

Klimaschutzteilkonzept für die SVIT-Gebäude in Bremen Schwachhausen-Vegesack

Abschlussbericht im Auftrag von Immobilien Bremen AÖR

Bremen, 30. September 2020

Auftraggeber



Immobilien Bremen AöR

Theodor-Heuss-Allee 14
28215 Bremen

Erstellt durch:



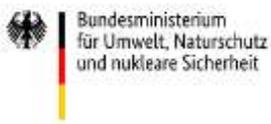
beks EnergieEffizienz

Am Wall 172/173
28195 Bremen
Tel.: 0421. 835 888 – 10
Fax: 0421. 835 888 – 25

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Ullrich Imkeller-Benjes
E-Mail: imkeller-benjes@beks-online.de

Gefördert durch:



**Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit**
aufgrund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages

und



Nationale Klimaschutz Initiative
Förderkennzeichen PTJ: 03K10732

Inhalt

1.	Zusammenfassung.....	6
2.	Vorbemerkung	9
3.	Aufgabenstellung.....	11
4.	Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse.....	12
4.1.	Technische Randbedingungen Bestimmung Einsparpotenzials..	14
4.2.	Wirtschaftliche Rahmendaten Bestimmung Einsparpotenzials.....	16
4.3.	CO ₂ -Emissionsfaktoren.....	19
5.	Zusammenfassung der Energieverbräuche, der Energiekosten und der CO ₂ -Emissionen im Ist-Zustand	20
5.1.	Gesamtenergiebedarf.....	20
5.2.	CO ₂ -Emissionen	20
5.3.	Energiekosten	21
5.4.	Energieträgeraufteilung.....	22
5.5.	Energiekennwerte	22
5.6.	Lastganganalyse des elektrischen Strombezuges.....	24
6.	Zustand der Gebäudehüllen und -technik.....	28
6.1.	Baukörper	28
6.2.	Haustechnik	31
6.3.	Lüftungstechnik.....	33
6.4.	Warmwassertechnik	33
6.5.	Beleuchtung.....	34
6.6.	Nutzung regenerativer Energien / Kraft-Wärme-Kopplung.....	35
7.	Maßnahmen	37
7.1.	Maßnahmen insgesamt	39
7.2.	Energieeinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen.....	40
7.3.	CO ₂ -Einsparung bei Umsetzung der Maßnahmen.....	43
7.4.	Kosteneinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen	44
7.5.	Investitionen Maßnahmen.....	44
8.	Zusammenfassung: Energieverbrauch, Energiekosten und CO ₂ -Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen	45

8.1. Übergeordnete Energiespar-Maßnahmen.....	48
9. Alternative Finanzierung von Energiespar-Maßnahmen.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angenommene Faktoren für die Witterungskorrektur.....	13
Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016).....	20
Abbildung 3: CO ₂ -Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand.....	21
Abbildung 4: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr.....	21
Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden.....	22
Abbildung 6: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand.....	23
Abbildung 7: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand.....	23
Abbildung 8: Jahresdauerlinie der Kippenberg-Gymnasium Grundlast von 15 kW.....	24
Abbildung 9: Jahresdauerlinie des Schulzentrums Vegesack, der OS Lerchenstraße und Bürgerhaus Vergesack mit einer Grundlast von 10 bis 20 kW.....	25
Abbildung 10: Jahresdauerlinie der Schule an der Gete, Herman Böse-Gymn und Sonderschule Fritz Gansberg Str.....	26
Abbildung 13: Wochen-Profil des SZ Vegesack.....	27
Abbildung 14: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität.....	29
Abbildung 15: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität.....	29
Abbildung 16: energetische Fensterqualitäten.....	30
Abbildung 17: Kesselaltersstruktur.....	31
Abbildung 18: energetische Qualität der Umwälzpumpen.....	32
Abbildung 19: Anteile der Leuchtmittelkategorien.....	35
Abbildung 20: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken.....	39
Abbildung 21: Energie-Einsparpotenziale nach Maßnahmengruppen.....	40
Abbildung 22: Energie-Einsparpotenzial bei kurzfristigen Maßnahmen.....	41
Abbildung 23: Energie-Einsparpotenzial bei mittelfristigen Maßnahmen.....	42
Abbildung 24: Energie-Einsparpotenzial bei langfristigen Maßnahmen.....	42
Abbildung 25: CO ₂ -Einsparpotenzial nach Maßnahmengruppen.....	43
Abbildung 26: Kosteneinsparpotenzial nach Maßnahmengruppen.....	44
Abbildung 27: Energieverbrauch (Wärme & Strom) Liegenschaften Soll-Zustand.....	46
Abbildung 28: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern.....	46
Abbildung 29: CO ₂ -Einsparpotenzial je Gebäude.....	47
Abbildung 30: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude.....	47
Abbildung 31: Funktionsprinzip Energiespar-Contracting.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen	7
Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Vegesack und Schwachhausen	10
Tabelle 3: Soll U-Werte für Maßnahmen am Baukörper gemäß Energierichtlinie Bremen, Entwurf vom 30.05.2016	15
Tabelle 4: Angenommene Heizgradstunden und spezifisches Einsparpotenzial für Maßnahmen am Baukörper.....	15
Tabelle 5: Der Untersuchung zugrunde gelegte Arbeitspreise und Teuerungsraten	16
Tabelle 6: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen	16
Tabelle 7: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle	17
Tabelle 8: Maßnahmenkosten für Heizung und TGA Ausrüstung.....	18
Tabelle 9: Übersicht der angenommenen CO ₂ -Faktoren	19
Tabelle 10: Zusammenfassung der Maßnahmen	44
Tabelle 11: Investition nach Maßnahmengruppe.....	45

1. Zusammenfassung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes für die eigenen Liegenschaften im Stadtteil Bremen Vegesack und Schwachhausen beantragt (Förderkennzeichen O3K10732). Die BEKS EnergieEffizienz GmbH (im Folgenden beks) wurde im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes damit beauftragt, insgesamt 46 Gebäude in 21 Liegenschaften in den beiden Stadtteilen zu untersuchen und Einsparpotenziale zu identifizieren. IB verfolgt damit das Ziel, für alle städtischen Liegenschaften Bremens einen Sanierungsfahrplan zu erarbeiten, mit dem perspektivisch eine Reduzierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050 um 80% erreicht werden kann.

Im Rahmen der Bearbeitung musste die Anzahl der Klimaschutzteilkonzepte auf 43 Gebäude in 20 Liegenschaften reduziert werden.

- Zwei Hausmeisterhäuser (G1413 und G1760) stehen kurz vor dem Abriss
- Ein ehemaliges Hausmeisterhaus (G0962) wurde zwischenzeitlich zu einer Passivhauskita umgebaut

Die untersuchten Gebäude wurden anhand folgender Aspekte analysiert:

- ✓ Analyse der aktuellen Energieverbrauchssituation mit Bewertung
- ✓ Bestandsaufnahme der energierelevanten Gebäudekomponenten (Baukörper und Haustechnik) mit baulicher und energetischer Bewertung
- ✓ Erfassung der aktuellen Energiemonitoring-/Energiemanagementsituation
- ✓ Entwicklung von energiesparenden Maßnahmen mit Wirtschaftlichkeits- und CO₂-Einsparberechnung
- ✓ Klassifizierung der Maßnahmen in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen.

Die Leistungen wurden im Zeitraum Februar bis September 2020 erbracht. Als Ergebnis werden 43 Einzelberichte und eine zusammenfassende Betrachtung „Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Schwachhausen und Vegesack“ (dieser Bericht) abgegeben.

Die von Immobilien Bremen angegebene Bruttogeschossfläche der untersuchten Gebäude liegt bei 93.800 m². Die Nettogeschossfläche wurde zu 74.400 m² NGF berechnet.

Es wurden insgesamt 236 Maßnahmen behandelt und bezüglich der Umsetzungsempfehlung klassifiziert. Das Ergebnis ist in der Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Die jährlichen Energiekosten können bei Umsetzung aller Maßnahmen um

68 %, der Energieverbrauch um 43 % und der CO₂-Ausstoß um 76 % gesenkt werden. Die Investitionskosten für die Umsetzung der 308 Maßnahmen wurden grob mit 19,7 Mio. Euro berechnet.

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitionen	Kosteneinspar.	Energieeinsparung	CO ₂ -Reduktion
		€	€/a	kWh/a	t/a
kurzfristig	61	874.000	305.000	204.000	375
mittelfristig	98	8.065.000	98.000	2.225.000	1.416
langfristig	77	7.763.000	529.000	1.701.000	405
Summe	236	16.702.000	932.000	4.130.000	2.196
Ist-Zustand			777.000	9.646.000	2.891
rel. Einsparpotenzial			68%	43%	76%

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet; Die Einsparung übersteigt die Ist-Kosten aus zwei Gründen – jährliche Kosteneinsparung als Mittelwert über den Betrachtungszeitraum, incl. Energiepreissteigerung; Eigenerzeugungsanlagen generieren durch Stromspeisung ins öffentliche Netz zusätzliche Erlöse)

Neben der Empfehlung, die energiesparenden Maßnahmen im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für alle Liegenschaften der IB umzusetzen, möchten wir folgende nächste Schritte empfehlen:

- ✓ Die von IB gelieferten Gebäudeflächen (BGF) stimmen häufig nicht mit den beheizten Flächen überein. Unbeheizte Kellerflächen und z. B. nicht ausgebaute Dachbodenflächen werden mitgezählt. Dieses führt bei der Ermittlung und dem Vergleich von Energiekennwerten zu falschen Werten und Einschätzungen. Es wird empfohlen, die Flächen dahingehend zu überprüfen, dass nur beheizte Flächen verwendet werden (=Energiebezugsfläche).
- ✓ Die für den Fall einer gemeinsamen Heizzentrale oder eines Stromanschlusses bei IB verwendete Aufteilung der Energieverbräuche auf die angeschlossenen Gebäude/ Liegenschaften sollte für die Fälle, dass keine Untertähler vorhanden sind, überprüft werden. Eine reine Aufteilung nach Fläche führt bei Gebäuden mit unterschiedlicher Nutzung oder unterschiedlichem Gebäudestandard zu Fehlinterpretationen.
- ✓ In Gebäuden mit Gebäudeleittechnik und Fernbedienung muss die Verantwortlichkeit für die Bedienung unbedingt eindeutig geklärt sein. In einigen Gebäuden wurden hier Unstimmigkeiten festgestellt. Wir empfehlen, dass die Hausmeister zuständig sind. Diese wissen, was in den Gebäuden hinsichtlich Nutzung und Betrieb läuft. Sofern die Hausmeister nicht das erforderliche Wissen haben, müssen sie geschult und sensibilisiert werden. Die „Zentrale“ kann Strichproben machen und die Hausmeister unterstützen (Backstopping).

- ✓ Für die Gebäude, für die kurz- und mittelfristig eine Photovoltaikanlage empfohlen wird, sollte die Dachstatik dahingehend überprüft werden, ob die Montage einer PV-Anlage möglich ist. Gleichzeitig sollte die Dachhaut so saniert worden sein, dass sie mindestens 20 Jahre ohne weitere Sanierung genutzt werden kann.
- ✓ Die Altersstruktur der vorhandenen Kesselanlagen zeigt eine Überalterung. Es sollte ein Kesselsanierungsprogramm aufgelegt werden, mit dem alle Kessel, die älter als 20 Jahre sind, zeitnah erneuert werden.
- ✓ Es sind Brennwertkessel vorhanden, die aber aufgrund der Witterung zum Zeitpunkt der Vorort-Begehung (außerhalb der Heizperiode) diesmal nicht stichprobenartig hinsichtlich der quantitativen Kondensatmenge untersucht werden konnten.

Die Einschätzung* und Messung aus den anderen Teilschutzkonzepten (z.B. Blumenthal) hinsichtlich der ungenügenden oder kaum vorhandenen Brennwertnutzung wird auch in dieser Untersuchungsrunde geteilt. Aufgrund des diesmaligen Zeitraumes (Apr bis Sep) war eine Einschätzung der Brennwert-Nutzung aufgrund der Witterung nicht sinnvoll. Daher wäre ein Brennwert-Check bei ausgewählten Anlagen durchaus sinnvoll, um sicherzustellen, dass auch bei den folgend aufgeführten Heizzentralen eine Brennwert-Nutzung erfolgt.

- ✓ Es gibt eine Vielzahl von 5 l Untertisch-Warmwasserbereiter. Der Austausch gegen 230 V Durchlauferhitzer ist wirtschaftlich und ökologisch interessant. Alle Speicher an Waschtischen, an denen eine Warmwassertemperatur von 35 °C ausreicht, sollten in einem Austauschprogramm „5 l Boiler“ gegen Kleinst-Durchlauferhitzer ersetzt werden.
- ✓ Alle noch vorhandenen Glüh- und Halogenlampen sowie Quecksilberdampflampen (im Außenbereich) sollten gegen LED-Lampen getauscht werden.

Mit den Ergebnissen der gebäudebezogenen Einzelberichte und den parallel von anderen Büros erstellten Konzepten liegen alle Informationen vor, die für die Entwicklung einer zielgerichteten Energiespar- und Umweltschutzstrategie für die behandelten öffentlichen Gebäude Bremens erforderlich sind. Die Umsetzung einer solchen Strategie ermöglicht hohe Einsparungen und kann einen relevanten Beitrag zur Umweltentlastung in Bremen leisten.

Für die Umsetzung der Maßnahmen wird die Schaffung einer oder mehrerer Klimaschutzmanagementstellen empfohlen. Diese werden aktuell vom Bundesumweltministerium im Rahmen der Nationale Klimaschutz Initiative gefördert.

2. Vorbemerkung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes für die eigenen Liegenschaften in den Stadtteilen Bremen Schwachhausen und Vegesack beantragt (Förderkennzeichen O3K10732). Die BEKS EnergieEffizienz GmbH (im Folgenden beks) wurde im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes damit beauftragt, insgesamt 46 Gebäude in 21 Liegenschaften in den beiden Stadtteilen zu untersuchen und Einsparpotenziale zu identifizieren. Im Rahmen der Bearbeitung musste die Anzahl der Klimaschutzteilkonzepte auf 43 Gebäude in 20 Liegenschaften reduziert werden. Auf der Basis von gebäude- und liegenschaftsindividuellen Konzepten soll ein strategischer Sanierungsfahrplan eine übergreifende strategische Orientierung aufzeigen, um unter wirtschaftlichen, werterhaltenden und nutzungsorientierten Aspekten eine effektive Sanierung und langfristig zweckmäßige Gebäudebewirtschaftung sicher zu stellen. Gleichzeitig besteht der Wunsch, möglichst nah an die gesteckten Klimaschutzziele heranzukommen.

Bei der Bewirtschaftung der öffentlichen Liegenschaften legt Immobilien Bremen auch bei der „üblichen“ Projektbearbeitung großen Wert darauf, Energieverbräuche und Energieverbrauchskosten sowie den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Diese Zielsetzung ist eingebettet in den European Energy Award (EEA) Bremens und das Bremische Klimaschutzgesetz, das sich inhaltlich an den Klimaschutzzielen des Bundes orientiert.

Eine Erfassung der Energieverbräuche wurde bereits vor geraumer Zeit eingeführt, in die aber noch nicht alle Liegenschaften bzw. Gebäude einbezogen sind. Im Rahmen von Bauunterhalt / Sanierung oder durch Förderprojekte werden gebäudebezogene sowie gebäudeindividuelle Effizienzprojekte aufgelegt (Einsatz LED, Hocheffizienzpumpen, BHKW). Dabei können aufgrund fehlender Angaben von Emissionsfaktoren in direkter Verbindung mit den gebäudebezogenen Verbrauchsdaten oder der Verknüpfung mit korrespondierenden Preisen die Projekte/ Maßnahmen bislang nicht ergebnisbezogen auf Erfolg nachgehalten werden, weshalb nun ein strategischer Sanierungsfahrplan erarbeitet werden soll. Dieser soll eine strukturierte und zukunftsfähige Ausrichtung von Entscheidungen und Vorgehensweisen zur Liegenschaftsentwicklung ermöglichen, die über kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmenumsetzung auf der Basis wirtschaftlicher Priorisierung den Werterhalt der Gebäude sichert und eine weitestgehend klimaneutrale Bewirtschaftung ermöglicht.

Die Erstellung der Klimaschutzteilkonzepte wird im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) gefördert nach der Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Kommunalrichtlinie). Diese Förderrichtlinie gibt die Inhalte der Konzepterstellung vor.

Nachfolgend sind die ursprünglich beauftragten 46 Gebäude incl. der gestrichenen Gebäude aufgeführt:

Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Vegesack /Schwachhausen
(Gesamtfläche ohne die gestrichenen Gebäude)

SVIT-Gebäude Schwachhausen Vegesack Immobilien Bremen AÖR		G-Code	Baujahr	BGF	NGF		
Gebäude	Liegenschaft			in m ²	in m ²		
1	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1288	1955	4.734	4.094		
2	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1289	1968	5.666	5.087		
3	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1291	1955	248	187		
4	Gerhard-Rohlfs-Oberschule - Dep. Kirchheide	G1296	um 1900	2.764	2.144		
5	Gerhard-Rohlfs-Oberschule - Dep. Kirchheide	G1297	um 1900	472	150		
6	Gerhard-Rohlfs-Oberschule - Dep. Kirchheide	G1298	1912	1.402	816		
7	Bürgerhaus Vegesack	G1299	1976	6.982	5.693		
8	Oberschule an der Lerchenstraße	G1411	1974	8.787	7.820		
9	Oberschule an der Lerchenstraße	G1412	1974	1.831	1.665		
	Oberschule an der Lerchenstraße (Hausmeisterhaus)	G1413	1974	193		gestrichen	
10	Schule Alt-Aumund	G1757	1907	1.566	1.199		
11	Schule Alt-Aumund	G1758	1975	2.563	2.281		
12	Schule Alt-Aumund	G1759	1975	585	521		
	Schule Alt-Aumund (Hausmeisterhaus)	G1760	1954	150		gestrichen	
13	Kindertagesheim Schönebeck	G1830	1956, 1993	560	430		
14	Kindertagesheim Grohn	G2045	1847, 1974	1.513	987		
15	Kindertagesheim Grohn	G2046	ca. 1970er	231	219		
16	Schule Am Wasser	G2047	1973	5.066	3.921		
17	Schule Am Wasser	G2048	1978	605	551		
18	Stadion Vegesack	G2114	1940	469	397		
19	Freiwillige Feuerwehr Vegesack	G2193	1854	1.192	906		
20	Kindertagesheim Schönebecker Straße	G2290	ca 1997	410	304		
21	Schule Hammersbeck	G3060	1887	632	474		
22	Altes Lagerhaus	G4249	1800	1.133	825		
23	Schule an der Gete / Georg-Droste-Schule	G0392	1957 und 1963	2.948	1.829		
24	Schule an der Gete / Georg-Droste-Schule	G0393	1972/1973	1.850	1.604		
25	Schule an der Gete / Georg-Droste-Schule	G0394	1973	567	460		
26	Schule an der Carl-Schurz-Straße	G0782	1913	3.248	2.267		
27	Schule an der Carl-Schurz-Straße	G0783	1968	609	609		
28	Schule an der Freiligathstraße	G0934	1959	1.140	953		
29	Schule an der Freiligathstraße	G0935	1959	2.751	2.332		
30	Schule an der Freiligathstraße	G0936	1966	670	610		
31	Schule an der Freiligathstraße	G0937	1959	225	92		
32	Sonderschule Fritz-Gansberg-Straße	G0960	1975	3.727	2.858		
33	Sonderschule Fritz-Gansberg-Straße	G0961	1974	566	514		
	Sonderschule Fritz-Gansberg-Straße (eheim. Hasu)	G0962	1975	253		gestrichen	
34	Kindertagesheim Fritz-Gansberg-Str.	G0963	1974	1.234	929		
35	Hermann-Böse-Gymnasium	G1140	1905	11.731	8.402		
36	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1861	1975	3.167	2.657		
37	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1862	1968 und 1978	3.087	2.562		
38	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1863	1912	2.117	951		
39	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1864	1957/1958	706	618		
40	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3083	1977	776	694		
41	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3084	1977	780	694		
42	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3086	1955	1.670	1.352		
43	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3087	1955	813	730		
Summe					94.386	74.388	
				BGF korrigiert	93.790		

Unter den 46 ursprünglich beauftragten Gebäuden waren drei Gebäude bei denen eine Begehung nicht zweckmäßig gewesen wäre:

- Zwei Hausmeisterhäuser (G1413 und G1760) stehen kurz vor dem Abriss
- Ein ehemaliges Hausmeisterhaus (G0962) wurde zwischenzeitlich saniert und wird jetzt als Wirtschaftsgebäude des Passivhaus-Neubaues des KUFZ Fritz Gansberg Str. (G0962) genutzt.

Die Ursprüngliche BGF hat sich daher von 94.400 m², um ca. 600 m² auf 93.800 m² reduziert. Die NGF ergibt sich dabei zu rund 74.400 m².

3. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes, SVIT-Gebäude in Bremen Vegesack und Schwachhausen wurde für 43 Gebäude mit insgesamt 93.800 m² (BGF) eine energetische Untersuchung nach folgenden Kriterien und unter folgender Aufgabenstellung untersucht:

Baustein 1: Energiemanagement/ Basisdatenbewertung:

- ✓ Erfassung bzw. Ergänzung fehlender Gebäudedaten
- ✓ Erarbeiten von Kennzahlen und deren Vergleich zur Einordnung bzw. Schlussfolgerung bezüglich des Gebäudezustands
- ✓ Darstellen von Minderungspotenzialen (Verbrauchswerte in MWh der jeweils eingesetzten Medien)
- ✓ Grobe Aussagen zu notwendigen Sanierungsmaßnahmen (technisch und notwendige Investitionskosten)
- ✓ Grobe Aussagen zu möglichen Effizienzmaßnahmen (technisch und notwendige Investitionskosten)

Baustein 2: Gebäudebewertung

- ✓ Datenerhebung vor Ort (techn. Gebäudeausrüstung, überschlägige Hüllflächenannahme)
- ✓ Hüllflächenbewertung anhand von Typologien
- ✓ Bedarfsberechnung nach vereinfachtem Verfahren (möglicher Abgleich mit Verbrauchswerten)
- ✓ Prüfung hinsichtlich möglichem Einsatz erneuerbarer Energien
- ✓ Entwicklung gebäudebezogener Sanierungskonzepte hinsichtlich:
 - Darstellung Sanierungsoptionen mit Bewertung der Priorität und des Energieeinsparpotenzials (Menge MWh)
 - Ableitung strategischer Empfehlungen zu kurz-, mittel- oder langfristigen Maßnahmen

- ✓ Darstellung Sanierungsoptionen in einem übersichtlichen Maßnahmenkatalog mit optimaler zeitlicher Abfolge als Grundlage für die Umsetzung durch einen Klimaschutzmanager
- ✓ (vereinfachte) Ermittlung von Investitionskosten (z.B. auf Basis von Kostenkatalogen)
- ✓ Entwicklungskonzept für den im vorliegenden Teilkonzept erfassten Gebäudebestand

Grundlage der energetischen Analyse im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes bildete:

- ✓ Die Datenübermittlung zu den Gebäuden durch Immobilien Bremen in Form von Flächen- Verbrauchsangaben und Angaben zur technischen Gebäudeausrüstung
- ✓ Informationen von Immobilien Bremen zu Bauteilmaterialien, erfolgten Sanierungsmaßnahmen und Informationen zur technischen Gebäudeausrüstung (TGA)
- ✓ Strom- und Gas-/Fernwärmelastgangdaten, sofern diese vorlagen
- ✓ solartechnische Bewertung der Dachflächen der untersuchten Liegenschaften aus dem Solarkataster Bremen
- ✓ Datenaufnahme Vorort durch beks, immer gemeinsam mit dem Hausmeister bzw. Haustechniker: Grundrisspläne der Gebäude, Datenabgleich und ergänzende Datenaufnahme in Zusammenarbeit mit den Hausmeistern/Haustechnikern

Bei den Liegenschaften handelt es sich um Schulen und Sporthallen, Kindertagesstätten, Amtsgebäude und Kultur- und Freizeitstätten, sowie eine freiwillige Feuerwehr.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Gebäudebegehungen zusammenfassend dargestellt. Die detaillierten Ergebnisse zu den Einzelgebäuden sind in den jeweiligen Einzelberichten dargestellt, die als Anlagen dieser Zusammenfassung folgen.

4. Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse

Für die Energieanalyse wurde die IST-Situation der Liegenschaften anhand der Energieverbrauchsdaten von 2014, 2015 und 2016 bewertet. Zwar lagen bereits Verbrauchsdaten für die Jahre 2017 und 2018 vor, aus Gründen der Vergleichbarkeit aller erstellten Konzepte sind aber die Jahre 2014-16 als Grundlage herangezogen worden. Die Verbrauchsdaten wurden von den Nutzern abgelesen. Dabei ist zu beachten, dass nicht immer am 30./31. oder 01. eines Monats abgelesen wird und auch das Datum des Ablesens nicht dokumentiert wird, so dass eine nachträgliche Korrektur der Verbrauchsdaten nicht möglich ist.

Außerdem haben einige der Liegenschaften nur einen Wärme- oder Stromzähler oder ein Teil der Gebäude wird durch ein anderes Gebäude mitversorgt. Die fehlende Unterzählung erschwert die Erstellung einer rechnerischen Energiebilanz der Einzelgebäude. Damit ist die Ermittlung des Einsparpotenzials nur stark vereinfacht möglich. Die vereinfachte Ermittlung einer Einzelmaßnahme im Bereich der Gebäudehüllfläche wird mit geschätzten Bauteilflächen, deren U-Wert (vor/nach Sanierung) und einem Faktor der Heizgradtage, -unterteilt nach "vollbeheizt", "teilbeheizt" oder „bei Frostfreihaltung“- ermittelt.

Um die Verbrauchsdaten von den drei Jahren vergleichen zu können, wurden diese witterungsbereinigt. Für diese Korrektur wurden die folgenden Faktoren zugrunde gelegt:

Witterungskorrektur			
GTZ DWD HB Flughafen	2014	2015	2016
langj. Mittel (2007 - 2016)	3.098	3.390	3.402
Faktor	3.478	3.478	3.478
	1,12	1,03	1,02
WW-Bedarf für Witterungsbereinigung			
kleine Sporthalle		5 %	
große Sporthalle		15 %	
Kita		15 %	

Abbildung 1: Angenommene Faktoren für die Witterungskorrektur

Für den Vergleich der Liegenschaften wird die Energiebezugsfläche benötigt. In den von Immobilien Bremen zur Verfügung gestellten Daten ist die Bruttogrundfläche aufgeführt. Diese Angaben wurden anhand der Grundrisspläne überprüft. Bei dem Gebäuderundgang vor Ort konnte erhoben werden, welche Bereiche der Liegenschaft tatsächlich beheizt bzw. mit Strom versorgt werden. Daher werden die Flächen im Bericht in voll beheizte (> 19°C) und teilbeheizte Bereiche (<19°C) sowie frostfreie nicht beheizte Bereiche aufgeteilt. Aus den voll- und teilbeheizten Flächen wurde mit Hilfe eines Flächenumrechnungsfaktors die Energiebezugsfläche bestimmt. Hierbei ergeben sich teilweise Abweichungen zu den von Immobilien Bremen gelieferten Daten, da dort in einigen Fällen nicht beheizte Flächen mitberücksichtigt wurden.

Ein genaues Aufmaß der Bauteilflächen (insbesondere der Fenster) war im Rahmen der Vorortbegehung nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar. Diese wurden abgeschätzt und anhand einzelner Abmessungen hochgerechnet.

Die Einstufung der wärmetechnischen Qualität (der U-Wert) der Bauteile erfolgte anhand der Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand (EnEV Typologie) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 07. April 2015. Nach Inaugenscheinnahme der vorhandenen bzw. nachträglich erfolgten Wärmedämmung wurden die U-Werte entsprechend angepasst. Damit ist für eine erste Analyse eine hinreichende Einstufung der Bauteile bezüglich des Handlungsbedarfs möglich.

Die Handlungsempfehlungen beinhalten mit dem baulichen und energetischen Handlungsbedarf zwei Bewertungskategorien, die nach dem Ampel-Farben-Prinzip bewertet werden:

Bewertung des Handlungsbedarfes	hoch	mittel	gering
Kategorie "baulicher" Handlungsbedarf	A	B	C
Kategorie "energetischer" Handlungsbedarf	1	2	3

Die Einteilung in hohen, mittleren und geringen Handlungsbedarf macht die Priorisierung der Maßnahmen deutlich. Durch die Einteilung in baulichen und energetischen Handlungsbedarf ist in den Endberichten der Liegenschaften auch erkennbar, dass beispielsweise an einigen Stellen baulich eine Anlage in sehr schlechtem Zustand ist, obwohl sie aus energetischer Sicht noch annehmbar ist.

Die Maßnahmen werden außerdem unterschieden in Maßnahmen am Baukörper und Maßnahmen an der Anlagentechnik. Folgende Energieverbraucher konnten identifiziert werden:

- ✓ Heizungswärme Wärme
- ✓ Prozesskälte Strom
- ✓ Beleuchtung Strom
- ✓ Informations-/Kommunikationstechnik Strom
- ✓ Antriebe, Motoren, Pumpen Strom
- ✓ Lüftungsanlagen Strom/Wärme

4.1. Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials

Für Maßnahmen am Baukörper wurden die in der Bremer Energierichtlinie genannten U-Werte als Basis für die Bestimmung der Ziel-U-Werte verwendet. Diese sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3: Soll U-Werte für Maßnahmen am Baukörper gemäß EnerGierichtlinie Bremen, Entwurf vom 30.05.2016

Zeile	Bauteil	U _{max} -Wert	
		für Gebäude oder Zonen von Gebäuden mit Innentemperaturen von	
		≥ 17 °C	12 bis < 17 °C
		W / (m ² K)	
1	Außenwände	0,18	0,25
2 a	Außenliegende Fenster, Fenstertüren ¹	1,2	1,2
2 b	Dachflächenfenster ²	1,3	1,3
2 c	Verglasungen ³	1,0	1,0
3 a	Dachflächen (Steildach), einschl. Gauben	0,18	0,25
3 b	Dachflächen mit Abdichtung (Flachdach)	0,12	0,20
3 c	Decken gegen unbeheizte Dachräume	0,12	0,20
3 d	Wände gegen unbeheizte Dachräume	0,18	0,25
4 a	Wände und Decken gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	0,25	0,30
4 b	Fußbodenaufbauten ⁴	0,25	0,30
4 c	Decken nach unten an Außenluft	0,18	0,25

* siehe Hinweis

Hinweis zu 2a+A116: abweichend von der Bremer EnerGierichtlinie ist der Einsatz einer 3fach Wärmeschutzverglasung in vielen Fällen sinnvoll und langfristig gesehen auch wirtschaftlich (z.B. Voraussetzung bei einer KfW-Förderung). Als U_w kann hier <= 0,95 W/m²K angesetzt werden.

Um die Brennstoffeinsparung zu berechnen, die sich durch eine Maßnahme am Baukörper ergibt, wurde das Bauteilverfahren verwendet. Danach errechnet sich die Brennstoffeinsparung wie folgt:

$$\text{Brennstoffeinsparung } Q_B = A_{\text{Bauteil}} \times (U\text{-Wert}_{\text{IST}} - U\text{-Wert}_{\text{verbessert}}) \times \text{Heizgradtage} \times \text{Teilbeheizungsfaktor} / \text{Jahresnutzungsgrad}$$

Auf Grundlage von Bremer Wetterdaten wurde unter Berücksichtigung einer Teilbeheizung bzw. Wochenendabsenkung Heizgradstunden für die Berechnung der Heizenergieeinsparung herangezogen. Für den Austausch von Fenstern wurden zusätzlich Änderungen des g-Wertes der Verglasung berücksichtigt und ausgewiesen. Folgende Heizgradtage wurden verwendet:

Tabelle 4: Angenommene Heizgradstunden und spezifisches Einsparpotenzial für Maßnahmen am Baukörper

Heizgrad-Std / spezif. Einsparpotenzial

		19 bis 20 °C	17 bis 18°C	
AW und DE/DA	Heizgradstunden	72	62	kKh/a
FB & Keller	Heizgradstunden	36	31	kKh/a
Fenster	Iso gegen WSG 1,3	136	118	kWh/m ² /a
mit 2f WSVG	1-fach gegen WSG 1,3	293	254	kWh/m ² /a
Fenster	Iso gegen WSG 0,9	157	136	kWh/m ² /a
mit 3f WSVG	1-fach gegen WSG 0,9	315	273	kWh/m ² /a

4.2. Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials

Um eine Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen zu geben, wurden die von Immobilien Bremen vorgegebenen Arbeitspreise und Teuerungsraten der Energieträger zugrunde gelegt. Für die Ermittlung der Einsparungen und der wirtschaftlichen Bewertung der Maßnahmen werden langfristige Energiepreise angenommen, siehe folgende Abbildung:

Tabelle 5: Der Untersuchung zugrunde gelegte Arbeitspreise und Teuerungsraten

Wirtschaftliche Rahmendaten

Arbeitspreis	Preis- steigerung			CO ₂ -Faktoren			
	IST (brutto) Bewertung für IST-Zustand	Teuerung* in %/a	langfristig** Bewertung von Maßnahmen				
Strom	23,50	3,0	31,57	ct/kWh	Strom	708	kg/MWh
Erdgas (Hs)	4,00	4,0	5,96	ct/kWh Hs	Erdgas	182	kg/MWh Hs
Erdgas	4,43		6,60	ct/kWh Hi	Erdgas	202	kg/MWh Hi
Heizöl	5,50	7,0	11,27	ct/kWh Hi	Heizöl	266	kg/MWh Hi
Fernwärme	7,24	4,0	10,78	ct/kWh Hi	Fernwärme	163	kg/MWh Hi

* gemäß Energierichtlinie Bremen Entwurf vom 30.5.2016

** Bei wirtschaftlicher Bewertung der Maßnahmen wird von einem mittleren zukünftigen Energiepreis ausgegangen, daher kann u.U. eine rel. Energiekosteneinsparung geg. IST-Zustand von über 100% entstehen

Als Quelle für die Nutzungsdauern der Maßnahmen wurde, wie auch bei den Teuerungsraten, die Bremer Energierichtlinie (Entwurf vom 30.05.2016) verwendet. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt. Bei Maßnahmen im Bereich der Anlagentechnik wird auf die VDI 2067 verwiesen. PV-Anlagen sind in der VDI 2067 nicht aufgeführt, hier werden 20 Jahre angenommen.

Tabelle 6: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen

Maßnahme	Nutzungsdauer
Maßnahmen am Baukörper	30 Jahre
Maßnahmen Anlagentechnik	Nach VDI 2067
Festlegung gemäß VDI 2067	
Kessel, Verteiler etc.	20 Jahre
Thermostatventile	15 Jahre
Umwälzpumpen	10 Jahre
Warmwasserbereitung	20 Jahre
BHKW	15 Jahre
PV-Anlage	20 Jahre (kennt VDI nicht)
Lüftungsanlagen	20 Jahre (in Anlehnung an VDI)
Regelungstechnik	15 Jahre
Beleuchtung	20 Jahre

Außerdem wurden die Investitionskosten mittels spezifischer Kostenansätze in Abstimmung mit IB und aus Erfahrungen aus Bremer Förderprogrammen zu Grunde gelegt. Folgende Kosten wurden für die Umsetzung einer Maßnahme zu Grunde gelegt:

Tabelle 7: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle

	U-Wert W/m ² K	Kosten brutto €/m ²
Außenwand		
Kerndämmung	0,53	18,00
WDVS (040)	0,18	180,00
Fenster		
Fenster/Fenstertüren	0,95	600,00
Dach		
Dachschrägen	0,14	220,00
Oberste Geschosdecke	0,12	80,00
Flachdächer	0,12	200,00
Kellerdecken		
Kellerdecken	0,25	140,00
Decken nach unten an Außenluft	0,18	200,00

Tabelle 8: Maßnahmenkosten für Heizung und TGA Ausrüstung

Gas-Brennwert-Kessel

Leistungsbereich in kW	Leistungsbereich				
	< 30 kW	< 80	< 300	> 300	
Sanierung Kessel	€/kW	250,00	200,00	175,00	175,00
Formel	$407,87 \cdot kW^{-0,152}$				

Regelung

Strangregelung einfach	€/Strang	900,00
DDC-Regelung		
4 HKs	€	20.000,00
zus. HK	€	750,00

Heizkreisverteiler pro Strang

Mischer, Strang-Differenzdruckregler,		
Armaturen Dämmung,	€/Strang	3.000,00
nur Dämmung	€/Strang	750,00

Hocheffizienz-Pumpen

	klein	mittel	groß
€/Stck.	500,00	1.500,00	2.200,00

Nachrüstung voreinstellbare Thermostatventile

Thermostatventile	pro Heizkörper	70,00 EUR/Stk
Berechnung hydraulischer Abgleich	pro Heizkörper	35,00 EUR/Stk
Summe		105,00 EUR/Stk

WW-Bereitung

Frischwasserstation mit Speicher	10.000,00 EUR/Stk
Zirkul-Pumpe als Hocheffizienzpumpe	350 EUR/Stk

Lüftungsanlagen

Abbau alte Anlage	Pauschale Schätzung						
Leistungsbereiche	600 m³/h	1500 m³/h	2500 m³/h	5000 m³/h	10.000 m³/h	15.000 m³/h	
Einsatzbereiche	dezentral ein Klassenraum		Kita 4 Gruppen				
Kompaktgerät mit WRG	4.500	12.000					EUR Brutto
Großgeräte in Modulbauweise			15.000	20.000	28.000	35.000	EUR Brutto
Lüftungs-Kanalnetz erneuern	Pauschale Schätzung						

Motoren und FU	Leistung	1 kW	2 kW	4 kW	5 kW
Lüfter-Motoren gegen EC-Motoren nachrüsten					
FU nachrüsten					

BHKW	$Kosten/kW = 5438 \cdot P_{el}^{-0,351} \cdot P_{el}^{*1,45 \cdot 1,15}$	netto
-------------	--	-------

PV-Systemkosten = komplett mit Modulkosten/ Wechselrichter / Blitzschutz / Schaltschrank / Montage

Anlagen-Klassen	< 5 kWp	< 10 kWp	10 bis 40 kWp	bis 100 kWp
spezif. Kosten pro kWpeak (brutto)	2.150,00	1.900,00	1.550,00	1.400,00
KostenfunktionPV	PV Kosten (Ppeak) = 2607 x Ppeak ^{-0,14}			

Folgende Kosten wurden für Beleuchtungsmaßnahmen angesetzt:

LED-Retrofit Ersatz 58 W > 120 lm/W LED-Lampen 3 - 7 W	LED T8 Retro LED Lampe	30 EUR/Stk 8 EUR/Stk		25 W 5 W
Wannenleuchte LED	WannenL LET	150 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 35W	35 W
Rasterleuchte LED schlicht	RasterL LED	160 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 35W	35 W
Downlight LED klein	Downligt kl	110 EUR/Stk inkl Montage	1000 lm / 10 W	10 W
Downlight LED mittel	Downligt ml	125 EUR/Stk inkl Montage	1400 lm / 15 W	15 W
Downlight LED groß	Downligt gr	140 EUR/Stk inkl Montage	2000 lm / 20 W	20 W
Opale Anbauleuchte LED rund klein	opl.AnbauL kl	90 EUR/Stk inkl Montage	1200 lm / 10 W	10 W
Opale Anbauleuchte LED rund mittel	opl.AnbauL m	105 EUR/Stk inkl Montage	1800 lm / 15 W	15 W
Opale Anbauleuchte LED rund groß	opl.AnbauL gr	160 EUR/Stk inkl Montage	3000 lm / 27W	27 W
Feuchtraumleuchte LED 1200 mm	FeuchtRL 120	95 EUR/Stk inkl Montage	2300 lm / 19W	19 W
Feuchtraumleuchte LED 1500 mm	FeuchtRL 150	110 EUR/Stk inkl Montage	3700 lm / 34 W	34 W
Einbauleuchte LED-Panel 625x625	LED Panel 62	125 EUR/Stk inkl Montage	3400 lm / 31 W	31 W
LED-Fluter Außen	LED Fluter	140 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 50 W	50 W
Ersatz Kofferleuchte mit HQL-Lampen	Ersatz HQL	620 EUR/Stk inkl Montage	1600 lm / 14 W	14 W
HQL 50W / 59 W /LED 20 W Retrofit	HQL /LED 20'	50 EUR/Stk		20 W
HQL 80W / 89 W /LED 30 W Retrofit	HQL /LED 30'	60 EUR/Stk	0	30 W

4.3. CO₂-Emissionsfaktoren

Um die CO₂-Emissionen bzw. die Minderung der Klimabelastung durch die Maßnahmen bewerten zu können, wurden in Abstimmung mit IB und basierend auf Datengrundlage von dem Bremer Klimaschutz- und Energiekonzept 2020 folgende CO₂-Faktoren angesetzt:

Tabelle 9:: Übersicht der angenommenen CO₂-Faktoren

Energieträger	Emissionsfaktor	Einheit
Strom	708,2	kg/MWh
Erdgas	182	kg/MWh Hs
Erdgas	202	kg/MWh Hi
Heizöl	266	kg/MWh Hi
Fernwärme	162,5	kg/MWh Hi

5. Zusammenfassung der Energieverbräuche, der Energiekosten und der CO₂-Emissionen im Ist-Zustand

5.1. Gesamtenergiebedarf

Insgesamt wird in den Gebäuden zur Beheizung und Warmwasserbereitung jährlich 7.970 MWh/a Wärme und zur elektrischen Versorgung 1.680 MWh/a Strom eingesetzt. Der Endenergieverbrauch der 49 untersuchten Gebäude beträgt 9.650 MWh pro Jahr. Die Darstellung der Einzelverbräuche ist nachfolgend grafisch dargestellt. Zu erkennen ist, dass fünf Gebäude untersucht wurden, die einen Energieverbrauch von über 600 MWh/a haben und 16 Gebäude, die weniger als 100 MWh/a verbrauchen.

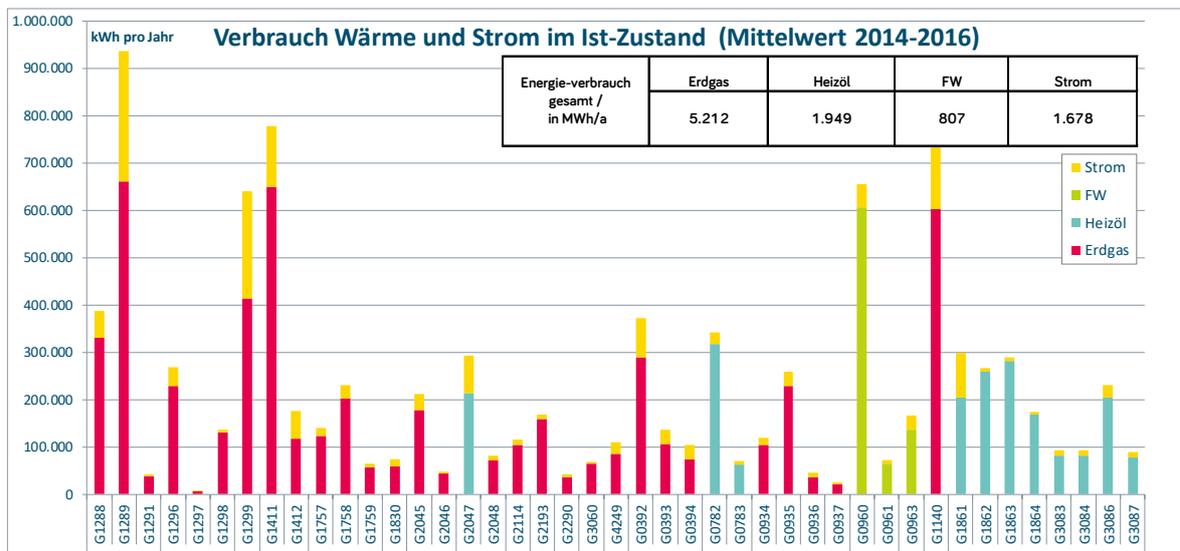


Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)

5.2. CO₂-Emissionen

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO₂-Emissionen betragen 2.890 t/a. Etwas über ein Drittel davon verursachen die vier größten Emittenten

- ✓ G1289 Schulzentrum Sek. II Werkstätten
- ✓ G1299 Bürgerhaus Vegesack
- ✓ G1411 Oberschule an der Lerchenstr. Hauptgebäude
- ✓ G1140 Hermann-Böse-Gymnasium

Die Emissionen pro Gebäude sind in Abbildung 3 dargestellt. Als CO₂-Faktoren wurden die im Land Bremen vergebenen Faktoren für Strom und Fernwärme, die bundesweiten Faktoren für Erdgas und Heizöl angesetzt.

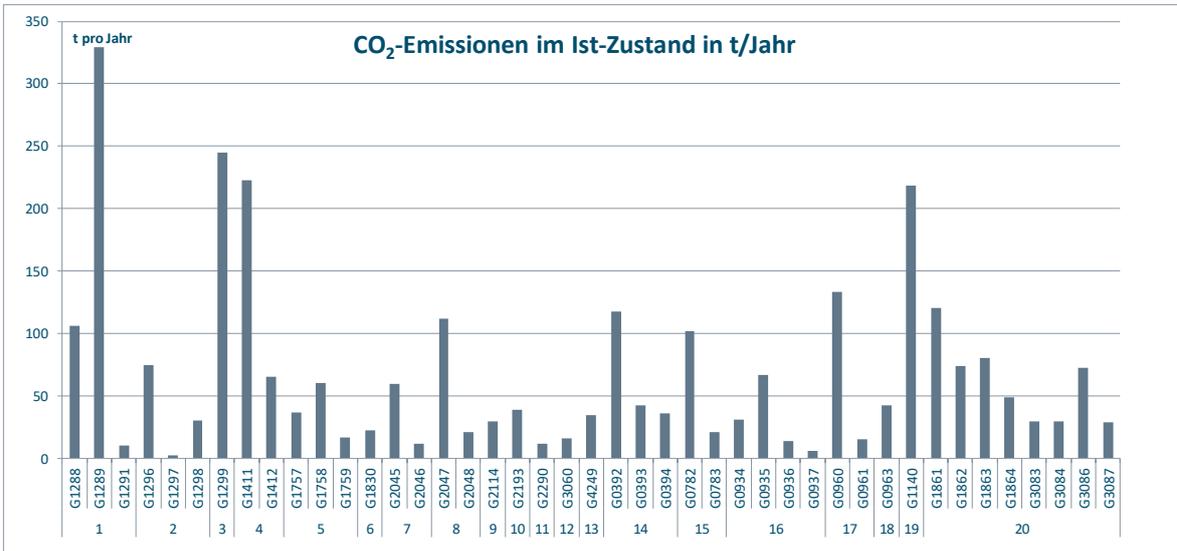


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

5.3. Energiekosten

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in der Höhe von etwa 777.000 €/a an, welche in Abbildung 4 pro Gebäude dargestellt sind.

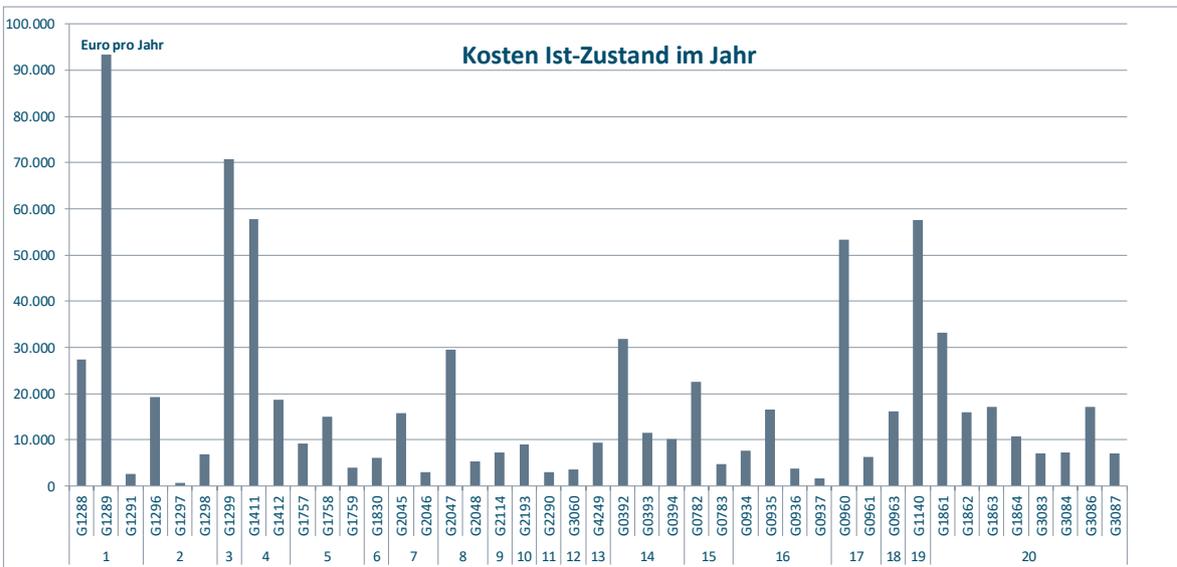


Abbildung 4: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr

5.4. Energieträgeraufteilung

In Abbildung 5 ist der prozentuale Anteil der Energieträger der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 54 % hat Erdgas den höchsten Anteil, gefolgt von Heizöl (20 %), Strom (18 %) und Fernwärme (8 %).

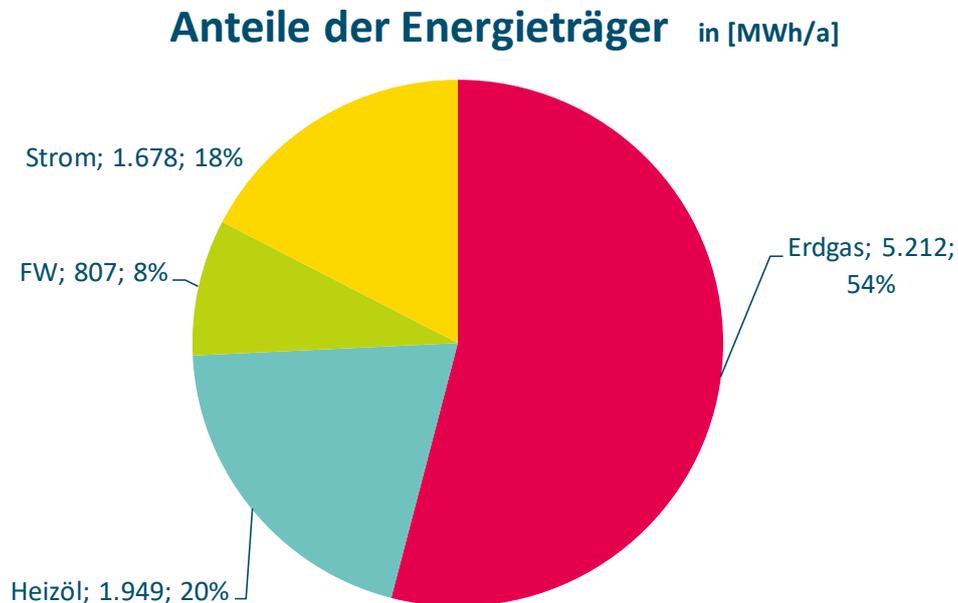


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden

5.5. Energiekennwerte

Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV-Vergleichskennwerten im Nichtwohngebäudebestand mit spezifischen Verbräuchen zwischen 80 und 110 kWh/m² im Jahr zeigt, dass 20 Gebäude (fast die Hälfte) einen Verbrauch im Bereich der Vergleichskennwerte oder auch unterhalb aufweisen (siehe Abbildung 6). Bei einem spezifischen Verbrauch > 150 kWh/m² und Jahr wird ein hohes Einsparpotenzial vermutet. Dies trifft auf insgesamt 13 der untersuchten Gebäude zu.

Bei dieser Einschätzung muss allerdings beachtet werden, dass bei mehreren Gebäuden auch unbeheizte Flächen in den angegebenen Nutzflächen enthalten sind, so dass sich eher zu geringe Energiekennwerte ergeben. Es wird dringend empfohlen, die Flächenangaben genauer zu überprüfen und ggfs. für das Energiecontrolling anzupassen. So ist z.B. das Gebäude G1861 aufgrund unplausibler Zuordnung von Verbrauchsdaten zu beheizten Nutzflächen nicht belastbar. Eine Plausibilisierung wurde versucht, war aber aufgrund unzureichender Datenlage nicht abschließend möglich.

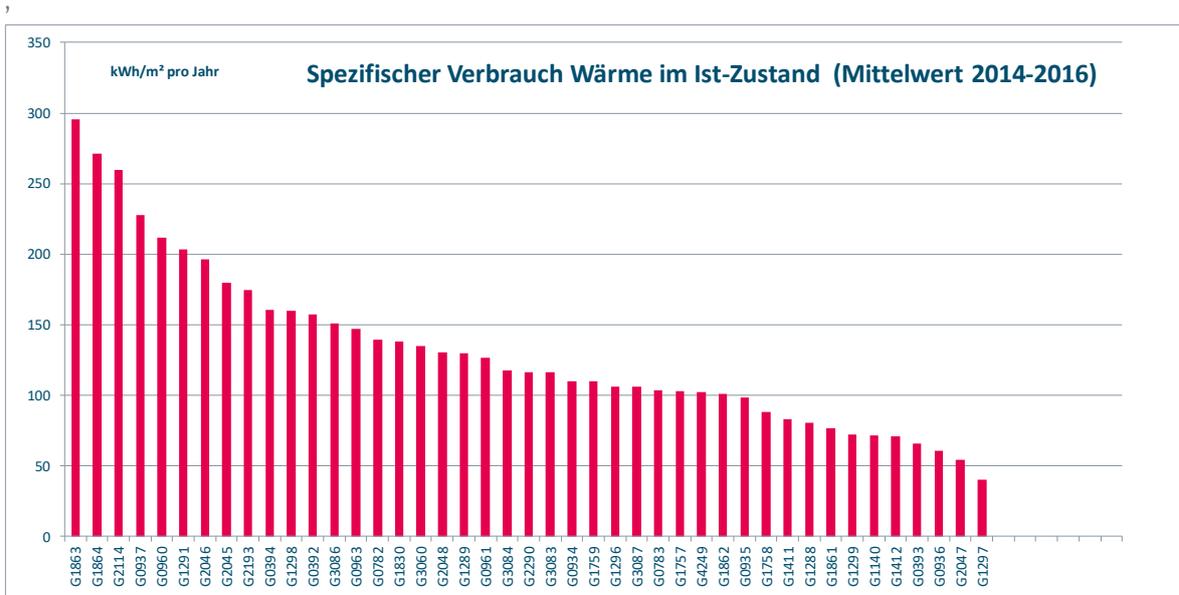


Abbildung 6: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand

In Abbildung 7 ist der spezifische Stromverbrauch im Ist-Zustand abgebildet. Der Vergleichskennwert nach EnEV-Vergleichskennwerten im Nichtwohngebäudebestand liegt zwischen 10 und 30 kWh/m² und Jahr. Der Mittelwert der 43 untersuchten Gebäude beträgt 21 kWh/m² a. In 13 Gebäuden liegt der Stromkennwert über dem Mittelwert. Allerdings trifft auch hier die Aussage zu, dass einige Kennwerte aufgrund nicht plausibler Flächenangaben unsicher sind.

Beim flächenspezifischen Spitzenverbrauch von ca. 64 kWh/m²a für G0394 – Schule an der Gete – handelt es sich wahrscheinlich um eine falsche Zuordnung der Verbräuche im EBU-Datenenblatt. Die Verbrauchswerte von 2017 bis 2019 liegen nur noch etwa bei einem Drittel der hier aufgeführten Verbräuche.

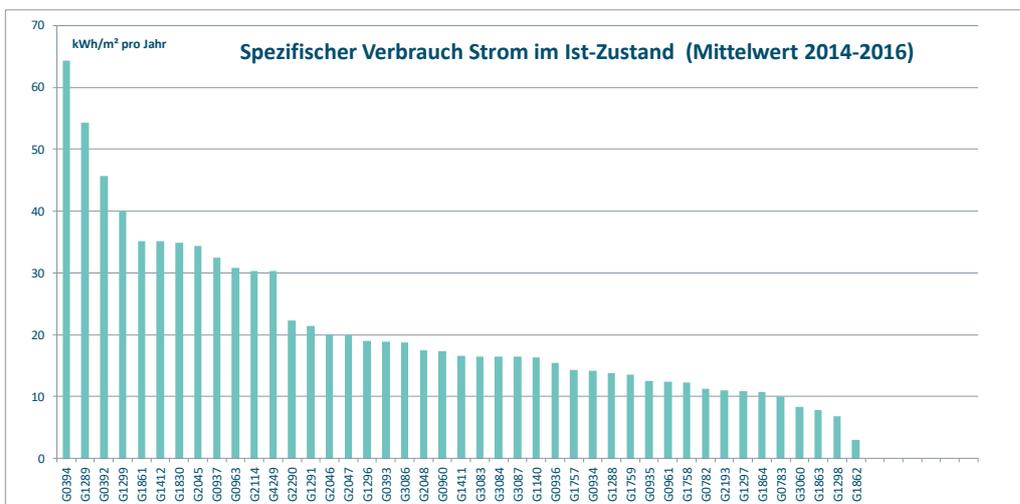


Abbildung 7: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand

5.6. Lastganganalyse des elektrischen Strombezuges

Strom wird hauptsächlich eingesetzt zur

- ✓ Warmwasserbereitung
- ✓ Beleuchtung
- ✓ Be- und Entlüftung
- ✓ Antriebe TGA (Pumpen, Regelstationen etc.)
- ✓ Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
- ✓ Betrieb von Mänsen und Kleinküchen und
- ✓ Schulbetrieb

Insgesamt liegen für 8 Liegenschaften Stromlastgänge vor, wovon alle Schulen sind. Die Lastgänge zeigen für die Nutzung typische Lastgangverläufe. Festgestellt werden kann, dass in den meisten Schulen während der Pausenzeiten ein deutliches Abnehmen des Stromverbrauches zu erkennen ist. Dies kann als ein Hinweis gewertet werden, dass Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauches auch von den Nutzern umgesetzt werden.

Teilweise liegen recht hohe Grundlasten vor, deren Ursache in besonderen Fällen weiter aufgeklärt werden sollte. Anhand der Wochenprofile kann auf den Verbrauch an Wochenenden oder in den Sommerferien geschlossen werden.

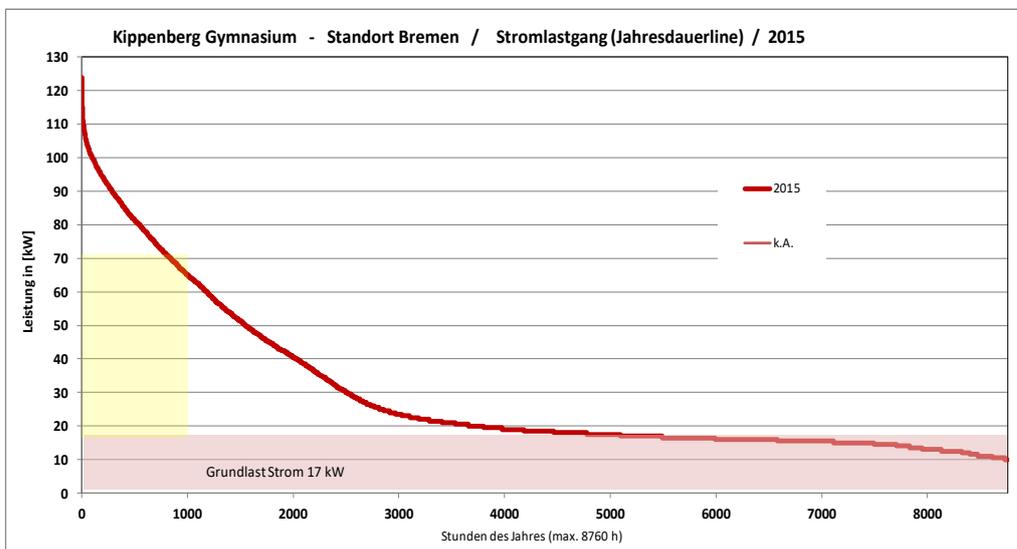


Abbildung 8: Jahresdauerlinie der Kippenberg-Gymnasium mit einer Grundlast von 15 kW

In Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10 und Abbildung 11 sind neben der Jahresdauerlinie selbst, auch das daraus ableitbare (Strom-) Potenzial für eine PV-Anlage und ein BHKW dargestellt.

Alle Liegenschaften weisen eine hohe Grundlast auf, dass sowohl die Installation einer PV-Anlage als auch die Installation eines BHKWs empfohlen werden kann.

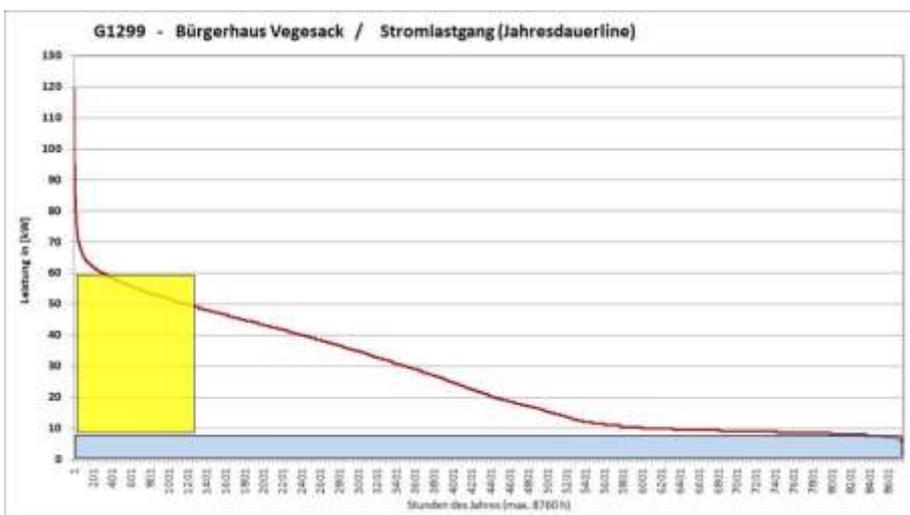
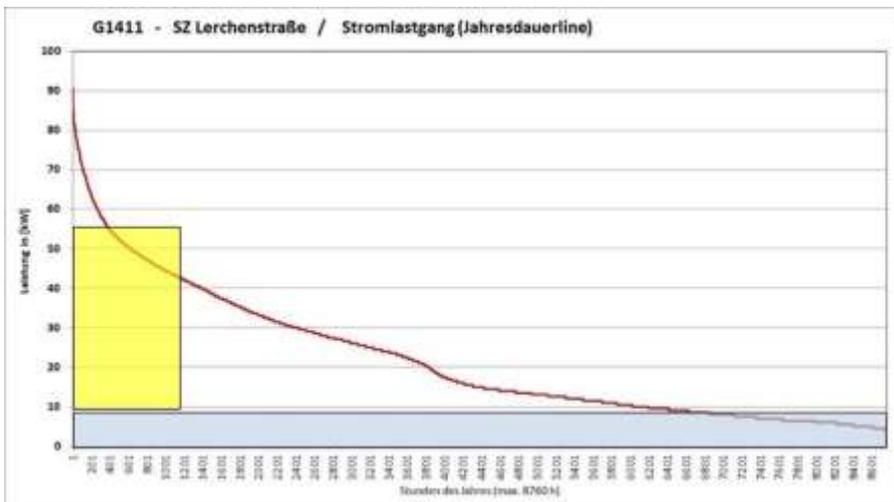
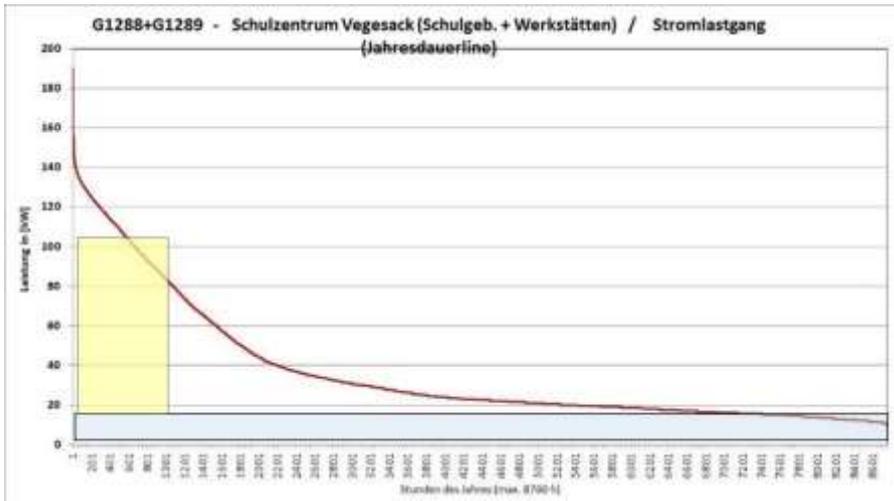


Abbildung 9: Jahresdauerlinie des Schulzentrums Vegesack, der OS Lerchenstraße und Bürgerhaus Vegesack mit einer Grundlast von 10 bis 20 kW (blauer Balken)

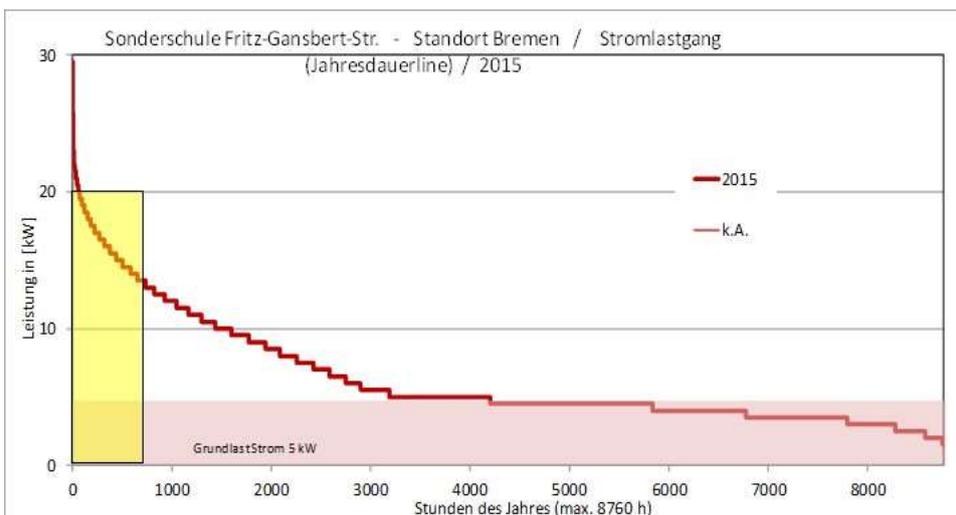
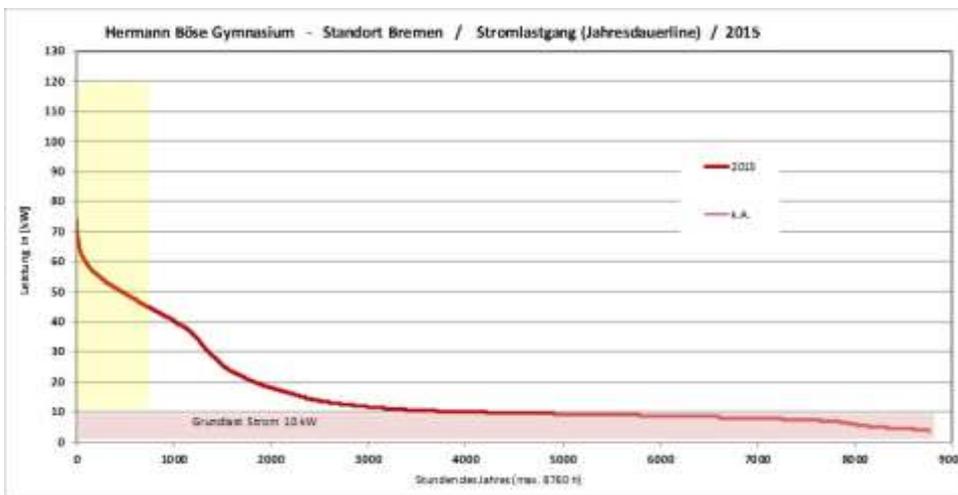
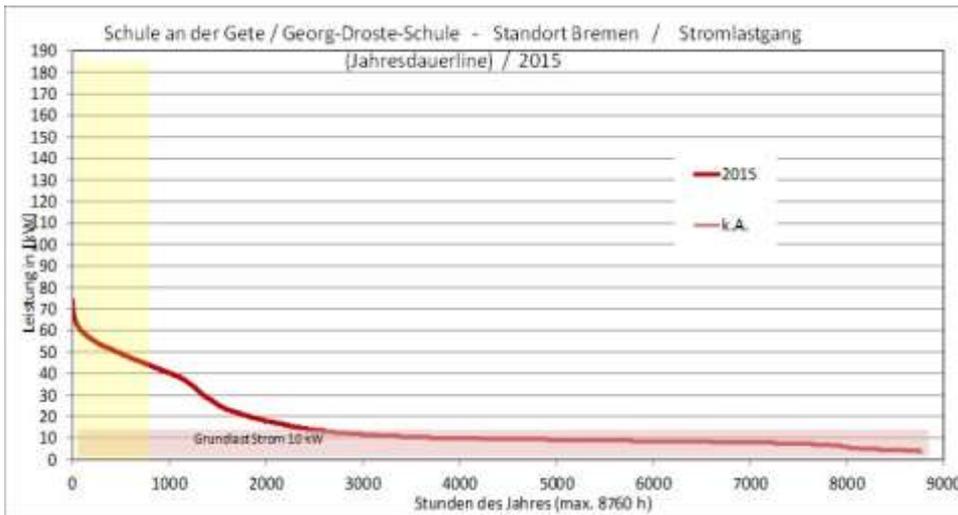
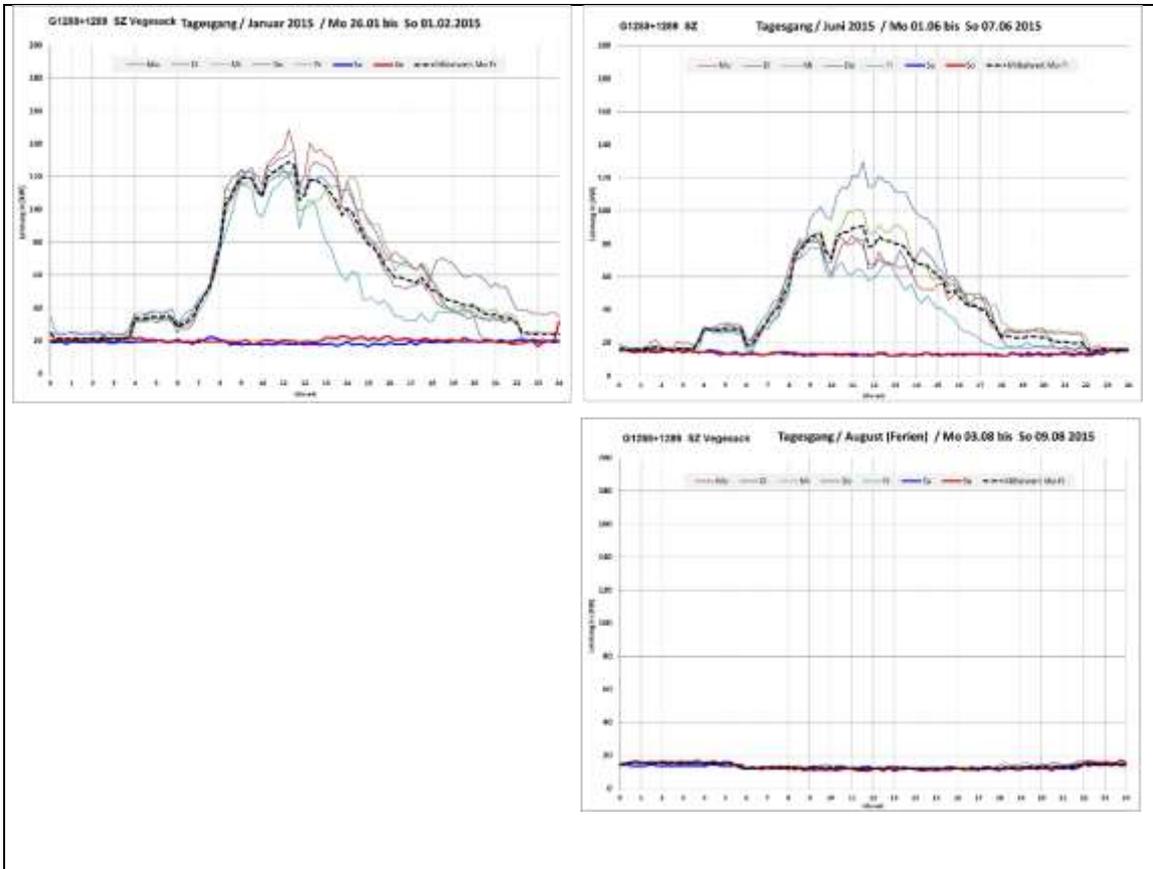


Abbildung 10: Jahresdauerlinie der Schule an der Gete, Herman Böse-Gymn und Sonderschule Fritz Gansberg Str.

Eine Darstellung des typischen Wochen-Profiles des Strombezugs im Januar, im Juni (Schulzeit) und in den Sommer-Ferien zeigen beispielhaft die folgenden drei Grafiken.



SZ Vegesack

Auffällig ist im Winter als auch im Sommer die hohe Grundlast auch am Wochenende von etwa 20 kW. Diese liegt auch in den Sommerferien noch im Bereich von 15 bis 18 kW. Die Pausen sind aufgrund der Schulgröße hier erkennbar.

Abbildung 11: Wochen-Profil des SZ Vegesack

6. Zustand der Gebäudehüllen und -technik

Der energetische Zustand des Baukörpers und der Haustechnik werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

6.1. Baukörper

Der energetische Zustand der einzelnen Baukörperteile

- ✓ Fußboden
- ✓ Außenwand
- ✓ Fenster
- ✓ Dach/Bodendecke

wurde in Form des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) dokumentiert. Der U-Wert von sichtbaren Konstruktionen wurde jeweils berechnet. Die U-Werte von nicht sichtbaren Konstruktionen wurden einer Gebäudetypologie entnommen. Dieses trifft vor allem bei Fußböden und Flachdächern zu.

In Abbildung 12 und Abbildung 13 sind die Außenwand und die Dach-/Bodendeckenfläche aufgeteilt nach drei Kategorien dargestellt:

- ✓ Energetisch schlecht: U – Wert größer als 1,0 W/m²K
- ✓ Energetisch mittel: U – Wert zwischen 0,5 und 1,0 W/m²K
- ✓ Energetisch gut: U – Wert kleiner als 0,5 W/m²K

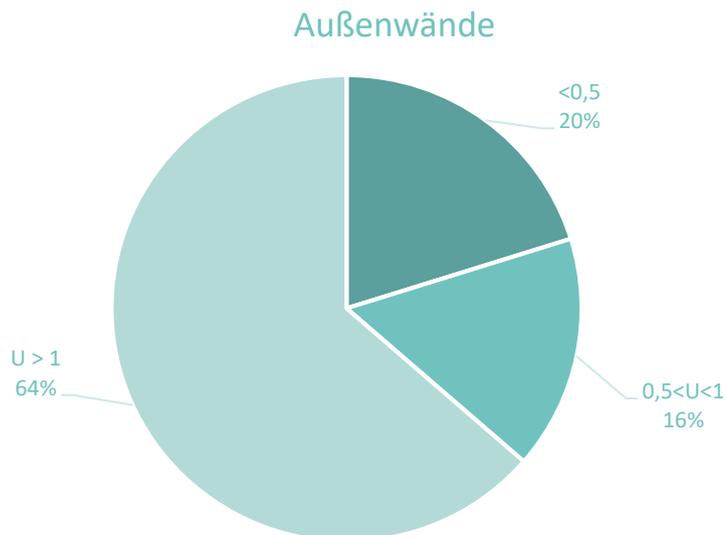


Abbildung 12: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Die gesamte Außenwandfläche wurde zu etwa 40.800 m² abgeschätzt. Ca. 64% der Außenwandfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Zu beachten hierbei ist, dass die Außenwände der Gebäude meist aus Sicht-Mauerwerk bestehen. Wände, bei denen von außen keine Luftschicht zu erkennen war, wurden als Vollziegelmauerwerk angenommen.

Die gesamte Dach- und oberste Geschossfläche wurde zu 40.100 m² abgeschätzt.

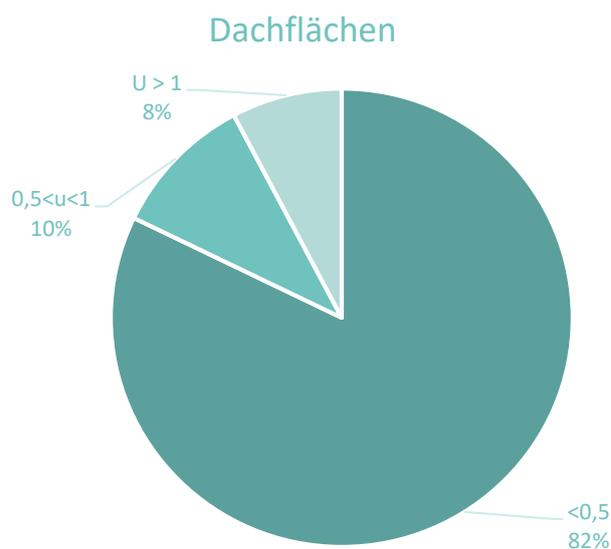


Abbildung 13: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Etwa 8% der Dach-/Bodendeckenfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Dieses sind vor allem ungedämmte Decken zu ungenutzten Dachböden und Flachdächer, die noch nicht energetisch saniert wurden. Ca. 82% der Fläche kann dagegen als energetisch gut ($U < 0,5$) bewertet werden. Die Datenlage bei den Flachdächern ist relativ unsicher, viele Bereiche sind nicht oder nur sehr erschwert zugänglich. Der Dämmzustand von vermutlich ungedämmten oder gering gedämmten Flachdächern sollte in einer gesonderten Betrachtung überprüft werden.

In der Abbildung 14 sind die Glasarten der Fenster und Türen aufgeteilt nach drei Kategorien dargestellt:

- ✓ 1-fach Glas: $U\text{-Wert} > 5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✓ Standarddoppelglas: $U\text{-Wert} 2,8 \text{ bis } 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ je nach Glasqualität und Rahmenart
- ✓ Wärmeschutzglas: $U\text{-Wert} < 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (inkl. 3-fach Glas)

Fenster mit $U\text{-Werten} > 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ werden als „energetisch schlecht“ bewertet.

Die gesamte Fenster- und Außentürenfläche wurde zu 17.400 m^2 abgeschätzt.

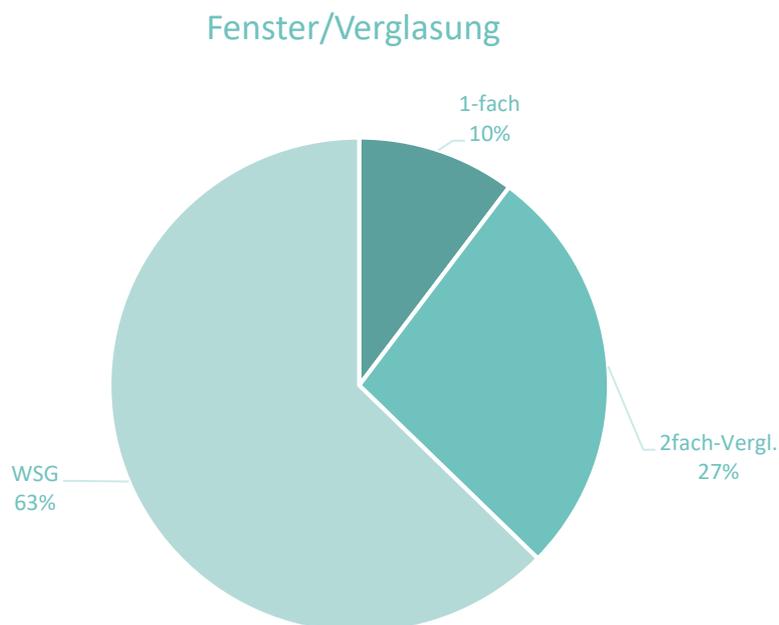


Abbildung 14: energetische Fensterqualitäten

Ca. 27% der Fensterfläche wird als energetisch schlecht, ca. 10% weisen noch 1-fachverglasung auf, ca. 63% der Fensterfläche wird als energetisch gut bewertet (Wärmeschutzglas - WSG).

6.2. Haustechnik

Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt hier überwiegend aus Kesselanlagen, bzw. kleinen lokalen Nahwärmenetzen, die aus einer gemeinsamen Heizzentrale mit Wärme aus fossilen Energieträgern versorgt werden. Es gibt insgesamt 28 Heizkessel (bzw. Heizzentralen) in den untersuchten Gebäuden bzw. Liegenschaften. Die Altersstruktur der Kessel ist in der Abbildung 15 angegeben.

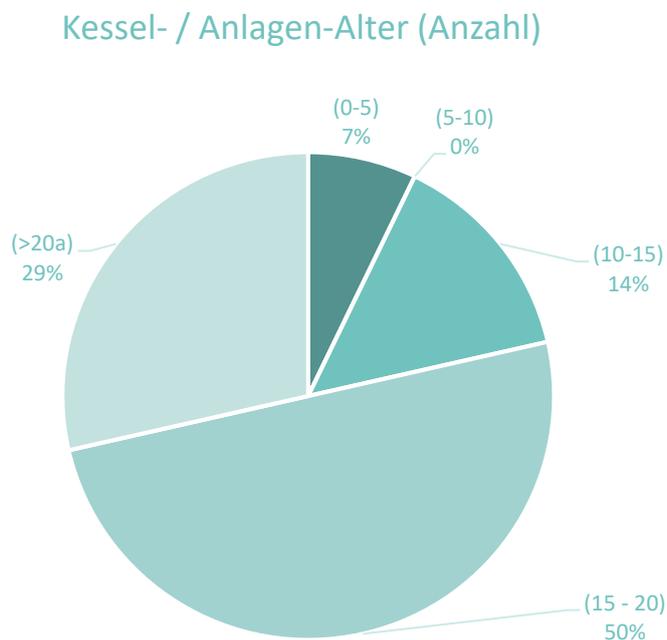


Abbildung 15: Kesselaltersstruktur

Ca. 79% der Kessel sind älter als 15 Jahre, 29% sogar älter als 20 Jahre. Hier besteht kurz und mittelfristig Handlungs-/Sanierungsbedarf.

Die älteren Kessel sind überwiegend Niedertemperaturkessel. Die neueren Kessel sind teilweise noch NT-Kessel oder bereits als Brennwertkessel ausgeführt.

Die Einschätzung und Messung aus den anderen Teilschutzkonzepten (z.B. Blumenthal) hinsichtlich der ungenügenden oder kaum vorhandenen Brennwertnutzung wird auch in diesem Untersuchungszyklus geteilt. Aufgrund des Zeitraumes der Vor-Ort-Begehung (Apr. bis Sep.) war eine Einschätzung der Brennwert-Nutzung aufgrund der Witterung

nicht sinnvoll. Daher wäre ein Brennwert-Check bei ausgewählten Anlagen durchaus sinnvoll, um sicher zu stellen dass auch bei den folgend aufgeführten Heizzentralen eine Brennwert-Nutzung erfolgt.

Wärmeverteilung

Bei gut der Hälfte der Gebäude ist die Dämmung der Wärmeverteilung meist mangelhaft oder verbesserungswürdig ausgeführt (Bewertung in Einzelberichten „schlecht“ oder „mittel“).

Insbesondere in kleineren Gebäuden, wo noch alte (Standard-)Pumpen in den Heizkreisen verbaut sind, sind auch die Armaturen, Flansche, Mischer usw. meist ohne Dämmschalen. In größeren Heizzentralen sind meistens schon neue Pumpen und auch die Verteilleitungen meist auf einem neueren Stand der Technik.

In der Abbildung 16 ist eine Aufteilung der Umwälzpumpen nach 3 Effizienzklassen angegeben:

- ✓ energetisch schlecht: Standardpumpe stufig oder konstant
- ✓ energetisch mittel: geregelte Pumpe
- ✓ energetisch gut: Hocheffizienzpumpe

Insgesamt sind 164 Umwälzpumpen vorhanden.

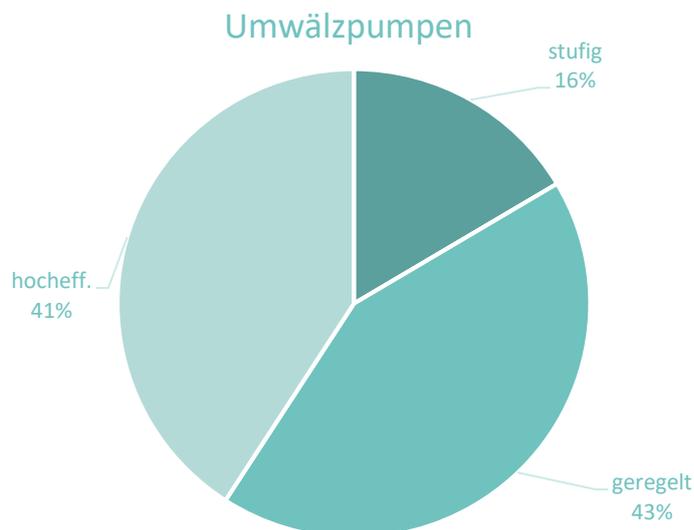


Abbildung 16: energetische Qualität der Umwälzpumpen

Ca. 41% der Pumpen sind bereits hocheffizient ausgeführt, dagegen sind 16% der Pumpen – also 27 an der Zahl – unregelmäßig, (mehr-)stufige Standardpumpen.

Alle Heizkörper sind mit Thermostatventilen verschiedenen Alters ausgerüstet. Sehr vereinzelt sind bereits voreinstellbare Thermostatventile vorhanden, diese sind aber nicht oder sogar willkürlich eingestellt.

Ein hydraulischer Abgleich wurde in nahezu keinem Gebäude durchgeführt. Dies wäre insbesondere dort interessant, wo bereits Brennwert-Kessel installiert sind.

Wenn im Rahmen eines Brennwert-Checks kein oder nur eine geringe Kondensatmenge gemessen wird, besteht Handlungsbedarf, vermutlich ist in diesem Fall die Durchführung des hydraulischen Abgleiches des Heizsystems sinnvoll.

Die Regelungstechnik befindet sich in unterschiedlich guten Zuständen. Größere Anlagen haben meist eine Gebäudeleittechnik, die fernbedienbar ist. Dabei handelt es sich um unterschiedliche Fabrikate (Hermes, Siemens, Kieback&Peter). Hier sollten eindeutige Zuständigkeiten (Bedienung durch Hausmeister oder „Bediener“ bei IB zentral) vereinbart werden.

6.3. Lüftungstechnik

Die relevanten Lüftungsanlagen hinsichtlich Anzahl, Laufzeit und Größe (> 4.000 m³/h) konzentrieren sich auf die großen Schulzentren und deren Turnhallen.

Im SZ Vegesack und in der OS Lerchenstraße wurden jeweils bis zu 4 Lüftungsanlagen, gezählt, wovon alle als dringend sanierungsbedürftig eingeschätzt werden (Baujahr 1972 und 1978).

Andere Anlagen (z.B. Herman-Böse-Gymn, Turnhalle OS-Lerchenstr, Gerhard-Rohlf-Oberschule usw.) sind neueren Datums (Baujahr > 2004).

Kleine Turnhallen oder KITAS haben in den Sanitär-/Duschbereichen meist keine oder defekte Einzellüfter. Die Gangbarmachung defekter Lüfter wird als Instandhaltung bzw. als gering-investive Maßnahme eingestuft und daher hier nicht näher ermittelt (Empfehlung: Nachrüstung feuchtegesteuerte Einzellüfter).

6.4. Warmwassertechnik

Warmwasser (in den Turnhallen) wird meist zentral über die Heizanlage mit (oft überdimensionierten und sehr alten) Speichern oder bereits modernen Speicherladesystemen erzeugt. In den Schulgebäuden selbst sind meist dezentrale elektrische Untertischspeicher oder sonstige E-Boiler vorhanden.

In einigen Objekten sind noch überdimensionierte Speicher vorhanden, die 40 bzw. 50 Jahre alt sind.

In einigen Anlagen sind Kaltwasser-Zähler vor den WW-Speichern installiert (z.B. Bürgerhaus Vegesack, Turnhalle OS Lerchenstraße.), die aber nicht von den Hausmeistern kontinuierlich abgelesen werden. Eine zumindest jährliche Aufschreibung der WW-Zählerstände könnte für eine bedarfsgerechte Dimensionierung von zukünftigen WW-Speichern wertvolle Information liefern.

Die Zirkulationspumpen sind in der Regel groß dimensioniert und nicht hocheffizient.

6.5. Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt überwiegend über Leuchtstofflampen mit Leuchten unterschiedlichen Alters und energetischer Qualität. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Beleuchtung der erfassten Flächen. Sie ist insofern nicht repräsentativ für die gesamte Fläche. Der Erfassungsgrad beträgt ca. 2/3 je Gebäude. Insbesondere T5 Leuchtstofflampen, LED aber auch KVG und EVG Leuchtstofflampen Nebenbereichen (Keller, Abstellräume etc.) sind nicht vollständig erfasst, da hier keine Einsparpotenziale zu erwarten sind. In der

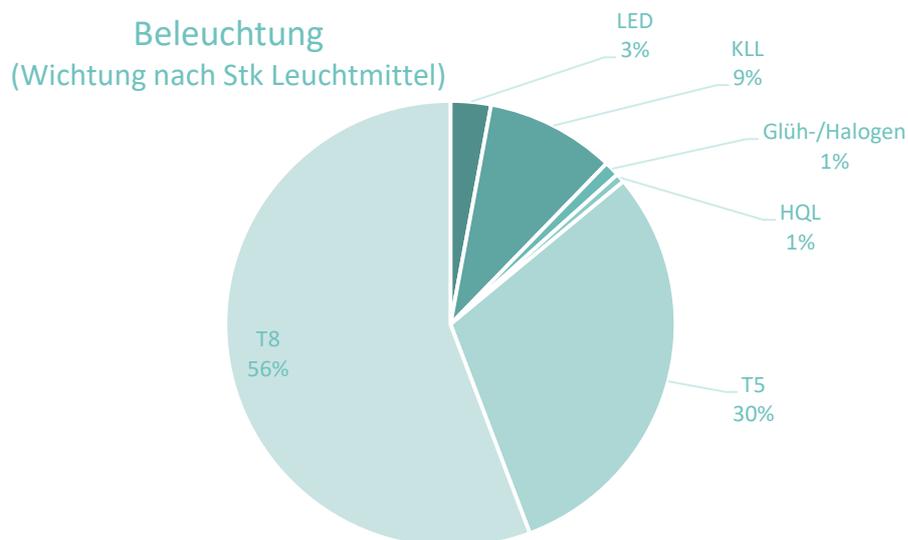


Abbildung 17 ist die prozentuale Aufteilung der vorgefundenen Leuchtmittel auf die Nutzfläche (Hochrechnung auf die Gesamtfläche auf Grundlage der erfassten Beleuchtung) in 6 Kategorien angegeben:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ✓ LED | energetisch gut |
| ✓ T5 (mit EVG) | energetisch gut |
| ✓ Kompakt LL (KLL) | energetisch mittel |

Werkstatthalle eine kleine PV-Anlage mit ca. 1 kW_p vermutlich für Schulungszwecke (Berufsschule).

Derzeit wird dort auch ein Mikro-BHKW < 4 kW_{el} und eine therm. Solaranlage (Flachkollektoren) für Warmwasser und Heizungsunterstützung/Pufferspeicher zur Lehrzwecken temporär betrieben. Eine nennenswerte Energieeinspeisung findet nicht statt. Ein dauerhafter Betrieb des ecopower-Moduls (1 kW_{el}) wurde eingestellt.

Denkmalschutz

Generell wurden für denkmalgeschützte Gebäude die PV-Potenziale ausgewiesen. Die Eignung wurde dann in den Einzelberichten als „bedingt geeignet“ eingestuft, mit dem Hinweis auf den Denkmalschutz.

7. Maßnahmen

Aufbauend auf der Bestandserfassung und -bewertung wurden Einsparmaßnahmen entwickelt. Diese sind aufgeteilt nach Maßnahmen an der Gebäudehülle und Maßnahmen an der Gebäudetechnik. Unter Gebäudetechnik sind auch Photovoltaikanlagen gefasst. Für jedes Gebäude wurde die Eignung der Dachflächen untersucht. Folgendes ist zu berücksichtigen:

- ✓ Die Maßnahmen werden zur Kategorisierung mit Kürzeln belegt (Außenwand: AW, Fenster: FE, Decke/Dach: Da, Fußboden- oder Kellerdecke: FB, Instandsetzung: Inst, Heizungsanlage: HK, Wärmeverteilung: WV, Trinkwarmwasserbereitung: WWB, Lüftungsanlage: LÜ, Beleuchtung: BE, Photovoltaikanlage: PV, Kraftwärmekopplung (BHKW): KWK, Mess- und Regelungstechnik: MSR)
- ✓ Je nach wirtschaftlichem Ergebnis der Maßnahme und baulichem Zustand wird kurz-, mittel oder langfristig zur Umsetzung empfohlen (Zeithorizont der Umsetzung (als Empfehlung) K = kurzfristig (< 2 Jahre) / M = mittelfristig (2 bis 5 Jahre) / L = langfristig (> 5 Jahre))
- ✓ Bei gekoppelten Maßnahmen, wie z.B.: Wärmedämmung und Kesselerneuerung können im Gesamtpaket die Einsparungen nicht additiv behandelt werden, dies ergibt überhöhte Einsparungen.
- ✓ Ergab die Berechnung überhöhte Einsparungen, wurde ein Reduktionsfaktor eingefügt.
- ✓ Bei allen Heizölanlagen (3 Liegenschaften mit 11 G-Codes: Schule am Wasser und Kippenberg-Gymnasium / Carl-Schurz-Str als Heizungsverbund) wird ein Energieträgerwechsel auf Erdgas oder Fernwärme vorgeschlagen. Insbesondere beim Verbund Kippenberg-Gymnasium / Carl-Schurz-Str. ist zu klären, ob überhaupt eine ausreichend dimensionierte Gasleitung vorhanden ist, bzw. ob Umstellung auf Fernwärme mittelfristig möglich ist. Nach unserem Kenntnisstand wird zumindest der Fernwärmeanschluss bereits diskutiert.
- ✓ Der Erdgasmehrverbrauch eines BHKWs wirkt sich verbrauchssteigernd bzw. der selbstgenutzte Strom bei BHKW oder PV wirkt sich verbrauchsreduzierend aus.
- ✓ Das Einsparpotenzial für eine Sanierung der Heizzentrale, ggf. mit BHKW und einer PV-Anlage wurde für die gesamte Liegenschaft betrachtet und in Summe (Einsparung und Investition) dem Hauptgebäude der Liegenschaft zugeordnet (Dort befindet sich meist die Heizzentrale, der Hauptzähler oder der Einspeisepunkt). Das kann bei den betreffenden Gebäuden dazu führen, dass die Einsparung größer als der Verbrauch ist, so dass der Verbrauch, bzw. die Verbrauchskennwerte im Soll-Zustand negative Werte annehmen und die Investition deutlich höher ausfällt (als bei den unter-geordneten Gebäuden der Liegenschaft).

- ✓ Bei Gebäuden mit geringer Geschosshöhe und gleichzeitig großer Grund- bzw. Dachfläche, kann mit einer Photovoltaikanlage in der Regel weit mehr Strom produziert werden als im Gebäude (und auch der ges. Liegenschaft) genutzt werden kann. Als Energie-Einsparung in der Maßnahmenbewertung wird aber nur der selbst genutzte Strom im Gebäude ausgewiesen (mit entsprechender Reduzierung des Strom-Verbrauchskennwertes). Für die CO₂-Reduktion wird jedoch der gesamte erzeugte Solarstrom angerechnet.
- ✓ Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer PV-Anlage wurde das Kosteneinsparpotenzial der Gesamtanlage inkl. Einspeisung berücksichtigt, d.h. es werden die Netto-Erlöse aus dem vermiedenen Stromverbrauch bei Eigennutzung, die Erlöse aus der Einspeisung in das Netz sowie die Kosten aus der EEG-Umlage des Eigenverbrauches (gemäß EEG 2017) und ein pauschaler Betrag pro erzeugter kWh für die Wartung eingerechnet.
- ✓ Ein Austausch von Leuchtstofflampen durch LED-Retrofit-Lampen wird bei Leuchten mit elektromagnetischem Vorschaltgerät (KVG/VVG) und T8 Leuchtstofflampen angesetzt. Bei allen anderen Leuchtentypen mit T8-Lampen (EVG) wird zwecks Einheitlichkeit (insbesondere Kostenansätze bei Energiekosten und Investition) bei der Erstellung aller Klimaschutzteilkonzepte (Projektbeginn vor ca. 4 Jahren) eine Erneuerung nicht vorgeschlagen. Mittlerweile ist auch hier durch die Weiterentwicklung und den Preisverfall häufig ein Austausch der gesamten Leuchte durch eine LED-Leuchte rentabel. In diesem Fall sind besonders in Schulen und Kitas im Falle einer ohnehin anstehenden Deckensanierung LED-Paneele zum Einbau in Schallschutzdecken als Maßnahme sinnvoll. Die Beleuchtungsmaßnahmen wurden mit einem spezifischen Leistungsansatz von 1,5–2,0 W/m²/100lx dimensioniert.

7.1. Maßnahmen insgesamt

Insgesamt wurden 308 Maßnahmen ermittelt, welche, wie in Abbildung 18 dargestellt, den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

Maßnahmen insgesamt (insgesamt 236 Maßnahmen)

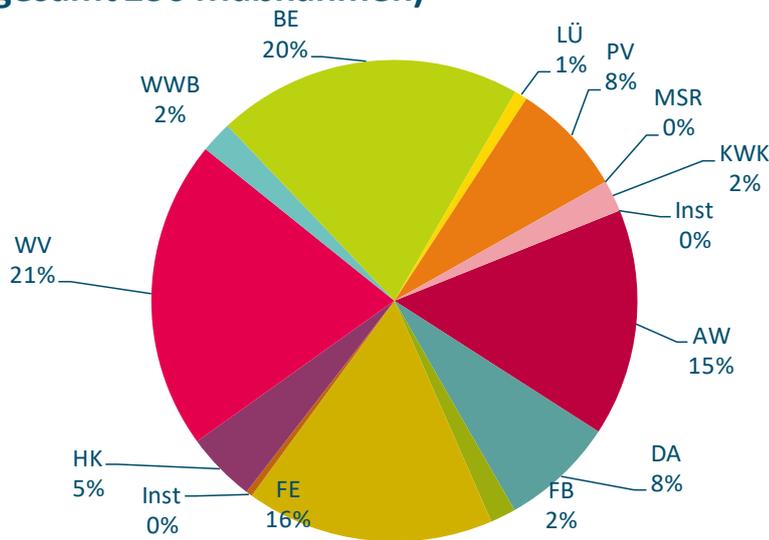


Abbildung 18: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken

Absolut liegt die Anzahl der Maßnahmen bei 98 bei der Gebäudehülle sowie 138 bei der Gebäudetechnik:

Gebäudehülle:

✓ Außenwand:	36
✓ Dach:	18
✓ Fußboden/Kellerdecke:	4
✓ Fenster:	39
✓ Instandsetzung:	1

Technik:

✓ Heizungsanlage:	11
✓ Wärmeverteilung:	49
✓ Warmwasserbereitung:	5
✓ Beleuchtung:	48
✓ Lüftungsanlage:	2
✓ Photovoltaik:	18
✓ Mess- und Regelungstechnik:	0
✓ Kraftwärmekopplung:	5
✓ Instandsetzung:	0

7.2. Energieeinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Insgesamt kann der Energieverbrauch um 4.130 MWh/a durch Umsetzung aller Maßnahmen reduziert werden. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial mit 2.600 MWh/a etwas größer als im Bereich Technik (1.530 MWh/a) wie die nachfolgende Grafik zeigt; wobei Fenster, Außenwand und Dachsanierung in etwa gleiche Anteile haben.

Im Bereich Technik liegt das Haupteinsparpotenzial im Bereich der Sanierung der Heizungskessel vor der Wärmeverteilung; allein mit diesen beiden Maßnahmengruppen können 15 % Einsparungen erzielt werden. Im Bereich der Gebäudehülle bieten die Außenwände das größte Potenzial mit insgesamt 29 %, gefolgt von den Fenstern (24%). Die Dächer sind weitgehend energetisch ertüchtigt und bieten ein vergleichsweise geringes Einsparpotenzial (7%).

Einsparpotenziale Energie Maßnahmengruppen

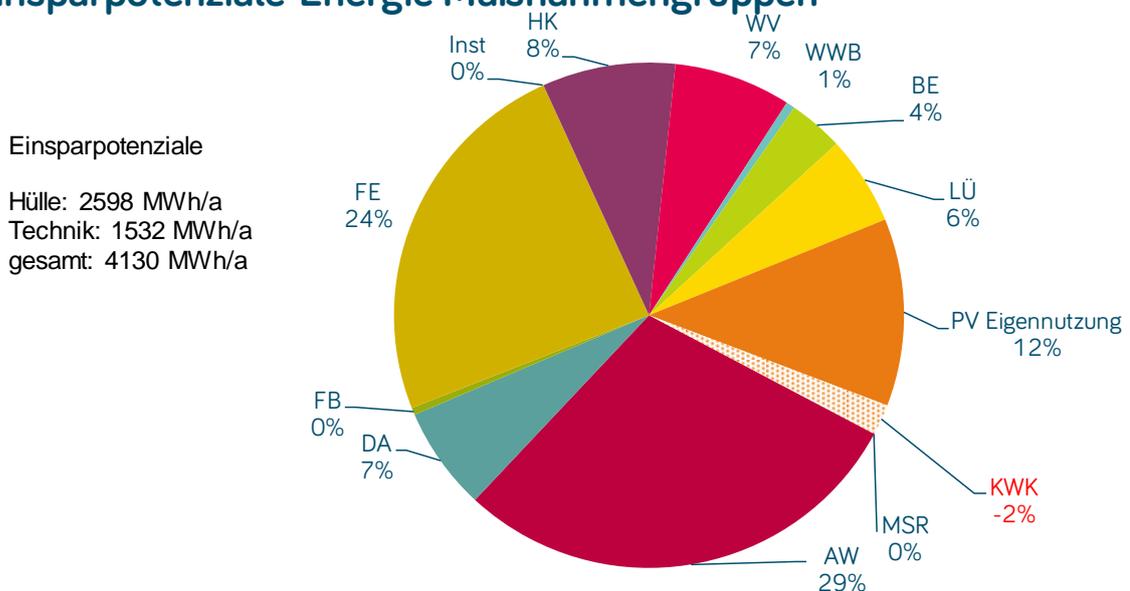


Abbildung 19: Energie-Einsparpotenziale nach Maßnahmengruppen

Die Einsparung in Höhe von 4.130 MWh/a teilt sich wiederum in folgende Maßnahmenempfehlung auf:

- ✓ 204 MWh/a kurzfristig
- ✓ 2.225 MWh/a mittelfristig
- ✓ 1.701 MWh/a langfristig

Diese können, wie in den folgenden drei Abbildungen dargestellt, den Maßnahmenkategorien zugeordnet werden. Maßnahmen an der Heizungsanlage und der

Beleuchtung werden vor allem als kurzfristige Maßnahme vorgeschlagen, wohingegen Maßnahmen an der Außenwand und Fenstern mittel- und langfristige Maßnahmen sind.

Die KWK Maßnahmen zeigen bei der Bilanzierung der energetischen Einsparung ggf. einen negativen Saldo. Das liegt an der Allokation der Einsparung. Es werden nur energetische Einsparung durch die KWK angerechnet, die in den betrachteten G-Codes anfallen, also Eigenstromverbrauch. Wird dagegen überschüssiger Strom in das öffentliche Netz eingespeist, wird zwar eine monetäre Einsparung angerechnet, eine Energieeinsparung dagegen nicht. Daher stehen in der Bilanz dem Gas-Mehrverbrauch für die Stromproduktion ggf. nur eine geringere stromseitigen Einsparungen gegenüber und es ergibt sich insgesamt ein negativer Saldo.

Einsparpotenziale Energie kurzfristige Maßnahmen

Einsparpotenziale

Hülle: 19 MWh/a
Technik: 185 MWh/a
gesamt: 204 MWh/a

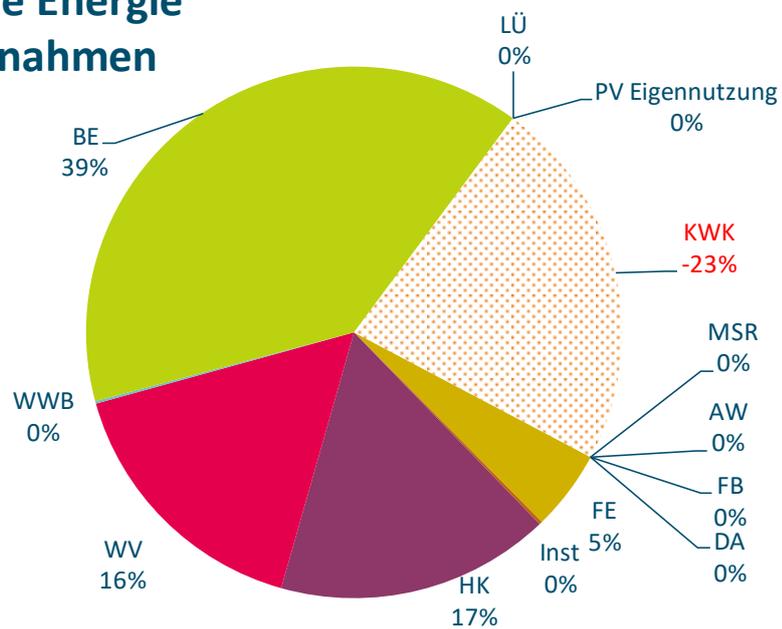


Abbildung 20: Energie-Einsparpotenzial bei kurzfristigen Maßnahmen

Einsparpotenziale Energie mittelfristige Maßnahmen

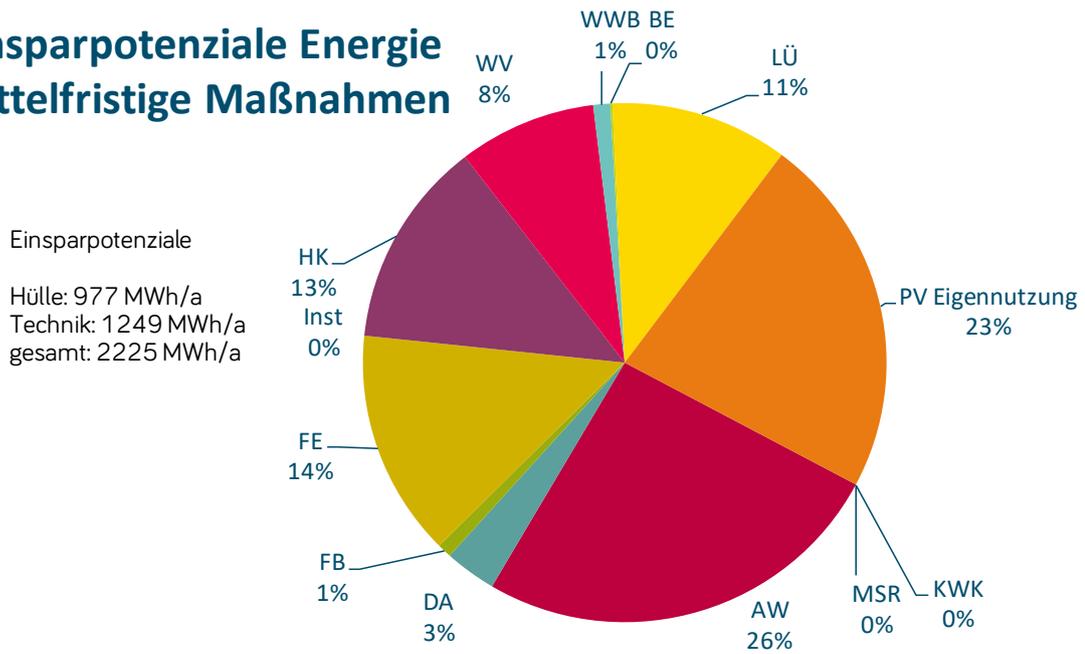


Abbildung 21: Energie-Einsparpotenzial bei mittelfristigen Maßnahmen

Einsparpotenziale Energie langfristige Maßnahmen

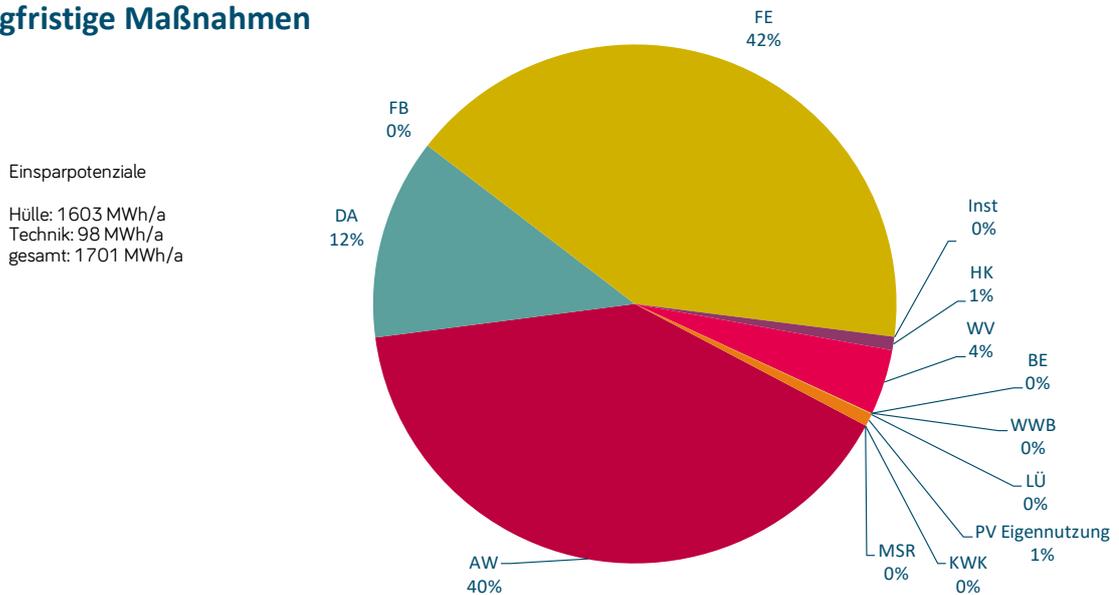


Abbildung 22: Energie-Einsparpotenzial bei langfristigen Maßnahmen

7.3. CO₂-Einsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Das gesamte CO₂-Einsparpotenzial durch die identifizierten Maßnahmen beträgt 2.196 t/a CO₂. Dazu trägt die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) mit etwa 48% bei. Maßnahmen an der Gebäudehülle reduzieren die CO₂-Emissionen um 557 t/a, Maßnahmen an der Anlagentechnik insgesamt um 1.640 t/a. Dies entspricht 76 % der Emissionen im aktuellen Zustand.

Einsparpotenziale CO₂ Maßnahmengruppen

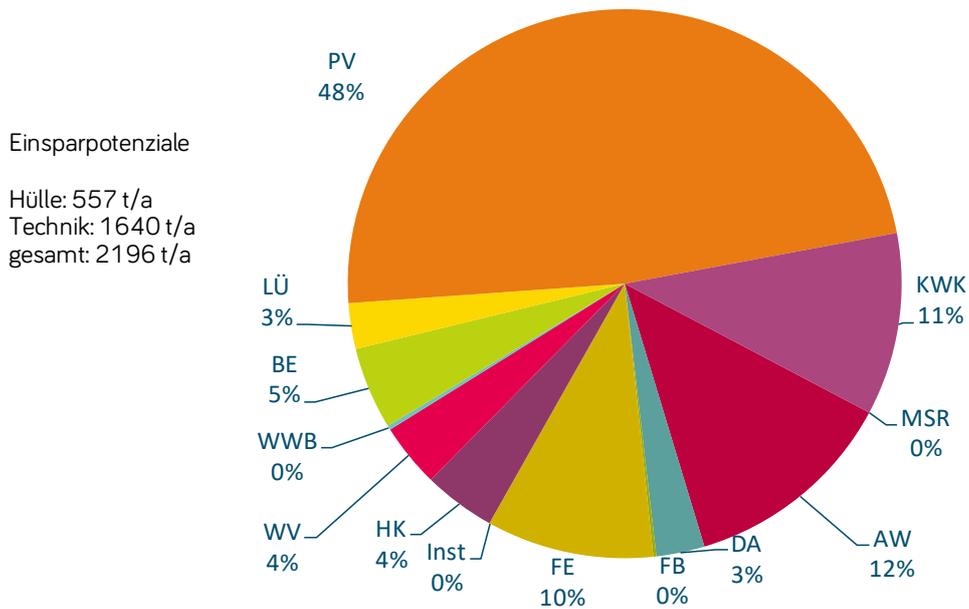


Abbildung 23: CO₂-Einsparpotenzial nach Maßnahmengruppen

7.4. Kosteneinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Das jährliche Kosteneinsparpotenzial liegt bei 529 T€, wobei 396 T€ dieser Einsparung durch Maßnahmen im Bereich Technik erzielt werden. 133 T€ beträgt die Kosteneinsparung, wenn alle Maßnahmen an der Gebäudehülle umgesetzt werden.

Einsparpotenziale Kosten Maßnahmengruppen

Einsparpotenziale
Hülle: 133 T€/a
Technik: 396 T€/a
gesamt: 529 T€/a

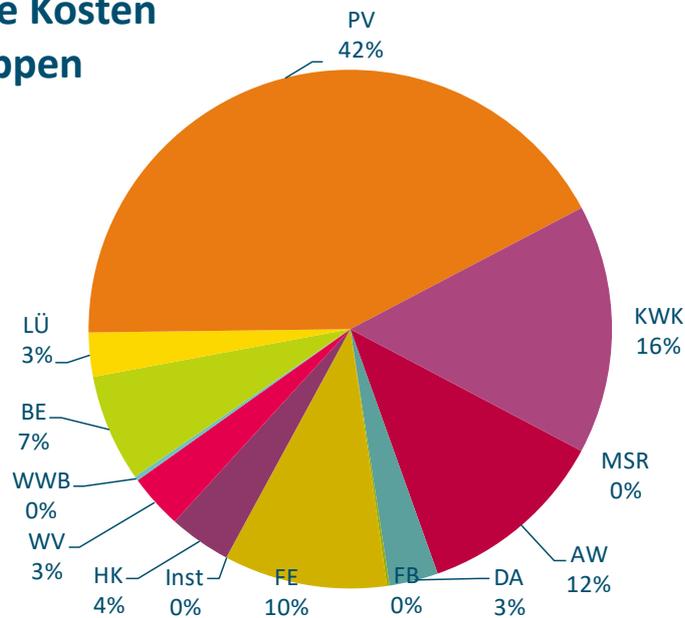


Abbildung 24: Kosteneinsparpotenzial nach Maßnahmengruppen

7.5. Investitionen Maßnahmen

Für die Umsetzung aller Maßnahmen betragen die Investitionen etwas mehr als 16,7 Millionen €. Davon entfallen die größten Anteile mit etwa 8 Mio € auf mittelfristige und 7,8 Mio € auf langfristige Maßnahmen. Für kurzfristige Maßnahmen betragen die Kosten lediglich 0,9 Mio €

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitionen	Kosteneinspar.	Energieeinsparung	CO2-Reduktion
		€	€/a	kWh/a	t/a
kurzfristig	61	874.000	305.000	204.000	375
mittelfristig	98	8.065.000	98.000	2.225.000	1.416
langfristig	77	7.763.000	529.000	1.701.000	405
Summe	236	16.702.000	932.000	4.130.000	2.196
Ist-Zustand			777.000	9.646.000	2.891
rel. Einsparpotenzial			68%	43%	76%

Tabelle 10: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet; Die Einsparung übersteigt die Ist-Kosten aus zwei Gründen – jährliche Kosteneinsparung als Mittelwert über den Betrachtungszeitraum,

incl. Energiepreissteigerung; Eigenerzeugungsanlagen generieren durch Stromeinspeisung ins öffentliche Netz zusätzliche Erlöse)

Bei einer Kosteneinsparung von insgesamt 0,932 Mio € beträgt die statische Amortisationszeit 17,9 Jahre.

Die Investitionen nach Maßnahmengruppen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 11: Investition nach Maßnahmengruppe

Investitionen nach Maßnahmengruppe	Kosten K in €	Kosten M in €	Kosten L in €	gesamt Kosten in €
AW	0	2.016.642	2.565.973	4.582.615
DA	0	296.589	1.023.480	1.320.069
FB	0	100.041	0	100.041
FE	56.100	1.313.532	3.637.780	5.007.412
Inst	31.680	0	0	31.680
HK	55.143	367.770	212.750	635.663
WV	69.874	226.067	129.243	425.184
WWB	575	27.600	27.600	55.775
BE	319.951	9.758	10.178	339.886
LÜ	0	253.000	0	253.000
PV	0	3.453.946	156.078	3.610.024
KWK	340.263	0	0	340.263
MSR	0	0	0	0
Inst	0	0	0	0
Summe Hülle	87.780	3.726.803	7.227.233	11.041.816
Summe Technik	785.805	4.338.140	535.849	5.659.794
Summe gesamt	873.585	8.064.944	7.763.081	16.701.610

8. Zusammenfassung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und der CO₂-Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen nach Gebäuden

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen (Sollzustand) kann der Energieverbrauch der Gebäude drastisch reduziert werden. Der Gesamtverbrauch in Höhe von 9.650 MWh/a kann um 55,5 % auf 5.350 MWh/a verringert werden. Nachfolgend ist der Verbrauch der Einzelgebäude im Sollzustand dargestellt. Dabei sind negative Verbrauchswerte methodisch bedingt. Einsparungen aus Heizzentralen und PV-Anlagen werden in voller Höhe dem Gebäude mit der Zentrale bzw. dem Netzanschluss zugeordnet.

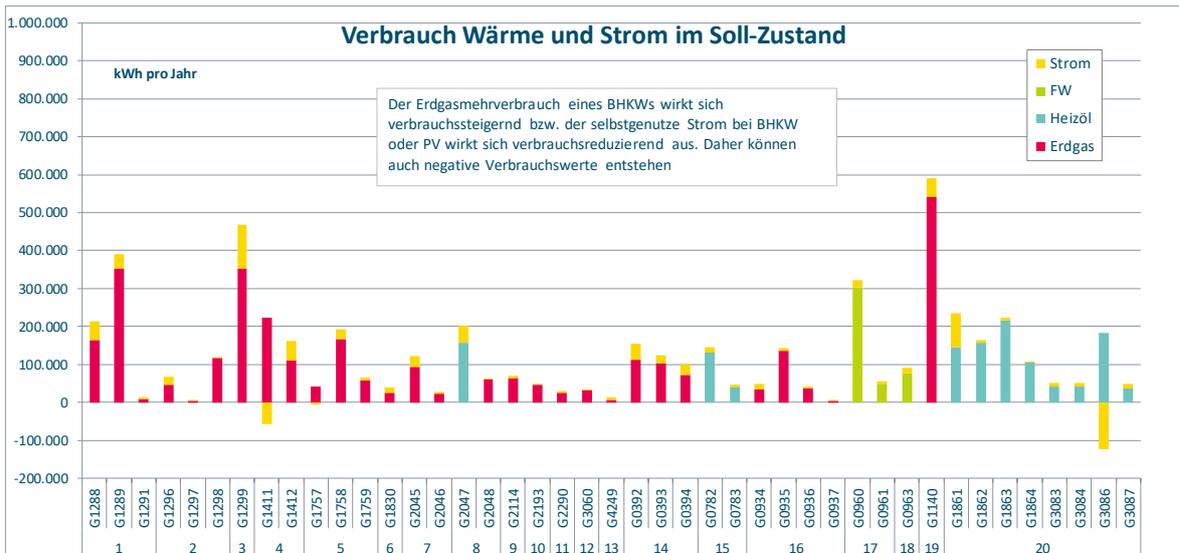


Abbildung 25: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen ist in Abbildung 25 der Energieverbrauch bei Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials dargestellt.

Das Einsparpotenzial der einzelnen Gebäude liegt ca. zwischen 10% und 79%. Bei 14 von 43 Gebäuden liegt das relative Einsparpotenzial bei 50 % oder mehr.

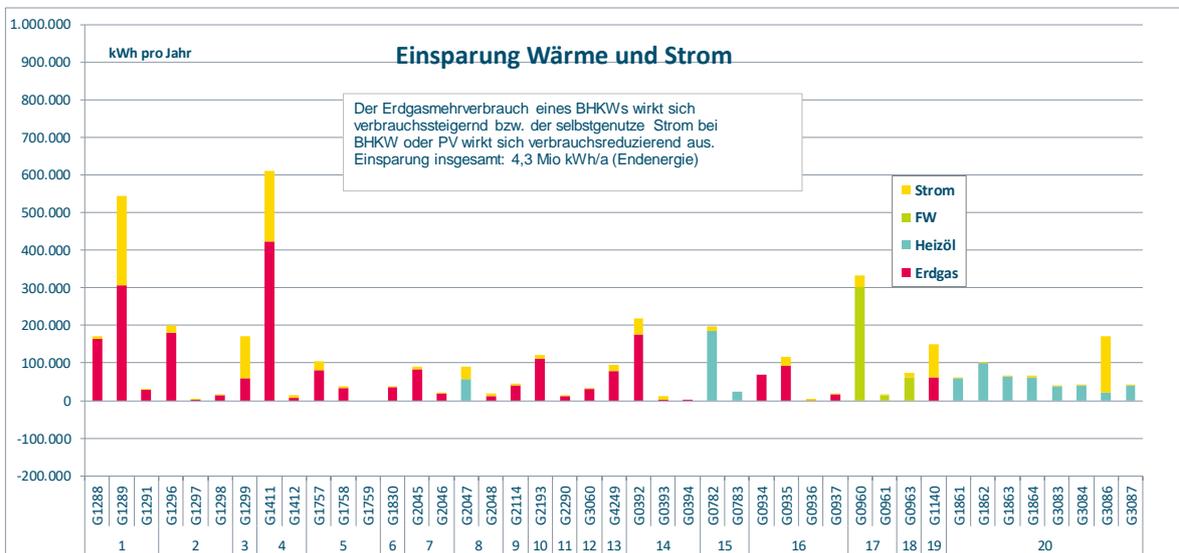


Abbildung 26: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern

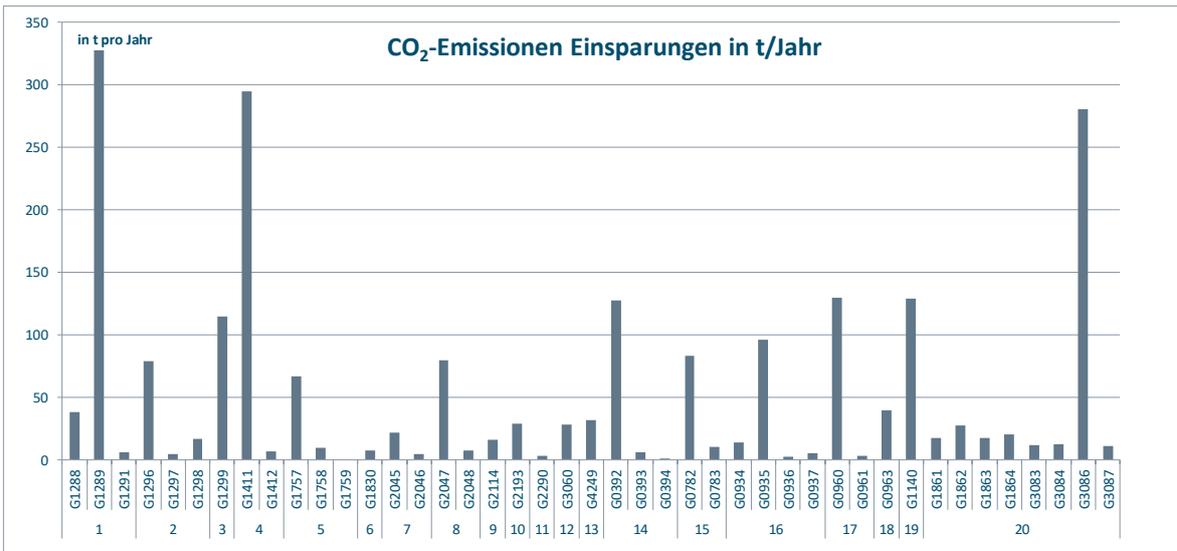


Abbildung 27: CO₂-Einsparpotenzial je Gebäude

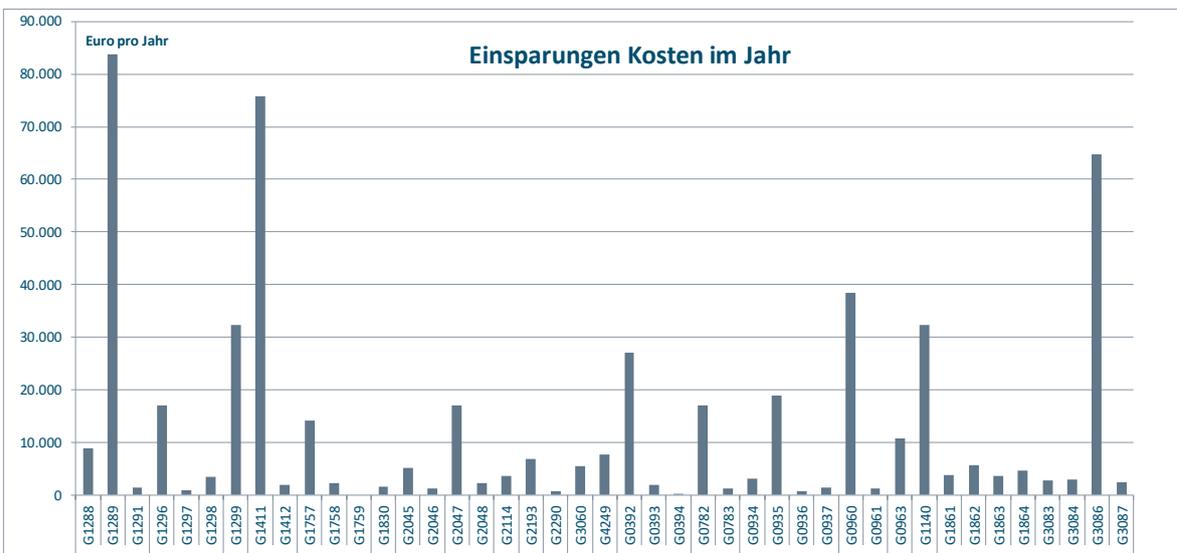


Abbildung 28: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude

Das Einsparpotenzial der CO₂-Emissionen der einzelnen Gebäude liegt zwischen 10 % und 388 %. Bei 20 von 43 Gebäuden liegt das Einsparpotenzial über 50%. Allein das Gebäude G1289 bietet ein Einsparpotenzial von über 328 t_{CO₂} und 84.000 € pro Jahr.

8.1. Übergeordnete Energiespar-Maßnahmen

Neben den identifizierten Energiespar-Maßnahmen in den Einzelgebäuden wurden einige wiederkehrende Möglichkeiten zur Energieeffizienzverbesserung und Kosteneinsparung identifiziert, die zentral als übergeordnete Maßnahmen angegangen werden sollten. Im Folgenden werden diese übergeordneten Maßnahmen genannt und beschrieben.

8.1.1. Klimaschutzmanagement schaffen

Die tatsächliche Umsetzung der in den Berichten des jeweiligen Teilkonzeptes vorgeschlagenen Maßnahmen muss nun innerhalb des Hauses IB in die Planungsvorgänge integriert werden, die zu Sanierungs-, Erweiterungs- oder Bauunterhaltungsmaßnahmen aufgelegt werden. Hierzu wird ein hoher Integrations- und Abstimmungsaufwand gefordert, der personell nur zusätzlich durch die neue Position des Klimaschutzmanagers zu leisten ist. Allein die hier untersuchten 49 Gebäude bieten insgesamt um mehr als 300 beschriebene Einzelmaßnahmen, woraus ein Einsparpotenzial in Höhe von 4.886 MWh/a und nahezu 2.800 t/a CO₂ resultiert. Allein im kurzfristig angelegten Bereich, also einem Zeitraum bis zu drei Jahren, ergeben sich 92 Einzelmaßnahmen mit einem CO₂-Einsparpotenzial von gut 300 t/a sowie einem Investitionsvolumen in Höhe von grob geschätzten 1,15 Mio. €. Diese kurzfristigen Maßnahmen können durch einen extra dafür eingestellten Klimaschutzmanager angeschoben werden. Darüber hinaus haben sich aus den Controlling-Konzepten zwei wesentliche Punkte herauskristallisiert, die ebenfalls im Verantwortungsbereich eines neuen Klimaschutzmanagers liegen sollen: es ist unabdingbar, dem Bereich Controlling der Energieverbräuche allgemein wieder mehr Bedeutung beizumessen und es muss ein Controlling spezifisch für die umgesetzten Maßnahmen aufgebaut werden.

Wesentlich sind nicht zuletzt auch die Ergebnisse bzw. Verbesserungsvorschläge aus den Organisations- und Kommunikationskonzepten. Im Vordergrund stehen hier zunächst die IB-internen Maßnahmen; daran anschließen müssen sich dann aber zeitnah auch die für die Zusammenarbeit mit den anderen Dienststellen benannten Aspekte.

Zur Finanzierung einer solchen Stelle kann aktuell ein Antrag auf Förderung nach der Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gestellt werden. Dieses Förderprogramm fördert die Stelle über zwei Jahre mit 65 % der Personal- und Nebenkosten. Das Klimaschutzmanagement muss als zentraler Ansprechpartner für die Koordination der Maßnahmenumsetzung, den Aufbau des Controllings, die Erarbeitung und Durchführung von Schulungskonzepten sowie für die Vernetzung relevanter Akteure agieren. Immobilien Bremen AöR hat das Ziel, die in den Klimaschutzteilkonzepten vorgeschlagenen Maßnahmen in den anstehenden Sanierungs-, Bau- und Erweiterungsprojekten an den Gebäuden mit umzusetzen. Hierfür müssen im Rahmen der üblichen

Planungsschritte auch die notwendigen finanziellen Mittel akquiriert und bereitgestellt werden (kommunale und Landesmittel, Landes- und Bundesfördermittel sowie etwaige weitere Möglichkeiten wie z.B. Contracting). Die über die üblichen Bewilligungsverfahren für die kommunalen oder Landesmittel hinausgehenden Recherche- und Antragsverfahren muss das Klimaschutzmanagement bearbeiten. Ebenso ist der Klimaschutzmanager verantwortlich für die Optimierung der internen wie externen Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Sanierungsfahrplan.

Diese vielfältigen Leistungen werden eine Personalstelle mit 100% der wöchentlichen Arbeitszeit über einen Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2021 (Erstvorhaben) beanspruchen. Es ist geplant, danach eine Verlängerung um ein Jahr (Anschlussvorhaben) zu beantragen.

Aus dem Fundus der vorgeschlagenen Maßnahmen soll der Klimaschutzmanager auch eine Maßnahme eruieren, für die ein Förderantrag als ausgewählte Maßnahme gestellt werden kann. Die Antragstellung wird nach den notwendigen, in der Richtlinie beschriebenen Regularien erfolgen.

Zu den Aufgaben des Klimaschutzmanagers oder -managerin gehören im Wesentlichen:

- ✓ Aufgaben des Prozess- und Projektmanagements (z.B. Initiierung von Maßnahmen sowie deren Koordinierung und Steuerung in die betroffenen Abteilungen und Bereiche)
- ✓ Fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung und Umsetzung einzelner Maßnahmen aus dem umzusetzenden Klimaschutzteilkonzept
- ✓ Einsteuerung der Maßnahmenumsetzung in die üblichen Planungsprozesse innerhalb der IB
- ✓ Recherche von Finanzierungsmöglichkeiten und Prüfung sowie Beratung zur Anwendbarkeit
- ✓ Durchführung von Informationsveranstaltungen und Schulungen (IB-intern)
- ✓ Koordination der ressortübergreifenden Zusammenarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes sowie Aktualisierung des Sanierungsfahrplans
- ✓ Koordinierung der Erfassung und Auswertung klimaschutzrelevanter Daten
- ✓ Teilnahme an Netzwerktreffen anderer Klimaschutzmanager in der Metropolregion Nordwest
- ✓ Aktivitäten zur Vernetzung mit externen Akteuren (Klimaschutzagentur, Verbände, NGO's), die als Multiplikatoren agieren und die Maßnahmenumsetzung unterstützen können

- ✓ Umsetzung und Konkretisierung der im Organisations- und Controllingkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung der IB-internen Abläufe im Rahmen der Maßnahmenumsetzung
- ✓ Einführung eines effizienten Maßnahmencontrollings, über das systematisch und kontinuierlich Daten über Zielerreichung und Erfolg zurückfließen sollen
- ✓ Inhaltliche Unterstützung bzw. Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit, die dauerhaft und transparent über die weiteren Schritte Auskunft geben soll
- ✓ Umsetzung des im Zusammenhang mit dem Klimaschutzteilkonzept erarbeiteten Kommunikationskonzeptes

8.1.2. Überprüfung der Gebäudeflächen und Zuordnung der Flächen zu Heizzentralen und Stromzählern

Die bei IB dokumentierte Gebäudeflächen (BGF) stimmen teilweise nicht mit den tatsächlich beheizten Flächen überein. Unbeheizte Kellerflächen und nicht ausgebaute Dachbodenflächen werden zum Teil mitgezählt. Dieses führt bei der Ermittlung und dem Vergleich von Energiekennwerten zu falschen Werten und Einschätzungen. Es wird empfohlen, die Flächen dahingehend zu überprüfen, dass nur beheizte Flächen verwendet werden. Die für den Fall einer gemeinsamen Heizzentrale oder eines Stromanschlusses bei IB verwendete Aufteilung der Energieverbräuche auf die angeschlossenen Gebäude/Liegenschaften sollte für die Fälle, dass keine Unterzähler vorhanden sind, überprüft werden. Eine reine Aufteilung nach Fläche führt bei Gebäuden mit unterschiedlicher Nutzung oder unterschiedlichem Gebäudestandard zu Fehlinterpretationen.

8.1.3. Optimierung der vorhandene GLT-Anlagen

In Gebäuden mit Gebäudeleittechnik und Fernbedienung muss die Verantwortlichkeit für die Bedienung unbedingt eindeutig geklärt sein. In einigen Gebäuden wurden wie schon in den vorangegangenen Begehungen Unstimmigkeiten festgestellt. Wir empfehlen hier, dass die Hausmeister zuständig sind. Diese wissen, was in den Gebäuden hinsichtlich Nutzung und Betrieb läuft. Sofern die Hausmeister nicht das erforderliche Wissen haben, müssen sie geschult und sensibilisiert werden. Die „Zentrale“ kann Strichproben machen und die Hausmeister unterstützen (Backstopping). Dafür bedarf es allerdings einer gewissen Qualifikation und Kompetenz, auf die im zeitgleich erstellten Kommunikations- und Controllingkonzept eingegangen wird.

8.1.4. Querschnittsprojekt Kesselerneuerung und Brennwert-Check

Die Altersstruktur der vorhandenen Kesselanlagen zeigt eine Überalterung. Es sollte ein Kesselanierungsprogramm aufgelegt werden, mit dem alle Kessel, die älter als 20 Jahre

sind (insg. 8 von 28), in den nächsten 2 Jahren erneuert werden. Dabei ist vor allem auch der noch verbliebene, hohe Anteil an Heizöl zu nennen. (Auf Heizöl entfallen 1.949 MWh/a, entsprechend 20% des Brennstoffeinsatzes für Heizung, wovon ca. 1.355 MWh dem Kippenberg Gymnasium zuzuordnen sind). Die Bundesregierung plant eine gesetzliche Regelung, wonach in Gebäuden, in denen eine klimafreundlichere Wärmeerzeugung möglich ist, der Einbau von Ölheizungen ab 2026 nicht mehr gestattet sein soll.

Eine weitere Erkenntnis der bisher durchgeführten Gebäudebegehungen ist, dass die untersuchten Brennwertheizungen häufig nicht im Brennwertbetrieb arbeiten. Bei der Brennwertnutzung wird der im Abgas enthaltene Wasserdampf zusätzlich auskondensiert, um ihm nutzbare Energie zu entziehen. Im optimalen Fall spart ein Brennwertkessel gegenüber einem Standardkessel gut 11 % Energie ein.

Voraussetzung ist aber, dass die Rücklauftemperatur niedrig genug ist, das Abgas abzukühlen (bei Erdgas kleiner als 55°C). Dies ist in den begangenen Liegenschaften häufig nicht der Fall. Der Brennwert-Check muss während der Heizperiode, also zwischen Oktober und April durchgeführt werden. Ferner sollte an den Messtagen die Nutzung der Heizung im normalen Betrieb erfolgen. (d.h. kein Betrieb in der Absenkephase oder kein vom Normalbetrieb abweichender Warmwasserbedarf).

Der Brennwert-Check bietet die Möglichkeit, anhand einer objektiven Kennzahl (Kondensatmenge pro m³ verbrauchtem Erdgas) festzustellen, ob und in welchem Maße eine Heizung im Brennwertbetrieb (vollständig) arbeitet und welche Ursachen für mögliche Einschränkungen vorliegen. Häufige Gründe sind:

1. eine hydraulische Weiche, die einen thermischen Kurzschluss verursacht, obwohl alle Rücklauftemperaturen aus den Einzel-Heizkreisen unter 55°C liegen;
2. Fehlender hydraulischer Abgleich in den Heizkreisen, deshalb zu hohe Vorlauftemperaturen, (fehlende voreinstellbare Thermostatventile an den Heizkörpern, keine Strangregulierung, zu hoch eingestellte Heizkurven etc.)
3. ständig hohe Rücklauftemperaturen aus Heizkreisen wie z.B. aus Lüftungszentralen (z.B. fehlende Drosselscheibe im Bypass des Nachheizregisters, ständiger Frostschutz usw.) oder auch WW-Bereitung (z.B. nicht geregelte Rohrbündelwärmetauscher mit thermischem Kurzschluss)
4. Überdimensionierte Heizkessel und Kesselkreispumpen mit extrem hoher Förderhöhe

Es wird empfohlen, die im Rahmen der erstellten Klimaschutzteilkonzepte identifizierten Brennwertkessel zu optimieren und entsprechende Maßnahmen zur Optimierung des Brennwerteffektes einzuleiten. Die Erkenntnisse aus dem Brennwert-Check hinsichtlich der „zerstörenden“ Wirkung einer hydraulischen Weiche auf den Brennwertnutzen, sollten für die zukünftige Planung von neuen Brennwert-Anlagen entsprechende Berücksichtigung finden.

Hier sind TGA-Planer, Kesselhersteller und IB gefragt, Alternativen zur Hydraulischen Weiche zu verwenden, entweder vollständiger Verzicht auf eine Weiche und dafür Nutzung leistungsgeregelter Kesselkreisumpen, ggf. Pufferspeicher mit Be- und Entladungsregelung, um möglichst tiefe Rücklauftemperaturen am Brennwertkessel ganzjährig zu gewährleisten oder andere geeignete (hydraulische) Maßnahmen umzusetzen.

Insbesondere sind Lüftungszentralen und WW-Bereitung hydraulisch zu optimieren, sodass diese möglichst wenig den Brennwert-Nutzen stören oder sogar verhindern.

Insgesamt muss eine Strategie zum hydraulischen Abgleich des Gesamtsystems Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung bei ohnehin anstehender Kesselerneuerung entwickelt und umgesetzt werden. d.h.

- ✓ Nachrüstung voreinstellbarer Thermostatventile
- ✓ ggf. Strangregulierung verschiedener Heizkreise
- ✓ Berechnung und Einstellung des hydraulischen Abgleiches
- ✓ Betriebsoptimierung der Umwälzpumpen
- ✓ Brennwert-Check als Qualitätskontrolle der Heizungssanierung
- ✓ Führung eines Heizbetriebsbuches mit Dokumentation der eingestellten Regelparameter (soweit keine GLT vorhanden ist)

Dies gilt auch für Anlagen mit FW-Anschluss und BHKW, da auch hier möglichst tiefe Rücklauftemperaturen erforderlich sind.

8.1.5. Konsequenter Ausbau der Photovoltaik

Für die Gebäude, für die kurz- und mittelfristig eine Photovoltaikanlage empfohlen wird, sollten die Dachstatiken dahingehend überprüft werden, ob die Montage einer PV-Anlage möglich ist. Gleichzeitig sollte die Dachhaut so saniert worden sein, dass sie mindestens 20 Jahre ohne weitere Sanierung genutzt werden kann.

8.1.6. Optimierung der Warmwasserbereitung

Es gibt eine Vielzahl von ineffizienten 5 l Untertisch-Warmwasserbereiter. Der Austausch gegen 230 V Durchlauferhitzer ist wirtschaftlich und ökologisch interessant. Alle Speicher an Waschtischen, an denen eine Warmwassertemperatur von 35 °C ausreicht, sollten in einem Austauschprogramm „5 l Boiler“ gegen Kleinst-Durchlauferhitzer ersetzt werden.

8.1.7. LED-Austauschprogramm

Es wurden im Rahmen der Begehungen diverse Glüh- und Halogenlampen sowie Quecksilberdampflampen (im Außenbereich) vorgefunden. Diese sollten dringend gegen effiziente LED-Lampen getauscht werden. Viele dieser Lampen können durch kostengünstige Retrofit-LED-Lampen ersetzt werden.

9. Alternative Finanzierung von Energiespar-Maßnahmen

Die geschätzte Investitionssumme für die identifizierten Energiespar-Maßnahmen beträgt allein für die hier untersuchten 43 Gebäude fast 16,7 Millionen Euro. Eine zügige Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert neben den personellen Kapazitäten also einen sehr hohen Finanzierungsbedarf. Gleichzeitig belasten die hohen Energiekosten die ohnehin stark belasteten Haushaltskassen. Gleichzeitig sollen die Klimaschutzziele Bremens eingehalten werden. Eine Lösung oder zumindest eine unterstützende Alternative neben der Umsetzung in Eigenregie kann dabei das Energiespar-Contracting (ESC) einnehmen. Dabei überträgt der Gebäudeeigentümer die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen einem spezialisierten Dienstleister (Contractor). Er plant und realisiert diese und tätigt auch die notwendigen Investitionen. Außerdem kümmert er sich um die Wartung und Instandhaltung sowie die kontinuierliche Effizienzverbesserung der von ihm installierten Anlagen. Die Energiekosteneinsparung wird über einen vertraglich vereinbarten Zeitraum garantiert, die Investitionen und die Dienstleistung werden über die Energiekosteneinsparung finanziert.

In Bremen sind bereits viele Erfahrungen mit dem ESC gesammelt worden. Zu nennen sind z.B. das Klinikum Reinkenheide, das Polizeipräsidium Bremen, die Bereitschaftspolizei Bremen, die Bremer Bäder, das Haus des Reichs sowie die Universität Bremen. Das komplette technische und wirtschaftliche Risiko übernimmt der Contractor.

Gut geeignete Maßnahmen im ESC sind der Austausch ineffizienter Heizungspumpen, der Einsatz von LED-Leuchten, die Optimierung der GLT und MSR-Technik, der Austausch von alten Heizungskesseln (siehe auch Heizkesselerneuerung und Ölkesseltausch) und auch der hydraulische Abgleich der Heizungsanlagen. All diese Maßnahmen sind auch in den untersuchten Gebäuden relevant.

Allerdings sind auch ein paar Voraussetzungen zu erfüllen. Zum einen sollten die ausgewählten Gebäude eine gewisse Nutzungssicherheit aufweisen, denn ESC-Verträge laufen in der Regel über Zeiträume von 8 bis 12 Jahren. Wird ein Gebäude in dieser Zeit umfassend saniert, umgenutzt, abgerissen oder verkauft, erhöht sich der Aufwand zur Abgrenzung dieses Gebäudes und die Maßnahmen können ggfs. nicht ausreichend finanziert werden. Außerdem lohnt sich der Aufwand für ein ESC-Verfahren mit der

Vorbereitungs-, Analyse- und Leistungsphase sowohl für den Contractingnehmer als auch den Contractinggeber erst ab einer gewissen Größenordnung. Insgesamt sollten die ausgewählten Liegenschaften Energiekosten in der Höhe von mindesten 200.000 Euro pro Jahr und ein relevantes Einsparpotenzial bei kurz- und mittelfristig refinanzierbaren Maßnahmen aufweisen, damit auch eine relevante Refinanzierung realisiert werden kann. Dabei kann es sich aber durchaus auch um mehrere Gebäude oder Liegenschaften handeln, dabei spricht man von einem Gebäudepool mit bis zu 12 bis 15 Gebäuden. Da sich beim Gebäudepooling die Transaktionskosten erhöhen, sollte die Energiekostenbaseline entsprechend höher liegen. Als Richtwert gelten 300.000 € netto pro Jahr Energiekosten. Abbildung 28 zeigt das Funktionsprinzip ESC.



Abbildung 29: Funktionsprinzip Energiespar-Contracting

Quelle. Dena-Leitfaden Energiespar-Contracting (ESC), Berlin 2019

Bremen, 30. September 2020

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

SVIT-Gebäude Vegesack		Fläche	Verbrauch IST							Einsparung absolut						Einsparung %		
Nr.	Liegenschaft/Gebäude		G-Code	NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	Σ Endenergie	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	CO ₂
			m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%	
1	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1288	4.094	329.943	0	0	56.171	106	27.390	386.114	165.310	0	0	6.863	38	8.936	36%	45%
2	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1289	5.087	659.673	0	0	276.396	329	93.363	936.070	306.171	0	0	238.955	328	83.754	100%	58%
3	Schulzentrum Sek. II Vegesack (Ber.)	G1291	187	38.000	0	0	4.000	11	2.623	42.000	28.634	0	0	300	6	1.339	57%	69%
4	Gerhard-Rohlf's-Oberschule - Dep. Ki	G1296	2.144	227.603	0	0	40.845	75	19.181	268.448	181.744	0	0	18.214	79	17.002	106%	74%
5	Gerhard-Rohlf's-Oberschule - Dep. Ki	G1297	150	6.063	0	0	1.624	2	637	7.687	1.902	0	0	676	4	891	183%	34%
6	Gerhard-Rohlf's-Oberschule - Dep. Ki	G1298	816	130.770	0	0	5.596	30	6.821	136.366	14.977	0	0	2.868	17	3.396	55%	13%
7	Bürgerhaus Vegesack	G1299	5.693	412.937	0	0	227.771	245	70.843	640.708	59.714	0	0	112.108	115	32.354	47%	27%
8	Oberschule an der Lerchenstraße	G1411	7.820	648.341	0	0	129.678	223	57.751	778.019	424.524	0	0	186.877	295	75.743	132%	79%
9	Oberschule an der Lerchenstraße	G1412	1.665	117.787	0	0	58.378	65	18.710	176.165	7.067	0	0	7.203	7	2.006	10%	8%
10	Schule Alt-Aumund	G1757	1.199	123.306	0	0	17.156	37	9.208	140.462	82.046	0	0	23.810	67	14.162	180%	75%
11	Schule Alt-Aumund	G1758	2.281	201.809	0	0	28.078	61	15.070	229.887	34.417	0	0	3.392	9	2.322	15%	16%
12	Schule Alt-Aumund	G1759	521	57.155	0	0	7.036	17	4.060	64.191	0	0	0	0	0	0	0%	0%
13	Kindertagesheim Schönebeck	G1830	430	59.388	0	0	14.973	23	6.016	74.361	34.793	0	0	218	7	1.592	32%	47%
14	Kindertagesheim Grohn	G2045	987	177.145	0	0	33.870	60	15.806	211.015	83.286	0	0	6.420	21	5.198	36%	43%
15	Kindertagesheim Grohn	G2046	219	42.899	0	0	4.370	12	2.927	47.269	19.579	0	0	1.264	5	1.164	41%	44%
16	Schule Am Wasser	G2047	3.921	0	214.118	0	77.856	112	29.429	291.974	0	57.355	0	33.919	79	17.098	71%	31%
17	Schule Am Wasser	G2048	551	71.788	0	0	9.646	21	5.232	81.434	12.503	0	0	7.080	8	2.184	35%	24%
18	Stadion Vegesack	G2114	397	103.097	0	0	12.038	29	7.206	115.135	39.685	0	0	4.756	16	3.693	55%	39%
19	Freiwillige Feuerwehr Vegesack	G2193	906	158.500	0	0	10.000	39	8.995	168.500	112.526	0	0	7.861	29	6.780	74%	71%
20	Kindertagesheim Schönebecker Straß	G2290	304	35.381	0	0	6.780	12	3.078	42.161	11.017	0	0	1.362	3	808	27%	29%
21	Schule Hammersbeck	G3060	474	63.934	0	0	3.925	16	3.607	67.859	32.147	0	0	2.162	28	5.482	181%	51%
22	Altes Lagerhaus	G4249	825	84.307	0	0	25.000	35	9.419	109.307	78.385	0	0	16.588	32	7.757	91%	87%
	Summe Vegesack		40.671	3.749.825	214.118	0	1.051.187	1.559	417.371	5.015.130	1.730.427	57.355	0	682.896	1.193	293.660	77%	49%

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

SVIT-Gebäude Schwachhausen		Fläche	Verbrauch IST							Einsparung absolut							Einsparung %	
Nr.	Liegenschaft/Gebäude	G-Code	NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	Σ Endenergie	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	CO ₂	Endenergie
			m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%
23	Schule an der Gete / Georg-Droste-S	G0392	1.829	288.210	0	0	83.583	117	31.823	371.793	176.607	0	0	41.270	128	26.989	109%	59%
24	Schule an der Gete / Georg-Droste-S	G0393	1.604	105.290	0	0	30.274	43	11.544	135.564	3.159	0	0	7.650	6	1.938	14%	8%
25	Schule an der Gete / Georg-Droste-S	G0394	460	74.057	0	0	29.646	36	10.097	103.703	2.222	0	0	0	0	98	1%	2%
26	Schule an der Carl-Schurz-Straße	G0782	2.267	0	316.480	0	25.387	102	22.484	341.867	0	185.844	0	11.881	83	17.086	81%	58%
27	Schule an der Carl-Schurz-Straße	G0783	609	0	63.160	0	6.071	21	4.727	69.231	0	22.887	0	0	10	1.259	48%	33%
28	Schule an der Freiligrathstraße	G0934	953	104.817	0	0	13.543	31	7.593	118.360	69.227	0	0	0	14	3.067	45%	58%
29	Schule an der Freiligrathstraße	G0935	2.332	229.440	0	0	29.307	67	16.615	258.747	93.540	0	0	22.483	96	18.969	143%	45%
30	Schule an der Freiligrathstraße	G0936	610	36.873	0	0	9.439	14	3.768	46.312	1.106	0	0	3.240	3	810	18%	9%
31	Schule an der Freiligrathstraße	G0937	92	21.020	0	0	3.000	6	1.591	24.020	16.788	0	0	2.720	5	1.383	83%	81%
32	Sonderschule Fritz-Gansberg-Straße	G0960	2.858	0	0	605.191	49.564	133	53.278	654.755	0	0	302.885	30.548	129	38.353	97%	51%
33	Sonderschule Fritz-Gansberg-Straße	G0961	514	0	0	65.000	6.352	15	6.199	71.352	0	0	15.383	444	3	1.218	19%	22%
34	Kindertagesheim Fritz-Gansberg-Str.	G0963	929	0	0	136.877	28.554	42	16.098	165.432	0	0	61.120	12.317	40	10.741	94%	44%
35	Hermann-Böse-Gymnasium	G1140	8.402	602.844	0	0	136.646	219	57.656	739.490	61.558	0	0	87.497	129	32.287	59%	20%
36	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1861	2.657	0	204.247	0	93.324	120	33.165	297.570	0	59.942	0	2.094	17	3.789	14%	21%
37	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1862	2.562	0	258.386	0	7.512	74	15.976	265.897	0	100.730	0	516	27	5.661	37%	38%
38	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1863	951	0	281.355	0	7.397	80	17.213	288.752	0	65.279	0	28	17	3.597	22%	23%
39	Kippenberg-Gymnasium -312-	G1864	618	0	167.502	0	6.662	49	10.778	174.164	0	62.401	0	5.072	20	4.624	41%	39%
40	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3083	694	0	80.692	0	11.402	30	7.117	92.094	0	38.907	0	2.364	12	2.695	41%	45%
41	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3084	694	0	81.582	0	11.402	30	7.166	92.983	0	39.826	0	2.904	13	2.873	42%	46%
42	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3086	1.352	0	204.247	0	25.387	72	17.199	229.633	0	20.551	0	149.794	281	64.784	388%	74%
43	Kippenberg-Gymnasium -312-	G3087	730	0	77.290	0	11.986	29	7.068	89.277	0	40.055	0	920	11	2.419	39%	46%
Summe Schwachhausen			33.717	1.462.552	1.734.940	807.068	626.437	1.332	359.156	4.630.997	424.207	636.422	379.388	383.741	1.045	244.640	78%	39%
Summe Vegesack & Schwachhausen			74.388	5.212.377	1.949.058	807.068	1.677.624	2.891	776.528	9.646.127	2.154.633	693.777	379.388	1.066.637	2.238	538.301	77%	45%