



Klimaschutzteilkonzept für die SVIT-Gebäude in Bremen Burglesum

Abschlussbericht im Auftrag von Immobilien Bremen AÖR

Bremen, 30. September 2019

Auftraggeber



Immobilien Bremen AöR

Theodor-Heuss-Allee 14
28215 Bremen

Erstellt durch:



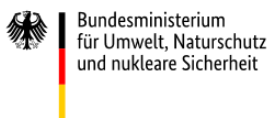
beks EnergieEffizienz

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: 03K08301

Inhalt

1.	Zusammenfassung.....	6
2.	Vorbemerkung.....	10
3.	Aufgabenstellung.....	12
4.	Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse.....	13
4.1.	Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials.....	15
4.2.	Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials.....	17
4.3.	CO ₂ -Emissionsfaktoren.....	20
5.	Zusammenfassung der Energieverbräuche, der Energiekosten und der CO ₂ -Emissionen im Ist-Zustand.....	21
5.1.	Gesamtenergiebedarf.....	21
5.2.	CO ₂ -Emissionen.....	21
5.3.	Energiekosten.....	22
5.4.	Energieträgeraufteilung.....	23
5.5.	Energiekennwerte.....	23
5.6.	Lastganganalyse des elektrischen Strombezuges.....	25
6.	Zustand der Gebäudehüllen und -technik.....	29
6.1.	Baukörper.....	29
6.2.	Haustechnik.....	32
6.3.	Lüftungstechnik.....	35
6.4.	Warmwassertechnik.....	35
6.5.	Beleuchtung.....	35
6.6.	Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.....	37
7.	Maßnahmen.....	38
7.1.	Maßnahmen insgesamt.....	39
7.2.	Energieeinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen.....	41
7.3.	CO ₂ -Einsparung bei Umsetzung der Maßnahmen.....	43
7.4.	Kosteneinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen.....	44
7.5.	Investitionskosten Maßnahmen.....	45
8.	Zusammenfassung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und der CO ₂ -Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen nach Gebäuden.....	46
8.1.	Übergeordnete Energiespar-Maßnahmen.....	49
9.	Alternative Finanzierung von Energiespar-Maßnahmen.....	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angenommene Faktoren für die Witterungskorrektur.....	14
Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016).....	21
Abbildung 3: CO ₂ -Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand.....	22
Abbildung 4: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr	22
Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden.....	23
Abbildung 6: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand.....	24
Abbildung 7: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand.....	24
Abbildung 8: Jahresdauerlinie der SZ Bördestraße mit einer Grundlast von 17 kW.....	25
Abbildung 9: Jahresdauerlinie der OS Lesum (Standort Steinkamp & Dep. Heisterbuch) mit einer Grundlast von je 5 kW (blauer Balken).....	26
Abbildung 10: Jahresdauerlinie der Grundschule Landskrona-Straße.....	26
Abbildung 11: Jahresdauerlinie des SZ Alwin Lonke Str.....	27
Abbildung 12: Auswertung der spezifischen Grundlast-Leistung und Anteil der Grundlast am Gesamtverbrauch.....	27
Abbildung 13: Wochen-Profil des SZ Alwin Lonke Str. und SZ Bördestraße.....	29
Abbildung 14: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität.....	30
Abbildung 15: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität.....	30
Abbildung 16: energetische Fensterqualitäten	31
Abbildung 17: Kesselaltersstruktur	32
Abbildung 18: energetische Qualität der Umwälzpumpen.....	34
Abbildung 19: Anteile der Leuchtmittelkategorien	37
Abbildung 20: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken.....	40
Abbildung 21: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmengruppen.....	41
Abbildung 22: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen.....	42
Abbildung 23: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen.....	42
Abbildung 24: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen.....	43
Abbildung 25: CO ₂ -Einsparpotential nach Maßnahmengruppen.....	44
Abbildung 26: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen.....	45
Abbildung 27: Energieverbrauch der Liegenschaften im Soll-Zustand.....	47
Abbildung 28: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern.....	47
Abbildung 29: CO ₂ -Einsparpotenzial je Gebäude	48
Abbildung 30: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude	48
Abbildung 31: Funktionsprinzip Energiespar-Contracting.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet).....	7
Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Burglesum.....	11
Tabelle 3: Soll U-Werte für Maßnahmen am Baukörper gemäß Energierichtlinie Bremen, Entwurf vom 30.05.2016	16
Tabelle 4: Angenommene Heizgradstunden und spezifisches Einsparpotenzial für Maßnahmen am Baukörper.....	16
Tabelle 5: Der Untersuchung zugrunde gelegte Arbeitspreise und Teuerungsraten	17
Tabelle 6: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen.....	17
Tabelle 7: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle.....	18
Tabelle 8: Maßnahmenkosten für Heizung und TGA Ausrüstung.....	19
Tabelle 9: Übersicht der angenommenen CO ₂ -Faktoren.....	20
Tabelle 10: Kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen im Überblick.....	45
Tabelle 11: Investition nach Maßnahmengruppe.....	46

1. Zusammenfassung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes für die eigenen Liegenschaften im Stadtteil Bremen Burglesum, Osterholz und Seehausen beantragt (Förderkennzeichen 03K08301). Die BEKS EnergieEffizienz GmbH (im Folgenden beks) wurde im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes damit beauftragt, insgesamt 49 Gebäude in 25 Liegenschaften im Bremer Stadtteil Burglesum 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 Begehungen vor Ort wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber an zwei Standorten (Liegenschaften) geringe Abweichungen der untersuchten Einzelgebäude vorgenommen. Im ersten Fall wurde festgestellt, dass vom Nutzer (Feuerwehr) an diesem Standort zwei andere Gebäude genutzt werden und das ursprünglich beauftragte Gebäude aus dem Jahr 1860 inzwischen abgerissen ist. Ein Kindergarten ist ebenfalls inzwischen aus der Nutzung herausgenommen worden und durch ein Feuerwehrgebäude ersetzt worden. In dem anderen Fall hat es eine Änderung bei den G-Codes gegeben, da die ursprünglichen falsch angegeben waren. Der Tausch der Einzelgebäude erfolgte in der gleichen Gebäudegrößenkategorie, so dass sich beim Untersuchungsrahmen keinerlei Änderungen ergeben.

Die 49 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 –September 2019 erbracht. Als Ergebnis werden 49 Einzelberichte und eine zusammenfassende Betrachtung „Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Burglesum“ (dieser Bericht) abgegeben.

Die von Immobilien Bremen angegebene Bruttogeschossfläche der untersuchten Gebäude liegt bei 101.238 m². Die Nettogeschossfläche wurde zu 86.369 m² NGF berechnet.

In den 49 Gebäuden in Burglesum wurden insgesamt 308 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 76%, der Energieverbrauch um 46% und der CO₂-Ausstoß um 84% gesenkt werden. Die Investitionskosten für die Umsetzung der 308 Maßnahmen wurden grob mit 19,4 Mio. Euro berechnet.

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitions- kosten	Kosteneinspar.	Energieeinsparung	CO ₂ - Reduktion
		€	€/a	kWh/a	t/a
kurzfristig	92	1.153.000	156.000	664.000	307
mittelfristig	99	3.568.000	393.000	1.118.000	707
langfristig	117	14.616.000	630.000	3.104.000	1.737
Summe	308	19.337.000	1.179.000	4.886.000	2.752
Ist-Zustand			834.000	10.698.000	3.279
rel. Einsparpotenzial			76%	46%	84%

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet)

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 teilweise nicht mit den beheizten Flächen überein. Unbeheizte Kellerflächen und 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.
- ✓ 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.
- ✓ 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, 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.
- ✓ Die Altersstruktur der vorhandenen Kesselanlagen zeigt eine Überalterung. Es sollte ein Kesselsanierungsprogramm aufgelegt werden, mit dem alle Kessel, die älter als 20 Jahre sind, in den nächsten 2 Jahren 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. In Kapitel 6.2 folgt eine Auflistung von Brennwertanlagen, die für einen Brennwert-Check in Frage kommen.

- ✓ 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 49 Berichte 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.

Als Finanzierungsform wird die Prüfung von Energiespar-Contracting empfohlen. Hier ist als mögliches Objekt das Schulzentrum Alwin Lonke Str. (G0303) und weitere G-Codes mit über 25.000 m² NGF zu nennen. Dieses Schulzentrum hat eine große, noch ölgefeuerte Kesselanlage (2 MW) und über 20 diverse Lüftungsanlagen (Bj. 1975), sowie umfangreiche Beleuchtungsanlagen, die allesamt dringend sanierungsbedürftig sind. Das erforderliche Investitionsvolumen alleine für die energetische Sanierung wird für G0303 auf mindestens 6,1 Mio. Euro geschätzt (> 310 Euro/m²). Details siehe Einzelbericht für G0303 und G0308.

2. Vorbemerkung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes für die eigenen Liegenschaften im Stadtteil Bremen Burglesum, Osterholz und Seehausen beantragt (Förderkennzeichen 03K08301). Die BEKS EnergieEffizienz GmbH (im Folgenden beks) wurde im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzeptes damit beauftragt, insgesamt 49 Gebäude im Bremer Stadtteil Burglesum zu untersuchen und Einsparpotenziale zu identifizieren. 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.

beKS hatte den Auftrag, folgende 49 Gebäude zu untersuchen und Maßnahmen zur Effizienzverbesserung vorzuschlagen:

Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Burglesum

Nr.	G-Code	Name des Gebäudes	Baujahr	BGF (in m ²)	
1	G0303	Schulzentrum Sek. II Alwin-Lonke-Straße	1976-78	23.149	
2	G0305	Schulzentrum Sek. II Alwin-Lonke-Straße	1995	1.120	
3	G0309	Schulzentrum Sek. II Alwin-Lonke-Straße	1965	206	
4	G0314	Freiwillige Feuerwehr Grambkermoor	1936	595	
-	G0324	Kindertagesheim Lesum	vor 1923	384,65	gestrichen
5	G0325	Sportanlage TSV Lesum-Burg	1966	445	
6	G0412	Kindertagesheim An Smidts Park	1964	1.164	
7	G0661	Schulzentrum Sek. II Bördestr.	1970	3.682	
8	G0662	Schulzentrum Sek. II Bördestr.	1970	14.357	
9	G0663	Schulzentrum Sek. II Bördestr.	1970	167	
10	G0685	Jugendfreizeitheim Burglesum	1985	1.077	
11	G0732	Freiwillige Feuerwehr Burgdamm	1959	154	
12	G1006	Polizeirevier Grambke	1960	536	
13	G1007	Schule Grambker Heerstraße	vor 1955	286	
14	G1008	Schule Grambker Heerstraße	1960	1.221	
15	G1011	Schule Grambker Heerstraße	1960	220	
16	G1012	Schule Grambker Heerstraße, Sportplatz	1950	844	
17	G1110	Kindertagesheim Heinrich-Seekamp-Str.	1973	1.189	
18	G1124	Oberschule an der Helsinkistraße	1969	2.914	
19	G1125	Oberschule an der Helsinkistraße	1970	2.543	
20	G1126	Oberschule an der Helsinkistraße	1971	3.473	
21	G1127	Oberschule an der Helsinkistraße	1978	168	
22	G1128	Oberschule an der Helsinkistraße	1969	665	
23	G1155	Schule Am Mönchshof	1980	2.738	
24	G1156	Schule Am Mönchshof	1899	1.859	
25	G1158	Bibliothek Lesum	1968	1.011	
26	G1160	Ortsamt Burglesum	1855	1.069	
27	G1373	Kindertagesheim Marßel	1962	1.377	
28	G1374	Beratungsstelle	1965	129	
29	G1375	Schule an der Landskronastraße	1966	1.794	
30	G1376	Schule an der Landskronastraße	1966	640	
31	G1377	Schule an der Landskronastraße	1966	303	
32	G1380	Schule an der Landskronastraße	1963	215	G-Code geändert - 1378
33	G1381	Schule an der Landskronastraße	ca. 1965	1.190	G-Code geändert - 1382
34	G1752	Schule St.Magnus	vor 1955	2.812	
35	G1754	Kindertagesheim St.Magnus	vor 1910	682	
36	G1971	Bezirkssportanlage Marßel	1972	375	
37	G1973	Bezirkssportanlage Marßel	1972	1.070	
38	G1977	Schule Burgdamm	1963	3.211	
39	G1978	Schule Burgdamm	1964+1999	214	
40	G1979	Schule Burgdamm	1963	664	
41	G1987	Oberschule Lesum	1968	8.436	
42	G1988	Oberschule Lesum	1963	198	
43	G1989	Oberschule Lesum	1968	1.776	
44	G2128	Oberschule Lesum - Dep. Heisterbusch	1967	7.636	
45	G2130	Oberschule Lesum - Dep. Heisterbusch	1967	1.220	
46	G2301	Kinderspielplatz mit Jugendhaus	1995	130	
47	G2721	Freiwillige Feuerwehr Bremen Burgdamm	1950	58	zusätzlich
48	G2740	Freiwillige Feuerwehr Bremen Burgdamm	1970	101	zusätzlich
-	G2810	Freiwillige Feuerwehr Bremen Burgdamm	ca. 1860	604,7	gestrichen
49	G3072	Werkstatt Bremen Hindenburgstraße 16	1988	157	
		Summe		101.238	

Unter den 49 ursprünglich beauftragten Gebäuden waren zwei, die bereits abgerissen oder aus der Nutzung genommen worden. Stattdessen wurden in Absprache mit IB zwei Gebäude in der gleichen Liegenschaft (Feuerwehr Burgdamm) untersucht, die teilweise baugleich waren. In Tabelle 1 sind die gelb markierten Gebäude ausgenommen, die rot markierten stattdessen bearbeitet worden. Damit beträgt die letztlich bearbeitete Gebäudefläche 101.238 m² BGF, etwas mehr als beauftragt.

3. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes, SVIT-Gebäude in Bremen Burglesum wurde für 49 Gebäude mit insgesamt 101.238 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
- ✓ Detailinformationen von Immobilien Bremen zu Bauteilaufbauten, erfolgten Sanierungsmaßnahmen und detaillierte Informationen zur technischen Gebäudeausrüstung (TGA)
- ✓ Stromlastgangdaten, 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, Bürger- und Ortsamt. Es wurden aber auch Kindertagesheime, Freizeitheime, ein Rathaus und Verwaltungsgebäude untersucht.

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 Flughafem		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 überprüft, in dem die Gebäudekanten und Längen in Google Earth professional grob ermittelt wurden. 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 beheizter Bereich 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 30. Juli 2009. 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:

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

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)	Teuerung* in %/a	langfristig**				
	Bew ertung für IST-Zustand		Bew ertung 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 Geschossdecke	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 8.868 MWh/a Wärme und zur elektrischen Versorgung 1.808 MWh/a Strom eingesetzt. Der Endenergieverbrauch der 49 untersuchten Gebäude beträgt 10.676 MWh pro Jahr. Die Darstellung der Einzelverbräuche ist nachfolgend grafisch dargestellt. Zu erkennen ist, dass drei Gebäude untersucht wurden, die einen Energieverbrauch von über 600 MWh/a haben und 17 Gebäude, die weniger als 100 MWh/a verbrauchen.

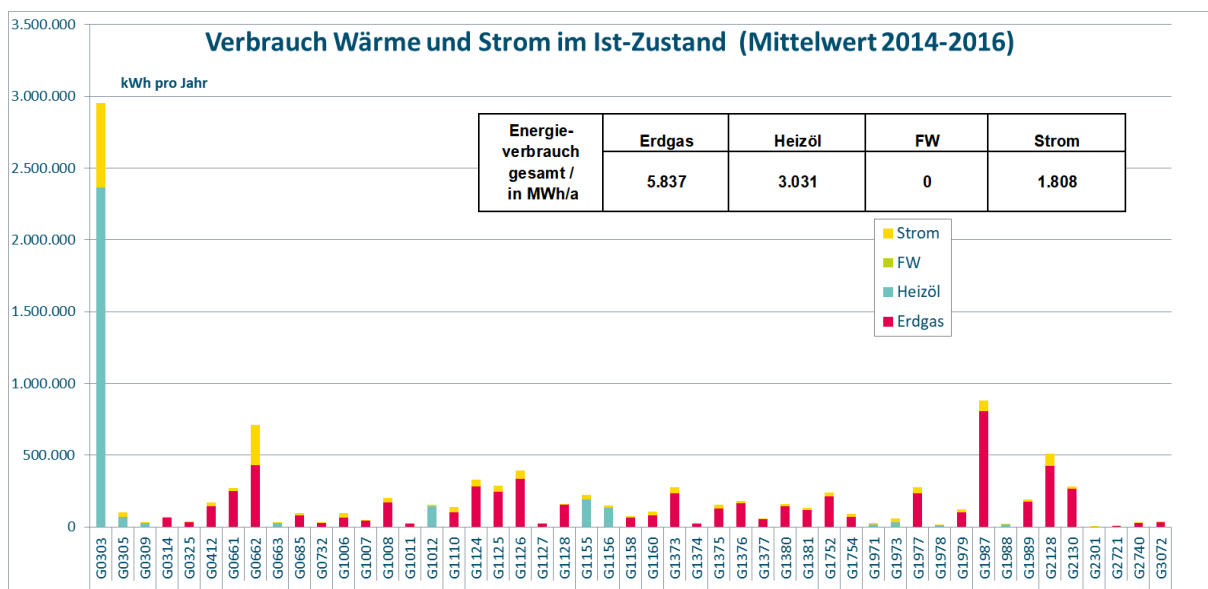


Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)

5.2. CO₂-Emissionen

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO₂-Emissionen betragen 3.279t/a. Etwa ein Drittel davon verursacht das Gebäude G0303 des Schulzentrums Alwin-Lonke-Straße. 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.

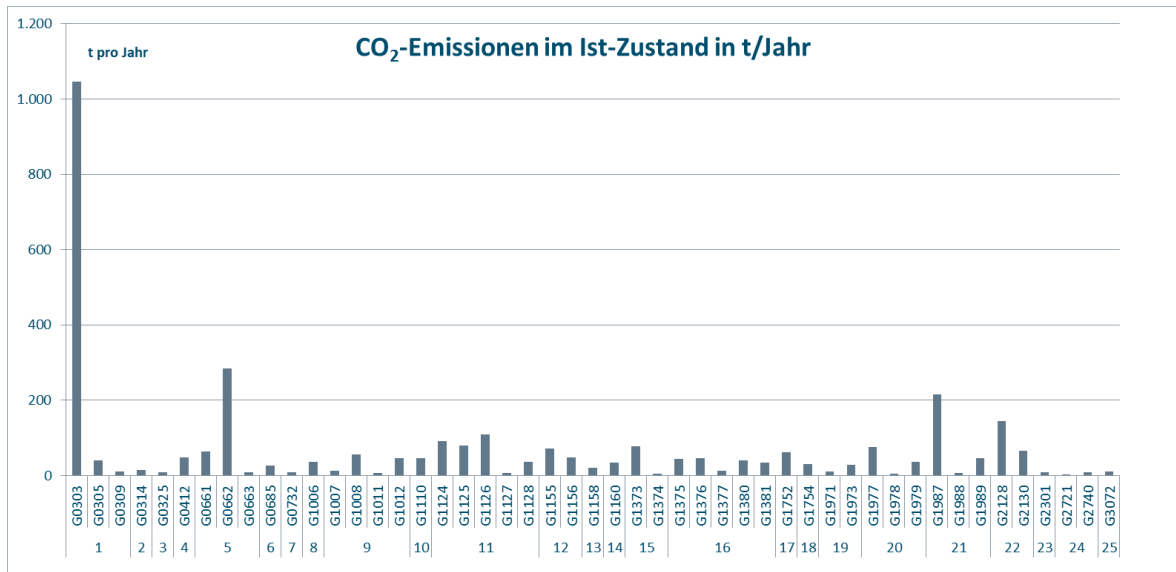


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

5.3. Energiekosten

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in der Höhe von etwa 834.000 €/a an, welche in Abbildung 4 pro Gebäude dargestellt sind.

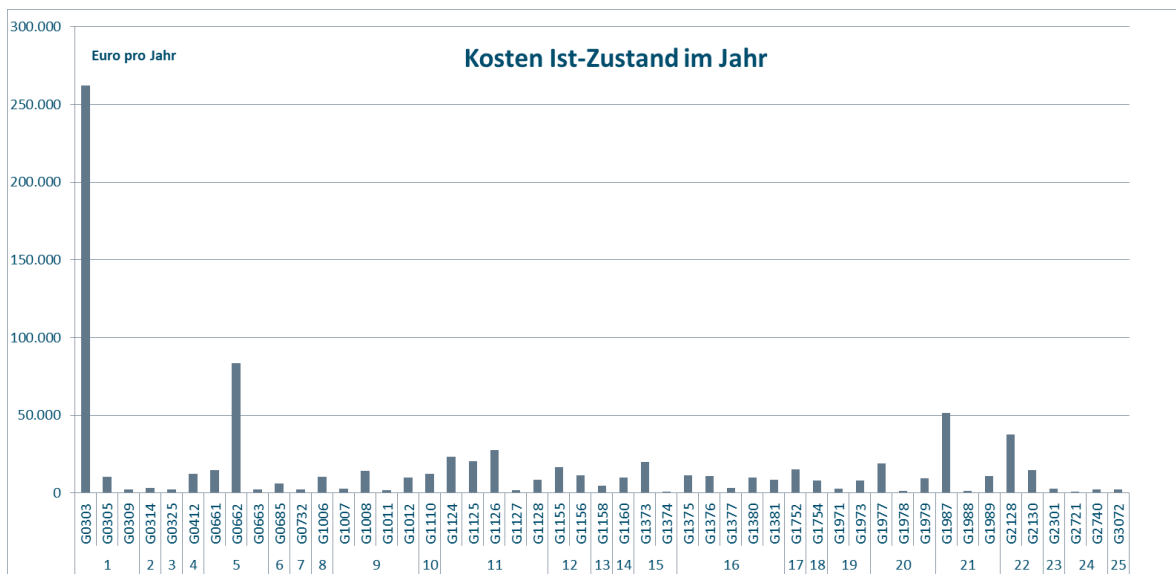


Abbildung 4: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr

5.4. Energieträgeraufteilung

In Abbildung 5 ist der prozentuale Anteil der Energieträger der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 55% hat Erdgas den höchsten Anteil, gefolgt von Heizöl (28%) und Strom (17%). Fernwärme wird in den untersuchten Gebäude nicht verwendet (0%).

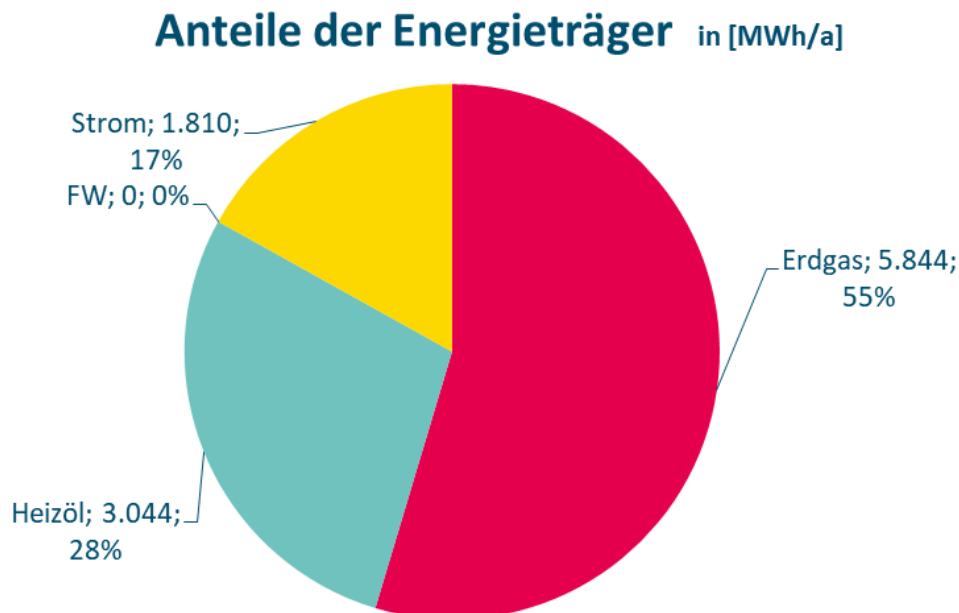


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden

5.5. Energiekennwerte

Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV- Neubau mit spezifischen Verbräuchen zwischen 80 und 110 kWh/m² im Jahr zeigt, dass 28 Gebäude (ca. 50%) 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 Einsparpotential angesetzt. Dies trifft auf insgesamt 21 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 G2740 aufgrund unplausibler Zuordnung von Verbrauchsdaten zu beheizten Nutzflächen nicht belastbar. Eine Plausibilisierung wurde versucht, war aber aufgrund unzureichender Datenlage nicht abschließend möglich.

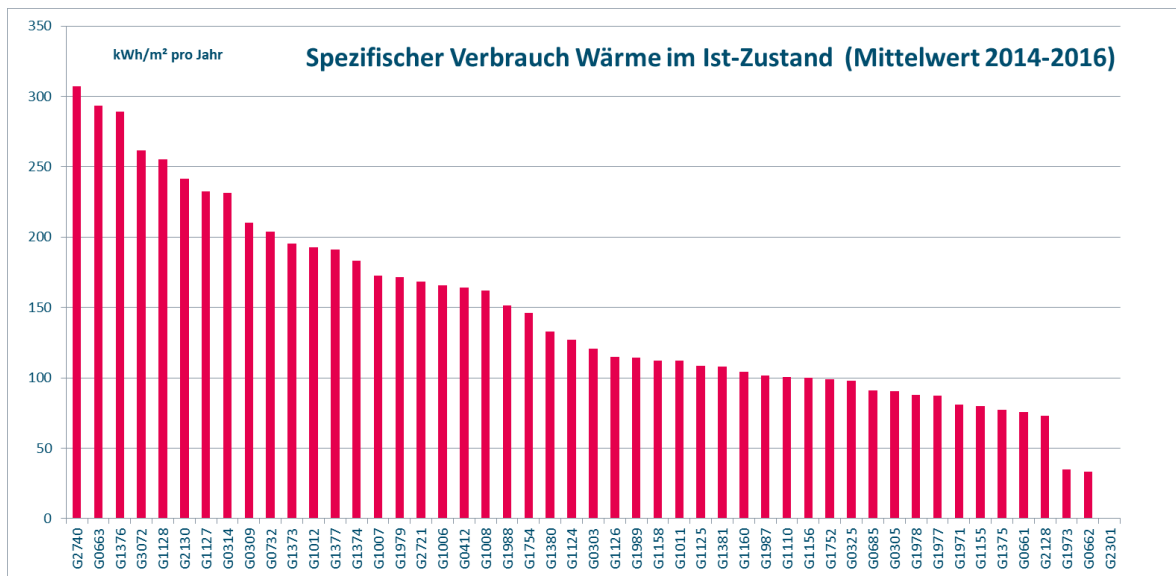


Abbildung 6: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand

In Abbildung 7 ist der spezifische Stromverbrauch im Ist-Zustand abgebildet. Der Vergleichskennwert nach EnEV-Neubau liegt zwischen 10 und 30 kWh/m² und Jahr. Der Mittelwert der 49 untersuchten Gebäude beträgt 24 kWh/m² a. In 20 Gebäuden liegt der Stromkennwert über 24 kWh/m² a. Allerdings trifft auch hier die Aussage zu, dass einige Kennwerte aufgrund nicht plausibler Flächenangaben unsicher sind.

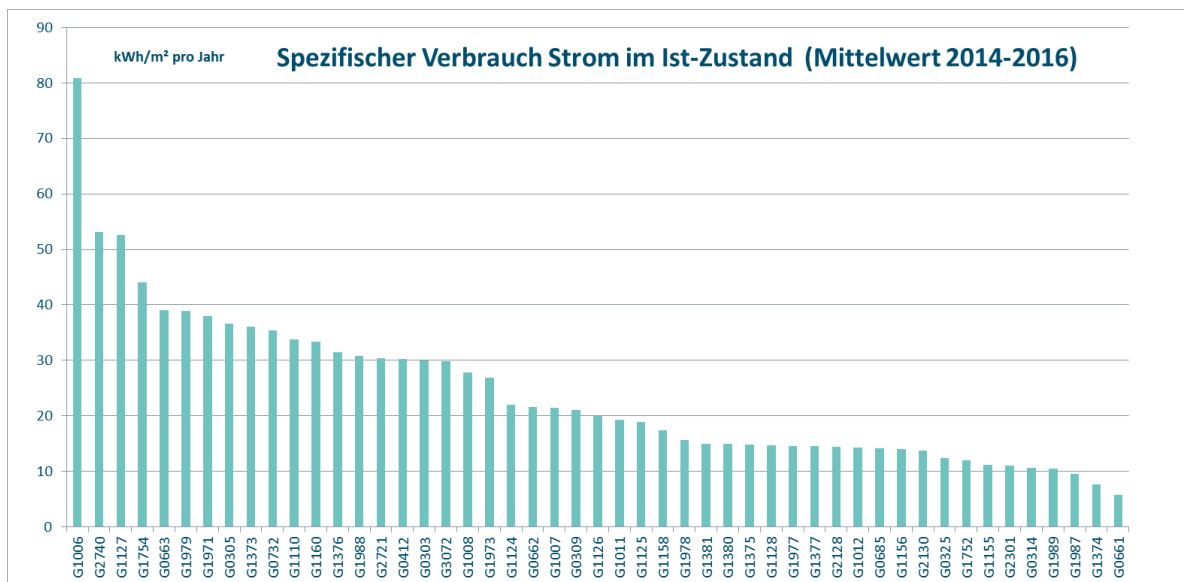


Abbildung 7: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand

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 Mensen und Kleinküchen und
- ✓ Schulbetrieb

Insgesamt liegen für 5 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.

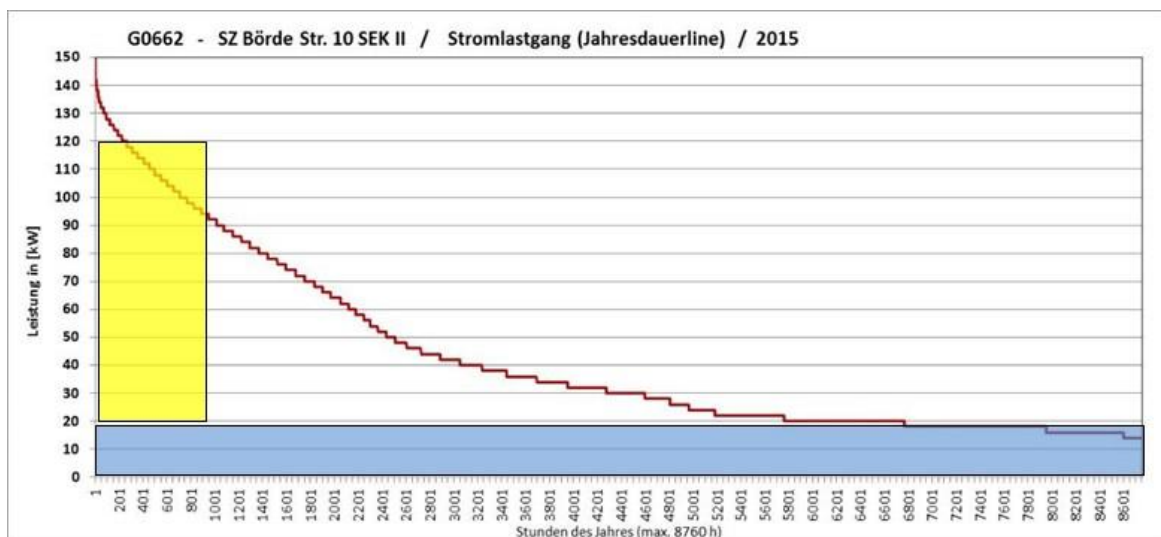


Abbildung 8: Jahresdauerlinie der SZ Bördestraße mit einer Grundlast von 17 kW

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.

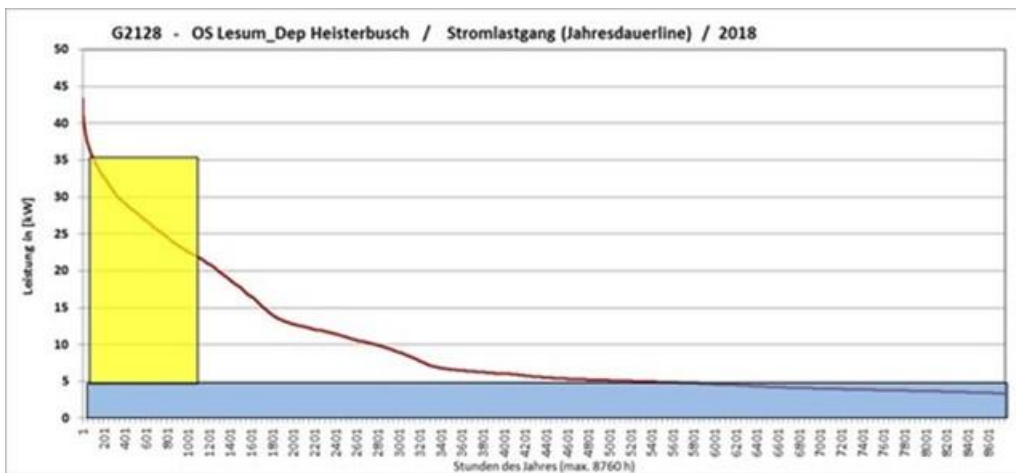
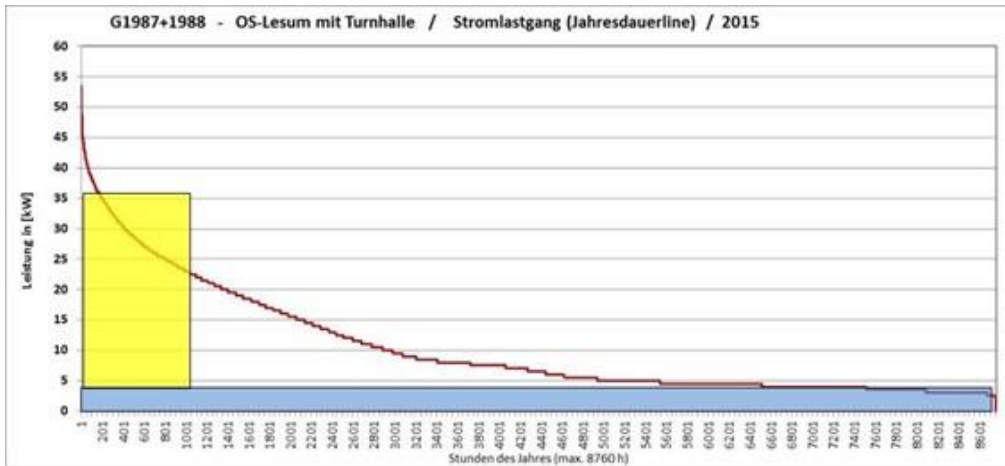


Abbildung 9: Jahresdauerlinie der OS Lesum (Standort Steinkamp & Dep. Heisterbusch) mit einer Grundlast von je 5 kW (blauer Balken)

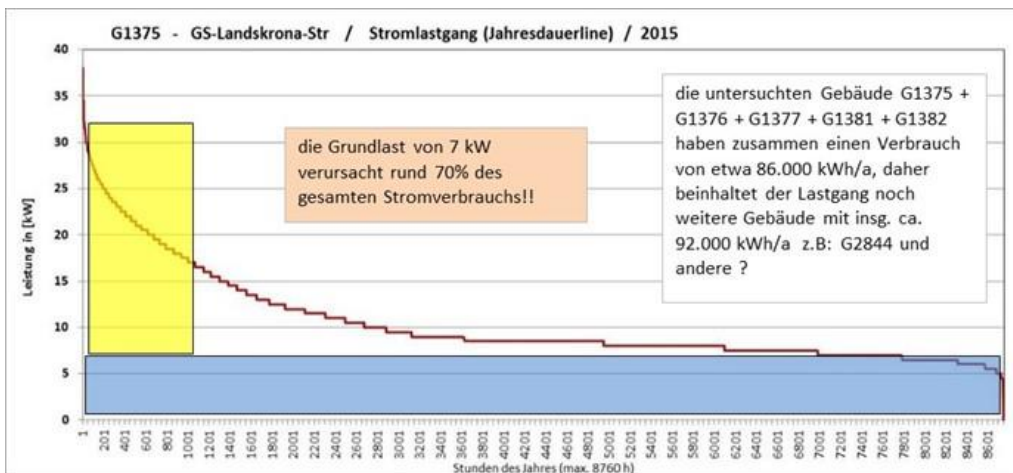


Abbildung 10: Jahresdauerlinie der Grundschule Landskrona-Straße

Auffällig ist die hohe Grundlast die rund 70% des Gesamtverbrauches verursacht.

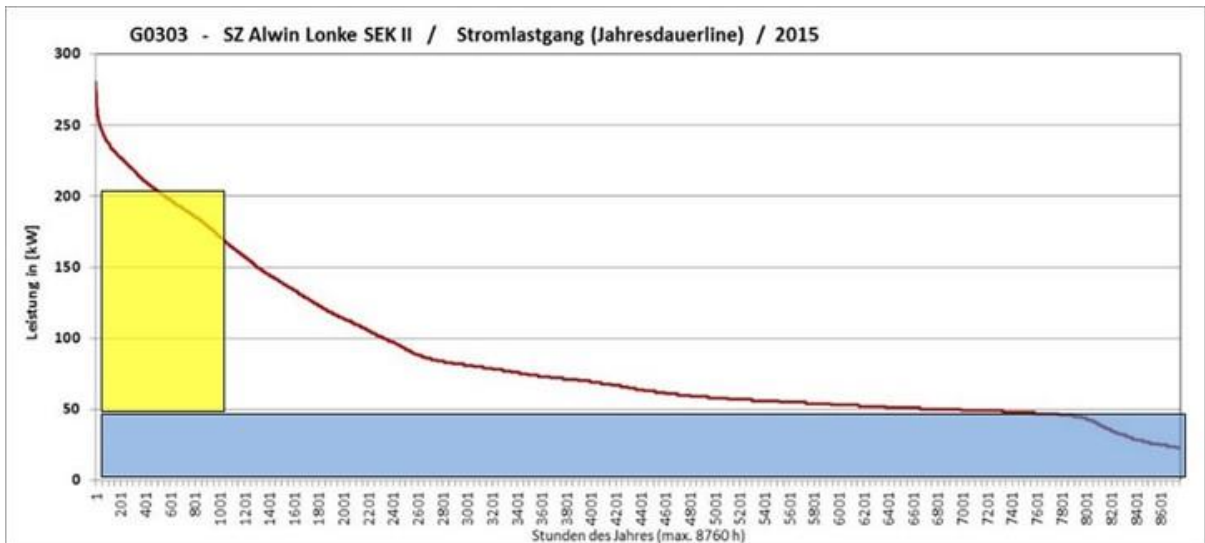


Abbildung 11: Jahresdauerlinie des SZ Alwin Lonke Str.

Die extrem hohe Grundlast von 46 kW ist dem Umstand der Berufsschule und einer Vielzahl von Lehrwerkstätten mit einem umfangreichen Maschinen-Park geschuldet. Der Anteil am Gesamtverbrauch beträgt 53%. Insbesondere die größeren Schulzentren G0662 (SZ Börderstr.) und G0303 (SZ Alwin Lonke Str) zeigen sehr hohe Grundlasten von 1,3 bis 2,3 W/m², kleinere Schulen haben dagegen spezifische Grundlast-Leistungen im Bereich von 0,6 bis 0,9 W/m²

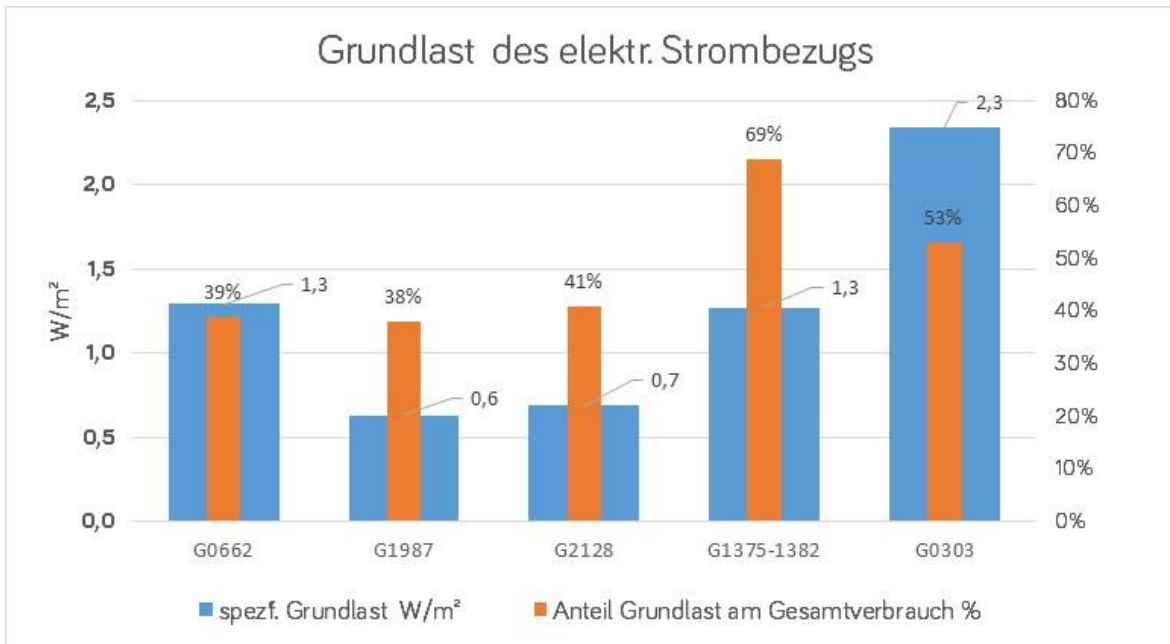
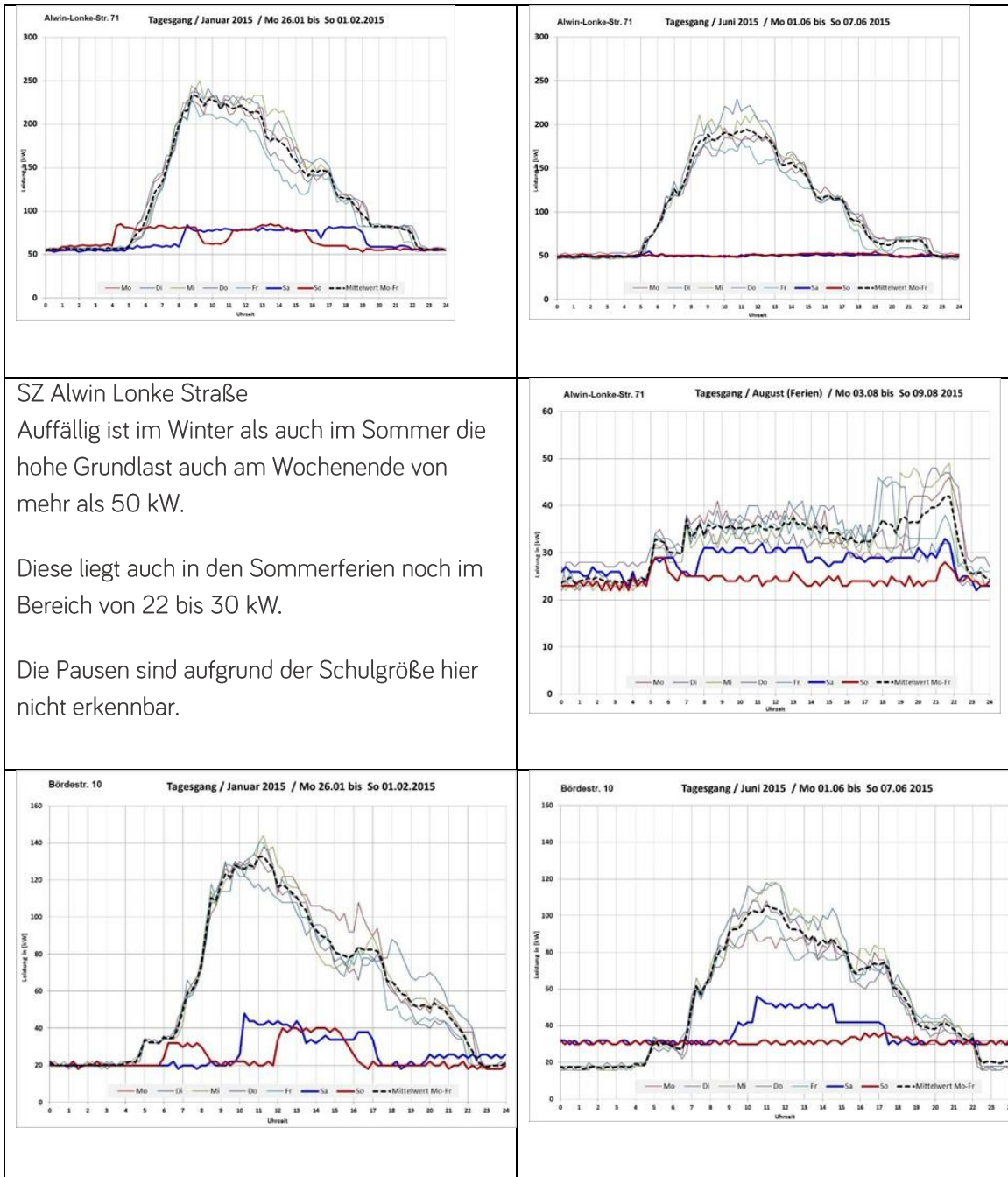


Abbildung 12: Auswertung der spezifischen Grundlast-Leistung und Anteil der Grundlast am Gesamtverbrauch

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



SZ Alwin Lonke Straße

Auffällig ist im Winter als auch im Sommer die hohe Grundlast auch am Wochenende von mehr als 50 kW.

Diese liegt auch in den Sommerferien noch im Bereich von 22 bis 30 kW.

Die Pausen sind aufgrund der Schulgröße hier nicht erkennbar.

SZ Bördestraße

Auffällig ist auch hier die recht hohe Grundlast auch an Wochenenden und auch in den Sommerferien. Vermutlich laufen einige Lüftungsanlagen durchgängig.

Auch ist der Reinigungsbetrieb ab 5:00 morgens erkennbar.

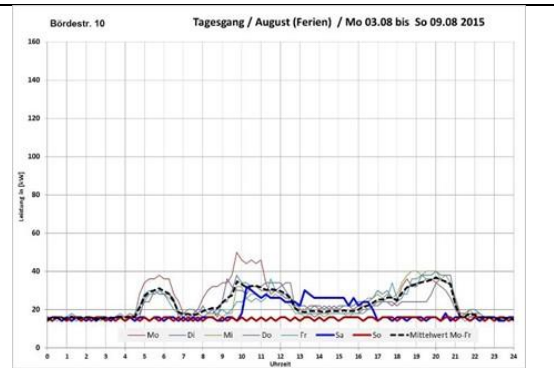


Abbildung 13: Wochen-Profil des SZ Alwin Lonke Str. und SZ Bördestraße

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 14 und Abbildung 15 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

Außenwände

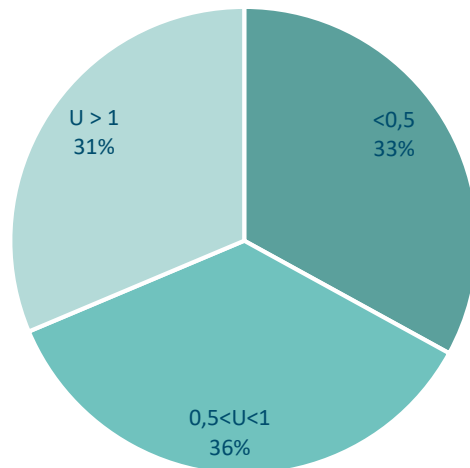


Abbildung 14: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Die gesamte Außenwandfläche wurde zu etwa 39.600 m² abgeschätzt. Ca. 31% der Außenwandfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Zu beachten hierbei ist, dass die Außenwände der Gebäude überwiegend aus Mauerwerk bestehen. Wände, bei denen von außen keine Luftschicht zu erkennen war, wurden als Vollziegelmauerwerk angenommen.

Die gesamte Dach- und oberste Geschossfläche wurde zu 49.300 m² abgeschätzt.

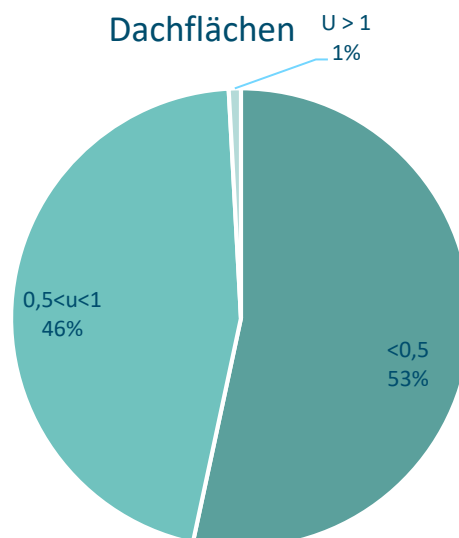


Abbildung 15: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Nur 1% 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. 53% der Fläche kann dagegen als energetisch gut bewertet werden. Die Datenlage bei den Flachdächern ist relativ unsicher, viele Bereiche sind nicht oder nur sehr erschwert zugänglich gewesen. Der Dämmzustand von vermutlich ungedämmten oder gering gedämmten Flachdächern sollte in einer gesonderten Betrachtung überprüft werden.

In der Abbildung 16 sind die Glasarten der Fenster und Türen aufgeteilt nach drei Kategorien dargestellt:

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

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

Die gesamte Fenster- und Außentürenfläche wurde zu 17.600 m^2 abgeschätzt.

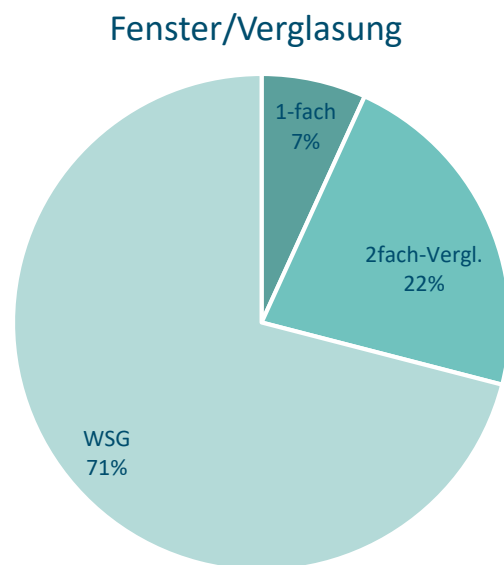


Abbildung 16: energetische Fensterqualitäten

Ca. 29% der Fensterfläche wird als energetisch schlecht. ca. 71% der Fensterfläche wird als energetisch gut bewertet (Wärmeschutzglas - WSG).

6.2. Haustechnik

Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt über Fernwärme und Kesselanlagen. Es gibt insgesamt 57 Heizkessel in den untersuchten Gebäuden. Die Altersstruktur der Kessel ist in der Abbildung 17 angegeben.

Kessel- / Anlagen-Alter (Anzahl)

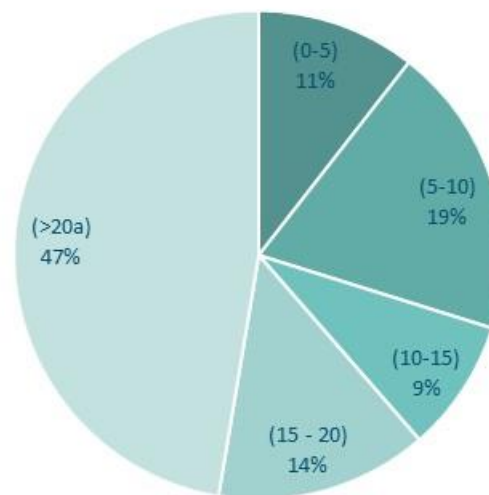


Abbildung 17: Kesselaltersstruktur

Ca. 61% der Kessel sind älter als 15 Jahre, 47% sogar älter als 20 Jahre. Hier besteht kurz und mittelfristig Handlungs-/Sanierungsbedarf.

Die älteren Kessel sind überwiegend Niedertemperaturkessel. Die neueren Kessel sind zu 100 % Brennwertkessel.

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 sicherzustellen dass auch bei den folgend aufgeführten Heizzentralen eine Brennwert-Nutzung erfolgt.

- ✓ SZ Börderstr. (G0662)
- ✓ SZ Helsinkistr.(G1124)
- ✓ OS Steinkamp (G1987) und
Turnhalle Steinkamp (G1989)
- ✓ Kita St. Magnus (G1754)
- ✓ Kita Smidts Park (G0412)
- ✓ Bibliothek Lesum (G1158)
- ✓ GS Landskrona Str. (G1375)

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 18 ist eine Aufteilung der Umwälzpumpen nach 3 Effizienzklassen angegeben:

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

Insgesamt sind 192 Umwälzpumpen vorhanden.

Umwälzpumpen

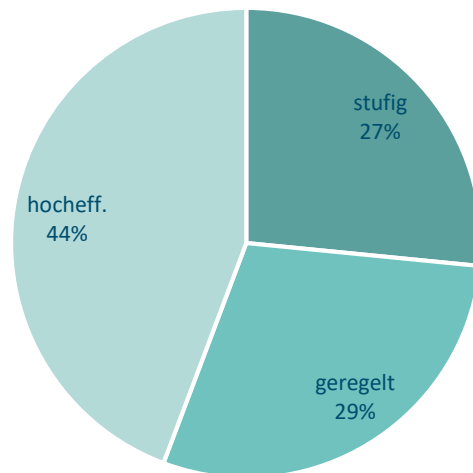


Abbildung 18: energetische Qualität der Umwälzpumpen

Ca. 44% der Pumpen sind bereits hocheffizient ausgeführt, dagegen sind 27% der Pumpen – also 52 an der Zahl - unregelte 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. Gemäß Angabe von IB sind 18 von insgesamt 49 Gebäuden mit der GLT ausgestattet. Dabei handelt es sich um unterschiedliche Fabrikate (Hermes, Siemens, Kieback&Peter). In einzelnen Fällen wurden Abstimmungsprobleme zwischen dem Hausmeister und dem „Bediener“ bei Immobilien Bremen festgestellt, was zu einer wenig optimierten Einstellung führt. Hier sollten eindeutige Zuständigkeiten 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 Alwin Lonke Str. wurden insgesamt 22 Lüftungsanlagen gezählt, wovon ein Großteil (2/3) als dringend sanierungsbedürftig eingeschätzt wird (Baujahr 1975 und 1978).

In der OS Lesum /Dep. Heisterbuch (G2128) befindet sich eine Lüftungsanlage mit Baujahr 1970, die nach Aussage des Vertretungshausmeisters eigentlich stillgelegt sein müsste. Bei der Suche (der Bedieneinrichtung) und Begehung der Anlage (im Zwischendeck zur Aula) konnte festgestellt werden, dass sich die Zubringer-Pumpe für das Heizregister im Dauerbetrieb befindet (und vermutlich auch die Pumpe im Heizkreisverteiler in der Heizzentrale im Keller).

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 den Objekten Turnhallen OS Steinkamp G1989 (BJ 1980) und Turnhalle Dep.-Heisterbuch (BJ 1970) sind überdimensionierte Speicher, die 40 bzw. 50 Jahre alt sind.

In einigen Anlagen sind Kaltwasser-Zähler vor den WW-Speichern installiert (z.B. G0303- Alwin Lonke Str.), 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. In der

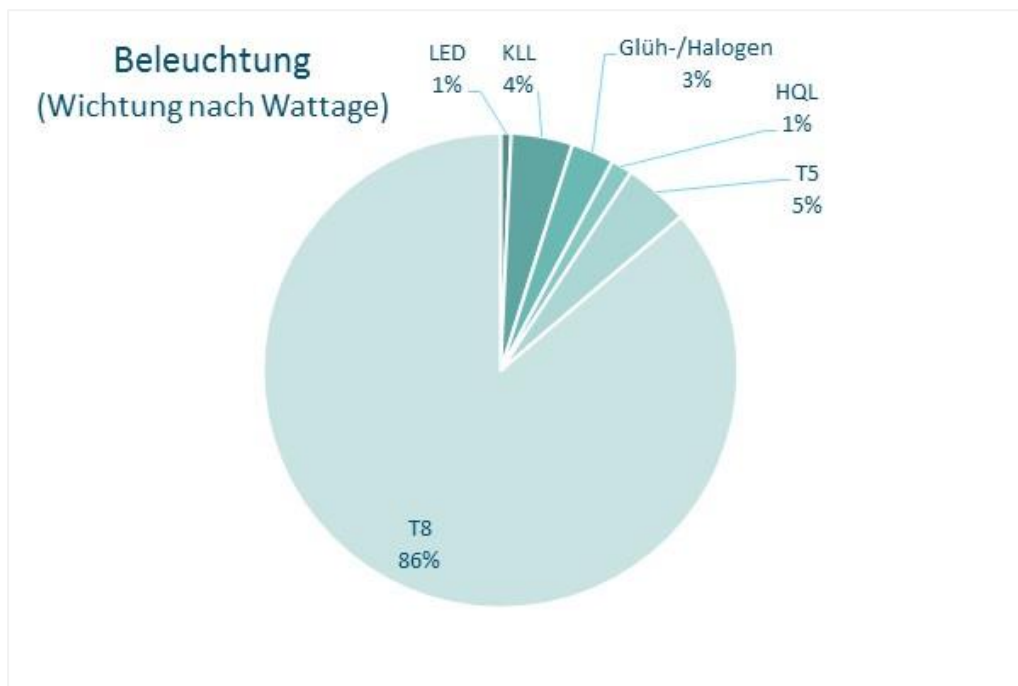


Abbildung 19 ist die prozentuale Aufteilung der vorgefundenen Leuchtmittel auf die Nutzfläche (Hochrechnung auf die Gesamtfläche auf Grundlage der erfassten Beleuchtung) in 6 Kategorien angegeben:

- | | |
|--------------------|----------------------|
| ✓ LED | energetisch gut |
| ✓ T5 (mit EVG) | energetisch gut |
| ✓ Kompakt LL (KLL) | energetisch mittel |
| ✓ T8 (mit EVG) | energetisch mittel |
| ✓ T8 (mit KVG/VVG) | energetisch schlecht |
| ✓ Glüh-/Halogen | energetisch schlecht |
| ✓ HQL | energetisch schlecht |

Abkürzungen der Lampenarten/-Technik

Glüh-/Halo = Glühlampen / Halogen-Lampen

HQL = Quecksilberdampf Lampe

Kompakt LL = Kompakt-Leuchtstofflampe

T8 = Leuchtstoffröhre T8 Durchmesser 26mm / G13

T5 = Leuchtstoffröhre T5 Durchmesser 16mm / G5

KVG = konventionelles Vorschaltgerät

VVG = verlustarmes Vorschaltgerät

EVG = elektronisches Vorschaltgerät

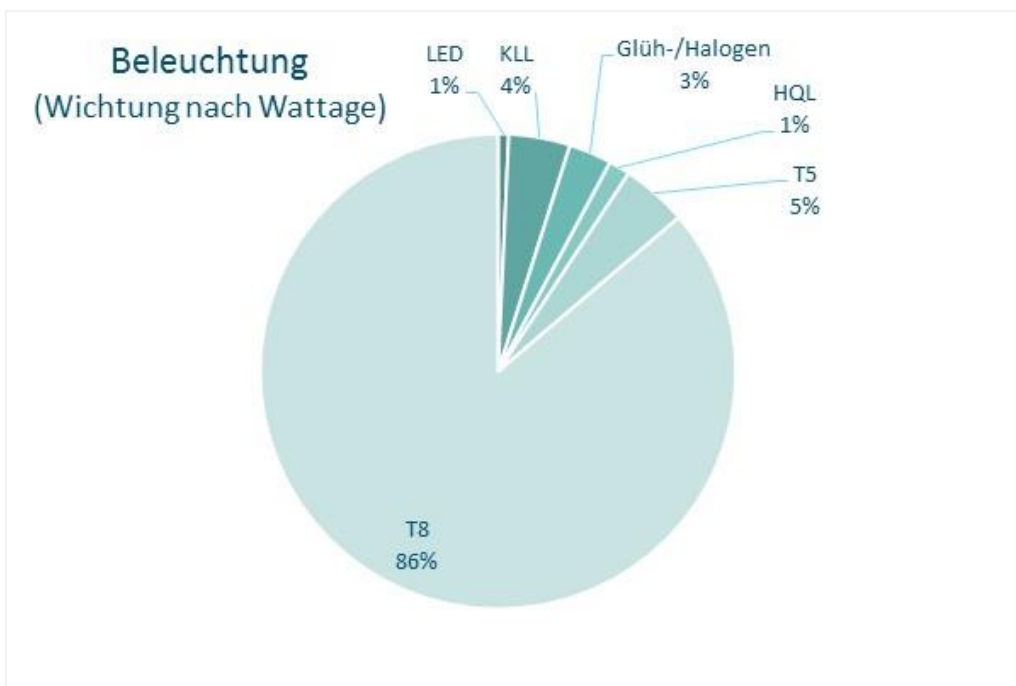
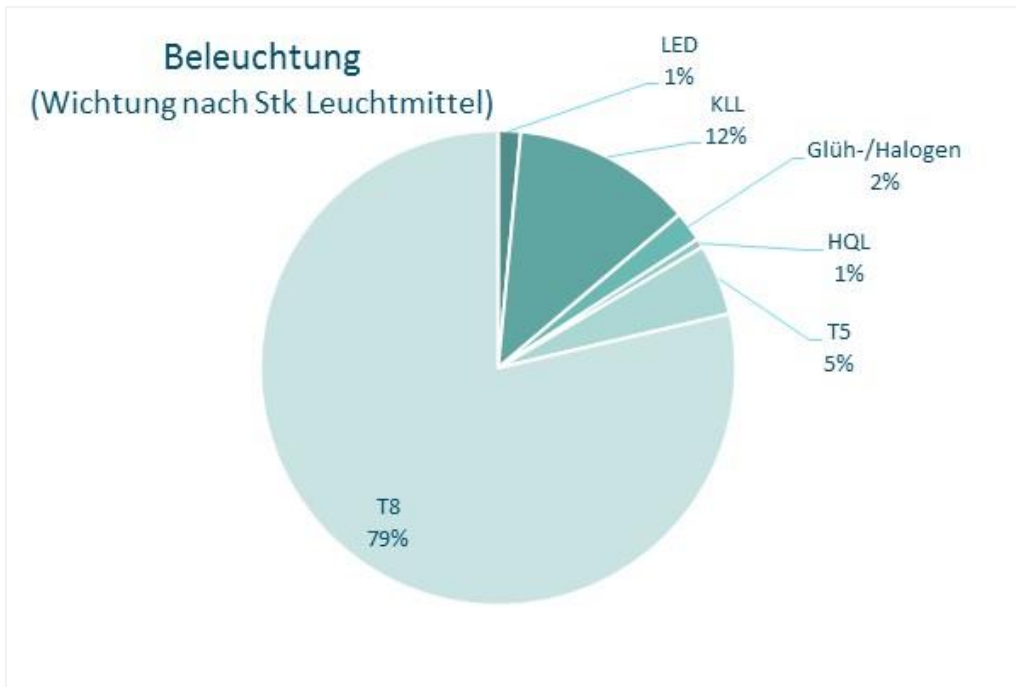


Abbildung 19: Anteile der Leuchtmittelkategorien

In den Außenanlagen der untersuchten Objekte sind noch über 60 Leuchtpunkte mit den seit 2015 EU-weit verbotenen, nicht effizienten Quecksilber-Dampflampen (HQL) sowie über 200 im Gebäude verteilte nicht effiziente Glüh- bzw. Halogenlampen identifiziert worden. Dies entspricht einem Anteil von mehr als 3% der Leuchtpunkte.

6.6. Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Lediglich auf den Dachflächen der OS an der Helsinki-Straße (G1124/1125) befinden sich zwei Anlagen mit insg. 90 kW_p. Diese Anlagen werden von Dritten betrieben und die Dachflächen sind lediglich vermietet. Eine Eigennutzung des Solarstromes findet nicht statt.

Im Schulzentrum Alwin-Lonke Str. befindet sich auf dem Dach des Blocks T2 eine kleine PV-Anlage mit 2 kW_p vermutlich für Schulungszwecke.

Auf den Dachflächen der Bezirkssportanlage Marßel (G1971 bis 1973) befindet sich eine kleine thermische Solaranlage (Vakuumröhrenkollektoren) für Warmwasser und Heizungsunterstützung/Pufferspeicher (für gemeinsame Heizzentrale in G1973).

In keinem der untersuchten Gebäude ist ein BHKW vorhanden.

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 (5 Standorte) wird ein Energieträgerwechsel auf Erdgas angesetzt. Dieses wird mit der Abkürzung ETW in den Einzelberichten gekennzeichnet.
- ✓ 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 Einsparungen 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 Kosteneinsparpotential 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 elektronischem Vorschaltgerät und T8 Leuchtstofflampen angesetzt. Bei allen anderen Leuchtentypen mit T8-Lampen wird eine Erneuerung der gesamten Leuchte durch eine LED-Leuchte berücksichtigt. In diesem Fall werden besonders in Schulen und Kitas LED-Paneele zum Einbau in Schallschutzdecken als Maßnahme vorgesehen. 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 20 dargestellt, den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

Maßnahmen insgesamt (insgesamt 308 Maßnahmen)

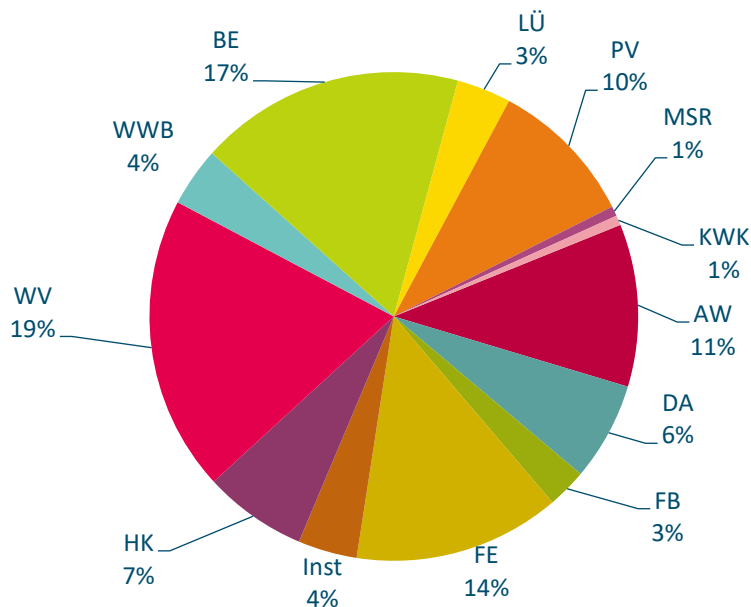


Abbildung 20: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken

Absolut liegt die Anzahl der Maßnahmen bei 115 bei der Gebäudehülle sowie 193 bei der Gebäudetechnik:

Gebäudehülle:

✓ Außenwand:	33
✓ Dach:	20
✓ Fußboden/Kellerdecke:	8
✓ Fenster:	42
✓ Instandsetzung:	12

Technik:

✓ Beleuchtung:	54
✓ Wärmeverteilung:	60
✓ Photovoltaik:	30
✓ Warmwasserbereitung:	12
✓ Lüftungsanlage:	11
✓ Heizungsanlage:	21
✓ Mess- und Regelungstechnik:	2
✓ Kraftwärmekopplung:	2
✓ Instandsetzung:	1

7.2. Energieeinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Insgesamt kann der Energieverbrauch um 4.887 MWh/a durch Umsetzung aller Maßnahmen reduziert werden. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial mit 2.499 MWh/a etwas größer als im Bereich Technik (2.387 MWh/a) wie die nachfolgende Grafik zeigt; wobei Fenster, Außenwand und Dachsanierung in etwa gleiche Anteile haben.

Im Bereich Technik liegt das Haupteinsparpotential im Bereich der Sanierung der Heizungskessel vor der Wärmeverteilung; allein mit diesen beiden Maßnahmengruppen können 21% Einsparungen erzielt werden. Im Bereich der Gebäudehülle bieten die Fenster das größte Potenzial mit insgesamt 19%, gefolgt von den Außenwänden (16%) sowie den Dächern (15%).

Einsparpotenziale Energie Maßnahmengruppen

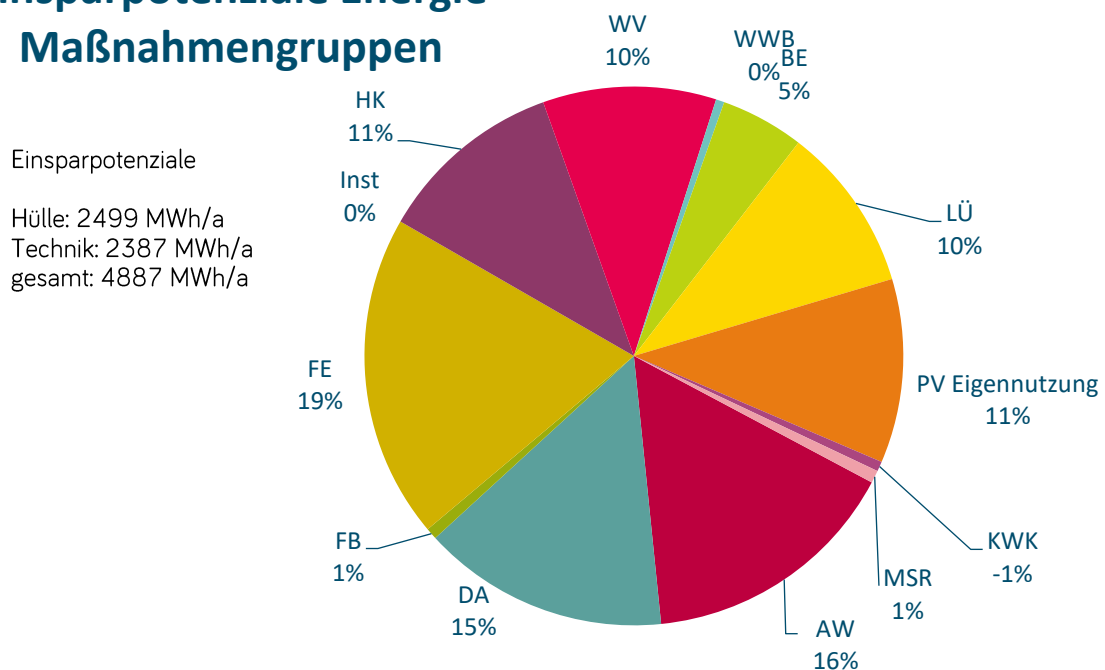


Abbildung 21: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmengruppen

Die Einsparung in Höhe von 4.887 MWh/a teilt sich wiederum in folgende Maßnahmenempfehlung auf:

- ✓ 664 MWh/a kurzfristig
- ✓ 1.118 MWh/a mittelfristig
- ✓ 3.104 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.

Einsparpotenzielle Energie kurzfristige Maßnahmen

Einsparpotenziale

Hülle: 71 MWh/a
Technik: 593 MWh/a
gesamt: 664 MWh/a

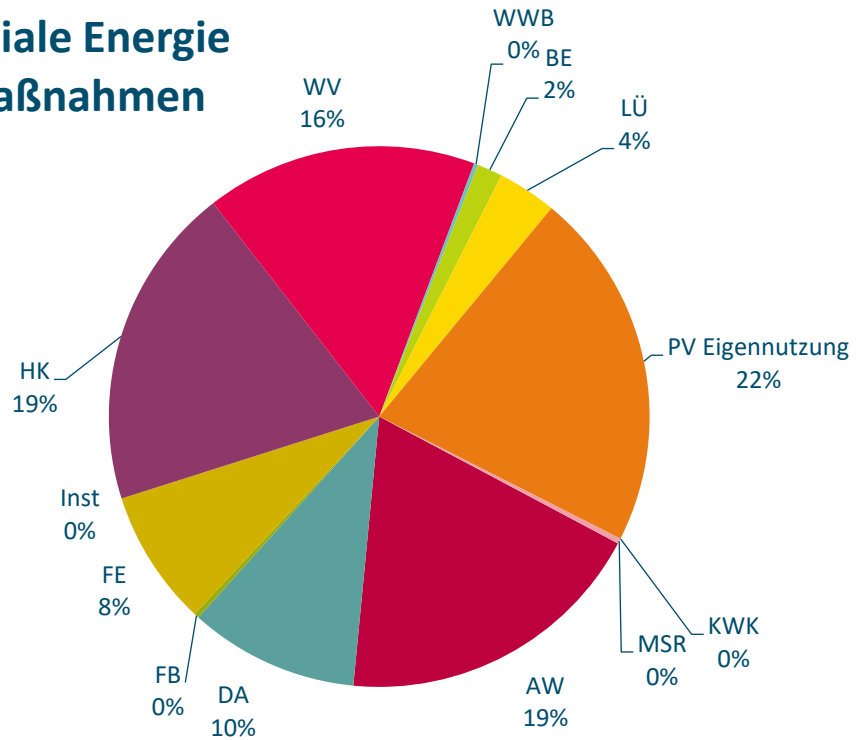


Abbildung 22: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen

Einsparpotenzielle Energie mittelfristige Maßnahmen

Einsparpotenziale

Hülle: 417 MWh/a
Technik: 701 MWh/a
gesamt: 1118 MWh/a

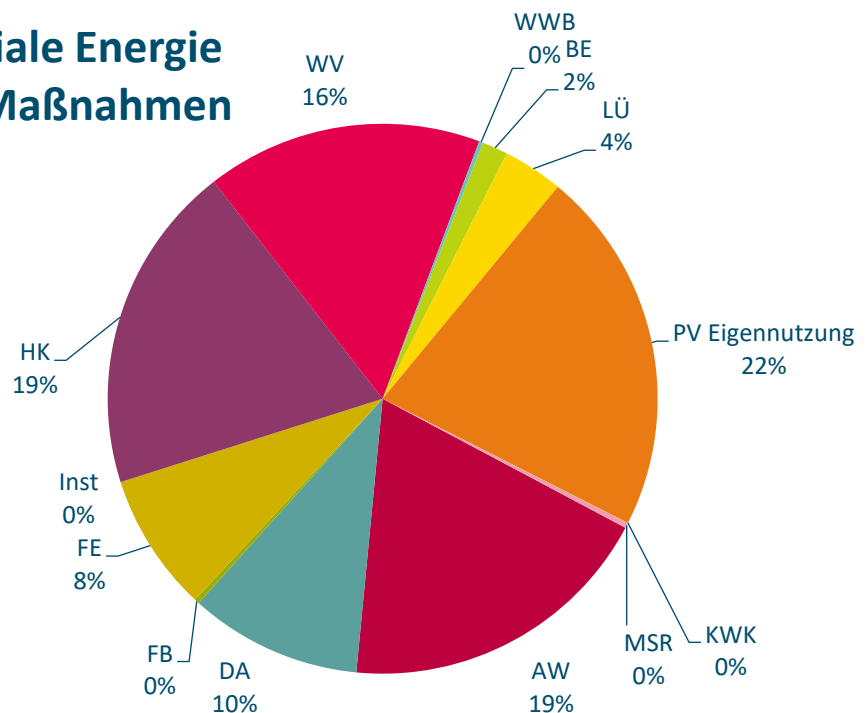


Abbildung 23: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen

Einsparpotenziale Energie langfristige Maßnahmen

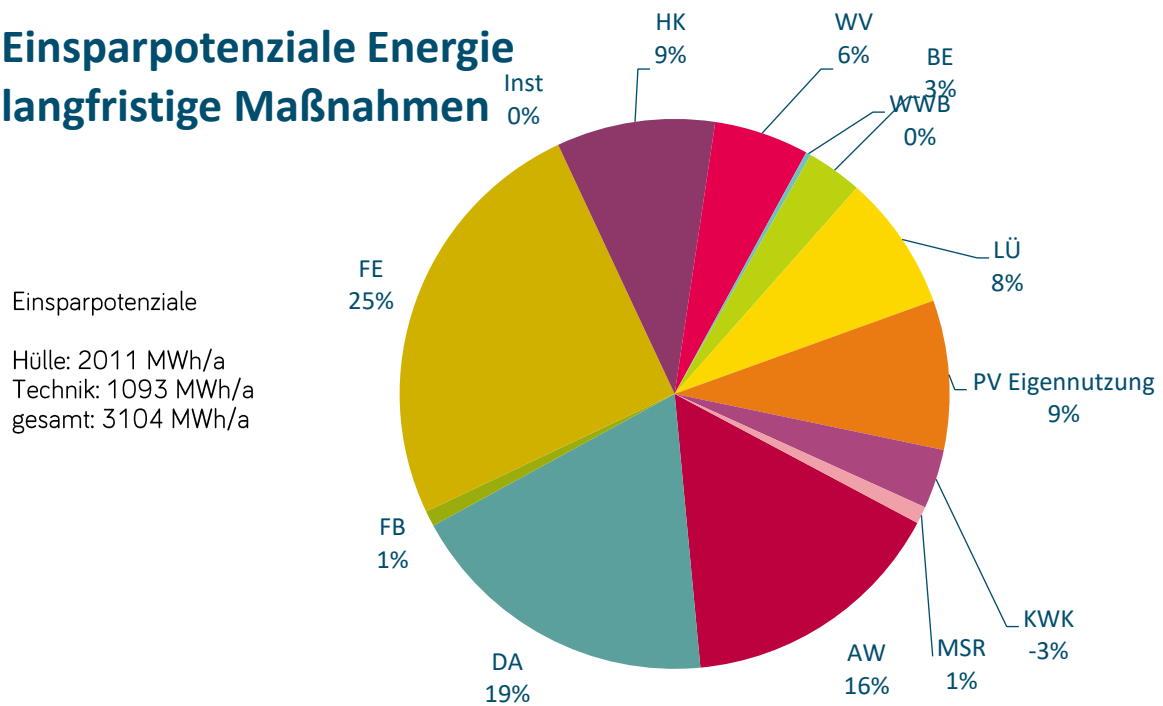


Abbildung 24: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen

7.3. CO₂-Einsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Das gesamte CO₂-Einsparpotential durch die identifizierten Maßnahmen beträgt 2.752 t/a CO₂. Dazu trägt die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) mit etwa 50% bei. Maßnahmen an der Gebäudehülle reduzieren die CO₂-Emissionen um 567 t/a, Maßnahmen an der Anlagentechnik insgesamt um 2.185 t/a. Dies entspricht 84 % der Emissionen im aktuellen Zustand.

Einsparpotenziale CO2 Maßnahmengruppen

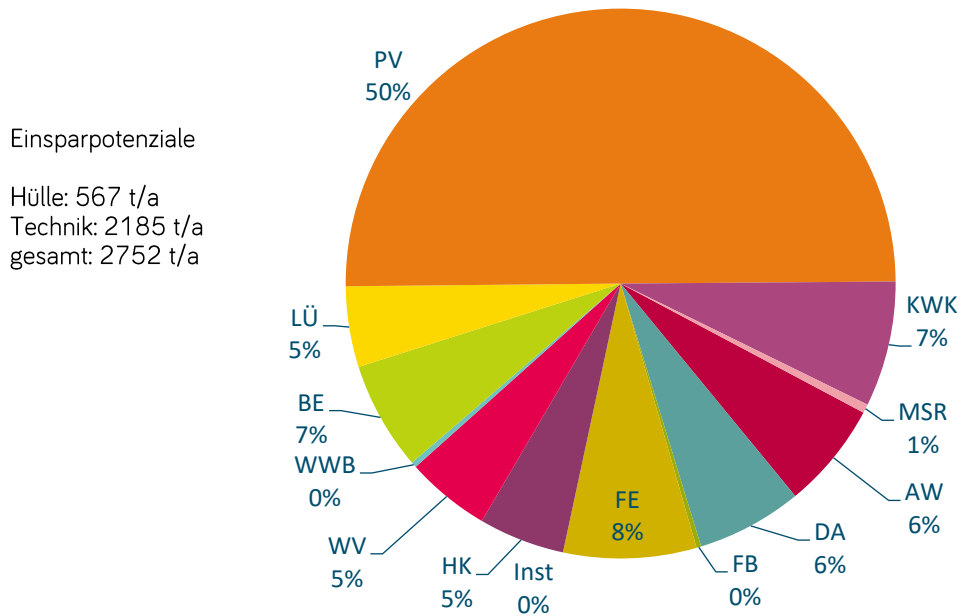


Abbildung 25: CO₂-Einsparpotential nach Maßnahmengruppen

7.4. Kosteneinsparung bei Umsetzung der Maßnahmen

Das jährliche Kosteneinsparpotential liegt bei 630 T€, wobei 509 T€ dieser Einsparung durch Maßnahmen im Bereich Technik erzielt werden. 121 T€ beträgt die Kosteneinsparung, wenn alle Maßnahmen an der Gebäudehülle umgesetzt werden.

Einsparpotenziale Kosten Maßnahmengruppen

Einsparpotenziale

Hülle: 121 T€/a
Technik: 509 T€/a
gesamt: 630 T€/a

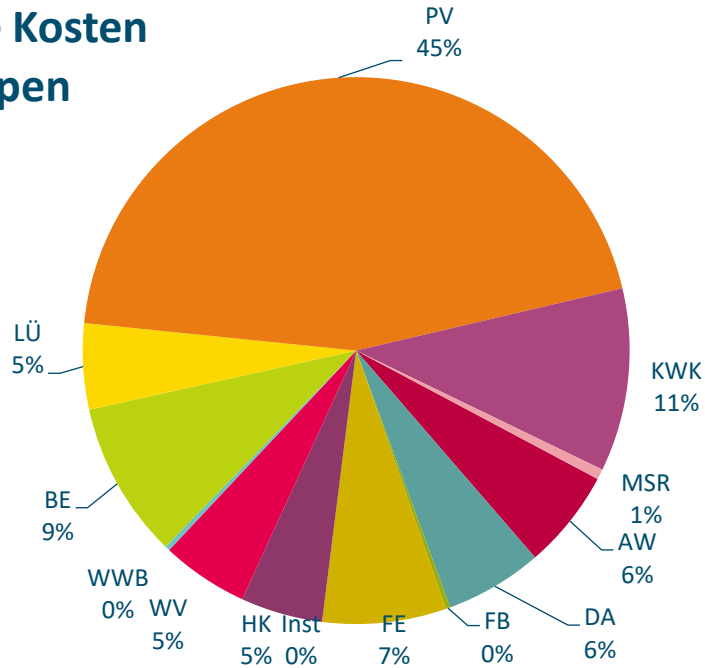


Abbildung 26: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen

7.5. Investitionskosten Maßnahmen

Für die Umsetzung aller Maßnahmen betragen die Investitionskosten etwas mehr als 19 Millionen €. Davon entfallen fast 15 Mio. € auf langfristige Maßnahmen, 3,6 Mio. € auf mittelfristige. Für kurzfristige Maßnahmen betragen die Kosten lediglich 1,15 Mio. €

Tabelle 10: Kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen im Überblick

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitions-	Kosteneinsp.	Energieeinsp.	CO2-
		kosten	€/a	kWh/a	Minderung
		€			t/a
kurzfristig	92	1.153.000	156.000	664.000	307
mittelfristig	99	3.568.000	393.000	1.118.000	707
langfristig	117	14.616.000	630.000	3.104.000	1.737
Summe	308	19.337.000	1.179.000	4.886.000	2.752
Ist-Zustand			834.000	10.698.000	3.279
rel. Einsparpotenzial			76%	46%	84%

Bei einer Kosteneinsparung von insgesamt 1,179 Mio. € beträgt die statische Amortisationszeit 16,4 Jahre.

Die Investitionskosten 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	13.211	615.898	2.450.586	3.079.695
DA	0	448.879	4.045.199	4.494.079
FB	0	8.981	186.465	195.446
FE	174.130	269.180	3.593.635	4.036.945
Inst	424.872	8.250	0	433.122
HK	26.680	243.175	419.600	689.455
WV	80.673	203.073	232.179	515.925
WWB	20.643	10.350	10.350	41.343
BE	125.445	91.184	277.003	493.631
LÜ	144.325	37.950	384.100	566.375
PV	92.565	1.621.840	2.792.904	4.507.310
KWK	50.533	0	160.673	211.206
MSR	0	9.315	40.250	49.565
Inst	0	0	23.000	23.000
Summe Hülle	612.213	1.351.188	10.275.886	12.239.286
Summe Technik	540.864	2.216.887	4.340.059	7.097.810
Summe gesamt	1.153.076	3.568.075	14.615.945	19.337.096

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 10.700 MWh/a kann um 46 % auf 5.812 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 zugeordnet.

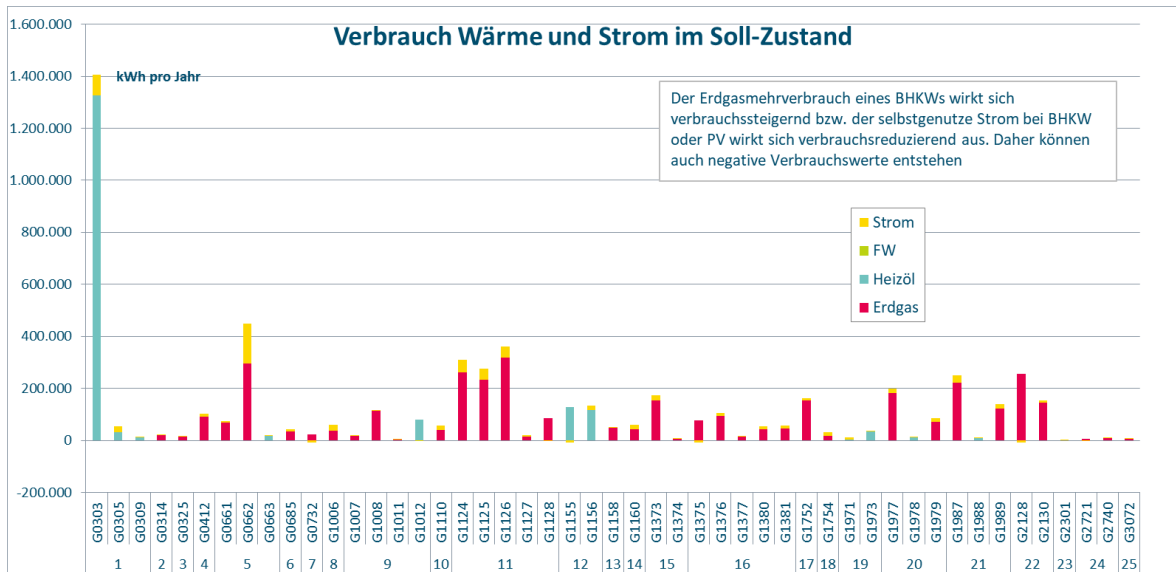


Abbildung 27: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen ist in Abbildung 27 der Energieverbrauch bei Berücksichtigung des maximalen Einsparpotentials dargestellt.

Das Einsparpotential der einzelnen Gebäude liegt zwischen 11% und 83%. Bei 23 von 49 Gebäuden liegt das Einsparpotential bei über 50%.

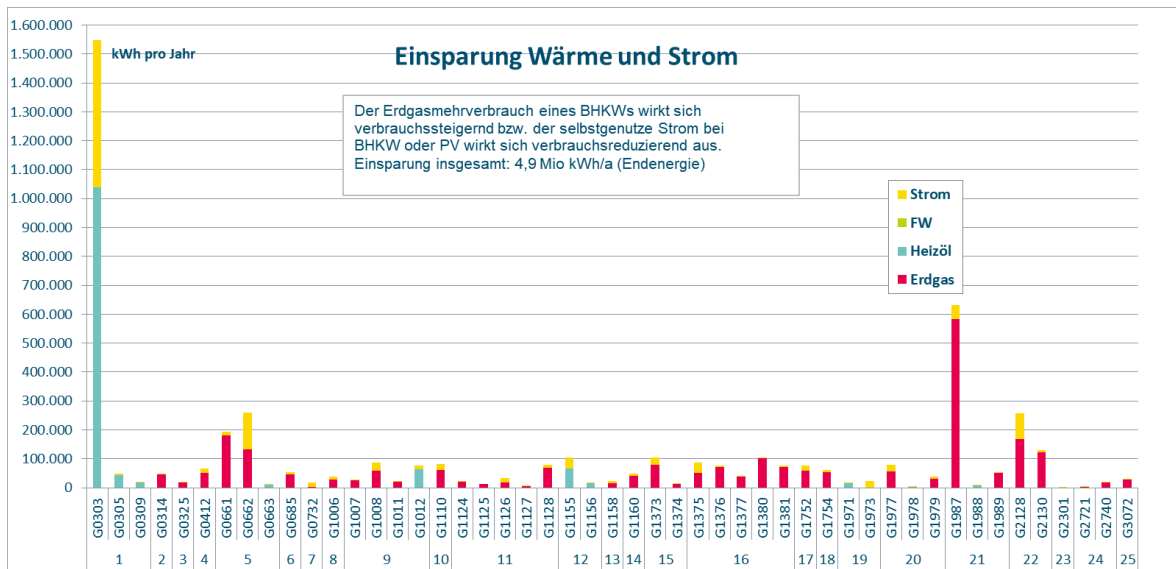


Abbildung 28: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern

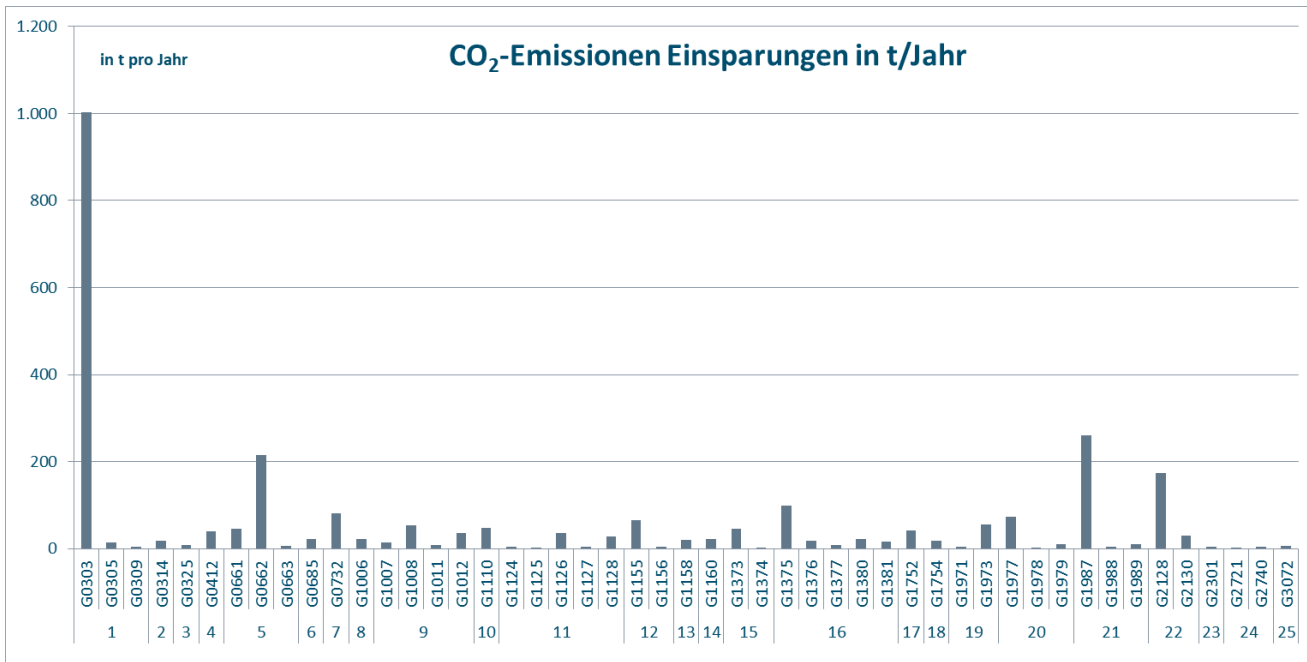


Abbildung 29: CO₂-Einsparpotenzial je Gebäude

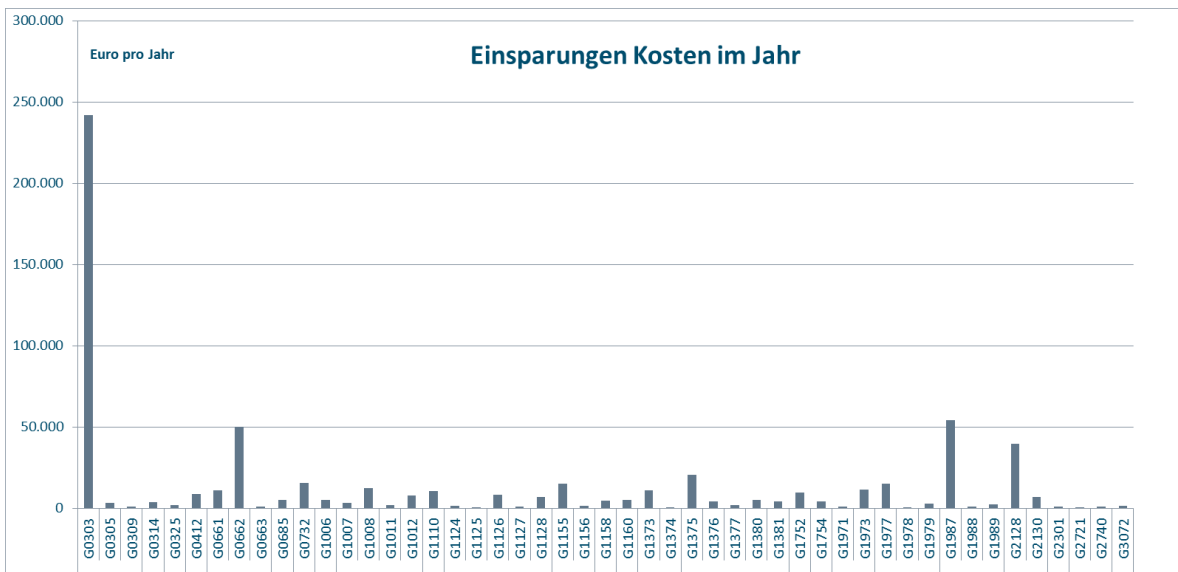


Abbildung 30: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude

Das Einsparpotenzial der CO₂-Emissionen der einzelnen Gebäude liegt zwischen 3% und 917%. Bei 38 Gebäuden (78% aller Gebäude) liegt das Einsparpotenzial über 50%. Allein das Gebäude G0303 bietet ein Einsparpotenzial von über 1.000 t CO₂ und 240.000 € 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 zur Ergänzung und 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 die Zielerreichung und den 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 Kesselsanierungsprogramm aufgelegt werden, mit dem alle Kessel, die älter als 20 Jahre sind, in den nächsten 2 Jahren erneuert werden. Dabei ist vor allem der hohe Anteil der Heizölkessel in Bremen Burglesum zu nennen. 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 Rücklaufemperaturen 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 Rücklaufemperaturen 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 49 Gebäude fast 20 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 gute 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 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 aufweisen, damit auch eine relevante Energieeinsparung 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. Abbildung 28 zeigt das Funktionsprinzip ESC.

Abbildung 1: Funktionsprinzip Energiespar-Contracting



Abbildung 31: Funktionsprinzip Energiespar-Contracting

Quelle. Dena-Leitfaden Energiespar-Contracting (ESC), Berlin 2017

Bremen, 30. September 2019

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

SVIT-Gebäude Burglesum		Verbrauch IST						Einsparung absolut					Einsparung CO2 %	
G-Code	Fläche	Erdgas	Heizöl	Strom	CO ₂	Kosten	Σ Endenergie	Erdgas	Heizöl	Strom	CO ₂	Kosten	CO ₂	Endenergie
	NGF													
	m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%
G0303	19.620	0	2.365.065	589.135	1.046	262.225	2.954.201	0	1.038.136	511.039	1.003	241.645	96%	52%
G0305	797	0	72.168	29.170	40	10.635	101.337	0	42.214	5.204	15	3.088	37%	47%
G0309	143	0	30.000	3.000	10	2.355	33.000	0	18.991	400	5	1.139	53%	59%
G0314	284	65.763	0	3.011	15	3.482	68.774	45.186	0	2.156	17	3.711	113%	69%
G0325	317	30.994	0	3.949	9	2.238	34.943	17.355	0	1.507	9	1.895	98%	54%
G0412	870	142.856	0	26.375	48	12.226	169.231	52.084	0	14.237	40	8.787	83%	39%
G0661	3.314	250.133	0	19.079	64	14.997	269.213	181.941	0	12.003	45	10.880	71%	72%
G0662	12.920	429.963	0	279.439	285	83.754	709.402	133.498	0	127.552	215	50.041	75%	37%
G0663	90	0	26.346	3.500	9	2.198	29.846	0	9.853	1.370	6	1.188	63%	38%
G0685	892	81.281	0	12.667	25	6.391	93.948	46.255	0	6.338	22	4.979	88%	56%
G0732	134	27.296	0	4.727	9	2.261	32.023	3.501	0	13.905	81	15.717	917%	54%
G1006	395	65.600	0	31.970	36	10.419	97.570	29.447	0	7.844	23	5.028	63%	38%
G1007	248	42.866	0	5.337	12	3.062	48.203	24.938	0	3.903	15	3.259	120%	60%
G1008	1.063	172.179	0	29.580	56	14.165	201.759	58.287	0	27.237	54	12.333	96%	42%
G1011	209	23.449	0	4.017	8	1.924	27.466	19.582	0	3.100	9,1	2.086,6	120%	83%
G1012	738	0	142.330	10.516	45	9.985	152.846	0	63.904	12.093	35,3	7.981,2	78%	50%
G1110	1.023	102.709	0	34.593	45	12.478	137.301	62.325	0	18.636	47,2	10.634,4	104%	59%
G1124	2.216	281.666	0	48.768	91	23.256	330.434	20.338	0	1.714	5,3	1.303,8	6%	7%
G1125	2.261	245.805	0	42.560	80	20.295	288.365	12.936	0	0	2,6	573,0	3%	4%
G1126	2.919	335.795	0	58.141	109	27.725	393.935	16.790	0	16.897	36,3	8.146,0	33%	9%
G1127	90	20.897	0	4.725	8	1.996	25.622	5.224	0	1.550	4,8	964,8	64%	26%
G1128	600	152.972	0	8.806	37	8.500	161.779	68.567	0	9.312	27,8	7.080,6	75%	48%
G1155	2.423	0	193.917	27.094	71	16.543	221.011	0	66.688	36.847	65,2	15.243,3	92%	47%
G1156	1.317	0	131.972	18.392	48	11.230	150.365	0	14.599	2.142	5,4	1.306,2	11%	11%
G1158	559	62.852	0	9.750	20	4.968	72.602	14.625	0	7.611	20,6	4.508,6	105%	31%
G1160	785	82.002	0	26.189	35	9.787	108.190	40.389	0	8.149	21,3	4.954,4	61%	45%
G1373	1.200	234.495	0	43.295	78	20.155	277.790	79.693	0	25.193	45,8	11.030,7	59%	38%
G1374	112	20.486	0	850	5	1.063	21.336	13.969	0	455	3,1	725,8	66%	68%

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

G1375	1.666	129.133	0	24.740	44	11.366	153.873	52.066	0	33.976	99,5	20.360,3	228%	56%
G1376	571	164.978	0	17.989	46	11.197	182.967	71.986	0	4.840	18,0	4.326,1	39%	42%
G1377	275	52.491	0	3.992	13	3.147	56.483	37.843	0	1.052	8,4	1.923,5	62%	69%
G1380	1.081	143.789	0	16.146	40	9.891	159.935	101.640	0	2.952	22,6	5.196,0	56%	65%
G1381	1.081	116.446	0	16.156	35	8.686	132.602	72.132	0	3.590	17,1	4.038,9	49%	57%
G1752	2.151	212.667	0	25.921	61	15.045	238.588	59.160	0	16.365	42,4	9.541,3	69%	32%
G1754	486	71.202	0	21.445	30	8.054	92.646	52.974	0	7.133	18,1	4.366,2	61%	65%
G1971	233	0	18.864	8.859	11	3.072	27.723	0	16.203	405	4,6	986,4	41%	60%
G1973	979	0	34.374	26.277	28	7.990	60.651	0	0	22.803	55,2	11.353,6	199%	38%
G1977	2.703	236.050	0	39.374	76	19.224	275.424	55.543	0	22.346	73,0	15.071,1	97%	28%
G1978	160	0	14.000	2.500	5	1.358	16.500	0	3.157	20	0,9	178,3	16%	19%
G1979	593	101.798	0	23.097	37	9.713	124.894	31.570	0	7.054	11,4	3.056,1	31%	31%
G1987	7.931	805.660	0	75.425	216	51.421	881.084	583.682	0	47.109	261,2	54.129,0	121%	72%
G1988	98	0	14.793	3.000	6	1.475	17.793	0	6.953	1.365	4,6	945,9	76%	47%
G1989	1.526	174.621	0	16.062	47	11.165	190.683	51.460	0	675	10,9	2.438,2	23%	27%
G2128	5.801	424.208	0	83.640	145	37.486	507.848	167.184	0	90.736	173,0	39.597,6	119%	51%
G2130	1.110	268.285	0	15.339	65	14.945	283.624	123.191	0	7.013	29,9	7.105,0	46%	46%
G2301	111	0	0	1.216	8	2.623	1.216	0	0	1.014	5	971	59%	83%
G2721	51	8.603	0	1.550	3	726	10.153	1.721	0	2.050	2	558	63%	37%
G2740	89	27.296	0	4.727	9	2.261	32.023	18.279	0	1.566	5	1.178	54%	62%
G3072	134	35.000	0	4.000	10	2.490	39.000	28.779	0	926	6	1.492	65%	76%
	86.369	5.844.284	3.043.829	1.810.089	3.279	833.642	10.698.203	2.456.139	1.280.699	1.153.383	2.749	629.040	90%	46%