66: Haupteingang Reihenendhaus

Für das Endreihenhaus wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 11.01.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

In dem 2-geschossigen Wohngebäude, welches 1968 errichtet wurde leben zwei Personen. Das Endreihenhaus ist voll unterkellert, der Keller ist beheizt. Das Dach wurde nachträglich bis in die Spitze mit einer 12 cm starken Zwischensparrendämmung gedämmt. Die Fenster wurden 1978 gegen 2-fach-verglaste Fenster ausgetauscht. Die vorhandene Ölheizung ist aus dem Jahr 1989.

Die Gebäudegrundsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände bestehen aus einem 2-schaligen, 31,5 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein und einer Vormauerschale. Teile der Außenwand sind verputzt. Diese bestehen aus einem 30 cm starken Kalksandstein. Die Kellerwand gegen Erdreich besteht ebenfalls aus einem 30 cm starken Kalksandstein.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Bei dem Dach handelt es sich um ein Sparrendach. Im Zuge einer Dachsanierung wurde eine 12 cm starke Zwischensparrendämmung eingebaut.

Fenster und Türen:

Die Fenster wurden 1979 ausgetauscht. Es liegen Holzrahmen und eine 2-fach-Verglasung vor. Gleiches gilt für die Türen.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Kellerdecke und Bodenplatte sind 22,5 cm stark. Auf der Bodenplatte befindet sich eine 2 cm starke Dämmung und ein Estrich. Da sich im Keller Heizkörper befinden, bildet die untere Grenze der thermischen Hülle die Bodenplatte.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Es liegt eine Ölheizung aus dem Jahr 1989 vor, diese befindet sich im beheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind teilweise gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 1)

„Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.“

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

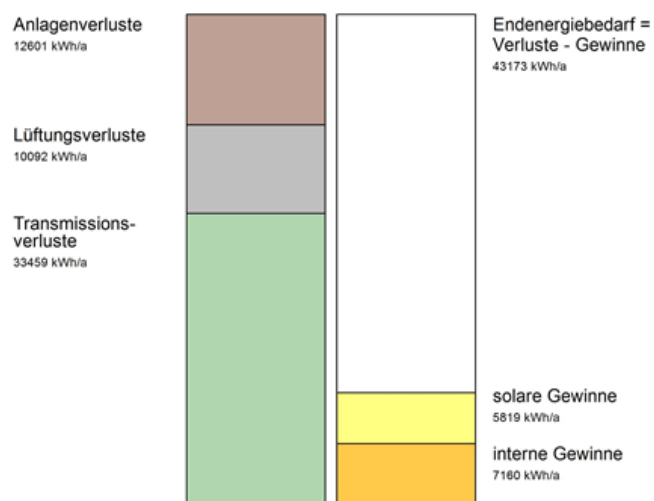


Abbildung 67: Verluste und Gewinne

Einstufung Bestand nach EnEV:

Tabelle 65: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

	Endreihenhaus
Beheizbare Wohnfläche	160 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	674 m ³
Gebäudehüllfläche	416 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,62 m ⁻¹

Tabelle 66: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	222,85	83,82	44,90	38,17	31,43	22,45	+396 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,063	0,560	0,317	0,270	0,222	0,159	+235 %

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 67: KfW-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	222,85	59,92 ¹⁾	68,91	59,92	50,93	41,94	32,96	95,87 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,063	0,317 ²⁾	0,412	0,365	0,317	0,270	0,222	0,555 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,063	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Gebäudesanierung:

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

Es wurden mehrere Varianten angelegt. In der ersten Variante wurden Maßnahmen ausgewählt, die zeitnah empfohlen werden. Die Ausführung ist so gewählt, dass KfW Einzelmaßnahmen für die sanierten Bauteile in Anspruch genommen werden können. In zwei weiteren Varianten werden Maßnahmen ergänzt, die dann zu einem KfW-Effizienzhaus 115 bzw. 85 führen.

Maßnahmen-Thermische Hülle:

Variante 1:

- Außenwände: Dämmung der Außenwand mit einem 16 cm starken WDVS aus Mineralwolle der Wärmeleitgruppe 035. Eine nachträgliche Dämmung der Kellerwand gegen Erdreich ist unwirtschaftlich.
- Fenster/Türen: Die Fenster sollen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht werden. Die Türen sollen durch solche mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K ausgetauscht werden.
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Lüftung: Um den Mindestluftwechsel zu garantieren wird für das Gebäude eine Abluftanlage mit Zuluftelementen in den Fensterrahmen und einer ventilatorgestützten zentralen Abluft in Bad und Küche empfohlen. Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel (EnEV 2014, § 6) ist zu gewährleisten.

Variante 2/3:

- Dächer: Für die Förderung der Einzelmaßnahmen wird keine Aufdopplung des Daches angenommen. Um einen Effizienzhausstandard zu erreichen muss die Dachfläche jedoch um 6 cm starke Sparren und einer Zwischensparrendämmung der Wärmeleitgruppe 032 erweitert werden.
- Kellerdecke: Um einen KfW Effizienzhausstandard zu erreichen wird der Keller aus der thermischen Hülle genommen. 12 cm PS der Wärmeleitgruppe 035 sollen auf der Unterseite der Kellerdecke angebracht werden. Einbußen bei der lichten Raumhöhe des Kellers sind zu berücksichtigen.

- Bodenplatte: Eine Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich und wird für die KfW Einzelmaßnahmenförderung nicht berücksichtigt.

Maßnahmen-Heizungstechnik:

Variante 1: Ölheizung durch Gasbrennwertkessel ersetzen

Variante 2: Zusätzlich zur oben beschriebenen Anlage Solarthermie zur Warmwasserunterstützung

Variante 3: Alternativ zum Gasbrennwertkessel ein Pelletkessel

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- der Variante 1 um 123 kWh/m²a auf 110 kWh/m²a

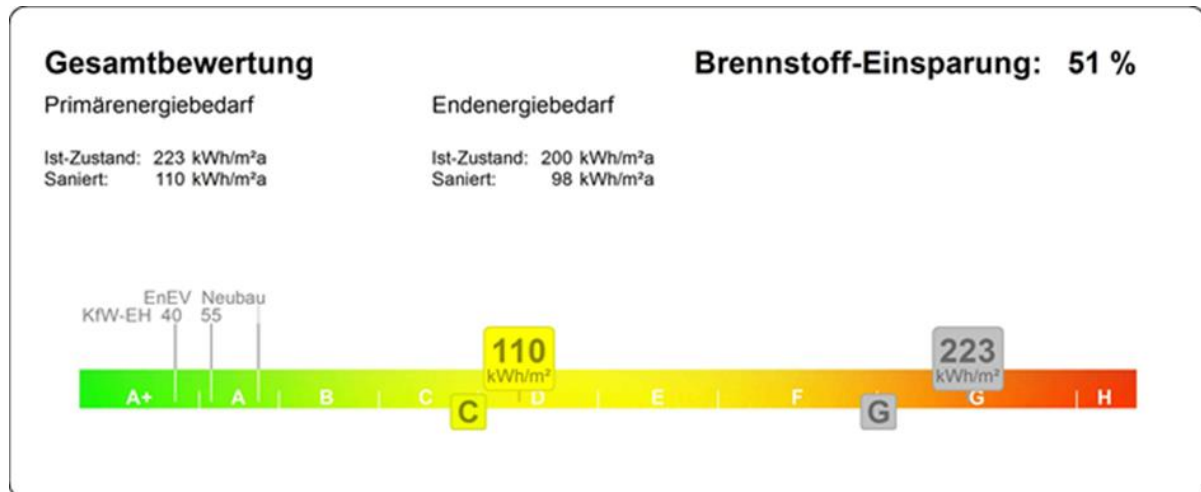


Abbildung 68: Gesamtbewertung der Variante 1

- der Variante 2 um 145 kWh/m²a auf 78 kWh/m²a

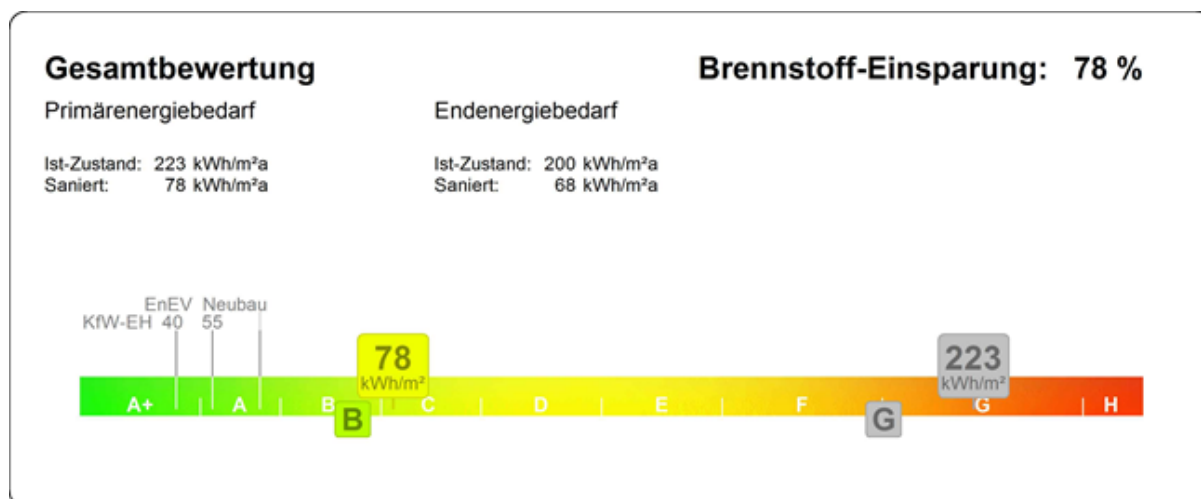


Abbildung 69: Gesamtbewertung der Variante 2

- der Variante 3 um 189 kWh/m²a auf 34 kWh/m²a

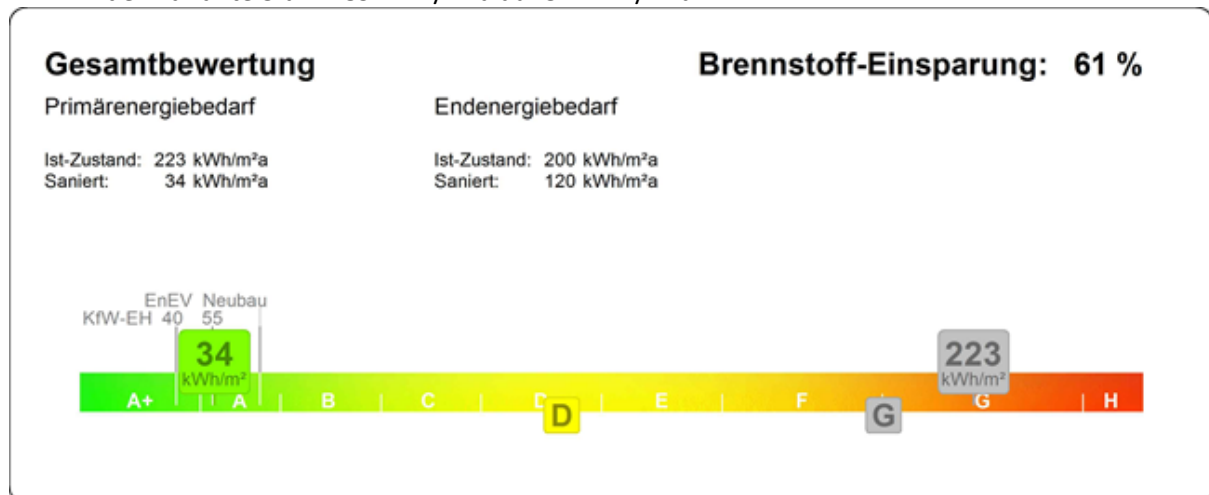


Abbildung 70: Gesamtbewertung der Variante 3

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

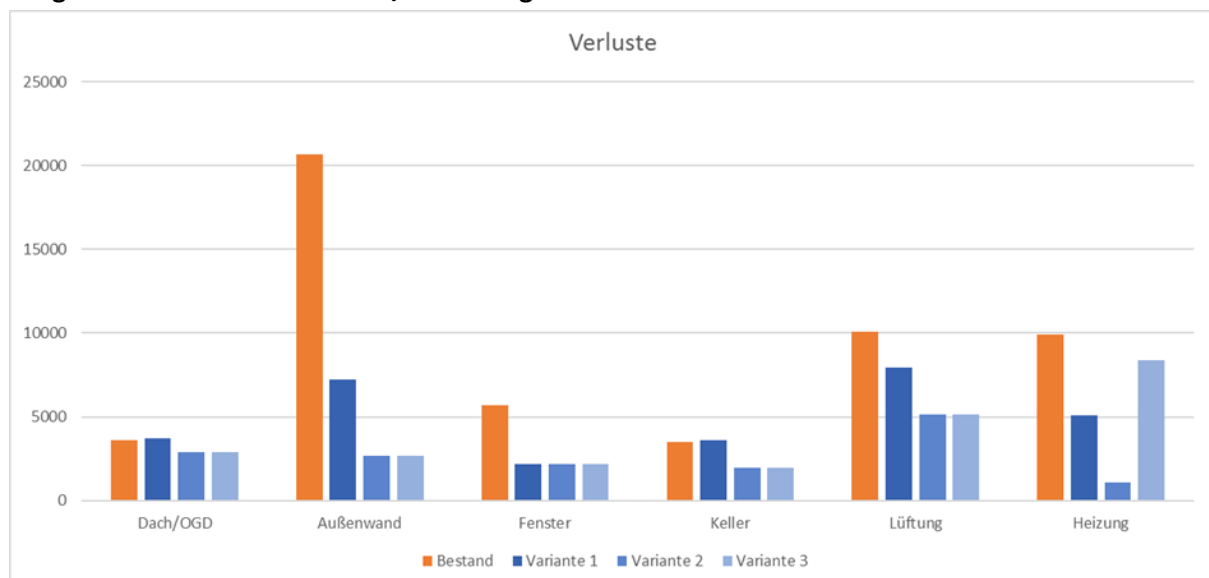


Abbildung 71: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 68: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	110,19	83,82	44,90	38,17	31,43	22,45	+145 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,516	0,560	0,317	0,270	0,222	0,159	+63 %

Tabelle 69: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	78,10	111,24	59,60	50,66	41,72	29,80	+31 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,361	0,560	0,383	0,325	0,268	0,191	-6 %

Tabelle 70: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	33,55	111,24	59,60	50,66	41,72	29,80	-44 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,361	0,560	0,383	0,325	0,268	0,191	-6 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 71: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	110,19	59,92 ¹⁾	68,91	59,92	50,93	41,94	32,96	95,87 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,516	0,317 ²⁾	0,412	0,365	0,317	0,270	0,222	0,555
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,516	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Tabelle 72: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115

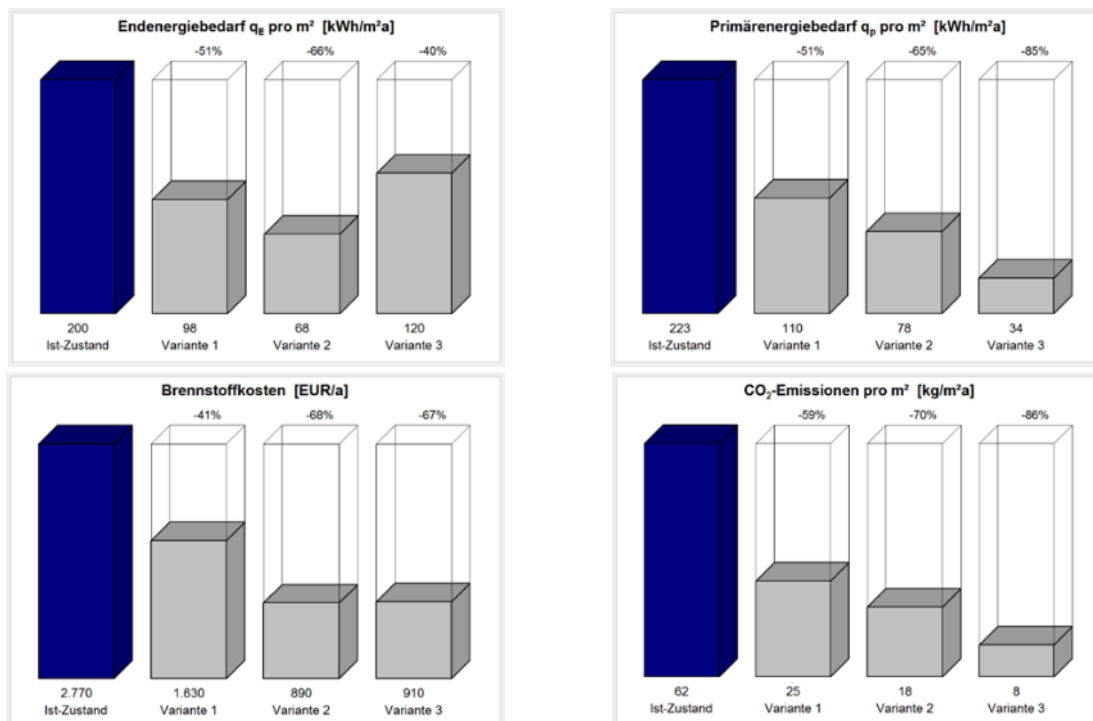
	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	78,10	77,09 ¹⁾	88,65	77,09	65,52	53,96	42,40	123,34
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,361	0,368 ²⁾	0,479	0,423	0,368	0,313	0,258	0,644
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,361	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Tabelle 73: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 85

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	33,55	77,09 ¹⁾	88,65	77,09	65,52	53,96	42,40	123,34
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,361	0,368 ²⁾	0,479	0,423	0,368	0,313	0,258	0,644
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,361	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 72: Einsparungen



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Tabelle 74: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gesamtinvestition	49.000 €	84.000 €	81.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	-35.000 €	-57.000 €	-58.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	14.000 €	27.000 €	23.000 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten			
Jährliche Kapitalkosten	700 €/Jahr	1.700 €/Jahr	1.400 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	3.000 €/Jahr	1.600 €/Jahr	1.600 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	5.000 €/Jahr	5.000 €/Jahr	5.000 €/Jahr
Einsparung	1.300 €/Jahr	1.700 €/Jahr	2.000 €/Jahr
Amortisation**	≈ 12 Jahre	≈ 17 Jahre	≈ 12 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

5.3.2 Reihenmittelhaus



Für das Mittelreihenhaus wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 22.02.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

In dem 2-geschossigen Wohngebäude, welches 1959 errichtet wurde leben zwei Personen. Das Reihenmittelhaus ist voll unterkellert, der Keller ist nicht beheizt. Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste Geschossdecke, diese ist ungedämmt. Die vorhandene Ölheizung ist aus dem Jahr 2001.

Die Gebäudegrundsubstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Abbildung 73: Haupteingang Reihenmittelhaus

Außenwände:

Die Außenwände bestehen aus einem 2-schaligen, 31,5 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein und einer Vormauerschale. Teile der Außenwand sind verputzt und wurden nachträglich gefliest. Diese bestehen aus einem 24 cm starken Kalksandstein.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste Geschossdecke. Hier liegt lediglich eine 15 cm starke Betonschicht vor.

Fenster und Türen:

Es liegen Kunststoffrahmen mit einer Isolierverglasung vor ($U=3,50 \text{ /m}^2\text{K}$). Gleiches gilt für die Türen ($U=4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Kellerdecke/Bodenplatte:

Kellerdecke und Bodenplatte sind 22,5 cm stark. Auf der Bodenplatte befindet sich eine 2 cm starke Dämmung und ein Estrich. Die untere Grenze der thermischen Hülle bildet die Kellerdecke.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Es liegt eine Öl-Niedertemperaturkessel aus dem Jahr 2001 vor, dieser befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind teilweise gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 1)

„Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.“

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

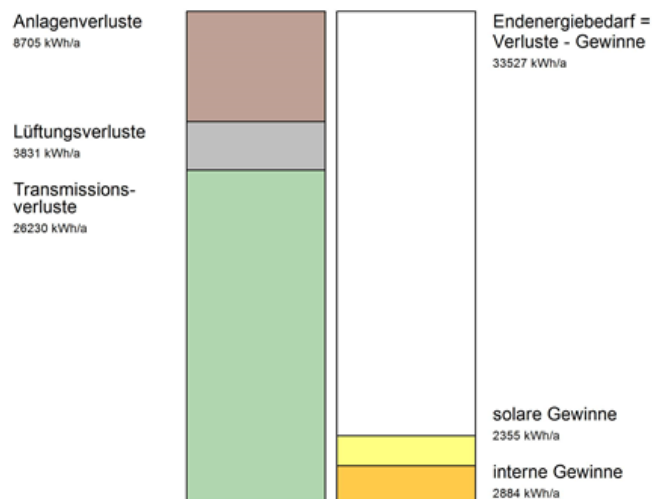


Abbildung 74: Verluste und Gewinne

Einstufung Bestand nach EnEV:

Tabelle 75: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

	Mittelreihenhaus
Beheizbare Wohnfläche	72 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	256 m ³
Gebäudehüllfläche	157 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,61 m ⁻¹

Tabelle 76: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	457,99	103,56	55,48	47,16	38,83	27,74	+726 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	2,311	0,560	0,400	0,340	0,280	0,200	+478 %

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 77: KfW-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	457,99	71,75 ¹⁾	82,51	71,75	60,98	50,22	39,46	114,79 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	2,311	0,411 ²⁾	0,535	0,473	0,411	0,350	0,288	0,720 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	2,311	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Gebäudesanierung:

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

Es wurden zwei Varianten angelegt. In der ersten Variante wurden Maßnahmen ausgewählt, die zeitnah empfohlen werden. Die Ausführung ist so gewählt, dass KfW Einzelmaßnahmen für die sanierten Bauteile in Anspruch genommen werden können. In einer weiteren Variante werden Maßnahmen ergänzt, die dann zu einem KfW-Effizienzhaus 115 führen.

Maßnahmen:

- Außenwände: Dämmung der Außenwand mit einem 16 cm starken WDVS aus Mineralwolle der Wärmeleitgruppe 035.
- Dächer: Auf die oberste Geschossdecke sollen 22 cm Dämmung der Wärmeleitstufe 032 aufgelegt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Dämmung begehrbar und nicht begehrbar ausgeführt werden kann.
- Kellerdecke: 10 cm PIR der Wärmeleitstufe 024 sollen auf der Unterseite der Kellerdecke angebracht werden. Einbußen bei der lichten Raumhöhe des Kellers sind zu berücksichtigen.
- Fenster/Türen: Die Fenster sollen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht werden. Die Türen sollen durch solche mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K ausgetauscht werden.
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Lüftung: Um den Mindestluftwechsel zu garantieren wird für das Gebäude eine Abluftanlage mit Zuluftelementen in den Fensterrahmen und einer ventilatorgestützten zentralen Abluft in Bad und Küche empfohlen. Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel (EnEV 2014, § 6) ist zu gewährleisten.
- Heizung:
 - o Variante 1: Öl-Niedertemperaturkessel durch Gasbrennwertkessel ersetzen
 - o Variante 2: Zusätzlich zur oben beschriebenen Anlage Solarthermie zur Warmwasserunterstützung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- der Variante 1 um 355 kWh/m²a auf 103 kWh/m²a

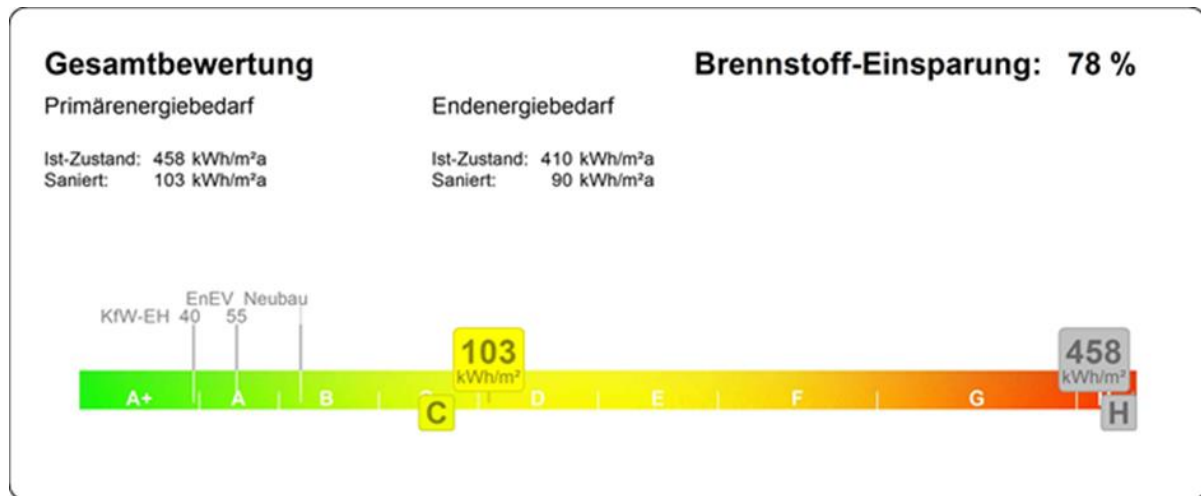


Abbildung 75: Gesamtbewertung Variante 1

- der Variante 2 um 379 kWh/m²a auf 79 kWh/m²a

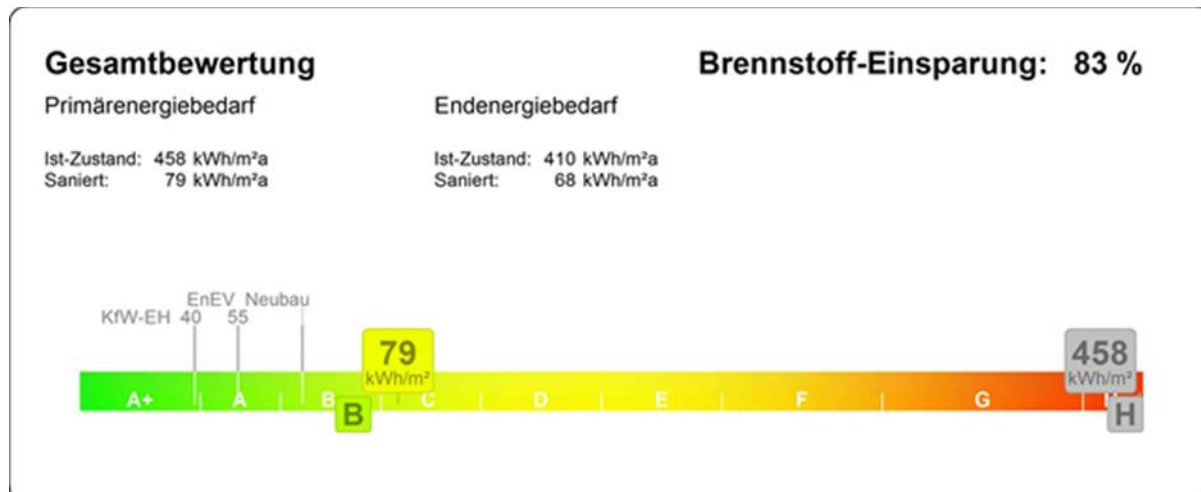


Abbildung 76: Gesamtbewertung Variante 2

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

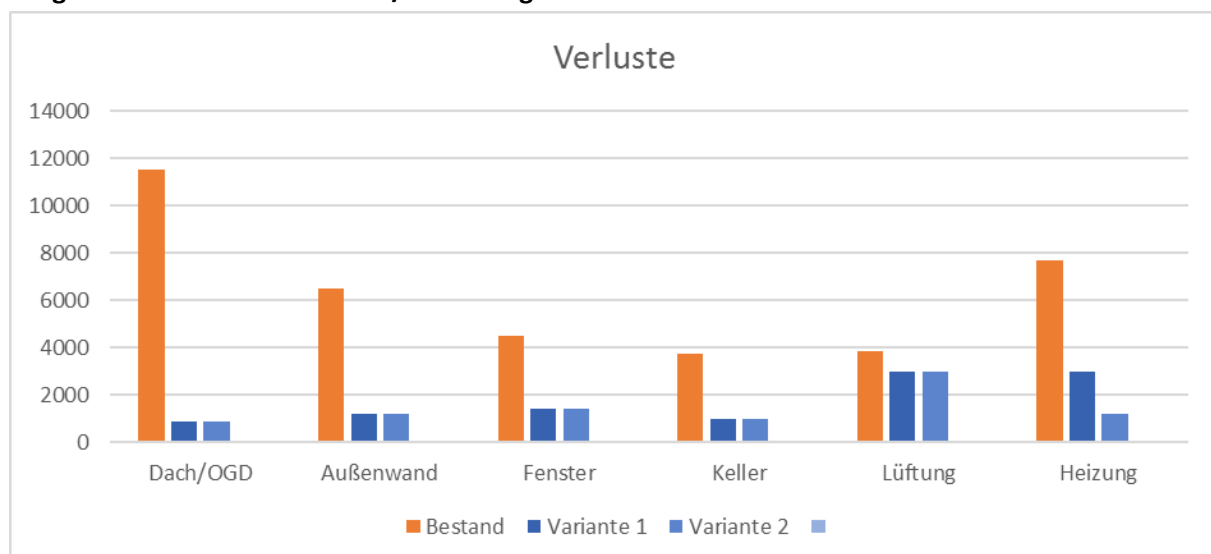


Abbildung 77: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 78: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	102,64	103,56	55,48	47,16	38,83	27,74	+85 %
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,560	0,400	0,340	0,280	0,200	-10 %

Tabelle 79: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	79,35	103,56	55,48	47,16	38,83	27,74	+43 %
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,560	0,400	0,340	0,280	0,200	-10 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 80: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen

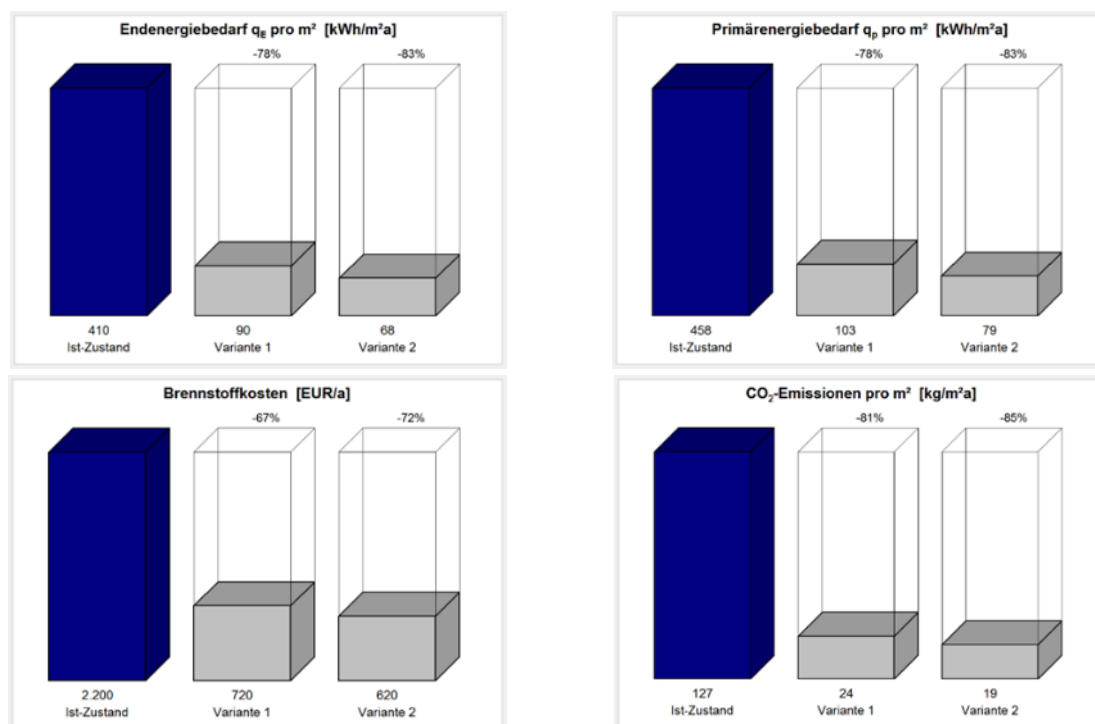
	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	102,64	71,75 ¹⁾	82,51	71,75	60,98	50,22	39,46	114,79
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,411 ²⁾	0,535	0,473	0,411	0,350	0,288	0,720
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Tabelle 81: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	79,35	71,75 ¹⁾	82,51	71,75	60,98	50,22	39,46	114,79
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,411 ²⁾	0,535	0,473	0,411	0,350	0,288	0,720
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,361	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 78: Einsparungen



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Tabelle 82: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Variante 1	Variante 2
Gesamtinvestition	41.000 €	47.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	-26.000 €	-32.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	15.000 €	15.000 €
Jährliche Kapitalkosten	700 €/Jahr	700 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	1.300 €/Jahr	1.100 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	4.000 €/Jahr	4.000 €/Jahr
Einsparung	2.000 €/Jahr	2.200 €/Jahr
Amortisation**	≈ 9 Jahre	≈ 9 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

5.3.3 Mehrfamilienhaus, Fritz-Reuter-Weg



Abbildung 79: Haupteingang MFH

Für das Mehrfamilienhaus im Fritz-Reuter-Weg wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 22.02.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

In dem 2-geschossigen Wohngebäude, welches 1962 errichtet wurde, leben drei Parteien. Das Mehrfamilienhaus ist teilweise unterkellert, der Keller ist nicht beheizt. Die obere Grenze der thermischen Hülle bilden die oberste Geschossdecke im Spitzboden, Dachschrägen, Abseiten und die Geschossdecken in den Abseiten, diese Bereiche sind ungedämmt bzw. an einigen

Stellen geringfügig gedämmt. Die vorhandene Ölheizung ist aus dem Jahr 2003.

Die Gebäudegrundsубstanz ist in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände bestehen aus einem 2-schaligen, 38 cm starken Mauerwerk aus einem Kalksandstein - Lochstein und einer Vormauerschale. Teile der Außenwand sind verputzt. Diese bestehen aus einem 30 cm starken Kalksandstein - Lochstein. Die Innenwand zwischen Wohnraum und unbeheizte Garage besteht aus einem 24 cm starken Kalksandstein.

Dachflächen / Oberste Geschossdecke:

Die obere Grenze der thermischen Hülle bilden die oberste Geschossdecke im Spitzboden, Dachschrägen, Abseitenwände und die Geschossdecken in den Abseiten über dem Erdgeschoss.

Bei der obersten Geschossdecke handelt es sich um eine Holzkonstruktion. Von unten wurde eine Putzträgerplatte befestigt. Zwischen den Balken wurde 6 cm Dämmung der Wärmeleitgruppe 050 eingebracht. Die oberste Geschossdecke ist nicht begehrbar.

Das Sparrendach ist ungedämmt. Die Sparren sind 16 cm stark.

Die Abseitenwände bestehen lediglich aus 2 cm starken Holzfaserplatten. Auf diese wurden nachträglich 4 cm Dämmung der Wärmeleitgruppe 050 aufgebracht.

Die Decke über dem Erdgeschoss im Bereich der Abseiten besteht aus einer 18 cm starken Betonplatte. Diese wurde von unten verputzt.

Fenster und Türen:

Es liegen teilweise Fenster mit Kunststoffrahmen und teilweise mit Holzrahmen vor. Diese sind 2-fach-verglast und weisen einen U-Wert von 2,30 W/m²K auf. Die Haustür aus dem Baujahr aus Holz wurde mit einem U-Wert von 5,0 W/m²K angesetzt.

Kellerdecke/Bodenplatte:

Das Gebäude ist teilweise unterkellert. Der Keller ist unbeheizt. Die Kellerdecke ist 16 cm stark, darauf befindet sich eine 2 cm starke Dämmung und ein Estrich. Die Bodenplatte ist ungedämmt und 16 cm stark. Der Estrich ist 4,5 cm stark.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Es liegt eine Niedertemperaturkessel (Heizöl) aus dem Jahr 2003 vor, diese befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind mäßig gedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 1)

„Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.“

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

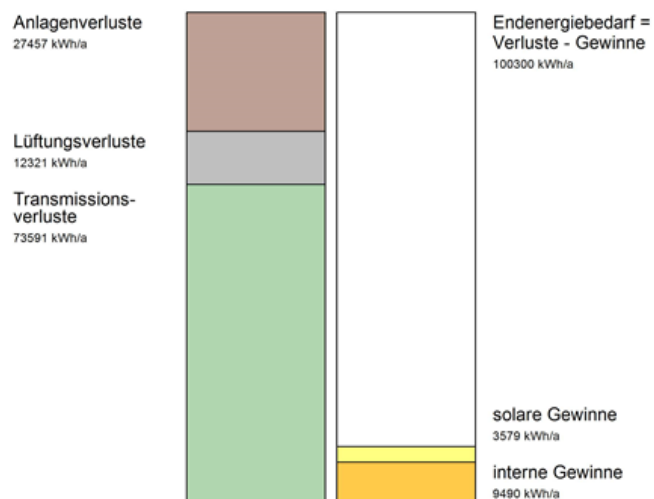


Abbildung 80: Verluste und Gewinne

Einstufung Bestand nach EnEV:

Tabelle 83: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

	Fritz-Reuter-Weg
Beheizbare Wohnfläche	210 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	822 m ³
Gebäudehüllfläche	683 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,83 m ⁻¹

Tabelle 84: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	432,07	101,98	54,63	46,44	38,24	27,31	+691 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	1,480	0,560	0,314	0,267	0,220	0,157	+371 %

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 85: KfW-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	432,07	71,98 ¹⁾	82,77	71,98	61,18	50,38	39,59	115,16 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,480	0,308 ²⁾	0,400	0,354	0,308	0,262	0,215	0,538 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,480	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Gebäudesanierung:

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

Es wurde eine Varianten angelegt. Die Ausführung ist so gewählt, dass KfW Einzelmaßnahmen für die sanierten Bauteile in Anspruch genommen werden können. In weiteren Berechnungen wurden eine Solaranlage, ein Pelletkessel und verstärkte Dämmung angenommen. Da ein Effizienzhausstandard wirtschaftlich nicht erreicht werden kann, wurde keine weitere Variante dargestellt.

Maßnahmen:

- Außenwände: Dämmung der Außenwand mit einem 14 cm starken WDVS aus Mineralwolle der Wärmeleitstufe 032. Dämmung der Außenwand mit einem 14 cm starken WDVS aus Mineralwolle der Wärmeleitstufe 032. Dämmung der Innenwand auf der kalten Seite mit einem 16 cm starken WDVS aus Mineralwolle der Wärmeleitstufe 032.
- Oberste Geschossdecke: Die vorhandene Dämmung wird über die gesamte Höhe der Balken ausgetauscht. Es wird zwischen den 12 cm hohen Balken gedämmt und es werden weitere 14 cm Dämmung aufgelegt. Die Dämmung ist 26 cm hoch und weist die Wärmeleitstufe 032 auf. Die oberste Geschossdecke ist nicht begehbar, kann aber als begehbbare Decke ausgeführt werden.
- Sparrendach: Das Sparrendach soll zwischen den Sparren (16 cm hoch) mit einer Dämmung der Wärmeleitstufe 032 gedämmt werden. Eine Förderung für KfW Einzelmaßnahmen kann für diese Maßnahme nicht in Anspruch genommen werden, eine Aufdopplung ist nichtsdestotrotz unwirtschaftlich. Sollte die Dachdeckung ohnehin erneuert werden, sollte über eine Aufdopplung nachgedacht werden.
- Abseitenwände: Die vorhandene Dämmung soll durch 18 cm starke Dämmung der Wärmeleitstufe 032 ersetzt werden.
- Decke in Abseiten: Auf die Betondecke sollen 22 cm Dämmung der Wärmeleitstufe 032 aufgelegt werden.
- Kellerdecke: 10 cm PIR der Wärmeleitstufe 024 sollen auf der Unterseite der Kellerdecke angebracht werden. Einbußen bei der lichten Raumhöhe des Kellers sind zu berücksichtigen.
- Bodenplatte: Eine Dämmung der Bodenplatte ist unwirtschaftlich und wird für die KfW Einzelmaßnahmenförderung nicht berücksichtigt.
- Fenster/Türen: Die Fenster sollen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht werden. Die Türen sollen durch solche mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K ausgetauscht werden.
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe

- **Lüftung:** Um den Mindestluftwechsel zu garantieren wird für das Gebäude eine Abluftanlage mit Zuluftelementen in den Fensterrahmen und einer ventilatorgestützten zentralen Abluft in Bad und Küche empfohlen. Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel (EnEV 2014, § 6) ist zu gewährleisten.
- **Heizung:** Bei der Sanierungsvariante wird die Ölheizung gegen einen Gasbrennwertkessel ausgetauscht. Die Warmwasserbereitung soll weiterhin über die elektrischen Durchlauferhitzer erfolgen.

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- um 297 kWh/m²a auf 135 kWh/m²a

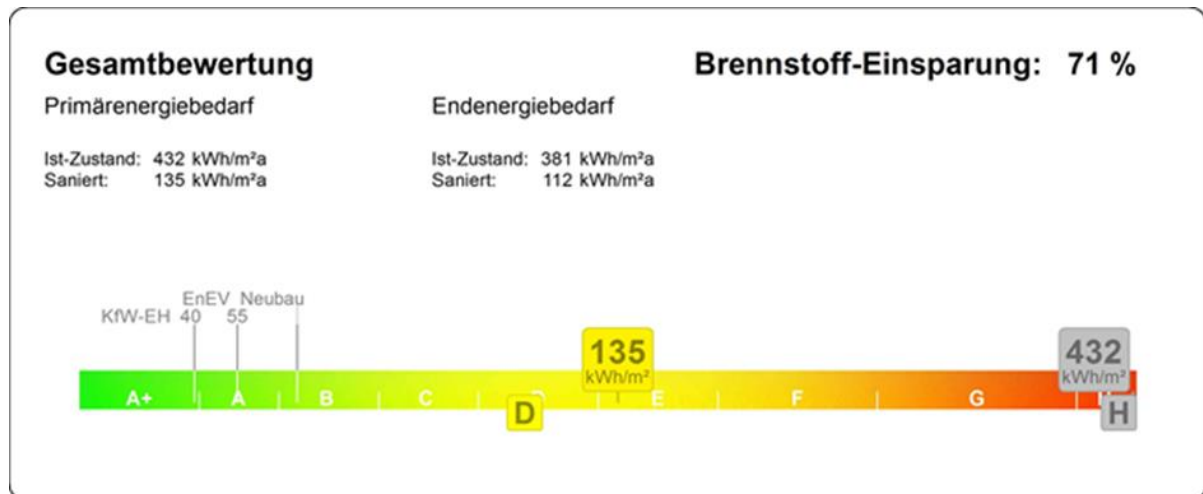


Abbildung 81: Gesamtbewertung

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

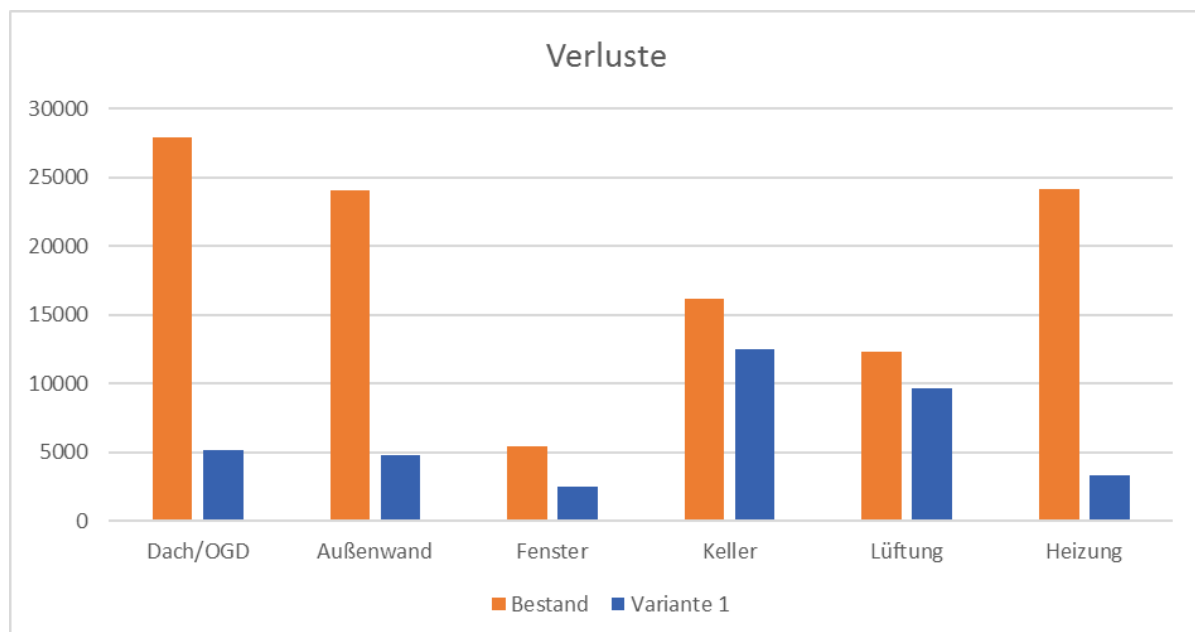


Abbildung 82: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 86: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	134,90	101,98	54,63	46,44	38,24	27,31	+147 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,472	0,560	0,314	0,267	0,220	0,157	+50 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

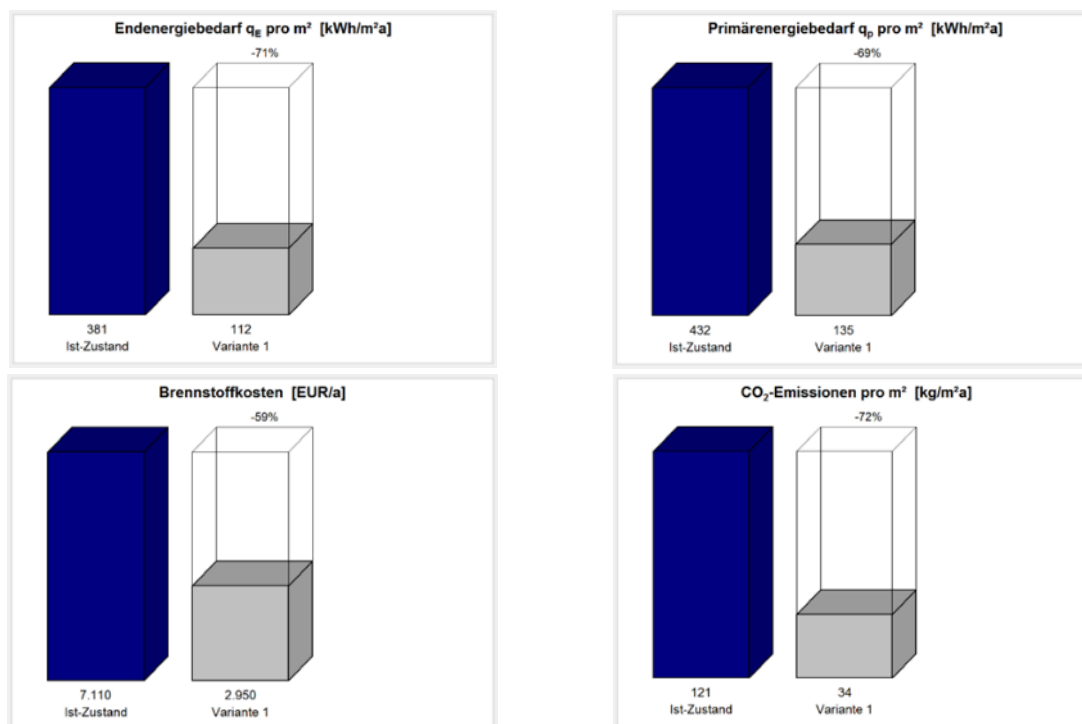
Der erreichte KfW-Standard kann der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 87: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	134,90	71,98 ¹⁾	82,77	71,98	61,18	50,38	39,59	115,16 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,472	0,308 ²⁾	0,400	0,354	0,308	0,262	0,215	0,538
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,472	0,560 ³⁾	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 83: Einsparungen



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Tabelle 88: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	
Gesamtinvestition	100.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	-60.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	40.000 €
Jährliche Kapitalkosten	1.800 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	5.500 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	13.000 €/Jahr
Einsparung	5.700 €/Jahr
Amortisation**	≈ 9 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreisteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

5.3.4 Mehrfamilienhaus, Theodor-Storm-Str. 80



Abbildung 84: Haupteingang MFH

Für das Mehrfamilienhaus in der Theodor-Storm-Straße 80 wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 09.08.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Das 2-geschossige Wohngebäude wurde 1953/54 errichtet. In jedem Geschoss sind 4 Wohnungen mit jeweils ca. 53 qm Wohnfläche vorhanden. Das Haus ist voll unterkellert, der Keller ist nicht beheizt. Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste Geschossdecke, diese ist dem Baujahr entsprechend gering dämmt. Die vorhandene Öl-

Niedertemperaturheizung ist aus dem Jahr 2003.

Die Außenwand ist mit einem Wärmedämmverbundsystem d=10 cm gedämmt, die Fenster wurden in den 80er Jahren ausgetauscht. Für das Haus ist eine Modernisierung geplant. Das Dach soll durch eine Aufstockung ersetzt und die Fernster erneuert werden. Rückwärtig sind vorgestellte Balkone geplant.

Die Gebäudegrundsubstanz wurde von außen in Augenschein genommen und ist – soweit sichtbar – in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände bestehen aus einem 1-schaligen, 30 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein gedämmt mit 10cm Polystyrol.

Oberste Geschossdecke:

Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste Geschossdecke. Hier wird eine 15 cm starke Betonschicht angenommen, darauf eine Dämmung d=2,5 cm und Estrich d=4 cm.

Fenster und Türen:

Es liegen Kunststoffrahmen mit einer Isolierverglasung vor. Gleiches gilt für die Türen.

Kellerdecke:

Die Kellerdecke ist eine ca. 15 cm starke Betondecke auf der eine 1 cm starke Dämmung und Estrich d=4 cm angenommen werden.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Die Öl-Niedertemperatur-Heizung aus dem Jahr 2003 befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind ungedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 1)

„Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.“

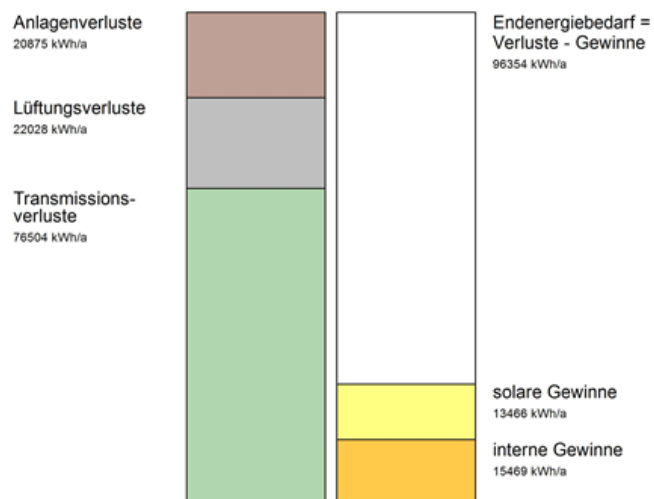
Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).



Einstufung Bestand nach EnEV:

Abbildung 85: Verluste und Gewinne

Tabelle 89: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

	Theodor-Storm-Str. 80
Beheizbare Wohnfläche	427 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.470 m ³
Gebäudehüllfläche	1.036 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,70 m ⁻¹

Tabelle 90: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	227,04	98,92	52,99	45,05	37,10	26,50	+328 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,976	0,700	0,364	0,309	0,255	0,182	+168 %

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 91: KfW-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	227,04	70,66 ¹⁾	81,26	70,66	60,06	49,46	38,86	113,06 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,976	0,364 ²⁾	0,473	0,418	0,364	0,309	0,255	0,637 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,976	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Gebäudesanierung:

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

Es wurden mehrere Varianten angelegt. In der ersten Variante wurden Maßnahmen ausgewählt, die zeitnah empfohlen werden. Die Ausführung ist so gewählt, dass KfW Einzelmaßnahmen für die sanierten Bauteile in Anspruch genommen werden können. In zwei weiteren Varianten werden Maßnahmen ergänzt, die dann zu einem KfW-Effizienzhaus 115 bzw. 100 führen.

Maßnahmen:

- Außenwände: Die Außenwand ist bereits gedämmt, die Dämmstärke von 10 cm entspricht jedoch nicht der aktuellen EnEV. Der Einbau einer 16cm Mineralfaserdämmung der Wärmeleitgruppe 035 wird empfohlen, diese Maßnahme ist jedoch unwirtschaftlich und in der Berechnung nicht enthalten.
Die Außenwand der Aufstockung kann als Holzrahmenelemente vorgefertigt werden: Gipskartonplatten auf Lattung, OSB Platten oder Dampfbremse, Konstruktionsvollholz 8/18, Zwischenräume gedämmt mit 18 cm mineralischem Faserdämmstoff WLG 035, 3 cm Holzfaserdämmplatten WLG 045.
- Dach (vorher: oberste Geschossdecke): Das Dach der Aufstockung wird komplett erneuert: Gipskartonplatten auf Lattung, OSB Platten oder Dampfbremse, Konstruktionsvollholz 8/26, Zwischenräume gedämmt mit 26 cm mineralischem Faserdämmstoff WLG 035, 4 cm Holzfaserdämmplatten WLG 045.
- Kellerdecke: 12 cm PS der Wärmeleitgruppe 035 sollen auf der Unterseite der Kellerdecke angebracht werden. Einbußen bei der lichten Raumhöhe des Kellers sind zu berücksichtigen.
- Fenster/Türen: Die Fenster sollen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht werden. Die Türen sollen durch solche mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K ausgetauscht werden.
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Lüftung: Um den Mindestluftwechsel zu garantieren wird für das Gebäude eine Abluftanlage mit Zuluftelementen in den Fensterrahmen und einer ventilatorgestützten zentralen Abluft in Bad und Küche empfohlen. Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel (EnEV 2014, § 6) ist zu gewährleisten.
- Heizung:
 - o Variante 1: Geringinvestive Maßnahmen, s.o.
 - o Variante 2: Niedertemperatur-Ölheizung durch Solarthermie zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung ergänzen
 - o Variante 3: Ölheizung durch Pelletkessel ersetzen

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- der Variante 1 um 114 kWh/m²a auf 113 kWh/m²a

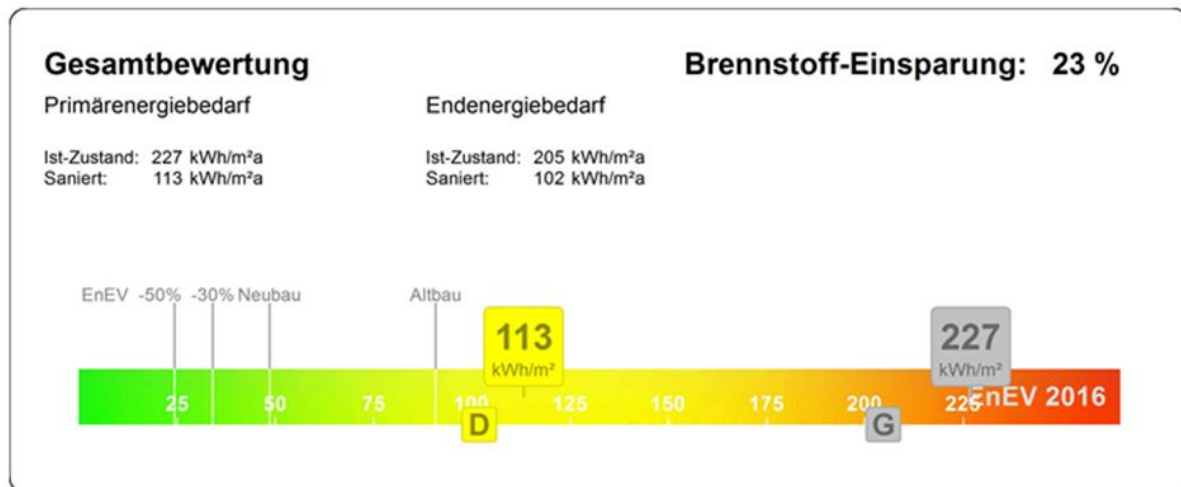


Abbildung 86: Gesamtbewertung Variante 1

- der Variante 2 um 162 kWh/m²a auf 65 kWh/m²a

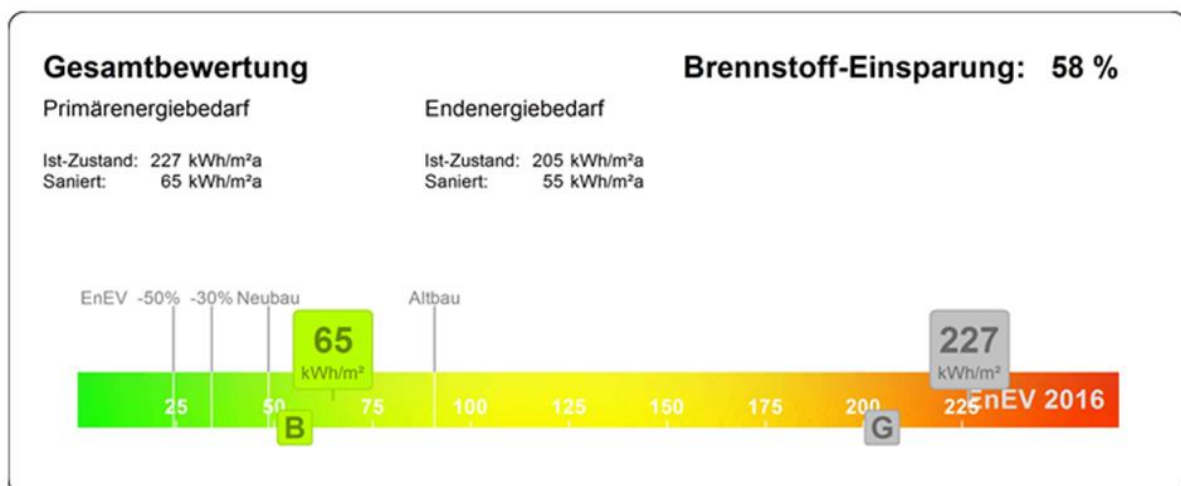


Abbildung 87: Gesamtbewertung Variante 2

- der Variante 3 um 198 kWh/m²a auf 29 kWh/m²a

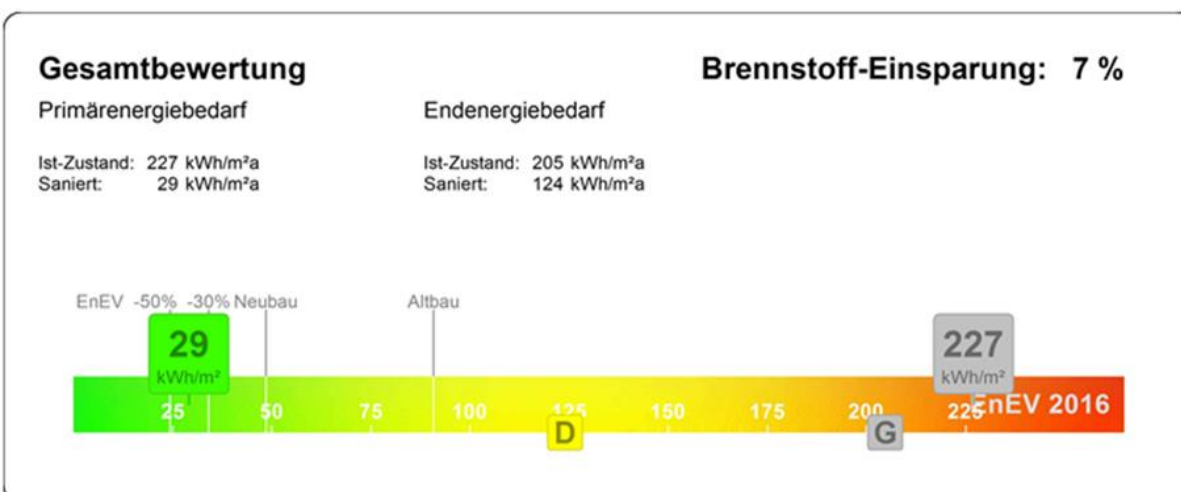


Abbildung 88: Gesamtbewertung Variante 3

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

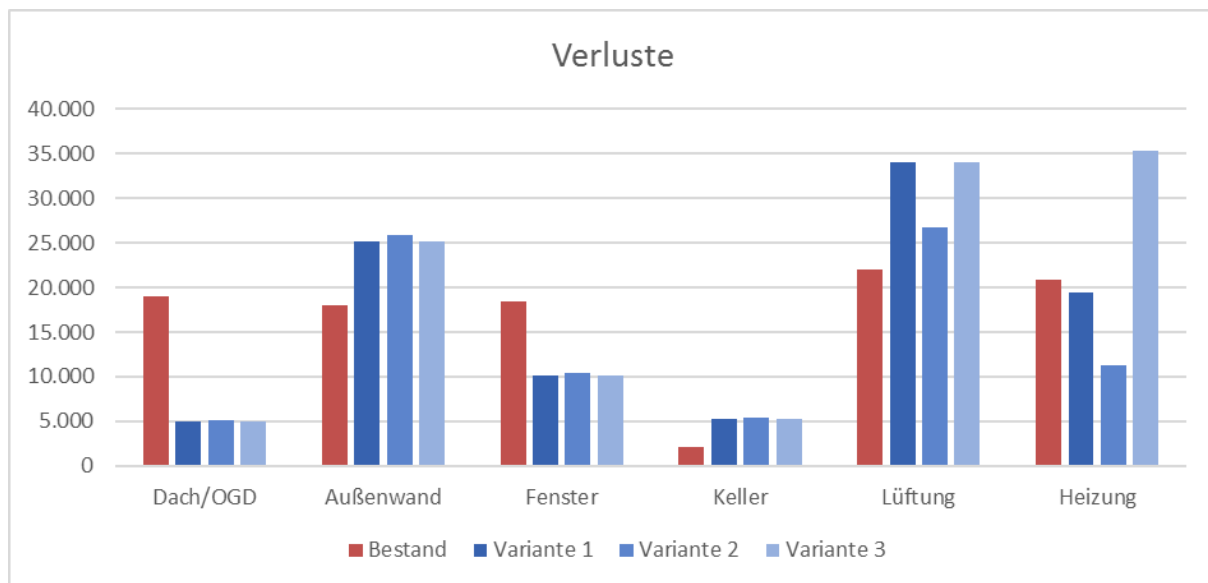


Abbildung 89: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 92: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	113,30	90,75	48,62	41,32	34,03	24,31	+133 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700	0,402	0,342	0,281	0,201	+14 %

Tabelle 93: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	65,06	90,75	48,62	41,32	34,03	24,31	+34 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700	0,402	0,342	0,281	0,201	+14 %

Tabelle 94: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	29,22	90,75	48,62	41,32	34,03	24,31	-40 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700	0,402	0,342	0,281	0,201	+14 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 95: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen

	Ist-Wert	Referenz-gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	113,30	64,82 ¹⁾	74,54	64,82	55,10	45,37	35,65	103,71 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,402 ²⁾	0,522	0,462	0,402	0,342	0,281	0,703
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Tabelle 96: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115

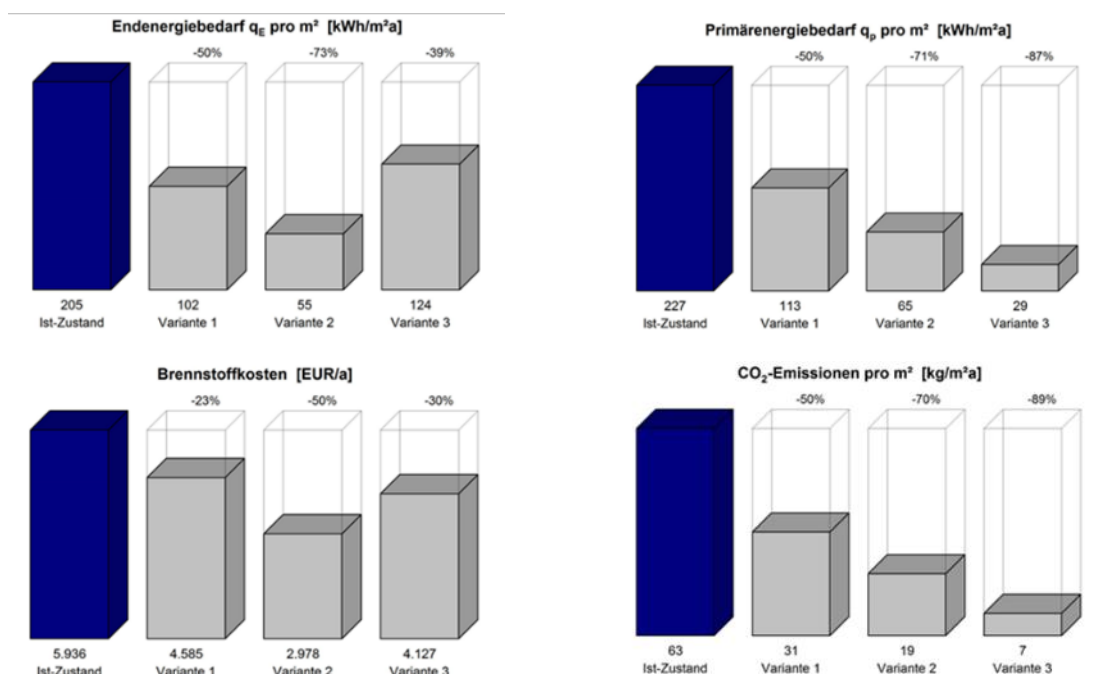
	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	65,06	64,82 ¹⁾	74,54	64,82	55,10	45,37	35,65	103,71
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,402 ²⁾	0,522	0,462	0,402	0,342	0,281	0,703
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Tabelle 97: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 100

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	29,22	64,82 ¹⁾	74,54	64,82	55,10	45,37	35,65	103,71
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,402 ²⁾	0,522	0,462	0,402	0,342	0,281	0,703
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,460	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 90: Einsparungen



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Tabelle 98: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gesamtinvestition	110.000 €	141.000 €	132.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	- 76.000 €	- 76.000 €	- 88.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	33.000 €	66.000 €	44.000 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten			
Jährliche Kapitalkosten	1.700 €/Jahr	5.000 €/Jahr	2.800 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	8.300 €/Jahr	5.400 €/Jahr	7.500 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	11.000 €/Jahr	10.700 €/Jahr	10.800 €/Jahr
Einsparung	1.000 €/Jahr	300 €/Jahr	500 €/Jahr
Amortisation**	≈ 22 Jahre	≈ 29 Jahre	≈ 27 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

5.3.5 Mehrfamilienhaus, Theodor-Storm-Str. 82



Abbildung 91: Haupteingang MFH

Für das Mehrfamilienhaus in der Theodor-Storm-Straße 82 wurde auf Grundlage einer Ortsbegehung am 09.08.2018 und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt.

Gebäudebeschreibung IST-Zustand:

Das 2-geschossige Wohngebäude wurde 1953/54 errichtet. Das Gebäude besteht aus 4 Reihenhäusern mit jeweils ca. 95 qm Wohnfläche und ein Mehrfamilienhaus mit 4 Wohneinheiten mit jeweils ca. 53 qm Wohnfläche vorhanden. Das Haus ist voll unterkellert, der Keller ist nicht beheizt. Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste

Geschossdecke, diese ist dem Baujahr entsprechend gering dämmt. Die vorhandene Öl-Niedertemperaturheizung ist aus dem Jahr 2003.

Die Außenwand ist mit einem Wärmedämmverbundsystem d=10 cm gedämmt, die Fenster wurden in den 80iger Jahren ausgetauscht. Für das Haus ist eine Modernisierung geplant. Das Dach soll mit Gauben erweitert und ausgebaut sowie die Fernster im ganzen Haus erneuert werden. Auf der Gartenseite sind vorgestellte Balkone geplant.

Die Gebäudegrundsubstanz wurde von außen in Augenschein genommen und ist – soweit sichtbar – in einem relativ guten baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Schimmelbildung, Risse) erkennbar.

Außenwände:

Die Außenwände bestehen aus einem 1-schaligen, 30 cm starken Mauerwerk aus Kalksandstein gedämmt mit 10cm Polystyrol.

Oberste Geschossdecke:

Die obere Grenze der thermischen Hülle bildet die oberste Geschossdecke. Hier wird eine 15 cm starke Betonschicht angenommen, darauf eine Dämmung d=2,5 cm und Estrich d=4 cm.

Fenster und Türen:

Es liegen Kunststoffrahmen mit einer Isolierverglasung vor. Gleiches gilt für die Türen.

Kellerdecke:

Die Kellerdecke ist eine ca. 15 cm starke Betondecke auf der eine 1 cm starke Dämmung und Estrich d=4 cm angenommen werden.

Heizungsanlage & Warmwasserbereitung:

Die Öl-Niedertemperatur-Heizung aus dem Jahr 2003 befindet sich im unbeheizten Keller des Gebäudes. Die Leitungen sind ungedämmt.

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 1)

„Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.“

Auszug aus der EnEV (EnEV 2014, §10 Absatz 2)

„Eigentümer von Gebäuden müssen dafür sorgen, dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Anlage 5 zur Begrenzung der Wärmeabgabe gedämmt sind.“

Die Warmwassererwärmung erfolgt über die Heizungsanlage.

Energiebilanz des IST-Zustandes

Heizwärmeverluste entstehen über die Gebäudehülle, den Luftwechsel, sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Dem gegenüber stehen Wärmegewinne aus Sonneneinträgen und internen Gewinnen (z.B. Abwärme durch Warmwasserbereitung, Wärmeverteilung, Beleuchtungswärme etc).

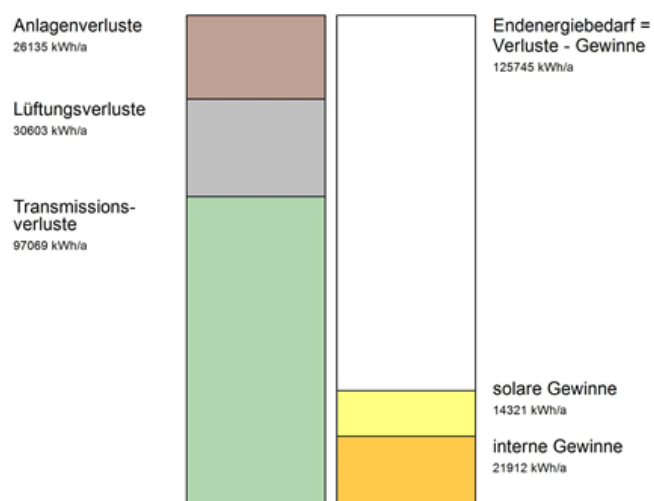


Abbildung 92: Verluste und Gewinne

Einstufung Bestand nach EnEV:

Tabelle 99: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen

Die folgenden Tabellen stellen den Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte des Ist-Zustandes für das Gebäude dar.

Den Werten des Bestandsgebäudes sind die eines modernen Altbaus bzw. eines EnEV-Neubaus gegenübergestellt.

	Theodor-Storm-Str. 82
Beheizbare Wohnfläche	598 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	2.043 m ³
Gebäudehüllfläche	1.374 m ²
A/V-Verhältnis (Kubatur)	0,67 m ⁻¹

Tabelle 100: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	213,12	97,97	52,48	44,61	36,74	26,24	+306 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,931	0,700	0,359	0,305	0,251	0,179	+159 %

Energetische Bewertung des Bestandsgebäudes nach KfW:

Den Werten des Bestandsgebäudes sind nun die des Referenzgebäudes gegenübergestellt.

Tabelle 101: KfW-Anforderungen: Bestand

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	213,12	69,98 ¹⁾	80,47	69,98	59,48	48,98	38,49	111,96 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,931	0,359 ²⁾	0,466	0,413	0,359	0,305	0,251	0,628 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,931	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden für die Berechnungen festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Die Werte des Referenzgebäudes entsprechen den Anforderungen der EnEV.

Gebäudesanierung:

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet.

Es wurden mehrere Varianten angelegt. In der ersten Variante wurden Maßnahmen ausgewählt, die zeitnah empfohlen werden. Die Ausführung ist so gewählt, dass KfW Einzelmaßnahmen für die sanierten Bauteile in Anspruch genommen werden können. In zwei weiteren Varianten werden Maßnahmen ergänzt, die dann zu einem KfW-Effizienzhaus 115 bzw. 100 führen.

Maßnahmen:

- Außenwände: Die Außenwände der Dachgauben können als Holzrahmenelemente gefertigt werden: Gipskartonplatten auf Lattung, OSB Platten oder Dampfbremse, Konstruktionsvollholz 8/18, Zwischenräume gedämmt mit 18cm mineralischem Faserdämmstoff WLG 035, 3 cm Holzfaserdämmplatten WLG 045
- Dach (Gaupe): Dachfläche der Dachgauben: Gipskartonplatten auf Lattung, OSB Platten oder Dampfbremse, Konstruktionsvollholz 8/18, Zwischenräume gedämmt mit 18cm mineral. Faserdämmstoff WLG 035, 10 cm Holzfaserdämmplatten WLG 045
- Dach (Aufstockung): Das Dach der Aufstockung wird komplett erneuert: Gipskartonplatten auf Lattung, OSB Platten oder Dampfbremse, Konstruktionsvollholz 8/26, Zwischenräume gedämmt mit 26cm mineralischem Faserdämmstoff WLG 035, 4 cm Holzfaserdämmplatten WLG 045
- Kellerdecke: 12 cm PS der Wärmeleitgruppe 035 sollen auf der Unterseite der Kellerdecke angebracht werden. Einbußen bei der lichten Raumhöhe des Kellers sind zu berücksichtigen.
- Fenster/Türen: Die Fenster sollen durch 3-Scheiben-wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von 0,95 W/m²K ausgetauscht werden. Die Türen sollen durch solche mit einem U-Wert von 1,30 W/m²K ausgetauscht werden.
- Geringinvestive Maßnahmen Heizung (bei Bedarf): Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, ersetzen der Pumpe durch eine Hocheffizienzpumpe
- Lüftung: Um den Mindestluftwechsel zu garantieren wird für das Gebäude eine Abluftanlage mit Zuluftelementen in den Fensterrahmen und einer ventilatorgestützten zentralen Abluft in Bad und Küche empfohlen. Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel (EnEV 2014, § 6) ist zu gewährleisten.
- Heizung:
 - o Variante 1: Geringinvestive Maßnahmen, s.o.
 - o Variante 2: Niedertemperatur-Ölheizung durch Solarthermie zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung ergänzen
 - o Variante 3: Ölheizung durch BHKW ersetzen

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Primärenergiebedarf

- der Variante 1 um 109 kWh/m²a auf 104 kWh/m²a

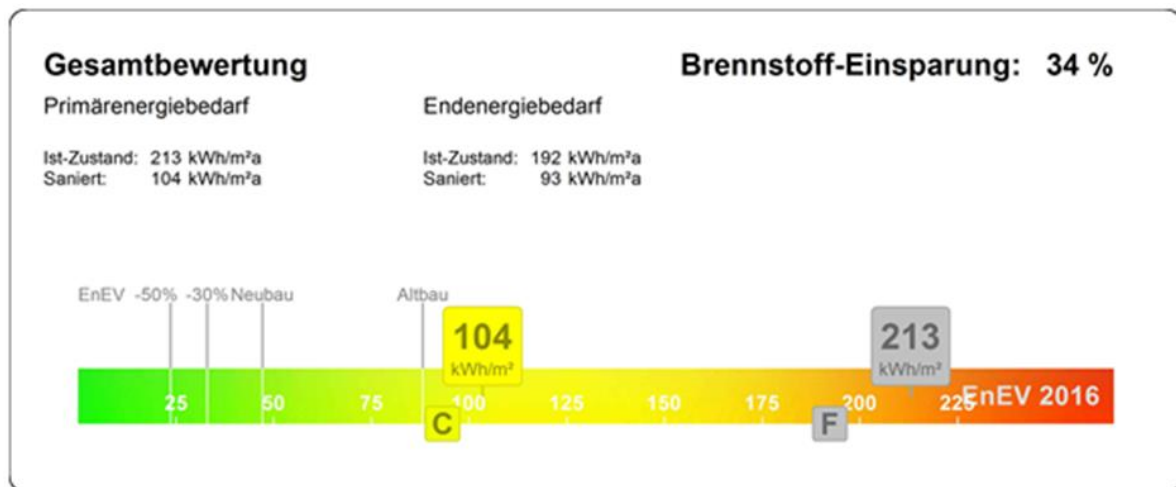


Abbildung 93: Gesamtbewertung Variante 1

- der Variante 2 um 142 kWh/m²a auf 71 kWh/m²a

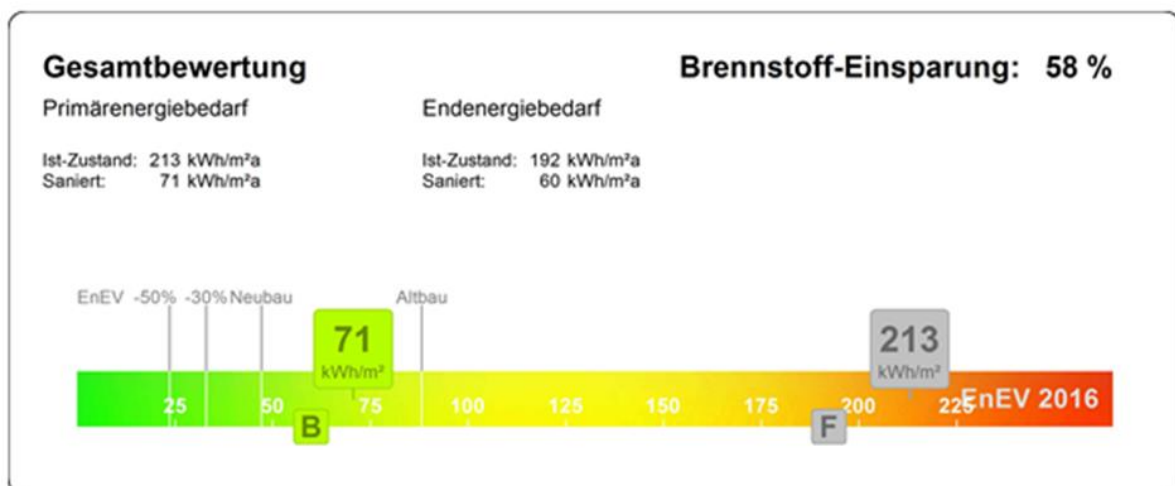


Abbildung 94: Gesamtbewertung Variante 2

- der Variante 3 um 211 kWh/m²a auf 2 kWh/m²a

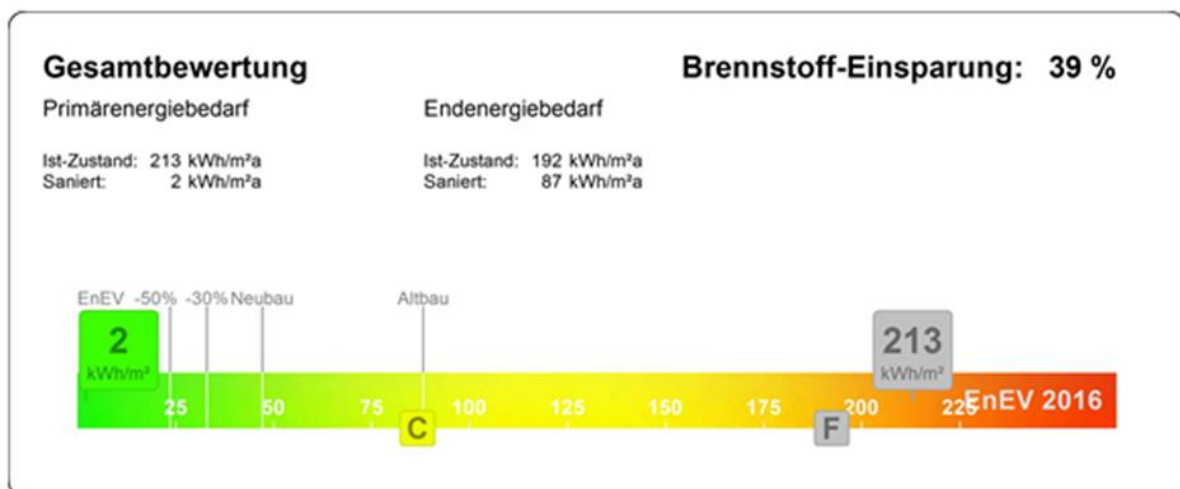


Abbildung 95: Gesamtbewertung Variante 3

Vergleich der Verluste Bestand / Sanierung

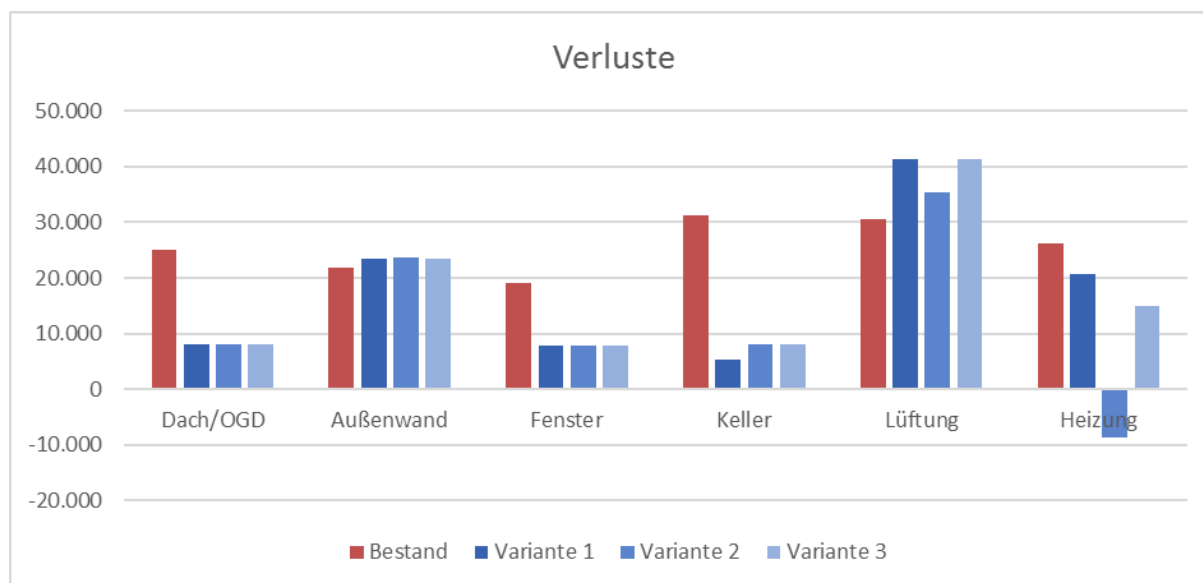


Abbildung 96: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste

Einstufung Sanierung nach EnEV

Tabelle 102: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	103,59	88,14	47,22	40,13	33,05	23,61	+119 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700	0,371	0,316	0,260	0,186	+8 %

Tabelle 103: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	64,58	88,14	47,22	40,13	33,05	23,61	+37 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700	0,371	0,316	0,260	0,186	+8 %

Tabelle 104: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	2,20	88,14	47,22	40,13	33,05	23,61	-95 %
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700	0,371	0,316	0,260	0,186	+8 %

Energetische Bewertung des sanierten Gebäudes nach KfW

Der erreichte KfW-Standard kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 105: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen

	Ist-Wert	Referenz-gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	103,59	62,96 ¹⁾	72,40	62,96	53,51	44,07	34,63	100,73 ⁴⁾
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,371 ²⁾	0,483	0,427	0,371	0,316	0,260	0,650
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Tabelle 106: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115

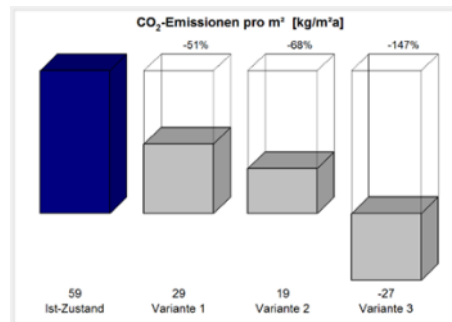
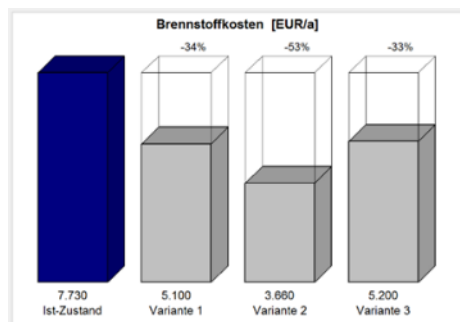
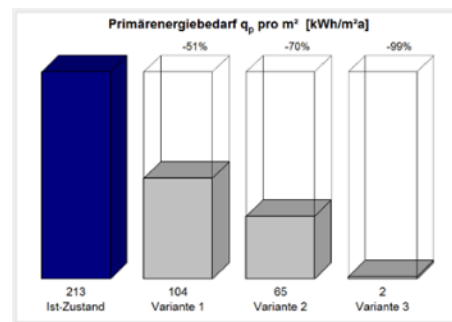
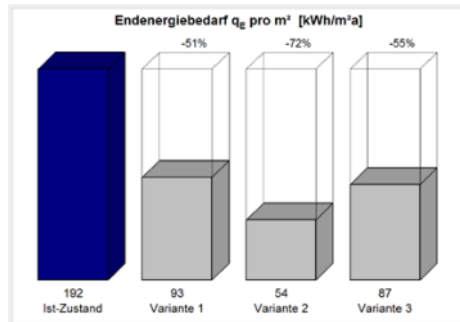
	Ist-Wert	Referenz-gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	64,58	62,96 ¹⁾	72,40	62,96	53,51	44,07	34,63	100,73
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,371 ²⁾	0,483	0,427	0,371	0,316	0,260	0,650
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Tabelle 107: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 85

	Ist-Wert	Referenz- gebäude (KfW)	KfW-EH 115 (KfW)	KfW-EH 100 (KfW)	KfW-EH 85 (KfW)	KfW-EH 70 (KfW)	KfW-EH 55 (KfW)	KfW-EH Denkmal (KfW)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	2,20	62,96 ¹⁾	72,40	62,96	53,51	44,07	34,63	100,73
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,371 ²⁾	0,483	0,427	0,371	0,316	0,260	0,650
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402	0,700 ³⁾	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	-

Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparung

Abbildung 97: Einsparungen



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen ohne Förderung

Tabelle 108: Wirtschaftlichkeit aller Varianten

Theoretische Amortisation (Bedarf)	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gesamtinvestition	184.000 €	230.000 €	217.000 €
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	-125.000 €	-131.000 €	-148.000 €
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	59.000 €	99.000 €	69.000 €
Daraus ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende jährliche Kosten			
Jährliche Kapitalkosten	3.200 €/Jahr	7.200 €/Jahr	4.000 €/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten*	9.200 €/Jahr	6.600 €/Jahr	9.400 €/Jahr
Brennstoffkosten* ohne Energiesparmaßnahmen	14.000 €/Jahr	14.000 €/Jahr	14.000 €/Jahr
Einsparung	1.600 €/Jahr	200 €/Jahr	600 €/Jahr
Amortisation**	≈ 22 Jahre	≈ 30 Jahre	≈ 28 Jahre

* Brennstoffkosten im 1. Jahr

** dynamische Amortisation mit Berücksichtigung von Energiepreissteigerungen

Die Gesamtinvestitionskosten beinhalten die Kostenanteile zur Erhaltung oder Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen oder Funktionseinheiten des Gebäudes. Es werden nur Instandsetzungskosten derer Bauteile berücksichtigt, für die energetische Modernisierungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die Differenz zwischen Vollkosten und Instandsetzungskosten definiert die Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen.

5.4 Bewertung der Wohngebäude nach Kriterien der Barrierefreiheit

5.4.1 Gesetzliche Grundlagen und Förderung

Die folgenden Erläuterungen entstammen der Broschüre „Barrierefreiheit im Wohnungsbau in Schleswig-Holstein“ der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.:

Landesbauordnung Schleswig-Holstein (LBO-SH)

Für die Prüfung und Genehmigung eines Bauvorhabens schreibt § 52 Abs. 1 LBO für Gebäude mit mehr als zwei Wohnungen eine barrierefreie Zugänglichkeit und eine Zugänglichkeit der im Folgenden genannten Räume innerhalb der Wohnung mit einem Rollstuhl vor:

„(1) In Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen müssen die Wohnungen eines Geschosses barrierefrei erreichbar sein. In diesen Wohnungen müssen die Wohn- und Schlafräume, eine Toilette, ein Bad sowie die Küche oder die Kochnische mit dem Rollstuhl zugänglich sein. § 40 Abs. 4 bleibt unberührt.“

An dieser Stelle ist anzumerken, dass im Gesetzesentwurf zur Änderung der LBO nicht nur die Anordnung der barrierefreien Wohnungen in einem Geschoss, sondern auch die Anordnung der Wohnungen in entsprechendem Umfang über mehrere Geschosse zulässig ist. Sofern ein geeigneter Aufzug vorhanden ist, ist es möglich, in mehrstöckigen Gebäuden eine Wohnung pro Geschoss barrierefrei zugänglich und nutzbar anzubieten.

Die „Allgemeinen Anforderungen“ in § 3 Abs. 1 LBO formulieren den Grundsatz des Barrierefreien Bauens:

„(1) Bei Planung, Errichtung, Änderung und Nutzungsänderung baulicher Anlagen und der Gestaltung von Grundstücken ist auf den Schutz der natürlichen Grundlagen des Lebens sowie auf die besonderen Belange von Familien mit Kindern, von alten Menschen sowie Menschen mit Behinderungen durch den Grundsatz barrierefreien Bauens Rücksicht zu nehmen.“

§ 3 Abs. 3 LBO schreibt zudem die Beachtung der als „Technische Baubestimmungen“ eingeführten technischen Regeln vor:

„(3) Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. Bei der Bekanntmachung kann hinsichtlich ihres Inhalts auf die Fundstelle verwiesen werden. Von den Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße nachweislich die allgemeinen Anforderungen des Absatzes 2 erfüllt werden; § 18 Abs. 3 und § 22 bleiben unberührt.“

Liste der Technische Baubestimmungen (LTB)

In die Liste der Technischen Baubestimmungen sind eine Reihe sogenannter „anerkannter Regeln der Technik“ aufgenommen worden. Diese Regeln der Technik sind in der Mehrzahl DIN-Normen oder bauaufsichtliche Richtlinien. Durch die Einführung als Technische Baubestimmung wird aus dem ursprünglich empfehlenden Charakter der technischen Regel ein allgemein verbindlicher, der bauordnungsrechtlich gemäß LBO beachtet werden muss. Allerdings kann eine technische Regel auch nur in Teilen eingeführt werden. Nur diese Teile wirken dann in der Folge rechtsverbindlich. In der Liste der Technischen Baubestimmungen ist durch die lfd. Nr. 7.3 und der Anlage 7.3/2 die DIN 18040-2 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen - Teil 2: Wohnungen“ in großen Teilen eingeführt worden.

DIN 18040 Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen Teil 2: Wohnungen (DIN 18040-2)

Die DIN 18040: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen steckt Ziele und macht Vorgaben zur Umsetzung der Barrierefreiheit in öffentlich zugänglichen Gebäuden (Teil 1), im Wohnungsbau (Teil 2) und im öffentlichen Verkehrsraum (Teil 3).

„Ziel dieser Norm ist die Barrierefreiheit baulicher Anlagen, damit sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind (nach § 4 BGG Behindertengleichstellungsgesetz). Die Norm stellt dar,

unter welchen technischen Voraussetzungen bauliche Anlagen barrierefrei sind. Sie berücksichtigt dabei insbesondere die Bedürfnisse von Menschen mit Sehbehinderung, Blindheit, Hörbehinderung (Gehörlose, Ertaubte und Schwerhörige) oder motorischen Einschränkungen sowie von Personen, die Mobilitätshilfen und Rollstühle benutzen. Auch für andere Personengruppen wie z.B. groß- oder kleinwüchsige Personen, Personen mit kognitiven Einschränkungen, ältere Menschen, Kinder sowie Personen mit Kinderwagen oder Gepäck, führen einige Anforderungen dieser Norm zu einer Nutzungserleichterung. Auf die Einbeziehung Betroffener und die Umsetzung ihrer Erfahrungen in bauliche Anforderungen wurde besonders Wert gelegt.“ (DIN 18040-2, Vorwort, Seite 3)

Neben der Neuordnung, Zusammenfassung und Überarbeitung der vorhergehenden Normen DIN 18024 und DIN 18025 hat die neue DIN 18040-2 erstmalig zwei neue inhaltliche Aspekte aufgenommen.

Um einem erweiterten Personenkreis gerecht zu werden, werden sensorische Anforderungen gestellt. So werden jetzt die Ansprüche von Menschen mit eingeschränkter Sinneswahrnehmung berücksichtigt.

Es werden Schutzziele als Anforderungen genannt, gefolgt von Lösungsbeispielen.

So bleibt immer das übergeordnete Ziel im Blick, statt des starren Erfüllens der einzelnen Detailanforderungen. Es wird angeregt, eine für den Einzelfall passende Lösung zu finden, die dem Ziel entspricht. Gegebenenfalls kann dies in Abweichung oder in einer Auswahl der vorgeschlagenen Anforderungen bestehen.

„Die mit den Anforderungen nach dieser Norm verfolgten Schutzziele können auch auf andere Weise als in der Norm festgelegt erfüllt werden. In der Regel nennen die einzelnen Abschnitte zunächst jeweils zu erreichende Schutzziele als Voraussetzung für die Barrierefreiheit. Danach wird aufgezeigt, wie das Schutzziel erreicht werden kann, ggf. differenziert nach den unterschiedlichen Bedürfnissen verschiedener Personengruppen. Alle Maße sind Fertigmaße. Abweichungen in der Ausführung können nur toleriert werden, soweit die in der Norm bezweckte Funktion erreicht wird.“ (DIN 18040-2, 1 Anwendungsbereich, Seite 4)

Die neue Herangehensweise erlaubt Planern mehr Flexibilität und Kreativität in der Umsetzung der Barrierefreiheit. Neuentwickelte technische Lösungen wie beispielsweise das „verschiebbare WC-Becken“ können so vorhandene Anforderungen an dieser Stelle ersetzen. Auch kann jetzt gezielter auf die speziellen Bedürfnisse einer bestimmten Nutzergruppe eingegangen werden, wenn diese bereits bekannt ist. Steht während der Planungsphase nicht fest, wer das Gebäude oder die Wohnung nutzen wird, ist es erforderlich den unterschiedlichen Bedürfnissen verschiedener Einschränkungen gerecht zu werden.

KfW-Förderung „Altersgerecht Umbauen: Investitionszuschuss“ (455-B)

Die KfW und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit fördern mit Investitionszuschüssen bauliche Maßnahmen in Wohngebäuden, mit denen Barrieren im Wohnungsbestand reduziert und die Sicherheit erhöht werden. Davon profitieren alle Altersgruppen: Es ermöglicht älteren Menschen einen möglichst langen Verbleib in der gewohnten Umgebung, kommt behinderten oder in ihrer Mobilität eingeschränkten Menschen oder Familien mit Kindern zugute.

Das Förderprogramm ist unterteilt in sieben Förderbereiche:

1. Wege zu Gebäuden und Wohnumfeldmaßnahmen

- Wege zu Gebäuden, Garagen, Sitz- und Spielplätzen sowie zu Entsorgungseinrichtungen
- Umbau und Schaffung von altersgerechten Kfz-Stellplätzen sowie deren Überdachung
- Umbau und Schaffung oder Überdachung von Abstellplätzen für Kinderwagen, Rollatoren/Rollstühle und Fahrräder
- sonstige Wohnumfeldmaßnahmen in bestehenden Gebäuden ab 3 Wohneinheiten

2. Eingangsbereich und Wohnungszugang

- Abbau von Barrieren im Hauseingangsbereich und bei Wohnungszugängen
- Schaffung von mehr Bewegungsfläche
- Wetterschutzmaßnahmen wie Überdachungen, Windfänge

3. Überwindung von Treppen und Stufen

- Einbau, Nachrüstung oder Verbesserung von Aufzugsanlagen
- Treppenlifte, Hebe- oder Plattformlifte
- barrierereduzierende Umgestaltung von Treppenanlagen
- Rampen zur Überwindung von Barrieren

4. Umgestaltung der Raum-aufteilung und Schwellen-abbau

- Änderung des Raumzuschnitts von Wohn- und Schlafräumen, Fluren oder Küchen
- Verbreiterung von Türdurchgängen mit Einbau neuer Innentüren
- Schwellenabbau
- Erschließung oder Schaffung von Terrassen, Loggien oder Balkonen

5. Badumbau

- Änderung der Raumaufteilung des Bades
- Schaffung bodengleicher Dusch-plätze einschließlich Dusch-(klapp)sitze
- Modernisierung von Sanitär-objekten (WC, Bidets, Waschbecken und Badewannen einschließlich mobiler Liftsysteme)

6. Orientierung, Kommunikation und Unterstützung im Alltag

- Einbau oder Erweiterung von baugebundenen Altersgerechten Assistenzsystemen (z. B. für Bedienungs- und Antriebssysteme für Türen, Rollläden, Fenster, Türkommunikation, Beleuchtung, Heizung- und Klimatechnik)
- Einbau oder Erweiterung von Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
- Einbau oder Erweiterung von baugebundenen Not-, Ruf- und Unterstützungssysteme (z. B. Panikschalter, Geräteabschaltung, Sturz- und Bewegungsmelder, intelligente Türschlösser)
- Modernisierung von Bedienelementen
- Einbau von Stütz- und Haltesystemen einschließlich Maßnahmen zur Nachrüstung
- Maßnahmen zur Verbesserung der Orientierung und Kommunikation (z. B. Beleuchtung, Gegensprech- oder Briefkastenanlagen, Einbau von Handläufen, Nachrüstung von automatischen Tür-, Tor- und Fensterantrieben sowie Rollläden)

7. Schaffung von Gemein-schafts-räumen, Mehr-generationen-wohnen

- Umgestaltung von bestehenden Flächen zu Gemeinschafts-räumen oder Schaffung von Gemeinschaftsräumen

Einzelmaßnahmen aus den Förderbereichen zur Barriere Reduzierung:

- Zuschussbetrag 10,0 % der förderfähigen Kosten
- Maximaler Zuschussbetrag 5.000 Euro

Standard „Altersgerechtes Haus“:

- Zuschussbetrag 12,5 % der förderfähigen Kosten
- Maximaler Zuschussbetrag 6.250 Euro

Der Standard „Altersgerechtes Haus“ wird erreicht, wenn eine einzelne oder alle Wohnungen eines Gebäudes die nachfolgenden Anforderungen (einschließlich der technischen Mindestanforderungen der jeweiligen Maßnahmen) erfüllen:

- ein altersgerechter Zugang entsprechend den Förderbereichen 1, 2 und ggf. 3,
- ein altersgerechtes Wohn- und/oder Schlafzimmer sowie einen altersgerechten Küchenraum entsprechend Förderbereich 4,
- ein altersgerechtes Bad entsprechend Förderbereich 5 und die Anforderung an die Bedienelemente entsprechend Förderbereich 6

Alternativ kann auch eine Kreditförderung im Produkt Altersgerecht Umbauen - Kredit (Produktnummer 159) beantragt werden.

Für die Bewertung der Wohngebäude wurden exemplarisch drei für das Quartier typische Wohnsituationen ausgewählt:

- ein Mehrfamilienhaus aus den 50iger Jahren,
- ein Reihendhaus und
- ein Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung.

Im Bericht wird zunächst der Bestand auf Barrierefreiheit untersucht.

In einer ersten Variante wird dargestellt, wie die Barrieren im Gebäude bzw. der Wohneinheit reduziert werden können, damit altersgerechtes Wohnen möglich ist, ohne die Wohnung wechseln zu müssen. Die Maßnahmen orientieren sich dabei an der Förderfähigkeit des KfW-Programms 455 „Altersgerecht Umbauen“ bzw. an den Mindestanforderungen des Kreditprogramms.

Eine weitere Variante zeigt die Maßnahmen auf, die zur Erreichung der Barrierefreiheit erforderlich und deren Aufwand erheblich größer wäre.

5.4.2 Mehrfamilienhaus

Das Gebäude ist über einen ca. 1,20 m breiten Fußweg erschlossen, der vom öffentlichen Fußweg. Vor der Eingangstür ist ein Podest, ca. 15 cm hoch, die Eingangstür ist ca. 90 cm breit und 2,00 m hoch im Lichten. Der Eingang ist überdacht und beleuchtet.



Abbildung 98: Mehrfamilienhaus Eingangsseite

Das Erdgeschoss liegt etwa 1,00 m über dem Gelände und wird über das Treppenhaus mit 6 Stufen erschlossen. Wie in den 50iger Jahren üblich sind die Platzverhältnisse auf das Nötigste reduziert.

Tabelle 109: Mehrfamilienhaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale

1.	Wege zum Gebäude und Wohnumfeld	erfüllt:		Umbau möglich
		ja	nein	
	Anforderungen Barriere reduziert (KfW):			
	Die Wege zum Gebäude sind:			
	- mindestens 1,50 m breit		✗	✓
	- mindestens 1,20 m breit	✓		
	- schwellen- und stufenlos		✗	✓
	- Niveauunterschiede überbrückt durch Rampen oder Fördersysteme		✗	✓
	- eben, rutschhemmend und mit festen Belegen ausgeführt	✓		
	Altersgerechte Stellplätze			
	- die Stellplätze sind 3,50 m breit und 5,00 m lang		✗	
	- in der Nähe des Gebäudezugangs		✗	
	- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	
	- mit einem festen Belag ausgestattet	✓		
	Abstellplätze für Rollatoren / Rollstühle / Kinderwagen sind			
	- in der Nähe des Gebäudezugangs vorhanden		✗	✓
	- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	
	- mit einem festen Belag ausgestattet		✗	✓
	Die Wege und Zugänge sind gut beleuchtet	✓		
2.	Eingangsbereich und Wohnungszugang			
	Haus - und Wohnungseingangstüren			
	- haben eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m	✓		
	- Bedienelemente in einer Höhe zwischen 0,85 und 1,05 m	✓		
	- sind mit geringem Kraftaufwand zu öffnen		✗	✓
	- auf der Innenseite ausreichende Bewegungsfläche von 1,50 x 1,50 m auf		✗	
	- sind stufen- / schwellenlos bzw.		✗	
	- die Schwelle ist max. 20 mm hoch	✓		
	- der Eingang ist überdacht	✓		
	Flure außerhalb der Wohnungen sind mindestens 1,20 m breit		✗	
3.	Vertikale Erschließung / Überwindung von Niveauunterschieden			
	Aufzug vorhanden		✗	außen an Giebelseite
	Barriere reduzierende Treppen			
	- beidseitig mit Handläufen ausgestattet		✗	✓
	- rutschhemmend belegt			✓
	Rampen zur Überwindung von Barrieren		✗	außen an Giebelseite

- nutzbare Breite von mind. 1,0 m			✓
- Maximale Neigung von 6% über eine Länge von max. 6,0m			✓
- Zwischenpodeste mit mind. 1,50 m Länge			✓
- beidseitig Handläufe in 0,85 m Höhe			✓
- Bewegungsflächen am Anfang und Ende der Rampe mind. 1,50 x 1,50 m			✓
4. Raumgeometrie Wohn- und Schlafräume, Küche und Flur			
Wohn- und Schlafräume sind mindestens 14 m ² groß		✗	✓
Vor der Küchenzeile ist ein Bewegungsraum von mind. 1,20 m vorhanden		✗	✓
Flure in der Wohnung sind 1,20 m breit		✗	✓
- 1,00 m breit	✓		
Innentüren haben			
- eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m		✗	✓
- eine lichte Durchgangsweite von 0,80 m	(✓)	✗	✓
- Türdrücker in einer Höhe von 0,85 bis 1,05 m	✓		
- keine Schwellen			
Freisitze sind		✗	✓
- schwellenlos erreichbar/ Schwelle max. 20mm			
- mit einem rutschfesten Belag ausgestattet			
- mind. 1,50 m tief und mit einer Brüstung ausgestattet, die ab einer Höhe von 0,60m über Bodenniveau Durchsicht ermöglicht			
5. Sanitärräume			
der Sanitärraum ist mind. 1,80 x 2,20 m groß und		✗	✓
die Bewegungsfläche vor Sanitärobjekten ist mind. 0,90 m breit und 1,20 m tief		✗	✓
der Abstand zwischen dem Sanitärobjekt und der seitlich angrenzenden Wand beträgt mind. 0,25 m		✗	✓
es sind Vorkehrungen für ein Sicherheitssystem vorhanden			✓
Zimmertür Bad			
- schlägt nach außen		✗	✓
- ist eine Schiebetür		✗	✓
- kann von außen entriegelt werden		?	✓
Duschplatz			
- bodengleich			✓
- mit einer Schwelle von max. 20mm abgesenkt			✓
- der Bodenbelag ist rutschfest oder rutschhemmend			✓
Waschbecken			
- mind. 0,48 m tief			✓
- Kniefreiraum zur Nutzung im Sitzen vorhanden			✓

WC, Urinal, Dusch-WC			✓
- in der Sitzhöhe variabel			✓
- an die Bedürfnisse angepasst			✓
Badewanne			
- Wannenhöhe max. 0,50 m hoch			✓
- seitlicher Türeinstieg			✓
- mobiles Liftsystem			✓

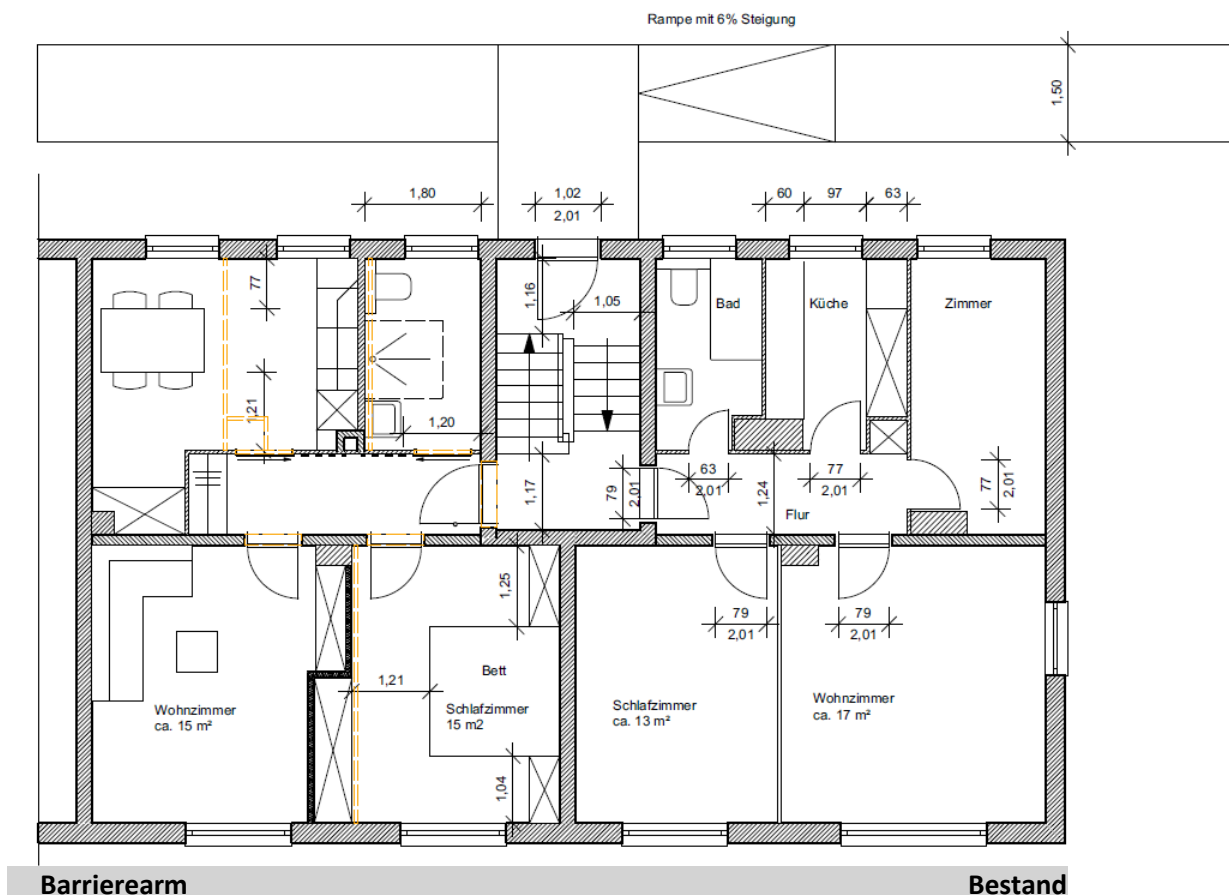


Abbildung 99: Mehrfamilienhaus Variante Barriere reduziert

Vorgeschlagene Maßnahmen:

1. Einbau einer Rampe im Fußweg, bei Bedarf den Fußweg auf 1,50m verbreitern
2. Verbreiterung der Innentüren bzw. Austausch durch Schiebetüren, Durchgangsbreite im Lichten mindestens 80 (Rollator) bzw. 90 cm (Rollstuhl)
3. Die Badtür durch eine im Flur laufende Schiebetür ersetzen, von außen zu entriegeln
4. Die Wand zwischen Bad und Küche versetzen um ausreichend Bewegungsraum vor den Sanitärobjekten zu ermöglichen
5. Die Küche und das kleine Zimmer zusammenlegen und in eine Wohnküche umgestalten
6. Die Wand zwischen Wohnraum und Schlafzimmer durch eine versetzte Wand mit Einbauschränken ersetzen damit am Ende des Bettes 1,20 m Durchgangsbreite bleibt und im Schlafzimmer auf ein Doppelbett nicht verzichtet werden muss.

Da das Treppenhaus keine Möglichkeit bietet, barrierefrei in die Wohnung zu gelangen, ist diese Wohnungsvariante nur als barrierearm anzusehen.

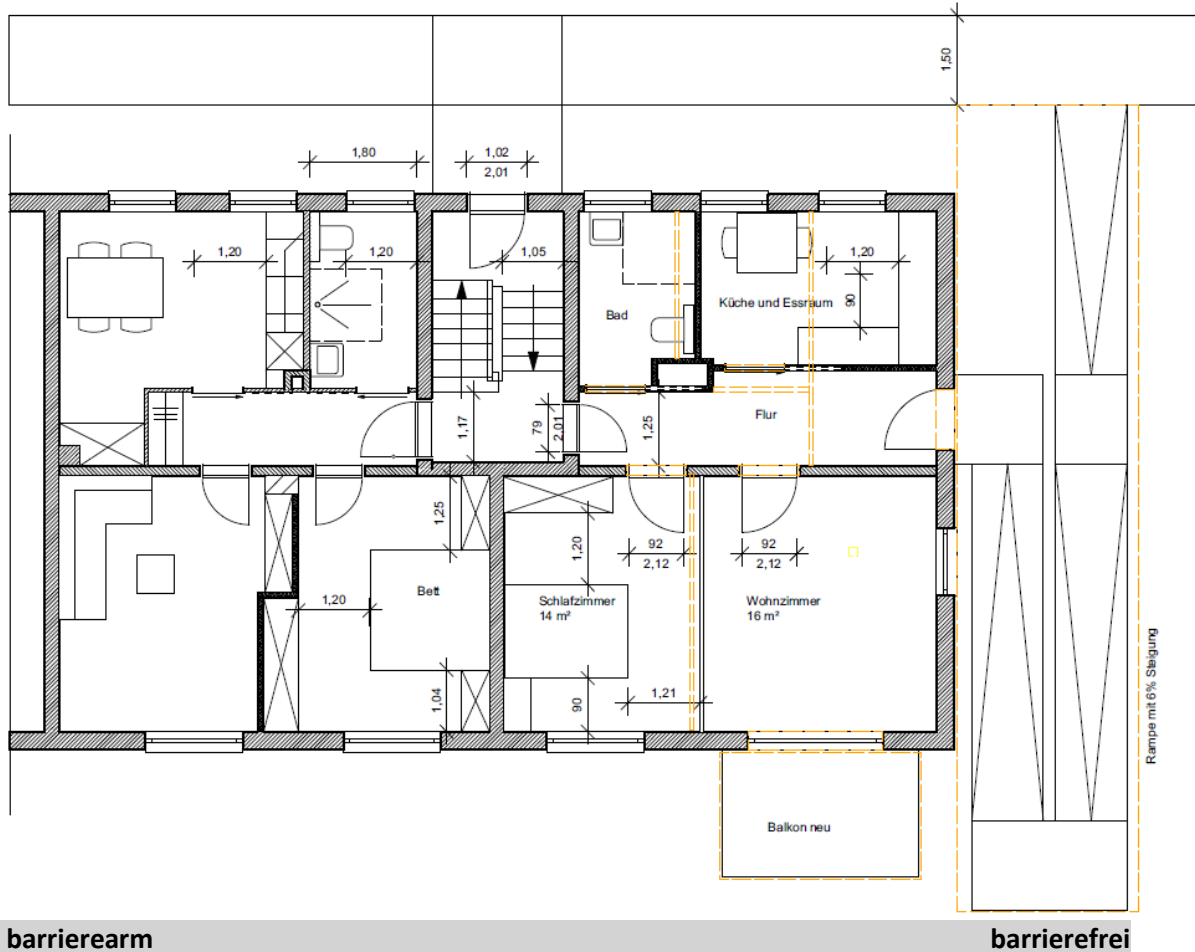


Abbildung 100: Mehrfamilienhaus Variante barrierefrei

Um ohne Treppenstufen in die Wohnung zu gelangen, bietet es sich an, die giebelständige Wohnung durch eine eigene Eingangstür zu erschließen. Das Eingangspodest kann durch eine Rampe oder einen Lift erreicht werden.

Vorgeschlagene Maßnahmen:

1. Einbau einer Rampe mit Zwischenpodesten, einer Breite von mindestens 1,20 m und ausreichend Platz an den Wendepunkten
2. Verbreiterung des Flures auf 1,20 m
3. Verbreiterung der Innentüren bzw. Austausch durch Schiebetüren, Durchgangsbreite im Lichten 90 cm
4. Die Wand zwischen Bad und Küche versetzen, um ausreichend Bewegungsraum vor und neben den Sanitärobjekten zu ermöglichen
5. Die Küche und das kleine Zimmer zusammenlegen und in eine Wohnküche umgestalten
6. Einbau einer bodengleichen Dusche, WC höhenverstellbar und mit Haltegriffen
7. Waschbecken unterfahrbar
8. Bewegungsraum von 1,20 x 1,20 m vor den Sanitärobjekten und der Küchenzeile
9. In dieser Variante ist die Wand zwischen Wohnzimmer und Schlafrum unverändert geblieben, es kann auch hier die Lösung aus der 1. Variante übernommen werden
10. Vor dem Wohnzimmer kann ein Freisitz aufgestellt werden, das Fenster mit Brüstung wird ersetzt durch eine schwellenarme Terrassentür.
11. Notrufsystem einplanen

Durch einen Aufzug vor dem Haus könnten auch die Wohnung im Ober- und Dachgeschoss erschlossen werden.

Empfehlung: Eine **Barriere reduzierende** Umgestaltung der Wohnungen ist mit vertretbarem Aufwand möglich, der Umfang kann auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmt werden.

Die Wohnung **barrierefrei** umbauen ist durch eine neue Erschließung über einen außen liegenden Lift, Fahrstuhl oder eine Rampenanlage möglich, aber sehr aufwändig. Zusätzlich sind gravierende Änderungen im Grundriss der Wohnungen nötig. Es ist abzuwägen, ob der Aufwand lohnt oder eine barrierefreie Wohnung in einem Neubau geschaffen werden kann.

5.4.3 Reihenhaus

Das beispielhaft ausgewählte Reihenhaus ist ein Endreihenhaus Baujahr 1965. Das Haus ist eingeschossig mit Dach, das Dachgeschoss wird über eine zweiläufige Treppe erschlossen.



Abbildung 101: Reihenhaus Eingangsseite

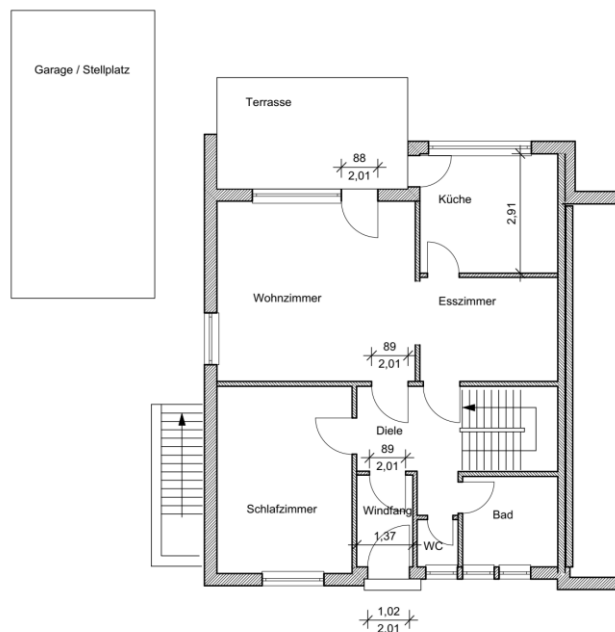


Abbildung 102: Bestand Grundriss Reihenendhaus Bestand

Der Weg zwischen Garage und Eingang ist mit Betonplatten belegt und ca. 1,00 m breit. Vor dem Hauseingang ist ein Podest von ca. 16 cm Höhe. Der Eingang ist teilweise überdacht, der Weg zum Haus beleuchtet.

Eng wird es an der Hauseingangstür und im Windfang. Auch der Flur und das Gäste-WC lassen wenig Bewegungsraum. Das Erdgeschoss kann durch überschaubare Änderungen barrierearm und auch barrierefrei umgestaltet werden, um das Dachgeschoss einzubinden ist ein Treppenlift nachzurüsten.

Tabelle 110: Reihenhaushaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale

1.	Wege zum Gebäude und Wohnumfeldmaßnahmen	erfüllt:		Umbau möglich
		ja	nein	
	Anforderungen Barriere reduziert (KfW):			
	Die Wege zum Gebäude sind:			
	- mindestens 1,50 m breit		✗	✓
	- mindestens 1,20 m breit		✗	✓
	- Schwellen- und stufenlos		✗	✓
	Niveauunterschiede werden überbrückt durch Rampen oder Fördersysteme		✗	✓
	- eben, rutschhemmend und mit festen Belegen ausgeführt	✓		
	Altersgerechte Stellplätze:			
	- die Stellplätze sind 3,50 m breit und 5,00 m lang	✓		vor der Garage
	- in der Nähe des Gebäudezugangs	✓		
	- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	Rampe
	- mit einem festen Belag ausgestattet	✓		
	Abstellplätze für Rollatoren / Rollstühle / Kinderwagen sind			
	- in der Nähe des Gebäudezugangs vorhanden		✗	✓
	- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	✓
	- mit einem festen Belag ausgestattet	✓		
	Die Wege und Zugänge sind gut beleuchtet	✓		
2. Eingangsbereich und Wohnungszugang				
	Haus - und Wohnungseingangstüren			
	- haben eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m	✓		
	- Bedienelemente in einer Höhe zwischen 0,85 und 1,05 m	✓		
	- sind mit geringem Kraftaufwand zu öffnen			✓
	- weisen auf der Innenseite eine ausreichende Bewegungsfläche von 1,50 x 1,50m auf		✗	✓
	- sind stufen- / schwellenlos bzw.		✗	✓
	- die Schwelle ist max. 20mm hoch			
	- der Eingang ist überdacht	✓		
3. Vertikale Erschließung / Überwindung von Niveauunterschieden				
	Aufzug vorhanden		✗	
	Barriere reduzierende Treppen			

- beidseitig mit Handläufen ausgestattet		✗	✓
- rutschhemmend belegt		?	✓
Rampen zur Überwindung von Barrieren		✗	
4. Raumgeometrie Wohn- und Schlafräume, Küche und Flur			
Wohn- und Schlafräume sind mindestens 14 m ² groß	✓		
Vor der Küchenzeile ist ein Bewegungsraum von mind. 1,20 m vorhanden	✓		
Flure in der Wohnung sind 1,20 m breit		✗	✓
1,00 m breit	✓		
Innentüren haben			
- eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m		✗	✓
- eine lichte Durchgangsweite von 0,80 m	✓		
- Türdrücker in einer Höhe von 0,85 bis 1,05 m	✓		
- keine Schwellen			
Freisitze sind vorhanden			
- schwellenlos erreichbar/ Schwelle max. 20mm		✗	✓
- mit einem rutschfesten Belag ausgestattet	✓		
- mind. 1,50 m tief und mit einer Brüstung ausgestattet, die ab einer Höhe von 0,60m über Bodenniveau Durchsicht ermöglicht	✓		
5. Sanitärräume			
der Sanitärraum ist mind. 1,80 x 2,20 m groß und		✗	✓
die Bewegungsfläche vor den einzelnen Sanitärobjekten ist mind. 0,90 m breit und 1,20 m tief		✗	✓
der Abstand zwischen dem Sanitärobjekt und der seitlich angrenzenden Wand beträgt mind. 0,25 m		✗	✓
es sind Vorkehrungen für ein Sicherheitssystem vorhanden			✓
Zimmertür Bad			
- schlägt nach außen		✗	✓
- ist eine Schiebetür		✗	✓
- kann von außen entriegelt werden		✗	✓
Duschplatz			✓
- bodengleich			✓
- mit einer Schwelle von max. 20mm abgesenkt			✓
- der Bodenbelag ist rutschfest oder rutschhemmend			✓
Waschbecken			
- mind. 0,48 m tief			✓
- Kniefreiraum zur Nutzung im Sitzen vorhanden			✓
WC, Urinal, Dusch-WC			
- in der Sitzhöhe variabel			✓

- an die Bedürfnisse angepasst			✓
Badewanne			
- Wannenhöhe max. 0,50 m hoch			✓
- seitlicher Türeinstieg			✓
- mobiles Liftsystem			✓

Vorschlag für den Umbau in ein Barrierereduziertes Reihenhauses mit folgenden Maßnahmen:

1. Zusätzlicher Stellplatz vor der Garage
2. Überwindung der Eingangsstufe durch eine Rampe mit Podest vor der Eingangstür
3. Änderung der Eingangssituation durch Abbruch des Windfangs und Gäste WC
4. Umgestaltung des Bades, Einbau einer bodengleichen Dusche
5. Küche und Esszimmer können bleiben wie im Bestand
6. Bodengleiche Terrassentür einbauen

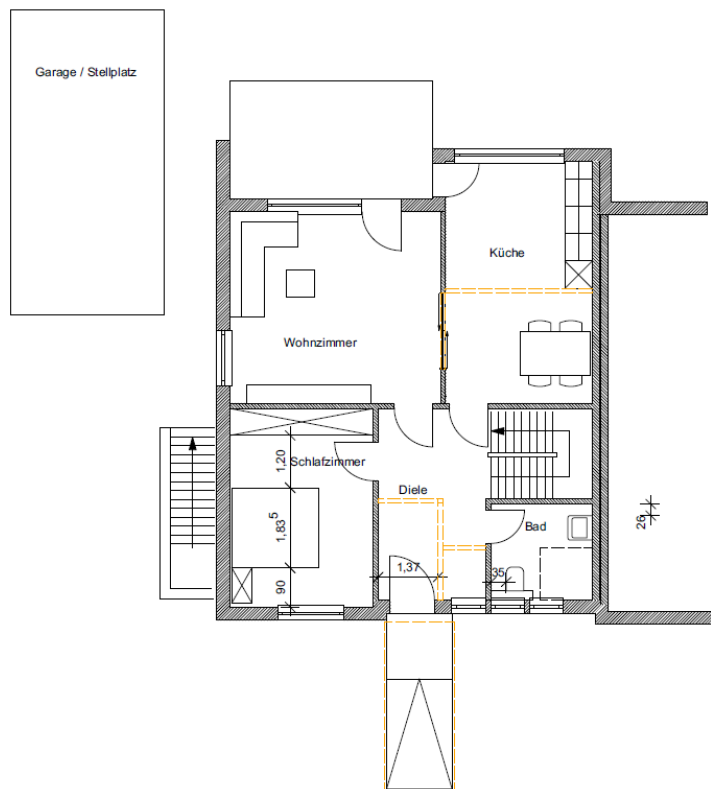


Abbildung 103: Reihenhendhaus Grundriss Variante Barriere reduziert

Vorschlag für den Umbau in ein barrierefreies Reihenhauses mit folgenden Maßnahmen:

1. Zusätzlich zu den Maßnahmen zur Barriere Reduzierung werden die Innentüren verbreitert und ggfs. durch Schiebetüren ersetzt
2. Die Badtür schlägt nach außen auf und lässt sich von außen entriegeln
3. Ein Notrufsystem wird nachgerüstet
4. Die Terrassentür wird verbreitert auf ein Durchgangsmaß von mindestens 90 cm im Lichten

Das Dachgeschoss kann bei Bedarf über einen Treppenlift erschlossen werden.

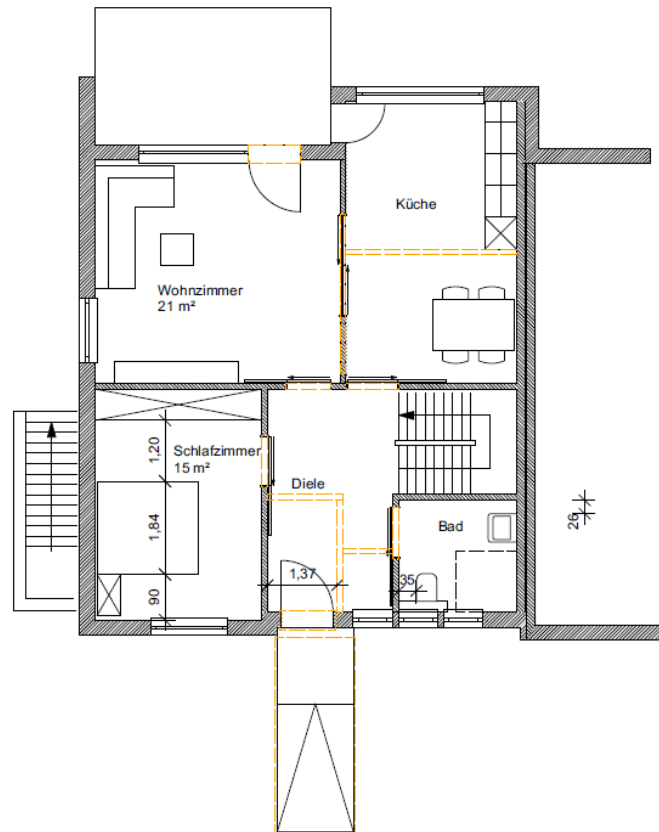


Abbildung 104: Reihenendhaus Grundriss Variante barrierefrei

5.4.4 Einfamilienhaus

Das ebenerdige Einfamilienhaus lässt sich mit wenig Aufwand barrierearm oder auch barrierefrei umgestalten, da das Erdgeschoss nur eine Stufe über dem Gelände liegt und bereits im Erdgeschoss 3 große Räume vorhanden sind. Die Einliegerwohnung wurde nicht betrachtet, hier sind die Räume zwar ebenerdig bzw. über eine Stufe zu erreichen, aber die Räume sind klein und der Aufwand wäre deutlich größer.



Abbildung 105: Einfamilienhaus Eingangsseite

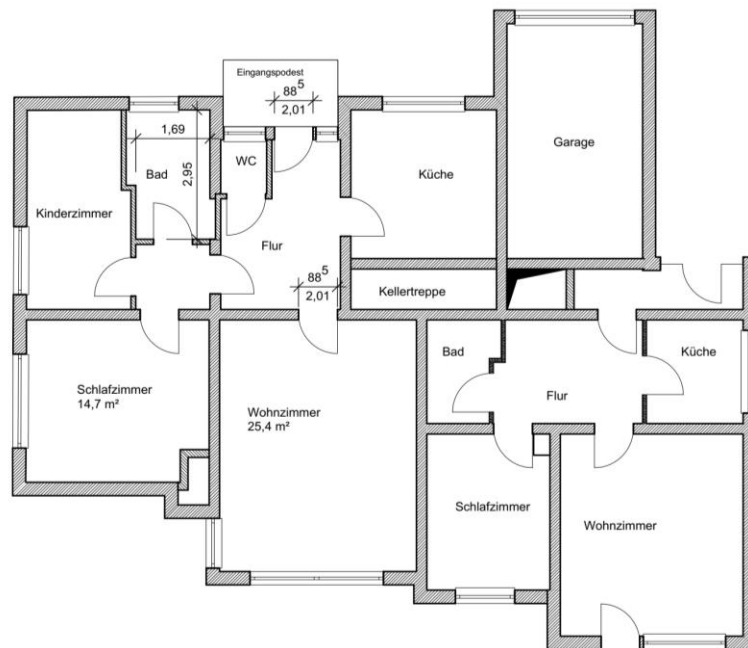


Abbildung 106: Einfamilienhaus Grundriss Erdgeschoss Bestand

Die Garage ist mit 2,90 m schmal, vor der Garage ist jedoch Platz für einen Stellplatz oder ein Carport mit den Maßen 3,50 x 5,00 m. Der Weg zum Haus ist gepflastert, der Hauseingang wird über ein Podest betreten. Die Haustür ist mit seitlichem Glasteil ausgestattet.

Tabelle 111: Einfamilienhaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale

1. Wege zum Gebäude und Wohnumfeldmaßnahmen	erfüllt:		Umbau möglich
	ja	nein	
Anforderungen Barriere reduziert (KfW):			
Die Wege zum Gebäude sind:			
- mindestens 1,50 m breit		✗	✓
- mindestens 1,20 m breit		✗	✓
- schwellen- und stufenlos		✗	✓
Niveauunterschiede werden überbrückt durch Rampen oder Fördersysteme		✗	✓
- eben, rutschhemmend und mit festen Belegen ausgeführt	✓		
Altersgerechte Stellplätze:			
- die Stellplätze sind 3,50 m breit und 5,00 m lang	✓		vor der Garage
- in der Nähe des Gebäudezugangs	✓		
- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	Rampe
- mit einem festen Belag ausgestattet	✓		
Abstellplätze für Rollatoren / Rollstühle / Kinderwagen sind			
- in der Nähe des Gebäudezugangs vorhanden		✗	✓
- schwellenlos zwischen Gebäude und Stellplatz		✗	✓
- mit einem festen Belag ausgestattet			✓
- Die Wege und Zugänge sind gut beleuchtet	✓		
2. Eingangsbereich und Wohnungszugang			

Haus- und Wohnungseingangstüren			
- haben eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m			✓
- Bedienelemente in einer Höhe zwischen 0,85 und 1,05 m	✓		
- sind mit geringem Kraftaufwand zu öffnen			✓
- weisen auf der Innenseite eine ausreichende Bewegungsfläche von 1,50 x 1,50 m auf	✓		
- sind stufen- / schwellenlos bzw.		✗	✓
- die Schwelle ist max. 20mm hoch			
- der Eingang ist überdacht	✓		zum Teil
3. Vertikale Erschließung / Überwindung von Niveauunterschieden			
Aufzug vorhanden		✗	
Barriere reduzierende Treppen			
- beidseitig mit Handläufen ausgestattet		✗	✓
- rutschhemmend belegt		?	✓
Rampen zur Überwindung von Barrieren		✗	✓
4. Raumgeometrie Wohn- und Schlafräume, Küche und Flur			
Wohn- und Schlafräume sind mindestens 14 m ² groß	✓		
Vor der Küchenzeile ist ein Bewegungsraum von mind. 1,20 m vorhanden	✓		
Flure in der Wohnung sind 1,20 m breit	✓		
- 1,00 m breit	✓		
Innentüren haben			
- eine lichte Durchgangsweite von 0,90 m		✗	✓
- eine lichte Durchgangsweite von 0,80 m	✓		
- Türdrücker in einer Höhe von 0,85 bis 1,05 m	✓		
- keine Schwellen	✓		
Freisitze sind vorhanden			
- schwellenlos erreichbar/Schwelle max. 20mm		?	✓
- mit einem rutschfesten Belag ausgestattet	✓		
- mind. 1,50 m tief und mit einer Brüstung ausgestattet, die ab einer Höhe von 0,60m über Bodenniveau Durchsicht ermöglicht	✓		
5. Sanitärräume			
der Sanitärraum ist mind. 1,80 x 2,20 m groß und		✗	✓
die Bewegungsfläche vor den einzelnen Sanitärobjekten ist mind. 0,90 m breit und 1,20 m tief		✗	✓
der Abstand zwischen dem Sanitärobjekt und der seitlich angrenzenden Wand beträgt mind. 0,25 m		✗	✓
es sind Vorkehrungen für ein Sicherheitssystem vorhanden			✓
Zimmertür Bad			
- schlägt nach außen		✗	✓

- ist eine Schiebetür		✗	✓
- kann von außen entriegelt werden		?	✓
Duschplatz			
- bodengleich			✓
- mit einer Schwelle von max. 20mm abgesenkt			✓
- der Bodenbelag ist rutschfest oder rutschhemmend			✓
Waschbecken			
- mind. 0,48 m tief			✓
- Kniefreiraum zur Nutzung im Sitzen vorhanden			✓
WC, Urinal, Dusch-WC			
- in der Sitzhöhe variabel			✓
- an die Bedürfnisse angepasst			✓
Badewanne			
- Wannenhöhe max. 0,50 m hoch			✓
- seitlicher Türeinstieg			✓
- mobiles Liftsystem			✓

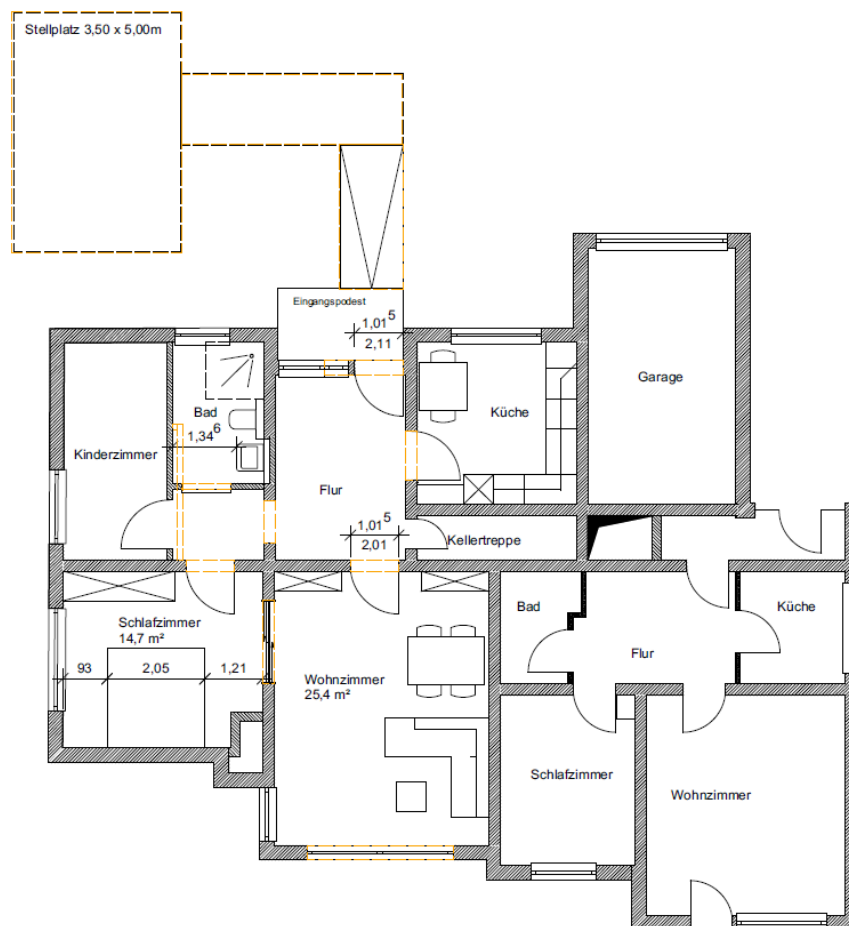


Abbildung 107: Einfamilienhaus Grundriss Variante barrierefrei

Vorschlag für den Umbau in ein Barriere reduziertes / barrierefreies Einfamilienhaus mit folgenden Maßnahmen:

1. Zusätzlicher Stellplatz mit den Maßen 3,50 x 5,00 m
2. Wege verbreitern
3. Überwindung der Eingangsstufe durch eine Rampe mit Podest vor der Eingangstür
4. Umgestaltung des Bades: u.a. Wand zum kleinen Zimmer versetzen, Einbau einer bodengleichen Dusche, Schiebetür von außen entriegelbar,
5. Innentüren verbreitern auf 90 cm Durchgangsbreite im Lichten
6. Bodengleiche Terrassentür einbauen

5.4.5 Fazit zur Barrierefreiheit

Die beispielhaft untersuchten Wohneinheiten sind allesamt nicht barrierefrei, es ist aber bei den Erdgeschosswohnungen im Mehrfamilienhaus sowie dem Reihen- und Einfamilienhaus möglich, zumindest Barriere reduzierende Maßnahmen durchzuführen, damit die Wohneinheit auch dann weiter bewohnt werden kann, wenn Gehhilfen erforderlich werden.

Auch Anforderungen, die für sehbehinderte Menschen notwendig sind, können je nach individueller Situation erfüllt werden.

Die größte Schwierigkeit für den Umbau in eine barrierefreie Wohneinheit stellt erwartungsgemäß die äußere und vertikale Erschließung dar. Das Treppenhaus im Mehrfamilienhaus ist zu eng und nicht für die Nachrüstung eines Aufzuges geeignet. Der Einbau einer Rampe oder eines Aufzugs vor dem Haus ist kostenintensiv. Neben der äußeren Erschließung stellen der schmale Flur und die kleinen Räume im Mehrfamilienhaus eine Einschränkung in der Nutzung dar. Nur durch Änderungen im Grundriss können sie barrierearm oder -frei umgestaltet werden.

Im Reihen- und Einfamilienhaus kann das Erdgeschoss mit überschaubarem Aufwand barrierearm oder auch barrierefrei umgestaltet werden. Der Zugang in das Dachgeschoss ist nur über eine Barriere reduzierte Treppe oder den Einbau eines Treppenliftes in unterschiedlichen Konsequenzen möglich.

5.5 Anlässe und Synergien der Gebäudemodernisierung

Geeignete Zeitpunkte für energetische Modernisierungsmaßnahmen bilden ein Besitzer- und Nutzerwechsel mit veränderten Wohn- und Nutzungsansprüchen und daraus resultierende unterschiedlichste Umbau- oder Instandhaltungsmaßnahmen.

Typisch hierfür sind neben den generellen Instandhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen bei Neuerwerb und Neubezug der Ausbau eines Dachgeschosses mit gleichzeitiger Dämmung der Dachebene oder der Ausbau von bisher ungenutzten Räumen für Wohnzwecke.

Dachmodernisierungen können darüber hinaus effizient zur Installation einer Solarthermie- oder Photovoltaikanlage genutzt werden, wodurch sich durchdringungsarme In-Dach-Lösungen anbieten.

Auch eine Modernisierung der Sanitärräume oder der Wunsch nach einem Kaminofen kann wegen geänderter Wärmebedarfe und Leitungsführungen für die Modernisierung der Heizungsanlage genutzt werden.

Daher sollten Informations- und Beratungsangebote für die energetische Modernisierung auch in Kooperation mit Kreditinstituten im Rahmen der Baufinanzierung vermittelt werden.

Darüber hinaus können oftmals Maßnahmen zum altersgerechten Wohnen mit energetischen Maßnahmen kombiniert werden. Hierzu können u.a. der Umbau der Eingangssituation oder ein auch aus energetischer Sicht sinnvoller neuer Raumzuschnitt zählen.

Eine weitere Kombinationsmöglichkeit mit energetischen Maßnahmen (als „Huckepack-Maßnahmen“) bilden Maßnahmen zum Einbruchsschutz wie ein Austausch von Haustüren und Fenstern, die zukünftig nicht nur höheren Anforderungen an die Sicherheit sondern auch an die Energieeffizienz erfüllen sollten, wodurch ggf. weitere Fördermittel nutzbar sein können. Daher bieten sich gemeinsame Veranstaltungen und Aktionen mit der Polizei an.

6 Energie- und CO₂-Bilanz auf Quartiersebene

6.1 Ausgangsanalyse maßgeblicher Energieverbrauchssektoren

Aus den Strom- und Gasverbrauchswerten der Energie und Wasser Wahlstedt/ Bad Segeberg GmbH & Co. KG (EWS) wurden die Strom- und Gasverbräuche der Jahre 2015 bis 2017 ermittelt. Zusätzlich wurde daraus die Anzahl Gebäude im Projektgebiet, die kein Gas beziehen, extrahiert und damit eine prozentuale Abschätzung der nichtleitungsgebundenen Verbräuche durchgeführt.

Des Weiteren werden das Berufsbildungszentrum und die Theodor-Storm-Schule sowie weitere private Mehrfamilienhäuser an der Theodor-Storm-Straße mit Fernwärme aus dem Netz der Hansewerk Natur versorgt. Deren Verbrauchswerte wurden vom Versorger zur Verfügung gestellt.

Daraus ergeben sich die in Tabelle 112 dargestellten Verbräuche für das Gesamtgebiet.

Tabelle 112: Energieverbräuche im Projektgebiet 2015 bis 2017

Energie	Bereich	2015	2016	2017
		GWh		
Gas	Gewerbe und Großverbraucher (RLM)	2,83	7,55	8,00
	Wohnen	10,67	11,89	12,64
Fernwärme		5,69	4,98	n.a.
nicht Leitungsgebunden		3,31	3,56	3,58
Strom	Haushalte	4,41	4,05	4,14
	Gewerbe	0,52	0,50	0,49
	RLM	2,01	1,60	1,61

Damit ist Gas mit knapp 70 % der vorherrschende Energieträger bei der Wärmeversorgung. Der Gasverbrauch steigt über die letzten Jahre langsam an. Rund 18 % entfallen auf die Fernwärme und ca. 12 % auf Heizöl (Abbildung 108). Die Haushalte im Projektgebiet haben den größten Anteil am Stromverbrauch. Der Anteil kleinerer Gewerbebetriebe ist mit knapp 8 % am Gesamtverbrauch gering. Der Anteil der Stromverbraucher mit RLM liegt im Durchschnitt bei 27 %. Während sich die Stromverbräuche der Haushalte und Gewerbe in einem Schwankungsbereich von 5 % bewegen, gab es bei den RLM-Kunden im Jahr 2016 eine deutliche Reduzierung beim Stromverbrauch, die auf die Inbetriebnahme des BHKW und Eigenstromnutzung im Schwimmbad zurückzuführen sein könnte. Gleichzeitig könnten diese zum Teil für die deutliche Zunahme beim RLM-Gasverbrauch sowie dem Rückgang bei der Fernwärme verantwortlich sein, wobei hierbei weitere Großverbraucher dazugekommen sein oder ihren Verbrauch gesteigert haben müssen.

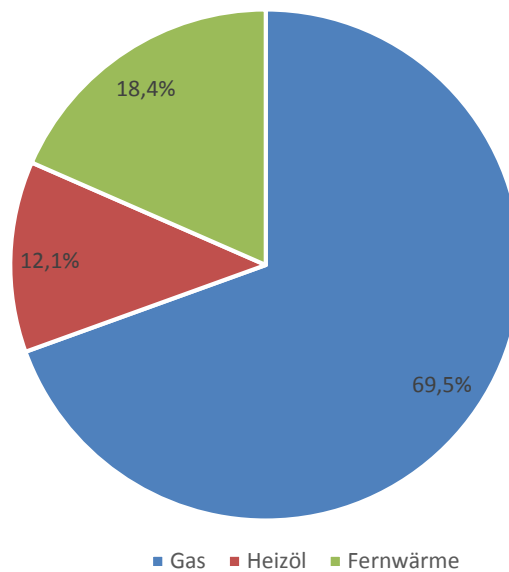


Abbildung 108: Verteilung der Energieträger bei der Wärmeversorgung

Insgesamt ergeben sich daraus die in Tabelle 113 dargestellten CO₂ Emissionen, die sich analog zu den Verbräuchen entwickeln. Aufgrund der höheren Emissionsfaktoren von Strom führt die Reduktion im Stromverbrauch zu stärkerer Verminderung der Emissionen.

Tabelle 113: CO₂ Emissionen aus den Energieverbräuchen der Jahre 2015 bis 2016

Energie	Bereich	2015	2016	2017
		t CO ₂		
Gas	Gewerbe und Großverbraucher (RLM)	511,2	1.365,9	1.447,7
	Wohnen	1.930,9	2.150,5	2.286,6
Fernwärme	Fernwärme	701,3	613,0	n.a
Heizöl		846,4	909,2	914,1
Strom	Haushalte	2.487,5	2.282,3	2.337,2
	Gewerbe	295,2	281,2	275,6
	RLM	1.132,6	900,8	906,6
Gesamt		7.905	8.503	8.168

Die größten Wärmeverbraucher im Projektgebiet sind die Mehrfamilien- und Geschäftshäuser an der Theodor-Storm-Straße, die Schulen, das Schwimmbad sowie die Familienbildungsstätte, das Probsteialtenheim und einige größere Gebäude an der Falkenburger Straße (Abbildung 109).

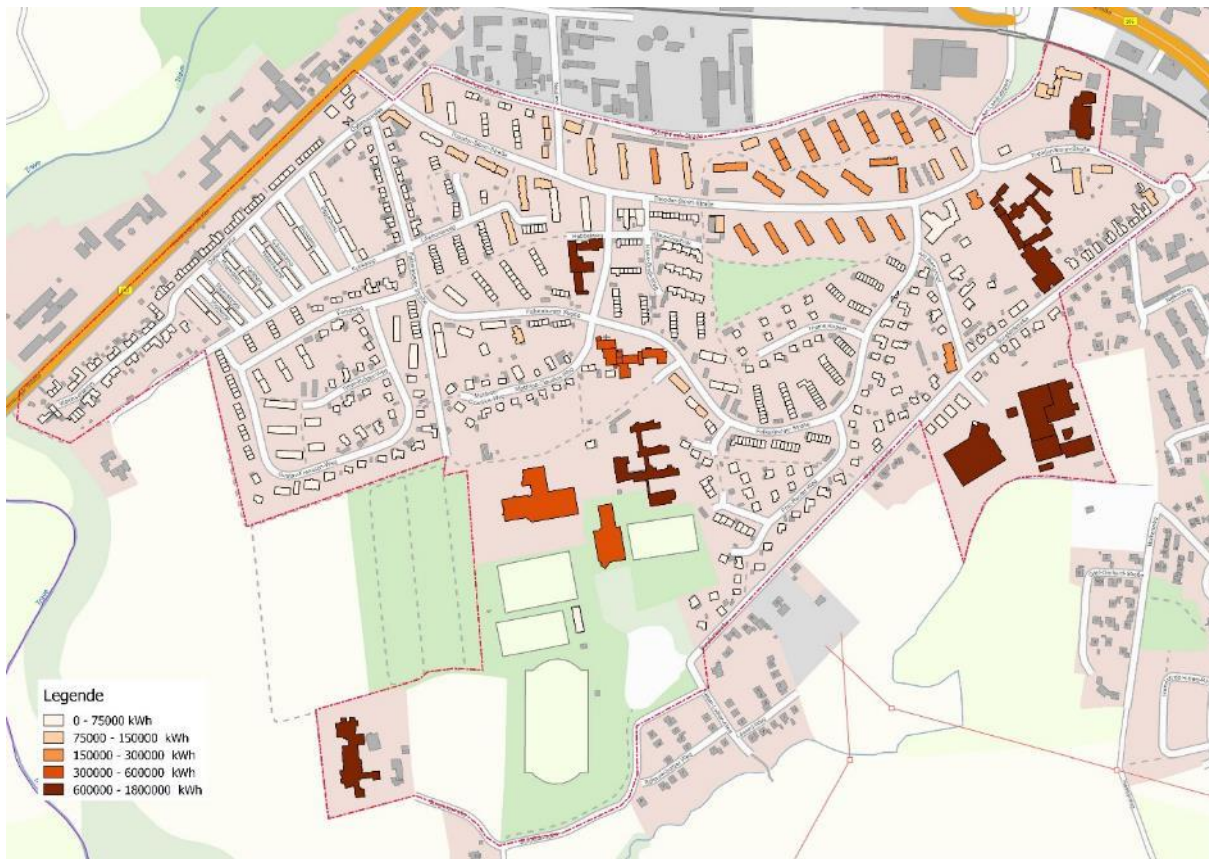


Abbildung 109: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch im Projektgebiet (2015 bis 2017)

6.2 Detaillierte Betrachtung nach Gebäuden

6.2.1 Wärmeversorgung

Die Theodor-Storm-Schule und das Berufsbildungszentrum sind an das Fernwärmenetz der Hansewerk Natur angeschlossen. Die weiteren Schulen (Franz-Claudius-Schule, Traveschule und Schule am Burgfeld) werden durch eigene Heizzentralen mit Erdgasbefeuelten Kesseln versorgt.

Das Hallenbad war bis 2015 ebenfalls an die Fernwärme angeschlossen. Dort wurde 2015 eine neue Heizzentrale mit Erdgas-BHKW und großem Pufferspeicher installiert.

Tabelle 114: Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften

Liegenschaft	Heizung	Baujahr	Betreiber
Theodor-Storm-Schule	Fernwärme		HAWN
Franz-Claudius-Schule	Erdgaskessel (322 kW)	2003	
Franz-Claudius-Schule Turnhalle	Erdgaskessel (44 kW) Gebläse (86 kW)	2003	HAWN
Schule am Burgfeld	2 Erdgaskessel (800 + 90 kW)	2002 / 1997	HAWN
Hallenbad	BHKW 70 kW _e 115 kW _{th} Erdgaskessel	2015	Stadt Bad Segeberg

Trave Schule	Erdgaskessel (310 kW)	2008	Kreis
Berufsbildungszentrum	Fernwärme		HAWN
Probsteialtenheim	2 Erdgas-Brennwertkessel (je 170 kW)	Nach 2009	Altenheim
Familienbildungsstätte	Erdgaskessel (226 kW) Mini-BHKW (5 kW _{el} 12,5 kW _{th})	1991 / unbek.	Familienbildungsstätte

Franz-Claudius-Schule:

Die Franz-Claudius-Schule wird durch einen Erdgas-Niedertemperaturkessel im Keller des Schulgebäudes beheizt. Die Turnhalle der Schule wird durch eine Gasbrennwerttherme für die Warmwasserbereitung sowie eine Gasluftheizung beheizt. Die Anlage im Keller der Schule scheint mehrfach erweitert zu sein. Es zeigen sich sehr alte Teilbereiche ohne Strangregulierungen. In den offenbar neuen Erweiterungen sind bereits Strangregulierungen vorhanden. Die beim Besuch vor Ort gefundenen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen zeigten keine besonders guten Auskühlungen. Vermutlich kann durch einen hydraulischen Abgleich eine Verbesserung erreicht werden. Einige der Pumpen waren bereits Hocheffizienzpumpen, andere schienen sehr alt zu sein. Der Kessel mit einem Alter von ca. 15 Jahren ist ebenfalls nicht mehr Stand der Technik. Der Wirkungsgrad kann mit etwa 85 % angesetzt werden. Als Empfehlung wäre hier die gesamte Anlagentechnik einheitlich auf einen neuen Stand zu bringen. Die hydraulische Verschaltung sollte überprüft werden und in den Heizkreisen ein hydraulischer Abgleich stattfinden.

Familienbildungsstätte:

Der Zustand der Anlage ist sehr alt und nicht mehr Stand der Technik. Der vorhandene Kessel wird in dieser Form nicht mehr hergestellt, somit ist davon auszugehen, dass der Wirkungsgrad nicht besonders hoch ist. Das Typenschild zeigt Baujahr 1991. Studien zeigen, dass Wirkungsgrade von ca. 90% bezogen auf die eingesetzte Primärenergie dennoch realistisch sind. Das Alter des eingesetzten BHKW ließ sich vor Ort nicht ermitteln. Man kann aber davon ausgehen, dass es abgängig ist. Zu beachten ist ebenfalls, dass die Wärmeverteilung wahrscheinlich einen sehr geringen Wirkungsgrad, bzw. eine geringe Effizienz aufweist. Bei unserem Besuch zeigten sich in einigen Heizkreisen nur sehr geringe Auskühlungen, dies lässt auf einen schlechten Hydraulischen Abgleich schließen. Außerdem waren starke Schwankungen in der Vorlauftemperatur zu beobachten, was auf eine schlechte Steuerung zurückgeführt werden kann.



Abbildung 110: Familienbildungsstätte Messtechnik

Der Wirkungsgrad der Gesamtanlage lässt sich nur schwer einschätzen, liegt wahrscheinlich aber nicht über 70%.

Zu empfehlen ist ein kompletter Neubau der Heizungsanlage auf Erzeugerseite. Ebenso sollte die Verteilung mit den Kreispumpen und Mischventilen erneuert und ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden. Der Einsatz eines BHKW bietet sich weiterhin an.

Probsteialtenheim:

Die Anlage im Seniorenheim scheint auf den ersten Blick recht modern zu sein. Die Kessel dort (Buderus Logano Plus SB625) sind moderne Brennwertkessel. Diese haben einen Wirkungsgrad von deutlich über 90%. Hier kann etwas konservativ 95% angesetzt werden, da die Kessel nicht mehr ganz neu sind. Die Verteilung der Wärme in den Heizkreisen läuft mit modernen Grundfos Pumpen, welche ebenfalls effizient sind. Die Heizkreise scheinen relativ gut hydraulisch abgeglichen zu sein, da deutliche Abkühlungen zwischen Vorlauf und Rücklauf bei unserem Besuch zu finden waren.



Abbildung 111: Probsteialtenheim Messtechnik

Hier würde man also von einem Anlagenwirkungsgrad von ca. 95% ausgehen können. Zur Verbesserung der Anlage sollte der hydraulische Abgleich nachgerechnet und ggf. justiert werden. Umbaumaßnahmen sind hier zunächst nicht nötig bezogen auf die reine Wärmeerzeugung. Zur Steigerung der Effizienz könnte über den Einsatz eines kleinen BHKW nachgedacht werden. Hierzu sollten Tages- und Wochenlastgänge (Wärmebedarf) ermittelt werden, um eine Aussage zu einer möglichen Dimension eines BHKW machen zu können.

6.2.2 Energieverbrauch und Emissionen

Die Energieverbräuche der Liegenschaften der Stadt sowie des Probsteialtenheims und der Familienbildungsstätte sind in Tabelle 115 dargestellt.

Tabelle 115: Gas- und Wärmeverbrauch der Liegenschaften der Stadt sowie des Probsteialtenheims und der Familienbildungsstätte 2014 bis 2016 (Quelle: Angaben der Betreiber)

Gas / Wärme	Energieträger	2014	2015	2016
		MWh		
Theodor-Storm-Schule	Fernwärme	129,6	133,3	140,6
Franz-Claudius-Schule	Nahwärme	317,8	350,1	342,6
Schule am Burgfeld	Nahwärme	561,1	610,4	595,8
Familienbildungszentrum	Gas	252,0	326,5	337,0

Probsteialtenheim	Gas	675,0	708,4	731,3
Hallenbad	Gas		987,4	1787,4

Insgesamt lässt sich ein Anstieg der Verbräuche insbesondere von 2014 auf 2015 feststellen. Gleichzeitig ist der Klimafaktor, der zur Bereinigung der Verbräuche dient, im Jahr 2014 mit 1,15 im Vergleich zu 1,06 in den Jahren 2015 und 2016 besonders hoch. Klimabereinigt ergibt sich damit bei allen Liegenschaften außer dem Hallenbad ein nahezu gleichbleibender Verbrauch (Abbildung 112).

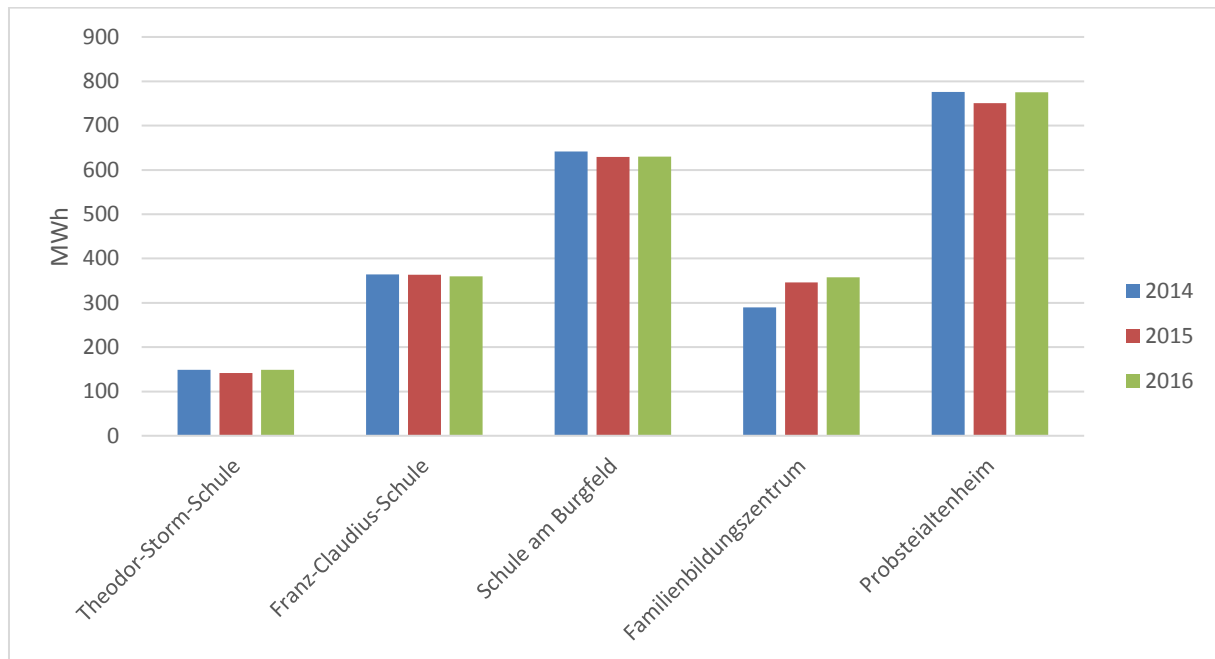


Abbildung 112: Klimabereinigter Gas- / Wärmeverbrauch

Tabelle 116: Stromverbrauch der Liegenschaften der Stadt sowie des Probsteialtenheims und der Familienbildungsstätte 2014 bis 2016 (Quelle: Angaben der Betreiber)

Strom	2014	2015	2016
	kWh		
Theodor-Storm-Schule	36.617	36.910	41.855
Franz-Claudius-Schule	314.490	316.331	327.197
Schule am Burgfeld			
Familienbildungsstätte	4.541	4.535	4.548
Probsteialtenheim	229.452	228.434	234.614
Hallenbad	k.A.	380.519	77.677

Die Stromverbräuche der Familienbildungsstätte und dem Probsteialtenheim sowie der Franz-Claudius-Schule und der Schule am Burgfeld sind nahezu gleichbleibend. Einzig im Jahr 2016 ist der Stromverbrauch der Theodor-Storm-Schule um knapp 14 % höher, als im Durchschnitt der vorhergehenden Jahre. Dem Hallenbad kommt hierbei eine besondere Rolle zu, da die Wärmeversorgung 2015 / 2016 von Fernwärme auf die eigene Versorgung mittels Erdgas-BHKW und Gaskessel umgestellt wurde. Dementsprechend beinhalten die Gasverbräuche 2015 und 2016 bereits die Verbräuche durch die KWK-Anlage.

Daraus ergeben sich für die CO₂ Emissionen für die Liegenschaften:

Tabelle 117: CO₂-Emissionen der betrachteten Liegenschaften

Gas / Wärme	2014	2015	2016
	kg CO ₂		
Theodor-Storm-Schule	15.942	16.400	17.298
Franz-Claudius-Schule	57.386	62.081	61.481
Schule am Burgfeld	100.979	107.511	107.590
Familienbildungszentrum	45.640	59.125	61.033
Probsteialtenheim	122.222	128.273	132.426
Hallenbad	k.A	178.799	323.671

7 Potenzialanalyse Energieversorgung

7.1 Abwärme aus dem Gewerbegebiet

Das angrenzende Gewerbegebiet nördlich des Projektgebiets sowie das Gewerbegebiet im Osten wurden auf potenzielle Abwärmepotenziale untersucht. *Eine Liste der betrachteten Unternehmen befindet sich im Anhang.*

Es handelt sich überwiegend um Handel ohne Produktion oder Kühlbedarf sowie Handwerk, sodass keine Abwärmepotenziale identifiziert werden konnten.

7.2 Potenziale für Freiflächen-Solarthermie

Aufgrund der aktuellen Abnehmerstruktur im Gebiet (kleinteilige Einzel- und Reihenhausbauung, Schulen, neue Wärmeversorgung Hallenbad) kann derzeit nicht von einem großen sommerlichen Wärmebedarf im Projektgebiet ausgegangen werden, sodass die Option Freiflächensolarthermieanlagen zur Wärmeversorgung zu nutzen, eher theoretischer Art ist. Nichtsdestotrotz sollen im Folgenden, die ermittelten Potenzialflächen aufgezeigt werden.

Hierfür wurde eine Luftbildanalyse durchgeführt und die in Abbildung 113 gekennzeichneten Flächen identifiziert.

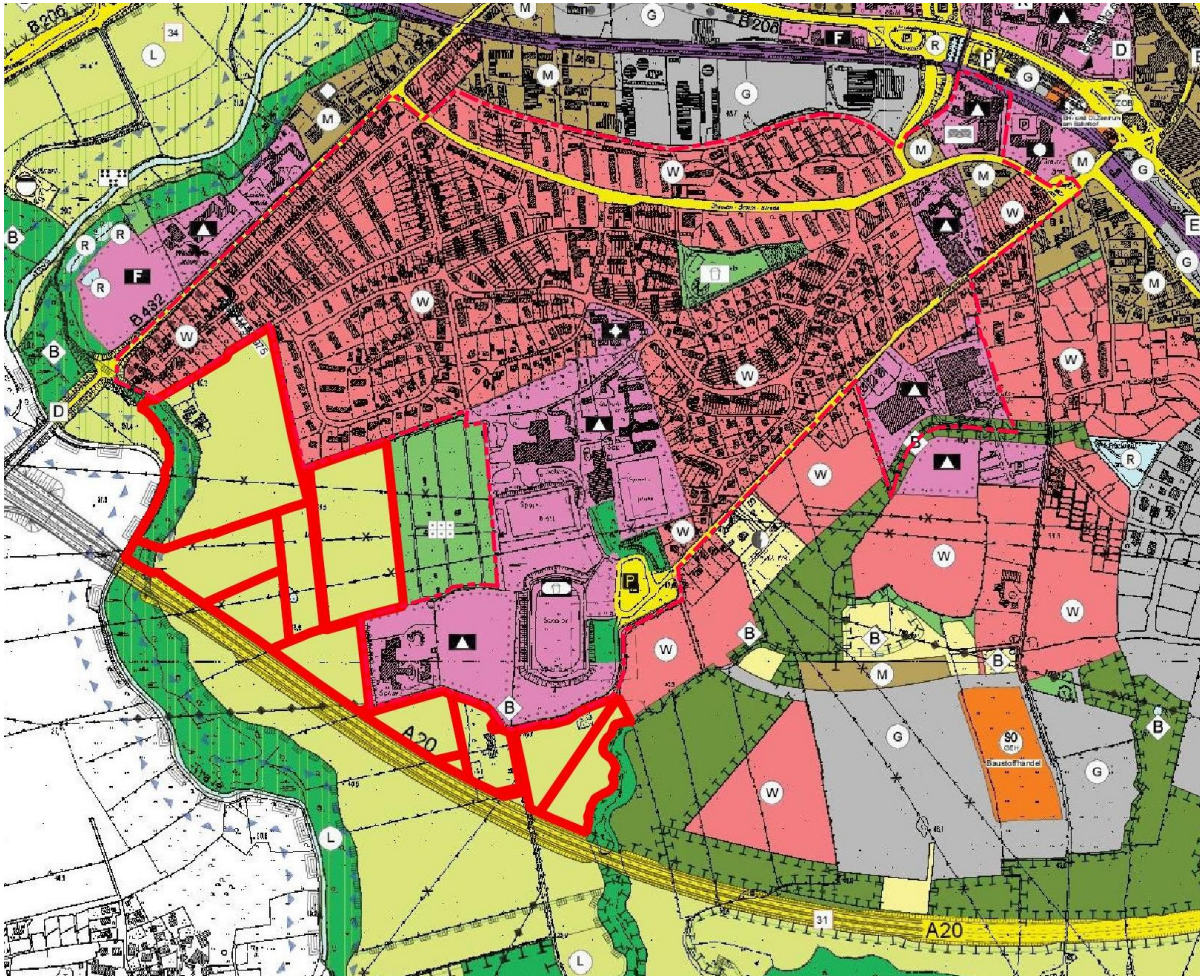


Abbildung 113: Potenzielle Flächen für Freiflächen-Solarthermie aus der Luftbildanalyse (Quelle: FNP www.bad-segeberg.de)

Die Sichtung weiterer Unterlagen, wie des Flächennutzungsplans, der Bebauungspläne (insbesondere 79 Gewerbegebiet Burgfelde) sowie der Planungen zur A21 ergab deutliche Einschränkungen, sodass für größere Solarthermieranlagen höchstens die überwiegend in Privatbesitz befindlichen landwirtschaftlichen Flächen im Westen für eine derartige Nutzung in Frage kommen.

7.3 Potenziale für Geothermie

Laut dem Landwirtschafts- und Umweltatlas, Schleswig-Holstein ist nahezu das gesamte Projektgebiet für die Wärmeengewinnung durch Erdkollektoren gut geeignet. Mittels 100 m tiefen Erdsonden ließe sich je Sonde eine Leistung von ca. 4 kW erzielen (Abbildung 115).

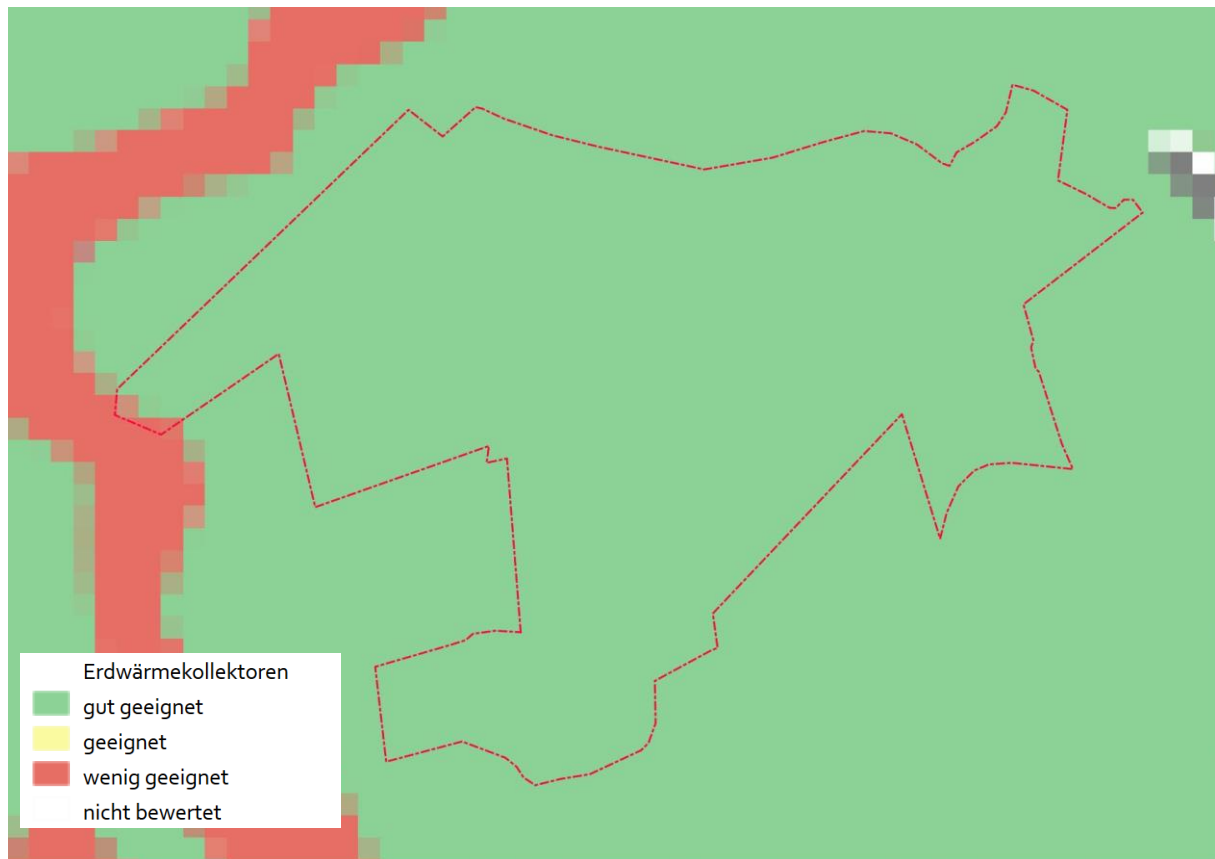


Abbildung 114: Umweltwärmepotenziale durch Erdkollektoren (Quelle: www.umweltdaten.landsh.de/atlas/)

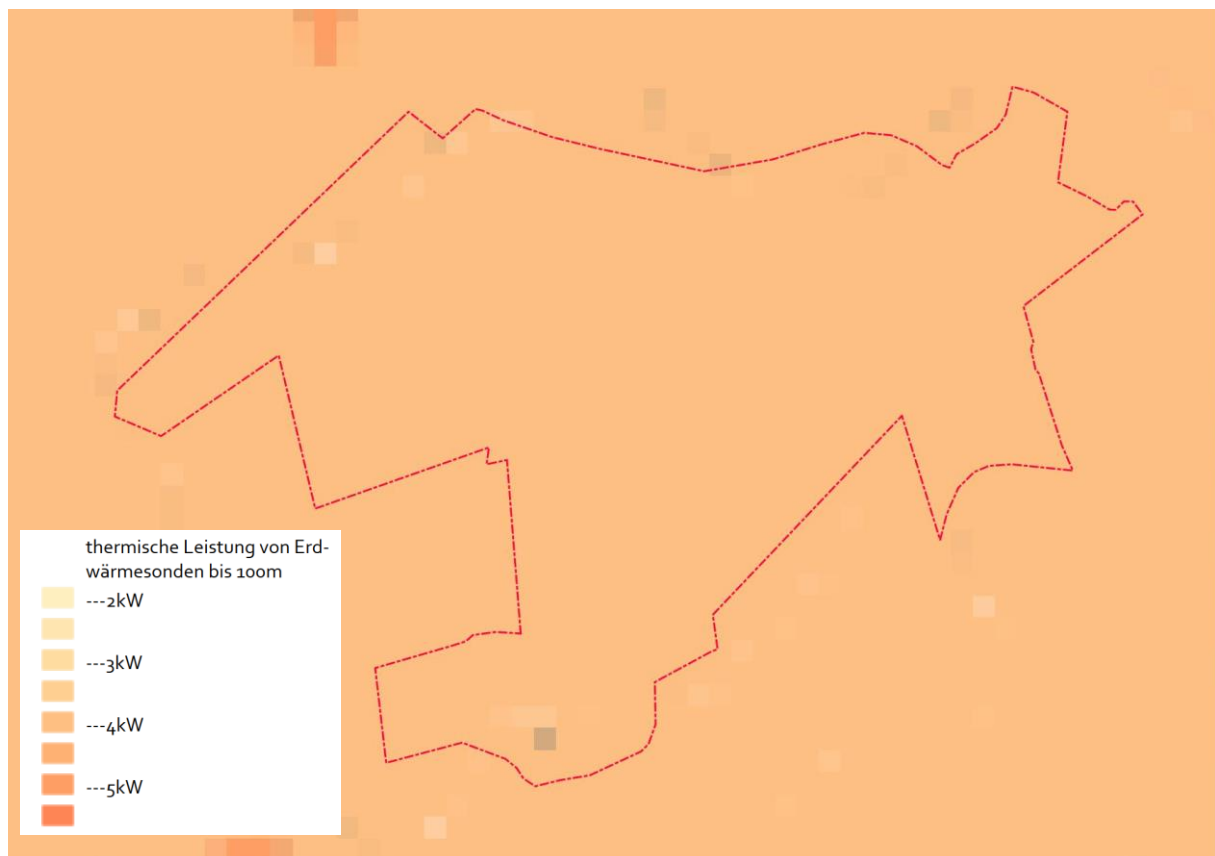


Abbildung 115: Umweltwärmepotenziale durch Erdsonden (Quelle: www.umweltdaten.landsh.de/atlas/)

7.4 Potenziale aus Abwasser / Klärwerk

Südlich des Projektgebiets befindet sich am Ende der Burgfeldstraße das zentrale Klärwerk der Stadt Bad Segeberg. Generell ist die Nutzung von Abwasserwärme für die Wärmeversorgung möglich, sofern der Transport- und Reinigungsprozess dadurch nicht beeinträchtigt wird. Für die wirtschaftliche Nutzung können die folgenden Rahmenbedingungen als Orientierung dienen:

- Temperaturniveau Heizsystem: 35 - 55 °C
- Abfluss: 10 l/s
- Kanaldurchmesser: ab DN 400
- Sohlgefälle: ab 1 ‰
- Abwassertemperatur: min. 8 °C

Erste Anfragen beim Betreiber des Klärwerks stießen auf keine positive Resonanz. Aufgrund dessen und insbesondere wegen der benötigten niedrigen Temperaturen des Heizsystems von unter 55 °C wurde eine weitere detaillierte Ermittlung der Potenziale nicht weiterverfolgt.

Die Nutzung der Abwasserwärme könnte ggf. für die entstehenden Neubauten und das Gewerbegebiet westlich des Projektgebiets geprüft werden. Die derzeit einzigen potenziellen Neubauten im Projektgebiet, die mit geringen Vorlauftemperaturen versorgt werden könnten, könnten auf dem Gebiet der jetzigen ERP-Siedlung entstehen und wären dann ca. 1,5 km vom Klärwerk entfernt, sodass die Wärmedichte in einer entsprechenden Anbindeleitung wahrscheinlich zu gering für einen wirtschaftlichen Betrieb wäre. Hierfür sollten eher die Flächen auf dem Baugebiet sowie die südwestlich gelegenen landwirtschaftlichen Flächen für Geothermie oder Solarthermie geprüft werden.



Abbildung 116: Standort des Klärwerkes (Luftbild © GeoBasis-DE/LVermGeo SH / www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)

7.5 Solarpotenziale der Dachflächen

Die Dachflächen im Projektgebiet können einen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung liefern. Photovoltaik (PV)-Module wandeln Sonneneinstrahlung in elektrischen Strom. Sowohl eine Nutzung des Stroms für den Eigenbedarf als auch eine Einspeisung ins öffentliche Netz mit EEG-Vergütung oder eine Direktvermarktung vor Ort sind möglich.

Eine Alternative zu einer PV-Nutzung der Dachflächen besteht in der Möglichkeit, die Dachflächen zur Wärmeversorgung durch Solarthermie zu verwenden. Auch eine Kombination von PV- und Solarthermienutzung auf der gleichen Dachfläche oder durch Hybridmodule ist denkbar. Zur Ermittlung der Solarpotenziale werden ausgewählte Dachflächen kategorisiert und mit Faktoren verrechnet, die Verschattungen, technischen Aufbauten oder Dachterrassen Rechnung tragen. Unterteilt wird zum einen in Flach- und Schrägdächer, aber auch in die Kategorien „sehr gut geeignet“, „gut geeignet“, „Dachaufbauten“, „verschattet“ und „ungeeignet“. Die Kategorisierung erfolgt auf Grundlage von Luftbildern und Kriterien wie Verschattung durch Bäume oder weitere Gebäude und Vorhandensein von Dachaufbauten oder bereits installierten Solaranlagen. Für Schrägdächer ist auch die Gebäudeausrichtung von großer Relevanz.

Durch Faktoren wird die Dachfläche der Gebäude in eine für energetische Anwendungen nutzbare Solarfläche umgerechnet. Sehr gut und gut geeignete Dachflächen haben hierbei den höchsten Faktor von 0,8 bzw. 0,6. Dachflächen der Kategorien „verschattet“ und „Dachaufbauten“ werden als zu 20 % für solare Anwendungen nutzbar betrachtet. Für Schrägdächer werden diese Faktoren nochmals halbiert, da nur eine der Dachseiten genutzt werden kann. Außerdem werden die Dachflächen für Schrägdächer noch mit einem Faktor von 1,41 verrechnet, der berücksichtigt, dass die Dachflächen von Schrägdächern größer sind als die Grundfläche.

Für Photovoltaik wird als installierbare Leistung bezogen auf die nutzbare Solarfläche von 50 Wp/m² bei Flachdächern und 150 Wp/m² bei Schrägdächern ausgegangen. Die Annahme für Schrägdächer basiert dabei auf der Möglichkeit, diese flächendeckend mit Modulen belegen zu können, während dies bei Flachdächern durch die Schrägaufstellung und durch notwendige Wartungsgänge nicht möglich ist. Der spezifische Ertrag von PV-Modulen beläuft sich für Bad Segeberg auf etwa 900 kWh/kWp. Für Solarthermieranlagen wird ein jährlicher Wärmeertrag von 350 kWh je Quadratmeter Kollektorfläche angenommen, wobei die Kollektorfläche einem Drittel der Solarfläche entspricht.

Die Potenzialbetrachtung fokussiert sich hauptsächlich auf Liegenschaften des Schulverbandes Bad Segeberg, was zum einen darin begründet ist, dass die zahlreichen Schulen im Projektgebiet eine größere Menge sehr gut geeigneter Dachflächen aufweisen, und zum anderen auch darauf zurückzuführen ist, dass kommunale Liegenschaften einen vergleichsweise unproblematischen Realisierungsprozess ermöglichen, der nicht von der Zustimmung zahlreicher Einzeleigentümer abhängt. Darüber hinaus wurden verschiedene Wohngebäude in die Potenzialanalyse mit aufgenommen, die nach der Luftbildanalyse für Solaranlagen geeignete Dächer aufweisen. Die Liegenschaften des Schulverbandes Bad Segeberg umfassen unter anderem die Schule am Burgfeld, die Franz-Claudius-Grundschule und die Theodor-Storm-Schule, die den Kreis Bad Segeberg die Trave-Schule sowie die Kreissporthalle und das Berufsbildungszentrum. Die weiteren betrachteten Liegenschaften umfassen unter anderem Reihenhäuser oder Mehrfamilienhäuser in der Theodor-Storm-Straße, der Ostlandstraße im Gustav-Frenssen-Weg oder Fehrsweg sowie einzelne Doppelhäuser im Fehrsweg. Unter den beschriebenen Annahmen ergeben sich die in Tabelle 118 angegebenen Solarpotenziale.

Das PV-Potenziale beläuft sich auf etwa 2,7 GWh Strom bei einer installierbaren Leistung von etwa 3 MW. Der Großteil des Potenzials entfällt hierbei auf sehr gut geeignete Flächen. Der Anteil der kommunalen Liegenschaften am Solarpotenzial beträgt etwa 60 %. Alternativ zur PV-Erzeugung könnten auch rund 3,5 GWh Wärme durch Aufdach-Solarthermieranlagen bereitgestellt werden.

Tabelle 118: Solarpotenziale im Projektgebiet

	Dachfläche [m ²]	Solarfläche [m ²]	Installierbare Leistung [kWp]	Ertrag PV [kWh]	Alternativ Ertrag Solarthermie [kWh]
Sehr gut geeignet	37.003	24.896	2.381	2.142.847	2.904.568
Gut geeignet	8.790	3.834	539	485.471	447.266
Dachaufbauten	4.853	805	80	72.218	93.907
Verschattet	2.010	363	28	24.799-	42.365
Summe	52.656	29.898	3.028	2.700.536	3.488.106

Eine Planübersicht der Potenzialflächen befindet sich im Anhang.

7.5.1 Photovoltaik auf den geeigneten Dachflächen

Aus der Potenzialanalyse der solaren Dachnutzung ergaben sich die größten Potenziale auf den Dächern der kommunalen Gebäude. Die Schulen und das Hallenbad sind aufgrund ihres Nutzungsprofils sehr gut für die Eigenstromnutzung aus PV-Anlagen geeignet. Für Schulen liegt in der Regel die wirtschaftlich optimale Größe bei etwa 10-20 % des Strombedarfs bei Eigenverbrauchsquoten von 50-80 %. Entsprechend kann für die Schulen eine wirtschaftliche Belegung mit PV-Modulen wie in Tabelle 119 dargestellt angenommen werden. Ähnliches gilt auch für die Seniorenwohnanlage, wobei für dieses sowie die Franz-Claudius-Schule und die Schule am Burgfeld detailliertere Berechnungen in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung in Kapitel 9 erfolgen.

Tabelle 119: Abschätzung der Größe und erwartete Erträge der PV-Anlagen auf den kommunalen Gebäuden und den kirchlichen Einrichtungen

	Stromverbrauch [MWh/a]	Leistung PV [kWp]	Jahresertrag [MWh]
Theodor-Storm-Schule	39	8,8	7,8
Schule am Burgfeld	321	71,4	64,3
Franz-Claudius-Schule			
Familien-Bildungsstätte	8	2,0	1,8
Probsteialtenheim	231	51,4	46,2
Traveschule	82	18,2	16,4
BBZ Segeberg, Haus A	170	37,7	33,9
BBZ Segeberg, Haus B	646	143,5	129,2
Hallenbad	48	10,7	9,7
Gesamt	1.542	343,7	309,3

Im Wohnungsbau kann aufgrund der Saisonalität und Tageslastgänge davon ausgegangen werden, dass maximal etwa ein Drittel der Stromproduktion für den Eigenverbrauch genutzt werden können. Entsprechend werden die Anlagen auf Basis des individuellen Stromverbrauchs der Liegenschaften dimensioniert, welcher neben der Gebäudegröße insbesondere auch von der Nutzung abhängig ist. Daher kann hier nur eine sehr grobe Abschätzung erfolgen, welche annimmt, dass etwa 30 % der geeigneten Dachfläche für die Stromproduktion genutzt werden. Im Fall einer (teil-)gewerblichen Nutzung liegt dieser Anteil meist höher. Für das Gebäude in der Theodor-Storm Str. 15 kann beispielsweise angenommen werden, dass die gesamte Potenzialfläche genutzt wird.

Bei einer vollständigen Bestückung der sehr gut geeigneten, privaten Dachflächen ist damit von einer Leistung von ca. 275 kW und einem Jahresertrag von ca. 238 MWh/a zu rechnen. Diese verteilen sich auf ca. 86 Gebäude. Zusammen mit den kommunalen und kirchlichen Liegenschaften und den als gut geeignet eingestuften Dachflächen sind könnten in der Südstadt über 100 Dächer mit PV-Anlagen bestückt werden.

Eine detaillierte Übersicht der Potenzialflächen befindet sich im Anhang.

Die Kosten für die PV-Anlage sind abhängig von der Größe der Anlage, der Dachart und Modell der verwendeten Module und betragen zwischen ca. 2,00 € je kWp für kleine Anlagen und ca. 1,50 € / kWp für die großen Anlagen in Tabelle 142. Für größere Anlagen können die Kosten geringer ausfallen. Im Allgemeinen amortisieren sich die Anlagen nach ca. 10 Jahren. Hierbei spielen die Dachausrichtung und -neigung, Verschattung und insbesondere Eigenstromnutzung eine entscheidende Rolle, sodass für jedes Gebäude eine individuelle Betrachtung erfolgen muss.

7.5.2 Eigenstromnutzung

Mit den aktuellen Förderbedingungen für Kraftwärmekopplung nach Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) und für Photovoltaik nach EEG, ist die Eigenstromnutzung ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit.

Durch die Nutzung von Eigenstrom kann Strombezug aus dem Netz vermieden werden, wodurch die entsprechenden Stromkosten eingespart werden können und sich die Gesamtenergiekosten verringern. Es kann jeweils nur der Strom in der Liegenschaft, in dem sich die stromproduzierende Anlage befindet, substituiert werden. Hierbei können auch mehrere Gebäude versorgt werden, sofern sie über einen einzigen Hauptzähler verbunden sind.

Das aktuelle KWKG sieht unterschiedliche Vergütungssätze und -dauern für BHKW bis 50 kW und größere BHKW vor. Die Förderdauer beträgt bis zu einer elektrischen Leistung von 50 kW 60.000

Vollbenutzungsstunden. Diese ist bei Anlagen über 50 kW auf 30.000 Vollbenutzungsstunden begrenzt. Zudem wird die Eigenstromnutzung bei KWK-Anlagen mit bis zu 50 kW_{el} mit 4 ct/kWh und bei Anlagen größer 50 kW_{el} bis zu 100 kW_{el} mit 3 ct/kWh vergütet. Die Beschränkung der Leistung kann daher wirtschaftlich interessant sein. Zudem können die kleineren BHKW in verschiedenen Gebäuden oder Liegenschaften stehen, wodurch mehr Gebäude mit Eigenstrom beliefert werden können.

Die nach EEG geförderten PV-Anlagen bekommen für den als Eigenstrom genutzten keine zusätzliche Vergütung.

Ebenso wie für den Eigenstrom aus KWK-Anlagen muss für den eigengenutzten Solarstrom 40% der EEG-Umlage in Höhe von aktuell 6,8 Cent je Kilowattstunde abgeführt werden.

Liegt der Bezugsstrompreis höher, als die Gestehungskosten aus der jeweiligen Anlage und der EEG-Umlage, können durch eine Verringerung des Netzbezugs z.T. deutliche Einsparungen erzielt werden.

Gemäß § 5 Nr. 12 EEG liegt eine Eigenversorgung vor, wenn

- eine natürliche oder juristische Person Strom
- in unmittelbarem räumlichem Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage
- selbst verbraucht hat,
- der Strom nicht durch ein Netz durchgeleitet wird und
- dieselbe Person (Personenidentität) die Stromerzeugungsanlage betreibt.

Dementsprechend kann bei einer Contracting-Lösung dieses Eigenstromprivileg nicht geltend gemacht werden, wodurch der Kostenvorteil deutlich verringert wird. *

7.5.3 Mieterstrom

Beim Mieterstrommodell mit Photovoltaikanlagen wird der erzeugte Strom im jeweiligen Gebäude an Dritte als Endverbraucher geliefert. Wie bei der Eigenstromversorgung wird der erzeugte Strom primär im Gebäude genutzt, allerdings ist der Anlagenbetreiber nicht gleichzeitig der Endverbraucher. Dieses Betreibermodell wird z.B. in der Wohnungswirtschaft bei Mehrfamilienhäusern und Wohnungseigentümergeinschaften oder auch bei Gewerbebetrieben angewendet. Vorteil dieses Betreibermodells ist, wie bei der Eigenversorgung, dass keine Netzentgelte und keine netzgebundenen Umlagen anfallen. Auch hier wird nur der Strom EEG-vergütet, der eingespeist wird.

Außerdem wird ein Zusatzerlös durch Mieterstromzuschlag generiert. Diese Förderung besteht seit Juli 2017 und beträgt in Abhängigkeit von der Anlagengröße zwischen 2,11 ct/kWh und 3,75 ct/kWh (Stand 01.12.17).

Voraussetzung für die Anwendung des Mieterstrommodells ist, dass das Wohngebäude mindestens zu 40 % der Fläche zu Wohnzwecken genutzt wird. Dabei ist eine Stromlieferung sowohl an Wohnungsmieter als auch an Wohnungseigentümer oder Gewerbebetriebe möglich. Um den Mietern die freie Wahl des Stromanbieters zu ermöglichen, müssen Wohnmietvertrag und Mieterstromvertrag, welcher die Vollbelieferung mit Strom beinhaltet, getrennt voneinander abgeschlossen werden. Eine weitere Anforderung für das Mieterstrommodell ist, dass die Vertragslaufzeit von Mieterstromverträgen nicht länger als ein Jahr betragen soll. Weiterhin beträgt der Mieterstrompreis maximal 90 % des in dem jeweiligen Netzgebiet geltenden Grundversorgungstarifs. Damit beträgt die Senkung der Stromkosten im Mieterstrommodell mindestens 10 % im Vergleich zum Grundversorgungstarif.

Im Mieterstrommodell können unterschiedliche Akteure unterschiedliche Rollen und Aufgaben übernehmen. Zu den Akteuren zählen u.a. Immobilienunternehmen und Dienstleister. Zu den Hauptaufgaben zählen die Bereitstellung des Gebäudedachs, die Stromerzeugung und die Stromlieferung. Grob vereinfacht kann zwischen folgende Hauptformen unterschieden werden:

- Der Gebäudeeigentümer stellt das Gebäudedach zur Verfügung und der Mieterstromanbieter ist Eigentümer, Errichter und Betreiber der Photovoltaikanlage.
- Der Gebäudeeigentümer errichtet die PV-Anlage selbst und ist Eigentümer der Photovoltaikanlage und der Mieterstromanbieter pachtet die Photovoltaikanlage und betreibt sie und vermarktet den Strom an die Mieter.

Abhängig von der Form des Mieterstrommodells entstehen Chancen und Risiken für Immobilienunternehmen. Durch die Installation einer Photovoltaikanlage ergibt sich eine Wertsteigerung der Immobilie und eine Modernisierung der Haustechnik bei Bestandsgebäuden. Die regenerative Stromerzeugung ermöglicht eine Reduktion der Stromkosten sowie der Nebenkosten für die Mieter und kann zu einer besseren Mieterbindung führen. Durch Verpachtung der Dachflächen werden ggf. Zusatzerlöse für das Immobilienunternehmen generiert.

Die mit dem Mieterstrommodell verbundenen Risiken entstehen durch Haftungsfragestellungen, lange Vertragslaufzeiten der Dachflächenpacht und ggf. durch den Verwaltungs- und Koordinationsaufwand bzgl. der Zugänglichkeit der Photovoltaikanlage.

Zur Ermittlung von Voraussetzungen und Randbedingungen bei Bestandsgebäuden seitens der Mieterstromanbieter wurde eine Marktumfrage durchgeführt. Dabei wurden mehrere Mieterstrommodellanbieter befragt, ob es eine Mindestanzahl von Wohneinheiten vorhanden sein muss, um Mieterstromprojekte bei Bestandsgebäude auszuführen.

Folgende Mieterstromanbieter wurden angefragt:

- Buzzn GmbH
- Urbana Energiedienste GmbH
- Polarstern GmbH
- EnergieNetz Hamburg eG
- Naturstrom AG (& Grünstromwerk Vertriebs GmbH)
- Hamburg Energie GmbH
- Entega Energie GmbH
- Stadtwerke Kiel AG

Ergebnis dieser Marktumfrage ist, dass die Mindestanzahl an Wohneinheiten (WE) bei einzelnen Mieterstromprojekten zwischen 20 und 25 WE beträgt. Wenn mehrere Projekte mit einem Eigentümer bzw. einer Wohnungsbaugesellschaft durchgeführt werden, liegt die Mindestanzahl bei 8 bis 12 WE.

Entsprechende Konstellationen ergeben sich hierbei bei den Mehrfamilienhäusern der Wohnungsbauunternehmen in der Theodor-Storm-Straße und in dem Gustav-Frenssen-Weg. Inwieweit das von den Dachflächen gut geeignete Mehrfamilienhaus in der Theodor-Storm-Straße 38-42 die Bedingungen erfüllt, müsste im Detail überprüft werden.

Im Zuge der Marktumfrage wurde ein Angebot eines Mieterstromanbieters erhalten, der die Errichtung der PV-Anlage einschließlich Finanzierung, Bau und Betrieb, sowie den Vertrieb bzw. die Kundengewinnung im Mietobjekt übernehmen würde. Der beispielhafte Mieterstrompreis lag bei 26,25 ct/kWh brutto für den Arbeitspreis mit einem monatlichen Grundpreis von 7,45 EUR/Monat brutto (inkl. Messstellenbetrieb).

8 Potenzialanalyse Wärmenetze

Das Quartier ist überwiegend geprägt von Ein- und Zweifamilienhäusern und Reihenhäusern, die sich über das gesamte Gebiet erstrecken. In diesen Gebieten ist die Wärmedichte entsprechend gering. Eine Versorgung über ein Wärmenetz ist in solchen Gebieten im Allgemeinen meistens unwirtschaftlich und der Vertrieb durch die vielen Einzeleigentümer langwierig und kompliziert. Der Anschluss dieser Gebäude liegt daher nicht im Fokus und ist nur bei Bedarf weiterzuverfolgen.

Potenzielle Wärmenetzgebiete und Liegenschaften befinden sich am nördlichen Rand des Projektgebiets, wo überwiegend Mehrfamilienhäuser vorhanden sind, sowie mittig und im Osten, wo die Liegenschaften des Schulverbandes und der Kirche liegen.

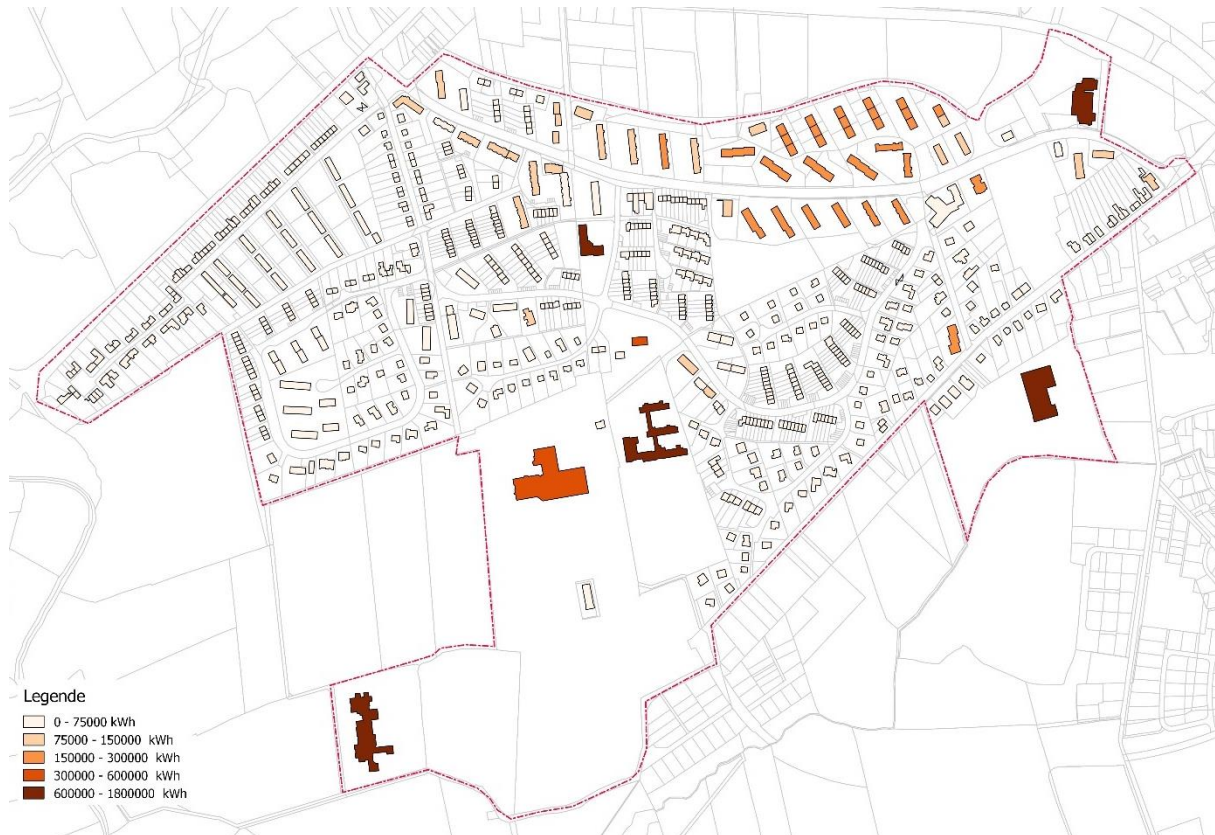


Abbildung 117: Wärmedichte im Projektgebiet

Die westlich gelegene Berufsschule, die Theodor-Storm-Schule sowie die westlichen Mehrfamilienhäuser nördlich der Theodor-Storm-Straße sind an ein bestehendes Nahwärmenetz mit einem Primärenergiefaktor von 0,0 angeschlossen, welches das Quartier von Süden und Osten her erschließt. Eine Versorgung über ein alternatives Wärmenetz kann daher derzeit nahezu ausgeschlossen werden.



Abbildung 118: Mit Fernwärme der Hansewerk Natur versorgte Liegenschaften

Das an der Theodor-Storm-Straße gelegene Schwimmbad hat 2015 eine neue Wärmeversorgung mit Kraft-Wärmekopplung erhalten und steht daher höchstwahrscheinlich kurz- bis mittelfristig nicht für den Anschluss an ein Wärmenetz zur Verfügung.

Laut HAWN sind noch Kapazitäten für einen Ausbau des WN vorhanden, sodass ein Anschluss der Mehrfamilienhäuser und Gewerbebauten nördlich und südlich der Theodor-Storm-Straße an das vorhandene WN favorisiert wird.

Dementsprechend beschränken sich die Liegenschaften für einen potenziellen Anschluss an ein neues Wärmenetz auf die Schule am Burgfeld, die Franz-Claudius-Schule, die Familienbildungsstätte und das Probstei-Altenheim sowie ggf. die angrenzenden Gebäude.

In einer Vor-Ort-Begehung und Luftbilddauswertung wurden mögliche Trassen für die gemeinsame Wärmeversorgung der Liegenschaften untersucht. Entsprechend kommen für die gemeinsame Versorgung der SaB und der FCS zwei Wärmenetzvarianten in Frage.

Trasse T1 nutzt die bestehende Leitung von Hansewerk Natur und verläuft neben bzw. unter dem asphaltierten Weg zwischen Schulgebäude und Sporthalle. Sie zweigt auf dem Grundstück der FCS nach Norden ab, um an dem westlichen Flügel vorbei die Heizzentrale anzuschließen, die sich im zweiten Querriegel von Norden befindet. Die Trasse wäre ca. 208 m lang und hauptsächlich unter Asphalt und Pflaster verlaufen. Optional kann die Turnhalle ausgehend von der Abzweigung nach Norden durch eine Trasse entlang der Gebäudekante angeschlossen werden (**Trasse 1TH**). Dies würde die Trasse auf um ca. 94 m auf 302 m verlängern. Der Wärmeabsatz über dieses Teilstück betrüge im unsanierten Bestand im Mittel knapp 1.000 kWh pro Jahr und Meter Trasse, was im Allgemeinen für einen wirtschaftlichen Betrieb ausreichen kann. Im sanierten Fall sinkt der Wärmeabsatz im Jahresdurchschnitt auf ca. 380 kWh / m was eine wirtschaftliche Nutzung zumindest in Frage stellt.

Trasse T1a würde östlich der Sporthalle zwischen Sportplatz und Basketballplatz entlang der Turnhalle verlaufen und von dort analog zu Variante 1 an der Westseite der FCS entlang die Heizzentrale erschließen. Da die Trasse ohnehin direkt an der Heizzentrale der Sporthalle vorbeiführt, kann die

Turnhalle mit ca. 5 bis 10 m zusätzlicher Trasse erschlossen werden. Insgesamt wäre die Trasse damit 335 m lang und würde überwiegend unter Rasenflächen sowie teilweise Pflaster und ca. 57 m Asphalt verlaufen.

Für die Familienbildungsstätte ergäben sich je nach gewählter Netzvariante SaB-FCS verschiedene Anschlussmöglichkeiten, die entweder entlang der asphaltierten Wege oder über das Gelände der FCS verlaufen (**Trassen T2, Z2a, T2b**).

Insgesamt befindet sich im Wärmenetzgebiet im Bereich der anvisierten Trassenverläufe ein großer Baumbestand. Die genaue Trassenführung muss daher im Zuge einer detaillierten Planung in Abstimmung mit den genehmigenden Behörden erfolgen.



Abbildung 119: Mögliche Strecke für die Wärmeleitung westlich der FCS



Abbildung 120: Mögliche Strecke Weg nördlich der FCS für die Wärmeleitung zum Anschluss der Familienbildungsstätte



Abbildung 121: Mögliche Strecke Weg nördlich der FCS für die Wärmeleitung zum Anschluss der Familienbildungsstätte



Abbildung 122: Wärmenetz T1

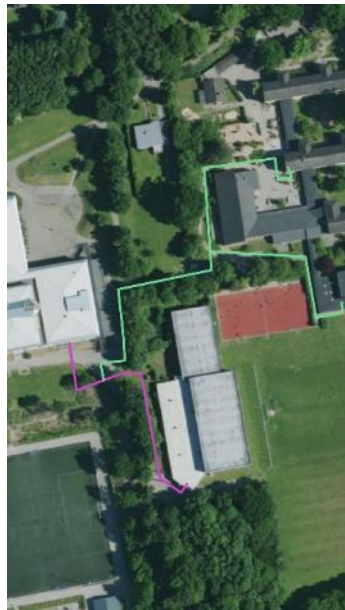


Abbildung 123: Wärmenetz T1TH



Abbildung 124: Wärmenetz T1a

Luftbilder © GeoBasis-DE/LVermGeo SH (www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)

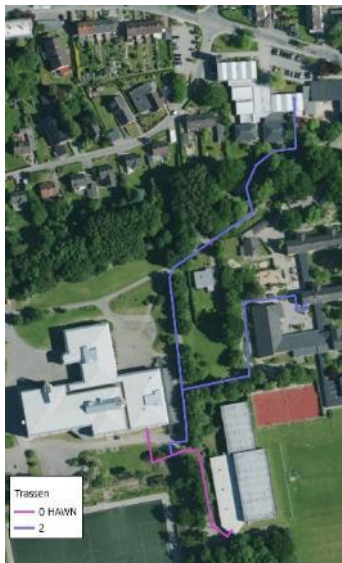


Abbildung 125: Wärmenetz T2

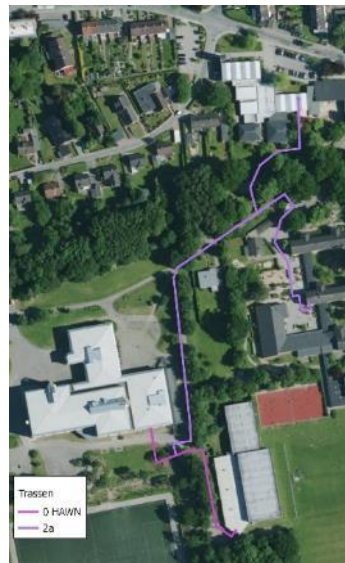


Abbildung 126: Wärmenetz T2a



Abbildung 127: Wärmenetz T2b

Luftbilder © GeoBasis-DE/LVermGeo SH (www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)

8.1 Kosten der Wärmenetzvarianten

Die Kosten für das Wärmenetz setzen sich überwiegend zusammen aus den Erdarbeiten, den Komponenten der Wärmeleitungen sowie der Oberflächenflächenwiederherstellung. Insbesondere die Oberflächenwiederherstellung von Asphaltflächen hat hierbei einen entscheidenden Einfluss auf die Investitionskosten. Dadurch können längere Trassen mit weniger Asphaltflächen günstiger sein, als kürzere Trassen mit großen Anteilen an Asphaltüberdeckung. Die kürzeste und günstigste Nahwärmeleitung ist der Verbund der Schulen SaB und FCS über die bestehende Leitung, wobei diese nicht in den Kosten für das Wärmenetz einberechnet ist, sondern in den Kosten bei der Übernahme der Heizungsanlage veranschlagt wird.

Für den Anschluss der Turnhalle der FCS an das Wärmenetz ist mit Mehrkosten von im Mittel etwa € 65.000 inklusive Wärmeübergabestation zu rechnen. Der Anschluss der bestehenden Heißluftheizung an die Fernwärme würde hierbei eine große Herausforderung darstellen, da hier auf Grund der Technik und des Alters zwei nahezu unvereinbare Systeme aufeinandertreffen. Im Zweifel wäre mit der kompletten Neuinstallation der Hallenheizung zu rechnen. Die Kosten hierfür können grob mit bis zu € 60.000 abgeschätzt werden, sodass sich für den Anschluss der Turnhalle Kosten von ca. € 125.000 ergäben. Insbesondere für den sanierten Fall, kann diese Variante wahrscheinlich aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen werden.

Tabelle 120: Investitionskostenschätzung für Wärmenetzvarianten

Variante	Bezeichnung	Länge	Investitionskosten
T1	HAWN SaB FCS Schule	208 m	180.000 €
T1TH	HAWN SaB FCS Schule + TH	302 m	240.000 €
T1a	SaB FCS Schule + TH komplett neu	335 m	230.000 €
T2	T1 + FB	455 m	350.000 €
T2a	HAWN +FB FCS von Norden	430 m	340.000 €
T2b	HAWN + FCS von Westen + FB	408 m	330.000 €

Mehrkosten			
Anschluss	Wärmenetz	Wärmeübergabestation	gesamt
TH	€ 60.000	€ 5.000	€ 65.000
FB	€ 160.000	€ 30.000	€ 190.000

9 Energieversorgungsvarianten

Wie die Gebäudeanalysen ergaben, ist eine Umstellung der Wärmeversorgung auf Vorlauftemperaturen auf unter 55°C durch Sanierung der Gebäude nicht durchführbar. Für die wirtschaftliche Nutzung von Umweltwärme auf einem Temperaturniveau bis 10 °C ist im Allgemeinen die Absenkung der Vorlauftemperaturen auf unter 55 °C erforderlich. Bei höheren Vorlauftemperaturen bei niedriger Quelltemperatur verschlechtern sich die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen deutlich, sodass hohe Stromanteile hohe Kosten und CO₂-Emissionen zur Folge haben. Die Nutzung von Wärmepumpen in Verbindung mit Umweltwärme wurde daher für die Versorgung ausgeschlossen.

Aufgrund der fehlenden Sanierungsmöglichkeiten, die die Wärmeversorgung der Liegenschaften mit Vorlauftemperaturen unter 55 °C erlauben würden, kommen für hierfür solche Systeme in Frage, die konventionelle Temperaturniveaus zwischen 70 und 90 °C zur Verfügung stellen können. Zusätzlich ist die Nutzung von Eigenstrom ein wirtschaftlich bedeutender Faktor, sodass diese in den Variantenvergleich in Form von KWK- und PV-Strom einbezogen wird.

Entsprechend werden zur Versorgung der Liegenschaften folgende Technologien verglichen:

- Gasbrennwertkessel
- Kraft-Wärme-Kopplung BHKW
- Biomassekessel
- Solarthermie
- Photovoltaik

Entsprechend der bevorzugten Gebäudesanierungsvarianten werden Varianten für den Bestand sowie die sanierten Gebäude miteinander verglichen.

Das aktuelle KWKG sieht unterschiedliche Vergütungssätze und -dauern für BHKW bis 50 kW und größere BHKW vor. Die Förderdauer beträgt bis zu einer elektrischen Leistung von 50 kW 60.000 Vollbenutzungsstunden. Diese ist bei Anlagen über 50 kW auf 30.000 Vollbenutzungsstunden begrenzt. Zudem wird die Eigenstromnutzung bei KWK-Anlagen mit bis zu 50 kW_{el} mit 4 ct/kWh und bei Anlagen größer 50 kW_{el} bis zu 100 kW_{el} mit 3 ct/kWh vergütet. Die Beschränkung der Leistung kann daher wirtschaftlich interessant sein. Zudem können die kleineren BHKW in verschiedenen Gebäuden stehen, wodurch mehr Gebäude mit Eigenstrom beliefert werden können.

Aus den Energieabrechnungen der letzten 3 Jahre ergeben sich die dargestellten Wärmeverbräuche der o.g. Liegenschaften.

Tabelle 121: Wärmeverbrauch der Liegenschaften Schule am Burgfeld, Franz-Claudius-Schule, Familienbildungsstätte, Probsteialtenheim (Durchschnitt aus den Jahren 2014-2016)

	Bestand		
	Summe	Heizen	WW*
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Franz-Claudius-Schule	336.788	300.788	36.000
FCS Schule und Mensa	243.660	224.599	19.061
FCS Turnhalle	93.128	76.189	16.939
Schule am Burgfeld	589.111	530.911	58.200
SaB Hauptgebäude	412.878	408.678	4.200
SaB Sporthalle	176.233	122.233	54.000
Familienbildungsstätte	287.382	278.581	8.801
FB Büroteil	196.268	196.268	0
FB Kindergarten	91.114	82.313	8.801
Probsteialtenheim	523.020	428.819	94.201

PA Büroteil	95.933	86.552	9.381
PA Wohnheimteil	427.087	342.267	84.820

*WW = Warmwasser

9.1 Standorte für KWK-Anlagen

Seniorenwohnanlagen haben im Allgemeinen auch im Sommer durch die Essensversorgung und den Trinkwarmwasserbedarf einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf. Aufgrund des vorhandenen Wärmebedarfs im Sommer wäre das Probsteialtenheim prinzipiell gut für den Anschluss an ein gemeinsames Wärmenetz geeignet, insbesondere da die beiden Schulen im Sommer einen sehr geringen Wärmebedarf aufweisen. Gleichzeitig fallen der Strombedarf und Wärmebedarf ganzjährig zusammen wohingegen insbesondere bei der Franz-Claudius-Schule von sehr geringen sommerlichen Strom- und Wärmeverbräuchen auszugehen ist.

Aufgrund der Vergütungsregelungen von Eigenstrom ist es sinnvoll, die Stromerzeugungsanlagen in den Liegenschaften des Verbrauchers zu installieren, umso in den Genuss von verringerten EEG-Umlagen und Eigenstromzuschlägen zu kommen. Entsprechend bietet sich die Installation eines BHKW beim Probsteialtenheim an.

Gleiches gilt für die Schulstandorte FCS und SaB. Durch die bereits bestehende gemeinsame Stromversorgung können die Liegenschaften zusammen als ein Stromabnehmer und damit Eigenstromabnehmer fungieren. Dadurch können hohe Eigenverbrauchsquoten erreicht werden, wodurch die Errichtung eines BHKW an diesen Schulstandorten für die Eigenversorgung mit Wärme und Strom wirtschaftlich sinnvoll sein kann.

Bei der Familienbildungsstätte ist bereits ein vergleichsweise kleines BHKW installiert. Größere Stromabnahme und Eigenstromnutzung ist dort derzeit nicht anzunehmen. Das BHKW und die gesamte Heizungsanlage ist abgängig und sollte in den nächsten Jahren erneuert werden. Die Wirtschaftlichkeit eines Ersatzes des BHKW ist aufgrund geänderter Förderbedingungen fragwürdig.

9.2 Photovoltaik

Die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen auf Schuldächern und Seniorenwohnanlagen für die Eigenstromversorgung ist grundsätzlich wirtschaftlich. Das Lastprofil passt sehr gut zu dem Erzeugungsprofil von Photovoltaik-Strom (sogar deutlich besser, als dies bei Privathaushalten der Fall ist). Praktische Beispiele und Berechnungen zeigen, dass 50-80 % des erzeugten Stroms (auch unter Berücksichtigung der Schulferien) selbst verbraucht werden können. Der übrige Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist und mit der aktuellen EEG-Einspeisevergütung honoriert. Je höher der Anteil des selbst genutzten Stroms, desto wirtschaftlicher ist der Betrieb.

Entsprechend werden auf den Schuldächern und dem Probsteialtenheim PV-Anlagen angenommen, die für einen hohen Eigenstromverbrauch dimensioniert werden.

Durch die gegenteilige Saisonalität der PV- und KWK-Stromerzeugung ergänzen sich beide Stromerzeugungskurven überwiegend, sodass sich die Installation von BHKW- und PV-Anlage nicht ausschließen.

9.3 Solarthermie

Die Auslegung von Solarthermieranlagen ohne Saisonspeicher richtet sich im Allgemeinen nach dem sommerlichem Wärmebedarf (überwiegend Warmwasser). Hierbei entspricht der höchste prognostizierte Ertrag im Sommer meist dem niedrigsten Wärmebedarf. Der Warmwasserbedarf besteht vor allem in den Turn- und Sporthallen, in denen die Nutzer nach dem Sport teilweise duschen. Der Warmwasserbedarf der Schulen ist sehr gering und in den letzten Jahren abnehmend, insbesondere durch fehlenden Schulbetrieb und Schließung der FCS-Turnhalle während der Sommerferien. Dachflächen für die solarthermische Nutzung auf den Hallen sind ausreichend vorhanden. Da die Sporthalle auch im Sommer durchgängig genutzt wird, könnte sich eine kleine

Solarthermieanlage zur Erwärmung des Duschwasser anbieten. Durch die Schließung der Turnhalle im Sommer ist eine Solarthermieanlage für die Turnhalle nicht zu empfehlen. Insgesamt muss geprüft werden, inwiefern sich der abnehmende Trend weiter fortsetzt oder ob die Nutzung der Solarwärme gewährleistet werden kann.

Der Warmwasserbedarf der Seniorenwohnanlage ist ganzjährig, auch im Sommer hoch, sodass für diese Liegenschaft die Nutzung von Solarwärme in Frage kommt.

9.4 Variantenvergleich

Aus den vorhergehenden Überlegungen ergeben sich entsprechende Energieversorgungsvarianten, die in dem Variantenvergleich untersucht werden.

Variante 0

Diese Variante stellt die aktuelle Wärmelieferung durch Hansewerk Natur dar. Für die CO₂-Bilanz wird ein Gesamtwirkungsgrad der Anlage von 90% angenommen.

Variante 1a

Die Franz-Claudius-Schule wird durch eine neu zu errichtende Wärmeleitung aus der Energiezentrale der Sporthalle der Schule am Burgfeld versorgt. In der Energiezentrale wird zusätzlich zu dem bestehenden Kessel ein BHKW errichtet, welches wärmegeführt betrieben wird. Der produzierte Strom wird soweit möglich selbst in den Liegenschaften verbraucht. Überschüssiger Strom wird in das Netz eingespeist. Eigenstrom und eingespeister Strom werden nach KWKG vergütet.

Variante 1b / S1b

Wie **Variante 1a**, zusätzlich wird eine PV-Anlage errichtet. Der produzierte Strom wird soweit möglich selbst verbraucht. Überschüssiger Strom wird in das Netz eingespeist und nach EEG vergütet.

Variante 1c / S1c

Zusätzlich zu Variante 1b wird auf der Sporthalle der Schule am Burgfeld eine Solarthermieanlage installiert, die Teile des sommerlichen Warmwasserbedarfs der Duschen der Sporthalle deckt.

Variante 1d / S1d

Anstatt eines BHKW wird ein Holzhackschnitzelkessel für die Versorgung des Netzes errichtet, der zusammen mit einem Gaskessel das Wärmenetz speist und die Schule am Burgfeld und die Franz-Claudius-Schule versorgt. Zusätzlich wird eine PV-Anlage installiert.

Die **Varianten 2b, 2c und 2d** entsprechen den Varianten 1b, 1c und 1d, wobei zusätzlich zu den Schulen die Familienbildungsstätte versorgt wird.

Für das Probsteialtenheim wird eine separate Versorgung betrachtet.

Die **Varianten 3a, 3b, 3c und 3d** entsprechen weitestgehend den Varianten 1a bis 1d allerdings erfolgt die Energieversorgung direkt im Probsteialtenheim. Es wird kein Wärmenetz gebaut.

Mit Ausnahme der Bestandsvariante 0 und der Variante 1a werden für alle untersuchten Varianten sowohl der Bestand als auch eine sanierte Version betrachtet. Die Varianten mit Sanierung zeichnen sich vor allem durch verringerten Energiebedarf aus und werden durch ein „S“ vor dem Variantennamen gekennzeichnet. Für die Variante 1a wird keine sanierte Version betrachtet, da die Analysen der unsanierten Varianten zeigen, dass eine zusätzliche PV-Anlage ökonomisch und ökologisch Sinn ergibt und daher lediglich für Variante 1b eine sanierte Version betrachtet wird.

Eine Übersicht über die Größen der in den Varianten verwendeten Komponenten gibt Tabelle 122.

Tabelle 122: Auslegung der Komponenten in den Varianten

Variante /Komponente	Saniert	Leistung el. BHKW [kW]	Leistung th. BHKW [kW]	VBH BHKW [h]	Leistung Gaskessel [kW]	Leistung HHS-Kessel [kW]	Leistung PV [kW]	Fläche Solarthermie [m²]	Größe Pufferspeicher [m³]	Länge WN [m]
0 (Variante 1)	Nein	-	-	-	500	-	-	-	-	-
1a	Nein	50	92	5.000	500	-	-	-	4	335
1b	Nein	50	92	5.000	500	-	30	-	4	335
1c	Nein	50	92	4.900	500	-	30	100	4	335
1d	Nein	-	-	-	500	150	30	-	3	335
2b	Nein	50	92	5.300	500	-	30	-	4	430
2c	Nein	50	92	5.800	500	-	30	100	4	430
2d	Nein	-	-	-	500	150	30	-	3	430
0 (Variante 3)	Nein	-	-	-	480	-	-	-	-	-
3a	Nein	33	68	5.100	480	-	-	-	4	-
3b	Nein	33	68	5.100	480	-	30	-	3	-
3c	Nein	22	47	5.100	480	-	30	100	4	-
3d	Nein	-	-	-	480	-	30	-	3	-
S1b	Ja	50	92	4.500	500	-	30	-	4	335
S1c	Ja	50	92	4.300	500	-	30	100	4	335
S1d	Ja	-	-	-	500	120	30	-	4	335
S2b	Ja	50	92	5.000	500	-	30	-	4	430
S2c	Ja	50	92	4.800	500	-	30	100	4	430
S2d	Ja	-	-	-	500	120	30	-	4	430
S3a	Ja	16	37	4.800	480	0	-	-	4	-
S3b	Ja	16	37	4.800	480	0	30	-	3	-
S3c	Ja	16	37	3.900	480	0	30	100	4	-
S3d	Ja	-	-	-	480	40	30	-	4	-

9.5 Energiebedarfe

Die für die Varianten zugrunde gelegten Wärme- und Strombedarfe, die sich an den entsprechenden Verbräuchen der Jahre 2014 bis 2016 orientieren, sind in Tabelle 123 dargestellt. Variante 2 weist aufgrund des Anschlusses der Familienbildungsstätte einen im Vergleich zu Variante 1 30 % höheren Wärmebedarf auf. Der Strombedarf hingegen bleibt trotz Anschluss der Familienbildungsstätte annähernd konstant. Die angenommenen Sanierungsmaßnahmen verringern den Wärmebedarf maßgeblich. In Variante 1 und 2 sinkt der Wärmebedarf durch Sanierung um jeweils ein Drittel. In Variante 3 sind deutlich größere Einsparungen zu erwarten, die den Wärmebedarf in etwa auf 40 % des unsanierten Niveaus reduzieren.

Tabelle 123: Strom- und Wärmebedarfe der Varianten

Variante	Wärmebedarf	Strombedarf
1	949.600 kWh	319.000 kWh
2	1.237.200 kWh	323.500 kWh
3	522.800 kWh	238.000 kWh
S1	615.100 kWh	319.000 kWh
S2	838.300 kWh	323.500 kWh
S3	210.800 kWh	238.000 kWh

9.6 Eigenstromquote

Die Eigenstromquote also der Anteil des erzeugten Stromes, der für den Eigenverbrauch verwendet wird, ist eine wesentliche Größe für die ökonomische und ökologische Analyse, da selbstverbraucher Strom und eingespeister bzw. bezogener Strom sich voneinander wesentlich in Kosten und Emissionen unterscheiden können. Eine hohe Eigenstromquote ist sowohl aus ökonomischer Sicht als auch für die CO₂-Bilanz des Projektgebietes wünschenswert. Tabelle 124 zeigt die Eigenstromquoten der untersuchten Varianten, diese basieren auf Simulationsergebnissen mit der Software Polysun. Beim Vergleich der Werte gilt es jedoch zu beachten, dass eine hohe Eigenstromquote noch keine Aussage darüber trifft, wie hoch die Eigenstromerzeugung ist. So weisen die Varianten d mit Holzhackschnitzelkessel und PV-Anlage hohe Eigenstromquoten auf. Aufgrund der Abwesenheit eines BHKW im Erzeugermix ist die Eigenstromerzeugung in diesen Varianten jedoch gering. Insgesamt weisen die sanierten Varianten höhere Eigenstromquoten auf als die entsprechenden unsanierten Varianten, was in den meisten Fällen durch höhere KWK-Anteile begründet ist.

Tabelle 124: Eigenstromquote der Varianten

Variante	Eigenstromquote
1a	42%
1b	43%
1c	38%
1d	61%
2b	40%
2c	36%
2d	61%
3a	54%
3b	53%
3c	60%
3d	76%
S1b	60%
S1c	37%
S1d	76%
S2b	42%
S2c	38%
S2d	76%
S3a	77%
S3b	74%
S3c	69%
S3d	76%

9.7 Kosten der Energieversorgung Variante 1 und 2 (Bestand)

In

Abbildung 128 ist die Verteilung der Wärmebereitstellung auf die verschiedenen Erzeugungstechnologien dargestellt. Die Variante 2 weist verglichen mit Variante 1 aufgrund des zusätzlichen Anschlusses der Familienbildungsstätte einen höheren Wärmebedarf auf. Der geringfügig niedrigere Wärmebedarf in Variante 0 ist auf die berücksichtigten Leitungsverluste im Wärmenetz zurückzuführen. Die sanierten Varianten mit BHKW weisen einen KWK-Anteil von etwa 40 % auf, die unsanierten Varianten kommen auf knapp 50 %. Die Solarthermieanlage in den Varianten 1c und 2c kann nur einen kleinen Teil der benötigten Wärme bereitstellen.

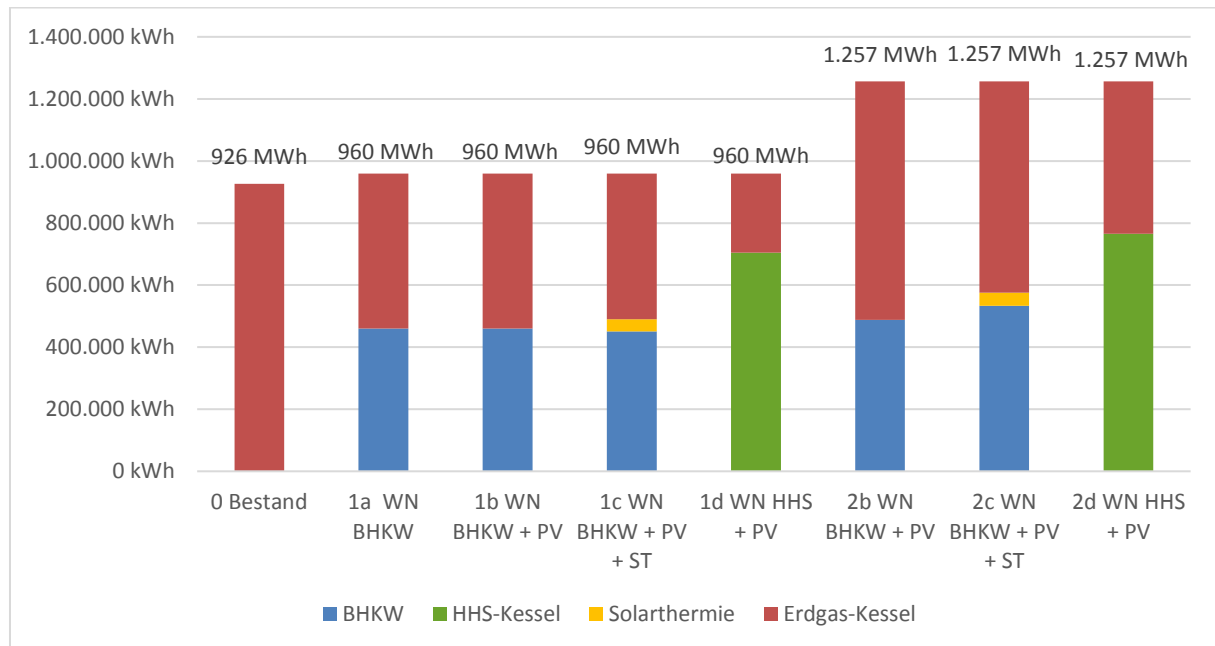


Abbildung 128: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 1 und 2 unsaniert)

In Abbildung 129 sind die Gesamtinvestitionskosten für die Varianten 1 a bis d und 2 a bis d dargestellt.

Für die gemeinsame Wärmeversorgung der FCS und der SaB werden zwischen rund 525.000 und 585.000 € veranschlagt. Die Investitionskosten erhöhen sich entsprechend bei zusätzlicher Errichtung der PV- und Solarthermieanlage. Die Investitionskosten für die Variante mit Holzhackschnitzel liegen in einem ähnlichen Bereich.

Wird die Familienbildungsstätte mit angeschlossen, erhöhen sich die Investitionskosten auf über 700.000 €, was vor allem auf die höheren Kosten für das Wärmenetz zurückzuführen ist.

Die Solarthermieanlagen werden derzeit über das KfW-Programm Erneuerbare Energien – Premium (271, 281) mit bis zu 30 % gefördert und machen in diesem Variantenvergleich die gesamte angerechnete Förderung aus. Aufgrund des geringen sommerlichen Wärmebedarfs fällt die Solarthermieanlage relativ klein aus. Die Investitionskosten von ca. € 28.000 machen einen Anteil von ca. 5 % der Gesamtsumme aus, von denen 30 % gefördert werden. Der Einfluss der Förderung auf die Gesamtenergiekosten ist entsprechend gering.

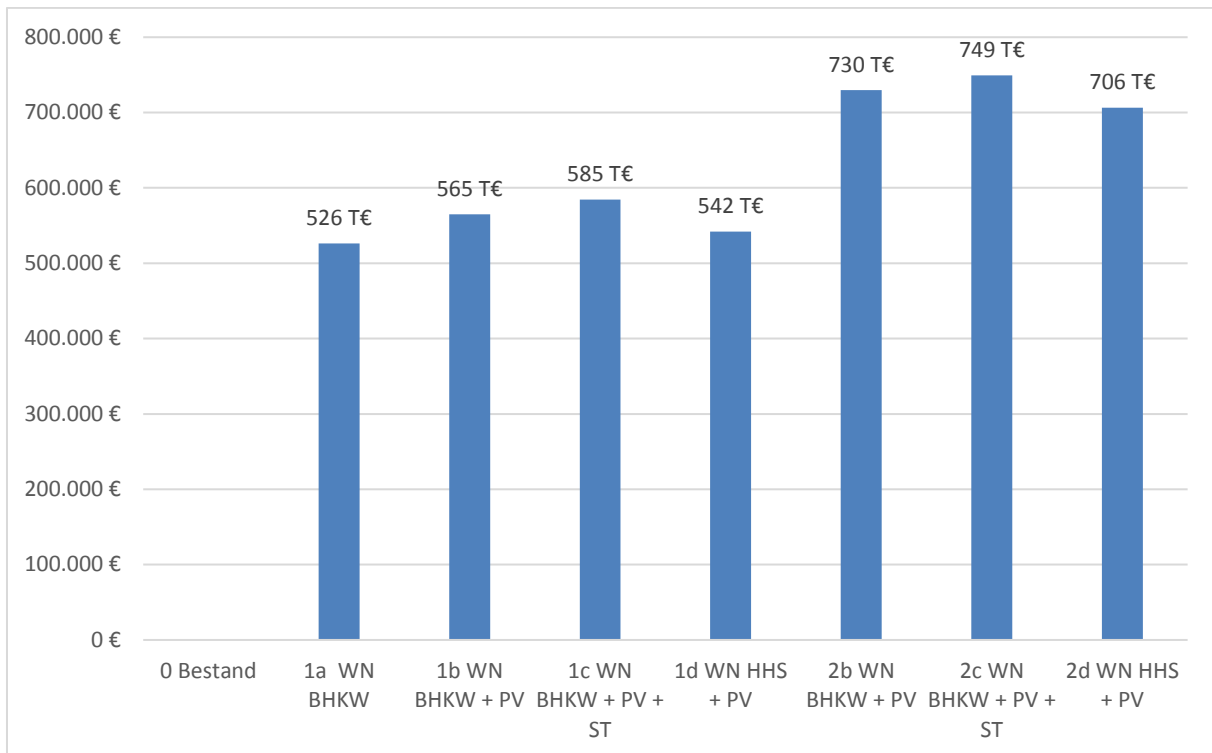


Abbildung 129: Investitionskosten (Bestandsvarianten 1 und 2)

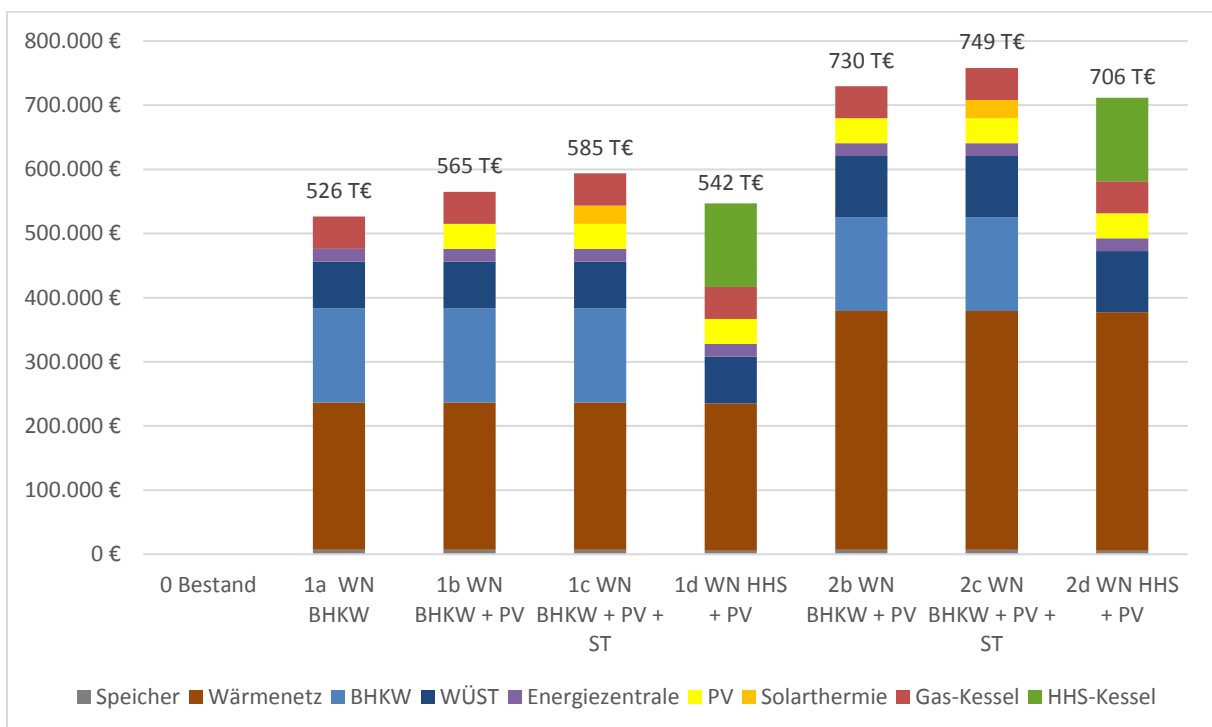


Abbildung 130: Aufteilung der Investitionskosten (Bestandsvarianten 1 und 2)

(WÜST: Wärmeübergabestation)

Die jährlichen Wärmekosten (Abbildung 131) bestehen aus Kapitalkosten, Kosten für Wartung, Instandhaltung, Brennstoff und Strom, abzüglich Gutschriften und Vergütungen (Abbildung 132).

Für die Berechnung der Kapitalkosten werden alle Investitionskosten nach der Annuitätenmethode in einen jährlichen Anteil umgerechnet, sodass die verschiedenen Lebensdauern (z.B. BHKW ca. 10 Jahre bis Wärmeleitung min. 40 Jahre) vergleichbar gemacht werden können und ggf. im Lebenszyklus der Gebäude notwendige Reinvestitionen schon berücksichtigt werden können.

Eine Übersicht der verwendeten Lebensdauern gibt Tabelle 125.

Tabelle 125: Lebensdauer der einzelnen Komponenten der Energieversorgung

Anlage	Jahre
BHKW	10
Wärmenetz	25
Wärmeübergabestationen (WÜST)	20
Photovoltaik	25
Solarthermie	25
Gaskessel	20
Speicher	20
Biomassekessel	15

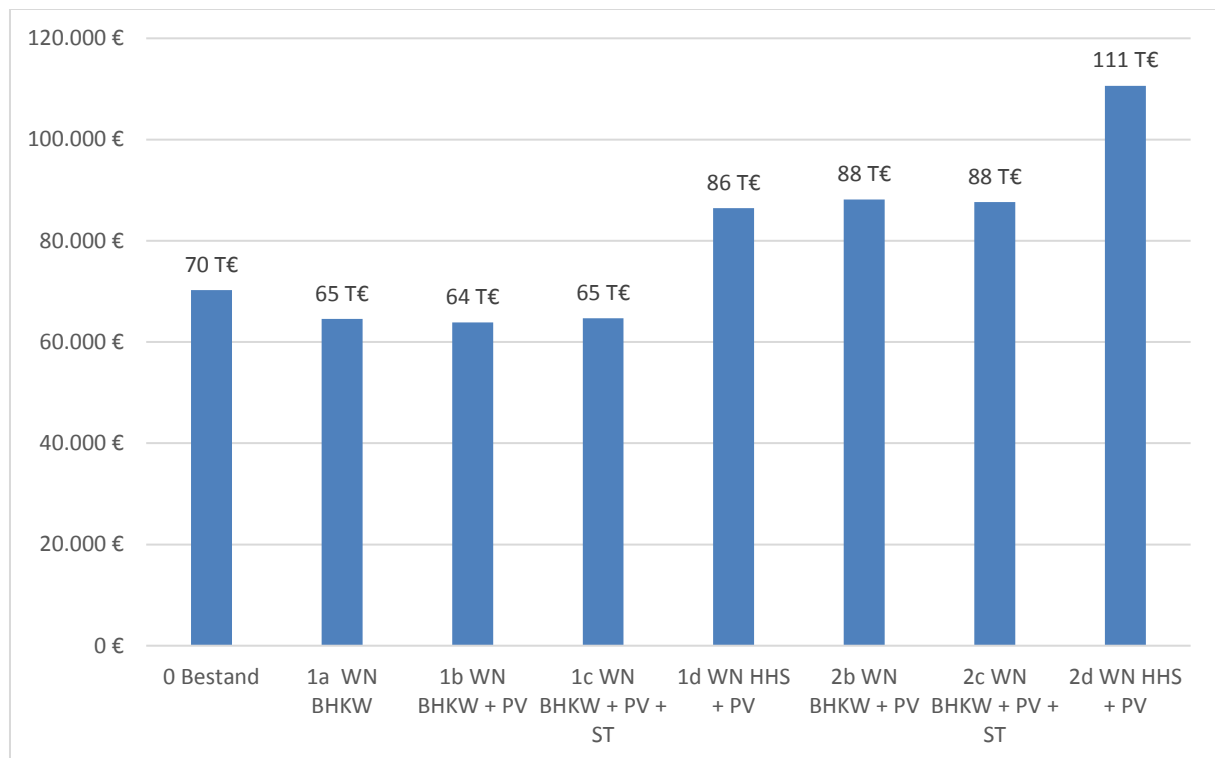


Abbildung 131: Jährliche Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten und Vergütungen (Bestandsvarianten)

Im Allgemeinen sind die Kosten für Wartung und Instandhaltung von BHKW und Holzhackschnitzelanlage vergleichsweise hoch. Entsprechend sind diese höher als bei einfachen Gasbrennwertkessel.

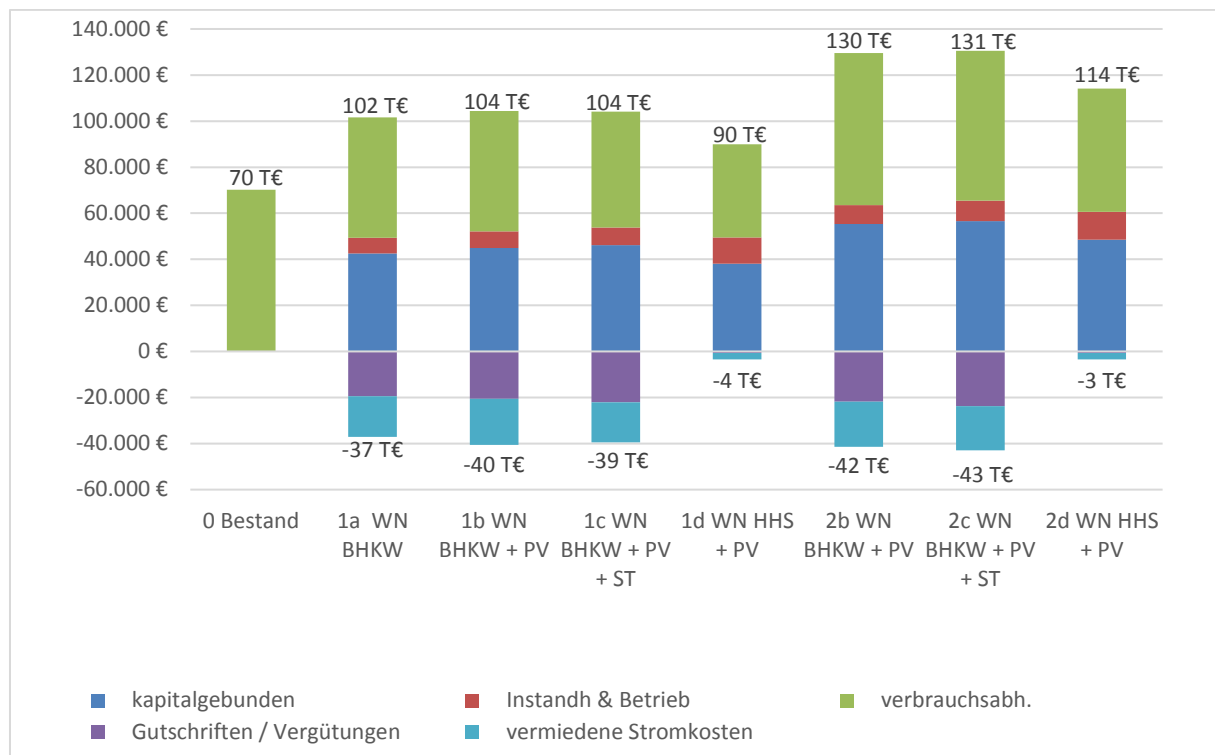


Abbildung 132: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Bestandsvarianten)

Da für die Wärmeversorgung überwiegend Erdgas zum Einsatz kommt, machen die Kosten dafür den größten Anteil der verbrauchsabhängigen Kosten aus. Diese sind bei den Varianten mit BHKW am höchsten, da neben Wärme zusätzlich Strom produziert wird. Die Verbrauchskosten für Holzhackschnitzel sind entsprechend etwas geringer. Gleichzeitig werden für eingespeisten und für selbst verbrauchten Strom (Eigenstrom) nach EEG und KWKG bestimmte Vergütungssätze je kWh Strom vergütet. Durch diese Vergütungen werden die höheren Kosten für PV-Anlage, BHKW und dessen Wartung z.T. kompensiert. Zusätzlich kann durch die Nutzung von Eigenstrom Strombezug aus dem Netz vermieden werden, wodurch die entsprechenden Stromkosten eingespart werden können und sich damit die Gesamtenergiekosten verringern.

Insgesamt zeigt sich, dass die Variante 1b mit BHKW und PV am günstigsten ist, dicht gefolgt von Variante 1a (ohne PV) und 1c (mit PV und Solarthermie). Die BHKW-Varianten liegen dabei alle unter den aktuellen Kosten (Mittelwert der Jahre 2015-2017), was vor allem aus den vermiedenen Stromkosten resultiert. Um in den Genuss der vollen Einsparungen beim Strom zu kommen, ist die Voraussetzung, dass die Stadt die Anlagen selbst betreibt. Sofern die Anlagen anderweitig z.B. durch einen Contractor betrieben würden, fielen zumindest die volle EEG-Umlage auf den KWK-Strom und volle Umlagen auf den PV-Strom an, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit deutlich verschlechtern würde. Gleichzeitig beinhaltet die Wärmeversorgung durch einen Contractor die Administration, das Risiko, Versicherungen und weiteren Service z.B. bei Anlagenausfall, was in den Vergleichskosten nicht berücksichtigt ist.

Die Belieferung der Familienbildungsstätte mit Wärme über ein Wärmenetz bietet technisch keine Vorteile, da durch den geringen Wärmebedarf keine höhere Auslastung des BHKW und damit auch keine höhere Eigenstromnutzung erreicht werden kann. Aus wirtschaftlicher Sicht sind ebenso keine Vorteile zu erwarten, da die Investitionskosten für die Wärmeleitung bereits vergleichsweise hoch sind und die BHKW-Wärme vor allem aufgrund von Eigenstromnutzung wirtschaftlich günstig ist, was durch den Anschluss der Familienbildungsstätte nicht verbessert werden kann. Entsprechend erhöhen sich die Kosten je kWh. Gleichzeitig müsste die Stadt als Wärmelieferant auftreten und entsprechende Administration für Mess- und Abrechnungsleistungen aufwenden, was weitere Kosten verursachen

würde. Die Belieferung der Familienbildungsstätte aus der Energiezentrale der Schule wird daher aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen.

Die Errichtung eines BHKW mit PV-Anlage für die Versorgung der beiden Schulen ist sinnvoll. Die Installation einer Solarthermieranlage erhöht den Anteil erneuerbarer Energien ebenso wie die Kosten geringfügig. Inwieweit die etwas komplexere hydraulische Einbindung und die Mehrkosten, die CO₂-Einsparungen rechtfertigen, muss in Verbindung mit den weiteren Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle betrachtet werden.

Abbildung 133 zeigt die Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf in den untersuchten Varianten. Beim Vergleich von Variante 1 und 2 fällt auf, dass mit Ausnahme der ohnehin kostenintensiven Variante 1d bzw. 2d der zusätzliche Anschluss der Familienbildungsstätte zu etwas höheren Kosten führt und sich damit wirtschaftlich nicht rechnet. Außerdem wird ersichtlich, dass die Varianten 1a bis 1c zwar unter den aktuellen Wärmepreisen liegen, nach Auslauf der KWK-Förderung jedoch im Vergleich zur aktuellen Wärmeversorgung höhere Kosten zu erwarten sind. Hierzu ist an dieser Stelle anzumerken, dass in Variante 0 die Preise der bestehenden Wärmeversorgung betrachtet werden und die für die übrigen Varianten berechneten Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf als Lebenszykluskosten zu verstehen sind, die jedoch Margen in Form von Renditeerwartungen in die Kalkulation einbezieht. Beim Vergleich der Werte ist dieser Hintergrund mit einzubeziehen.

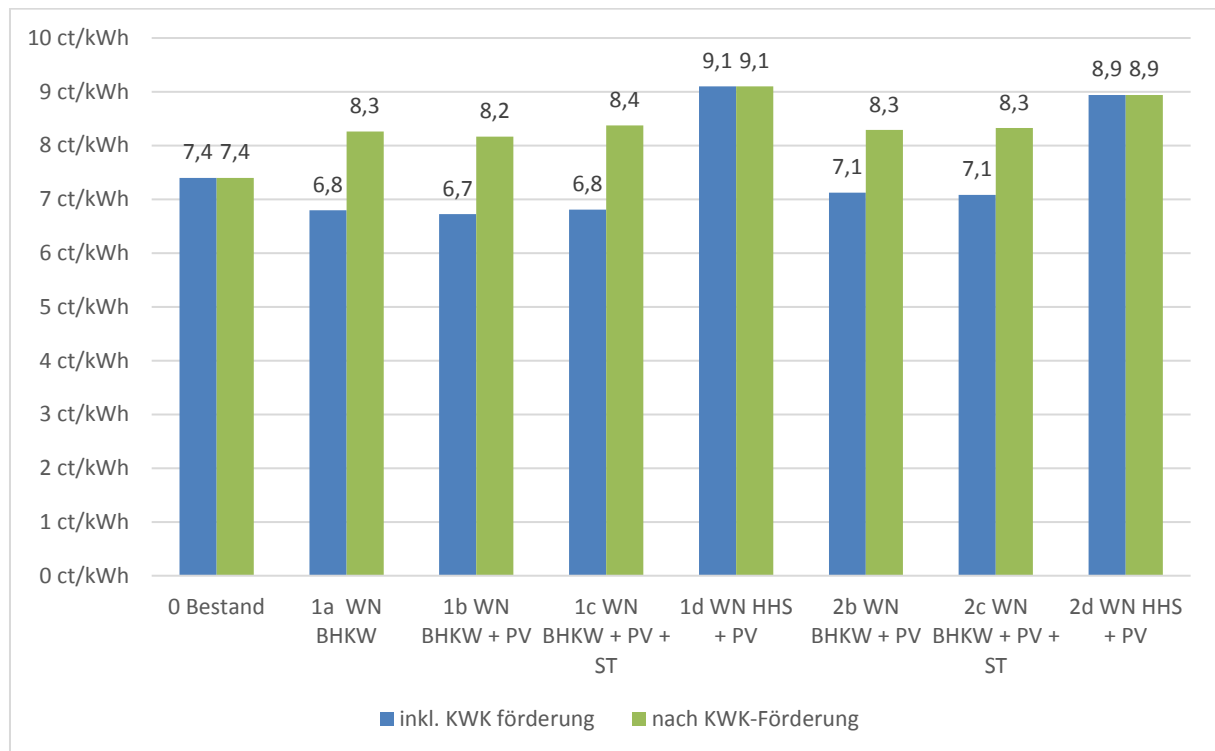


Abbildung 133: Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 1 und 2 unsaniert)

9.8 Kosten der Energieversorgung Variante 1 und 2 (saniert)

Im Folgenden werden die sanierten Versionen von Variante 1 und 2 miteinander verglichen. Abbildung 134 zeigt die Verteilung des Wärmebedarfes auf die Erzeugungstechnologien. Im Vergleich zu den unsanierten Varianten ergeben sich geringere Wärmebedarfe. Der KWK-Anteil in Variante S1b und S1c beträgt in etwa zwischen 61 und 64 %, durch Anschluss der Familienbildungsstätte sinkt der KWK-Anteil auf etwa 50 %. Die Sanierung führt im Vergleich zu den unsanierten Varianten zu höheren KWK-Anteilen. Wie schon in den unsanierten Varianten entfällt ein vergleichsweise kleiner Teil der bereitgestellten Wärme in den Varianten S1c und S2c auf Solarthermie.

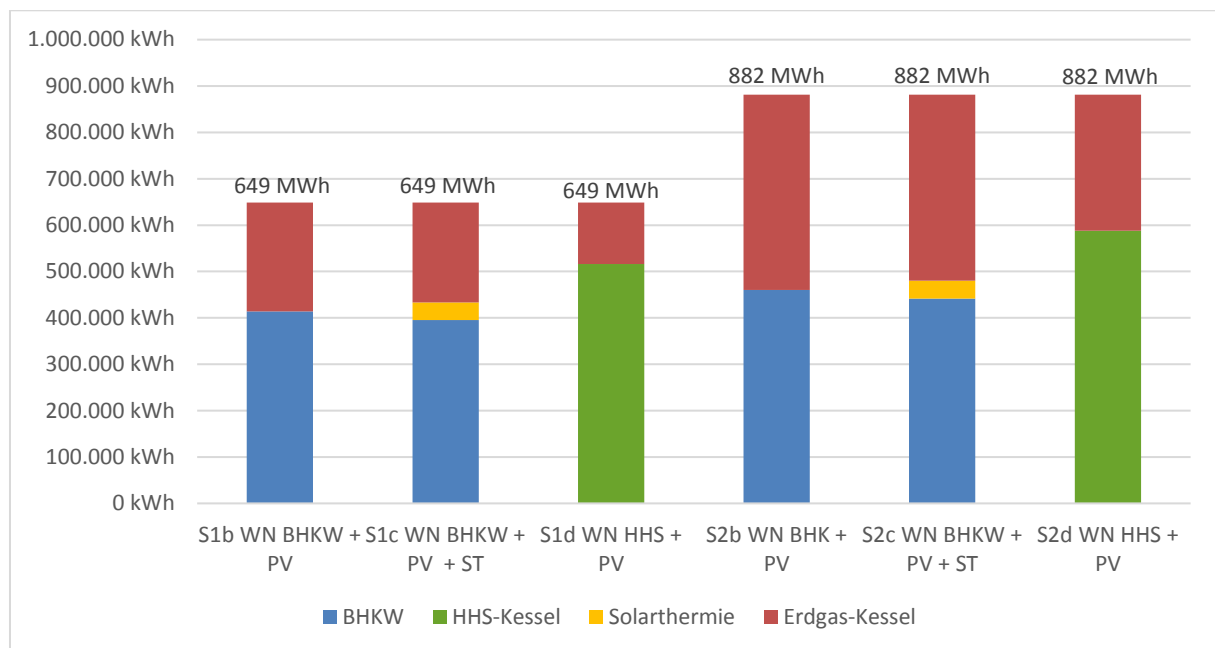


Abbildung 134: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 1 und 2 saniert)

Die Investitionskosten der untersuchten Versorgungsvarianten sind in Abbildung 135 dargestellt und in Abbildung 136 auf die einzelnen Komponenten aufgeteilt. Da in allen sanierten Varianten ein Großteil auf Komponenten wie Wärmenetz und Energiezentrale entfällt, die genauso in den unsanierten Varianten von Nöten sind, entsprechen die Investitionskosten der sanierten Varianten im Wesentlichen denen der Bestandsvarianten, wobei einzelne Komponenten kleiner ausgelegt werden können, was zu geringfügig geringeren Gesamtinvestitionen in Vergleich zu Variante 1 führt. Abgesehen davon sind die im vorherigen Abschnitt für die unsanierten Varianten getroffenen Aussagen im Wesentlichen ebenso für die sanierten Varianten gültig.

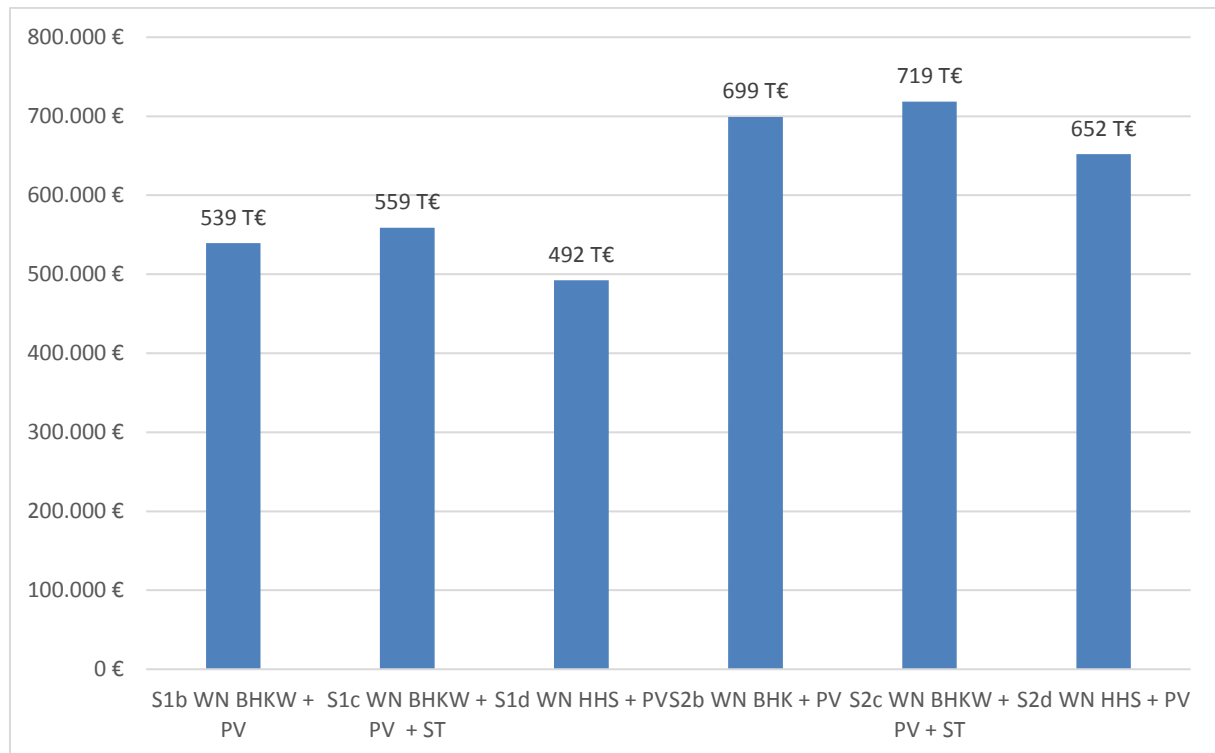


Abbildung 135: Investitionskosten (Variante 1 und 2 saniert)

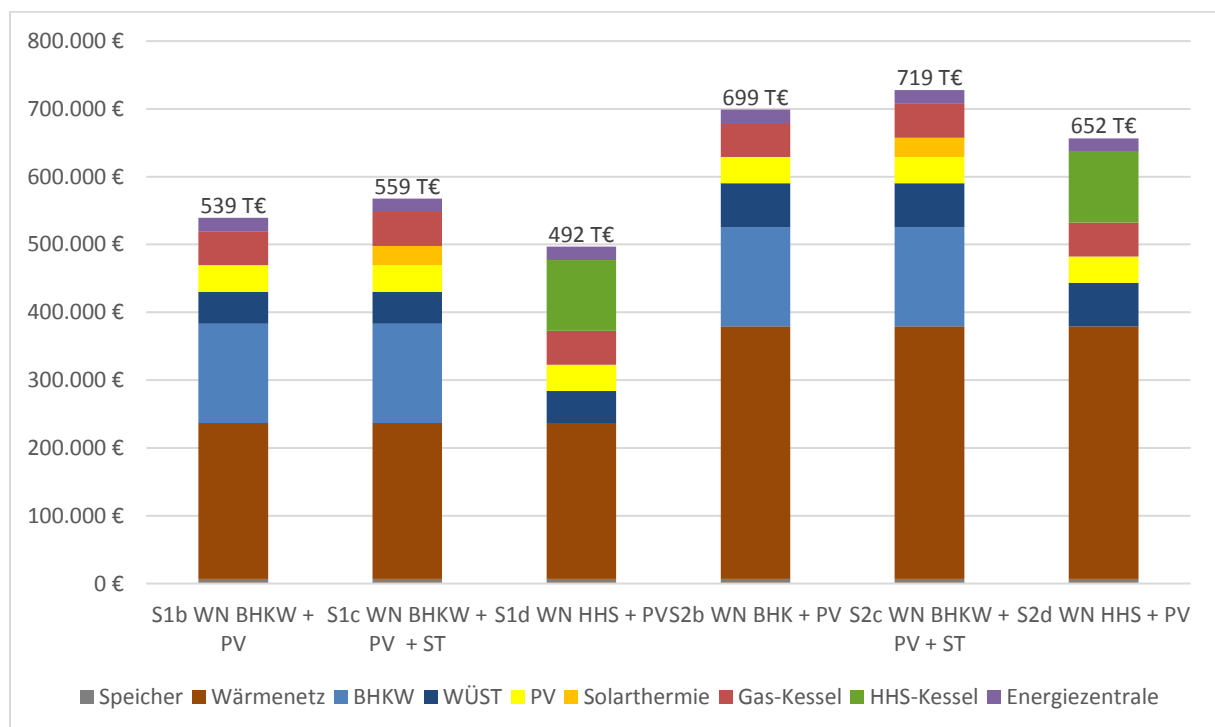


Abbildung 136: Aufteilung der Investitionskosten (Variante 1 und 2 saniert)

Abbildung 137 und Abbildung 138 zeigen die Gesamtkosten für die Wärmeversorgung, Abbildung 139 stellt die daraus resultierenden auf den Wärmebedarf bezogenen Gesamtenergiekosten dar. In der Gesamtbetrachtung führt, wie schon im unsanierten Zustand, die Variante mit BHKW und PV-Anlage (Variante S1b) zu den geringsten Gesamtkosten. Auch bei Anschluss der Familienbildungsstätte ist die Variante S2b geringfügig günstiger als Variante S2c, in der zusätzlich eine Solarthermieanlage installiert wird, die einen kleinen Teil des Wärmebedarfes deckt. Wie auch schon für die unsanierten Varianten sind die Varianten mit Holzhackschnitzelkessel, also Variante 1d bzw. 2d, mit den höchsten Kosten verbunden. Im Vergleich zu den unsanierten Varianten entfällt in den sanierten Varianten ein kleinerer

Anteil auf verbrauchsabhängige Kosten, da der angenommene Wärmebedarf unter dem in den sanierten Varianten liegt. Die Betrachtung der auf den Wärmebedarf bezogenen Gesamtenergiekosten zeigt, dass in der günstigsten Variante b mit BHKW und PV-Anlage ein Anschluss des Familienzentrums zu höheren Kosten führt und damit nicht wirtschaftlich ist. Für die Varianten c und d zeigt sich keine wesentliche Veränderung durch den Anschluss der Familienbildungsstätte.

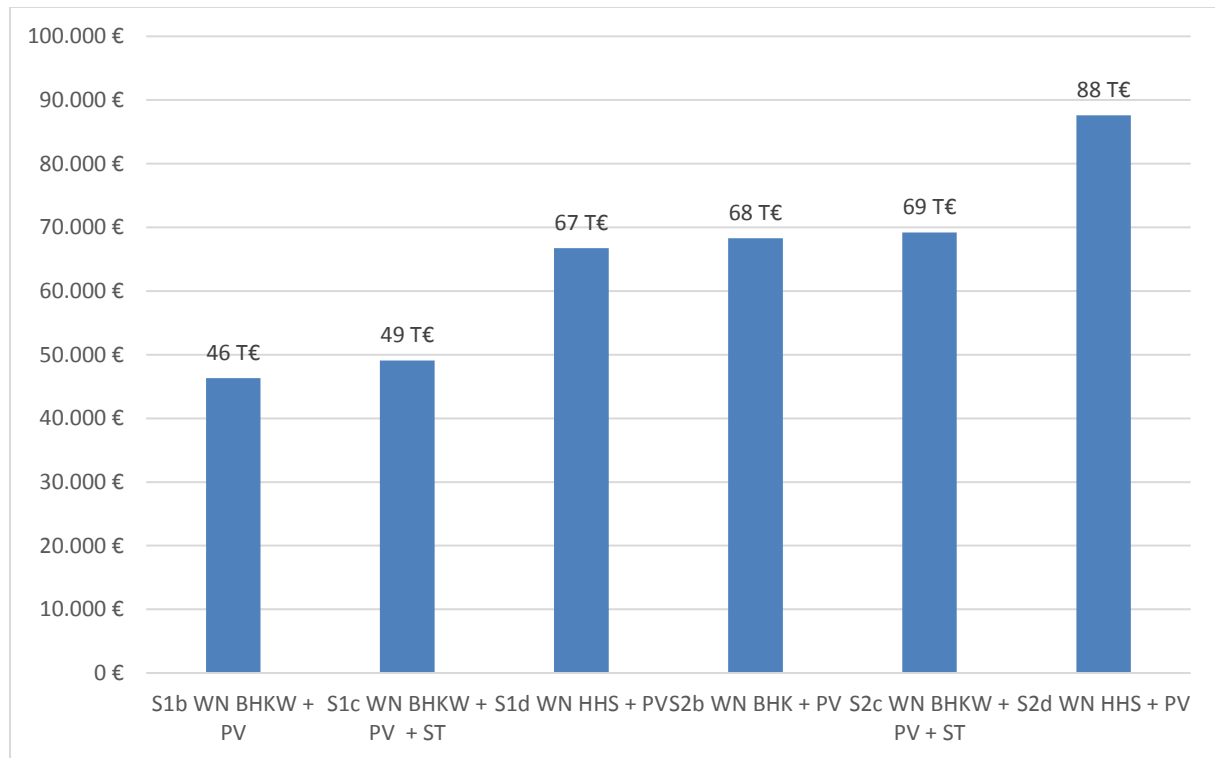


Abbildung 137: Jährliche Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (sanierte Varianten)

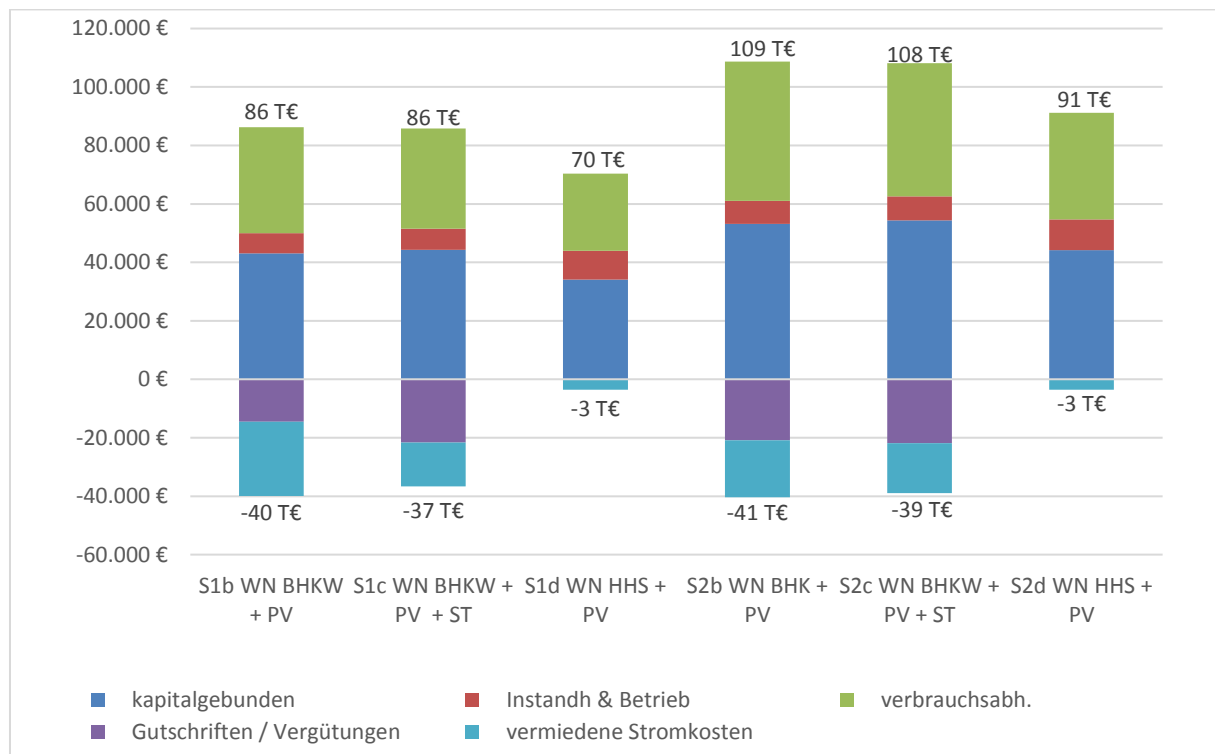


Abbildung 138: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (sanierte Varianten)

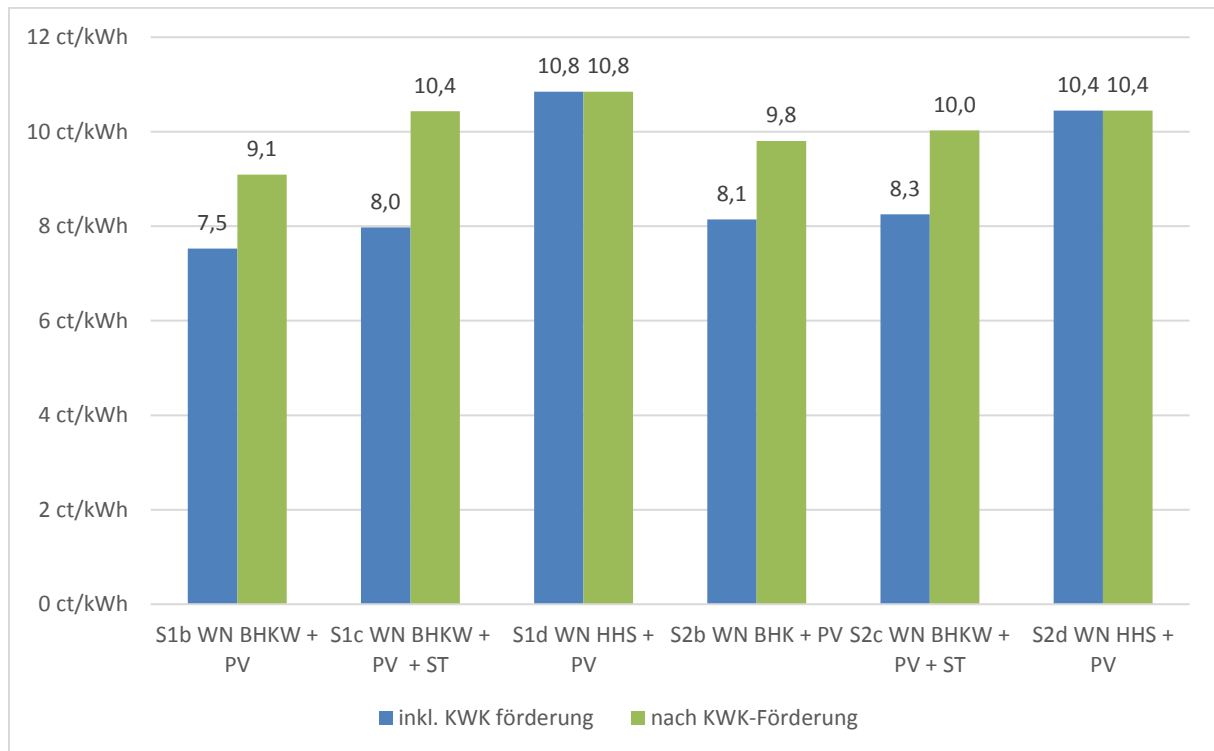


Abbildung 139: Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 1 und 2 saniert)

9.9 Kosten der Energieversorgung Variante 3 (Bestand und saniert)

In diesem Abschnitt werden für das Probsteialtenheim die verschiedenen Varianten der Energieversorgung miteinander verglichen. Abbildung 140 stellt die Aufteilung der bereitgestellten Wärme auf die Erzeugungstechnologien dar. Es zeigt sich, dass in den Varianten 3a und 3b etwa zwei Drittel des Wärmebedarfes durch das Erdgas-BHKW bereitgestellt werden. Variante 0 hingegen greift als konventionelle Vergleichslösung auf Wärme aus dem Erdgaskessel zurück. In Variante 3c beträgt der KWK-Anteil knapp 50 %. In den sanierten Varianten wird von einem deutlich verringerten Wärmebedarf ausgegangen. Da der Warmwasserbedarf hierdurch einen größeren Anteil an dem Gesamtbedarf einnimmt, hat dies zur Folge, dass der KWK-Anteil in den Varianten S3a bis S3b auf 84 bzw. 68 % steigt.

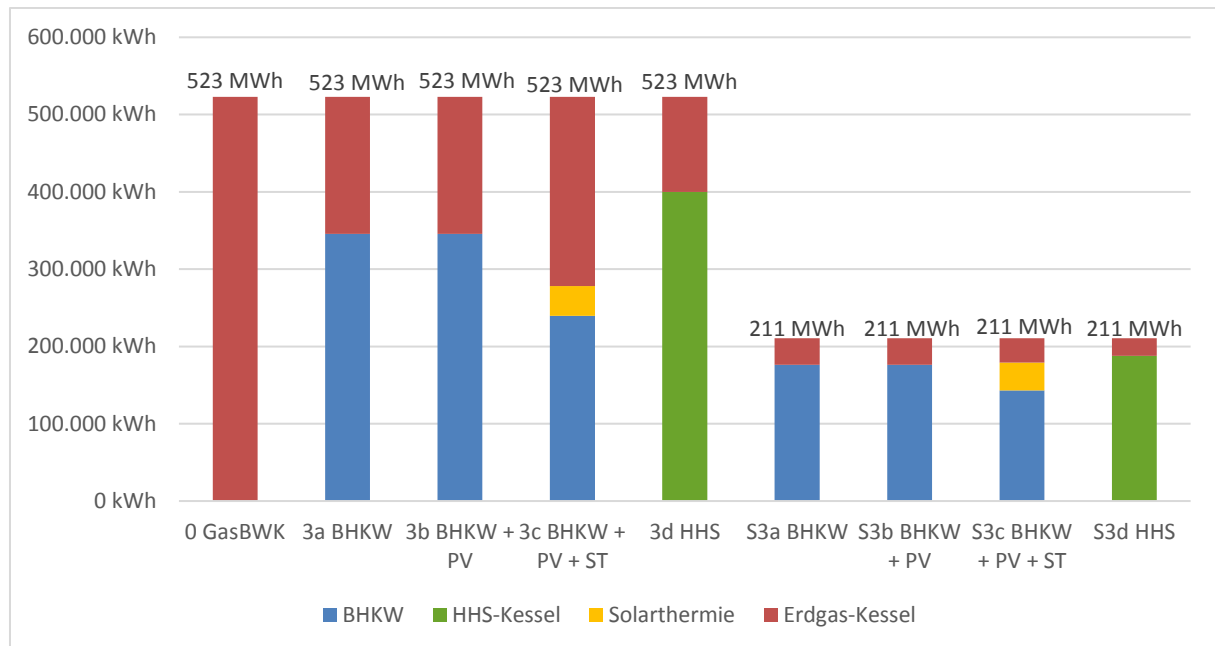


Abbildung 140: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 3)

Abbildung 141 und Abbildung 142 zeigen die Investitionskosten sowie deren Aufteilung auf die unterschiedlichen Positionen. Die mit Abstand geringsten Investitionskosten weist Variante 0 auf, da hier nur die Investitionen für den Gaskessel anfallen. Unter den restlichen Varianten führt insbesondere Variante 3c aufgrund der Einbindung von PV und Solarthermie zusätzlich zu den Komponenten BHKW und Gaskessel zu den höchsten Investitionskosten von etwa 280.000 €. Die Variante mit BHKW ohne PV-Anlage (3a) und die Holzhackschnitzelvariante (3d) liegen jeweils bei Investitionskosten von rund 220.000 €, während die Variante 3b mit BHKW und PV-Anlage mit knapp 260.000 € zwischen Variante 3a und Variante 3c liegt. Die investitionsintensivsten Positionen in den untersuchten Varianten sind BHKW und Solarthermieanlage sowie Holzhackschnitzelkessel und PV-Anlage. Für die sanierten Varianten wird ein deutlich verringerter Wärmebedarf angenommen, sodass die wärmeerzeugenden Komponenten kleiner ausgelegt werden können. Dies spiegelt sich auch in im Vergleich zu den entsprechenden Bestandsvarianten geringeren Investitionskosten wider.

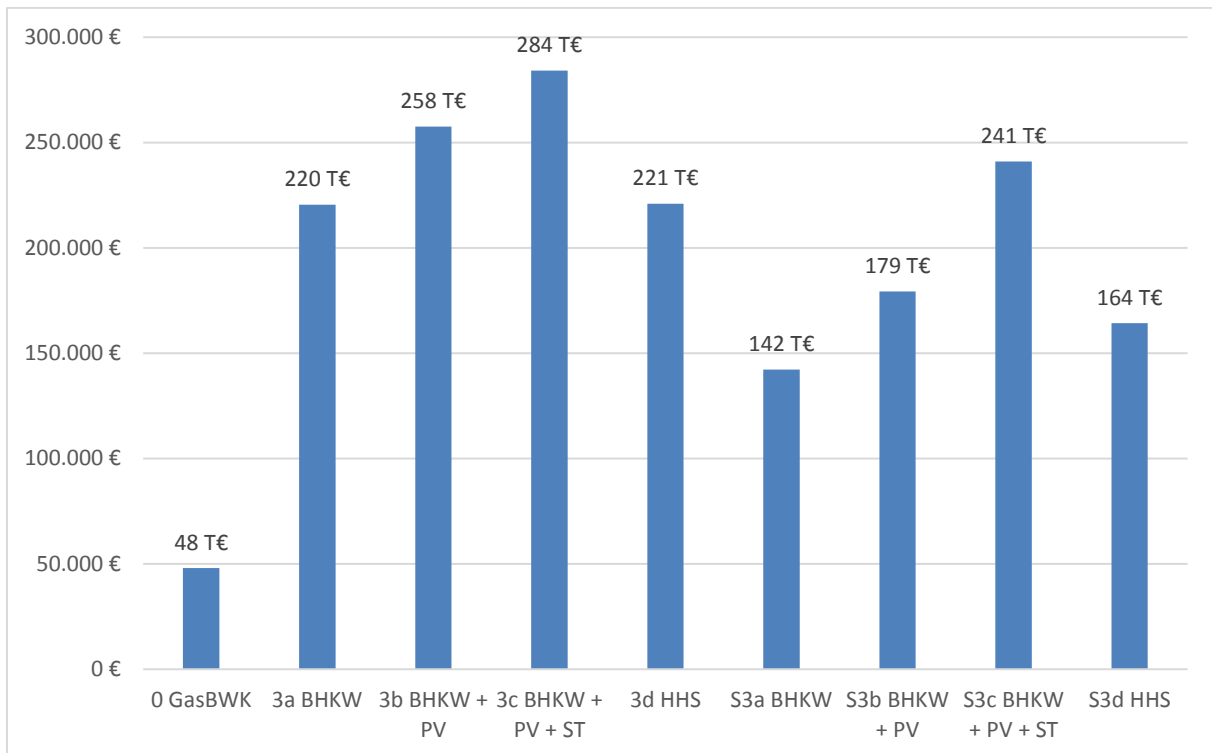


Abbildung 141: Investitionskosten (Variante 3)

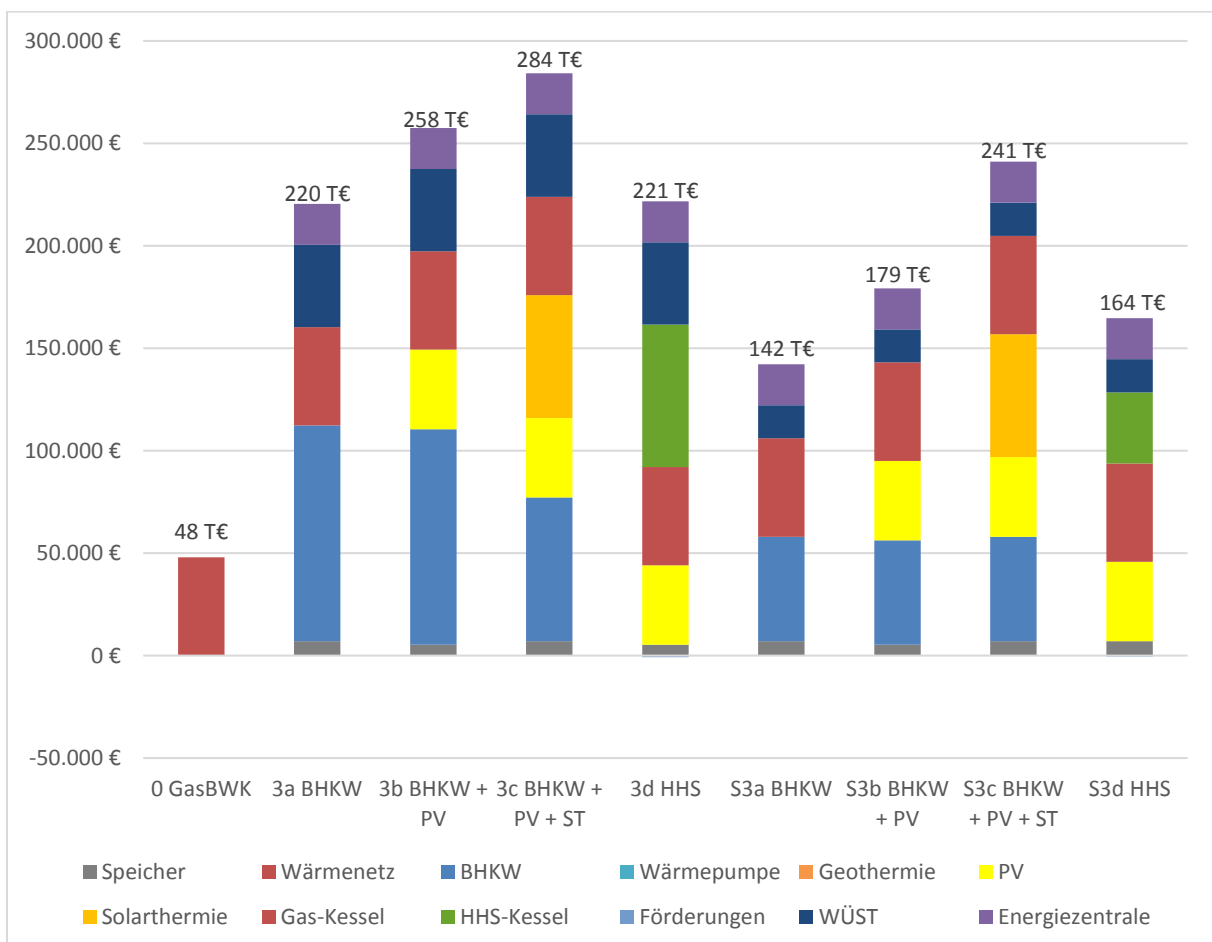


Abbildung 142: Aufteilung der Investitionskosten (Variante 3)

Abbildung 143 und Abbildung 144 zeigen die Gesamtwärmekosten, die aus den unterschiedlichen Varianten resultieren. Mit Ausnahme der Variante 3d (Holzhackschnitzelkessel in unsaniertem Zustand) führen alle Varianten zu einer Verringerung der Energiekosten. Einen wesentlichen Anteil daran haben die durch PV-Anlage und BHKW vermiedenen Stromkosten. Am günstigsten schneidet sowohl beim Vergleich innerhalb der unsanierten als auch beim Vergleich innerhalb der sanierten Varianten die Variante 3b bzw. S3b ab, gefolgt von der BHKW-Variante ohne PV-Anlage (3a bzw. S3a) und Variante 3c bzw. S3c. Im Wesentlichen gelten darüber hinaus die im vorherigen Abschnitt aufgeführten Erläuterungen zur Zusammensetzung der Gesamtenergiekosten in den verschiedenen Erzeugerkonstellationen. Der Anteil, den verbrauchsabhängige Kosten an den Gesamtwärmekosten haben, ist aufgrund des deutlich geringeren Wärmebedarfes bei ähnlichen Investitionen in den sanierten Varianten geringer.

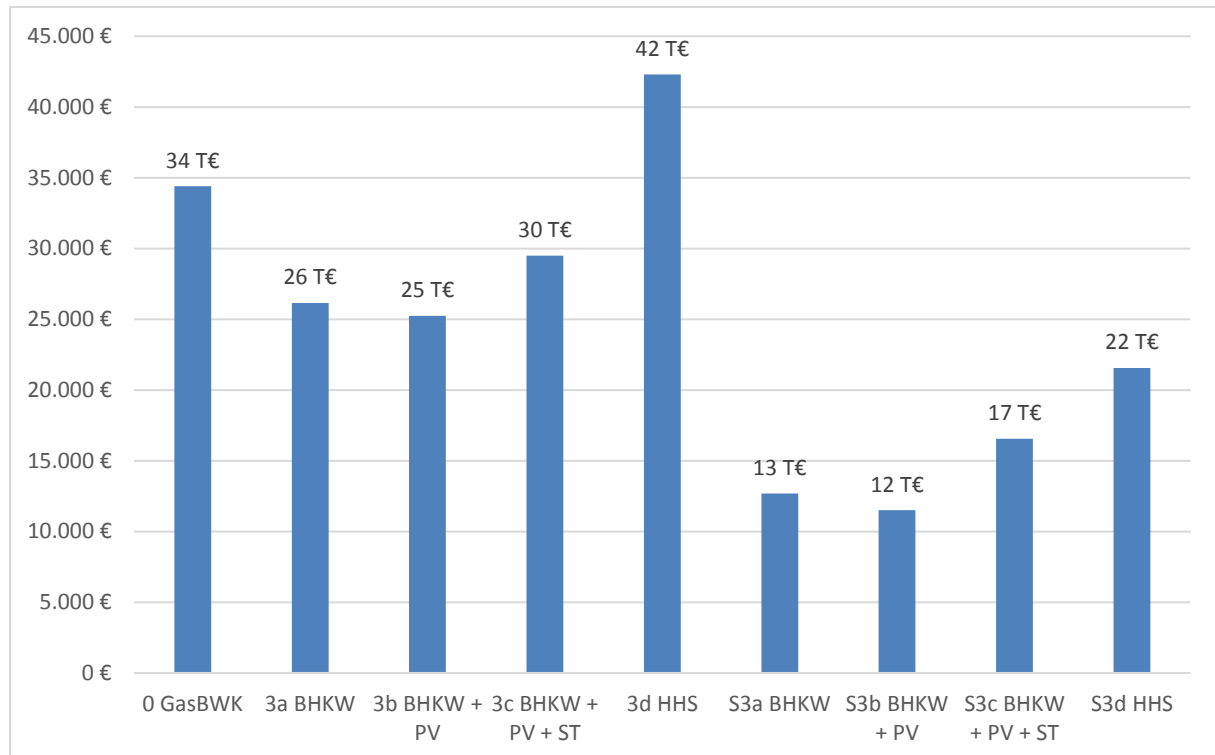


Abbildung 143: Jährliche Wärmekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Variante 3)

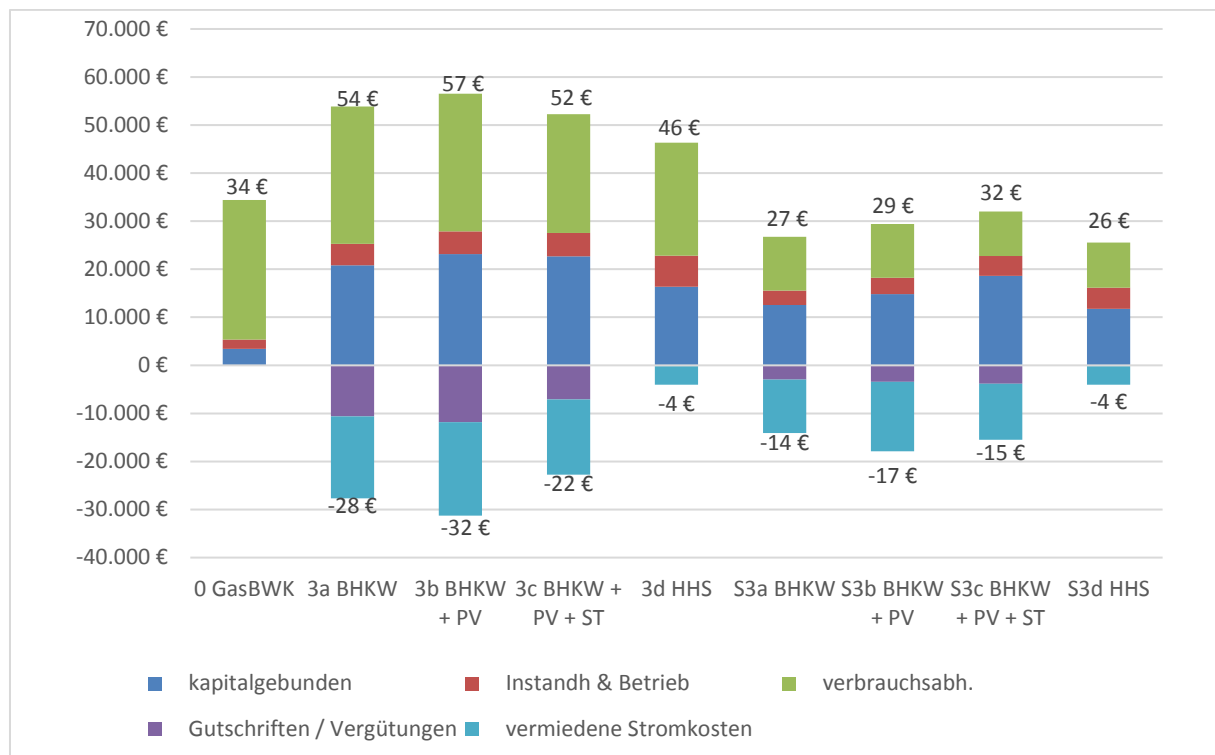


Abbildung 144: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Variante 3)

In Abbildung 145 sind die Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf der untersuchten Varianten dargestellt. Außerdem wird gezeigt, wie sich diese Kosten verändern, wenn die KWK-Förderung wegfällt. Bei der Betrachtung der unsanierten Varianten wird ersichtlich, dass sich ohne KWK-Förderung für Variante 3a bis 3c auf den Wärmebedarf bezogene Gesamtenergiekosten ergeben, die denen der Referenzvariante 0 ähneln.

Auffällig ist außerdem, dass die auf den Bedarf bezogenen Gesamtenergiekosten für die sanierten Varianten höher sind als für die unsanierten. Dies ist darin begründet, dass der zugrunde gelegte Wärmebedarf in den sanierten Varianten deutlich geringer ist und die Investitionen daher auf eine geringere Wärmemenge bezogen werden. Die Tatsache, dass die Komponenten in den sanierten Varianten kleiner ausgelegt werden können, kann diesen Effekt nicht vollständig kompensieren. Zu beachten ist jedoch, dass wie zuvor dargestellt die Gesamtenergiekosten insgesamt aufgrund des geringeren Bedarfes in der sanierten Variante wesentlich geringer sind als in den unsanierten Varianten.

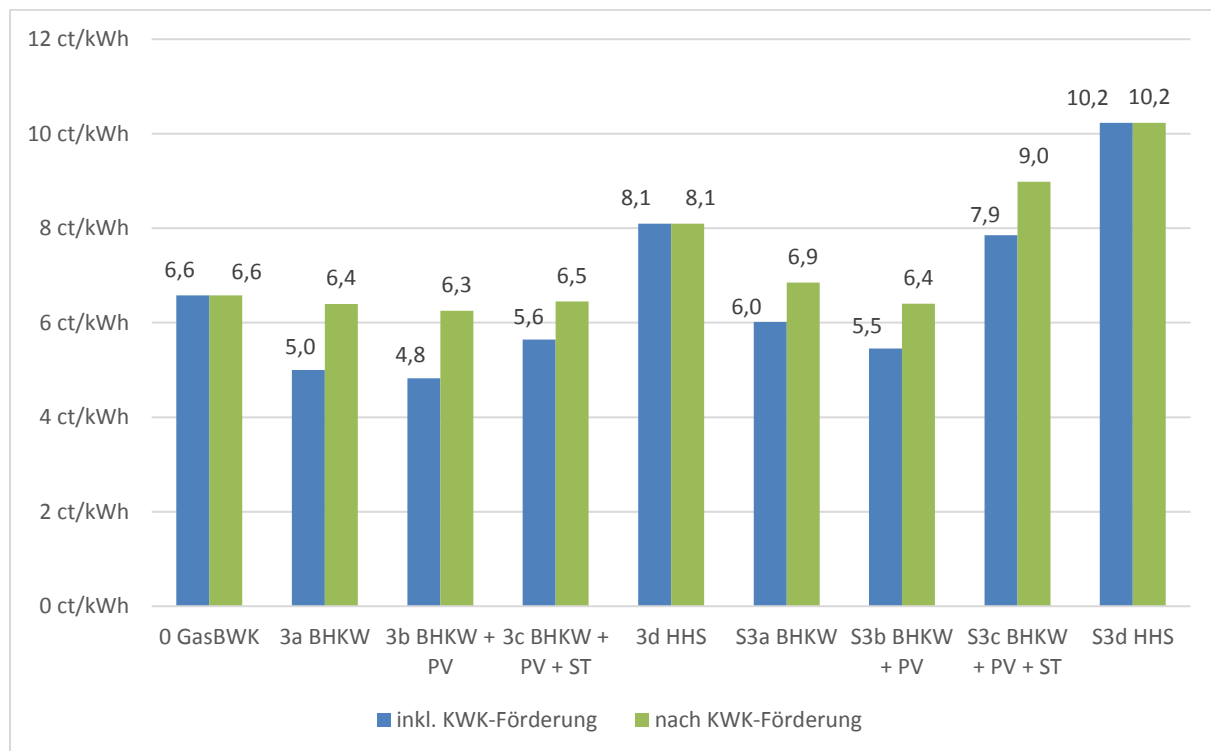


Abbildung 145: Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 3)

9.10 CO₂-Emissionen in den untersuchten Varianten

Neben der ökonomischen Betrachtung der vorherigen Abschnitte wird in diesem Kapitel die ökologische Einordnung der Varianten vorgenommen. Da viele der untersuchten Varianten auch Eigenstrom durch BHKW und PV-Anlagen bereitstellen, umfasst die CO₂-Bilanz daher sowohl Wärme- als auch Stromversorgung. Die Emissionen bei der gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung durch BHKW wird nach der finnischen Methode aufgeteilt. Dies führt zu einer vergleichsweise gleichmäßigen Aufteilung der BHKW-Emissionen auf Wärme und Strom, wobei nicht berücksichtigt wird, dass BHKW-Strom gegenwärtig im bundesdeutschen Strommix Strom verdrängt, der mit deutlich höheren Emissionen verbunden ist. In den Abbildungen dieses Kapitels enthält die Position BHKW sowohl die Emissionen, die nach der finnischen Methode der Wärmeversorgung zuzuordnen sind, als auch die Emissionen, die sich für die Eigenstromnutzung anteilig an den gesamten Emissionen der BHKW-Stromerzeugung ergeben.

Abbildung 146 gibt eine Übersicht zu den ermittelten CO₂-Emissionen in den Varianten 1 und 2 im unsanierten Zustand. Die Bestandsvariante führt hierbei zu Emissionen von etwa 370.000 kg_{CO2}. In Variante 1 führen die BHKW-Varianten verglichen mit diesem Wert zu Emissionsreduktionen von etwa 11 bis 14 %. Die Variante b führt hierbei aufgrund der Eigenstromerzeugung durch die PV Anlage zu geringfügig niedrigeren Emissionen als Variante a. Die Installation der Solarthermieranlage in Variante c resultiert in etwas geringeren Emissionen im Vergleich zu Variante b. Zu den geringsten Emissionen führt die Varianten 1d mit Holzhackschnitzelkessel, die in CO₂-Einsparungen von 33 % im Vergleich zum Bestand resultiert.

Die höheren Emissionen in Variante 2 sind dem erhöhten Wärmebedarf geschuldet, der durch den Anschluss der Familienbildungsstätte gedeckt werden muss. Die spezifischen Emissionen, bereitgestellte Kilowattstunde Wärme, sinken jedoch durch den Anschluss der Familienbildungsstätte. Dieser Effekt ist vor allem damit verbunden, dass der Strombedarf der Familienbildungsstätte im Vergleich zum Schulzentrum sehr gering ist und daher wenig Emissionen durch Strombezug entstehen.

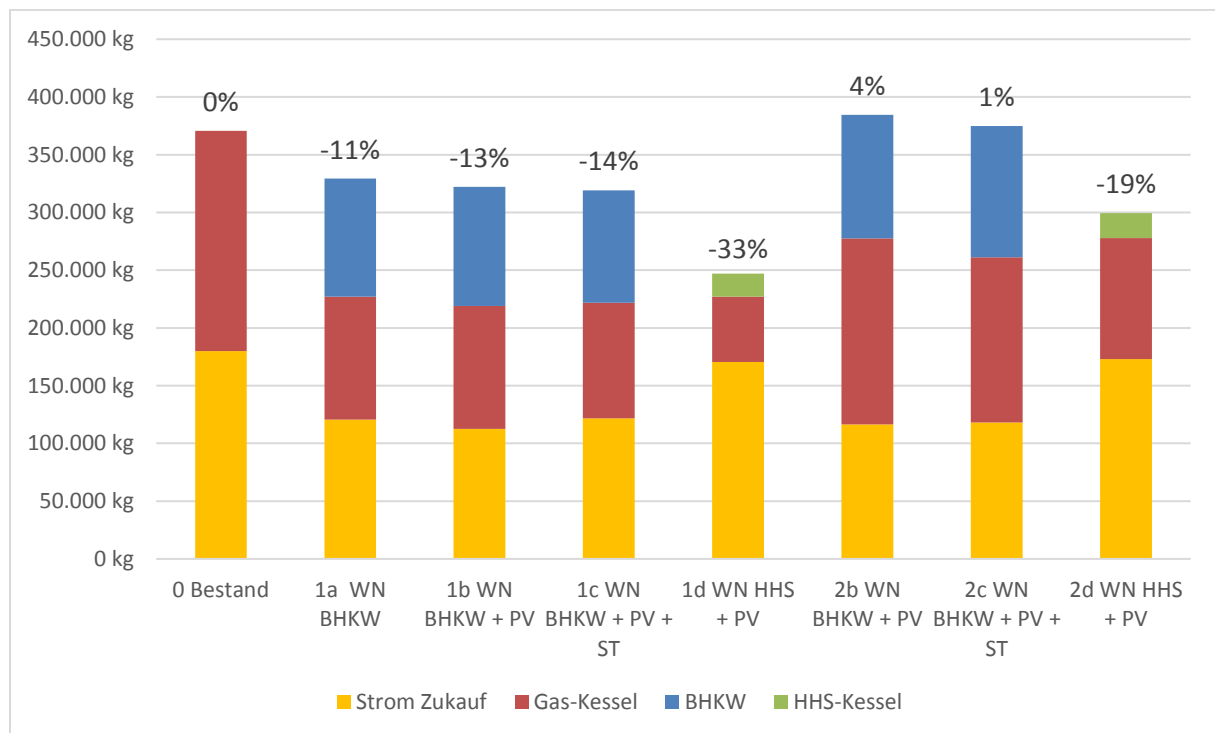


Abbildung 146: CO₂-Emissionen der Energieversorgung in Variante 1 und 2 (unsaniert)

Abbildung 147 zeigt für Variante 1 und 2 die resultierenden CO₂-Emissionen der Energieversorgung im sanierten Zustand. Durch die Sanierung lassen sich die wärmebedingten CO₂-Emissionen senken, was in gesteigerten CO₂-Einsparungen zwischen 30 und 43 Prozent für die sanierten Versionen von Variante 1 resultiert. Dies entspricht Emissionen zwischen ca. 210.000 kg_{CO2} (Variante S1d) und 260.000 kg_{CO2} (Variante S1c). Auffällig ist hierbei, dass im sanierten Zustand die BHKW-Variante mit PV jedoch ohne Solarthermie (S1b) zu geringeren Emissionen führt als die Variante mit zusätzlicher Solarthermieanlage (S1c). Dies ist darin begründet, dass in Variante S1c infolge der solaren Wärmebereitstellung die Eigenstromnutzung durch das BHKW verringert wird.

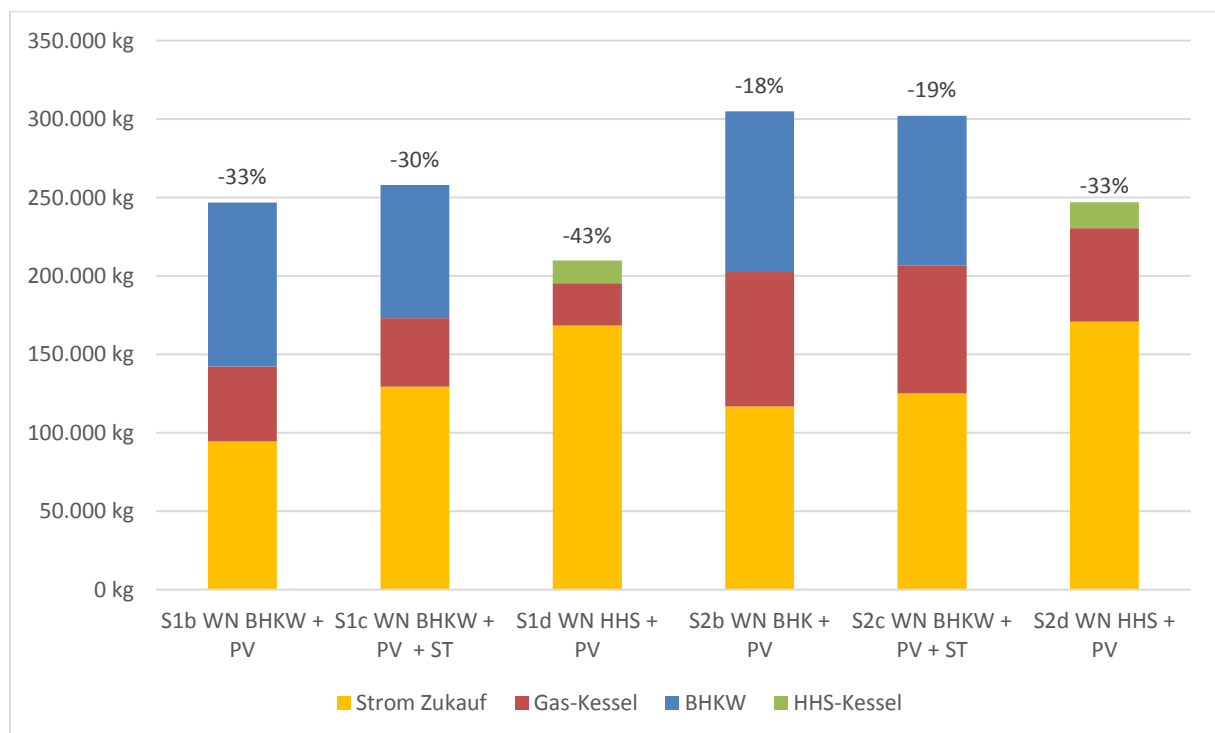


Abbildung 147: CO₂-Emissionen der Energieversorgung in Variante 1 und 2 (saniert)

Abbildung 148 zeigt die CO₂-Emissionen für die Energieversorgung in Variante 3. Die Variante 0 führt zu jährlichen CO₂-Emissionen von rund 240.000 kg_{CO2}. Bei der Analyse der weiteren Varianten ist zu beobachten, dass sowohl der Anteil, den der Stromzukauf an den Gesamtemissionen hat, als auch die absoluten Emissionen durch Stromzukauf in den unsanierten Varianten kleiner sind, als in den entsprechenden sanierten Varianten. Dies ist zum einen in geringeren Wärmebedarfen und damit einhergehend auch geringeren wärmebedingten Emissionen in den sanierten Varianten begründet, zum anderen führt auch die kleinere BHKW-Auslegung zu einer geringeren Menge Eigenstrom und somit zu einem größeren Bedarf an Stromzukauf.

Im Vergleich zu den unsanierten Varianten, die CO₂-Einsparungen gegenüber der Bestandvariante von 17 bis 33 Prozent aufweisen, führen die sanierten Varianten mit CO₂-Einsparungen von 37 bis 45 Prozent zu geringeren Emissionen. Variante 3b und 3c bzw. S3b und S3c führen zu etwas geringeren Emissionen als Variante 3a bzw. S3a, was in der Eigenstromerzeugung der PV-Anlagen begründet ist. Die zusätzlichen Einsparungen, die sich in Variante 3c durch die Solarthermieanlage wärmeseitig ergeben, werden dadurch kompensiert, dass im Vergleich zu Variante 3b aufgrund der dadurch bedingten geringeren BHKW-Auslastung erhöhter Strombezug erforderlich wird. Zu den geringsten Emissionen von etwa 160.000 kg_{CO2} (unsaniert) bzw. 130.000 kg_{CO2} (saniert) führt die Variante 3d bzw. S3d mit Holzhackschnitzelkessel. Dies ist insbesondere in den geringen Emissionen für die Wärmeversorgung begründet, aufgrund der Abwesenheit eines BHKW entstehen dafür hohe Emissionen durch Strombezug.

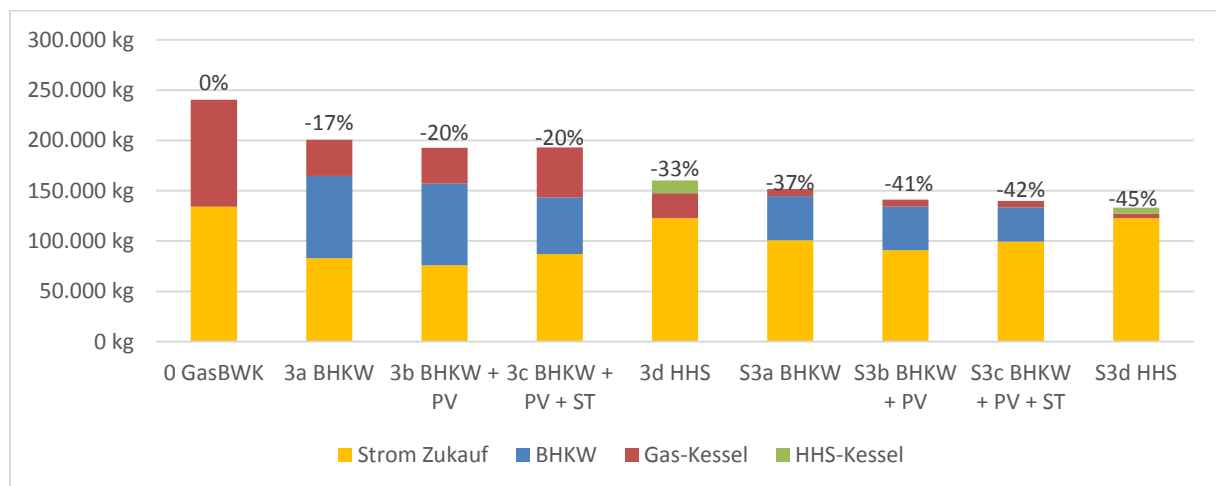


Abbildung 148: CO₂-Emissionen der Energieversorgung in Variante 3

9.11 Fazit der Energieversorgung

Von den untersuchten Varianten ist aus wirtschaftlicher Sicht für alle Kombinationen und Sanierungsstände die Variante mit BHKW und PV-Anlage zu empfehlen. Diese kann ebenso, wie die Variante ohne PV sowie mit zusätzlicher ST mit den Kosten der derzeitigen Wärmeversorgung konkurrieren, wobei geringere CO₂-Emissionen erreicht werden. Die Einbindung von Solarthermie führt zwar nur zu geringen Mehrkosten, bietet hierbei aufgrund des geringen sommerlichen Wärmebedarfs auch nur sehr geringe Verringerung der Emissionen. Zudem ist die zukünftige Entwicklung des sommerlichen Wärmebedarfs unklar. Ob in diesem Fall die geringfügig höheren Einsparpotenziale den finanziellen und technischen Aufwand (auch für die hydraulische Einbindung) rechtfertigen können, ist in Frage zu stellen. Gleiches gilt auch für das Probsteialtenheim. Der Bedarf an Warmwasser in der Sporthalle ist in den letzten Jahren deutlich rückläufig gewesen. Inwieweit Solarthermie für die Warmwasserbereitstellung der Sporthalle genutzt werden kann, sollte daher detaillierter unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens untersucht werden.

Steht die CO₂-Einsparung im Vordergrund kann für die unsanierten Gebäude eine Wärmeversorgung durch Holzhackschnitzel installiert werden. Diese führt zu deutlich höheren Einsparungen und leicht

höheren Kosten, die für die Erreichung höherer Klimaschutzziele gerechtfertigt sein können. In den sanierten Fällen ist der Unterschied bei den CO₂-Einsparungen nicht mehr so deutlich, wobei die Kosten durch die geringeren Wärmeverbräuche steigen. Diese liegen für die unsanierten Varianten bereits ca. 20 % über den Kosten der KWK-Lösung, was bei FCS und SaB auch in den sanierten Varianten der Fall ist. Für das sanierte Probsteialtenheim ist die Versorgung mit Holzhackschnitzeln aufgrund der deutlich höheren Kosten nicht zu empfehlen.

Die Einbindung der Familienbildungsstätte in Wärmeversorgungsvarianten bringt aufgrund des nahezu fehlenden Wärmebedarfs im Sommer keine Vorteile für gemeinsame Lösungen, sodass für die Familienbildungsstätte eine Einzellösung empfohlen wird.

10 Urbanes Grün

10.1 Klima- und Umwelteffekte Dachbegrünung

Große und kleine Grünflächen tragen zur Renaturierung bei und werten das innerstädtische Klima auf. Sie binden durch Photosynthese CO_2 , kühlen durch Transpiration ihre Umgebungsluft und steigern die Luftqualität, indem sie Feinstaub und andere Schadstoffe herausfiltern.

Die Begrünung von Dächern und Fassaden kann für Einsparungen bei Wärme- und Kälteenergie sorgen, indem sie die Temperaturextreme in der näheren Gebäudeumgebung mindert und verbessert so die ökologische und ökonomische Energiebilanz der Gebäude. Darüber hinaus trägt die Gebäudebegrünung zur Steigerung der Lebensqualität von Mensch und Tier in der Umgebung bei. Die Anpflanzung einheimischer Bäume, Sträucher und anderer Pflanzen schafft neuen Lebensraum und erhöht so die Biodiversität.

Bei der Bepflanzung von Dächern unterscheidet man zwischen intensiver und extensiver Begrünung. Während bei der intensiven Nutzung eine multifunktionale und für Nutzer zugängliche Gartenanlage entsteht, handelt es sich bei der extensiven Form um eine pflegeleichte Variante mit niedrigem Bewuchs. In der Kombination mit technischen Anlagen eignet sich daher nur die extensive Nutzung mit niedrig wachsenden Gräsern, Moosen und Sedum-Arten. Diese Pflanzen haben vergleichsweise geringe Ansprüche an die verfügbare Licht- und Wassermenge, kommen auch mit extremen Wechsell zu Recht und sind in Bezug auf Rückschnitt, Düngung und Pflanzenschutz mit geringem Aufwand zu pflegen.

Die Aufbaudicke aus Substrat und Vegetation sollte 10 bis 20 cm betragen, um ausreichenden Wasserrückhalt und Temperatenausgleich zu gewährleisten. Abhängig von der Art der Bepflanzung und des Bodens ergibt sich ein Gewicht von 50 bis 200 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$, das statisch zu berücksichtigen ist. Die Qualität der Dachabdichtung ist nach EN 13948 als wurzelfest umzusetzen.

Das bei der Transpiration an der Oberfläche der Pflanze verdunstete Wasser benötigt Energie für den Wechsel des Aggregatzustands. Die sogenannte adiabate Kühlung bedarf 680 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$ Wasser. Die Energiemenge wird der umgebenden Luftmenge entzogen, wodurch diese abkühlt. Die Dachbepflanzung vermindert somit im Vergleich zu Kies- oder Bitumenbelägen die Temperatur an der Dachoberfläche. Dies hat vor allem an heißen Sommertagen einen erheblichen Effekt. Im Vergleich zur Luft oberhalb einer Bitumenfläche von 50°C werden oberhalb einer begrünten Fläche bei gleicher Sonneneinstrahlung ca. 30° erreicht. Dies führt bei gleichzeitiger Installation von PV-Anlagen zu Synergieeffekten. In der Höhe der Solarmodule machen sich im Schnitt noch 8°C Temperaturunterschied bemerkbar, wodurch der Wirkungsgrad um 4 bis 5 % gesteigert werden kann und Mehrerträge von ca. 2 % im Jahr möglich sind.

Die Bepflanzung wirkt darüber hinaus als Dämm- bzw. Isolierschicht zwischen Dach und Umgebung und verringert hier im Sommer die Temperatur nochmals um ca. 2°C. Die Bepflanzung und das Substrat reagieren deutlich langsamer auf äußere Temperaturänderungen als herkömmliche Baustoffe. Dadurch werden Temperaturextreme besser ausgeglichen, indem zum Beispiel Vegetation und Substrat nachts geringer auskühlen.

Im Winter dagegen wirken Substrat- und Vegetationsschicht als Dämmung des Gebäudes gegen die Außentemperatur. Im Vergleich mit Kiesschichten erreichen sie eine um bis zu 10 % bessere Isolierung oder ersetzen eine 1 cm dicke Isolierschicht aus z.B. Styrodur.

Der Einfluss auf die Temperaturänderung durch Bepflanzung variiert stark mit der Umgebungstemperatur aufgrund von Jahreszeit und Sonneneinstrahlung sowie dem Abstand zwischen Temperaturmessung und Bepflanzung.

10.2 Klima- und Umwelteffekte von Fassadenbegrünung

Die Fassadenbegrünung bietet ähnliche Vorteile wie die Dachbepflanzung. Durch die Verdunstung, Absorption und Reflexion der Sonnenstrahlen im Blattwerk erreichen die Pflanzen eine deutliche Kühlwirkung. Diese kann bis zu 4° C an der Fassade ausmachen und die Temperaturamplitude zwischen minimaler und maximaler Temperatur im Tagesverlauf von 15 bis 20°C auf 9 bis 13°C verringern.

Zudem wird die Bausubstanz durch die Bepflanzung vor saurem Regen und UV-Licht durch die Reflexion von langwelligem Licht geschützt. Sowohl laubabwerfende Pflanzen als auch immergrüne Pflanzen haben ebenfalls im Winter positiven Einfluss auf das Gebäude. Erstere lassen die Einstrahlung an die Gebäudewand durch und tragen somit zur Erwärmung bei. Durch immergrüne Pflanzen können Luftpolster bilden, die zur Wärmedämmung beitragen und dadurch den Wärmeverlust verringern können. Dies kann erheblichen Einfluss auf Kosten der Wärme- und Kälteenergie haben. Dieser hängt wiederum von Größe, Bauart und Energiebedarf des jeweiligen Objekts ab und kann nicht pauschaliert werden. Bei gut gedämmten Gebäuden ist der Effekt kleiner als bei schlecht isolierten.

Fassadenbegrünungen können ab einer Fläche von etwa einem Hektar das Mikroklima beeinflussen. Relevante klimatische Auswirkungen der Bepflanzung zeigen sich je nach Pflanzenart nach 5 bis 12 Jahren. Zusätzliche Effekte äußern sich im Rückhalt von Regenwasser, Filtration von Feinstaub und Schadstoffen aus der Luft sowie in der Vermeidung von Lärmemissionen durch größere Schwingungsträgheit aufgrund ihrer Masse und gute Schallreflexion. Begrünte Fassaden können den Straßenlärm um 2,5 dB bis 3 dB dämpfen und reduzieren den Nachhall zwischen Fassaden.

Bei der Fassadenbepflanzung wird zwischen bodengebundener und fassadengebundener Begrünung unterschieden. Kletterpflanzen mit direkter Verbindung zum Boden erfordern nur in geringem Maße regelmäßige fachgerechte Pflege und sind somit kostengünstig. Fassadengebundene Systeme sind vergleichsweise pflegeintensiv und benötigen i.d.R. automatische Anlagen zur Versorgung mit Wasser und Nährstoffen sowie deren Frostsicherung, wodurch sie in Herstellung und Unterhalt teurer sind.

Die Wahl der Pflanzen erfolgt in Abhängigkeit der Gebäudehöhe und der Fassadenausrichtung. Für Nordflächen eignen sich vor allem selbstkletternde immergrüne Pflanzen, die im Sommer zur Gebäudekühlung beitragen und auch im Winter als Isolierschicht dienen. Für Südausrichtungen sind laubabwerfende Pflanzen zu bevorzugen, die das Gebäude im Sommer abschirmen und im Winter Erwärmung des Gebäudes durch Sonneneinstrahlung zulassen. Diese Effekte kommen insbesondere bei schlecht gedämmten Gebäuden zum Ausdruck und können die Wärmeverluste der entsprechenden Wandfläche im Jahresmittel um bis zu 6 % senken. Eine Vegetationsschicht ist bei einem Ausgangs-U-Wert von $0,3 \frac{W}{m^2K}$ mit einer Verbesserung um 10 % zu vergleichen. Der Einfluss auf besser gedämmte Fassaden ist geringer.

Für eine Kalkulation von CO₂-Einsparungen von Fassadenbegrünungen wäre eine detaillierte Betrachtung der Gebäudehülle erforderlich.

Im Projektgebiet wurden geeignete Fassadenflächen bei den Mehrfamilienhäusern in der Theodor-Strom-Straße identifiziert. Diese sind beispielhaft in Abbildung 149 dargestellt.

Eine Liste der identifizierten Fassadenflächen befindet sich im Anhang.



Abbildung 149: Beispiele für geeignete Fassaden für Fassadenbegrünung in der Theodor-Storm-Straße

Hierbei eignen sich überwiegend Teile der Stirnflächen, die im Allgemeinen weniger als 10 % der gesamten Gebäudehülle ausmachen. Unter der Annahme, dass hiervon die Wärmeverluste um maximal 6 % gesenkt werden, sind die generierten Einsparungen mit ca. 0,6 % als sehr gering zu betrachten. Der geschätzte Wärmeverbrauch der Liegenschaften liegt bei etwa 6.000 MWh/a. Die CO₂-Emissionen des Großteils der Gebäude sind aufgrund des Anschlusses an das Wärmenetz der HansewerkNatur derzeit bereits relativ gering. Die Gesamtemissionen dieser Gebäude werden entsprechend auf rund 800 t CO₂ pro Jahr geschätzt. Einsparpotenzial durch Fassadenbegrünung ergäbe sich nach der Wachstumsperiode zu knapp 5 t CO₂ pro Jahr ab ca. 10 Jahre nach Pflanzung. Was etwa 0,1 % der Gesamtemissionen durch Wärme entspricht.

Eine weitere CO₂-Senke bildet die Dachbegrünung. Moose und Sedum-Arten können 0,9 bis 1,2 $\frac{kg\ CO_2}{m^2}$ aufnehmen. Für die Nachrüstung von Gründächern kommen nur Flachdächer und ggf. Schrägdächer mit geringer Neigung in Frage. Der überwiegende Teil der Gebäude im Projektgebiet verfügt über Schrägdächer mit größerem Winkel und kommt daher nicht in Betracht. Möglich wäre eine Nachrüstung theoretisch bei den Turn- und Sporthallen der Schule am Burgfeld, der Trave-, Theodor-Storm- und der Franz-Claudius-Schule sowie dem Berufsbildungszentrum und dem Gewerbegebäude Theodor-Storm-Str. 15. Diese verfügen insgesamt über eine Dachfläche von ca. 1,6 ha was bei einer kompletten Begrünung eine dauerhafte CO₂-Fixierung von 17 t bedeuten würde.

Insgesamt sind die Einsparungspotenziale durch Grünflächen als vergleichsweise gering einzuschätzen.

10.3 Urbanes Gärtnern

Der Kleingärtnerverein Bad Segeberg e. V. hat verschiedene Initiativen gestartet, Schülern und Bewohnern der Südstadt das „Gärtnern“ näher zu bringen. Im wahrsten Sinne des Wortes umgesetzt wurde dies z.B. bei der Begrünung des Vorplatzes des Versorgungszentrums an der Theodor-Storm-Str., wo drei Hochbeete für Blumen, Kräuter und Gemüse angelegt wurden. Diese wurden jedoch aufgrund fehlender gärtnerischer Infrastruktur, wie z.B. eines für die Gärtner/innen frei verfügbaren Außenwasseranschlusses bereits wieder beendet. Ein zweites, noch laufendes Projekt ist der Schulgarten der Schule am Burgfeld, welcher sich innerhalb der Kleingartenkolonie „Neue Heimat“ befindet und von Mitgliedern der Kolonie sowie engagierten Lehrern und Lehrerinnen geleitet wird.

Aufgrund der Erfahrungen aus dem „Urban Gardening“-Projekt im öffentlichen Raum besteht derzeit wenig Interesse seitens des Kleingärtnervereins ein weiteres ähnliches Projekt zu initiieren. Beratend stünde der Verein jedoch gerne zur Verfügung und könnte sich vorstellen Projekte anderer Initiatoren zu unterstützen sowie weitere Flächen in der nahen Umgebung bzw. auf dem Schulgelände der Schule am Burgfeld zu betreuen.

Für die Jahre 2019 und 2020 sind umfangreiche Maßnahmen der Neugestaltung des Schulhofes vorgesehen. Hierbei könnte zusammen mit den bereits aktiven Akteuren des Schulgartens ein Konzept zur Integration gärtnerischer Elemente entwickelt werden.

Die Kita der nahegelegenen Familienbildungsstätte hat ebenfalls Interesse signalisiert, auf dem eigenen Grundstück ein Gärtnerprojekt zu entwickeln. Eine Einbeziehung der Kita bei der Gestaltung des etwa 200 m entfernten Schulhof der Schule am Burgfeld könnte entsprechend weitere Synergieeffekte nutzen.

11 Entwicklung CO₂-Emissionen im Quartier

11.1 Business as usual-Variante

Auf Grund des landesweiten Ausbaus der erneuerbaren Stromproduktion verbessert sich der CO₂-Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommixes. Die Richtungsentscheidungen werden hierbei durch die Bundespolitik vorgegeben, die Handlungsmöglichkeiten auf lokaler Ebene sind beschränkt.

Die Entwicklung der Emissionen des Strommix verläuft seit 1990 in etwa linear mit einer jährlichen Verringerung der CO₂-Emissionen je kWh Strom um ca. 9 g/kWh. Diese Entwicklung vorausgesetzt, ergäben sich die in Tabelle 126 dargestellten Emissionsfaktoren. Sofern die Klimaschutzziele des Bundes und der Länder erreicht werden sollen, wäre eine weitergehende Reduktion notwendig, sodass in diesem Fall 2050 mit deutlich geringeren Emissionen zu rechnen wäre. Unter der Annahme einer Reduzierung 2050 um 90 % seit 1990 ergäben sich bei linearer Berechnung die Werte in Zeile 3 der Tabelle 126.

Tabelle 126: Emissionsfaktoren für den Deutschen Strommix bei linearer Entwicklung nach dem derzeitigen Trend und bei Erreichen der Klimaschutzziele 2050

Jahr	2016	2030	2040	2050
	[g CO ₂ / kWh]			
Emissionsfaktor Strommix (linear)	527	401	311	221
Emissionsfaktor Strommix (Klimaschutzziele)	527	304	190	76

Für das Projektgebiet bedeutet das je nach Entwicklung des Strommixes, dass 2050 etwa 2.000 bis 3.000 t CO₂-Emissionen pro Jahr in der Stromversorgung eingespart werden können.

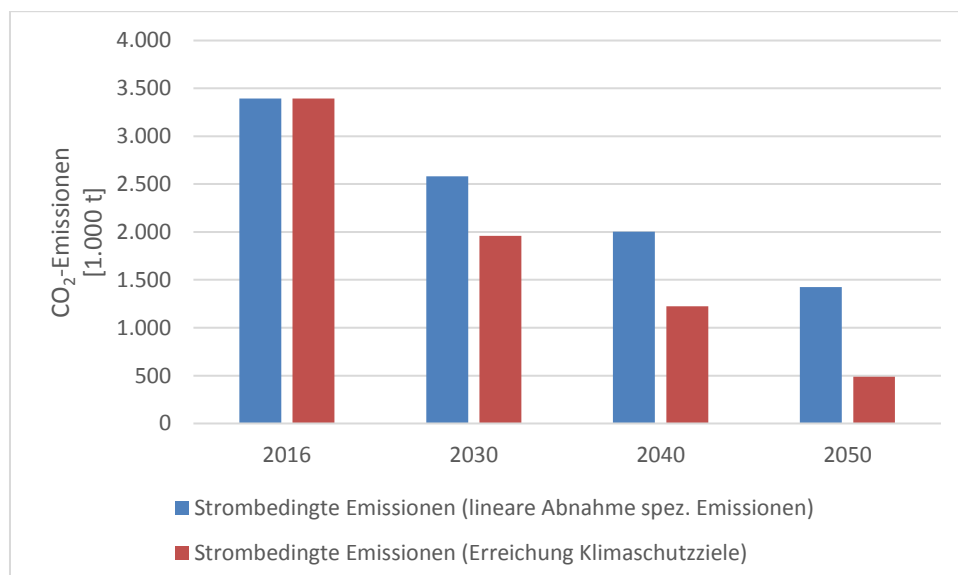


Abbildung 150: Strombedingte CO₂-Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes

Folgende Abbildungen zeigen die CO₂-Emissionen des Energiebedarfs in dem Quartier für den Fall, dass keine weitergehenden lokalen Maßnahmen ergriffen werden. Die CO₂-Reduktion auf 76 % (Abbildung 151) bzw. 64 % (Abbildung 152) bis 2050 wird dadurch erreicht, dass sich der bundesdeutsche Strommix verbessert in Bezug auf die CO₂-Emissionswerte pro kWh.

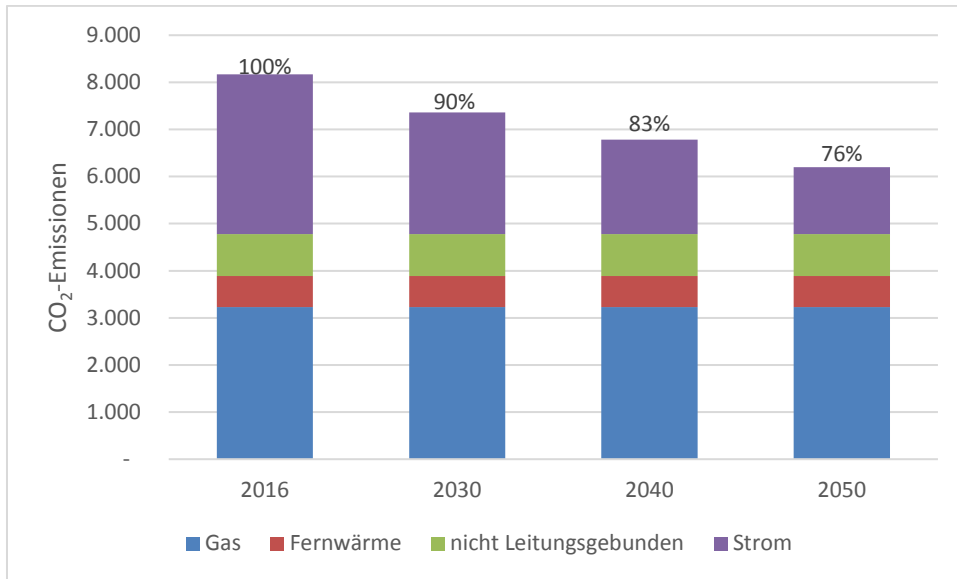


Abbildung 151: Reduktion der CO₂-Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes (lineare Abnahme)

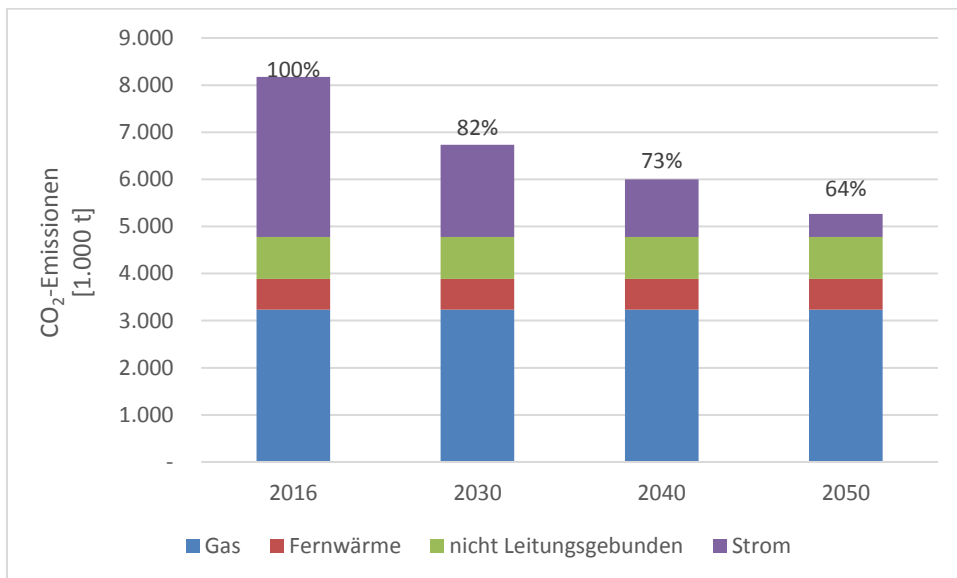


Abbildung 152: Reduktion der CO₂-Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes (Erreichung der Klimaschutzziele)

Mit einer angenommenen jährlichen Modernisierungsrate von 1 % ergäbe sich in der Wärmeversorgung eine CO₂-Einsparung von 30 % bis 2050 in Höhe von ca. 1.430 t CO₂.

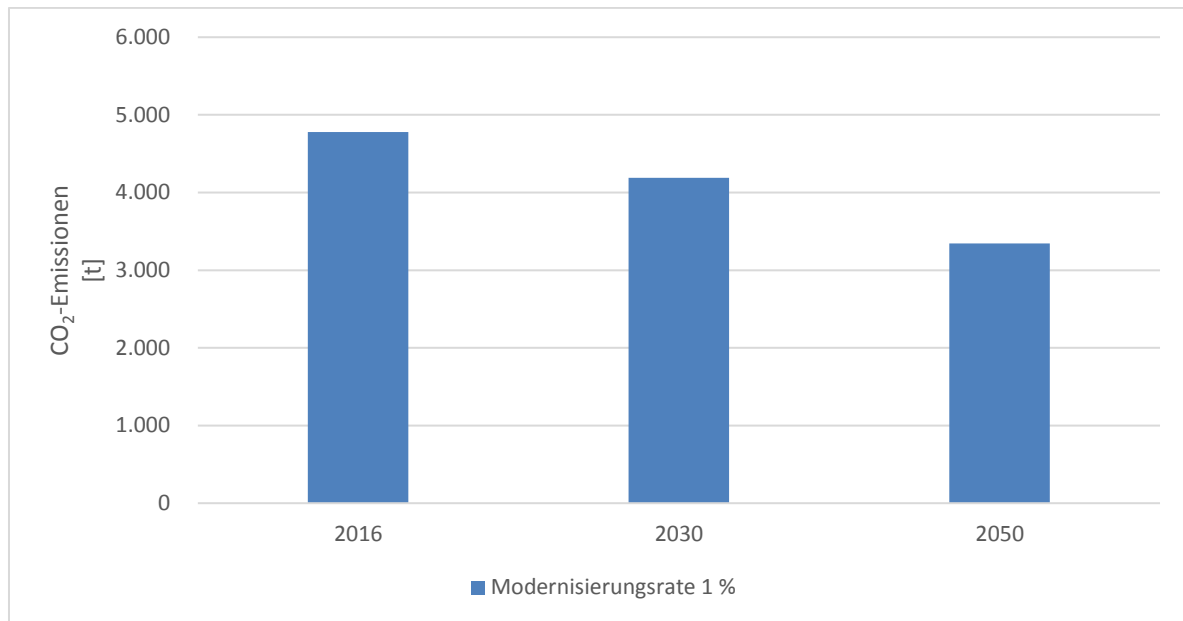


Abbildung 153: Reduktion der CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung bei einer Modernisierungsrate von 1 % pro Jahr

11.2 Klimaschutzvariante

11.2.1 Energieversorgung

In einem ersten Schritt erfolgt kurzfristig die Umstellung der Wärmeversorgung der Franz-Claudius-Schule und der Schule am Burgfeld auf ein gemeinsames Wärmenetz mit Kraft-Wärme-Kopplung. Dadurch verringern sich die Treibhausgasemissionen dieser Liegenschaften um 11 %. Diese können durch die Eigenstromnutzung des Stroms aus der PV-Anlage um weitere 2 Prozentpunkte auf 13 % reduziert werden.

Im Probsteialtenheim werden ebenso ein BHKW sowie eine PV-Anlage installiert. Dadurch können die Treibhausgasemissionen insgesamt um 20 % reduziert werden.

Die Familienbildungsstätte ersetzt ihre Heizungsanlagen durch moderne Brennwertgeräte. Dadurch können insgesamt 109 t CO₂ pro Jahr eingespart werden (Tabelle 127).

Tabelle 127: CO₂-Einsparungen Variante KWK & PV

Variante KWK & PV	2017	2020	Einsparungen		
			CO ₂	Endenergie	Primärenergie
FCS und SaB	370.786 kg	322.167 kg	48.619 kg	22 MWh	25 MWh
PA	240.345 kg	192.878 kg	47.467 kg	-	-
FB	58.115 kg	45.200 kg	12.914 kg	107 MWh	118 MWh
Gesamt	669.246 kg	560.246 kg	109.000 kg	129 MWh	142 MWh

Aufgrund der Verwendung von Erdgas und der effizienten Heizungsanlagen des Probsteialtenheims und der SaB werden Einsparungen bei End- und Primärenergie in der Wärmeversorgung einzig durch Effizienzsteigerung bei den Heizungsanlagen der FCS und der FB in Höhe von 129 bzw. 142 MWh pro Jahr erzielt.

Sofern die aus Klimaschutzsicht empfohlene Variante mit einer Biomasseanlage und PV umgesetzt würde, könnten etwa 217 t CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Tabelle 128: CO₂-Einsparungen Variante Biomasse & PV

Variante Biomasse & PV	2017	2020	CO ₂ -Einsparung
FCS und SaB	370.786 kg	247.021 kg	123.765 kg
PA	240.345 kg	160.329 kg	80.016 kg
FB	58.115 kg	45.200 kg	12.914 kg
gesamt	669.246 kg	452.551 kg	216.695 kg

Kurzfristig wird auf dem Dach einer weiteren kommunalen Liegenschaft eine PV-Anlage entsprechend der Potenzialanalyse installiert. Größten Einfluss hätte dabei sicherlich das Berufsbildungszentrum Segeberg, Haus B. Hierbei wird von einer Eigenstromquote von 50 % ausgegangen, womit sich die Hälfte der knapp 130 MWh produzierten Solarstroms ca. 36 t CO₂ pro Jahr vor Ort einsparen ließen.

Die weiteren PV-Potenziale werden bis 2025 genutzt, sodass im Jahr 2025 insgesamt knapp 87 t CO₂ eingespart werden. Durch den Jahresertrag der PV-Anlagen ergibt sich eine Endenergieeinsparung von 197 MWh pro Jahr. Mit dem aktuellen Primärenergiefaktor von 2,4 können entsprechend 473 MWh Primärenergie eingespart werden.

Tabelle 129: CO₂-Einsparungen PV-Potenziale kommunale Liegenschaften

Liegenschaft	Stromverbrauch [MWh/a]	Leistung PV [kWp]	Jahresertrag [kWh]	CO ₂ -Einsparung 2030* [kg]
Theodor-Storm-Schule	39	9	7.889	3.874
Traveschule	82	18	16.355	8.030
BBZ Segeberg, Haus A	170	38	33.938	16.663
BBZ Segeberg, Haus B	646	144	129.190	63.433
Hallenbad	48	11	9.648	4.737
Gesamt	985	219	197.020	96.737

* Emissionsfaktor 2025: 491 kg/MWh

Ziel des 100-Dächerprogramms ist es, bis 2025 100 Dächer mit entsprechenden PV-Anlagen zu bestücken. Basis dafür ist die Liste der potenziellen Gebäude im Anhang 19.5. Die durchschnittliche Anlagengröße beträgt 3,2 kWp woraus sich die in Tabelle 130 dargestellten Einsparungen ergeben.

Tabelle 130: Energie- und CO₂-Einsparungen durch das 100-Dächerprogramm

Liegenschaft	Leistung PV [kWp]	Jahresertrag [kWh]	Einsparungen		
			CO ₂ *	Endenergie	Primärenergie
100 Dächer (private)	320	7.889	134 t	272 MWh	653 MWh

* Emissionsfaktor 2025: 491 kg/MWh

11.2.2 Gebäudemodernisierung

Die öffentlichen Gebäude werden bis 2020 wie in den Modernisierungsvarianten dargestellt modernisiert und durch die empfohlenen Energieversorgungsvarianten versorgt. Durch den verminderten Energiebedarf und die neue Energieversorgungsanlagen werden insgesamt 236 t CO₂ eingespart.

Tabelle 131: CO₂-Einsparungen Modernisierung öffentliche Liegenschaften

Variante KWK & PV saniert	2017	2020	Einsparungen		
			CO ₂	Endenergie	Primärenergie
FCS und SaB	370.786 kg	246.862 kg	123.923 kg	361 MWh	432 MWh
PA	240.345 kg	141.104 kg	99.241 kg	374 MWh	447 MWh
FB	58.115 kg	45.200 kg	12.914 kg	61 MWh	68 MWh
Gesamt	669.246 kg	433.167 kg	236.079 kg	796 MWh	946 MWh

Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass bis 2050 bei einer Sanierungsrate von 3 % alle Wohnhäuser saniert sind und durch die Brennstoffeinsparungen von durchschnittlich 65 % sowie die Umstellung der Wärmeversorgung unter Einbindung von Umweltwärme, Solarthermie und Biomasse die CO₂-Emissionen um insgesamt 70 %, also ca. 3.350 t gesenkt werden können.

Bis 2025 kann entsprechend mit einer Reduktion um **885 t** auf 3.893 t CO₂ gerechnet werden. Aufgrund der sehr individuellen Sanierungsmöglichkeiten der Einfamilien- und Reihenhäuser im Gebiet werden die Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung mit dem aus den Öl- und Gasverbräuchen gemittelten Emissionsfaktor von 192 g / kWh und einem Primärenergiefaktor von 1,1 abgeschätzt.

Daraus lassen sich Einsparungen von **4.600 MWh** Endenergie und **5.100 MWh** Primärenergie erzielen.

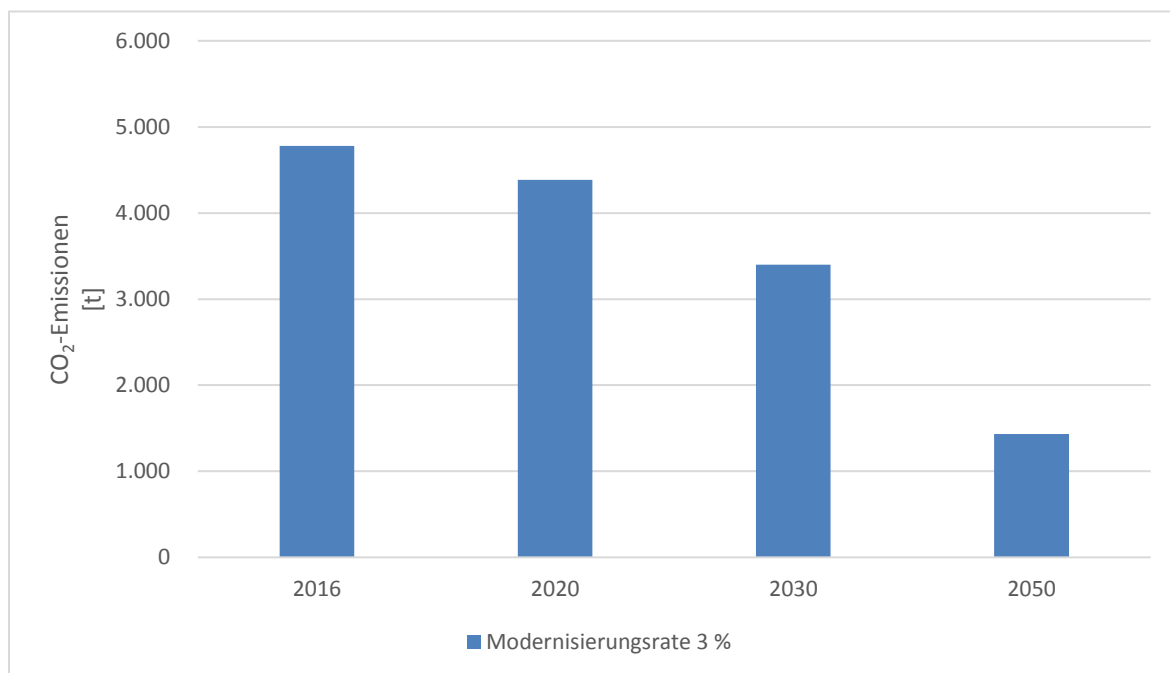


Abbildung 154: Reduktion der CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung bei einer Modernisierungsrate von 3 % pro Jahr

11.2.3 Gesamtbilanz

Insgesamt ergibt sich ein absolutes Reduktionspotenzial von ca. 6.600 t CO₂-Emissionen bis 2050.

Verglichen mit einem Referenzwert von ca. 8.500 t CO₂ entspricht dies einem relativen Reduktionspotenzial von etwa 78 %.

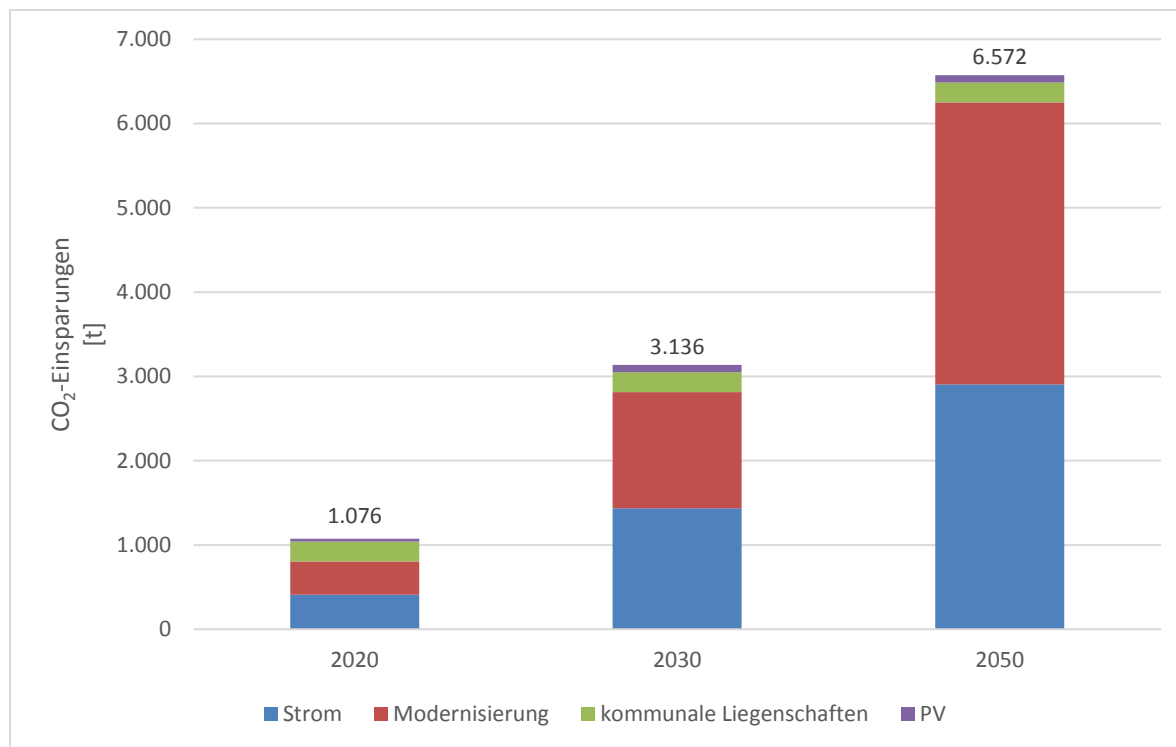


Abbildung 155: CO₂-Einsparungspotenzial bis 2050

Daraus ergeben sich bis 2025 die in Tabelle 132 dargestellten Gesamteinsparpotenziale

Tabelle 132: Gesamteinsparpotenziale

Einsparungen	CO ₂	Endenergie	Primärenergie
Modernisierung öffentliche Liegenschaften	236 t	796 MWh	946 MWh
Gebäudesanierung sonstige	885 t	4600 MWh	5100 MWh
PV 100-Dächer Programm	134 t	272 MWh	653 MWh
PV kommunale Liegenschaften	97 t	197 MWh	473 MWh
gesamt	1.352 t	5.865 MWh	7.172 MWh

12 Maßnahmenkatalog

Im Folgenden werden konkrete Maßnahmen beschrieben, bei denen die energetische Gesamteffizienz des Quartiers im Mittelpunkt steht. Diese Maßnahmen reichen von Themen der Öffentlichkeitsarbeit wie Informationsveranstaltungen bis hin zur konkreten Umsetzung von Wärmeversorgung und energetischen Modernisierungsmaßnahmen. In den folgenden Maßnahmenblättern werden für die einzelnen Maßnahmen unter anderem die beteiligten Akteure beschrieben, Kosten abgeschätzt und der Zeitplan erläutert.

Der Maßnahmenkatalog setzt sich aus folgenden Einzelmaßnahmen zusammen:

01	Einrichtung eines geförderten Sanierungsmanagements
02	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit während der Umsetzungsphase
03	Informationsveranstaltungen
04	Sonderveranstaltungen und ggf. „Gläserne Baustelle“
05	Beratung zu energetischen Modernisierungsmaßnahmen
06	Beratung PV-Nutzung und Eigenstrom
07	Beratung zum Thema Barrierefreiheit und altengerechte Umbauten
08	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an öffentlich genutzten Gebäuden
09	Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Wohngebäuden
10	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung
11	Umsetzung der Wärmeversorgung
12	Konkretisierung und Umsetzung PV-Nutzung und Eigenstrom
13	Ausbau der Wärmenetzversorgung
14	Prüfung und Konzeption Energieversorgung für eine zukünftige Neubausiedlung ERP
15	Fortführung der Energie- und CO₂-Bilanz
16	Unterstützung bei der systematischen Erfassung und Auswertung von Daten im Zuge der energetischen Sanierung (Controlling)

12.1 Maßnahmenpaket Sanierungsmanagement

Maßnahme 01

Titel

Einrichtung eines geförderten Sanierungsmanagements

Beschreibung der Maßnahme

Zur Umsetzungsbegleitung des energetischen Quartierskonzeptes wird die Einführung eines Sanierungsmanagements im Rahmen des KfW-Programms empfohlen. Das Sanierungsmanagement könnte u.a. folgende Aufgaben übernehmen:

- Allgemeine Projekt- und Akteurskoordination
- Fortführung der Beratung für die energetischen Modernisierungsmaßnahmen sowie Fortschreibung der energetischen Berechnungen
- Konzeptionelle Beratung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung
- Fortführung der Öffentlichkeitsarbeit

Die Fortführung der Energie- und CO₂-Bilanz ist verpflichtender Bestandteil der Förderung.

Um eine stärkere Wirkung in der Öffentlichkeit zu entfalten, sollte überlegt werden, die Einzelmaßnahmen als stadtweite Kampagnen („Modernisierungs-Kampagne“, „100 Dächer-Programm“) zu organisieren.

Akteure und Rollen

Die Aufgaben im Sanierungsmanagement werden von einem/r Sanierungsmanager/in oder einem beauftragten Büro durchgeführt. Aufgrund der großen Bandbreite an Aufgaben empfiehlt es sich, das Sanierungsmanagement oder zumindest Teilaufgaben an eine ARGE zu vergeben.

Die Stadt Bad Segeberg muss die Fördermittel bei der KfW und beim Land Schleswig-Holstein beantragen und kann wieder als Auftraggeber für das Sanierungsmanagement fungieren.

Die bisherige ARGE aus ZEBAU GmbH und Averdung Ingenieure kann als Auftragnehmer fungieren. Bei der Umsetzung sollte eine Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein, dem Klimaschutzmanagement der Stadt Bad Segeberg, des Schulverbandes und weiteren Partnern angestrebt werden.

Kosten / Förderung

Für das Sanierungsmanagement können Fördermittel in Höhe von 65 % der förderfähigen Kosten bei der KfW im Rahmen des Programms Energetische Stadtsanierung beantragt werden, in dessen Rahmen auch die Konzepterstellung gefördert wurde. Für die ersten drei Jahre stehen Zuschüsse von 150.000 € zur Verfügung. Bei einer Verlängerung können die Fördermittel auf 250.000 € erhöht werden. Die teilweise Übernahme der Komplementärmittel ist mit dem Land Schleswig-Holstein abzustimmen.

Für die allgemeine Projektorganisation sind folgende Kostenansätze vorzusehen:

Allgemeine Abstimmung	7.000 Euro jährlich
Lenkungsgruppensitzungen	3.000 Euro jährlich
Erstellung des Zwischen-, bzw. Endberichtes	2.500 Euro jährlich
Summe 2019	12.500 Euro netto

Kostenschätzungen der weiteren Leistungsbausteine siehe unten.

Zeitplan und Meilensteine

Das Sanierungsmanagement ist im Wesentlichen ein kontinuierlicher Prozess. Wesentliche Meilensteine in der Maßnahme „Sanierungsmanagement“ können sein:

- Beantragung Fördermittel bis 10/2018
- Vergabe Sanierungsmanagement bis 03/2019

Maßnahme 02

Titel

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit während der Umsetzungsphase

Beschreibung der Maßnahme

Begleitend zu der Umsetzung des Konzeptes findet eine Presse- und Öffentlichkeitsarbeit statt. Sie dient dazu die lokal, regional und überregional über das Projekt und dessen Fortschritt zu informieren.

Dazu werden zu bestimmten Meilensteinen Presseinformationen veröffentlicht sowie gezielt die Fachpresse eingebunden.

Mit Beiträgen in der Stadtteilzeitung kann über die weiteren Aktivitäten im Quartier berichtet werden.

Die Presseinformationen sind Grundlage der Präsentation des Projektes und des Projektfortschritts auf der Website der Stadt.

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Erstellung von Pressetexten, Website-Beiträgen und Infomaterialien.

Kosten / Förderung

Insgesamt ist für die einzelnen Bausteine mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

etwa halbjährliche Pressemitteilungen / Grundlage für Website	1.500 Euro netto jährlich
Präsentation auf Fachveranstaltungen	1.000 Euro netto pro Termin
Quartiersbrief	2.000 Euro netto jährlich
Insgesamt (bei 2 PMs und 2 Fachveranstaltungen pro Jahr)	4.500 Euro netto jährlich

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements und der Umsetzungsphase, z.B.:

- Vergabe Sanierungsmanagement bis 03/2019
- Aktualisierung der Website 04/2019

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

12.2 Maßnahmenpaket Informations- und Beratungsangebote

Maßnahme 03

Titel

Informationsveranstaltungen

Beschreibung der Maßnahme

Auch im Rahmen der weiteren Entscheidungs- und Planungsphasen sollten Informations- und Beratungsangebote organisiert und angeboten werden.

Dazu können zählen:

Zu Beginn der Projektlaufzeit wird eine öffentliche Auftaktveranstaltung durchgeführt, die dazu dient, die zentralen Inhalte und Ziele des integrierten Quartierskonzeptes zu vermitteln und die Möglichkeiten der Beteiligung an der Projektumsetzung darzulegen.

Die Auftaktveranstaltung wird über die Presse und weitere projektinterne Medien (Website, Quartiersbrief etc.) kommuniziert und steht allen Interessierten offen. Darüber hinaus erfolgt eine Einladung per Brief seitens der Stadt Bad Segeberg.

Über die allgemeine Auftaktveranstaltung hinaus wird es im Laufe der Projektlaufzeit von drei Jahren sechs weitere Informationsveranstaltungen geben. Diese Informationsveranstaltungen dienen dazu, einzelne Aspekte des Gesamtkonzeptes noch einmal detailliert den Bewohnern und Eigentümern vorzustellen, spätere Mängel in der Umsetzung zu vermeiden und eventuelle Vorurteile und Hemmnisse abzubauen.

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Bearbeitung.

Kosten / Förderung

Insgesamt ist für die einzelnen Bausteine mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

Jährliche Infoveranstaltungen	8.000 Euro netto jährlich / zwei Veranstaltungen
-------------------------------	---

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements und der Umsetzungsphase, z.B.:

- Vergabe Sanierungsmanagement bis 03/2019
- Erste Veranstaltung 05/2019, dann etwa halbjährlich

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 04

Titel

Sonderveranstaltungen und ggf. „Gläserne Baustelle“

Beschreibung der Maßnahme

In Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein und weiteren Stakeholdern sind Sonderveranstaltungen vorgesehen. Hierzu können zählen:

- Beteiligung an der Beratungstour der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein
- Aktionstage zu unterschiedlichen Schwerpunktthemen gemeinsam mit lokalen Planern, Installateuren und Herstellern
- Thermografie-Rundgänge

Abhängig von der Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen und der Mitwirkungsbereitschaft von privaten Immobilieneigentümern im Quartier können diese Bauvorhaben in das Konzept der Öffentlichkeitsarbeit eingebunden werden. Hierbei bieten sich besonders an:

- regelmäßige Baustellenbesuche
- Sonderveranstaltungen zum Erfahrungsaustausch (u.a. als Stammtisch, Grillfest, Jour Fixe o.ä.)
- Einbindung in die Medienarbeit

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Organisation und Durchführung.

Kosten / Förderung

Der Kostenaufwand wäre je nach gewünschtem Umfang der Aktivitäten genauer zu beziffern.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements und der Umsetzungsphase, z.B.:

- Vergabe Sanierungsmanagement bis 03/2019
- Erste Veranstaltung 05/2019, dann in unregelmäßigen Abständen

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 05

Titel

Beratung zu energetischen Modernisierungsmaßnahmen

Beschreibung der Maßnahme

Das Angebot an kostenfreien Initialberatungen und die Begleitung von Modernisierungsmaßnahmen wurde bisher gut angenommen. Damit Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden hat sich gezeigt, dass die weiterführende Begleitung der Eigentümer bis zum Beginn der Maßnahmen besonders wichtig ist.

Den Gebäudeeigentümern sollte daher seitens der Stadt Bad Segeberg im Rahmen des Sanierungsmanagements eine Energieberatung angeboten werden, die die notwendigen Instandsetzungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen mit den entsprechenden energetischen Maßnahmen verbindet und optimal ergänzt.

Die Leistung umfasst folgende Punkte:

- jeweils 1 Ortstermin pro Objekt für die Bestandsaufnahme
- Beratung, soweit vorliegend anhand eines Mustersanierungskonzeptes
- Schriftliches Kurzprotokoll ggf. inkl. Modernisierungsempfehlungen, Versand an den Beratungsempfänger/in
- Mündliche Beratung zu Förderprogrammen (ggf. Weiterleitung an die IB.SH)

Die Beratung beinhaltet keine energetischen Berechnungen. Diese sind vom Gebäudeeigentümer zu finanzieren und werden durch die bestehenden Förderprogramme unterstützt.

Ggf. könnte der Leistungsbaustein auch in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein sowie dem Haus & Grund Ortsverein Bad Segeberg und dem Verband Wohneigentum Siedlerbund Schleswig-Holstein e.V. durchgeführt werden.

Akteure und Rollen

Zielgruppe der Beratung sind die Gebäudeeigentümer innerhalb des Quartiers Südstadt.

Kosten / Förderung

Die Kosten können abhängig vom weiteren Zeitablauf der Umsetzung der Modernisierungsmaßnahmen stark variieren.

Im ersten Jahr der Umsetzung ist von einem Bedarf von 20 Beratungen auszugehen.

Es ist mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

Beratung	650 Euro netto pro Gebäude
Annahme für 2019	20 Beratungen
Summe 2019	13.000 Euro netto

Weitere Beratungs- und Planungsleistungen können über das entsprechende BAFA-Programm gefördert werden.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 06

Titel

Beratung PV-Nutzung und Eigenstrom

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden große Solarpotenziale bei Wohnungsbaugesellschaften und Privatgebäuden identifiziert.

Im Rahmen des Sanierungsmanagements sollen gezielt die Verwalter und Eigentümer geeigneter Liegenschaften angesprochen und zur Umsetzung von Mieterstromprojekten motiviert werden. Dazu gehören größere Wohngebäude mit mehr als zehn Wohneinheiten sowie Gewerbebetriebe. Für Einfamilien- und Reihenhauseigentümer ist eine Informationskampagne sowie die Einholung von mengenrabattierten Serienangeboten von lokalen Installateuren möglich.

In der Südstadt wurden rund 100 für Photovoltaikanlagen geeignete Dächer identifiziert. Ein auf die Südstadt beschränktes 100-Dächer Programm würde dementsprechend von einer nahezu 100-prozentigen Umsetzung ausgehen, was im Allgemeinen unrealistisch ist. Dementsprechend sollte, auch, um eine stärkere Wirkung in der Öffentlichkeit zu entfalten, überlegt werden, die Einzelmaßnahmen als stadtweite Kampagnen („100 Dächer-Programm“) zu organisieren.

Bei der Errichtung und Abnahme der PV-Anlagen bietet das Sanierungsmanagement den Eigentümern eine kostenfreie Beratung bzgl. baulicher Besonderheiten, Begleitung der Abnahme und Qualitätssicherung an, um Unsicherheiten bei Einzeleigentümern abzubauen. Ggf. wäre zu überlegen ob weitere finanzielle Anreize, z.B. für die ersten teilnehmenden Privathaushalte von der Stadt zur Verfügung gestellt werden können. Mit gut funktionierenden Anlagen in der Nachbarschaft sollen, wenn möglich, darüber hinaus Nachahmungseffekte erzielt werden, die über das Projektgebiet und den Projektzeitraum hinauswirken.

Akteure und Rollen

Zielgruppe der Beratung sind auf der einen Seite die Eigentümer der kommunalen Liegenschaften, auf der anderen Seite die Wohnungsunternehmen und privaten Gebäudeeigentümer innerhalb des Quartiers.

Kosten

Die Kosten können abhängig vom weiteren Zeitablauf der Umsetzung der Modernisierungsmaßnahmen stark variieren.

Im ersten Jahr der Umsetzung ist von einem erhöhten Bedarf von 20 Beratungen auszugehen.

Es ist mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

Gesamtaufwand	24.000 Euro
Summe 2019	8.000 Euro netto

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 07

Titel

Beratung zum Thema Barrierefreiheit und altengerechte Umbauten

Beschreibung der Maßnahme

Die Untersuchung einzelner Wohngebäude hat einen hohen Handlungsbedarf in Bezug auf den altersgerechten Zustand der Wohneinheiten ergeben. Daher wären bei den meisten Gebäuden frühzeitige Umbauten mit Maßnahmen zum Abbau von Barrieren vorzusehen.

Um über diese Aspekte zu informieren, Lösungswege aufzuzeigen und auf die vorhandenen Fördermittel hinzuweisen, sollte eine Fachberatung zu diesem Thema durchgeführt werden.

Diese sollte im Rahmen oder in Kooperation mit dem Quartiersmanagement sowie gemeinsam mit den Ansprechpartnern der Stadt durchgeführt werden.

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Koordination und Bewerbung der Termine gemeinsam mit dem Quartiersmanagement.

Kosten / Förderung

Der Kostenaufwand wäre je nach gewünschtem Umfang der Aktivitäten genauer zu beziffern.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements, z.B.:

- Vergabe Sanierungsmanagement bis 03/2019
- Erste Veranstaltung 05/2019, dann in unregelmäßigen Abständen

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

12.3 Maßnahmenpaket Gebäudesanierung

Maßnahme 08

Titel

Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an öffentlich genutzten Gebäuden

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden für fünf öffentlich genutzte Gebäude Modernisierungskonzepte entwickelt.

Auf Grundlage dieser Konzepte sollten die Gebäudeeigentümer einen mittelfristigen Sanierungsfahrplan entwickeln und in den folgenden Jahren umsetzen.

Für individuelle Modernisierungsplanungen wird die Einbindung eines Energieberaters und bei größeren Bauvorhaben eines Architekten dringend empfohlen.

Eine konkrete Planung kann im Rahmen des Bafa-Programms „Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen“ finanziell unterstützt werden.

Akteure und Rollen

Auftraggeber sind die einzelnen Gebäudeeigentümer

Kosten / Förderung

Die Mustersanierungskonzepte geben einen ersten Eindruck von Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen. Eine konkrete Kostenschätzung kann erst im Rahmen einer Planung erfolgen. Diese kann durch die Förderung der BAFA unterstützt werden.

Die Modernisierungsmaßnahmen werden durch verschiedene Förderprogramme der KfW und der IB.SH finanziell unterstützt.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom weiteren Entscheidungs- und Planungsprozess der Einzeleigentümer

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Nein

Maßnahme 09

Titel

Umsetzung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Wohngebäuden

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden für fünf Wohngebäude individuelle Modernisierungskonzepte untersucht. Auf Grundlage dieser Konzepte und weitergehenden Beratungen und technischen Detailuntersuchungen können Entscheidungen zur generellen Bereitschaft zur Umsetzung von möglichen Modernisierungsmaßnahmen getroffen werden.

Geeignete Zeitpunkte für energetische Modernisierungsmaßnahmen bilden ein Besitzerwechsel oder generelle umfassende Umbau- oder Instandhaltungsmaßnahmen. Daher sollten Informations- und Beratungsangebote auch in Kooperation mit Kreditinstituten vermittelt werden.

Darüber hinaus können oftmals sowohl Maßnahmen zum altersgerechten Wohnen als auch zum Einbruchsschutz mit energetischen Maßnahmen (als „Huckepack-Maßnahmen“) kombiniert werden, wodurch sich weitere Synergieeffekte und Kooperationsmöglichkeiten ergeben.

Für individuelle Modernisierungsplanungen wird die Einbindung eines Energieberaters und bei größeren Bauvorhaben eines Architekten dringend empfohlen.

Eine konkrete Planung sollte durch die Erstellung eines individuellen energetischen Konzeptes oder eines individuellen Sanierungsfahrplans, die beide über die Bafa gefördert werden, begleitet werden.

Akteure und Rollen

Auftraggeber sind die einzelnen Gebäudeeigentümer

Kosten / Förderung

Die Mustersanierungskonzepte geben einen ersten Eindruck von Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen. Eine konkrete Kostenschätzung kann erst im Rahmen einer Planung erfolgen.

Die Modernisierungsmaßnahmen werden durch verschiedene Förderprogramme der Bafa, der KfW und der IB.SH finanziell unterstützt.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom weiteren Entscheidungs- und Planungsprozess der Einzeleigentümer

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Nein

12.4 Maßnahmenpaket Energieversorgung

Maßnahme 10

Titel

Vorentwurf und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung

Beschreibung der Maßnahme

Die favorisierte Versorgungsvariante ist die die gemeinsame Versorgung der Schule am Burgfeld und der Franz-Claudius-Schule durch eine KWK-Lösung mit Wärmenetz. Die derzeitigen Anlagen werden durch Hansewerk Natur betrieben, sodass die Stadt selbst derzeit keine großen Versorgungsanlagen in den Schulen betreibt. Insofern sollte der nach einer Konkretisierung durch einen Vorentwurf der Eigenbetrieb mit Angeboten möglicher Wärme-Contracting-Anbieter verglichen werden. Dies bezieht die detaillierte Betrachtung und Anpassung von Beteiligungsvarianten in Abhängigkeit sich ändernder gesetzlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen (KWKG, Fördermittel, KfW, Energiepreise, Primärenergiefaktorberechnung etc.) mit ein.

Zudem wäre die Installation eines BHKW im Probsteialtenheim sinnvoll. Zur Vorbereitung der Umsetzung ist eine weitere Detaillierung aus technischer und wirtschaftlicher Sicht notwendig, insbesondere da aufgrund der verbleibenden Lebensdauer der derzeitigen Heizungsanlage derzeit keine akuter Handlungsbedarf besteht.

Akteure und Rollen

Stadt Bad Segeberg, Kirchenkreis, Wärmeversorger, ggf. Einbeziehung der IB.SH zur Fördermittelberatung

Kosten / Förderung

Der Kostenaufwand wäre genauer zu beziffern.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom weiteren Entscheidungs- und Planungsprozess der Einzeleigentümer

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 11

Titel

Umsetzung der Wärmeversorgung

Beschreibung der Maßnahme

Insgesamt soll eine nach wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Kriterien sinnvolle Lösung umgesetzt werden. Die favorisierte Versorgungsvariante ist die gemeinsame Versorgung der Liegenschaften durch eine KWK-Lösung mit Wärmenetz. Nach einer Entscheidung über das Betreibermodell wird der Planungs- Umsetzungsprozess für eine gemeinsame Wärmeversorgung angestoßen.

Akteure und Rollen

Schulverband Bad Segeberg (Franz-Claudius-Schule und Schule am Burgfeld)

Kosten / Förderung

Für die Umsetzung von Wärmenetzkonzepten stehen unterschiedliche Förderprogramme je nach gewählter Lösung zur Verfügung.

Zeitplan und Meilensteine

Der Zeitplan der Maßnahmenumsetzung ist abhängig vom zukünftigen Entscheidungsprozess.

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Nein

Maßnahme 12

Titel

Konkretisierung und Umsetzung PV-Nutzung und Eigenstrom

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden vielfältige Solarpotenziale insbesondere auf den Dächern der kommunalen Liegenschaften sowie der weiteren öffentlichen Träger identifiziert. Diese müssen konkretisiert werden, d.h. die Dächer müssen auf die Eignung (Statik, Dachaufbauten etc.) geprüft, sowie Einspeisepunkte identifiziert und unter Beachtung weiterer Rahmenbedingungen, wie Strombedarf, Lastgang und Gebäudenutzung die Anlagendimensionierung und die Wirtschaftlichkeitsberechnung detailliert werden.

Akteure und Rollen

Eigentümer der kommunalen Liegenschaften

Kosten

Der Kostenaufwand wäre genauer zu beziffern.

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 13

Titel

Ausbau der Wärmenetzversorgung

Beschreibung der Maßnahme

Die Geschosswohnungsbauten entlang der westlichen Theodor-Storm-Straße bieten prinzipiell sehr gute Voraussetzungen für die Versorgung per Nahwärme. Gleichzeitig verläuft im östlichen Teil der Straße bereits das Wärmenetz der HansewerkNatur mit einem Primärenergiefaktor von 0,0. Gespräche mit den Eigentümern der angrenzenden Gebäude sowie Beratung zu Wirtschaftlichkeit und technischer Umsetzung sollen fortgesetzt bzw. initiiert werden.

Akteure und Rollen

Wankendorfer Baugenossenschaft, Neue Lübecker Norddeutsche Baugenossenschaft, BUWOG-Kiel GmbH, K.I.G. Keggenhoff Immobiliengesellschaft mbH, Johannes Specht Bauunternehmen KG, Einzeleigentümer, HansewerkNatur, Stadt Bad Segeberg

Kosten / Förderung

Der Kostenaufwand wäre genauer zu beziffern.

Zeitplan und Meilensteine

Der Zeitplan der Maßnahmenumsetzung ist abhängig vom zukünftigen Entscheidungsprozess.

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Nein

Maßnahme 14

Titel

Prüfung und Konzeption Energieversorgung für eine zukünftige Neubausiedlung ERP

Beschreibung der Maßnahme

Sollte sich im weiteren Entscheidungsprozess herausstellen, dass mittelfristig auf dem Gelände der derzeitigen ERP-Siedlung ein Neubauquartier entsteht, sollte frühzeitig die Entwicklung eines Energiekonzepts angestoßen werden, welches die Nutzung von Geothermie, Solarthermie und Umweltwärme einbezieht.

Akteure und Rollen

Wankendorfer Baugenossenschaft, Stadt Bad Segeberg

Kosten / Förderung

Zeitplan und Meilensteine

Der Zeitplan der Maßnahmenumsetzung ist abhängig vom zukünftigen Entscheidungsprozess.

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Nein

12.5 Maßnahmenpaket Controlling und Monitoring

Maßnahme 15

Titel

Fortführung der Energie- und CO₂-Bilanz

Beschreibung der Maßnahme

Zur Erfolgskontrolle der einzelnen Maßnahmen sollte Energie- und CO₂-Bilanz jährlich fortgeschrieben werden.

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Bearbeitung.

Kosten / Förderung

Insgesamt ist für die einzelnen Bausteine mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

Fortführung der Energie- und CO ₂ -Bilanz	3.000 Euro netto jährlich
--	---------------------------

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Beantragung des Sanierungsmanagements, z.B.:

- Vergabe Sanierungsmanagement bis 01/2019
- Anschließend je nach Datenlage Energie- und CO₂-Bilanz für das zurückliegende Jahr, danach jährlich

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

Maßnahme 16

Titel

Unterstützung bei der systematischen Erfassung und Auswertung von Daten im Zuge der energetischen Sanierung (Controlling)

Beschreibung der Maßnahme

Im Rahmen der Sanierungsmanagements kann der Schulverband bei der Erfassung und Optimierung der Struktur der Datenaufnahme und Datenbewertung unterstützt werden. Hierbei können Empfehlungen für den Ersatz und Ergänzungen der derzeitigen Mess- und Regelungstechnik und bei der Nutzung entsprechender Software entwickelt werden.

Akteure und Rollen

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Bearbeitung.

Kosten

Insgesamt ist für die einzelnen Bausteine mit folgenden unverbindlichen Kostenansätzen zu kalkulieren:

Gesamtaufwand je Gebäude	4.000 Euro netto
2019	1.500 Euro netto je Gebäude

Zeitplan und Meilensteine

Abhängig vom Zeitplan der Umsetzungsphase

Potentieller Bestandteil des Sanierungsmanagements (ja/nein)

Ja, ab Bewilligung der Fördermittel und Vergabe der Leistung

13 Fördermöglichkeiten

13.1 Bafa-Fördermittel

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) übernimmt als Bundesbehörde administrative Aufgaben des Bundes. Dazu zählt schwerpunktmäßig der Bereich Energie.

Das BAFA bietet eine Vielzahl verschiedener Förderprogramme an, sowohl für energieeffiziente Haustechniken, als auch für Maßnahmen zur Energieeinsparung. Die Förderungen richten sich an Unternehmen, an Kommunen und an Privatpersonen.

13.1.1 Wärmenetzförderung

Beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) kann bei der Errichtung von KWK-gespeisten Wärmenetzen investive Förderung beantragt werden. Unter die förderfähigen Konzepte fallen Wärmenetz mit einem KWK-Anteil von mindestens 75 %, wobei auch ein Mix aus erneuerbaren Energien oder industrieller Abwärme und KWK möglich ist, sofern mindestens 25 % der Abnehmerversorgung des Wärmenetzes durch Kraft-Kopplung bereitgestellt wird.

Das Wärmenetz wird mit 100 € je Trassenmeter und höchstens 40 % der ansatzfähigen Investitionskosten bei einer Deckelung von 20 Mio. € gefördert.

Weitere Informationen finden Sie hier:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltenetze/waerme_kaeltenetze_node.html

13.1.2 Heizungsoptimierung

Seit August 2016 fördert das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) u.a. den hydraulischen Abgleich von Heizsystemen durch attraktive, nicht rückzahlbare Zuschüsse. Eine optimal eingestellte Heizung sorgt dafür, dass die Wärme überall gleichmäßig im Haus verteilt wird und Sie können bis zu 10% an Energie einsparen. In der Regel ist die Maßnahme ohne großen Aufwand und ohne hohe Kosten durchführbar.

Die Höhe der Förderung liegt bei 30 % der Nettoinvestitionskosten für die Leistungen und ist auf 25.000 Euro pro Standort limitiert.

Die genauen Förderbedingungen und Details zur Antragstellung finden Sie hier:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Heizungsoptimierung/heizungsoptimierung_node.html

13.1.3 Solarthermie

Auch für die Errichtung und Erweiterung von Solarthermieanlagen bis einschließlich 100m² Kollektorfläche kann eine Förderung beim BAFA beantragt werden.

Bei Solarkollektoranlagen mit 3 bis 10 m² Bruttokollektorfläche, die der ausschließlichen Warmwasserbereitung dienen (mit einem Pufferspeichervolumen von mindestens 200 Litern), beträgt der Zuschuss 500 €. Wenn die Bruttokollektorfläche eine Größe von 11 bis 40 m² besitzt, wird die Anlage mit 50 €/m² bezuschusst.

Solarkollektoranlagen mit bis zu 14 m² Bruttokollektorfläche, die der kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung dienen (mit einem Pufferspeichervolumen von mind. 40 bzw. 50 Liter pro m² Kollektorfläche), erhalten einen Zuschuss in Höhe von 2.000 €.

Beträgt die Bruttokollektorfläche 15 bis 40 m², liegt der Zuschuss für die Anlage bei 140 €/m².

Wenn auf einem Wohngebäude mit mindestens drei Wohneinheiten oder einem Nichtwohngebäude

mit mindestens 500 m² Nutzfläche eine Solarkollektoranlage mit 20 bis 100 m² installiert wird, wird die Anlage mit 100 €/m² (Warmwasser) bzw. 200 €/m² (Warmwasser + Heizungsunterstützung) bezuschusst.

Eine zusätzliche Förderung kann für den gleichzeitigen Heizkesseltausch, den Einbau von Biomasseanlagen, Wärmepumpenanlagen oder den Anschluss an ein Wärmenetz gewährt werden. Darüber hinaus wird ein Bonus für besonders effiziente Gebäude und zusätzliche Optimierungsmaßnahmen angeboten.

Weiterführende Informationen zum Förderprogramm finden Sie hier:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Solarthermie/solarthermie_node.html

13.1.4 Biomasse

Ebenso von der BAFA gefördert wird die Errichtung und die Erweiterung von Biomasseanlagen für die thermische Nutzung von 5 bis 100 Kilowatt Nennwärmeleistung.

Bei einem Pelletkessel mit 5 bis 37,5 kW Nennwärmeleistung beträgt der Zuschuss 3.000 €.

Wenn die Nennwärmeleistung 37,6 bis 100 kW beträgt, wird die Anlage mit 80 €/kW bezuschusst.

Pelletkessel mit einer Nennwärmeleistung von 5 bis 43,7 kW und einem Pufferspeicher von mindestens 30 Liter/kW erhalten eine Förderung in Höhe von 3.500 €. Die Zuzahlung für die Anlage beträgt 80 €/kW, wenn die Nennwärmeleistung 43,8 bis 100 kW beträgt.

Zusätzliche Förderung kann für eine Brennwertnutzung oder Partikelabscheidung gewährt werden. Zudem wird ein Bonus für den kombinierten Anschluss an ein Wärmenetz, eine Wärmepumpenanlage, eine Solarkollektoranlage, besonders effiziente Gebäude und zusätzliche Optimierungsmaßnahmen gewährt.

Weitere Informationen zur Förderung von Biomassenanlagen sind unter folgendem Link verfügbar:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Biomasse/biomasse_node.html

13.1.5 Wärmepumpen

Außerdem sind Wärmepumpen bis einschließlich 100 kW Nennwärmeleistung förderfähig.

Dabei wird zwischen der Basisförderung und der Innovationsförderung (nur für Anlagen mit verbesserter Systemeffizienz oder einer höheren Jahresarbeitszahl) unterschieden. Bei der Basisförderung erhalten gasbetriebene Wärmepumpen bei Bestandsgebäuden eine Zuzahlung von 100 €/kW (Mindestförderbetrag 4.500€), elektrisch betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpen werden mit 40€/kW bezuschusst (der Mindestförderbetrag liegt je nach Art der Wärmepumpe bei 1.300€ oder 1.500€) und elektrisch betriebene Wasser/Wasser-Wärmepumpen bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpen erhalten eine Zuzahlung von 100€/kW (der Mindestförderbetrag liegt je nach Art der Wärmepumpe bei 4.000€ oder 4.500€).

Bei der Innovationsförderung entsprechen die Förderbeträge im Neubau denen der oben beschriebenen Förderbeträge der Basisförderung in Bestandsbauten. Die Werte für die Innovationsförderung im Gebäudebestand liegen wiederum um ein Drittel höher als bei der Basisförderung.

Zusätzlich gefördert werden können unter anderem auch Kombinationslösungen mit Solarkollektoren, PVT-Kollektoren, einem Wärmenetz oder auch Optimierungsmaßnahmen.

Falls Sie weitere Infos zum Wärmepumpen-Förderprogramm benötigen, finden Sie diese unter:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Waermepumpen/waermepumpen_node.html

13.1.6 Energieberatung für Wohngebäude

Das Förderprogramm „Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsplan)“ verschafft einen Überblick über den energetischen Zustand des Gebäudes und die Potentiale zur Energieeinsparung.

Die Höhe des Zuschusses beträgt 60% des zuwendungsfähigen Beratungshonorars, jedoch maximal 800 € bei Ein- und Zweifamilienhäusern und maximal 1.100 € bei Wohnhäusern mit mindestens drei Wohneinheiten.

13.1.7 Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen

Mit dem Förderprogramm „Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen“ sollen wirtschaftlich sinnvolle Investitionen in die Energieeffizienz aufgezeigt und dargestellt werden.

Die Zuwendung beträgt bis zu 80% der förderfähigen Ausgaben, ein Maximalbetrag ist abhängig von den Nutzungszonen und kann zwischen 4.165 € und 15.000 € (nicht vorsteuerabzugsberechtigt).

Tabelle 133: Höchstförderung in Abhängigkeit von der Zahl der Nutzungszonen

Anzahl Nutzungszonen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	> 13
Höchstförderung in EUR (vorsteuerabzugsberechtigt)	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.500	9.500	10.500	11.500	12.500	13.500	14.500	15.000	15.000
Höchstförderung in EUR (nicht vorsteuerabzugsberechtigt)	4.165	5.355	6.545	7.735	8.925	10.115	11.305	12.495	13.685	14.875	15.000	15.000	15.000	15.000

13.2 KfW-Fördermittel

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) ist die größte nationale Förderbank in Deutschland.

Sie bietet im Sektor *Bauen, Wohnen, Einsparen* vielfältige Programme zur Förderung von Projekten beispielsweise zur Modernisierung von Gebäuden, zur energetischen Gebäudesanierungen oder auch für eine Umstellung auf die Nutzung von erneuerbaren Energien im Gebäudebestand an.

Von der KfW wurden zudem die inzwischen als allgemein anerkannte Energiestandards verbreiteten KfW-Effizienzhaus Klassen als Kreditvergabekriterien entwickelt.

13.2.1 KfW Programm 151/152 – Energieeffizient sanieren

Das KfW-Programm 151/152 „Energieeffizient sanieren – Für die Sanierung zum KfW- Effizienzhaus oder einzelne energetische Maßnahmen“ ist ein Programm für alle, die Wohnraum energetisch sanieren oder sanierten Wohnraum kaufen wollen. Es ermöglicht die Gewährung eines zinsvergünstigten Darlehens in Höhe der förderfähigen Investitionskosten.

Das Darlehen wird bei Einzelmaßnahmen über einen maximalen Förderbetrag von 50.000 € je Wohneinheit gewährt. Der Zinssatz liegt zurzeit bei 0,75% bei einer Laufzeit und Zinsbindung von 10 Jahren. Zusätzlich gibt es einen Tilgungszuschuss auf den gewährten Kredit von 7,5%.

Wird ein KfW-Effizienzhaus angestrebt, beträgt der maximale Förderbetrag je Wohneinheit 100.000 €. Der Zinssatz liegt ebenfalls bei 0,75% bei einer Laufzeit und Zinsbindung von 10 Jahren. Zusätzlich gibt es einen Tilgungszuschuss auf den gewährten Kredit. Die Höhe des Tilgungszuschusses hängt von dem erreichten KfW-Effizienzhausstandard.

Tabelle 134: Tilgungszuschuss nach Programm 151/152

KfW-Effizienzhaus	Höhe des Tilgungszuschusses
Einzelmaßnahmen	7,5 % der Darlehenssumme
KfW-Effizienzhaus Denkmal	12,5 % der Darlehenssumme
KfW-Effizienzhaus 115	12,5 % der Darlehenssumme
KfW-Effizienzhaus 100	15,0 % der Darlehenssumme
KfW-Effizienzhaus 85	17,5 % der Darlehenssumme

13.2.2 KfW Programm 217/218

Das KfW-Programm 217/218 „IKK Energieeffizient Bauen und Sanieren – Investieren Sie in energiesparende Nichtwohngebäude“ ist ein Programm für den Bau, Kauf und die Sanierung von Nichtwohngebäuden. Es ermöglicht die Gewährung eines zinsvergünstigten Darlehens in Höhe der förderfähigen Investitionskosten.

Es gibt keine Höchstsätze und es können bis zu 100 % der förderfähigen Kosten finanziert werden. Der exemplarische Zinssatz am 11.09.2018 kann der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 135: Tagesaktueller Zinssatz am 11.09.2018

Sanierung - Programm 218	Laufzeit/tilgungsfreie Anlaufjahre/Zinsbindung		
Datum	10/2/10	20/3/10	30/5/10
11.09.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
10.09.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
07.09.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
06.09.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
05.09.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %

Die Höhe des Tilgungszuschusses hängt von dem erreichten KfW-Effizienzhausstandard.

Tabelle 136: Tilgungszuschuss nach Programm 217/218

Sanierungsmaßnahmen	Höhe des Tilgungszuschusses	Höchstbetrag
KfW-Effizienzhaus 70	17,5% der Kreditsumme	175 €/m ²
KfW-Effizienzhaus 100	10,0 % der Kreditsumme	100 €/m ²
Einzelmaßnahmen	5,0 % der Kreditsumme	50 €/m ²

13.2.3 KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium (271,281)

Mit diesem Programm werden große Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m² Bruttokollektorfläche gefördert, welche zur Warmwasserbereitung, Raumheizung oder zur kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung von Wohngebäuden mit drei und mehr Wohneinheiten oder Nichtwohngebäuden mit mindestens 500 m² Nutzfläche dienen.

Hierbei werden als Tilgungszuschuss bis zu 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten bei Nutzung für die Warmwasserbereitung, Raumheizung, solare Kälteerzeugung und Zuführung in ein Wärmenetz sowie bis zu 40 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten bei Einspeisung des überwiegenden Teils der Wärme in ein Wärmenetz mit mindestens vier Abnehmern gewährt. Eine weitere Aufstockung des Tilgungszuschusses um 20% ist bei dem Austausch ineffizienter Anlagen möglich.

13.3 IB.SH Fördermittel

Für die Förderung der Sanierungsmaßnahmen stehen Förderprogramme des Landes Schleswig-Holstein der IB.SH (Investitionsbank Schleswig-Holstein) zur Verfügung.

13.3.1 Soziale Wohnraumförderung

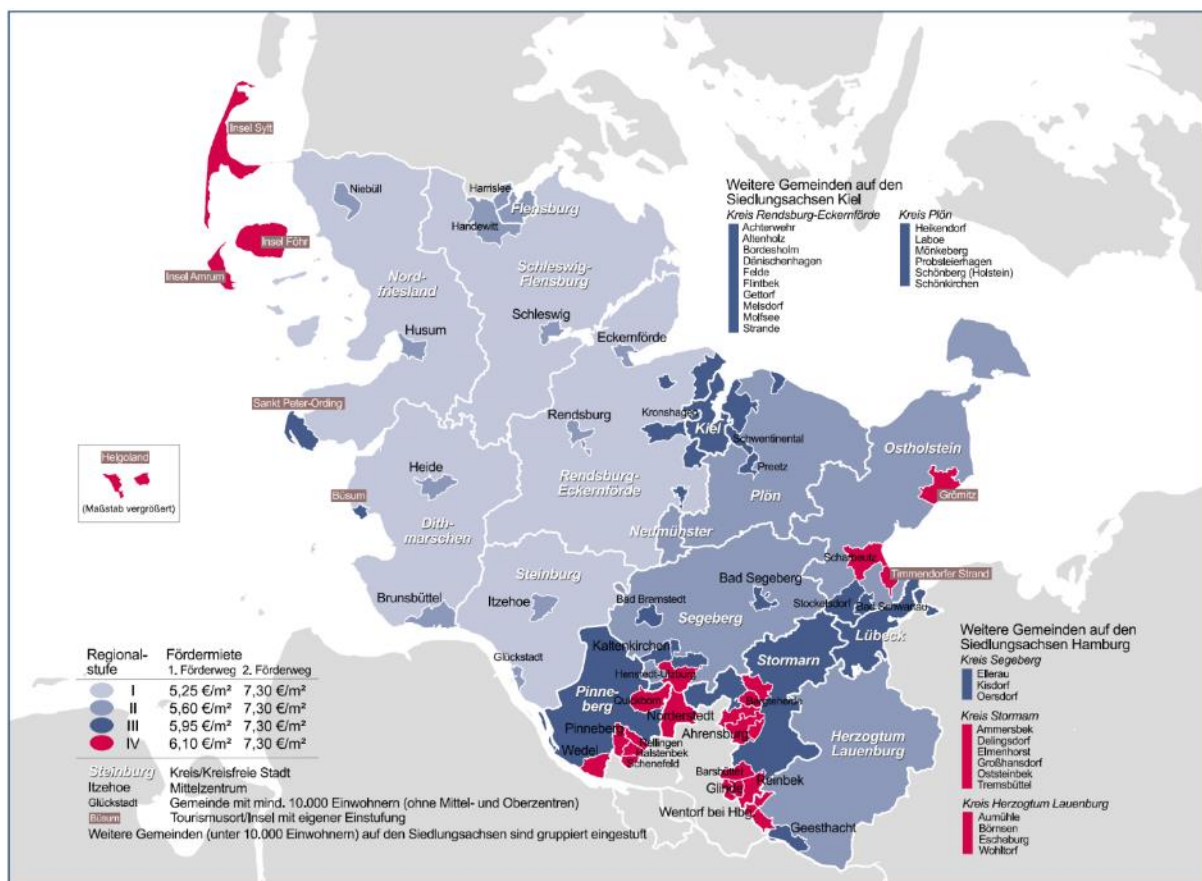


Abbildung 156: Regionalstufen für Soziale Wohnraumförderung, Quelle: „Soziale Wohnraumförderung in Schleswig-Holstein – Mietwohnungsbau Arbeitshilfe Wohnraumförderung“ IB.SH, März 2018

Im Rahmen der Sozialen Wohnraumförderung ist die zulässige Miete für geförderte Wohnungen in Schleswig-Holstein je nach Region unterschiedlich hoch. Die Regionen sind den Regionalstufen I-IV

zugeordnet. Bei der Zuordnung wurden u.a. bestimmte Kriterien zum Wohnungsmarkt, zur Infrastruktur, zur Landesplanung etc. berücksichtigt.

Bad Segeberg gehört der Regionalstufe III an. Dies wirkt sich auf die Miete und die Mietsteigerungsmöglichkeiten aus. Die genauen Bedingungen können der folgenden Tabelle entnommen werden, alle weiteren Angaben der Tabelle beziehen sich auf den Neubau.

Tabelle 137: Bedingungen für Förderdarlehen, Quelle: ebd.

	Regionalstufe I	Regionalstufe II	Regionalstufe III	Regionalstufe IV
Förderhöhe (Darlehen + Zuschuss)	bis zu 85 % der förderfähigen Gesamtkosten			
Anteil Zuschuss	250 €/m ² geförderter Wohnfläche			
Bearbeitungsentgelt	einmalig 1,50 % auf die Darlehenshöhe			
Verwaltungskosten	0,50 % p. a.			
Zinsprogression Darlehen	+ 0,25 % alle 5 Jahre nach 20 Jahren; nach Ende der Zweckbindung: 2,50 % zzgl. Verwaltungskostenbeitrag			
Tilgung	mind. 1,50 % (zzgl. ersparter Zinsen)			
Dauer der Zweckbindung	35 Jahre			
Bewilligungsmiete	5,25 €	5,60 €	5,95 €	6,10 €
Mietsteigerungsmöglichkeit	6 % alle 3 Jahre nach 4 mietsteigerungsfreien Jahren			
Einkommensgrenzen	keine Überschreitung			

Der folgenden Tabelle können die Konditionen einer Sanierung entnommen werden.

Tabelle 138: Fördermöglichkeiten für Investitionen in den Wohnungsbestand, Quelle: ebd.

	Teilmodernisierung	Modernisierung	Sanierung
Förderfähige Gesamtkosten	bis zu 400 €/m ² Wfl.	bis zu 800 €/m ² Wfl.	bis zu 1.600 €/m ² Wfl.
Technische Fördervoraussetzungen	kein energetischer Mindeststandard	EffH _{SH} 115 Standard	EffH _{SH} 85 Standard oder EffH _{SH} 115 Standard mit Wohnwertverbesserungen
Anzahl Zweckbindungen	je 40.000 € eine WE	je 60.000 € eine WE	je 80.000 € eine WE
Zweckbindung	10 (15) Jahre	15 (20) Jahre	25 (30) Jahre
Bearbeitungsentgelt	einmalig 1,50 % auf die Darlehenshöhe		
Verwaltungskosten	0,50 % p. a.		
Zinsen	Jahr 1 bis 20: 0,00 % zzgl. Verwaltungskosten; ab Jahr 21: 2,50 % p. a. zzgl. Verwaltungskosten		
Tilgung	mind. 3,00 %		mind. 2,00 %
Miethöhe u. Mietsteigerung	in Abhängigkeit der Regionalstufen analog zur Neubauförderung		
Zuschuss je m ² zweckgebundener Fläche	50 €	100 €	150 €

Die Miethöhe beträgt 5,95 €/m² und die Mietsteigerungsmöglichkeiten belaufen sich auf 6% alle 3 Jahre unter der Voraussetzung, dass die ersten 4 Jahre nach Sanierung Mietsteigerungsfrei waren.

13.3.2 Modernisierungszuschuss für Selbstnutzer

Das Land Schleswig-Holstein unterstützt Privatpersonen als Eigentümer einer selbst genutzten Immobilie bei Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Barrierereduzierung mit einem Zuschuss. Gefördert werden energetische Maßnahmen zur CO₂-Einsparung von mindestens 20 %, der Anschluss an eine energieeffiziente Nah- oder Fernwärmeversorgung mit einem max. Primärenergiefaktor von 0.7 PE sowie barrierereduzierende Maßnahmen. Das Investitionsvolumen beträgt mindestens 12.000 EUR. Unabhängig von den anfallenden Kosten beträgt die Zuschusshöhe 2.000 EUR.

13.3.3 Modernisierungszuschuss für private Vermieter

Das Land Schleswig-Holstein unterstützt private Vermieter mit einem Wohnungsbestand von max. 20 zu vermietenden Wohnungen bei Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Barrierereduzierung mit einem Zuschuss. Gefördert werden energetische Maßnahmen zur CO₂-Einsparung von mindestens 20 %, der Anschluss an eine energieeffiziente Nah- oder Fernwärmeversorgung sowie barrierereduzierende Maßnahmen. Das Investitionsvolumen beträgt mindestens 5.000 EUR für jede zu modernisierende Wohnung. Die Zuschusshöhe beträgt 20 % der förderfähigen Kosten, max. 5.000 EUR je Wohneinheit.

Allgemeine Hinweise zu den Förderprogrammen:

Prinzipiell ist bei der Beantragung von Fördermitteln zu beachten, dass diese oftmals miteinander kombinierbar sind und somit durch die Inanspruchnahme mehrerer Förderprogramme eine optimale Unterstützung eines Vorhabens erreicht werden kann. Zum Beispiel sind verschiedene Programme des BAFA kombinierbar mit Förderangeboten der KfW.

Zu beachten ist darüber hinaus, dass keine Maßnahmen zur energetischen Sanierung oder auch die Integration von erneuerbaren Energien begonnen werden sollte, ohne zuvor die betreffenden Fördermittelanträge zu stellen.

Da das Förderinstrumentarium und die zahlreichen Angebote sehr komplex sind und jedes Projekt eigene spezifische Anforderungen und Bedingungen stellt, ist eine professionelle Beratung schon bereits vor dem Beginn von Maßnahmen und auch während des Projektverlaufes sehr zu empfehlen.

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH hat hierzu eine Expertensuche eingerichtet. Hier können, je nach Standort und gemäß der spezifischen Maßnahme, Experten in der Nähe zur Beratung gefunden werden. Hier sind sowohl Experten für Neubauten als auch für Bestandsgebäude gelistet, die im anstehenden Projektprozess beratend zur Seite stehen können:

<https://www.energie-effizienz-experten.de/sie-sindbauherr/expertensuche/>

14 Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

14.1 Lenkungsgruppe

Insgesamt haben während der Zeit der Konzepterstellung bisher ein Auftaktgespräch am 13. Oktober 2017 sowie zwei Termine der Lenkungsgruppe am 16. Januar 2018 und am 15. Juni 2018 stattgefunden. Eingeladen in die Lenkungsgruppe waren neben der Stadt Bad Segeberg folgende Einrichtungen:

- Innenministerium Schleswig - Holstein (Fördergeldgeber)
- IB.SH Investitionsbank Schleswig-Holstein (Fördergeldgeber)
- ARGE für zeitgemäßes Bauen e.V.
- Quartiersmanagement Südstadt
- Klimaschutzmanager Kreis Segeberg
- Ev.-Luth. Kirchengemeinde Segeberg
- Kirchenkreis Pläne Segeberg
- Stadt Bad Segeberg, Schulamt
- Wankendorfer Baugenossenschaft eG
- Neue Lübecker Norddeutsche Baugenossenschaft eG
- BUWOG-Kiel GmbH
- K.I.G. Keggenhoff Immobilien Gesellschaft mbH
- Johannes Specht Bauunternehmen KG
- EWS - Energie und Wasser Wahlstedt/Bad Segeberg GmbH & Co. KG

14.2 Stadtteilbeirat

Im Stadtteilbeirat wurde erstmal am 14. November 2018 von den Schritten der Konzepterstellung berichtet.

Zwischenzeitlich wurde durch das Quartiersmanagement über die einzelnen Arbeitsschritte der Konzepterstellung berichtet.

Ein weiterer Termin ist für den 20. November 2018 geplant.

14.3 Direkte Akteursgespräche

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden in Abstimmung mit der Stadt Bad Segeberg und dem Quartiersmanagement sowie in Abstimmung mit der Lenkungsgruppe zahlreiche direkte Gespräche mit Akteuren geführt. *Eine Auflistung der Institutionen und Personen befindet sich im Anhang.*

14.4 Beratungsangebot

Im Rahmen der kostenlosen Gebäude-Checks in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein wurden insgesamt zehn Beratungen angeboten und im Januar und Februar 2018 durchgeführt. *Eine Auflistung der untersuchten Gebäude befindet sich im Anhang.*

Eine weitere Ortsbegehung fand im Rahmen der Erstellung der Mustersanierungskonzepte im August 2018 statt.

14.5 Informationsveranstaltung

Mit einer Informationsveranstaltung am 30. Januar 2018 wurde über den Ablauf der Konzepterstellung informiert sowie erste Hinweise zu Modernisierungspotenzialen gegeben. Hierzu erläuterte Lars Beckmannshagen von der ZEBALU GmbH mögliche Bausteine der energetischen Modernisierung und geringinvestive Maßnahmen und sowie das Angebot der kostenlosen Gebäude-Checks. Ingo Sell von der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein unter dem Motto „Richtig Heizen und Lüften“ über die Handlungsoptionen des richtigen Nutzerverhaltens und über Möglichkeiten des Stromsparens im

Haushalt. Niels Christiansen stellte das Beratungsangebot der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein vor.



Abbildung 157: Impressionen der Informationsveranstaltung

Insgesamt waren 28 Teilnehmer anwesend.

14.6 Stadtteilzeitung

Im November 2017 wurde im Rahmen des Stadtteilzeitung „Meine Südstadt – Die Stadtteilzeitung“ über den Beginn der Konzepterstellung berichtet. Außerdem wurden durch das Quartiersmanagement Meinungen zum Thema Klimaschutz durch Straßeninterviews eingeholt.



Abbildung 158: Auszug aus Stadtteilzeitung (November 2017)

In der folgenden Ausgabe im April 2018 wurde von der Informationsveranstaltung und den durchgeführten Einzelberatungen berichtet und auf die allgemeinen Beratungsangebote der Verbraucherzentrale hingewiesen.



Abbildung 159: Auszug aus Stadtteilzeitung April 2018

14.7 Pressearbeit

Für den 14. November 2017 wurde zu einem Pressegespräch über die geplante Konzepterstellung geladen. Dieser folgten zwei Redakteure der Lokalredaktionen der Kieler Nachrichten sowie der Lübecker Nachrichten.

Mit einer weiteren Pressemitteilung wurde auf die Informationsveranstaltung am 30. Januar 2018 hingewiesen.



Energetisches Quartierskonzept für die Südstadt: Architekt Lars Beckmannshagen demonstriert, wie mit einer Thermografie-Aufnahme Wärmeverlust sichtbar gemacht wird. FOTO: GUNNAR MÜLLER

Schritte auf dem Weg zum Klimaschutz

Arbeit am energetischen Quartierskonzept für die Südstadt wird mit Beratungsangeboten konkret

VON GUNNAR MÜLLER

BAD SEGEBERG. „Klimaschutz – noch nie war das so brandend wichtig“, sagt Architekt Jan Gerbitz von der Hamburger Zebau. Gemeinsam mit der Ingenieurgesellschaft Averdung möchte das Zentrum für Energie, Architektur, Bautechnik und Umwelt in den nächsten Jahren im Auftrag der Stadt den energetischen Zustand der Südstadt prüfen. Das „Energetische Quartierskonzept“ soll den Stadtteil so in Sachen Klimaschutz fit machen – und gleichzeitig Wege zeigen, wie Mieter und Hauseigentümer dabei finanziell entlastet werden können.

„Wollt ihr helfen?“, mit einer Thermografie-Aufnahme demonstrierte Architekt Lars Beckmannshagen, der neben Gerbitz Planungsleiter des Quartierskonzepts ist, im Rahmen eines Presseforums, welche Schwachstellen Gebäude haben. Blaue Flächen zeigen



Vorab hatten die Planer bereits ein Einfamilienhaus in der Südstadt mit einer Thermografieaufnahme untersucht. Sie zeigt den Wärmeverlust an Gebäudeflächen. FOTO: ZEBAU

den Fachmann eine gute Isolierung an, gelbe sind schon schwächer gedämmt, bei roten und weißen Flächen merkt man, dass das Gebäude nach außen, Unzulässiger Vorwies und teuer für Mieter und Hauseigentümer. Und zudem klimaschädlich. „Was können Kommunen ganz konkret in einem Quartier machen?“, fragte Gerbitz. Seine Antwort: Ein Jahr lang nimmt das Zebau-Averdung-Team die Energie- und Wärmeversorgung sowie den Verbrauch und Zustand der Gebäude in der Südstadt unter die Lupe.

„Was wir erreichen wollen, sind die Einsparung von Energie, Modernisierungsmaßnahmen und die Senkung von Kohlenstoffdioxid-Emissionen im Quartier“, erklärte Jan Gerbitz. „Im Jahr 2014 wurden von 1128 Wohneinheiten bereits 658 saniert“, zählte Stadtplaner Nico Krümpel auf. Nun gelte es, dieses – im Kleinen – das Klima zu schützen, andererseits jedoch auch die Energiebilanz der Stadt insgesamt zu verbessern. Für die erfolgreiche Umsetzung und Behebung soll im Anschluss an die „Problemaufnahme“ ab Januar 2019 ein eigenes Sanierungsmanager-Anspruchspartner für die Südstadtbewohner sein. Dabei verspricht sich die Stadt ein wechselseitige Ergänzung der Projekte „Energetisches Quartierskonzept“ und des schon länger laufenden „StärkeStadt“.

Detaillierte Bestandsaufnahmen für Wohngebäude

Vom Dachboden bis zum Heizungskeller stellen die Projektplaner jedes Haus in einer Erstbeurteilung zwei Stunden lang energetisch auf den Kopf, identifizieren Schwachstellen und zeigen erste Lösungsmöglichkeiten auf: effizientere Pumpen und Maßnahmen, die geringe Eingriffe erfordern. „Die ersten

zehn Einwohner, die sich bei uns bewerben, erhalten von uns eine kostenfreie Begutachtung des Hauses“, erklärte Jan Gerbitz. Über die Verbrauchszinnsätze besteht aber auch für weitere Interessierte die Möglichkeit, mit geringen Eigenanteilen schon Untersuchungen vorzunehmen zu lassen.

Für sechs unterschiedliche, aber typische Wohngebäude der Südstadt fertigen die Planer detaillierte Bestandsaufnahmen an. Diese könnten dann exemplarisch für das Quartier stehen und als Grundlage für Sanierungskonzepte dienen. „Dennoch bleibt eine individuelle Untersuchung letztlich unentbehrlich“, sagte Gerbitz. „Dabei wird ein möglichst hoher Anteil erneuerbarer Energien und geringer CO₂-Emissionen angestrebt.“

Sonnenkollektoren, Nahwärmenetze, klimafreundliche Heizungsanlagen wie Geothermie und Umweltwärme werden so geprüft. Neben privaten Wohneinheiten erstellen die Planer auch Konzepte für die Theodor-Storm-Schule, die Franz-Claudius-Schule, die Schule am Burgfeld, das Hallenbad, das Evangelische Bildungswerk und das Präsenzhilfshaus. „Wir beraten natürlich auch, wenn finanziell erst einmal we-

niger machbar ist und gucken, was dringender notwendig erscheint“, erklärte Lars Beckmannshagen. „Es gibt inzwischen sehr gute Förderprogramme, etwa zur Heizungsmodernisierung und -optimierung“, sagte der Architekt und warnte: „Dabei nicht einfach da aufpassen.“ Man müsse die komplette Lüftungssituation im Blick haben. Sonst sei das Gebäude kollabiert. Zugleich drohe aber Schimmelbefall.

Die Bewohner der Südstadt sollen Anfang Januar noch einmal auf einer Versammlung informiert werden.

Zur Beratung anmelden

Zehn Immobilienbesitzern, die das Projektgebiet in der Südstadt betreffen, wird Zebau Einladungen zu möglichen Sanierungsmaßnahmen an. Bei Vor-Ort-Terminen machen die Planer auch eine Thermografieaufnahme und identifizieren die größten Energieschwachstellen des Gebäudes. Anmelden können sich die Immobilienbesitzer per E-Mail an: suedstadt-energie@zebau.de

Abbildung 160: Auszug Presseartikel Kieler Nachrichten

Energiespar-Offensive in der Südstadt

Neues Projekt mit günstigen Angeboten für Hauseigentümer – Wer lässt sein Haus checken?

Von Wolfgang Glombik

Bad Segeberg. Klimaschutz in aller Munde. Er ist bei den Jameda-Verhandlungen und beim Klimagipfel in Bonn das große Thema. Jetzt geht es auch mit Power in Bad Segebergs Südstadt los. Das „energetische Quartierskonzept“, von dem alle Hauseigentümer profitieren können, wurde vorgestellt. Zuerst ein Bonbon für die privaten Hauseigentümer der Südstadt: Viele ahnen, dass ihr Haus, was die Energieeffizienz und Wärmedämmung angeht, sanierungsbedürftig ist. Jetzt gibt es für zehn Hauseigentümer in der Südstadt die Gelegenheit, sich ab sofort kostenlos im Projektgebiet beraten zu lassen.

Bei den Terminen wird das eigene Gebäude von Experten sowohl von außen als auch von innen begutachtet. Mit Thermografie-Aufnahmen können auch die genaue Wärmeverteilung des Gebäudes festgestellt werden. Zusätzlich wird die Heizungsanlage begutachtet. So werden Schwachstellen im Gebäude festgestellt und erste Tipps für einfache, effektvolle, aber kostengünstige Modernisierungsmaßnahmen gegeben. Die Interessenten können sich per Mail für die Beratungen unter suedstadt-energie@zebau.de anmelden.

Auch wer nicht unter den ersten glücklichen „Gewinnern“ ist: Das von der Stadt beauftragte Planungsteam von der Zebau GmbH (Zentrum für Energie, Architektur, Bautechnik und Umwelt) verspricht, sich darüber hinaus zum Beispiel bei der Verbrauchszentrale um Mittel zur Finanzierung von weiteren kostenlosen Beratungen zu kümmern. Ansonsten haben die Bad Segeberger jetzt ohnehin Gelegenheit, sich umfassend über energetische Sanierung zu informieren. Ein Jahr lang wollen die Experten Jan Gerbitz, Lars Beckmannshagen und Helmut Adwirth den energetischen Zustand im Projektgebiet, das im Norden bis zur Lorch-Post-Strasse, im



Architekt Lars Beckmannshagen zeigt an der Franz-Claudius-Schule, wie man mit Thermografie fehlende Dämmung ermittelt. FOTO: GLOMBIK



Sie stellten im Südstadtbereich ihr Quartierskonzept vor: Jan Gerbitz (links) und Lars Beckmannshagen.

Westen bis zur Hamburger Straße und im Osten bis zur Burgfeldstraße reicht, überprüfen, Lars Beckmannshagen ging bei der Vorstellung gleich an. Thermografie an der Franz-Claudius-Schule zu demonstrieren. Im Neubaugebiet machte die Schule energetisch einen guten Eindruck, sagte er, als er mit der Infrarot-Kamera das Gebäude scannte. Galt die Wärme

Rat von Experten

Die größten Brechen: Umfassende energetische Konzepte werden von den Planern auch für die drei Schulen der Südstadt, das Hallenbad, das Berufsbildungszentrum, das Propst-Altenheim und die Familienbildungsstätte aufgestellt. Zusätzlich gibt es auch Ratschläge zu Modernisierungsmaßnahmen an den Gebäuden.

durch Fenster fließen, oder ist die Hausluft durchlässig? Ist es das Dach? All das zeigt die Infrarotaufnahme.

Das Angebot, die Südstadt auf Herz und Nieren zu überprüfen, ist teuer. Die Stadt konnte hierfür Top-Förderungen kassieren. Die Kosten des Quartierskonzepts liegen bei 92.000 Euro. Davon trägt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) 60 Prozent und die Investitionsbank 30 Prozent. An der Stadt bleiben nur 400 Euro. Infolgedessen vertritt Bad Segebergs Stadtplaner Ute Heide Leal ein Schnäppchen.

Wir wollen Modernisierungsmaßnahmen initiieren. Das soll sich auch im Geldbeutel bemerkbar machen“, sagt Ingenieur Jan Gerbitz. Hausbegehungen werden geboten – vom Dachboden bis zum Heizungskeller. Strom- und Heizkostenrechnungen werden geprüft. Wie hoch ist das Sparpotenzial? Wir wollen erste Ratschläge für

Modernisierungsmaßnahmen geben“, Gerbitz. „Oft erreicht man schon einen Effekt, wenn man im Keller Rohre dämmt oder Thermostate austauscht.“ Welche Sparfaktoren zu erzielen sind, soll Bürgern an ausgewählten sechs Gebäuden der Südstadt demonstriert werden. Für diese werden kostengünstige, ausführliche Sanierungsberichte aufgestellt. Die Gebäudehülle wird geprüft, über ein EDV-Simulationsprogramm der Wärmebedarf berechnet. Welche Investitionen zahlen sich über wie viele Jahre aus?

Es gibt viel zu tun in der Südstadt. Vor drei Jahren wurde festgestellt, dass von 1128 Wohnungen in Mehrfamilienhäusern noch 470 unsaniert sind. Dazu kommen noch 440 Wohneinheiten in Einzel-, Doppel- und Reihenhäusern – oft im Zustand wie vor 50 Jahren. Experten schätzen, dass man durch geeignete Maßnahmen bis zu drei Viertel der Energiekosten sparen könnte.

Abbildung 161: Auszug Presseartikel Lübecker Nachrichten

15 Hemmnisse

Abschließend lassen sich zahlreiche Hemmnisse zusammenfassen, die während des Zeitraumes der Konzepterstellung nicht überwunden werden konnten.

15.1 Geringe Energiekosten

Die derzeitigen geringen Kosten für Energieträger wie Öl und Gas machen größere Investitionen in energiesparende Maßnahmen wie Komplettmodernisierungen oftmals unwirtschaftlich. Trotzdem sollten Modernisierungspotenziale frühzeitig erkannt und erste Maßnahmen ergriffen werden, um bei absehbar steigenden Energiepreisen erste Entlastungen nutzen zu können und weitere Schritte vorbereitet umsetzen zu können.

15.2 Geringe finanzielle Mittel

Diese selbstnutzenden Eigentümer scheuen häufig größere Investitionen, wenn hierfür Kredite aufgenommen werden müssen, da sie sich in ihrem Alter nicht verschulden wollen. Deshalb finden Einzelmodernisierungen nur statt, wenn die finanziellen Möglichkeiten bestehen und diese Modernisierungen/Sanierungen absolut notwendig sind. Daher konzentrieren sich die Durchführungen in der Vergangenheit auf Einzelmaßnahmen. Hier sollte auf der derzeit günstigen Förderkonditionen und auf die oftmals geringen Investitionskosten bei geringinvestiven Maßnahmen hingewiesen werden.

15.3 Heterogener Gebäudebestand

Viele Gebäude in der Südstadt sind als Reihenhauser oder Einfamilienhäuser in ähnlicher Bauweise in den 1960er Jahren errichtet worden. Jeder Eigentümer hat individuell mehr oder weniger an seinem Gebäude gemacht. Da in den Reihenhauser aber fast jedes Haus unterschiedlichen Eigentümern gehört, sind die Häuser auch in einem sehr unterschiedlichen baulichen Zustand.

Dadurch ergibt sich ein sehr heterogenes Bild und die Notwendigkeit fast immer eine individuelle Modernisierungsvariante für jedes Haus zu entwickeln, die auch die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Bewohner berücksichtigt. So kommt häufig nur eine Modernisierung in mehreren kleinen Schritten in Frage.

Immer wenn es zu einem Eigentümerwechsel kommt, gibt es die Möglichkeit für umfassendere Maßnahmen. Wenn man zu diesem Zeitpunkt die neuen Eigentümer beraten kann, ist die Chance an den größten, größeren energetischen Konzepten in die Umsetzung zu bringen.

Darüber hinaus werden Sanierungsmaßnahmen oftmals in „Eigenregie“ durchgeführt, die oft nicht den energetischen Gesichtspunkten entsprechen. Da häufig die finanziellen Mittel durch den Erwerb ausgeschöpft sind bzw. bei der Durchführung Energieberater nicht in Anspruch genommen werden, kommen selten Fördermittel zum Einsatz.

Hier könnten die Mustersanierungskonzepte und eine Energieberatung auch über die Finanzierungs- und Förderungsprogramme Abhilfe schaffen, so dass diese Eigentümer stärker sensibilisiert werden könnten.

15.4 Wohnungsmarktsituation (ERP-Siedlung)

Im Untersuchungsgebiet lassen sich teilweise sehr sanierungsbedürftige Gebäude identifizieren. Besonders im westlichen Bereich der Südstadt (ERP-Siedlung) besteht ein sehr hoher Sanierungsbedarf und die Notwendigkeit die zu kleinen Wohnungen an die heutigen Anforderungen anzupassen. Aktuell sind viele Wohnungen durch Geflüchtete belegt und eine Sanierung bzw. ein Abriss und Neubau nicht möglich. Erste Gespräche zu einer Sanierung bzw. Neubau der „ERP-Siedlung“ waren im Frühjahr mit dem Eigentümer geplant, haben bisher aber noch nicht stattfinden können. Erst nach Festlegung der weiteren Entwicklungsschritte kann ein umfassendes Konzept zur energetischen Modernisierung und

potentiellen Einbindung in die Wärmeversorgung oder zur Entwicklung eines neuen Energiekonzeptes im Rahmen von Neubauplanungen erstellt werden.

15.5 Umrüstung Probsteialtenheim auf KWK

Aufgrund des geringen Alters der Heizungsanlage im Probsteialtenheim besteht die Möglichkeit, dass eine Modernisierung der Heizungsanlagen wegen der hohen Investitionskosten ggf. erst nach Ablauf der technischen Lebensdauer Ende der 2020er Jahre erfolgt. Entsprechend wäre mit deutlichen Änderungen der Förderbedingungen zu rechnen. Inwiefern eine KWK-Lösung sinnvoll ist sollte innerhalb des Sanierungsmanagements verfolgt und die Versorgungslösung entsprechend angepasst werden.

15.6 Zukunft des Schwimmbades (Sanierung oder Neubau)

Das Hallenbad in der Südstadt wurde auf Wunsch des Auftraggebers nach der ersten Begehung am 13.10.2017 aus der Untersuchung herausgenommen, da es im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu Sanierung oder Neubau untersucht werden soll. Sobald die Ergebnisse aus der Studie feststehen und eine politische Entscheidung zur Zukunft des Schwimmbades getroffen ist, könnte im Rahmen eines möglichen Sanierungsmanagements das Schwimmbad wieder mit einbezogen werden.

15.7 Netzausbau / -verdichtung

Die Geschosswohnungsbauten entlang der westlichen Theodor-Storm-Straße bieten mit ihrem relativ hohen Wärmebedarf und der resultierenden hohen Wärmedichte prinzipiell gute Voraussetzungen für die Versorgung per Nahwärme. Allerdings erschwert die heterogene Eigentümerstruktur die wirtschaftliche Umsetzung eines Versorgungsgebietes. Da Neuanschlüsse jeweils erst bei Nutzungsende der Einzelanlagen zu erwarten sind, würden sich die Anschlüsse auf einen Zeitraum von mind. 15 Jahren erstrecken, obwohl die Investition der Hauptleitung bereits am Anfang der Gesamtentwicklung zu tätigen wäre.

15.8 Anforderungen der Wärmelieferverordnung / Kostenneutralität

Aufgrund der niedrigen Gaspreise sind die maximal ansetzbaren Kosten der Wärmelieferung nach §8 Kostenvergleich vor Umstellung auf Wärmelieferung sehr niedrig und meistens deutlich geringer, als die tatsächlichen durchschnittlichen Wärmekosten der letzten drei Jahre. Eine WärmeLV-konforme Wärmelieferung für Mietswohnhäuser ist daher oftmals nicht möglich. Eine Anbindung der Mehrfamilienhäuser in der Theodor-Storm-Straße an das Wärmenetz der Hansewerk Natur könnte damit an den Anforderungen für die Kostenneutralität scheitern.

15.9 Steuerliche Bewertung Mieterstrom

Wohnungsunternehmen sind für die Verwaltung und Nutzung eigenen Grundeigentums von der Gewerbesteuer befreit. Bieten sie aber daneben die Lieferung von Mieterstrom an, riskieren sie nach derzeitiger Rechtslage, ihre Gewerbesteuerbefreiung insgesamt zu verlieren. Ein ähnliches Problem besteht bei der Körperschaftsteuer. Die Lieferung von Wärme ist demgegenüber steuerunschädlich. Die bestehenden steuerrechtlichen Regelungen stellen für das Angebot von Mieterstrom ein erhebliches Hemmnis dar. Dieses sollte beseitigt werden, um sicherzustellen, dass die Stromerzeugung die Vermietungstätigkeit von Wohnungsunternehmen nicht beeinträchtigt. Im Hinblick auf die zunehmende Kopplung der Sektoren Strom und Wärme ist eine Differenzierung zwischen Strom- und Wärmelieferung zudem nicht mehr sinnvoll. Dazu gibt es noch Abstimmungsbedarf mit dem BMF.

16 Handlungsempfehlungen

Für die nächsten Schritte lassen sich folgende Handlungsempfehlungen zusammenfassen:

Beantragung und Beauftragung eines Sanierungsmanagements

Es wird empfohlen, die Einzelelemente aus aufsuchender Beratung, Informations- und Öffentlichkeitsarbeit und Sonderveranstaltungen gemeinsam mit der bestehenden und ggf. projektgebundenen Förderung als „Modernisierungs-Kampagne“ öffentlichkeitswirksam zu bündeln. Hierbei sollte überlegt werden, die Kampagne stadtweit zu öffnen, um die vorhandenen Ressourcen besser zu nutzen.

Gleichzeitig sollte die Bauberatung um die Themen Barrierefreiheit und altengerechte Umbauten ergänzt werden.

Umsetzung der vorgeschlagenen Modernisierungsmaßnahmen

Für die untersuchten Nichtwohngebäude wird die Umsetzung der vorgeschlagenen Modernisierungsmaßnahmen empfohlen:

Theodor-Storm-Schule:

- Fassadendämmung am Hauptgebäude
- Dämmung der obersten Geschossdecke im Hauptgebäude
- Dämmung der Kellerdecke im Hauptgebäude
- Fenster- und Türentausch

Schule am Burgfeld:

- zusätzliche Dämmung der obersten Geschossdecke / Rippendecke
- Sparrendämmung des Daches
- Kellerdeckendämmung
- Fenster- und Türentausch (nicht der Fassadenkonstruktion)

Probstei-Altenheim

- Fassadendämmung (außer der bereits gedämmten Westfassade)
- Dämmung der obersten Geschossdecken
- Dämmung der Kellerdecke
- Fenster- und Türentausch

Familienbildungsstätte:

- Fassadendämmung für den Altbau
- Dämmung des Schrägdaches des Altbaus
- Dämmung der Kellerdecke
- Fenster- und Türentausch

Für alle Gebäude sind obligatorisch die Umsetzung geringinvestiver Maßnahmen wie Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich und Ersatz der Pumpen durch eine Hocheffizienzpumpe sowie ein Tausch gegen LED-Leuchtmittel.

Zusätzlich sollte geprüft werden, ob folgende Maßnahmen im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen umgesetzt werden können oder ob sich diese mit entsprechenden Fördermitteln wirtschaftlich darstellen lassen:

Theodor-Storm-Schule:

- Zwischensparrendämmung in der Sporthalle
- Ausblasdämmung des Bodens im Pavillon

Franz-Claudius-Schule:

- Fassadendämmung am Hauptgebäude (Ausnahme: Mensa und Wände mit WDVS)
- Flachdachdämmung an Hauptgebäude und Sporthalle
- Zwischensparrendämmung und Aufsparrendämmung am Ubuntu-Haus
- Dämmung der obersten Geschossdecke
- Kellerdeckendämmung im Hauptgebäude
- Fenster- und Türentausch

Installation der vorgeschlagenen Photovoltaikanlagen

Es wird empfohlen, für die kommunalen Gebäude eine detaillierte Prüfung der Dachflächen für die Installation von Photovoltaik (statischer Eignung, Dachaufbauten, Ausrichtung, Einspeisepunkte etc.) durchzuführen und für die Anlagen unter Beachtung weiterer Rahmenbedingungen (Strombedarf, Lastgang Gebäudenutzung) die Dimensionierung und die Wirtschaftlichkeitsberechnung zu konkretisieren.

Die privaten Liegenschaften mit geeigneten Dachflächen sollten direkt angesprochen werden. Im Rahmen einer „100-Dächer“-Kampagne könnten verschiedene Beratungsmöglichkeiten bis hin zur Begleitung der Abnahme kostenfrei angeboten werden. Ob und inwieweit die Anlagen selbst gefördert werden können, wäre zu prüfen.

Umsetzung der vorgeschlagenen Wärmeversorgungslösungen

Für die Liegenschaften Franz-Claudius-Schule und Schule am Burgfeld sollte eine gemeinsame Wärmeversorgung mit BHKW und Wärmenetz installiert werden. Zusätzlich empfiehlt sich die Installation einer Photovoltaik-(PV-)Anlage. Sowohl BHKW als auch PV-Anlage werden so ausgelegt, dass die Eigenstromnutzung optimiert wird.

Für das Probsteialtenheim und die Familien-Bildungsstätte empfehlen sich aus wirtschaftlichen Gründen Einzellösungen. Für das Probsteialtenheim wird ebenfalls die Installation eines BHKW und einer PV-Anlage zur Eigenstromnutzung empfohlen. Aufgrund des geringen sommerlichen Wärmebedarfs empfiehlt sich aus wirtschaftlicher Sicht für die Familien-Bildungsstätte die Installation eines Gas-Brennwertgeräts sowie einer für den Eigenverbrauch optimierten PV-Anlage.

Die Geschosswohnungsbauten entlang der westlichen Theodor-Storm-Straße bieten prinzipiell sehr gute Voraussetzungen für die Versorgung per Nahwärme. Gespräche mit den Eigentümern der angrenzenden Gebäude sowie Beratung zu Wirtschaftlichkeit und technischer Umsetzung sollten fortgesetzt werden, um einen etwaigen Netzausbau initiieren zu können.

17 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektgebiet Energetisches Quartierskonzept	9
Abbildung 2: Metropolregion Hamburg, Quelle: http://www.hamburg.de/zusammenarbeit-mrh/ ...	11
Abbildung 3: Thematische Handlungsfelder des Leitbilds Bad Segebergs, Quelle: ISEK Stadt Bad Segeberg	12
Abbildung 4: Ablauf Städtebauförderung Südstadt, Quelle: Eigene Darstellung	13
Abbildung 5: Ausschnitt FNP Bad Segeberg, Quelle: www.bad-segeberg.de	14
Abbildung 6: Geschosswohnungsbau Südstadt, Quelle: Eigene Darstellung	15
Abbildung 7: Theodor-Storm-Schule	18
Abbildung 8: Franz-Claudius-Schule	18
Abbildung 9: Gemeinschaftsschule am Burgfeld	18
Abbildung 10: Probstei-Altenheim, Quelle: www.kirchenkreis-ploen-segeberg.de	19
Abbildung 11: Familienbildungsstätte, Quelle: www.kirchenkreis-ploen-segeberg.de	19
Abbildung 12: Hauptgebäude und Mensa: Ansicht Haupteingang	23
Abbildung 13: Aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung	25
Abbildung 14: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	25
Abbildung 15: Gesamtbewertung Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	29
Abbildung 16: Gesamtbewertung Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	29
Abbildung 17: Gesamtbewertung Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	29
Abbildung 18: Verluste: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	30
Abbildung 19: Verluste: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	30
Abbildung 20: Verluste: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	30
Abbildung 21: Einsparung: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	32
Abbildung 22: Einsparungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	32
Abbildung 23: Einsparungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	33
Abbildung 24: Hauptgebäude und Mensa: Ansicht Haupteingang	35
Abbildung 25: Aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung	37
Abbildung 26: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	37
Abbildung 27: Gesamtbewertung Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	41
Abbildung 28: Gesamtbewertung Sporthalle- Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	41
Abbildung 29: Gesamtbewertung Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	41
Abbildung 30: Verluste: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	42
Abbildung 31: Verluste: Sporthalle- Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	42
Abbildung 32: Verluste: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	42
Abbildung 33: Einsparung: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	44
Abbildung 34: Einsparungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	44
Abbildung 35: Einsparungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	45
Abbildung 36: Ansicht Haupteingang	47
Abbildung 37: Heizungsanlage	48
Abbildung 38: Lüftungsanlage	48
Abbildung 39: Verluste und Gewinne: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	49
Abbildung 40: Gesamtbewertung	51
Abbildung 41: Verluste	51
Abbildung 42: Einsparung	52
Abbildung 43: Ansicht Haupteingang und Speisesaal	54

Abbildung 44: Heizungsanlage	55
Abbildung 45: Verluste und Gewinne: Bürogebäude (Zone Bürogebäude mit Gaststätte; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	56
Abbildung 46: Gesamtbewertung Bürogebäude.....	58
Abbildung 47: Gesamtbewertung Wohnheim	58
Abbildung 48: Verluste: Bürogebäude	59
Abbildung 49: Verluste: Wohnheim	59
Abbildung 50: Einsparungen: Bürogebäude.....	60
Abbildung 51: Einsparungen: Wohnheim	61
Abbildung 52: Ansicht Haupteingang.....	63
Abbildung 53: aktuelle Heizungsanlage und Warmwasserbereitung	64
Abbildung 54: Verluste und Gewinne: Bürogebäude.....	64
Abbildung 55: Gesamtbewertung Bürogebäude.....	67
Abbildung 56: Gesamtbewertung Kindergarten	67
Abbildung 57: Verluste: Bürogebäude	68
Abbildung 58: Verluste: Kindergarten.....	68
Abbildung 59: Einsparungen: Bürogebäude.....	69
Abbildung 60: Einsparungen: Kindergarten	70
Abbildung 61: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Einschätzung Gebäudehülle	72
Abbildung 62: Auszug VZ-Energieberatungsbericht- Schwachstellen Gebäude/Sanierungsempfehlungen	73
Abbildung 63: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Heizenergieverbrauch	74
Abbildung 64: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Stromverbräuche	74
Abbildung 65: Auszug VZ-Energieberatungsbericht - Stromsparpotentiale	74
Abbildung 66: Haupteingang Reihenendhaus.....	76
Abbildung 67: Verluste und Gewinne	77
Abbildung 68: Gesamtbewertung der Variante 1	79
Abbildung 69: Gesamtbewertung der Variante 2	79
Abbildung 70: Gesamtbewertung der Variante 3	80
Abbildung 71: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste	80
Abbildung 72: Einsparungen	81
Abbildung 73: Haupteingang Reihenmittelhaus	83
Abbildung 74: Verluste und Gewinne	84
Abbildung 75: Gesamtbewertung Variante 1.....	86
Abbildung 76: Gesamtbewertung Variante 2.....	86
Abbildung 77: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste	86
Abbildung 78: Einsparungen	87
Abbildung 79: Haupteingang MFH	89
Abbildung 80: Verluste und Gewinne	90
Abbildung 81: Gesamtbewertung	92
Abbildung 82: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste	92
Abbildung 83: Einsparungen	93
Abbildung 84: Haupteingang MFH	95
Abbildung 85: Verluste und Gewinne	96
Abbildung 86: Gesamtbewertung Variante 1.....	98
Abbildung 87: Gesamtbewertung Variante 2.....	98
Abbildung 88: Gesamtbewertung Variante 3.....	98

Abbildung 89: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste	99
Abbildung 90: Einsparungen	100
Abbildung 91: Haupteingang MFH	102
Abbildung 92: Verluste und Gewinne	103
Abbildung 93: Gesamtbewertung Variante 1.....	105
Abbildung 94: Gesamtbewertung Variante 2.....	105
Abbildung 95: Gesamtbewertung Variante 3.....	105
Abbildung 96: Einfluss der Bauteile und Heizungsanlage auf die Wärmeverluste	106
Abbildung 97: Einsparungen	107
Abbildung 98: Mehrfamilienhaus Eingangsseite	112
Abbildung 99: Mehrfamilienhaus Variante Barriere reduziert	115
Abbildung 100: Mehrfamilienhaus Variante barrierefrei.....	116
Abbildung 101: Reihenhaushaus Eingangsseite.....	117
Abbildung 102: Bestand Grundriss Reihendendhaus Bestand.....	117
Abbildung 103: Reihendendhaus Grundriss Variante Barriere reduziert.....	120
Abbildung 104: Reihendendhaus Grundriss Variante barrierefrei.....	121
Abbildung 105: Einfamilienhaus Eingangsseite.....	121
Abbildung 106: Einfamilienhaus Grundriss Erdgeschoss Bestand	122
Abbildung 107: Einfamilienhaus Grundriss Variante barrierefrei	124
Abbildung 108: Verteilung der Energieträger bei der Wärmeversorgung	128
Abbildung 109: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch im Projektgebiet (2015 bis 2017)	129
Abbildung 110: Familienbildungsstätte Messtechnik	130
Abbildung 111: Probsteialtenheim Messtechnik	131
Abbildung 112: Klimabereinigter Gas- / Wärmeverbrauch.....	132
Abbildung 113: Potenzielle Flächen für Freiflächen-Solarthermie aus der Luftbildanalyse (Quelle: FNP www.bad-segeberg.de).....	134
Abbildung 114: Umweltwärmepotenziale durch Erdkollektoren (Quelle: www.umweltdaten.landsh.de/atlas/).....	135
Abbildung 115: Umweltwärmepotenziale durch Erdsonden (Quelle: www.umweltdaten.landsh.de/atlas/).....	135
Abbildung 116: Standort des Klärwerkes (Luftbild © GeoBasis-DE/LVermGeo SH / www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de).....	136
Abbildung 117: Wärmedichte im Projektgebiet.....	142
Abbildung 118: Mit Fernwärme der Hansewerk Natur versorgte Liegenschaften	143
Abbildung 119: Mögliche Strecke für die Wärmeleitung westlich der FCS.....	144
Abbildung 120: Mögliche Strecke Weg nördlich der FCS für die Wärmeleitung zum Anschluss der Familienbildungsstätte	144
Abbildung 121: Mögliche Strecke Weg nördlich der FCS für die Wärmeleitung zum Anschluss der Familienbildungsstätte	145
Abbildung 122: Wärmenetz T1.....	145
Abbildung 123: Wärmenetz T1TH	145
Abbildung 124: Wärmenetz T1a.....	145
Abbildung 125: Wärmenetz T2.....	146
Abbildung 126: Wärmenetz T2a.....	146
Abbildung 127: Wärmenetz T2b.....	146

Abbildung 128: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 1 und 2 unsaniert)	152
Abbildung 129: Investitionskosten (Bestandsvarianten 1 und 2)	153
Abbildung 130: Aufteilung der Investitionskosten (Bestandsvarianten 1 und 2)	153
Abbildung 131: Jährliche Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten und Vergütungen (Bestandsvarianten)	154
Abbildung 132: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Bestandsvarianten)	155
Abbildung 133: Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 1 und 2 unsaniert)	156
Abbildung 134: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 1 und 2 saniert).....	157
Abbildung 135: Investitionskosten (Variante 1 und 2 saniert).....	158
Abbildung 136: Aufteilung der Investitionskosten (Variante 1 und 2 saniert).....	158
Abbildung 137: Jährliche Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (sanierte Varianten)	159
Abbildung 138: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (sanierte Varianten)	159
Abbildung 139: Gesamtenergiekosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 1 und 2 saniert) ..	160
Abbildung 140: Aufteilung der Wärmeversorgung auf die unterschiedlichen Erzeugungstechnologien (Variante 3).....	161
Abbildung 141: Investitionskosten (Variante 3).....	162
Abbildung 142: Aufteilung der Investitionskosten (Variante 3).....	162
Abbildung 143: Jährliche Wärmekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Variante 3).....	163
Abbildung 144: Gesamtenergiekosten nach Kostengruppen und Vergütungen unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten (Variante 3).....	164
Abbildung 145: Gesamtenergiekosten unter Einbeziehung der vermiedenen Stromkosten bezogen auf den Wärmebedarf (Variante 3)	165
Abbildung 146: CO ₂ -Emissionen der Energieversorgung in Variante 1 und 2 (unsaniert)	166
Abbildung 147: CO ₂ -Emissionen der Energieversorgung in Variante 1 und 2 (saniert)	166
Abbildung 148: CO ₂ -Emissionen der Energieversorgung in Variante 3.....	167
Abbildung 149: Beispiele für geeignete Fassaden für Fassadenbegrünung in der Theodor-Storm-Straße	171
Abbildung 150: Strombedingte CO ₂ -Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes	173
Abbildung 151: Reduktion der CO ₂ -Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes (lineare Abnahme)	174
Abbildung 152: Reduktion der CO ₂ -Emissionen in Abhängigkeit des Strommixes (Erreichung der Klimaschutzziele).....	174
Abbildung 153: Reduktion der CO ₂ -Emissionen der Wärmeversorgung bei einer Modernisierungsrate von 1 % pro Jahr	175
Abbildung 154: Reduktion der CO ₂ -Emissionen der Wärmeversorgung bei einer Modernisierungsrate von 3 % pro Jahr	177
Abbildung 155: CO ₂ -Einsparungspotenzial bis 2050	178
Abbildung 156: Regionalstufen für Soziale Wohnraumförderung, Quelle: „Soziale Wohnraumförderung in Schleswig-Holstein – Mietwohnungsbau Arbeitshilfe Wohnraumförderung“ IB.SH ,März 2018 ...	198

Abbildung 157: Impressionen der Informationsveranstaltung	202
Abbildung 158: Auszug aus Stadtteilzeitung November 2017	202
Abbildung 159: Auszug aus Stadtteilzeitung April 2018.....	203
Abbildung 160: Auszug Presseartikel Kieler Nachrichten	204
Abbildung 161: Auszug Presseartikel Lübecker Nachrichten	204
Abbildung 162: Übersicht Sanierungsstand, Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage GIS	219
Abbildung 163: Übersicht energetischer Modernisierungsstand, Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage GIS.....	219
Abbildung 164: Dachflächen im Projektgebiet mit Eignung für solare Anwendungen.....	221

18 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wohnungsgrößen in Mehrfamilienhäusern, Quelle: Eigene Darstellung mit Grundlage aus VU (Stand 2014)	16
Tabelle 2: Eigentumsverhältnisse, Quelle: VU S. 9.....	21
Tabelle 3: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	26
Tabelle 4: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	26
Tabelle 5: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$).....	26
Tabelle 6: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$).....	26
Tabelle 7: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	27
Tabelle 8: KfW-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	27
Tabelle 9: KfW-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	27
Tabelle 10: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf	27
Tabelle 11: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$).....	31
Tabelle 12: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	31
Tabelle 13: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$).....	31
Tabelle 14: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	31
Tabelle 15: KfW-Anforderungen: Gymnastikhalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	31
Tabelle 16: KfW-Anforderungen: Pavillon (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	31
Tabelle 17: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	34
Tabelle 18: Prognostizierte Einsparung.....	34
Tabelle 19: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	38
Tabelle 20: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$).....	38
Tabelle 21: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; $< 19^{\circ}\text{C}$)	38
Tabelle 22: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$).....	38
Tabelle 23: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	39

Tabelle 24: KfW-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; <19°C)	39
Tabelle 25: KfW-Anforderungen: Ubuntu-Haus (Zone Schule; ≥19°C).....	39
Tabelle 26: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf	40
Tabelle 27: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; ≥19°C).....	43
Tabelle 28: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Ubuntu Haus (Zone Schule; ≥19°C)	43
Tabelle 29: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; <19°C)	43
Tabelle 30: KfW-Anforderungen: Hauptgebäude (Zone Schule; ≥19°C)	43
Tabelle 31: KfW-Anforderungen: Sporthalle-Hauptgebäude (Zone Sporthalle; <19°C)	43
Tabelle 32: KfW-Anforderungen: Ubuntu Haus (Zone Schule; ≥19°C)	43
Tabelle 33: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	46
Tabelle 34: Prognostizierte Einsparung.....	46
Tabelle 35: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	49
Tabelle 36: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen	49
Tabelle 37: KfW-Anforderungen	50
Tabelle 38: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf	50
Tabelle 39: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen	51
Tabelle 40: Wirtschaftlichkeit der Sanierung	53
Tabelle 41: Prognostizierte Einsparung.....	53
Tabelle 42: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	56
Tabelle 43: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Wohnheim	56
Tabelle 44: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude.....	56
Tabelle 45: KfW-Anforderungen: Bürogebäude.....	57
Tabelle 46: KfW-Anforderungen: Wohnheim	57
Tabelle 47: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf	57
Tabelle 48: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude.....	59
Tabelle 49: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Wohnheim	59
Tabelle 50: KfW-Anforderungen: Wohnheim	60
Tabelle 51: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	62
Tabelle 52: Prognostizierte Einsparung.....	62
Tabelle 53: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	65
Tabelle 54: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude.....	65
Tabelle 55: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Kindergarten	65
Tabelle 56: KfW-Anforderungen: Bürogebäude.....	65
Tabelle 57: KfW-Anforderungen: Kindergarten	65
Tabelle 58: Vergleich des realen Energieverbrauchs mit dem rechnerischen Endenergiebedarf	66
Tabelle 59: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bürogebäude.....	68
Tabelle 60: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Kindergarten	68
Tabelle 61: KfW-Anforderungen: Bürogebäude.....	69
Tabelle 62: KfW-Anforderungen: Kindergarten	69
Tabelle 63: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	71
Tabelle 64: Prognostizierte Einsparung.....	71
Tabelle 65: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	77
Tabelle 66: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand	78

Tabelle 67: KfW-Anforderungen: Bestand	78
Tabelle 68: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1.....	80
Tabelle 69: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2.....	80
Tabelle 70: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3.....	80
Tabelle 71: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen.....	81
Tabelle 72: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115	81
Tabelle 73: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 85	81
Tabelle 74: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	82
Tabelle 75: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	84
Tabelle 76: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand	84
Tabelle 77: KfW-Anforderungen: Bestand	85
Tabelle 78: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1.....	87
Tabelle 79: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2.....	87
Tabelle 80: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen.....	87
Tabelle 81: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115	87
Tabelle 82: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	88
Tabelle 83: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	90
Tabelle 84: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand	90
Tabelle 85: KfW-Anforderungen: Bestand	91
Tabelle 86: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1.....	93
Tabelle 87: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen.....	93
Tabelle 88: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	94
Tabelle 89: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	96
Tabelle 90: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand	96
Tabelle 91: KfW-Anforderungen: Bestand	97
Tabelle 92: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1.....	99
Tabelle 93: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2.....	99
Tabelle 94: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3.....	99
Tabelle 95: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen.....	99
Tabelle 96: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115	100
Tabelle 97: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 100	100
Tabelle 98: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	101
Tabelle 99: Zusammenfassung der relevanten geometrischen Größen	103
Tabelle 100: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Bestand	103
Tabelle 101: KfW-Anforderungen: Bestand	104
Tabelle 102: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 1.....	106
Tabelle 103: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 2.....	106
Tabelle 104: Bewertung des Gebäudes entsprechend EnEV-Anforderungen: Variante 3.....	106
Tabelle 105: KfW-Anforderungen: Variante 1: KfW-Einzelmaßnahmen.....	106
Tabelle 106: KfW-Anforderungen: Variante 2: KfW Effizienzhaus 115	106
Tabelle 107: KfW-Anforderungen: Variante 3: KfW Effizienzhaus 85	107
Tabelle 108: Wirtschaftlichkeit aller Varianten.....	108
Tabelle 109: Mehrfamilienhaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale	113
Tabelle 110: Reihenhaushaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale	118
Tabelle 111: Einfamilienhaus Aspekte Barrierereduzierung und Umbaupotenziale	122
Tabelle 112: Energieverbräuche im Projektgebiet 2015 bis 2017	127

Tabelle 113: CO ₂ Emissionen aus den Energieverbräuchen der Jahre 2015 bis 2016.....	128
Tabelle 114: Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften.....	129
Tabelle 115: Gas- und Wärmeverbrauch der Liegenschaften der Stadt sowie des Probsteialtenheims und der Familienbildungsstätte 2014 bis 2016 (Quelle: Angaben der Betreiber)	131
Tabelle 116: Stromverbrauch der Liegenschaften der Stadt sowie des Probsteialtenheims und der Familienbildungsstätte 2014 bis 2016 (Quelle: Angaben der Betreiber).....	132
Tabelle 117: CO ₂ -Emissionen der betrachteten Liegenschaften.....	133
Tabelle 118: Solarpotenziale im Projektgebiet	138
Tabelle 119: Abschätzung der Größe und erwartete Erträge der PV-Anlagen auf den kommunalen Gebäuden und den kirchlichen Einrichtungen.....	139
Tabelle 120: Investitionskostenschätzung für Wärmenetzvarianten.....	146
Tabelle 121: Wärmeverbrauch der Liegenschaften Schule am Burgfeld, Franz-Claudius-Schule, Familienbildungsstätte, Probsteialtenheim (Durchschnitt aus den Jahren 2014-2016).....	147
Tabelle 122: Auslegung der Komponenten in den Varianten	150
Tabelle 123: Strom- und Wärmebedarfe der Varianten	151
Tabelle 124: Eigenstromquote der Varianten	151
Tabelle 125: Lebensdauer der einzelnen Komponenten der Energieversorgung.....	154
Tabelle 126: Emissionsfaktoren für den Deutschen Strommix bei linearer Entwicklung nach dem derzeitigen Trend und bei Erreichen der Klimaschutzziele 2050	173
Tabelle 127: CO ₂ -Einsparungen Variante KWK & PV	175
Tabelle 128: CO ₂ -Einsparungen Variante Biomasse & PV	176
Tabelle 129: CO ₂ -Einsparungen PV-Potenziale kommunale Liegenschaften	176
Tabelle 130: Energie- und CO ₂ -Einsparungen durch das 100-Dächerprogramm.....	176
Tabelle 131: CO ₂ -Einsparungen Modernisierung öffentliche Liegenschaften	177
Tabelle 132: Gesamteinsparpotenziale.....	178
Tabelle 133: Höchstförderung in Abhängigkeit von der Zahl der Nutzungszonen	196
Tabelle 134: Tilgungszuschuss nach Programm 151/152	197
Tabelle 135: Tagesaktueller Zinssatz am 11.09.2018.....	197
Tabelle 136: Tilgungszuschuss nach Programm 217/218	197
Tabelle 137: Bedingungen für Förderdarlehen, Quelle: ebd.....	199
Tabelle 138: Fördermöglichkeiten für Investitionen in den Wohnungsbestand, Quelle: ebd.....	199
Tabelle 139: Wohnungsgrößen in Mehrfamilienhäusern, Quelle: Eigene Darstellung mit Grundlage aus VU (Stand 2014)	217
Tabelle 140: Unternehmen im angrenzenden Gewerbegebiet	220
Tabelle 141: Solarpotenziale im Projektgebiet	221
Tabelle 142: Abschätzung der Größe und erwartete Erträge der PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern (EFH, Doppelhäusern (DHH) und Reihenhäusern (RH)).....	222
Tabelle 143: Abschätzung der Größe und erwartete Erträge der PV-Anlagen auf Mehrfamilienhäusern und Gewerbegebäuden.....	223
Tabelle 144: Für eine Fassadenbegrünung in Frage kommende Gebäude	224