

Klimaschutzteilkonzept

„Klimaschutz in eigenen Liegenschaften und Portfoliomanagement“ der Hansestadt Anklam



2018

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften

Auftraggeber

Hansestadt Anklam
Burgstraße 15
17389 Anklam



Auftragnehmer

bofest consult

Hauptsitz Düsseldorf

Am Schimmersfeld 5
D-40880 Ratingen
Tel. +49(2102)770 890
Fax +49(2102)770 8920

Niederlassung Berlin

Niederwallstraße 35
D-10117 Berlin
Tel. +49(30)206 295 150
Fax +49(30)206 295 151

Bearbeitung

Dr. rer. pol. Michael Liesener
Dipl. Ing. Christine Dörschel

Die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes für die Hansestadt Anklam wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, vertreten durch den Projektträger Jülich, gefördert.



Im Interesse einer besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Klimaschutzteilkonzept nicht ausdrücklich in geschlechtsspezifischen Personenbezeichnungen differenziert. Die gewählte männliche Form schließt eine adäquate weibliche Form gleichberechtigt ein.



Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Einleitung.....	10
Zum Aufbau des Konzeptberichtes	11

Baustein 1

1. Objektauswahl.....	13
2. Auswertung der Verbrauchs- und Energiekostenentwicklung.....	16
2.1 Methodisches Vorgehen	16
2.2 Gesamtergebnisse Strom- und Brennstoffversorgung.....	21
2.3 Auswertung des Energieverbrauchs nach Gebäuden	35
2.4 Kennwertanalyse.....	41
2.4.1 Minderungspotenziale.....	47
2.4.2 Einige allgemeine Hinweise zur Interpretation der Kennwertanalyse.....	50
2.4.3 Zieldefinition.....	52
2.5 Erste Handlungsempfehlungen	53
3. Organisations- und Controllingkonzept	59
3.1 Initiierung	63
3.1.1 Energiemanager	63
3.1.2 Organisation und Einbindung in die Verwaltungsstruktur	65
3.1.3 Steuerungsgruppe	66
3.1.4 Energieleitlinie/Dienstanweisung.....	68
3.1.5 Kommunikationsstrategie	69
3.1.6 Einige Hinweise zu Software-Lösungen.....	72
3.2 Erfassen, Bewerten, Planen.....	73
3.2.1 Bereinigungen	74
3.2.2 Baselinebildung	76
3.2.3 Kennwertbildung	76
3.2.4 Hinweis zur Datenqualität.....	78
3.2.5 Begehungen.....	79
3.2.6 Zielfestlegung	79
3.2.7 Controlling	80
3.3 Optimieren	83



3.3.1	Optimierung von Nutzungsstrukturen	83
3.3.2	Sensibilisierung der Gebäudenutzer	84
3.3.3	Anlagenbetrieb	84
3.4	Dokumentieren und Kommunizieren, Planung aktualisieren	85
Baustein 2		
1.	Vorgehensweise	89
1.1	Methodik der Energiebilanz	89
1.2	Methodik der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	91
2.	Übersicht der Gebäude im Baustein 2	93
	Liegenschaft Rathaus 1	95
	Liegenschaft Rathaus 2	104
	Liegenschaft Rathaus 3 – Gotisches Giebelhaus	113
	Liegenschaft Museum am Steintor	121
	Liegenschaft Freiwillige Feuerwehr Anklam - Hauptgebäude	127
	Liegenschaft Freiwillige Feuerwehr Anklam - Fahrzeughalle	135
	Liegenschaft Grundschule „Villa Kunterbunt“ (Altbau)	141
	Liegenschaft Sporthalle Südstadt	148
	Liegenschaft Cothenius Grundschule - Hauptgebäude	156
	Liegenschaft Cothenius Grundschule - Essensraum	165
	Liegenschaft Cothenius Grundschule – Toilettenhaus/Werkräume	171
	Liegenschaft Cothenius Grundschule – Sekretariat	178
	Liegenschaft Grundschule Gebrüder Grimm	184
	Liegenschaft Regionalschule Friedrich Schiller	193
	Liegenschaft Großsporthalle Am Stadtwald	202
	Liegenschaft Stadiongebäude	210
	Liegenschaft Jugendclub Stretense	218
	Liegenschaft Aeronauticon	225
	Liegenschaft Otto-Lilienthal-Museum	232
	Liegenschaft Regionalschule Käthe-Kollwitz	242
	Liegenschaft Freizeitzentrum	251
	Liegenschaft Schwimmhalle	261
3.	Zusammenführung der Sanierungsoptionen	268
4.	Finanzierungsinstrumente	281
4.1	BAFA-Programme	281



4.1.1	Marktanreizprogramm Heizen mit Erneuerbaren Energien	281
4.1.2	Förderung im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (APEE)	285
4.1.3	Nachträgliche Optimierung	286
4.1.4	Heizungsoptimierung	287
4.1.5	Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung	287
4.1.6	Kälte- und Klimaanlage.....	288
4.1.7	Förderprogramm „Beratungen zum Energiespar-Contracting“	289
4.1.8	Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen	290
4.2	Förderung im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative	291
4.2.1	Kommunalrichtlinie: Förderung von investiven Klimaschutzmaßnahmen	291
4.2.2	Kommunalrichtlinie: Klimaschutzinvestitionen in Kindertagesstätten, Schulen, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe sowie Sportstätten	292
4.2.3	Energiesparmodelle in Bildungseinrichtungen sowie Sportstätten	293
4.3	Förderung auf Ebene des Landes MV	294
4.3.1	Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes MV zur Umsetzung von Klimaschutz-Projekten in nicht wirtschaftlich tätigen Organisationen	294
4.3.2	Richtlinie zur Förderung des Sportstättenbaus	295
4.4	KfW-Förderprogramme	296
4.4.1	Programm Energieeffizient Bauen und Sanieren (217/218)	296
4.4.2	Weitere KfW-Förderprogramme	298
4.5	Weitere Finanzierungsmöglichkeiten	298
4.5.1	Contracting	298
4.5.2	Intracting – Kommuneninternes Contracting.....	305



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächenanteil einzelner Gebäudenutzungsarten (NGF, m ²)	15
Abbildung 2: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch (witterungsbereinigt, in kWh) und durchschnittliche Kosten (brutto), letzte drei Jahre	24
Abbildung 3: Durchschnittlicher Preis [EUR/kWh] in den letzten drei Abrechnungszeiträumen	25
Abbildung 4: Preisentwicklung [EUR/kWh]	26
Abbildung 5: Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern [kWh]	27
Abbildung 6: Anteil einzelner Energieträger an der Wärmeversorgung	28
Abbildung 7: Durchschnittlicher Stromverbrauch [kWh], letzte drei Jahre	30
Abbildung 8: Kumulierter Stromverbrauch [kWh]	30
Abbildung 9: Entwicklung der kumulierten Verbrauchswerte [kWh]	31
Abbildung 10: Energiekostenverteilung (Mittelwert der letzten drei Jahre)	32
Abbildung 11: Durchschnittlicher Energieverbrauch und Energiekosten kommunaler Liegenschaften, kumuliert [kWh]	33
Abbildung 12: Anteil kommunaler Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch und den Gesamtverbrauchskosten	34
Abbildung 13: Entwicklung der Anteile einzelner Energieträger an den THG-Emissionen	35
Abbildung 14: Entwicklung Stromverbrauch Gebäudegruppe 1 [kWh]	36
Abbildung 15: Entwicklung Stromverbrauch Gebäudegruppe 2 [kWh]	36
Abbildung 16: Stromverbrauch Gebäudegruppe 3 [kWh]	37
Abbildung 17: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 1, reell [kWh]	38
Abbildung 18: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 1, witterungsbereinigt [kWh]	38
Abbildung 19: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 2, reell [kWh]	39
Abbildung 20: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 2, witterungsbereinigt [kWh]	39
Abbildung 21: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 3, reell [kWh]	40
Abbildung 22: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 3, witterungsbereinigt [kWh]	40
Abbildung 23: Kennwertvergleich Wärme [kWh/(m ² *a)]	46
Abbildung 24: Kennwertvergleich Strom [kWh/(m ² *a)]	47
Abbildung 25: THG-Minderung beim Erreichen einzelner Benchmarks [t CO _{2eq}]	50
Abbildung 26: Einsparpotenzial im Zusammenspiel von verbrauchsrelevanten Faktoren	54
Abbildung 27: Ziel des kommunalen Energiemanagements: Abschaffung unnötiger Energieverbräuche	60
Abbildung 28: Energiemanagements ist nach DIN ISO 50001	61
Abbildung 29: Inhalte kommunales Energiemanagement (KEM)	61
Abbildung 30: Phasen des Energiemanagements	62
Abbildung 31: Energiemanagement in der Verwaltungsstruktur: Stabstelle	65
Abbildung 32: Energiemanagement in der Verwaltungsstruktur: Amtszugehörig	65
Abbildung 33: Verwaltungsstruktur der Hansestadt Anklam	66
Abbildung 34: Vorschlag für die Zusammensetzung der Kerngruppe „Kommunales Energiemanagement“	67
Abbildung 35: Akteure des kommunalen Energiemanagements	69
Abbildung 36: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen auf den Heizenergiebedarf [kWh]	270
Abbildung 37: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen auf den Treibhausgasausstoß [kg CO _{2eq}]	271



Abbildung 38: Einfluss von Sanierungen und Umstieg auf Stadtwärme auf die THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	271
Abbildung 39: Sanierungskosten nach Maßnahmenpriorität	272
Abbildung 40: Heizwärmebedarf und Potenziale nach Sanierungsgruppen [kWh]	272
Abbildung 41: THG-Emissionen und Potenziale nach Gebäudegruppen [kg CO _{2eq}]	273
Abbildung 42: Primärenergiebedarf nach Gebäudegruppen [kWh]	274
Abbildung 42: Investitionskosten nach Gebäudegruppen	275
Abbildung 43: Contracting	299
Abbildung 44: Energieliefer-Contracting	301
Abbildung 45: Energieeinspar-Contracting	302



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Baustein 1 betrachtete Liegenschaften	13
Tabelle 2: Zusätzlich in das Energiemanagement aufgenommene Liegenschaften	14
Tabelle 3: Flächen der untersuchten Objekte nach Objektgruppen	15
Tabelle 4: Ermittlung des WW-Verbrauchs nach unterschiedlichen Berechnungsverfahren.....	18
Tabelle 5: Beispielberechnung Wärmekennwert	20
Tabelle 6: Wärmeverbrauch in den kommunalen Liegenschaften: durchschnittlicher Verbrauch und Kosten.....	21
Tabelle 7: Wärmeverbrauch kumuliert [kWh]	27
Tabelle 8: Stromverbrauch in den kommunalen Liegenschaften: durchschnittlicher Verbrauch und Kosten.....	28
Tabelle 9: Berechnungsfaktoren: Treibhausgasemissionsfaktoren [g CO _{2eq} /kWh].....	34
Tabelle 10: Verbrauchsbedingte THG-Emissionen [t CO _{2eq}]	35
Tabelle 11: Bewertungsskala für Verbrauchskennwerte nach VDI	42
Tabelle 12: Verbrauchskennwerte Wärme	43
Tabelle 13: Verbrauchskennwerte Strom	44
Tabelle 14: Rechnerische Einsparpotenziale Wärmeverbrauch.....	48
Tabelle 15: Rechnerische Einsparpotenziale Stromverbrauch.....	49
Tabelle 16: Kumulierte Einsparpotenziale beim Erreichen einzelner Benchmarkwerte [kWh], EUR (brutto)	50
Tabelle 17: Begehungsinhalte	79
Tabelle 18: Kostenpauschalen.....	91
Tabelle 19: Kumulierter Heizwärmebedarf [kWh]	275
Tabelle 20: Kumulierte THG auf Basis des Heizwärmebedarfes [kg CO _{2eq}].....	275
Tabelle 21: THG Sanierung und Umstellung der Wärmeversorgung [kg CO _{2eq}].....	276
Tabelle 22: Investitionskosten.....	276
Tabelle 23: Ergebnisse Gebäudegruppe 1.....	277
Tabelle 24: Ergebnisse Gebäudegruppe 2.....	278
Tabelle 25: Ergebnisse Gebäudegruppe 3.....	279
Tabelle 26: Ergebnisse Gebäudegruppe 4.....	280



Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BWZK	Bauwerkszuordnungskatalog
CAFM	Computer Aided Facility Management
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ct	Eurocent
DG	Dachgeschoß
DIN	Deutsches Institut für Normung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EG	Erdgeschoss
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVG	Elektronisches Vorschaltgerät
HOAI	Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
KG	Kellergeschoß
KVG	Konventionelles Vorschaltgerät
kW	Kilowatt (10 ³ Watt)
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
l	Liter
LED	Licht emittierende Diode
LEP MV	Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MSR	Mess-, Steuer-, Regelungstechnik
MW	Megawatt (10 ⁶ Watt)
MWh	Megawattstunde
NGF	Nettogeschoßfläche
NGF _E	Nettogeschoßfläche beheizt
OG	Obergeschoss
RLT	Raumluftechnik
SLP	Standardlastprofil
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
W	Watt
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WW	Warmwasser



Einleitung

Im Rahmen des im Jahr 2015 verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes hat sich die Hansestadt Anklam ehrgeizige Ziele zur nachhaltigen Senkung des Treibhausgasausstoßes und Steigerung der Energieeffizienz auf dem Stadtgebiet gesetzt. Als zentraler Handlungsbereich der kommunalen Energie- und Klimaschutzpolitik wurden dabei auch die eigenen Liegenschaften der Stadt identifiziert. Dies geht unter anderem darauf zurück, dass die Glaubwürdigkeit der kommunalen Klimaschutzpolitik insbesondere an der Umsetzung in Bereichen der direkten Zuständigkeit der Kommunen gemessen wird. Den Kommunen kommt somit bei der Umsetzung der Energiewende und Verwirklichung der deutschen Klimaziele eine Vorbildfunktion zu. Darüber hinaus sind durch Einsparungen beim Energieverbrauch relevante Entlastungen des kommunalen Haushaltes zu erreichen.

Neben investiven Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudehülle, der Anlagentechnik und weiterer energieverbrauchender Komponenten sind Effizienzsteigerungen auch durch nichtinvestive Maßnahmen zur Sensibilisierung der Gebäudenutzer und Hausmeister zu erzielen. Eine entscheidende Rolle wurde im Zusammenhang mit den Bestrebungen der Hansestadt Anklam zur Senkung des Energieverbrauchs dem Aufbau des kommunalen Energiemanagements zugeschrieben. Diesem kommt nicht nur die Funktion eines Controlling-Instruments zu. Unterschiedliche statistische Erhebungen zeigen, dass bereits durch die systematische Erfassung und Auswertung von gebäudebezogenen Energieverbräuchen und die daraus resultierende Ableitung von nicht- oder geringinvestiven Maßnahmen, Verbrauchseinsparungen von 30 Prozent erreicht werden können.¹ Das Controlling als Bestandteil des Energiemanagements bildet somit selbst ein Werkzeug Optimierung der Energienutzung.

Mit der Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes eigene Liegenschaften schafft die Hansestadt Anklam die Voraussetzungen für die Umsetzung gleich mehrerer Maßnahmen aus dem Integrierten Klimaschutzkonzept. Zugleich werden hiermit Grundlagen für eine Strukturierung ihrer Klimaschutzanstrengungen in den eigenen Gebäuden gelegt.

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept zeigt auf, wie das Energiemanagement der Hansestadt aufgebaut werden kann, macht Hinweise zum Berichtswesen und quantifiziert die Potenziale und Auswirkungen möglicher Optimierungsmaßnahmen. Die zu ihm gehörende Excel-basierte Datenbank kann als Entscheidungshilfe bei der Planung konkreter Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden, die zur nachhaltigen Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Energiekosten der Hansestadt beitragen sollen. Im Baustein 2 werden Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf den Energiebedarf einzelner Liegenschaften dargestellt. Dies kann als Entscheidungshilfe für die Planung investiver Schritte zur energetischen Optimierung des Gebäudebestandes genutzt werden.

¹ Saena (2015): Energiemanagement in kleinen Kommunen



Zum Aufbau des Konzeptberichtes

Das Klimaschutzteilkonzept besteht im Wesentlichen aus zwei Bausteinen. Im ersten Baustein erfolgt die systematische Erfassung, Strukturierung und Auswertung von Energieverbräuchen und verbrauchsbedingten Kosten und THG-Emissionen für alle vorgegebenen Liegenschaften der Hansestadt. Bestandteil des Bausteines ist ebenfalls die Bildung von spezifischen Kennwerten, deren Abgleich mit unterschiedlichen Benchmark-Indikatoren, die in diesem Fall durch Richt- und Vergleichswerte aus der VDI bzw. EnEV repräsentiert werden, und die darauf basierende Ermittlung von rechnerischen Einsparpotenzialen. In diesem Baustein werden auch Hinweise zum methodischen Vorgehen bei der Datenerfassung und Auswertung und zu den Inhalten sowie dem Aufbau eines kommunalen Energiemanagements gegeben zudem sind hier auch Ausführungen zum Controlling, dem Berichtswesen und der Öffentlichkeitsarbeit zu finden. Separater Bestandteil dieses Bausteins ist eine Excel-basierte Energiemanagementdatenbank, die zur Erfassung und Auswertung der Energieverbräuche und der Treibhausgasbilanzierung für die kommunalen Liegenschaften dient. Diese erweitert und ergänzt die bestehende Datenbank des FB 1.

Im zweiten Baustein erfolgte eine detaillierte Bewertung ausgewählter Liegenschaften der Hansestadt. Auf Grundlage einer Energieberatungssoftware-gestützten (ZUB Helena Ultra) Ermittlung von Gebäudeheizwärmebedarfen werden anschließend unterschiedliche Sanierungsvarianten dargestellt und in ihren Auswirkungen auf den Bedarf, Treibhausgasausstoß und deren Wirtschaftlichkeit betrachtet. In einem zusammenfassenden Abschnitt werden die Ergebnisse der einzelnen Objektberechnungen in einem Fahrplan zusammengeführt. Neben der Objektbewertung und Berechnung von Sanierungsmaßnahmen, werden in diesem Baustein Aussagen zu Finanzierungsmöglichkeiten getätigt (Übersicht relevanter Förderprogramme sowie Kurzdarstellung von Contracting-Modellen).

Im Verlauf des Projektes fanden neben individuellen Gesprächen mit einzelnen Mitarbeitern aus der Verwaltung auch mehrere Informationsveranstaltungen statt. Das Projekt wurde im Februar 2017 durch eine einführende verwaltungsinterne Veranstaltung initiiert, in der die Teilnehmer über den zeitlichen Ablauf sowie die erforderlichen Daten informiert wurden.

Eine weitere Veranstaltung fand im November statt. Hierbei handelte es sich um einen etwa zweistündigen Workshop, der der Wissensvermittlung und Sensibilisierung der Hausmeister und Gebäudemanager im Bereich Energieeffizienz diente. In diesem Zusammenhang wurden unterschiedliche praktische Möglichkeiten zur Feststellung und Behebung von energetischen Ineffizienzen in den Gebäuden sowie an der Anlagentechnik vorgestellt. In der Diskussion konnten die Teilnehmer zudem über ihre praktischen Erfahrungen aus dem Alltag berichten.

Im Dezember fand eine zweistufige Veranstaltung statt. In der ersten Phase wurden den Teilnehmer aus der Verwaltung Ergebnisse der Verbrauchsauswertung, Bilanzierung, Kennwertbildung und Potenzialermittlung vorgestellt. Diskutiert wurden dabei sowohl kumulierte als auch objektspezifische Werte. Die Darstellungen dienen zugleich auch als anschauliche Beispiele für die Verbrauchsauswertung im Rahmen des kommunalen Energiemanagements und seines Berichtwesens. In einem zweiten Abschnitt, der sich primär an die Mitarbeiter des kommunalen Energiemanagements und der Objektverwaltung richtete, wurden theoretische Grundlagen zum idealtypischen Aufbau des kommunalen Energiemanagements vermittelt sowie die Energiemanagementdatenbank vorgestellt. In einer abschließenden Veranstaltung wurden die Projektergebnisse vorgestellt und mit den Teilnehmern diskutiert.

Baustein I

Energiemanagement



1. Objektauswahl

Das primäre Ziel des Bausteins 1 ist die Entwicklung eines Energiemanagements für alle energieverbrauchenden (Strom und/oder Wärme) Liegenschaften einer Kommune. Grundlage hierfür ist im ersten Schritt die Erfassung des absoluten Ist-Zustandes für den Verbrauch, die Kosten und den Treibhausgasausstoß im Rahmen einer Basisdatenbewertung. Anschließend erfolgt eine Bewertung und Einordnung der bestehenden Situation durch die Bildung von Kennwerten und den Abgleich mit Vergleichswerten (Benchmarking). Dieser Schritt wird durch die Ermittlung von rechnerischen Einsparpotenzialen ergänzt. Bestandteil dieses Bausteines ist auch die Vermittlung von Informationen über den Aufbau und die Inhalte eines kommunalen Energiemanagements, einer geeigneten Organisationsstruktur und eines Controlling-Konzept.

Im Rahmen von Baustein 1 des Klimaschutzteilkonzeptes wurden 31 zuvor ausgewählte Liegenschaften der Hansestadt mit einer Bruttogeschossfläche von insgesamt ca. 34.000 m² untersucht (Tabelle 1).

Tabelle 1: Im Baustein 1 betrachtete Liegenschaften

Objektbezeichnung	Adresse	Nutzungsart	Baujahr
Rathaus I	Markt 3, Anklam	Verwaltung	1952
Rathaus II	Burgstraße 15, Anklam	Verwaltung	1781
Rathaus III	Frauenstraße 12, Anklam	Verwaltung	1406
Villa Kunterbunt	A.-Damaschke-Straße 7, Anklam	Grundschule	1998
Villa Kunterbunt	A.-Damaschke-Straße 7, Anklam	Grundschule	2012
Grundschule Cothenius	Schulstraße 6, Anklam	Grundschule	1827
Grundschule Cothenius Essensraum	Schulstraße 6, Anklam	Mensa	1952
Grundschule Cothenius Sekretariat	Schulstraße 6, Anklam	Grundschule	1827
Grundschule Cothenius Werkräume/Sanitär	Schulstraße 6, Anklam	Grundschule	1827
Regionale Schule Friedrich Schiller	Eichenweg 6, Anklam	Gesamtschule	1991
Grundschule Gebrüder Grimm	Eichenweg 6, Anklam	Grundschule	1991
Regionale Schule Käthe Kollwitz	Baustraße 56, Anklam	Gesamtschule	1905
Sporthalle Südstadt	Adolf-Damaschke-Str. 6, Anklam	Sporthalle	1970
GSH Stadtwald	Eichenweg 6, Anklam	Sporthalle	1991
Otto-Lilienthal-Museum	Ellbogenstraße 1, Anklam	Museum	1925
Museum im Steintor Anbau	Schulstraße 1, Anklam	Museum	1989
Museum im Steintor Turm	Schulstraße 1, Anklam	Museum	13. Jh.
Aeronauticon	Am Flugplatz 1, Anklam	Ausstellungsgebäude	1996
Nikolaikirche	Nikolaikirchstraße 1, Anklam	Ausstellungsgebäude	13. Jh.
Feuerwehr Anklam	Peenstraße 34, Anklam	Freiwillige Feuerwehr	1987
Feuerwehr Anklam	Peenstraße 34, Anklam	Feuerwehrfahrzeughalle	1996
Feuerwehr Stretense	Stretense 24, Anklam	Freiwillige Feuerwehr	1971
Freizeittreff	Leipziger Allee 27, Anklam	Freizeitzentrum	1900
Jugendclub Stretense	Stretense 59, Anklam	Freizeitzentrum	1964
Schwimmhalle	Bluthsluster Str. 20, Anklam	Schwimmhalle	1968
Stadiongebäude	Mühlenstraße 1, Anklam	Sportplatzgebäude	1975



Wasserwanderrastplatz	Entensteig 1, Anklam	Umkleidegebäude	2003
Trauerhalle	Demminer Landstraße, Anklam	Friedhofs- /Aussegnungshalle	1984
Hundezwinger	Flugplatz 1, Anklam	Hundezwinger	2000
WC Busbahnhof	Bahnhofstr./Pasewalker Str., Anklam	Sanitärgebäude	2000
Betriebshof Lager	Wörderländer Straße 14A	Gebäude für Lagerung	1932/82

Da der Baustein 1 dem Aufbau eines möglichst alle Verbrauchsstellen umfassenden Energiemanagements dienen soll und im Rahmen der Sichtung der Unterlagen und Abrechnungen der Hansestadt weitere Liegenschaften bzw. Verbrauchsstellen identifiziert werden konnten, wurden zusätzlich auch diese in die Energiemanagementdatenbank aufgenommen.

Tabelle 2: Zusätzlich in das Energiemanagement aufgenommene Liegenschaften

Objektbezeichnung	Adresse	Nutzungsart	Baujahr
Betriebshof Büro (ehem. Obdachlosenheim)	Wörderländer Straße 13A	Bauhof	k.A.
Schülergaststätte	Eichenweg 7	Mensa	1991
Haus der Bildung	Mühlenstraße 8d	Freizeit-/Vereinsräume	k.A.
Museumsdepot (Stadtarchiv)	Am Flugplatz 1, Anklam	Archiv	k.A.
Zivilschutzsirene	Dorfstraße 29, Pelsin	Sirene	k.A.
Wasserwerk Stretense	Stretense 1, Anklam	Rasenbewässerung	k.A.
Alte Schule Stretense	Stretense 1, Anklam	Leerstand	1970

Mit Ausnahme der Schülergaststätte werden die Verbrauchsentwicklungen in diesen Objekten im Folgenden nicht in die Auswertungen aufgenommen. Grund dafür ist u.a., dass einzelne dieser Objekte erst vor kurzem an die Stadt übergegangen sind und somit noch keine längeren Verbrauchsreihen vorliegen (Haus der Bildung, Betriebshof Büro). Die Nutzung einiger Objekte wurde wiederum aufgegeben, sie verfügen jedoch weiterhin über einen minimalen Restverbrauch. Eine Verbrauchskennwertbildung $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ wäre hier irreführend. Bei einigen Verbrauchsstellen handelt es sich dagegen nicht um Liegenschaften, sondern um technische Anlagen. Die Energiemanagementdatenbank optimiert die bestehenden Datenerhebungen und ermöglicht den Mitarbeitern der Hansestadt eine bessere Auswertung.

Zusätzlich zu den genannten Verbrauchstellen wurden nach Absprache mit den Vertretern der Stadtverwaltung auch Verbräuche der Straßenbeleuchtung und Lichtsignalanlagen aufgenommen und ausgewertet. Diese Daten liegen der Stadt ebenfalls vor und die relevanten Beobachtungen und Erkenntnisse wurden im Rahmen von Gesprächen mit den einzelnen Mitarbeitern sowie in einem separaten Kurzbericht grafisch dargestellt. Im vorliegenden Bericht findet keine Verbrauchsauswertung für diese Anlagen statt.

Im Folgenden werden die nach Nutzungsarten gruppierten Flächen der einzelnen Objekte im Eigentum der Hansestadt tabellarisch und grafisch dargestellt.

Tabelle 3: Flächen der untersuchten Objekte nach Objektgruppen

	Brutto-Grundfläche m ²	Netto-Grundfläche m ²
Verwaltung	4.695	3.228
Schulen inkl. Mensen	11.940	10.912
Sporthallen	2.293	2.101
Museen, Ausstellungsräume	8.784	2.366
Feuerwehren	1.382	1.195
Freizeiteinrichtungen	1.891	1.446
Andere Sporteinrichtungen	1.899	1.710
Andere	1.151	621
Summe	34.034	23.579

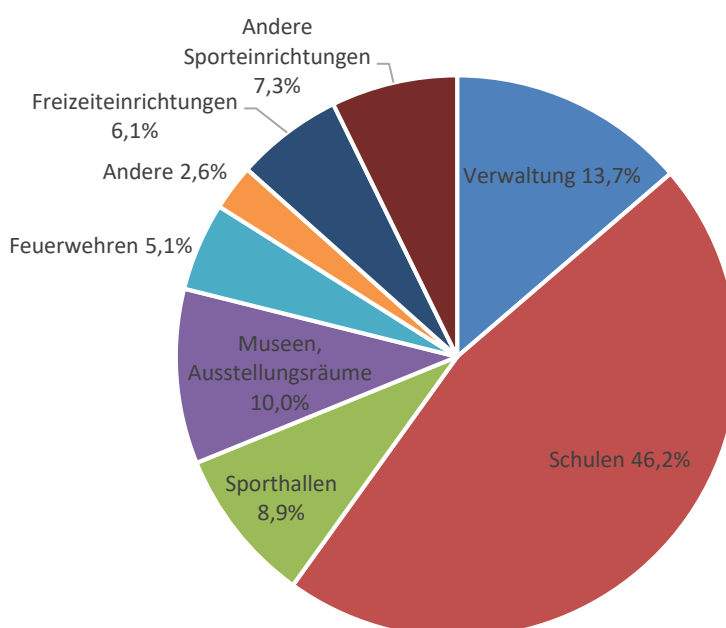


Abbildung 1: Flächenanteil einzelner Gebäudenutzungsarten (NGF, m²)

Ein Großteil der Flächen (NGF) in den im Rahmen des vorliegenden Konzeptes betrachteten städtischen Objekten entfällt auf Schulen oder schulische Objekte (inkl. Mensen, Sekretariate, Sanitärgebäude). Die drei Verwaltungsstandorte haben einen Flächenanteil von fast 14 %, wobei ein Teil der Fläche im Rathaus 1 durch die städtische Bibliothek, einen Informationspunkt und durch eine öffentliche Sanitäreinrichtung beansprucht wird. Museen, Ausstellungsräumlichkeiten (inkl. der Nikolaikirche) und dazu gehörige Objekte (Aeronauticon) haben einen Anteil von etwa 10 %. Die zwei Sporthallen kommen auf einen Flächenanteil von 9 %. Die Gebäude, die unter „Andere Sporteinrichtungen“ subsumiert wurden (Schwimmbhalle, Stadiongebäude, Wasserwanderrastplatz), gehören zwar der Stadt, werden jedoch von externen Trägern verwaltet. Auf Freizeiteinrichtungen entfällt etwa 6 % der Gebäudeflächen. Auch hier handelt es sich um Objekte, die von externen Trägern genutzt werden. Die Feuerwehrgebäude haben einen Anteil von etwa 5 % und die anderen Gebäude (Trauerhalle, Betriebshof) unter 3 % an der gesamten NGF (Abbildung 1).



2. Auswertung der Verbrauchs- und Energiekostenentwicklung

2.1 Methodisches Vorgehen

Zentraler Bestandteil des kommunalen Energiemanagements ist eine fortschreibbare konsistente (Energiemanagement-)Datenbank, die die Erfassung und Auswertung der Energieverbräuche und -kosten in den kommunalen Liegenschaften ermöglicht. Vorteilhaft ist zudem, in dieser Datenbank einzelne relevante Angaben zur den Gebäuden, relevante Ansprechpartner oder Angaben zu Wartungsaufträgen zu erfassen sowie Funktionen einzuführen, die eine Vergleichbarkeit und Bewertung (sog. Benchmarking) der Verbrauchswerte ermöglichen. Im Rahmen von Baustein 1 des Klimaschutzteilkonzeptes wurde eine entsprechende Energiemanagementdatenbank aufgebaut. In dieser wurden für die einzelnen Liegenschaften folgende Basisdaten erfasst:

- Angaben zu den Liegenschaften: Bezeichnung und Anschrift, Nutzungsart (inkl. BWZ), Baujahr, Angaben zu Flächen (BGF/NGF), Grobcharakteristik des Gebäudes (insbesondere verbrauchsrelevante Besonderheiten)
- Angaben zur Energieversorgung: verwendete Energiemedien, Zählpunktbezeichnungen, Zählernummern
- Angaben zum Strom- und Wärmeverbrauch für Abrechnungszeiträume sowie berechnet für Kalenderjahre und den THG-Ausstoß
- Angaben zu den Energiekosten: Netto- und Bruttokosten sowie Kosten pro abgerechnete Energieeinheit
- Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauches auf der Basis von lokalen Klimafaktoren
- Auswertung der Verbrauchsentwicklung (Verbrauchsreihen, Diagrammoption, Kennzahlen)
- Bildung von Energiekennzahlen und deren Vergleich mit Kennzahlen (Benchmarks) aus der EnEV und VDI
- Ermittlung von rechnerischen Einsparpotenzialen (Verbrauch, Kosten, Treibhausgase)

Die methodische Vorgehensweise bei der Verbrauchsdatenerfassung, Auswertung und Kennwertbildung entspricht den Vorgaben aus der *Bekanntmachung der Regeln für die Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand* des BMWi und BMUB (2015, im Weiteren „Bekanntmachung“), die sich wiederum auf die aktuelle EnEV bezieht.

Für die im Baustein 1 zu betrachtenden Liegenschaften wurden einzelne Verbrauchsabrechnungen aus den Unterlagen der Hansestadt gesichtet und ausgewertet. Für einzelne Liegenschaften, die sich in Nutzung durch externer Träger befanden, lagen der Stadt keine Abrechnungen vor, sodass diese Unterlagen entweder abgefragt oder vor Ort gesichtet werden mussten. Es wurden die Verbrauchsdaten für den Zeitraum 2010-2016 aufgenommen. Für einzelne Liegenschaften lagen die Werte jedoch lediglich für kürzere Zeiträume vor, für andere konnten dagegen auch Werte für das Jahr 2009 ermittelt werden. Die Entscheidung für einen gegenüber den Minimalanforderungen (drei zusammenhängende Jahre) deutlich längeren Erfassungszeitraum geht darauf zurück, dass durch die längeren Zeitreihen eine aussagekräftigere Auswertung möglich ist und eventuelle Schwankungen bzw. Abweichungen leichter identifizierbar sind.

Für das Schwimmbad lagen keine Wärmeverbrauchsmengen vor. Grund ist der seit mehreren Jahren defekte Wärmemengenzähler. Hier erfolgt die Wärmelieferung über eine Nahwärmeleitung aus der nahegelegenen Anklamer Zuckerfabrik. Die Abrechnung erfolgt verbrauchsunabhängig auf Grundlage von vereinbarten Kostenpauschalen. Über diese Praxis besteht auf Seiten des Schwimmbad-Betreibers



seit längerer Zeit Unzufriedenheit. Sie soll durch die zeitnah geplante Erneuerung der Wärmeversorgung im Zuge einer Gesamtobjektsanierung abgeschafft werden.

Die Datenqualität im Bereich der Verbrauchs- und Kostenerfassung kann als sehr gut bezeichnet werden. Die bestehenden Datenlücken wurden durch Berechnungen auf Basis der ebenfalls in der Energiemanagementdatenbank erfassten Zählerstände geschlossen. Somit konnten zumindest für die Abrechnungszeiträume lückenlose Zeitreihen gebildet werden. Für die Berechnung der Verbräuche auf Basis von Kalenderjahren (01.01.-31.12.) treten in der Datenbank dagegen bei einzelnen Liegenschaften vereinzelte Lücken auf.

Wichtiger erscheint dagegen der Hinweis, dass in der vorhandenen Zählerstruktur, nicht jedes Gebäude über separate Zähler oder zumindest Unterzähler ausgestattet ist. Somit ist eine individuelle, schlüssige und fachlich fundierte Auswertung nicht für jedes einzelne Gebäude möglich. Beispielhaft kann hier die Liegenschaft Grundschule Cothenius genannt werden, die aus insgesamt fünf Einzelobjekten besteht, jedoch nur über zwei Erdgas- und einen Stromzähler verfügt.

Nicht nur mit Hinblick auf die möglichst genaue Erfassung der Daten, sondern auch mit Rücksicht auf die Belastbarkeit der Auswertungen und die Möglichkeiten zur Identifizierung von Störungen, empfiehlt sich der Aufbau einer Zählerstruktur, die möglichst den Gebäudebestand widerspiegelt. Dies kann auch durch den Einbau von Unterzählern erfolgen. Relevant erscheint auch der Einbau von Unterzählern in den Gebäuden, deren einzelne Bestandteile separat abgerechnet werden (z. B. Bibliothek und Anklam Info im Rathaus 1). Hiermit können zukünftig die derzeit nur näherungsweise auf Basis von Flächenanteilen erfolgenden Kostenaufteilungen ersetzt werden.

Im anschließenden Schritt erfolgte eine Klima- bzw. Witterungsbereinigung der Wärmeverbräuche. Diese erlaubt den Vergleich von Wärmeverbrauchsmengen für Jahre mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen. Für die Witterungsbereinigung muss zuerst der klimaabhängige und der klimaunabhängige Verbrauchsbestandteil für jedes Jahr ermittelt werden. Erfolgt die (klimaunabhängige) Warmwasserbereitung mit dem gleichen Energieträger wie die Objektbeheizung, muss der Anteil des Warmwasserverbrauchs vom Gesamtwärmeverbrauch abgezogen werden. Dies war für folgende im Baustein 1 betrachtete Liegenschaften erforderlich: GS Gebrüder Grimm + RS Friedrich-Schiller, Sporthalle Südstadt, Großsporthalle Stadtwald, Aeronauticon und Stadiongebäude. Im Aeronauticon erfolgt dabei sowohl eine zentrale (über Heizungsanlage) als auch dezentrale (elektrische Durchlauferhitzer) Trinkwarmwassererzeugung. Die Bekanntmachung² nennt für die Ermittlung des Energieverbrauchs für die Trinkwarmwassererzeugung folgende Vorgehensweisen:

1. aus Rechenwerten nach anerkannten Regeln der Technik; z. B. nutzungs- und flächenbezogene Werte nach Anlage 2 EnEV, sowie nach DIN V 18599-10 : 2011-12;
2. nach einem der in der Heizkostenverordnung beschriebenen und für Nichtwohngebäude geeigneten Verfahren (das in § 9 Absatz 2 Satz 4 Heizkostenverordnung beschriebene Verfahren ist wegen seiner Grundlagen für Nichtwohngebäude ungeeignet); hierbei ist die jeweils zum Zeitpunkt der Erfassung geltende Fassung der Heizkostenverordnung anzuwenden;

² BMWi/BMUB (2015): Bekanntmachung der Regeln für die Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand



3. als Pauschalwert von 5% des gemessenen jährlichen Energieverbrauchs für Heizung und zentrale Warmwasserbereitung eines Gebäudes, sofern keine genaueren Angaben zur Verfügung stehen. Abweichend kann bei Gebäuden, deren Wärmeverbrauch nutzungsbedingt durch den Anteil Warmwasserverbrauch dominiert wird (Schwimmbädern/Hallenbäder, Krankenhäuser und Küchen), ein Pauschalwert von 50% angenommen werden;
4. über eine monatsweise Erfassung des Wärmeverbrauchs in den Sommermonaten Juni, Juli und August, in denen üblicherweise keine Wärme für die Heizung benötigt wird. Für die weiteren Berechnungen kann dann näherungsweise von dem Mittelwert dieser Monatswerte als monatlichen Energieverbrauchsanteil für Warmwasser auch für sämtliche Monate des maßgebenden Zeitraums ausgegangen werden.

Lediglich Punkt 1 und 3 eignen sich realistisch für die Berechnung des Energieverbrauchs für die Erzeugung des Trinkwarmwassers in den Liegenschaften der Hansestadt. Eine Bestimmung des Trinkwarmwasseranteils auf Grundlage einer monatweisen Erfassung erscheint wenig belastbar, insbesondere da sich die Objekte in den genannten Monaten über abweichende Nutzungszeiten auszeichnen (Sommerferien in den Schulen). Zur zweiten Berechnungsmöglichkeiten kann folgendes festgehalten werden: weder die Heizkostenverordnung noch die geltende EnEV machen für Nichtwohngebäude Vorgaben zur Ermittlung des Trinkwarmwasserverbrauchs für Bestandsgebäude ohne entsprechende Zählervorrichtungen. Das in der Heizkostenverordnung unter § 9³ dargestellte Verfahren ist für Nichtwohngebäude nicht geeignet.

Die unter Punkt 1 genannten Verfahren beruhen auf flächen- oder nutzerbezogenen (d.h. Anzahl der Personen) Verbrauchsfaktoren, die in der DIN V 18599 konkretisiert werden. Problematisch ist jedoch, dass für einzelne Gebäudekategorien in der Norm nur Faktoren für den nutzerbezogenen Verbrauch vorhanden sind, wobei der Stadt die hierzu erforderlichen statistischen Werte nicht vorliegen. Für diese Gebäude ist somit lediglich eine pauschalisierte Bestimmung des Trinkwarmwasseranteils nach dem unter Punkt 3 genannten Verfahren möglich.

Je nach Gebäudeart und Datenlage ergeben sich insgesamt bis zu drei mögliche Verfahren zur Bestimmung des TWW-Verbrauchs. Diese führen jedoch zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, die an dieser Stelle beispielhaft für die GS Gebrüder Grimm + RS Friedrich Schiller dargestellt werden sollen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Ermittlung des WW-Verbrauchs nach unterschiedlichen Berechnungsverfahren

Berechnungsverfahren	Berechnung	Ergebnis: berechneter WW-Verbrauch	Anteil am realen Verbrauch 2014
Flächenbezogen	$130 \text{ Wh}^4 \times 3.790,85^5 \times 200^6$	98.562,1 kWh	26 %
Nutzerbezogen	$0,4^7 \times 499^8 \times 200$	39.920,0 kWh	10,5 %
Pauschale	$379.000^9 \times 0,05$	18.950,0 kWh	5 %

³ Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten, Verordnung über Heizkostenabrechnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3250)

⁴ Flächenbezogener Faktor für Schulen ohne Duschen nach DIN V 18599-10:2011-12

⁵ Kumulierte NGF für die GS Gebrüder Grimm und die RS Friedrich Schiller

⁶ Nutzungstage nach DIN V 18599-10:2011-12

⁷ Nutzerbezogener Faktor für Schulen ohne Duschen nach DIN V 18599-10:2011-12

⁸ Kumulierte Anzahl der Schüler und Lehrkräfte in beiden Schulen im Jahr 2014/2015

⁹ Kumulierter Wärmeverbrauch beider Schulen im Jahr 2014



Für die relevanten Gebäude wurden die einzelnen Rechenergebnisse plausibilisiert und die geeignetste Methode gewählt (die Energiemanagementdatenbank ermöglicht für entsprechende Objekte je nach Datenlage die Berechnung auf Basis unterschiedlicher Verfahren). Für Objekte, zu denen keine Werte über Nutzerzahlen vorlagen und zugleich in der DIN keine flächenbezogenen Faktoren aufgeführt wurden, wurde die Pauschal-Methode herangezogen.

Nach der Ermittlung der für die Trinkwarmwassererzeugung erforderlichen Wärmeenergie, erfolgte die Witterungsbereinigung der Heizwärmeverbräuche. Hierzu wurden die Faktoren des Deutschen Wetterdienstes für das Postleitzahlgebiet der Hansestadt Anklam herangezogen. Anschließend wurde für jedes Gebäude eine Baseline für den Strom- und witterungsbereinigten Wärmeverbrauch gebildet. Bei der Baseline handelt es sich um den arithmetischen Mittelwert der letzten drei Verbrauchswerte. Dieser Wert dient, vorausgesetzt im genannten Zeitraum erfolgten keine relevanten energetischen Sanierungsmaßnahmen, als Grundlage für die Bestimmung des absoluten Ist-Verbrauches. Weitere Ausführungen zur Baseline finden sich im Kapitel zum Aufbau des kommunalen Energiemanagements (3.2.2 „Baselinebildung“).

Nach der Bildung der Baseline erfolgte die Ermittlung der Energieverbrauchskennwerte. Auch hier entsprach das methodische Vorgehen den Vorgaben aus der o.g. Bekanntmachung, die analog in der EnEV (§ 19 Abs. 1) und auch der VDI 3807 genannt werden. Hinzuweisen ist darauf, dass für die Bildung eines Kennwerts der Verbrauch für einen zusammenhängenden Zeitraum von 36 Monaten (bzw. 1095 Tagen oder 3 Jahren) vorliegen muss (siehe auch Kapitel 3.2.3 „Kennwertbildung“).¹⁰

Für den Bereich Strom erfolgt die Kennwertbildung durch die Bildung eines mittleren Verbrauchswertes und dessen Umlegung auf die NGF des jeweiligen Gebäudes. Für den Wärmebereich erfolgt eine getrennte Berechnung für den witterungsabhängigen (Heizung) und witterungsunabhängigen (Trinkwarmwasser) Energieverbrauch. Für Trinkwarmwasser entspricht die Berechnung dem Vorgehen bei der Kennwertbildung für Strom. Bei der Heizwärmeenergie ist eine Witterungsbereinigung erforderlich. Hierbei sind zwei Berechnungsverfahren möglich, die nicht nur aufgrund von Rundungsfehlern zu leicht abweichenden Ergebnissen führen (die Abweichungen können auch größer ausfallen als in der folgenden Beispielberechnung, Tabelle 5):

3. Entsprechend der o.g. Bekanntmachung¹¹ wird ein Gesamtklimafaktor für den betrachteten Zeitraum (von mind. drei Jahren) gebildet, in dem ein Mittelwert aus den Klimafaktoren des Betrachtungszeitraums gebildet wird. Mit diesem Faktor wird der kumulierte Energieverbrauch desselben Zeitraums bereinigt. Der berechnete Wert wird gemittelt (durch die Anzahl der Jahre im Betrachtungszeitraum dividiert) und anschließend auf die NGF umgelegt.
4. Möglich und in den verbrauchsbasierten Energieausweisen häufig anzutreffen ist auch eine leicht abweichende Methode, die auf dem bereits dargestellten Vorgehen zur Ermittlung der Baseline beruht. Hier findet zuerst einzeln die Witterungsbereinigung der Verbrauchswerte für jedes Jahr des Betrachtungszeitraums durch den entsprechenden Klimafaktor für dasselbe Jahr

¹⁰ Wenn in Einzelfällen die Abrechnungen in der Summe wegen Fehlens einzelner Tage den Zeitraum von 36 Monaten nicht vollständig abdecken, ist die Rundung von Zeiträumen zulässig, solange die Abweichung weniger als 2 % (das entspricht 21 Tagen) beträgt. In diesem Falle sind auch die erfassten Verbräuche proportional zu korrigieren (d. h.: wird der tatsächliche Erfassungszeitraum z. B. um 1 % auf 36 Monate aufgerundet, so sind auch die erfassten Verbräuche um 1 % zu erhöhen).

¹¹ BMWi/BMUB (2015): Bekanntmachung der Regeln für die Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand



statt. Anschließend erfolgt die Bildung eines mittleren klimabereinigten Verbrauchswertes und seine Umlegung auf die NGF.

Tabelle 5: Beispielberechnung Wärmekennwert

	2014	2015	2016	Summe	Mittel	Mittel Bereinigt
Klimafaktor	1,09	1,03	1,04	3,16	1,053	-
Verbrauch reell [kWh]	193.378	218.022	223.256	634.656	211.552	222.764
Verbrauch bereinigt [kWh]	210.782	224.563	232.186	667.531	222.510	222.510
NGF [m ²]	1.614,37					
Ergebnis nach 1 [kWh/(m ² *a)]	137,99					
Ergebnis nach 2 [kWh/(m ² *a)]	137,83					

Das Vorgehen zur Ermittlung des Energiekennwerts lässt sich wie gefolgt darstellen:

1. Feststellung des für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs maßgeblichen Zeitraums von mindestens 36 Monaten, zurückgerechnet vom Ende der jüngsten vorliegenden Abrechnungsperiode; fällt dieses nicht mit dem Ende eines Monats zusammen, so ist – lediglich für die Bestimmung der Klimafaktoren – der Zeitraum so zu verschieben, dass sein Ende auf das nächstgelegene Monatsende fällt;
2. Bestimmung von mindestens 3 Klimafaktoren für die Postleitzahl des Gebäudestandortes ausgehend vom letzten Tag des nach Punkt 1 maßgeblichen Zeitraums aus der entsprechenden Aufstellung des Deutschen Wetterdienstes,
 - a. für einen Verbrauchszeitraum von 36 bis 42 Monaten sind drei Klimafaktoren zu bestimmen,
 - b. für einen Verbrauchszeitraum von 43 bis 54 Monaten sind vier Klimafaktoren zu bestimmen,
 - c. bei noch längeren Zeiträumen sind sinngemäß entsprechend mehr Klimafaktoren zu bestimmen, d.h. je Zwölfmonatszeitraum ist ein Klimafaktor zu bestimmen und es ist bei der Bestimmung der Anzahl der Klimafaktoren auf ganze Zwölfmonatszeiträume auf oder abzurunden.

Liegt zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises für die jüngste Abrechnungsperiode noch kein Klimafaktor vor, so darf hierfür ersatzweise auf den jüngsten für den Standort des Gebäudes veröffentlichten Klimafaktor zurückgegriffen werden.

3. Ermittlung des mittleren Klimafaktors für den maßgeblichen Zeitraum durch Berechnung des arithmetischen Mittels der nach Punkt 2 ermittelten Klimafaktoren;
4. Multiplikation des Energieverbrauchsanteils für Heizung mit dem nach Punkt 3 für den Erfassungszeitraum bestimmten maßgeblichen mittleren Klimafaktor (Witterungsbereinigung). Der Energieverbrauchsanteil für zentrale Warmwasserbereitung wird keiner Witterungsbereinigung unterzogen;
5. Ermittlung des Endenergieverbrauchs durch Division des nach Punkt 4 witterungsbereinigten Energieverbrauchsanteils für Heizung und des Energieverbrauchsanteils für zentrale Warmwasserbereitung durch die Energiebezugsfläche (NGF) und zeitliche Bereinigung der Kennwerte auf den Zeitraum eines Jahres

Der Wärmeverbrauchskennwert eines Gebäudes setzt sich in der hier dargestellten Vorgehensweise aus der Summe der Verbräuche für Heizwärme und Trinkwarmwasser zusammen. Im Falle der



dezentralen Trinkwarmwassererzeugung fließt letzteres nicht in den Wärme-Kennwert ein. Hier zeigt sich eine der größten Schwächen der Kennwertbildung, genauer gesagt des Kennwertvergleichs. Gebäude mit zentraler Trinkwarmwassererzeugung sind demnach – sind alle anderen Bedingungen gleich – gegenüber Gebäuden mit dezentraler Trinkwarmwassererzeugung benachteiligt und weisen höhere Kennwerte für den Wärmeverbrauch auf. Dasselbe gilt für Kennwerte für den Stromverbrauch, wo wiederum Gebäude mit dezentraler Trinkwarmwassererzeugung benachteiligt werden.

Die im Rahmen von Baustein 1 angelegte Energiemanagementdatenbank der Hansestadt umfasst die Energieverbrauchswerte für einzelne Abrechnungszeiträume. Da sich die Länge der Abrechnungszeiträume insbesondere für die Medien Strom und Erdgas teilweise erheblich unterscheidet und die Verbrauchswerte somit nicht oder nur mit Einschränkungen vergleichbar sind, wurden zudem Werte auf Basis von Kalenderjahren (01.01.-31.12.) berechnet. Hierzu wurden die in den Abrechnungen vom Energieversorger angeführten Zählerstände zum Zeitpunkt 01.01./31.12. eines Jahres herangezogen. Die Berechnung der jahresbasierten Verbrauchswerte dient weniger der Kennwertbildung, sondern eher der Steigerung der Vergleichbarkeit der absoluten Verbrauchswerte. Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang darauf, dass die vom Energieversorger zum 01.01./31.12. angegeben Zählerstände in der Regel auf Hochrechnungen beruhen und somit nicht dem realen Zählerstand entsprechen. Die berechneten kalenderjahrbasierten Verbrauchswerte zeigen sich im Vergleich zu den tatsächlichen Verbrauchswerten jedoch als durchaus plausibel und belastbar. Nur für vereinzelte Liegenschaften wurden in einzelnen Jahren größere Diskrepanzen festgestellt.

2.2 Gesamtergebnisse Strom- und Brennstoffversorgung

Im Folgenden werden die Werte für den Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Hansestadt Anklam dargestellt. Neben Strom, Erdgas, Stadtwärme/Fernwärme¹² oder Nahwärme¹³ werden zur Energieversorgung der Liegenschaften zum Teil auch nicht-leitungsgebundene Brennstoffe, wie Heizöl oder Flüssiggas eingesetzt.

Tabelle 6: Wärmeverbrauch in den kommunalen Liegenschaften: durchschnittlicher Verbrauch und Kosten

Liegenschaft	Medium	Ø Verbrauch 01.01.-31.12. (i.d.R. 2014-2016) Klimabereinigt [kWh]	Ø Verbrauch Abrechnungs- zeitraum (i.d.R. 2013-2016) Klimabereinigt [kWh]	Ø Verbrauch Abrechnungs- zeitraum (i.d.R. 2013-2016) reell [kWh]	Ø Kosten (i.d.R. 2013-2016)
Rathaus I	Erdgas	216.410	217.161	204.869	14.373,50 €
Rathaus II	Erdgas	165.348	168.658	157.625	11.140,00 €
Rathaus III	Erdgas	60.956	59.467	55.576	4.069,55 €
Summe Verwaltung		442.715	445.286	418.070	29.583,05 €
Villa Kunterbunt	Stadtwärme	165.523	165.222	156.857	16.004,26 €
Grundschule Cothenius	Erdgas	327.416	349.038	329.281	23.494,12 €
Grundschule Cothenius Essensraum	Erdgas	28.522	28.842	27.381	2.216,21 €
RS Friedrich Schiller +	Stadtwärme	377.684	376.991	360.005	44.378,40 €

¹² Als Stadt- oder Fernwärme wird im Folgenden die über das Stadtwärmenetz der GWA erfolgende Wärmeversorgung gemeint.

¹³ Als Nahwärme wird im Folgenden die Wärmeversorgung bezeichnet, die über eine lokale Wärmeleitung erfolgt, wobei die Wärmeerzeugungsanlage in unmittelbarer Nachbarschaft, jedoch nicht in einem Objekt angesiedelt ist, dass der versorgten Liegenschaft selbst angehört. Dies gilt bspw. für die Käthe-Kollwitz-Schule (Erzeugungsanlage in der benachbarten Kleeblattschule) oder das Freizeitzentrum in der Leipziger Alle (Erzeugung erfolgt im naheliegenden Heizhaus und wird vom Landkreis betrieben).



GS Gebrüder Grimm					
Schülergaststätte	Stadtwärme	34.307	34.290	32.637	4.411,07 €
RS Käthe Kollwitz	Nahwärme/ Erdgas	542.340	544.076	516.528	67.331,15 €
Summe Schulen		1.475.792	1.498.460	1.422.689	157.835,20 €
Sporthalle Südstadt	Stadtwärme	103.088	102.871	97.911	11.803,34 €
GSH Stadtwald	Stadtwärme	195.167	194.896	185.497	20.866,83 €
Summe Sporthallen		298.255	297.767	283.408	32.670,17 €
Otto-Lilienthal-Museum	Erdgas	139.716	141.035	133.894	9.508,53 €
Museum im Steintor	Strom	54.514	54.543	51.781	10.919,53 €
Aeronauticon	Flüssiggas	27.741	29.336	28.523	2.920,93 €
Museumsdepot (Stadt Archiv)	Heizöl	14.703	14.785	14.448	2.425,21 €
Nikolaikirche	Keine Wärme	-	-	-	-
Summe Kultur- und Freizeiteinrichtungen		236.675	239.699	228.646	25.774,19 €
Feuerwehr Anklam (Hauptgebäude)	Erdgas	120.962	122.843	116.623	8.318,84 €
Feuerwehr Anklam (Gerätehaus)	Strom	36.145	36.230	34.395	7.396,77 €
Feuerwehr Stretense	Strom	6.761	7.084	6.725	1.553,98 €
Summe Feuerwehren		163.867	166.156	157.743	17.269,60 €
Betriebshof Lager	Keine Wärme	-	-	-	-
Hundezwinger	Keine Wärme	-	-	-	-
Friedhof	Strom	19.630	20.473	19.437	3.710,23 €
WC Busbahnhof	Keine Wärme	-	-	-	-
Summe andere		19.630	20.473	19.437	3.710,23 €
Schwimmhalle	Nahwärme/ Erdgas	Keine Daten vorhanden			
Freizeitzentrum	Nahwärme/ Heizöl	152.775	154.581	152.547	13.150,56 €
Stadiongebäude	Erdgas	86.423	86.756	82.077	5.179,74 €
Bürgerhaus/ Jugendclub Stretense	Strom	31.619	32.837	32.325	5.826,31 €
Wasserwanderrast- platz	Keine Wärme	-	-	-	-
Summe Sport- und Freizeiteinrichtungen (in ext. Trägerschaft)		270.817	274.173	266.949	24.156,62 €
Summe		2.907.750	2.942.015	2.796.942	290.999,06 €

In Tabelle 6 werden mehrere mittlere Verbrauchswerte (sog. Baselines) dargestellt:

1. „Verbrauch Abrechnungszeitraum“: Der mittlere Verbrauchswert für den Abrechnungszeitraum bezieht sich auf den Zeitraum, für den entsprechend den Regeln der EnEV im weiteren Verlauf eine Kennwertbildung erfolgt. Hierzu wurden die Verbrauchswerte aus den letzten Abrechnungszeiträumen, die kumuliert einen Zeitraum von mindestens drei zusammenhängenden Jahren (1.095 Tage) bilden, addiert und auf ein Jahr (365 Tage) gemittelt ($\text{Summe Verbräuche aus Abrechnungszeiträumen} / \text{Summe Tage der jeweiligen Abrechnungszeiträume} \times 365$). Dieser Mittelwert wird sowohl in Form des realen Verbrauchswerts als auch eines witterungsbereinigten Verbrauchswerts dargestellt. Die Witterungsbereinigung erfolgte durch die Bildung eines mittleren Klimafaktors, indem die Klimafaktoren für die berücksichtigte Zeitspanne der Abrechnungszeiträume herangezogen



wurden (die Mittelung erfolgte entsprechend den Regeln der Bekanntmachung des BMWi/BMUB).

2. „Verbrauch 01.01.-31.12.“: Aufgrund der sich zum Teil deutlich unterscheidenden Längen der einzelnen Abrechnungszeiträume für einzelne Liegenschaften wurden zur besseren Vergleichbarkeit der jährlichen Verbrauchsentwicklungen auch Verbrauchsvereinigungen auf einen einheitlichen Zeitraum von 365 Tagen durchgeführt. Hierzu wurden die in den Verbrauchsabrechnungen i.d.R. angegebenen Zählerstände für den 31.12. bzw. 01.01. herangezogen. Hinzuweisen ist darauf, dass es sich bei diesen Werten i.d.R. um Schätzwerte des Versorgers handelt, da die Ablesung nicht an diesem Tag erfolgt. Dennoch erweisen sich die mit Hilfe dieser Werte für den Zeitraum 01.01.-31.12. ermittelten Verbrauchswerte im Vergleich mit den Verbrauchswerten nach Abrechnungszeiträumen in den allermeisten Fällen als sehr plausibel und belastbar (auf Ausnahmen wird bei der entsprechenden Darstellung hingewiesen). Dargestellt wird hierbei der witterungsbereinigte Jahresverbrauchswert. Anders als bei der o.g. Witterungsbereinigung der Verbräuche auf Basis von Abrechnungszeiträumen, erfolgte hier die Witterungsbereinigung für jedes einzelne Verbrauchsjahr einzeln. Anschließend erfolgte die Bildung eines mittleren witterungsbereinigten Verbrauchswertes. Aufgrund des unterschiedlichen Vorgehens bei der Witterungsbereinigung (Bildung eines mittleren Klimafaktors und anschließende Bereinigung der kumulierten Verbrauchswerte und abschließende Mittelung des Ergebnisses vs. separate Bereinigung der einzelnen Jahresverbräuche und anschließende Bildung eines Mittelwertes) kommt es zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen selbst bei Liegenschaften, deren tatsächlicher Abrechnungszeitraum mit dem Kalenderjahr übereinstimmt (dies ist z.B. bei der Stadtwärmeversorgung der Fall; siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Die dargestellten durchschnittlichen Wärmekosten wurden durch die Mittelung der Kosten in den Abrechnungszeiträumen ermittelt, die auch für die Bildung des durchschnittlichen Verbrauchs herangezogen wurden, wobei auch hier eine Bereinigung auf 365 Tage erfolgte. Letzteres war notwendig, weil sich die Abrechnungszeiträume i.d.R. unterscheiden und oft nicht die Dauer von 365 Tagen erreichen.

Für die Schwimmhalle lagen aufgrund des defekten Wärmemengenzählers keine Wärmeverbrauchswerte vor. Die Abrechnung der Wärme erfolgt hier pauschal. Einige Liegenschaften bzw. Abnahmestellen verfügen über keine Wärmeversorgung und tauchen daher in der Auswertung für Wärme nicht auf.

Aus Abbildung 2 ist die Verteilung der absoluten Wärmeverbräuche und der dazugehörigen Kosten ersichtlich. Die in absoluten Zahlen größten Wärmeverbräuche entfallen dabei auf die RS Käthe Kollwitz, die RS Friedrich Schiller inkl. GS Gebrüder Grimm und die GS Cothenius. Allein diese drei Liegenschaften (ohne die dazugehörigen Mensen) vereinen etwa 43 % des Wärmeverbrauches der betrachteten Liegenschaften. Dies geht nicht zuletzt auf die Größe der Liegenschaften zurück und muss daher nicht zwangsläufig auf Ineffizienzen im Verbrauch hindeuten (die jedoch für jedes dieser Objekte bestehen). Durch die im weiteren Verlauf dargestellten spezifischen Verbräuche (Kennwerte) lassen sich die Einsparpotenziale bzw. die bestehende Energieeffizienz besser erkennen.

Nichtdestotrotz können allein aufgrund großer absoluter Verbräuche auch in Gebäuden mit guter Energieeffizienz (Hinweise darauf geben niedrige spezifische Verbrauchswerte) erhebliche absolute



Einsparpotenziale bestehen. So können rein rechnerisch bspw. durch die Steigerung der Energieeffizienz in der RS Käthe Kollwitz im Wärmebereich um lediglich 2 %, die leicht durch eine geringfügige Optimierung der Zeitschaltung oder eine Sensibilisierung der Nutzer erreicht werden kann, 10.880 kWh eingespart werden. Um dieselbe absolute Einsparung zu erreichen, müsste bspw. im Museum im Steintor eine Steigerung der Energieeffizienz um 20 % oder im Rathaus III um über 18 % erfolgen, was erheblich größere Anstrengungen erfordert und nur über investive Maßnahmen zu erreichen ist.

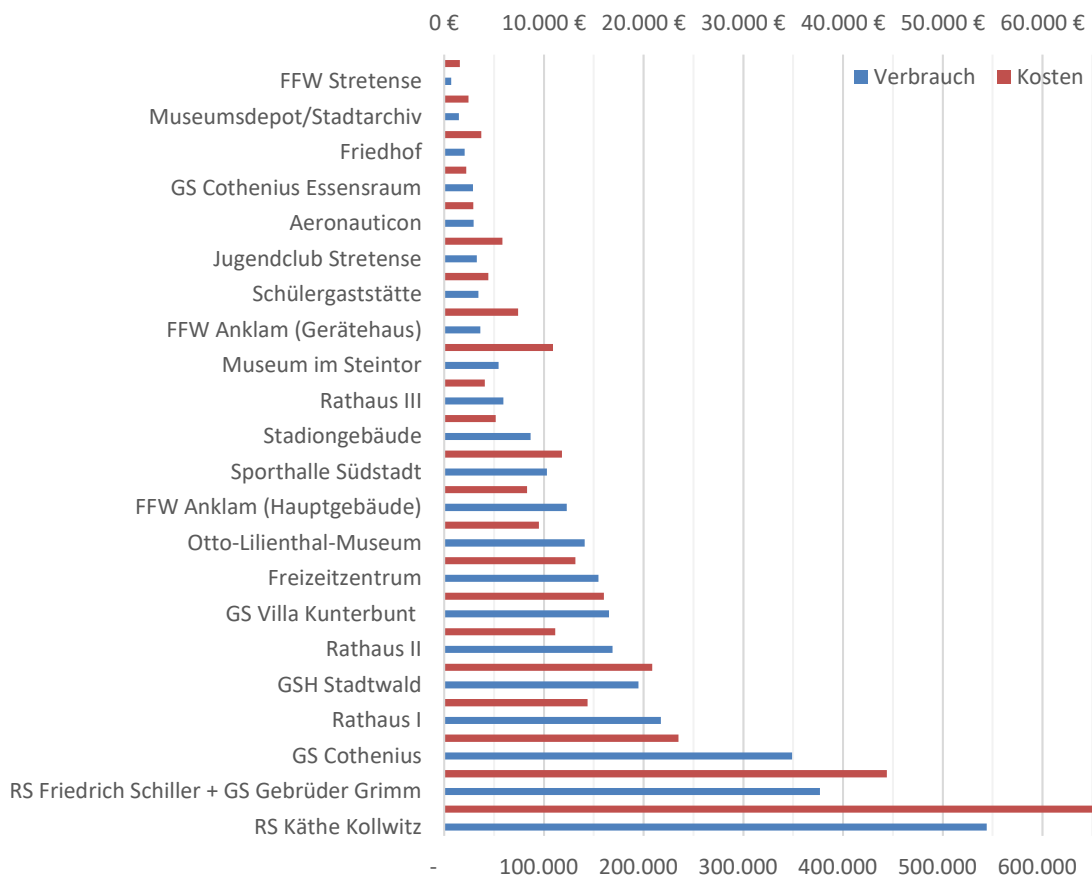


Abbildung 2: Durchschnittlicher Wärmeverbrauch (witterungsbereinigt, in kWh) und durchschnittliche Kosten (brutto), letzte drei Jahre

Aus Abbildung 2 ist zudem ersichtlich, dass die Kosten der Wärmeversorgung oftmals nicht verhältnismäßig zu den Wärmemengen aufgeteilt sind. Dies geht auf Unterschiede in den Energiepreisen pro Einheit [EUR/kWh] zurück, die in Abbildung 3 dargestellt werden. Auf den ersten Blick erkennbar ist insbesondere der hohe Einheitspreis für Heizstrom, wobei darauf hingewiesen wird, dass für die Berechnung aufgrund der gemeinsamen Abrechnung der Hoch- und Niedertarifmengen ein Durchschnitts- bzw. Mischpreis für Hoch- und Niedertarif ermittelt wurde. Dies führt dazu, dass der hier dargestellte Heizstrompreis (Niedertarif) aufgrund der Mittelung mit dem teureren Hochtarifstrom etwas höher ausfällt. Bei der Auswertung der Preise pro Einheit ist zudem ersichtlich geworden, dass der Mischstrompreis für Objekte mit Heizstrom im Jahr 2016 deutlich günstiger wurde. Dies kann als eindeutiger Erfolg des Anbieterwechsels und der kumulierten Stromausschreibung gewertet werden. **Eine Kumulierung und Vereinheitlichung der Lieferverträge empfiehlt sich daher auch bei der Erdgasversorgung.**

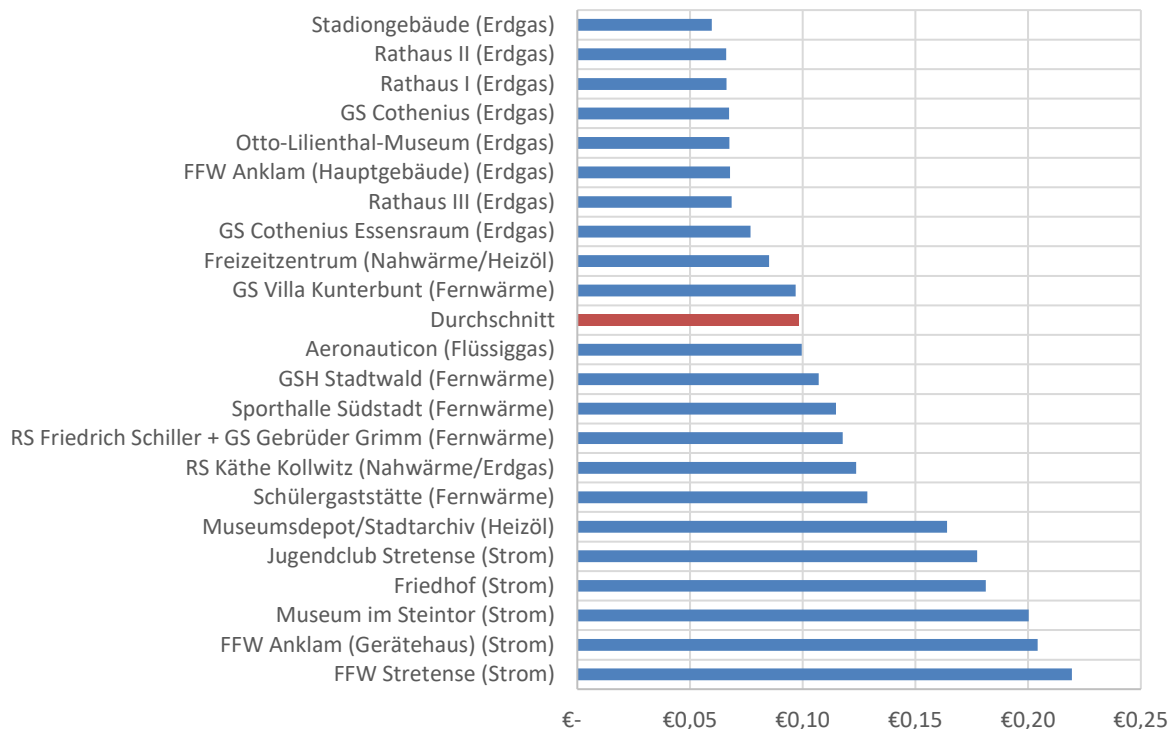


Abbildung 3: Durchschnittlicher Preis [EUR/kWh] in den letzten drei Abrechnungszeiträumen

Auch der Preis pro Wärmeeinheit [EUR/kWh] für Stadtwärme liegt höher als bspw. bei Erdgas. Hingewiesen wird an dieser Stelle aber explizit darauf, dass es sich bei dem Stadtwärmepreis um einen Komplettpreis handelt, bei dem der Kunde keine weiteren Kosten bspw. mit dem Kauf oder der Wartung eines eigenen Wärmeerzeugers trägt. Um tatsächlich vergleichbare Wärmepreise (sog. Vollkosten) zu erhalten, müssten derartige Kosten – Anlagenkauf, Wartung, Schornsteinfeger usw. – bei Erdgas- oder Heizöl-basierten dezentralen Wärmeversorgungssystemen auf den reinen Verbrauchspreis über die Zeitspanne der Anlagenutzung aufgerechnet werden. Bei den in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Preisen und den dazu erfolgten Berechnungen wird die Stadtwärme strukturell benachteiligt.

Die Auswertung zeigt zudem, dass der Stadtwärmepreis in den letzten Jahren kontinuierlich zurückgegangen ist. Der Preistrückgang geht letztendlich auf den Rückgang des Arbeitspreises (nicht des Anschlusspreises) zurück. Der Arbeitspreis sank von 92,5 EUR/MWh netto, geltend bis Juli 2014, auf 65 EUR/MWh netto, geltend ab März 2016, und erreichte somit ein Niveau nahe am Erdgaspreis. Abbildung 4 zeigt die Preisentwicklung in den vergangenen Jahren. Zur Berechnung wurden die gelieferte Energiemenge und die Bruttokosten herangezogen.

Neben dem Preisaspekt ist zu unterstreichen, dass die Stadtwärme in Anklam gegenüber konventionellen Energieträgern einen deutlich geringeren CO₂-Emissionsfaktor sowie Primärenergiefaktor (0,6 gegenüber 1,1 für Erdgas), der insbesondere beim Neubau oder umfangreichen Sanierungsmaßnahmen hohe Relevanz hat, besitzt. Aufgrund der lokalen Erzeugung trägt sie zudem zur Stärkung der Wertschöpfung vor Ort bei. Die Aufstellung zeigt dennoch, dass ein gewisses Optimierungspotenzial bei der Kostengestaltung einzelner Stadtwärmeverträge besteht. So erscheint die Anschlussleistung bei einzelnen Liegenschaften über dem tatsächlichen Bedarf zu liegen, was sich im überproportionalen Anteil der Fix/Anschlusskosten an den Gesamtkosten widerspiegelt.

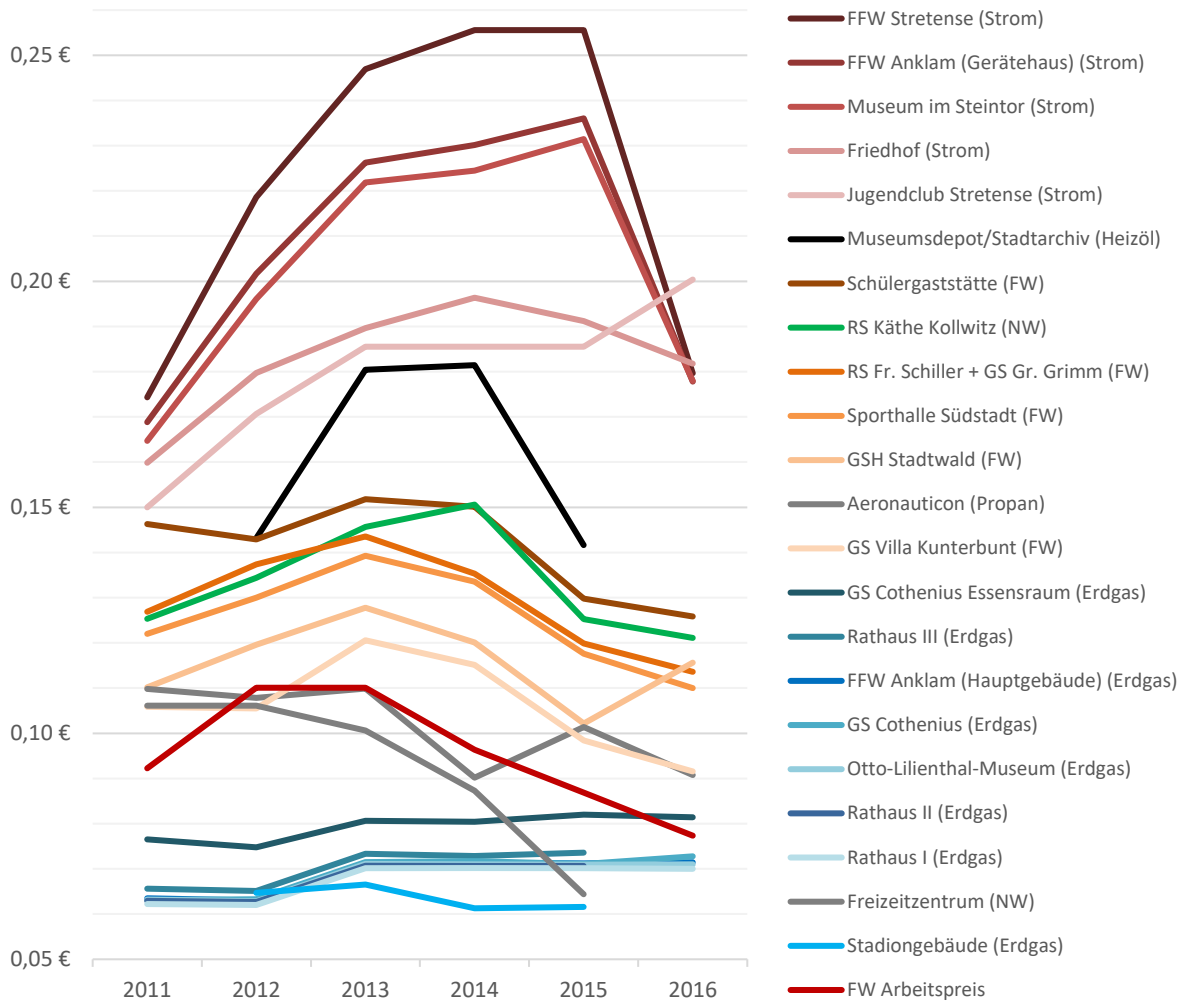


Abbildung 4: Preisentwicklung [EUR/kWh]

Abbildung 5 und Tabelle 7 zeigen die kumulierten Wärmeverbrauchsmengen für alle im Rahmen von Baustein 1 betrachteten Liegenschaften im Zeitraum 2012-2015 aufgeteilt nach Energieträgern. Die Verbrauchsmengen der beiden über Nahwärme versorgten Objekte wurden dabei den jeweiligen Primärenergieträgern zugerechnet, die zur Erzeugung der Nahwärme eingesetzt werden (RS Käthe Kollwitz/Erdgas, Freizeitzentrum/Heizöl). Da für das Jahr 2016 zum Zeitpunkt der Datenaufnahme nicht für sämtliche Liegenschaften Jahresabrechnungen vorlagen, wurde dieses Jahr nicht in die Auswertung eingeschlossen in Abbildung 5. Die Darstellung basiert auf den für den Zeitraum von Kalenderjahren (01.01.-31.12.) bereinigten Verbrauchswerten.

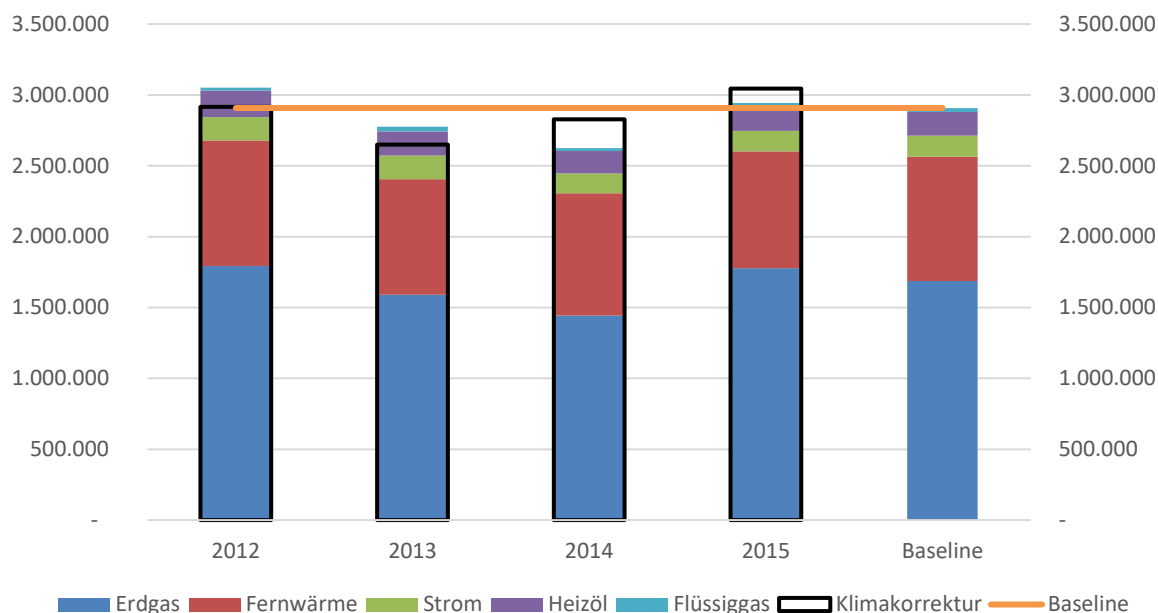


Abbildung 5: Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern [kWh]

Ersichtlich ist, dass die Entwicklung des Gesamtverbrauchs in dem betrachteten Zeitraum in etwa stagnierend ist. Obwohl in den Jahren 2013 und 2014 Verbrauchsminderungen erreicht werden konnten, die im Jahr 2014 u.a. auf einen milderen Winter zurückzuführen sind (dies lässt sich am höheren klimakorrigierten Verbrauchswert ablesen), wurde im Jahr 2015 ein erneuter Verbrauchsanstieg verbucht. Festzuhalten ist dabei, dass ein absoluter Großteil des Anstiegs im Jahr 2015 auf nur zwei Liegenschaften zurückzuführen ist (GS Cothenius, RS Käthe Kollwitz).

Tabelle 7: Wärmeverbrauch kumuliert [kWh]

	2012		2013		2014		2015		Baseline
	reell	bereinigt	reell	bereinigt	reell	bereinigt	reell	bereinigt	bereinigt
Erdgas	1.792.544	1.697.071	1.589.775	1.519.689	1.443.265	1.567.741	1.777.212	1.834.059	1.688.093
Stadtwärme	886.000	852.859	816.000	778.006	862.000	934.513	826.000	849.074	875.769
Strom	166.336	159.682	167.064	158.711	141.086	153.653	142.364	146.589	148.669
Heizöl	185.790	185.188	169.300	162.366	157.837	151.728	173.581	188.340	167.478
Flüssiggas	21.729	21.936	32.965	31.712	21.460	20.440	24.801	26.921	27.741
Summe	3.052.399	2.916.736	2.775.104	2.650.484	2.625.648	2.828.075	2.943.958	3.044.983	2.907.750

Abbildung 6 zeigt die Anteile einzelner Energieträger an der Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften. Ähnlich wie zuvor, wurden auch hier die Nahwärme-Mengen den jeweiligen Primärenergieträgern zugerechnet (Erdgas und Heizöl). Die Wärmeversorgung wird durch Erdgas dominiert. Die aus klimapolitischer Hinsicht aufgrund ihres geringen CO₂-Emissionsfaktors besonders vorteilhafte Stadtwärme kommt auf einen Anteil von immerhin etwa 30 %.

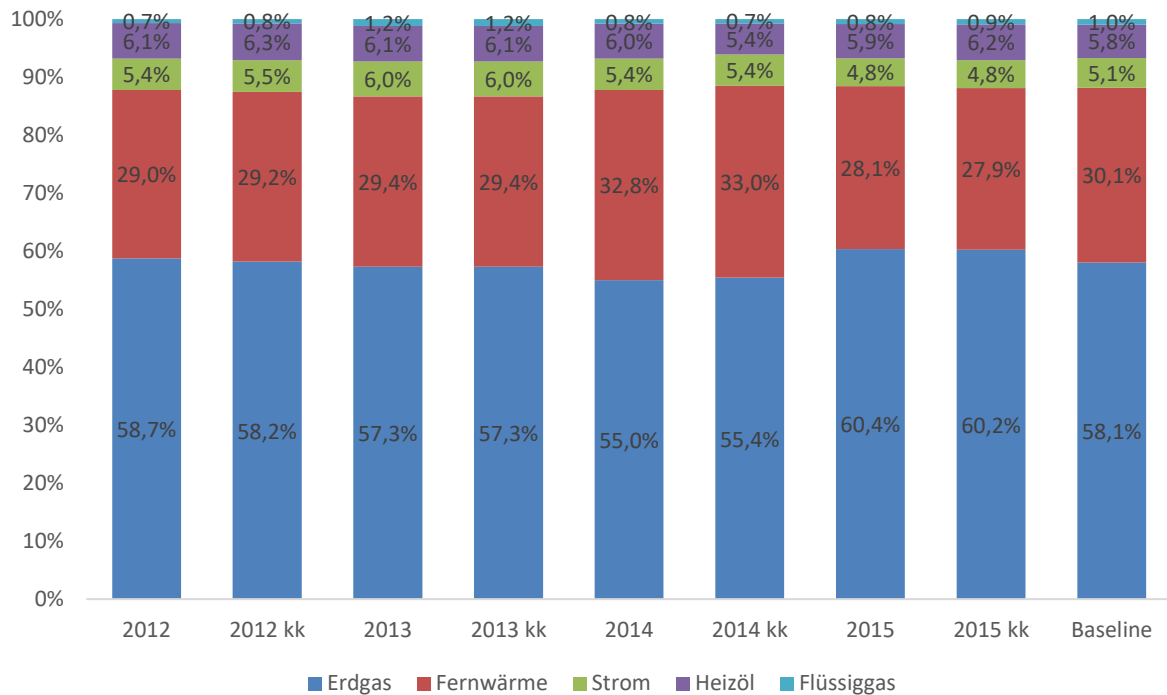


Abbildung 6: Anteil einzelner Energieträger an der Wärmeversorgung

Analog zur Darstellung für den Bereich der Wärme erfolgt in Tabelle 8 eine Zusammenstellung der durchschnittlichen jährlichen Verbrauchswerte für Strom auf Basis der jeweiligen Abrechnungszeiträume sowie berechnet für den Zeitraum von Kalenderjahren (01.01.-31.12.). Entsprechend zum Vorgehen im Wärmebereich wurden auch hier die durchschnittlichen jährlichen Verbrauchskosten ermittelt. Eine Witterungsbereinigung ist dagegen für den Stromverbrauch (ohne Heizstrom) nicht relevant. Die Relevanz der Hochrechnung auf Kalenderjahre ergibt sich dadurch, dass sich die Lieferzeiträume in der Vergangenheit unterschieden und nicht einheitlich gestaltet waren. Für den Strombereich erfolgte seitens der Hansestadt im Zuge der Einführung einer kumulierten Ausschreibung und Vergabe der Stromlieferverträge eine Vereinheitlichung der Lieferzeiträume (zum 01.01.2016 auf Basis von Kalenderjahren). Lediglich einige wenige – insbesondere von externen Trägern verwaltete – Liegenschaften weisen weiterhin abweichende Lieferzeiträume auf.

Tabelle 8: Stromverbrauch in den kommunalen Liegenschaften: durchschnittlicher Verbrauch und Kosten

	Ø Verbrauch 01.01.-31.12. (i.d.R. 2014-2016)	Ø Verbrauch Abrechnungs- zeitraum (i.d.R. 2013-2016)	Ø Kosten (i.d.R. 2013-2016)
	[kWh]	[kWh]	brutto
Rathaus I	77.917	77.955	20.793,91 €
Rathaus I/ Stadtbibliothek	6.997	6.978	1.942,58 €
Rathaus II	37.588	37.640	10.124,11 €
Rathaus III	8.738	8.836	2.451,45 €
Summe Verwaltung	131.241	131.409	35.312,05 €
Villa Kunterbunt	15.556	15.464	4.200,49 €
Grundschule Cothenius	15.925	15.902	4.311,98 €
RS Friedrich Schiller + GS Gebrüder Grimm	43.403	43.054	11.405,02 €
Schülergaststätte	2.019	2.014	639,80 €
RS Käthe Kollwitz	32.993	32.826	8.961,95 €
Summe Schulen	109.896	109.259	29.519,24 €



Sporthalle Südstadt	14.332	14.122	3.862,45 €
GSH Stadtwald	30.513	30.691	8.240,85 €
Summe Sporthallen	44.845	44.813	12.103,29 €
Otto-Lilliethal-Museum	17.398	17.408	4.953,29 €
Museum im Steintor	13.615	13.541	2.862,56 €
Aeronauticon + Museumsdepot	1.764	1.175	1.147,80 €
Nikolaikirche	6.023	6.046	1.704,07 €
Summe Kultur- und Freizeiteinrichtungen	38.799	38.170	10.667,72 €
Feuerwehr Anklam	14.274	14.060	3.005,42 €
Feuerwehr Stretense	8.318	8.359	1.882,11 €
Summe Feuerwehren	22.591	22.419	4.887,53 €
Betriebshof Lager	5.561	5.515	1.600,13 €
Hundezwinger	1.791	1.751	866,91 €
Friedhof	1.856	1.885	612,01 €
WC Busbahnhof	405	374	191,11 €
Summe andere	9.613	9.525	3.270,16 €
Schwimmhalle	106.822	106.725	26.681,13 €
Freizeitzentrum	6.053	6.041	1.728,61 €
Stadion	18.629	18.629	5.507,34 €
Jugendclub	6.297	6.322	1.787,62 €
Wasserwanderastplatz	6.600	6.659	1.400,96 €
Summe Sport- und Freizeiteinrichtungen (in ext. Trägerschaft)	144.402	144.376	37.105,66 €
Summe	501.388	499.969	132.865,65 €

Hingewiesen wird darauf, dass für die Schwimmhalle lediglich die Verbrauchsmengen, nicht jedoch die Stromkosten ermittelt werden konnten. Die in Tabelle 8 aufgeführten Kosten beruhen lediglich auf einer Kostenschätzung. Es handelt sich hierbei um die einzige Liegenschaft der Stadt, die nicht nach einem Standardlastprofil (SLP) abgerechnet wird. Die Abrechnungen erfolgen hier auf Monatsbasis und berücksichtigen auch die Anschlussleistung. Abgesehen von der Schwimmhalle, die von einem externen Träger betrieben wird, stellt das Rathaus I die Liegenschaft mit dem höchsten Stromverbrauch der Hansestadt Anklam dar. Dieser wäre noch höher, würde man den Verbrauch der im selben Gebäude untergebrachte städtischen Bibliothek, die über einen separaten Zähler verfügt, ebenfalls dem Rathaus zuordnen. Anders als beim Wärmeverbrauch erreichen die Schulen beim Stromverbrauch keine derart hohen Verbrauchswerte.

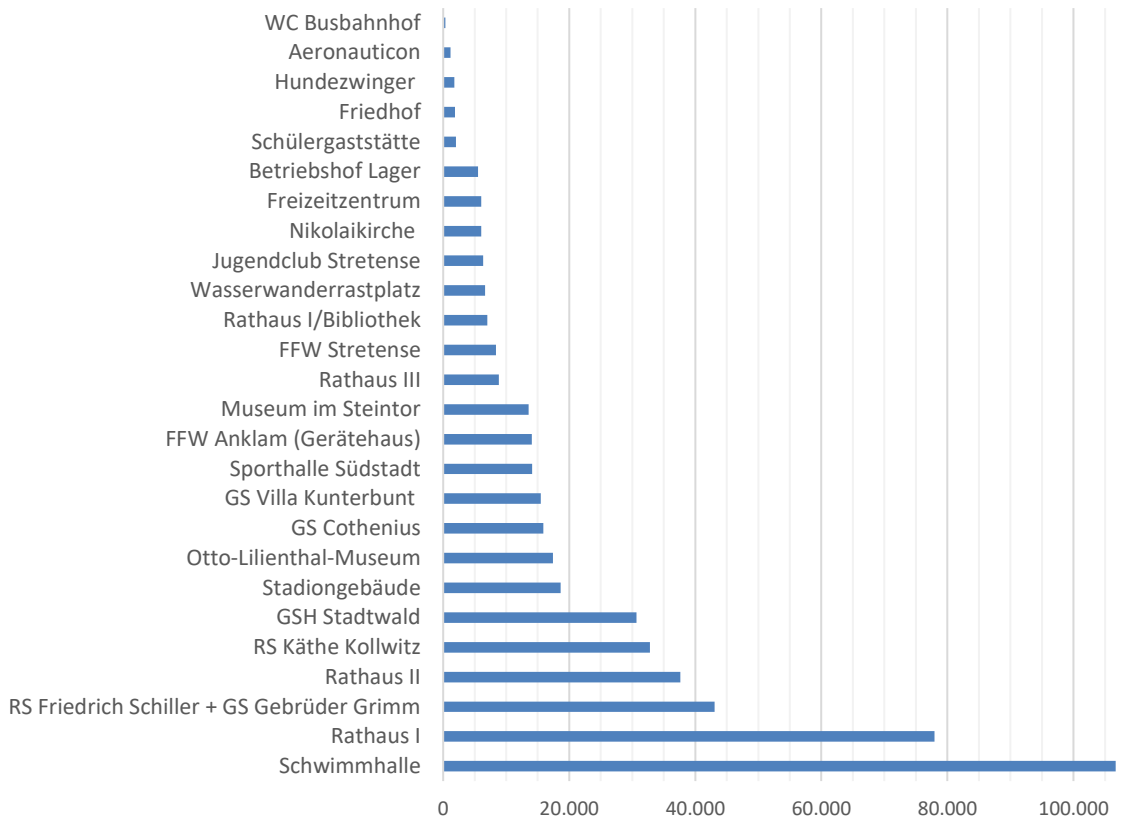


Abbildung 7: Durchschnittlicher Stromverbrauch [kWh], letzte drei Jahre

Abbildung 8 zeigt den kumulierten Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften im Zeitraum 2011-2015. Dieser verzeichnete einen Anstieg um etwa 7,3 %. Da für das Jahr 2016 zum Zeitpunkt der Datenerfassung für einzelne Liegenschaften noch keine Jahresendabrechnungen vorlagen, wurde auf dieses Jahr in der Darstellung verzichtet. Weil für die Schwimmhalle lediglich Verbrauchswerte für den Zeitraum 2014-2016 ermittelt werden konnten, werden diese zur Wahrung der Vergleichbarkeit separat dargestellt.

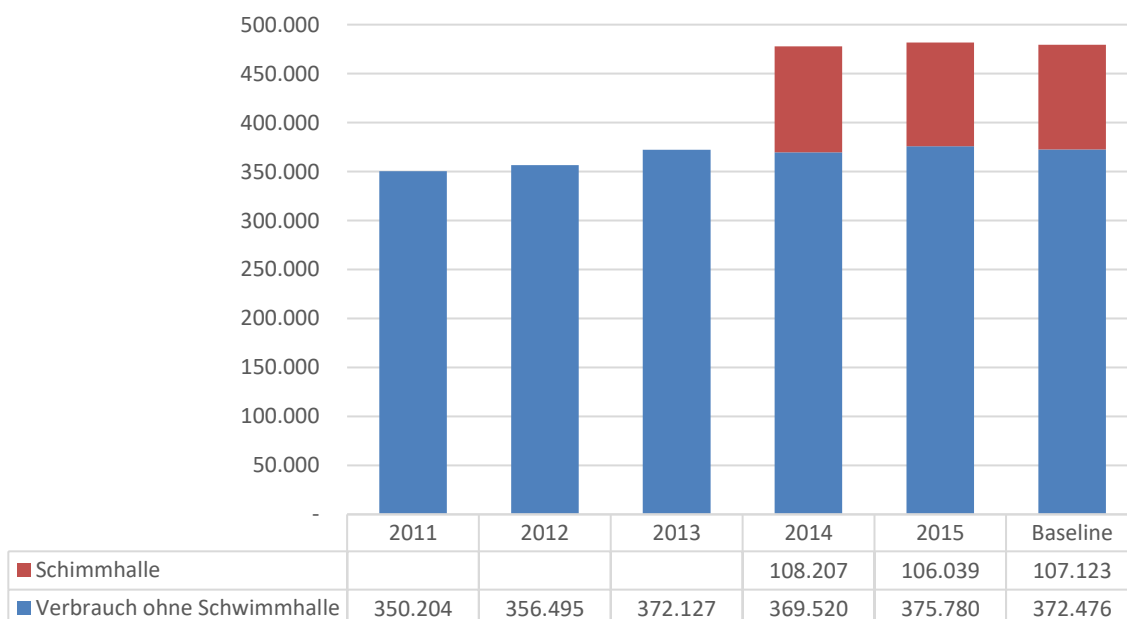


Abbildung 8: Kumulierter Stromverbrauch [kWh]



Ersichtlich ist ein kontinuierlicher Zuwachs im Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften. Dieser geht auf Verbrauchsanstiege in mehreren Liegenschaften zurück. Insbesondere jedoch auf die GS Villa Kunterbunt, GSH Stadtwald sowie die beiden Feuerwehrstandorte. Beim Feuerwehr-Standort in Anklam ist dabei ein Rückgang des Heizstromverbrauchs (Niedertarif) zu beobachten, so dass in der Summe (Hoch- und Niedertarif) ein etwa gleichbleibender Verbrauch bleibt.

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der kumulierten Strom- und Wärmeverbräuche (witterungsbereinigt) in den kommunalen Liegenschaften. Ersichtlich ist die Dominanz der Wärme am Gesamtenergieverbrauch, obwohl mehrere Verbraucherstellen über keine Wärmeversorgung verfügen. Der Anteil der Wärme am Gesamtverbrauch liegt im Betrachtungszeitraum zwischen 87,7% und 89,1% und erreicht in der Baseline 88,6 %. Hingewiesen wird darauf, dass die Schwimmhalle aus dieser kumulativen Betrachtung ausgenommen wurde, da für dieses Objekt lediglich Stromverbräuche vorlagen und das Ergebnis somit verzerrt würde.

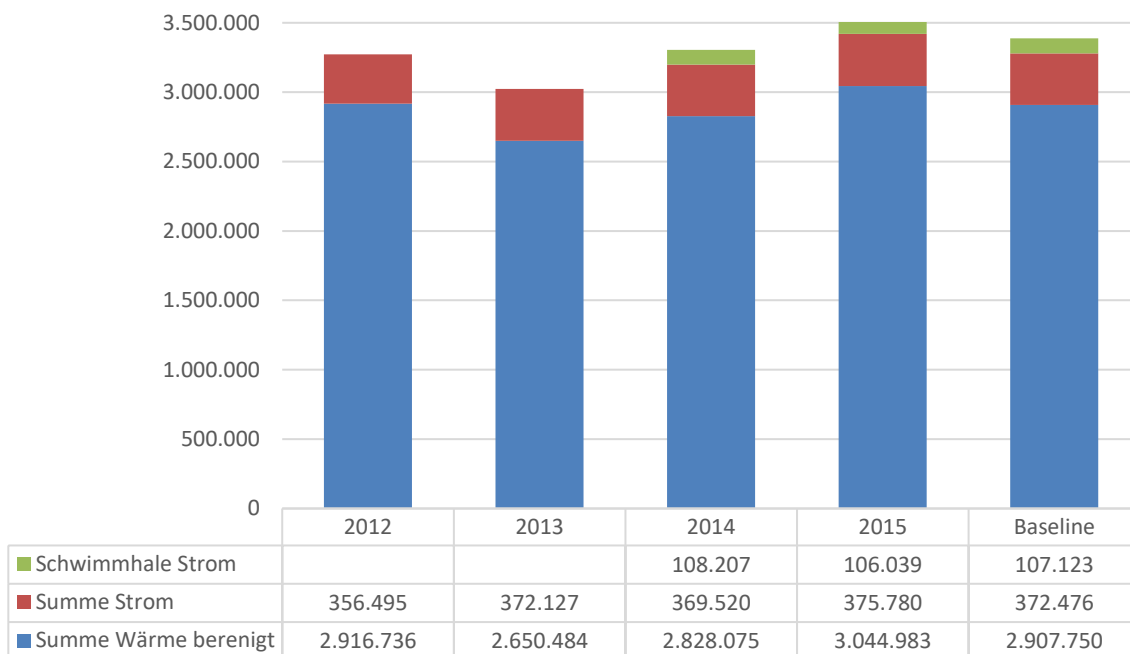


Abbildung 9: Entwicklung der kumulierten Verbrauchswerte [kWh]

Abbildung 10 zeigt den Anteil der durchschnittlichen Kosten für Strom und Wärme (inkl. Heizstrom) an den gesamten Energiekosten der kommunalen Liegenschaften. Ersichtlich ist, dass der Anteil der Stromkosten aufgrund des deutlich höheren durchschnittlichen Einheitspreises [EUR/kWh] erheblich größer ausfällt, als der Anteil des Energieträgers am Gesamtenergieverbrauch. Hingewiesen wird darauf, dass in dieser Darstellung die Kosten der Schwimmhalle aufgrund fehlender Kostendaten unberücksichtigt blieben. Ebenfalls zu bedenken ist, dass bei Objekten mit Nachtstromheizung ein einheitlicher Mischpreis für den Strom berechnet wurde und somit beim Preis nicht zwischen Hoch- und Niedertarif unterschieden wird. Dies führt dazu, dass der Hochtarif (Stromkosten) geringer und der Niedertarif (Wärmekosten) höher ausfällt.

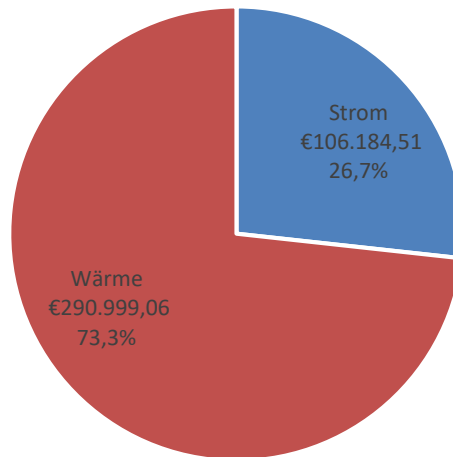


Abbildung 10: Energiekostenverteilung (Mittelwert der letzten drei Jahre)

Abbildung 11 zeigt die Aufteilung der Strom- und Wärmeverbräuche sowie der dazugehörigen Kosten auf die einzelnen kommunalen Liegenschaften. Einzelne Objekte bzw. Verbrauchsstellen, die bei einem Medium (Strom oder Wärme) über einen separaten Zähler verfügen, jedoch beim anderen Medium zusammen mit weiteren Objekten bzw. Verbrauchsstellen abgerechnet werden, wurden hier mit dem jeweiligen Objekt zu einer Liegenschaft zusammengefügt (z.B. GS Cothenius Essensraum, Stadtbibliothek, FFW Anklam Gerätehaus usw.).

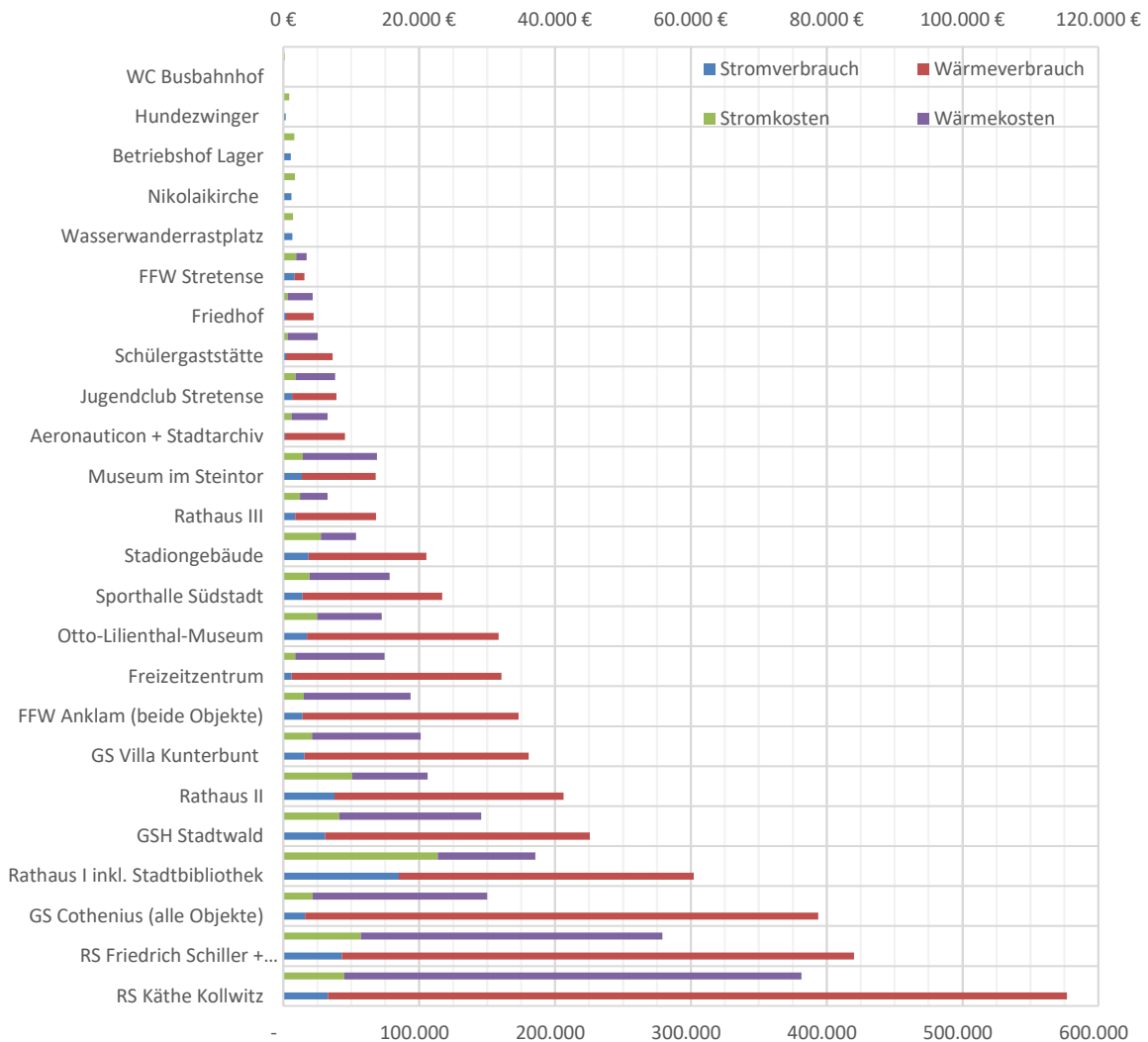


Abbildung 11: Durchschnittlicher Energieverbrauch und Energiekosten kommunaler Liegenschaften, kumuliert [kWh]

Die vier Liegenschaften mit den größten absoluten Verbräuchen – RS Käthe Kollwitz, RS Friedrich Schiller + GS Gebrüder Grimm, GS Cothenius und Rathaus I – haben einen Anteil von 50,8 % am Gesamtverbrauch der hier betrachteten Liegenschaften (aufgrund fehlender Werte wurde die Schwimmhalle in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt). Deren Anteil an den gesamten Energiekosten liegt bei 50,2 %. Ähnlich wie bereits bei den Darstellungen zum Wärmeverbrauch beobachtet wurde, ist auch hier für einzelne Liegenschaften eine Abweichung ihrer Anteile an den Gesamtenergieverbrauchskosten und am Gesamtverbrauch erkennbar (in Abhängigkeit vom der Wärmequelle). So erreicht bspw. die GS Cothenius einen Verbrauchsanteil von 11,8 %, trägt jedoch nur mit 7,6 % zu den Gesamtkosten bei. Somit liegt ihr Kostenanteil ähnlich hoch, wie der der GSH Stadtwald (7,3% der Kosten), deren Anteil am Energieverbrauch jedoch lediglich bei 6,8% liegt (Abbildung 12).

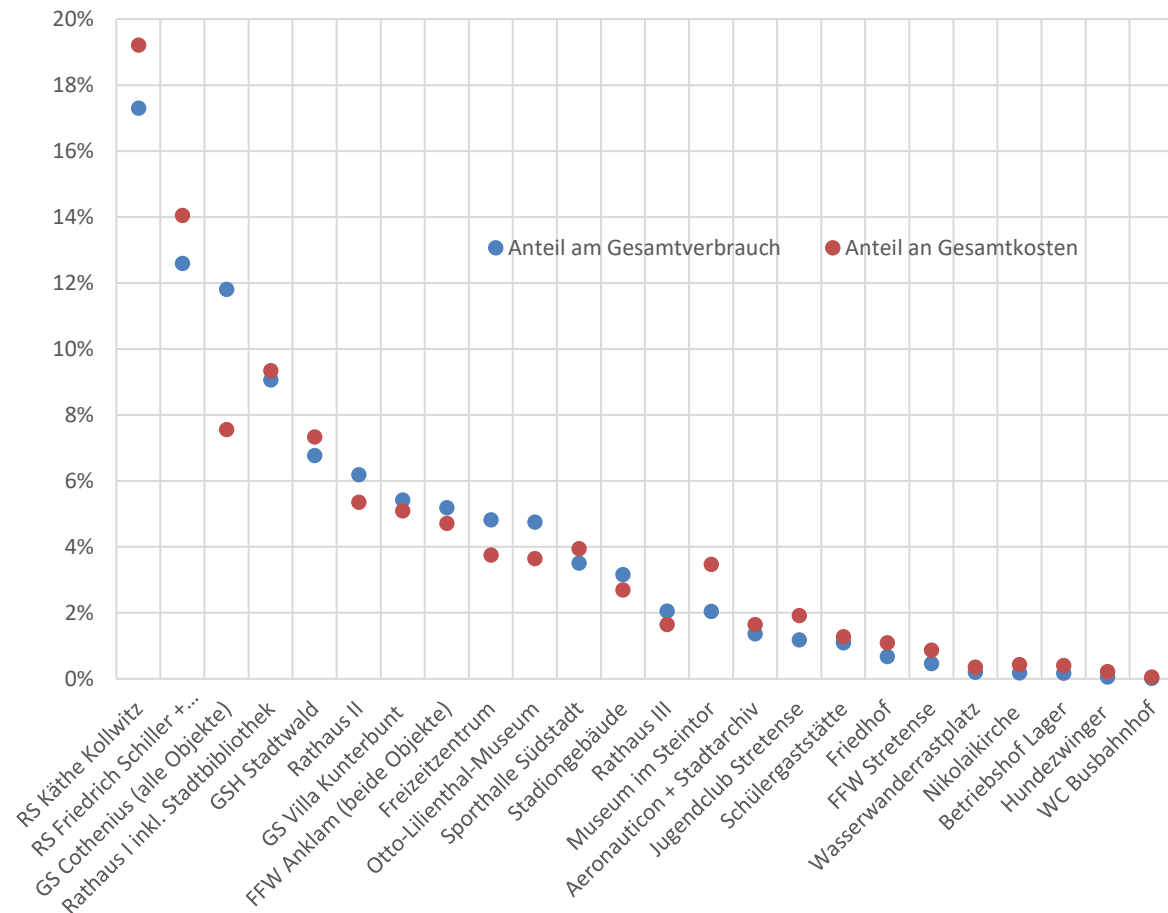


Abbildung 12: Anteil kommunaler Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch und den Gesamtverbrauchskosten

Auf Basis der Energieverbräuche und deren Multiplikation mit spezifischen Umrechnungsgrößen lassen sich die klimarelevanten THG-Emissionen ermitteln. In Tabelle 9 sind die Emissionsfaktoren der Energieträger zusammengestellt, die in der Hansestadt Anklam zum Einsatz kommen.

Tabelle 9: Berechnungsfaktoren: Treibhausgasemissionsfaktoren [g CO_{2eq} /kWh]

	2012	2013	2014	2015	2016
Strom	515	516	500	500	500
Heizöl	315	315	315	315	315
Erdgas	245	245	245	245	245
Flüssiggas	263	263	263	263	263
Stadtwärme	176,97	173,56	138,75	125,05	k.A. (125,05)

Die Werte sind der Ecospeed Region Datenbank entnommen, die die Hansestadt zur Fortschreibung der gesamtstädtischen Energie und Treibhausgasbilanz nutzt. Es handelt sich um CO₂-Äquivalente, die alle anfallenden Treibhausgase sowie die Vorketten berücksichtigen.

Für den Energieträger Stadtwärme wurde der spezifische Emissionsfaktor im Rahmen der Aktualisierung der gesamtstädtischen Energie- und Treibhausgasbilanz ermittelt. Die GWA als Betreiberin der Stadtwärme in Anklam verfügt hierzu über keine eigenen Berechnungen.

Tabelle 10: Verbrauchsbedingte THG-Emissionen [t CO_{2eq}]

	2012	2013	2014	2015	Baseline
Strom	183,59	192,02	184,76	187,89	188,22
Heizstrom	85,66	86,20	70,54	71,18	75,13
Heizöl	58,52	53,33	49,72	54,68	52,76
Erdgas	439,17	389,49	353,60	435,42	413,58
Flüssiggas	5,71	8,67	5,64	6,52	7,30
Stadtwärme	156,80	141,62	119,60	103,29	127,68
Summe	929,47	871,34	783,87	858,98	864,66

Die THG-Emissionen verzeichneten im Betrachtungszeitraum einen beträchtlichen Rückgang (7,6 %), der deutlich stärker ausgefallen wäre, käme es im Jahr 2015 nicht zu den bereits bei der Betrachtung der Wärme- und Stromverbrauchsentwicklung thematisierten Verbrauchssteigerung (Tabelle 10). Grund für den Emissionsrückgang bildet insbesondere die deutliche Verbesserung des Emissionsfaktors der Stadtwärme. Diese geht auf den Ersatz von Heizöl durch Erdgas sowie eine Erhöhung des Anteils der Abwärme der Biogasanlage zurück. Aufgrund des guten Emissionsfaktors liegt der Anteil der Stadtwärme an den THG-Emissionen (ca. 15 %) deutlich unter ihrem Anteil am Energieverbrauch (ca. 30 %). Gegensätzlich sieht es für den Energieträger Strom aus, der aufgrund des hohen Emissionsfaktors einen deutlich höheren Anteil an den Gesamtemissionen (ca. 22 %) als am Gesamtverbrauch (ca. 12 %) hält (Abbildung 13 und Abbildung 6).

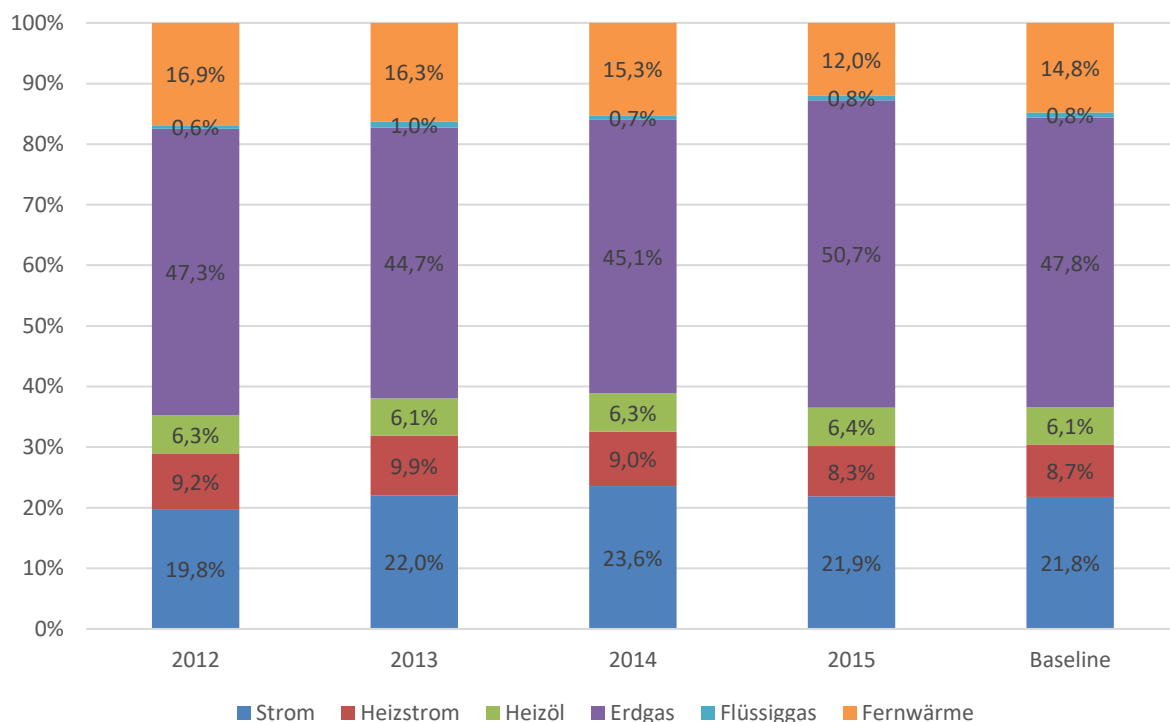


Abbildung 13: Entwicklung der Anteile einzelner Energieträger an den THG-Emissionen

2.3 Auswertung des Energieverbrauchs nach Gebäuden

Im Folgenden sollen in Kürze die Verbrauchsentwicklungen für die einzelnen kommunalen Liegenschaften dargestellt werden. Zur Verbesserung der Übersichtigkeit wurden die Liegenschaften in Abhängigkeit von der absoluten Verbrauchsgröße in drei Gruppen aufgeteilt. Die Darstellungen basieren auf Verbrauchswerten, die für den Kalenderjahr-Zeitraum berechnet wurden.

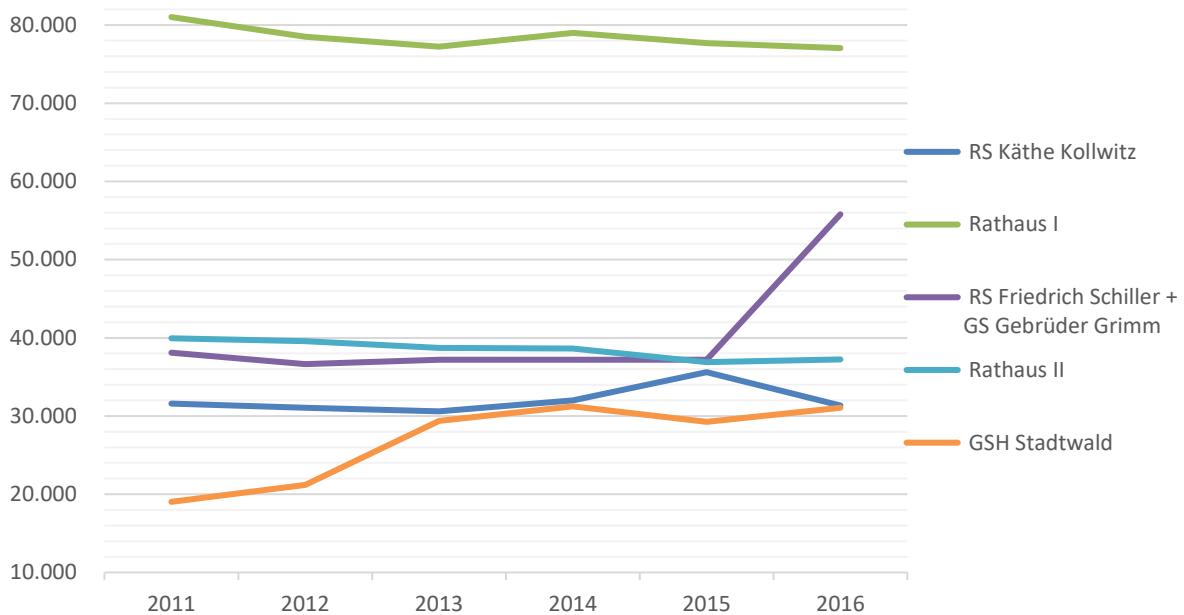


Abbildung 14: Entwicklung Stromverbrauch Gebäudegruppe 1 [kWh]

Abbildung 14 zeigt die Liegenschaften mit den höchsten Stromverbräuchen. Ersichtlich ist hier insbesondere der kontinuierliche Verbrauchsanstieg in der GSH Stadtwald sowie der einmalige Verbrauchssprung im Jahr 2016 in der RS Friedrich Schiller/GS Gebrüder Grimm, der auf die Umnutzung zuvor ungenutzter Flächen im Kellergeschoss für Unterrichtszwecke zurückzuführen ist. Die beiden Rathäuser verzeichnen einen leichten aber dennoch stetigen Verbrauchsrückgang.

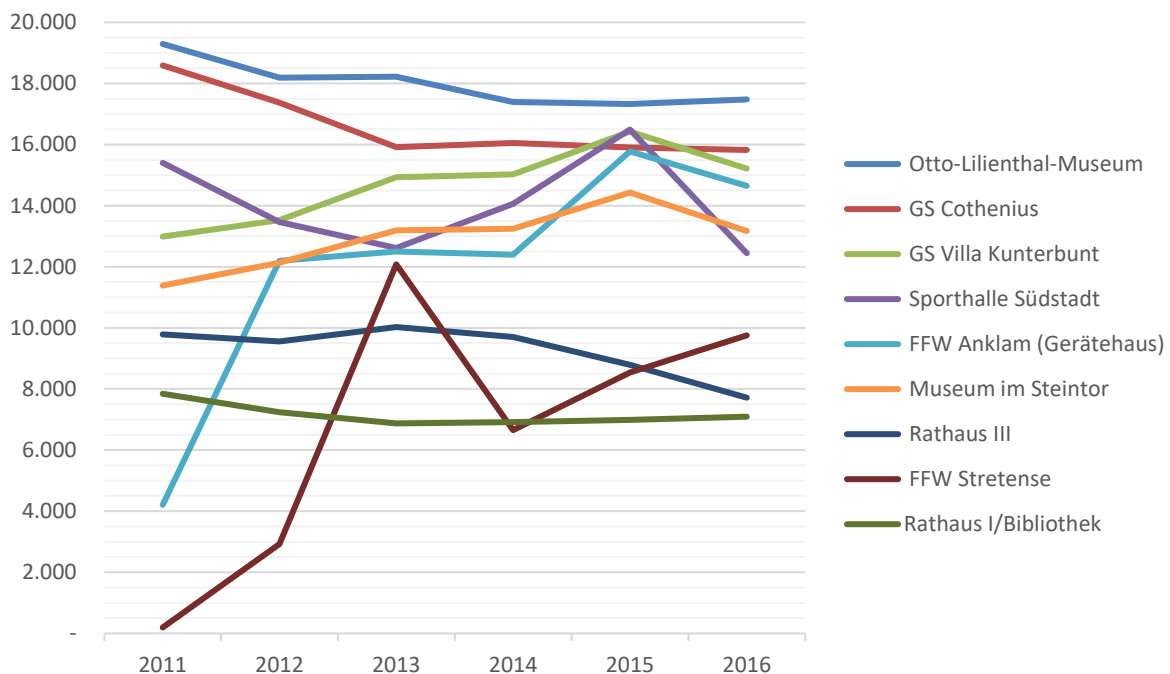


Abbildung 15: Entwicklung Stromverbrauch Gebäudegruppe 2 [kWh]

Die in Abbildung 15 dargestellten Liegenschaften weisen zum Teil deutliche Verbrauchsschwankungen auf. Positiv zu bewerten ist die Entwicklung im Otto-Lilienthal-Museum, der GS Cothenius und dem Rathaus III, wo kontinuierliche Verbrauchsrückgänge verzeichnet wurden. Das Museum im Steintor und GS Villa Kunterbunt zeigen bei der Verbrauchsentwicklung erstaunliche Parallelen. Beide verzeichneten kontinuierliche Verbrauchszunahmen, denen ein Rückgang im Jahr 2016 folgte.



Deutlichen Schwankungen unterliegt der Verbrauch der Sporthalle Südstadt. Dieser geht wahrscheinlich auf unterschiedliche Nutzungszeiten zurück. Die beiden Feuerwehrgebäude verzeichneten im Betrachtungszeitraum erhebliche Verbrauchszunahmen. In beiden wird zwar Strom auch zum Heizen eingesetzt, die Erfassung erfolgt jedoch über separate Zähler. Hier empfiehlt sich eine nähere Betrachtung.

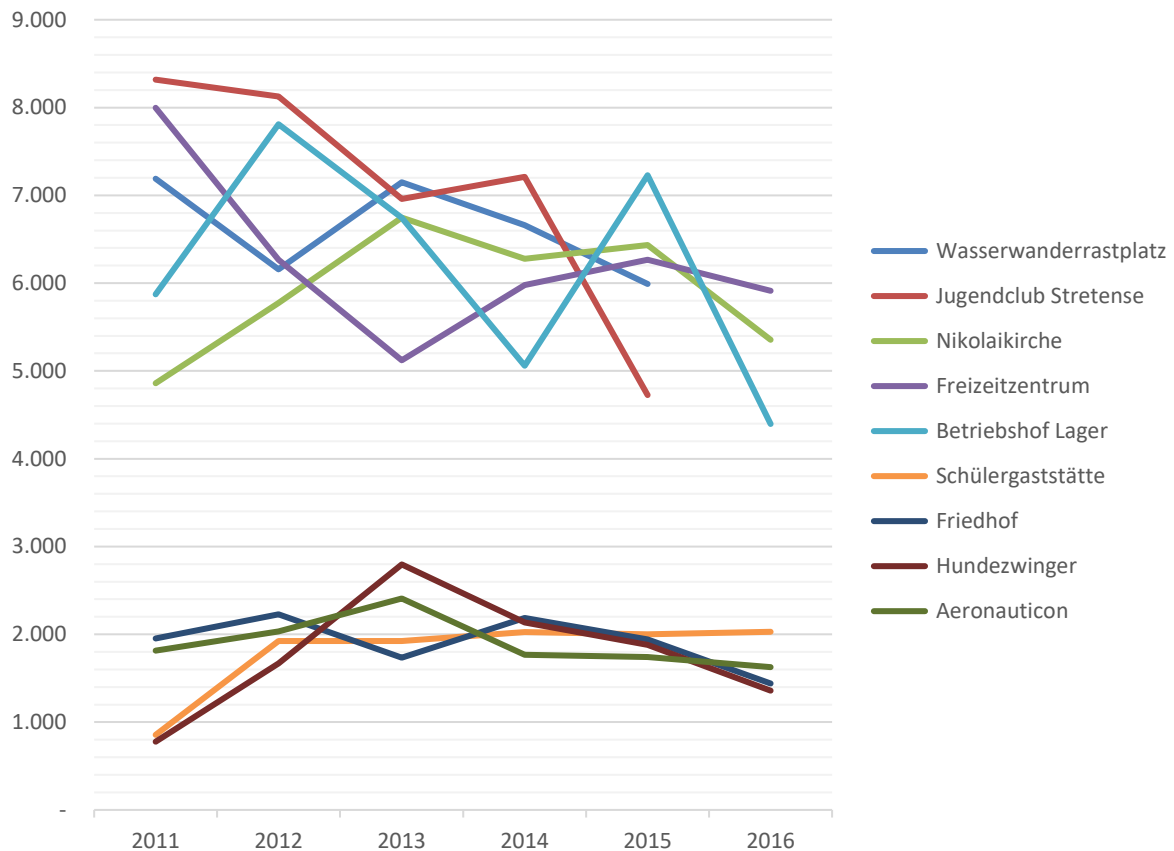


Abbildung 16: Stromverbrauch Gebäudegruppe 3 [kWh]

Abbildung 16 zeigt sehr unterschiedliche Abnahmestellen. Der erhebliche Verbrauchsrückgang im Jugendclub kann auf die deutlich veränderten Nutzungsbedingungen zurückgeführt werden. Auch das Freizeitzentrum verzeichnete im Betrachtungszeitraum zuerst einen erheblichen Verbrauchsrückgang, der wohl ähnlich zu begründen ist. Die Verbrauchsentwicklung in der Nikolaikirche korreliert wahrscheinlich mit der Anzahl der kulturellen Veranstaltungen, die zusätzlich zum Ausstellungsbetrieb stattfinden. Auffällig ist der Verbrauchsanstieg im Hundezwinger im Jahr 2013 sowie der erheblich schwankende Verbrauch im Betriebshof. Letzteres kann ggf. damit erklärt werden, dass hier strombetriebene dezentrale Heizlüfter zum Einsatz kommen.

Analog zum Stromverbrauch wird im Folgenden der Wärmeverbrauch der einzelnen Liegenschaften, aufgeteilt in größenabhängige Verbrauchsgruppen, dargestellt. Neben dem realen Verbrauch erfolgt auch die Darstellung der witterungsbereinigten Werte.

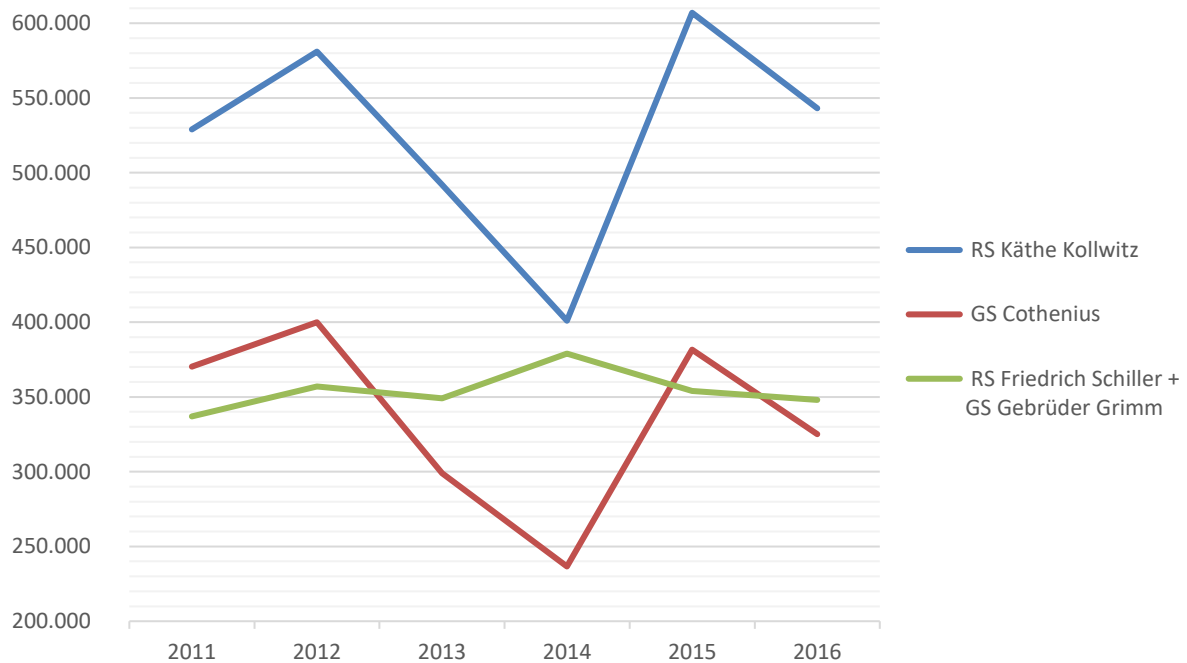


Abbildung 17: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 1, reell [kWh]

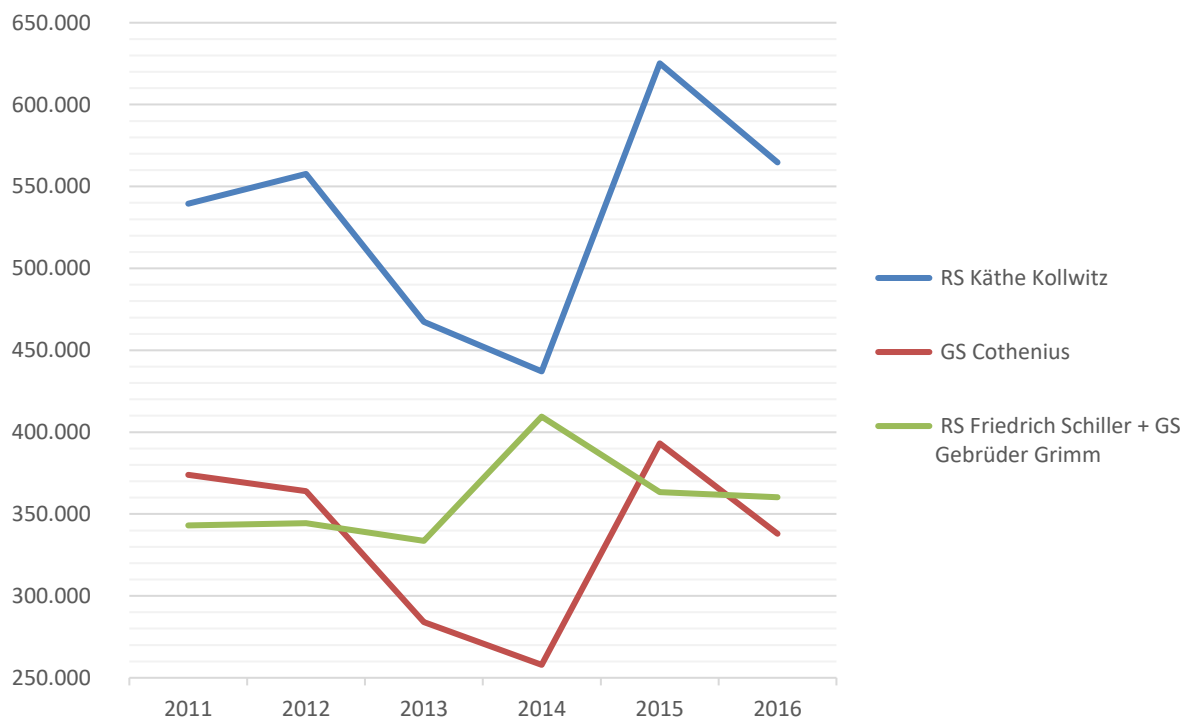


Abbildung 18: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 1, witterungsbereinigt [kWh]

Die Verbrauchsentwicklung in den Liegenschaften RS Käthe Kollwitz und GS Cothenius weist Parallelen auf. Die Schwankung bei der GS Cothenius kann zum Teil auf die Berechnungsmethodik zurückgeführt werden. Wegen des Fehlens einer Abrechnung mussten die Zählerstände für die Grundschule in einzelnen Fällen aus den vorhandenen Ablesewerten herangezogen werden. Selbst dies erklärt jedoch lediglich einen Teil der erheblichen Schwankung. Für die RS Käthe Kollwitz liegen dagegen vollständige Abrechnungswerte vor. Da für diese Liegenschaft der Abrechnungszeitraum mit dem Kalenderjahr übereinstimmt, sind die zwischenjährlichen Schwankungen auch nicht durch Berechnungsfehler zu erklären (Abbildung 17, Abbildung 18).

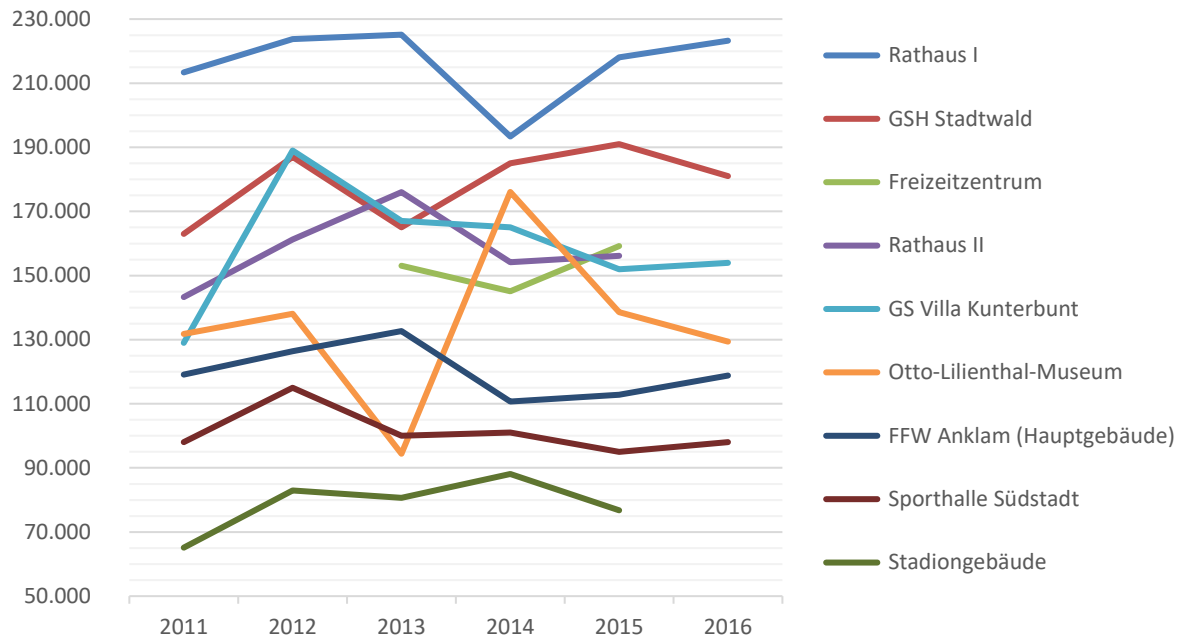


Abbildung 19: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 2, reell [kWh]

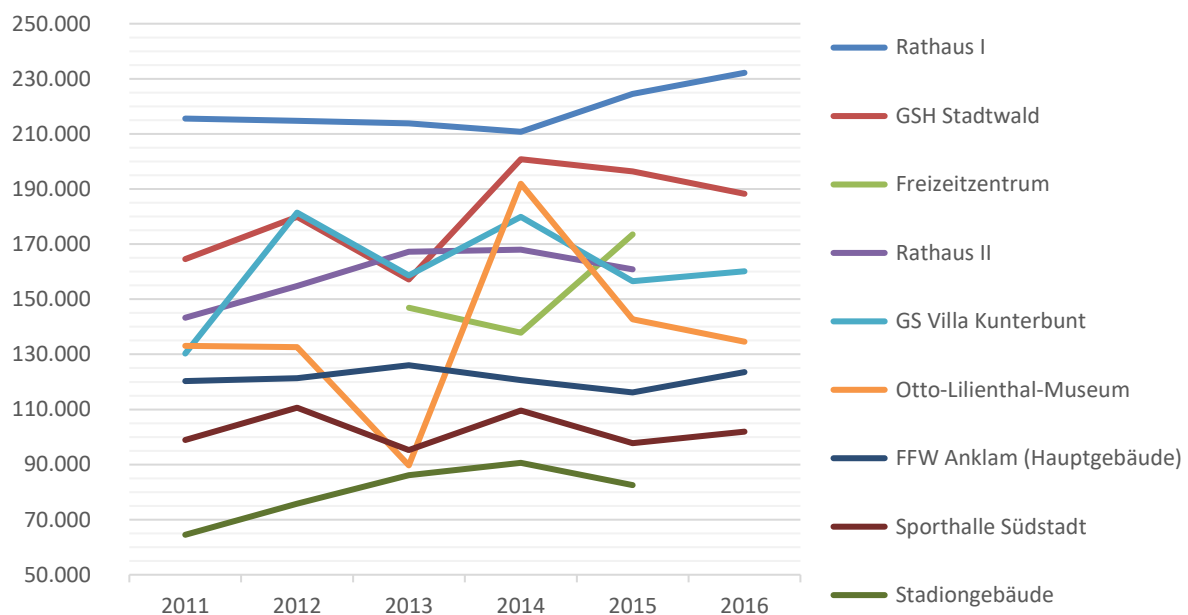


Abbildung 20: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 2, witterungsbereinigt [kWh]

Die in Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellten Gebäude weisen zum Teil erhebliche Verbrauchsschwankungen auf, die nicht nur durch die Witterungsbedingungen zu erklären sind. Für das Otto-Lilienthal-Museum kann davon ausgegangen werden, dass die Verbrauchsabrechnungen 2013/2014 und 2014/2015 auf fehlerhaften Schätzungen der Zählerstände beruhen. liegt der Mittelwert der beiden Jahre im Verbrauchsdurchschnitt. Negativ zu bewerten ist der Verbrauchsanstieg im Rathaus I (witterungsbereinigte Werte). Ähnliches gilt für die GSH Stadtwald. Der Verbrauchsrückgang in der Villa Kunterbunt (reelle Werte, Abbildung 19), wird durch die witterungsbereinigte Betrachtung etwas relativiert (Abbildung 20). Stagnierend ist die Entwicklung in der Sporthalle Südstadt und der FFW Anklam. Rathaus II weist zwar in den beiden letzten Jahren eine positive Verbrauchsentwicklung auf, die verzeichneten Werte liegen jedoch weiterhin deutlich über den Werten des Jahres 2011.

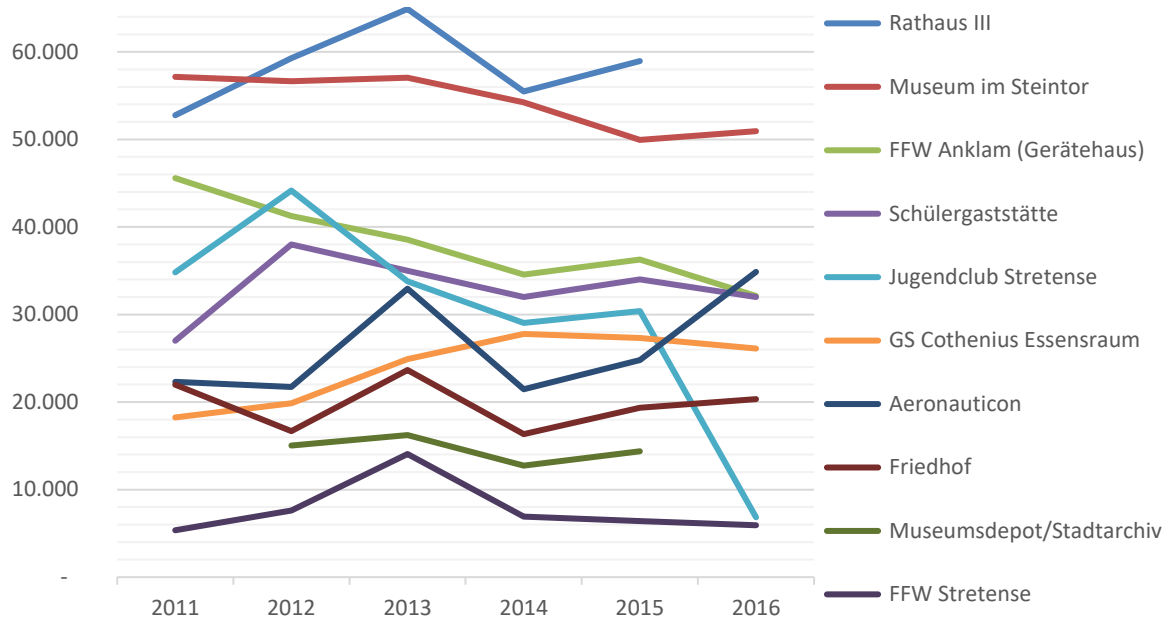


Abbildung 21: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 3, reell [kWh]

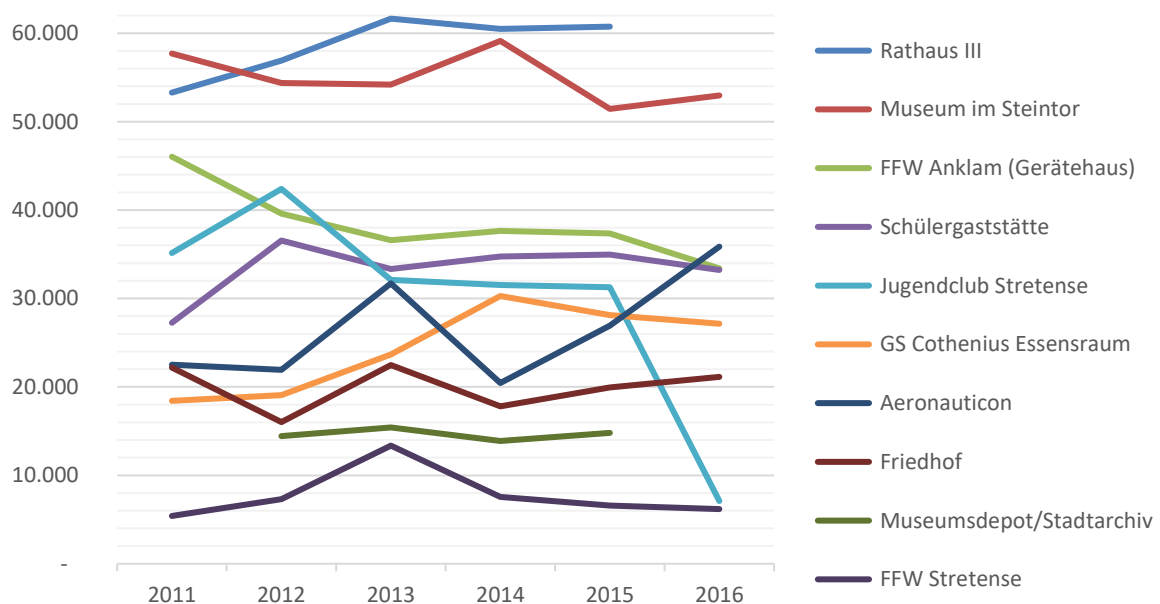


Abbildung 22: Wärmeverbrauch Gebäudegruppe 3, witterungsbereinigt [kWh]

In Abbildung 21 und Abbildung 22 werden die noch verbleibenden kommunalen Liegenschaften dargestellt. Die größte Verbrauchsveränderung wurde im Jugendclub Stretense verzeichnet. Diese geht auf eine Veränderung der Nutzungsbedingungen zurück. Rückgängig zeigen sich die Verbrauchsentwicklungen in der FFW Anklam sowie – legt man den gesamten Betrachtungszeitraum zugrunde – im Museum im Steintor. Ähnliches gilt in den letzten drei Jahren für die FFW Stretense. Die Schwankungen im Aeronauticon können unter anderem dadurch erklärt werden, dass hier ein nichtleitungsgebundener (Flüssiggas) Energieträger zum Einsatz kommt und wegen des nicht vorhandenen Wärmemengenzählers keine genaue Zuordnung der Verbrauchsmengen erfolgen kann. Der Verbrauch in der Schülergaststätte hat sich in den letzten Jahren auf einem gegenüber dem Anfang des Betrachtungszeitraums hohem Verbrauchsniveau stabilisiert. Ähnliches gilt für den Verbrauch im Rathaus III.



2.4 Kennwertanalyse

Der Heizenergie- und Stromverbrauch eines Gebäudes wird durch unterschiedliche Faktoren bedingt. Hierzu zählen u.a. die jeweilige Nutzungsart und technische Ausstattung sowie die Größe des Gebäudes. Für die Heizenergie spielen zudem die Witterungsverhältnisse und die bauliche Substanz bzw. Wärmedämmung eine Rolle. Nicht zuletzt stellt auch das individuelle Nutzerverhalten einen entscheidenden Parameter dar. Der Warmwasserverbrauch wird auch durch die Anzahl der Nutzer bedingt. Voraussetzung für eine qualifizierte Bewertung der Verbrauchswerte ist die Vergleichbarkeit der ermittelten Zahlen. Der reine Abgleich von absoluten Werten erlaubt in der Regel keine aussagekräftigen Vergleiche. Vor diesem Hintergrund werden spezifische Verbrauchswerte sog. Kennwerte gebildet. Diese ermöglichen die Vergleichbarkeit von Gebäuden derselben Nutzungsart. Auch hier muss jedoch bedacht werden, dass sich jedes Gebäude durch gewisse Besonderheiten auszeichnet und somit eine absolute Vergleichbarkeit der ermittelten Kennwerte nicht möglich ist. Die Kennwerte stellen dennoch einen hilfreichen Indikator dar, der eine Einordnung und Bewertung der Verbräuche und der energetischen Situation der Objekte erlaubt.

Die Berechnung der im Folgenden dargestellten Kennwerte erfolgte entsprechend des im Kapitel 2.1 dargestellten methodischen Vorgehens.

Die ermittelten Kennwerte erlauben sowohl einen Vergleich (Benchmarking) innerhalb des Gebäudebestandes der Hansestadt Anklam als auch mit bundesdeutschen Durchschnittswerten. Maßgebliches Kriterium für die Vergleichbarkeit stellt dabei die Kategorisierung und Zuordnung eines jeden Gebäudes nach dem Bauwerkskatalog dar. Als Benchmarkwerte werden im Folgenden die Vergleichswerte nach § 19 Absatz 4 EnEV für Nichtwohngebäude sowie die Richt- und Vergleichswerte nach VDI 3807 „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude“¹⁴ herangezogen. Die Vergleichskennwerte nach EnEV finden sich auch in den Energieausweisen wieder. Die Werte der VDI stellen empirische Werte dar und unterscheiden sich zum Teil deutlich von den in der EnEV vorgegebenen Höchstwerten zum bezogenen Jahresenergiebedarf von Nichtwohngebäuden. Die VDI-Werte erlauben aufgrund der im Vergleich zur EnEV deutlich detaillierten Klassifizierung zudem eine präzisere Einstufung und Bewertung von Gebäuden.

Der Vergleich mit den Benchmarkwerten (d.h. EnEV Vergleichswerte, VDI-Mittel und Richtwerte) dient neben der Einstufung der Gebäude auch als Grundlage für die Ermittlung der Einsparpotenziale im Bereich der THG-Emissionen, Verbräuche und Kosten.

Die Berechnung der Einsparpotenziale für die betrachteten Liegenschaften beruht auf dem Abgleich der ermittelten Energieverbrauchskennzahlen für den Strom- und Wärmeverbrauch mit den Benchmarkwerten für Gebäude der entsprechenden Kategorie auf Basis des Bauwerkzuordnungskataloges.

Da es sich bei den VDI-Werten um tatsächlich gemessene Werte handelt, sind sie als Orientierungshilfe bei der Bewertung des Energieverbrauchs sehr gut geeignet. Die Eignung der VDI-Werte für die Einstufung ist auch dadurch gegeben, da die Richtlinie explizite Hinweise zur Bewertung und Einschätzung der reell berechneten Verbrauchswerte anhand der Richt- und Mittelwerte enthält (Tabelle 11). Eine ähnliche Einstufungssystematik wird von der EnEV für Nichtwohngebäude im Bestand nicht geboten.

¹⁴ VDI Richtlinie 3807 „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Juni 2013, Beuth Verlag



- Der VDI-Mittelwert stellt nicht das arithmetische Mittel, sondern den Modalwert dar.¹⁵ Der Modalwert ist der Wert einer Verteilung, für den die dichteste Häufung vorliegt; das heißt, er ist der Wert, der in einer Verteilung am häufigsten vorkommt.¹⁶
- Der VDI-Richtwert stellt einen Wert dar, der dem unteren Quartilsmittelwert entspricht. Der untere Quartilsmittelwert ist das arithmetische Mittel der unteren 25 % der aufsteigend sortierten Kennwerte (arithmetischer Mittelwert des besten Viertels).¹⁷

Entsprechend den Hinweisen in der VDI ist der Richtwert bei der Durchführung von Energieeinsparungsmaßnahmen anzustreben. Er ist jedoch nicht bei allen Gebäuden mit gleicher Wirtschaftlichkeit erreichbar.

Mit der Differenz des Verbrauchskennwerts eines Gebäudes zum maßgeblichen Richtwert kann ein Einsparpotenzial abgeschätzt werden. Ob und in welchem Umfang dieses wirtschaftlich erschlossen werden kann, ist letztendlich von der individuellen Situation eines jeden Objektes abhängig und erfordert vertiefte Untersuchungen. Das wirtschaftliche Optimum kann im Einzelfall niedriger oder höher liegen, als der jeweilige Richtwert es besagt. Für die Bewertung der tatsächlich ermittelten Kennwerte wird in der VDI folgende Skala vorgeschlagen.

Tabelle 11: Bewertungsskala für Verbrauchskennwerte nach VDI

Bewertung	Kennwert (Istwert)
Sehr gut	$\leq$ Richtwert
Gut	$>$ Richtwert und $\leq$ Mittelwert
Befriedigend	$>$ Mittelwert und $\leq 1,25 \times$ Mittelwert
Schlecht	$> 1,25 \times$ Mittelwert

In den folgenden Tabellen (Tabelle 12, Tabelle 13) sind die auf diese Art bewerteten Ergebnisse für die im Rahmen von Baustein 1 betrachteten Objekte dargestellt.

¹⁵ Die Verwendung des arithmetischen Mittelwerts für ein Kollektiv von Verbrauchswerten führt in der Regel zu einem überhöhten Orientierungswert, weil vielfach eine schiefe Häufigkeitsverteilung klassifizierter Verbrauchskennwerte vorliegt.

¹⁶ VDI Richtlinie 3807 „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Juni 2013, Beuth Verlag

¹⁷ VDI Richtlinie 3807 „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Juni 2013, Beuth Verlag



Tabelle 12: Verbrauchskennwerte Wärme

Anschrift		Nutzungsart	NGF	Kennwert	Mittelwert	VDI	VDI	EnEV	Einstufung
			[m²]	[kWh/(m²*a)]	[kWh/(m²*a)]	Richtwert		Vergleich	nach VDI
						[kWh/(m²*a)]		[kWh/(m²*a)]	
Verwaltungsgebäude									
Rathaus I	Markt 3	Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung	1.614,37	134,52	98	59	80	Schlecht	
Rathaus II	Burgstraße 15		1.235,06	136,56	98	59	80	Schlecht	
Rathaus III	Frauenstraße 12		378,71	157,02	98	59	80	Schlecht	
Summe			3.228,14	137,94	98	59	80	Schlecht	
Schulen									
GS Villa Kunterbunt	A.Damaschke-Straße 7	Grundschule	1.544,22	106,99	123	73	105	gut	
GS Cothenius	Schulstraße 6,	Grundschule	1.631,21	213,97	123	73	105	Schlecht	
GS Cothenius Essensraum	Schulstraße 6,	Mensa	113,40	254,34	201	138	120	Schlecht	
RS Friedrich Schiller	Eichenweg 6	Gesamtschule	2.737,17	99,45	110,73	75,17	90	Gut	
GS Gebrüder Grimm		Grundschule	1.053,68						
Schülergaststätte	Eichenweg 7	Mensa	244,37	140,32	201	138	105	Gut	
RS Käthe Kollwitz	Baustraße 56	Gesamtschule	3.560,07	152,83	106	76	105	Schlecht	
Summe			10.648,16	137,67	115,57	76,96	99,82	Befriedigend	
Sportstätten									
Sporthalle Südstadt	A.Damaschke-Straße 7	Turn- und Sporthalle < 1000	872,70	117,88	146	101	110	Gut	
GSH Stadtwald	Eichenweg 6	Turn- und Sporthalle 1000-2000	1.228,50	158,65	120	88	110	Schlecht	
Summe			2.101,20	141,71	130,80	93,40	110	Befriedigend	
Kultur- und Freizeiteinrichtungen									
Otto-Lilienthal-Museum	Ellenbogenstraße 1	Ausstellungsgebäude	755,65	186,64	128	43	75	Schlecht	
Museum im Steintor	Schulstraße 1	Ausstellungsgebäude	433,20	125,91	128	43	75	Gut	
Aeronauticon	Am Flugplatz	Gemeinschaftszentren	149,20	196,62	130	92	135	Schlecht	
Nikolaikirche	keine Wärme	Ausstellungsgebäude	1.028,00	Keine	128	43	75	-	
Summe			2.366,05	168,22	128,22	48,46	81,69	Schlecht	
Feuerwehren									
FFW Anklam (Hauptgebäude)	Peenstraße 34	Freiwillige Feuerwehr	820,85	149,65	165	87	100	Gut	
FFW Anklam (Gerätehaus)	Peenstraße 34	Feuerwehrgerätehaus	294,60	122,98	158	76	100	Gut	
FFW Stretense	Stretense 24	Freiwillige Feuerwehren	79,20	89,44	165	87	100	Gut	
Summe			1.194,65	139,08	163,27	84,29	100	Gut	
Weitere Liegenschaften der Hansestadt									

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



Betriebshof Lager	Wörderländer Straße 14A	Betriebsgebäude/-höfe	351,10	keine	110	70	110	-
Friedhof	Demminer Landstraße	Friedhofs-/Aussegnungshallen	224,64	91,14	96	17	k.A.	Gut
WC Busbahnhof	Bahnhofstraße	Toiletten	45	keine	224	90	k.A.	-
Summe			620,74	12,52	15,91	8,66	-	Gut
Objekte im Eigentum der Hansestadt in externer Nutzung								
Schwimmhalle	Bluthluster Straße 20	Schwimmhalle 250-499 m ²	312,50 ¹⁸	k.A.	2386	1584	425	
Freizeitzentrum	Leipziger Allee 27	Vereinshäuser/-räume	1.026,40	150,60	98	56	105	Schlecht
Stadiongebäude	Mühlenstraße 1	Gebäude für Sportplatzanlagen	484,60	179,03	139	72	135	Schlecht
Jugendclub Stretense	Stretense 59	Vereinshäuser/-räume	420,00	78,18	98	56	105	Gut
Wasserwanderrastplatz	Entensteig	Umkleidegebäude	288,00	keine				
Summe				141,98	108,29	60,02	112,53	Schlecht

Tabelle 13: Verbrauchskennwerte Strom

Anschrift		Nutzungsart	NGF [m ²]	Kennwert [kWh/(m ² *a)]	VDI Mittelwert [kWh/(m ² *a)]	VDI Richtwert [kWh/(m ² *a)]	EnEV Vergleich [kWh/(m ² *a)]	Einstufung nach VDI
Verwaltungsgebäude								
Rathaus I	Markt 3	Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung	1.274,96	61,14	20	9	20	Schlecht
Rathaus I/Stadtbibliothek	Markt 3	Bibliothek	339,41	20,56	26	10	40	Gut
Rathaus II	Burgstraße 15	Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung	1.235,06	30,48	20	9	20	Schlecht
Rathaus III	Frauenstraße 12		378,71	23,33	20	9	20	Befriedigend
Summe			3.228,14	40,71	20,63	9,11	22,10	Schlecht
Schulen								
GS Villa Kunterbunt	A.Damaschke-Straße 7	Grundschule	1.544,22	10,01	10	6	10	Befriedigend
GS Cothenius	Schulstraße 6	Grundschule	1.744,61	9,11	10	6	10	Gut
RS Friedrich Schiller	Eichenweg 6	Gesamtschule	2.737,17	11,36	10,72	8,17	10	Befriedigend
GS Gebrüder Grimm		Grundschule	1.053,68					
Schülergaststätte	Eichenweg 7	Mensa	244,37	8,24	136	59	20	Sehr gut
RS Käthe Kollwitz	Baustraße 56	Gesamtschule	3.560,07	9,22	11	9	10	Gut
Summe			10.648,16	10,04	13,48	8,99	10,23	Gut
Sportstätten								

¹⁸ Beckenoberfläche

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



Sporthalle Südstadt	Adolf-Damaschke-Str. 6	Turn- und Sporthalle < 1000	872,70	16,18	11	8	25	Schlecht
GSH Stadtwald	Eichenweg	Turn- und Sporthalle 1000-2000	1.228,50	24,98	22	12	25	Befriedigend
Summe			2.101,20	21,33	17,43	10,34	25,00	Befriedigend
Kultur- und Freizeiteinrichtungen								
Otto-Lilienthal-Museum	Ellbogenstraße 1	Ausstellungsgebäude	755,65	23,04	13	6	40	Schlecht
Museum im Steintor	Schulstraße 1	Ausstellungsgebäude	433,20	31,26	13	6	40	Schlecht
Aeronauticon/Museumsdepot	Am Flugplatz 1	Archiv/Gemeinschaftszentrum	149,2	11,51	33	13	30	Sehr gut
Nikolaikirche	Nikolaikirchstraße 1	Ausstellungsgebäude	1.028,00	5,88	13	6	40	Sehr gut
Summe			2.366,05	16,36	14,26	6,44	39,37	Befriedigend
Feuerwehren								
Feuerwehr Anklam	Peenstraße 34	Freiwillige Feuerwehr	820,85	12,60	11,47	6,26	20	Befriedigend
Feuerwehr Anklam		Feuerwehrgerätehäuser	294,60					
Feuerwehr Stretense	Stretense 24	Freiwillige Feuerwehr	79,20	105,54	12	6	20	Schlecht
Summe			1.194,65	18,77	11,51	6,25	20,00	Schlecht
Weitere Liegenschaften der Hansestadt								
Betriebshof Lager	Wörderländer Straße 14A	Gebäude für Lagerung	351,10	15,71	7	7	20	Schlecht
Friedhof	Demminer Landstraße	Friedhofs-/Aussegnungshallen	224,64	8,39	25	12	k.A.	Sehr gut
WC Busbahnhof	Pasewalker Straße 26	Toiletten	45,00	8,31	40	5	k.A.	Gut
Summe			620,74	12,52	15,91	8,66	-	Gut
Objekte im Eigentum der Hansestadt in externer Nutzung								
Schwimmhalle	Bluthslusterstr. 20	Schwimmhalle 250-499 m ²	312,50 ¹⁹	341,52	1043	331	155	Gut
Freizeitzentrum	Leipziger Allee 27	Vereinshäuser/-räume	1.026,40	5,89	10	5	20	Gut
Stadiongebäude	Mühlenstraße 1	Gebäude für Sportplatzanlagen	484,60	38,44	34	8	30	Befriedigend
Jugendclub	Stretense 59	Vereinshäuser/-räume	420,00	15,05	10	5	20	Schlecht
Wasserwanderastplatz	Entensteig 4	Umkleidegebäude	288,00	23,12	30	7	30	Gut
Summe				16,97²⁰	17,84	5,91	23,48	Gut

¹⁹ Beckenoberfläche

²⁰ Summe ohne Schwimmhalle, da der Kennwert nach VDI über die Beckenoberfläche ermittelt wird und Aufgrund der absoluten Höhe zu Verzerrungen führen würde

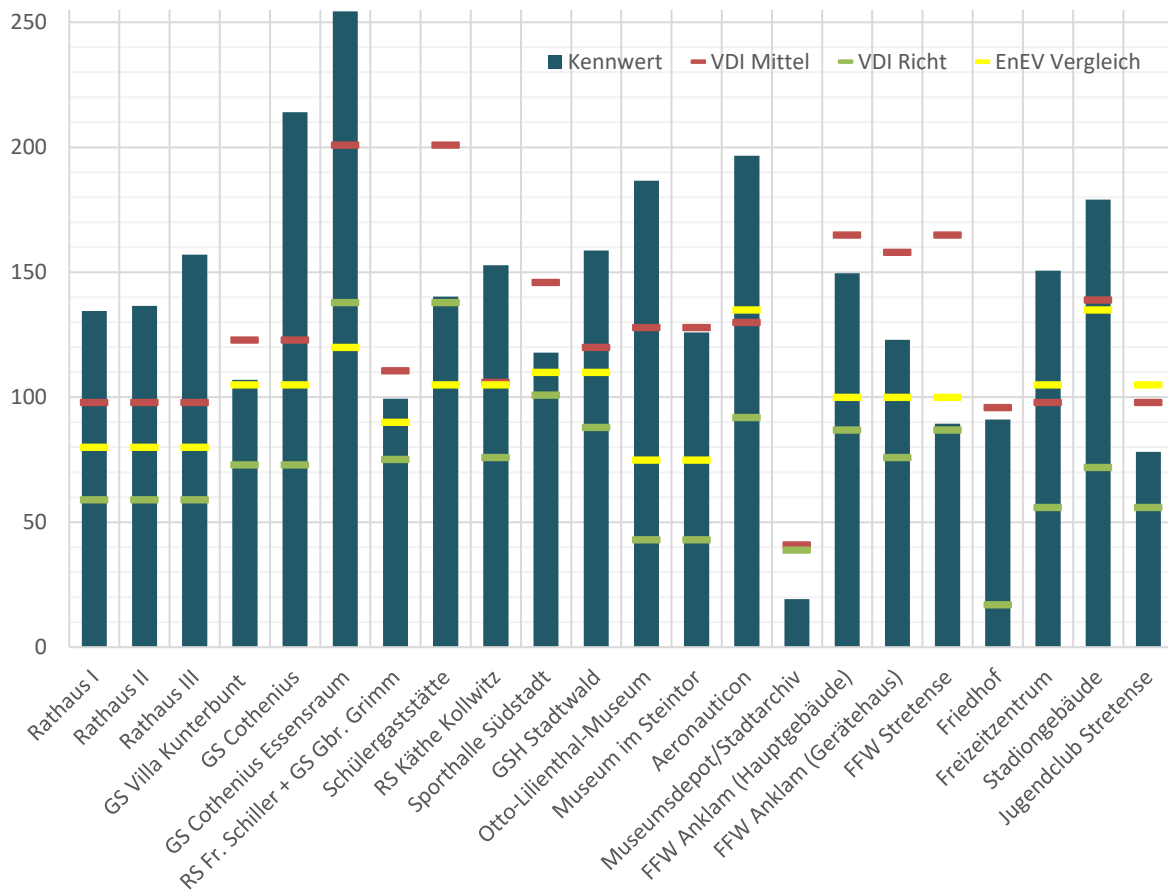


Abbildung 23: Kennwertvergleich Wärme [kWh/(m²*a)]

Die zuvor tabellarisch (Tabelle 12) dargestellten Wärmeverbrauchs-kennwerte, werden in Abbildung 23 nochmals graphisch gegenübergestellt. Von den Liegenschaften, für die Wärmeverbrauchs-kennwerte gebildet wurden, weisen zehn einen guten und elf einen schlechten Wert auf. Bei vier Gebäuden - Rathaus III, GS Cothenius, Aeronauticon und Freizeitzentrum – erreicht die Differenz zum VDI-Mittelwert sogar über 50 %. Positiv hervorzuheben sind insbesondere die Feuerwehrgebäude, deren Kennwerte alle als gut einzustufen sind. Auch die Objekte der Liegenschaft RS Friedrich Schiller/GS Gebrüder Grimm inkl. Schülergaststätte weisen gute Kennwerte auf.

In Abbildung 24 und Tabelle 13 kann der Kennwertvergleich für den Stromverbrauch betrachtet werden. Von den Liegenschaften weisen vier einen sehr guten, sieben einen guten, sechs einen befriedigenden und acht einen schlechten Kennwert auf. Insbesondere das Objekt Feuerwehr Stretense zeigt einen gegenüber dem Benchmarkwert deutlich überhöhten Verbrauch. Zu klären ist, ob über den Stromzähler auch noch weitere Verbraucher abgerechnet werden. Möglich ist aber auch eine fehlerhafte Angabe bei der Bezugsfläche. Erheblich über den Benchmarkwerten liegt auch der Kennwert für Rathaus I. Dies kann nur teilweise durch den klimatisierten Bereich sowie den Server erklärt werden. Auch das Rathaus II sowie das Museum im Steintor weisen Kennwerte auf, die mehr als 50 % über dem VDI Mittelwert liegen. Die Schulobjekte weisen dagegen im Durchschnitt gute Kennwerte auf. Deutlich unter den Benchmarkwerten liegt der Kennwert der Schülergaststätte. Dies kann auch darauf zurückgeführt werden, dass hier Essen lediglich ausgeteilt und nicht zubereitet werden.

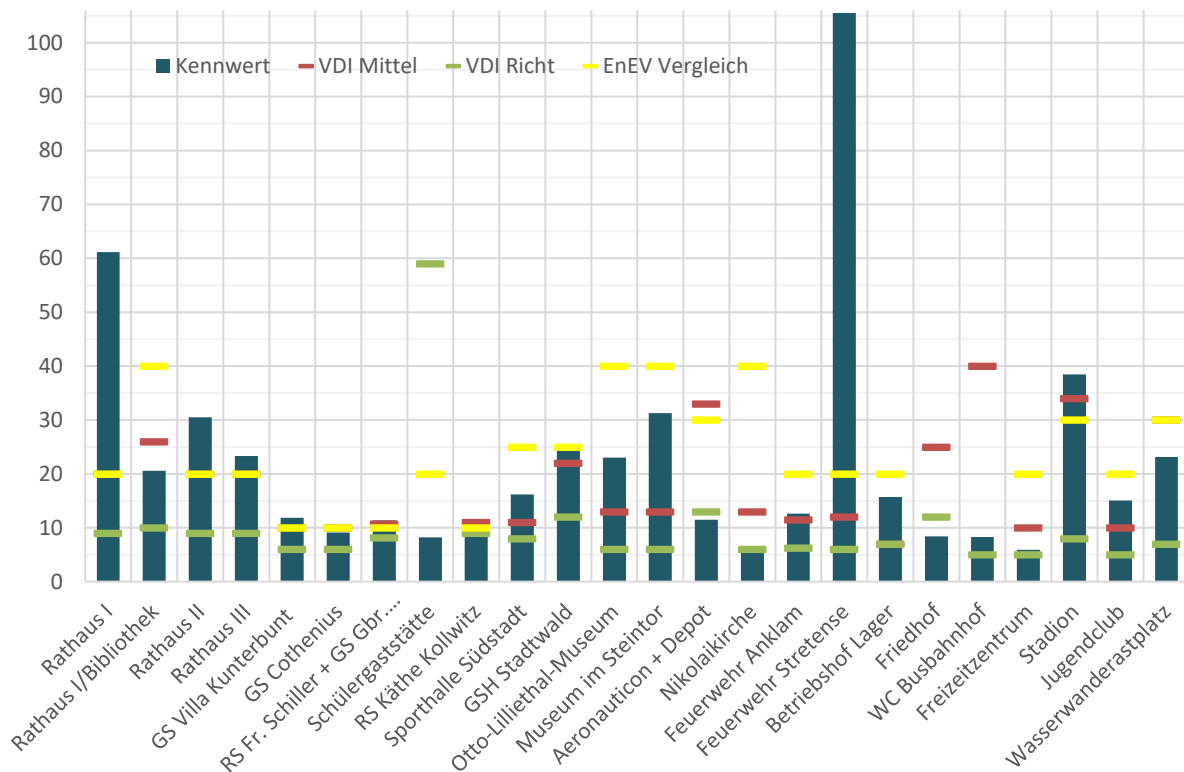


Abbildung 24: Kennwertvergleich Strom [kWh/(m²*a)]

Tabelle 14 und Tabelle 15 zeigen einen Vergleich der für die einzelnen Liegenschaften ermittelten Energieverbrauchskennzahlen für Strom und Wärme mit den Benchmarkwerten nach VDI und EnEV sowie die darauf aufbauende Berechnung der Einsparpotenziale für die verbrauchte Energiemenge sowie die anfallenden Kosten (brutto). Rot dargestellte Werte zeigen einen Mehrverbrauch, grüne Werte liegen dagegen unter dem Benchmark. Zur Abschätzung der Effizienzpotenziale wurde wie folgt vorgegangen:

- Bildung von Verbrauchskennwerten je Gebäude bzw. Gebäudekomplex [kWh/(m²*a)]
- Berechnung des flächenspezifischen Potentials als Differenz des Ist-Kennwertes zum jeweiligen Benchmarkwert [kWh/(m²*a)]
- Ableitung des absoluten Potentials [kWh/a] durch Multiplikation des spezifischen Potentials mit der Energiebezugsfläche
- Ermittlung der Kosteneinsparung durch Multiplikation des Einsparpotentials mit dem Preis pro Energieeinheit entsprechend der letzten vorliegenden Abrechnung für das jeweilige Gebäude (2016 oder 2015).

2.4.1 Minderungspotenziale

Summiert man die im Rahmen der Kennwertanalyse für jede Liegenschaft einzeln ermittelten Einsparpotenziale, lässt sich festhalten, dass eine Steigerung der durchschnittlichen Energieeffizienz auf das Niveau des VDI Richtwertes, jährliche Einsparungen im Bereich des Stromverbrauchs von etwa 214,2 MWh bzw. ca. 51.300 Euro bewirken würde. Im Wärmebereich lassen sich bei der Modernisierung auf denselben Richtwert Einsparungen von 1.419 MWh bzw. 132.000 Euro erreichen (Tabelle 16). Die Verbrauchseinsparungen im Wärmebereich erreichen somit 48,2 % und bei Strom 42,8 % gegenüber der Baseline bzw. dem Mittelwert auf Grundlage des Abrechnungszeitraums.



Tabelle 14: Rechnerische Einsparpotenziale Wärmeverbrauch

	Kennwert			Differenz Kennwert zu:				Einsparung bei Verbesserung auf:					
	[kWh/(m²*a)]	VDI Mittelwert [kWh/(m²*a)]	%	VDI Richtwert [kWh/(m²*a)]	%	EnEV-Vergleichswert [kWh/(m²*a)]	%	VDI Mittelwert [kWh]	€	VDI Richtwert [kWh]	€	EnEV-Vergleichswert [kWh]	€
Verwaltungsgebäude													
Rathaus I	134,52	36,52	137,3%	75,52	228,0%	54,52	168,1%	58.953,03	4.128,64 €	121.913,46	8.537,93 €	88.011,69	6.163,70 €
Rathaus II	136,56	38,56	139,3%	77,56	231,5%	56,56	170,7%	47.622,59	3.366,13 €	95.789,93	6.770,76 €	69.853,67	4.937,50 €
Rathaus III	157,02	59,02	160,2%	98,02	266,1%	77,02	196,3%	22.353,15	1.644,93 €	37.122,84	2.731,80 €	29.169,93	2.146,56 €
Schulen													
GS Villa Kunterbunt	106,99	16,01	87,0%	33,99	146,6%	1,99	101,9%	-	-	52.494,47	4.806,51 €	3.079,26	281,96 €
GS Cothenius	213,97	90,97	174,0%	140,97	293,1%	108,97	203,8%	148.398,88	10.799,92 €	229.959,38	16.735,60 €	177.760,66	12.936,77 €
GS Cothenius Essensraum	254,34	53,34	126,5%	116,34	184,3%	134,34	211,9%	6.048,32	492,55 €	13.192,52	1.074,34 €	15.233,72	1.240,57 €
RS Friedrich Schiller + GS Gebrüder Grimm	99,45	11,28	89,8%	24,28	132,3%	9,45	110,5%	-	- €	92.047,44	10.456,33 €	35.814,50	4.068,42 €
Schülergaststätte	140,32	60,68	69,8%	2,32	101,7%	35,32	133,6%	-	- €	567,40	71,40 €	8.631,61	1.086,22 €
RS Käthe Kollwitz	152,83	46,83	144,2%	76,83	201,1%	47,83	145,5%	166.708,93	20.188,88 €	273.511,06	33.122,89 €	170.269,00	20.620,01 €
Sportstätten													
Sporthalle Südstadt	117,88	28,12	80,7%	16,88	116,7%	7,88	107,2%	-	- €	14.728,69	1.620,01 €	6.874,39	756,11 €
GSH Stadtwald	158,65	38,65	132,2%	70,65	180,3%	48,65	144,2%	47.475,79	5.489,49 €	86.787,79	10.035,03 €	59.760,79	6.909,98 €
Kultur- und Freizeiteinrichtungen													
Otto-Lilienthal-Museum	186,64	58,64	145,8%	143,64	434,0%	111,64	248,9%	44.311,72	3.145,56 €	108.541,97	7.705,07 €	84.361,17	5.988,55 €
Museum im Steintor	125,91	2,09	98,4%	82,91	292,8%	50,91	167,9%	-	- €	35.914,95	6.391,84 €	22.052,55	3.924,73 €
Aeronauticon	196,62	66,62	151,2%	104,62	213,7%	61,62	145,6%	9.940,13	901,92 €	15.609,73	1.416,35 €	9.194,13	834,23 €
Feuerwehren													
FFW Anklam (Hauptgebäude)	149,65	15,35	90,7%	62,65	172,0%	49,65	149,7%	-	- €	51.428,62	3.674,97 €	40.757,54	2.912,44 €
FFW Anklam (Gerätehaus)	122,98	35,02	77,8%	46,98	161,8%	22,98	123,0%	-	- €	13.840,12	2.460,53 €	6.769,72	1.203,54 €
FFW Stretense	89,44	75,56	54,2%	2,44	102,8%	10,56	89,4%	-	- €	193,47	34,76 €	-	- €
Weitere Liegenschaften der Hansestadt													
Friedhof	91,14	4,86	94,9%	74,14	536,1%	8,86	91,1%	-	- €	16.654,37	3.026,80 €	-	- €
Objekte im Eigentum der Hansestadt in externer Nutzung													
Freizeitzentrum	150,60	52,60	153,7%	94,60	268,9%	45,60	143,4%	53.993,35	3.476,46 €	97.102,15	6.252,09 €	46.808,55	3.013,85 €
Stadiongebäude	179,03	40,03	128,8%	107,03	248,6%	44,03	132,6%	19.396,32	1.194,78 €	51.864,52	3.194,76 €	21.334,72	1.314,18 €
Jugendclub Stretense	78,18	19,82	79,8%	22,18	139,6%	26,82	74,5%	-	- €	9.316,55	1.866,89 €	-	- €



Tabelle 15: Rechnerische Einsparpotenziale Stromverbrauch

	Kennwert			Differenz zu				Einsparung auf bei Verbesserung auf					
	[kWh/(m²*a)]	VDI Mittelwert [kWh/(m²*a)]	%	VDI Richtwert [kWh/(m²*a)]	%	EnEV-Vergleichswert [kWh/(m²*a)]	%	VDI Mittelwert [kWh]	€	VDI Richtwert [kWh]	€	EnEV-Vergleichswert [kWh]	€
Verwaltungsgebäude													
Rathaus I	61,14	41,14	305,7%	52,14	679,4%	41,14	305,7%	52.456,04	12.590,01 €	66.480,60	15.956,05 €	52.456,04	12.590,01 €
Rathaus I/Stadtbibliothek	20,56	5,44	79,1%	10,56	205,6%	19,44	51,4%	-	- €	3.584,12	897,78 €	-	- €
Rathaus II	30,48	10,48	152,4%	21,48	338,6%	10,48	152,4%	12.938,67	3.129,99 €	26.524,33	6.416,49 €	12.938,67	3.129,99 €
Rathaus III	23,33	3,33	116,7%	14,33	259,2%	3,33	116,7%	1.261,61	314,85 €	5.427,42	1.354,46 €	1.261,61	314,85 €
Schulen													
GS Villa Kunterbunt	10,01	0,01	100,1%	4,01	166,9%	0,01	100,1%	21,91	5,35 €	6.198,79	1.514,54 €	21,91	5,35 €
GS Cothenius	9,11	0,89	91,1%	3,11	151,9%	0,89	91,1%	-	- €	5.433,91	1.326,54 €	-	- €
RS Friedrich Schiller + GS Gebrüder Grimm	11,36	0,64	105,9%	3,19	139,1%	1,36	113,6%	2.407,97	580,14 €	12.097,03	2.914,47 €	5.145,14	1.239,59 €
Schülergaststätte	8,24	127,76	6,1%	50,76	14,0%	11,76	41,2%	-	- €	-	- €	-	- €
RS Käthe Kollwitz	9,22	1,78	83,8%	0,22	102,4%	0,78	92,2%	-	- €	784,91	198,73 €	-	- €
Sportstätten													
Sporthalle Südstadt	16,18	5,18	147,1%	8,18	202,3%	8,82	64,7%	4.521,92	1.110,25 €	7.140,02	1.753,07 €	-	- €
GSH Stadtwald	24,98	2,98	113,6%	12,98	208,2%	0,02	99,9%	3.664,15	885,20 €	15.949,15	3.853,08 €	-	- €
Kultur- und Freizeiteinrichtungen													
Otto-Lilienthal-Museum	23,04	10,04	177,2%	17,04	383,9%	16,96	57,6%	7.584,20	2.196,45 €	12.873,75	3.728,35 €	-	- €
Museum im Steintor	31,26	18,26	240,4%	25,26	521,0%	8,74	78,1%	7.909,05	1.407,59 €	10.941,45	1.947,27 €	-	- €
Aeronauticon + Museumsdepot	11,51	21,49	34,9%	1,49	88,6%	18,49	38,4%	-	- €	-	- €	-	- €
Nikolaikirche	5,88	7,12	45,2%	0,12	98,0%	34,12	14,7%	-	- €	-	- €	-	- €
Feuerwehren													
Feuerwehr Anklam	12,60	1,13	109,9%	6,34	201,2%	7,40	63,0%	333,68	59,32 €	1.867,86	332,07 €	-	- €
Feuerwehr Stretense	105,54	93,54	879,5%	99,54	1759,0%	85,54	527,7%	7.408,52	1.331,18 €	7.883,72	1.416,56 €	6.774,92	1.217,33 €
Weitere Liegenschaften der Hansestadt													
Betriebshof Lager	15,71	8,71	224,4%	8,71	224,4%	4,29	78,5%	3.057,01	807,14 €	3.057,01	807,14 €	-	- €
Friedhof	8,39	16,61	33,6%	3,61	69,9%	-	0,0%	-	- €	-	- €	-	- €
WC Busbahnhof	8,31	31,69	20,8%	3,31	166,1%	-	0,0%	-	- €	148,77	66,30 €	-	- €
Objekte im Eigentum der Hansestadt in externer Nutzung													
Schwimmhalle	341,52	701,48	32,7%	10,52	103,2%	38,53	75,1%	-	- €	3.287,03	- €	-	- €
Freizeitzentrum	5,89	4,11	58,9%	0,89	117,7%	14,11	29,4%	-	- €	908,84	229,74 €	-	- €
Stadion	38,44	4,44	113,1%	30,44	480,5%	8,44	128,1%	2.152,68	591,45 €	14.752,28	4.053,19 €	4.091,08	1.124,02 €
Jugendclub	15,05	5,05	150,5%	10,05	301,1%	4,95	75,3%	2.122,30	636,76 €	4.222,30	1.266,84 €	-	- €
Wasserwanderastplatz	23,12	6,88	77,1%	16,12	330,3%	6,88	77,1%	-	- €	4.643,49	1.231,14 €	-	- €

Tabelle 16: Kumulierte Einsparpotenziale beim Erreichen einzelner Benchmarkwerte [kWh], EUR (brutto)

Einsparung beim Erreichen von						
	VDI Mittel	VDI Mittel	VDI Richt	VDI Richt	EnEV	EnEV
	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Wärme	625.202	54.289 €	1.418.581	131.987 €	895.738	80.339 €
Strom	107.840	25.646 €	214.207	51.264 €	82.689	19.621 €
Summe	733.042	80.475 €	1.632.788	183.250 €	978.427	99.960 €

Im Austausch mit den zuständigen Verwaltungsmitarbeitern wurden Informationen zur weiteren Nutzung des kommunalen Gebäudebestandes aufgenommen und in die Energiemanagementdatenbank integriert. Diese basieren auf den aktuell bekannten städtischen Planungen zum Gebäude-, Standort- und Nutzungsbedarf. Hier wurden zugleich Aussagen zur Weiterentwicklung des kommunalen Gebäudebestandes (Instandhalten, Investieren, Rückbauen) formuliert.

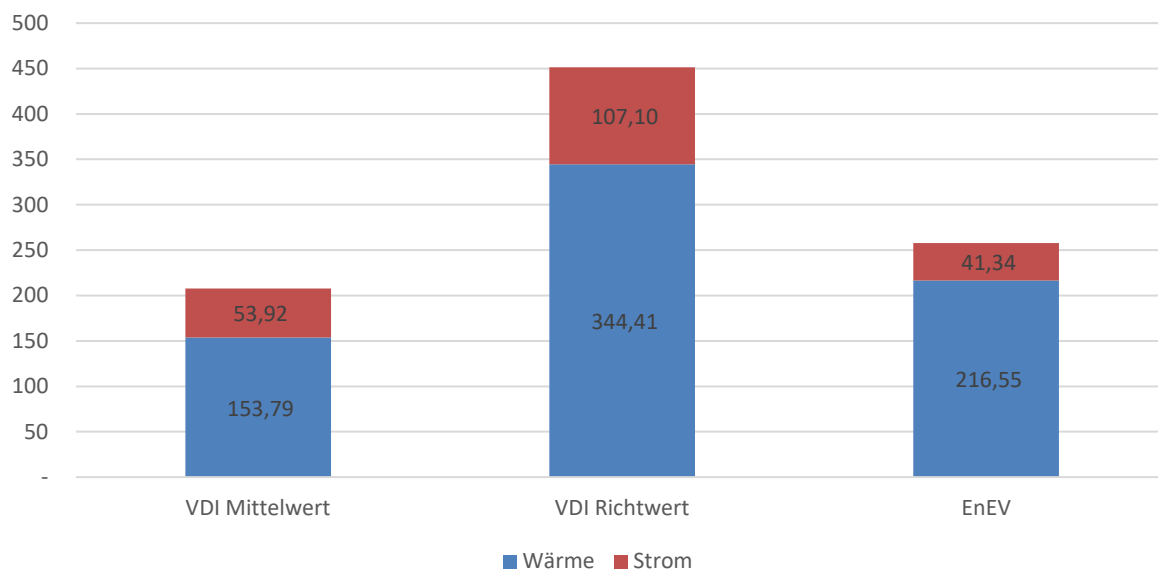

Abbildung 25: THG-Minderung beim Erreichen einzelner Benchmarks [t CO_{2eq}]

Abbildung 25 zeigt die rechnerischen Einsparungen im Bereich des Treibhausgasausstoßes beim Erreichen einzelner Benchmark-Niveaus. Als Grundlage wurden die Emissionsfaktoren für das Jahr 2016 (Tabelle 9) und die zuvor dargestellten Verbrauchseinsparungen herangezogen (Tabelle 14, Tabelle 15). Als Referenz diente der THG-Ausstoß für den Baseline-Wert (Tabelle 10). Das Einsparpotenzial beim Erreichen des VDI Richtwerts beträgt somit 52,2 %. Der kumulierte Rückgang der Emissionen erreicht hier 451,51 t CO_{2eq}. Selbst bei einer Effizienzsteigerung auf das Niveau des VDI Mittelwerts kann noch ein Rückgang um 24 % bzw. 207,71 t erreicht werden.

2.4.2 Einige allgemeine Hinweise zur Interpretation der Kennwertanalyse

Eine auffällige Abweichung des Energieverbrauchskennwerts von den angegebenen Mittel- und Richtwerten sollte immer Anlass für eine weitergehende Analyse sein. Eine signifikante Änderung des Verbrauchskennwerts bei einer Fortschreibung über einen längeren Zeitraum sollte ebenfalls Anlass für eine weitergehende Analyse sein. Wichtig ist auch der Hinweis, dass selbst bei Gebäuden deren Verbrauchskennzahlen unterhalb der Benchmarkwerte liegen, durchaus relevantes Einsparpotenzial vorhanden sein kann. Vor diesem Hintergrund sollten auch diese nicht vernachlässigt werden. Im



Folgenden werden einige Hinweise zur Interpretation der Verbrauchskennwerte entsprechend der VDI 3807 aufgeführt.

Erhöhte Kennwerte können folgende Ursachen haben:

- Fehler bei der Kennwertbildung
- atypische Nutzung
- atypische technische Ausstattung
- Zustand der Gebäudesubstanz
- Zustand der technischen Ausstattung
- Anlagenbetrieb
- Nutzerverhalten

Fallen die Verbrauchskennwerte für alle Medien (Wärme, Strom und ggf. Wasser) deutlich zu hoch oder zu niedrig aus, ist das oft ein Hinweis auf falsche Ansätze für die Flächen. Insbesondere, wenn die Kennwerte für alle Medien mehr als 100 % über dem Modalwert oder 50 % unter dem unteren Referenzwert liegen, ist zunächst davon auszugehen, dass die Flächenangaben nicht korrekt sind.

Wird als Bezugsfläche nicht die BGF_E oder NGF_E (E steht für beheizte bzw. energetisch erschlossene Fläche), sondern z. B. die Nutzfläche gewählt, können sich die Verbrauchskennwerte gegenüber den angegebenen Benchmarkwerten leicht verdoppeln. Flächen, die nicht innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes liegen, müssen abgezogen werden. Die verwendeten Flächenangaben müssen aktuell sein, d.h. Abrisse, Zubauten, Umnutzungen müssen berücksichtigt sein.

Liegen keine Rechenfehler vor, sind auffallend hohe oder niedrige Verbrauchskennwerte zwar in der Regel maßgeblich Resultat eines schlechten bzw. guten Zustands der Gebäudesubstanz und/oder der technischen Ausstattung. Es gibt jedoch auch eine Vielzahl weiterer Faktoren, die hier Einfluss ausüben.

Überdurchschnittlich große Gebäude haben häufig niedrigere Verbrauchskennwerte für Wärme, weil die Bauweise kompakter ausfällt und der Wärmeversorgung bei Planung und Betrieb mehr Aufmerksamkeit zuteilwird als bei kleineren Liegenschaften mit geringeren Jahreskosten für die Energieversorgung. Aufgrund der intensiveren Nutzung größerer Gebäude, auch durch Drittnutzer, fallen die Verbrauchskennwerte für elektrische Energie oft höher aus als bei kleinen Gebäuden der gleichen Gebäudeart. Arbeitszeitmodelle, Ganztageschulkonzepte oder die unterschiedlich intensive Nutzung von Gebäuden durch Dritte haben Auswirkungen auf die Verbrauchskennwerte. Die Belegungsintensität muss im Rahmen des Energiemanagements dokumentiert und bei der Interpretation von Verbrauchskennwerten berücksichtigt werden.

Ein hoher Kennwert für den Wärmeverbrauch kann somit auch Ergebnis einer intensiven Nutzung des Gebäudes sein. Lange Nutzungszeiten bis spät in die Nacht, Wochenendnutzung, Wettkampfbetrieb, Zuschauer und eine starke Nutzung der Duschen sind hier mögliche Erklärungen. Ein überdurchschnittlich hoher Wärmeverbrauch kann aber auch Ergebnis einer ineffizienten und nicht bedarfsgerecht betriebenen Heizanlage sein (zu hoch eingestellte Vorlauftemperaturen, unzureichende Nachtabenkung, ineffiziente Nutzung einzelner Heizkreisläufe). Bei Turnhallen wird häufig die Lüftung nicht effizient betrieben, sodass gerade im Winter die erwärmte Luft nach außen abgegeben wird, während die Frischluft vollständig neu aufgeheizt werden muss. Bei Luftheizungen ist der Frischluftanteil oft zu hoch. Nicht zu unterschätzen ist zudem der Einfluss des Nutzerverhaltens auf



den Energieverbrauch. Hierzu zählen falsches Lüften oder überhöhte Temperatureinstellung an den Heizkörpern in den Räumen.

Liegen Stromverbrauchskennwerte über dem Mittel, dann ist das ebenfalls häufig ein Hinweis auf eine intensivere Nutzung der Liegenschaft. Zudem deutet das auf Probleme bei der Beleuchtung oder der Lüftungsanlage hin. Manchmal sind auch sonstige Verbraucher, wie Flutlicht oder eine umfangreiche Außenbeleuchtung, oder untypische Nutzungen für einen überhöhten Verbrauch verantwortlich. Defekte können gut an einer starken Schwankung bei den Monatsverbräuchen erkannt werden. Genauere Informationen lassen sich, wenn entsprechende intelligente Zählervorrichtungen eingebaut sind, aus Analysen der Viertelstunden-Lastgänge ermitteln.

2.4.3 Zieldefinition

Die Kennwertanalyse zeigt, dass das rein rechnerische bzw. theoretische Einsparpotenzial der städtischen Liegenschaften beträchtlich ist. Wie oben dargestellt, kann es sich als problematisch erweisen, dass sich die Richt- und Vergleichswerte auf einzelne Gebäude nur schwer anwenden lassen bzw. nur eine geringe Aussagekraft besitzen, z.B. weil sich ein Objekt durch sehr spezifische Nutzungsbedingungen, eine besondere Ausstattung, Gebäudegeometrie usw. auszeichnet. Dies hat zur Folge, dass die Richtwerte in einzelnen Gebäuden mühelos und in anderen nur unter enormen Aufwand oder gar nicht erreichbar sind. Eine Zielfestlegung nur auf Grundlage von externen d.h. auf bundesdeutschen Durchschnittswerten beruhenden Richtwerten ist somit nicht immer praktikabel. Verfügt eine Stadt über eine größere Anzahl von Objekten, die derselben Kategorie (z.B. nach dem Bauwerkszuordnungskatalog) zugeordnet werden können, können ggf. auch eigene Richt- und Vergleichswerte gebildet werden. Auch hiermit können Abweichungen durch Besonderheiten bei einzelnen Gebäude nicht vermieden werden. Vielmehr sollten daher durch kontinuierliche Verbrauchsanalysen für jedes Gebäude spezifische Zielwerte entwickelt werden.

Dies gilt umso mehr, weil – unabhängig von den bestehenden Kennwerten – in einzelnen Objekten bereits Einsparmaßnahmen durchgeführt wurden oder die Nutzer bereits im Bereich der Effizienz sensibilisiert sind, wogegen in anderen Objekten noch keine relevanten Schritte unternommen wurden. Dies hat zur Folge, dass das Potenzial zur Effizienzsteigerung durch nicht- oder geringinvestive Maßnahmen sowie durchverhältnismäßig schnell umzusetzende Schritte je nach Objekt sehr unterschiedlich ausfallen kann. Zielwerte müssen somit auch die bereits etablierten Einsparmaßnahmen berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, Ziele auf die Besonderheiten eines jeden Objektes abzustimmen und objektbezogen zu definieren.

Es ist sinnvoll globale Ziele für die Liegenschaften der Hansestadt Anklam zu formulieren (d.h. Ziele, die das gesamte Gebäudeportfolio der Stadt umfassen). Solche Ziele sind leichter nach außen zu kommunizieren. Zugleich können sie helfen, begrenzte Mittel effizienter einzusetzen, also dort, wo sie den größten Einspareffekt erzielen. Selbstverständlich stellt dies eine theoretische Herangehensweise dar. In der Praxis werden Investitionsentscheidungen auch auf Grundlage zahlreicher weiterer Kriterien getroffen und nicht nur aufgrund des Einsparpotenzials. Globale Ziele führen zudem dazu, dass individuelle Abweichungen ausgeglichen werden können. Grundsätzlich ist es somit sinnvoll, neben spezifischen objektbezogenen Zielen, auch globale Ziele festzulegen.

Als langfristiges Gesamtziel kann sich die Hansestadt Anklam bspw. das Erreichen eines spezifischen Energieverbrauchs setzten, der kumulativ für alle Liegenschaften den gewogenen Durchschnittswert des EnEV-Vergleichswertes unterschreitet. Als Zieljahr kann das Jahr 2030 definiert werden. Dieses Ziel



entspricht einer kumulierten Verbrauchseinsparung von ca. 30 % (Basis Durchschnitt 2014-2016) und erfordert jährliche Effizienzsteigerungen von ca. 3 %. Das Erreichen des Zieles kann:

- durch nicht- und geringinvestive Maßnahmen (nahezu alle Liegenschaften weisen Einsparpotenziale durch Sensibilisierung, Optimierung der Heizzeiten usw. auf),
- die energetische Teil- oder umfassende Sanierung bestehender Liegenschaften (erwogen wird dies bspw. bei der GS Gebrüder Grimm und der RS Friedrich Schiller) sowie
- die Aufgabe einzelner Standorte (z.B. Freizeittreff, aktueller Standort des Otto-Lilienthal-Museums) und/oder deren Ersatz durch Neubau (z.B. Grundschule Cothenius)

erreicht werden. Empfohlen wird, dass dieses oder ggf. ein anders definiertes Effizienzziel in einem politischen Beschluss festgehalten wird.

2.5 Erste Handlungsempfehlungen

Der bedarfsorientierte Betrieb technischer Anlagen, regelmäßige Wartungen, ein kontinuierliches Controlling, die zeitnahe Identifikation technischer Störungen und deren Behebung haben einen großen Einfluss auf den Energie- und Wasserverbrauch. Erfahrungen aus dem kommunalen Energiemanagement weisen bei sonst gleichen Randbedingungen Verbrauchsänderungen von bis zu 15 % nach Einführung eines Verbrauchscontrollings aus. Verbrauchsänderungen von bis zu 15 % lassen sich auch nach einem Wechsel des für die Anlagenbetreuung zuständigen Personals feststellen. Der Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch kann erheblich sein. Dort, wo beispielsweise bei öffentlichen Gebäuden Beteiligungsmodelle der Nutzer an den Einsparungen eingerichtet wurden oder wo über eine verbrauchsabhängige Abrechnung eine direkte Kostenverantwortung der Nutzer für den Energie- und Wasserverbrauch hergestellt wurde, konnten Verbrauchssenkungen von bis zu 30 % erzielt werden.

Grundsätzlich hängt der Wärmeenergieverbrauch in Gebäuden von vier Faktoren ab:

1. der energetischen Qualität der Gebäudehülle – Fassade, Dach, Fenstern, Türen und ggf. Geschossdecken – und ihrer Eigenschaft, Wärmeverluste zu begrenzen und ggf. solare Gewinne zu ermöglichen;
2. der Anlagentechnik, die die Erzeugung von Heizungswärme und Warmwasser, die Verteilung innerhalb des Gebäudes und schließlich die Wärmeübergabe umfasst;
3. dem Nutzerverhalten, das aller technischen Optimierung zum Trotz nach wie vor einen merklichen Einfluss auf den Energieverbrauch hat. Hierzu zählt unter anderem das Heiz- und Lüftungsverhalten, aber auch die Beeinflussung des Luftaustauschs innerhalb eines Gebäudes;
4. der Witterung, das heißt den Außentemperaturen, Wind oder Sonneneinstrahlung und deren unterschiedlicher Einwirkung auf das Gebäude.

Lässt man das Klima außen vor und stellt die drei unmittelbar beeinflussbaren Faktoren in einem Dreieck dar, dessen Innenfläche das Einsparpotenzial symbolisiert, verdeutlicht dies deren gegenseitige Abhängigkeit. Bleibt einer der Einflussfaktoren bei der energetischen Optimierung unberücksichtigt, werden Potenziale nicht voll genutzt. Analog ergibt sich das Einsparpotenzial für den Stromverbrauch aus dem Zusammenspiel zwischen der Effizienz der Verbrauchsgeräte und dem Nutzerverhalten.



Abbildung 26: Einsparpotenzial im Zusammenspiel von verbrauchsrelevanten Faktoren

Das übergreifende Ziel ist grundsätzlich das Erreichen einer möglichst hohen Effizienz und Suffizienz bei der Energieversorgung von Immobilien, das heißt eine möglichst verlustarme Erzeugung und ein sparsamer Umgang mit der Energie. Um diesem Ziel so nahe wie möglich zu kommen, müssen entsprechend alle drei Einflussfaktoren herangezogen werden.

1. Gebäudehülle

Nach wie vor steht die energetische Optimierung der Gebäudehülle im Fokus der politischen Bemühungen, um eine Reduzierung des Energieverbrauchs zu erreichen. Massive staatliche Förderung der Gebäudedämmung im Bestand, insbesondere durch die KfW-Bank, und stetig steigende Anforderungen an den Neubau sollen dies voranbringen. Diesen Kurs bestätigte zuletzt auch die EnEV 2014, die die Vorschriften für Außen- und Innendämmung, Dächer und Geschossdecken noch einmal verschärft hat.

2. Anlagentechnik

Aktuell schätzt der BDH (Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.) rund 70 % der zentralen Wärmeerzeuger als nicht ausreichend effizient ein. Die Ergebnisse der Vor-Ort-Begehungen bestätigen, dass auch zahlreiche Wärmeerzeuger, die in den Liegenschaften des Landkreises zum Einsatz kommen, im Vergleich zum heutigen Stand der Technik, als ineffizient angesehen werden können. Im Bereich der Anlagentechnik bieten sich Einsparpotenziale durch die Optimierung bestehender Anlagen und den kompletten Austausch veralteter Modelle an. Die EnEV 2014 schrieb den Austausch veralteter Anlagen ab 2015 vor. Davon sind Anlagen betroffen, die älter als 30 Jahre sind. Heizkessel für flüssige oder gasförmige Brennstoffe mit einer Leistung von 4 bis 400 kW, die vor dem 1.1.1978 eingebaut wurden, dürfen dann nicht mehr betrieben werden. Anlagen, die nach dem 1.1.1985 eingebaut wurden, dürfen nicht mehr betrieben werden, sobald sie älter als 30 Jahre sind. Dieses Alter wird von keiner der Anlagen, die in den Liegenschaften des Landkreises zum Einsatz kommen, erreicht.

3. Nutzerverhalten

Es ist vergleichsweise schwerer zu beeinflussen. Zum einen, weil sich das Wärmebedürfnis der Menschen unterscheidet und die Entscheidung über den Energieverbrauch somit nicht allein eine Frage des Wollens, sondern auch des Komfortbedürfnisses ist. Erster Ansatzpunkt ist hier eine bessere und zeitnahe Information der Nutzer über ihren Energieverbrauch. Zum anderen erfordert ein



optimales Nutzerverhalten mehrere Handlungsschritte, wie z. B. Regelung der einzelnen Heizkörper, Belüftung verschiedener Räume anhand des jeweiligen Verhältnisses von Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur, die für den Einzelnen nicht immer bestmöglich umsetzbar sind. Die zunehmende Übertragung der Steuerung des Gebäudeklimas auf eine intelligente Wohnungs- oder Gebäudetechnik, die bei gleichbleibendem Komfort die individuelle Entscheidung und Handlung auf ein Mindestmaß reduzieren oder ganz unnötig machen, ist darum wichtig. Möglichkeiten bieten etwa eine Einzelraumtemperaturregelung sowie die automatisierte Lüftung (oder zumindest ein automatischer Hinweis auf optimalen Zeitpunkt und Zeitdauer) auf Basis von Raumtemperaturdaten und Luftfeuchtigkeit.

Liegt der Verbrauchskennwert eines bestimmten Gebäudes höher als der für die Gebäudeart angegebene Mittelwert, sollten weitergehende Analysen durchgeführt werden. Mit diesen Analysen können vorhandene Defizite und Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden. Ist dies der Fall, sollen Maßnahmen zur effizienteren Mediennutzung eingeleitet werden.

Die wichtigsten Ansatzpunkte bei der energetischen Gebäudesanierung und -optimierung sowie im Bereich der Gebäude- und Versorgungstechnik werden nachfolgend aufgezählt.

Gebäudehülle

- Verbesserung der Wärmedämmung inkl. Prüfung von Einsatz transparenter Wärmedämmung
- Erneuerung bzw. Austausch von alten oder maroden Fenstern und Türen
- Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster
- Einbau automatischer Türschließer
- Anbringen von Wind- und Sonnenschutzeinrichtungen
- Beseitigung von Wärmebrücken
- Abdichtung von nicht genutzten Schächten und Kaminen
- Schwachstellenanalyse per Thermografie und/oder Luftdichtheitsprüfung

Wärmeerzeugung und -verteilung

- Anbringung, Erneuerung oder Verbesserung der Wärmedämmung von Rohrleitungen, Verteilleitungen und Warmwasserspeichern
- Erneuerung des Regelsystems zur Vermeidung des Teillastbetriebs
- Einsatz neuer Kessel mit Brennwerttechnik
- Brenneraustausch
- Optimierung der bestehenden Heizungsanlagen, hydraulischer Abgleich
- Ersatz alter Pumpen gegen neue Pumptechnik
- Kaminsanierung bei Verringerung der Abgastemperatur
- Überwachung der Verbrennung
- Einsatz von Wärmepumpen (z. B. Erdreich, Grundwasser, Luft)
- Ersatz von veralteten Systemen, Anlagenkonzept optimieren
- Prüfung der Möglichkeit zur Einbindung von Blockheizkraftwerken (BHKW)
- Anschluss an Stadtwärmenetz
- Einsatz von Verteilsystemen mit möglichst niedriger Vorlauftemperatur



Wärmenutzung

- unterschiedliche Gebäudezonen separat regeln
- Einbau von Zonenventilen
- Hydraulischer Abgleich
- Anpassung der Heizkurven an die tatsächliche Nutzung
- Einbau von für den konkreten Bereich/Raum passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche
- Zeitnahe Anpassung der Thermostate bei Nutzungsänderung und regelmäßige Prüfung der Funktionsweise
- Regelung mit Nacht- und Wochenendabsenkung, wenn dadurch in Gebäuden auch tatsächlich eine Temperaturabsenkung erreicht wird
- Einstellung der Raumtemperatur im Komfortbereich und anhand der Normen für die Nutzungsarten

Klimatechnik

- Anpassung der Luftmengen an den tatsächlichen Bedarf
- Einbau von drehzahlgeregelten Umwälzpumpen, bedarfsabhängige Schaltung
- Korrektur der vorgegebenen Raumluftkonditionen (z. B. Temperatur, Feuchte)
- Einstellen der Ventile und Klappen
- Reduzierung der Außenluftstraten in Bereichen ohne bzw. mit geringen Personenaufkommen
- Einbau von Ventilatoren mit höherem Wirkungsgrad
- Raumluftkonditionen unter Ausnutzung des Toleranzfelds ändern
- adiabatische Kühlung mit vorhandenem Luftbefeuchter
- Erhöhung des Umluft-Anteils
- Senkung des Druckverlusts
- Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen/Wärmeübertragern
- freie Kühlung durch Ausnutzung tiefer Außentemperaturen
- Anpassung der Kaltwassertemperaturen an den tatsächlichen Bedarf
- Einsatz von Entfeuchtern
- Ersatz von veralteten Systemen
- Optimierung des Anlagenkonzepts

Abwärmennutzung

- Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen oder Wärmepumpen
- Einsatz rekuperativer oder regenerativer Wärmeaustauscher
- Nutzung der Abwärme aus Kühlaggregaten und Lüftungsanlagen
- Einbau von Wärmeübertragern im Abwassersystem

Wassererwärmung²¹

- möglichst kurze Leitungslängen
- Verwendung von Leitungen mit nicht zu großem Querschnitt
- Verwendung von zeitlich gesteuerten dezentralen Systemen zur Trinkwassererwärmung, wenn Leitungsweg zur Versorgung der Zapfstelle zu lang und/oder seltene Nutzung
- Herabsetzen der Einstellwerte für Wassertemperatur im System

²¹ Die Einhaltung von Hygieneanforderungen hat Vorrang vor Sparmaßnahmen.



- Abschalten der Zirkulation in Zeiten ohne Warmwasserbedarf
- Regelung der Warmwassertemperaturen (Betriebswasser)
- Rohrsysteme hydraulisch optimieren
- Wärmedämmung für Rohrsystem mit Zirkulation
- Einsatz von Solarkollektoren und solaren Speichern zur Betriebswassererwärmung
- Abkopplung des Betriebswassers in den Sommermonaten

Elektrotechnik & Lichttechnik

- Nutzung von Photovoltaikanwendungen
- Standby-Schaltungen der EDV-Technik vermeiden
- Hocheffiziente drehzahlgeregelte Pumpen und Motoren einsetzen
- Reduzierung der Beleuchtung und Anpassung an die tatsächlichen Erfordernisse
- Tageslichtabhängige Helligkeitssteuerung und Präsenzsteuerung
- Ersatz von Kunstlicht durch Tageslicht
- Erhöhung des lichttechnischen Wirkungsgrads bzw. Lichtausbeute der Leuchtmittel (Einbau von LED-Leuchten)
- Einbau von elektronischen Vorschaltgeräten an Leuchten

Energieerzeugung mit erneuerbaren Energiequellen

- solare Wassererwärmung, Wärmepumpen
- Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) mit Biogas
- Anwendungen für Photovoltaik erschließen (Fassaden, Insellösungen)
- Hackschnitzel- und Holznutzung
- Nutzung passiver Solarenergie
- Nutzung von Mikro- und Kleinwindanlagen

Organisatorische Maßnahmen

- Einführung eines Energiemanagements inkl. Energie-Controlling mit Einbau von Unterzählern und monatlicher Verbrauchsdatenerfassung
- Auswertung der Zählerdaten (Zeit- und Außentemperaturbereinigung, Bildung von Kennzahlen und Indikatoren)
- Regelmäßige (mind. jährliche) Erstellung von Energieberichten auf verschiedenen Ebenen – für einzelne Gebäude sowie für den gesamten Bestand
- Kenntnisnahme der monatlichen Energieberichte durch Gebäudenutzer
- Dienstanweisungen zum Verbrauchsverhalten inkl. Informationen für Nutzer über energiesparendes Verhalten
- Einführung eines Vorschlagwesens für Energieeinsparmaßnahmen
- Bekanntgabe von Einsparerfolgen
- Zuteilung von jährlichen Verbrauchsbudgets oder Motivation durch finanzielle Beteiligung an Kosteneinsparungen (Energiesparmodelle z. B. für Schulen)
- regelmäßige Überprüfung der Energielieferverträge
- regelmäßige Schulungen des Personals (insbesondere Hausmeister)
- regelmäßige Funktionsprüfung technischer Anlagen (inkl. Protokollierung und Auswertung)
- Anpassung der technischen Anlagen an Nutzungsänderungen (Zeitschaltung, Temperatureinstellung)



- Messung und Auswertung von Verbrauchsprofilen
- Überprüfung von Sollwerten durch (Temperatur)
- aktives Betreiben von elektrischen Leistungsbegrenzungen
- Aufzeigen von erkannten Schwachstellen
- Tatsächliche Umsetzung von geplanten und entwickelten Maßnahmen



3. Organisations- und Controllingkonzept

Neben den klimapolitischen Vorgaben und Nachhaltigkeitsbestrebungen stellt der finanzielle Aspekt einen elementaren Faktor in den kommunalen Überlegungen im Bereich der Energiepolitik dar. Die in den vergangenen Jahren erfolgten Preissteigerungen, die insbesondere bei Strom aber auch für die zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger festzustellen sind, belasten zunehmend die kommunalen Haushalte. Um den Energieverbrauch nachhaltig zu senken und die öffentlichen Kassen zu entlasten, müssen Lösungen generiert werden, die zur Steigerung der Effizienz beim Energieverbrauch und der Energiebeschaffung beitragen. Als geeignetes Instrument hierzu dient ein strategisch bzw. langfristig angelegtes kommunales Energiemanagement.

Was genau ist aber ein kommunales Energiemanagement (KEM), welche Bausteine besitzt es, welche Ziele verfolgt es, welche Akteure involviert es und welche Funktionen erfüllt es?

Das Deutsche Institut für Urbanistik definiert Energiemanagement im kommunalen Umfeld als *„Maßnahmen zur Energiebedarfssenkung im Wärme- und Strombereich sowie Maßnahmen zur rationellen Energieumwandlung und umweltschonenden Energieerzeugung in kommunalen Gebäuden und gegebenenfalls bei anderen kommunalen Verbrauchsstellen wie bei der Straßenbeleuchtung, bei Kläranlagen und Brunnen.“* Zugleich hielt es fest, dass *„es stellt die direkteste energiepolitische Handlungsmöglichkeit dar, die den Kommunen die Einsparung von Energie und Geld ermöglicht. Dem kommunalen Energiemanagement sollte darum oberste Priorität im Rahmen kommunaler Handlungsstrategien zur Energieeinsparung zukommen.“*²²

Der Begriff Energiemanagement wird nach VDI 4602 definiert als *„die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordinierung von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen.“*²³

Als Basis und zentrales Ziel der Aktivitäten im Energiemanagement wird das Erreichen einer möglichst effizienten Energienutzung gesehen (Abbildung 27). Hierunter wird die Bereitstellung der erforderlichen Wärme-, Licht-, Strom- und Wassermengen in der erforderlichen Qualität, in der erforderlichen Zeit, unter möglichst geringem Energieeinsatz und Kosten verstanden. Im Umkehrschluss ergibt sich daraus das Streben nach der Minimierung bzw. Abschaffung von Ineffizienzen in Form unnötiger Energieverbräuche und eine möglichst wirtschaftliche Ausrichtung des Energiebeschaffungswesens, bei gleichzeitiger Wahrung der kommunalen Anforderungen an die Energiequalität (bspw. kann eine Kommune Vorgaben für den Bezug von Strom nur aus erneuerbaren Energiequellen aufstellen).

²² Deutsches Institut für Urbanistik (1998): Reihe Umweltberatung für Kommunen – Kommunales Energiemanagement, Berlin

²³ VDI 4602 „Energiedatenmanagement“ Mai 2013, Beuth Verlag



Abbildung 27: Ziel des kommunalen Energiemanagements: Abschaffung unnötiger Energieverbräuche

Überflüssige Nutzenergie kann oft ohne Komfortverlust für die Nutzer eingespart werden (Abbildung 27). Diese Maßnahmen stehen in der ersten Phase im Fokus des Energiemanagements. Dafür benötigt der Energiemanager die Unterstützung der Gebäudenutzer. Daher ist es ratsam, vorab über Ziele und Berührungspunkte zu informieren. Ein einseitiges Vorgehen wie z. B. eine starke Temperaturabsenkung in Arbeitsräumen ohne vorherige Kommunikation ist kontraproduktiv.

Die Ziele eines Energiemanagements sind laut der VDI:

- eine sichere und ausreichende Bereitstellung der für die Nutzung erforderlichen Energiemenge
- eine Reduzierung des Verbrauchs auf das für die Nutzung erforderliche Minimum
- Gesamtwirtschaftlichkeit der für den Energiebedarf erforderlichen Anlagen (Optimum Betriebs- und Kapitalkosten)

Der Ablauf des Energiemanagements ist nach DIN ISO 50001:2011²⁴ wie folgt definiert (Abbildung 28).

²⁴ DIN EN ISO 50001:2011: „Energiemanagementsysteme“, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

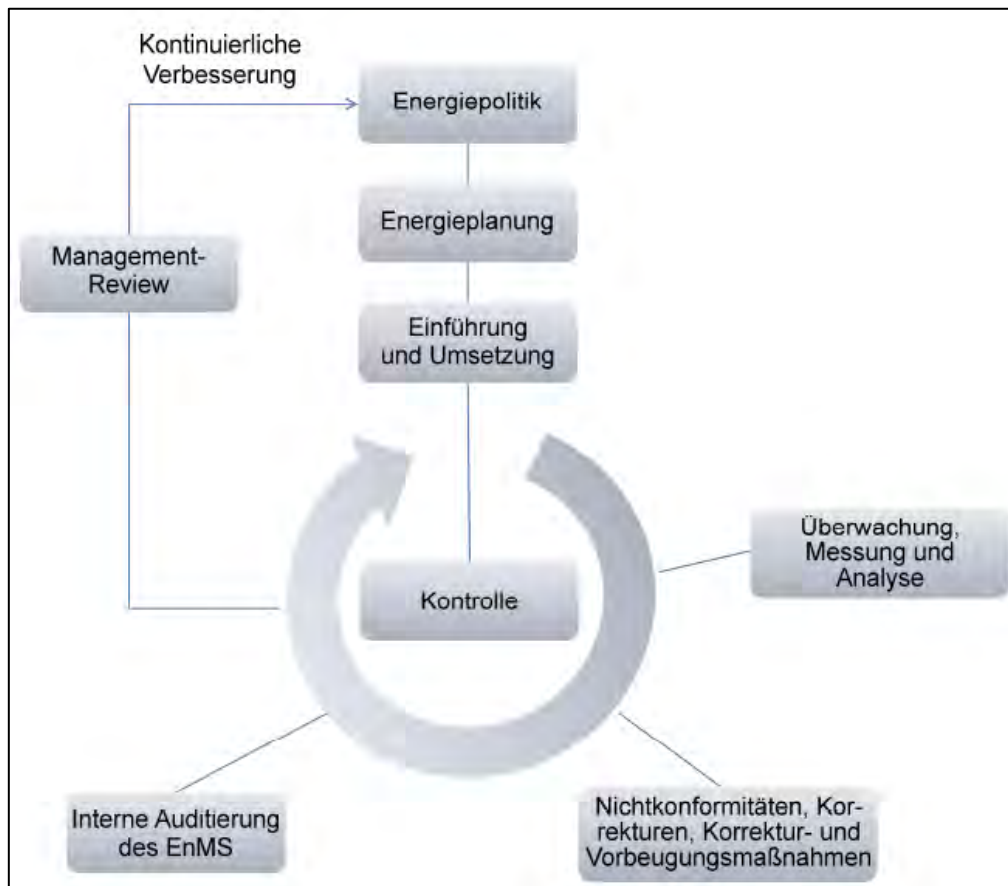


Abbildung 28: Energiemanagements ist nach DIN ISO 50001

Der in diesem Bericht verfolgte Ansatz zeichnet sich durch ein weiter gefasstes Verständnis des kommunalen Energiemanagements aus und wird durch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

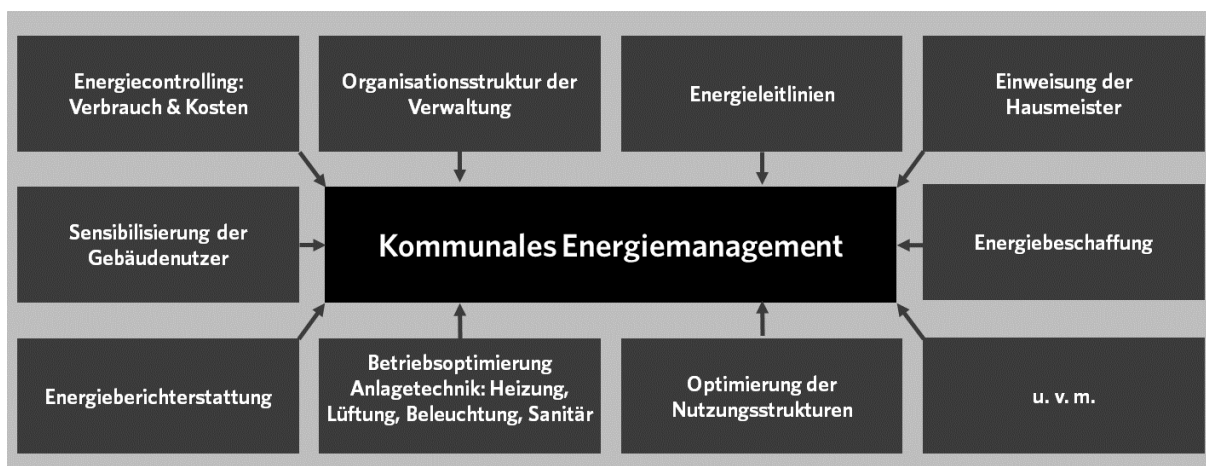


Abbildung 29: Inhalte kommunales Energiemanagement (KEM)

Es ist ersichtlich, dass das in Abbildung 29 dargestellte Verständnis für das KEM weit über die reine Erfassung, Strukturierung und Auswertung von Energieverbrauchswerten und Kosten in einer Energiemanagementdatenbank hinausgeht. Bestandteile des KEM sind ebenfalls die Formulierung von unterschiedlichsten investiven und nichtinvestiven Optimierungsmaßnahmen, inkl. Anpassung der

Steuerung des Anlagenbetriebes, die Sensibilisierung und Wissensvermittlung in unterschiedlichen Akteursgruppen (Verwaltung, Lehrer, Schüler, Hausmeister, Gebäudenutzer etc.) und der Erfolgskontrolle. Hierzu ist in der Regel eine klare Organisationsstruktur mit definierten Aufgabengebieten erforderlich. Wichtig ist ebenfalls die Festlegung von Zielen und Rahmenbedingungen der Energienutzung (Anlageneinstellungen, Raumtemperaturen etc.), was beispielsweise in Form einer **Energieleitlinie** erfolgen kann. Das KEM umfasst somit eine Vielzahl von Ansatzpunkten in unterschiedlichen Handlungsfeldern sowohl im administrativen und personellen als auch im technischen Bereich.

In der Hansestadt Anklam ergeben sich hierbei zahlreiche Überschneidungen mit den Aufgaben des Klimaschutzmanagements. Das Klima- und das Energiemanagement sind dennoch nicht gleichzusetzen. Das zentrale Aufgabengebiet des KEM stellen die kommunalen Liegenschaften (sowie die Straßenbeleuchtung) dar. Die Zuständigkeiten des Klimaschutzmanagements erstrecken sich dagegen auch auf Bereiche, die nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit den kommunalen Liegenschaften und deren Nutzern stehen. Somit kann das KEM als Subbereich des Klimaschutzmanagements verstanden werden.

In Anlehnung an die Ablaufstruktur des Energiemanagements nach ISO können für das KEM fünf Phasen bestimmt werden: Phase 1 „Initiierung“, Phase 2 „Erfassen, Bewerten und Planen“, Phase 3 „Optimieren“, Phase 4 „Dokumentieren und Kommunizieren“ und Phase 5 „Zielsetzung und Planung aktualisieren“. Die einzelnen Phasen sind in ihrem Ablauf nicht als getrennte bzw. unabhängige Einheiten zu sehen. Vielmehr überschneiden sich in der Regel im unterschiedlichen Ausmaß und deren Bestandteile sind iterativ (Abbildung 30).

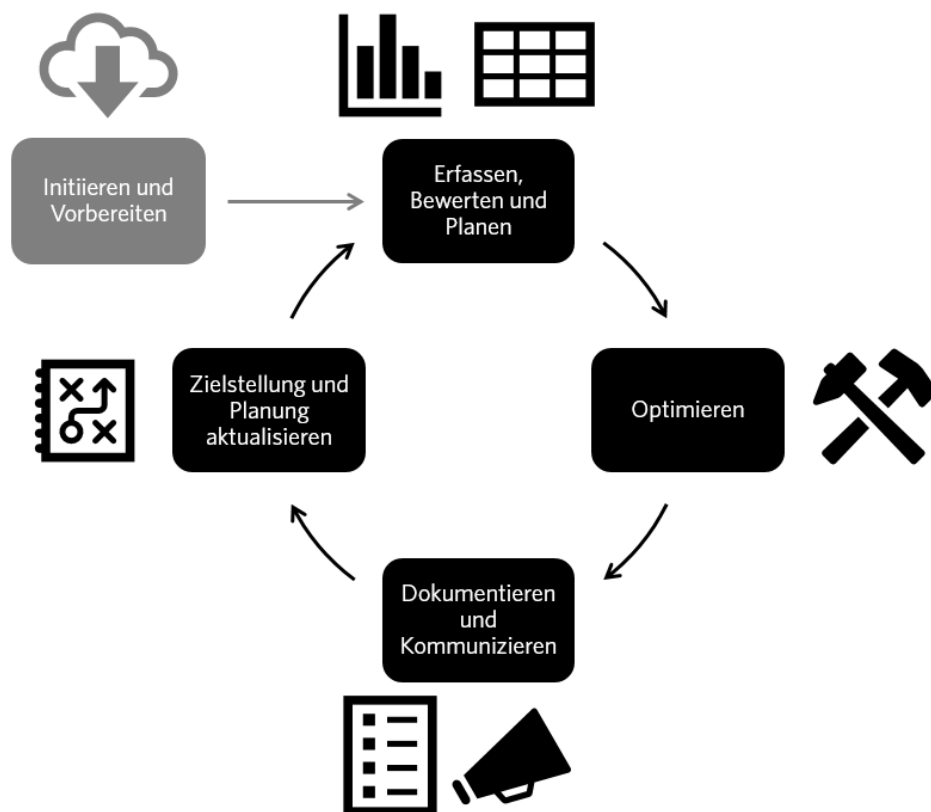


Abbildung 30: Phasen des Energiemanagements



3.1 Initiierung

In der Initiierungsphase werden die Rahmenbedingungen für die Funktionsweise des KEM festgelegt. Dies bedeutet jedoch keinesfalls, dass die einzelnen Ansätze und Vorgaben nicht später, auf Grundlage der Erfahrungen aus der Praxis, angepasst und korrigiert werden können. Jede Kommune zeichnet sich durch Besonderheiten aus, unterscheidet sich von den Ausgangsbedingungen, Strukturen, personellen und finanziellen Ressourcen und nicht zuletzt auch Zielen. Somit kann auch für das KEM und seinen Aufbau kein allgemeingültiges detailliertes Vorgehen festgelegt werden. Dennoch sind einzelne Ansätze, Handlungsfelder und Vorgehensweisen grundsätzlich übertragbar.

Der richtige Einstieg in den Prozess des Aufbaus eines KEM ist nicht zu unterschätzen. Es gilt und dies nicht nur für die Anfangsphase: „Klimaschutz ist Chefsache!“, denn maßgeblich für den Erfolg ist die kontinuierliche Unterstützung des Vorhabens durch den Bürgermeister und die kommunale Verwaltungsspitze. Dies erfordert, dass bei den Energiesparbemühungen der Bürgermeister und die Verwaltungsspitze vorangehen, an der Zieleformulierung beteiligt werden, Strukturen schaffen und das Vorhaben kontinuierlich auch gegen Widerstände unterstützen. Nur durch den Rückhalt seitens der kommunalen Entscheidungsträger ist eine dauerhafte erfolgreiche Implementierung des KEM möglich.

Eine Auftaktberatung für den Bürgermeister und das Leitungspersonal ist empfehlenswert. Hierfür bietet sich eine Kombination aus Arbeitstreffen und Kurzschulung an (z.B. Einführung in das Thema KEM, Darstellung der Inhalte, des Aufbaus, der möglichen Outputs, Diskussion von Erwartungen und möglichen Instrumenten). Durch den einheitlichen Kenntnisstand, das gemeinsame Erarbeiten von Schwerpunkten und ggf. Ziele können Reibungsverluste minimiert werden.

Zum richtigen Einstieg kann auch die Vorstellung des Vorhabens, die Diskussion der sich daraus ergebenden Aufgaben, Leitgedanken und Ziele sowie eine entsprechende Beschlussfassung in der Stadtverordnetenversammlung gezählt werden. Darüber hinaus sollte eine verwaltungsinterne Veranstaltung abgehalten werden, in der die Mitarbeiter über das Vorhaben informiert werden. In diesem Rahmen können zugleich Hinweise zur Verbrauchssensibilisierung kommuniziert werden.

Im Rahmen der Initiierungsphase sollten folgende Schritte Berücksichtigung finden:

- Beschlussfassung Entscheidungsebene
- Auswahl und ggf. Schulung eines Energiemanagers
- Bildung einer unterstützenden Arbeitsgruppe
- Ggf. Anpassung der Organisationsstruktur inkl. Festlegung von Aufgaben und Kompetenzen
- Definition von Zielen
- Verabschiedung einer Energiedienstanweisung/-leitlinie (und deren kontinuierliche Anpassung und Aktualisierung)
- Verwaltungsinterne Projektvorstellung und regelmäßige Kommunikation mit allen Beteiligten
- Entscheidung über die für das Energiemanagement einzusetzende Software
- Ggf. Energiecoach oder externen Berater einbinden

3.1.1 Energiemanager

Obwohl es für die organisatorische Umsetzung des Energiemanagements kein universal für alle Gemeinden geltendes Patentrezept gibt, sollte klar geregelt sein, dass die Aufgaben des KEM bei einer



verantwortlichen Person, dem sog. Energiemanager oder der Energiemanagerin, zusammenlaufen. Für seine oder ihre Auswahl gilt: Der Energiemanager ist kein Energietechniker. Er oder sie muss nicht in der Lage sein, eine Heizungsanlage zu planen oder zu optimieren. Er oder sie ist in erster Hinsicht Ansprechpartner/in für die Verwaltung und koordiniert alle beteiligten Akteure. Für komplexe Aufgaben greift er oder sie auf Spezialisten zurück. Zu seinen oder ihren primären Aufgaben zählen insbesondere:

- Erster Ansprechpartner/in und Koordinator/in für Fragen zum Thema Energie für Verwaltung, externe Dienstleister
- Durchführung des Energiecontrollings (Kontrolle und Auswertung der Verbräude in den Liegenschaften) und Berichtswesens für kommunalen Liegenschaften und ggf. weitere relevante Energieverbraucher (z. B. Straßenbeleuchtung)
- Energetische Bewertung der Gebäude- und Anlagentechnik
- Maßnahmenplanung zur Effizienzverbesserung und Kontrolle der Umsetzung
- Einbindung von energetischen Aspekten bei Planungen für Neubau und Sanierung
- Öffentlichkeitsarbeit und Nutzersensibilisierung

In der Realität beherrscht kein Mitarbeiter alle Aufgaben gleichermaßen. Somit müssen bei der Personalauswahl Kompromisse eingegangen werden. Eventuell vorhandene Defizite lassen sich durch eine intelligente Aufgabenteilung (Unterstützung durch einen weiteren Mitarbeiter bspw. im Bereich der Anlagentechnik) sowie eine gezielte Weiterbildung der Projektbeteiligten ausgleichen. Wichtig vor diesem Hintergrund ist vor allem die Motivation und Affinität des Mitarbeiters oder der Mitarbeiterin für Fragen der Energieeffizienz und nachhaltigen Energienutzung.

Bei der Etablierung eines Energiemanagers ist insbesondere darauf zu achten, dass dieser ein ausreichendes Zeitbudget für sein neues Aufgabengebiet erhält. Dies kann die Anpassung seiner Stellenbeschreibung erfordern. Auswertungen aus Baden-Württemberg deuten darauf hin, dass der Aufwand für die Führung des KEM in kleinen Kommunen bei etwa 15 % einer Ganztagsstelle liegen kann²⁵. Dabei besteht insbesondere in der Phase des Aufbaus des Energiemanagements (Initiierungsphase) der weitaus höchste Zeitbedarf.

Der Energiemanager muss auch über die erforderlichen Befugnisse verfügen, um Hausmeister und technisches Personal anweisen zu können. Dies kann durch eine entsprechende Dienstanweisung geregelt werden. Zu den für die Arbeit des Energiemanagers oder der Energiemanagerin zählenden Befugnissen gehören zum Beispiel:

- der direkte Zugriff auf Verbrauchs-, Gebäude- und Anlagendaten
- die Weisungsbefugnis gegenüber den Anlagenbetreibern und Hausmeistern
- das Vorschlagsrecht im Rahmen der Haushaltsplanerstellung für energierelevante Investitionen
- Ggf. die Bewirtschaftung eines energierelevanten Instandhaltungsetats
- Einfluss auf die Gestaltung kommunaler Energielieferverträge

²⁵ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW (2008): Basisbaustein Energiemanagement



- Er oder sie fungiert als Ansprechpartner/in für externe Dienstleister, Gebäudeverantwortliche und Hausmeister

Empfohlen wird den Energiemanager beim Aufbau von Know-how mittels theoretischer Schulungen, wenn erforderlich auch in Kombination mit der praktischen Umsetzung des Erlernten in ausgewählten Liegenschaften, durch die Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen und ggf. durch einen externen Berater zu unterstützen.

3.1.2 Organisation und Einbindung in die Verwaltungsstruktur

Für die organisatorische Einbindung des Energiemanagements in die kommunale Verwaltungsstruktur bestehen mehrere Möglichkeiten. Grundsätzlich kann zwischen der Einbindung in Form einer Stabstelle (Abbildung 31) oder der Unterstellung des Energiemanagers einem der vorhandenen Fachämter bzw. Bereiche (Abbildung 32) unterschieden werden. In großen Kommunen mit einer entsprechend weitläufigen Verwaltungsstruktur und großem Liegenschaftsportfolio, ist auch die Einbindung des Energiemanagements in Form eines eigenständigen Bereiches vorstellbar.

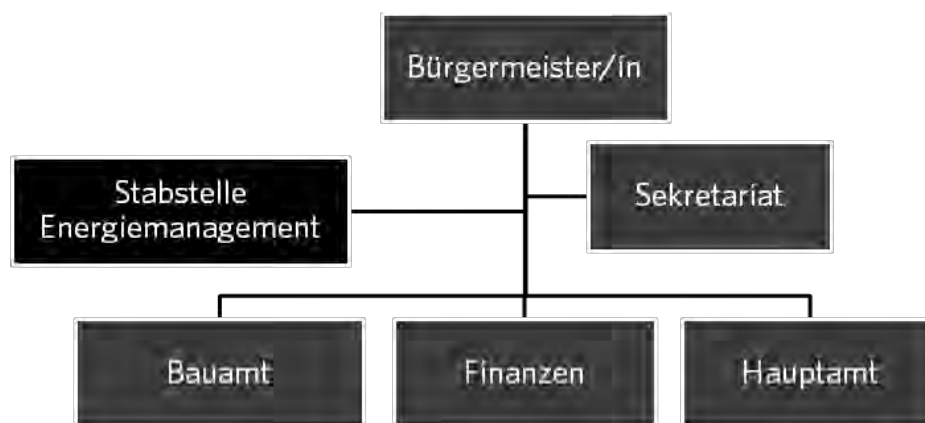


Abbildung 31: Energiemanagement in der Verwaltungsstruktur: Stabstelle

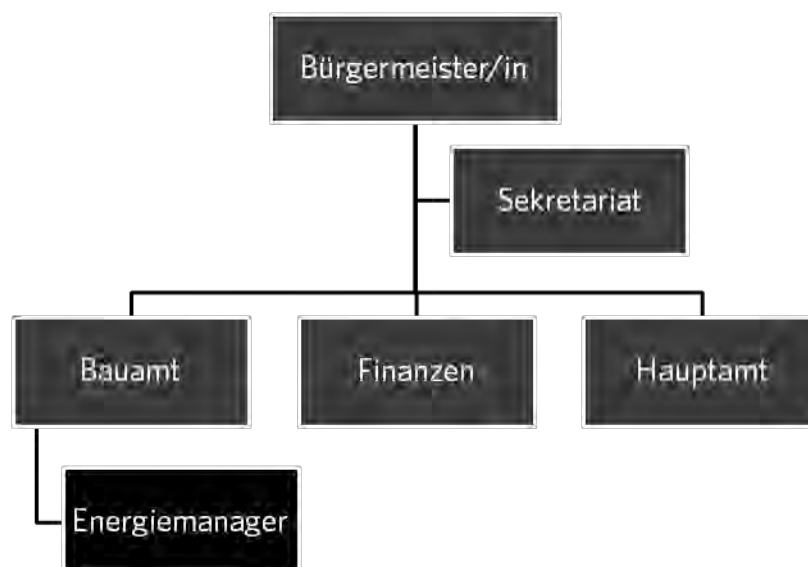


Abbildung 32: Energiemanagement in der Verwaltungsstruktur: Amtszugehörig



Die Organisation des Energiemanagements als Stabsstelle ermöglicht es dem Energiemanager bei entsprechender Befugnisausstattung, seine Aufgaben als Koordinator und Berichterstatter effizient zu erledigen, und stellt daher aus Sicht der Arbeitseffizienz die bevorzugte organisatorische Einbindung dar.

In kleineren Kommunen mit schlankeren Verwaltungsstrukturen und begrenzter Personalausstattung, wie es auch für die Hansestadt Anklam zutrifft, ist der Energiemanager auch mit weiteren Aufgaben befasst und daher in der Regel bereits in einem bestehenden Amt bzw. Fachbereich eingebunden. Im Fall der Hansestadt Anklam ist die Stelle der Klimaschutzmanagerin, die künftig auch für koordinierende Aufgaben im Bereich des KEM prädestiniert ist, im Fachbereich 1 angesiedelt (Abbildung 33).

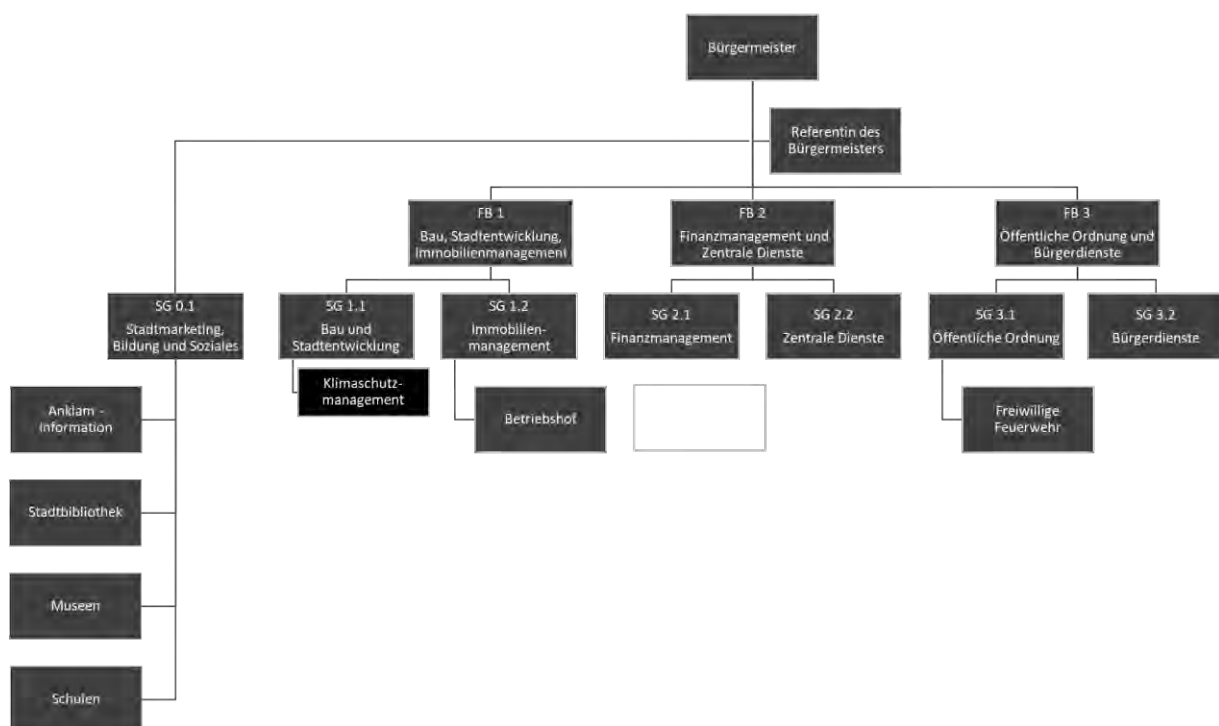


Abbildung 33: Verwaltungsstruktur der Hansestadt Anklam

Die Zuordnung zu einem Fachbereich muss gegenüber der Stabstellen-Variante kein Hindernis für eine effiziente Arbeitsweise darstellen. Wichtig ist, die sachgebiets- und teilweise auch fachbereichsübergreifenden Aufgaben und Zuständigkeiten des Energiemanagers klar zu definieren und diesen mit entsprechenden Rechten und Weisungsbefugnissen auszustatten. Dies kann in Form des Erlasses einer Dienstanweisung oder Energieleitlinie erfolgen. Die Kommunikation und Information der Fachbereiche und deren Sachgebiete über die Aufgaben und Ziele des Energiemanagements als auch die Rückendeckung und Unterstützung seitens der Verwaltungsleitung spielt eine wesentliche Rolle.

3.1.3 Steuerungsgruppe

Um das KEM effizient umzusetzen, wird empfohlen eine fachübergreifende Steuerungsgruppe, der entscheidungsbefugte Mitarbeiter angehören, zu bilden. Diese Gruppe legt Aufgaben des KEM fest und wird vom Energiemanager geführt.



In der Hansestadt Anklam erscheint die Einbindung folgender Fachbereiche bzw. Sachgebiete in das KEM relevant:

- Im Sachgebiet 0.1 Stadtmarketing, Bildung und Soziales und hier insbesondere der Bereich Schulen und Öffentlichkeitsarbeit zu berücksichtigen
- Im Fachbereich 1 – Bau, Stadtentwicklung und Immobilienmanagement sind Vertreter aus dem Sachgebiet 1.1 Bau und Stadtentwicklung (Bauverwaltung, Unterhaltung städtischer Gebäude, Investiver Hochbau, Klimamanagerin) und aus dem Sachgebiet 1.2 Immobilienmanagement (Kommunale Infrastruktur, Gebäudemanagement) einzubeziehen. Dem Fachbereich ist auch der Betriebshof unterstellt, dem wiederum die Hausmeister angehören. Diese stellen zentrale Akteure im Energiemanagement dar.
- Im Fachbereich 2 – Finanzmanagement und Zentrale Dienste ist das Sachgebiet 2.1 Finanzmanagement (Haushaltsplanung) zu berücksichtigen.
- Fachbereich 3 – Öffentliche Ordnung und Bürgerdienste ist die Freiwillige Feuerwehr unterstellt. Innerhalb der Feuerwehr ist ein Ansprechpartner zu definieren, der in die Effizienzbemühungen der Stadt eingebunden wird.

Vertreter der relevanten Sachgebiete sind in das KEM aktiv einzubinden und sollten sich in einer Steuerungsgruppe zusammenfinden. In diesem Kontext können Maßnahmen geplant, Möglichkeiten der Finanzierung und Umsetzung erörtert, Ziele definiert usw. werden.

Wie bereits erwähnt erscheint für das „tägliche“ Geschäft des KEM in der Hansestadt Anklam die Etablierung einer Kerngruppe sinnvoll. In dieser sollten insbesondere relevante Mitarbeiter der beiden Sachgebiete aus dem Fachbereich 1 vertreten sein. Die Kerngruppe (Abbildung 34) sollte die Aufgaben im Bereich der Datenerhebung, Auswertung, Gebäudebegehung, Vorschlägen zur Optimierung der Betriebsweise, erster Maßnahmenplanung und des Berichtswesens übernehmen. Die Mitglieder der Kerngruppe sollten auch in der Steuerungsgruppe des KEM vertreten sein.

Klimaschutzmanagerin (SG 1.1) Fr. Dr. Brust-Möbius	
SG 1.1 Fr. Moor Fr. Dierberg Fr. Bartelt	SG 1.2 Fr. Strelow Fr. Stoll Hr. R. Zink

Abbildung 34: Vorschlag für die Zusammensetzung der Kerngruppe „Kommunales Energiemanagement“

Die hier vorgeschlagenen Verwaltungsmitarbeiter nahmen im Projektverlauf an mehreren Workshops (Workshop zur Darstellung der Grundlagen des kommunalen Energiemanagements, Präsentation der Ergebnisse der Datenerhebung und Bilanzierung im Gebäudebestand, Workshop zur Sensibilisierung der Hausmeister) teil und wurden im Verlauf der Datenaufnahme und Auswertung im unterschiedlichen Ausmaß aktiv eingebunden. Zudem fand mit den genannten Mitarbeitern im Projektverlauf ein kontinuierlicher kommunikativer Austausch statt, dessen Ergebnisse in den formulierten Empfehlungen berücksichtigt wurden.

Die Steuerungsgruppe sollte regelmäßige Besprechungen durchführen. Die Periodizität der Treffen der Steuerungsgruppe ist zu Beginn individuell zu planen. In der Projektanfangsphase bzw. in der Phase



des Aufbaus des KEM sind in der Regel häufigere Treffen insbesondere der Kerngruppe erforderlich, um Erfahrungen und Probleme der Datenaufnahmen oder die Anforderungen an die Auswertungsergebnisse zu besprechen. Erhöhter Besprechungsbedarf kann insbesondere auch im Zeitraum der Erstellung des Energieberichts und der dazu gehörigen Formulierung von Maßnahmenvorschlägen erforderlich sein. Nach der Etablierung des KEM und dem Aufbau einer gewissen Arbeitsroutine kann davon ausgegangen werden, dass sich die Kerngruppe etwa einmal pro Vierteljahr und die Gesamtsteuerungsgruppe etwa einmal pro Halbjahr trifft.

An dieser Stelle erfolgt noch ein Hinweis zur Optimierung der Zuständigkeiten bzw. der Datenerfassung. Die Erfassung der Daten für die Straßenbeleuchtung wurde dem Sachgebiet 1.2 „Gebäudemanagement“ zugeordnet, wodurch eine zentrale Erfassung und Auswertung der Verbräuche für Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung möglich ist. Die Erfassung der kommunalen Ampelanlagen erfolgt im Fachbereich 1.1 im Rahmen der „Unterhaltung Tiefbau“. Aus Gründen der zentralen Erfassung aller kommunal bedingten Energieverbräuche empfiehlt es sich, dieses Abrechnungswesen (Ampelanlagen) dem Sachgebiet 1.2, hier dem Gebäudemanagement zuzuordnen.

3.1.4 Energieleitlinie/Dienstanweisung

Eine Energieleitlinie unterstützt die am Energiemanagement beteiligten Mitarbeiter, die Gebäudeverantwortlichen und nicht zuletzt auch die Hausmeister bei ihrer Tätigkeit. Sie fasst Festlegungen zusammen und ist hilfreich bei Konflikten. In der Dienstanweisung werden die spezifischen Rahmenbedingungen sowie vorhandene organisatorische, personelle und technische Strukturen berücksichtigt. In der Regel werden dort mindestens folgende Inhalte festgehalten:

- Zuständigkeiten und Aufgaben einzelner Akteure nach Aufgabenbereichen
- Verhaltensregeln für die Gebäudenutzer (z. B. Lüftungsverhalten, Umgang mit Elektrizität und Licht usw.)
- Standard-Nutzungsbedingungen (z. B. Raumtemperaturen entsprechend der Empfehlungen des Deutschen Städtetags)
- Regeln zum Betrieb technischer Anlagen (z. B. Heizzeiten, Pumpeneinstellungen, Definition der Außentemperaturen für den Heizungsbetrieb)

Energieleitlinien können zudem zahlreiche weitere Aspekte regeln. Darunter fallen Vorgaben für die Sanierung und den Neubau, Richtlinien für die Beschaffung energieverbrauchender Geräte, Vorgaben für die Berücksichtigung des Ressourcenverbrauchs bei der Vergabe von Aufträgen an Dritte sowie die Berücksichtigung des Themas „sparsamer Umgang mit Energie“ bei der Personalbeurteilung usw. Die Leitlinie sollte von der Verwaltungsspitze und ggf. auch der Stadtverordnetenvertretung beschlossen werden. Idealerweise enthält sie die Anforderung nach einer regelmäßigen Überprüfung und Aktualisierung.

Hinzuweisen ist an dieser Stelle darauf, dass zu ehrgeizige und/oder detaillierte Bestimmungen insbesondere bei der Einführung dazu führen können, dass die Akzeptanz und damit die Umsetzung gefährdet wird. Zudem steigen mit dem inhaltlichen Umfang auch die Komplexität und die Anforderungen an die Prüfung und Zustimmung durch einzelne Verwaltungsstellen, wodurch sich die Implementierung verzögern kann. Vor diesem Hintergrund wird für die Hansestadt Anklam im ersten Schritt die Verabschiedung einer schlanken, die oben genannten Aspekte beinhaltenden Leitlinie

empfohlen. Sie kann künftig, in Abhängigkeit von den gesammelten Erfahrungen und den vereinbarten Zielen, kontinuierlich durch weitere Bestandteile erweitert werde. Um die Unterstützung der Verwaltungsmitarbeiter zu gewinnen, empfiehlt sich deren Einbindung und Informierung während der Erarbeitung, z. B. durch die Diskussion eines Entwurfs und die Erarbeitung von Kompromissen im Rahmen einer Informationsveranstaltung. Die schrittweise Steigerung oder Anpassung der Anforderungen ist – im Rahmen von Aktualisierungen und auf Basis der in der Praxis gesammelten Erfahrungen – möglich bzw. wird empfohlen.

Erfahrungsgemäß werden Energieleitlinien kaum in Gänze gelesen. Für einzelne Mitarbeiter- bzw. Akteursgruppen können daher auf Basis der Leitlinie Dienstanweisungen formuliert werden. Hier können ggf. einzelne Aspekte weiter konkretisiert werden. Eine andere Möglichkeit bietet die Erstellung von prägnanten Auszüge als Handreichung für jede Zielgruppe. Möglich ist auch der Einbau von Motivationshilfen in Form von Aktionstipps und praktischen Handlungsbeispielen.

3.1.5 Kommunikationsstrategie

Eine kontinuierliche Kommunikation mit allen beteiligten Akteuren nicht nur vor und während der Einführung des KEM, sondern auch über die Einführungsphase hinaus, ist eine der zentralen Aufgaben des Energiemanagements. Die beständige Informations- und Beratungsarbeit trägt zum Abbau der Unsicherheiten und Wissensverbreitung, Steigert die Transparenz, motiviert zur Mitwirkung und trägt nicht zuletzt auch dazu bei, dass Multiplikator-Strukturen geschaffen werden.

Die Struktur der am KEM direkt oder indirekt beteiligten Akteure, die in der Kommunikationsarbeit berücksichtigt werden sollten, ist komplexer, als dies auf den ersten Blick erscheint. Sie hängt zudem von den besonderen Rahmenbedingungen einer jeden Kommune ab (z.B. ist ein eigenes Stadtwerk vorhanden, werden Wartungen vom Personal der Kommune oder externe Wartungsunternehmen übernommen, von wem werden die kommunalen Liegenschaften genutzt usw.) und erfordert unterschiedliche Kommunikations- und Beteiligungskanäle.



Abbildung 35: Akteure des kommunalen Energiemanagements



Bereits bevor Energiemanagement-Maßnahmen ergriffen werden, müssen alle Beteiligten über die Einführung des Energiemanagements und dessen Ziele informiert werden. Diese Informationsarbeit sichert nicht nur die Akzeptanz des KEM, sondern macht alle Beteiligten mit ihren neuen Ansprechpartnern sowie deren Aufgaben und Befugnissen bekannt.

Als mögliche Informationsinstrumente, von denen einzelne bereits in den vorangegangenen Textpassagen erwähnt wurden, können folgende Punkte genannt werden:

- Schreiben des Bürgermeisters an Amtsleiter (-kollegen) über die Einführung des KEM, über Zuständigkeiten des Energiemanagers inkl. der Bitte um Unterstützung des Energiemanagers bzw. der Stadt beim Aufbau und Führung des KEM
- Unterschiedliche Formen von Auftakt- und Informationsveranstaltungen für die Politik- und Verwaltungsspitze (Vorstellung des KEM in der Stadtvertreterversammlung, Workshop mit Bürgermeister und Verwaltungsspitze)
- Verwaltungsinterne Auftaktveranstaltung zu den Inhalten des KEM, zur Etablierung der Steuerungsgruppe und den Anforderungen an die Zusammenarbeit mit dem Energiemanager und der Steuerungsgruppe
- Schreiben des zuständigen Fachbereichsleiters an Hausmeister mit ersten Informationen über das Energiemanagement und der Einladung zur Auftaktveranstaltung
- Durchführung einer Auftaktveranstaltung für Hausmeister und Gebäudeverantwortliche mit Sensibilisierung (Klimawandel, Ressourcen, Energiepreisentwicklung), Vorstellung der Arbeitsschritte beim Energiemanagement und Stärkung des Kooperationsgefühls
- Schreiben des Bürgermeisters an Leiter von Kitas, Schulen und Vereinen, die kommunale Liegenschaften nutzen, mit Willensbekundung und Zieldefinition, Information über Energiemanagement und Bitte um Unterstützung des Energiemanagers
- Durchführung einer Informationsveranstaltung für Leiter von Schulen und Kitas über das KEM bei gleichzeitiger Sensibilisierung für Fragen der Energieeffizienz
- Ggf. Schreiben an Energieversorger mit Bitte um Übermittlung von Lastgängen und bei Fernüberwachung Übermittlung von Verbräuchen
- Pressemitteilung über Ziele und Erfolge
- Information auf der Internetseite der Stadt
- Nutzung der Informationsangebote von Energieagenturen (Informationsmaterialien, Referenten für Veranstaltungen usw.)
- Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen

Auch nach der Etablierung des Energiemanagements ist eine regelmäßige Informations- und Kommunikationsarbeit erforderlich.

Eine entscheidende Rolle kommt hier vor allem dem Energieberichtswesen zu. Das zentrale Instrument stellt hier der Energiebericht dar, dessen Verfassung im Jahresrhythmus empfohlen wird (**Jahres-Energiebericht**). Der Energiebericht ist dabei nicht nur ein Informations- sondern auch ein Kontrollinstrument. Er dient als Tätigkeitsbericht über die Energiemanagement-Aktivitäten eines Jahres und stellt den Projektfortschritt dar. Er umfasst Verbrauchsauswertungen in Form von Einzelberichten bzw. Datenblättern für einzelne Liegenschaften sowie kumulierte Ergebnisse für den gesamten Liegenschaftsbestand, er informiert über durchgeführte Maßnahmen, besondere



Vorkommnisse (z.B. Pumpendefekt, dadurch erhöhter Verbrauch) und enthält zudem Vorschläge für weitere Optimierungs- bzw. Handlungsempfehlungen.

Der Energiebericht sollte hinsichtlich seines Aufbaus und Inhalts möglichst standardisiert sein und sich an einem Baukastenprinzip orientieren. Hierzu können ggf. existierende Vorlagen von Energieagenturen oder Berichte von Kommunen mit einem etablierten Energieberichtswesen herangezogen werden. Ein standardisiertes Baukastenprinzip verringert nach der erstmaligen Berichtserstellung den anschließenden Arbeitsaufwand. Zugleich wird die Vergleichbarkeit des eigenen Energieberichts mit den Ergebnissen anderer Kommunen ermöglicht. Der Energiebericht sollte in Gänze oder Teilen (Zusammenfassung bzw. kumulierte Ergebnisse) veröffentlicht werden. Dies dient der Transparenz und steigert die Glaubwürdigkeit des kommunalen Engagements im Bereich des Klimaschutzes.

Bereits ein Energieberichtswesen auf Jahresbasis kann für Verwaltungsmitarbeiter, deren Aufgabengebiete auch Aspekte außerhalb des Energiemanagements beinhalten, eine deutliche zeitliche Mehrbelastung bedeuten. Vor diesem Hintergrund wird keine Empfehlung für die Etablierung eines unterjährigen Berichtswesens in der Hansestadt Anklam getätigt. Im Zuge der regelmäßigen Erfassung der monatlichen Verbrauchsentwicklung sollte eine zeitnahe grafische und/oder tabellarische Auswertung in Form des Abgleichs mit historischen Verbrauchswerten vorgenommen und an die beteiligten Personen (z.B. Hausmeister, Gebäudenutzer) übermittelt werden (**monatliche Energieverbrauchsauswertung**). Somit wird das Engagement von Hausmeistern und Gebäudenutzern honoriert und zugleich ermöglicht die schnelle Auswertung eine zügige Reaktion bei eventuellen Verbrauchsauffälligkeiten. (Weitere Hinweise zum Berichtswesen, seinen möglichen Formen und Inhalten, werden im Rahmen des Abschnitts zum Controllings gemacht.)

Als weitere Kommunikations- und Informationsmaßnahmen kann die Etablierung von sog. **Hausmeistertreffs** dienen. Die Motivation und fachliche Qualifikation der Hausmeister ist für den Erfolg auf vielen Handlungsfeldern des Energiemanagements von entscheidender Bedeutung. Eine kontinuierliche Weiterbildung der Hausmeister sowie die Durchführung eines regelmäßigen und moderierten Erfahrungsaustauschs fördern Know-how, decken Schwachstellen auf und erhöhen die Motivation. Kosteneinsparungen können dadurch realisiert werden, indem ausgewählte Hausmeister in besonders relevanten/gefragten Bereichen (Umgang mit Anlagentechnik, Energieeinsparungen usw.) weitergebildet werden und das erworbene Wissen im Rahmen der Hausmeistertreffs an ihre Kollegen weitervermitteln.

Im Rahmen der Objektbegehungen wurde beobachtet, dass die Hausmeister und Objektverantwortlichen über nicht ausreichende Kenntnisse bezüglich der Einstellung der Anlagentechnik verfügen. Die Einstellung der Anlagen wird in der Regel durch das Wartungsunternehmen durchgeführt. Aufgrund der nur einmal jährlich stattfindenden Wartungstermine verfügt dieses nicht über die entsprechenden Kenntnisse zur optimalen Einstellung der Anlagen auf die Nutzungsanforderungen. Vorgeschlagen wird die Auswahl von einem oder zwei Hausmeistern und deren gezielte Weiterbildung im Bereich der Anlageneinstellung. Diese können anschließend für die Überwachung der Anlageneinstellungen in den kommunalen Liegenschaften zuständig sein und die Vorgaben des Energiemanagements umsetzen.

Als weitere Instrumente der regelmäßigen Kommunikation können Folgende genannt werden:



- Beiträge auf der **Internetseite** der Hansestadt Anklam (hier können zusammenfassende Teile des Energieberichtes, Informationen über bereits durchgeführte oder geplante Maßnahmen sowie allgemeine Hinweise zu den Zielen der Stadt und des KEM veröffentlicht werden)
- Vorstellung der Ergebnisse in der **Verwaltung** (wichtig ist, dass auch Verwaltungsmitarbeiter außerhalb der Steuerungsgruppe über die Anstrengungen der Stadt und die Ergebnisse informiert werden)
- Vorstellung der Ergebnisse in der **Stadtvertreterversammlung**
- regelmäßig stattfindende **Veranstaltungen zur Sensibilisierung** der Verwaltungsmitarbeiter und bspw. Lehrerschaft. Im Rahmen des Projektverlaufs zur Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes wurde im Austausch mit der Klimaschutzmanagerin die Notwendigkeit regelmäßig stattfindender Veranstaltungen zur Sensibilisierung der Lehrer identifiziert. Dies kann im Rahmen eines jährlich stattfindenden Seminars/Workshops erfolgen, in dem zugleich auch Ergebnisse der Verbrauchsauswertungen für die einzelnen Schulgebäude präsentiert werden.
- Jährliche **Rundschreiben** an Vereine, die kommunale Liegenschaften nutzen, mit Ergebnissen der Datenauswertung für das jeweilige Objekt, den Zielen der Stadt und Sensibilisierungshinweisen.
- Im Rahmen von energetischen **Gebäudebegehungen** unter Teilnahme des Energiemanagers, des Hausmeisters und mindestens einer verantwortlichen Ansprechperson (Sekretärin, Vereinsvertreter usw.) können nicht nur die Daten erhoben und Schwachstellen erfasst werden, sondern auch Hinweise zur Sensibilisierung übermittelt werden. Der persönliche Kontakt und das wiederholte Betonen der städtischen Effizienzbestrebung stärkt das Bewusstsein der Nutzer und die Glaubwürdigkeit des Anliegens. Energetische Begehungen unter Teilnahme des Energiemanagers sollten zumindest einmal jährlich erfolgend.
- Darüber hinaus sind Ergebnisse in Form von **Pressemitteilungen** oder **Interviews** in der lokalen Presse zu kommunizieren. Beiträge zum KEM sollten auch in der **Anklamer Stadtzeitung** veröffentlicht werden. Somit kommt die Stadt auch ihrer Funktion als Vorbild und Multiplikator für die breite Öffentlichkeit nach.

3.1.6 Einige Hinweise zu Software-Lösungen

Für das KEM werden spezielle Software-Lösungen sog. CAFM (Computer Aided Facility Management) angeboten. Diese dienen als Datenspeicher, Vergleichsrechner und Berichtsgenerator. Das CAFM vereinfacht die im Energiecontrolling erforderlichen Prozesse und verringert – nach dem zuerst erforderlichen Einpflegen entsprechender Gebäudebasisdaten – den manuellen Arbeitsaufwand. Durch eine Kopplung der Software mit digitalen Zählern ist die automatische Wertübermittlung für einen beliebig definierten Zeitraum und eine unmittelbare bzw. laufende Auswertung möglich. Bei der Verknüpfung mit einer Gebäudeleittechnik ist sogar die zentrale Steuerung des Anlagenbetriebes in entsprechend ausgestatteten Gebäuden möglich.

Funktionale Anforderungen an die Energiemanagement-Software richten sich letztendlich nach dem Entwicklungsstand des Energiemanagements, der Anzahl der Liegenschaften, den Budgetmöglichkeiten der Kommune und ggf. der Affinität der Mitarbeiter. In der Anfangsphase sind in der Regel die Anforderungen an den Leistungsinhalt und damit an die Funktionalität noch nicht detailliert definierbar, da der erforderliche Wissensstand in der Verwaltung noch nicht aufgebaut ist. Für den Einstieg und Lernprozess ist eine Lösung auf MS-Excel-Basis für die Erfassung, Speicherung,



Bewertung und Darstellung von Daten sowie für die Erstellung einfacher Energieberichte ausreichend. Im weiteren Projektverlauf, mit erweitertem Aufgaben- und Erfahrungsspektrum des Energiemanagers, können ggf. zusätzliche qualitative und quantitative Anforderungen an die Datenerfassung, -speicherung, -auswertung sowie das Berichtswesen erhoben werden, bspw. auch in Form von Analysen zu internen Finanzierungsmöglichkeiten oder Kosteneinsparpotenzialen. Zudem können Anforderungen an die Verbindung der Daten mit anderen existierenden Systemen der Stadt erhoben werden. In diesem Fall ist die Einbindung einer professionellen Software-Lösung zu empfehlen.

Besonderes Augenmerk muss bei der Wahl der Software auf deren einfache Bedienbarkeit, auf die Kompatibilität mit den funktionalen Anforderungen der Verwaltung sowie die niedrigen Lizenzkosten gelegt werden. Die Erfahrungen aus der Hansestadt Anklam zeigen, dass eine bereits vorhandene Software-Lösung, die nach Aussagen der Mitarbeiter auch einzelne Elemente eines Energiemanagements enthält, aufgrund der benutzerunfreundlichen und aufwendigen Bedienungsweise nicht im vollen Umfang genutzt wird. Wichtig bei der Wahl der Software ist daher auch die Einbindung der sie im späteren Verlauf nutzenden Mitarbeiter, die Testung der Funktionalität bspw. anhand eines Testzugangs usw.

3.2 Erfassen, Bewerten, Planen

Die zentrale Aufgabe des Energiemanagements stellt die umfassende und systematische Datenerfassung und -auswertung dar. Auf Grundlage der Ergebnisse werden anschließend Optimierungsmaßnahmen formuliert. Durch Auswertung dieser Daten sind Rückschlüsse über die Auswirkungen bereits realisierter Maßnahmen möglich.

Bestandteile dieser idealtypischen Phase des KEM sind folgende Punkte:

- Ausgangssituation erfassen: Kennzahlen und Baseline bilden
- Ausgangssituation bewerten: Auswahl prioritärer Gebäude
- Erfassung prioritärer Gebäude – Begehungen vorbereiten und durchführen
- Gebäudespezifische Einsparziele definieren
- Energiecontrolling einrichten
- Energielieferverträge prüfen
- Start-Energiebericht und Maßnahmenplan

Das Kernstück dieser ist eine Energiemanagementdatenbank, die in Abhängigkeit von den Anforderungen der Kommune, der verfügbaren Datenlage und dem möglichen personellen und zeitlichen Aufwand zuerst aufgebaut und anschließend kontinuierlich gepflegt werden muss.

Das Gerüst für diese Datenbank wurde im Rahmen des Projektes Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften, dem auch der vorliegende Bericht zuzuordnen ist, gelegt. Die Datenbank kann von den zuständigen Verwaltungsmitarbeitern der Hansestadt Anklam künftig angepasst und weiter verfeinert werden. Vorgeschlagen wird an dieser Stelle die Aufnahme und regelmäßige Auswertung der monatlich erfassten Verbrauchswerte. Die Aufnahme und Auswertung dieser Daten war nicht Bestand der Arbeit am Klimaschutzteilkonzept.

Eine der zentralen Aufgaben des Energiemanagements stellt die transparente und möglichst schnelle Schaffung eines Überblicks über den Energieverbrauch und -kosten kommunaler Liegenschaften dar.



Nur auf Basis valider Daten können Aussagen zu Einsparpotenzialen getroffen, Maßnahmen effizient geplant und bewertet und Objekte effektiv priorisiert werden.

Zu den konkreten Bestandteilen der Energiemanagementdatenbank und ihren Funktionen zählen:

- Erfassung von Basis- und Bestandsdaten
- Darstellung der Verbrauchs- und Kostenentwicklung
- Witterungsbereinigung
- Objektscharfe Ermittlung einer Baseline
- Objektscharfe Kennzahlenbildung
- Benchmarking in Form einer Vergleichskennwert-Analyse
- Bestimmung von Einsparzielen

Zu den Basis- und Bestandsdaten gehören:

- Objektbezeichnung (z. B. Grundschule Villa Kunterbunt)
- Objektadresse
- Art der Nutzung (z. B. Grundschule)
- Bezugsfläche (z.B. Brutto-Grundfläche, Netto-Grundfläche, beheizte Fläche)
- Art der bezogenen Medien (Erdgas, Heizöl, Stadtwärme, Strom, usw.)
- Angaben zu den Zählern (Zählpunkt, Zählernummer)
- Verbrauch und Kosten für Wärme, Strom und Wasser (letzteres war nicht Bestandteil des Klimaschutzteilkonzeptes und sollte daher ergänzt werden)
- Vermerke zu verbrauchsbeeinflussenden Besonderheiten (z.B. Objekt wird nicht vollständig genutzt, Objekt befindet sich in gemischter Nutzung, Defekte an Pumpen, Trockenlegung usw.)
- Informationen zu erfolgten und/oder geplanten Sanierungen – Zeitpunkt und Typ (Gebäudehülle, Anlagentechnik, Sensibilisierung)

Zentraler Vergleichs- und Erhebungszeitraum ist das Kalender- oder Abrechnungsjahr. Eine monatliche Datenerfassung ist ebenso von entscheidender Bedeutung. Liegen beispielsweise monatliche Verbrauchsdaten von Liegenschaften vor, lassen sich für Gebäudearten und auch für einzelne Gebäude typische Muster erkennen. Abweichungen von diesen geben Hinweis auf Betriebsstörungen. (Beispiele hierfür sind: Gebäude ohne zentrale Warmwasserbereitung haben außerhalb der Heizperiode keinen Heizenergieverbrauch; Schulen oder Schulsportstätten haben während der Schulferienzeiten keinen oder nur einen geringen Verbrauch an elektrischer Energie und Wasser). Im Falle von Störungsdiagnosen empfiehlt sich die zeitweilige Erfassung von Tagesverbräuchen. Aus Tagesdaten können Aussagen über den Verbrauch zu Haupt- und Nebennutzungszeiten (z. B. Wochenenden) gewonnen werden. Daraus können fehlerhafte Einstellungen an Regelungen sowie technische Defekte identifiziert werden.

3.2.1 Bereinigungen

Nach Erfassung der Verbrauchsdaten erfolgt deren **Witterungsbereinigung**. Dies geschieht entweder mittels Klimafaktoren, Gradtagzahlen oder Heizgradtagen. Durch die Witterungsbereinigung wird der Einfluss unterschiedlicher Wetterbedingungen auf den Energieverbrauch nivelliert bzw. rausgerechnet. Auf dieser Grundlage kann der Wärmeverbrauch eines Jahres mit einem kalten Winter mit dem Wärmeverbrauch eines Jahres mit einem milden Winter verglichen werden. Dies ermöglicht



zugleich den bundesweiten Vergleich mit Gebäuden gleicher Nutzung. Der Klimafaktor wird zudem bei der Bildung spezifischer Kennwerte genutzt.

Für die Bereinigung von **Jahresverbrauchswerten** einer Liegenschaft eignet sich die Verwendung regionaler Klimafaktoren. Die Klimafaktoren können von der Internetseite des Deutschen Wetterdienstes kostenlos bezogen werden.²⁶ Die Witterungsbereinigung durch einen Klimafaktor erfolgt durch die Multiplizierung des reellen Verbrauchswertes mit dem für den Verbrauchszeitraum nach Postleitzahlgebieten ermittelten Faktor (in der Praxis werden die Verbrauchswerte in einem Jahr mit einem kalten Winter verringert und die in einem Jahr mit mildem Winter erhöht).

Für die Bereinigung von **Monatsverbrauchswerten** können grundsätzlich entweder Heizgradtage²⁷ oder Gradtagzahlen²⁸ genutzt werden. Die Gradtagzahl ist die richtige Eingangsgröße für eine Energiebilanzrechnung und dient zur Abschätzung des Heizenergiebedarfs eines Gebäudes indem innerhalb der Heizperiode solare und interne Gewinne mitberücksichtigt werden. Dagegen sind Heizgradtage der geeignete Vergleichswert, um für gemessene Verbräuche von Bestandsgebäuden eine Klimabereinigung vorzunehmen. Bei der Verwendung von Heizgradtagen wird unterstellt, dass die Differenz zwischen Heizgrenztemperatur und Raumtemperatur durch interne Gewinne gedacht wird, z.B. durch Sonneneinstrahlung und Personen. Sie wird ähnlich wie die Gradtagzahl ermittelt, aber statt der Innentemperatur wird die Heizgrenze angesetzt. Die Werte für die Gradtagzahl können beim Deutschen-Wetterdienst für die letzten drei Jahre kostenlos abgerufen werden²⁹. Das Institut für Wohnen und Umwelt bereitet sowohl Heizgradtage als auch Gradtagzahlen in einem kostenlosen Excel-Tool³⁰ bereits ab dem Jahr 2000 auf. Dieses Tool erlaubt auch unterschiedliche Einstellmöglichkeiten bei der Heizgrenztemperatur und erscheint somit benutzerfreundlicher und informativer. Beide Quellen bieten die Werte lediglich für einzelne Wetterstationen (nicht Postleitzahlgebiete) an. Für Anklam ist der Wert der Station in Greifswald zu nutzen.

Die Witterungsbereinigung der Monatsverbrauchswerte erfolgt durch die Multiplizierung des reellen Verbrauchswertes mit dem Ergebnis der Division des Heizgradtagwertes für einen bestimmten Monat und des Heizgradtagwertes des langjährigen Mittels. Der langjährige Mittelwert kann sich dabei je nach Quelle unterscheiden. Der Deutsche Wetterdienst zieht hierzu die letzten zehn Jahre heran, wogegen das IWU-Tool die letzten 39 Jahre ansetzt.

Alternativ zu dieser Methode kann der reelle Verbrauchswert durch die entsprechenden Heizgradtage geteilt werden, wodurch sich ein Wärmebedarf pro Temperaturdifferenz ergibt. Durch den Vergleich dieser Werte für mehrere Heizperioden lässt sich feststellen, ob sich ein Verbrauchswert klimabereinigt vermindert oder erhöht hat. Das Ergebnis dieses Berechnungsverfahrens ist somit kein Verbrauchswert, sondern eine eher abstrakte Zahl. Dies macht es weniger greifbar und erscheint daher für die Aussagekraft von Bilanzierungsdarstellungen weniger gut geeignet zu sein.

²⁶ <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>

²⁷ Heizgradtage: hier werden an Heiztagen die Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Heizgrenztemperatur (Beispielsweise 15°C bei Bestandsgebäuden) erfasst und zu einem Monatswert summiert.

²⁸ Gradtagzahlen: hier werden an Heiztagen die Differenzen zwischen der Außentemperatur und der angesetzten Raumlfttemperatur (Beispielsweise 20°C) erfasst und zu einem Monatswert aufsummiert.

²⁹ https://www.dwd.de/DE/leistungen/gtz_kostenfrei/gtz_kostenfrei.html

³⁰ http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagzahlen_Deutschland.xls



Eine weitere Form der Bereinigung kann zudem durch Änderungen bei der genutzten **Fläche** erforderlich werden. Steigt oder verringert sich durch Bau- oder Sanierungsmaßnahmen die Grundfläche des Gebäudes, hat dies auch Auswirkungen auf den Verbrauch und muss daher bei der Betrachtung der absoluten Verbrauchswerte berücksichtigt werden. Ähnliches gilt, wenn durch veränderte Nutzungsanforderungen eine Veränderung in der genutzten Gebäudefläche erfolgt (z.B. Stilllegung/Nutzungsaufnahme einzelner Gebäudeflügel oder Stockwerke). Hierbei muss jedoch darauf geachtet werden, ob die nichtgenutzten Gebäudebereiche weiterhin beheizt werden oder nicht. Die Vergleichbarkeit der Verbrauchszahlen kann durch die Multiplikation des reellen Verbrauchswerts mit einem Koeffizienten erfolgen, der die Veränderung der Flächengröße reflektiert.

3.2.2 Baselinebildung

Die Baseline stellt auf quantitative Weise die absolute energetische Ausgangssituation eines kommunalen Gebäudes im Bereich des Energieverbrauchs zu einem definierten Zeitpunkt dar. Sie dient als Bezugsgröße für absolute Einsparziele sowie als Ausgangspunkt zur quantitativen Beurteilung von Optimierungsmaßnahmen. Sie kann auch zur besseren Planung der energiebezogenen Ausgaben im Zuge von Energieausschreibungen herangezogen werden. Die Baseline umfasst gemittelte historische witterungsbereinigte (ggf. auch flächenbereinigte) Verbrauchswerte. Durch die Mittelwertbildung können atypische Verbrauchsentwicklungen geglättet werden. Zur Bildung der Baseline werden die witterungsbereinigten und auf Plausibilität geprüften Verbrauchswerte der letzten drei Jahre herangezogen.

3.2.3 Kennwertbildung

Eine Kennzahl ist ein spezifischer, also auf eine gewisse Bezugsgröße (z. B. eine Fläche, Anzahl der Schüler, Krankenhausbetten, Besucher, Verwaltungsmitarbeiter, Arbeitsplätze) bezogener Wert. Im Fall des Energiemanagements werden Verbrauchskennwerte ermittelt. Eine typische Kennzahl ist hierbei der Energieverbrauch pro Quadratmeter und Jahr [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$]. Wobei hierzu ein Mittelwert aus den witterungsbereinigten Verbrauchswerten für einen Zeitraum von mindestens drei Jahren herangezogen wird. Kennzahlen bilden die Grundlage zur Bewertung der Ausgangssituation und ermöglichen:

- Abschätzung von Einsparpotenzialen
- Priorisierung des Handlungsbedarfs im Gebäudebestand
- Vergleich (Benchmarking) mit anderen Gebäuden gleicher Nutzung (innerhalb einer Kommune sowie mit anderen Kommunen)
- Überwachung der Betriebsführung
- Erfolgsnachweis (nach Maßnahmenumsetzung)

Die Hinweise zum Vorgehen bei der Bildung von Kennwerten wurden im methodischen Kapitel zum Baustein 1 gemacht. Diese lassen sich u.a. aus der *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand* (2015) die gemeinsam vom BMWi und BMUB herausgegeben wird, ermitteln.

Die Wahl der Bezugsfläche ist entscheidend für die Vergleichbarkeit der ermittelten Kennzahlen. Flächentypen sind in der DIN 277 definiert. Die Wahl der Bezugsfläche stellt letztendlich ein Kompromiss aus Datenverfügbarkeit, Genauigkeit und Vergleichbarkeit dar. Für eine erste Potenzialabschätzung wird an dieser Stelle das Heranziehen der Nettogrundfläche (NGF) empfohlen.



Diese wird auch als Basis für verschiedene Benchmarkwerte (d.h. Richt- oder Vergleichswerte) sowie Energieausweise herangezogen. Für eine differenziertere und genauere Analyse im weiteren Projektverlauf empfiehlt sich die beheizte Nettogrundfläche (NGF_E) – also die Flächen der NGF, die beheizt werden. Dieser Wert kann je nach Gebäude durchaus deutlich kleiner ausfallen als die Nettogrundfläche. Zur Ermittlung der beheizten Fläche sind Objektbegehungen mit raumscharfer Erfassung erforderlich. Liegt die NGF für ein Objekt nicht vor, können für einzelne Gebäudenutzungsgruppen spezifische Faktoren herangezogen werden, mit deren Hilfe die NGF aus anderen, vorhandenen Flächenwerten ermittelt werden kann. Hierbei handelt es sich selbstverständlich nur um eine Näherung an die Realität.

Nach der Bildung spezifischer Verbrauchskennwerte kann durch das Heranziehen von Benchmarkwerten, also Vergleichs- oder Richtwerten z. B. aus technischen Normwerken (VDI), normativen Akten (EnEV) oder diversen Auswertungen, für Gebäude gleicher Nutzungsart ein theoretisches Einsparpotenzial ermittelt werden. Das Adjektiv „theoretisch“ wird hier deswegen genutzt, weil es sich bei den genannten Benchmarks um Durchschnittswerte handelt. Jedes Gebäude zeichnet sich jedoch durch eine ganz konkrete bauliche und anlagentechnische Situation, sowie ein spezifisches Nutzerprofil aus und weist somit unabhängig vom Sanierungsstand, auch einen besonderen Verbrauch auf. Obwohl die Benchmarkwerte für Gebäude nach Nutzungsart erstellt werden, kann der konkrete Kennwert eines dieser Nutzungsgruppe zuzuordnenden Gebäudes in der Realität weit entfernt (sowohl positiv als auch negativ) von dem Durchschnittswert liegen. Das durch den Abgleich mit externen Richt- und Vergleichswerten ermittelte Potenzial kann somit nur als erster Hinweis dienen. Dennoch kann dadurch verdeutlicht werden, in welchen Gebäuden das Einsparpotenzial besonders hoch ist und auf welche Objekte eine Kommune sich bei der Maßnahmenplanung konzentrieren sollte.

Möglich und sinnvoll ist auch die Entwicklung eigener Benchmarks. Bei Kommunen mit einem großen Gebäudeportfolio kann dies durch die Bildung von Mittelwerten für eigene Gebäude derselben Nutzungsart erfolgen. Der Mittelwert, der sich aus den Kennwerten bereits sanierter und energetisch optimierter Gebäude ergibt, kann dann als Benchmark bzw. Zielwert für noch nicht sanierte Objekte dienen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Festlegung eines auf ein konkretes Objekt bezogenen Richtwertes dar, der sich am jeweils existierenden Kennwert dieses Gebäudes orientiert und für das jeweilige Objekt als angestrebter Zielwert festgelegt wird (z. B. Zielwert: Unterschreitung des bestehenden Kennwerts um 10 %).

Ebenfalls möglich ist die Bildung eines kumulierten Kenn- und Zielwertes für den gesamten Gebäudebestand oder einzelne Gebäudenutzungsgruppen. Der Vorteil derartiger kumulierter Werte besteht darin, dass sich baulich bedingte überproportionale Effizienzsteigerungen auch auf Gebäude umlegen lassen, an denen keine Sanierungsmaßnahmen erfolgten. Das Gebäudeportfolio wird somit als Verbrauchseinheit gesehen. Größere investive Ausgaben werden in der Regel auf einige wenige Gebäude konzentriert. Durch die gemeinsame Betrachtung über eine objektübergreifende Kennzahl können die Effizienzsteigerungen auch auf Objekte umgelegt werden, die vorerst nicht saniert wurden.

Neben flächenbezogenen Kennwerten kann für einige Gebäudegruppen durchaus die Bildung weiterer Kennwerte hilfreich sein. Sinnvoll kann hierbei die Unterscheidung der Bezugskategorie für einzelne Medien sein. So kann bei Schulen bspw. die Bildung von Kennwerten auf Grundlage der Schülerzahlen aussagekräftig sein [$1/(\text{Schüler} \times a)$]. Insbesondere für Medien (wie z.B. Wasser), deren Verbrauch stärker von der Anzahl der Nutzer als von der Fläche abhängt, ist das Heranziehen alternativer



Kennwerte relevant und kann zu Klärung eventueller Schwankungen beitragen. Die Bildung derartiger Kennwerte ist letztendlich auch von der Verfügbarkeit der Daten (Schülerzahlen, Verwaltungsmitarbeiter) und den Ansprüchen an die Vergleichsmöglichkeiten (bestehen für derartige Kennzahlen Vergleichswerte oder kann nur ein interner Vergleich erfolgen) abhängig. Kennwerte können zudem nicht nur für den Verbrauch, sondern auch für Kosten [EUR/(m² x a)] gebildet werden.

Ein weiteres Instrument zur Priorisierung der Objekte stellt das **Kosten-Verbrauchs-Portfolio** dar. Hierbei werden mit Hilfe einer zweidimensionalen Matrix Liegenschaften kategorisiert. In der gängigsten Variante bildet die x-Achse den spezifischen Verbrauch und die y-Achse die jährlichen Verbrauchskosten. Durch die Aufteilung der Achsen durch den jeweiligen Mittel- oder Medianwert können Quadranten gebildet werden, die wiederum Aussagen zu den zutreffenden Objekten ermöglichen. Durch Variationen bei der Wahl der Parameter für die einzelnen Achsen können Darstellungen mit unterschiedlichen Aussagemöglichkeiten generiert werden. Anstatt der jährlichen Verbrauchskosten kann die y-Achse bspw. mit dem absoluten Verbrauchswert belegt werden. Möglich ist auch die gemeinsame Auswertung der Strom- und Wärmeverbräuche, in dem die x-Achse die Wärmeverbrauchskennzahl und die y-Achse die Stromverbrauchskennzahl abbildet. Die Bildung eines Kosten-Verbrauchs-Portfolio wurde im Rahmen eines verwaltungsinternen Workshops an Hand des Gebäudeportfolios der Hansestadt erläutert.

3.2.4 Hinweis zur Datenqualität

Wichtig an dieser Stelle ist, dass die **Datengüte** maßgeblichen Einfluss auf die Aussagekraft der ermittelten Werte hat. Dies kann am praktischen Beispiel der Flächenangaben demonstriert werden. Legt man einen Verbrauchswert von 100.000 kWh auf eine NGF von 1.000 m² um, beträgt der Kennwert 100 kWh/m². Beträgt die tatsächliche NGF dieses Gebäudes jedoch nur 930 m², erreicht der Kennwert 107,5 kWh/m². Dieser Unterschied kann bereits zu einer deutlich abweichenden Bewertung des Gebäudes führen und entsprechend große Auswirkungen auf die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs haben. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch, ob bspw. die gesamte NGF oder lediglich die beheizte NGF_E herangezogen wird. Dies kann zu deutlich unterschiedlichen Flächengrößen und Berechnungsergebnissen führen. Die Ermittlung der NGF gestaltet sich in der Regel einfacher und kann auch anhand von Bauplänen erfolgen. Die Ermittlung der beheizten NGF_E erfordert in der Regel auch die Begehung des Objektes und einzelner Räume. Besonders zu achten ist dabei auf die Keller- und Dachgeschosse. Die Entscheidung, welche der beiden Flächen für die Berechnungen herangezogen wird, sollte dabei einheitlich für alle Objekte getroffen werden und im Einklang mit der Fläche sein, die auch bei den herangezogenen Benchmarks (z. B. in der VDI) verwendet wird.

Für Stadtwärme erfolgen in der Hansestadt Anklam die Abrechnung und aktuell auch die Verbrauchserfassung auf Basis von MWh. Die eingebauten Wärmezähler ermöglichen jedoch grundsätzlich eine Datenerfassung in kWh (Nachkommerstellen beachten). Insbesondere für die monatliche Auswertung der Wärmeverbräuche empfiehlt sich die Datenerfassung in kWh einzuführen, da somit deutlich präzisere Ergebnisse generiert werden können. Durch Auf- und Abrundungen kann bei minimalen Verbrauchsunterschieden eine Differenz in der Auswertung von bis zu 1 MWh entstehen (0,499 = 0, 0,500 = 1), die insbesondere in verbrauchsschwachen Monaten durchaus relevant sein kann.

Einen weiteren sehr wichtigen Aspekt für die Datenauswertung und auch das Controlling im KEM bildet die **Zählerstruktur**. Die Einschätzung des Verbrauchs-Ist-Zustandes eines Gebäudes, die Bildung von



Kennwerten, die Quantifizierung von Einsparpotenzialen, der Vergleich mit Benchmarks sowie die Bewertung der Auswirkungen einzelner Maßnahmen erfordert die Erhebung der Verbrauchswerte möglichst auf Ebene des jeweiligen Gebäudes. Durch das zusammenfassen von mehreren Objekten unter einem Zähler, was bei mehreren Liegenschaften in der Hansestadt vorkommt, können erhebliche Verzerrungen entstehen, die Vergleichbarkeit und Aussagekraft der ermittelten Werte verringert und nicht zuletzt kann auch die Identifizierung oder Zuordnung von Schwachstellen erschwert werden. **Empfohlen wird daher die Ergänzung der Zählerstruktur (Strom, Erdgas, Wärme) durch den Einbau von Unterzählern oder die Schaffung neuer Zählpunkte, sodass eine gebäudescharfe Datenerfassung und Auswertung ermöglicht wird. Empfohlen wird zudem der Einbau von Unterzählern für Gebäudebereiche, die separat genutzt oder als eigenständige Kostenstellen geführt werden (z.B. Bibliothek, Anklam Info, öffentliches WC im Rathaus 1 usw.).** Somit kann die Praxis der flächenbasierten anteiligen Verbrauchsumrechnungen vermieden und eine präzise Kostenzuordnung gewährleistet werden.

3.2.5 Begehungen

Die bisher dargestellten Schritte stellen eine rein theoretisch-quantitative Auswertung dar, die letztendlich am Schreibtisch erfolgt. Wichtig im KEM ist jedoch auch die praktisch-qualitative Bewertung der Situation vor Ort. Nur somit kann den Besonderheiten einer jeden Liegenschaft Rechnung getragen werden. Die Begehungen vervollständigen letztendlich die Analyse der Ausgangssituation und unterstützen bei der Formulierung realistischer Einsparziele für die Gebäude.

Die Begehung dient der Ergänzung der Bestandsunterlagen, der Prüfung auf Schwachstellen und der Vorbereitung des Verbrauchscontrollings. Vor der Begehung empfiehlt sich die Sichtung des Bauplanes, wodurch bereits eventuelle Besonderheiten erkannt werden können. Zudem ist die Erstellung eines Begehungsplans und einer Checkliste für die zu begehenden Liegenschaften ratsam. Die Anwesenheit des Objektverantwortlichen bzw. Hausmeisters ist obligatorisch. Dieser sollte spätestens zu diesem Zeitpunkt über Zweck und Ziele des Energiemanagements informiert werden.

Tabelle 17: Begehungsinhalte

Was wird erfasst	Wie wird erfasst	Was ist zu tun
- Technische Anlagen - Regelungseinstellungen - Nutzungszeiten	- Erfassungsliste Anlagendaten - Erfassungsbogen - Nutzungsprofil	- Regelungseinstellungen auf Plausibilität prüfen
- Schwachstellen	- Checkliste Begehungen	- Schwachstellen dokumentieren
- Zähler	- Zählererfassungsbogen	- Erstellung Zählerbaum und Ableseliste

Eine wichtige Funktion der Begehungen liegt in der Identifizierung der Schwachstellen, woraus Handlungsempfehlungen und ein Maßnahmenplan resultieren. Bei schwerwiegenden Mängeln sind Sofortmaßnahmen einzuleiten.

3.2.6 Zielfestlegung

Zielvorgaben sind wichtig, da somit bei den Verantwortlichen Motivation erzeugt und erreichte Fortschritte bewertet werden können. Neben kumulierten Zielen, die insbesondere gegenüber der politischen Ebene von Bedeutung sind, sind auch konkrete Teilziele auf Ebene von einzelnen Objekten wichtig. Einsparziele für einzelne Objekte sind greifbarer als globale Einsparziele. Sie dienen bei der



Kommunikation mit Akteuren und Nutzern des jeweiligen Gebäudes dazu, die Identifikation mit einem gemeinsamen Ziel zu stärken. Zudem dienen sie als Argumentationsgrundlage, um Maßnahmen in dem Gebäude anzustoßen. Einsparziele sollten deshalb für alle Gebäude festgelegt werden.

Nichtdestotrotz sind auch kumulierte Ziele für den gesamten Gebäudebestand relevant. Dies kann am Beispiel einer aufwendigen Sanierung eines einzelnen Gebäudes verdeutlicht werden. Bei dieser kann es zu einer deutlichen Reduzierung des Energieverbrauchs in diesem Objekt kommt. Andere Objekte, in denen aufgrund der beschränkten Budgetkapazitäten keine Investitionen erfolgen können, können keine derart hohe Einsparung erreichen und sind somit in einer gewissen Weise benachteiligt. Durch die Aufstellung von gebäudeübergreifenden Gesamtzielen können die überproportionalen Effizienzsteigerungen in einzelnen Gebäuden in der Summe berücksichtigt werden.

Für die Planung und Erfolgskontrolle im KEM ist es wichtig, Ziele möglichst genau zu definieren. Nur so ist eine spätere Erfolgskontrolle möglich. Ein etabliertes System zur Zieldefinition ist die SMART-Methode. Demnach sollten die Ziele **s**pezifisch, **m**essbar, **a**kzeptiert, **r**ealistisch und **t**erminierbar sein.

3.2.7 Controlling

Die bis jetzt aufgeführten Schritte – Datenerfassung, Kennzahlenbildung, qualitative und quantitative Analyse – bilden bereits die zentralen Bausteine des Energiecontrollings. Das Controlling umfasst letztendlich eine quantitative und qualitative Komponente. Zur ersten zählt die regelmäßige systematische Erfassung und Auswertung der Verbrauchsdaten durch geeignete Indikatoren (absoluter Verbrauch, Kennwerte, Kosten usw.), um den Energieverbrauch zu überwachen und mit den gesetzten Zielen abgleichen zu können. Die qualitative Komponente beinhaltet u.a. die Erfassung und Kontrolle des baulichen Zustandes, der Anlageneinstellungen und des Nutzerverhaltens. Auf Grundlage der Datenerfassung und Auswertung erfolgt das Ableiten von investiven und nichtinvestiven Maßnahmen, um Mängel zu korrigieren und den Energieverbrauch auf eine erwünschte Größe zu beschränken.

Das Energiecontrolling umfasst Verbrauchs- und Rechnungscontrolling und gehört zu den wichtigsten Grundlagen des Energiemanagements – und bildet als erste und wichtigste Maßnahme die Basis für viele weitere Aktivitäten des Energiemanagements. Zu den wichtigsten Zielen des Energiecontrollings zählen:

- Verbrauch und Kosten von Energie (und Wasser) transparent darstellen und verursachergerecht zuzuweisen
- Zeitnahe Identifizierung und Alarmierung bei Anlagendefekten zur Ergreifung von Sofortmaßnahmen
- Identifizieren von Einsparpotenzialen für die technische Optimierung und Anpassung der Betriebsweise anhand des Nutzerbedarfs
- Erfolgskontrolle von Optimierungsmaßnahmen
- Sammlung und Aufbereitung von Informationen für die Rückmeldung an Akteure und Nutzer per Energiebericht
- Abrechnungskontrolle
- Es liefert Hinweise für erforderliche Anschlussleistungen (bspw. beim Umstieg auf die Stadtwärme)
- Es liefert Hinweise für die Dimensionierung neuer Anlagen



Das **Verbrauchscontrolling** umfasst die regelmäßige (jährlich, monatlich und bei sehr großen Anlagen sogar tägliche) Erfassung und Kontrolle des Energie- und Wasserverbrauchs. Im Rahmen des Verbrauchscontrollings sollten folgende Aspekte bedacht werden:

- Erstellung von Hilfsmitteln für das Ablesen der Zähler – z. B. Zählerableseliste
- Festlegen von Ableseterminen (z. B. 1. Werktag des Monats um 09:00)
- Definieren der Zuständigkeit für das Ablesen von Zählerständen (z.B. Hausmeister, konkreter Mitarbeiter sowie Bestimmen des Vertreters)
- Einweisen von Akteuren (welcher Wert wird erfasst, mit welcher Genauigkeit (Kommastellen) wird er erhoben, um welche Einheit handelt es sich (kWh, MWh, m³))
- Übermittlungsart der Zählerstände (wie und wann sollen die Zählerstände an wen übermittelt werden (z.B. E-Mail am selben Tag))
- Einpflegen der Ablesedaten (wer übernimmt die Aufgabe, sind hierbei weitere Rechenoperationen notwendig (z.B. Multiplizierung mit einem Wandlerfaktor, Multiplizierung mit einer Zustandszahl und einem Brennwert, Bereinigung um einen Witterungsfaktor))
- Kontrolle der Verbrauchsentwicklung (wer erstellt den Vergleich, mit welchen Werten wird verglichen, wie erfolgt die Darstellung)
- Rückmeldung der Verbrauchsentwicklung an Bediener der Anlagen bzw. Gebäudenutzer (z.B. in Form einer Darstellung der monatlichen Verbrauchsentwicklung inkl. der Werte in den Vorjahren)
- Auswertung, Darstellung und Rückmeldung der Verbrauchs- und Kostenentwicklung an relevante Akteure mit einem Jahres-Energiebericht (z. B. für Verwaltung, Stadtvertreterversammlung, Schulleitung)

Entscheidend ist bei einzelnen Schritten insbesondere deren möglichst zeitnahe Realisierung. Dies erleichtert im Fall von eventuellen Störungen deren schnelle Erkennung und Behebung. Zugleich werden aktuelle Werte im Vergleich zu deutlich zurückliegenden Angaben mit höherer Aufmerksamkeit wahrgenommen.

Das Controlling muss auch die Abschätzung und Bewertung der Auswirkungen realisierter Maßnahmen (**Maßnahmen-Controlling**) enthalten (bspw. Auswirkungen von veränderten Heizzeiten oder Vorlauftemperaturen). Hierzu muss der Zeitpunkt der Implementierung oder Durchführung einer Maßnahme dokumentiert werden und anschließend an Vorher-Nachher-Vergleich der Verbräuche erfolgen. Bei Maßnahmen, die mit Kosten verbunden sind, kann auch eine Bewertung auch Grundlage einer Kosten-Nutzen-Rechnung erfolgen.

Das **Rechnungscontrolling** erfasst und kontrolliert die Abrechnungen der Versorger. Durch Plausibilitätsprüfung können Auffälligkeiten erkannt, inkorrekte Abrechnungen identifiziert und somit im besten Fall Kosten gespart werden. Zudem gibt die regelmäßige Erfassung und Prüfung der Tarife oft Hinweise auf Optimierungspotenziale bei bestehenden Energielieferverträgen. Bei der Auswertung der Abrechnungen für den vorliegenden Bericht sind in den weiter zurückliegenden Jahren durchaus vereinzelnde Auffälligkeiten aufgefallen. Die verantwortlichen Mitarbeiter der Hansestadt führen bereits ein Rechnungscontrolling durch. Durch die Systematisierung der Energieverbrauchsdaten im Rahmen der Energiemanagements wird deren Arbeit erleichtert bzw. sie erhalten hierzu ein zusätzliches Instrument zur Plausibilitätskontrolle. Wichtig ist, dass das Rechnungscontrolling künftig bewusst mit dem Verbrauchscontrolling und den entsprechenden Verbrauchsauswertungen verknüpft



wird. Hierzu zählt auch die Berücksichtigung der von den städtischen Mitarbeitern selbst abgelesenen Werte.

Stellt die Energiemanagementdatenbank im Rahmen des Controllings das zentrale Werkzeug zur Erfassung und Auswertung der erhobenen Daten dar, so ist der **Energiebericht** das wichtigste Instrument zur Außendarstellung und Kommunikation. Das Energieberichtswesen ist ein Informationsinstrument und Beleg für die Arbeit des Energiemanagementteams. Grundsätzlich lassen sich mehrere Formen von Energieberichten, zum Teil in Abhängigkeit von der Projektphase und zum Teil von der Zielgruppe, unterscheiden (für verschiedene Zielgruppen sind Berichte mit differenziertem Umfang und differenzierter Detailtiefe sinnvoll):

- Der **Start-Energiebericht** dient der Erfassung der Ergebnisse der Ausgangssituationsanalyse. Hier werden alle vorhandenen Daten und Informationen zusammengefasst, woraus sich nicht zuletzt auch Hinweise auf bestehende und im folgenden Verlauf möglichst zu schließende Datenlücken ergeben (z.B. fehlende Angaben zu Flächen, unzureichend lange Verbrauchszeitreihen). Hier werden Baselines und Kennwerte definiert und erste Einsparziele festlegt. Inhalt des Berichtes ist auch ein erster Maßnahmenplan.
- Ein detaillierter **Jahres-Energiebericht** enthält für jede der kommunalen Liegenschaften eine Darstellung der monatlichen Verbrauchsentwicklung im Vergleich zum Vorjahr, besser zu mehreren zurückliegenden Jahren; die Darstellung der Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs, der Energiekosten und ggf. Emissionen im Vergleich zu den – idealerweise mindestens drei zurückliegenden – Vorjahren; die Bewertung hinsichtlich Energieeffizienz (u. a. Kennwertvergleich); die Darstellung realisierter Maßnahmen und ggf. besonderen Ereignissen mit Auswirkungen auf den Verbrauch; einen Maßnahmenplan mit nicht- und geringinvestiven Handlungsempfehlungen sowie ggf. erforderlichen investiven Maßnahmen; eine Zieldefinition.
- Ein **zusammenfassender Jahres-Energiebericht** bspw. für politische Gremien oder die breite Öffentlichkeit enthält kumulierte Angaben zur Entwicklung der Energieverbräuche, -kosten und ggf. -emissionen, im zurückliegenden Zeitraum durchgeführten Maßnahmen, zu den empfohlenen nicht-, gering- und großinvestiven Maßnahmen.
- Liegenschaftsbezogener **Monats-Bericht**. Hierbei handelt es sich um eine tabellarische und grafische Auswertung der erhobenen Verbrauchswerte, die ggf. durch Hinweise zu besonderen Vorkommnissen oder Rahmenbedingungen mit Einfluss auf den Energieverbrauch ergänzt werden (z.B. Ferienzeit, Defekte usw.).
- **Statistische Auswertung** der Verbrauchs- und Kostenentwicklung. Dient bspw. dem Bürgermeister, bei Haushaltsplanungen oder bei der Planung von baulichen Maßnahmen.

Das Berichtswesen ist mit einem nicht zu unterschätzenden Zeitaufwand verbunden und sollte sich – wie bereits zuvor erwähnt – auf möglichst standardisierte und leicht fortführbare Bausteine stützen. Unabhängig von der letztendlich gewählten Berichts- und Darstellungsform, ist als Mindestvoraussetzung für das Energie-Controlling die monatliche und jährliche Erfassung und Auswertung der Verbrauchsentwicklung zu gewährleisten.

Als Aufgabenbereiche des Energiecontrollings können folgende Punkte genannt werden. Von denen einige noch im weiteren Verlauf näher erläutert werden:

- Datenerfassung (qualitativ und quantitativ)



- Aufbau und Pflege einer Datenbank
- Datenauswertung, Verbrauchsüberwachung, Verbrauchsbilanzierung
- Maßnahmenableitung
 - Sofortmaßnahmen zur Behebung akuter Missstände
 - Andere investive und nichtinvestive Maßnahmen mit einem längeren Planungsvorlauf
- Schulungen von Akteuren
- Sensibilisierung und Nutzerinformation
- Berichtswesen
- Öffentlichkeitsarbeit

3.3 Optimieren

Reelle Energieeinsparungen werden erst durch Optimierungsmaßnahmen und Verhaltensänderungen erzielt. Nach systematischer Vorarbeit durch das Initiieren von Strukturen und Erfassen der Daten müssen somit gezielte Optimierungsprozesse eingeleitet werden. An dieser Stelle sollen nicht die möglichen investiven Maßnahmen behandelt werden, die letztendlich von der konkreten Bausubstanz und Anlagentechnik eines Objektes abhängig sind und aufgrund der hohen Investitionskosten in der Regel längere Planungs- und Umsetzungszeiträume beanspruchen. Vielmehr sollen hier stichpunktartig einige beispielhafte Ansätze für nichtinvestive oder mit nur geringen Ausgaben einhergehende Handlungsmöglichkeiten dargestellt werden.

3.3.1 Optimierung von Nutzungsstrukturen

Ein möglichst intelligentes und bedarfsgerechtes Flächen- und Belegungsmanagement stellt die Grundlage einer nutzungsgerechten Minimierung des Energieverbrauchs dar. Die zeitliche und örtliche Konzentration der Gebäudenutzung sowie die Berücksichtigung vorhandener technischer und gebäudespezifischer Bedingungen (z. B. Heizkreise, raumweise Steuerungsmöglichkeiten) bei der Belegungsplanung spielen eine wichtige Funktion. Gebäudenutzern ist in der Regel die anlagentechnische Zuordnung von Nutzungsbereichen der Wärmeversorgung in ihrem Gebäude nicht bekannt. Gemeinsam mit den Leitern der Einrichtungen können Möglichkeiten für eine zeitliche und flächenmäßige Bündelung der Gebäudenutzung abgestimmt werden. Viele der Maßnahmen lassen sich mit geringem Aufwand und ohne größere Beeinträchtigungen für die Gebäudenutzer umsetzen.

- Aufstellung und regelmäßige Aktualisierung von Belegungsplänen (z.B. in Schulgebäude jedes Halbjahr) für die regelmäßige Nutzung einzelner Gebäudeteile, die möglichst nach Versorgungsbereichen (Heizkreise) gegliedert werden. (Inhalt des Planes ist mindestens: Ort und Nutzungsart, Nutzungsbeginn und -ende sowie längere Unterbrechungen).
- Sondernutzungen wie z. B. Fortbildungsveranstaltungen, Elternabende o. Ä. sind möglichst zeitgleich in Räumen durchzuführen, die über den gleichen Heizkreis versorgt werden. Eine zeitliche Zusammenlegung einzelner Veranstaltungen in einen Gebäudeteil bzw. auf einen Wochentag ist anzustreben.
- Die Notwendigkeit der Nutzung an Wochenenden und in den Ferien ist zu prüfen und Zeitpläne sind entsprechend anzupassen. Ein möglicher Kompromiss für Lehrer, die Stundenvorbereitungen durchführen wollen, ist die Beheizung der Räume an den ersten und letzten Ferientagen. Für Vereine, die trainieren müssen, kann die Zusammenlegung in eine Sporthalle sinnvoll sein.



- In Perioden längerer Nichtnutzung (z. B. Schulferien) sollten Arbeiten wie z. B. die Grundreinigung nicht stattfinden, um eine wirksame Temperaturabsenkung zu gewährleisten.

3.3.2 Sensibilisierung der Gebäudenutzer

Dem Nutzerverhalten kommt beim Streben nach einer nachhaltigen Senkung des Energieverbrauchs eine elementare Rolle zu. Denn nur durch eine entsprechende Sensibilisierung und Akzeptanz der Gebäudenutzer kann das gesamte Einsparpotenzial technischer Optimierungsmaßnahmen erreicht werden. Wie bereits aus den Vorschlägen zur Kommunikationsstrategie ersichtlich ist, muss die Sensibilisierung der Gebäudenutzer daher als zentrales Handlungsfeld des Energiemanagements wahrgenommen werden. Sie zielt darauf ab, bei Nutzern kommunaler Liegenschaften einen Bewusstseinswandel hin zu energiesparendem Verhalten zu bewirken. Dies ist meist ein langwieriger Prozess, der mit viel Überzeugungsarbeit und dem Aufbrechen von Verhaltensmustern verbunden ist. Viele Menschen verbinden mit Energiesparen zudem negative Vorstellungen wie Komfortverlust und Nutzungseinschränkungen. Dennoch lohnt sich die kontinuierliche Bearbeitung des Themas, da langfristig Einsparungen im Bereich von fünf bis zehn Prozent möglich sind.

Zu den Faktoren, die langfristig eine Sensibilisierung und Verhaltensänderung unterstützen, zählen:

- Starke und permanente Einbindung der kommunalen Verwaltungsspitze (z.B. Kommunikation des Einsparziels und der Leitlinie durch die Verwaltungsspitze)
- Regelmäßige Mitarbeitermotivation bspw. durch Rundmails, Aushänge, Seminare
- Veröffentlichung der Monatsverbrauchswerte und Gebäude-Energieberichte
- Durchdringung der Organisationsstrukturen durch Ausbildung und Einsatz von Multiplikatoren
- Regelmäßige Interne und externe Öffentlichkeitsarbeit
- Motivation durch Beteiligung an den Einsparungen (50/50-Projekte)
- Wissensvermittlung und Bekämpfung von Mythen und fälschlichen Annahmen (z.B. Einschalten der Leuchtstofflampe verbraucht mehr Energie als eine Stunde Betrieb) durch regelmäßig stattfindende Seminare und gezielte Fortbildungen von Multiplikatoren
- Nutzen von Hilfsmitteln (Hinweisschilder, Aufkleber, Türanhänger, Aufstellthermometer usw.) zur Gewohnheitsänderung, die effizientes Verhalten fördern. Hierzu können im erweiterten Sinne auch Aktionstage oder -wochen usw. gezählt werden

3.3.3 Anlagenbetrieb

In nahezu jedem kommunalen Gebäude sind Einsparpotenziale beim Anlagenbetrieb vorhanden. Ob ist um fehlende oder unzureichende Absenkungen der Raumtemperaturen nach Schulschluss oder am Wochenende, den Lüftungsbetrieb in den Turnhallen oder eine überdimensionierte Warmwasserbereitung für vereinzelte Zapfstellen handelt, oft sind in Bestandsgebäuden der Betrieb und die Größe der Anlagen nicht oder nicht mehr auf den erforderlichen Bedarf sowie die aktuelle Nutzung abgestimmt.

Aber auch optimal geplante und gebaute Gebäude und Anlagen können im Betrieb unzureichende Ergebnisse liefern, wenn sie nicht bedarfsgerecht betrieben werden. Häufige Ursachen für Energieverschwendung beim Betrieb von Bestandsanlagen sind:

- Verluste des Anlagensystems bei Wärmeerzeugung, -verteilung und -übergabe



- Regelungsparameter sind nicht oder unzureichend an die Witterung, baulichen Strukturen und Nutzungsbedingungen angepasst
- Dimensionierung der Anlage ist nicht bedarfsgerecht

Eventuell vorhandene Fachkenntnisse des kommunalen Personals sind in die Vorüberlegung zur Optimierung des Anlagenbetriebes einzubeziehen. In der Regel ist der Energiemanager kein Energietechniker und benötigt bei komplexeren technischen Optimierungsmaßnahmen die Unterstützung eines Experten. Ist geeignetes qualifiziertes Personal in der Kommune vorhanden, hat dessen Weiterbildung und Etablierung als Energietechniker zur Unterstützung des Energiemanagers Vorrang vor externem Fachpersonal.

Die Anlagenoptimierung kann auch durch externe Dienstleister bzw. Wartungsunternehmen erfolgen. Dies erfordert jedoch eine klare Leistungsbeschreibung durch die Kommune und sollte zugleich durch eine gesicherte Datenbasis unterstützt werden (Angaben zu den Möglichkeiten der Erfassung von Vor- und Rücklauftemperaturen sowie deren Verknüpfung mit Außentemperaturen oder auch zur eigenständigen Einstellung der Heizkurve wurden im Rahmen eines Seminars und der dazugehörigen Präsentation dargestellt). Dabei sollte der Know-how-Transfer in die Kommune vertraglich vereinbart werden, damit nach Ende der Dienstleistung der Energieverbrauch nicht wieder ansteigt.

Wichtig an dieser Stelle erscheint der Hinweis zur Klärung einiger Begrifflichkeiten. Das Wartungsunternehmen ist für Service, Inspektion und damit verbundene kleinere Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen zuständig. Die Wartung umfasst „Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats“. Inspektionen umfassen „Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustands“ und dienen daher hauptsächlich zur Sicherung des störungsfreien Betriebs. Beauftragte Wartungsarbeiten sind nicht standardmäßig mit der Überprüfung und Verbesserung der Energieeffizienz der Komplettanlage verbunden.

3.4 Dokumentieren und Kommunizieren, Planung aktualisieren

Die vierte idealtypische Phase des KEM umfasst die Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse.

Das Berichtswesen als dokumentarisches Werkzeug stellt einen zentralen Bestandteil des Controllings dar und wurde daher bereits im Zusammenhang mit dem Aufbau des Controlling-Mechanismus thematisiert. An dieser Stelle soll lediglich darauf hingewiesen werden, dass das Berichtswesen in Abhängigkeit von der Zielgruppe gestaltet werden muss. Zugleich muss es dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit entsprechen und zu keiner übermäßigen Belastung des Verwaltungspersonals führen. Optimal erscheint daher der Aufbau des Jahresenergieberichtes in Form von Bausteinen, die je nach Zielgruppe und Anlass selektiv für weitere Berichtsformen herangezogen werden (z.B. Gebäudedatenblätter für Objektverantwortliche, zusammenfassende Auswertungen für politische Entscheidungsträger) und nach erstmaliger Erstellung einen verhältnismäßig geringeren Aktualisierungsaufwand erfordern.

Auch der Aspekt der Kommunikation, der eine interne und externe Komponente umfasst, wurde im Zusammenhang mit der Initiierung des KEM erläutert. Die einzelnen kommunikativen Instrumente dienen sowohl der Information über das Projekt und seine Ergebnisse nach innen (Verwaltung, Politik, einzelne Gebäudenutzer, Hausmeister usw.) als auch nach außen (Öffentlichkeit). Deren Funktion besteht aber auch in der Sensibilisierung, Motivation, Transparenz und Steigerung der



Glaubwürdigkeit. Aufgrund der vielfältigen Zielgruppen und der unterschiedlichen Funktionen, die der Kommunikationsstrategie im KEM zukommt, muss man sich hierbei in der Regel eines ganzen Portfolios ans Instrumenten bedienen.

Die fünfte idealtypische Phase bildet die Phase der Aktualisierung und Planungskorrektur, die wiederum auf Grundlage einer Datenerhebung und Auswertung erfolgen muss.

Einige Ziele können sich als zu engagiert oder im Gegenteil als zu einfach erreichbar darstellen. Obwohl engagierte Ziele durchaus sinnvoll sind und zur Mobilisierung von Reserven und kreativen Lösungen beitragen können, wirken unrealistisch anspruchsvolle Ziele, die auch unter erheblichen Anstrengungen nicht erreicht werden, auf Dauer demotivierend und frustrierend. Einfach zu erreichende Ziele unterschreiten dagegen das mögliche Effizienzpotenzial und tragen letztendlich dazu bei, dass dieses nicht im vollen Umfang ausgeschöpft wird und somit aufgrund einer vermeintlich positiven Einschätzung der Lage Ineffizienzen bestehen bleiben.

Zugleich können Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass eine (positive oder negative) Diskrepanz zwischen den reellen Auswirkungen konkreter Maßnahmen auf den Energieverbrauch und den zuvor theoretisch festgelegten Vorgaben oder Erwartungen (die zum Teil auf Schätzungen, Erfahrungswerten oder statistischen Durchschnittswerten beruhen können) bestehen kann. Auch dies erfordert eine entsprechende Korrektur der Zielsetzungen. Darüber hinaus sollten auf Basis empirischer Erfahrungswerte aus den eigenen Liegenschaften einzelne Maßnahmen und deren Beitrag zur Zielerreichung kontinuierlich bewertet und bei Bedarf überdacht werden. Hierbei geht es nicht nur darum, dass der Beitrag einer Maßnahme zur Verbrauchsreduzierung größer oder kleiner sein kann, als ursprünglich erwartet. Bei der konkreten Maßnahmendurchführung können bspw. zuvor nicht bedachte Komplikationen auftreten, die bei der zukünftigen Planung ähnlicher Maßnahmen berücksichtigt werden sollten. Genauso können aus erfolgreich realisierten Projekten Erkenntnisse gewonnen werden, die auf andere Projekte übertragbar sind. Nicht zuletzt können einzelne Maßnahmen Auswirkungen auf die Gebäudenutzer haben, die zuvor anderes eingeschätzt wurden und müssen daher korrigiert werden (z.B. Vorschläge zu Raumtemperaturen erweisen sich in der Praxis als unkomfortabel), oder aber die ideale Einstellung der Betriebsweise lässt sich erst über eine kontinuierliche Feinjustierung herausfinden. Die konkrete Maßnahmenumsetzung muss daher oft auch unter den Aspekten des Try-and-Error sowie Learning-by-Doing betrachtet werden.

Der Aufbau des KEM ist ein langfristiger Prozess. Denn die Schaffung der notwendigen Strukturen und Abläufe erfordert Zeit und den Aufbau einer gewissen Routine. Im Anschluss an die Aufbauphase muss es zu einer Verstetigung des Energiemanagements mittels kontinuierlicher Motivation und Weiterbildung (interner Wissensaustausch sowie Inanspruchnahme externer Angebote) der Akteure kommen, die idealerweise durch eine Vernetzung mit geeigneten Partnern ergänzt werden (idealweise kann der Austausch mit Kommunen aus der Nachbarschaft etabliert werden, die ebenfalls über ein Energiemanagement verfügen, zur Vernetzung dienen auch unterschiedliche Netzwerke wie z.B. european energy award oder Konvent der Bürgermeister). Auswertungen zeigen, dass der Aufbau des KEM, abhängig von Systematik und Kontinuität, rund drei Jahre beansprucht. Dann sollten Strukturen und Prozesse eingeführt sowie verfestigt, die entscheidenden Akteure eingebunden und die Unterstützung durch die Verwaltung sichergestellt sein.



Im Anschluss an die Aufbauphase ist weiteres Engagement erforderlich, um das Einsparniveau gegenüber dem Referenzszenario ohne Energiemanagement weiter auszubauen bzw. auf hohem Niveau zu stabilisieren.

Baustein 2

Gebäudebewertung



1. Vorgehensweise

Nach erfolgter Auswertung des Bausteins 1 und der Datenerhebung vor Ort wurden im Baustein 2 des Klimaschutzteilkonzeptes Berechnungen des Energiebedarfs durchgeführt. Diese ermöglichen eine Bewertung von Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich Energieeinsparung, CO₂-Reduktion und Investitionskosten.

Gegenstand der Untersuchungen sind insgesamt 22 Liegenschaften im Eigentum der Hansestadt Anklam. Jedes dieser Gebäude wurde im Rahmen einer Begehung besichtigt. Zudem wurden für die Objekte relevante Unterlagen (Grundrisse, Baupläne etc.) seitens der Stadt abgefragt. Die anschließenden Berechnungen erfolgten entsprechend den Anforderungen des Merkblatts nach dem vereinfachten Verfahren zur Gebäudebewertung in Anlehnung an die DIN-Norm 18599 (Ein-Zonen-Modell). Die Aufnahme der Gebäudegeometrie erfolgte unter Verwendung des methodischen Ansatzes entsprechend der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.³¹

Die gebäudebezogenen Hüllflächen, Bauteilaufbauten und die daraus resultierenden U-Werte sowie weitere Merkmale der in diesem Bericht dargestellten Ausgangszustände, orientieren sich an den realen Begebenheiten der betrachteten Gebäude und wurden anhand von Plänen, Baubeschreibungen, Vor-Ort-Besichtigungen sowie Angaben von Nutzern und Mitarbeitern zusammengetragen. Hinzuweisen ist darauf, dass zu mehreren Objekten keine oder nur unvollständige Bauunterlagen vorhanden waren. In diesen Fällen wurden einzelne Werte durch eigene Vor-Ort-Messungen (z.B. Stichprobenartig wurden Brüstungshöhen, Fenstermaße, Raumhöhen gemessen sowie grobe Außenmaße ermittelt) ermittelt und die fehlenden Angaben (z.B. zum Aufbau einzelner Gebäudebestandteile) durch Pauschalwerte oder Schätzungen ergänzt. Missstände bei der Datenlage haben Auswirkungen auf die Genauigkeit und Plausibilität der Berechnungsergebnisse.

Darüber hinaus basieren die Berechnungen auf folgenden Vereinheitlichungen und Vereinfachungen:

- Die Kellergeschosse wurden vorrangig als unbeheizt angenommen, lediglich wo nachweislich (im Rahmen der Vor-Ort-Begehung) eine Beheizung teilweise oder vollständig erkennbar war, wurde dies mit in die Bilanzierung aufgenommen.
- Die Auswirkungen von durch Dämmmaßnahmen veränderte Abmessungen wurden bei den Bilanzierungen der Modernisierungsmaßnahmen vernachlässigt.
- Aufgrund der Vergleichbarkeit wurden für die Nutzungszeiten, für interne Wärmequellen und Raumsolltemperaturen die Nutzungsprofile aus der DIN-Norm 18599 verwendet.

Als softwaretechnisches Hilfsmittel für die Berechnungen kam das Programm Helena Ultra von der ZUB System GmbH in der Version 7.54 zum Einsatz.

1.1 Methodik der Energiebilanz

Die Energiebilanzierung erfolgt entsprechend der Methodik der aktuellen Energieeinsparverordnung. In die Bilanzierung gehen

³¹ „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit vom 07.04.2015



- Transmissions- und Lüftungsverluste,
- Interne und solare Gewinne sowie
- der Energieaufwand für Heizung und Warmwasserbereitung ein.

Auf dieser Basis wurde eine bedarfsbasierte Energiebilanz erstellt. Diese teilt sich in

- Endenergie sowie
- Primärenergie auf.

Für eine eindeutige Beschreibung des energetischen Zustandes eines Gebäudes werden im Folgenden die Begrifflichkeiten klar abgegrenzt. Die hierfür notwendigen, wesentlichen Begriffe werden nachstehend erläutert.

Endenergiebedarf

Energiemenge, die für die Gebäudeheizung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizsystems sowie des Warmwasserbedarfs und der Verluste des Warmwasserbereitungssystems aufgebracht werden muss. Die Endenergie bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung usw.) benötigte Hilfsenergie mit ein.

Die Endenergie wird an der „Schnittstelle“ Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die vom Verbraucher bezahlt werden muss.

Primärenergiebedarf

Energiemenge, die zur Deckung des Energiebedarfs benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze Gebäude bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe erforderlich ist.

Die Primärenergie kann als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z.B. CO₂-Emissionen, herangezogen werden, da der gesamte Energieaufwand für die Gebäudebeheizung einbezogen wird.

Heizwärmebedarf

Unter Heizwärmebedarf Q_H wird die Energiemenge verstanden, die (unter Normbedingungen) zur Aufrechterhaltung der benötigten Raumtemperatur erforderlich ist. Angaben zum Heizwärmebedarf werden i.d.R. auf ein Jahr bezogen und in kWh ausgedrückt. Die Größe wird durch Bilanzierung von Wärmeverlusten (Transmissionswärmeverluste HT und Lüftungswärmeverluste HV) mit den Wärmegewinnen (solare Einstrahlung QS und interne Wärmequellen QI) ermittelt.

Der Heizwärmebedarf kennzeichnet somit die wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle.

Heizenergiebedarf

Energiemenge, die für die Gebäudeheizung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizsystems aufgebracht werden muss. Die Verluste des Heizsystems treten bei der Wärmeübergabe, -verteilung, -speicherung und -erzeugung auf und werden in einer Anlagenaufwandszahl zusammengefasst. Eine kleine Anlagenaufwandszahl kennzeichnet ein energetisch günstiges Heizsystem.



Im Rahmen der folgenden Berechnungen wurde der Energiebedarf berechnet und mit dem Energieverbrauch verglichen. Die Auswertungen ergaben in Einzelfällen erhebliche Abweichungen zwischen beiden Werten. Als Ergebnis ist festzuhalten: Von einem realen Verbrauch, auch mit Witterungsbereinigung, kann nicht ohne Weiteres auf die energetische Qualität des Gebäudes geschlossen werden. Das individuelle Nutzerverhalten beeinflusst in erheblichem Maße die zu Grunde liegenden Verbrauchswerte.

Für die Erklärung der Abweichungen zwischen dem berechneten Energiebedarf und dem gemessenen Energieverbrauch können viele nachvollziehbare Gründe genannt werden: Abweichungen durch das mathematische Modell eines quasi-stationären Monats-Berechnungsverfahrens sowie des der tatsächlichen Realität nur ungenügend entsprechenden Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens (ein Gebäude besteht i.d.R. immer aus mehreren Nutzungszonen mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen usw.) selbst, Abweichungen bei der Bestimmung der beheizten Flächen und der daraus resultierenden Volumina, Ungenauigkeiten in der Bestimmung wärmetechnischer Parameter, wie Material, Stärke, Qualität, Verschleiß und der sich daraus ergebenden U-Werte einzelner Bestandteile der Gebäudehülle, Infiltrationsluftwechsel oder Ausnutzungsgrade, Unregelmäßigkeiten oder Fehler beim Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen und natürlich die Parameter der Nutzung, wie Raumtemperaturen, Lüftungsverhalten oder Heiz- und Nutzungszeiten.

1.2 Methodik der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verwendeten Kostenabgaben sind der Publikation des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung³² entnommen und wurden um einen Inflationsausgleich entsprechend der Angaben des Statistischen Bundesamtes angepasst. Die Kosten unterliegen regionalen und zeitlichen Einflüssen und sind daher nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar. Alle nachfolgend angegebenen Kostenkennwerte sind Nettokosten und nicht an einen bestimmten Mehrwertsteuersatz gebunden. Sie gelten überschlägig für ein mittleres gesamtdeutsches Preisniveau. Die Kosten beinhalten die Ausführung der beschriebenen Leistungen vor Ort durch Fachbetriebe und berücksichtigen die Arbeits- und Materialkosten, die Montage, Aufstellung etc.

Bei umfassenden Arbeiten an der Gebäudehülle fallen in der Regel Gerüstkosten an. Baugerüste werden in der Bauphase oft für mehrere Gewerke bzw. Maßnahmen genutzt und auch separat abgerechnet. Werden Baugerüste für eine einzige Maßnahme gestellt und vorgehalten, sind die Gerüstkosten vollumfänglich den Kosten der Maßnahme zuzuschlagen. In den Kosten nicht berücksichtigt sind die über die energetische Ertüchtigung hinausgehenden Baumaßnahmen, Reparaturen und andere Sanierungsarbeiten.

Tabelle 18: Kostenpauschalen

Gewerk		Kosten (netto)
Gerüstkosten	Eingerüstete Wandfläche 100 m ²	1.151 €
	Eingerüstete Wandfläche 1.000 m ²	8.405 €
	Eingerüstete Wandfläche 3.000 m ²	24.514 €
Außenwanddämmung (WDVS)	Dämmdicke 10 cm	100 €/m ²
	Dämmdicke 12 cm	104 €/m ²

³² „Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften“ vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Mai 2014



	Dämmdicke 16 cm	111 €/m ²
	Dämmdicke 20 cm	119 €/m ²
	Dämmdicke 24 cm	126 €/m ²
Innendämmung Außenwand	Dämmdicke 8 cm	64 €/m ²
Dämmung oberste Geschossdecke	Dämmdicke 12 cm, begehbar	45 €/m ²
	Dämmdicke 12 cm, nicht begehbar	22 €/m ²
	Dämmdicke 14 cm, begehbar	48 €/m ²
	Dämmdicke 14 cm, nicht begehbar	24 €/m ²
	Dämmdicke 16 cm, begehbar	52 €/m ²
	Dämmdicke 16 cm, nicht begehbar	28 €/m ²
	Dämmdicke 24 cm nicht begehbar	29 €/m ²
	Dämmdicke 20 cm, begehbar	59 €/m ²
	Dämmdicke 31 cm, nicht begehbar	33 €/m ²
Dachdämmung von innen	Dämmdicke 10 cm	42 €/m ²
	Dämmdicke 12 cm	46 €/m ²
	Dämmdicke 14 cm	49 €/m ²
	Dämmdicke 16 cm	55 €/m ²
Dachdämmung mit Erneuerung der Dachhaut	Dämmdicke 10 cm	151 €/m ²
	Dämmdicke 14 cm	153 €/m ²
	Dämmdicke 20 cm	162 €/m ²
Dämmung der Kellerdecke	Dämmdicke 6 cm	59 €/m ²
	Dämmdicke 10 cm	67 €/m ²
	Dämmdicke 12 cm	71 €/m ²
Dämmung des Kellerfußbodens	Von oben	122 €/m ²
Fenster Einbau, Größe 0,7 m ²	Kunststofffenster 1,3	235 €
	Holz/Alufenster 1,3	400 €
	Kunststofffenster 1,1	268 €
	Holz/Alufenster 1,1	449 €
Fenster Einbau, Größe 1,2 m ²	Kunststofffenster 1,3	353 €
	Holz/Alufenster 1,3	578 €
	Kunststofffenster 1,1	402 €
	Holz/Alufenster 1,1	649 €
Fenster Einbau, Größe 1,8 m ²	Kunststofffenster 1,3	485 €
	Holz/Alufenster 1,3	770 €
	Kunststofffenster 1,1	552 €
	Holz/Alufenster 1,1	865 €
Fenster Einbau, Größe 3,0 m ²	Kunststofffenster 1,3	734 €
	Holz/Alufenster 1,3	1.124 €
	Kunststofffenster 1,1	834 €
	Holz/Alufenster 1,1	1.260 €
Technik		
Austausch des alten Heizkessels durch einen Gas-Brennwertkessel (inkl. Demontage)	Leistung 10 kW	5.410 €
	Leistung 50 kW	9.850 €
	Leistung 100 kW	15.400 €
Einbau solarthermischer Anlagen	Fläche 5 m ²	6.600 €
	Fläche 7 m ²	9.000 €
	Fläche 14 m ²	17.400 €
Einbau einzelner Plattenheizkörper	Leistung 0,5 kW	141 €
	Leistung 1,2 kW	197 €
	Leistung 2,0 kW	262 €



2. Übersicht der Gebäude im Baustein 2

Die Daten und Ergebnisse aus den Berechnungen für die einzelnen Objekte werden auf den folgenden Seiten dargestellt.

Die Übersichtsblätter unterteilen sich in

- Identifikationsdaten des Gebäudes einschließlich eventueller Besonderheiten,
- Angaben zu den Konstruktionen der einzelnen Bauteile sowie der versorgungstechnischen Anlagen für Heizung, Warmwasser, Raumluftechnik und Beleuchtung, wie sie sich aus den Begehungen und den vorhandenen Unterlagen zum Zeitpunkt ihrer Erfassung ergeben haben,
- die Ergebnisse aus der Energiebilanzberechnungen in Anlehnung an die DIN 18599³³ für End-, und Primärenergie, die CO₂ Emissionen sowie die Verbrauchskosten,
- Investive und nicht-investive Maßnahmenvorschläge inklusive einer Grobschätzung der Investitionskosten,
- Bewertung der Möglichkeiten zur Nutzung der Dachflächen für PV- oder Solarthermieranlagen.

Zu den untersuchten Gebäuden zählen auch Gebäude, welche unter Denkmalschutz stehen. Diese Gebäude weisen eine erhaltenswerte Bausubstanz auf und haben durch die Verwendung spezieller Baumaterialien besondere Anforderungen an die Bauphysik. Auch für diese Gebäude sind in der Gebäudebewertung bauliche Modernisierungsmaßnahmen empfohlen. An historische Gebäude sind im KfW Programm „Effizienzhaus Denkmal“ geringere Effizienzanforderungen gestellt, um die Förderung zu erhalten, da man durch die speziellen Vorgaben an diese Gebäude bei Dämmmaßnahmen stark eingeschränkt ist. Bei der Planung einer Sanierung ist jedoch jedes Gebäude in einem konkreten Konzept zu untersuchen, ob sich dieses für die empfohlenen Maßnahmen bauphysikalisch eignet.

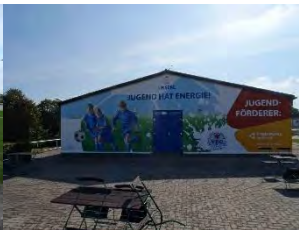
Anmerkung zur Innendämmung von Außenwänden:

Die Thematik der Innendämmung, besonders für historische Gebäude, die in ihrer Außenhülle nicht verändert werden dürfen, erhält in der Diskussion über Energieeffizienz eine immer größere Bedeutung. Wird eine Außenwand von innen gedämmt, so ergeben sich Tauwasserniederschläge innerhalb des Bauteils. Diese können z.B. bei Holzbalkendecken, die in die Außenwand eintragen, zu Feuchtigkeitsschäden führen. Um dies zu verhindern ist eine sorgfältige Auswahl der Dämmkonstruktion und der jeweiligen Materialien unumgänglich. Man unterscheidet hier u.a. zwei Varianten:

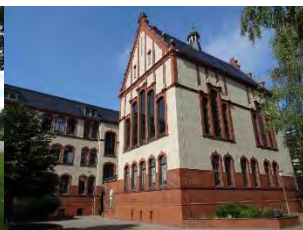
- Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/m *K. Diese sind hoch kapillaraktiv, d.h. die sich ansammelnde Feuchtigkeit trocknet zum erwärmten Innenraum aus, wenn die Beschichtung darüber dampfdiffusionsoffen gestaltet ist.
- Eine weitere Variante stellen alle mineralischen oder pflanzlichen Dämmungen dar, wenn diese dampfdicht mittels einer Folie zum Innenraum getrennt sind. Diese Alternative hat sich in der Praxis als sehr schadensanfällig erwiesen.

Daher sollte jede Konstruktion genauestens auf ihre bauphysikalischen Besonderheiten untersucht werden.

³³ DIN 18599 (2012) – Energetische Bewertung von Gebäuden, Beuth Verlag Berlin



Gebäudesteckbriefe



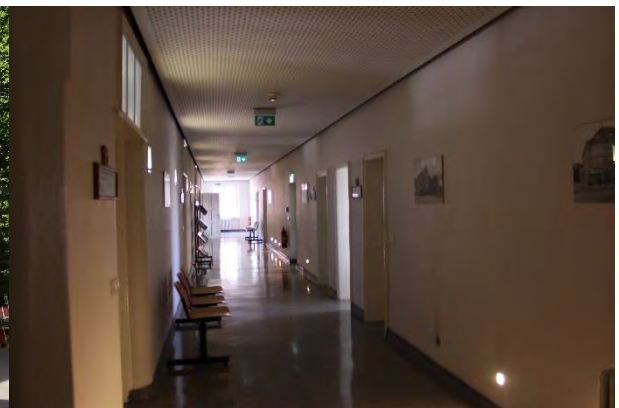


Liegenschaft Rathaus 1

Gebäudedaten

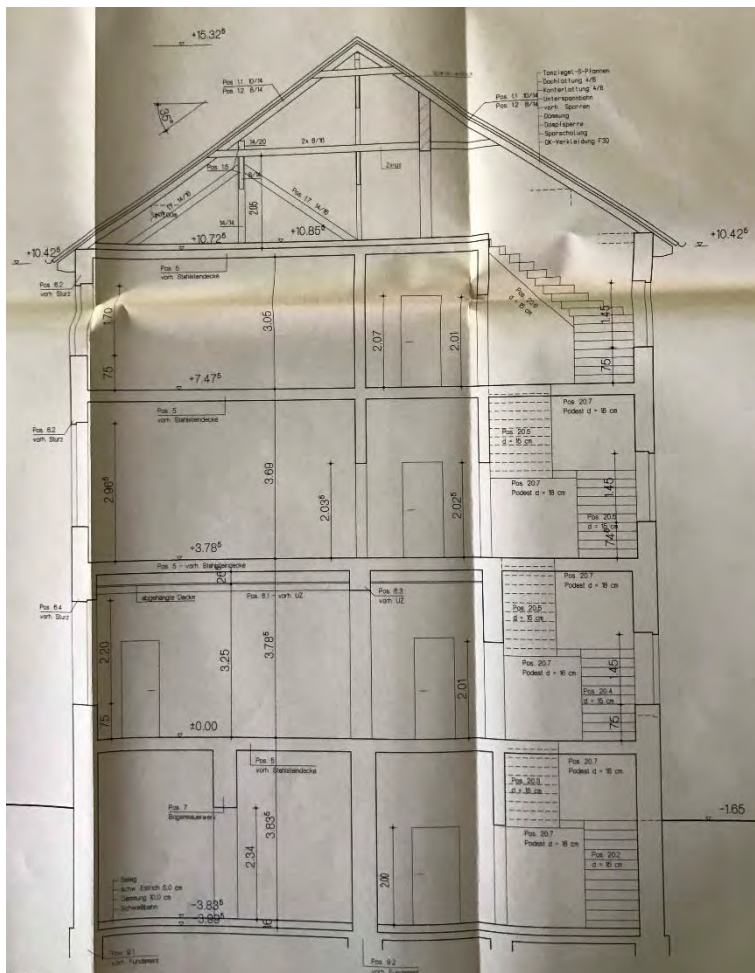
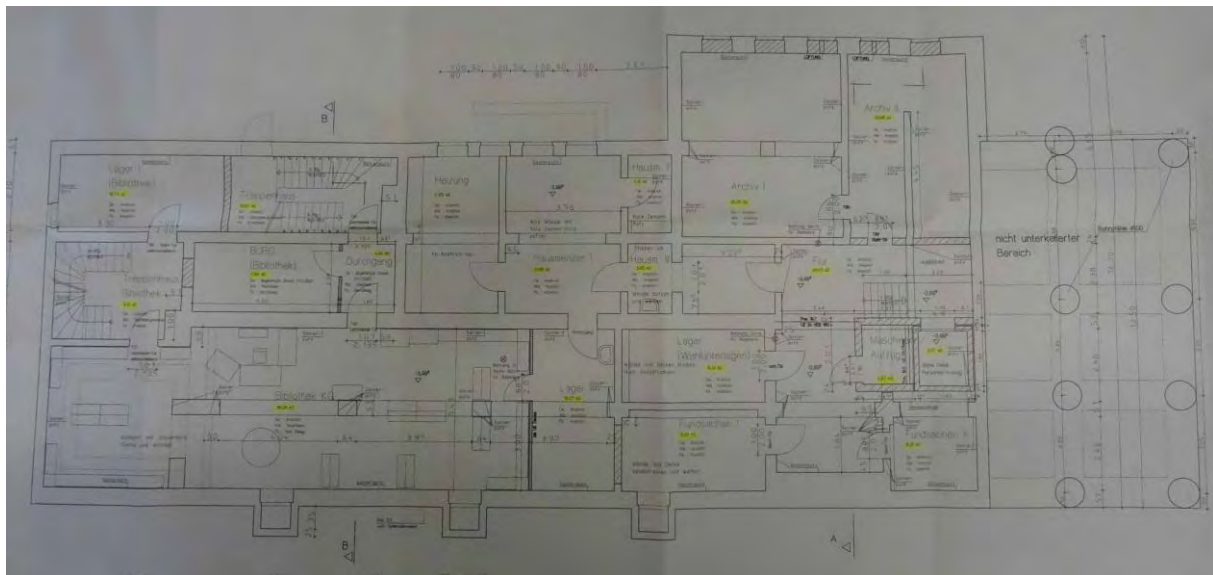
Anschrift	Markt 3, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Verwaltung, normale technische Ausstattung
BWZ (VDI)	131000
Bruttogeschossfläche	2.031,83 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	1.614,37 m ²
Thermische Hüllfläche	2.392,9 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	5.221,5 m ³
Baujahr	1952/53, erweitert und saniert 1999
Anzahl der Geschosse	5 Geschosse (KG, EG, 1.OG, 2.OG, DG)
Besondere Hinweise	Im Kellergeschoss des Gebäudes befindet sich die Stadtbibliothek, deren Stromverbrauch über einen separaten Zähler erfasst wird. Zudem befindet sich im Erdgeschoss die Anklam Information und ein öffentliches WC, deren Abrechnung proportional entsprechend den Flächenanteilen abgerechnet werden.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom (Verwaltung) • Zählernummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	1126100052290503 DE70017717389TS0000000000001268556 77.955 kWh 61,14 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 20.794 €
Strom (Stadtbibliothek) • Zählernummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	1126100052290504 DE70017717389TG0000000000001276657 6.978 kWh 20,56 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 1.943 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694436 7075090026134370 217.161 kWh 134,52 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 14.373,50 €

Bilddokumentation Gebäudehülle





Übersicht Gebäudegeometrie

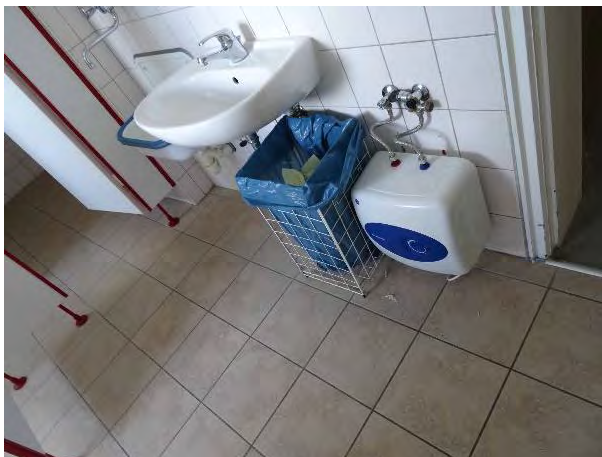




Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist unterkellert. Im Keller befindet sich die Stadtbibliothek sowie Lagerräume. Der Kellerboden grenzt gegen das Erdreich an: Konstruktion: 16 cm Stahlbeton, Bitumenmembran, 10 cm Dämmung (Polystyrol), 5 cm Zementestrich	0,416
Außenwand unterer Gebäudeabschluss	Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus verputztem Vollziegelmauerwerk mit unterschiedlichen Mauerstärken 40 cm / 51 cm / 60 cm	Unterirdisch 1,130 - 1,598 Oberirdisch 1,081 - 1,502
Außenwand Fassade	Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus verputztem Mauerwerk mit unterschiedlichen Mauerstärken 40 cm / 51 cm. Die Fassade befindet sich in einem baulich guten Zustand. Sie verfügt über keine Wärmedämmung.	1,069 - 1,453
Fenster	Im Gebäude befinden sich Fenster unterschiedlicher Konstruktionstypen, Alters und energetischer Qualität: • Kunststofffenster, 2 Fach-Verglasung (Baujahr 1999 - Baualtersklasse ab 1995) • Holzfenster, einfach verglast (Baualtersklasse bis 1978) • Holzfenster, 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1999, Baualtersklasse ab 1995) • Holzkastenfenster, 2-Fach-Verglasung (Baualtersklasse 1984 -1994)	1,9 5,0 1,6 2,7
Eingangstür	Holztür mit Glaseinsatz einfach verglast (pauschale U-Wert-Ermittlung)	2,9
oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum	Dachbodenbereich nur teilweise ausgebaut und genutzt. Oberste Geschossdecke (Dachraum), Konstruktion: Holzbalkendecke (Bauzeitraum 1949-1968) mit 10 cm Mineralwolldämmung (Klemmfilz) Oberste Geschossdecke (Abstellraum), Konstruktion Holzbalkendecke (Bauzeitraum 1949-1968) ohne Dämmung. Dach: Walmdach mit Ziegeln eingedeckt.	0,296 0,780

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gas-Spezialkessel Buderus G 324 L Lownox, Baujahr 1993, Leistung 128 kW, Auslegungstemperatur 70/55 °C Heizungsregelung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Leitungen im Heizraum isoliert, mit Lücken im Bereich der Ventile, Anschlüsse und Absperrarmaturen Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über überwiegend Plattenheizkörper sowie einzelne Rippenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate) Zwei Heizkreise sowie ein Unterheizkreis für die Fußbodenheizung im Bereich des öffentlichen WC Hocheffizienzumwälzpumpen mit Dämmschalen (Typ: Wilo Stratos)
Warmwassersystem	Dezentral, elektr. Untertischboiler für TWW-Bereitung in Toiletten und Teeküchen (2 kW, Speicher 5 l)
Beleuchtung	Diverse Leuchtmittel unterschiedlicher Typen und Leuchtstärken: vorrangig (Büroräume, Sanitär) stabförmige Leuchtstofflampen (58 W, T8), Kompakte Leuchtstofflampen (Energiesparlampen, 11 W, 13 W, 18 W, 26 W) oder LED-Lampen (Fluchtwege) sowie Halogenlampen (Flure) mit (38 W, 75 W, 100 W). Steuerung über Kippschalter, im seitlichen Treppenhaus mit Tageslichtsensorik.
RLT (Lüftungstechnik)	Kein Lüftungssystem, Be- und Entlüftung über Fenster Klimatisierung der 2 Serverräume sowie für zwei Büroräume (Sitzungssaal, Büro des Bürgermeisters) mit unterschiedlichen Anlagentypen (Vaillant V 11-050 HWO (Leistungsaufnahme 1.500-1.680), CIAT Stella 1221 C2D (Leistungsaufnahme 1.280 W), CIAT Stella 28 C2K (Leistungsaufnahme 1.250-3.200 W), CIAT Stella 21 C2K (Leistungsaufnahme 980-2.150 W)

Zustandsbeschreibung

Das Gebäude wurde 1953 in traditioneller Bauweise als Rathaus errichtet, steht unter Denkmalschutz und verfügt über fünf Geschosse. Es ist unterkellert und hat ein mit Ziegeln eingedecktes nicht ausgebautes Satteldach. 1999 wurde es an der Ostseite durch einen nicht unterkellerten Anbau erweitert und umfassend saniert. In diesem Zusammenhang wurde der untere und obere Gebäudeabschluss energetisch ertüchtigt. Die obere Geschossdecke ist im Dachbodenbereich mit 10 cm Mineralwolle gedämmt, der untere Gebäudeabschluss verfügt über eine 10 cm Polystyrol-Dämmung. Für diese Bauteile besteht somit kein Handlungsbedarf. Die Fassade des Gebäudes wurde bis jetzt lediglich optisch saniert. Hier kann aus energetischer Sicht ein relevantes Effizienzpotenzial festgestellt werden. Ein Teil der Fenster wurde modernisiert. Zahlreiche Fenster blieben jedoch weiterhin im ursprünglichen Zustand. In den Toiletten, Teeküchen und dem zentralen Treppenhaus



sind nur einfach verglaste Fenster vorhanden. Im Gebäude sind zudem auch ältere Kastenfenster vertreten. Da diese Fenster nichtmehr dem Stand der Technik entsprechen, ist hier ein erhöhter Handlungsbedarf und Effizienzreserven vorhanden. Im Objekt befindet sich ein Fahrstuhl sowie eine umfangreiche Servertechnik. Einzelne Räume des Gebäudes – Büro des Bürgermeisters, Sitzungssaal, Serverräume – sind klimatisiert. Die Belüftung erfolgt manuell über Fenster. Im Kellergeschoss befindet sich die Stadtbibliothek, im Erdgeschoss sind zudem die Anklam Information sowie ein öffentliches WC situiert. Das Gebäude weist einen gegenüber Benchmarks deutlich erhöhten Stromverbrauch auf, der zum Teil auf die Serveranlagen und die Klimatisierung zurückgeführt werden kann.

Eventuelle Mängel wurden nur optisch zur Kenntnis genommen. Das Gebäude befindet sich insgesamt in einem guten Zustand. Im Kellergeschoss sind an einzelnen Stellen Putzmängel erkennbar, diese haben jedoch keine Auswirkungen auf den energetischen Zustand des Objektes. Die Gebäudetechnik befindet sich augenscheinlich in einem guten Zustand. Die Kesselanlage wird regelmäßig gewartet.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	203.846,63	126,27
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	336.071,97	208,18
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	334.343,75	207,10
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	217.161	134,52

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten).
- Energieverbrauchsanalyse durch exakte Verbrauchsmessungen einzelner stromverbrauchender Geräte zur Identifizierung der Verbrauchsanteile (das Gebäude weist aktuell einen gegenüber Vergleichswerten deutliche überhöhten Verbrauch auf, der aus Sicht der Autoren nur partiell durch die Klimatisierung und Servertechnik erklärt werden kann. Sollte die Klimatisierung tatsächlich der Hauptverursacher des Mehrverbrauches sein, sollten für deren Nutzung möglichst präzise Regeln und Hinweise aufgestellt werden).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für Bereiche die separat abgerechnet werden. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung und Abrechnung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume und Gebäudezonen ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).



- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich), ggf. ergänzt durch den Einbau einer separaten Regelung für jeden Heizkreis. Letzteres ermöglicht eine genauere Heizungsregelung.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Einbau von für den konkreten Bereich passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche. Für einzelne Heizkörper (Sanitärräume, Flure, Treppenhäuser) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern geeignet.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs (es wurde eine unterschiedliche Wärmeabgabe einzelner Heizkörper bei gleicher Einstellung der Thermostate beobachtet).
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- Austausch der Halogenbeleuchtung in einzelnen Fluren (Dauerbetrieb) und der Bibliothek durch LED. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. In einzelnen Räumen wird der Einsatz von Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung empfohlen. In den Sanitärräumen wiederum der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung.
- Ersatz der noch vorhandenen einfach verglasten Fenster sowie älterer Kastenfenster durch moderne effiziente Fenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch Holzfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt)
- Prüfen der Möglichkeit zum Aufbringen einer Innendämmung auf die Fassadeninnenwände (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 dargestellt)
- Dämmung der noch fehlenden Bereiche der obersten Geschossdecke (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 160 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt)
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, als Vorstufe kann eine Zonenregelung per Funk eingebaut werden (Nachrüstung der Heizkörper mit entsprechenden Thermostaten erforderlich)
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit ist eine Modernisierung des aufgrund des Betriebsalters bereits abgängigen Wärmeerzeugers nicht notwendig.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Nord-Süd-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Einschränkungen stellen hier der Denkmalstatus des Gebäudes sowie entsprechende Bestimmungen der Gestaltungssatzung der Hansestadt für den Altstadtbereich dar. Aufgrund des hohen Stromverbrauches insbesondere auch im Tagesverlauf (d.h. in Zeiten mit hoher Strahlungsintensität) empfiehlt sich grundsätzlich die Installation und Nutzung einer Photovoltaik-Anlage.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard



für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Innendämmung 8 cm	Maßnahme 2 3-Fach-Fenster	Maßnahme 3 Aufdämmen OG 16 cm	Summe alle	Summe 1 und 2
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	336.072	228.193	266.604	329.511	152.087	158.813
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	208,17	141,35	165,14	204,11	94,21	98,37
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	334.344	227.019	265.233	327.816	151.305	157.997
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	207,10	140,62	164,29	203,06	93,72	97,87
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	23.809 €	16.166 €	18.888 €	23.344 €	10.775 €	11.251 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	82.747	56.185	65.643	81.132	37.447	39.103
Investitionen, brutto		78.005 €	105.972 €	28.456 €	212.433 €	183.977 €
Max. Heizleistung [kW]	105,1	76,9	82,8	103,5	52,9	54,6
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	1,09	0,722	0,799	1,069	0,409	0,431
Bewertung						
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		107.879	69.468	6.561	183.985	177.259
Einsparung Kosten, brutto		7.643 €	4.921 €	465 €	13.034 €	12.558 €
Amortisation [Jahre]		10,21	21,53	61,22	16,30	14,65
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		26.562	17.104	1.616	45.300	43.644
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,34	0,16	0,06	0,23	0,25
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		1,38	0,66	0,23	0,92	1,03
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,10 €	0,05 €	0,02 €	0,06 €	0,07 €
Priorität		Mittel	Hoch/Gering ³⁴	Gering		
Einfluss Stadtwärme						
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	42.628	28.944	33.817	41.796	19.291	20.144
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	40.119	27.241	31.826	39.336	18.156	18.959

³⁴ Einfachverglaste Fenster – Hoch, bereits vorhandene 2-Scheiben-Fenster mit Isolierverglasung – Gering



Liegenschaft Rathaus 2

Gebäudedaten

Anschrift	Burgstraße 15, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Verwaltung, normale technische Ausstattung
BWZ (VDI)	131000
Bruttogeschossfläche	1.814,8 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	1.235,1 m ²
Thermische Hüllfläche	1.798,6 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	4.251,1 m ³
Baujahr	1781, saniert 1996
Anzahl der Geschosse	3 Vollgeschosse (teilunterkellert, EG, 1.OG, DG)
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom	
• Zählnummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	1 ISK00 6409 1021 (Meßwandlerzähler) DE00100017389TS0000000000001516970 37.640 kWh 30,48 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 10.124,11 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger • Zählpunkt • Zählnummer • Heizenergieverbrauch Baseline (witterungsbereinigt) • spezifischer. Heizenergieverbrauch • Heizenergie Kosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694506 7075 1200 2966 7335 168.658 kWh 136,56 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 11.140,00 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Architectural floor plan of a building, likely a school or office, showing various rooms and their dimensions. The plan includes a central staircase area labeled "TREPPENHAUS" and "Haupt-Eingang". Rooms are labeled with their function and dimensions, such as "2 SACHBEARBEITER 14,50 x 11,00" and "1 SACHBEARBEITER 14,45 x 11,00". The plan also shows a "Küche" (kitchen) and a "Flur" (corridor). The drawing is a detailed technical sketch with dimensions and room labels.

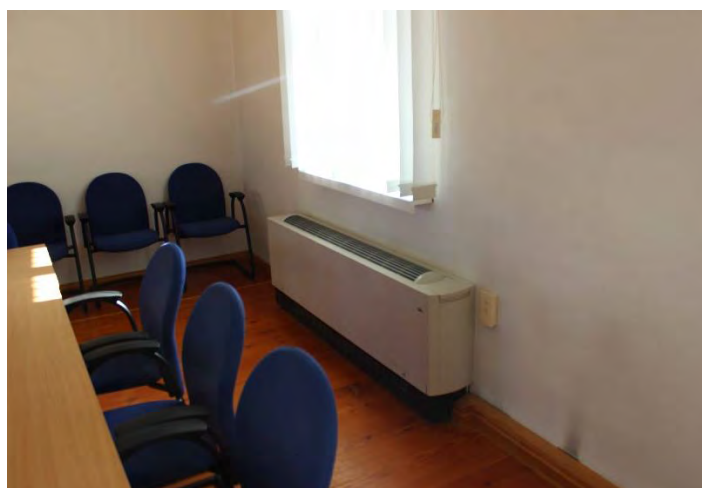


Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss/Keller	Das Gebäude ist unterkellert (Kellergewölbe). Kellerdecke nach unten zum unbeheizten Keller, pauschale Ermittlung, Kellerdecke als Ziegelkonstruktion	1,012
Außenwand	Massivbauweise, verputztes Vollziegelmauerwerk, Gesamtwandstärke 59 cm	1,114
Fenster	Im Gebäude kommen verschiedene Fenstertypen vor: Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1995/1996, Baualtersklasse ab 1995)	1,9
	Holzfenster, 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1995/1996, Baualtersklasse ab 1995)	1,6
Eingangstür	Massive Holztür mit Oberlicht, Einfachverglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,9
Dachgeschoss	Satteldach mit Ziegeleindeckung. Dach-Holzkonstruktion mit 12 cm Zwischendämmung und Tonziegelabdeckung	0,360
	Oberste Geschossdecke zum Kaltdach, Holzbalkendecke mit 12 cm Mineralwoll-Aufdämmung.	0,263

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	2 x Brennwert-Gasheizkessel Buderus Logamax plus GB 112-43 G20, Leistung 11,8-39,3 kW, Baujahr 1997 sowie 2014, Auslegungstemperatur 70/55 °C Buderus-Ecomatic Steuerung, Heizungsregelung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Leitungen im Heizraum isoliert, mit Lücken im Bereich der Ventile, Anschlüsse und Absperrarmaturen



	Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über überwiegend Plattenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate). Im Sitzungsraum befindet sich ein Heizlüfter (ähnliche Anlagen in den Fluren sind stillgelegt). Zwei Heizkreise (Nord, Süd) Elektronisch geregelte Umwälzpumpe ohne mit Dämmschale (Typ: Grundfos UPS)
Warmwassersystem	Dezentral, elektr. Untertischboiler für TWW-Bereitung in Toiletten und Teeküchen (2 kW, Speicher 5 l)
Beleuchtung	Diverse Leuchtmittel unterschiedlicher Typen und Leuchtstärken: vorrangig stabförmige Leuchtstofflampen (Büroräume, Sanitär) (58 W, T8), kompakte Leuchtstofflampen (Energiesparlampen 13 W, 18 W, 26 W) sowie wenige Halogenspots (Sitzungsraum). Steuerung über Kippschalter. Die Beleuchtung im Sitzungsraum verfügt über eine Dimmfunktion.
RLT (Lüftungstechnik)	Kein Lüftungssystem, Be- und Entlüftung über Fenster Serverraum ist klimatisiert.

Zustandsbeschreibung

Das Gebäude wurde im Jahr 1781 erbaut und befindet sich unter Denkmalschutz. Im Jahr 1996 erfolgten umfangreiche Umbau- und Modernisierungsarbeiten. Diese dienten auch einer funktionalen Umgestaltung des Gebäudes für Verwaltungszwecke. Das Objekt ist Teilunterkellert. Der Kellerbereich (Gewölbe) ist ungenutzt. Die Kellerdecke ist nicht gedämmt und weist somit aus energetisches Sicht Effizienzsteigerungspotenziale auf. Als problematisch ist hier die hohe Feuchtigkeit im Kellerbereich einzustufen. Das Dachgeschoss ist ausgebaut. Über dem Dachgeschoss befindet sich ein unbeheizter Spitzbodenbereich. Die oberste Geschossdecke ist mit Mineralwolle gedämmt (mind. 10 cm) und weist somit gute Dämmwerte auf. Alle Fenster wurden im Zuge der Sanierungsarbeiten erneuert und überwiegend durch Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung ausgestattet. Der Fensterzustand ist gepflegt, so dass der Handlungsbedarf gering ist. Zu beachten ist hier die regelmäßige Pflege der Holzfenster inkl. der Neujustierung und Behandlung der Dichtungen. Die Gebäudefassade wurde lediglich optisch ertüchtigt. Aufgrund des massiven Mauerwerks ist eine gute Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers gegeben. Durch eine zusätzliche Dämmung könnte diese jedoch weiter verbessert werden. Vor diesem Hintergrund kann für die Fassade ein relevantes Effizienzpotenzial erkannt werden. Das Gebäude verfügt über einen Aufzug, im Kellerbereich befindet sich ein Brunnen/Pumpenschacht, der in Abhängigkeit vom Grundwasserstand abgepumpt wird.

Bereits wenige Jahre nach der Instandsetzung wurden am Gebäude diverse Mängel festgestellt (u.a. Risse am Außenputz, Ablösungen und Ausblühungen im Sockelbereich, offene Anschlussfugen im Bereich der Fenster, Feuchtigkeitsschäden im Keller usw.). Im Jahr 2009 erfolgte die Instandsetzung des Putzes, die Abdichtung der Fensteranschlussfugen und die horizontale Abdichtung am Außenmauerwerk. Im Rahmen der Begehungen wurden im Kellerbereich weiterhin Feuchtigkeitsschäden beobachtet, die auf den hohen Grundwasserstand zurückzuführen sind.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.



	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	132.777,8	107,51
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	192.792,3	156,10
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	192.743,9	256,06
Endenergieverbrauch (mittel, witterungsbereinigt)	168.658	136,56

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (z.B. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Schaltungen).
- Energieverbrauchsanalyse durch exakte Verbrauchsmessungen einzelner stromverbrauchender Geräte zur Identifizierung der Verbrauchsanteile (das Gebäude weist aktuell einen gegenüber Vergleichswerten deutlich überhöhten Stromverbrauch auf, der im Rahmen der Begehung und Besprechungen nicht plausibilisiert werden konnte).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume und Gebäudezonen ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktion der Thermostate).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich).
- Kontinuierliche Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Einbau von für den konkreten Bereich passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche. Für einzelne Heizkörper (Sanitärräume, Flure, Treppenhäuser) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern geeignet.
- Austausch bestehender Umwälzpumpen durch Hocheffizienzpumpen.
- Ausbesserung der Wärmedämmung des Leitungssystems in der Heizzentrale.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- Austausch der wenigen vorhandenen Halogenleuchten durch LED. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. In einzelnen Bereichen (z.B. Flure) wird der Einsatz von Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung (Dimmung) empfohlen, in den Sanitärräumen wiederum der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung.
- Die Fenster befinden sich in einem augenscheinlich guten Zustand und erfordern in den kommenden Jahren auch aufgrund ihres noch geringen Alters keine Erneuerung (in der



anschließenden Berechnung wird das Beispiel Holzfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt).

- Prüfen der Möglichkeit zum Aufbringen einer Innendämmung auf die Innenwände (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 dargestellt).
- Die oberste Geschossdecke ist bereits gedämmt und weist somit eine bereits energetisch gute Qualität mit geringem Handlungsbedarf auf. Die Stärke der vorhandenen Dämmung ist im Vergleich zu den aktuellen Standards gering (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel der Verstärkung der Dämmung durch zusätzliche 160 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).
- Die Kellerdecke ist nicht gedämmt und weist somit aus energetisches Sicht Effizienzsteigerungspotenziale auf. Im Rahmen der anschließenden Berechnung wird die Auswirkung einer Kellerdeckendämmung 120 mm WLG 035 auf den Wärmebedarf geprüft.
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, als Vorstufe kann eine Zonenregelung per Funk eingebaut werden (Nachrüstung der Heizkörper mit entsprechenden Thermostaten erforderlich)
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit ist eine Modernisierung des Wärmeerzeugers nicht notwendig.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Ost-West-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Einschränkungen stellen hier der Denkmalstatus des Gebäudes sowie entsprechende Bestimmungen der Gestaltungssatzung der Hansestadt für den Altstadtbereich dar. Aufgrund des hohen Stromverbrauches insbesondere auch im Tagesverlauf (d.h. in Zeiten mit hoher Strahlungsintensität) empfiehlt sich grundsätzlich die Installation und Nutzung einer Photovoltaik-Anlage.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



	Ausgangsfall	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Summe alle	Summe 1 und 2
		12 cm Kellerdecke	8 cm Innendämmung	3-Fach-Fenster	16 cm Aufdämmen OG		
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	192.792	177.687	118.808	186.021	188.902,00	92.994,40	103.650,47
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	156,09	143,86	96,19	150,61	152,94	75,29	83,92
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	192.744	177.642	118.778	185.975	188.855	92.971	103.624
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	156,06	143,83	96,17	150,57	152,91	75,27	83,90
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	14.267 €	13.149 €	8.792 €	13.766 €	13.979 €	6.882 €	7.670 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	47.766	44.024	29.436	46.089	46.802	23.040	25.680
Investitionen, brutto		21.184 €	64.031 €	74.501 €	24.019 €	183.735 €	85.214 €
Max. Heizleistung [kW]	68,5	64,2	46,5	65	67,4	37,4	42,20
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,935	0,859	0,522	0,874	0,915	0,395	0,446
Bewertung							
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		15.106	73.984	6.771	3.890	99.798	89.142
Einsparung Kosten, brutto		1.118 €	5.475 €	501 €	288 €	7.385 €	6.597 €
Amortisation [Jahre]		18,95	11,70	148,69	83,43	24,88	12,92
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		3.743	18.330	1.678	964	24.726	22.086
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,18	0,29	0,02	0,04	0,13	0,26
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,71	1,16	0,09	0,16	0,54	1,05
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,05 €	0,09 €	0,01 €	0,01 €	0,04 €	0,08 €
Priorität		Gering	Mittel	Gering	Gering		
Einfluss Stadtwärme							
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	24.891	22.941	15.339	24.017	24.389	12.006	13.382
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	22.875	21.083	14.097	22.072	22.414	11.034	12.298



Liegenschaft Rathaus 3 – Gotisches Giebelhaus

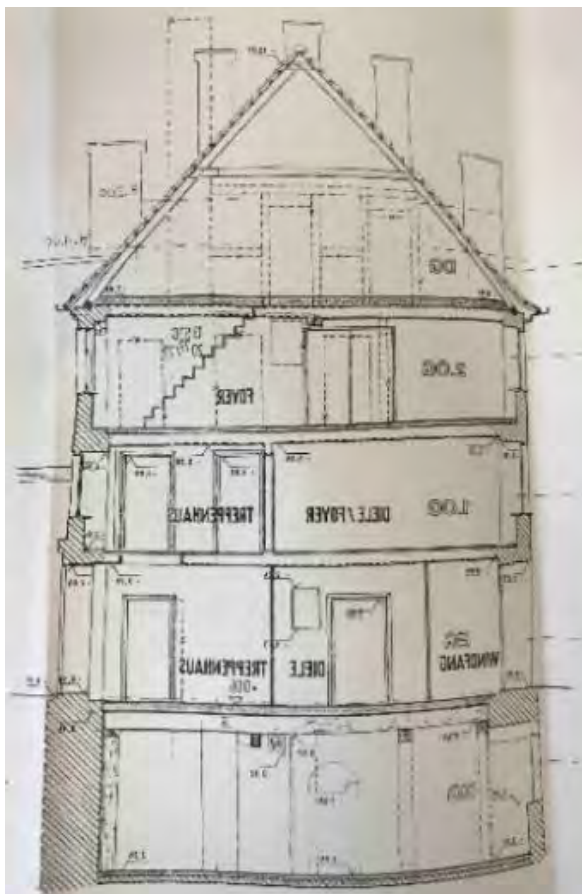
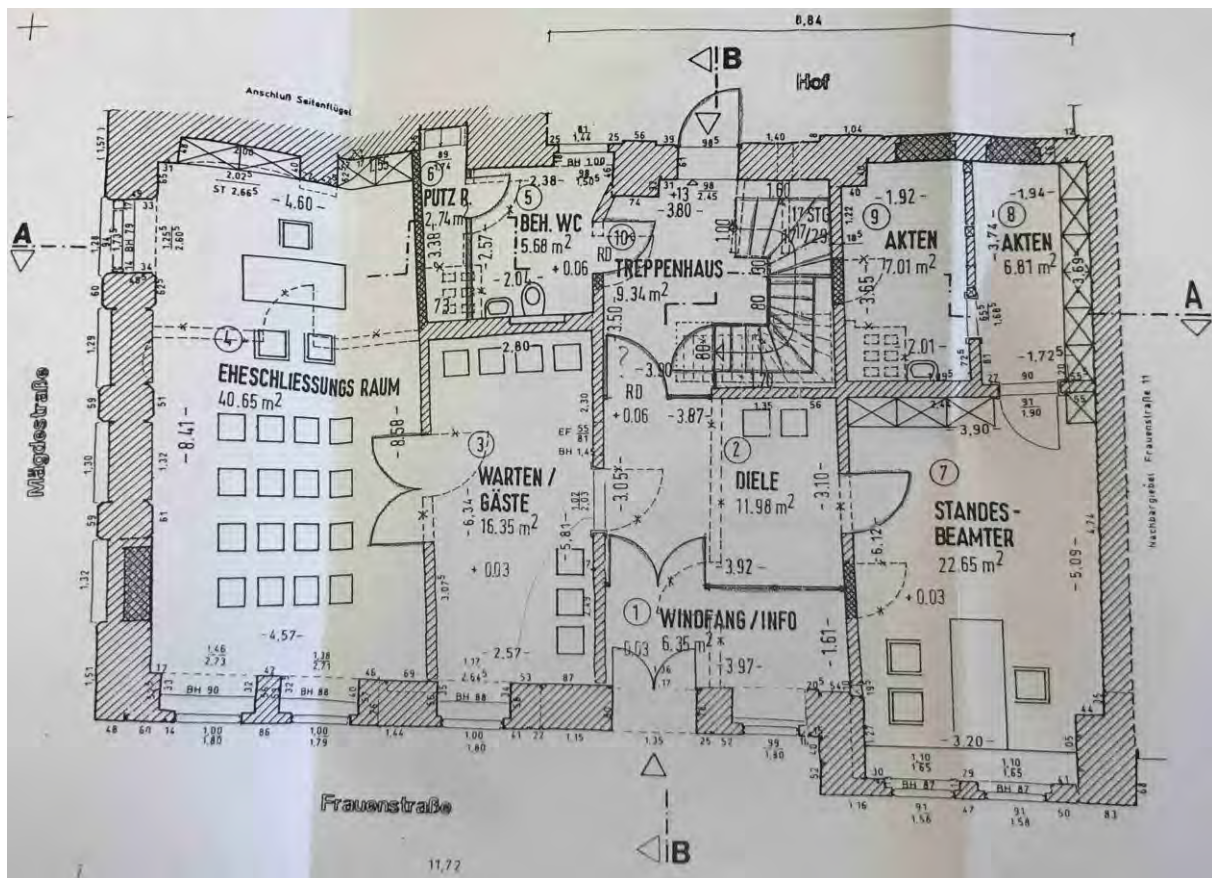
Gebäudedaten

Anschrift	Frauenstraße 12, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Verwaltung normale technische Ausstattung, Standesamt
BWZ (VDI)	131000
Bruttogeschossfläche	ca. 730 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	378,7 m ²
Thermische Hüllfläche	826,6 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.185,2 m ³
Baujahr	1406, saniert 1997
Anzahl der Geschosse	5 Geschosse (KG, EG, 1.OG, 2.OG, DG)
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • Stromverbrauch spezifisch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001706755 7000 1201 28 (Drehstromzähler) 8.836 kWh 23,33 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 2.451,45 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (witterungsbereinigt) • Heizenergieverbrauch spezifisch • Heizenergie Kosten 2011-14 (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694107 7075 1100 2877 1850 59.467 kWh 157,02 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.069,55 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie





Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Kellerdecke nach unten zum unbeheizten Keller (pauschale U-Wert- Ermittlung)	1,600
Außenwand	Massivbauweise, unverputztes Sichtmauerwerk aus Ziegeln, variable Wandstärke (pauschale U-Wert Ermittlung für Massivwände aus Vollziegeln mit über 30 cm Wandstärke)	1,257-1,418
Außentüren	Holztür mit Oberlicht, 2-Fach-Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude kommen in Abhängigkeit von der Ausrichtung zwei Fenstertypen vor: Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung, Baujahr 1997 (Baualtersklasse ab 1995), Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1997) mit vorgesetztem Holzfenster mit einfacher Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,600
oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum	Das Objekt verfügt über ein Satteldach mit Dachziegeleindeckung auf Holzbalkenkonstruktion. Oberste Geschossdecke zum unbeheizten Spitzboden Holzkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung).	1,000

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gas-Brennwertkessel Fa. Buderus GB 112 43/W, Heizleistung 11,8-39,3 kW, Baujahr 1997, Grundausslegung 70/55 °C, Buderus Steuerung ECOMATIC 4000, Heizungsregelung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler, programmierbare Wochentage, Heizzeiten Leitungen im Heizraum isoliert, mit Lücken im Bereich der Ventile, Anschlüsse, Pumpen Verteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper sowie moderne Rippenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern sowie Lüftung mit Heizfunktion im Sitzungsaal Zwei Heizkreise mit separater bedarfsabhängiger Regelung, eine Hocheffizienzwälzpumpe mit Dämmschale (Typ Buderus BUE Plus 25/1-6) sowie eine elektronisch geregelte Umwälzpumpe ohne Dämmschale (Typ Grundfos UPE 25-60)



Warmwassersystem	Dezentrale TWW-Erzeugung über elektr. Untertischboiler Fa. Stiebel Eltron mit 5 Liter Speicher und 2 kW Leistung in Toiletten und Teeküchen
Beleuchtung	Heterogene Leuchtmittel: Stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG (T8, 36/58 W) in Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektor, kompakte Leuchtstofflampen (Energiesparlampen) in Deckenspotleuchten mit Spiegelreflektor, sowie Halogenleuchten
RLT (Lüftungstechnik)	Lüftungsanlage für Sitzungssaal mit Heizfunktion.

Zustandsbeschreibung

Das Gebäude ist denkmalgeschützt und wurde erstmals 1406 erwähnt. Es handelt sich um das älteste erhaltene Bürgerhaus von Anklam. Es verfügt über ein massives Mauerwerk mit divergierenden Wandstärken und ein Satteldach mit Ziegeleindeckung. Im Jahr 1997 wurde die Sanierung des Objektes abgeschlossen. Das Gebäude verfügt über eine Heizungsanlage mit Brennwerttechnik sowie moderne Holzfenster mit 2-Fach-Isoliertverglasung. Straßenseitig sind diesen noch einfach verglaste Holzfenster vorgesetzt. Der Fensterzustand kann als gut bezeichnet werden, sodass für diesen Bereich auch aufgrund des noch geringen Alters der Fenster kein unmittelbarer Handlungsbedarf besteht. Die Fassade aus Sichtmauerwerk wurde nicht weiter energetisch ertüchtigt. Hier kann durch das Anbringen einer Innendämmung relevantes Effizienzpotenzial erkannt werden. Die oberste Geschossdecke zum Spitzdach ist laut Aussagen mit Mineralwolle isoliert und begehbar. Somit kann für diesen Bereich ein guter energetischer Zustand festgehalten werden. Im EG des Gebäudes ist das Standesamt untergebracht. Im ersten Obergeschoss befinden sich Fraktionsräume der Parteien. Im zweiten Obergeschoss ist ein großer Sitzungssaal für die Stadtvertreterversammlung. Im unbeheizten Spitzdachboden befindet sich die Heizungs- und Lüftungsanlage. Die Lüftungsanlage wird nur im Bedarfsfall betrieben (sehr selten, nach Angaben des Hausmeisters ca. 12 Stunden im Jahr). Das Objekt ist unterkellert. Das Kellergeschoss ist ebenfalls nicht beheizt und wird nicht aktiv genutzt, kann aber besichtigt werden. Hier befinden sich zwei Luftentfeuchtungsanlagen (Fa. Aerial). Die Kellerdecke verfügt über keine Dämmung. Hier kann relevantes Effizienzpotenzial festgestellt werden. Das Gebäude befindet sich in einem guten Zustand. In einzelnen Räumen sind jedoch Rissbildungen im Bereich der Decken zu erkennen.

Im Verlauf der Begehung (22.06. Außentemperaturen über 20 °C) wurde ein warmer Heizkörper im EG (Treppenbereich) beobachtet. Zu überprüfen ist daher die ordnungsgemäße Funktionsweise des Außentemperaturfühlers.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m²*a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	79.129	208,95
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	114.007	301,05
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	113.911	300,79
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	59.467	157,02



Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Überprüfung der korrekten Funktionsweise des Außentemperaturfühlers sowie der Einstellung der Heizperioden.
- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, bedarfsgerechtes Heizen).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Austausch der elektronisch geregelten Umwälzpumpe durch eine Hocheffizienzpumpe mit Dämmschale.
- Behebung eventuell vorhandener Fehlstellungen bei der Dämmung der Lüftungsleitungen.
- Ggf. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Investive Maßnahmen

- Austausch der Halogenbeleuchtung durch LED. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten.
- Der Zustand der Fenster im Objekt ist augenscheinlich als sehr gut einzustufen, sodass in absehbarer Zeit kein Ersatz notwendig ist (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel die Auswirkung des Ersatzes aller Fenster durch Holzfenster mit 3-Fach-Verglasung U_w 0,9 W/(m²K) dargestellt)
- Der massive Baukörper verfügt über eine gute Wärmespeicherfähigkeit, weist jedoch aufgrund fehlender Fassadendämmung relevantes Effizienzpotenzial auf (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung des Anbringens einer Innendämmung – 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 – dargestellt)
- Die Kellerdecke kann prinzipiell zwischen den Balken mit einer Dämmung ausgestattet werden. Dies würde jedoch das Flair des Kellergeschosses zerstören. Aus energetischer Sicht ist diese Maßnahme dennoch sinnvoll.
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, als Vorstufe kann eine Zonenregelung per Funk eingebaut werden (Nachrüstung der Heizkörper mit entsprechenden Thermostaten erforderlich)
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme.

Das Satteldach des Gebäudes ist aufgrund des Denkmalschutzes und der Lage in der Innenstadt nicht für die Nutzung von Photovoltaik geeignet.



Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Summe 1,2
		Innendämmung 8 cm	3-Fach-Fenster	
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	114.007	68.907,40	112.679,90	67.546,34
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	301,05	181,96	297,54	178,36
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	113.911	68.849	112.585	67.489
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	300,79	181,80	297,29	178,21
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	8.592 €	5.193 €	8.492 €	5.091 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	28.225	17.060	27.897	16.723
Investitionen, brutto		31.092 €	25.033 €	56.125 €
Max. Heizleistung [kW]	40,9	28,2	39,8	27,1
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	1,217	0,738	1,174	0,695
Bewertung				
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		45.100	1.327	46.461
Einsparung Kosten, brutto		3.399 €	100 €	3.501 €
Amortisation [Jahre]		9,15	250,25	16,03
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		11.166	329	11.502
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,36	0,01	0,20
Endenergiebedarfsersparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		1,45	0,05	0,83
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,11 €	0,00 €	0,06 €
Priorität		Hoch	Gering	
Einfluss Stadtwärme				
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	14.688	8.878	14.517	8.702
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	13.537	8.182	13.380	8.020



Liegenschaft Museum am Steintor

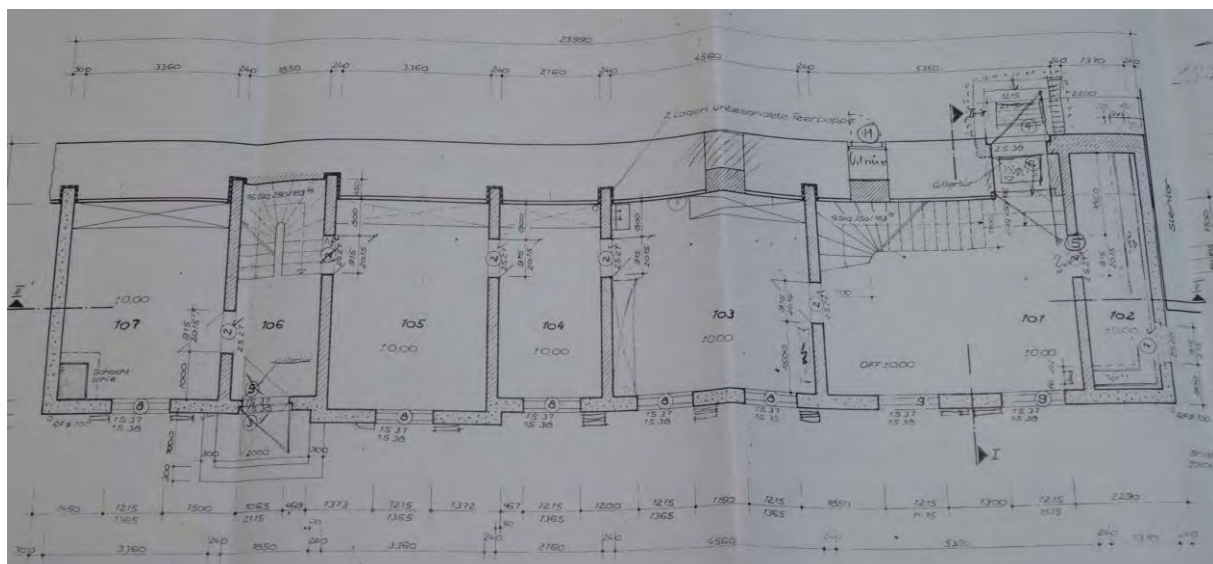
Gebäudedaten

Anschrift	Schulstraße 1, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Museum (Ausstellung, Verwaltung, Archiv)
BWZ (VDI)	912000
Bruttogeschossfläche	288 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	184,20 m ²
Thermische Hüllfläche	530,4 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	721,03 m ³
Baujahr	1989
Anzahl der Geschosse	2 Geschosse (EG, DG)
Besonderheiten	Das Museum besteht aus zwei Einheiten: dem historischen Stadttor und dem Anbau. Deren Verbrauch wird nicht getrennt abgerechnet. Somit beziehen sich die nachstehenden Werte auf die gesamte Liegenschaft.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • Stromverbrauch spezifisch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001319321 1002 0600 5003 9278 (Meßwandlerzähler) 13.541 kWh 31,26 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 2.862,56 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (witterungsbereinigt) • Heizenergieverbrauch spezifisch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Strom DE00100017389TS0000000000001319321 1002 0600 5003 9278 54.543 kWh 125,91 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 10.919,53 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Der Boden gegen Erdreich wird als massive Stahlbetonplatte, mit Estrich angegeben (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,600
Außenwand	verputzte Massivwand aus Gassilikatbeton (im EG 300 mm Gassilikatbetonplatte, im OG Aufbau: 100 mm Gassilikatbeton, 40 mm Mineralwollplatten, 100 mm Gassilikatbeton) sowie Sichtmauerwerk aus Mauerziegel im Klosterformat (1.380 mm)	0,438-0,487
Fenster	Doppelholzkassettenfenster mit einfacher Verglasung mit Fensterläden (Baualtersklasse 1984-1994)	2,700
Außentüren	Haupteingang (Stadtmauerseite) Holztür mit 2-Fach-Verglasung und Vorgesetzter massiver Holztür, Hintereingang: Holztür (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
oberste Geschossdecke, Dach	Geschossdecke zum unbeheiztem Dachraum, 20 cm Betondecke, 10 cm Mineralwollämmung zwischen den Dachsparren. Pultdach, Holzkonstruktion mit Ziegelabdeckung (Biberschwanz).	0,300

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Stromheizung, in den einzelnen Räumen befinden sich Heizgeräte der Fa. Dimplex (Leistung 4 kW) mit Raumthermostaten
Warmwassersystem	Dezentral, elektr. Boiler mit Speicher (5 l) ohne Zirkulation (2 kW)
Beleuchtung	In den Verwaltungsräumlichkeiten überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit KVG (T8 58 W), in einzelnen Räumen auch kompakte Leuchtstofflampen mit KVG, in den Ausstellungsräumlichkeiten zahlreiche Halogenlampen und Glühlampen unterschiedlicher Typen und Leuchtstärken (40-60 W)
RLT (Lüftungstechnik)	Keine zentrale Lüftungsanlage, mobile Lüftungsgeräte in einzelnen Archivräumen

Zustandsbeschreibung

Das Museum im Steintor ist in zwei Gebäuden untergebracht, dem historischen Steintor, dessen Ursprünge bis in das 13. Jahrhundert reichen, und einem Anbau, fertiggestellt im Zeitraum 1988/89. Das denkmalgeschützte Steintor stellt ein bedeutendes städtebauliches Wahrzeichen Anklams dar und beherbergt eine stadtgeschichtliche Sammlung. In der Turmspitze sind zudem Teile des Anklamer Stadtarchives untergebracht. Der Anbau beherbergt Verwaltungs- und Arbeitsräume, ein Archiv, eine Bibliothek sowie einen Teil der Ausstellungsräume.

Bei dem Steintor handelt sich um ein massives denkmalgeschütztes Bauwerk, das nur im begrenzten Ausmaß energetische Optimierungsmaßnahmen erlaubt. 1992 fand der Ausbau der Dachspitze zum Archiv statt. In diesem Zusammenhang erhielten die Dachschräge sowie die Wand/Hülle des somit geschaffenen Raumes eine geringe Wärmedämmung. Bei der Dachschräge handelt es sich um eine 60 mm starke Mineralwollschicht, bei der Hülle um eine 20 mm starke Styropordämmschicht. Der Turm erhielt zudem neue Holzfenster, die jedoch nur über eine einfache Glasschicht verfügen. Diese sollten – in Einklang mit Denkmalschutzbestimmungen – durch Fenster mit Isolierungsglas ausgetauscht oder durch vorgesetzte Fenster ergänzt werden.

An dem musealen Anbau wurden seit dem Bauabschluss keine Sanierungsmaßnahmen realisiert. Das nicht unterkellerte und im Westen an die Stadtmauer angrenzende Gebäude befindet sich zwar augenscheinlich von der Bausubstanz in einem guten Zustand, es eröffnet jedoch Spielraum für energetische Optimierungen. Das größte Effizienzpotenzial weist die auf Nachtspeicherheizkörpern beruhende Wärmeversorgung sowie die Dämmung einzelner Bestandteile der Gebäudehülle. Lediglich die oberste Geschossdecke ist bereits gedämmt und weist kein relevantes Effizienzpotenzial auf. Der Fensterzustand des Museumsanbaus lässt sich als gut einstufen. Dringender Handlungsbedarf besteht im Bereich der Beleuchtung. In den Ausstellungsräumen kommen überwiegend Halogen- und Glühlampen zum Einsatz.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.



	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	32.492,5	176,4
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	40.407,4	219,4
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	72.733,3	394,9
Endenergieverbrauch (mittel, witterungsbereinigt)	54.543	125,91

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (z.B. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Schaltungen).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume.
- Kontinuierliche Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- Dringend empfohlen wird ein neues Beleuchtungskonzept für das Objekt. Ziel ist der Austausch der vorhandenen ineffizienten Beleuchtung (Halogen, Glühlampen) durch moderne energiesparende Leuchtmittel.
- Die Fenster befinden sich in einem augenscheinlich guten Zustand, sind jedoch gegenüber modernen Fenstern energetisch nicht mehr auf dem aktuellen Stand der Technik (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel Holzfenster mit 3-Fach-Verglasung U_w 0,9 W/(m²K) dargestellt).
- Im Turm, der nicht Bestandteil dieser Betrachtung ist, befinden sich einfach verglaste Holzfenster. Empfohlen wird der Einbau von modernen mehrfach verglasten Holzfenstern oder zumindest das Vorsetzen eines zusätzlichen Fensters (ähnlich wie im Rathaus 3).
- Prüfen der Möglichkeit zum Aufbringen einer Außenwanddämmung WDVS (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen für die Beispiele 160 und 200 mm Mineralschaumplatten WLG 035 dargestellt).
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes, das aktuell unmittelbar am Objekt verläuft, plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit würde die derzeit bestehende, aus klimapolitischen und wirtschaftlichen Gründen äußerst nachteilige Beheizung mit Strom abgelöst werden.

Das Dach des Gebäudes hat eine West-Ausrichtung und wäre somit grundsätzlich für die Nutzung von Photovoltaik geeignet. Aufgrund der Nachbarbebauung ist die Dachfläche jedoch erheblich von Verschattungseinflüssen betroffen. Aufgrund seiner Lage und Beschaffenheit eignet sich das Objekt mit Hinblick auf die geltenden Bestimmungen der Gestaltungssatzung der Hansestadt für den Altstadtbereich nicht für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen. Diese würden das Stadtbild beeinträchtigen.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten



Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Dämmung AW 16 cm	Maßnahme 2 3-Fach-Fenster	Maßnahme 3 Dämmung AW 20cm	Summe 2+3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	40.407	32.069	38.758	31.503,80	29.839
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	219,37	174,10	210,41	171,03	161,99
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	72.733	57.724	69.764	56.707	53.711
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	394,86	313,38	378,74	307,85	291,59
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	12.944 €	10.273 €	12.416 €	10.092 €	9.559 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	20.204	16.035	19.379	15.752	14.920
Investitionen, brutto		36.328 €	7.781 €	38.946 €	46.728 €
Max. Heizleistung [kW]	15,4	12,9	14,6	12,7	11,90
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,591	0,44	0,545	0,429	0,383
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		8.338	1.650	8.904	10.568
Einsparung Kosten, brutto		2.671 €	528 €	2.852 €	3.386 €
Amortisation [Jahre]		13,60	14,72	13,65	13,73
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		4.169	825	4.452	5.284
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,11	0,11	0,11	0,11
Endenergiebedarfsersparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,23	0,21	0,23	0,23
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,07 €	0,07 €	0,07 €	0,07 €
Priorität		Mittel	Mittel	Mittel	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	5.053	4.010	4.847	3.940	3.731
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	15.151	12.024	14.532	11.812	11.188



Liegenschaft Freiwillige Feuerwehr Anklam - Hauptgebäude

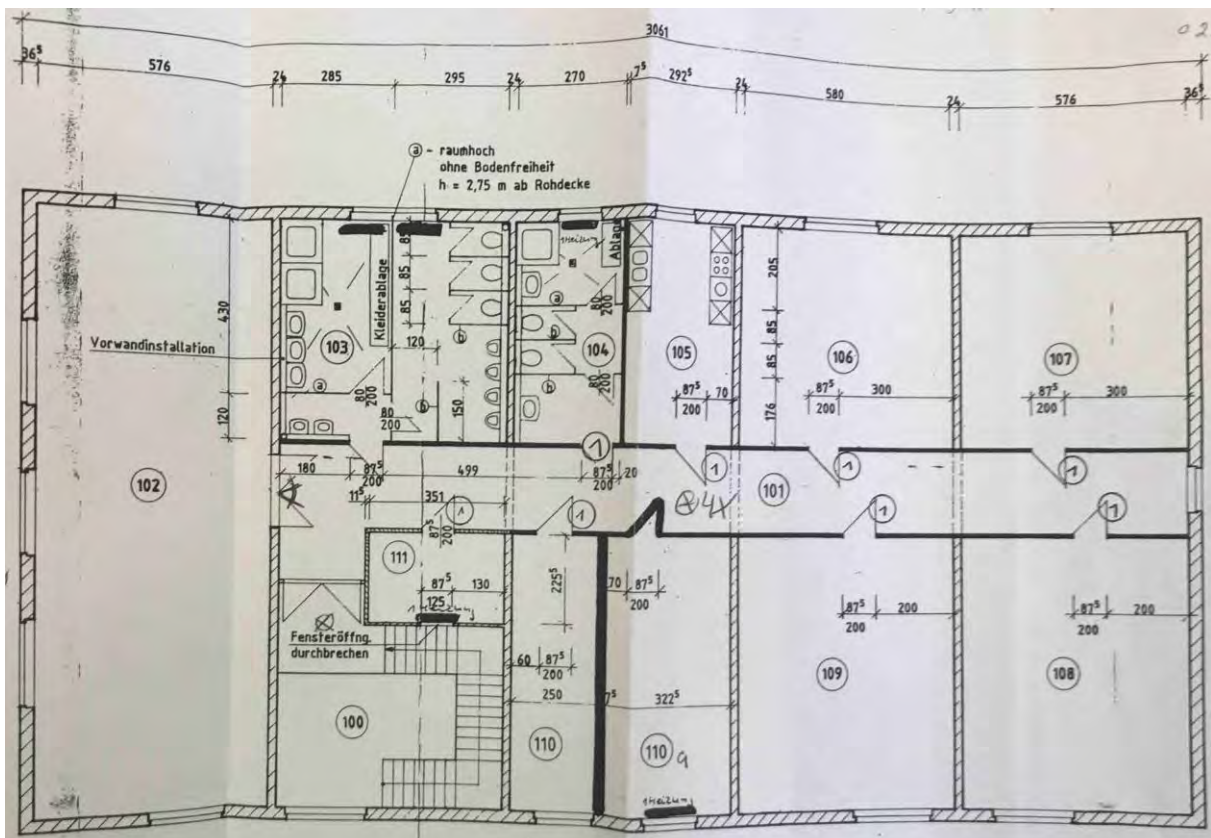
Gebäudedaten

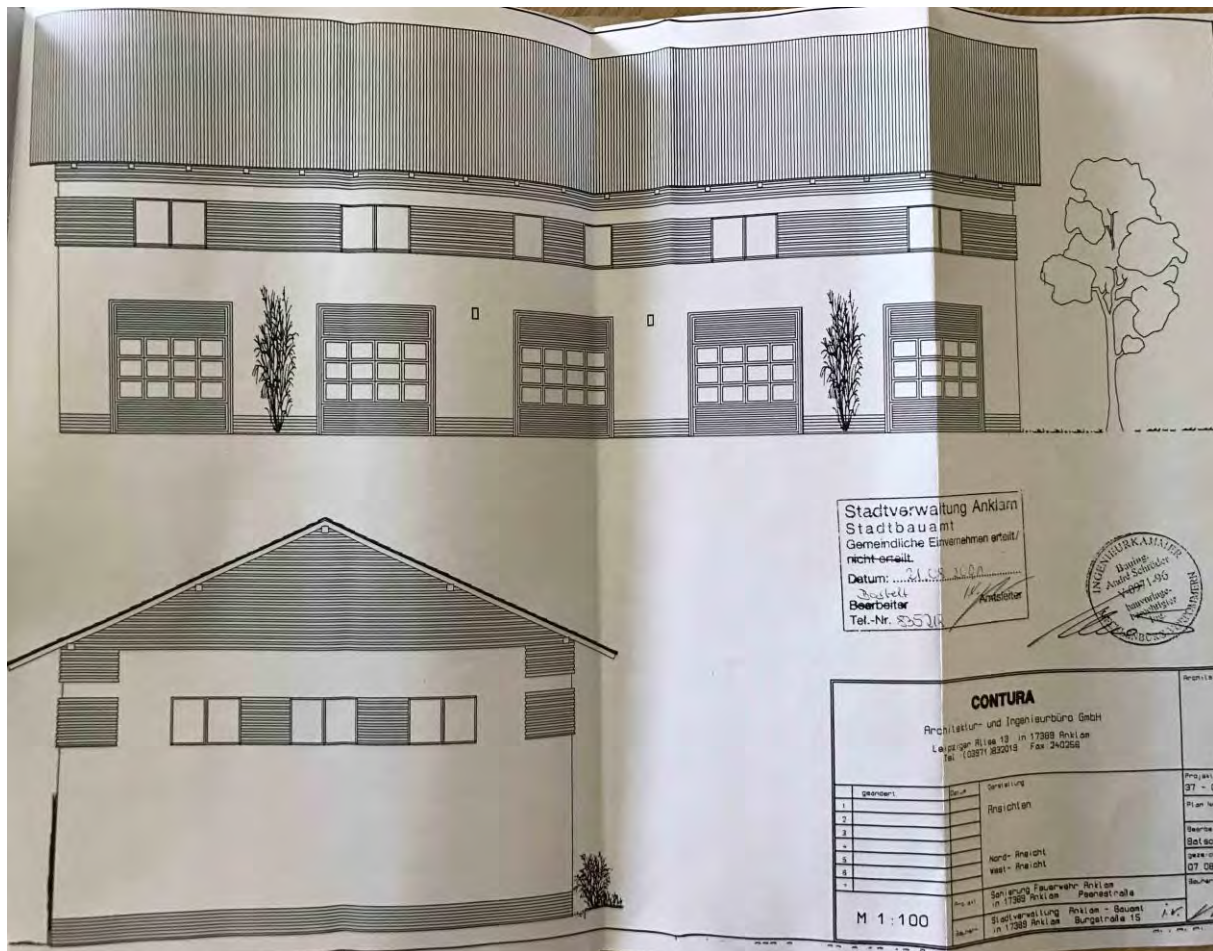
Anschrift	Peenstraße 34, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Freiwillige Feuerwehr Hauptgebäude
BWZ (VDI)	776100
Bruttogeschossfläche	948,3 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	820,85 m ²
Thermische Hüllfläche	1.446,2 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	2.896,2 m ³
Baujahr	1985 Modernisierung und Umbau 1996
Anzahl der Geschosse	2 Geschosse (EG, OG)
Besonderheiten	Der Stromverbrauch wird zusammen mit der Fahrzeughalle, die zudem mit Strom beheizt wird, erfasst. Eine Trennung ist lediglich zwischen Niedrig- (Heizstrom) und Hochtarif möglich. Der aufgeführte Stromverbrauch bezieht sich somit auf beide Objekte der Liegenschaft. Die Stromkosten wurden auf Grundlage eines Mischpreises anteilig für Hoch- und Niedertarif berechnet.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001403687 1020110002994759 (Drehstromzähler) 14.060 kWh 12,60 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 3.005,42 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002693899 7075060022572267 122.843 kWh 149,65 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 8.318,84 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie





Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Gebäude ist nicht unterkellert. Bodenplatte aus Stahlbeton massiv gegen Erdreich mit Estrich (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,600
Außenwand	Massivbauweise, Mauerwerk aus Porotonziegeln, verputzt 365 mm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,530
Außentüren	Metallaußentür (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung, Baujahr 2000, (Baualtersklasse ab 1995)	1,9
Dach	Satteldach mit Ziegeleindeckung, Oberste Geschossdecke 200 mm Stahlbetondeckenplatte, mit 100 mm Mineralwollämmung (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,406

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gas-Spezialkessel Buderus G 224 LP, Baujahr 1996, Auslegungstemperatur 70/55 °C Heizungsregelung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Leitungen im Bereich des Wärmeerzeugers isoliert Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate) Ein Heizkreis Hocheffizienzumwälzpumpe mit Dämmschale
Warmwassersystem	Dezentral, elektr. Durchlauferhitzer für TWW-Bereitung sowie elektrischer WW-Speicher für Duschen
Beleuchtung	Diverse Leuchtmittel unterschiedlicher Typen und Leuchtstärken: überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten in Wand- oder Deckenleuchten (T8, 58 W) teils mit KVG teils mit EVG, teile der Beleuchtung im Gebäude wurden bereits auf LED umgestellt. Die Umrüstung erfolgt schrittweise.
RLT (Lüftungstechnik)	Kein Lüftungssystem, Be- und Entlüftung über Fenster Der Rechnerraum ist klimatisiert. Die Abluft aus der Klimaanlage wird für die Beheizung eines Raums im EG genutzt.

Zustandsbeschreibung

Das Hauptgebäude der Freiwilligen Feuerwehr Anklam wurde im Jahr 1985 in massiver Bauweise erbaut und 1996 umgebaut und modernisiert. In diesem Zusammenhang wurde die oberste Geschossdecke mit 10 cm Mineralwolle gedämmt, so dass hier ein guter Effizienzstatus vorhanden ist. Erneuert sind auch die Fenster. Die Fassade wurde bis jetzt nicht energetisch ertüchtigt, woraus sich relevante Effizienzsteigerungspotenziale ergeben. Das Objekt ist nicht unterkellert und wird mit Erdgas beheizt. Im Erdgeschoss befinden sich Unterstellhallen, Räume für Notstromaggregat und Heizung. Im Obergeschoss sind Büros, Sanitär- und Aufenthaltsräume situiert. Das Gebäude wird im Büro- und Aufenthaltsbereich während der normalen Arbeitszeiten genutzt. Für Einsätze sind die Fahrzeuge, Geräte usw. kontinuierlich in Bereitschaft zu halten. Dies führt zu einer entsprechenden Temperierung der Fahrzeughallen auch in den Wintermonaten (12-15 °C). Hierzu dienen auch in den Hallen einfache Plattenheizkörper. Am Gebäude wurden an einzelnen Stellen Feuchtigkeitsschäden im Sockelbereich sowie Risse im Mauerwerk beobachtet.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.



	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	98.315,3	119,8
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	156.898,9	192,01
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	156.898,9	191,13
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	122.843	149,65

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau eines Unterzählers für Strom für das Gebäude der Fahrzeughalle. Dies dient u.a. zur Präzisierung der Erfassung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielenräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- Zu prüfen ist die Möglichkeit zur Ergänzung der Tore durch transparente Streifenvorhänge. Ausstattung der Tore mit Zugluftstoppern, um einen optimalen Abschluss mit dem Boden zu gewährleisten.
- Kontinuierlicher Umstieg auf LED. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. In einzelnen Räumen wird der Einsatz von Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung empfohlen.
- Die vorhandenen Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung befinden sich in einem guten Zustand und erfordern in absehbarer Zeit keinen Austausch (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster durch Fenster mit 3-Fach-Verglasung U_w 0,9 W/(m²K) dargestellt).
- Die Gebäudefassade ist derzeit nicht gedämmt und weist somit Effizienzpotenziale auf (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung eines WDVS mit 240 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt).



- Die oberste Geschossdecke ist bereits mit Mineralwollplatten (100 mm) gedämmt. Die Dämmstärke ist gegenüber dem aktuellen Standard jedoch verhältnismäßig gering (in der anschließenden Berechnung wird die Auswirkung einer zusätzlichen Aufdämmung mit 120 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, die eine präzise bedarfsgerechte Steuerung der Raumtemperierung ermöglicht.
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit ist eine Modernisierung des aufgrund des Betriebsalters bereits abgängigen Wärmeerzeugers nicht notwendig.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Nord-Süd-Ausrichtung und eignet sich somit auf der Südseite prinzipiell sehr gut für die Nutzung von Photovoltaik oder Solarthermie. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen den Eigenverbrauch gegenüber der Netzeinspeisung. Der Stromverbrauch des Gebäudes geht überwiegend auf die TWW-Bereitung, die Nutzung elektrischer Werkzeuge, den Betrieb von PC sowie der dazugehörigen Klimaanlage und die Beleuchtung zurück. Er findet in den üblichen Arbeitszeiten statt und korreliert somit mit den Zeiten der höchsten Solareinstrahlung. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden. Zu prüfen ist zudem die Installation einer Solarthermieanlage. Zusammen mit einem auf den Bedarf optimal ausgelegten Speicher kann somit der Trinkwarmwasserbedarf überwiegend durch die solare Eigenerzeugung abgedeckt werden. Selbst in kälteren Monaten kann insbesondere an sonnigen Tagen durch Solarthermie das Wasser vorgeheizt und der Restbedarf durch elektrische Energie auf die Wunschtemperatur erhitzt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.



	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Außenwand WDVS 24 cm	Maßnahme 2 3-Fach-Fenster	Maßnahme 3 Aufdämmen OG 12 cm	Summe alle
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	157.618	138.301	154.654	147.723	125.380
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	192,01	168,47	188,40	179,95	152,74
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	156.898,9	137.670,5	153.948,8	147.049,3	124.808,5
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	191,13	167,71	187,54	179,13	152,04
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	11.355 €	9.964 €	11.142 €	10.642 €	9.033 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	38.837	34.078	38.107	36.399	30.894
Investitionen, brutto		56.430 €	15.893 €	12.412 €	84.734 €
Max. Heizleistung [kW]	43,1	37,9	41,6	40,6	33,8
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,515	0,397	0,480	0,457	0,304
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		19.316	2.964	9.895	32.237
Einsparung Kosten, brutto		1.392 €	214 €	713 €	2.322 €
Amortisation [Jahre]		40,55	74,44	17,41	36,48
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		4.760	730	2.438	7.943
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,08	0,05	0,20	0,09
Endenergiebedarfs einsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,34	0,19	0,80	0,38
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,01 €	0,06 €	0,03 €
Priorität		Gering	Gering	Mittel	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	20.035	17.580	19.658	18.777	15.937
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	18.802	16.498	18.449	17.622	14.957



Liegenschaft Freiwillige Feuerwehr Anklam - Fahrzeughalle

Gebäudedaten

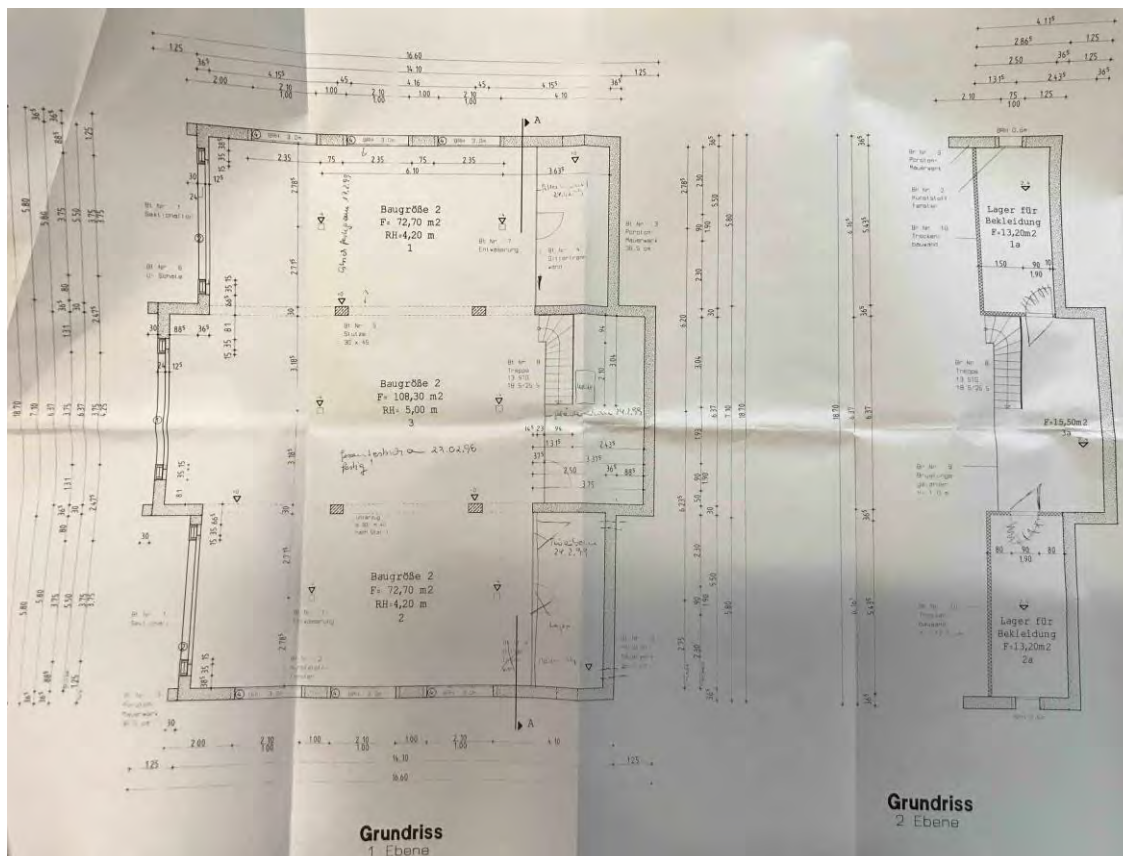
Anschrift	Peenstraße 34, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Fahrzeughalle
BWZ (VDI)	776300
Bruttogeschossfläche	346 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	294,60 m ²
Thermische Hüllfläche	931,5 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.248,54 m ³ (1.280 m ³ Brutto)
Baujahr	1987
Anzahl der Geschosse	1 Geschosse (EG)
Besonderheiten	Der Stromverbrauch wird zusammen mit dem Hauptgebäude erfasst. Strom wird in der Fahrzeughalle zudem für das Beheizen eingesetzt. Eine Trennung ist lediglich zwischen Niedrig- (Heizstrom) und Hochtarif möglich. Der aufgeführte Stromverbrauch bezieht sich somit auf beide Objekte der Liegenschaft. Die Stromkosten wurden auf Grundlage eines Mischpreises anteilig für Hoch- und Niedertarif berechnet.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001403687 1020110002994759 14.060 kWh 12,60 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 3.005,42 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Strom DE00100017389TS0000000000001403687 1020110002994759 (Drehstromzähler) 36.230 kWh 122,98 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 7.396,77 €



Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert, Boden gegen Erdreich, Stahlbeton massiv, (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,600
Außenwand	Massivbauweise 365 mm Mauerwerksbau aus Protonsteinen mit geputzter Fassade.	0,941
Außentüren	Metallaußentür (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
	Sektionaltor (Rolltor) (pauschale U-Wert-Ermittlung)	0,520
Fenster	Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung Baualtersklasse ab 1995	1,9
oberste Geschossdecke, Dach	Flaches Satteldach mit Ziegeleindeckung sowie Flachdach mit Bitumenschweißbahn, Oberste Geschossdecke, Betonplatte mit Mineralwolle 160 mm gedämmt	0,233

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Sechs elektr. Speicherheizgeräte mit Raumthermostaten
Warmwassersystem	Kein Trinkwarmwasser
Beleuchtung	Stabförmige Leuchtstofflampen (T8)
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Die Fahrzeughalle bildet zusammen mit dem Hauptgebäude die Liegenschaft FFW Anklam. Sie wurde im Jahr 1998 in massiver Bauweise erbaut. Die oberste Geschossdecke des Gebäudes verfügt über eine 160 mm Mineralwolldämmung. Das Objekt befindet sich augenscheinlich in einem gut gepflegten baulichen Zustand. Als sehr kritisch ist insbesondere die Wärmeversorgung des Objektes zu bezeichnen. Diese erfolgt über mehrere elektrische Speicherheizgeräte. Da die Stadt in absehbarer Zeit einen Anschluss der Liegenschaft an das noch zu erweiternde Stadtwärmenetz beabsichtigt, ist eine sonst naheliegende Lösung durch die gemeinsame Versorgung des Objektes über die Heizanlage des Hauptgebäudes obsolet.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	57.894,6	196,5
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	74.877,0	254,2
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	134.778,7	457,50
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	36.230	122,98

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau eines Unterzählers für Strom für das Gebäude der Fahrzeughalle. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.



Investive Maßnahmen

- Zu prüfen ist die Ergänzung der Tore durch transparente Streifenvorhänge. Ausstattung der Tore mit Zugluftstopperrn, um einen optimalen Abschluss mit dem Boden zu gewährleisten
- Kontinuierlicher Umstieg auf LED. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten.
- Die vorhandenen Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung befinden sich in einem guten Zustand und erfordern in absehbarer Zeit keinen Austausch (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster durch Fenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt)
- Die Gebäudefassade ist derzeit nicht gedämmt (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung eines WDVS mit 160 mm Mineralwollämmplatten WLG 035 dargestellt)
- Die oberste Geschossdecke ist bereits mit Mineralwollplatten (160 mm) gedämmt und erreicht somit einen sehr guten Dämmwert (in der anschließenden Berechnung wird die Auswirkung einer zusätzlichen Aufdämmung mit 100 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt)
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. In diesem Falle ist eine Modernisierung bzw. Zusammenlegung der Wärmeversorgung mit dem Hauptgebäude nicht relevant. Andernfalls wird eine Zusammenlegung dringend empfohlen.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Nord-Süd-Ausrichtung und eignet sich somit auf der Südseite prinzipiell sehr gut für die Nutzung von Photovoltaik oder Solarthermie. Ähnliches gilt auch für das südlich gelegene Flachdach. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen den Eigenverbrauch gegenüber der Netzeinspeisung. Die Dachfläche des Gebäudes kann im Falle unzureichender Flächen auf dem Dach des Hauptgebäudes zur Erweiterung der Erzeugungskapazitäten genutzt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.



	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Außenwand WDVS 16 cm	Maßnahme 2 3-Fach-Fenster	Maßnahme 3 Aufdämmen OG 10 cm	Summe alle
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	74.877	54.134	73.730	72.610	50.695
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	254,17	183,75	250,27	246,47	172,08
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	134.779	97.441	132.714	130.699	91.250
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	457,50	330,76	450,49	443,65	309,74
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	13.312 €	9.624 €	13.108 €	12.909 €	9.013 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	37.439	27.067	36.865	36.305	25.347
Investitionen, brutto		32.993 €	5.558 €	15.515 €	54.066 €
Max. Heizleistung [kW]	23	17	22,5	22,4	15,8
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,546	0,332	0,527	0,524	0,291
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		20.743	1.147	2.267	24.182
Einsparung Kosten, brutto		3.688 €	204 €	403 €	4.299 €
Amortisation [Jahre]		8,95	27,25	38,50	12,58
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		10.372	574	1.133	12.091
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,31	0,10	0,07	0,22
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,63	0,21	0,15	0,45
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,11 €	0,04 €	0,03 €	0,08 €
Priorität		Mittel	Gering	Gering	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	9.363	6.769	9.220	9.080	6.339
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	28.075	20.297	27.645	27.225	19.008



Liegenschaft Grundschule „Villa Kunterbunt“ (Altbau)

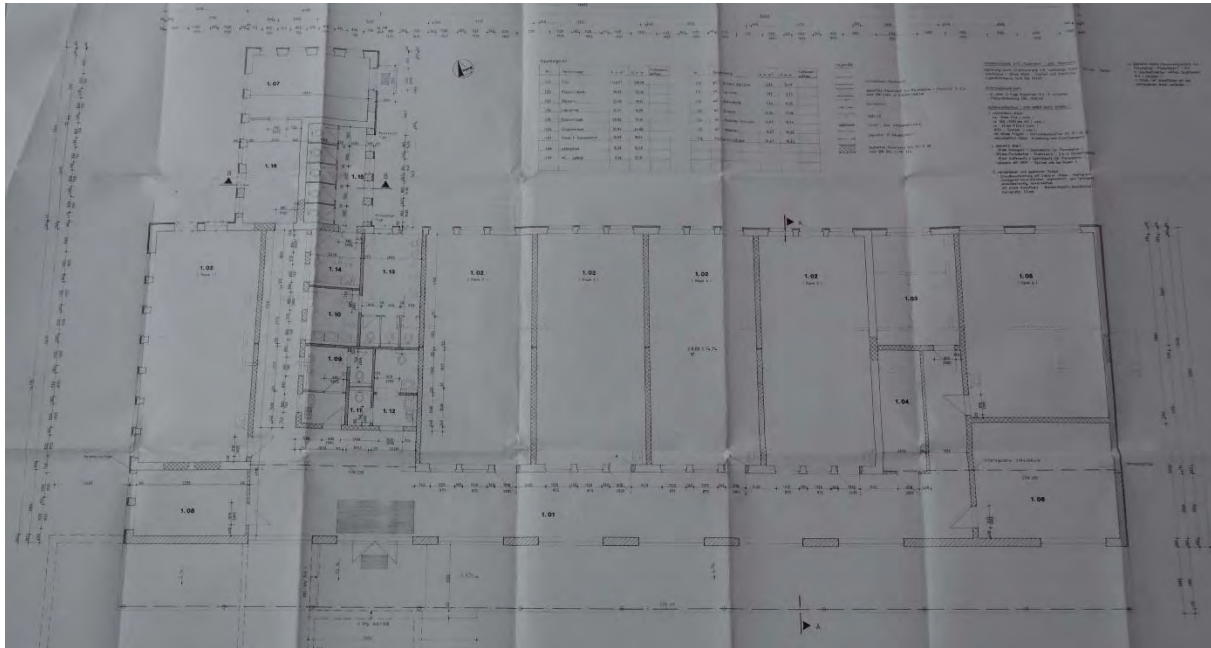
Gebäudedaten

Anschrift	Adolf-Damaschke-Str. 7, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Grundschule
BWZ (VDI)	412000
Bruttogeschossfläche	793 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	685 m ²
Thermische Hüllfläche	2.073,7 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.324,67 m ³
Baujahr	1970, umfassend saniert 1998
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss (EG)
Besonderheiten	Die Liegenschaft Grundschule Villa Kunterbunt besteht aus zwei mit einem Glasverbinder miteinander verbundenen Gebäuden – dem hier betrachteten sanierten Altbau und einem 2012 errichteten Neubau (BGF 970 m ² , NGF 859,2 m ²). Die Verbrauchserfassung und Abrechnung sowohl für Wärme als auch für Strom erfolgt für beide Objekte jeweils gemeinsam. Die nachstehenden Werte beziehen sich somit auf die gesamte Liegenschaft.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählernummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	7000 10 26 48 (Drehstromzähler) DE00100017389TS0000000000001778242 15.464 kWh 10,01 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.200,49 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Stadtwärme k.A. 539023594 (Gerätenummer) 165.222 kWh 106,99 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 16.004,26 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Gebäudeabschluss gegen Erdreich Stahlbeton massiv (pauschale U-Wert Ermittlung nach Katalogkonstruktion: 160 mm Betonplatte, 40 mm Polystyrolschaum, 40 mm Zement-Estrich)	0,748
Außenwand	Massives Mauerwerk. Konstruktion nach Bauzeichnung: 36,5 cm Mauerwerksbau aus Protonsteinen mit geputzter Fassade und 6 cm WDVS (U-Wert-Ermittlung aus Konstruktion)	0,440
Außentüren	Metallrahmenaußentür mit 2-Fach-Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung, Baujahr 1997, Gewetherm (Baualtersklasse ab 1995)	1,9
oberste Geschossdecke, Dach	Satteldach mit Ziegeleindeckung auf Holzkonstruktion. Oberste Geschossdecke, Holzkonstruktion (aus den Jahren 1969-1978) mit ca. 10 cm Mineralwolle gedämmt (U-Wert-Ermittlung nach Konstruktion)	0,246

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik



Technik	Beschreibung
Heizsystem	Energieträger Stadtwärme, Übergabestation Baujahr 1995. Wärmeleistung 160 kW Steuerung Samson Trovis 5575 Auslegungstemperatur: Primär 105/70 °C, Sekundär: 80/60 °C Leitungen im Heizraum isoliert, fehlende Dämmung bzw. Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile und Absperrarmaturen. Wärmeverteilung über Zweirohrnetz. Wärmeübergabe über Plattenheizkörper mit Thermostaten. Steuerung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler (Einstellung 03:00-16:00) Ein Heizkreis Pumpen: Hocheffizienzumwälzpumpen (Wilo Pico 25/1-6 und Stratos 30/1-8) mit Dämmschale



Warmwassersystem	Dezentral, elektrische Durchlauferhitzer, Stiebel Eltron, Leistung 2 kW
Beleuchtung	Überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG (T8) mit unterschiedlichen Leuchtstärken (18 W, 36 W) in Rasterdeckenleuchten mit weißem (Flur) oder Spiegelreflektor (Klassenräume). Steuerung über Kippschalter mit automatischer Abschaltung.
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage, Be- und Entlüftung erfolgt über Fenster

Zustandsbeschreibung

Die Grundschule Villa Kunterbunt besteht aus zwei Gebäuden, die über einen Glasverbinder miteinander verbunden sind. Der Altbau wurde im Jahr 1970 errichtet und im Jahr 2012 durch einen Neubau ergänzt. Die Wärmeversorgung der Objekte erfolgt über einen gemeinsamen Stadtwärmeanschluss im Altbau. Auf dem Gelände befindet sich zudem eine Sporthalle. Der Altbau wurde im Jahr 1998 modernisiert und energetisch saniert. In diesem Zusammenhang wurden die Fenster und Türen ausgetauscht, die oberste Geschossdecke mit Mineralwolle gedämmt (10 cm) und die Fassade mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet. Das Objekt befindet sich in einem bautechnisch und energetisch guten Zustand. Alle Einzelbestandteile der Gebäudehülle sind energetisch saniert. Augenscheinlich wurden keine Mängel beobachtet. An einzelnen Außenstellen wurde im Sockelbereich und am Putz Feuchtigkeit beobachtet.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m²*a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	83.010	121,18
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	104.926	153,18
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	64.100	93,58
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt, anteilig)	73.291	106,99

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht), Lerninhalte oder Schülerprojekte.
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für beide Objekte. Dies kann u.a. zur Präzisierung der Erfassung der Energieverbräuche dienen.



- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten (im Neubaubereich sind die aktuell eingestellten Heizzeiten 03:00-16:00 zu überprüfen) und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Einbau von für den konkreten Bereich passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche. Für einzelne Heizkörper (Sanitärräume, Flure) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern, die eine Manipulation durch Schüler verhindern, geeignet.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.
- Korrektur der Dämmung an den Leitungen im Heizraum.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- In den Klassenräumen wird der Einsatz von Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung empfohlen. In den Sanitärräumen wiederum der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung.
- Einbau einer Gebäudeleittechnik auch im Altbaubereich.
- Die vorhandenen Fenster befinden sich in einem guten Zustand, so dass kein unmittelbarer Austauschbedarf besteht (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster durch Fenster mit 3-Fach-Verglasung U_w 0,9 W/(m²K) dargestellt)
- Die oberste Geschossdecke ist bereits gedämmt, sodass hier kein unmittelbarer Handlungsbedarf besteht (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung einer Aufdämmung mit zusätzlichen 160 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt)
- Die Fassade des Gebäudes ist bereits mit einem WDVS gedämmt.
- Das Objekt ist bereits an die Stadtwärme angeschlossen.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Nord-Süd-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik auf der südlich ausgerichteten Dachseite. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Schulgebäude geht zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). Die PV-Stromerzeugung kann dennoch zur Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude beitragen (Verbrauch IT, Beleuchtung in Fluren usw.). Hierzu ist auch eine verhältnismäßig geringere installierte Leistung ausreichend. In Kombination mit einem



Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine höhere Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Aufdämmen OG +16 cm	Maßnahme 2 3-Fach-Fenster	Summe
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	104.926	90.443	85.788	71.322
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	153,18	132,03	125,24	104,12
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	64.100	55.252	52.408	43.571
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	93,58	80,66	76,51	63,61
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	9.753 €	8.407 €	7.974 €	6.629 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	13.479	11.618	11.020	9.162
Investitionen, brutto		27.377 €	63.030 €	90.407 €
Max. Heizleistung [kW]	54,3	46,2	43,2	42,1
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,493	0,456	0,411	0,395
Bewertung				
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		14.483	19.138	33.605
Einsparung Kosten, brutto		1.346 €	1.779 €	3.124 €
Amortisation [Jahre]		20,34	35,43	28,94
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		1.861	2.458	4.317
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,07	0,04	0,05
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,53	0,30	0,37
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,05 €	0,03 €	0,03 €
Priorität		Mittel	Niedrig	



Liegenschaft Sporthalle Südstadt

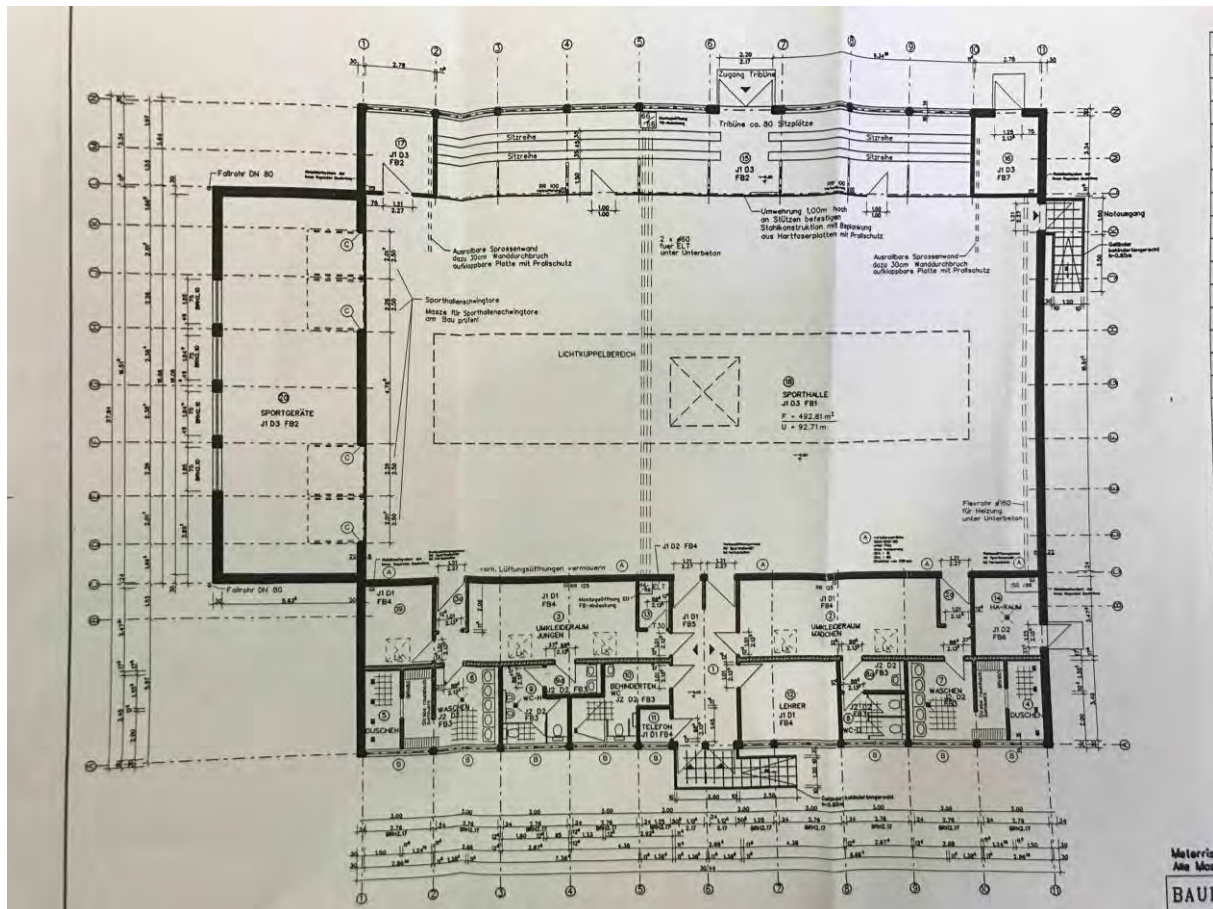
Gebäudedaten

Anschrift	Adolf-Damaschke-Str. 7, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Turn- und Sporthalle < 1.000 m ²
BWZ (VDI)	511100
Bruttogeschossfläche	943 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	872,7 m ²
Thermische Hüllfläche	2.645,3 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	4.111,7 m ³
Baujahr	1970, saniert 1998/99
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss
Reelle Werte aus Verbrauchsaufstellungen	
Strom	
• Zählernummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	4680190221 (Drehstromzähler) DE00200017389TS0000000000002614743 14.122 kWh 16,18 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 3.862,45 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Stadtwärme k.A. k.A. 102.871 kWh 117,88 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 11.803,34 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Objekt ist nicht unterkellert, Boden gegen Erdreich Stahlbetonplatte massiv mit Estrich, (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200
Außenwand	Massivbauweise 30 cm Mauerwerksbau aus Porenbetonsteinen mit Außenputz (U-Wert-Ermittlung aus Konstruktion)	0,663
Außentüren	Metallrahmentür mit Oberlicht Baujahr 1998 (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung Baujahr 1998, (Baualtersklasse ab 1995)	1,9
Dach	Flachdach (über Umkleiden, Tribüne), Betondecke mit 8 cm Dämmung (U-Wert-Ermittlung aus Konstruktion)	0,415
	Dach über Spielfläche: Oberlichter -Doppelstegplatten (pauschale U-Wert-Ermittlung)	2,500
	Verbleibende Dachfläche Leichtbaukonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,800

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne qualifizierte Bauteile annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik



Technik	Beschreibung
Heizsystem	Energieträger Stadtwärme. Übergabestation Baujahr 1997. Wärmeleistung 120 kW, Brauchwasser 90 kW. Auslegungstemperatur 80/60 °C Steuerung Kieback&Peter DDC3000 Steuerung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Leitungen im Heizraum überwiegend isoliert, fehlende Dämmung bzw. Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile und Absperrarmaturen. Wärmeverteilung über Zweirohrnetz. Wärmeübergabe in den Nebenräumen über Plattenheizkörper mit Thermostaten, Wärmeübergabe in den Hallenbereichen über Fußbodenheizung. Drei Heizkreise: Sozialteil, Sporthalle, Warmwasser Elektronisch geregelte Umwälz- und Zirkulationspumpen ohne Dämmschalen (unterschiedliche Typen der Marke WILO: Star E30/6, und TOP – S40/10)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW zentral durch Stadtwärme mit Speicher (ca. 500 l) und Zirkulation



Beleuchtung	Überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG (T8 58 W) in Rasterdeckenleuchten mit weißem Reflektor. Die Beleuchtung im Hallenbereich verfügt über eine zentrale Steuerungseinheit im Schiedsrichterraum mit unterschiedlichen Beleuchtungseinstellungen. In den Nebenräumen erfolgt die Steuerung über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Die Sporthalle gehört zur Grundschule Villa Kunterbunt. Sie wird für den Schul- und Vereinssport genutzt. Dies führt zu verhältnismäßig langen Nutzungszeiten des Objektes auch außerhalb des regulären Schulsportbetriebes. Es handelt sich um eine Einfeldhalle mit angeschlossenen Umkleide-, Sanitär- und Technikräumen. Das eingeschossige Gebäude wurde im Jahr 1970 in Massivbauweise errichtet. Es ist nicht unterkellert. Über den Nebenräumen verfügt es über ein Flachdach mit Bitumenschweißbahn, im Hallenbereich wird dieses zu einer Ellipse mit Oberlichtern in Leichtbauweise (Stahlskelettkonstruktion). Im Jahr 1998-99 erfolgte ein Umbau mit Modernisierung des Gebäudes, in dessen Rahmen es zum Austausch der Fenster und dem Anschluss an die Stadtwärme kam. Im Hallenbereich wurde eine Fußbodenheizung eingebaut. Eine Dämmung der Fassade oder des Daches erfolgte nicht. Hier sind relevante Energieeffizienzpotenziale festzustellen. Das Gebäude befindet sich in einem optisch und bautechnisch guten Zustand. Im Deckenbereich in den Umkleiden wurden Feuchtigkeitsschäden beobachtet.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf Heizung	207352,30	237,60
Nutzenergiebedarf Warmwasser	22.500,0	25,78
Nutzenergiebedarf gesamt	229852,30	263,38
Endenergiebedarf Heizung	262.097,3	300,33
Endenergiebedarf Warmwasser	33.212,80	38,06
Endenergiebedarf gesamt	295.310,10	338,39
Primärenergiebedarf Heizung	160.155,0	183,52
Primärenergiebedarf Warmwasser	19.927,68	22,83
Primärenergiebedarf gesamt	180.082,68	206,35
Endenergieverbrauch gesamt (mittel, witterungsbereinigt)	101.920	117,88



Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten der Beleuchtung).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Für einzelne Heizkörper (Sanitärräume) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern geeignet.
- Kontinuierliche Abstimmung der Betriebs-/Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Kontinuierlicher Austausch der Umwälz- und Zirkulationspumpen durch Hocheffizienzpumpen inkl. Dämmschale und Korrektur der Dämmung der Leitungen im Heizraum.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. In den Umkleiden wird der Einbau von Schaltern mit einer Zeitschaltfunktion (das Ausschalten erfolgt sowohl manuell als auch automatisch) oder einer Beleuchtung mit Präsenz- und Tageslichtsteuerung empfohlen.
- Ersatz der Metallfenster mit Drahtglas in den Hallenbereichen durch moderne energieeffiziente Fenster mit Verglasung und gedämmten Profilen (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster im Gebäude durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt)
- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel WDVS mit 160, 200 oder 240 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt)
- Dämmung des Daches (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen durch die Dämmung des Flachdachbereiches mit 240 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt)
- Dämmung des Fußbodens gegen Erdreich
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, die eine Steuerung der Raumtemperierung aus dem Lehrerraum ermöglicht.

Der Flachdachbereich des Gebäudes eignet sich prinzipiell sehr gut für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen den Eigenverbrauch gegenüber der Netzeinspeisung. Der Stromverbrauch des Gebäudes geht unter normalen Umständen zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die



Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom dennoch eine höhere Eigennutzungsquote erreicht werden, in dem der Strombedarf in den Abendstunden (Vereinsbetrieb) abgedeckt wird. Hierzu sind präzisere Kalkulationen auch mit Hinblick auf den Stromverbrauch der Beleuchtung in der Halle notwendig. Zu prüfen ist zudem die Installation einer Solarthermieranlage. Zusammen mit einem auf den Bedarf optimal ausgelegten Speicher könnte somit der Trinkwarmwasserbedarf in den warmen Monaten durch die Eigenerzeugung abgedeckt werden. Selbst in kälteren Monaten kann insbesondere an sonnigen Tagen durch Solarthermie das Wasser vorgeheizt und der Restbedarf durch Stadtwärme gedeckt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgeführt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt. Abweichungen im Einsparpotenzial sind neben den methodischen Aspekten des Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens auch auf Differenzen in den tatsächlichen und errechneten bzw. bei fehlenden Unterlagen angenommenen Eigenschaften (Transmissionsverlust) der einzelnen Gebäudebestandteile geschuldet.

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



		Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Maßnahme 5	Maßnahmen 6	
	Ausgangsfall	Dämmung Fassade 16 cm	3-Fach-Fenster	Dämmung Dach 24 cm	Dämmung Fußboden	Dämmung Fassade 20 cm	Dämmung Fassade 24 cm	Summe 2, 3, 4, 6
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	262.097	228.141	254.322	251.982	199.263	226.786	225.432	144.289
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	300,33	261,42	291,42	288,74	228,33	259,87	258,32	165,34
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	160.155	139.406	155.404	153.974	121.760	138.578	137.751	88.168
Primärenergie spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	183,52	159,74	178,07	176,43	139,52	158,79	157,84	101,03
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	29.155 €	25.378 €	28.290 €	28.030 €	22.166 €	25.227 €	25.077 €	16.051 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	33.680	29.317	32.681	32.381	25.606	29.143	28.969	18.542
Investitionen, brutto		88.972 €	47.113 €	70.553 €	137.686 €	95.384 €	100.995 €	356.348 €
Max. Heizleistung [kW]	91,8	81	85	88,6	72,1	80,6	80,2	50,4
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,735	0,608	0,654	0,698	0,646	0,602	0,597	0,390
Bewertung								
Einsparung Energieverbrauch [kWh]		33.956	7.776	10.115	62.835	35.311	36.665	117.808
Einsparung Kosten, brutto		3.777 €	865 €	1.125 €	6.990 €	3.928 €	4.079 €	13.105 €
Amortisation [Jahre]		23,55	54,47	62,70	19,70	24,28	24,76	27,19
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		4.363	999	1.300	8.074	4.538	4.712	15.139
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,05	0,02	0,02	0,06	0,05	0,05	0,04
Verbrauchseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,38	0,17	0,14	0,46	0,37	0,36	0,33
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,04 €	0,02 €	0,02 €	0,05 €	0,04 €	0,04 €	0,04 €
Priorität		Gering	Gering	Gering	Mittel	Gering	Gering	



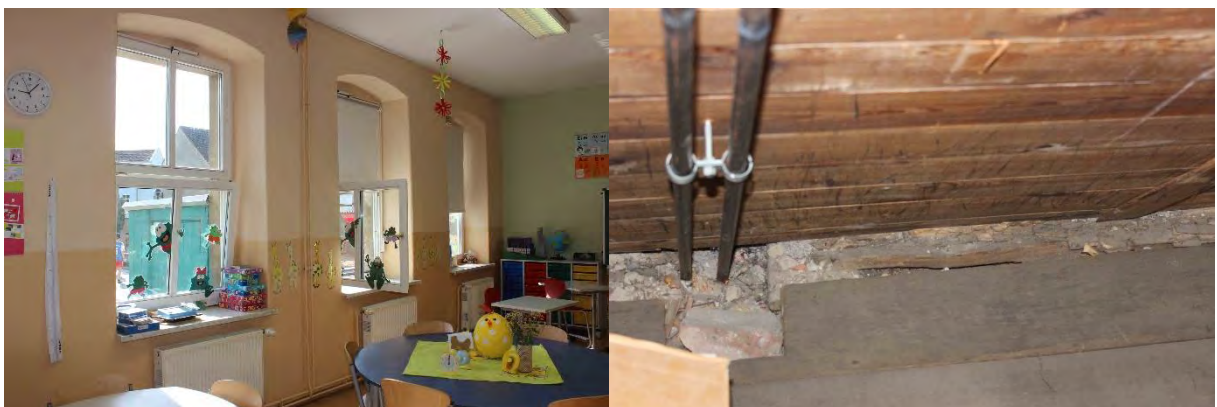
Liegenschaft Cothenius Grundschule - Hauptgebäude

Gebäudedaten

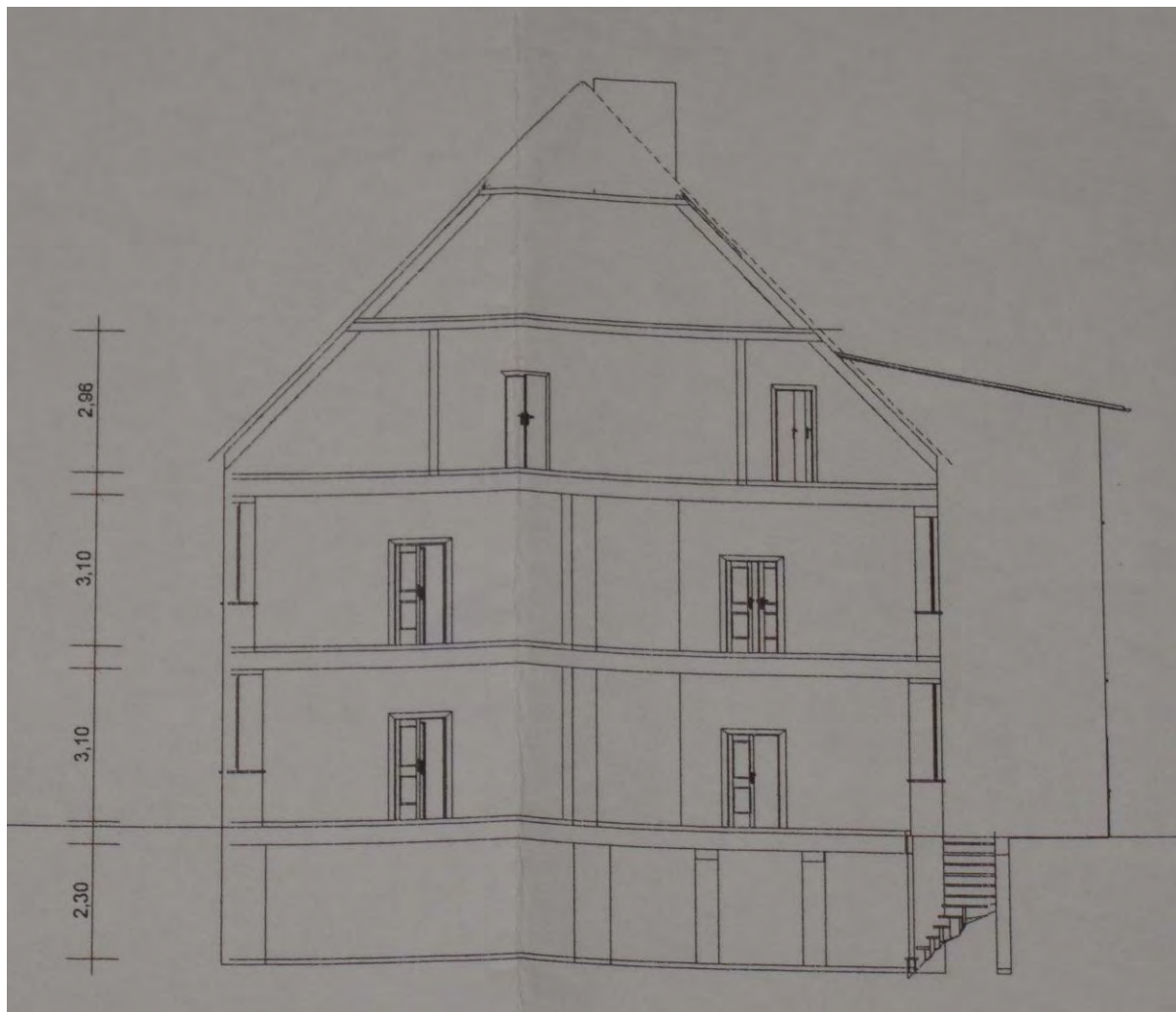
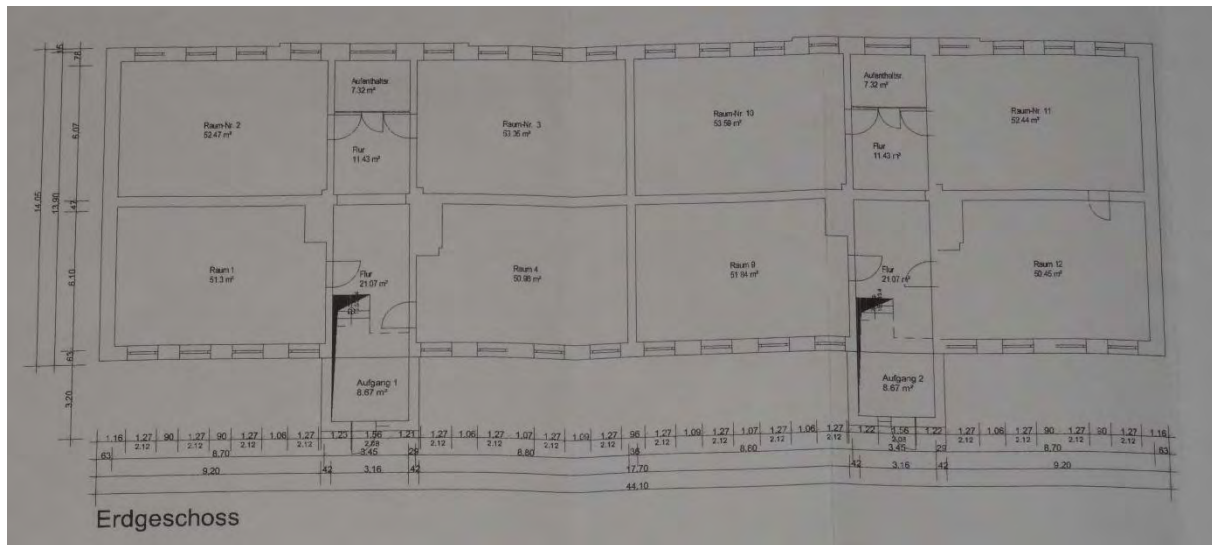
Anschrift	Schulstr. 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Grundschule, Hauptgebäude
BWZ (VDI)	412000
Bruttogeschossfläche	1.970 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	1.309,17 m ²³⁵
Thermische Hüllfläche	1.659,0 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	3.723,16 m ³
Baujahr	1827, bauliche Sanierung 1992, 1999 (Dach) Heizungserneuerung 1996/97
Anzahl der Geschosse	3 Geschosse (EG, OG, DG), teilweise unterkellert
Besondere Hinweise	Die Liegenschaft GS Cothenius besteht aus fünf Objekten: Hauptgebäude, Essensraum, Sekretariat, Sanitär- und Werkstattgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Der Stromverbrauch für alle Liegenschaften wird über einen einzigen Zähler erfasst. Im Wärmebereich verfügt die Essensausgabe über einen separaten Zähler. Der Verbrauch der restlichen Objekte wird über einen Zähler erfasst. Entsprechend zeigen die nachstehend aufgeführten Werte den Stromverbrauch für alle fünf Objekte und den Erdgasverbrauch für vier der fünf Objekte der Liegenschaft auf.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001319121 1041940020061775 15.902 kWh 8,97 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.311,98 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694622 7075 0800 2507 2576 349.038 kWh 210,32 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 23.494,12 €

³⁵ Die beiden Räume im KG und Teile des DG wurden nicht einbezogen, da diese Flächen unbeheizt sind.

Bilddokumentation Gebäudehülle



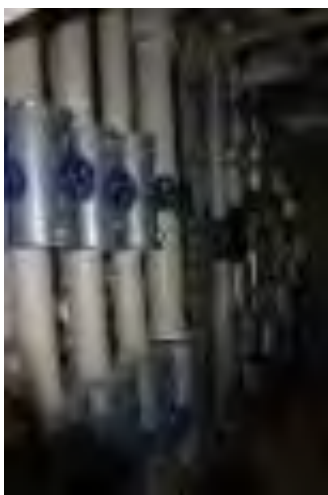
Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist teilweise unterkellert. Kellerdecke (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200
Außenwand	Das Gebäude ist in Massivbauweise errichtet. Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus verputztem Mauerwerk mit einer Stärke von 63 cm	1,238
Außentüren	Holzrahmenaußentür mit Glaseinsatz (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Holzfenster, 2-Fach-Verglasung Baualtersklasse ab 1995	1,6
Dach	Krüppelwalmdach mit Ziegeleindeckung, ca. 2/3 des Dachraumes ist Kaltdach der Rest wird zu Unterrichtszwecken genutzt, Holzbalkenkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,600

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gas-Spezial-Heizkessel Fa. Buderus Lownox G 424 L, Baujahr 1996, Leistung 160 kW, Auslegungstemperatur: 70/55°C Heizungsregelung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Leitungen im Heizraum isoliert, mit minimalen Lücken im Bereich der Ventile, Anschlüsse und Absperrarmaturen. Leitungen im DG lediglich teilweise isoliert Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate) Vier Heizkreise, davon zwei für das Hauptgebäude und weitere zwei für das Sekretariat und das Sanitär- und Werkstattgebäude Hocheffizienzumwälzpumpen mit Dämmschalen (Typ: Wilo Stratos)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW dezentral durch elektrische Boiler (2 KW)
Beleuchtung	Überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG und KVG (T8, 58 oder 36 W) in Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren oder weißen Reflektoren, Steuerung über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft der GS Cothenius besteht aus mehreren Objekten: Grundschule-Hauptgebäude, Essensausgabe, Sekretariat, Sanitär- und Werkraumgebäude, Hausmeisterwerkstatt.

Das Schulgebäude wurde im Jahr 1827 in traditioneller Bauweise errichtet. Es ist teilweise unterkellert (hier befindet sich der Wärmeerzeuger) und hat ein mit Ziegeln eingedecktes teilweise ausgebautes Krüppelwalmdach. Am Objekt wurden seit der Wende in mehreren Phasen Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt. Im Jahr 1992 erfolgte eine komplette Erneuerung der Fenster und des Außenputzes an der Frontfassade und im Giebelbereich. Zudem wurde das Dach an der Straßenseite erneuert und der Dachstuhl saniert. Eine energetische Ertüchtigung der Fassade, des Daches oder der oberen Geschossdecke fand in diesem Zusammenhang nicht statt. Im Jahr 1996 erfolgte die Modernisierung der Heizung. Im Hauptgebäude wurde eine zentrale Heizungsanlage eingebaut. In diesem Zusammenhang kam es zur Umstellung der Wärmeherzeugung auf Erdgas. Ein Jahr später erfolgte auch die Erneuerung der Heizkörper und der Außentüren. Die im Hauptgebäude installierte Heizungsanlage versorgt auch die Nebengebäude: Sekretariat, Sanitär- und Werkraum sowie die Hausmeisterwerkstatt. Die Verteilung erfolgt über eine im Erdreich verlegte Heizleistung. Diese zeichnet sich durch eine unzureichende Dämmung aus. Das Objekt befindet sich in einem dem Alter entsprechenden Zustand. Mit Ausnahme der Fenstererneuerung erfolgten an der Gebäudehülle keine energetischen Optimierungsmaßnahmen. Vor diesem Hintergrund weist das Gebäude aus



energetischen Sicht einen ungenügenden Sanierungszustand bzw. einen erheblichen Sanierungsstau auf. Am Gebäude können zudem Rissbildungen unterschiedlicher Art im Innen- und Außenbereich sowie Putzabspaltungen beobachtet werden.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten (anteilig über die Flächengröße für das Hautgebäude) verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m²*a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	197.191,7	163,2
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	300.475,3	248,6
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	298.883,3	247,3
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig, mittel, witterungsbereinigt)	263.862,8	210,3

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht), Lerninhalte oder Schülerprojekte.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern (Strom, Wärmemengenzähler) für die einzelnen Objekte der Liegenschaft. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung, Aussagekraft und Kontrolle der Energieverbräuche.
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und bei Bedarf Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.
- Einbau von für den konkreten Bereich passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche. Für einzelne Heizkörper (Treppenhäuser) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern geeignet.
- Dämmung der Heizungsleitungen im Dachgeschoss.
- Konsequentes Zudrehen der Heizkörper in ungenutzten Bereichen/Räumen bspw. im Dachgeschoss (bzw. Abklemmen entsprechender Leitungsstränge).
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.



Investive Maßnahmen

- Einbau von Leuchten mit tageslichtabhängiger Leuchtregelung (Dimmung), in Fluren ergänzt durch eine Präsenzsteuerung.
- Das Gebäude verfügt lediglich über einen kleinen Kellerbereich. Die Kellerdecke ist nicht gedämmt. Die absoluten Wärmeverluste sind hier jedoch aufgrund der geringen Fläche verhältnismäßig gering (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Dämmung der Kellerdecke durch Kellerdeckendämmplatten WLK 035 dargestellt).
- Die Holzfenster im Gebäude befinden sich augenscheinlich in einem guten Zustand und erfordern zeitnah keinen Ersatz (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz der Fenster durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt)
- Die Gebäudefassade ist energetisch nicht saniert (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung der Fassade durch WDVS unterschiedlicher Stärken WLK 035 dargestellt)
- Das Dachgeschoss des Objektes ist nicht gedämmt (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung des ausgebauten Bereiches mit 160 mm Mineralwolle WLK 035 sowie das Aufbringen einer Dämmung der obersten Geschossdecke im Bereich der verbleibenden Flächen mit Mineralwolldämmplatten 200 mm WLK 035 dargestellt)
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, als Vorstufe kann eine Zonenregelung per Funk eingebaut werden (Nachrüstung der Heizkörper mit entsprechenden Thermostaten erforderlich)
- Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit wäre die Modernisierung der aufgrund des Betriebsalters bereits abgängigen Wärmepumpe nicht notwendig.

Das Satteldach des Gebäudes hat eine Ost-West-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorzugen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Schulgebäude geht zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). Die PV-Stromerzeugung kann grundsätzlich für die Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude dienen (Verbrauch IT, Beleuchtung in Fluren usw.). Hierzu ist auch eine verhältnismäßig geringere installierte Leistung ausreichend. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden. Einschränkungen stellen hier der Denkmalstatus des Gebäudes sowie entsprechende Bestimmungen der Gestaltungssatzung der Hansestadt für den Altstadtbereich dar.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle



aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



	Ausgangsfall	Maßnahme 1 12 cm Dämmung Decke KG	Maßnahme 2 Fassaden- dämmung WDVS 16 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Maßnahme 4 Fassaden- dämmung WDVS 20 cm	Maßnahme 5 Fassaden- dämmung WDVS 24 cm	Maßnahme 6 Dämmung DG	Maßnahme 7 Dämmung ausgebaute Dachfläche	Summe 1,3,5,6,7	Summe 1,2,3,6,7
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	300.475	296.372	222.840	291.531	219.898	218.427	276.635	243.733	124.735	129.146
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	248,61	245,22	184,38	241,21	181,94	180,73	228,89	201,67	103,21	106,86
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	298.883	294.804	221.712	290.006	218.786	217.323	275.189	242.496	124.224	127.597
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	247,30	243,92	183,44	239,95	181,02	179,81	227,69	200,64	102,78	105,57
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	22.180 €	21.877 €	16.449 €	21.520 €	16.232 €	16.124 €	20.421 €	17.992 €	9.208 €	9.533 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	74.082	73.070	54.941	71.877	54.216	53.853	68.204	60.092	30.753	31.841
Investitionen, brutto		5.289 €	83.798 €	108.826 €	89.838 €	95.122 €	27.408 €	22.739 €	259.384 €	248.060 €
Max. Heizleistung [kW]	90,4	89,3	69,1	85,5	68,3	67,9	84	75,2	40,3	41,5
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	1,291	1,270	0,889	1,199	0,874	0,866	1,170	1,005	0,348	0,369
Bewertung										
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		4.103	77.636	8.944	80.577	82.049	23.840	56.742	175.740	171.330
Einsparung Kosten, brutto		303 €	5.731 €	660 €	5.948 €	6.057 €	1.760 €	4.189 €	12.973 €	12.647 €
Amortisation [Jahre]		17,46	14,62	164,83	15,10	15,71	15,57	5,43	19,99	19,61
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		1.012	19.141	2.205	19.866	20.229	5.878	13.990	43.329	42.241
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,19	0,23	0,02	0,22	0,21	0,21	0,62	0,17	0,17
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,78	0,93	0,08	0,90	0,86	0,87	2,50	0,68	0,69
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,06 €	0,07 €	0,01 €	0,07 €	0,06 €	0,06 €	0,18 €	0,05 €	0,05 €
Priorität		Mittel	Mittel	Gering	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch		
Einfluss Stadtwärme										
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	38.259	37.737	28.374	37.120	27.999	27.812	35.224	31.034	15.882	16.444
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	35.823	35.334	26.567	34.757	26.216	26.041	32.981	29.058	14.871	15.397



Liegenschaft Cothenius Grundschule - Essensraum

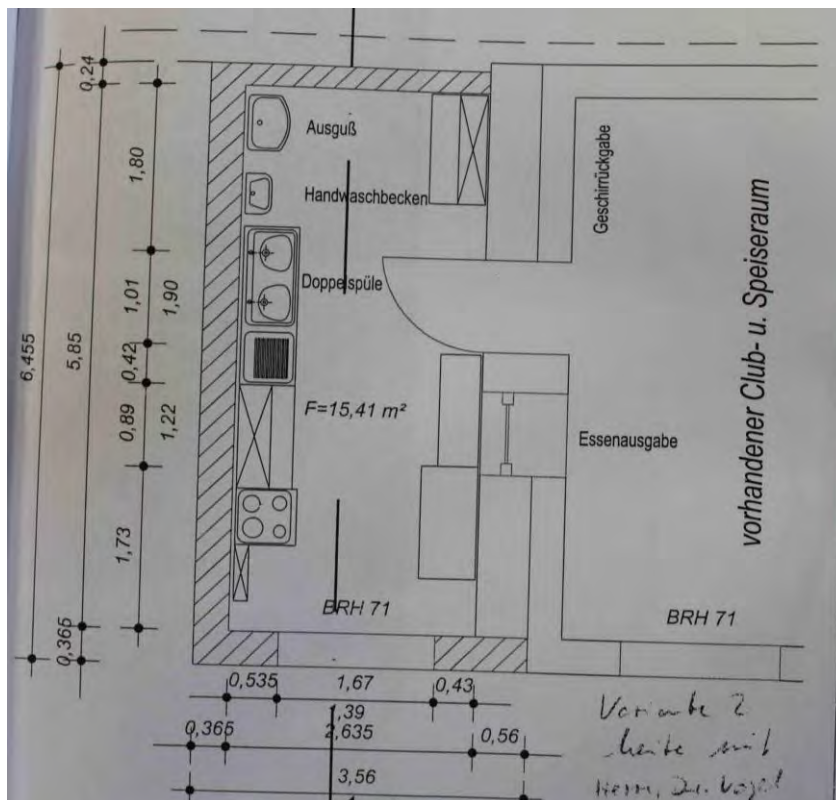
Gebäudedaten

Anschrift	Schulstr. 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Essensausgabe/Mensa
BWZ (VDI)	653000
Bruttogeschossfläche	126 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	113,4 m ²
Thermische Hüllfläche	361,1 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	302,4 m ³
Baujahr	1827/Anbau 2003
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss (EG), DG (nicht zugänglich)
Besondere Hinweise	Die Liegenschaft GS Cothenius besteht aus fünf Objekten: Hauptgebäude, Essensraum, Sekretariat, Sanitär- und Werkstattgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Der Stromverbrauch für alle Liegenschaften wird über einen einzigen Zähler erfasst. Im Wärmebereich verfügt die Essensausgabe über einen separaten Zähler. Der Verbrauch der restlichen Objekte wird über einen Zähler erfasst. Entsprechend zeigen die nachstehend aufgeführten Werte den Stromverbrauch für alle fünf Objekte.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001319121 1041940020061775 15.902 kWh 8,97 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.311,98 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002690943 7075050021132649 28.842 kWh 254,34 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 2.216,21 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



(Teilbereich)

Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Betonplatte gegen Erdreich, (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200
Außenwand	Das Gebäude ist in Massivbauweise errichtet. Die Außenwände bestehen aus verputztem Ziegelmauerwerk, Konstruktionsstärke 36,5 cm	0,985
Außentüren	Metallrahmentür mit Glaseinsatz 2-Fach-Verglasung (Baujahr 2017; pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1998, Baualtersklasse ab 1995)	1,9
Dach	Pulldach mit Ziegeleindeckung, Dachgeschoss als Kaltdach nicht ausgebaut, Holzbalkendecke zum Kaltdach, Zugang zum DG konnte nicht gewehrt werden, (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,780

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Vier direkt befeuerte Gasheizkörper Fr. Gamat, unterschiedlicher Typen (z.B. Gamat Foron 461)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW dezentral durch elektrische Boiler (2 KW)
Beleuchtung	Überwiegend Stabförmige Leuchtstofflampen mit KVG (18 W) in Glasdeckenleuchten oder Rasterdeckenleuchten mit weißen Reflektoren, Steuerung über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft der GS Cothenius besteht aus mehreren Objekten: Grundschule-Hauptgebäude, Essensausgabe, Sekretariat, Sanitär- und Werkraumgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Das Gebäude der Essensausgabe ist in massiver Bauweise errichtet. Es ist nicht unterkellert und hat ein mit Ziegeln eingedecktes Pultdach. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut (Kaltdach) und war zum Zeitpunkt der Begehung nicht zugänglich. Entsprechend der Auskunft verfügt die oberste Geschossdecke über keine Wärmedämmung, woraus sich Effizienzpotenziale ergeben. Das Objekt wurde 2003 saniert und an der Ostseite um einen Anbau erweitert (NGF 15,4 m²), aus dem die Essensausgabe erfolgt. Im Süden grenzt das Gebäude unmittelbar an die Nachbarbebauung an. Das Objekt verfügt über Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1998) und eine neue Metallrahmentür mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 2017). Der Fassadenputz wurde im Rahmen der Umbaumaßnahmen erneuert, die Fassade wurde jedoch nicht energetisch ertüchtigt, sodass hier Effizienzpotenziale vorhanden sind. Zudem wurde das Dach neu eingedeckt. Augenscheinlich befindet sich das Objekt in einem guten Zustand. An der straßenseitigen Fassade ist ein langgezogener vertikaler Riss sichtbar. Kleinere Risse und Abspaltungen sind ebenfalls im Bereich der Fensterleibungen vorhanden.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten (anteilig über die Flächengröße für den Essensraum) verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	21.124	186,3
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	32.188	283,85
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	31.898	281,29
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig, mittel, witterungsbereinigt)	28.842	254,34

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten von Licht).
- Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen).



- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau eines Strom-Unterzählers für das Objekt. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung, Aussagekraft und Kontrolle der Energieverbräuche.
- Pflege der Fenster und bei Bedarf Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.

Investive Maßnahmen

- Einbau von Leuchten mit tageslichtabhängiger Leuchtregelung (Dimmung).
- Die Kunststofffenster im Gebäude befinden sich augenscheinlich in einem guten Zustand und erfordern zeitnah keinen Ersatz (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz der Fenster durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Die Gebäudefassade ist energetisch nicht saniert (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung der Fassade durch WDVS mit Mineralwollplatten unterschiedlicher Stärken WLG 035 dargestellt).
- Das Dachgeschoss des Objektes ist nicht gedämmt (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung mit Mineralwolle WLG 035 unterschiedlicher Stärken dargestellt).
- Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme.

Das Pultdach des Gebäudes eignet sich aufgrund seiner Ausrichtung und der vorhandenen Verschattung nicht für die Nutzung von Sonnenenergie.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.



		Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Maßnahme 5	
	Ausgangsfall	Dämmung DG 16 cm	Fassadendämmung WDVS 16 cm	3-Fach-Fenster	Dämmung DG 20 cm	Fassadendämmung WDVS 24 cm	Summe 3,4,5
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	32.188	23.791	25.405	30.819	23.525	24.982	14.942
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	283,85	209,80	224,03	271,77	207,45	220,30	131,76
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	31.898	23.577	25.176	30.541	23.313	24.756	14.807
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	281,29	207,91	222,01	269,32	205,58	218,31	130,57
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	2.598 €	1.920 €	2.050 €	2.487 €	1.898 €	2.016 €	1.206 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	7.815	5.776	6.168	7.483	5.712	6.065	3.628
Investitionen, brutto		4.532 €	9.367 €	4.982 €	5.179 €	10.633 €	20.793 €
Max. Heizleistung [kW]	10,7	7,9	8,5	10,3	7,8	8,3	5,0
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,781	0,591	0,624	0,739	0,585	0,614	0,376
Bewertung							
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		8.397	6.783	1.369	8.663	7.207	17.247
Einsparung Kosten, brutto		678 €	547 €	110 €	699 €	582 €	1.392 €
Amortisation [Jahre]		6,69	17,11	45,09	7,41	18,28	14,94
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		2.039	1.647	332	2.103	1.750	4.187
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,45	0,18	0,07	0,41	0,16	0,20
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		1,85	0,72	0,27	1,67	0,68	0,83
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,15 €	0,06 €	0,02 €	0,14 €	0,05 €	0,07 €
Priorität		Hoch	Mittel	Gering	Hoch	Mittel	
Einfluss Stadtwärme							
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	4.025	2.975	3.177	3.854	2.942	3.124	1.868
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	3.790	2.801	2.991	3.629	2.770	2.941	1.759



Liegenschaft Cothenius Grundschule – Toilettenhaus/Werkräume

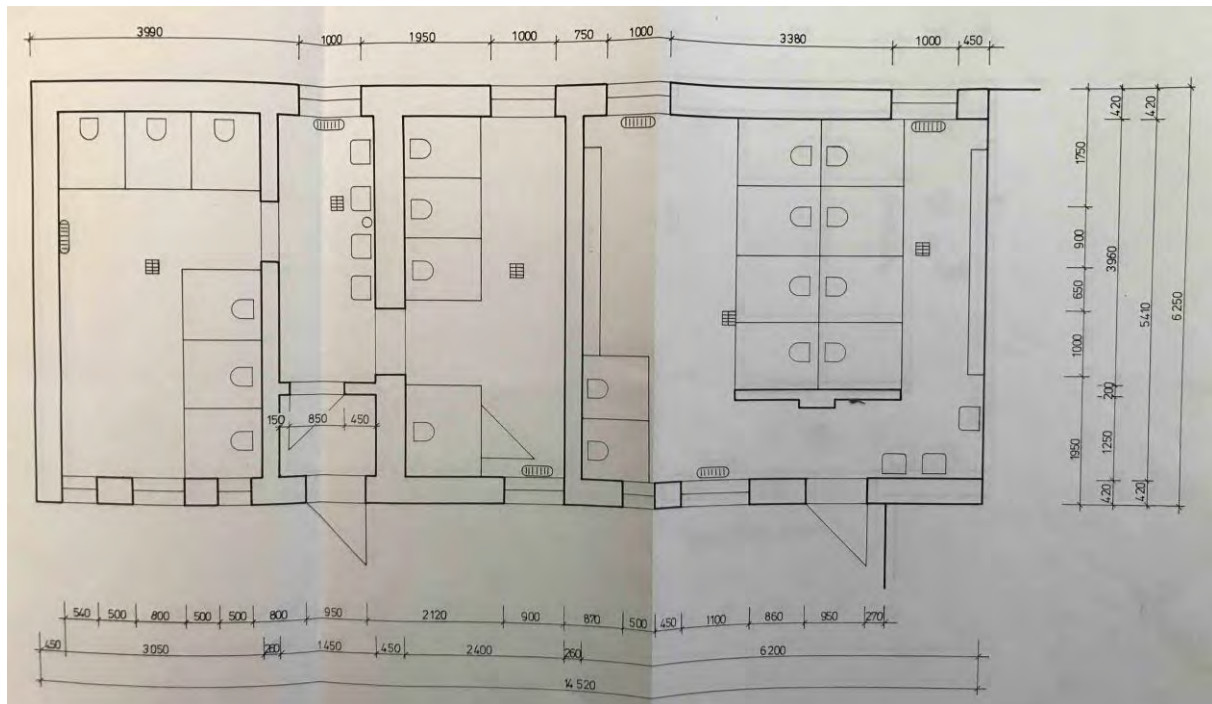
Gebäudedaten

Anschrift	Schulstr. 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Sanitärbereich/Werkräume
BWZ (VDI)	992000
Bruttogeschossfläche	264 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	237,6 m ²
Thermische Hüllfläche	529,3 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	633,60 m ³
Baujahr	1827
Anzahl der Geschosse	2 Geschosse (EG, OG), nicht unterkellert
Besondere Hinweise	Die Liegenschaft GS Cothenius besteht aus fünf Objekten: Hauptgebäude, Essensraum, Sekretariat, Sanitär- und Werkstattgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Der Stromverbrauch für alle Liegenschaften wird über einen einzigen Zähler erfasst. Im Wärmebereich verfügt die Essensausgabe über einen separaten Zähler. Der Verbrauch der restlichen Objekte wird über einen Zähler erfasst. Entsprechend zeigen die nachstehend aufgeführten Werte den Stromverbrauch für alle fünf Objekte und den Erdgasverbrauch für vier der fünf Objekte der Liegenschaft auf.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001319121 1041940020061775 15.902 kWh 8,97 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.311,98 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694622 7075 0800 2507 2576 349.038 kWh 210,32 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 23.494,12 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



(Teilbereich)

Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,000
Außenwand	Das Gebäude ist in massiver Bauweise errichtet. Die Wandkonstruktion besteht aus einem Klinker-/Sichtziegelmauerwerk, gesamtstärke 43,5 cm Die östliche Außenwand ist zusätzlich mit ca. 5 cm Dämmung hinter einer Metallverkleidung ausgestattet	1,418 0,650
Außentüren	Holzrahmentür mit einfacher Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude kommen unterschiedliche Fenstertypen vor: Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung, Baujahr 1995 (Baualtersklasse ab 1995) Holzfenster mit einfacher Verglasung	1,900 5,000
Dach/oberste Geschossdecke	Flaches Pultdach mit Metallfalzblech, Decke nach oben zum unbeheizten Dachraum Holzkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung),	2,600

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik



Technik	Beschreibung
Heizsystem	Die Wärmeversorgung erfolgt über den im Hauptgebäude situierten Gas-Spezialheizkessel. Die Wärme wird über eine im Erdreich verlegte Leitung transportiert. Diese ist nicht ausreichend gedämmt (schnelles Abtauen der Trasse im Winter) Wärmeverteilung im Gebäude erfolgt über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper in den sanierten Bereichen im Sanitärtrakt oder Rippenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW erfolgt dezentral über elektrische Boiler (2 kW)
Beleuchtung	Stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG (T8, 36, 58 W) in Deckenleuchten mit Kunststoffabdeckung, Steuerung über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft der GS Cothenius besteht aus mehreren Objekten: Grundschule-Hauptgebäude, Essensausgabe, Sekretariat, Sanitär- und Werkraumgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Das Sanitär- und Werkraumgebäude wurde 1827 als Massivbau mit Klinker-/Sichtmauerwerk errichtet, die über keine nachträgliche Wärmedämmung verfügt. An der Ostfassade befindet sich eine vorgesetzte Metallfalzblechverkleidung. Im Süden grenzt das Objekt unmittelbar an das Sekretariatsgebäude. Im



Norden befindet sich die Hausmeisterwerkstatt. Das Gebäude ist nicht unterkellert und hat ein flaches mit Metallfalzblech bedecktes Pultdach. Dieses verfügt über keine nachträgliche Wärmedämmung und weist somit erhebliches Effizienzpotenzial auf. Das Obergeschoss ist ausgebaut und wird zu Unterrichtszwecken genutzt. Die Toiletten im Erdgeschoss wurden im Zeitraum 1995 und 1996 erneuert. In diesem Zusammenhang wurden auch die ursprünglichen Holzfenster im Erdgeschoss durch Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung ersetzt (Baujahr 1995). Im Obergeschoss sind weiterhin die ursprünglichen Holzfenster mit lediglich einfacher Verglasung vorhanden. Hier ist ein erheblicher Handlungsbedarf festzustellen. Die Beleuchtung in den Werkräumen wurde im Jahr 2000 erneuert. Auffällig ist das offene Treppenhaus, das den Zugang zu den Werkräumen im Obergeschoss bildet. Dieses verfügt über keine Tür, wobei die Werkräume lediglich über leichte Innenraumtüren abgeschlossen sind. Auf diesem Weg gehen erhebliche Wärmemengen verloren.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten (anteilig über die Flächengröße für das Gebäude) verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	80.694,6	339,6
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	131.541,5	553,6
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	130.958,6	551,17
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig, mittel, witterungsbereinigt)	45.177,6	210,32

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten von Licht).
- Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau eines Strom- und Wärmemengen-Unterzählers für das Objekt. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung, Aussagekraft und Kontrolle der Energieverbräuche.
- Pflege der Fenster und bei Bedarf Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.

Investive Maßnahmen

- Dringend empfohlen wird der Einbau einer Tür in den Treppenaufgang zum Obergeschoss.
- Einbau von Leuchten mit tageslichtabhängiger Leuchtregelung (Dimmung) in den Werkräumen, in den Sanitärräumen eine Präsenzsteuerung.
- Anbringen von fest voreingestellten Behördenventilen an den Heizkörpern in den Sanitärräumen zur Vermeidung der unkontrollierten Manipulation durch die Schulkinder.



- Die Kunststofffenster im EG befinden sich augenscheinlich in einem guten Zustand und erfordern zeitnah keinen Ersatz. Dringend zu modernisieren sind jedoch die einfach verglasten Holzfenster im OG (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz der Fenster durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Die Gebäudefassade ist energetisch nicht saniert (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung der Fassade durch WDVS mit Mineralwollplatten unterschiedlicher Stärken WLG 035 dargestellt).
- Das Dach des Objektes ist nicht gedämmt (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung mit Mineralwolle 160 mm WLG 035 dargestellt).
- Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme inkl. Einbau einer Gebäudeleittechnik.

Das Pultdach des Gebäudes hat eine West-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Schulgebäude geht zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). Die PV-Stromerzeugung kann dennoch für die Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude dienen (Verbrauch IT, Beleuchtung in Fluren usw.). Hierzu ist auch eine verhältnismäßig geringere installierte Leistung ausreichend. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden. Mögliche Einschränkungen stellt die Verschattung durch das Hauptgebäude dar.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.



	Ausgangsfall	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Summe 1,2,4
		Fassadendämmung 16 cm	3-Fach-Fenster	Fassadendämmung 24 cm	Dachdämmung 20 cm	
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	71.660	52.989	65.028	47.941	55.250	29.933
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	301,60	223,02	273,69	201,77	232,53	125,98
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	71.616	52.970	64.846	48.026	55.152	29.915
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	301,41	222,94	272,92	202,13	232,12	125,91
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	5.343 €	3.953 €	4.818 €	3.598 €	4.105 €	2.232 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	17.746	13.127	16.059	11.909	13.662	7.413
Investitionen, brutto		23.162 €	11.084 €	29.550 €	22.134,0 €	56.381 €
Max. Heizleistung [kW]	32,6	25,7	30	25,3	23,6	14,1
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	1,515	1,109	1,363	1,085	0,985	0,427
Bewertung						
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		18.670	6.631	23.718	16.410	41.726
Einsparung Kosten, brutto		1.389 €	525 €	1.744 €	1.237 €	3.111 €
Amortisation [Jahre]		16,67	21,13	16,94	17,89	18,12
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		4.620	1.687	5.838	4.084	10.333
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,20	0,15	0,20	0,18	0,18
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,81	0,60	0,80	0,74	0,74
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,06 €	0,05 €	0,06 €	0,06 €	0,06 €
Priorität		Mittel	Hoch/Gering ³⁶	Mittel	Mittel	
Einfluss Stadtwärme						
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	9.240	6.839	8.319	6.235	7.094	3.860
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	8.506	6.288	7.740	5.674	6.568	3.553

³⁶ Hohe Priorität für die einfach verglasten Holzfenster im OG



Liegenschaft Cothenius Grundschule – Sekretariat

Gebäudedaten

Anschrift	Schulstr. 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Verwaltung/Sekretariat
BWZ (VDI)	131000
Bruttogeschossfläche	170 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	144,50 m ²
Thermische Hüllfläche	275,3 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	428,40 m ³
Baujahr	1827
Anzahl der Geschosse	2 Geschosse (EG, DG), nicht unterkellert
Besondere Hinweise	Die Liegenschaft GS Cothenius besteht aus fünf Objekten: Hauptgebäude, Essensraum, Sekretariat, Sanitär- und Werkstattgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Der Stromverbrauch für alle Liegenschaften wird über einen einzigen Zähler erfasst. Im Wärmebereich verfügt die Essensausgabe über einen separaten Zähler. Der Verbrauch der restlichen Objekte wird über einen Zähler erfasst. Entsprechend zeigen die nachstehend aufgeführten Werte den Stromverbrauch für alle fünf Objekte und den Erdgasverbrauch für vier der fünf Objekte der Liegenschaft auf.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001319121 1041940020061775 15.902 kWh 8,97 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.311,98 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002694622 7075 0800 2507 2576 349.038 kWh 210,32 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 23.494,12 €

Bilddokumentation Gebäudehülle





Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Nicht unterkellert, Boden gegen Erdreich, Ziegelkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200
Außenwand	Das Gebäude ist in massiver Bauweise errichtet. Die Wandkonstruktion besteht aus einem verputzten Ziegelmauerwerk, gesamtstärke 43,5 cm Die östliche Außenwand ist zusätzlich mit ca. 5 cm Dämmung hinter einer Metallverkleidung ausgestattet	1,418 0,650
Außentüren	Metallrahmentür mit Lichtblick 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1998) (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster, 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1998), Baualtersklasse ab 1995	1,900
Dach/oberste Geschossdecke	Pulldach mit Ziegeleindeckung, Oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum Holzkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,780

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik

Technik	Beschreibung
Heizsystem	Die Wärmeversorgung erfolgt über den im Hauptgebäude situierten Gas-Spezialheizkessel. Die Wärme wird über eine im Erdreich verlegte Leitung transportiert. Diese ist nicht ausreichend gedämmt (schnelles Abtauen der Trasse im Winter) Wärmeverteilung im Gebäude erfolgt über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper an den Innenwänden mit P-Reglern (manuell regelbare Thermostate)
Beleuchtung	Stabförmige Leuchtstofflampen (T8, 58 W) mit EVG in Rasterdeckenleuchten, Steuerung über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage



Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft der GS Cothenius besteht aus mehreren Objekten: Grundschule-Hauptgebäude, Essensausgabe, Sekretariat, Sanitär- und Werkraumgebäude, Hausmeisterwerkstatt. Das Gebäude, das derzeit als Schulsekretariat dient, wurde 1827 als Massivbau errichtet. An der Ostfassade befindet sich eine vorgesetzte Metallfalzblechverkleidung. Im Norden grenzt das Objekt unmittelbar an das Sanitär- und Werkraumgebäude. Das Objekt ist nicht unterkellert und hat ein mit Ziegeln (Biberschwan) eingedecktes Pultdach (Dachneueindeckung fand im Jahr 1999 statt). Das Dachgeschoss wird als Kaltdach zu Lagerungszwecken genutzt und verfügt über keine Wärmedämmung. Im Jahr 1998 wurden die Fenster sowie die Eingangstür erneuert. Bei den Fenstern handelt es sich um Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung. Die Innenräume wurden im Jahr 2000 saniert. In diesem Zusammenhang wurde eine neue Beleuchtung eingebaut. An der Außenfassade sind mehrere vertikale und horizontale Risse sowie Putzabspaltungen (insbesondere im Sockelbereich) sichtbar.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten (anteilig über die Flächengröße für das Gebäude) verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	24.203	167,5
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	40.484	280,17
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	40.231	278,41
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig, mittel, witterungsbereinigt)	30.392	210,32

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten von Licht, Vermeidung von Stand-by-Zeiten).
- Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau eines Strom- und Wärmemengen-Unterzählers für das Objekt. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung, Aussagekraft und Kontrolle der Energieverbräuche.
- Pflege der Fenster und bei Bedarf Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.

Investive Maßnahmen

- Einbau von Leuchten mit tageslichtabhängiger Leuchtregelung (Dimmung).



- Die Kunststofffenster im Objekt befinden sich augenscheinlich in einem guten Zustand und erfordern zeitnah keinen Ersatz. (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz der Fenster durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Die Gebäudefassade ist energetisch nicht saniert und verfügt daher über keine ausreichende Wärmedämmqualität (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung der Fassade durch WDVS mit Mineralwollplatten WLG 035 unterschiedlicher Stärken dargestellt).
- Die oberste Geschossdecke zum Kaltdach ist nicht gedämmt und verfügt daher über keine ausreichende Wärmedämmqualität (in der anschließenden Berechnung werden die Auswirkungen der Dämmung mit Mineralwolle WLG 035 unterschiedlicher Stärken dargestellt)
- Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme.

Das Pultdach des Gebäudes hat eine West-Ausrichtung und eignet sich somit prinzipiell für die Installation von Photovoltaikanlagen. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Sekretariat geht zum Großteil auf die Beleuchtung und PC-Betrieb zurück. Die PV-Stromerzeugung kann für die Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude dienen. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden. Einschränkungen für die Nutzung stellt jedoch die Verschattung durch das Hauptgebäude dar.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Dämmung OG 16 cm	Maßnahme 2 Fassadendämmung WDVS 16 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Maßnahme 4 Fassadendämmung WDVS 20 cm	Maßnahme 5 Fassadendämmung WDVS 24 cm	Maßnahme 6 Dämmung OG 20 cm	Summe 1,2,3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	40.484	35.121	30.969	39.633	30.625	30.281	34.859	24.742
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	280,17	243,05	214,32	274,28	211,94	209,56	241,24	171,23
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	40.231	34.901	30.775	39.384	30.433	30.091	34.640	24.587
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	278,41	241,53	212,98	272,56	210,61	208,24	239,73	170,15
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	3.014 €	2.615 €	2.306 €	2.951 €	2.280 €	2.255 €	2.595 €	1.842 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	10.020	8.693	7.665	9.809	7.580	7.495	8.628	6.124
Investitionen, brutto		5.260 €	12.228 €	3.585 €	13.109 €	13.881 €	5.968 €	21.073 €
Max. Heizleistung [kW]	10,4	9,1	8	10,1	7,9	7,8	9	6,4
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,827	0,676	0,549	0,788	0,538	0,528	0,669	0,359
Bewertung								
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		5.363	9.515	851	9.859	10.204	5.625	15.742
Einsparung Kosten, brutto		399 €	708 €	63 €	734 €	760 €	419 €	1.172 €
Amortisation [Jahre]		13,17	17,26	56,55	17,86	18,27	14,25	17,98
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		1.327	2.355	211	2.440	2.525	1.392	3.896
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,25	0,19	0,06	0,19	0,18	0,23	0,18
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		1,02	0,78	0,24	0,75	0,74	0,94	0,75
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,08 €	0,06 €	0,02 €	0,06 €	0,05 €	0,07 €	0,06 €
Priorität		Mittel	Mittel	Gering	Mittel	Mittel	Mittel	
Einfluss Stadtwärme								
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	5.211	4.521	3.987	5.102	3.942	3.898	4.487	3.185
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	4.808	4.171	3.678	4.707	3.637	3.597	4.140	2.939



Liegenschaft Grundschule Gebrüder Grimm

Gebäudedaten

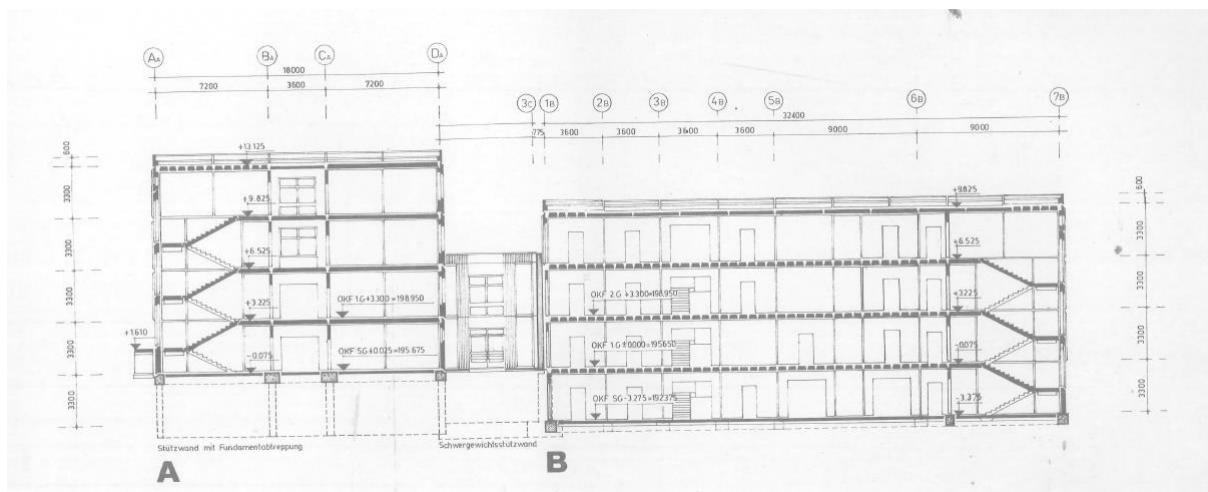
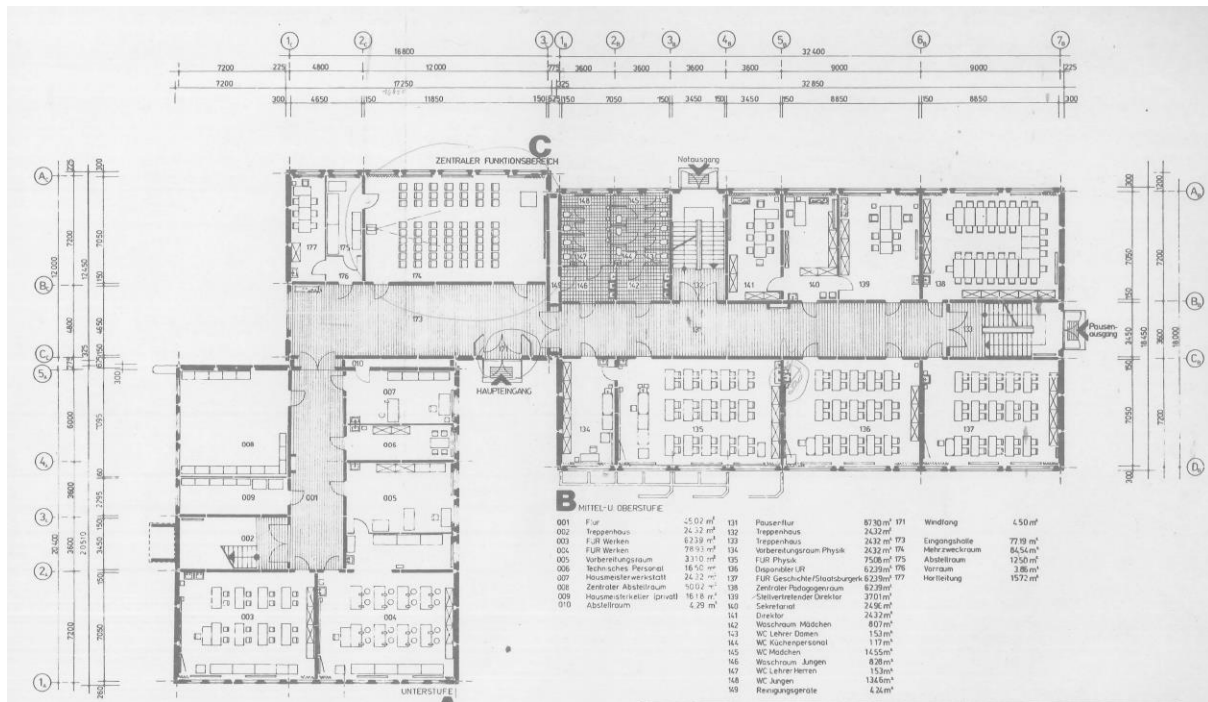
Anschrift	Eichenweg 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Grundschule
BWZ (VDI)	411000
Bruttogeschossfläche	1.600 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	1.053,68 m ²
Thermische Hüllfläche	1.918,0 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	3.477,14 m ³
Baujahr	1991
Anzahl der Geschosse	4 Geschosse (EG, 1.OG, 2.OG, 3.OG)
Bemerkungen	Sowohl für Stadtwärme als auch für Strom erfolgt die Verbrauchserfassung und Abrechnung zusammen mit der Regionalschule Friedrich Schiller. Die nachstehenden Angaben stellen somit kumulierte Werte für beide Liegenschaften dar.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählernummer • Zählpunkt • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	1036 1100 6206 7069 DE00100017389TS0000000000001619569 43.054 kWh 11,36 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 11.405,02 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Stadtwärme 542403840 (Gerätenummer) 376.991 kWh 99,45 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 44.378,40 €

Bilddokumentation Gebäudehülle





Übersicht Geometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Gebäude ist nicht unterkellert. Bodenplatte 210 mm Stahlbeton massiv gegen Erdreich (Aufbau: 150 mm Unterbeton, 15 mm Wärmedämmung Mineralwolle, 1 Lage Bitumenpappe, 40 mm Estrich) (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,501
Außenwand	Gebäude ist in industrieller Plattenbauweise errichtet: Wandbauweise WBS 70/G EG: 260 mm Sockel-Betonplatte (Aufbau: 150 mm Tragschicht Stahlbeton, 50 mm Wärmedämmung Schaumpolystyrol, 60 mm Wetterschale Beton) Ab 1.	0,363-0,584

	OG: 300 mm armierte Betonplatte (Aufbau: 150 mm Tragschicht Stahlbeton, 90 cm Wärmedämmung, Schaumpolystyrol, 60 mm Wetterschale Beton)	
Außentüren	Metallrahmentür mit 2-Fach-Verglasung, unterschiedliche Baujahre 2000/2012 (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude sind unterschiedliche Fenstertypen vertreten: überwiegend Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung (Niematherm), Baujahr 1995 (Baualtersklasse ab 1995)	1,9
	In den Treppenhäusern Metallfenster mit 2-Fach-Verglasung (TLG 22065 U 90), (Baualtersklasse 1984-1994)	3,2
Dach	Flachdach, Aufbau: 140 mm Stahlbetondeckenplatte, mit 180 mm Mineralwolldämmung der obersten Geschossdecke, Bitumenbahnabdichtung (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,220

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Energieträger Stadtwärme. Übergabestation Baujahr 1998. Wärmeleistung einzelner Heizkreise 85/60/5 kW, Brauchwasser 100 kW. Wärmenetz 105/70 °C, Gebäudeheizung 80/60 °C Leitungen im Heizraum teilweise isoliert mit erheblichen Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile und Absperrarmaturen. Verteilungsstränge im Erdgeschoss inhomogen isoliert. Wärmeverteilung über Zweirohrnetz. Wärmeübergabe über Plattenheizkörper mit fest eingestellten Thermostaten (Behördenventile). Steuerung mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler Heizkreise: Bürobereich GS Gebrüder Grimm, RS Fr. Schiller (Nordseite), GS Gebrüder Grimm (Südseite) Elektronisch geregelte Umwälzpumpen überwiegend ohne Dämmschalen (Typen: Heizkreis 1 Süd: Wilo Pico 25/1-6, Heizkreis 2 Verwaltung: Grundfos UPS 25-80, Heizkreis 3 Nord: Wilo Top S30/7)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW zentral mit Stadtwärme, 1.000 Liter Speicher mit Dämmung (Speichertemperatur ca. 45 °C). Elektronisch geregelte Zirkulationspumpen (Grundfos UPS 25-40 B und 25-60 B)
Beleuchtung	Überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit KVG (T8 unterschiedlicher Leistung 18/36/58 W) in Rasterdeckenleuchten. Ein Teil der Deckenleuchten ist bereits modernisiert: Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren. Ursprüngliche Deckenleuchten: Rasterdeckenleuchten mit oder ohne weißen Reflektor, teilweise ohne Abdeckung. Manuelle Steuerung über Wandschalter in den Klassenräumen und Kippschalter in den Fluren. Im Eingangsbereich befinden sich Energiesparlampen (12 W).
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage, die Be- und Entlüftung erfolgt ausschließlich über Fenster

Zustandsbeschreibung

Der Schulkomplex wurde 1989/1990 errichtet und beherbergt derzeit zwei Schulen: die Regionalschule Friedrich Schiller und die Grundschule Gebrüder Grimm. Die Liegenschaft wurde in Fertigbauweise WBS 70/G erbaut. Sie besteht aus drei baulich und thermisch miteinander verbundenen Gebäudeteilen: Baustein A (4 Geschosse, Grundschule), Baustein B (4 Geschosse, Regionalschule) und Baustein C (3 Geschosse, Verwaltung). Im Untergeschoss des Bausteins C befinden sich die Hausanschlussräume für Heizung und Elektro. Von hier erfolgt die Versorgung der beiden Schulen.



Der Gebäudekomplex befindet sich in einem optisch gut gepflegten dem Baualter entsprechenden Zustand. In den vergangenen Jahren wurden am Objekt mehrere energetische Optimierungsmaßnahmen durchgeführt. Ein Großteil der ursprünglichen Fenster wurde etwa im Jahr 2000 durch Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung ersetzt (eine stichprobenartige Überprüfung ergab, dass das Baualter der Fenster 1995 beträgt). Ausnahme bilden die Fensterwände in den Treppenhäusern, die weiterhin im ursprünglichen Zustand verblieben. Hier besteht erhebliches Effizienzpotenzial und hoher Handlungsbedarf. Ersetzt wurden ebenfalls die Eingangstüren (derzeit Metallrahmentüren mit 2-Fach-Verglasung). Parallel wurden die Fenster an der Südseite durch einen extern angebrachten Sonnenschutz ausgestattet (Jalousien). Im Jahr 2011 erfolgte die Abdichtung des Daches und Dämmung der obersten Geschossdecke mit 180 mm Mineralwolle (WLG 035). In diesem Zusammenhang wurde die ursprüngliche 90 mm Mineralwolldämmung entsorgt. Saniert wurde zudem ein Teil der Innenbeleuchtung. Hierbei wurden in einzelnen Räumen moderne Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren angebracht. Eine nachträglich energetische Optimierung der Fassade fand bisher nicht statt. Hier kann ein relevantes Effizienzpotenzial konstatiert werden.

Beobachtet wurden Schäden an einzelnen Fugen der Plattenelemente durch die nachträglich installierte Alarmanlage, Undichtigkeiten im Bereich der Fenster (Treppenhaus), Fensteranschlussfugen und der Fensterbänke. Durch eine bereits durchgeführte Thermographieuntersuchung wurden unter anderem folgende Mängel identifiziert: Wärmebrücken im Bereich der Plattenfugen, Wärmebrücken an den Anschlussfugen und Fensterprofilen, Sohlbänke ohne Dämmung, ungedämmte Fensterprofile, unzureichende Dämmung im Bereich der Plattenfugen, einzelne Fassadenelemente ohne Dämmung.

Bemängelt wird die zu geringe installierte Heizfläche. Dies erschwert das Wiederaufheizen des Gebäudes und erlaubt keine stärkeren Absenkungen in nutzungsfreien Zeiten. Es fehlt zudem eine effektive Regelungsmöglichkeit durch die Aufteilung in verschiedene Nutzungszonen. Die TWW-Anlage erscheint überdimensioniert. Die Isolierung der Wärmeverteilung im Heizraum sowie im Erdgeschoss weist große Lücken auf.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf Heizung	236.687,6	119,3
Nutzenergiebedarf Warmwasser	46.531,9	17,0
Nutzenergiebedarf gesamt	283.219,5	136,3
Endenergiebedarf Heizung	300.892,5	152,5
Endenergiebedarf Warmwasser	52.312,2	20,3
Endenergiebedarf gesamt	353.204,7	172,8
Primärenergiebedarf Heizung	181.359,5	92,1
Primärenergiebedarf Warmwasser	53.375,8	14,2
Primärenergiebedarf gesamt	234.735,3	106,3
Endenergieverbrauch gesamt (mittel, witterungsbereinigt, anteilig für RS Fr. Schiller)	272.205	99,45



Maßnahmenvorschläge

Die Maßnahmen sind zusammen mit der RS Friedrich Schiller durchzuführen.

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht), Lerninhalte oder Schülerprojekte.
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für einzelne Gebäudebereiche bzw. beide Schuleinheiten. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung und Zuordnung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.
- Korrektur der Dämmung an den Leitungen im Heizraum sowie im Erdgeschoss.
- Austausch vorhandener Umwälz- und Zirkulationspumpen durch Hocheffizienzpumpen inkl. Dämmschale.

Investive Maßnahmen

- In den Sanitärräumen und Fluren wird der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung empfohlen. Für die Flure ist der Einsatz von Leuchten mit einer tageslichtabhängigen Dimmung zu prüfen.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Erneuerung der Heizverteilung im Heizraum inkl. Einrichtung mehrerer Nutzzonen mit separater Steuerungs- und Regelungsmöglichkeit. Einbau einer Gebäudeleittechnik für die Heizung mit separater Zonensteuerung und individueller Raumregelung (PC im Lehrerraum). Einbau von Thermostaten mit Funktion zur Erkennung offener Fenster.
- Einbau einer zentralen Steuerungseinheit für die Beleuchtung, die eine tageslichtabhängige Regelung der Beleuchtung in den Fluren ermöglicht und über eine zentrale Ausschaltfunktion verfügt.
- Optimierung der Warmwasserbereitung. Zu prüfen ist der mögliche Verzicht auf TWW in den Sanitärräumen und die Nutzung dezentraler Warmwassererzeuger an einigen wenigen Zapfstellen in Gebäude (z.B. für Reinigungskräfte, Teeküchen usw.).
- Ersatz der noch vorhandenen ursprünglichen Metallfenster in den Treppenhäusern durch moderne effiziente Fenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch Kunststofffenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt). In diesem Zusammenhang sind Mängel an den Anschlussfugen der Fenster zu korrigieren.



- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung werden das Beispiele 160 mm und 200 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).

Das Flachdach des Gebäudes eignet sich prinzipiell sehr gut für eine Begrünung oder die Installation von Photovoltaik-Anlagen. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Schulgebäude geht zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). Die PV-Stromerzeugung kann dennoch für die Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude dienen (Verbrauch IT, Beleuchtung in Fluren usw.). Hierzu ist auch eine verhältnismäßig geringere installierte Leistung ausreichend. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt.



		Maßnahme 1 Dämmung Fassade 16 cm	Maßnahme 2 Dämmung Fassade 20 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Summe 2+3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	160.719	140.448	138.782	148.520	126.601
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	152,53	133,29	131,71	140,95	120,15
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	97.027	84.790	83.784	89.663	76.430
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	92,08	80,47	79,51	85,09	72,53
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	18.320 €	16.010 €	15.820 €	16.930 €	14.431 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	20.284	17.726	17.516	18.745	15.978
Investitionen, brutto		123.236 €	134.808 €	52.422 €	187.230 €
Max. Heizleistung [kW]	57,7	50,9	50,3	51,8	44,4
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,527	0,417	0,408	0,431	0,312
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		20.271	21.936	12.199	34.118
Einsparung Kosten, brutto		2.311 €	2.501 €	1.390 €	3.889 €
Amortisation [Jahre]		53,33	53,91	37,70	48,14
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		2.558	2.769	1.540	4.306
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,02	0,02	0,03	0,02
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,16	0,16	0,23	0,18
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,02 €	0,03 €	0,02 €
Priorität		Gering	Gering	Hoch ³⁷ /Gering	

³⁷ Für ursprüngliche Fenster



Liegenschaft Regionalschule Friedrich Schiller

Gebäudedaten

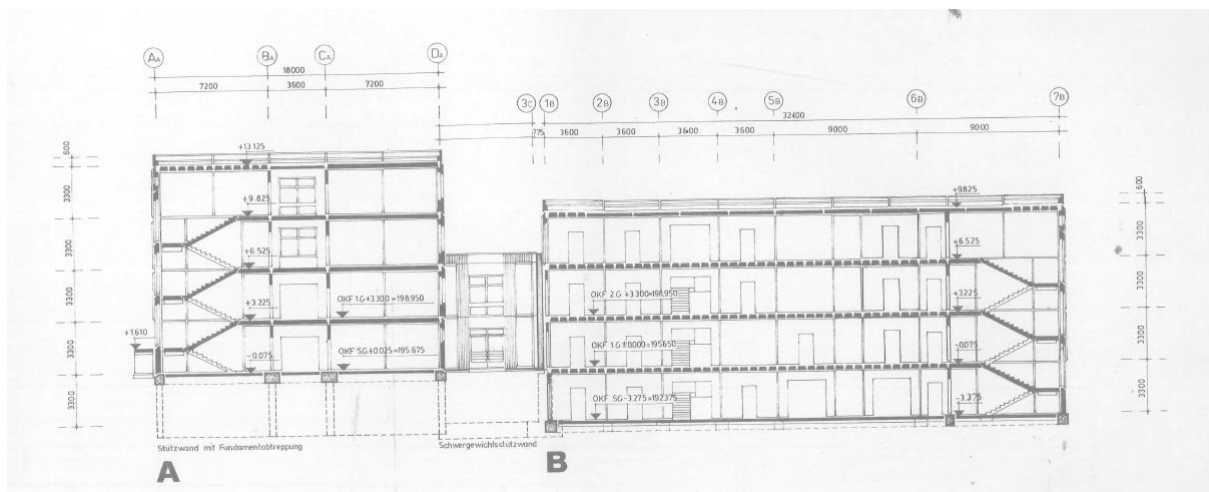
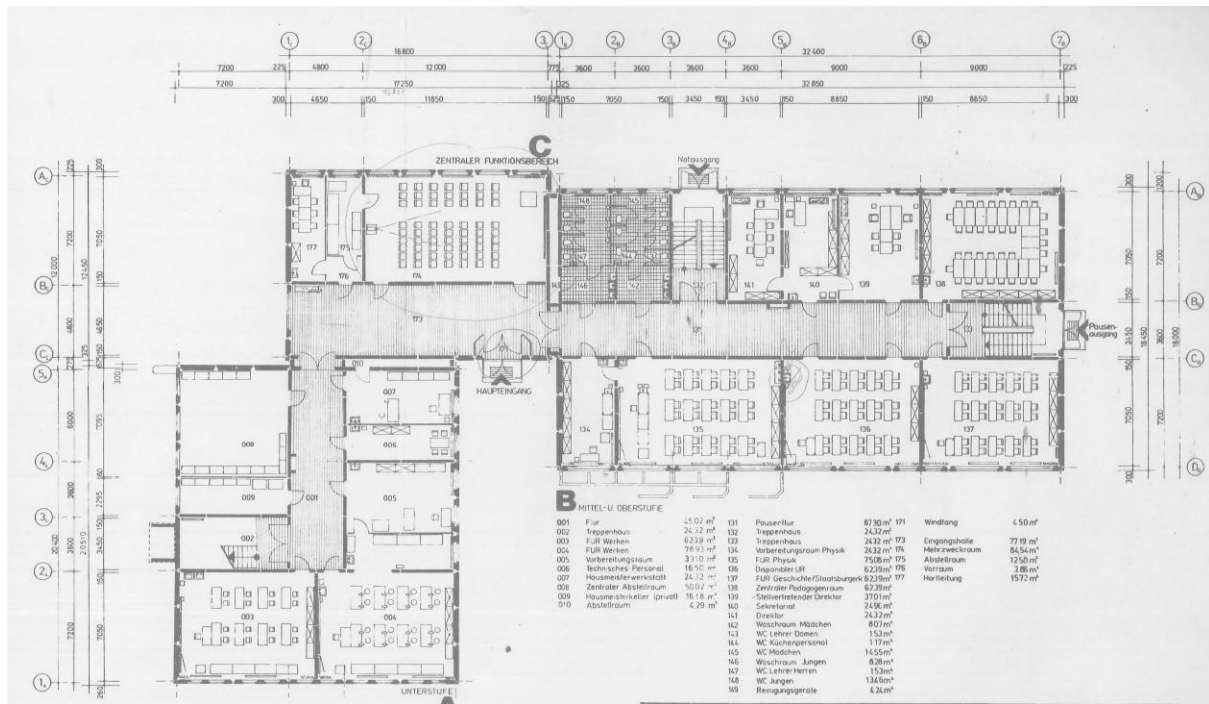
Anschrift	Eichenweg 6, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Regionalschule
BWZ (VDI)	411000
Bruttogeschossfläche	3.240 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	2.737,17 m ²
Thermische Hüllfläche	3.408,0 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	9.032,66 m ³
Baujahr	1991
Anzahl der Geschosse	4 Geschosse (EG, 1.OG, 2.OG, 3.OG) (Regionalschule) 3 Geschosse (EG, 1.OG, 2.OG) (Verbindungsbau)
Bemerkungen	Sowohl für Stadtwärme als auch für Strom erfolgt die Verbrauchserfassung und Abrechnung zusammen mit der Grundschule Gebrüder Grimm. Die nachstehenden Angaben stellen somit kumulierte Werte für beide Liegenschaften dar.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom	
• Zählernummer	1036 1100 6206 7069
• Zählpunkt	DE00100017389TS0000000000001619569
• Stromverbrauch Baseline	43.054 kWh
• spezifischer Stromverbrauch	11,36 [kWh/(m ² _{NGF} *a)]
• Stromkosten (gemittelt)	11.405,02 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger	Stadtwärme
• Zählernummer	542403840 (Gerätenummer)
• Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt)	376.991 kWh
• spezifischer Heizenergieverbrauch	99,45 [kWh/(m ² _{NGF} *a)]
• Heizenergiekosten (gemittelt)	44.378,40 €

Bilddokumentation Gebäudehülle





Übersicht Geometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Gebäude ist nicht unterkellert. Bodenplatte 210 mm Stahlbeton massiv gegen Erdreich (Aufbau: 150 mm Unterbeton, 15 mm Wärmedämmung Mineralwolle, 1 Lage Bitumenpappe, 40 mm Estrich) (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,501
Außenwand	Gebäude ist in industrieller Plattenbauweise errichtet: Wandbauweise WBS 70/G EG: 260 mm Sockel-Betonplatte (Aufbau: 150 mm Tragschicht Stahlbeton, 50 mm Wärmedämmung Schaumpolystyrol, 60 mm Wetterschale Beton) Ab 1.	0,363-0,584

	OG: 300 mm armierte Betonplatte (Aufbau: 150 mm Tragschicht Stahlbeton, 90 cm Wärmedämmung, Schaumpolystyrol, 60 mm Wetterschale Beton)	
Außentüren	Metallrahmentür mit 2-Fach-Verglasung, unterschiedliche Baujahre 2000/2012 (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude sind unterschiedliche Fenstertypen vertreten: überwiegend Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung (Niematherm), Baujahr 1995 (Baualtersklasse ab 1995) In den Treppenhäusern Metallfenster mit 2-Fach-Verglasung (TLG 22065 U 90), (Baualtersklasse 1984-1994)	1,9 3,2
Dach	Flachdach, Aufbau: 140 mm Stahlbetondeckenplatte, mit 180 mm Mineralwolldämmung der obersten Geschossdecke, Bitumenbahnabdichtung (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,220

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Energieträger Stadtwärme. Übergabestation Baujahr 1998. Wärmeleistung einzelner Heizkreise 85/60/5 kW, Brauchwasser 100 kW. Wärmenetz 105/70 °C, Gebäudeheizung 80/60 °C Leitungen im Heizraum teilweise isoliert mit erheblichen Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile und Absperrarmaturen. Verteilungsstränge im Erdgeschoss inhomogen isoliert. Wärmeverteilung über Zweirohrnetz. Wärmeübergabe über Plattenheizkörper mit fest eingestellten Thermostaten (Behördenventile). Steuerung mit Nachtabenkung und Außentemperaturfühler Heizkreise: Bürobereich GS Gebrüder Grimm, RS Fr. Schiller (Nordseite), GS Gebrüder Grimm (Südseite) Elektronisch geregelte Umwälzpumpen überwiegend ohne Dämmschalen (Typen: Heizkreis 1 Süd: Wilo Pico 25/1-6, Heizkreis 2 Verwaltung: Grundfos UPS 25-80, Heizkreis 3 Nord: Wilo Top S30/7)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW zentral mit Stadtwärme, 1.000 Liter Speicher mit Dämmung (Speichertemperatur ca. 45 °C). Elektronisch geregelte Zirkulationspumpen (Grundfos UPS 25-40 B und 25-60 B)
Beleuchtung	Überwiegend stabförmige Leuchtstofflampen mit KVG (T8 unterschiedlicher Leistung 18/36/58 W) in Rasterdeckenleuchten. Ein Teil der Deckenleuchten ist bereits modernisiert: Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren. Ursprüngliche Deckenleuchten: Rasterdeckenleuchten mit oder ohne weißen Reflektor, teilweise ohne Abdeckung. Manuelle Steuerung über Wandschalter in den Klassenräumen und Kippschalter in den Fluren. Im Eingangsbereich befinden sich Energiesparlampen (12 W).
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage, die Be- und Entlüftung erfolgt ausschließlich über Fenster



Zustandsbeschreibung

Der Schulkomplex wurde 1989/1990 errichtet und beherbergt derzeit zwei Schulen: die Regionalschule Friedrich Schiller und die Grundschule Gebrüder Grimm. Die Liegenschaft wurde in Fertigbauweise WBS 70/G erbaut. Sie besteht aus drei baulich und thermisch miteinander verbundenen Gebäudeteilen: Baustein A (4 Geschosse, Grundschule), Baustein B (4 Geschosse, Regionalschule) und Baustein C (3 Geschosse, Verwaltung). Im Untergeschoss des Bausteins C befinden sich die Hausanschlussräume für Heizung und Elektro. Von hier erfolgt die Versorgung der beiden Schulen.

Der Gebäudekomplex befindet sich in einem optisch gut gepflegten dem Baualter entsprechenden Zustand. In den vergangenen Jahren wurden am Objekt mehrere energetische Optimierungsmaßnahmen durchgeführt. Ein Großteil der ursprünglichen Fenster wurde etwa im Jahr 2000 durch Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung ersetzt (eine stichprobenartige Überprüfung ergab, dass das Baualter der Fenster 1995 beträgt). Ausnahme bilden die Fensterwände in den Treppenhäusern, die weiterhin im ursprünglichen Zustand verblieben. Hier besteht erhebliches Effizienzpotenzial und hoher Handlungsbedarf. Ersetzt wurden ebenfalls die Eingangstüren (derzeit Metallrahmentüren mit 2-Fach-Verglasung). Parallel wurden die Fenster an der Südseite durch einen extern angebrachten Sonnenschutz ausgestattet (Jalousien). Im Jahr 2011 erfolgte die Abdichtung des Daches und Dämmung der obersten Geschossdecke mit 180 mm Mineralwolle (WLG 035). In diesem Zusammenhang wurde die ursprüngliche 90 mm Mineralwolldämmung entsorgt. Saniert wurde zudem ein Teil der Innenbeleuchtung. Hierbei wurde in einzelnen Räumen moderne Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren angebracht. Eine nachträglich energetische Optimierung der Fassade fand bisher nicht statt. Hier kann ein relevantes Effizienzpotenzial konstatiert werden.

Beobachtet wurden Schäden an einzelnen Fugen der Plattenelemente durch die nachträglich installierte Alarmanlage, Undichtigkeiten im Bereich der Fenster (Treppenhaus), Fensteranschlussfugen und der Fensterbänke. Durch eine bereits durchgeführte Thermographieuntersuchung wurden unter anderem folgende Mängel identifiziert: Wärmebrücken im Bereich der Plattenfugen, Wärmebrücken an den Anschlussfugen und Fensterprofilen, Sohlbänke ohne Dämmung, ungedämmte Fensterprofile, unzureichende Dämmung im Bereich der Plattenfugen, einzelne Fassadenelemente ohne Dämmung.

Bemängelt wird die zu geringe installierte Heizfläche. Dies erschwert das Wiederaufheizen des Gebäudes und erlaubt keine stärkeren Absenkungen in nutzungsfreien Zeiten. Es fehlt zudem eine effektive Regelungsmöglichkeit durch die Aufteilung in verschiedene Nutzungszonen. Die TWW-Anlage erscheint überdimensioniert. Die Isolierung der Wärmeverteilung im Heizraum sowie im Erdgeschoss weist große Lücken auf.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.



	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf Heizung	236.687,6	86,5
Nutzenergiebedarf Warmwasser	46.531,9	17,0
Nutzenergiebedarf gesamt	283.219,5	103,5
Endenergiebedarf Heizung	300.892,5	109,9
Endenergiebedarf Warmwasser	52.312,2	19,1
Endenergiebedarf gesamt	353.204,7	129
Primärenergiebedarf Heizung	181.359,5	66,26
Primärenergiebedarf Warmwasser	34.855,5	12,7
Primärenergiebedarf gesamt	216.215	78,99
Endenergieverbrauch gesamt (mittel, witterungsbereinigt, anteilig für RS Fr. Schiller)	272.205	99,45

Maßnahmenvorschläge

Die Maßnahmen sind zusammen mit der GS Gebrüder Grimm durchzuführen.

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht), Lerninhalte oder Schülerprojekte.
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für einzelne Gebäudebereiche bzw. beide Schuleinheiten. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung und Zuordnung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.
- Korrektur der Dämmung an den Leitungen im Heizraum sowie im Erdgeschoss.
- Austausch vorhandener Umwälz- und Zirkulationspumpen durch Hocheffizienzpumpen inkl. Dämmschale.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Investive Maßnahmen

- In den Sanitärräumen und Fluren wird der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung empfohlen. Für die Flure ist der Einsatz von Leuchten mit einer tageslichtabhängigen Dimmung zu prüfen.



- Erneuerung der Heizverteilung im Heizraum inkl. Einrichtung mehrerer Nutzzonen mit separater Steuerungs- und Regelungsmöglichkeit. Einbau einer Gebäudeleittechnik für die Heizung mit separater Zonensteuerung und individueller Raumregelung (PC im Lehrerraum). Einbau von Thermostaten mit Funktion zur Erkennung offener Fenster.
- Einbau einer zentralen Steuerungseinheit für die Beleuchtung, die eine tageslichtabhängige Regelung der Beleuchtung in den Fluren ermöglicht und über eine zentrale Ausschaltfunktion verfügt.
- Optimierung der Warmwasserbereitung. Zu prüfen ist der mögliche Verzicht auf TWW in den Sanitärräumen und die Nutzung dezentraler Warmwassererzeuger an einigen wenigen Zapfstellen in Gebäude (z.B. für Reinigungskräfte, Teeküchen usw.).
- Ersatz der noch vorhandenen ursprünglichen Metallfenster in den Treppenhäusern durch moderne effiziente Fenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch Kunststofffenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt). In diesem Zusammenhang sind Mängel an den Anschlussfugen der Fenster zu korrigieren.
- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung werden das Beispiele 160 mm und 200 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).

Das Flachdach des Gebäudes eignet sich prinzipiell sehr gut für die Installation von Photovoltaik-Anlagen. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Der Stromverbrauch im Schulgebäude geht zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbelichtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbelichtung und umgekehrt). Die PV-Stromerzeugung kann dennoch für die Deckung der Grundverbrauchslast im Gebäude dienen (Verbrauch IT, Beleuchtung in Fluren usw.). Hierzu ist auch eine verhältnismäßig geringere installierte Leistung ausreichend. In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden und auch ein Teil des Strombedarfs in den Übergangszeiten abgedeckt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-



Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt.

		Maßnahme 1 Dämmung Fassade 16 cm	Maßnahme 2 Dämmung Fassade 20 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Summe 2+3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	300.892	280.010	278.114	281.084	258.326
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m ² *a)]	109,93	102,30	101,61	102,69	94,38
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	181.359	168.773	167.630	169.420	155.703
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m ² *a)]	66,26	61,66	61,24	61,90	56,88
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	34.268 €	31.890 €	31.674 €	32.012 €	29.420 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	37.884	35.255	35.016	35.390	32.525
Investitionen, brutto		130.732 €	140.154 €	91.108 €	231.262 €
Max. Heizleistung [kW]	109,2	102,2	101,6	100,2	92,6
Transmissionswärmeverlust [W/(m ² K)]	0,500	0,436	0,430	0,417	0,347
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		20.883	22.779	19.809	42.566
Einsparung Kosten, brutto		2.378 €	2.594 €	2.256 €	4.848 €
Amortisation [Jahre]		54,97	54,03	40,38	47,70
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		2.629	2.868	2.494	5.359
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,02	0,02	0,03	0,02
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,16	0,16	0,22	0,18
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €
Priorität		Gering	Gering	Hoch ³⁸ /Gering	

³⁸ Für ursprüngliche Fenster



Liegenschaft Großsporthalle Am Stadtwald

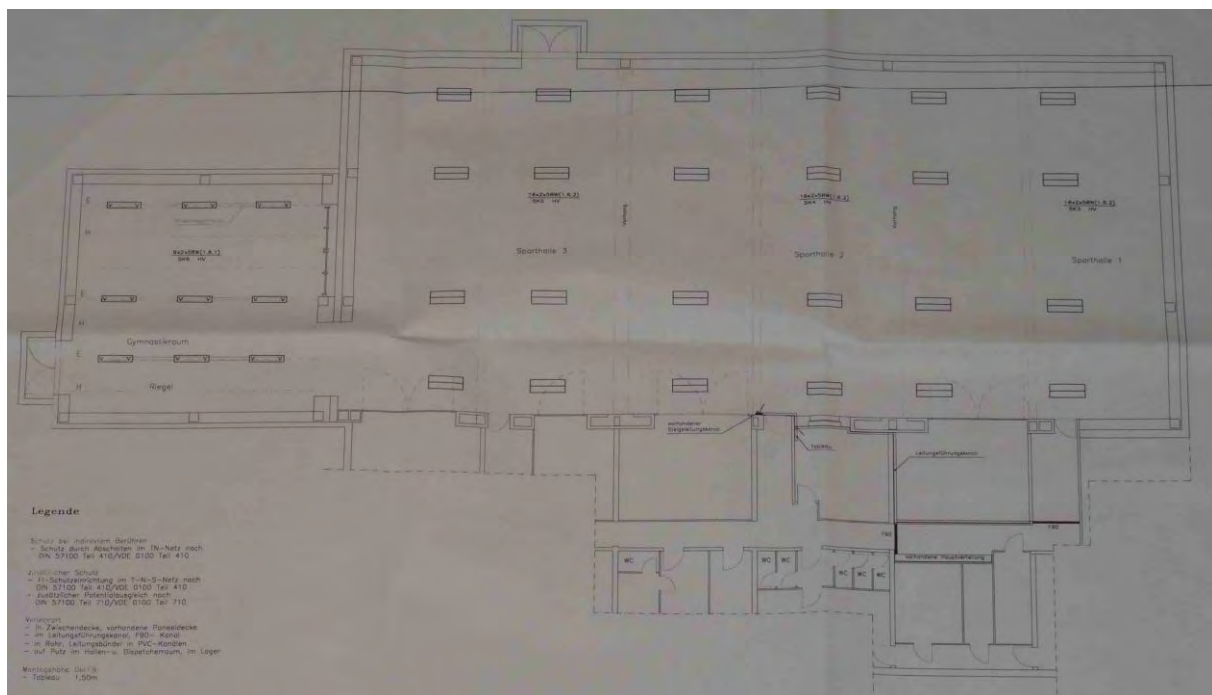
Gebäudedaten

Anschrift	Eichenweg 5, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Sporthalle 1.000 – 2.000 m ²
BWZ (VDI)	511200
Bruttogeschossfläche	1.350 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	1.213,9 m ²
Thermische Hüllfläche	3.636,5 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	5.721,0 m ³
Baujahr	1991
Anzahl der Geschosse	1
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom	
• Zählnummer	7000092043
• Zählpunkt	DE00100017389TS0000000000001619589
• Stromverbrauch Baseline	30.691 kWh
• spezifischer Stromverbrauch	24,98 [kWh/(m ² _{NGF} *a)]
• Stromkosten (gemittelt)	8.240,85 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger	Stadtwärme
• Zählnummer	443430976 (Gerätenummer)
• Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt)	194.896 kWh
• spezifischer Heizenergieverbrauch	158,65 [kWh/(m ² _{NGF} *a)]
• Heizenergiekosten (gemittelt)	20.866,83 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Gebäude ist nicht unterkellert. Bodenplatte 280 mm Stahlbeton massiv gegen Erdreich (Aufbau: 180 mm Unterbeton, 50 mm Wärmedämmung expandierter Polystyrol, 50 mm Zement-Estrich) (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,620
Außenwand	Stahlbetonskelettbauweise, Leichtbetonplatte 220 mm mit 10 mm Außenputz und 10 mm Innenputz (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,900
Außentüren	Metallrahmentür mit 2-Fach-Verglasung an den Gebäudeseiten zweiflüglige Metalltore (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	In den Nebenräumen: Kunststoff- oder Metallfenster mit 2-Fach-Verglasung, Climaplast Baujahr 2003, (Baualtersklasse ab 1995). In den Hallen Stahlfenster mit Drahtglas	1,9
Dach	Flachdach, 180 mm Stahlbetondeckenplatte, mit 180 mm Mineralwolldämmung der obersten Geschossdecke, Bitumenbahnabdichtung (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,209

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik







Technik	Beschreibung
Heizsystem	Energieträger Stadtwärme. Übergabestation Baujahr 1991. Wärmeleistung 230 kW, Brauchwasser 90 kW. Steuerung Samson Trovis 5433 Auslegungstemperatur Fern-/Gebäudeheizung 105/100°C (laut Typenschild) 80/60 °C (laut Energiebericht) Leitungen im Heizraum überwiegend isoliert, fehlende Dämmung bzw. Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile und Absperrarmaturen. Verteilungsstränge im Gebäude isoliert mit Lücken im Bereich der Ventile. Wärmeverteilung über Zweirohrnetz. Wärmeübergabe in den Nebenräumen über Plattenheizkörper mit Thermostaten, Wärmeübergabe in den Hallenbereichen über Deckenstrahler. Steuerung mit Nachtabenkung und Außentemperaturfühler (Displayanzeige: durchgehender Betrieb eingestellt) Drei Heizkreise: Sozialteil, Gymnastikraum/Sporthalle, Lüftung Elektronisch geregelte Umwälz- und Zirkulationspumpen überwiegend ohne Dämmschalen (unterschiedliche Typen der Marke WILO: TOP – Z30/7 RG, S. 40/901 PN10)
Warmwassersystem	Erzeugung des TWW zentral über Stadtwärme, mit 750 Liter Buderus-Speicher (Logalux SU/SF750-100) mit Dämmung. Elektronisch geregelte Zirkulationspumpe (WILO Star Z25/2)
Beleuchtung	Nebenräume stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG (T8 unterschiedlicher Leistung 36/58 W) in Deckenleuchten mit Abdeckung. In der Sporthalle dimmbare Deckenbeleuchtung mit zentraler Steuerung mit mehreren Zonen und Lichtstärken aus dem Lehrer-/Schiedsrichterraum, stabförmige Leuchtstofflampen mit EVG in Rasterdeckenleuchten mit weißem Reflektor (Sporthalle) oder Deckenleuchten mit Glasabdeckung (Gymnastikraum). In den Fluren Wandleuchten mit kompakten Leuchtstofflampen (Energiesparlampen), Steuerung über Kippschalter.
RLT (Lüftungstechnik)	Zentrale Lüftungsanlage Wolf mit Heizfunktion (Typenschild nicht zugänglich) Steuerung Kiebeck & Peter

Zustandsbeschreibung

Die Sporthalle gehört zum Schulkomplex Eichenweg (GS Gebrüder Grimm, RS Friedrich Schiller). Sie wird für den Schul- und Vereinssport genutzt. Dies führt zu verhältnismäßig langen Nutzungszeiten des Objektes auch außerhalb des regulären Schulsportbetriebes. Es handelt sich um eine Einfeldhalle, mit angeschlossenem Gymnastikraum und vorgelagerten Anbau mit Umkleide-, Sanitär- und Technikräumen. Das eingeschossige Gebäude wurde im Jahr 1991 in Stahlbetonskelettbauweise errichtet. Im Jahr 2004 erfolgte eine erste energetische Teilsanierung, in deren Rahmen es zum Austausch der Fenster im Anbautrakt kam. Die ursprünglichen Fenster in den Hallenbereichen blieben erhalten. Für diese kann ein relevantes Effizienzpotenzial und somit ein Handlungsbedarf konstatiert



werden. 2011 folgte eine Sanierung des Daches, das Undichtigkeiten aufwies, die unter anderem zu Schäden an der vorhandenen Wärmedämmung führten. Die ursprüngliche Dämmung wurde entfernt und das Dach wurde mit Hartschaumplatten gedämmt (180 mm). Eine energetische Optimierung der Fassade fand bis jetzt nicht statt. Hier besteht relevantes Effizienzpotenzial. Das Gebäude befindet sich in einem optisch und bautechnisch guten Zustand.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf Heizung	218.930,0	180,4
Nutzenergiebedarf Warmwasser	37.500,0	30,9
Nutzenergiebedarf gesamt	256.430,0	211,3
Endenergiebedarf Heizung	288.412,8	237,6
Endenergiebedarf Warmwasser	51.553,2	42,5
Endenergiebedarf gesamt	239.966,0	280,1
Primärenergiebedarf Heizung	176.525,1	145,42
Primärenergiebedarf Warmwasser	31.294,6	25,78
Primärenergiebedarf gesamt	207.819,7	171,20
Endenergieverbrauch gesamt (mittel, witterungsbereinigt)	194.896	158,65

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten der Beleuchtung).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Einbau von für den konkreten Bereich passenden Thermostatventilen und Begrenzung der Einstellbereiche. Für einzelne Heizkörper (Sanitärräume) sind Behördenventile mit fest eingestellten Parametern geeignet, die eine Verstellung durch Schüler verhindern.
- Kontinuierliche Abstimmung der Betriebs-/Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Austausch der Umwälz- und Zirkulationspumpen durch Hocheffizienzpumpen inkl. Dämmschale und Korrektur der Dämmung der Leitungen im Heizraum.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.



Investive Maßnahmen

- Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. In den Umkleiden wird der Einbau von Schaltern mit einer Zeitschaltfunktion (das Ausschalten erfolgt sowohl manuell als auch automatisch) oder einer Beleuchtung mit Präsenz- und Tageslichtsteuerung empfohlen. Im Projektverlauf wurde ein Pilotprojekt zur Modernisierung der Beleuchtung in der Turnhalle durch den Umstieg auf LED mit Präsenzsteuerung und Tageslichtsensorik angestoßen. Hierzu wurde von einem Fachplaner ein Konzept vorgelegt. Die Beantragung der Fördermittel steht noch aus.
- Ersatz der Stahlfenster mit Drahtglas in den Hallenbereichen durch moderne energieeffiziente Fenster mit Isolierverglasung und gedämmten Profilen (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster im Gebäude durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt)
- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel WDVS mit 160 oder 240 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt)
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, die eine Steuerung der Raumtemperierung aus dem Lehrerraum ermöglicht.
- Sollte die Lüftung des Objektes in Zukunft nicht manuell erfolgen, wird der Einbau einer RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung empfohlen.

Das Flachdach des Gebäudes eignet sich prinzipiell sehr gut für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen den Eigenverbrauch gegenüber der Netzeinspeisung. Der Stromverbrauch des Gebäudes geht unter normalen Umständen zum Großteil auf die Beleuchtung zurück. Der Bedarf für die Raumbeleuchtung und das Potenzial zur solaren Stromerzeugung verhalten sich jedoch prinzipiell disfunktional (wenn die Sonne scheint und die PV-Stromerzeugung hoch ist, besteht zugleich geringer Bedarf nach Raumbeleuchtung und umgekehrt). In Kombination mit einem Batteriespeicher kann für den erzeugten Strom dennoch eine hohe Eigennutzungsquote erreicht werden, in dem der Strombedarf in den Abendstunden (Vereinsbetrieb) abgedeckt wird. Hierzu sind präzisere Kalkulationen auch mit Hinblick auf den Stromverbrauch der Beleuchtung in den Hallen notwendig. Zu prüfen ist zudem die Installation einer Solarthermieranlage. Zusammen mit einem auf den Bedarf optimal ausgelegten Speicher könnte somit der Trinkwarmwasserbedarf in den warmen Monaten durch die Eigenerzeugung abgedeckt werden. Selbst in kälteren Monaten kann insbesondere an sonnigen Tagen durch Solarthermie das Wasser vorgeheizt und der Restbedarf durch Stadtwärme gedeckt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber



dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt. Abweichungen im Einsparpotenzial sind neben den methodischen Aspekten des Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens auch den Differenzen in den tatsächlichen und errechneten bzw. bei fehlenden Unterlagen angenommenen Eigenschaften (Transmissionsverlust) der einzelnen Gebäudebestandteile geschuldet.

		Maßnahme 1 Dämmung Fassade 16 cm	Maßnahme 2 Dämmung Fassade 24 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Summe 2+3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	288.413	235.198	231.519	278.058	221.065
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	237,59	193,75	190,72	229,06	182,11
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	176.525,1	143.955	141.703	170.188	135.304
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	145,42	118,59	116,73	140,20	111,46
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	33.713 €	27.493 €	27.063 €	32.503 €	25.841 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	37.153	30.298	29.824	35.819	28.477
Investitionen, brutto		98.325 €	111.612 €	54.420 €	166.032 €
Max. Heizleistung [kW]	94	76,9	75,7	88,8	70,4
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,561	0,413	0,403	0,515	0,358
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		53.215	56.894	10.355	67.348
Einsparung Kosten, brutto		6.220 €	6.650 €	1.210 €	7.872 €
Amortisation [Jahre]		15,81	16,78	44,96	21,09
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		6.855	7.329	1.334	8.676
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,07	0,07	0,02	0,05
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,54	0,51	0,19	0,41
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,06 €	0,06 €	0,02 €	0,05 €
Priorität		Mittel	Mittel	Hoch ³⁹ /Gering	

³⁹ Für Metallfenster in den Hallenbereichen

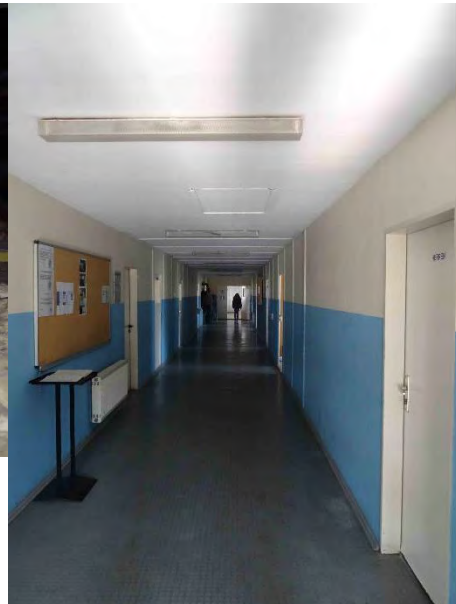


Liegenschaft Stadiongebäude

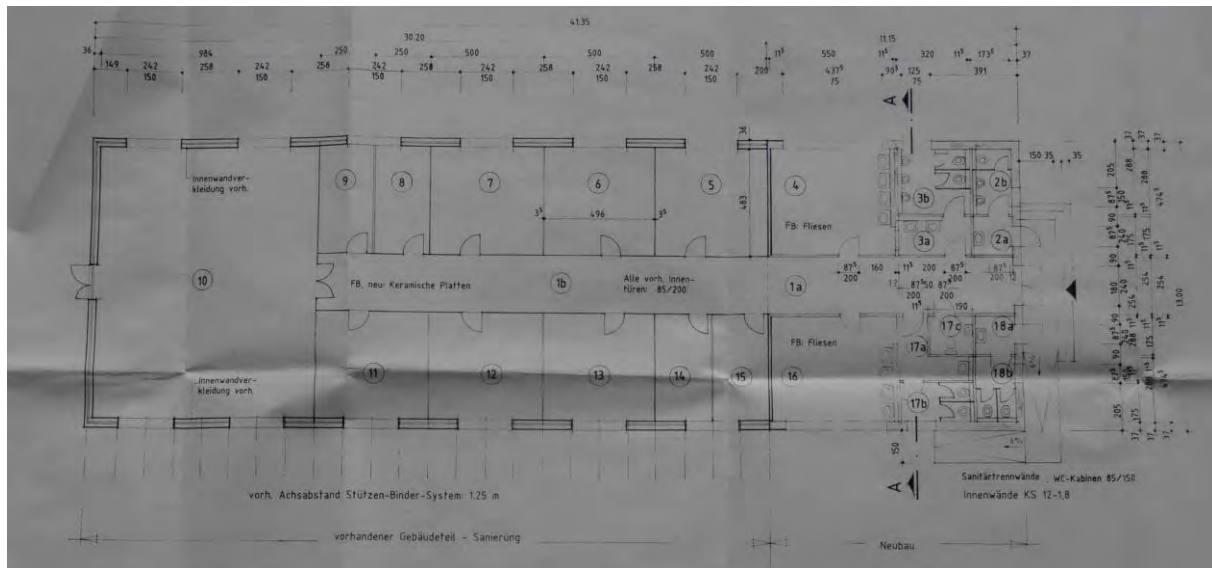
Gebäudedaten

Anschrift	Mühlenstraße 1, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Sozialgebäude/Gebäude für Sportplatzanlagen
BWZ (VDI)	530000
Bruttogeschossfläche	537,55 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	484,55 m ²
Thermische Hüllfläche	1.368,6 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.211,4 m ³
Baujahr	1975/Umbau und Sanierung 1995
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss
Bemerkungen	Die Stadionbeleuchtung wird wahrscheinlich ebenfalls über den Stromzähler erfasst.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001239943 1020 0700 0057 9134 18.629 kWh 38,44 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 5.507,34 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002693930 7075 0700 2395 1783 86.423 kWh 179,03 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 5.179,74 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Der untere Gebäudeabschluss zum Erdreich wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,6000
Außenwand	Das Gebäude ist in massiver Bauweise errichtet. Es verfügt über ein von innen verputztes und von außen offenes zweischaliges Kalksteinsichtmauerwerk mit Zwischendämmung, Gesamtkonstruktionsstärke 36,5 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,292
Außentüren	Metallrahmentüren an der Ost- und Westseite sowie Holztüren an der Ostseite mit Oberlichtern (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude befinden sich unterschiedliche Fenstertypen: Südfassade: Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung Baujahr 2007 (Baualtersklasse ab 1995) Nordfassade: Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung (Baualtersklasse ab 1995)	1,900 1,600
Dach	Das Gebäude verfügt über ein flaches Satteldach mit Betonsteindeckung. Die oberste Geschossdecke zum nicht ausgebauten Dachgeschoss (Kaltdach, Kriechdach) ist mit ca. 120 mm Mineralwolle gedämmt (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,234

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gas-Spezialkessel Buderus G 205/50-6 L, Baujahr 1994, Leistung 43-50 kW, Auslegungstemperatur 75/50 °C Heizungsregelung Ecomatic mit Nachtabsenkung und Außentemperaturfühler (Bedienelement im Verwaltungsraum) Leitungen im Heizraum sind überwiegend isoliert, mit Lücken im Bereich der Ventile, Anschlüsse und Absperrarmaturen, größere Lücken sind vor allem im Bereich der Zugänge zu den WW-Speichern vorhanden Wärmeverteilung erfolgt über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe über Plattenheizkörper an den Innenwänden, die entweder mit manuell regelbaren oder festeingestellten Thermostaten ausgestattet sind (mind. ein Heizkörper ohne Thermostat) Drei Heizkreise (Heizkörper, Lüftung, Boiler) Elektronisch geregelte Umwälzpumpen mit Dämmschale (Typ: Buderus BUE ECO), 2 x elektronisch geregelte Umwälzpumpen ohne Dämmschalen (Typ: Wilo RS und Star)
Warmwassersystem	Zentrale TWW-Erzeugung über Heizungsanlage mit zwei Buderus TBS Isocal Speichern (jeweils 500 l).
Beleuchtung	Im Gebäude kommen unterschiedliche Leuchtmittel zum Einsatz. Überwiegend handelt es sich um stabförmige Leuchtstofflampen in Deckenleuchten, entweder Rasterdeckenleuchten mit weißem Reflektor oder Deckenleuchten mit Kunststoffabdeckung (unterschiedliche Leistungen. 18 W, 36 W). Steuerung über Kippschalter.
RLT (Lüftungstechnik)	Lüftung mit Heizfunktion über zentrale Heizungsanlage. Leitungen im Dachgeschossverlegt, gedämmt.

Zustandsbeschreibung

Das Stadiongebäude wurde im Jahr 1975 in massiver Bauweise errichtet. Es ist nicht unterkellert und verfügt über ein mit Betondachschalen eingedecktes flaches Satteldach. Das Objekt befindet sich im Eigentum der Stadt, ist derzeit jedoch in Trägerschaft eines Sportvereins (Vorpommerscher Fußballklub VFC Anklam e.V.). Es wird von Schulen und den Vereinssportlern genutzt. Das Objekt wurde im Zeitraum 1994/1995 um den Sanitärbereich erweitert und in diesem Zusammenhang umfassend saniert. Zugleich wurde es mit einer neuen Heizungsanlage ausgestattet. An der Südfassade verfügt es über Kunststofffenster an der Nordfassade über Holzfenster, jeweils mit 2-Fach-Verglasung. Die Fenster an der Südseite wurden im Jahr 2007 erneuert. Die oberste Geschossdecke ist mit Mineralwolle gedämmt. Das Objekt befindet sich augenscheinlich in einem insgesamt guten Zustand. Aus energetischer Sicht weisen die einzelnen Komponenten der Gebäudehülle – Fassade, Fenster,



Geschossdecke – gute bis sehr gute Eigenschaften und somit weder relevantes Effizienz- noch in absehbarer Zeit erforderlichen Handlungsbedarf auf.

Die Heizkörper im Gebäude sind mit unterschiedlichen Thermostaten (regelbar oder festeingestellt) ausgestattet, was grundsätzlich positiv ist. Zu prüfen ist, ob einzelne Räume nicht mit dem jeweils anderen Typ ausgestattet werden sollten. Bei der Begehung (19.09.) wurde im Flur ein Heizkörper ohne Thermostat gesichtet. Trotz verhältnismäßig hoher Außentemperatur wurde das Gebäude am Tag der Begehung beheizt und die überschüssige Wärme über offene Fenster und die Eingangstür abgeführt. Es wird empfohlen die eingestellten Heizzeiten (07:00-22:00) zu überprüfen und an den tatsächlichen Bedarf anzupassen. Nach Aussagen des Gebäudezuständigen ist die gefühlte Heiztemperatur im Winter verhältnismäßig hoch. Beklagt wurde auch die schlechte/fehlende Steuerbarkeit der Temperatur über das Steuerungsinstrument im Verwaltungsraum.

Der Stromverbrauch der Stadionbeleuchtung wird wahrscheinlich ebenfalls über den Zähler im Objekt abgerechnet, was einen Teil des verhältnismäßig hohen Verbrauchs erklären kann. Die Flutlichtanlagen wurden im Jahr 2003 erneuert. Im Objekt befindet sich zudem ein Gesellschafts-/Vereinsraum mit Küche (Herd, Kühlschränke).

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung+TWW)	72.628,8	149,89
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung+TWW)	110.457,4	227,96
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung+TWW)	110.039,7	227,10
Endenergieverbrauch (Heizung+TWW) (mittel, witterungsbereinigt)	86.423	179,03

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten der Beleuchtung).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Überprüfung der Einstellung der Heizungsanlage (Heizkurve) und der Funktionsweise der Steuerungseinheit im Verwaltungsraum. Nutzungsgerechte Temperierung der Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Anbringen des fehlenden Thermostates am entsprechenden Heizkörper. Überprüfung der korrekten Einstellung der Behördenventile.



- Korrektur und kontinuierliche Abstimmung des Heizungsbetriebs auf die Nutzungszeiten unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Austausch der Umwälz- und Zirkulationspumpen durch Hocheffizienzpumpen inkl. Dämmschale und Korrektur der Dämmung der Leitungen im Heizraum.
- Ggf. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Investive Maßnahmen

- Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten.
- Sowohl die Kunststoff- als auch die Holzfenster befinden sich in einem augenscheinlich guten Zustand und bedürfen mittelfristig keinen Ersatz (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster im Gebäude durch moderne Isolierfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Das zweischalige Mauerwerk (so wie es hier beschrieben wurde) zeichnet sich bereits durch sehr gute Wärmedämmfähigkeit aus, sodass eine nachträgliche Dämmung prinzipiell nicht erforderlich ist (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen durch die Dämmung der Fassade mit einem WDVS mit 160 oder 200 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt).
- Die oberste Geschossdecke verfügt bereits über eine ca. 120 mm starke Mineralwolldämmung und somit ebenfalls über gute Wärmedämmfähigkeiten. Das Effizienzpotenzial ist hier somit nur gering (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch die Ergänzung der vorhandenen Dämmung mit 160 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt).
- Einbau einer Gebäudeleittechnik, die eine Steuerung der Raumtemperierung aus dem Verwaltungsraum ermöglicht.

Das Satteldach des Gebäudes eignet sich aufgrund der südwestlichen Ausrichtung einer der Dachflächen prinzipiell gut bis sehr gut für die Installation von Anlagen zur Nutzung von Sonnenenergie. Aufgrund des Nutzungsprofils wird für das Gebäude die Installation einer Solarthermieanlage empfohlen. Bei optimaler Auslegung könnte somit die vorhandene Heizungsanlage in der warmen Jahreszeit abgeschaltet werden und der Bedarf an TWW für Duschen über Solarenergie gedeckt werden. Für die Installation von Solarthermieanlagen kann bei der BAFA eine Förderung beantragt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten



Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfürgung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigteilkomponenten nicht berücksichtigt. Abweichungen im Einsparpotenzial sind neben den methodischen Aspekten des Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens auch auf Differenzen in den tatsächlichen und errechneten bzw. bei fehlenden Unterlagen angenommenen Eigenschaften (Transmissionsverlust) der einzelnen Gebäudebestandteile geschuldet.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Aufdämmen OG 14 cm	Maßnahme 2 Dämmung Fassade 20 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Summe 1,2,3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	99.217	93.488	94.666	99.090	89.029
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	204,76	192,94	195,37	204,50	183,74
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	98.848	93.141	94.315	98.722	88.698
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	204,00	192,22	194,64	203,74	183,05
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	6.195 €	5.838 €	5.911 €	6.187 €	5.559 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	24.474	23.061	23.351	24.442	21.961
Investitionen, brutto		15.352 €	32.009 €	18.068 €	65.429 €
Max. Heizleistung [kW]	29,8	28,3	28,6	28,8	26,2
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,394	0,360	0,366	0,373	0,312
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		5.729	4.551	127	10.188
Einsparung Kosten, brutto		358 €	284 €	8 €	636 €
Amortisation [Jahre]		42,92	112,65	2.283,04	102,85
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		1.413	1.123	31	2.513
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,09	0,04	0,00	0,04
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,37	0,14	0,01	0,16
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,01 €
Priorität		Gering	Gering	Gering	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	12.651	11.920	12.070	12.634	11.352
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	11.823	11.141	11.281	11.808	10.609



Liegenschaft Jugendclub Stretense

Gebäudedaten

Anschrift	Stretense 59, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Vereinshaus
BWZ (VDI)	915600
Bruttogeschossfläche	467 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	420 m ²
Thermische Hüllfläche	1.169 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	1.134 m ³
Baujahr	1964
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss
Bemerkungen	Die Gebäudenutzung hat sich im Untersuchungszeitraum geändert, wodurch große Schwankungen in den Verbrauchsmengen verursacht wurden. Die im Folgenden angegebenen Verbrauchswerte entsprechen somit nicht den Verbrauchswerten zum Ende des Untersuchungszeitraums.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017392TS0000000000001227371 1041 0700 8921 2896 6.297 kWh 15,05 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 1.787,62 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Strom DE00100017392TS0000000000001227371 1036 0900 3898 7027 31.619 kWh 78,18 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 5.826,31 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Der untere Gebäudeabschluss zum Erdreich wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,485
Außenwand	Das Gebäude ist in massiver Bauweise errichtet. Es verfügt über ein verputztes Ziegelmauerwerk mit einer Gesamtkonstruktionsstärke von ca. 36,5 cm (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,985
Außentüren	Drei Holzrahmentüren, eine mit zweifach verglastem Einsatz (Baujahr 2001), zwei Türen lediglich einfach verglast (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Gebäude befinden sich unterschiedliche Fenstertypen: Wenige Kunststofffenster mit 2-Fach- Verglasung aus unterschiedlichen Baujahren (pauschale U-Wert Ermittlung) DDR-Holzfenster (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,7 5,0
Dach	Das Gebäude verfügt über ein flaches Satteldach mit Wellasbesteindeckung. Die oberste Geschossdecke zum nicht ausgebauten Dachgeschoss (Kaltdach, Kriechdach) verfügt über eine noch aus DDR-Zeiten stammende Glaswolldämmung (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,337

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Stromheizung/Nachtspeicheröfen, in den einzelnen Räumen befinden sich Heizgeräte der Fa. Röchling Typ 2745/1 (Nennaufnahme 5 kW, Nennlaufdauer 8 h, Leistung 1,5 kW) mit Raumthermostaten
Warmwassersystem	Dezentral, elektr. Boiler Fa. Ariston mit Speicher (5 l) ohne Zirkulation (2 kW) für Duschen kommt ein zentraler elektrischer Boiler der Fa. Stiebel Eltron mit 300 l-Speicher, 2-4 kW. Die Leitungen sind nur stellenweise minimal isoliert.
Beleuchtung	Im Gebäude kommen überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten mit KVG (T8, 58 W) in Wandleuchten mit Kunststoffabdeckung oder Teilweise ohne Abdeckung. Zudem finden sich in einzelnen Räumen Glühlampen unterschiedlicher Typen und Leuchtstärken (40-60 W)
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage



Zustandsbeschreibung

Das eingeschossige Gebäude wurde im Jahr 1964 in massiver Bauweise errichtet. Das Ziegelmauerwerk ist verputzt und verfügt über keine nachträgliche Dämmung. Hier besteht erhebliches Effizienzpotenzial. Das Gebäude ist nicht unterkellert und hat ein mit Wellasbestplatten eingedecktes Satteldach. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut und wird nicht genutzt. Die oberste Geschossdecke ist mit einer noch aus DDR-Zeiten stammenden Dämmschicht abgedeckt, deren Zustand als unzureichend eingestuft werden kann. Die Erneuerung der Dämmung wird empfohlen. Bei den meisten Fenstern (15) handelt es sich noch um die ursprünglichen Holzfenster mit zwei Scheiben. Hier kann ein erhebliches Effizienzpotenzial konstatiert werden. Einige wenige Fenster (3) wurden durch moderne Kunststofffenster mit Isolierverglasung ersetzt. Zwei der drei Außentüren sind ebenfalls noch ursprünglich und verfügen über einen lediglich einfachverglasten Glaseinsatz. Auch für diese wird der Austausch empfohlen. Das Gebäude wird über strombasierte Raumheizgeräte beheizt. Das Objekt diente ursprünglich als Gemeindehaus, beherbergte den Jugendclub sowie Vereine aus Stretense. Etwa seit dem Jahr 2016 wird es lediglich vom Pelsiner SV genutzt. Dies führte zu einer deutlichen Verringerung der Nutzungszeiten und einem Rückgang des Verbrauchs.

Das Gebäude befindet sich insgesamt in einem dem Baualter entsprechenden Zustand und weist einen erheblichen Sanierungs- und Investitionsstau auf. An der Außenfassade sowie im Gebäudeinneren können Risse im Mauerwerk und am Putz sowie Putzabspaltungen beobachtet werden. Der energetische Zustand des Objektes ist als sehr schlecht einzustufen. Neben dem energetischen, besteht auch ein funktioneller und optischer Sanierungs- und Modernisierungsbedarf.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	114.672	273,03
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	150.435	358,18
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	270.782	644,72
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	31.619	78,18

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten der Beleuchtung).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an den neuen Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der neuen Fenster.
- Ersatz der Glühlampen durch LED-Leuchten. Nutzung von Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten.



Investive Maßnahmen

- Modernisierung der Fenster und Außentüren (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster im Gebäude durch moderne Fenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen durch die Dämmung der Fassade mit einem WDVS mit 160 oder 240 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt).
- Die oberste Geschossdecke verfügt über eine alte Dämmschicht, die nichtmehr den heutigen Standards und Anforderungen an den Wärmedämmschutz entspricht (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung der Ergänzung der vorhandenen Dämmung mit 160 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt).

Dringend erforderlich ist auch die Modernisierung der Wärmeversorgung durch den Umstieg auf eine alternative Primärenergiequelle. Anders als bei den meisten im Stadtgebiet liegenden kommunalen Gebäuden, besteht in Stretz nicht die Möglichkeit des Anschlusses an das Stadtwärmenetz der GWA. Neben dem Einsatz reiner Erdgasbrennwerttechnik (Kosten für Brennwerttherme mit einer Leistung von ca. 20 kW liegen je nach Modell bei ca. 2.000-2.500 EUR) ist eine Kombination mit Solarthermie vorstellbar. Bei der Umrüstung der aktuellen Heizungstechnik entstehen zudem Kosten für die Verlegung von Heizleitungen und den Einbau von Heizkörpern (ca. 8.000 EUR). Die geringen und unregelmäßigen Nutzungszeiten erfordern den Einbau einer Wärmequelle, die eine sehr flexible Versorgung (schnelle Aufheizzeiten) ermöglicht. Flächenbasierte Heiztechnologien mit einer verhältnismäßig großen Trägheit (Wärmepumpen in Kombination mit einer Fußbodenheizung) scheinen sich für das Objekt daher weniger zu eignen. Möglich ist auch der Einbau einer biomassebasierten Heizung, die aufgrund der nicht ständigen Besetzung des Objektes jedoch über eine automatische Bestückung und einen entsprechenden Speicher (d.h. Platzbedarf) verfügen müsste. Das Satteldach des Gebäudes kann aufgrund der ost-west Ausrichtung prinzipiell für die Installation von Anlagen zur Nutzung von Sonnenenergie genutzt werden. Aufgrund des derzeitigen Nutzungsprofils kommt für das Gebäude hauptsächlich die Installation einer Solarthermieranlage in Frage. Bei optimaler Auslegung könnte somit der Bedarf an TWW für Duschen während eines Großteils der Saison über Solarenergie gedeckt werden. Zu prüfen ist der Einfluss des umliegenden hochwüchsigen Baumbestandes (Verschattung) auf die möglichen Erträge. Für die Installation von Solarthermieranlagen kann bei der BAFA eine Förderung beantragt werden.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden



Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt. Abweichungen im Einsparpotenzial sind neben den methodischen Aspekten des Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens auch auf Differenzen in den tatsächlichen und errechneten bzw. bei fehlenden Unterlagen angenommenen Eigenschaften (Transmissionsverlust) der einzelnen Gebäudebestandteile geschuldet.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Summe 2,3,4
		Fassade WDVS 16 cm	Dämmung OG 16 cm	3-Fach-Fenster	Fassade WDVS 24 cm	
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	150.435	127.079	144.266	138.903	125.620	107.866
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	358,18	302,57	343,49	330,72	299,10	256,82
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	270.782	228.742	259.679	250.026	226.117	194.160
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	644,72	544,62	618,28	595,30	538,37	462,28
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	30.145 €	25.465 €	28.909 €	27.834 €	25.172 €	21.615 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	75.217	63.540	72.133	69.452	62.810	53.933
Investitionen, brutto		37.263 €	13.994 €	12.783 €	42.298 €	69.075 €
Max. Heizleistung [kW]	47,8	40,6	46	43,2	40,1	33,7
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,791	0,598	0,742	0,669	0,586	0,415
Bewertung						
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		23.355	6.169	11.531	24.814	42.568
Einsparung Kosten, brutto		4.680 €	1.236 €	2.311 €	4.972 €	8.530 €
Amortisation [Jahre]		7,96	11,32	5,53	8,51	8,10
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		11.678	3.084	5.766	12.407	21.284
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,31	0,22	0,45	0,29	0,31
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,63	0,44	0,90	0,59	0,62
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,13 €	0,09 €	0,18 €	0,12 €	0,12 €
Priorität		Hoch	Hoch	Hoch	Hoch	
Einfluss Erdgas						
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	36.856	31.134	35.345	34.031	30.777	26.427
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	38.361	32.405	36.788	35.420	32.033	27.506



Liegenschaft Aeronauticon

Gebäudedaten

Anschrift	Am Flugplatz 1, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Gemeinschaftszentrum
BWZ (VDI)	915400
Bruttogeschossfläche	168 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	149,2 m ²
Thermische Hüllfläche	479,4 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	402,7 m ³
Baujahr	1996
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss
Bemerkungen	Die TWW-Erzeugung im erfolgt zum Teil über dezentrale elektrische Boiler und zum Teil über die erdgasbasierte Heizungsanlage.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001355929 7000027725 1.764 kWh 11,51 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 1.147,80 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Tanknummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Propan k.A. 34209 27.741 kWh 196,62 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 2.920,93 €

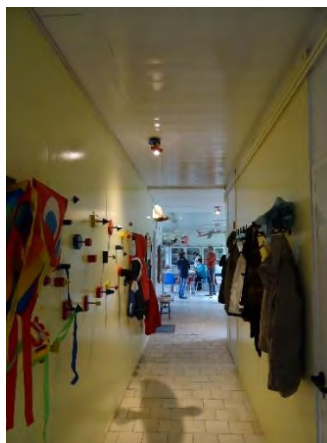
Bilddokumentation Gebäudehülle



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist nicht unterkellert. Der untere Gebäudeabschluss zum Erdreich wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,600
Außenwand	Das Gebäude ist in Leichtbauweise aus Containerelementen - Metall/Blechelemente mit Innendämmung errichtet (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,700
Außentüren	Tür analog zur Außenwandbauweise (pauschale U-Wert Ermittlung)	
Fenster	Kunststofffenster mit Zweifachverglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,900
Dach	Das Gebäude verfügt über ein flaches Satteldach mit Stahlblechverkleidung. Die Decke ist von innen mit Kunststoffplatten verkleidet und verfügt nach Aussagen auch über eine Dämmschicht (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,300

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Combi-Gaswasserheizer mit Brennwerttechnik Fa. Hydrotherm Typ: HSE 21 AE, Nennwärmeleistung bei 80/60 °C 10-21 kW, Nennwärmebelastungsbereich 11,5-23,2 kW, Vorlauftemperatur max. 100 °C, Baujahr unbekannt (wahrscheinlich 1997) Mit Nachtabsenkung und Außenfühler Programmierbare Regelung mit eingestellten Wochentagen und Heizzeiten Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz Wärmeübergabe über Plattenheizkörper mit manuell regelbaren Thermostatventilen
Warmwassersystem	Sowohl zentral über den Wärmeerzeuger als auch dezentral über einen elektrischen Boiler der Fa. Ariston mit Speicher (5 l) ohne Zirkulation (2 kW).
Beleuchtung	Im Gebäude kommen überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten mit KVG (T8, 58 W) in Wandleuchten ohne Abdeckung und Reflektor sowie Halogenspots zum Einsatz. Die Steuerung erfolgt über Kippschalter.
RLT (Lüftungstechnik)	Keine Lüftungsanlage

Zustandsbeschreibung

Das eingeschossige Gebäude wurde im Jahr 1997 in Leichtbauweise errichtet. Es handelt sich um ein Containergebäude mit flachem Satteldach. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut. Im Objekt sind Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung vorhanden. Die Beheizung erfolgt über eine Kombi-Brennwerttherme, die mit Propangas befeuert wird. Das Objekt stellt eine Außenstelle des Otto-Lilienthal-Museums dar und wird zu Schulungs-, Freizeit- oder Unterrichtszwecken genutzt. Die Objektverwalterin ist für Fragen der Energieeffizienz sensibilisiert. Die Einstellung der Heizungsanlage entspricht den Bedarfsanforderungen. Aufgrund der baulich bedingten schlechten Wärmedämmparameter der Gebäudehülle ist ein erhöhter Verbrauch kaum zu vermeiden. Aufgrund der Bauweise sind bauliche Optimierungen grundsätzlich kaum möglich. Bei den anschließend



dargestellten Sanierungsvorschlägen handelt es sich somit eher um theoretische Angaben, die Auswirkungen von erhöhten Dämmstandards auf den Bedarf simulieren sollten. Gewisses Optimierungspotenzial ist im Bereich der Beleuchtung vorhanden, wo u.a. auch Halogenlampen zum Einsatz kommen. Die auf Brennwerttechnik basierende Heizungsanlage ist ca. 20 Jahre alt und erreicht somit etwas die durchschnittliche Lebenserwartung ähnlicher Geräte. In absehbarer Zeit ist daher der Ersatz einzuplanen. Da das Objekt außerhalb des Stadtwärme-Netzausbaubereiches liegt, stellt der Anschluss an die Stadtwärme keine Option dar. Das Objekt befindet sich augenscheinlich in einem gut gepflegten Zustand.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	28.908	193,75
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	44.934	301,16
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	45.706	306,34
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	27.741	196,62

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Ausschalten der Beleuchtung).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Weiterhin achten auf die bedarfsgerechte Einstellung der Heizung.
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Ersatz der Halogenspots durch LED-Leuchten, Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten

Investive Maßnahmen

- Aufgrund seiner Bauweise ist das Objekt nicht für bauliche Sanierungsmaßnahmen geeignet. Insbesondere der Einbau neuer Fenster ist aufgrund der Containerhülle nicht vorstellbar. Die anschließend dargestellten Maßnahmen stellen somit eher theoretische Möglichkeiten dar. Realistisch erscheint lediglich die Dämmung der obersten Geschossdecke.
- Optimierung der Fenster (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung durch den Ersatz aller Fenster im Gebäude durch moderne Fenster mit 3-Fach-Verglasung U_w 0,9 W/(m²K) dargestellt)
- Dämmung der Fassade (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen durch die Dämmung der Fassade mit einem WDVS mit 120 oder 200 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt)
- Dämmung der obersten Geschossdecke (in der anschließenden Berechnung wird beispielhaft die Auswirkung der Ergänzung der vorhandenen Dämmung mit 120 mm Mineralwolldämmplatten WLG 035 dargestellt)



Das Satteldach des Gebäudes ist aufgrund seiner Nord-Süd-Ausrichtung prinzipiell sehr gut für die Installation von Anlagen zur Nutzung von Sonnenenergie geeignet. Aufgrund des derzeitigen Nutzungsprofils kommt für das Gebäude sowohl die Nutzung von PV- als auch Solarthermieranlagen in Frage. Der TWW-Bedarf im Gebäude ist verhältnismäßig gering und könnte bereits mit einer kleinen Kollektorfläche und einem optimierten Speicher gedeckt werden. Die Kosten für Solarthermiepakete mit einer Kollektorfläche von 4 m² und einem 200 l-Speicher bewegen sich inkl. Zubehör und Installation bei ca. 3.500 EUR. Fraglich ist, ob der geringe Warmwasserbedarf diese Investition rechtfertigen würde. Für die Installation von Solarthermieranlagen kann bei der BAFA eine Förderung beantragt werden. Das Gebäudedach kann auch für die Installation einer PV-Anlage genutzt werden. Der etwa auf dem Niveau eines 2-Personen-Haushalts liegende Stromverbrauch im Objekt, geht primär auf die Beleuchtung zurück und findet somit insbesondere dann statt, wenn die PV-Erzeugung gering ist. Mit Hilfe eines Speichers könnte eine Optimierung der Eigennutzung erfolgen. Zu prüfen sind die Auswirkungen der Verschattung durch den Baumbestand in der unmittelbaren Nähe des Gebäudes auf mögliche Solarerträge.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt. Abweichungen im Einsparpotenzial sind neben den methodischen Aspekten des Ein-Zonen-Berechnungsverfahrens auch auf Differenzen in den tatsächlichen und errechneten bzw. bei fehlenden Unterlagen angenommenen Eigenschaften (Transmissionsverlust) der einzelnen Gebäudebestandteile geschuldet.



	Ausgangsfall	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Summe 1,3,4
		Dämmung Fassade 12 cm	Dämmung Fassade 20 cm	Dämmung OG 12 cm	3-Fach- Fenster	
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	44.934	36.937	35.374	43.064	43.918	34.035
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	301,16	247,56	237,09	288,63	294,36	228,11
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	45.706	37.572	35.982	43.805	44.673	34.620
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	306,34	251,82	241,17	293,60	299,42	232,04
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	4.205 €	3.457 €	3.310 €	4.030 €	4.110 €	3.185 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	11.926	9.803	9.388	11.429	11.656	9.033
Investitionen, brutto		19.971 €	22.852 €	3.905 €	5.808 €	29.684 €
Max. Heizleistung [kW]	12,5	10,1	9,7	12	11,9	9
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,563	0,408	0,377	0,528	0,526	0,366
Bewertung						
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		7.997	9.560	1.869	1.015	10.899
Einsparung Kosten, brutto		748 €	895 €	175 €	95 €	1.020 €
Amortisation [Jahre]		26,69	25,54	22,32	61,12	29,10
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		2.122	2.537	496	269	2.893
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,11	0,11	0,13	0,05	0,10
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,40	0,42	0,48	0,17	0,37
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,04 €	0,04 €	0,04 €	0,02 €	0,03 €
Priorität		Gering	Gering	Gering	Gering	



Liegenschaft Otto-Lilienthal-Museum

Gebäudedaten

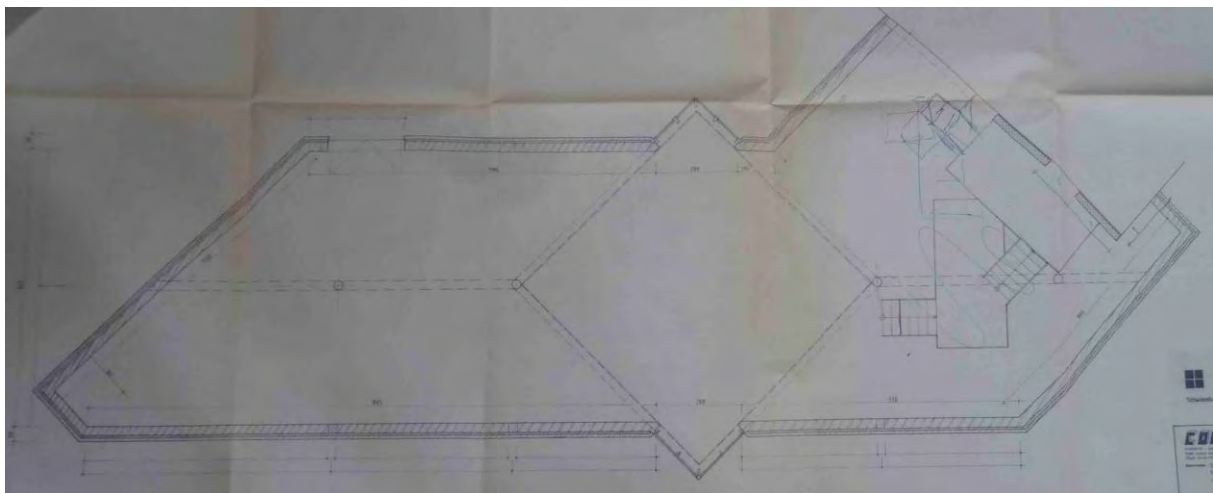
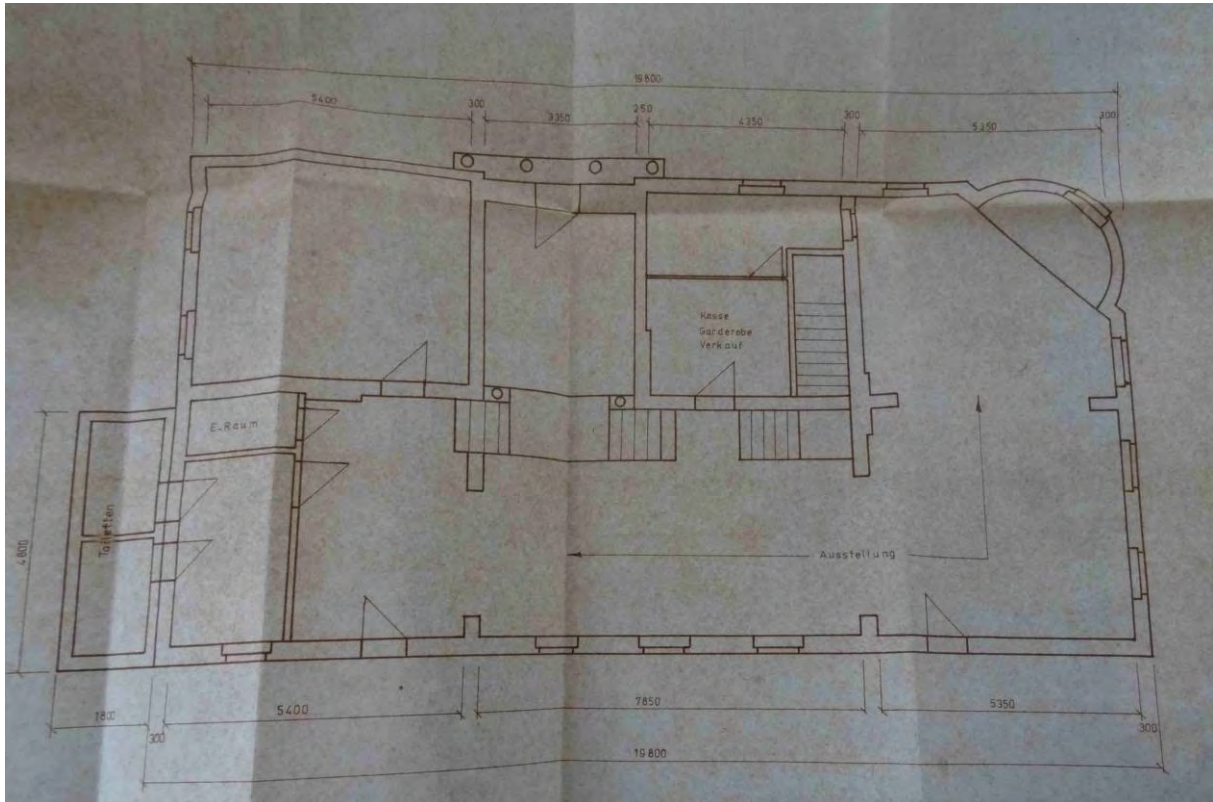
Anschrift	Ellenbogenstraße 1, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Ausstellungsräume
BWZ (VDI)	912000
Bruttogeschossfläche	910 m ² (davon Villa 550 m ²)
Beheizte Nettogeschossfläche	755,65 m ² (davon Villa 445,65 m ² , Anbau 310 m ²)
Thermische Hüllfläche	2.049,3 m ² (davon Villa 892,8 m ² , Anbau 1.156,5 m ²)
Beheiztes Gebäudevolumen	2.606,8 m ³ (davon Villa 1.267,1 m ³ , Anbau 1.339,7 m ³)
Baujahr	Villa 1925, Sanierung 1990/91 Anbau 1995/96
Anzahl der Geschosse	Villa 3 Geschosse (KG, EG, OG) Anbau 1 Geschoss
Bemerkungen	Die Liegenschaft besteht aus zwei baulich aneinander angrenzenden Bestandteilen. Einer im Jahr 1925 erbauten Villa sowie einem 1995/96 erbauten Anbau. Die Wärmeversorgung sowie die reelle Verbrauchserfassung erfolgen für beide Bestandteile der Liegenschaft zusammen. Dies trifft auch auf die im Folgendem aufgeführten Werte zu.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom	
• Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001412970 4680119486 17.389 kWh 23,04 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 4.953,29 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Erdgas DE70017717389TG0000000000002697568 2200001968 139.716 kWh 186,64 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 9.508,53 €

Bilddokumentation Gebäudehülle





Übersicht Gebäudegeometrie

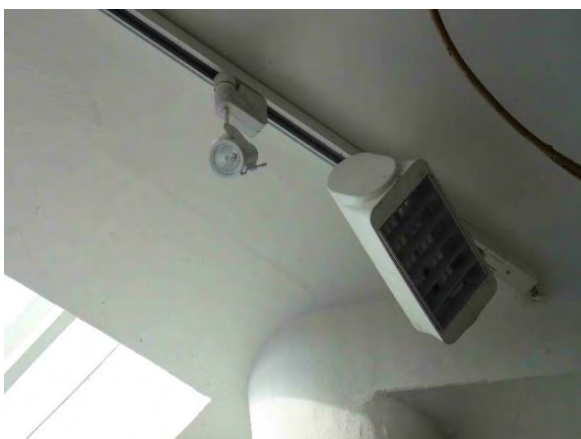
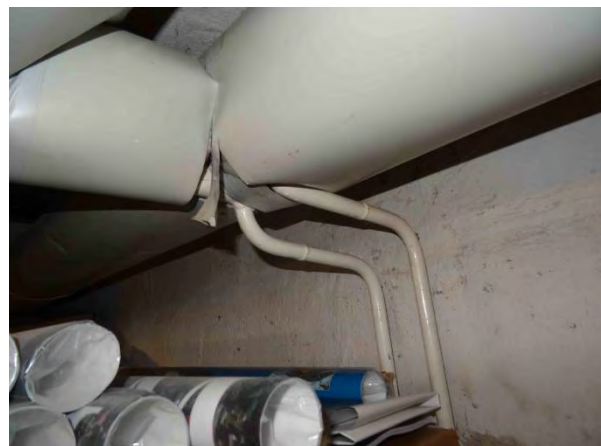
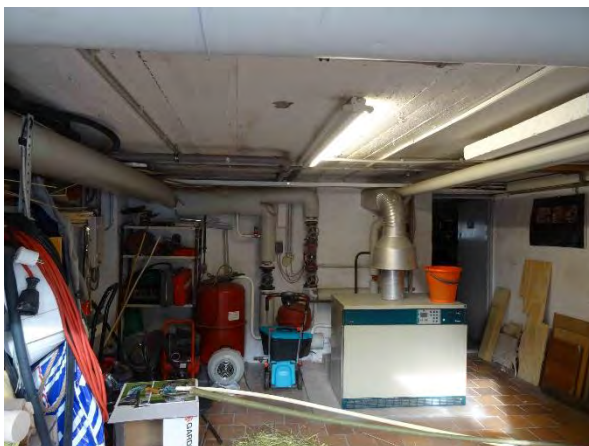




Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude der Villa ist zu ca. ¾ unterkellert. Der Keller wird als Heizungsraum, Lager und Werkstatt genutzt. Der untere Gebäudeabschluss zum Erdreich wird durch eine Betonplatte gebildet. Die Kellerdecke wird ebenfalls durch eine Betonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung) Der angebaute Neubau ist nicht unterkellert. Der Boden wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung)	0,600 1,600
Außenwand	Das Gebäude der Villa ist in massiver Bauweise errichtet. Es besteht aus einem verputzten Ziegelmauerwerk mit einer Gesamtkonstruktionsstärke von 300 mm (pauschale U-Wert Ermittlung) Der angebaute Neubau ist in massiver Bauweise errichtet: 240 mm Kalksteinmauerwerk mit Fugenglattstrich, 50/20 mm Hego-Dämmplatten, 30 mm Natursteinplattenverkleidung. Gesamtkonstruktionsstärke 340 mm (U-Wert-Ermittlung aus Konstruktion)	1,490 0,305
Außentüren	Metallrahmentüren mit 2-Fach-Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Altbau kommen unterschiedliche Fenstertypen vor. Straßenseitig: Holzfenster mit 2-Fach-Isoliertverglasung Baujahr 1999 (Baualtersklasse ab 1995) Hofseitig: Kunststofffenster mit Zweifachverglasung (pauschale U-Wert Ermittlung) Im Anbau kommen Metallfenster mit 2-Fach-Verglasung Baujahr 1995 vor (Baualtersklasse ab 1995)	1,600 1,900 1,900
Dach	Das Gebäude der Villa verfügt über ein Walmdach. Der Dachboden ist ausgebaut, unbeheizt und wird als Lager genutzt. Das Dach verfügt über eine Zwischensparendämmung (Klemmfilz). Die oberste Geschossdecke zum Dachboden wird durch eine ca. 290 mm starke Holzbalkendecke mit Mineralwolldämmung gebildet. (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion) Der Anbau hat ein Flachdach, bestehend aus einer massiven Betonplatte mit Wärmedämmung (80 mm Mineralwolle, Stärke geschätzt da Konstruktionspläne nicht vorlagen) und einer Bitumenschweißbahn. (U-Wert-Ermittlung aus Konstruktion) Das Dach weist im zentralen Bereich eine Glaspyramide auf (Metallfenster mit 2-Fach-Verglasung, Baujahr 1995).	0,224 0,438 1,900

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Gasspezialkessel Fa. Vaillant Typ VKS 76/1E, Nennwärmeleistung 59-75,6 kW, Leistung 66,7 kW, Auslegungstemperatur 70/55 °C Baujahr 1991 Steuerung Vaillant mit Nachtabsenkung, Außenfühler, Programmierbare Regelung mit eingestellten Wochentagen und Heizzeiten Leitungen im KG im Bereich des Heizkessels gedämmt mit Lücken im Bereich der Ventile und Anschlüsse, Hauptverteilungsstränge im KG gedämmt, Das System verfügt über zwei getrennte Regelbereiche: Villa, Anbau) Zum Einsatz kommen elektronisch geregelte Umwälzpumpen (Typ: Grundfoss UPS) Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz Wärmeübergabe im Altbau über Plattenheizkörper mit manuell regelbaren Thermostatventilen, im Neubau befindet sich eine Fußbodenheizung
Warmwassersystem	dezentral über elektrische Boiler mit Speicher (5 l) sowie einen Durchlauferhitzer, Leistung jeweils 2 kW.
Beleuchtung	Im Gebäude kommen unterschiedliche Leuchten zum Einsatz. In den Ausstellungsräumen überwiegend Halogenspots sowie kompakte Leuchtstoffleuchten/Energiesparlampen in drehbaren Leuchten mit Spiegelreflektor. In den Verwaltungsräumen sowie im KG stabförmige Leuchtstoffleuchten mit EVG (T8 36/58 W) in Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektor. Die Steuerung erfolgt über Kippschalter.
RLT (Lüftungstechnik)	Keine zentrale Lüftungsanlage. Im KG befinden sich eine Einzelraumlüftungsanlage Fa. Remko Typ RKL 260, Kühlleistung 1,83 kW, elekt. Leistungsaufnahme 0,75 kW sowie ein mobiles Entlüftergerät Fa. Knaut, ca. 25 Jahre alt. Die Anlagen werden bedarfsweise eingeschaltet.

Zustandsbeschreibung

Das Museum Otto-Lilienthal besteht aus zwei Objekten. Zum einen handelt es sich um eine im Jahr 1925 in massiver Bauweise errichtete denkmalgeschützte Stadtvilla. Diese grenzt unmittelbar an einen im Jahr 1995/96 in Massivbauweise errichteten Neubau mit einer Glaspyramide im Dachbereich. Der Altbau ist nahezu vollständig unterkellert. Im KG befinden sich die Heizungsanlage, die beide Objekte versorgt, Lagerräume sowie eine Werkstatt. Der Zutritt von außen erfolgt über ein zweiflügliges Metalltor, das Undichtigkeiten im Bodenabschluss aufweist. Die Kellerdecke ist nicht gedämmt. Die Villa verfügt über ein Walmdach mit Dachziegeleindeckung. Das Dachgeschoss wurde etwa im Jahr



1991 zu Ausstellungszwecken ausgebaut. Die darüberliegende unbeheizte begehbare Dachspitze wird als Lager genutzt. Das Dach verfügt über eine Zwischensparendämmung hinter Pressholzverkleidung. Die Objektzuständigen beklagen, dass bei stärkeren Wind Luftzug spürbar ist. Bei der obersten Geschossdecke zur Dachspitze handelt es sich um eine Holzbalkenkonstruktion, die mit Mineralwolldämmung ausgestattet ist. Die Dämmstärke im Dachbereich erscheint ausreichend, zu prüfen ist jedoch die ordentliche Durchführung der Dämmarbeiten bspw. über Thermografieaufnahmen des Daches. Im EG und OG des Gebäudes befinden sich Ausstellungsräume. Im OG sind zudem Verwaltungs- und Archivräume angesiedelt. Im Objekt sind sowohl Holz- als auch Kunststofffenster vorhanden, jeweils mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1999). Der Handlungsbedarf und das Effizienzpotenzial hier sind aufgrund des geringen Baualters kaum vorhanden. Die Fassade des Objektes ist nicht nachträglich gedämmt worden. Hier kann ein relevantes Effizienzpotenzial konstatiert werden.

Der nicht unterkellerte massive Anbau beherbergt einen einzigen Ausstellungsraum mit einer Fläche von 310 m². Er verfügt über ein Flachdach aus dem sich in der Mitte des Objektes eine Glaspypamide hervorhebt. Diese besteht aus Metallfenstern mit 2-Fach-Verglasung. An der Südwestseite befindet sich eine Zufahrtmöglichkeit, die mit einem zweiflügligen Metalltor ausgestattet ist. Das Tor ist nicht gedämmt und weist im geschlossenen Zustand im Bodenbereich einen Schlitz auf. Dies sollte nachgebessert werden. Der Neubau wird nach Aussagen des Personals lediglich auf ca. 16 °C temperiert. Die Regelung für die Villa und den Neubau erfolgt manuell und ist auf die Öffnungszeiten abgestimmt.

In den Ausstellungsräumen in beiden Objekten sind neben Energiesparlampen auch zahlreiche Halogenspots vorhanden, deren Austausch durch LED-Spots empfohlen wird. Beide Objekte befinden sich augenscheinlich in einem guten Zustand.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Altbaubjekt im IST-Zustand dargestellt und mit den anteiligen realen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Nutzenergiebedarf (Heizung)	83.396	187,13
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	134.321	301,40
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	133.751	300,13
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig, mittel, witterungsbereinigt)	82.399	186,64

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung des Personals bzgl. des Energieverbrauches im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).



- Achten auf die nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume und Gebäudezonen (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate/Temperaturfühler).
- Achten auf die kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers (d.h. Absenkung bereits vor Ende der regulären Nutzungszeiten möglich).
- Pflege der Fenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen (Überprüfung der bemängelten Undichtigkeiten der Dachdämmung).

Investive Maßnahmen

- Ersatz der Halogenspotleuchten durch LED-Leuchten, Nutzung elektronischer Vorschaltgeräte. Einbau von Leuchten mit tageslichtabhängiger Steuerung (Dimmung) in einzelnen Ausstellungsräumen.
- Ersatz der vorhandenen Umwälzpumpen durch Hocheffizienzpumpen
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Die Fenster im Gebäude befinden sich in einem gepflegten Zustand, weisen keinen erheblichen Verschleiß auf und bedürfen daher in absehbarer Zeit keinen Ersatz (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen durch den Ersatz aller Fenster durch Effizienzfenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ dargestellt).
- Die Fassade der Villa ist ungedämmt. Möglich ist die Prüfung der Option zum Aufbringen einer Innendämmung auf die Innenwände (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen durch das Anbringen einer 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 in den oberirdischen Innenwänden sowie 120 mm an den Innenwänden im KG dargestellt).
- Einbau einer Gebäudeleittechnik.
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss ihrer Objekte an die Stadtwärme. Somit ist eine Modernisierung des aufgrund seines Betriebsalters bereits abgängigen Wärmeerzeugers nicht notwendig.

Das Dach der Liegenschaft bietet einzelne Flächen, die sich aufgrund ihrer Ausrichtung prinzipiell gut bis sehr gut für die Nutzung von Photovoltaik eignen. Mögliche Einschränkungen stellen hier der Denkmalstatus der Villa sowie Einwirkungen durch die Verschattung durch die Bebauung sowie den Baumbestand dar. Der gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder selbst verbraucht werden. Die aktuellen Förderrahmenbedingungen bevorteilen insbesondere den Eigenverbrauch. Ein Großteil des Stromverbrauchs in der Liegenschaft entfällt auf die Beleuchtung, die in einzelnen Bereichen und Räumen auch im Verlauf des Tages erforderlich ist. Durch den Einsatz von PV-Anlagen in Verbindung mit einem Speicher könnte für den gewonnenen Strom ein hoher Eigenverbrauchsanteil erreicht und ein erheblicher Teil des Strombedarfs im Gebäude abgedeckt werden.



Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Innendämmung KG 12cm	Maßnahme 2 Innendämmung Fassade 8 cm	Maßnahme 3 3-Fach-fenster	Summe 1,2,3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	134.321	124.346	78.189	132.546	66.407
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	301,40	279,02	175,45	297,42	149,01
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	133.751	123.819	77.858	131.984	66.125
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	300,13	277,84	174,71	296,16	148,38
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	9.708 €	8.987 €	5.651 €	9.580 €	4.800 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	33.111	30.652	19.274	32.673	16.370
Investitionen, brutto		46.501 €	30.675 €	16.072 €	93.248 €
Max. Heizleistung [kW]	39,4	37	24,9	38,7	21,6
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,945	0,887	0,436	0,918	0,351
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		9.975	56.131	1.775	67.914
Einsparung Kosten, brutto		721 €	4.057 €	128 €	4.909 €
Amortisation [Jahre]		64,50	7,56	125,31	19,00
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		2.459	13.837	437	16.741
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,05	0,45	0,03	0,18
Endenergiebedarfsersparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,21	1,83	0,11	0,73
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,13 €	0,01 €	0,05 €
Priorität		Gering	Hoch	Gering	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	17.094	15.824	9.950	16.868	8.451
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	16.017	14.827	9.323	15.805	7.919



Liegenschaft Regionalschule Käthe-Kollwitz

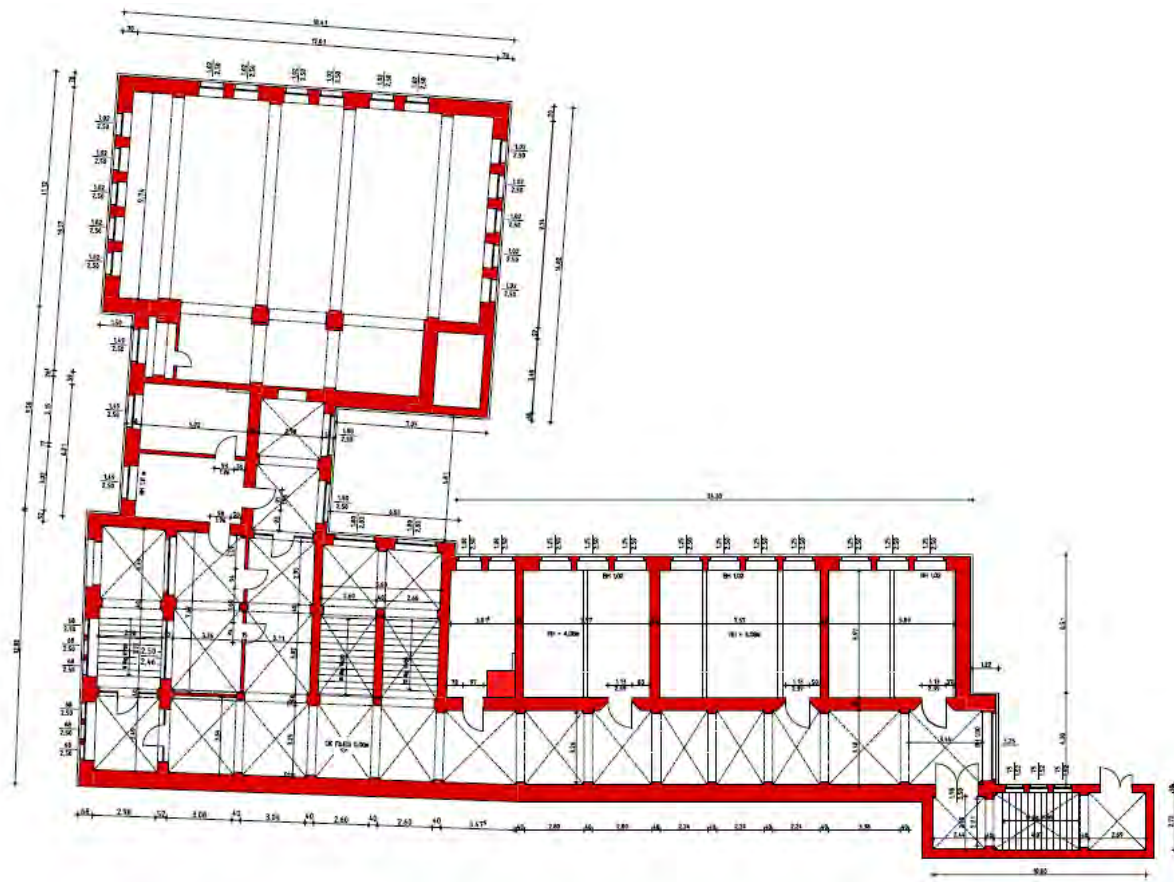
Gebäudedaten

Anschrift	Baustraße 56, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Regionalschule
BWZ (VDI)	411000
Bruttogeschossfläche	2.814,83 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	2.533,35 m ²
Thermische Hüllfläche	4.029,4 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	9.526,1 m ³
Baujahr	1905
Anzahl der Geschosse	4 Geschosse (KG, EG, 1. OG, 2. OG)
Bemerkungen	Die Liegenschaft besteht aus dem hier betrachteten Hauptgebäude, dem ein Sanitärtrakt angeschlossen ist sowie einem Neubau. Die Versorgung der Objekte erfolgt über eine Nahwärmeleitung aus der Nachbarliegenschaft (Kleeblattschule). Die Verbrauchserfassung erfolgt für alle Objekte zusammen über einen Wärmemengenzähler am Wärmestrang (am Kesselstandort). Auch die Erfassung und Abrechnung des Stromverbrauches erfolgt über einen Zähler. Eine gebäudescharfe Verbrauchszuweisung ist weder für Strom noch für Wärme möglich. Die nachstehenden Werte zeigen somit die Gesamtverbrauchswerte, für die gesamte Liegenschaft, die Kennwertbildung erfolgte unter Einbeziehung der Flächen der versorgten Objekte.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001541599 1020070000578384 32.993 kWh 9,22 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 8.961,95 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Nahwärme (Erdgas) k.A. k.A. 542.340 kWh 152,83 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 67.331,15 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude der Wchule ist komplett unterkellert. Im Keller befindet sich die Heizungsverteilung, die Hausmeisterwerkstatt, Lagerräume sowie die Turnhalle, Umkleide- und Waschräume. Für den unteren Gebäudeabschluss zum Erdreich erfolgte eine pauschale U-Wert Ermittlung	1,600
Außenwand im Kellergeschoss	Die Außenwände des Gebäudes im Bereich des KG und des Sockels bestehen aus Ziegelsichtmauerwerk mit unterschiedlichen Mauerstärken 70 cm / 78 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	Unterirdisch 0,916-1,008 Oberirdisch 0,884-0,969
Außenwand Fassade	Die Außenwände des Gebäudes bestehen im Sockelbereich aus Klinkermauerwerk und darüber aus verputzten Ziegelmauerwerk mit unterschiedlichen Mauerstärken 38 cm / 54 cm / 62 cm / 68 cm / 70 cm / 78 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,884-1,198
Außentüren	Holztüren mit Oberlicht (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Objekt kommen unterschiedliche Fenstertypen vor. Holzfenster mit 2-Fach-verglasung mit unterschiedlichen Baujahren 1995/2012, (pauschale	

	U-Wert Ermittlung für Fenster der Baualtersklasse ab 1995)	1,600
	Holzfenster einfach verglast mit vorgesetztem Metallfenster	3,500
Dach	Das Gebäude verfügt über ein mit Tondachziegeln eingedecktes Satteldach mit Unterspannbahn. Der Dachboden ist nicht ausgebaut und unbeheizt. Die oberste Geschossdecke besteht aus einer Holzbalkenkonstruktion und ist mit 200 mm Mineralwolle gedämmt (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,165

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	2 x Gaskessel Fa. Buderus Typ G 524 LDNW/594, Nennwärmeleistung 594 kW, Wärmebelastung 194,3-647,8 kW, Baujahr 1994 (Anlage befindet sich in der Kleeblattschule) Nahwärmeanschluss im Schulgebäude mit HA-Station: Wärmeleistung 580 kW, Temperatur primär 90-70 °C, Temperatur sekundär 65-85°C Regelung mit Außentemperaturfühler, Nachtabsenkung und Wochentagprogrammierung Leitungen im Verteilungsraum isoliert, mit Lücken im Bereich der Anschlüsse und Ventile. Im Kellergeschoss sind Schäden an der Isolierung der Hauptverteilungsstränge zu beobachten, in einzelnen Bereichen sind die Verteilungsleitungen nicht gedämmt, sodass hier eine Überheizung stattfindet. Im Hauptgebäude befindet sich die Verteilung für alle Objekte der Liegenschaft. Das Heizsystem verfügt über fünf Heizkreise:



	Nebengebäude, WC-Gebäude, Hauptgebäude Strang Nord, Hauptgebäude Strang Süd, Aula/Sporthalle Zum Einsatz kommen Hocheffizienzpumpen mit Dämmschalen (Typ: 4x Stratos, 1x Top) Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz Wärmeübergabe im Gebäude erfolgt überwiegend über alte Gusseisenradiatoren (1960/70 Jahre) mit festeingestellten Thermostaten (Behördenventile) in einzelnen Räumen über Plattenheizkörper (z.B. Aula) mit manuell regelbaren Thermostaten oder Deckenstrahler (Turnhalle). Die Wärmeregulierung für die Aula und Sporthalle ist erneuert.
Warmwassersystem	dezentral über elektrische Boiler mit Speicher (5 l) sowie einen Durchlauferhitzer, Leistung jeweils 2 kW.
Beleuchtung	Im Gebäude kommen unterschiedliche Leuchten zum Einsatz. In den Klassenräumen überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten (T8 36/58 W) in hängenden Deckenleuchten – teilweise Rasterleuchten mit Spiegelreflektor, teilweise mit Abdeckung -, mit KVG, Steuerung über Kippschalter. In den Fluren und Treppenhäusern Wandleuchten mit unterschiedlichen Leuchtmitteln: Energiesparlampen (18 W), Glühlampen mit zentralem Steuerelement mit unterschiedlichen Einstellungen der Leuchtstärke (100 %, 60 %, 40 %, in den Unterrichtszeiten Dauerbetrieb). In einzelnen Bereichen (z.B. Hintereingang) sind Bewegungsmelder angebracht. In der Aula große Kronleuchter mit Glühlampen und zentraler Steuerung.
RLT (Lüftungstechnik)	Keine zentrale Lüftungsanlage. Die Be- und Entlüftung erfolgt über Fenster.

Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft der Regionalschule Käthe-Kollwitz besteht aus dem Hauptgebäude, das hier untersucht wird, einem diesem Objekt angeschlossenen Sanitärbaubau sowie einem freistehenden Neubau. Die Liegenschaft wird über eine in den 1970er Jahren verlegte Nahwärmeleitung mit Wärme versorgt. Die Erzeugungsanlage befindet sich in der naheliegenden Kleeblattschule und gehört der GWA. Das denkmalgeschützte Hauptgebäude wurde 1903-1905 erbaut. Es handelt sich um einen Massivbau mit Sichtmauerwerk im Sockelbereich, das in den oberen Etagen verputzt ist. Das Objekt ist vollständig unterkellert. Im Kellergeschoss befinden sich neben dem Wärmeanschluss und -verteilung, Lagerräume, der Hausmeisteraufenthaltsraum, eine Bibliothek/Bücherlager sowie die Turnhalle mit Umkleiden und Waschräumen. Das Objekt verfügt über ein mit Tondachziegeln eingedecktes Satteldach. Die oberste Geschossdecke ist zum Kaltdach mit ca. 20 cm Mineralwolle gedämmt und weist somit keinen energetischen Handlungsbedarf auf. Die einfach verglasten Holzfenster wurden 1997/98 aufgearbeitet und durch eine zusätzliche vorgesetzte Glasscheibe ergänzt. Diese Lösung ist unzureichend, da der Vorsatz nicht nahtlos an das Fenster anschließt. Hier ist erhebliches Effizienzpotenzial vorhanden. In einzelnen Räumen (Aula) befinden sich neue Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 2012). Im Jahr 2007 erfolgte eine Instandsetzung des Daches und der Fassade.



Die Aula des Gebäudes wird auch für öffentliche Veranstaltungen außerhalb der regulären Unterrichtszeiten genutzt. Zusammen mit der Turnhalle verfügt sie über eine modernisierte Heizungsregelung mit neuen Heizkörpern (Plattenheizkörper in der Aula, Deckenstrahler in der Turnhalle). Zu bemängeln ist die geringe Heizfläche der Heizkörper in der Aula, was zu längeren Aufheizzeiten führen kann. Die alten Gusseisenheizkörper/Radiatoren in den verbleibenden Räumen sind ähnlich wie das Rohrsystem überdimensioniert, was eine Überheizung der Räume zur Folge hat. Insbesondere im Kellergeschoss führen die ungedämmten Leitungen zur Beheizung von Bereichen, in denen dies nicht erforderlich ist. Dies gilt aber auch für die Flure und Treppenhäuser in den oberen Etagen. Die Heizleitungen insbesondere in den Fluren sind teilweise sehr unorthodox verlegt. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Wärmeversorgung schwer steuerbar ist, was zu Verlusten führt. Zu bemängeln ist zudem der Dauerbetrieb der Beleuchtung in den Fluren. Im Objekt kommen zudem noch zahlreiche Glühlampen zum Einsatz. Am Mauerwerk sind stellenweise Setzungsrisse und ausgewaschener Fugenverbund sichtbar.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut (kWh)	Spezifisch (kWh/m ² *a)
Nutzenergiebedarf (Heizung)	345.005	136,18
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	488.197	192,70
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	635.445	250,83
Endenergieverbrauch (Heizung) (anteilig für Hauptgebäude, mittel, witterungsbereinigt)	385.929	152,83

Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht), Lerninhalte oder Schülerprojekte.
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für einzelne Objekte der Liegenschaft. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung und Zuordnung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume ggf. unterstützt durch Vorgaben zu Raumtemperaturen im Rahmen einer Energieleitlinie (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielsräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate). Abdrehen der Thermostate in Bereich/Räumen, in denen kein Wärmebedarf besteht (z.B. im Kellergeschoss Lagerräume/Bibliothek).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der neuen Holzfenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern und Türen, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.



- Anbringen von automatischen Türschließern an den Außentüren.
- Ersatz der Glühlampen durch LED-Leuchten. Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.
- Korrektur der defekten Dämmung an den Leitungen im Kellerbereich. Dämmen der ungedämmten Leitungen.
- Kontrolle der Gebäudehülle auf eventuelle Wärmeverluste bspw. durch Thermographieaufnahmen.

Investive Maßnahmen

- In den Fluren wird der Einsatz von Präsenzmeldern mit Tageslichtsteuerung empfohlen. Für die Flure ist auch der mögliche Einsatz von Leuchten mit einer tageslichtabhängigen Dimmung zu prüfen. Somit kann die derzeitige Dauerbeleuchtung in den Fluren ersetzt werden.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.
- Die aktuelle Lösung für die Fenster (ursprüngliche einfach verglaste Holzfenster mit vorgesetzter Scheibe) zeichnet sich durch erhebliche Undichtigkeiten aus. Empfohlen wird der Ersatz der vorhandenen Fenster durch moderne Effizienzfenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch moderne Fenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt).
- Die Fassade wurde bis jetzt nicht energetisch ertüchtigt. Obwohl der massive Baukörper eine beträchtliche Wärmespeicherfähigkeit besitzt, wird die Prüfung der Möglichkeit zur Anbringung einer Innendämmung der Fassade empfohlen (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 dargestellt).
- Dämmung der Kellergeschossdecke insbesondere in den nichtbeheizten Bereichen (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 120 mm Dämmplatten WLG 035 dargestellt).
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den zeitnahen Anschluss des Gebäudes an die Stadtwärme. Somit ist eine Modernisierung des aufgrund des Baualters bereits abgängigen Wärmeerzeugers nicht notwendig.
- In diesem Zusammenhang sollte eine Erneuerung der Heizkörper sowie der Einbau einer Gebäudeleittechnik für die Heizung mit separater Zonensteuerung und individueller Raumregelung (PC im Lehrerraum) erfolgen. Einbau von Thermostaten mit Funktion zur Erkennung offener Fenster.

Teile des Satteldaches eignen sich prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Einschränkungen stellen hier der Denkmalstatus des Gebäudes sowie Auswirkungen durch die Verschattung dar.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Aufgezeigt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber



dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfürgung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigteilkomponenten nicht berücksichtigt.

	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Kellerdämmung 12 cm	Maßnahme 2 Innendämmung 8 cm	Maßnahme 3 3-Fach-Fenster	Summe 1,2,3
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	488.197	470.284	364.472	412.462	270.685
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	192,70	185,63	143,87	162,81	106,85
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	635.445	612.129	474.403	536.868	352.335
Primärenergie spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	250,83	241,62	187,26	211,92	139,08
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	59.330 €	57.153 €	44.294 €	50.126 €	32.897 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	120.011	115.607	89.596	101.394	66.542
Investitionen, brutto		22.985 €	127.117 €	197.363 €	347.465 €
Max. Heizleistung [kW]	159,3	154,2	122,9	150,5	109,0
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,771	0,738	0,489	0,702	0,387
Bewertung					
Einsparung Energieverbrauch [kWh]		17.913	123.724	75.734	217.506
Einsparung Kosten, brutto		2.177 €	15.036 €	9.204 €	26.434 €
Amortisation [Jahre]		10,56	8,45	21,44	13,14
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		4.403	30.414	18.617	53.469
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,19	0,24	0,09	0,15
Verbrauchseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,78	0,97	0,38	0,63
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,09 €	0,12 €	0,05 €	0,08 €
Priorität		Mittel	Hoch	Mittel	
Einfluss Stadtwärme					
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	61.641	59.379	46.019	52.079	34.178
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	58.370	56.228	43.577	49.315	32.364



Liegenschaft Freizeitzentrum

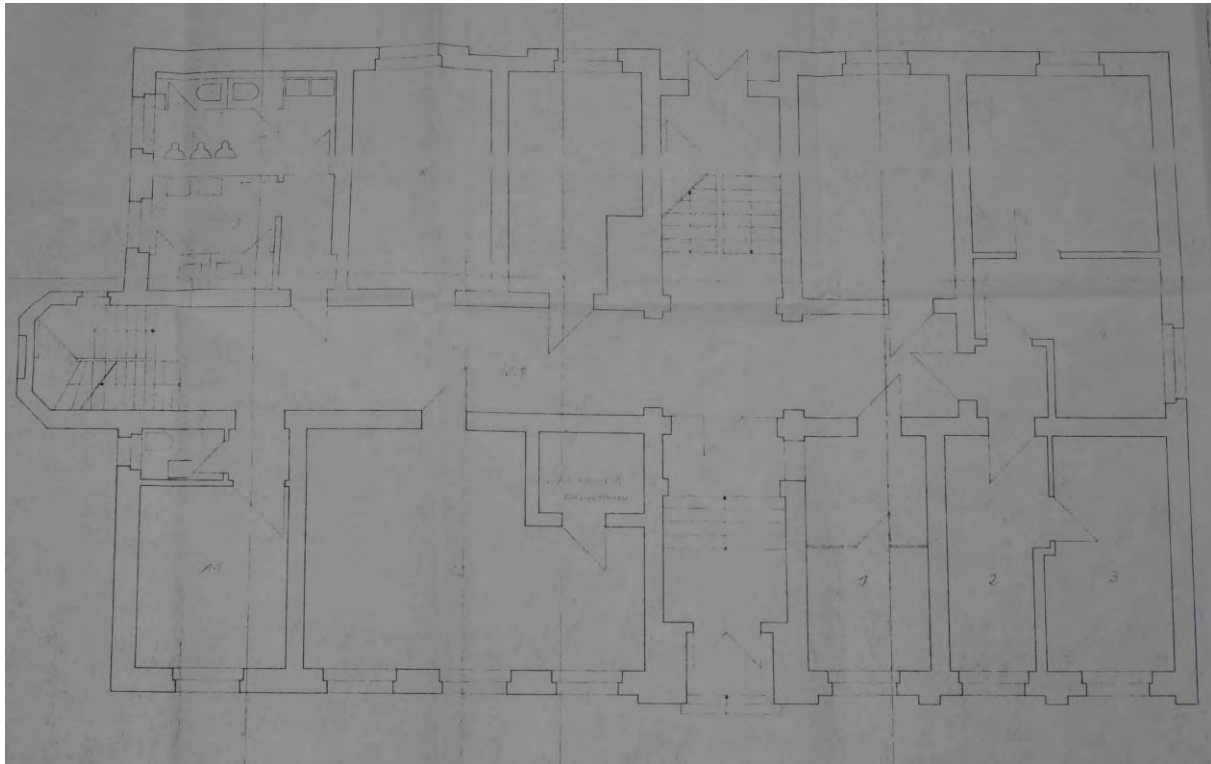
Gebäudedaten

Anschrift	Leipziger Allee 27, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Vereinshäuser
BWZ (VDI)	915600
Bruttogeschossfläche	1.424 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	950,4 m ²
Thermische Hüllfläche	1.606,3 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	2.896,1 m ³
Baujahr	1900
Anzahl der Geschosse	4 Geschosse (KG, EG, 1. OG, 2. OG)
Bemerkungen	Auf dem Grundstück befindet sich auch ein Nebengebäude, das als Aufenthalt und Lager genutzt wird. Auch dieses wird teilweise beheizt. Die Wärmeversorgung beider Objekte erfolgt über eine Nahwärmeleitung. Die Heizanlage befindet sich auf dem Nachbargrundstück und ist im Eigentum des Landkreises. Die Wärmemengenerfassung für das Hauptgebäude sowie das Nebengebäude wird nicht getrennt.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom	
• Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001533090 1091810052116991 6.053 kWh 5,89 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 1.728,61 €
Wärme/Heizenergie	
• Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Nahwärme (Erdöl) k.A. k.A. 152.775 kWh 150,60 [kWh/(m ² _{NGF} *a)] 13.150,56 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist zu etwa 1/2 unterkellert. Im Keller befinden sich die Heizungsverteilung, Lagerräume und ein Waschraum. Der untere Gebäudeabschluss zum Erdreich wird als Ziegel- oder Hofsteinkonstruktion angenommen, (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200
Außenwand im Kellergeschoss	Die Außenwände des Gebäudes im Bereich des KG und des Sockels bestehen aus Ziegelmauerwerk mit vorgesetzten Feldsteinen, Gesamtkonstruktionsstärke 55 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	Unterirdisch 1,499 Oberirdisch 1,414
Außenwand Fassade	Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus einem massiven Sicht/Klinkermauerwerk im Sockelbereich mit Feldsteinen, Mauerstärke 55 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	1,266
Außentüren	Holztüren mit einfach verglastem Oberlicht (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Im Objekt kommen unterschiedliche Fenstertypen vor. In dem Haupttreppenhaus, einzelnen Nebenräumen und dem Kellergeschoss einfach verglaste Holzfenster In den meisten Räumen Holzkastenfenster mit zwei Glasschichten Zudem Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung, Baualter 1993 (z.B. seitliches Treppenhaus, Saal usw.)	5,000 2,700 1,600

Dach	Das Gebäude verfügt über ein mit Tondachziegeln eingedecktes Walmdach und Satteldach mit Unterspannbahn. Der Dachboden ist nicht ausgebaut und unbeheizt. Die oberste Geschossdecke besteht aus einer Holzbalkenkonstruktion (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,524
------	--	-------

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Nahwärme auf Heizölbasis. Nahwärmeanschluss im Hauptgebäude mit HA-Station, Fröhling: Wärmeleistung 180 kW + Warmwasserbereitung 15 kW (abgestellt), zulässige Betriebstemperatur 150/110 °C, Baujahr 1992 Regelung mit Außentemperaturfühler, Nachtabsenkung, Wochentagprogrammierung Leitungen im Heizraum überwiegend isoliert mit Lücken im Bereich der Anschlüsse und Ventile. Die Verteilungsstränge im Kellergeschoss sind mit alter Gipsbindenisolierung aus DDR-Zeiten gedämmt. Im Kellergeschoss sind Schäden an der Isolierung der Hauptverteilungsstränge sowie nicht isolierte Leitungsstränge zu beobachten. Zum Einsatz kommt eine elektronisch geregelte Umwälzpumpe ohne Dämmschale (Typ: Grundfos UPC 50-60) Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz Wärmeübergabe im Gebäude erfolgt über alte Gussradiatoren mit Thermostaten. An einigen wenigen Heizkörpern manuell steuerbare Ventile.
Warmwassersystem	dezentral über elektrische Boiler Leistung 2 kW. Die ursprünglich vorhandene zentrale TWW-Erzeugung wurde abgeklemmt. Der noch vorhandene Boiler im Heizraum ist ungenutzt.
Beleuchtung	Im Gebäude kommen unterschiedliche Leuchten zum Einsatz. In den Räumen sind es überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten (T8 36/58 W) in hängenden Rasterdeckenleuchten mit Spiegelreflektoren. In den Fluren befinden sich Wandleuchten mit Glasschale mit unterschiedlichen Leuchtmitteln: Glühlampen, Energiesparlampen. Im Saal befinden sich drei Kronleuchter mit LED-Lampen Steuerung erfolgt über Kippschalter
RLT (Lüftungstechnik)	Keine zentrale Lüftungsanlage. Die Be- und Entlüftung erfolgt über Fenster.

Zustandsbeschreibung

Die Liegenschaft besteht neben dem hier betrachteten Hauptgebäude auch aus einem Nebengebäude mit Aufenthalts- und Lagerfunktion sowie einem Garagengebäude. Das Nebengebäude wird über eine Wärmeverteilung aus dem Hauptgebäude mit Wärme versorgt.

Das denkmalgeschützte Hauptgebäude wurde etwa im Jahr 1900 als Massivbau mit Sichtmauerwerk und Feldsteinsockel erbaut. Das Objekt ist teilweise (ca. 1/2) unterkellert. Im beheizten Keller befinden sich ein Waschraum, Lager- und Werkstatt Räume. Das Sattel- und Walmdach ist mit Dachziegeln



eingedeckt. Der Dachboden ist nicht ausgebaut, unbeheizt und nicht gedämmt. Es verlaufen hier jedoch ungedämmte Heizleitungen. Hier besteht erhebliches Effizienzpotenzial, dass durch das Aufbringen einer Dämmschicht erschlossen werden kann. Im Objekt befinden sich Fenster unterschiedlicher energetischer Qualität, angefangen mit einfach verglasten Holzfenstern, über Holzkastenfenster mit zwei Scheiben bis hin zu Holzfenstern mit 2-Fach-Verglasung (Baujahr 1993). Die alten Fenster weisen erheblichen Verschleiß auf. Der Handlungsbedarf ist hier aus energetischer Sicht sehr hoch. Im Jahr 1992 wurde das Objekt über eine Nahwärmeleitung an das naheliegende Heizhaus angeschlossen, das auch das Gymnasium und ein Verwaltungsgebäude versorgt. Die Anlage befindet sich im Eigentum des Landkreises. Die Gebäudenutzer beklagen Probleme mit der Beheizung („es ist immer kalt“). Jährlich erfolgt die Entlüftung des Heizsystems durch einen Monteur.

Im Rahmen der Begehung wurde ein fehlendes Ventil am Rohstrangende im Dachgeschoss festgestellt. Zu bemängeln ist, dass die Heizkörper in ungenutzten Räumen (z.B. 2.OG) nicht abgeschaltet bzw. die Thermostatventile nicht runter geregelt sind. An einzelnen Heizkörpern wurden defekte Thermostate entdeckt. Von den Nutzern wurden zudem defekte Ventile beklagt. Das Leitungssystem ist überdimensioniert und die Verteilungsleitungen sind nicht gedämmt. Dies führt zu Wärmeverlusten durch Wärmeabgabe in Räumen, wo diese nicht erforderlich ist.

Am Objekt wurden in den vergangenen Jahren lediglich dringend notwendige Reparatur- und Erhaltungsarbeiten durchgeführt. Dies führt zu einem erheblichen Sanierungsstau. Diese betreffen die Gebäudehülle, die Heizungsanlage und die Elektroanlage/Beleuchtung. Das Objekt weist zudem Setzungsrisse und Feuchtigkeitsschäden im Mauerwerk auf.

Das Objekt hat mehrere Nutzer (Fritz-Reuther-Ensemble, Musikschule) und die Nutzung erfolgt zu unterschiedlichen Zeiten. In Kombination mit einer fehlenden Unterteilung des Objektes in mehrere Heizzonen führt dies zu unnötigen Heizzeiten. Zudem bleiben die Thermostate auch in zahlreichen Räumen, die nicht genutzt werden, aufgedreht.

Der derzeitige Zustand des Gebäudes ist aus energetischer Sicht als schlecht zu bezeichnen. Erhebliche Einsparungen sind jedoch bereits durch konsequentes sparsames Nutzerverhalten (Abdrehen der Heizungen in leerstehenden und ungenutzten Räumen) sowie das beheben einzelner grober Mängel (fehlende oder defekte Thermostate und Ventile) zu erreichen. Eine weitere Einsparung könnte dadurch erreicht werden, dass die Beheizung des Nebengebäudes aufgegeben wird (Umzug der Nutzer ins Hauptgebäude).

Eine Sanierung des Objektes ist nicht nur aus energetischen Gesichtspunkten, sondern auch aus Gründen der Ästhetik, Aufenthaltsqualität und Nutzerfreundlichkeit erforderlich. Dies erfordert Klarheit über die künftige Nutzung des Gebäudes (Nutzungskonzept) und sollte gemeinsam mit den potenziellen Nutzern erörtert werden.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt und mit den reellen Verbrauchswerten verglichen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	211.405	265,22
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	275.450	345,57
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	152.775	150,6



Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder (u.a. Runterregeln von Thermostaten, richtiges Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-by-Zeiten, Ausschalten von Licht).
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Einbau von Unterzählern für einzelne Objekte der Liegenschaft. Dies dient u.a. der Präzisierung der Erfassung und Zuordnung der Energieverbräuche.
- Nutzungsgerechte Temperierung einzelner Räume (Monitoring von Raumtemperaturen in Beispielräumen zur Überprüfung der korrekten Einstellung und Funktionsweise der Thermostate).
- Überprüfen der korrekten Funktionsweise der Thermostatventile, Ersatz defekter Ventile.
- Konsequentes Abdrehen der Thermostate/Ventile in Bereichen/Räumen, in denen kein Wärmebedarf besteht (z.B. insbesondere im Kellergeschoss und im leerstehenden 2. Obergeschoss). Sinnvoll erscheinen regelmäßige Rundgänge zur Kontrolle der Heizkörper in den ungenutzten Räumen.
- Anbringen eines Absperrventils am Leitungsabschluss im Dachgeschoss.
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.
- Pflege der neuen Holzfenster und Erneuerung von Dichtungen an Fenstern, inkl. regelmäßige Nachjustierung der Fenster.
- Ersatz der Glühlampen durch LED-Leuchten. Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten bei der Beleuchtung.



- Korrektur der defekten Dämmung an den Leitungen im Kellerbereich. Dämmen der ungedäm



mten Leitungen im Kellergeschoss und Dachboden.

- Austausch der Umwälzpumpe durch eine Hocheffizienzpumpe.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

Investive Maßnahmen

- Die Beleuchtung im Gebäude erfordert eine weitgehende Erneuerung. Hierzu ist im Zuge der Gebäudesanierung ein Beleuchtungskonzept auszuarbeiten.
- Austausch der Fenster gegen moderne Effizienzfenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch moderne Fenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt).
- Die Fassade wurde bis jetzt nicht energetisch ertüchtigt. Obwohl der massive Baukörper eine beträchtliche Wärmespeicherfähigkeit besitzt, wird die Prüfung der Möglichkeit zur Anbringung einer Innendämmung der Fassade empfohlen (in der anschließenden Berechnung wird das Beispiel 80 mm Mineralschaumplatten auf Calcium-Silikat Basis WLG 040 dargestellt. In der Berechnung werden separat die Auswirkungen der Dämmung im Kellergeschoss sowie im Fassadenbereich dargestellt).
- Dämmen der obersten Geschossdecke (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen der Dämmung mit 160 mm oder 200 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).
- Im Zuge der Erweiterung des Stadtwärmenetzes plant die Hansestadt den Anschluss der im Ausbaugebiet liegenden städtischen Objekte an die Stadtwärme.
- In diesem Zusammenhang sollte eine komplette Erneuerung des Heizsystems (Heizkörper, Wärmeverteilung, Stränge) sowie der Einbau einer Gebäudeleittechnik für die Heizung mit separater Zonensteuerung und individueller Raumregelung erfolgen.



Die zur Straßenseite ausgerichteten Teile des Satteldaches eignen sich prinzipiell für die Nutzung von Photovoltaik. Eine Einschränkung stellt hier eventuell der Denkmalstatus des Gebäudes dar. Unter den derzeitigen Nutzungsbedingungen ist die Installation einer Photovoltaikanlage nicht sinnvoll.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurden die Energiepreise des letzten für das Gebäude vorliegenden Abrechnungszeitraums herangezogen (Angaben wurden aus der im Baustein 1 entwickelten Energiemanagementdatenbank entnommen). Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. In der Tabelle wird zudem aufgezeigt, welche Auswirkungen der Einsatz von Stadtwärme bei gleichbleibenden Energiebedarfsmengen auf den THG-Ausstoß haben kann. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden. Hingewiesen wird an dieser Stelle darauf, dass die Berechnungsmethodik eventuelle Undichtigkeiten bei Fensteranschlüssen, fehlerhafte Verfugung, fehlende Dämmung in einzelnen Fertigkomponenten nicht berücksichtigt.

Klimaschutzteilkonzept eigene Liegenschaften



	Ausgangsfall	Maßnahme 1 Dämmung OG 16 cm	Maßnahme 2 Kellerwände Innendämmung	Maßnahme 3 Dämmung OG 20 cm	Maßnahme 4 3-Fach-Fenster	Maßnahme 5 Innendämmung Fassade 8 cm	Summe 2, 3, 4, 5
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	211.405	187.132	200.311	187.139	187.396	171.753	112.330
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	265,22	234,77	251,30	234,78	235,10	215,47	140,92
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	275.450	243.823	260.996	243.833	244.168	223.786	146.360
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	345,57	305,89	327,43	305,90	306,32	280,75	183,62
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	13.847 €	12.257 €	13.120 €	12.257 €	12.274 €	11.250 €	7.357 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	66.823	59.151	63.317	59.153	59.234	54.290	35.506
Investitionen, brutto		11.973 €	18.422 €	12.433 €	36.123 €	33.364 €	100.342 €
Max. Heizleistung [kW]	94	64,6	90,3	63,9	85,1	80,7	38
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	1,443	0,870	1,378	0,857	1,258	1,184	0,348
Bewertung							
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		24.273	11.093	24.265	24.009	39.651	99.075
Einsparung Kosten, brutto		1.590 €	727 €	1.589 €	1.573 €	2.597 €	6.489 €
Amortisation [Jahre]		7,53	25,35	7,82	22,97	12,85	15,46
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		7.673	3.507	7.670	7.589	12.533	31.317
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,64	0,19	0,62	0,21	0,38	0,31
Endenergiebedarfseinsparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		2,03	0,60	1,95	0,66	1,19	0,99
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,13 €	0,04 €	0,13 €	0,04 €	0,08 €	0,06 €
Priorität		Hoch	Gering	Hoch	Hoch/Gering ⁴⁰	Mittel	
Einfluss Stadtwärme							14.295
THG-Emissionen [kg CO _{2eq}]	26.904	23.815	25.492	23.816	23.849	21.858	21.211
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]	39.919	35.336	37.825	35.337	35.386	32.432	99.075

⁴⁰ Hoch für vorhandene einfach verglaste Holzfenster, gering für Holzfenster mit 2-Fach-Verglasung

Liegenschaft Schwimmhalle

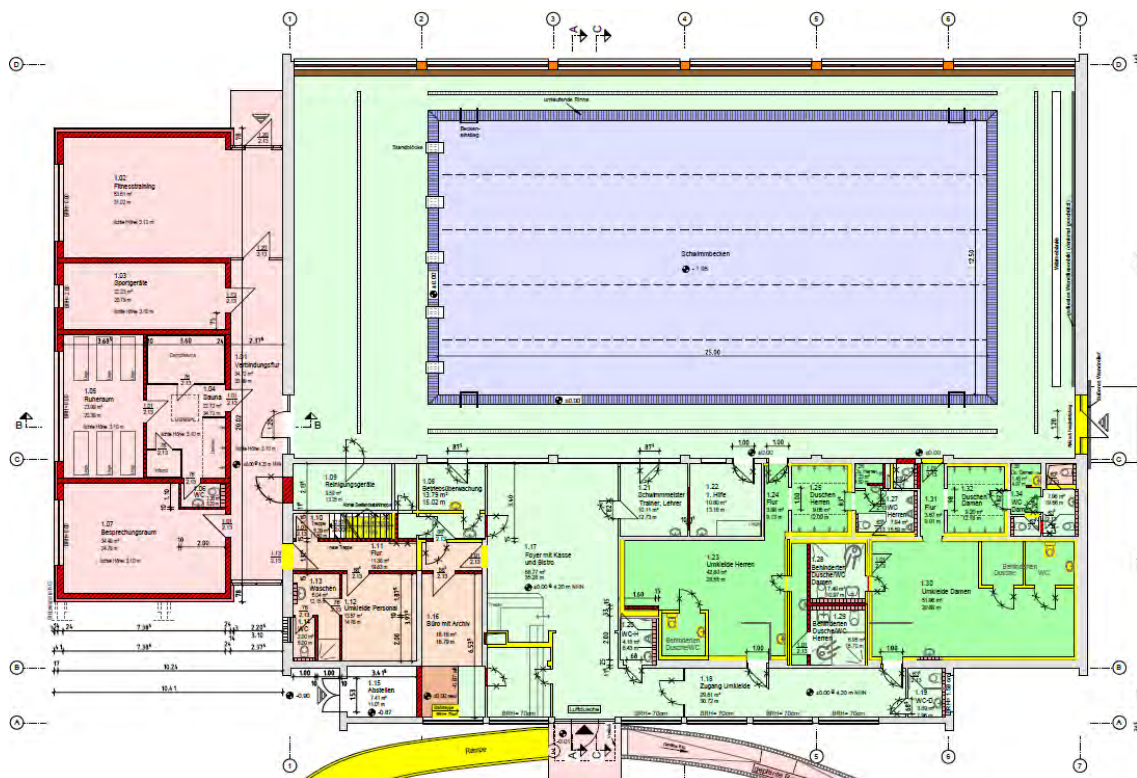
Gebäudedaten

Anschrift	Bluthsluster Straße 20, 17389 Anklam
Gebäudeart/Nutzung	Schwimmhalle (Beckenfläche 250-499 m ²)
BWZ (VDI)	521200
Bruttogeschossfläche	1.041,3 m ²
Beheizte Nettogeschossfläche	993,8 m ²
Thermische Hüllfläche	1.857,8 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen	4.442,3 m ³
Baujahr	1968
Anzahl der Geschosse	1 Geschoss (teilweise unterkellert)
Bemerkungen	Die Wärmeversorgung der Schwimmhalle erfolgt über eine Nahwärmeleitung aus der Zuckerfabrik. Die Abrechnung erfolgt pauschal, unabhängig von der verbrauchten Wärmemenge. Der Wärmemengenzähler an der Übergabestelle im Gebäude ist defekt, so dass keine Aussagen zur tatsächlich verbrauchten Wärmemenge gemacht werden können.
Reelle Werte aus Verbrauchsauswertung	
Strom • Zählpunkt • Zählernummer • Stromverbrauch Baseline • spezifischer Stromverbrauch • Stromkosten (gemittelt)	DE00100017389TS0000000000001237555 5353033984 106.822 kWh 107,26 [kWh/(m ² _{NGF} *a)], 341,52 [kWh/(m ² _{Becken} *a)] 26.681,13 €
Wärme/Heizenergie • Energieträger • Zählpunkt • Zählernummer • Heizenergieverbrauch Baseline (gemittelt, witterungsbereinigt) • spezifischer Heizenergieverbrauch • Heizenergiekosten (gemittelt)	Nahwärme k.A. k.A. k.A. k.A. ca. 53.000 €

Bilddokumentation Gebäudehülle



Übersicht Gebäudegeometrie



Bauteil	Detaillierte Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Unterer Gebäudeabschluss	Das Gebäude ist teilweise unterkellert. Im KG befinden sich der Wärmeanschluss und für den Betrieb notwendige technischen Anlagen. Der untere Gebäudeabschluss wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung) Die Decke zum Keller wird durch eine massive Stahlbetonplatte gebildet (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,200 1,000
Außenwand	Das Gebäude ist in massiver Bauweise errichtet und verfügt über ein monolithisches Stahlbetonskelet. Die Stahlbetonplatten sind mit Fliesen verkleidet. Konstruktionsstärke beträgt 36,5 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,920
Außentüren	Metallrahmentüren mit 2-Fach-Verglasung (pauschale U-Wert Ermittlung)	2,900
Fenster	Kunststofffenster mit 2-Fach-Verglasung unterschiedliche Baujahre 1994, 1995 (pauschale U-Wert Ermittlung)	1,900
Dach	Das Gebäude verfügt über ein Flachdach mit einer Bitumenschweißbahn. Das Dach besteht aus Dachkassettenplatten in Leichtbetonbauweise mit einer Stärke von 16 cm. Angenommen wurde eine vorhandene Mineralwolldämmung mit einer Stärke von 6 cm (U-Wert Ermittlung aus Konstruktion)	0,509

Lagen der Berechnung keine ausreichenden Baubeschreibungen vor, wurden über einzelne Bauteile qualifizierte Annahmen getroffen. Lagen für die Berechnung keine energetischen Werte für die Bauteile vor, so sind diese der „Bekanntmachung zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom April 2015 entnommen.

Angaben zur Haus-/Anlagentechnik





Technik	Beschreibung
Heizsystem	Wärmeversorgung über Nahwärme aus der Zuckerfabrik. Es wurden keine Unterlagen zur Beschreibung der Anschlussleistung sowie weiterer Kennzahlen zur Verfügung gestellt, Typenschilder konnten nicht identifiziert werden. Auslegungstemperatur 110/70°C Wärmeleitungen im Kellergeschoss und Heizraum sind gedämmt mit Lücken im Bereich der Anschlüsse, Ventile, Armaturen. Im Objekt befinden sich sechs Heizkreise. Zum Einsatz kommen elektronisch geregelte Umwälzpumpe mit Dämmschalen (Typ: Wilo Top) Wärmeverteilung über ein Zweirohrnetz, Wärmeübergabe im Gebäude erfolgt über alte Gussradiatoren mit Thermostaten.
Warmwassersystem	Zentrale Warmwassererzeugung Versorgung
Beleuchtung	Im Gebäude kommen überwiegend stabförmige Leuchtstoffleuchten (T8 36/58 W) in hängenden Deckenleuchten mit Kunststoffabdeckung vor. Die Steuerung erfolgt über ein zentrales Schaltelement.
RLT (Lüftungstechnik)	Zwei Lüftungsanlagen des Typs TZA G1-400-6, jeweils eine für die Schwimmhalle und Nebenräume für Frischluftbetrieb bei 3 bis 8-fachen Luftwechsel



Zustandsbeschreibung

Die Volksschwimmhalle wurde im Jahr 1968 erbaut und steht unter Denkmalschutz. Der Massivbau verfügt über ein monolithisches Stahlbetonskelett, ohne nachträgliche Dämmmaßnahmen. Das Gebäude ist teilweise unterkellert und verfügt über ein Flachdach. Das Dach besteht aus Dachkassettenplatten mit einer Bitumenschießbahn. Die Schwimmhalle befindet sich im Eigentum der Stadt, wird jedoch seit 2007 von dem Peenerobben e.V. betrieben. Im Zeitraum 1992/93 erfolgte die Sanierung der Fenster im Bereich der Umkleiden, 1995/96 folgte dann die Fenstersanierung an der Vorderfront (Südseite) des Objektes. Weitere Sanierungsmaßnahmen fanden bis jetzt nicht statt. Das Objekt weist somit sowohl im Bereich der Fassade als auch des Daches relevante Effizienzpotenziale auf. Auch die eingebauten Fenster entsprechen nichtmehr den heutigen Effizienzstandards. Aufgrund der großen Glasflächen, ist das Effizienzpotenzial auch hier als erheblich einzustufen. Die Wärmeverteilung im Objekt, Wärmeübergabe (Heizkörper) sowie die Lüftungsanlagen befinden sich im ursprünglichen Zustand. Im Jahr 1999 erfolgte eine Sanierung des Beckens.

Als problematisch aus Sicht der Erfassung kann die aktuelle Wärmeversorgung des Objektes bezeichnet werden. Die Wärme wird von der naheliegenden Zuckerfabrik über eine Nahwärmeleitung geliefert. Aufgrund des seit mehreren Jahren defekten Wärmemengenzählers besteht keine Transparenz über den Verbrauch im Objekt. Die Abrechnung durch die Zuckerfabrik erfolgt auf Basis von Pauschalbeträgen. Somit besteht für den Betreiber keine Übersicht über den Verbrauch, es können keine Preise pro Energieeinheit gebildet werden (um die Wirtschaftlichkeit gegenüber anderen Versorgungsmöglichkeiten zu prüfen).

Die Stadt bemüht sich bereits seit mehreren Jahren um den Erwerb von Fördermittel für die Sanierung des Objektes. Die Objektsanierung soll laut bestehenden Planungen im Jahr 2020 begonnen werden. Neben der energetischen Ertüchtigung der Gebäudehülle, im Einklang mit den Denkmalschutzbestimmungen, soll auch die Wärmeversorgung neugestaltet werden. Aktuell wird seitens der Stadt und des Betreibers die künftige Wärmeversorgung auf Basis eines erdgasbetriebenen BHKWs diskutiert. Da sich BHKWs insbesondere für die Abdeckung der Grundlast eignen, muss bei dieser Lösung eine Ergänzung durch einen Spitzenlastkessel erfolgen.

Im Folgenden werden die gemäß DIN 18599 – Einzonen-Modell ermittelten Bedarfswerte für das Gebäude im IST-Zustand dargestellt. Ein Vergleich mit den reellen Verbrauchswerten kann aufgrund der fehlenden Werte nicht erfolgen.

	Absolut [kWh]	Spezifisch [kWh/(m ² *a)]
Endenergiebedarf (brennwertbezogen) (Heizung)	211.405	265,22
Primärenergiebedarf (heizwertbezogen) (Heizung)	275.450	345,57
Endenergieverbrauch (Heizung) (mittel, witterungsbereinigt)	152.775	150,6



Maßnahmenvorschläge

Nicht-/Geringinvestive Maßnahmen

- Sensibilisierung der Nutzer bzgl. des Energieverhaltens im Gebäude durch Schulungen, Begehungen, Hinweisschilder.
- Einbau eines funktionierenden Wärmemengenzählers.
- Kontinuierliche Durchführung eines Energiemonitorings (monatliche und jährliche Auswertung der Verbrauchsmengen).
- Kontinuierliche Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungszeiten und -bereiche unter Beachtung der Wärmespeicherfähigkeit des Baukörpers.

Investive Maßnahmen

- Erneuerung der Beleuchtung. Einbau von LED-Leuchtmitteln mit tageslichtabhängiger Dimmung im Hallenbereich. Nutzung von elektronischen Vorschaltgeräten.
- Austausch der Fenster gegen moderne Effizienzfenster (in der anschließenden Berechnung wird als Beispiel der Ersatz aller Fenster durch moderne Fenster mit 3-Fach-Verglasung $U_w 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dargestellt).
- Aufgrund von Denkmalschutzbestimmungen wird keine Dämmung der Fassade vorgeschlagen.
- Dämmen der obersten Geschossdecke (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen der Dämmung mit 200 mm Mineralwolle WLG 035 dargestellt).
- Kellerdeckendämmung (in der anschließenden Berechnung werden beispielhaft die Auswirkungen der Dämmung mit 80 mm WLG 035 dargestellt)
- Im Zuge der Erneuerung der Wärmeversorgung des Objektes (bevorzugt wird der Einbau eines BHKWs) ist auch die Erneuerung der Wärmeverteilung und Übergabe durchzuführen. Parallel ist der Austausch der Umwälzpumpen durch Hocheffizienzpumpen vorzunehmen und eine Gebäudeleittechnik zu installieren.
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Das Dach des Gebäudes ist aufgrund seiner Form prinzipiell für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieranlagen geeignet. Geklärt werden müssen die statischen Eigenschaften und die Tragkraft der Dachkonstruktion. Sowohl die Nutzung von Photovoltaik zur Stromerzeugung als auch von Solarthermie für die Wärmeerzeugung sind für eine Schwimmhalle geeignet. Der Strombedarf der Anlagentechnik ist während der Betriebszeiten gegeben, sodass der gewonnene PV-Strom für den Eigenverbrauch genutzt werden kann. Durch einen Abgleich der Strombedarfskurve des Gebäudes (Lastgang kann seitens des Versorgers zur Verfügung gestellt werden) und einer simulierten PV-Erzeugungskurve kann die optimale Größe der Anlage und ggf. auch eines Speichers berechnet werden. Solarthermie eignet sich sehr gut zum Vorwärmen des Schwimmbeckenwassers. Zu beachten sind die Öffnungszeiten im Jahresverlauf. Längere Betriebsferien während der Sommermonate, in denen die höchsten solarthermischen Erträge zu erwarten sind, würden die Wirtschaftlichkeit der Anlage deutlich verringern.

Darstellung baulich-investiver Modernisierungsvarianten

Nachfolgend werden Auswirkungen unterschiedlicher investiver energetischer Sanierungsvarianten auf den Energiebedarf des Gebäudes sowie die damit einhergehenden Kosten und THG-Emissionen



dargestellt. Dargestellt wird hierbei nur der Bedarf für Heizung nicht jedoch Warmwasser, da dieser von den Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht betroffen wird. Aufgezeigt werden die jeweiligen absoluten Einsparungen (Verbrauch, Kosten, Emissionen) und die statischen Amortisationszeiten. Hingewiesen wird darauf, dass ein Niedrigstenergiestandard für Nichtwohngebäude im Bestand momentan noch nicht klar definiert ist. Bei der Maßnahmenformulierung wurde somit eine Herangehensweise gewählt, die anspruchsvolle aber dennoch baulich möglichst realistische Maßnahmen berücksichtigt. Als Ausgangspunkt für die Berechnungen wurde ein geschätzter Wärmepreis von 6 ct/kWh angenommen. Die Investitionskosten sind als Grobkosten zu verstehen und beruhen auf den oben angegebenen Vollkostenpauschalen sowie den über die eingesetzte Berechnungssoftware ermittelten Flächen einzelner Bauteile. Bei der praktischen Festlegung von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Faktoren, wie z.B. abgehende Bauteile, baurechtliche Verpflichtungen usw. zu beachten. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden THG-Emissionsfaktoren herangezogen, die auch im Baustein 1 angewandt wurden.

		Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	
	Ausgangsfall	3-Fach-Fenster	Dachdämmung 20 cm	Kellerdecken Dämmung	Summe
Endenergiebedarf absolut (Brennwertbezogen) [kWh]	381.278	357.074	332.173	362.491	289.038
Endenergiebedarf spezifisch (Brennwertbezogen) [kWh/(m²*a)]	383,66	359,30	334,24	364,75	290,84
Primärenergiebedarf absolut (Heizwertbezogen) [kWh]	496.786	465.250	432.804	472.308	376.602
Primärenergiebedarf spezifisch (Heizwertbezogen) [kWh(m²*a)]	499,89	468,15	435,50	475,25	378,95
Kosten (Wärme + Hilfsenergie)	23.304 €	21.825 €	20.303 €	22.156 €	17.666 €
Emissionen [kg CO _{2eq}]	93.987	88.020	81.882	89.356	71.249
Investitionen, brutto		84.550 €	69.698 €	24.710 €	178.959 €
Max. Heizleistung [kW]	140,2	131,5	127,7	134,9	113,7
Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)]	0,870	0,732	0,672	0,829	0,493
Bewertung					
Einsparung Endenergiebedarf [kWh]		24.204	49.105	18.787	92.240
Einsparung Kosten, brutto		1.479 €	3.001 €	1.148 €	5.638 €
Amortisation [Jahre]		57,15	23,22	21,52	31,74
THG-Einsparung [kg CO _{2eq}]		5.966	12.105	4.631	22.738
THG-Einsparung pro EUR Invest [kg CO _{2eq} /EUR]		0,07	0,17	0,19	0,13
Endenergiebedarfsersparung pro EUR Invest [kWh/EUR]		0,29	0,70	0,76	0,52
Kosteneinsparung pro EUR Invest		0,02 €	0,04 €	0,05 €	0,03 €
Priorität		Gering	Gering	Mittel	



3. Zusammenführung der Sanierungsoptionen

Im Rahmen der vorangegangenen objektscharfen Betrachtungen wurden unterschiedliche Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs in einzelnen kommunalen Liegenschaften dargestellt. Es wurden zudem Ergebnisse für Berechnungen zu den Auswirkungen unterschiedlicher energetischer Sanierungsmaßnahmen auf den Heizenergiebedarf sowie die darauf bezogenen Treibhausgasemissionen und Kosten aufgezeigt. Zugleich wurden die Auswirkungen der Umstellung der Wärmeversorgung einzelner Liegenschaften – die aufgrund ihrer Lage für den Anschluss an das Stadtwärmenetz der GWA in Frage kommen – auf Stadtwärme auf den Treibhausgasausstoß quantifiziert. Bei einzelnen Objekten, die aktuell mit Stromheizungen ausgestattet sind und außerhalb des Netzausweitungsgebietes liegen, wurden die Auswirkungen der Umstellung auf Erdgas dargestellt.

Die kommunalen Liegenschaften der Hansestadt Anklam weisen unterschiedliche Sanierungsstände auf, woraus sich divergierende Handlungsbedarfe und Minderungspotenziale ableiten lassen. Selbst Objekte mit bereits realisierten energetischen Optimierungsmaßnahmen verfügen dabei – ungeachtet der Potenziale, die sich aus der Sensibilisierung und Optimierung des Nutzerverhaltens ergeben – über relevante Energieeinsparpotenziale. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass an den Gebäuden in der Regel keine umfassenden energetischen Sanierungen durchgeführt wurden, sondern in erster Hinsicht die Bereiche fokussiert wurden, die den dringendsten Handlungsbedarf (z. B. Ersatz alter oder maroder Fenster) oder die höchste Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig geringen Investitionskosten (z. B. Dämmung der obersten Geschossdecke) aufweisen. Nur ein einziges Objekt der Hansestadt kann derzeit als energetisch vollsaniert bezeichnet werden (Villa Kunterbunt Altbau: Fassadendämmung, Fenstertausch, Dämmung oberster Geschossdecke), wobei einige weitere Objekte aufgrund des geringen Baualters gute Standards erreichen (z.B. Villa Kunterbunt Neubau). Einsparpotenziale bei den Objekten ergeben sich somit in erster Hinsicht daraus, dass einzelne Bestandteile der Gebäudehüllen noch nicht energetisch ertüchtigt wurden. Zugleich ergeben sich Einsparpotenziale durch die in den zurückliegenden Jahren kontinuierlich steigenden Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle oder die erreichte energetische Qualität der am Markt verfügbaren Bauteile (z. B. Fenster). Somit weisen rechnerisch selbst die Objekte bzw. Gebäudebestandteile Einsparpotenziale auf, die in der Vergangenheit bereits saniert wurden. Abzuwägen sind die Wirtschaftlichkeit und die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs bei bereits ertüchtigten Bestandteilen oder Bestandteilen, die aufgrund ihrer Substanz (z.B. starke Mauerwerkskonstruktionen) ohnehin gute energetische Parameter (z.B. Wärmedurchgangskoeffizient) aufweisen. Insbesondere bei nur wenige Jahre zurückliegenden Maßnahmen ist die Amortisation der Investitionskosten in der Regel noch nicht gegeben. Auch die unterschiedlichen Nutzungsarten der Objekte führen dazu, dass die Handlungsprioritäten durch die Stadt unterschiedlich wahrgenommen werden. So kann für ein Rathaus- oder ein Schulgebäude eine höhere Priorisierung antizipiert werden als für ein Vereinsobjekt und das ungeachtet des vorhandenen Einsparpotenziales.

Im Folgenden werden die kumulierten Auswirkungen der zuvor dargestellten Maßnahmen auf den Energiebedarf und Treibhausgasausstoß der in Baustein 2 betrachteten Objekte dargestellt. Herangezogen werden Maßnahmen, die für eine umfassende energetische Sanierung eines Objektes erforderlich sind. Es werden dabei die Maßnahmen berücksichtigt, die in den entsprechenden Tabellen in den Objektblättern im Rahmen der Summen-Darstellung ausgewählt wurden. Wurden bei einzelnen Objekten mehrere summierte Darstellungen präsentiert (z.B. Rathaus 1), wurde die ambitioniertere Summen-Variante herangezogen.



Die Priorisierung der Maßnahmen erfolgte auf Grundlage der Kosteneinsparung pro Euro Investition. Als Schwellenwerte wurden 0,05 und 0,10 EUR gewählt. Daraus ergeben sich drei Prioritätengruppen:

- Gering: Einsparung von $< 0,05$ Euro pro Euro Investitionskosten
- Mittel: Einsparung von $\geq 0,05$ bis $< 0,10$ Euro pro Euro Investitionskosten
- Hoch: Einsparung $\geq 0,10$ Euro pro Euro Investitionskosten

Selbstverständlich sind auch Priorisierungen nach anderen Kriterien (Amortisationszeit, Energieeinsparung, Treibhausgaseinsparung usw.) oder die Veränderung der Grenzwerte möglich.

Zu erwähnen ist, dass die energetische Sanierung eines Objektes im Idealfall umfassend und nicht in mehreren Etappen durchgeführt werden sollte. Insbesondere dann, wenn durch die Maßnahme bauliche Eingriffe am Gebäude durchgeführt werden oder ebenfalls eine Erneuerung der Wärmeversorgung erfolgt. Die kumulierte Sanierung hat Vorteile bei der Planung und physischen Durchführung von Baumaßnahmen und verhindert das mehrfache Anfallen gewisser Kostenkategorien. Ist die Sanierung mit der Modernisierung oder Umstellung der Wärmeversorgung verbunden, ermöglicht eine umfassende Sanierung zugleich die optimale Auslegung des Wärmesystems, Parametrierung des Wärmeerzeugers und der Heizleistung auf den Heizenergiebedarf des Objektes.

Aus diesem Grund erfolgt im Folgenden auch eine weitere Betrachtung der Einsparpotenziale. Hierzu wurden die Objekte der Stadt in mehrere Gruppen eingeteilt, wobei jeweils eine umfassende Sanierung der Gebäude angenommen wurde. Bei der Gruppierung wurde dabei auch die Möglichkeit der Aufgabe einzelner Objekte berücksichtigt (Gruppe 1). Zudem wurden Überlegungen über zeitnahe (bis 2030) Sanierungen aufgenommen (Gruppe 2). Die verbleibenden Objekte wurde in zwei etwa gleichgroße Gruppen aufgeteilt, wobei der aktuelle Sanierungsstand, das Effizienzpotenzial, die Bedeutung des Objektes sowie weitere Faktoren berücksichtigt versucht wurden. Für diese kann unterstellt werden, dass die umfassenden Sanierungen in den folgenden Dekaden (2030-2040 sowie 2040-2050) erfolgen werden.

- Gruppe 1: Objekte, die aus unterschiedlichen Gründen aufgegeben werden sollen (alle Objekte der Liegenschaft Grundschule Cothenius, Freizeittreff, Otto-Lilienthal-Museum).
- Gruppe 2: Objekte zu denen unterschiedlich konkrete Überlegungen zur Sanierung in absehbarer Zukunft (Zeitraum ca. 10 Jahre) bestehen (Schwimmhalle, Käthe-Kollwitz-Schule, Grundschule Gebrüder Grimm und Regionalschule Friedrich Schiller).
- Gruppen 3 und 4, für die derzeit aus unterschiedlichen Gründen (z. B. kürzlich saniert) noch keine konkreten Überlegungen zur Sanierung bestehen.
 - o Gruppe 3 besteht aus folgenden Objekten: Rathaus 1, Rathaus 2, Jugendclub Stretense, Steintor-Museum Anbau, Großsporthalle
 - o Gruppe 4 besteht aus folgenden Objekten: Rathaus 3, Sporthalle Südstadt, Feuerwehr Hauptgebäude, Feuerwehr Fahrzeughalle, Villa Kunterbunt, Stadiongebäude, Aeronauticon

Die Maßnahmen sind als erste theoretische Grundlage für weitere Überlegungen der Stadt zu sehen und sollten im Rahmen eines organisierten Energiemanagements durch weitere Maßnahmen ergänzt und in einem partizipativen Prozess weiterentwickelt werden. Einige der Maßnahmen dienen lediglich dem Aufzeigen des bestehenden Potenzials und sind in absehbarer Zukunft nicht weiterzuverfolgen.

Im Folgenden soll die Wirkung des Maßnahmenkataloges dargestellt werden. Es werden hier lediglich Auswirkungen investiver Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudehülle dargestellt. Die Auswirkungen von Maßnahmen im Bereich der Nutzersensibilisierung oder Optimierung der Anlageneinstellung haben keinen Einfluss auf den rechnerisch ermittelten Bedarf, sondern ausschließlich auf den tatsächlichen Verbrauch. Gleiches gilt für Maßnahmen wie z.B. Austausch der Umwälzpumpen, Erneuerung von Fensterdichtungen usw. Nicht dargestellt werden Auswirkungen durch die Modernisierung der Beleuchtungsmittel, da hierzu exakte Zählungen erforderlich wären. Die folgenden Darstellungen beschränken sich somit auf den Bereich des Heizenergiebedarfes. Unberücksichtigt bleibt an dieser Stelle auch der für die Objekte der Stadt, die sich im Netzausbaubereich befinden, gewollte Umstieg auf Stadtwärme, da dieser Schritt keine Auswirkung auf die energetische Qualität der Gebäudehülle hat.



Abbildung 36: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen auf den Heizenergiebedarf [kWh]

Abbildung 36 zeigt den nach den methodischen Anforderungen des Merkblattes für Klimaschutzteilkonzepte und den getroffenen Annahmen rechnerisch ermittelten kumulierten Heizenergiebedarf der im Baustein 2 betrachteten Objekte der Hansestadt Anklam sowie den kumulierten Beitrag der einzelnen Sanierungsmaßnahmen zur Bedarfsreduzierung. Ersichtlich ist, dass Maßnahmen der mittleren Priorität (d.h. mit einer Kosteneinsparung von 0,05 bis 0,10 Euro pro investierten Euro), den größten Beitrag zur Bedarfsminderung leisten können. Hingewiesen wird an dieser Stelle auf einen weiteren Faktor. Die Berechnungen ergaben für die vollständige Gebäudesanierung höhere Bedarfsersparungen bzw. einen geringeren Bedarf nach der Sanierung als bei der Addierung der Auswirkungen einzelner Sanierungsbestandteile, wenn diese jeweils separat durchgeführt werden. Dies führt dazu, dass der „Bedarf nach Sanierung“ geringer ausfällt als die Reduzierung des „Ist-Bedarfes“ durch die Summe der Einzelsanierungsmaßnahmen. Durch die dargestellten Sanierungsmaßnahmen lässt sich ein kumulierter Heizwärmebedarfsrückgang um 37,2 % bzw. 1.483,5 MWh erreichen.



Abbildung 37: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen auf den Treibhausgasausstoß [kg CO_{2eq}]

Abbildung 37 zeigt die Auswirkungen des durch die Sanierungsmaßnahmen verringerten Heizwärmebedarfs auf den Treibhausgasausstoß. Kumuliert können Treibhausgaseinsparungen in einer Höhe von 357,4 Tonnen bzw. 38,3 % erreicht werden. Das vollständige Reduktionspotenzial ergibt sich durch die Optimierung der Wärmeversorgung, in Form des Umstiegs auf Stadtwärme bzw. bei einzelnen Liegenschaften auf Erdgas.

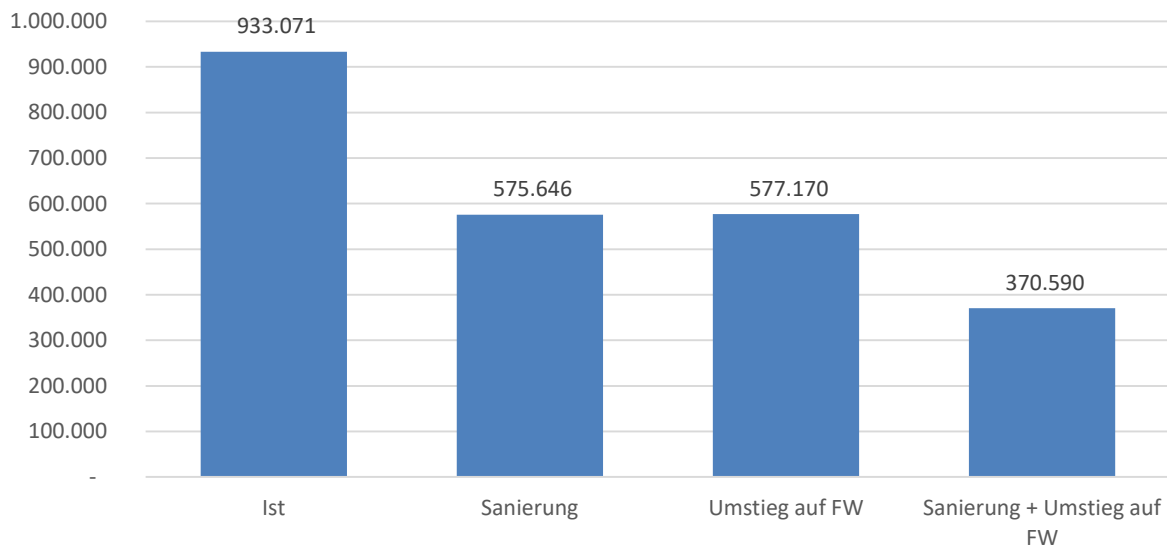


Abbildung 38: Einfluss von Sanierungen und Umstieg auf Stadtwärme auf die THG-Emissionen [kg CO_{2eq}]

Die Auswertung in Abbildung 38 macht deutlich, dass allein durch den Umstieg auf nachhaltigere Energiequellen ein Rückgang im Bereich des THG-Ausstoßes erreicht werden kann, der nahezu den Einsparungen durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen entspricht. Der THG-Rückgang durch Sanierungsmaßnahmen erreicht 357,4 t CO_{2eq} bzw. 38,3 %. Der THG-Rückgang durch den Umstieg der kommunalen Objekte, die sich innerhalb des möglichen Stadtwärmenetzausbaubereiches befinden, auf Stadtwärme sowie des Objektes in Stretense von Strom auf Erdgas, beträgt 355,9 t CO_{2eq} bzw. 38,1 %. Durch die Kombination von Sanierungsmaßnahmen mit dem Umstieg auf Stadtwärme kann sogar eine Minderung der THG-Emissionen um 562,5 t bzw. 60,3 % erreicht werden. Für die

Berechnungen wurde der aktuelle Emissionsfaktor der Stadtwärme herangezogen. Dieser berücksichtigt noch nicht die mittlerweile verstärkte Nutzung von KWK bei der Wärmeerzeugung, wodurch rechnerisch eine weitere Verringerung des Emissionsfaktors erreicht wird.

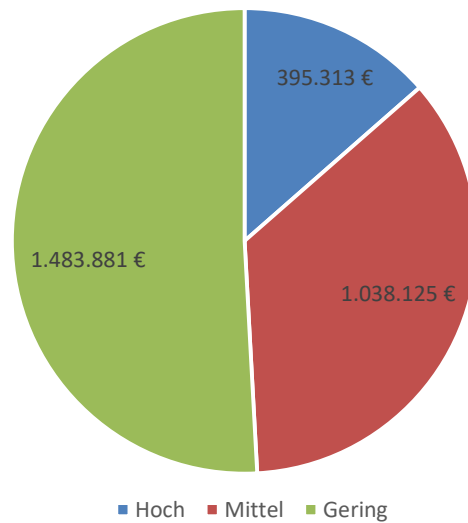


Abbildung 39: Sanierungskosten nach Maßnahmenpriorität

Abbildung 39 zeigt die kumulierten Sanierungskosten für die nach Prioritäten gruppierten Maßnahmen. Die Kosten für die Umsetzung der dargestellten Maßnahmen belaufen sich auf 2,917 Mio. Euro. Die Maßnahmen mit hoher Priorität tragen pro Euro Investitionskosten durchschnittlich zur Heizwärmebedarfsminderung um 1,32 kWh bei. Bei Maßnahmen mit mittlerer Priorität erreicht ein investierter Euro eine Bedarfsminderung von durchschnittlich 0,73 kWh und bei Maßnahmen der niedrigen Priorität sind es 0,31 kWh. Bei einer kumulierten Betrachtung werden durch die Maßnahmen durchschnittliche Einsparungen von 0,61 kWh pro EUR Investitionskosten erreicht.

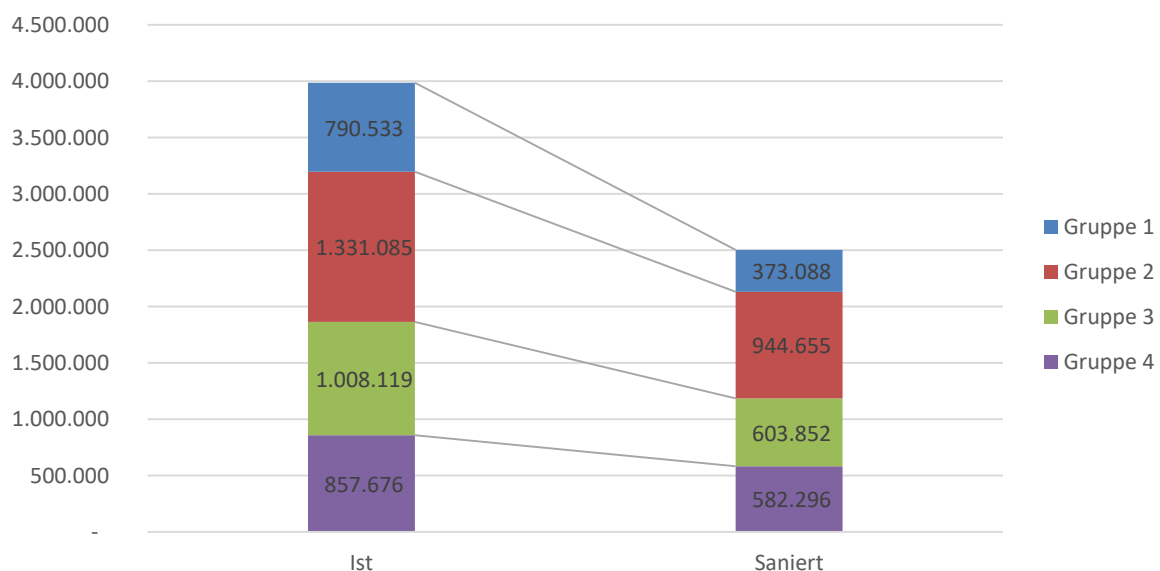


Abbildung 40: Heizwärmebedarf und Potenziale nach Sanierungsgruppen [kWh]

Abbildung 40 zeigt die berechneten Heizwärmebedarfe einzelner Gebäudegruppen vor und nach der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen. Wie bereits dargestellt, kann für den gesamten untersuchten Liegenschaftsbestand im Falle der Umsetzung aller dargestellten Maßnahmen ein Potenzial im Bereich des Rückgangs des Heizwärmebedarfs von 37,2 % bzw. 1.483,5 MWh identifiziert



werden. Das kumuliert höchste relative und absolute Einsparpotenzial weisen dabei die Objekte auf, die in der Gruppe 1 zusammengefasst sind. Hier kann durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ein Bedarfsrückgang um 52,8 % bzw. 417,4 MWh erreicht werden. Viele dieser Gebäude weisen einen erheblichen Sanierungsstau auf. Die vier Objekte in der Gruppe 2 weisen im Falle der Durchführung aller vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Heizwärmebedarfs ein Einsparpotenzial von 29 % bzw. 386,4 MWh auf. Die Objekte in Gruppe 3 erreichen ein absolutes Einsparpotenzial von 404,3 MWh, was 40,1 % des Ist-Bedarfes entspricht. Die Objekte in der Gruppe 4 erreichen ein Minderungspotenzial von 275,4 MWh bzw. 32,1 %.

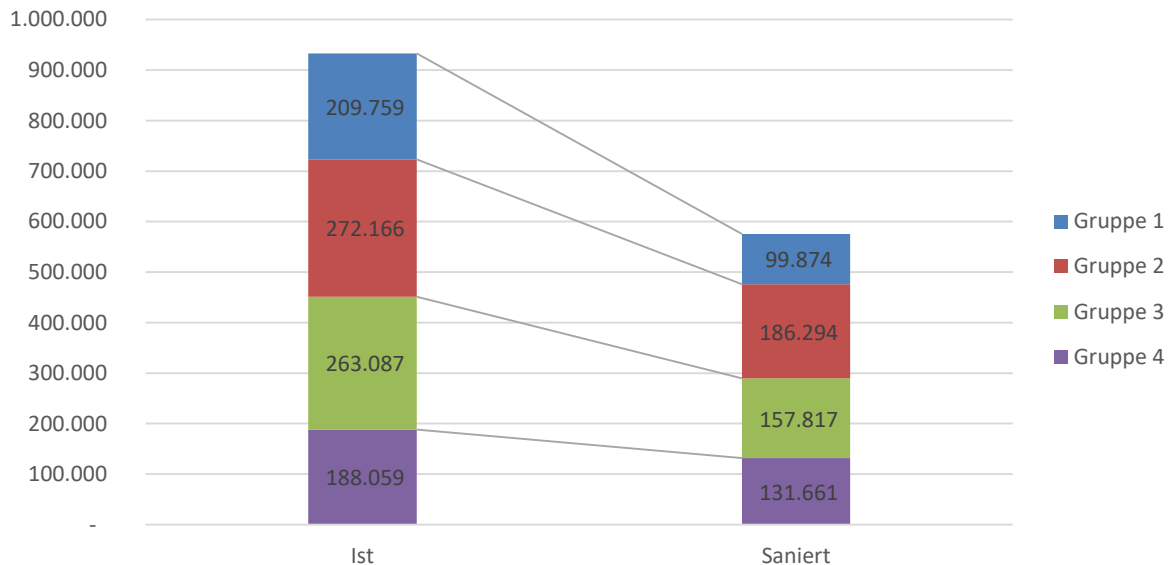


Abbildung 41: THG-Emissionen und Potenziale nach Gebäudegruppen [kg CO_{2eq}]

Abbildung 41 zeigt das THG-Minderungspotenzial nach der Umsetzung der dargestellten baulichen Sanierungsmaßnahmen. Für den gesamten untersuchten Objektbestand kann ein Minderungspotenzial von 38,3 % bzw. 357,4 t CO_{2eq} festgestellt werden. Für Gruppe 1 beträgt das relative Minderungspotenzial 52,4% bzw. 109,9 t CO_{2eq}. Gruppe 2 weist ein Minderungspotenzial von 85,9 t CO_{2eq} bzw. 31,6 % auf, Gruppe 3 105,3 t CO_{2eq} bzw. 40 % und Gruppe 4 56,4 t CO_{2eq} bzw. 30 %.

Abbildung 42 zeigt die Auswirkungen der Sanierungsmaßnahmen an den Gebäudehüllen sowie der Umstellung der Wärmeversorgung auf den Primärenergiebedarf aufgeteilt nach einzelnen Gebäudegruppen. Erkennbar ist, dass in Summe durch die reine Umstellung der Wärmeversorgung eine höhere Verringerung des Primärenergiebedarfs erzielt werden kann, als durch die Sanierungsmaßnahmen (ohne gleichzeitige Umstellung der Wärmeversorgung). Dies geht insbesondere auf den sehr guten Primärenergiefaktor (0,6) der Anklamer Stadtwärme zurück. Insgesamt beträgt das Primärenergieeinsparpotenzial durch die Umstellung der Wärmeversorgung 40 % (Rückgang um 1.663,4 MWh, von 4.153,6 MWh auf 2.490,1 MWh), durch die reine Sanierung 38,6 % (Rückgang um 1.601,6 MWh auf 2.552 MWh). Bei Kombination der Sanierung mit der Umstellung der Wärmeversorgung erreicht das Einsparpotenzial 61,3 % (Rückgang um 2.546 MWh auf 1.607,5 MWh).

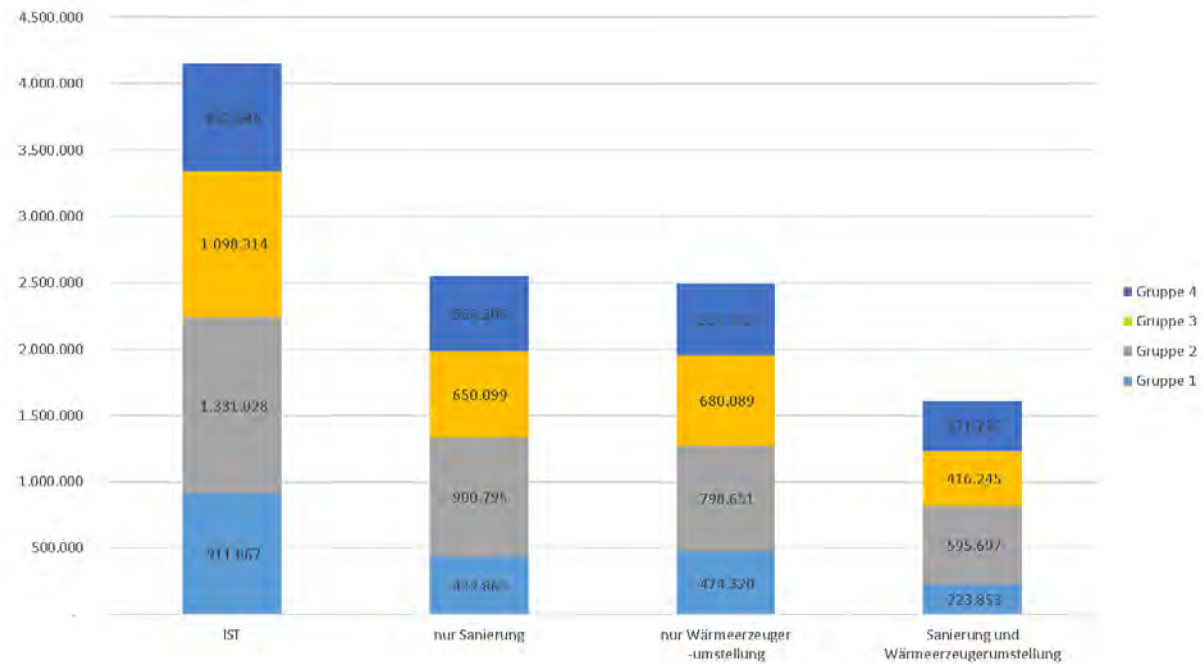


Abbildung 42: Primärenergiebedarf nach Gebäudegruppen [kWh]

Zwischen den einzelnen Gebäudegruppen können dabei durchaus Unterschiede erkannt werden (Abbildung 42). In Gebäudegruppe 1 kann durch die Umstellung der Wärmeversorgung ein Primärenergieeinsparpotenzial um 48 % (437,5 MWh) erreicht werden, durch die Sanierung 52,5 % (479 MWh). Kombiniert man Sanierungen mit der Umstellung der Wärmeversorgung wird ein Minderungspotenzial von 75,5 % (688 MWh) erzielt. Das erhebliche Potenzial ergibt sich daraus, dass es sich hierbei bei nahezu allen Gebäuden um energetisch weitestgehend unsanierte Objekte handelt. Anders stellt sich die Situation bei Gebäudegruppe 2 dar. Hier liegt das Minderungspotenzial durch die Umstellung der Wärmeversorgung mit 40 % (532,4 MWh) deutlich über dem Potenzial der Sanierungsmaßnahmen (32,3 % bzw. 430,2 MWh). Kombiniert liegt das Einsparpotenzial bei dieser Gruppe bei 55,2 % (735,3 MWh). Da in dieser Gebäudegruppe bereits zwei Objekte (GS Gebrüder Grimm und RS Friedrich Schiller) mit Stadtwärme versorgt werden, besteht zumindest für diese beiden Objekte kein Einsparpotenzial durch eine reine Umstellung der Wärmeversorgung. Die Objekte Schwimmhalle und Regionalschule Käthe Kollwitz werden derzeit dagegen mit konventioneller Nahwärme versorgt, der ein Primärenergiefaktor von 1,3 zugeschrieben wird. Daher zeigt die Umstellung auf Stadtwärme (RS Käthe-Kollwitz) oder eine BHKW-Versorgung (Schwimmhalle) hier erheblich positive Auswirkungen. Für Gruppe 3 beträgt das Minderungspotenzial durch die Umstellung der Wärmeversorgung 38,1 % (418,2 MWh), bei reinen Sanierungen an der Hülle beträgt der potenzielle Rückgang 40,8 % (448,2 MWh). Kombiniert erreicht die Einsparung 62,1 % (682,1 MWh). Das geringste Einsparpotenzial wird in Gruppe 4 erreicht. In dieser Gruppe sind zwei Objekte, die bereits mit Stadtwärme versorgt werden und wo somit das Potenzial durch die Umstellung der Wärmeversorgung ausgeschöpft ist. Für das Aeronauticon ist aufgrund seiner Lage der Anschluss an das Stadtwärmenetz keine Option. Eine solare Unterstützung erscheint wegen des umliegenden Baumbestandes und der Verschattung ebenfalls nicht wirtschaftlich. Der Einsatz einer Wärmepumpe würde den Einbau einer Fußbodenheizung erforderlich machen, was aufgrund der Leichtbauweise des Objektes ebenfalls unrealistisch ist. Durch die Umstellung der Wärmeversorgung der verbleibenden Objekte in dieser Gruppe lässt sich ein Einsparpotenzial von 33,9 % (275,3 MWh) erreichen, durch

Optimierungen der Gebäudehüllen 30,1 % (244,1 MWh). Insgesamt erreicht das Primärenergieminderungspotenzial in dieser Gruppe 54,2 % (440,6 MWh).

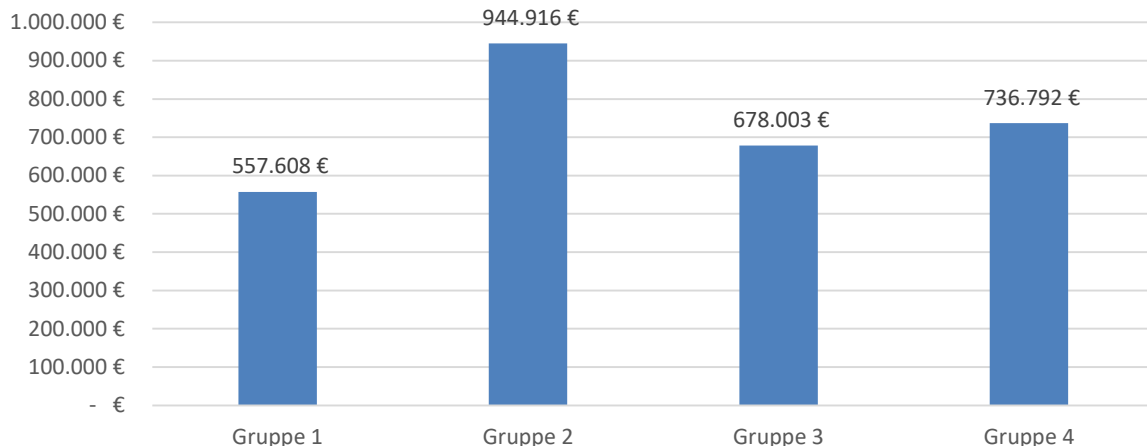


Abbildung 43: Investitionskosten nach Gebäudegruppen

Die kumulierten Investitionskosten für die dargestellten Maßnahmen belaufen sich auf 2,917 Mio. Euro. Davon entfallen fast 558.000 Euro die Gebäudegruppe 1. Im Falle der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann hier pro investierten Euro ein Heizwärme-Bedarfsrückgang um 0,75 kWh erreicht werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen an den Objekten in Gruppe 2 erfordern Investitionen in Höhe von ca. 945.000 Euro. Der Bedarfsrückgang erreicht 0,41 kWh pro investierten Euro. In Gruppe 3 wird ein Minderungseffekt von 0,60 kWh erreicht, in der Gruppe 4 sind es 0,37 kWh.

In den anschließenden Tabellen werden die zusammenfassenden Ergebnisse dargestellt, die zuvor als Grundlage für die graphische Auswertung dienen.

Tabelle 19: Kumulierter Heizwärmebedarf [kWh]

Gebäude	IST-Bedarf	Einsparung durch Maßnahmen mit Priorität			Einsparung kombiniert		Bedarf nach Sanierung
		Hoch	Mittel	Gering	Absolut	Relativ	
ALLE	3.987.413	479.595	650.307	357.627	1.483.522	37,2%	2.503.892
Gruppe 1	790.533	145.802	218.487	58.016	417.444	52,8%	373.088
Rest ⁴¹	3.196.881	333.792	431.820	299.611	1.066.077	33,3%	2.130.803
Gruppe 2	1.331.085	123.724	112.434	150.031	386.431	29,0%	944.655
Gruppe 3	1.008.119	144.225	232.174	27.577	404.267	40,1%	603.852
Gruppe 4	857.676	65.843	87.213	122.003	275.380	32,1%	582.296

Tabelle 20: Kumulierte THG auf Basis des Heizwärmebedarfes [kg CO_{2eq}]

Gebäude	IST-Emissionen	Einsparung durch Maßnahmen mit Priorität			Einsparung kombiniert		Emissionen nach Sanierung
		Hoch	Mittel	Gering	Absolut	Relativ	
ALLE	933.071	134.354	151.585	72.535	357.425	38,3%	575.646
Gruppe 1	209.759	37.668	56.693	16.754	109.885	52,4%	99.874
Rest	723.312	96.686	94.892	55.781	247.540	34,2%	475.772
Gruppe 2	272.166	30.414	27.652	27.741	85.871	31,6%	186.294
Gruppe 3	263.087	44.735	54.867	5.591	105.270	40,0%	157.817
Gruppe 4	188.059	21.537	12.373	22.449	56.398	30,0%	131.661

⁴¹ ALLE ohne Gruppe 1



Tabelle 21: THG Sanierung und Umstellung der Wärmeversorgung [kg CO_{2eq}]

Gebäude	IST-Emissionen	IST-Stand mit FW	Einsparung durch Maßnahmen mit Priorität + FW			Einsparung kombiniert		Emissionen nach Sanierung und FW
			Hoch	Mittel	Gering	Absolut	Relativ	
ALLE	933.071	577.170	377.549	562.449	440.572	562.481	60,3%	370.590
Gruppe 1	209.759	100.972	114.112	214.254	163.544	162.100	77,3%	47.660
Rest	723.312	476.199	263.437	348.195	277.028	400.382	55,4%	322.930
Gruppe 2	272.166	213.796	73.992	133.195	27.741	118.236	43,4%	153.930
Gruppe 3	263.087	146.581	139.429	185.005	89.412	173.154	65,8%	89.933
Gruppe 4	188.059	115.822	50.017	29.995	159.875	108.992	58,0%	79.067

Tabelle 22: Investitionskosten

Gebäude	Investitionskosten für Maßnahmen mit Priorität:			Kumuliert	Bedarfsrückgang pro EUR Invest, kWh	THG-Rückgang pro EUR Invest, kg
	Hoch	Mittel	Gering			
ALLE	395.313 €	1.038.125 €	1.483.881 €	2.917.318 €	0,51	0,241
Gruppe 1	71.026 €	252.072 €	234.510 €	557.608 €	0,75	0,469
Rest	324.288 €	786.053 €	1.249.370 €	2.359.711 €	0,45	0,198
Gruppe 2	127.117 €	245.058 €	572.741 €	944.916 €	0,41	0,150
Gruppe 3	133.086 €	363.520 €	181.397 €	678.003 €	0,60	0,580
Gruppe 4	64.085 €	177.475 €	495.233 €	736.792 €	0,37	0,114



Tabelle 23: Ergebnisse Gebäudegruppe 1

Maßnahme	Invest	Bedarfs- minderung	THG- Minderung	Einsparung Kosten pro EUR Invest	Rückgang Bedarf pro EUR Invest	Rückgang THG pro EUR Invest	Maßnahmen Priorisierung
		[kWh]	[kg CO _{2eq}]		[kWh]	kg CO _{2eq}	
GS Cothenius Hauptgebäude							
Dämmung Kellerdecke	5.289 €	4.103	1.012	0,06 €	0,776	0,191	Mittel
Fenstertausch	108.826 €	8.944	2.205	0,01 €	0,082	0,020	Niedrig
Dämmung Fassade	95.122 €	82.049	20.229	0,06 €	0,863	0,213	Mittel
Dämmung obere Geschossdecke	27.408 €	23.840	5.878	0,06 €	0,870	0,214	Mittel
Dämmung ausgebauter Dachboden	22.739 €	56.742	13.990	0,18 €	2,495	0,615	Hoch
Kombiniert	259.384 €	175.740	43.329	0,05 €	0,678	0,167	
Stadtwärme		-	58.200*	-	-	-	
GS Cothenius Essensausgabe							
Fenstertausch	4.982 €	1.369	332	0,02 €	0,275	0,067	Niedrig
Dämmung oberste Geschossdecke	5.179 €	8.663	2.103	0,14 €	1,673	0,406	Hoch
Dämmung Fassade	10.633 €	7.207	1.750	0,05 €	0,678	0,165	Mittel
Kombiniert	20.793 €	17.247	4.187	0,07 €	0,829	0,201	
Stadtwärme			5.947*				
GS Cothenius Sanitär/Werkstatt							
Fenstertausch	11.084 €	6.631	1.687	0,05 €	0,598	0,152	Mittel
Dämmung Fassade	29.550 €	23.718	5.838	0,06 €	0,803	0,198	Mittel
Dämmung Dachbereich	22.134 €	16.410	4.084	0,06 €	0,741	0,185	Mittel
Kombiniert	56.381 €	41.726	10.333	0,06 €	0,740	0,183	
Stadtwärme			13.887*				
GS Cothenius Sekretariat							
Dämmung Obergeschoss	5.260 €	5.363	1.327	0,08 €	1,020	0,252	Mittel
Dämmung Fassade	12.228 €	9.515	2.355	0,06 €	0,778	0,193	Mittel
Fenstertausch	3.585 €	851	211	0,02 €	0,238	0,059	Niedrig
Kombiniert	21.073 €	15.742	3.896	0,06 €	0,747	0,185	
Stadtwärme			6.835*				
Otto-Lilientahl Museum							
Innendämmung Kellerbereich	46.501 €	9.975	2.471	0,02 €	0,215	0,053	Niedrig
Innendämmung Fassade	30.675 €	56.131	13.904	0,13 €	1,830	0,453	Hoch
Fenstertausch	16.072 €	1.775	440	0,01 €	0,110	0,027	Niedrig
Kombiniert	93.248 €	67.914	16.823	0,05 €	0,728	0,180	
Stadtwärme			24.704*				
Freizeittreff							
Innendämmung Kellerbereich	18.422 €	11.093	3.507	0,04 €	0,602	0,190	Niedrig
Dämmung Dachbereich	12.433 €	24.265	7.670	0,13 €	1,952	0,617	Hoch
Fenstertausch	36.123 €	24.009	7.589	0,04 €	0,665	0,210	Niedrig
Innendämmung Fassade	33.364 €	39.651	12.533	0,08 €	1,188	0,376	Mittel
Kombiniert	100.342 €	99.075	31.317	0,06 €	0,987	0,312	
Stadtwärme			52.528*				

* THG-Minderung durch Sanierung und Umstieg auf Stadtwärme gegenüber Ausgangsfall



Tabelle 24: Ergebnisse Gebäudegruppe 2

Maßnahme	Invest	Bedarfs- minderung	THG- Minderung	Einsparung Kosten pro EUR Invest	Rückgang Bedarf pro EUR Invest	Rückgang THG pro EUR Invest	Maßnahmen Priorisierung
		[kWh]	[kg CO _{2eq}]		[kWh]	kg CO _{2eq}]	
RS Friedrich Schiller							
Dämmung Fassade	140.154 €	22.779	2.868	0,02 €	0,163	0,020	Gering
Fenstertausch	91.108 €	19.809	2.494	0,02 €	0,217	0,027	Gering
Kombiniert	231.262 €	42.566	5.359	0,02 €	0,184	0,023	
GS Gebrüder Grimm							
Dämmung Fassade	134.808 €	21.936	2.769	0,02 €	0,163	0,021	Gering
Fenstertausch	52.422 €	12.198	1.540	0,03 €	0,233	0,029	Gering
Kombiniert	187.230 €	34.118	4.306	0,02 €	0,182	0,023	
Schwimmhalle							
Fenstertausch	84.550 €	24.204	5.966	0,02 €	0,286	0,071	Gering
Dachdämmung	69.698 €	49.105	12.105	0,04 €	0,705	0,174	Gering
Dämmung Kellerbereich	24.710 €	18.787	4.631	0,05 €	0,760	0,187	Mittel
Kombiniert	178.959 €	92.240	22.738	0,03 €	0,515	0,127	
RS Käthe-Kollwitz							
Dämmung Kellerbereich	22.985 €	17.913	4.403	0,09 €	0,779	0,192	Mittel
Innendämmung	127.117 €	123.724	30.414	0,12 €	0,973	0,239	Hoch
Fenstertausch	197.363 €	75.734	18.617	0,05 €	0,384	0,094	Mittel
Kombiniert	347.465 €	217.506	53.469	0,08 €	0,626	0,154	
Stadtwärme			85.833*				

* THG-Minderung durch Sanierung und Umstieg auf Stadtwärme gegenüber Ausgangsfall



Tabelle 25: Ergebnisse Gebäudegruppe 3

Maßnahme	Invest	Bedarfs- minderung	THG- Minderung	Einsparung Kosten pro EUR Invest	Rückgang Bedarf pro EUR Invest	Rückgang THG pro EUR Invest	Maßnahmen Priorisierung
		[kWh]	[kg CO _{2eq}]		[kWh]	kg CO _{2eq}	
Großsporthalle							
Dämmung Fassade	111.612 €	56.894	7.329	0,06 €	0,510	0,066	Mittel
Fenstertausch	54.420 €	10.355	1.334	0,02 €	0,190	0,025	Gering
Kombiniert	166.032 €	67.348	8.676	0,05 €	0,406	0,052	
Rathaus 1							
Innendämmung	78.005 €	107.879	26.562	0,10 €	1,383	0,341	Hoch
Fenstertausch	105.972 €	69.468	17.104	0,05 €	0,656	0,161	Mittel
Aufdämmen obere Geschossdecke	28.456 €	6.561	1.616	0,02 €	0,231	0,057	Gering
Kombiniert	212.433 €	183.985	45.300	0,06 €	0,866	0,213	
Stadtwärme			63.456*				
Rathaus 2							
Dämmung Kellerdecke	21.184 €	15.106	3.743	0,05 €	0,713	0,177	Mittel
Innendämmung	64.031 €	73.984	18.330	0,09 €	1,155	0,286	Mittel
Fenstertausch	74.501 €	6.771	1.678	0,01 €	0,091	0,023	Gering
Aufdämmen obere Geschossdecke	24.019 €	3.890	964	0,01 €	0,162	0,040	Gering
Kombiniert	183.735 €	99.798	24.726	0,04 €	0,543	0,135	
Stadtwärme			35.760*				
Museum im Steintor (Anbau)							
Fenstertausch	7.781 €	1.650	825	0,07 €	0,212	0,106	Mittel
Dämmung Fassade	38.946 €	8.904	4.452	0,07 €	0,229	0,114	Mittel
Kombiniert	46.728 €	10.568	5.284	0,07 €	0,226	0,113	
Stadtwärme			16.472*				
Jugendclub Stretense							
Dämmung obere Geschossdecke	13.994 €	6.169	3.084	0,09 €	0,441	0,220	Mittel
Fenstertausch	12.783 €	11.531	5.766	0,18 €	0,902	0,451	Hoch
Dämmung Fassade	42.298 €	24.814	12.407	0,12 €	0,587	0,293	Hoch
Kombiniert	69.075 €	42.568	21.284	0,12 €	0,616	0,308	
Erdgas-Brennwert			48.790*				

* THG-Minderung durch Sanierung und Umstieg auf Stadtwärme gegenüber Ausgangsfall



Tabelle 26: Ergebnisse Gebäudegruppe 4

Maßnahme	Invest	Bedarfs- minderung	THG- Minderung	Einsparung Kosten pro EUR Invest	Rückgang Bedarf pro EUR Invest	Rückgang THG pro EUR Invest	Maßnahmen Priorisierung
		[kWh]	[kg CO _{2eq}]		[kWh]	kg CO _{2eq}]	
Sporthalle Südstadt							
Fenstertausch	47.113 €	7.776	999	0,02 €	0,165	0,021	Gering
Dämmung oberste Geschossdecke	70.553 €	10.115	1.300	0,02 €	0,143	0,018	Gering
Dämmung gegen Erdbreich	137.686 €	62.835	8.074	0,05 €	0,456	0,059	Mittel
Dämmung Fassade	100.995 €	36.665	4.712	0,04 €	0,363	0,047	Gering
Kombiniert	356.348 €	117.808	15.139	0,04 €	0,331	0,042	
FFW Anklam Hauptgebäude							
Dämmung Fassade	56.430 €	19.316	4.760	0,02 €	0,342	0,084	Gering
Fenstertausch	15.893 €	2.964	730	0,01 €	0,186	0,046	Gering
Dämmung oberste Geschossdecke	12.412 €	9.895	2.438	0,06 €	0,797	0,196	Mittel
Kombiniert	84.734 €	32.237	7.943	0,03 €	0,380	0,094	
Stadtwärme			22.900*				
FFW Anklam Fahrzeughalle							
Dämmung Fassade	32.993 €	20.743	10.372	0,11 €	0,629	0,314	Hoch
Fenstertausch	5.558 €	1.147	574	0,04 €	0,206	0,103	Gering
Aufdämmen oberste Geschossdecke	15.515 €	2.267	1.133	0,03 €	0,146	0,073	Gering
Kombiniert	54.066 €	24.182	12.091	0,08 €	0,447	0,224	
Stadtwärme			31.099*				
Rathaus 3							
Innendämmung	31.092 €	45.100	11.166	0,11 €	1,451	0,359	Hoch
Fenstertausch	25.033 €	1.327	329	0,00 €	0,053	0,013	Gering
Kombiniert	56.125 €	46.461	11.502	0,06 €	0,828	0,205	
Stadtwärme			19.523*				
Aeronauticon							
Dämmung Fassade	19.971 €	7.997	2.122	0,04 €	0,400	0,106	Gering
Dämmung Decke	3.905 €	1.869	496	0,04 €	0,479	0,127	Gering
Fenstertausch	5.808 €	1.015	269	0,02 €	0,175	0,046	Gering
Kombiniert	29.684 €	10.899	2.893	0,03 €	0,367	0,097	
Stadiongebäude							
Aufdämmen Decke	15.352 €	5.729	1.413	0,02 €	0,373	0,092	Gering
Dämmung Fassade	32.009 €	4.551	1.123	0,01 €	0,142	0,035	Gering
Fenstertausch	18.068 €	127	31	0,00 €	0,007	0,002	Gering
Kombiniert	65.429 €	10.188	2.513	0,01 €	0,156	0,038	
Stadtwärme			13.122*				
Villa Kunterbunt							
Aufdämmen Decke	27.377 €	14.483	1.861	0,05 €	0,529	0,068	Mittel
Fenstertausch	63.030 €	19.138	2.458	0,03 €	0,304	0,039	Gering
Kombiniert	90.407 €	33.605	4.317	0,03 €	0,372	0,048	Gering

* THG-Minderung durch Sanierung und Umstieg auf Stadtwärme gegenüber Ausgangsfall



4. Finanzierungsinstrumente

Die Umsetzung der Effizienzmaßnahmen ist oft mit anfänglichen Kosten verbunden, die für die Kommune eine Hürde darstellen können. Zudem kann das notwendige Knowhow fehlen. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass auf unterschiedlichen Ebenen – Bund, Land usw. – diverse Förderprogramme bestehen, mit denen sowohl investive als auch Beratungsleistungen gefördert werden können. Die Förderung kann sich dabei auf die Finanzierung der Anfangsinvestition bzw. die Anschaffung (z. B. durch Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen) oder den Anlagenbetrieb (z. B. durch Zuschlagszahlungen) beziehen.

Auch im Falle bestehender Fördermöglichkeiten muss ein Teil der Projektkosten aus eigenen Haushaltsmitteln bestritten werden. Selbst dieser Anteil kann eine Kommune überfordern. Für diesen Fall bieten sich alternative Finanzierungsinstrumente zur Verwirklichung der energetischen Modernisierungsmaßnahmen an. Auf einige davon soll im Anschluss an die Darstellung der Förderprogramme kurz eingegangen werden.

Nachfolgend werden einige Förderprogramme mit den wesentlichen Voraussetzungen und Konditionen vorgestellt.

4.1 BAFA-Programme

4.1.1 *Marktanreizprogramm Heizen mit Erneuerbaren Energien⁴²*

Über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) kann die Umrüstung der Heizungsanlagen in kommunalen Liegenschaften auf erneuerbare oder effiziente Energieformen gefördert werden. Grundsätzlich lassen sich folgenden Technologien fördern:

- Biomasse
- Solarthermie
- Wärmepumpen

Bei der Förderung können je nach Art und Ausgestaltung der Anlage oder in Abhängig davon, ob es sich um einen Neubau oder ein Bestandsgebäude handelt, verschiedene Boni kombiniert werden:

- Basisförderung
- Innovationsförderung
- Zusatzförderung

Die Fördersätze unterscheiden sich je nach Anlagenart und -größe und werden in den folgenden tabellarischen Darstellungen für die drei Technologien – Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpen – zusammenfassend aufgezeigt.

⁴² Programmseite:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/heizen_mit_erneuerbaren_energien_node.html



Förderübersicht Biomasse (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung	Innovationsförderung ⁷				Zusatzförderung ⁹				
			Brennwertnutzung ⁴		Partikelabscheidung ⁵		Nachrüstung ⁶	Kombinationsbonus		Gebäudeeffizienz- bonus ¹⁰	Optimierungs- maßnahme ¹¹
Anlagen von 5 bis max. 100,0 kW Nennwärmeleistung		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Gebäudebestand	Neubau		Solkollektoranlage, Wärmepumpenanlage	Wärmenetz		
Pelletofen mit Wassertasche	5 kW bis 25,0 kW	2.000 €	–	–	3.000 € ¹¹	2.000 €	750 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 * Basis- oder Innovations- förderung	mit Errichtung: 10 % der Netto- investitionskosten ¹¹ ----- nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € ^{11,2}
	25,1 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Pelletkessel	5 kW bis 37,5 kW	3.000 €	4.500 € ¹¹	3.000 €	4.500 € ¹¹	3.000 €					
	37,6 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Pelletkessel mit einem Pufferspeicher (neu errichtet) von mind. 30 l/kW	5 kW bis 43,7 kW	3.500 €	5.250 € ¹¹	3.500 €	5.250 € ¹¹	3.500 €					
	43,8 kW bis max. 100 kW	80 €/kW									
Hackschnitzelkessel mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW	pauschal 3.500 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	5.250 €	3.500 €						
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸								
Kombinationskessel ¹ automatisch beschickter Pellet- oder Hackschnitzelkessel mit einem handbeschickten Scheitholzvergaserkessel	mind. 5.000 €	mind. 7.500 €	3.000 €/ 3.500 €	mind. 6.500 €	3.000 €/ 3.500 €						
Scheitholzvergaserkessel ² mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW	pauschal 2.000 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	3.000 €	2.000 €						
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸								

- Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.
- Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.
- Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
- Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.
- 1 Kombinationenkessel erhalten für jedes Anlagenteil die jeweilige Förderung. Ausnahme: Innovationsförderbestand im Neubau. Hier kann nur ein Anlagenteil gefördert werden. Pelletöfen sind als Kombination nicht möglich. Für den Scheitholzvergaserkessel muss der entsprechende Mindest-Pufferspeicher nachgewiesen werden.
- 2 Es sind nur besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel förderfähig (staubförmige Emissionen: max. 15 mg/m³).
- 3 Innovationsförderung: Angegeben ist der Gesamtförderbetrag. Ausnahme Pelletanlagen im Gebäudebestand ^{11.1}.
- 3.1 Pelletanlagen im Gebäudebestand: Angegeben ist der Mindestförderbetrag, ansonsten 80 €/kW.
- 4 Innovationsförderung Brennwertnutzung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur bestimmungsgemäßen Nutzung der bei der Abgaskondensation anfallenden Wärme.

- 5 Innovationsförderung Partikelabscheidung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur sekundären Abscheidung der im Abgas enthaltenen Partikel.
- 6 Nachrüstung einer unter 5) oder 5.1) beschriebenen Einrichtung für eine bereits bestehende Biomasseanlage. Angegeben ist der Innovationsförderbetrag.
- 7 Förderbetrag bei neu errichtetem Pufferspeicher (mind. 30 Liter/kW). Gesamtpufferspeichervolumen bei Scheitholzvergaserkessel mind. 55 Liter/kW.
- 8 Förderbetrag bei vorhandenem Pufferspeicher.
- 9 Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand.
- 10 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.
- 11 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.
- 11.1 Zusammen mit der Errichtung einer Biomasseanlage. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.
- 11.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.



Förderübersicht Solar (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung	Innovationsförderung ⁵		Zusatzförderung ⁶												
Errichtung einer Solarkollektoranlage zur ...		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Kombinationsbonus			Gebäudeeffizienz- bonus ⁷	Optimierungs- maßnahme ⁸								
					Biomasseanlage, Wärmepumpenanlage	Wärmenetz	Kesseltausch										
... ausschließlichen Warmwasserbereitung ¹	3 bis 10 m² Bruttokollektorfläche	500 €	-	-	500 €		500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	mit Errichtung: 10 % der Netto- investitionskosten ^{8.1}								
	11 bis 40 m² Bruttokollektorfläche	50 €/m² Bruttokollektorfläche															
	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	-								100 €/m² Bruttokollektorfläche	75 €/m² Bruttokollektorfläche						
... kombinierten Warmwasser- bereitung und Heizungsunter- stützung, solare Kälteerzeugung oder Wärmenetzzuführung ²	bis 14 m² Bruttokollektorfläche	2.000 € ³	-	-					500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	----- nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € ^{8.2}				
	15 m² bis 40 m² Bruttokollektorfläche	140 €/m² Bruttokollektorfläche															
	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	-												200 €/m² Bruttokollektorfläche	150 €/m² Bruttokollektorfläche		
... Wärme- oder Kälteerzeugung (Alternative) ⁴ – ertragsabhängige Förderung –	20 bis 100 m² Bruttokollektorfläche	-	0,45 € × jährlicher Kollektorsertrag × Anzahl Kollektoren										500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	----- nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € ^{8.2}
Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage ⁴	50 €/m² zusätzlicher Bruttokollektorfläche	-	-														

¹ Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.

² Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.

³ Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.

⁴ Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.

⁵ Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Bruttokollektorfläche mind. 3 m² bis max. 40 m², Pufferspeichervolumen mind. 200 Ltr. (beides gilt für alle Kollektortypen)

⁶ Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Flachkollektoren: Bruttokollektorfläche ≥ 9 m², Pufferspeichervolumen 40 l/m²; Vakuumröhren- u. Vakuumflachkollektoren: Bruttokollektorfläche ≥ 7 m², Pufferspeichervolumen 50 l/m²; Luftkollektoren: keine Mindestanforderungen

⁷ Die ertragsabhängige Förderung kann alternativ zur Innovationsförderung für große Solarkollektoranlagen (20 bis 100 m²) beantragt werden. Grundlage des jährlichen Kollektorsertrages (kWh/a/Kollektor) ist das Datenblatt 2 der Solar-Keymark-Programmregeln (Standort Würzburg, 50 °C).

⁸ Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage um mind. 4 m² bis zu 40 m² Bruttokollektorfläche.

⁹ Solarkollektoranlagen im Bereich Innovationsförderung: Errichtung auf einem Wohngebäude mit mind. 3 Wohneinheiten oder auf einem Nichtwohngebäude mit mind. 500 m² Nutzfläche (auch Mischgebäude mit Wohn- und Gewerbenutzung, Gemeinschaftseinrichtungen zur sanitären Versorgung

und Beherbergungsbetriebe mit mind. 6 Zimmern können gefördert werden). Oder auf einem Ein- oder Zweifamilienhaus (Solar-Aktiv-Haus) mit einem solaren Deckungsgrad von mind. 50 %, in dem der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes nicht überschritten wird. Es gelten die gleichen Mindestanforderungen an das Pufferspeichervolumen wie unter ⁵ bzw. ⁶.

⁶ Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand bei Errichtung einer Solarkollektoranlage.

⁷ Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.

⁸ Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden (nicht bei Erweiterung).

^{8.1} Zusammen mit der Errichtung einer Solarkollektoranlage. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.

^{8.2} Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

⁹ Die Mindestförderung gilt nicht für Luftkollektoren. Diese werden mit 140 €/m² Bruttokollektorfläche gefördert.



Förderübersicht Wärmepumpe (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme		Basisförderung ⁷	Innovationsförderung ^{1,7}		Zusatzförderung ²				Gebäudeeffizienz- bonus ⁵	Optimierungs- maßnahme ⁶
Wärmepumpen (WP) bis 100 kW Nennwärmeleistung		Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Lastmanagement- bonus ³	Kombinationsbonus				
							Solkollektoranlage, Biomasseanlage	PVT- Kollektoren ⁴	Wärmenetz	
Gasbetriebene Wärmepumpen (gasmotorische WP, SorptionsWP)	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW	500 €	500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovations- förderung	mit Errichtung:
	Mindestförderbetrag	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)						10 % der Netto- investitionskosten ⁶
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-WP	→	40 €/kW	60 €/kW	40 €/kW						-----
	Mindestförderbetrag bei leistungsgeregelten und/ oder monovalenten WP	1.500 € (bis 37,5 kW)	2.250 € (bis 37,5 kW)	1.500 € (bis 37,5 kW)						nachträglich (nach 3-7 Jahren):
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	1.300 € (bis 32,5 kW)	1.950 € (bis 32,5 kW)	1.300 € (bis 32,5 kW)						100 bis max. 200 € ⁶
Elektrisch betriebene Wasser/Wasser-WP oder Sole/Wasser-WP	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW						-----
	Mindestförderbetrag bei elektr. Sole-WP mit Erdsondenbohrungen	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)						nachträglich (nach 1 Jahr):
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	4.000 € (bis 40,0 kW)	6.000 € (bis 40,0 kW)	4.000 € (bis 40,0 kW)						bis 250 € ^{6,1}

- Es gelten die Bestimmungen der Richtlinie vom 11.03.2015 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie vom 04.08.2017.
- Gem. Änderungsrichtlinie sind ab dem 01.01.2018 alle Anträge im zweistufigen Antragsverfahren zu stellen.
- Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
- Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der BAFA-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.
- 1 Innovationsförderung: Voraussetzung ist eine höhere Jahresarbeitszahl oder eine verbesserte Systemeffizienz.
- 2 Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand.
- 3 Die Wärmepumpenanlage ist lastmanagementfähig.
Voraussetzung: Errichtung eines Speichers mit mind. 30 Ltr./kW und das Zertifikat „Smart Grid Ready“.
- 4 PVT-Kollektoren und andere nicht förderfähige Solar Kollektoranlagen (gilt nicht für reine Photovoltaikanlagen) müssen einen Beitrag als Wärmequelle für die Wärmepumpe leisten. Bruttokollektorfläche mind. 7,0 m².

- 5 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissions-wärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.
- 6 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.
- 6.1 Zusammen mit der Errichtung einer Wärmepumpe. Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.
- 6.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.
- 6.3 Nachträglich nach mind. einem Jahr (Wärmepumpencheck). Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.
- 7 Anforderungen an die JAZ:

Jahresarbeitszahl	Basisförderung		Innovationsförderung
	Wohngebäude	Nichtwohngebäude	
gasbetriebene WP	1,25	1,3	1,5
elektrische Luft-WP	3,5	3,5	4,5
andere elektrische WP	3,8	4	



4.1.2 Förderung im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (APEE)⁴³

Zusätzlich zu den zuvor genannten drei Fördersätzen (Basisförderung, Innovationsförderung, Zusatzförderung) kann für bestimmte Anlagen ein Zusatzbonus beantragt werden.

Gegenstand der Förderung

- Ersetzung einer oder mehrerer besonders ineffizienter Altanlagen durch eine moderne Biomasseanlage oder effiziente Wärmepumpe oder die Ergänzung einer bestehenden Heizungsanlage (ohne Brennwerttechnik) durch die Einbindung einer heizungsunterstützenden Solarthermieanlage. In diesem Zusammenhang muss außerdem die gesamte Heizungsanlage optimiert werden.
- Die zu ersetzende bzw. zu modernisierende Heizungsanlage muss auf Basis fossiler Energien (z. B. Gas oder Öl) betrieben worden sein und darf keine Brennwerttechnik oder Brennstoffzellentechnologie genutzt haben. Weiterhin darf kein Fall der gesetzlichen Austauschpflicht nach § 10 der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorliegen. Als ineffiziente Altanlage gelten auch Elektrospeicherheizungen.
- Zusätzlich zum Austausch bzw. Modernisierung der alten Anlage muss das gesamte Heizungssystem optimiert werden. Dabei sind folgende Schritte durchzuführen:
 - Bestandsaufnahme und Analyse des Ist-Zustandes (z. B. nach DIN EN 15378) des bestehenden Heizungssystems
 - Durchführung des hydraulischen Abgleichs
 - Umsetzung aller erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am gesamten Heizungssystem z. B. die Optimierung der Heizkurve, die Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung, der Einsatz von Einzelraumreglern
- Die Bewilligung des Investitionszuschusses nach dem Marktanzreizprogramm ist Voraussetzung für den APEE-Zusatzbonus.

Art und Höhe der Förderung

- APEE-Zuschuss: 20 % des im Rahmen des Marktanzreizprogramms für die Installation der neuen Anlage bewilligten Gesamtförderbetrags (ohne Zusatzförderung für gleichzeitig durchgeführte Optimierungsmaßnahmen – „Optimierungsbonus“).
- APEE-Optimierung: Ein einmaliger Investitionszuschuss von 600 Euro wird bei der Umsetzung aller erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am Heizungssystem gewährt.
- Die Zusatzförderung nach dem APEE ist nicht kumulierbar mit dem Optimierungsbonus nach dem Marktanzreizprogramm.

⁴³ Programmseite:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Anreizprogramm_Energieeffizienz/anreizprogramm_energieeffizienz_node.html



4.1.3 Nachträgliche Optimierung⁴⁴

Ein weiterer einmaliger Zuschuss kann beantragt werden, sofern eine bereits im Rahmen des BAFA-Marktanreizprogrammes geförderte Heizungsanlage optimiert oder an dieser ein Wärmepumpencheck durchgeführt werden soll.

Gegenstand der Förderung - Heizungscheck

- Gefördert werden Maßnahmen zur Optimierung der Anlage in Bestandsgebäuden, d. h. eine Förderung kann für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am gesamten Heizsystem gewährt werden. Maßnahmenbeispiele: Optimierung der Heizkurve, Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung, der Einsatz von Einzelraumreglern.
- Die Förderung für den Heizungscheck kann in Anspruch genommen werden, wenn die Solarthermie-, Biomasse oder Wärmepumpenanlage von der BAFA nach den Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt gefördert wurde. Die Anlage muss seit mindestens 3 Jahren und maximal 7 Jahren in Betrieb sein. Die Optimierung erfordert grundsätzlich eine Bestandsaufnahme und ggf. die Analyse des Ist-Zustandes (z. B. nach DIN EN 15378).

Art und Höhe der Förderung - Heizungscheck

- Für Maßnahmen zur Optimierung der Anlage kann einmalig ein Investitionszuschuss von pauschal 200 Euro, höchstens jedoch in Höhe der förderfähigen Investitionskosten, gewährt werden. Förderbeträge unter einem Betrag von 100 Euro werden nicht ausgezahlt.
- Bei einer Nachrüstung einer Biomasseanlage mit einer Einrichtung zur Brennwertnutzung oder zur Partikelabscheidung kann alternativ eine Förderung von 750 Euro im Rahmen der Innovationsförderung (Gebäudebestand und Neubau) beantragt werden.

Gegenstand der Förderung – Wärmepumpencheck

- Der Bonus wird gewährt, wenn ein Vergleich der im Förderantrag berechneten mit der im Betrieb tatsächlich erreichten Jahresarbeitszahl durchgeführt wurde. In Abhängigkeit vom Ergebnis werden Maßnahmen zur Optimierung vorgeschlagen oder durchgeführt.
- Einmalig ist ein Qualitätscheck bei einer vom BAFA geförderten Wärmepumpe durchzuführen. Dieser darf frühestens nach Ablauf eines Jahres vorgenommen werden. Es gilt das Datum der Inbetriebnahme der Wärmepumpe. Der Qualitätscheck beinhaltet einen Vergleich der im Förderantrag berechneten mit der im Betrieb tatsächlich erreichten Jahresarbeitszahl. In Abhängigkeit vom Ergebnis werden Maßnahmen zur Optimierung vorgeschlagen oder durchgeführt.

Art und Höhe der Förderung – Wärmepumpencheck

- Zuschuss von pauschal 250 Euro, höchstens jedoch in Höhe der nachgewiesenen Nettoinvestitionskosten.

⁴⁴ Programmseite:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Nachtraegliche_Optimierung/nachtraegliche_optimierung_node.html



4.1.4 Heizungsoptimierung⁴⁵

Um die Potenziale der Energieeffizienz bei der Wärmeversorgung von Gebäuden zu steigern besteht seitens des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) ab August 2016 die Möglichkeit zur Förderung der Heizungsoptimierung. Dies erfolgt durch den Einbau von modernen, hocheffizienten Pumpen bzw. die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs, der die Wärme im Gebäude optimal verteilt.

Das Förderprogramm hat zum Ziel die Heizungseigentümer durch attraktive, nicht rückzahlbare Zuschüsse zu motivieren, ineffiziente Pumpen zu ersetzen und Optimierungsmaßnahmen am gesamten Heizsystem durchzuführen. Es leistet somit einen wesentlichen Beitrag zu einer wirtschaftlichen und klimaschonenden Wärmeversorgung des Gebäudebestandes in Deutschland.

Gegenstand der Förderung

1. Ersatz von **Heizungs-Umwälzpumpen** (Nass- und Trockenläuferpumpen) und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen
 - Einschließlich der Kosten für den fachgerechten **Einbau** und direkt mit der Maßnahme **verbundenen Materialkosten**
2. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs bei bestehenden Heizsystemen. In Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich können zusätzliche Investitionen und Optimierungsmaßnahmen an bestehenden Anlagen gefördert werden. Dabei handelt es sich um die Anschaffung und die fachgerechte Installation von:
 - **Armaturen bzw. Technik zur Volumenstromregelung, wie z.B.**
 - **Voreinstellbare Thermostatventile**
 - **Einzelraumtemperaturregler**
 - **Strangventile**
 - **Separate Mess-, Regelungs-, Steuerungstechnik und Benutzerinterfaces**
 - **Einstellung der Heizkurve**
 - **Pufferspeicher**

Art und Höhe der Förderung

- Die Förderung beträgt 30 % der Nettoinvestitionskosten für Leistungen sowohl im Zusammenhang mit dem Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen als auch im Zusammenhang mit dem hydraulischen Abgleich, höchstens jedoch 25.000 Euro pro Standort.

4.1.5 Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 20 Kilowatt (sog. Mini-KWK-Anlagen) erhalten einen Investitionszuschuss, um die Potentiale der Kraft-Wärme-Kopplung im Bereich kleinerer Objektversorgung zu erschließen. Die Förderung ist Teil der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung.

Gegenstand der Förderung

- KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 20 Kilowatt.

⁴⁵ Programmseite:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Heizungsoptimierung/heizungsoptimierung_node.html



Art und Höhe der Förderung

Basisförderung

- Die Höhe der Basisförderung richtet sich nach der elektrischen Leistung der Mini-KWK-Anlage. Beispielsweise wird eine Anlage von 1 kW_{el} mit 1.900 Euro gefördert, eine Anlage mit 20 kW_{el} hingegen mit 3.500 Euro.

Bonusförderung

- Besonders effiziente Mini-KWK-Anlagen (bis 20 kW_{el}) können zusätzlich zur Basisförderung einen Wärme- und/oder Stromeffizienzbonus erhalten.
- Der Wärmeeffizienzbonus beträgt 25 % der Basisförderung und wird für Mini-KWK-Anlagen gewährt, die mit einem (zweiten) Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung ausgestattet und an ein hydraulisch abgeglichenes Heizungssystem angeschlossen sind.
- Der Stromeffizienzbonus beträgt 60 % der Basisförderung und wird für Anlagen mit einem besonders hohen elektrischen Wirkungsgrad gewährt.

Stromvergütung für KWK-Anlagen

- Unabhängig von der Leistung des BHKWs haben Betreiber eines BHKWs Anspruch auf eine Stromvergütung. Voraussetzung für die Förderung ist die Zulassung der Anlage durch das BAFA. Höhe und Dauer des Zuschlags richten sich nach dem Zeitpunkt der Aufnahme des Dauerbetriebs und der Leistung der KWK-Anlage:
- fabrikneue **Anlagen bis 2 kW_{el}** erhalten eine pauschalierte Einmalzahlung für in Höhe von 4,0 Cent/kWh für 60.000 Vollbetriebsstunden (VBH) (= 4.800 Euro bei eine 2 kW_{el}-Anlage)
- Stromvergütung besteht auch für größere Anlagen mit einer elektrischen Leistung von über 2 MW. Die Fördersätze unterscheiden sich und können auf der Programmseite oder im Gesetzestext (KWKG) gesichtet werden.

4.1.6 Kälte- und Klimaanlage⁴⁶

Nach der Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (Kälte-Klima-Richtlinie) vom 1. Dezember 2016 wird die Neuerrichtung, die Vollsanieung sowie die Teilsanieung besonders energieeffizienter Kälte- und Klimaanlage gefördert. Durch die optionale Förderung von Kälte- und Wärmespeichern sowie Wärmepumpen und Freikühlern soll die energetische Effizienz des Gesamtsystems verbessert werden.

Gegenstand der Förderung

- Kleine Kompressions-Kälteanlagen mit einer elektrischen Leistung des Verdichters von 2-5 kW
- Kompressions-Kälte- und Kompressions-Klimaanlagen (einschließlich Mono-Split-Klimaanlagen und Heiz-/Kühlsysteme mit einer elektrischen Leistung des Verdichters von 3-300 kW
- Ammoniakanlagen mit einer elektrischen Leistung des Verdichters von 5-200 kW
- Sorptionsanlagen mit einer Kälteleistung von 5-500 kW
- Im Rahmen der Bonusförderung werden gefördert:

⁴⁶ Programmseite:

http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Klima_Kaeltetechnik/klima_kaeltetechnik_node.html



- o Wärmespeicher mit Wärmeübertrager zur Abwärmenutzung der Kälte- oder Klimaanlage.
- o Wärmepumpen zur Abwärmenutzung der Kälte- oder Klimaanlage (für Wärmespeicher).
- o Kältespeicher mit Wärmeübertrager.
- o Freikühler mit Rohrleitungen, Pumpen, Tank, MSR-Technik und gegebenenfalls zusätzlichem Wärmeübertrager.

Art und Höhe der Förderung

Gefördert wird die Neuerrichtung, Vollsanierung und Teilsanierung von Anlagen. Neben der Basisförderung kann auch eine Bonusförderung gewährt werden. Aufgrund der vielfältigen Förderhöhen wird an dieser Stelle auf die Darstellung verzichtet. Angaben zur Förderhöhe lassen sich auf der Programmseite abrufen.

4.1.7 Förderprogramm „Beratungen zum Energiespar-Contracting“

Das Förderprogramm soll Interessierte unterstützen, Energiesparprojekte mittels Contracting umzusetzen. In einem ersten Arbeitsschritt überprüft deshalb ein vom BAFA zugelassener Experte (Projektentwickler) die Liegenschaften und Anlagen des Auftraggebers dahingehend, ob sie sich grundsätzlich für Effizienzmaßnahmen im Zuge von Contracting eignen und gibt Empfehlungen zum potenziell zielführendsten Energiesparmodell ab (Orientierungsberatung). Aufbauend auf dieser Analyse unterstützt der Experte in einem zweiten Schritt entweder die Umsetzung eines Energiespar-Contracting-Projekts (Umsetzungsberatung) oder, sofern sich dieses als nicht geeignet erweist, die Ausschreibung anderer Contracting-Modelle (Ausschreibungsberatung). Die Orientierungsberatung sowie entweder die Umsetzungs- oder die Ausschreibungsberatung werden gefördert. Projektentwickler, die im Rahmen des Förderprogramms tätig sind, müssen die Zulassung beim BAFA und Ihre Qualifikationen und Erfahrungen nachweisen.

Gegenstand der Förderung

- Orientierungsberatung: Förderfähig sind Ausgaben für Beratungsleistungen, einschließlich der Ausgaben für die Erstellung der Abschlussberichte und Leistungsbeschreibung. Die Orientierungsberatung soll dem Antragsteller anhand einer Erstanalyse der vorhandenen Immobilien, Liegenschaften oder Anlagen das Energiespar-Contracting und das Energieliefer-Contracting mit ihren Anwendungsmöglichkeiten sowie ihren Vor- und Nachteilen in einem Überblick darstellen und ihm Entscheidungshilfen hinsichtlich der Wahl der genannten Modelle im Vergleich zu einer Eigendurchführung bieten.
- Umsetzungsberatung: Im Rahmen der Umsetzungsberatung steht der Projektentwickler dem Antragsteller bei der Umsetzung eines Energiespar-Contracting-Projekts beratend und unterstützend zur Seite.
- Ausschreibungsberatung: Bei der Ausschreibungsberatung ist der Projektentwickler dem Antragsteller bei der Erstellung einer Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung eines Contracting-Projekts, das kein Energiespar-Contracting-Projekt ist, behilflich.

Art und Höhe der Förderung

- Orientierungsberatung: 80 % der zuwendungsfähigen Beratungsausgaben (Nettoberaterhonorar), maximal 2.000 Euro



- Umsetzungsberatung: für Kommunen, Unternehmen und Einrichtungen, die sich mehrheitlich in kommunalem Eigentum befinden, sowie gemeinnützige Organisationen und Religionsgemeinschaften: 50 % der zuwendungsfähigen Beratungsausgaben (Nettoberaterhonorar), maximal 12.500 Euro
- Ausschreibungsberatung: 30 % der zuwendungsfähigen Beratungsausgaben (Nettoberaterhonorar), maximal 2.000 Euro

4.1.8 Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen

Dieses Programm ist Bestandteil des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) vom 3. Dezember 2014. Ziel des Förderprogramms ist es, kommunalen Gebietskörperschaften, deren Eigenbetrieben, Unternehmen mit mehrheitlich kommunalem Gesellschafterhintergrund sowie gemeinnützigen Organisationsformen und anerkannten Religionsgemeinschaften geförderte Energieberatung zugänglich zu machen und wirtschaftlich sinnvolle Investitionen in die Energieeffizienz aufzuzeigen. Gefördert wird die Energieberatung zur Erstellung eines energetischen Sanierungskonzepts von Nichtwohngebäuden, entweder in Form eines Sanierungsfahrplans oder in Form einer umfassenden Sanierung. Zudem wird die Neubauberatung für Nichtwohngebäude gefördert. Der durchführende Berater stellt den Antrag und erhält die Zuwendung.

Gegenstand der Förderung

Gegenstand der Förderung ist die Beratung für Nichtwohngebäude, die sich im Bundesgebiet befinden. Die Energieberatung kann folgende Maßnahmen empfehlen:

- Sanierungsfahrplan
- Sanierung zu einem KfW-Effizienzhaus 70
- Sanierung zu einem KfW-Effizienzhaus 100
- Sanierung zu einem KfW-Effizienzhaus Denkmal

Sie soll wirtschaftlich sinnvolle Investitionen in die Energieeffizienz aufzeigen und darstellen. Alternativ wird eine Neubauberatung für Nichtwohngebäude gefördert, basierend auf dem KfW-Effizienzhausstandard (EH 55 oder EH 70). Das energetische Sanierungskonzept und die Neubauberatung haben sich jeweils auf ein einzelnes Nichtwohngebäude zu beziehen.

Art und Höhe der Förderung

Die Förderung wird als Anteilsfinanzierung in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses an den antragstellenden Berater gewährt. Förderfähig ist jeweils das Netto-/ oder Brutto-Beraterhonorar, abhängig von der Vorsteuerabzugsberechtigung des Beratungsempfängers.

- Die Zuwendung beträgt bis zu 80 % der förderfähigen Ausgaben, maximal jedoch ein von der Zahl der Nutzungszonen des betreffenden Gebäudes abhängiger Höchstbetrag (beginnend mit 3.500 Euro bei einer Nutzungszone und weiter jeweils + 1.000 Euro pro zusätzliche Zone, ab 13 Nutzungszonen beträgt die Höchstförderung einheitlich 15.000 Euro).
- Für die Präsentation des Beratungsberichts durch den Berater in Entscheidungsgremien des Beratenen kann zusätzlich eine Zuwendung in Höhe von 500 Euro beantragt werden.



4.2 Förderung im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative

4.2.1 Kommunalrichtlinie: Förderung von investiven Klimaschutzmaßnahmen⁴⁷

Im Rahmen der Kommunalrichtlinie werden diverse investive Maßnahmen gefördert. Die Förderung kann in der Regel mit Förderprogrammen auf Landesebene kombiniert werden, falls diese entsprechende Förderschwerpunkte aufweisen (bspw. Beleuchtung).

Gegenstand der Förderung und Fördersätze

Förderschwerpunkt	Inhalte	Fördersatz
LED-Außen- und Straßenbeleuchtung – Einsparung mind. 70 %	Einbau kompletter hocheffizienter LED-Beleuchtungstechnik (kompletter Leuchtenkopf bestehend aus einem Träger für das Leuchtmittel sowie Leuchtmittel, Reflektor, Abdeckung und Gehäuse) sowie die Installation einer	25 %
LED-Außen- und Straßenbeleuchtung mit nutzungsgerechter Steuerung und Regelung – Einsparung mind. 80 %	tageslichtabhängigen Regelungs- und Steuerungstechnik und einer zonenweisen Zu- und Abschaltung von Leuchten in Abhängigkeit von den Soll-Beleuchtungsstärken.	31 %
LED-Innen- und Hallenbeleuchtung – Einsparung mind. 50 %	Einbau kompletter hocheffizienter LED-Beleuchtungstechnik (bestehend aus einem Träger für das Leuchtmittel sowie Leuchtmittel, Reflektor und Abdeckung) in Verbindung mit der Nutzung einer tageslichtabhängigen Leistungs- und/oder Präsenzsteuerung sowie einer zonenweisen Zu- und Abschaltung von Leuchten in Abhängigkeit von den Soll-Beleuchtungsstärken. Alternativ zu einer tageslichtabhängigen Leistungsregelung bzw. einer Präsenzsteuerung kann in Fluren und Treppenhäusern eine Zeitsteuerung und in Umkleiden oder anderen Nebenräumen mit geringer Betriebsstundenzahl ein Eingangsbewegungsmelder installiert werden.	37 %
Austausch Raumluftechnischer Geräte	Zuwendungsfähig sind die Ausgaben für die Anschaffung der RLT-Geräte sowie für die dazugehörige Steuerungstechnik, die Montage sowie die Demontage und fachgerechte Entsorgung der zu ersetzenden Anlagenkomponenten der Klimaschutztechnologien durch qualifizierte externe Dienstleister	31 %
Optimierung von Rechenzentren	Zuwendungsfähig sind Optimierungsmaßnahmen und Investitionen an bestehender Infrastruktur in Rechenzentren (z. B. Nutzung freier Kühlung, Wärmestromführung, Erhöhung der Betriebstemperaturen, Abwärmenutzung, Bedarfssteuerung, Verbesserung der Server-Auslastung), Investitionen zum Ersatz einzelner oder mehrerer Hardwarekomponenten in Rechenzentren und Serverräumen (insbesondere Server, Kälteanlagen, Kühlsysteme, Geräte für die unterbrechungsfreie Stromversorgung im Notfall, effiziente Netzteile und/oder intelligente Power Distribution Units) inklusive der	50 %

⁴⁷ Merkblatt zum Förderprogramm:

https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/page/downloads/krl_mb_investive_massnahmen_juli2017.pdf



notwendigen Optimierungsdienstleistungen und Optimierungsmaßnahmen sowie Investitionen zur Schaffung der Voraussetzung einer Zertifizierung des Rechenzentrums mit dem Blauen Engel.

Zuwendungsfähig sind die Ausgaben für die Anschaffung (Investitionsausgaben) und Montage der Klimaschutztechnologien sowie für die Demontage und fachgerechte Entsorgung der zu ersetzenden Anlagekomponenten (Installationsausgaben). Zuwendungsfähig sind Ausgaben für Anlagenkomponenten, deren Austausch direkt eine Energieeinsparung bzw. eine Minderung von Treibhausgasen hervorruft. Ausgaben für projektbegleitende Planungs- und Ingenieurdienstleistungen der Leistungsphase 8 (HOAI) in Höhe von maximal 5 Prozent der zuwendungsfähigen Investitions- und Installationsausgaben sind ebenfalls zuwendungsfähig.

4.2.2 Kommunalrichtlinie: Klimaschutzinvestitionen in Kindertagesstätten, Schulen, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe sowie Sportstätten⁴⁸

In Ergänzung zu den Fördermöglichkeiten im Bereich der investiven Klimaschutzmaßnahmen bietet dieses Programm eine Ausweitung der Fördergegenstände sowie höhere Förderquoten für Bildungseinrichtungen.

Gegenstand der Förderung und Höhe der Förderung

Maßnahme	Fördersatz
LED-Außenbeleuchtung bei der Sanierung von Außenbeleuchtung in Verbindung mit einer nutzungsgerechten Steuer- und Regelungstechnik	39 %
Sanierung und Austausch von RLT-Geräten gegen zentrale Zwei Richtung-Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnungssystem	45 %
erstmalige Einbau bzw. die Nachrüstung von dezentralen RLT-Geräten mit Wärmerückgewinnung in Schulen und Kindertagesstätten im Rahmen einer Grundsanierung	45 %
LED-Innenbeleuchtung mit nutzungsgerechten Steuer- und Regelungstechnik	52 %
Austausch alter Pumpen inklusive hydraulischer Abgleich	52 %
Dämmung Heizkörpernischen	52 %
Ersatz ineffizienter zentraler Warmwasserbereitungsanlagen gegen effiziente Warmwasserbereitung	52 %
Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung aus Grauwasser in Sportstätten	52 %
Austausch nicht regelbarer Pumpen gegen regelbare Hocheffizienzpumpen für das Beckenwasser (in Sportstätten),	52 %
Einbau einer Gebäudeleittechnik sowie Gebäudeautomation,	52 %
Einbau von Verschattungsvorrichtungen mit Tageslichtnutzung (nur wenn eine aktive Kühlung bereits vorhanden ist oder ein nachweislich notwendiger Einbau einer aktiven Kühlung vermieden werden kann),	52 %
Austausch von ineffizienten Elektrogeräten in Schul- und Lehrküchen sowie in Kindertagesstätten gegen Geräte der höchsten Effizienzklasse.	52 %
Investitionen und Optimierungsdienstleistungen, die die Energie- und Ressourceneffizienz eines Rechenzentrums deutlich erhöhen.	65%

⁴⁸ Merkblatt zum Förderprogramm:

https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/page/downloads/krl_mb_ksjs_juli2017.pdf



Zuwendungsfähig sind die Ausgaben für die Anschaffung (Investitionsausgaben) und Montage der Klimaschutztechnologien sowie für die Demontage und fachgerechte Entsorgung der zu ersetzenden Anlagekomponenten (Installationsausgaben). Zuwendungsfähig sind Ausgaben für Anlagenkomponenten, deren Austausch direkt eine Energieeinsparung bzw. eine Minderung von Treibhausgasen hervorruft. Im Bewilligungszeitraum anfallende Ausgaben für projektbegleitende Ingenieurdienstleistungen der Leistungsphase 8 (HOAI) in Höhe von maximal 5 Prozent der zuwendungsfähigen Investitions- und Installationsausgaben können zusätzlich gefördert werden.

4.2.3 *Energiesparmodelle in Bildungseinrichtungen sowie Sportstätten*⁴⁹

Im Rahmen des Projektes werden die Einrichtungen/Träger bei der Realisierung von Energiesparmodellen unterstützt. Teil des Vorhabens ist es, alle relevanten Verbrauchs- und Gebäudedaten in den Einrichtungen aufzunehmen und stetig zu kontrollieren. Dazu werden Schlüsselpersonen identifiziert und geschult. Neben der Senkung der Energieverbräuche durch technische und organisatorische Optimierungen sind pädagogische Ansätze zu berücksichtigen, welche allen Nutzergruppen, vor allem aber Kindern und Jugendlichen, den bewussten und nachhaltigen Umgang mit begrenzten natürlichen Ressourcen nahebringen. Externe Projektbetreuer führen hierzu Schulungen durch und fördern die Vernetzung der verschiedenen Akteure innerhalb der Einrichtung und einrichtungsübergreifend. Der Projektzeitraum beträgt bis zu vier Jahre.

Als Fördervoraussetzung für die Projektdurchführung gilt die Einführung eines Energiesparmodelles (finanzielles Anreizsystem). Hierzu zählen Beteiligungsprämiensysteme (Beteiligung an Einsparungen), Budgetierungsmodelle (feste Budgetzuweisungen) usw. Die einzelnen Anreizsysteme werden im Merkblatt beschrieben.

Gegenstand und Höhe der Förderung

- Personalausgaben für fachkundige Dritte oder zu diesem Zweck zusätzlich beschäftigtes Fachpersonal, sind durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss in Höhe von bis zu 90 Prozent zuwendungsfähig
- begleitende Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen eines Aktionstages an der jeweiligen Einrichtung im Umfang von max. 1.000 Euro je betreuter Einrichtung.
- Sach- und Personalausgaben, die im Rahmen der Antragstellung erforderlich sind („Beschreibung der Zielsetzung, Arbeitsschritte und Aufgaben“).

Im Rahmen des Projektes werden zudem sog. Starterpakete gefördert. Zuwendungsfähig mit einer Förderquote von 62 Prozent sind insbesondere folgende Ausgaben:

- Sachausgaben für die pädagogische Arbeit im Bereich Klimaschutz⁵⁰

⁴⁹Merkblatt zum Förderprogramm:

https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/page/downloads/merkblatt_energiesparmodelle_starterpaket.pdf

⁵⁰ u. a.: Bastelmaterial, schriftliches oder audiovisuelles Bildungsmaterial oder Gegenstände, mit denen Kinder und Jugendliche Projekte durchführen können (z. B. Solarkocher, kleinere Prüfgegenstände, „Klimakiste“, Spiel- und Experimentiermaterialien). Außerdem ist es möglich, Sachausgaben für Aktionstage zu beantragen. Dazu gehören u. a. Ausgaben für Material bei Schulwettbewerben (z. B. eine Solarmodellbootregatta oder ein Solarwagenrennen) oder Ausstellungen bei Eltern- und Großelterntagen. Auch Ausgaben (z. B. Reisekosten, Eintritt) für Exkursionen außerhalb der Schule beispielsweise zu praktischen Klimaschutzprojekten sind zuwendungsfähig.



- Sachausgaben für sog. „Energieteam“ (ihre Arbeit umfasst bspw. die Verbrauchsdatenerhebung und -kontrolle, die Erarbeitung und Umsetzung von Einsparmaßnahmen und die Sensibilisierung weiterer Nutzer.)⁵¹
- Geringinvestive Maßnahmen (inkl. Installation durch externes Fachpersonal)
 - Abdichten von Außentüren und Fenstern (Anbringen von Dichtungsmaterial, Nachjustierungen)
 - Türschließer an Außentüren
 - Voreinstellbare manuelle sowie programmierbare Thermostatventile inkl. mit der Steuerung kombinierbare Ergänzungen (Fensterkontakte, Raumsensoren, Präsenz- und Bewegungsmelder usw.), hydraulischer Abgleich
 - Austausch von Kleinlüftern in Sanitärräumen, Küchen usw.
 - Einsatz von Wassersparaufsätzen und/oder Armaturen

4.3 Förderung auf Ebene des Landes MV

4.3.1 Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes MV zur Umsetzung von Klimaschutz-Projekten in nicht wirtschaftlich tätigen Organisationen⁵²

Gegenstand der Förderung

Im Rahmen des Förderprogrammes sind folgende Förderthemen bzw. Schwerpunkte möglich:

- Investive Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Verbesserung der Energieeffizienz, die über den gesetzlichen Standard hinausreichen (bspw. Gebäudesanierungen)
- Abwärmenutzung
- Direkte Einsparung von Strom und Wärme
 - z.B. LED-Beleuchtung (Straßenbeleuchtung und Innenbeleuchtung), Lichtlenksysteme
- Investive Maßnahmen zum Einsatz regenerativer Energien zur Wärmenutzung insbesondere:
 - Solarthermie
 - Nutzung von Biomasse
 - Oberflächennahe Geothermie
 - Tiefengeothermie
- Infrastrukturmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien insbesondere:
 - Speicherung von Wärme und Strom
- Wasserstoff-Infrastrukturmaßnahmen
- Nahwärmenetze
- Elektromobilität, Infrastruktur
- Innovative Projekte zur Nutzung von Energieeffizienzpotenzialen und erneuerbaren Energien
- Vorplanungsstudien
- Planungsleistungen

Art und Höher der Förderung

Die Grundförderung beträgt in der Regel 50 %. Ausnahme bildet der Fördertatbestand „Oberflächen nahe Geothermie“, wo dieser bei 40 % liegt.

⁵¹ u. a. Messkoffer, Lüftungsampel, Thermometer oder Aufkleber, um Lichtschalter zu kennzeichnen, mögliche zuwendungsfähige Gegenstände.

⁵² Programmseite: <https://www.lfi-mv.de/export/sites/lfi/foerderungen/klimaschutz-projekte-in-nicht-wirtschaftlich-taetigen-organisationen>



Zudem kann ein maßnahmenspezifischer Bonus (einmalig) in Höhe von 10 % gewährt werden. Voraussetzung ist, dass die Maßnahme eines der folgenden Kriterien erfüllt:

- besonders innovative Maßnahme
- Projekt mit erheblich verbesserter Ressourceneffizienz
- Projekte mit besonderem Multiplikatoreffekt, Demonstrationscharakter oder Öffentlichkeitswirksamkeit oder
- wenn der Projektstandorte im ländlichen Gestaltungsraum des LEP MV 2016 liegt.

Bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen sind grundsätzlich die Ausgaben im Verhältnis zu Fahrzeugen mit herkömmlicher Antriebsversion förderfähig.

4.3.2 Richtlinie zur Förderung des Sportstättenbaus⁵³

Gegenstand der Förderung

- Zuwendungen werden gewährt für Modernisierung, Instandsetzung sowie für Neubau, Erweiterung und Umbau von kommunalen und vereinseigenen Sportstätten sowie deren Ausstattung mit Sportgeräten.
- Zuwendungsempfänger sind u.a. Landkreise und Gemeinden.
- Nicht gefördert werden Vorhaben des Förderbereiches I (Entwicklung des ländlichen Raums aus EU- und Landesmitteln) in den Städten Greifswald, Neubrandenburg und Stralsund.

Art, Umfang und Höhe der Zuwendung

- Die Zuwendung erfolgt als Projektförderung im Wege der Anteilfinanzierung als nicht rückzahlbarer Zuschuss und wird auf einen Höchstbetrag begrenzt.
- Bei der Bemessung der Zuwendung werden Finanzkraft, die Eigenleistung des Trägers sowie das Landesinteresse an dem Vorhaben berücksichtigt.
- Bauvorhaben werden grundsätzlich nur gefördert, wenn die zuwendungsfähigen Ausgaben bei Landkreisen und Gemeinden 25.000 Euro übersteigen. Das Ministerium für Inneres und Europa kann in begründeten Einzelfällen Ausnahmen zulassen.
- Förderbereich I: Bei kommunalen Sportstätten werden Zuwendungen in Höhe von 40%, maximal 300.000 Euro, der zuwendungsfähigen Ausgaben gewährt. Für Sportanlagen von besonderem Landesinteresse kann der Minister für Inneres und Europa im Einzelfall hinsichtlich der Förderquote und der Förderhöhe eine Ausnahme zulassen.
- Die geförderten Sportstätten sind i.d.R. 25 Jahre dem Zuwendungszweck zu verwenden. Für Investitionsmaßnahmen, für die Zuwendungen bis zu 10.000 Euro gewährt werden, gilt eine verkürzte Bindungsfrist von i.d.R. 10 Jahren.
- Im Förderbereich II können für Baumaßnahmen der gemeinnützigen Sportvereine und der sonstigen gemeinnützigen Träger Zuwendungen bis zu 60 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben gewährt werden. Bei zuwendungsfähigen Ausgaben bis 33 000 Euro können Zuwendungen bis zu 90 Prozent gewährt werden. Für Baumaßnahmen des Landessportbundes können Zuwendungen bis zu 100 Prozent gewährt werden. Für Baumaßnahmen an Einrichtungen des Spitzensports werden in Ergänzung der Förderung des Bundes für die jeweilige Baumaßnahme Landesmittel in Höhe von bis zu 70 Prozent gewährt. Die Zuwendungen an sonstige gemeinnützige Träger können im Regelfall bis zu 40 Prozent betragen.

⁵³ Programmseite: <https://www.lfi-mv.de/foerderungen/sportstaettenfoerderung/>



4.4 KfW-Förderprogramme

Bei den Programmen der KfW handelt es sich um keine direkte Förderung, sondern prinzipiell um begünstigte Kredite. **Unter den aktuellen Zinsbedingungen übersteigt der Tilgungszuschuss jedoch die Zinslast, sodass eine Kreditaufnahme zu geringeren Gesamtbelastungen führen kann als die Eigenmittelfinanzierung.**

4.4.1 Programm Energieeffizient Bauen und Sanieren (217/218)

Gegenstand der Förderung

1. **Die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden** der kommunalen und sozialen Infrastruktur, die das energetische Niveau eines KfW-Effizienzhauses für Bestandsgebäude erreichen. Folgende Standards werden gefördert:
 - KfW-Effizienzhaus 70
 - KfW-Effizienzhaus 100
 - KfW-Effizienzhaus Denkmal
2. **Die Umsetzung von Einzelmaßnahmen** an der Gebäudehülle und/oder der technischen Gebäudeausrüstung zur Verbesserung der Energieeffizienz an bestehenden Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur. Folgende Einzelmaßnahmen werden gefördert:
 - a. **Dämmung** von Wänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen
 - b. Erneuerung und Aufbereitung von **Fenstern**, Vorhangfassaden, **Außentüren** und Toren (inkl. Ladestellen)
 - c. Maßnahmen zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes
 - d. Einbau, Austausch oder Optimierung **raumluft- und klimatechnischer Anlagen** inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung und Abwärmenutzung
 - e. **Erneuerung und/oder Optimierung der Wärme-/Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung** inklusive Kraft-Wärme- bzw. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen
 - f. Austausch und/oder Optimierung der **Beleuchtung**
 - g. Einbau oder Optimierung der Mess-, **Steuer- und Regelungstechnik sowie der Gebäudeautomation**
3. Die Errichtung oder der Ersterwerb energieeffizienter Nichtwohngebäude der kommunalen und sozialen Infrastruktur, die das energetische Niveau eines KfW-Effizienzhauses für Neubauten erreichen. Folgende Standards werden gefördert:
 - KfW-Effizienzhaus 55
 - KfW-Effizienzhaus 70
4. Förderfähig sind auch alle sonstigen Maßnahmen, die zur Vorbereitung, Realisierung und Inbetriebnahme der im Programm geförderten Maßnahmen erforderlich sind. Dazu gehören auch:
 - Nebenarbeiten, wie z. B. Ausbau und Entsorgung von Altanlagen
 - Planungskosten, die notwendigerweise Bestandteil der Baumaßnahme sind
 - Maßnahmen zur Einregulierung der geförderten Anlage (Messung und Anpassung der Regelparameter inklusive des hydraulischen Abgleichs von Wärme- und Kälteverteilsystemen)
 - Aufwendungen für Energiemanagementsysteme



Als Sanierungskosten im Sinne dieses Förderprogrammes gelten Kosten, die mit Maßnahmen zur energetischen Ertüchtigung eines Gebäudes verbunden sind. Ausgenommen sind bspw. keine Kosten für Sanierungen von Sanitäranlagen oder Kosten für die Anschaffung von Einrichtungs- und Ausstattungsgegenständen.

Art und Höher der Förderung

Es handelt sich um einen zinsgünstigen Kredit zu folgenden Konditionen (Konditionen werden tagesaktuell festgelegt).

Sanierung - Programm 218	Laufzeit/tilgungsfreie Anlaufjahre/Zinsbindung		
Datum	10/2/10	20/3/10	30/5/10
25.01.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
24.01.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
23.01.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
22.01.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %
19.01.2018	0,05 %	0,05 %	0,05 %

Die gleichzeitige Inanspruchnahme eines KfW-Kredites aus diesem Programm und eines Zuschusses des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für dieselbe Maßnahme ist nicht möglich.

Tilgungszuschuss

Mit Nachweis des erreichten KfW-Effizienzhaus-Niveaus gemäß Zusage bzw. der Einhaltung der technischen Mindestanforderungen bei Einzelmaßnahmen wird ein Tilgungszuschuss gewährt. Die Höhe des Tilgungszuschusses ergibt sich aus einem Prozentsatz des Zusagebetrages und einem Höchstbetrag pro m² Nettogrundfläche (unter den Anwendungsbereich der EnEV fallende Flächen, berechnet gemäß DIN 277):

Sanierung	Tilgungszuschuss	Höchstbetrag pro m ²
KfW-Effizienzhaus 70	17,5 %	175 Euro
KfW-Effizienzhaus 100	10,0 %	100 Euro
KfW-Effizienzhaus Denkmal	7,5 %	75 Euro
Einzelmaßnahmen	5 %	50 Euro



4.4.2 Weitere KfW-Förderprogramme

Weitere Kreditprogramme bestehen für den Bereich erneuerbare Energien. Hier sind die Programme 270 Erneuerbare Energien- Standard und 271 Erneuerbare Energien – Premium zu nennen.

Das Programm 270 Erneuerbare Energien – Standard bietet lediglich vergünstigte Darlehenskonditionen ab einen effektiven Jahreszins von 1,26 %. Der Zinssatz variiert je nach Technologie, Laufzeit und Rückzahlungsbedingungen.

Das Programm 271 Erneuerbare Energien – Premium bietet neben vergünstigten Zinskonditionen ab 1 % p.a. auch Tilgungszuschüsse. Der Zinssatz variiert je nach Technologie, Laufzeit und Rückzahlungsbedingungen.

Gefördert werden folgende Technologien:

- große Solarthermieranlagen (mit einer Bruttokollektorfläche von über 40 m²)
- große Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse, KWK-Biomasseanlagen (installierte Nennwärmeleistung von über 100 kW)
- Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden
- Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas
- große Wärmespeicher (>10 m³)
- große effiziente Wärmepumpen (installierte Nennwärmeleistung von über 100 kW)

Die Höhe des Tilgungszuschusses kann durchaus attraktiv sein und variiert je nach Maßnahme. Bei Solarkollektoren beträgt diese 30 % (für Warmwasserbereitung, Raumheizung, Kälteerzeugung), 40 % (bei Einspeisung des überwiegenden Anteils der Wärme in ein Wärmenetz) oder 50% (überwiegend Prozesswärmebereitstellung). Für einige Maßnahmen im Zusammenhang mit der Modernisierung von Heizungsanlagen stehen um 20 % erhöhte Tilgungszuschüsse bereit.

Bei KWK-Biomasseanlagen beträgt der Zuschuss 40 Euro pro kW Nennwärmeleistung. Bei Biomasseanlagen für die reine thermische Nutzung sind mehrere Boni möglich:

- Bis zu 20 Euro je kW installierter Nennwärmeleistung (Grundförderung), höchstens jedoch 50.000 Euro je Einzelanlage.
- Zusätzlich können folgende Boni genutzt werden:
 - Bonus für niedrige Staubemissionen: Bis zu 20 Euro je kW Nennwärmeleistung, sofern die staubförmigen Emissionen maximal 15 mg/m³ (Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 % im Normzustand (273 K, 1013 hPa)) betragen.
 - Bonus für die Errichtung eines Pufferspeichers: Die Grundförderung erhöht sich um bis zu 10 Euro je kW Nennwärmeleistung, sofern für den Kessel ein Pufferspeicher mit einem Mindestspeichervolumen von 30 l/kW Nennwärmeleistung installiert wird.

4.5 Weitere Finanzierungsmöglichkeiten

4.5.1 Contracting

Contracting stellt ein Betriebs- und Finanzierungsverfahren zur Bereitstellung gebäudespezifischer Energiedienstleistungen dar. Diese Verfahren zielen auf Energieeinsparung und Kostensenkung durch Modernisierung und Optimierung notwendiger Funktionen von Anlagen oder gesamter Gebäude ab.



Nach DIN 8930-5 wird Contracting als die zeitlich und räumlich abgegrenzte Übertragung von Aufgaben der Energiebereitstellung und Energielieferung auf einen Dritten, der im eigenen Namen und auf eigene Rechnung handelt, bezeichnet.⁵⁴ Als Contractor werden hierbei Unternehmen bezeichnet, welche eigenständig, gewerbliche Contracting-Projekte durchführen. Der Auftraggeber bzw. Contracting-Nehmer nimmt die Contracting-Leistungen in Anspruch.

Durch die Realisierung innovativer und effizienter Energiesparmaßnahmen in den Bereichen der Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung wird eine deutliche und nachhaltige Senkung des Energieverbrauchs erreicht. Ein wesentliches Merkmal ist hierbei die Refinanzierung des eingesetzten Kapitals über garantierte Kosteneinsparungen innerhalb einer vereinbarten Vertragslaufzeit. Dabei liegt die Hauptverantwortung für Planung, Finanzierung, Errichtung und Wartung der Maßnahmen in den Händen eines externen Dienstleisters, des Contractors.

Beim Contracting beauftragt die Kommune einen externen Dienstleister (Contractor). Hierbei übernimmt dieser je nach Anforderung die komplette Sanierung und die energetische Gebäude- und Anlagenbewirtschaftung. Diese Maßnahmen führen zu einer Effizienzsteigerung und das wiederum zur Einsparung von Energiekosten. Mit einem Teil dieser eingesparten Energiekosten deckt der Contractor seine Kosten und der andere Teil steht der Kommune zur Verfügung. Diese kann nun weitere Maßnahmen finanzieren.

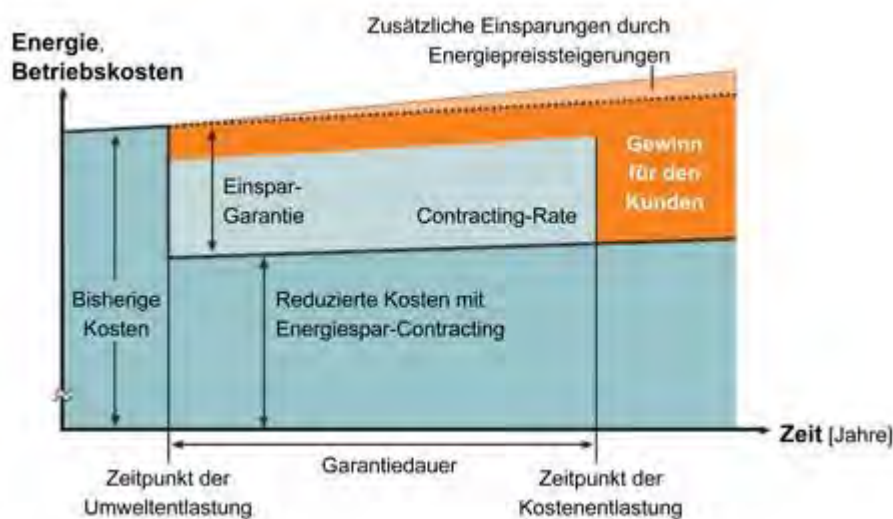


Abbildung 44: Contracting⁵⁵

Der Gebäudeeigentümer profitiert dabei von mehreren Vorteilen:

- Er wird von der organisatorischen Umsetzung der Energieeffizienzmaßnahmen entlastet.
- Er vermeidet bzw. verringert eigene Investitionen.
- Er überträgt die wirtschaftlichen und technischen Risiken auf den Contractor.
- Er profitiert vom Spezialwissen und der Erfahrung des Contractors.
- Er leistet einen Beitrag zum Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz.

⁵⁴ Din 8930-5

http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kki_din8930.pdf;jsessionid=8DF452FF32FE161E1ACE5705A02DB02E.1_cid387?__blob=publicationFile&v=4

⁵⁵ Quelle: Siemens <https://www.siemens.de/buildingtechnologies/de/de/energieeffizienz/energieeffiziente-loesungen/energiesparendes-performance-contracting/finanzierungsmodell/seiten/finanzierungsmodell.aspx>



- Er profitiert von niedrigeren Energiekosten mit Einspargarantie (beim Energiespar-Contracting).
- Er profitiert von langfristig besser kalkulierbaren Energiekosten (beim Energieliefer-Contracting).

Energie-Contracting kann dabei als eine Form von Outsourcing betrachtet werden, da solche Leistungen wie Planung und Beauftragung technischer Verbesserungen, die traditionell von einem Unternehmen selbst durchgeführt worden wären, auf eine externe Firma übertragen werden. Die oben genannten Vorteile sind auch typisch für Outsourcing-Lösungen, während andererseits auch deren typische Nachteile auftreten können. So können etwa Kostennachteile dadurch entstehen, dass die Durchführung des Contracting einen höheren technischen Aufwand z. B. für Messeinrichtungen und einen höheren administrativen Aufwand für die vertraglichen Regelungen zur Folge haben kann. Ebenfalls sind relativ lange Vertragslaufzeiten notwendig, da die vorgenommenen Investitionen oft erheblich sind. Wenn zu kurze Laufzeiten angestrebt werden, werden damit nur längerfristig rentable technische Maßnahmen unmöglich gemacht. Es sollte dann zumindest erwogen werden, gewisse zusätzliche Maßnahmen wie z. B. den Ersatz von Fenstern separat durchzuführen.

Für den Contractor entstehen vertragliche Risiken, Betriebsrisiken und auch ein Bonitätsrisiko (vor allem wenn große Investitionen vorfinanziert werden). Da bei kommunalen Körperschaften das Bonitätsrisiko minimal ist, während andererseits der Finanzierungsaspekt für Kommunen sehr attraktiv sein kann, bietet sich in diesem Bereich das Contracting besonders an. Meistens wenig geeignet ist dieser Ansatz dagegen für kleinere Firmen oder für Private.

Es werden vier verschiedene Contracting-Varianten in ihren reinen Ausprägungen unterschieden:

- Energieliefer-Contracting
- Energieeinspar-Contracting
- Finanzierungs-Contracting
- Technisches Anlagenmanagement

Energieliefer-Contracting

Beim Energieliefer-Contracting, das sich für die Versorgung sämtlicher Objekte im Neu- wie im Bestandsbau eignet, verfolgt der Energie-Nutzer das Ziel, auf bequeme und wirtschaftliche Art und Weise fertige, also sofort einsetzbare Nutzenergieformen wie Wärme, Kälte, Dampf, Druckluft oder Strom geliefert zu bekommen. Hier liegt der gesamte Prozess von Planung, Errichtung, Finanzierung, Betriebsführung und Instandhaltung in der Verantwortung des Contractors.

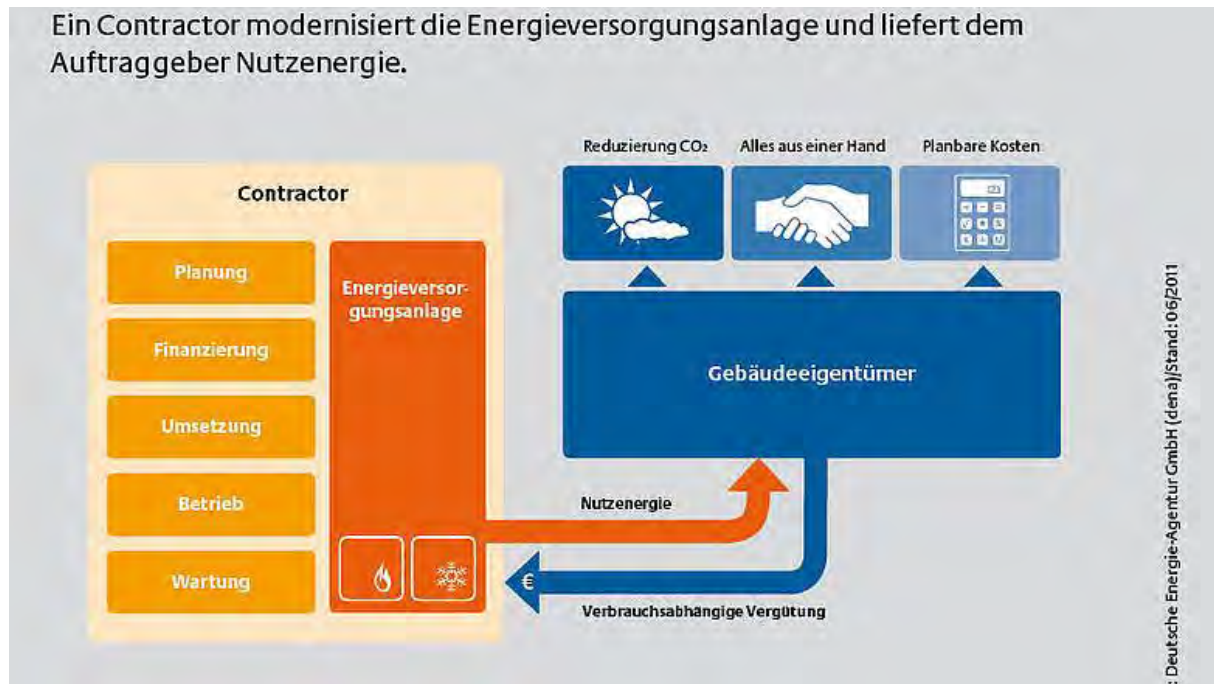


Abbildung 45: Energieliefer-Contracting

Vorhaben, bei denen es um Energieliefer-Contracting geht, werden teilweise auch als "Anlagen-Contracting" oder "Nutzenergie-Lieferung" bezeichnet. Häufige Anwendungsgebiete für Energieliefer-Contracting sind kommunale und öffentliche Einrichtungen (Schulen, Kindergärten), Krankenhäuser, Industrie- und Gewerbebetriebe sowie Wohngebäude. Contracting-Anlagen (z.B. Heizkessel, Blockheizkraftwerke) können sowohl durch den Contractor selbst geplant und installiert, als auch aus dem Baubestand übernommen werden.

Energieliefer-Contracting kann auch bei kleineren Liegenschaften angewendet werden, es eignet sich im Normalfall für Gebäude ab etwa 1.000 m² oder bei jährlichen Energiekosten ab ca. 10.000 Euro, da die Projekte für die externen Spezialisten erst dann wirtschaftlich realisierbar sind. In Frage kommen sowohl Neu- als auch Bestandsbauten, im öffentlichen wie auch im privaten Bereich.

Das Energiedienstleistungsunternehmen ist für einen langfristigen Zeitraum von 10 (nach AVBFernwärmeV) bis 20 Jahren (nach freier Vereinbarung) komplett verantwortlich für Investition und Betrieb der Anlagen.

Die Leistungsvergütung besteht aus dem Entgelt für die bezogene Nutzenergie, die Vorhaltung der Energieerzeugungsanlage und die Abrechnung.

Als Rechtsgrundlagen dienen die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV), die Verordnung über die allgemeinen Bedingungen für die Elektrizitätsversorgung von Tarifkunden (AVBEltV), die Stromgrundversorgungsverordnung (StromGVV), die Niederspannungsanschlussverordnung (NAV), die Heizkostenverordnung (HKVO), die Energieeinsparverordnung (EnEV), das Vergaberecht mit der Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen – Teil A (VOL/A), das Mietrecht sowie der Inhalt des zwischen den Parteien vereinbarten Vertrages.

Auf eine gewisse Art und Weise stellt die Versorgung von Objekten mit Fernwärme ebenfalls ein Energieliefer-Contracting dar. Die Investitionen in die Hausübergabestation sowie weitere

Anschlussleistungen werden vom Endverbrauch durch eine Grundgebühr refinanziert. Zu überlegen ist die Möglichkeit der Aufnahme der kontinuierlichen Optimierung und Anpassung des Anlagenbetriebes an die Anforderungen der Gebäudenutzer in den Vertragsrahmen.

Energiespar-Contracting⁵⁶

Der wirtschaftliche Leitgedanke des Einspar-Contracting ist die maximale Energieverbrauchs- und damit Kostenreduktion stets im Vergleich zu bisherigen Verbrauchsmengen- und -kostenstrukturen. Hier verantwortet der Contractor die gewerkübergreifende Optimierung der Gebäudetechnik und des Anlagenbetriebs sowie der Gebäudehülle.

Beim Energiespar-Contracting realisiert ein spezialisiertes Energiedienstleistungsunternehmen in enger Partnerschaft mit dem Gebäudeeigentümer bzw. Gebäudebetreiber, langfristige Projekte (meist 7-10 Jahre), um nachhaltige Energieeinsparungen zu erreichen. Der Contractor plant, realisiert und finanziert individuell auf die Liegenschaft zugeschnittene bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen, die zu einer Einsparung beim Energieverbrauch führen. Die Energiekosteneinsparung, die so erzielt wird, garantiert der Contractor vertraglich.

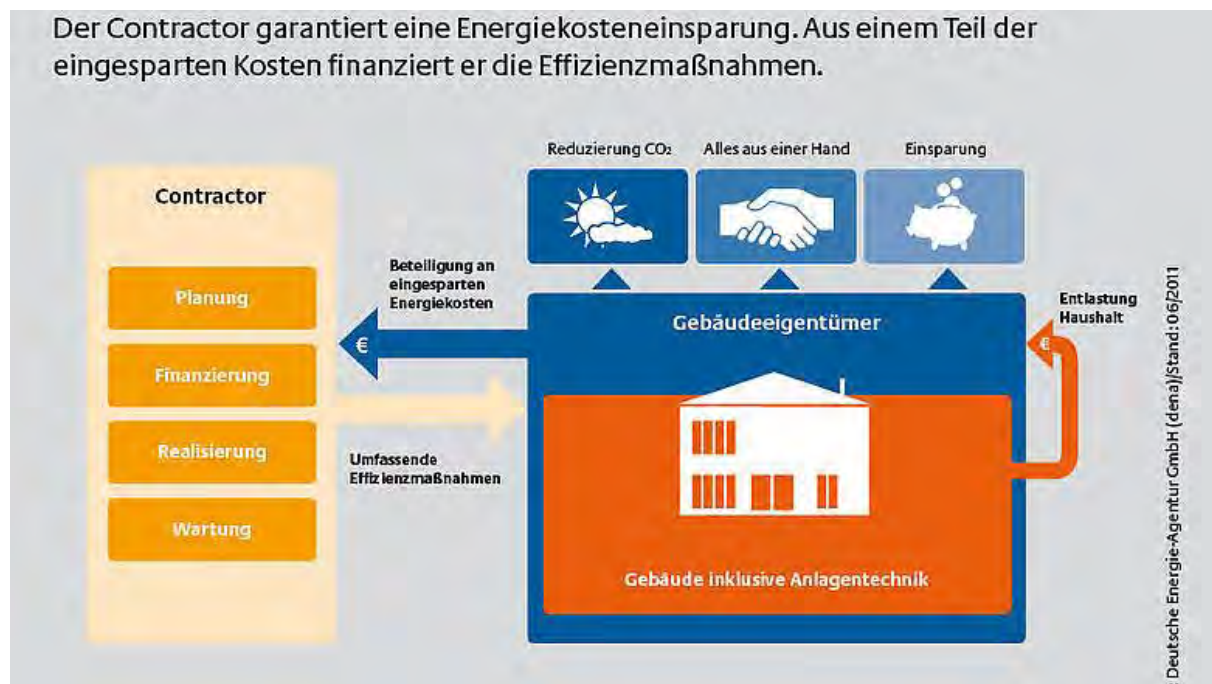


Abbildung 46: Energieeinspar-Contracting

Die Anwendungsbereiche sind bestehende Anlagen in Gebäuden mit entsprechendem Rationalisierungspotenzial meist in gewerblicher oder kommunaler Nutzung, gegebenenfalls unter Zusammenfassung mehrerer Gebäude in einem Verbund (Pool). Bestandteil kann auch die bauliche Optimierung der Bestandsgebäude sein. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die optimale Auswahl der Liegenschaften. Diese muss ein entsprechendes Einsparpotenzial ermöglichen, um dem Contractor eine Rückzahlung der Investitionen im vertretbaren Zeitraum zu gewährleisten. Durch das

⁵⁶ Einspar-Contracting wird teilweise auch als "Performance-Contracting" oder "Energie-Einspar-Contracting" bezeichnet.



Zusammenfassen mehrerer Objekte (Pooling) mit unterschiedlichen Einsparpotenzialen und Anforderungen kann eine ausreichende Wirtschaftlichkeit gewährleistet werden und zugleich die Modernisierung von Objekten angegangen werden, die etwas geringere Einsparungen erlauben. Grundsätzlich soll die Auswahl der Objekte und die durchzuführenden Maßnahmen verhindern, dass der Contractor Rosinenpicken betreibt. Energiespar-Contracting eignet sich vor allem für Nichtwohngebäude im Bestand, wie öffentliche und private Verwaltungsgebäude, Schulen, Universitäten oder Krankenhäuser.

Typische Maßnahmen im Energiespar-Contracting sind zum Beispiel:

- die Erneuerung eines alten Heizkessels,
- der Austausch ineffizienter Pumpen,
- der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage,
- die Optimierung oder der Einbau einer Gebäudeleittechnik,
- der Einsatz energieeffizienter Leuchten,
- Modernisierung der Beleuchtung,
- möglich sind aber auch energetische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle.

Vorteile des Energiespar-Contracting:

- Der Gebäudeeigentümer/Auftraggeber muss keine eigenen Finanzmittel einsetzen, das eigene Investitionsrisiko wird ausgelagert.
- Durch die Modernisierung von Anlagen wird die Energieeffizienz und damit die Betriebs- und Versorgungssicherheit erhöht, Energiekosten und Umweltbelastungen sinken.
- Es wird das technische Know-how und das professionelle Energiemanagement der Contractoren genutzt.
- Der Gebäudeeigentümer/Auftraggeber wird von wesentlichen Planungs- und Betriebsaufgaben entlastet.
- Der Wert, die Produktivität und der Komfort des Gebäudes (oder einer Anlage) werden gesteigert.
- Viele Einzelbereiche (Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb, Instandhaltung) werden aus einer Hand abgedeckt. So ist eine deutliche Reduktion der Schnittstellen realisierbar.
- Zusätzliche Leistungen wie z.B. Nutzermotivation, Schulungsmaßnahmen können vertraglich vereinbart werden.
- Durch Vertragselemente werden wirtschaftliche und technische Risiken weitgehend auf die Contractoren übertragen.
- Man erhält eine Energiespargarantie. Sie bildet den wesentlichen Zusatznutzen zu Lösungen in Eigenregie und ist das herausragende Qualitätsmerkmal des Energiespar-Contracting.

Der Einsatz von Contracting ist nicht automatisch ein Garant für Erfolg. Aber Contracting bietet einige Chancen und Optionen. Es kommt darauf an es im Einzelfall richtig ein- und umzusetzen.

Die Leistungsvergütung besteht aus einem Entgelt, dessen Höhe sich aus der erzielten Einsparung im Verhältnis zu einem Referenzniveau (hierzu kann die Baseline eingesetzt werden; zur Baseline siehe Baustein I 3.2.2) bestimmt.

Die rechtlichen Grundlagen bilden im Wesentlichen die Verdingungsordnung für Lieferungen und Leistungen (VOL), die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) sowie die



Energieeinsparverordnung (EnEV) nach dem Vertrag über die genauen Leistungspflichten zwischen den Parteien.

Das Energiespar-Contracting eignet sich insbesondere für Objekte, die investiven Handlungsbedarf im Bereich der technischen Anlagen oder der Gebäudehülle aufweisen. Da die Stadt für die Liegenschaften, die sich im Ausbaugebiet des Stadtwärmenetzes befinden, in den kommenden Jahren den Anschluss an die Stadtwärme präferiert, muss dieser Aspekt bei einer eventuellen Objektauswahl berücksichtigt werden. Zugleich muss eine langfristige und planbare Nutzung des Objektes vorgesehen sein. Diese Kriterien reduzieren die mögliche Objektauswahl deutlich. Vorstellbar ist die Durchführung des Energiespar-Contractings für den Campus der RS Friedrich Schiller/GS Gebrüder Grimm, samt Großsporthalle und Schülergaststätte. Gegebenenfalls kann hier auch das kürzlich in die Nutzung der Hansestadt übergegangene und hier nicht betrachtete Objekt Haus der Bildung einbezogen werden. Alle Objekte weisen energetisches Sanierungspotenzial auf und die Stadt plant hierbei tätig zu werden. Die energiebedingten Kosten liegen kumuliert bei über 100.000 Euro, was in der Regel als Schwellenwert für derartige Contracting-Investitionsprojekte gilt. Problematisch erscheint in diesem Zusammenhang jedoch die noch nicht gänzlich geklärte Frage der Nutzungs- und Flächenanforderungen, die zusätzlich zu energetischen auch funktionale bauliche Anforderungen nach sich ziehen würde. Zugleich wurden an einzelnen Objekten bereits energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, sodass ein Teil der Effizienzpotenziale aufgebraucht wurde. Ob die verbleibenden Einsparpotenziale unter Beachtung der Amortisationszeiten der erforderlichen Investitionen ausreichend sind, müsste in einer detaillierten Betrachtung geprüft werden.

Finanzierungs-Contracting⁵⁷

Als »Finanzierungs-Contracting« werden Vorhaben bezeichnet, bei denen der Contractor eine für die Energieversorgung eines Gebäudes eingesetzte Anlage plant, finanziert und errichtet. Wesentliches Merkmal ist hierbei, dass der Contractingnehmer bzw. der Nutzer/Immobilieeigentümer die Anlage auf eigenes Risiko betreibt. Er trägt das technische sowie wirtschaftliche Risiko des Anlagenbetriebes, kann dieses aber über Teil- oder Vollwartungsverträge sowie versicherungstechnisch auf Dritte verlagern.

Die Leistungsvergütung besteht aus einem Entgelt für die Anlagenbereitstellung.

Anwendung findet diese seltene Contracting-Variante zumeist bei technischen Anlagen des gewerblichen Bestands- oder Neubaus.

Die rechtlichen Grundlagen sind im Wesentlichen das allgemeine Vertragsrecht und die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) nach dem Vertrag über die genauen Leistungspflichten zwischen den beteiligten Parteien.

Technisches Anlagenmanagement

⁵⁷ Finanzierungs-Contracting wird hauptsächlich bei gewerblich genutzten Gebäuden angewendet und wird auch als „Third-Party- Financing“ oder „Anlagenbau-Leasing“ bezeichnet.



Das Ziel dieser Contractingform ist die Optimierung der Betriebskosten bei Funktions- und Werterhalt der technischen Anlagen. Es beschränkt sich darauf, dass der Unternehmer für den Anlageneigentümer Aufgaben wie das Bedienen, Überwachen, Reparieren und Instandhalten von Energieanlagen übernimmt.

Technisches Anlagenmanagement deckt ähnlich wie das Finanzierungs-Contracting nur einen Teil der Leistungen aus dem Energieliefer-Contracting ab. Eigentümer der Energieerzeugungsanlage ist nicht der Contractor.

Die Leistungskomponenten des Contractors sind das Bedienen (Betätigen, Überwachen, Störungsbehebung) und das Instandhalten (Inspektion, Warten, Instandsetzen) für abgegrenzte technische Gewerke oder Anlagen. Technisches Anlagenmanagement ist damit mit einem Wartungsvertrag zu vergleichen, weshalb es auch als "Betriebsführungs-Contracting" oder „Technisches Facility-Management“ bezeichnet wird. Ergänzend zu einem klassischen Wartungsvertrag, dessen Inhalte keine kontinuierliche Optimierung des Anlagenbetriebes bzw. Anlageneinstellungen im Sinne einer auf die realen Nutzungsbedingungen eines Gebäudes abgestimmten Funktionsweise enthalten, werden diese Elemente in den Contracting-Vertrag aufgenommen.

Die Leistungsvergütung besteht aus einem zeitraumbezogenen Entgelt oder aus einem Entgelt nach Aufwand (Arbeitszeit und Material).

Die rechtlichen Grundlagen sind im Wesentlichen das allgemeine Vertragsrecht und das Mietrecht nach dem Vertrag über die genauen Leistungspflichten zwischen den beteiligten Parteien.

Diese Contracting-Form scheint sich besonders gut für die Liegenschaften der Hansestadt Anklam zu eignen, die mit Stadtwärme versorgt werden. Wichtig ist in diesem Zusammen die präzise Formulierung der Anforderungen und Bedürfnisse sowie die Überprüfung der Ergebnisse bspw. auch durch Temperaturmessungen in Beispielflächen und durch Abfragen der Objektnutzer zum Comfort.

4.5.2 *Intracting – Kommuneninternes Contracting*

Das Intracting stellt eine Sonderform des Contractings dar. Es wird auch kommuneninternes Contracting genannt. Dabei kann in den kommunalen Gebietskörperschaften Contracting intern geregelt werden. Hierbei tritt in der Regel der Fachbereich mit dem Themenbereich Gebäudewirtschaft/management als Contractor auf. Dieser verwaltet eigenständig ein für das Projekt vorgesehenes Budget. Dieses Budget wird einmalig oder über mehrere Jahre verteilt im Haushalt zur Verfügung gestellt, um Effizienzmaßnahmen zu finanzieren, die sich in kurzer Zeit amortisieren. Die Investitionen sollten innerhalb der berechneten Amortisationszeit durch die eingesparten Energiekosten gedeckt werden. Es ergibt sich somit ein 100 % Rückfluss der Investitionen und nach Ablauf der Amortisationszeiten entlasten die eingesparten Energiekosten dauerhaft den Haushalt. Beim Intracting werden wie beim Contracting die eingesparten Kosten genutzt, um Sanierungsmaßnahmen unabhängig von der jeweiligen Haushaltslage umzusetzen. Durch den internen Ablauf wird das Geld zur Finanzierung der Sanierung im Prinzip nur umgelagert.

Intracting kann auch mit kleinen finanziellen Mitteln bspw. aus dem Instandhaltungsbudget betrieben oder zuerst durch eine Pilotphase mit begrenzten Mitteln getestet werden. Diese Mittel können für die Finanzierung von kleineren Effizienzmaßnahmen (Austausch von ineffizienten Pumpen, Anbringen



von Türschließen, Installation von funkgesteuerten Thermostaten usw.) aufgewendet werden. Problematisch ist in diesem Fall die eindeutige Quantifizierung des Einflusses der jeweiligen Maßnahme auf den Energieverbrauch des gesamten Objektes, d.h. Feststellung der erreichten Energieeinsparung. Ein präzises Controlling mit einer entsprechenden Verbrauchserfassung kann hierbei zwar hilfreich sein, bei kleinen Maßnahmen können die erzielten Einsparungen jedoch in einem Bereich liegen, der sich nur unwesentlich auf den Gesamtverbrauch auswirkt und im Rahmen von ohnehin auftretenden Schwankungen untergehen kann. Insbesondere bei elektrischen Geräten können Verbrauchsmessgeräte eine gewisse Abhilfe schaffen. Der Einfluss eines Türstoppers auf den Wärmeverbrauch eines Objektes wird jedoch kaum präzise messbar sein. In solchen Fällen muss auf Schätzungen und pauschalierte Annahmen zurückgegriffen werden (z.B. angenommene Amortisationszeit von x Jahren).

Die sog. Fifty-Fifty-Projekte, die insbesondere in Schulen und Bildungseinrichtungen Anwendung finden, können für den Bereich der kleininvestiven Maßnahmen prinzipiell als besondere Form des Intractings wahrgenommen werden.

Im Gegensatz zu externen Finanzierungsmöglichkeiten entfallen beim Intracting Zinsen und Zuschläge für Wagnis und Gewinn. Weitere Vorteile dieses Finanzierungskonzepts sind die Entstehung von internem Know-how und eine Durchführung ohne Interessensdifferenzen zwischen verschiedenen Vertragsparteien. Zudem bleiben erwirtschaftete Gewinne in der Kommune.

Danebenstehen aber auch Nachteile, wie beispielsweise das interne notwendige Kapital und die interne Risikoübernahme, der durch die notwendigen Einsparungen zu erzielenden Ergebnisse. Zudem muss das relevante Knowhow in der Verwaltung vorhanden sein.

Diese Finanzierungsform ist für Kommunen interessant, wenn die Kosten für die Fremdfinanzierung höher sind, als die zu erwarteten Zinserträge aus dem Eigenkapital. Voraussetzung für das Intracting ist eine Stelle (Fachbereich), die mögliche Maßnahmen fachlich beurteilen kann und den Überblick über die Einsparpotentiale in der gesamten Verwaltung hat. Hierzu ist wiederum ein präzises und gut funktionierendes Controlling erforderlich.