



Klimaschutzteilkonzept für die SVIT-Gebäude in Bremen Blumenthal

Abschlussbericht im Auftrag von Immobilien Bremen AÖR

Bremen, 16. Januar 2019

Auftraggeber



Immobilien Bremen AöR

Theodor-Heuss-Allee 14
28215 Bremen

Erstellt durch:



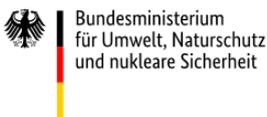
beks EnergieEffizienz

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

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Ulrich 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: 03K06108

Inhalt

1.	Zusammenfassung.....	6
2.	Vorbemerkung.....	9
3.	Aufgabenstellung.....	11
4.	Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse.....	12
4.1.	Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials	14
4.2.	Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials	16
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
6.	Zustand der Gebäudehüllen und -technik.....	26
6.1.	Baukörper.....	26
6.2.	Haustechnik.....	29
6.3.	Lüftungstechnik.....	31
6.4.	Warmwassertechnik.....	32
6.5.	Beleuchtung.....	32
6.6.	Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.....	34
7.	Maßnahmen.....	35
8.	Zusammenfassung der Energieverbrauches, der Energiekosten und der CO ₂ -Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen.....	42

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 OS An der Egge mit einer Grundlast von 30 kW	24
Abbildung 9: Jahresdauerlinie der OS In den Sandwehen mit einer Grundlast von 10 kW.....	25
Abbildung 10: Jahresdauerlinie der OS Lehmhorster Str.....	25
Abbildung 11: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität....	27
Abbildung 12: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität	28
Abbildung 13: energetische Fensterqualitäten.....	29
Abbildung 14: Kesselaltersstruktur.....	30
Abbildung 15: energetische Qualität der Umwälzpumpen.....	31
Abbildung 16: Anteile der Leuchtmittelkategorien.....	33
Abbildung 17: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken.....	36
Abbildung 18: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmen-Gruppe.....	38
Abbildung 19: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen.....	39
Abbildung 20: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen....	39
Abbildung 21: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen.....	40
Abbildung 22: CO ₂ -Einsparpotential nach Maßnahmengruppen.....	41
Abbildung 23: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen.....	41
Abbildung 24: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll- Zustand.....	42
Abbildung 25: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern	43
Abbildung 26: CO ₂ -Einsparpotenzial je Gebäude.....	43
Abbildung 27: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude.....	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet).....	6
Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Blumenthal.....	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

1. Zusammenfassung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die beks EnergieEffizienz GmbH (im Folgenden beks) damit beauftragt, für insgesamt 48 Gebäude im Bremer Stadtteil Blumenthal je ein Klimaschutzteilkonzept zu erstellen. IB verfolgt dabei 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. Es konnten allerdings nur 44 Gebäude begangen werden, vier Gebäude waren entweder kürzlich komplett saniert worden oder konnten nicht begangen werden. Die 44 Liegenschaftskonzepte beinhalten folgende Punkte:

- ✓ 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 Klimaschutzteilkonzepte wurden im Zeitraum Juni 2018 – Januar 2019 erstellt. Als Ergebnis werden 44 Einzelberichte und eine zusammenfassende Betrachtung „Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Blumenthal“ (dieser Bericht) abgegeben.

Die von Immobilien Bremen angegebene Bruttogeschossfläche der untersuchten Gebäude liegt bei 73.128 m².

In den einzelnen Klimaschutzteilkonzepten wurden insgesamt 300 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 78%, der Energieverbrauch um 49% und der CO₂-Ausstoß um 85% gesenkt werden.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen (Zahlen gerundet)

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitions-kosten	Kosten	Energie	CO ₂
		€	€/a	kWh/a	t/a
kurzfristig	95	891.000	155.000	716.000	265
mittelfristig	90	2.600.000	226.000	1.093.000	555
langfristig	115	9.053.000	458.000	1.939.000	1.036
Summe	300	12.544.000	839.000	3.748.000	1.856
Ist-Zustand			586.000	7.599.000	2.172
rel. Einsparpotenzial			78%	49%	85%

Neben der Empfehlung, die energiesparenden Maßnahmen im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für alle Liegenschaften der IB umzusetzen, möchten wir folgende nächsten 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 angeschlossene 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 Bedienung unbedingt eindeutig geklärt sein. In einigen Gebäuden wurden hier 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).
- ✓ 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.
- ✓ 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 nicht oder nur sehr wenig im Brennwertbetrieb laufen. Es wurde während der Begehung stichprobenartig Kondensatmessungen vorgenommen. Die spezifische Kondensatmenge lag hier bei Werten von 0 bis 0,3 Liter pro verbrauchtem m³ Erdgas (für Erdgas L kann bei vollständigem Brennwertnutzen bis zu 1,4 Liter Kondensat pro m³ Erdgas erreicht werden).
Meist ist der fehlende hydraulische Abgleich oder auch die „hydraulische Weiche“ die Ursache für eine erhebliche Rücklauf-anhebung und somit einer der Gründe für den nicht eintretenden Brennwerteffekt. In einem Fall (OS in

den Sandwichen G1516 + G1517) bedeutet dies eine „verlorene“ Einsparung von ca. 11% des Gasverbrauches (11% von 918 MWh/a = 100 MWh/a bzw, mehr als 4.000 EUR pro Jahr)

- ✓ 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 den eine Warmwassertemperatur von 35 °C ausreicht, sollten in einem Austauschprogramm „5 l Boiler“ ersetzt werden gegen Kleinst-Durchlauferhitzer.
- ✓ Alle noch vorhandenen Glüh- und Halogenlampen sowie Quecksilberdampf lampen (im Außenbereich) sollten gegen LED-Lampen getauscht werden.

Mit den Ergebnissen der 44 Klimaschutzteilkonzepte zusammen mit denen der parallel von den anderen Büros erstellten Konzepte 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 bringen.

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

2. Vorbemerkung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die beks EnergieEffizienz beauftragt, ein Klimaschutzteilkonzept für eigene Liegenschaften Bremen Blumenthal zu erstellen. IB verfolgt dabei 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. Auf der Basis von gebäude- und liegenschaftsindividuellen Konzepten soll er 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 Energieverbrauchs-kosten sowie den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Diese Zielsetzung ist eingebettet in den European Energy Award (EEA) Bremens und das Bremische Klimaschutz-gesetz, 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 vom 22.06.2016 (Kommunalrichtlinie). Diese Förderrichtlinie gibt die Inhalte der Konzepterstellung vor.

Die beks hatte den Auftrag, folgende 48 Gebäude zu untersuchen und Maßnahmen zur Effizienzverbesserung vorzuschlagen:

Tabelle 2: Untersuchte SVIT-Gebäude in Blumenthal

Liegenschaft	G-Code	Name des Gebäudes	Baujahr	BGF (in m ²)
1	G0028	Burgwall-Stadion/ Bezirkssportanlage	1971	1.243
2	G0398	Jugendheim an der Lehmkuhle	1960	321
	G0422	Haus "Blomendal" - nicht bearbeitet, da gerade kernsaniert	ca. 1790	482
	G0424	Haus "Blomendal" - nicht bearbeitet, da gerade saniert und nur Archivnutzung	1810	332
3	G0562	Schule Farge	1954	2.048
	G0563	Schule Farge	1965	654
4	G0738	Burgwall-Stadion(BSA)/ Jugendfreizeitheim Sattelhof	vor 1900	977
5	G0863	Kindertagesheim Lüssum	1968	1.005
6	G0865	Schulzentrum Sek. II Blumenthal	1967	10.445
	G0866	Schulzentrum Sek. II Blumenthal	1939	387
	G0867	Schulzentrum Sek. II Blumenthal	1967	3.132
	G0909	FFW Farge - nicht bearbeitet, da Abriss geplant	1938	332
7	G0910	Altes Rathaus	1849	838
8	G1097	Dep. Schule Rönnebeck	1955	159
	G1098	Dep. Schule Rönnebeck	1955	1.886
	G1100	Dep. Schule Rönnebeck	1955	579
9	G1105	FFW Blumenthal	1936	1.455
10	G1116	Schule Rönnebeck	1900	1.213
	G1117	Schule Rönnebeck	1975	1.065
	G1118	Schule Rönnebeck	um 1900	284
11	G1364	Kindertagesheim Fillerkamp	1969	1.040
	G1365	Kindertagesheim Fillerkamp	1990	613
	G1366	Außenstelle Gesundheitsamt	1969	133
12	G1368	Amtsgericht Bremen Blumenthal	1914	1.968
	G1369	Amtsgericht Bremen Blumenthal	1897-1899	1.500
	G1370	Amtsgericht Bremen Blumenthal	1896	703
13	G1371	Ortsamt Blumenthal - nicht bearbeitet, da	1956	332
	G1372	Ortsamt Blumenthal - nicht bearbeitet, da	1908-1910	1.942
14	G1401	Oberschule an der Lehmhorster Straße	1965	3.326
	G6272	Oberschule an der Lehmhorster Straße	1963	1.446
	G1408	Oberschule an der Lehmhorster Straße	1970	636
15	G1431	Oberschule an der Lehmhorster Straße / Dep.Lüder-Clüver-Str	1920	1.895
	G1432	Oberschule an der Lehmhorster Straße / Dep.Lüder-Clüver-Str	1890	682
	G1433	Oberschule an der Lehmhorster Straße / Dep.Lüder-Clüver-Str	1960	689
	G1434	Oberschule an der Lehmhorster Straße / Dep.Lüder-Clüver-Str	1925	704
	G1435	Hausmeisterwohnung Dep.Lüder-Clüver-Str - nicht bearbeitet, da kein Zutritt	vor 1969	410
16	G1446	Kindertagesstätte Lüssum	ca.1976	549
17	G1453	Tami-Oelfken-Schule	1968	3.020
	G1454	Tami-Oelfken-Schule	1968	2.451
	G1455	Tami-Oelfken-Schule	1968	631
	G2783	Tami-Oelfken-Schule	1969	196
18	G1516	Oberschule In den Sandwehen	1970	10.139
	G1517	Oberschule In den Sandwehen	1970	1.942
	G1518	Oberschule In den Sandwehen	1974	150
19	G1719	Schule am Pürschweg	1955	6.753
20	G1721	Kindertagesstätte	ca. 1975	146
21	G1730	Kindertagesheim Rönnebeck	1974	1.275
22	G2054	Jugendfreizeitheim Lüssum	1966	578
			Summe m ²	74.684

Von den 48 beauftragten Gebäuden wurden lediglich 44 Gebäude begangen und untersucht. Vier Gebäuden, in Tabelle 1 gelb markiert, stehen unmittelbar vor oder

nach einer Kernsanierung oder es wurde der Zutritt verwehrt. Deshalb wurde auf eine Begehung und Gebäudeuntersuchung in Absprache mit dem Auftraggeber verzichtet. Damit beträgt die letztlich bearbeitete Gebäudefläche 73.128 m² BGF.

3. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes, SVIT-Gebäude in Bremen Blumenthal wurde für 44 Gebäude mit insgesamt 73.128 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 Klimaschutzteil-konzeptes 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 b. Haustechniker: Grundrisspläne der Gebäude, Datenabgleich und ergänzende Datenaufnahme in Zusammenarbeit mit den Hausmeister/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. 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 anders 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 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 beheizten Bereich aufgeteilt. Aus den voll- und teilbeheizten Flächen wurde mit Hilfe eines Flächenrechnungsfaktors 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 den 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:

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

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 Arbeitspreisen 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**				
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}			

Angenommene Kosten für Beleuchtung:

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 H _s
Erdgas	202	kg/MWh H _i
Heizöl	266	kg/MWh H _i
Fernwärme	162,5	kg/MWh H _i

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 6.342 MWh/a Wärme und zur elektrischen Versorgung 1.275 MWh/a Strom eingesetzt. Der Endenergieverbrauch der 44 untersuchten Gebäude beträgt 7.599 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.

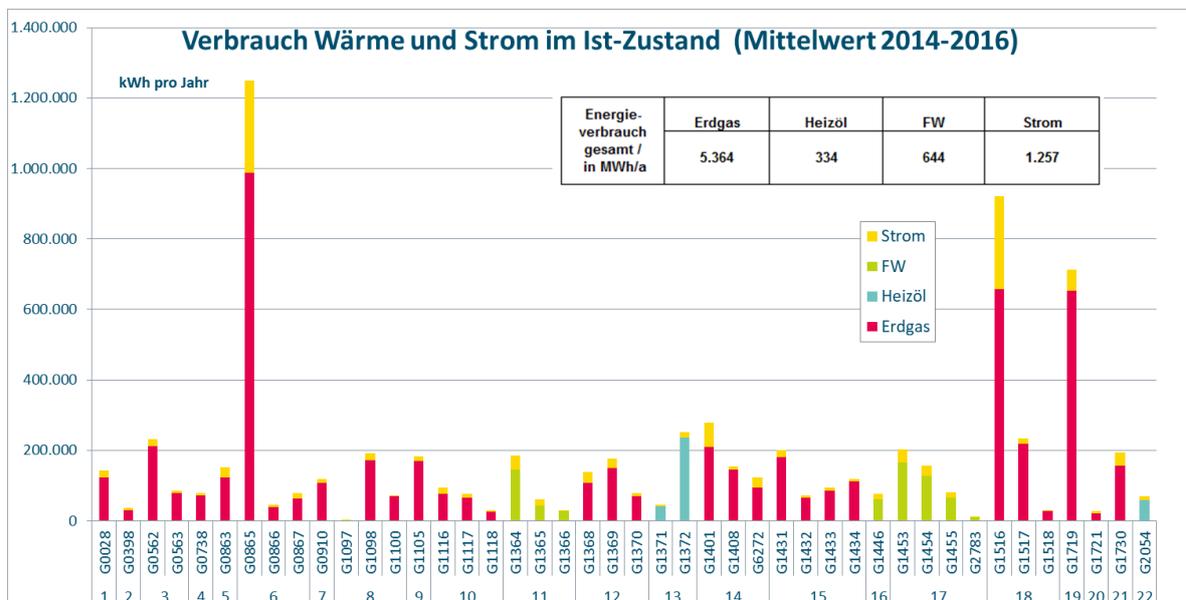


Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)

5.2. CO₂-Emissionen

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO₂-Emissionen betragen 2.172 t/a. 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.

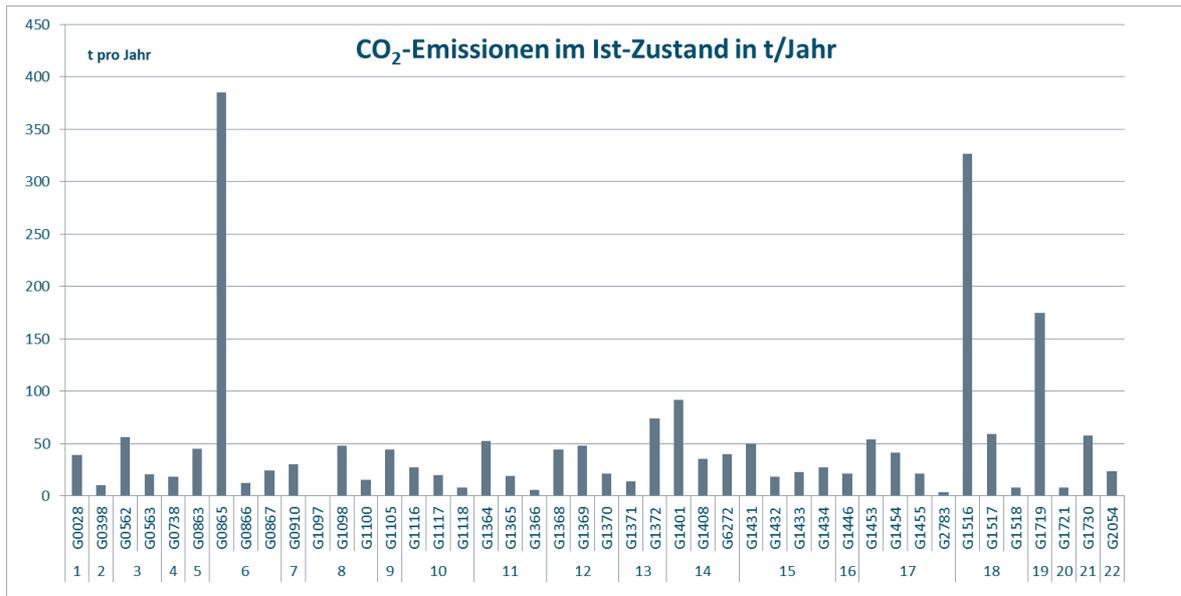


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

5.3. Energiekosten

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in der Höhe von etwa 586.000 €/a an, welche in Abbildung 4 pro Gebäude dargestellt sind.

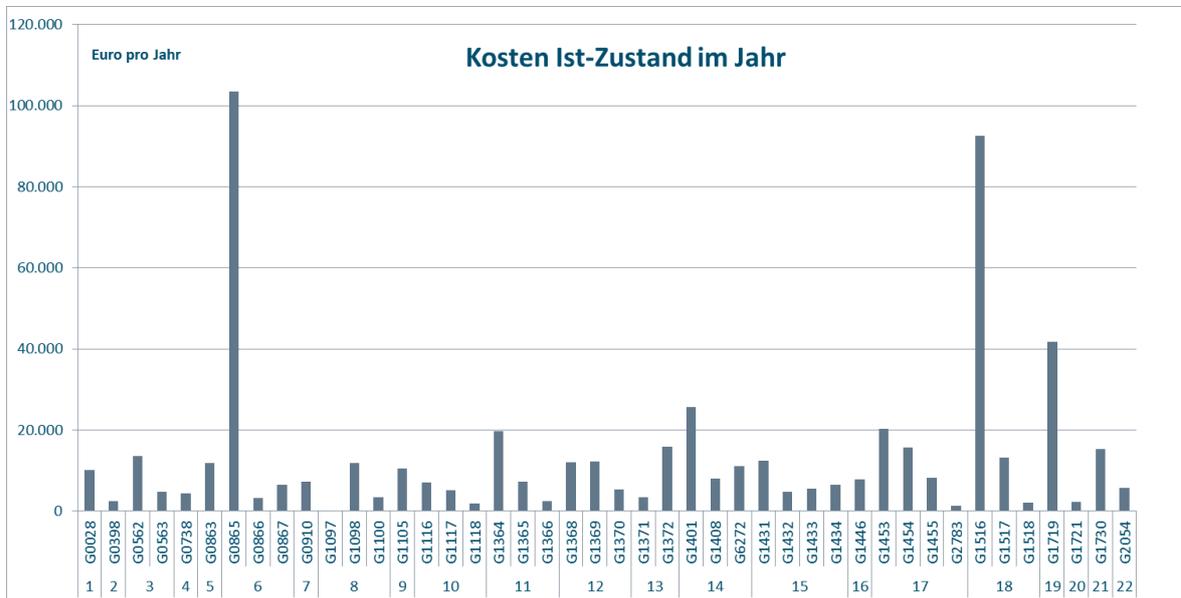


Abbildung 4: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr

5.4. Energieträgeraufteilung

In Abbildung 5 ist der prozentuale Anteil der Energieträger der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 71% hat Erdgas den höchsten Anteil, gefolgt von Strom (17%), Fernwärme (8%), und Heizöl (4%).

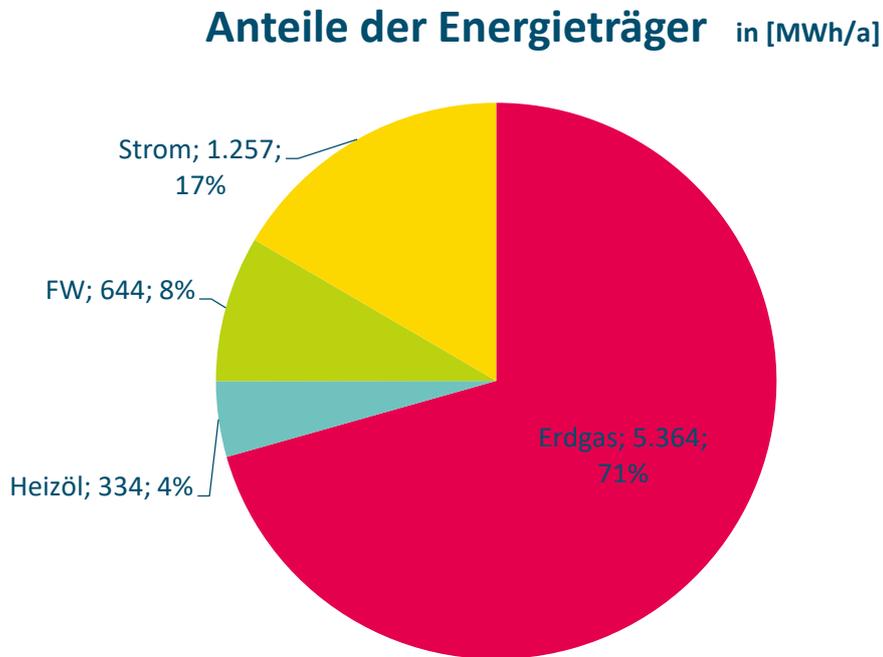


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden

5.5. Energiekennwerte

Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV- Neubau mit spezifischen Verbräuchen zwischen 80 und 110 kWh/m² im Jahr zeigt, dass 17 Gebäude (ca. 39%) 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 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.

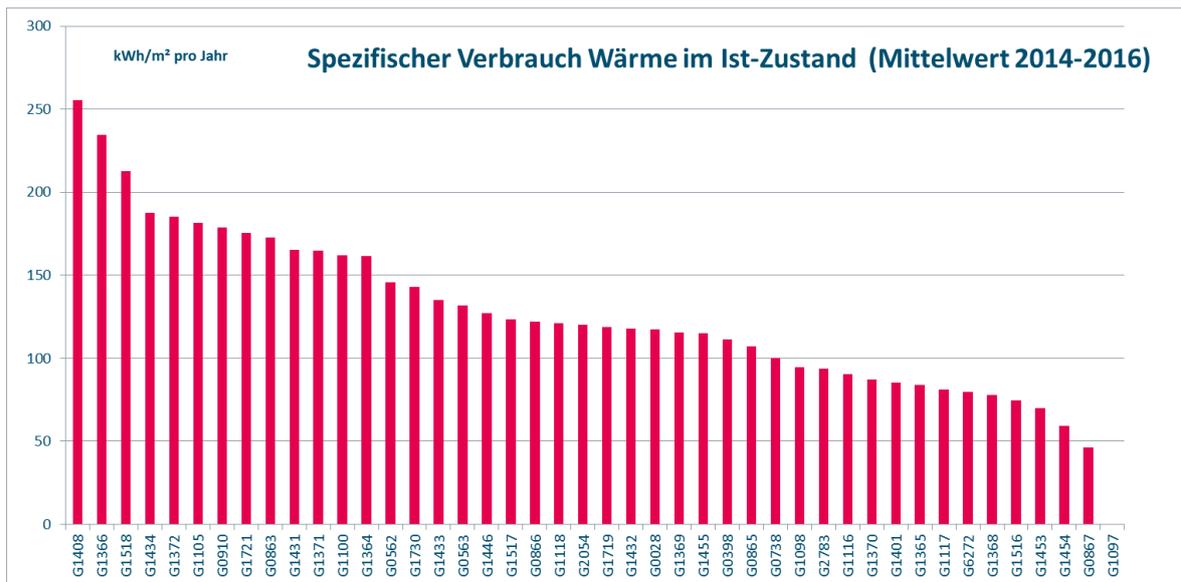


Abbildung 6: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand

In Abbildung 7 ist der spezifische Stromverbrauch im Ist-Zustand abgebildet. Der Vergleichswert nach EnEV-Neubau liegt zwischen 10 und 30 kWh/m² und Jahr. Es ist zu erkennen, dass 17 Gebäude mit über 20 kWh/m² a über dem Durchschnitt der anderen Gebäude liegt (der Mittelwert der untersuchten Gebäude beträgt genau 20 kWh/m²a).

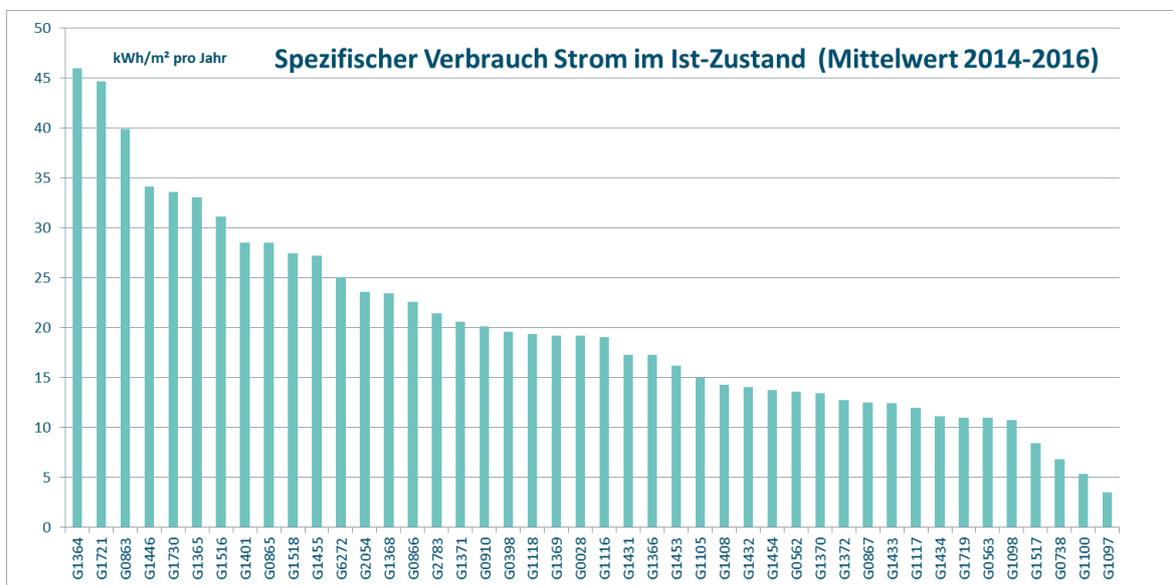


Abbildung 7: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand

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 nur drei Liegenschaften Stromlastgänge vor, wovon alle Liegenschaften Schulen sind. Die Lastgänge zeigen allesamt für die Nutzung typische Lastgangverläufe. Festgestellt werden kann, dass in den meisten Schulen während der Pausenzeiten ein deutliches Abnehmen des Stromverbrauches zu erkennen ist, ein Zeichen, dass die Reduktion des Stromverbrauches als Ziel von den Nutzern umgesetzt wird.

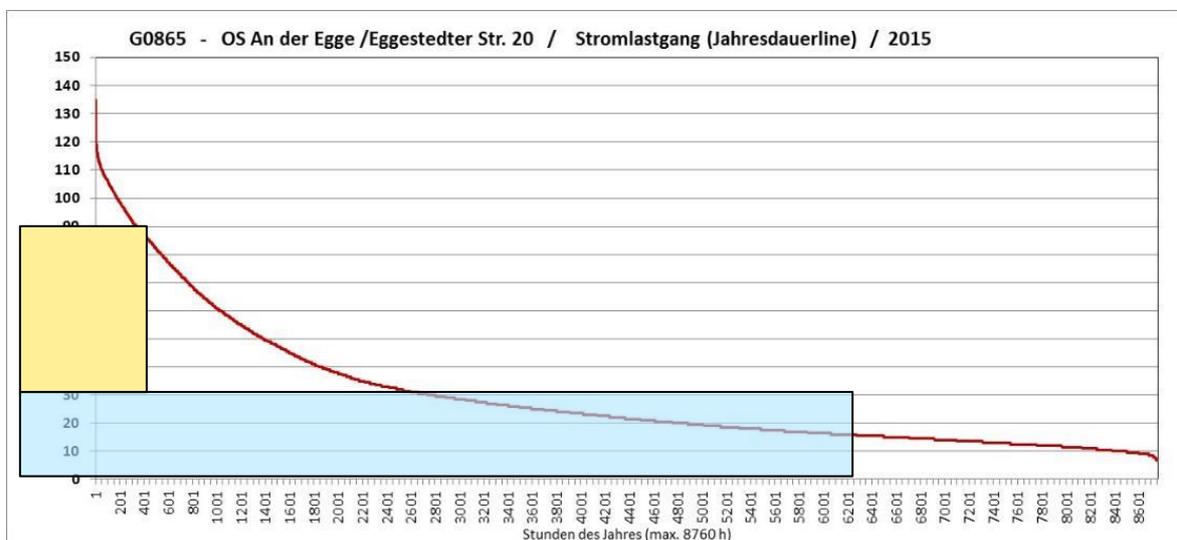


Abbildung 8: Jahresdauerlinie der OS An der Egge mit einer Grundlast von 30 kW

In Abbildung 8, Abbildung 9 und Abbildung 10 sind neben der Jahresdauerlinie auch das sich aus der Jahresdauerlinie ableitende (Strom-) Potenzial für eine PV-Anlage und ein BHKW dargestellt.

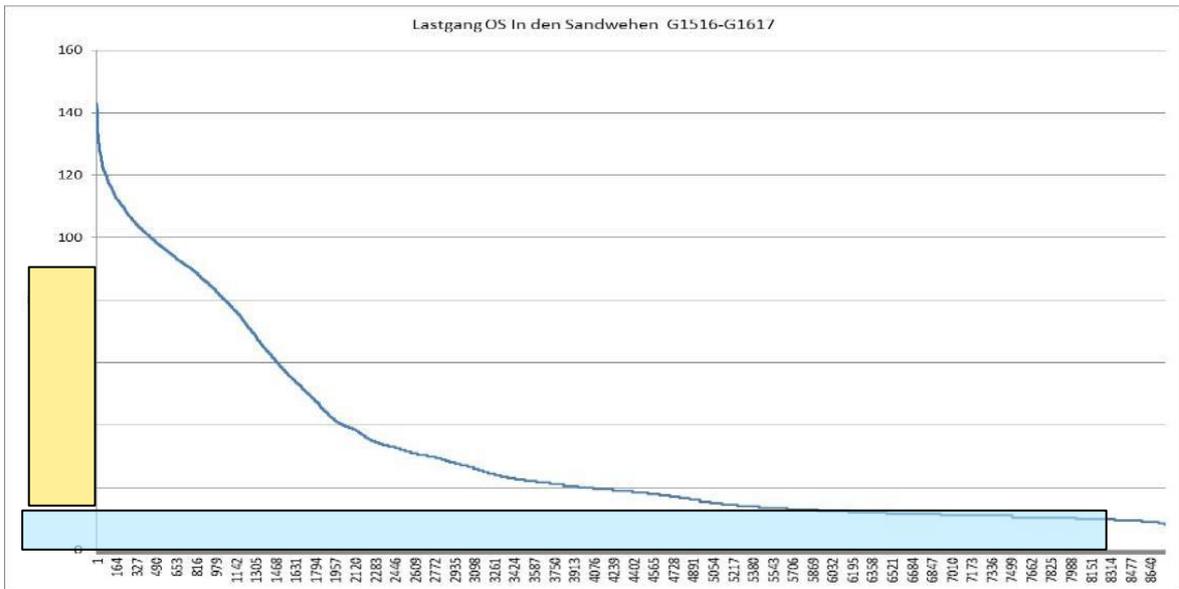


Abbildung 9: Jahresdauerlinie der OS In den Sandwehen mit einer Grundlast von 10 kW

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

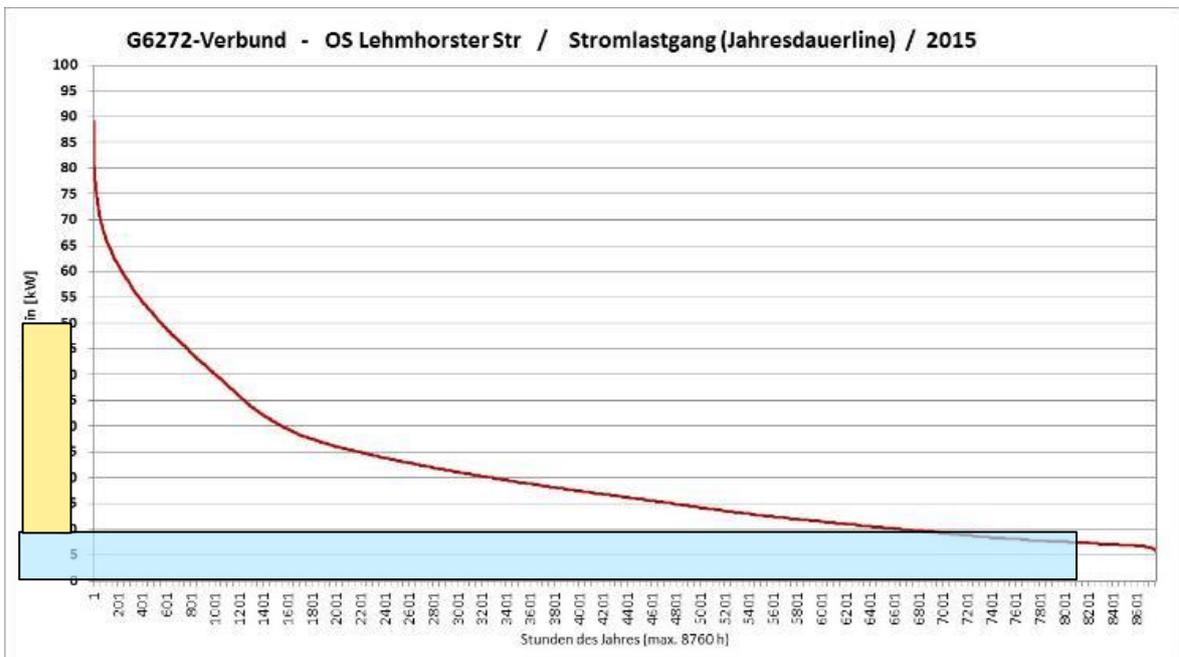


Abbildung 10: Jahresdauerlinie der OS Lehmhorster Str.

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 11 und Abbildung 12 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

Die gesamte Außenwandfläche wurde zu 33.600 m² abgeschätzt.

Außenwände (in m²)

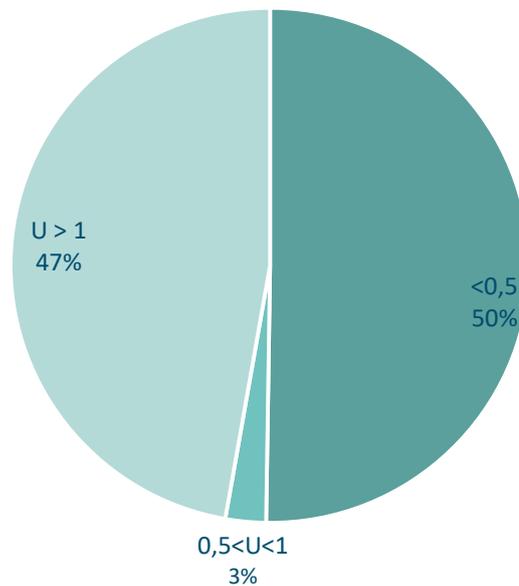


Abbildung 11: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 47% 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.

(der hohe Anteil von Mauerwerk mit einem U-Wert $< 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ resultiert aus den überdurchschnittlich großen und (teil-)sanierten Liegenschaften OS in den Sandwehen und OS an der Eggestädter Str.)

Die gesamte Dach- und oberste Geschossfläche wurde zu 42.300 m^2 abgeschätzt.

Dachflächen

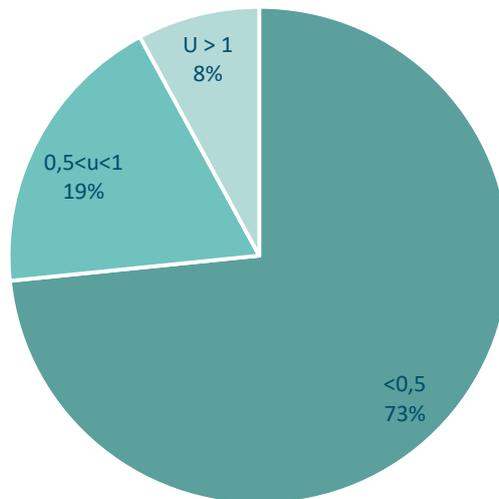


Abbildung 12: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 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. 73% der Fläche kann 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 sollten in einer gesonderten Betrachtung überprüft werden.

In der Abbildung 13 sind die Glasarten der Fenster und Türen aufgeteilt nach fünf Kategorien dargestellt:

- ✓ einfach Glas: U-Wert $> 5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✓ Glasbausteine: U-Wert $3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✓ Standardisolierglas: 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)
- ✓ Dachfenster: U - Wert $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (meist Kunststoff)

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

Die gesamte Fenster- und Außentürenfläche wurde zu 14.250 m^2 abgeschätzt.

Fenster/Verglasung

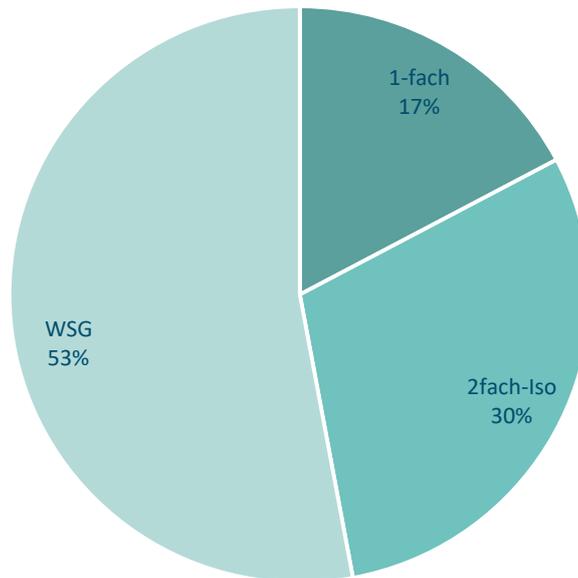


Abbildung 13: energetische Fensterqualitäten

Ca. 17% der Fensterfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Ca. 53% der Fensterfläche wird als energetisch gut bewertet (Wärmeschutzglas).

6.2. Haustechnik

Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt über Fernwärme und Kesselanlagen.

Es gibt insgesamt 42 Heizkessel in den untersuchten Gebäuden. Die Altersstruktur der Kessel ist in der Abbildung 14 angegeben.

Kessel- / Anlagen-Alter (Anzahl)

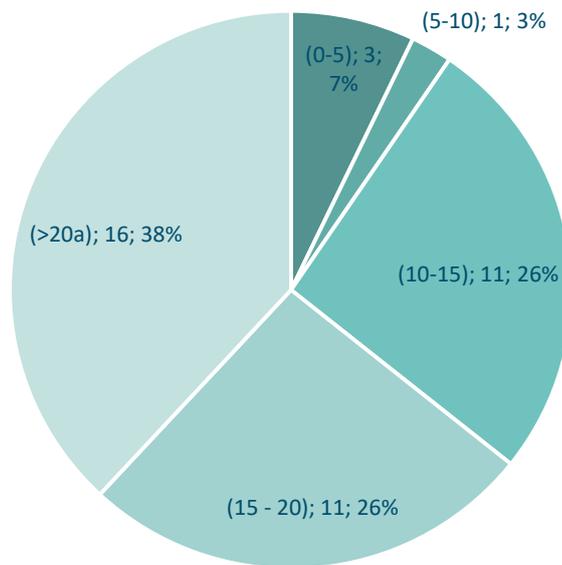


Abbildung 14: Kesselaltersstruktur

Ca. 64% der Kessel sind älter als 15 Jahre (38% älter als 20 Jahre). Hier besteht kurz und mittelfristig Handlungs-/Sanierungsbedarf.

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

Wärmeverteilung

Bei ca. 43% der Gebäude ist die Dämmung der Wärmeverteilung mangelhaft oder verbesserungswürdig ausgeführt (Bewertung in Einzelberichten „schlecht“ oder „mittel“).

In der Abbildung 15 ist eine Aufteilung der Umwälzpumpen nach 3 Effizienzklassen angegeben:

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

Insgesamt sind 131 Umwälzpumpen vorhanden.

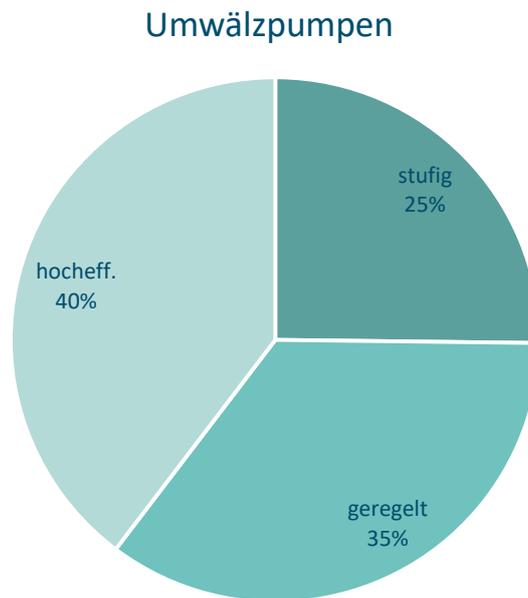


Abbildung 15: energetische Qualität der Umwälzpumpen

Ca. 40% der Pumpen sind hocheffizient. Lediglich 25% der Pumpen sind 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 (Beispiel OS Lehmhorster Str. G1401 Block B+C+G).

Ein hydraulischer Abgleich wurde in nahezu keinem Gebäude durchgeführt.

Die Regelungstechnik befindet sich in unterschiedlich guten Zuständen. Größere Anlagen haben meist eine Gebäudeleittechnik, die fernbedienbar ist. Hier gibt es Abstimmungsprobleme zwischen dem Hausmeister und dem „Bediener“ bei Immobilien Bremen. 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.

G0865	OS an der Eggestädter Str.	Insgesamt 7 Anlagen, davon 5 Anlagen modernisiert, aber 2 Anlage sind erneuerungsbedürftig (Aula, Lüftung I + II Lehrküche älter als 30 Jahre!)
G1516	OS in den Sandwehen	6 Anlagen Schulgebäude 1 Anlage in Turnhalle, sämtlich erneuert, nicht älter als 10 Jahre,
G6272	OS Lehmhorster Str.	1 Anlage ca. 5 Jahre alt

Kleine Turnhallen haben in den Sanitär/Duschbereiche meist keine oder defekte Einzellüfter. In Verbindung mit Wärmebrücken im Deckenbereich ist z.B. in der Turnhalle „Schule am Pürsch Weg (G1719)“ auch Schimmelbildung im oberen Deckenbereich vorzufinden.

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 über-dimensionierten 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 Kita Fillerkamp (G1364), Turnhalle Tami-Öelfken Schule(G1455), Turnhalle Rönnebeck (G1117) sind überdimensionierte Speicher mit Baujahr älter als 1975 vorhanden.

In einigen Anlagen sind Kaltwasser-Zähler vor den WW-Speichern installiert, die aber nicht von den Hausmeistern 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.

In der Oberschule in den Sandwehen ist eine Besonderheit vorzufinden, die den Brennwertnutzen der Heizanlage verhindert!

In der Fernleitung von der Heizzentrale zur Turnhalle (G1517) ist ein Rohrbündel-Wärmetauscher für ein Durchlaufspeicher in der Lehrküche /Werktrakt eingebaut. Dieser verursacht einen thermischen Kurzschluss und hebt den sehr tiefen Rücklauf der Turnhalle (31°C) auf dem Weg zur Heizzentrale auf über 62 °C an. Diese hohe Rücklauftemperatur verhindert im Zusammenwirken mit weiteren Effekten die Brennwertnutzung der großen Heizzentrale.

6.5. Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt überwiegend über Leuchtstofflampen mit Leuchten unterschiedlichen Alters und energetischer Qualität. In der Abbildung 16 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 energetisch mittel mit EVG,
energetisch schlecht mit KVG/VVG
- ✓ Glüh-/Halogen energetisch schlecht
- ✓ HQL energetisch schlecht

Abkürzungen der Lampenarten/-Technik

Glüh-/Halo = Glühlampen / Halogen-Lampen

HQL = Quecksilberdampflampe

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

Beleuchtung

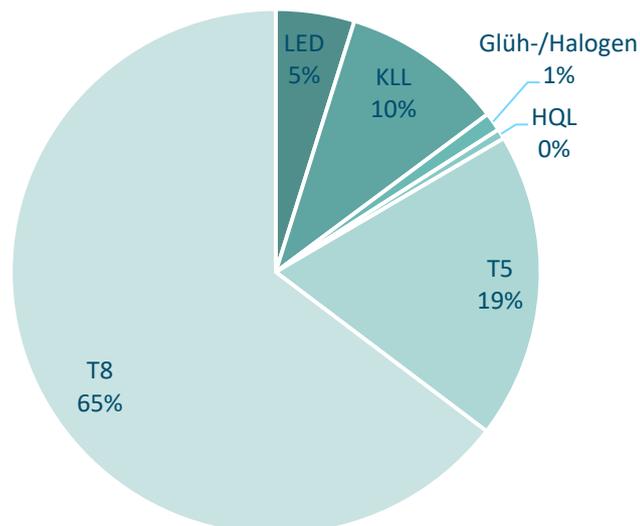


Abbildung 16: Anteile der Leuchtmittelkategorien

In den Außenanlagen der untersuchten Objekte sind noch über 40 Leuchtpunkte mit den seit 2015 EU-weit verbotenen, nicht effizienten Quecksilber-Dampflampen (HQL) sowie über 80 nicht effiziente Glüh- bzw. Halogenlampen identifiziert worden. Dies entspricht einem Anteil von knapp 2% der Leuchtpunkte.

6.6. Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Lediglich auf den Dachflächen der Tami-Öelken Schule (G1453, G1453) sind zwei 50 kWp Anlagen. Diese Anlagen werden von Dritten betrieben und die Dachflächen sind lediglich vermietet. Eine Eigennutzung des Solarstromes findet nicht statt.

In keinem der Gebäude ist ein BHKW vorhanden.

7. Maßnahmen

Aufbauend auf die 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: ISM, 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 Geschoszahl 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.

Insgesamt wurden 301 Maßnahmen ermittelt, welche wie in Abbildung 17 dargestellt den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

Maßnahmen insgesamt (insgesamt 301 Maßnahmen)

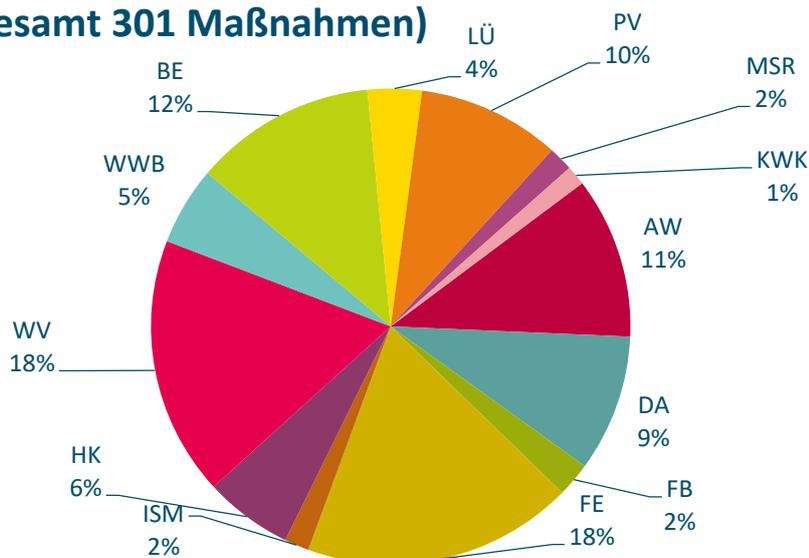


Abbildung 17: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken

Absolut liegt die Anzahl der Maßnahmen bei:

Gebäudehülle:

✓ Außenwand:	33
✓ Dach:	28
✓ Fußboden/Kellerdecke:	7
✓ Fenster:	55
✓ Instandsetzung:	5

Technik:

✓ Beleuchtung:	37
✓ Wärmeverteilung:	53
✓ Photovoltaik:	29
✓ Warmwasserbereitung:	16
✓ Lüftungsanlage:	11
✓ Heizungsanlage:	18
✓ Mess- und Regelungstechnik:	5
✓ Kraftwärmekopplung:	4

Insgesamt kann der Energieverbrauch um 3.749 MWh/a durch Umsetzung der Maßnahmen reduziert werden. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial etwas größer als im Bereich Technik, 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 Wärmeverteilung; allein dadurch können 16% Einsparungen erzielt werden.

Einsparpotenziale Energie Maßnahmengruppen

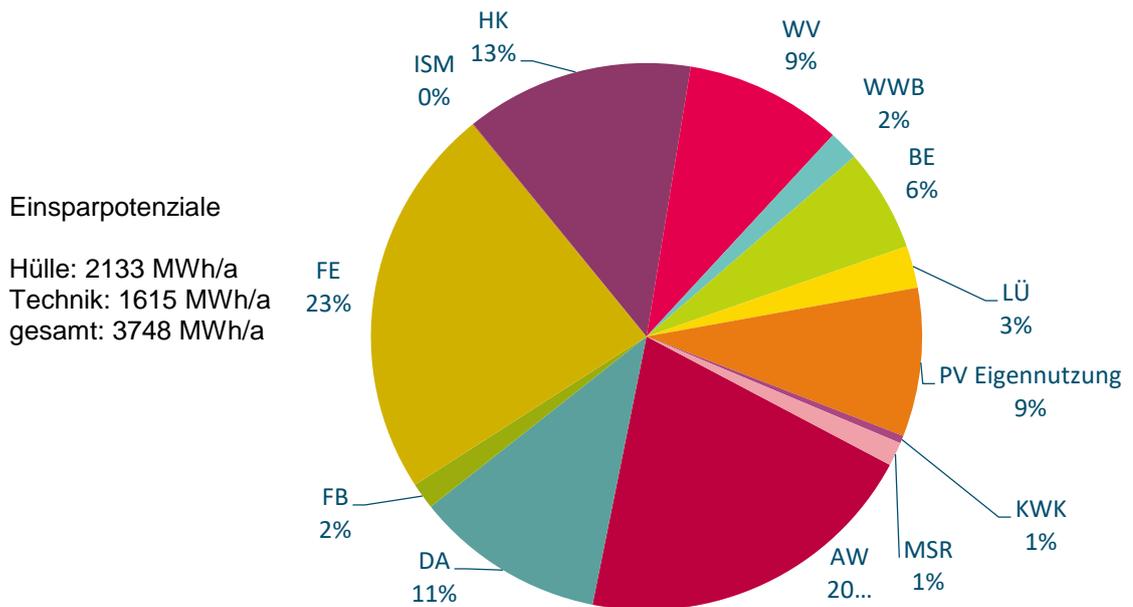


Abbildung 18: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmen-Gruppe

Die Einsparung von 3.748 MWh/a teilt sich wiederum in folgende Maßnahmenempfehlung auf:

- ✓ 716 MWh/a kurzfristig
- ✓ 1.093 MWh/a mittelfristig
- ✓ 1.939 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 Fenster mittel und langfristige Maßnahmen sind.

Einsparpotenziale Energie kurzfristige Maßnahmen

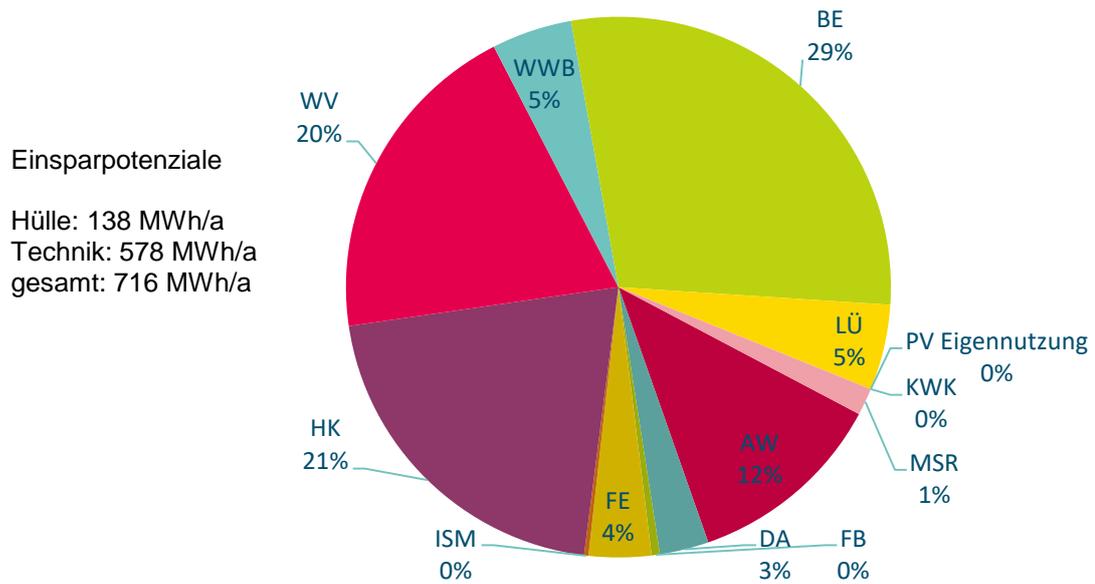


Abbildung 19: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen

Einsparpotenziale Energie mittelfristige Maßnahmen

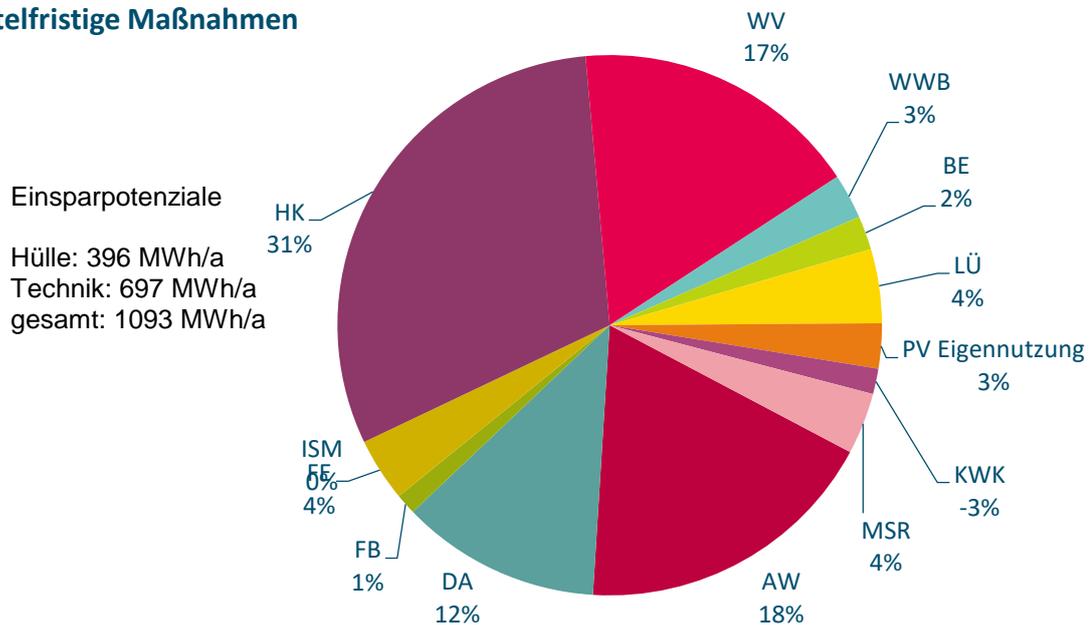


Abbildung 20: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen

Einsparpotenziale Energie langfristige Maßnahmen

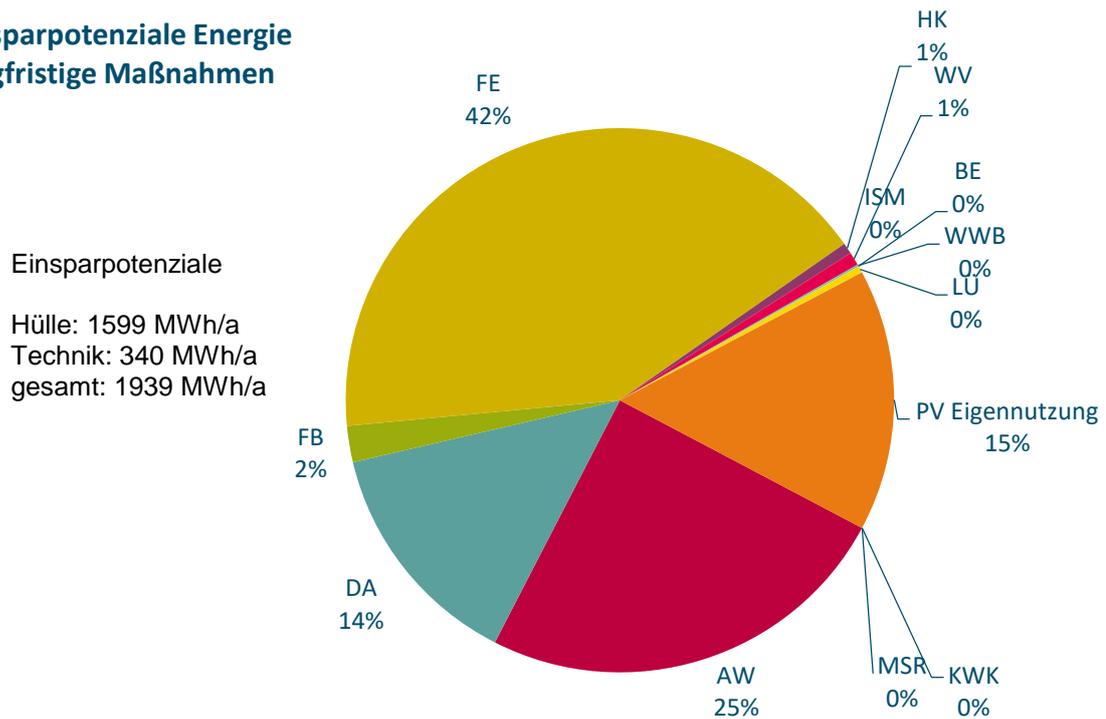


Abbildung 21: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen

Am CO₂-Einsparpotential hat die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) einen Anteil von 42%. Insgesamt kann die CO₂-Emission um 1.856 t/a reduziert werden, hiervon entfallen 433 t/a auf den Bereich der Gebäudehülle und 1.423 t/a auf den Bereich der Anlagentechnik, wovon 780 t/a den Photovoltaikanlagen zuzuordnen sind.

Einsparpotenziale CO2 Maßnahmengruppen

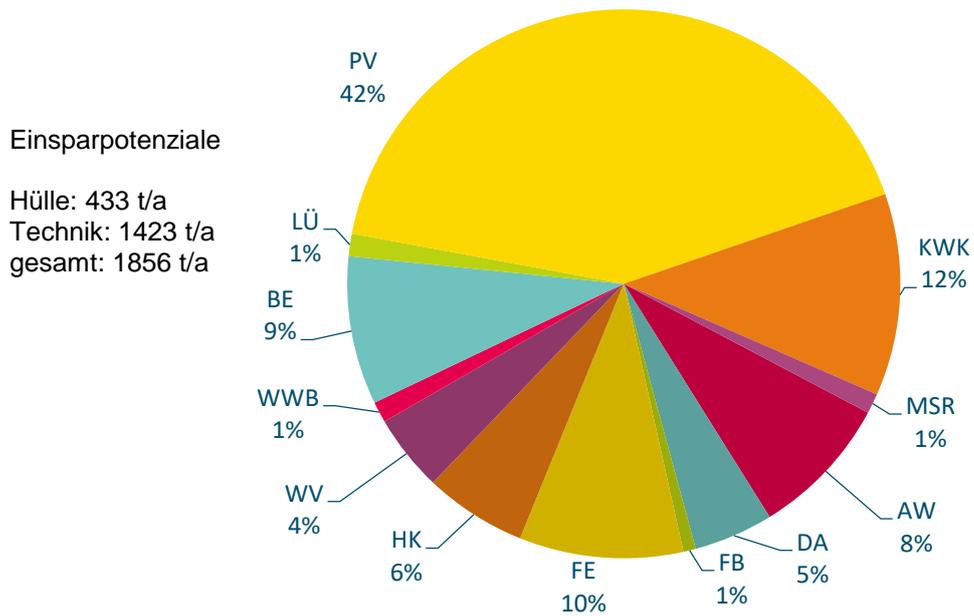


Abbildung 22: CO₂-Einsparpotential nach Maßnahmengruppen

Das jährliche Kosteneinsparpotential liegt bei 458 T€, wobei 79% dieser Einsparung durch Maßnahmen im Bereich Technik erzielt werden.

Einsparpotenziale Kosten Maßnahmengruppen

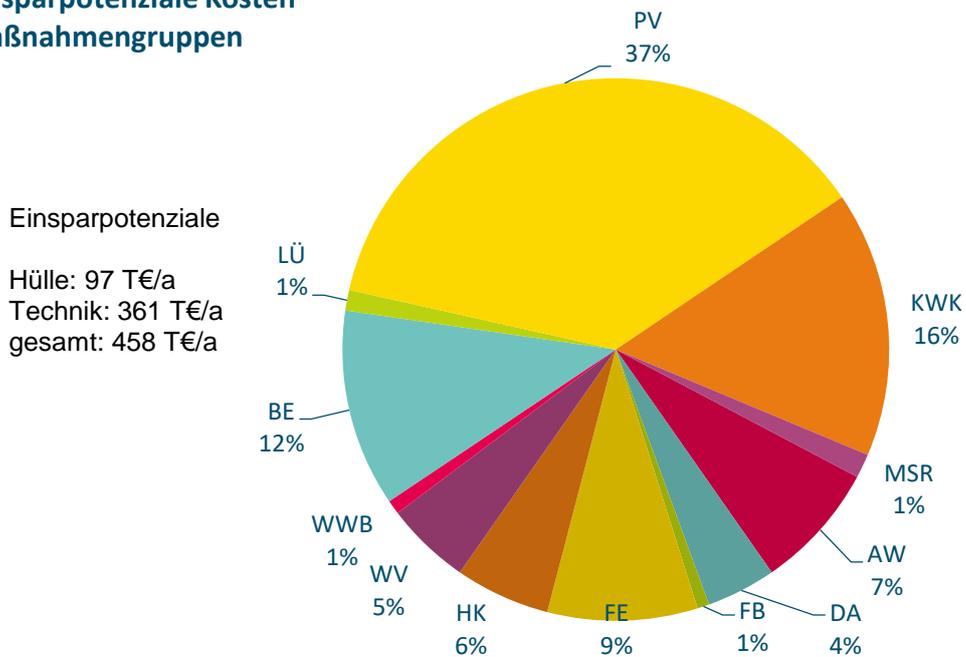


Abbildung 23: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen

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

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen (Sollzustand) kann der Energieverbrauch der Gebäude drastisch reduziert werden. Der Gesamtverbrauch in Höhe von 6.800 MWh/a kann um 49 % auf 3.750 MWh/a verringert werden. Nachfolgend ist der Verbrauch der Einzelgebäude im Sollzustand dargestellt.

Das Einsparpotential der einzelnen Gebäude liegt zwischen 5% und 84%. Bei etwa 43% der Gebäude liegt das Einsparpotential bei über 50%.

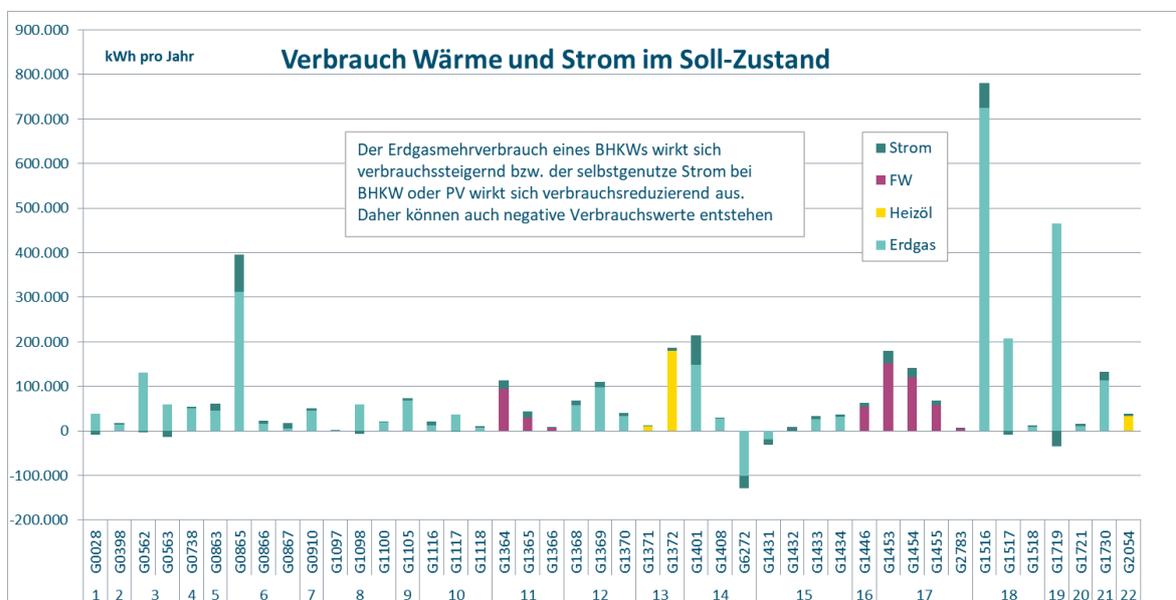


Abbildung 24: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen ist in Abbildung 24 der Energieverbrauch bei Berücksichtigung des maximalen Einsparpotentials dargestellt.

Das Einsparpotential der einzelnen Gebäude liegt zwischen 0% und 194%. Bei der Mehrzahl der Gebäude liegt das Einsparpotential bei über 50%. Das Einsparpotenzial des Energieverbrauchs der einzelnen Gebäude liegt teilweise über 100 %. Dies ergibt sich aus der gewählten Systematik.

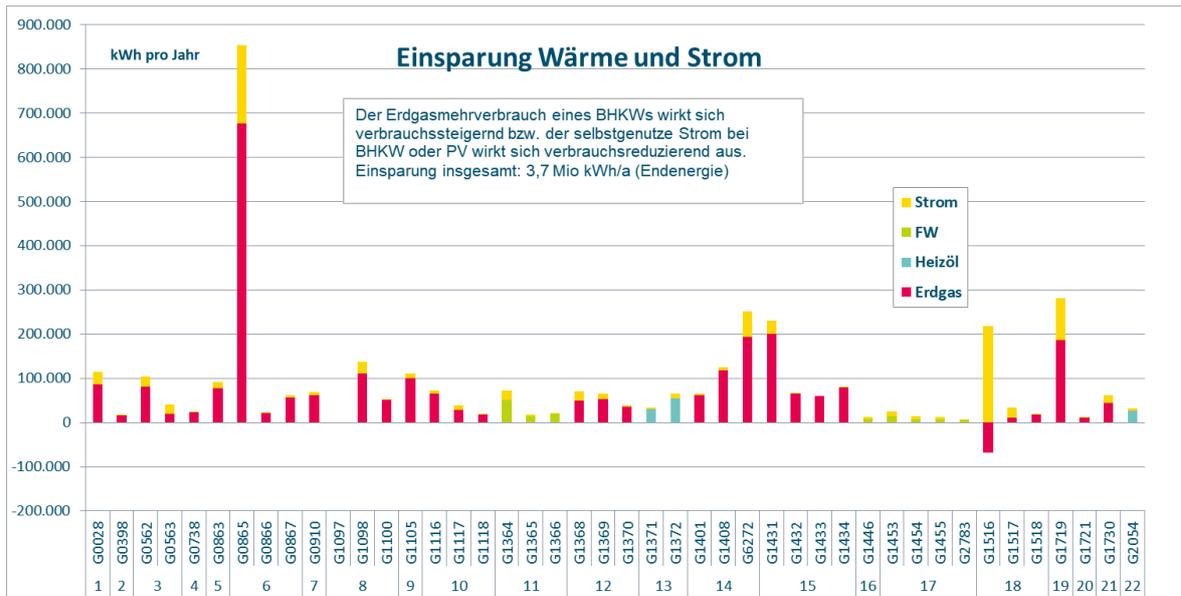


Abbildung 25: Energieeinsparpotenzial je Gebäude, getrennt nach E-Trägern

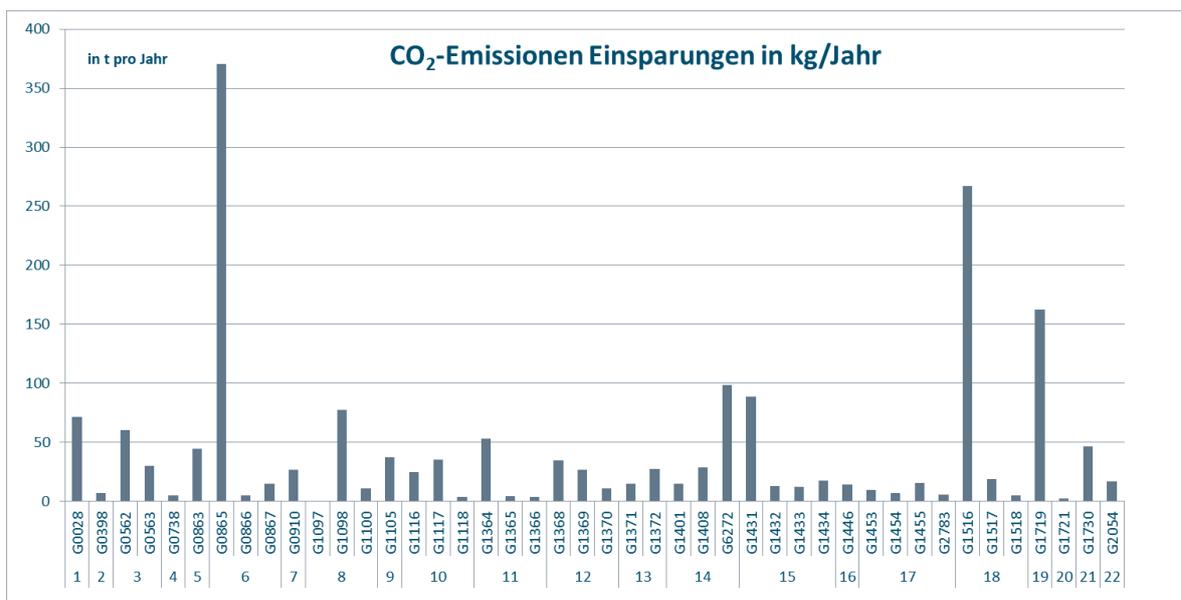


Abbildung 26: CO₂-Einsparpotenzial je Gebäude

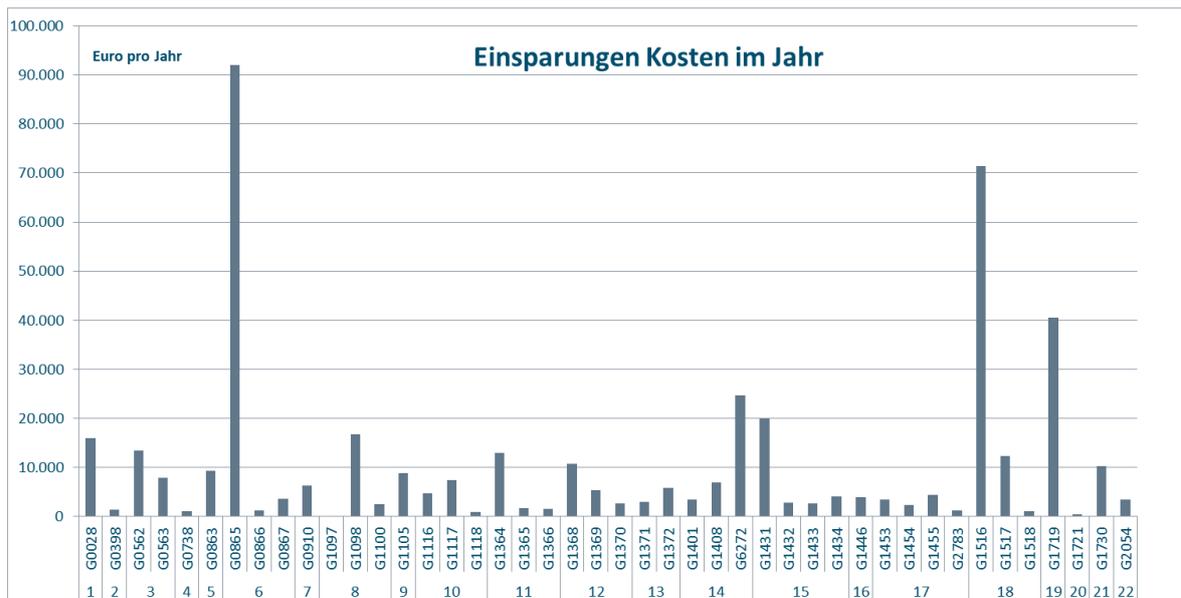


Abbildung 27: Energiekosten-Einsparpotenzial je Gebäude

Das Einsparpotenzial der CO₂-Emissionen der einzelnen Gebäude liegt zwischen 0% und 234%. Bei 33 Gebäuden (75% aller Gebäude) liegt das Einsparpotenzial über 50%. Allein das Gebäude G0863 bietet ein Einsparpotenzial von über 90.000 € pro Jahr.

Bremen, 16. Januar 2019

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

SVIT-Gebäude Blumenthal		Verbrauch IST							Einsparung absolut						Einsparung in %	
G-Code	Fläche	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Endenergie	CO ₂	Kosten	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	CO ₂	End-energie
	m ² (NGF)	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%
G0028	1.053	123.622	0	0	20.220	143.842	39	10.228	85.878	0	0	29.204	71	15.923	182%	80%
G0398	275	30.643	0	0	5.400	36.043	10	2.554	16.250	0	0	1.608	7	1.424	68%	50%
G0562	1.448	210.967	0	0	19.689	230.656	57	13.502	80.151	0	0	23.495	60	13.439	107%	45%
G0563	595	78.464	0	0	6.522	84.985	20	4.855	19.781	0	0	20.718	30	7.921	147%	48%
G0738	730	73.000	0	0	5.000	78.000	18	4.409	22.802	0	0	275	5	1.075	26%	30%
G0863	714	123.180	0	0	28.467	151.646	45	11.900	76.751	0	0	14.151	44	9.405	99%	60%
G0865	9.223	987.231	0	0	262.705	1.249.936	385	103.512	675.608	0	0	178.546	371	91.973	96%	68%
G0866	310	37.836	0	0	7.000	44.836	13	3.240	21.397	0	0	1.050	5	1.195	40%	50%
G0867	1.350	62.720	0	0	16.878	79.598	25	6.447	57.123	0	0	4.865	15	3.674	61%	78%
G0910	601	107.371	0	0	12.099	119.469	30	7.343	61.242	0	0	7.302	27	6.265	89%	57%
G1097	142	0	0	0	500	500	0	118	0	0	0	0	0	0	0%	0%
G1098	1.816	171.481	0	0	19.458	190.939	48	11.826	111.534	0	0	25.909	77	16.805	160%	72%
G1100	428	69.273	0	0	2.301	71.574	16	3.450	50.706	0	0	1.469	11	2.591	72%	73%
G1105	937	169.873	0	0	14.042	183.915	44	10.428	100.926	0	0	10.026	37	8.816	84%	60%
G1116	852	77.168	0	0	16.214	93.382	27	7.061	65.188	0	0	7.306	25,0	4.781	92%	78%
G1117	812	65.820	0	0	9.744	75.564	20	5.083	28.185	0	0	10.396	35,1	7.464	174%	51%
G1118	206	24.958	0	0	4.000	28.958	8	1.979	17.961	0	0	397	3,9	889	50%	63%
G1364	894	0	0	144.469	41.131	185.600	53	19.633	0	0	50.838	21.618	53,3	12.991	101%	39%
G1365	527	0	0	44.136	17.409	61.545	20	7.287	0	0	14.892	3.513	4,1	1.713	21%	30%
G1366	115	0	0	27.000	1.990	28.990	6	2.422	0	0	19.086	1.112	3,9	1.643	67%	70%
G1368	1.364	106.449	0	0	31.961	138.411	44	11.987	49.494	0	0	21.301	34,7	10.838	79%	51%
G1369	1.302	150.495	0	0	25.017	175.512	48	12.197	53.111	0	0	12.497	26,5	5.423	55%	37%
G1370	791	68.969	0	0	10.628	79.597	21	5.393	35.005	0	0	3.997	11,0	2.645	51%	49%
G1371	243	0	40.000	0	5.000	45.000	14	3.375	0	29.862	0	3.584	14,8	3.055	104%	74%
G1372	1.271	0	235.382	0	16.169	251.551	74	15.843	0	55.018	0	9.572	27,4	5.922	37%	26%
G1401	2.453	208.749	0	0	69.905	278.654	92	25.675	61.205	0	0	3.600	14,9	3.557	16%	23%
G1408	573	146.259	0	0	8.185	154.444	35	8.037	117.813	0	0	7.264	28,9	6.926	82%	81%
G6272	1.174	93.750	0	0	29.375	123.125	40	11.056	193.694	0	0	57.596	98,5	24.779	248%	204%
G1431	1.095	180.936	0	0	18.949	199.885	50	12.468	199.927	0	0	30.581	88,6	19.971	177%	115%

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

SVIT-Gebäude Blumenthal		Verbrauch IST							Einsparung absolut						Einsparung in %	
G-Code	Fläche	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Endenergie	CO ₂	Kosten	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO ₂	Kosten	CO ₂	End-energie
	m ² (NGF)	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%
G1432	552	65.118	0	0	7.766	72.883	19	4.709	64.523	0	0	134	13,1	2.890	70%	89%
G1433	632	85.375	0	0	7.845	93.220	23	5.625	59.530	0	0	0	12,0	2.637	53%	64%
G1434	592	111.000	0	0	6.593	117.593	27	6.466	79.244	0	0	2.272	17,6	4.044	65%	69%
G1446	472	0	0	59.930	16.103	76.033	21	7.911	0	0	6.485	6.359	14,2	3.979	67%	17%
G1453	2.367	0	0	165.385	38.357	203.742	54	20.374	0	0	13.647	10.395	9,6	3.431	18%	12%
G1454	2.136	0	0	126.945	29.442	156.387	41	15.638	0	0	6.347	8.027	6,7	2.346	16%	9%
G1455	573	0	0	66.017	15.601	81.618	22	8.203	0	0	7.389	5.579	15,6	4.354	71%	16%
G2783	109	0	0	10.220	2.340	12.560	3	1.256	0	0	4.964	1.565	5,5	1.231	167%	52%
G1516	8.804	657.110	0	0	273.759	930.869	327	92.625	-68.598	0	0	218.087	267,3	71.360	82%	16%
G1517	1.767	218.044	0	0	14.853	232.898	59	13.149	10.000	0	0	23.888	18,9	12.390	32%	15%
G1518	128	27.124	0	0	3.500	30.624	8	2.024	18.067	0	0	800	5	1.143	67%	62%
G1719	5.487	652.246	0	0	60.447	712.694	175	41.689	186.192	0	0	94.778	163	40.495	93%	39%
G1721	124	21.757	0	0	5.546	27.303	8	2.217	10.600	0	0	245	2	527	28%	40%
G1730	1.097	156.771	0	0	36.863	193.634	58	15.293	43.281	0	0	18.350	47	10.269	81%	32%
G2054	490	0	58.857	0	11.563	70.420	24	5.796	0	26.024	0	5.838	17	3.412	71%	45%
Summe	58.623	5.363.761	334.239	644.101	1.256.535	7.598.636	2.172	586.279	2.604.570	110.904	123.647	909.268	1.846	457.610	81%	49%