

Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Neustadt Abschlussbericht

im Auftrag von
Immobilien Bremen AÖR
Bremen, im September 2019

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



UTECH, Ingenieurbüro für Entwicklung und Anwendung
umweltfreundlicher Technik GmbH

Cuxhavener Straße 10, 28217 Bremen
Tel.: 0421 / 38678 - 80, Fax: 0421 / 38678 - 88
www.utech-bremen.de

Inhalt

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	EINLEITUNG	6
3	AUFGABENSTELLUNG	7
4	METHODIK UND RANDBEDINGUNGEN DER ENERGIEANALYSE	9
4.1	Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials	10
4.2	Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials	12
5	ZUSAMMENFASSUNG DER ENERGIEVERBRÄUCHE, DER ENERGIEKOSTEN UND CO₂-EMISSIONEN IM IST-ZUSTAND	16
5.1	Gesamtenergiebedarf und CO ₂ - Emission	16
5.2	Gesamtenergiekosten	17
5.3	Energieträgeraufteilung	17
5.4	Energiekennwerte	18
5.5	Lastanganalysen des elektrischen Strombezuges	19
6	ENERGETISCHER ISTZUSTAND BAUKÖRPER UND TECHNIK	22
6.1	Baukörper	22
6.2	Haustechnik	24
6.3	Lüftungstechnik	26
6.4	Warmwassertechnik	27
6.5	Beleuchtung	27
6.6	Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	28

7	ENERGIESPARENDE MAßNAHMEN	29
7.1	Maßnahmen gesamt	30
7.2	Umsetzungsklassifizierung der Maßnahmen	33
7.3	CO ₂ – Einsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen	35
7.4	Kosteneinsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen	36
8	ZUSAMMENFASSUNG DES ENERGIEVERBRAUCHES, DER ENERGIEKOSTEN UND CO₂-EMISSIONEN NACH DURCHFÜHRUNG DER MAßNAHMEN	37

1 Zusammenfassung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat das Ingenieurbüro UTEK GmbH damit beauftragt, für insgesamt 51 Gebäude von IB, die sich im Bremer Stadtteil Neustadt befinden, ein Klimaschutzteilkonzept zu erstellen. Die Einzelberichte 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.

Das Klimaschutzteilkonzept wurden im Zeitraum Mai – September 2019 erstellt. Als Ergebnis werden 51 Einzelberichte und eine zusammenfassende Betrachtung „Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Neustadt“ (dieser Bericht) abgegeben.

Die von Immobilien Bremen angegebene Bruttogeschossfläche der untersuchten Gebäude liegt bei 103.280 m². Die Nettogeschossfläche wurde insgesamt zu 91.623 m² berechnet.

In den Einzelberichten wurden insgesamt 384 Maßnahmen behandelt und bezüglich der Umsetzungsempfehlung klassifiziert. Das Ergebnis ist in der Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitionskosten €	Einsparung		
			Kosten €/a	Energie kWh/a	CO ₂ t/a
kurzfristig	90	1.851.791	260.747	1.427.356	948
mittelfristig	152	5.514.381	288.690	1.775.489	1.240
langfristig	142	12.864.436	144.595	2.568.512	662
Summe	384	20.230.607	694.032	5.771.357	2.849
Ist-Zustand			963.345	11.804.012	3.790
rel. Einsparpotenzial			72%	49%	75%

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen

Die jährlichen Energiekosten können bei Umsetzung aller Maßnahmen um 72%, der Energieverbrauch um 49% und der CO₂-Ausstoß um 75% gesenkt werden.

Neben der Empfehlung, die entwickelten 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 gemeinsamen Stromanschlusses für mehrere Gebäude bei IB verwendete Aufteilung der Energieverbräuche auf die angeschlossenen 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.
- Die energetische Qualität der vorhandenen Flachdächer konnte oft nicht genau ermittelt werden. In der Bewertung dieses Bauteils mußten oft Annahmen getroffen werden. Es wird empfohlen, ein Flachdachkataster zu entwickeln, aus dem der bauliche und energetische Zustand der Dächer zu ersehen ist.
- 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 los ist. Sofern die Hausmeister nicht das erforderliche Wissen haben, müssen sie geschult und sensibilisiert werden. Die „Zentrale“ bei IB kann Strichproben machen und die Hausmeister unterstützen (Backstopping). Bei der Einstellung von neuen Hausmeistern für große Liegenschaften sollte auf eine gewisse IT-Qualifikation geachtet werden.
- Für die Gebäude, für die kurz- und mittelfristig eine Photovoltaikanlage empfohlen wird (ca. 1,5 MW in 25 Gebäuden), sollten die Dachstatiken dahingehend überprüft werden, ob die Montage einer PV-Anlage möglich ist. IB sollte ein Betreibersystem entwickeln, mit dem eine Realisierung des PV-Potenzials möglich ist (Eigenbetrieb oder Fremdbetreiber).
- 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.
- Trotz der zentralen Lage des Stadtteils und der damit verbundenen guten Anbindungsmöglichkeit an das öffentliche Gasnetz, werden viele Heizkessel in den untersuchten Liegenschaften mit Heizöl betrieben. Der Heizölanteil am Wärmebedarf liegt bei 67 % (ca. 6.500 MWh/a). Ein Energieträgerwechsel auf Erdgas wird empfohlen. Er führt zu einer CO₂ – Einsparung von 419 t/a bzw. ca. 11 % der ausgewiesenen Gesamt-CO₂-Emission.
- 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 Durchlauferhitzer.
- Alle noch vorhandenen Glüh- und Halogenlampen sollten umgehend gegen LED-Lampen getauscht werden. Für Leuchten, die sich noch in einem guten baulichen Zustand befinden, wird der Einsatz von Retrofit-LED-Lampen empfohlen. Das Beschaffungsmanagement sollte hier klare Anweisungen zum Einkauf von Leuchtmitteln vorgeben.

Mit den Ergebnissen dieses Klimaschutzteilkonzeptes 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.

2 Einleitung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die UTEK GmbH beauftragt, ein Klimaschutzteilkonzept für eigene Liegenschaften in Bremen Neustadt 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 sicherzustellen. 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. Sie wird aber noch nicht bei allen Liegenschaften bzw. Gebäuden umgesetzt. 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 eingeschätzt 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.

UTEK hatte den Auftrag, 51 Gebäude zu untersuchen und Maßnahmen zur Effizienzverbesserung vorzuschlagen. Eine Auflistung aller untersuchten Gebäude befindet sich im Anhang.

3 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes wurde für die in Anlage 1 gelisteten Gebäude 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:

- 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 UTEK immer gemeinsam mit dem Hausmeister bzw. Haus-techniker: Grundrisspläne der Gebäude, Datenabgleich und ergänzende Datenaufnahme in Zusammenarbeit mit den Hausmeister/Haustechnikern

Bei den Liegenschaften handelt es sich um

- Schulen (Allgemein- und Sonderschulen, mit und ohne angeschlossene Turnhallen),
- Kindertagesheimen,
- 2 Freizeitheime,
- 2 Sportanlagen,
- 4 Hausmeisterhäuser /-wohnungen,
- die Landeseichdirektion Bremen,
- die DLRG-Station Werdersee,
- ein Hochschulgebäude,
- die amtliche Materialprüfungsanstalt,
- das Museum Weserburg,
- die Altentagestätte Neuenland,
- die Feuerwache 4,
- die Schwankhalle,
- die Galerie Buntentor.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Gebäudebegehungen zusammenfassend dargestellt. Die detaillierten Ergebnisse zu den Einzelgebäuden sind in den jeweiligen Einzelberichten dargestellt.

4 Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse

Für die Energieanalyse wurde die IST-Situation der Gebäude anhand der Energieverbrauchsdaten von 2014, 2015 und 2016 bewertet. Die Verbrauchsdaten basieren überwiegend auf den Zählerablesungen der Gebäudenutzer (z.B. Hausmeister oder Hausmeisterdienst).

Die meisten Liegenschaften haben einen Wärme-/Gas- oder Stromzähler, mit denen der Verbrauch eindeutig erfasst wird. Gebäude ohne einen eigenen Energieanschluss werden von benachbarten Gebäuden mitversorgt. Teilweise sind Unterzähler vorhanden, teilweise nicht. Fehlende Unterzählung erschwert die Erstellung einer rechnerischen Energiebilanz der Einzelgebäude. In diesen Fällen liegt in der Regel eine rechnerische Aufteilung auf der Basis der Fläche bei Immobilien Bremen vor. Liegt diese nicht vor, so wird sie in den Einzelgutachten entwickelt.

Die zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten sind teilweise nicht plausibel oder nicht repräsentativ für den üblichen Betrieb des Gebäudes. Als ein Beispiel hierfür ist die Schule an der Sportanlage Stadtwerder (G2172) zu nennen. Stromverbrauchsdaten und VKI-Blätter lagen hier nur für eine Rasenbewässerungspumpe vor. Die Verbrauchsdaten der dazugehörigen Sporthalle (G2173) für die Jahre 2015 und 2016 sind nicht repräsentativ für den Normalbetrieb einer Turnhalle, da sie zu dieser Zeit als Migrantenunterkunft verwendet wurde.

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

Witterungskorrektur			
	2014	2015	2016
GTZ DWD HB Flughafem	3.098	3.390	3.402
langj. Mittel (2007 - 2016)	3.478	3.478	3.478
Faktor	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 (DWD Flughafen Bremen)

Für den Vergleich der Liegenschaften wird gemäß EnEV die Netto-Grundfläche (NGF) als Energiebezugsfläche definiert.

In den von Immobilien Bremen zur Verfügung gestellten Daten ist die Bruttogrundfläche (BGF) aufgeführt. Diese Angaben wurden grob überprüft. Hierbei ergeben sich teilweise relevante Abweichungen zu den von Immobilien Bremen gelieferten Daten, da dort in einigen Fällen nicht beheizte Flächen z.B. unbeheizte Dachböden oder unbeheizte Kellergeschosse mitberücksichtigt werden.

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 Bauteile (U-Wert) 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. Sofern Konstruktionen im Detail vor Ort zu ersehen waren, wurden die U-Werte entsprechend angepasst. Die größte Unsicherheit hierbei besteht in Flachdachbereichen. Hier mussten teilweise grobe Annahmen getroffen werden, da weder vor Ort noch bei Immobilien Bremen Detailinformationen über den energetischen Zustand zur Verfügung stehen. Diese Vorgehensweise erscheint für eine erste Analyse zur hinreichenden Einstufung der Bauteile bezüglich des Handlungsbedarfs ausreichend.

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, gleichzeitig aus energetischer Sicht geringer Handlungsbedarf besteht.

Die Maßnahmen werden unterschieden und getrennt dargestellt in Maßnahmen am Baukörper und Maßnahmen an der Anlagentechnik.

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:

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	Außewände	0,18	0,25
2 a	Außliegende 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 Außenuft	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.

Tabelle 2: Soll U-Werte für Maßnahmen am Baukörper gemäß Energierichtlinie Bremen, Entwurf vom 30.05.2016

Um die Brennstoffeinsparung zu berechnen, die sich durch eine Maßnahme am Baukörper ergibt, wurde das „Bauteilverfahren“ verwendet. Danach errechnet sich die Brennstoffeinsparung Q_B (mit hinreichender Näherung) wie folgt:

$$Q_B = A_{\text{Bauteil}} \times (U_{\text{WertIST}} - U_{\text{Wertverbessert}}) \times \text{Heizgradtage} \times \text{Teilbeheizungsfaktor} / \text{Jahresnutzungsgrad}$$

Ausgehend von den Bremer Witterungsdaten (Abbildung 1) wurde einschließlich einer angemessenen Teilbeheizung bzw. einer Wochenend-Absenkung, folgende Heizgradstunden für die Ermittlung der Heizenergieeinsparung angenommen. Für den Austausch von Fenstern wurde zusätzlich die Änderungen des g-Wertes der Verglasung angemessen berücksichtigt und ausgewiesen.

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/m²/a
mit 2f WSVG	1-fach gegen WSG 1,3	293	254	kWh/m²/a
Fenster	Iso gegen WSG 0,9	157	136	kWh/m²/a
mit 3f WSVG	1-fach gegen WSG 0,9	315	273	kWh/m²/a

Tabelle 3: Angenommene Heizgradstunden und spezifisches Einsparpotenzial für Maßnahmen am Baukörper

4.2 Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials

Energiepreise

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 die in der Tabelle 4 aufgeführten Energiepreise für „Ist“ und „langfristig“ angenommen.

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

Tabelle 4: Der Untersuchung zugrunde gelegte Arbeitspreise und Teuerungsraten

Nutzungsdauer der Maßnahmen

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 5 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.

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 (in Anlehnung an VDI)
Lüftungsanlagen	20 Jahre (in Anlehnung an VDI)
Regelungstechnik	15 Jahre
Beleuchtung	20 Jahre

Tabelle 5: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen

Ansätze der Investitionskosten

Folgende spezifische Kostenansätze für die Umsetzung einer Maßnahme wurden nach Vorgabe und Abstimmung mit Immobilien Bremen bzw. aus Erfahrung aus anderen Förderprogrammen zu Grunde gelegt:

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

Tabelle 6: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle

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 * 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
Zirku-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 * P_{el}^{-0,351} * P_{el}^{1,45 * 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}			

Beleuchtung inkl Montage

LED-Retrofit Ersatz 58 W > 120 lm/W		30 EUR/Stk
LED-Lampen 3 - 7 W	5 bis 10	EUR/Stk
Wannenleuchte LED	150 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 35W
Rasterleuchte LED schlicht	160 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 35W
Downlight LED klein	110 EUR/Stk inkl Montage	1000 lm / 10 W
Downlight LED mittel	125 EUR/Stk inkl Montage	1400 lm / 15 W
Downlight LED groß	140 EUR/Stk inkl Montage	2000 lm / 20 W
Opale Anbauleuchte LED rund klein	90 EUR/Stk inkl Montage	1200 lm / 10 W
Opale Anbauleuchte LED rund mittel	105 EUR/Stk inkl Montage	1800 lm / 15 W
Opale Anbauleuchte LED rund groß	160 EUR/Stk inkl Montage	3000 lm / 27W
Feuchtraumleuchte LED 1200 mm	95 EUR/Stk inkl Montage	2300 lm / 19W
Feuchtraumleuchte LED 1500 mm	110 EUR/Stk inkl Montage	3700 lm / 34 W
Einbauleuchte LED-Panel 625x625	125 EUR/Stk inkl Montage	3400 lm / 31 W
LED-Fluter Außen	140 EUR/Stk inkl Montage	4000 lm / 50 W
Ersatz Kofferleuchte mit HQL-Lampen	620 EUR/Stk inkl Montage	1600 lm / 14 W

Tabelle 7: Maßnahmenkosten für Heizung und TGA Ausrüstung

CO₂-Emissionsfaktoren

Um die CO₂-Emissionen bewerten zu können, wurden folgende CO₂-Faktoren in Abstimmung mit Immobilien Bremen basierend auf der Datengrundlage von GEMIS und dem Bremer Klimaschutz- und Energiekonzept (KEP2020 mit Angaben für die lokale Fernwärme und Stromerzeugung) zugrunde gelegt:

Strom	708	kg/MWh
Erdgas	182	kg/MWh Hs
Erdgas	202	kg/MWh Hi
Heizöl	266	kg/MWh Hi
Fernwärme	163	kg/MWh Hi

Tabelle 8: Übersicht der angenommenen CO₂-Faktoren

Strom aus Photovoltaikanlagen wird nicht als CO₂-frei bewertet. Es wird ein CO₂ - Emissionsfaktor von 100 kg/MWh angesetzt.

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

5.1 Gesamtenergiebedarf und CO₂ - Emission

Insgesamt werden in den Gebäuden zur Beheizung und Warmwasserbereitung jährlich 9.753 MWh Brennstoff/Fernwärme und zur elektrischen Versorgung 2.051 MWh Strom eingesetzt. Die Darstellung der Energieverbräuche der einzelnen Liegenschaften ist nachfolgend grafisch dargestellt.

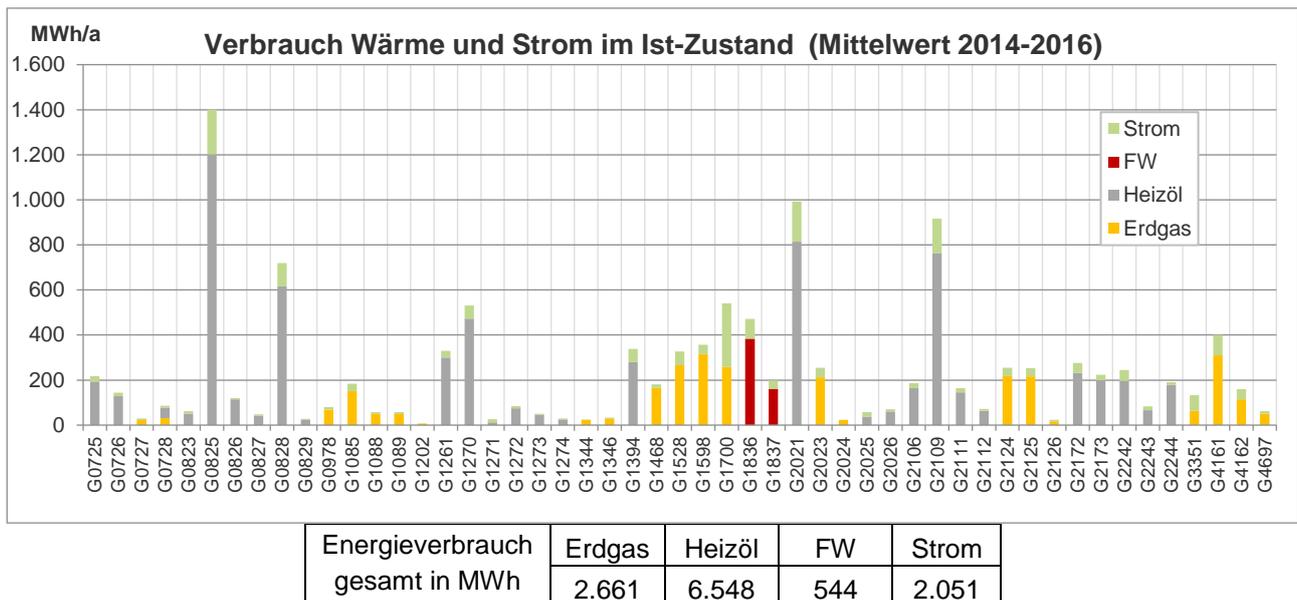


Abbildung 2: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO₂-Emissionen betragen 3.790 t/a. Die Emissionen pro Gebäude sind in Abbildung 3 dargestellt.

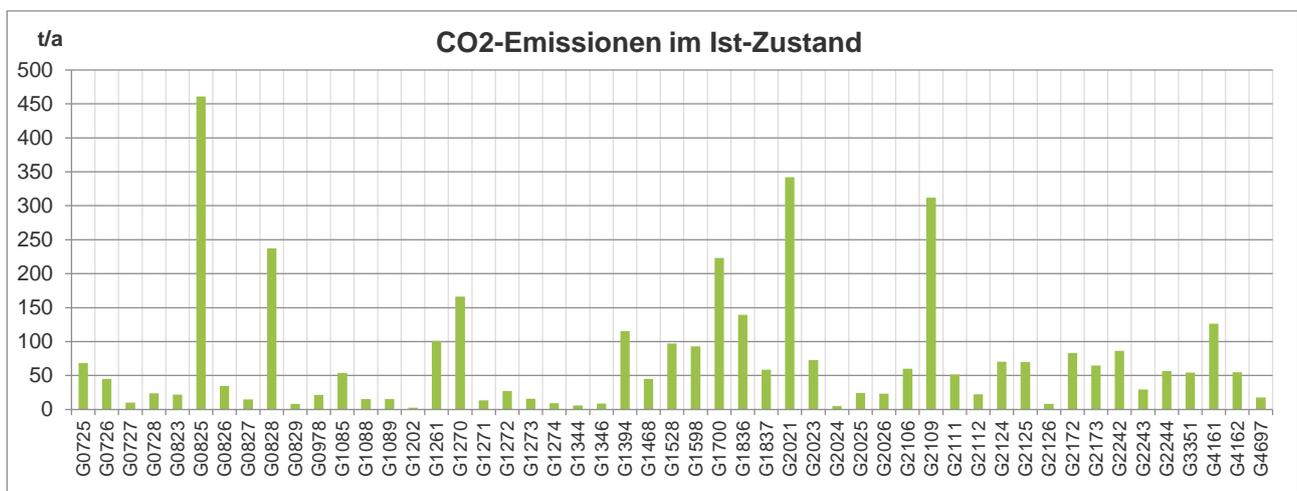


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

5.2 Gesamtenergiekosten

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in Höhe von 963.345 €/a (Preisbasis 2016) an. Die Kosten für die einzelnen Gebäude sind in Abbildung 4 dargestellt.

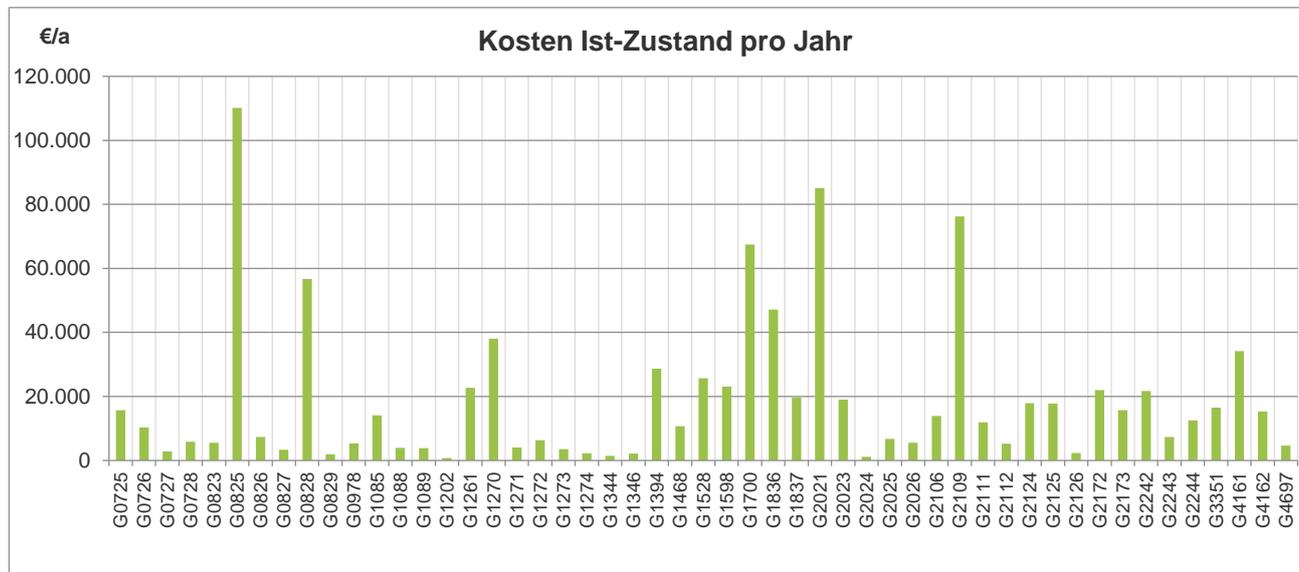


Abbildung 4: jährliche Energiekosten im Ist-Zustand

5.3 Energieträgeraufteilung

In Abbildung 5 ist die Energieträgeraufteilung der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 55,5% hat Heizöl den höchsten Anteil, gefolgt von Erdgas (22,5%), Strom (17,4%) und Fernwärme (4,6%). Die genutzte Fernwärme wird in einem Heizwerk aus Erdgas erzeugt (keine Kraft-Wärme-Kopplung).

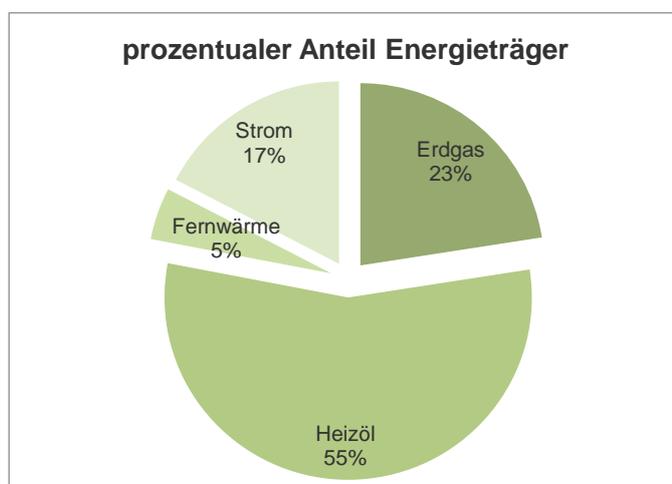


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden

Der Heizölanteil am Energiebedarf ist mit 55,5% sehr hoch. 28 der untersuchten Gebäude werden mit Heizöl beheizt.

5.4 Energiekennwerte

In der Abbildung 6 ist der Energiekennwert Wärme für jedes Gebäude dargestellt.

Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV - Neubau mit Energiekennwerten Wärme zwischen 65 und 152 kWh/m² im Jahr zeigt, dass 17 Gebäude (ca. 33% der Gebäude) einen Verbrauch im Bereich oder auch unterhalb der Vergleichswerte aufweisen (siehe Abbildung 6). Etwa 43% der Gebäude liegen mehr als 20 % über den Referenzkennwerten. Hier können ggfs. höhere Einsparpotenziale erwartet werden.

Bei der so entwickelten energetischen Einschätzung der Gebäude ist allerdings zu berücksichtigen, dass es mehrere Gebäude gibt, bei denen die angegebene Nutzfläche große unbeheizte Anteile beinhaltet. Dieses und teilweise unplausible Verbrauchsdaten verfälschen den spezifischen Verbrauch.

Es wird empfohlen, die bei Immobilien Bremen verwendeten Flächen und Verbrauchsdaten zu überprüfen, um einheitlich belastbare Aussagen machen zu können.

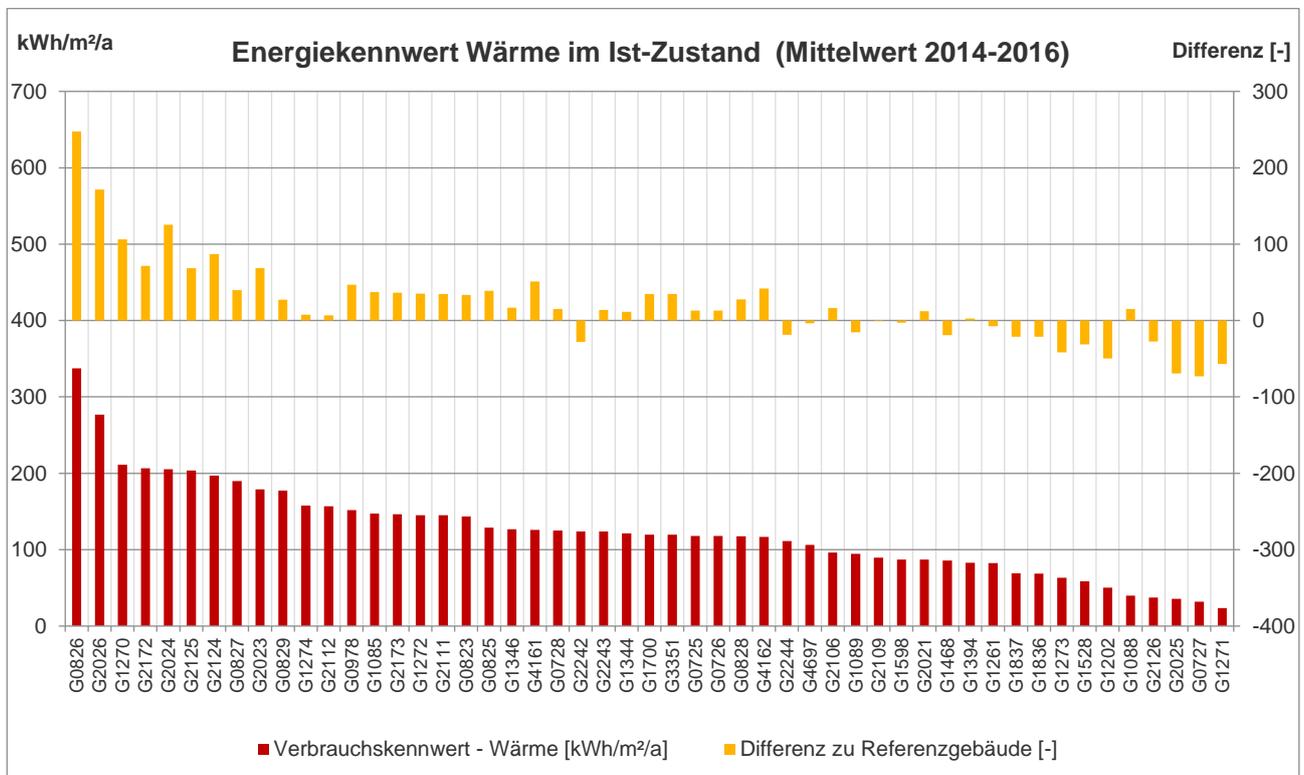


Abbildung 6: Energiekennwert Wärme im Ist-Zustand

In der Abbildung 7 ist der Energiekennwert Strom für jedes Gebäude dargestellt.

Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV - Neubau mit Energiekennwerten Strom zwischen 10 und 40 kWh/m² im Jahr zeigt, dass ca. 49% der Gebäude einen Verbrauch im Bereich oder auch unterhalb der Vergleichswerte aufweisen. Ca. 41% der Gebäude liegen mit mehr als 20 % über dem Referenzkennwert. Hier können ggfs. höhere Einsparpotenziale erwartet werden.

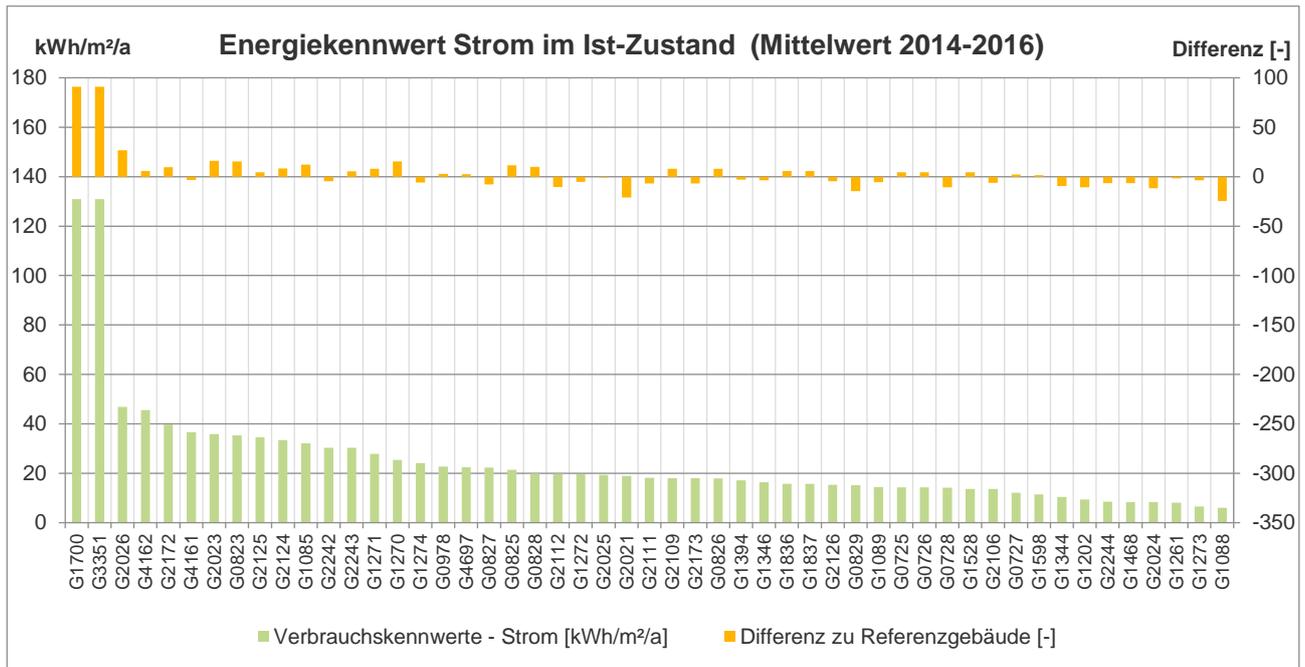


Abbildung 7: Energiekennwert Strom im Ist-Zustand

5.5 Lastganganalysen des elektrischen Strombezuges

Für 9 der untersuchten Liegenschaften liegen Stromlastgänge vor. Darunter befinden sich hauptsächlich Schulen, aber auch eine KiTa (G2023), ein Hochschulgebäude (G1394), eine Sportanlage (G2125) und ein Museum (G2021). Bei der Bewertung des Stromverbrauches zu Nichtnutzungszeiten ergibt sich die in Abbildung 8 dargestellte Verteilung der Grundlasten.

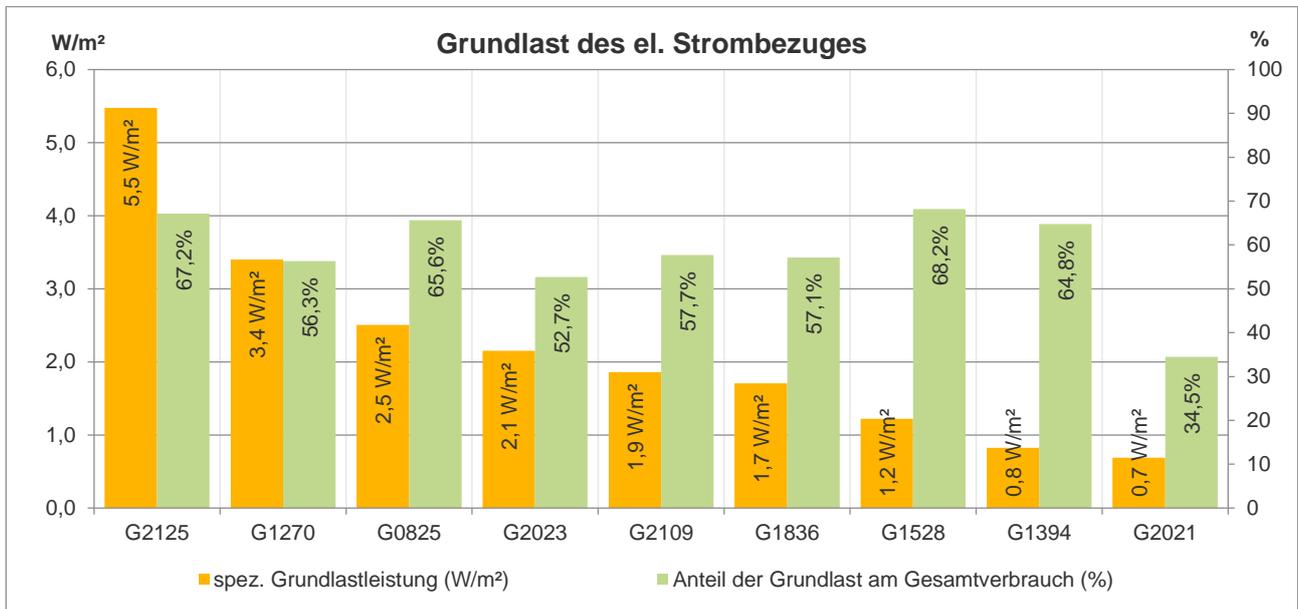


Abbildung 8: spezifische Grundlastleistung und Grundlastanteil am Gesamtverbrauch

Es liegen spezifische Grundlastleistungen von 0,69 bis 5,48 W/m² vor.

Die höchste spezifische Grundlast weist die Bezirkssportanlage Süd (G2125) auf. Der hohe Wert ergibt sich aus dem hohen Strombedarf der Außenbeleuchtung, die die ganze Nacht hindurch betrieben wird. Die große jährliche Beleuchtungsdauer der Außenbeleuchtung führt zu einem großen Einsparpotenzial durch die Beleuchtungssanierung. Hier wird der Austausch der vorhandenen HQL-Lampen durch LED-Lampen dringend empfohlen.

Die Lastgänge der Schulen zeigen für die Nutzung typische Lastgangverläufe. In der folgenden Abbildung ist die geordnete Jahresdauerlinie des Strombedarfes und die Grundlast am Beispiel des Schulzentrums Sek. II Neustadt (Hauptgebäude G0825) für das Jahr 2015 dargestellt.

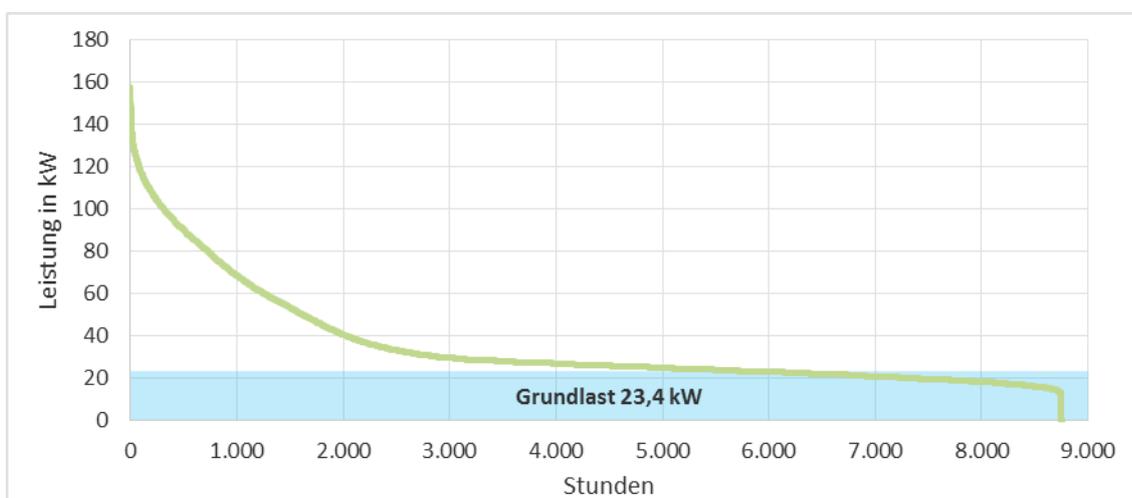


Abbildung 9: Jahresdauerlinie 2015 des Schulzentrums Neustadt - Grundlast 23,4 W/m²

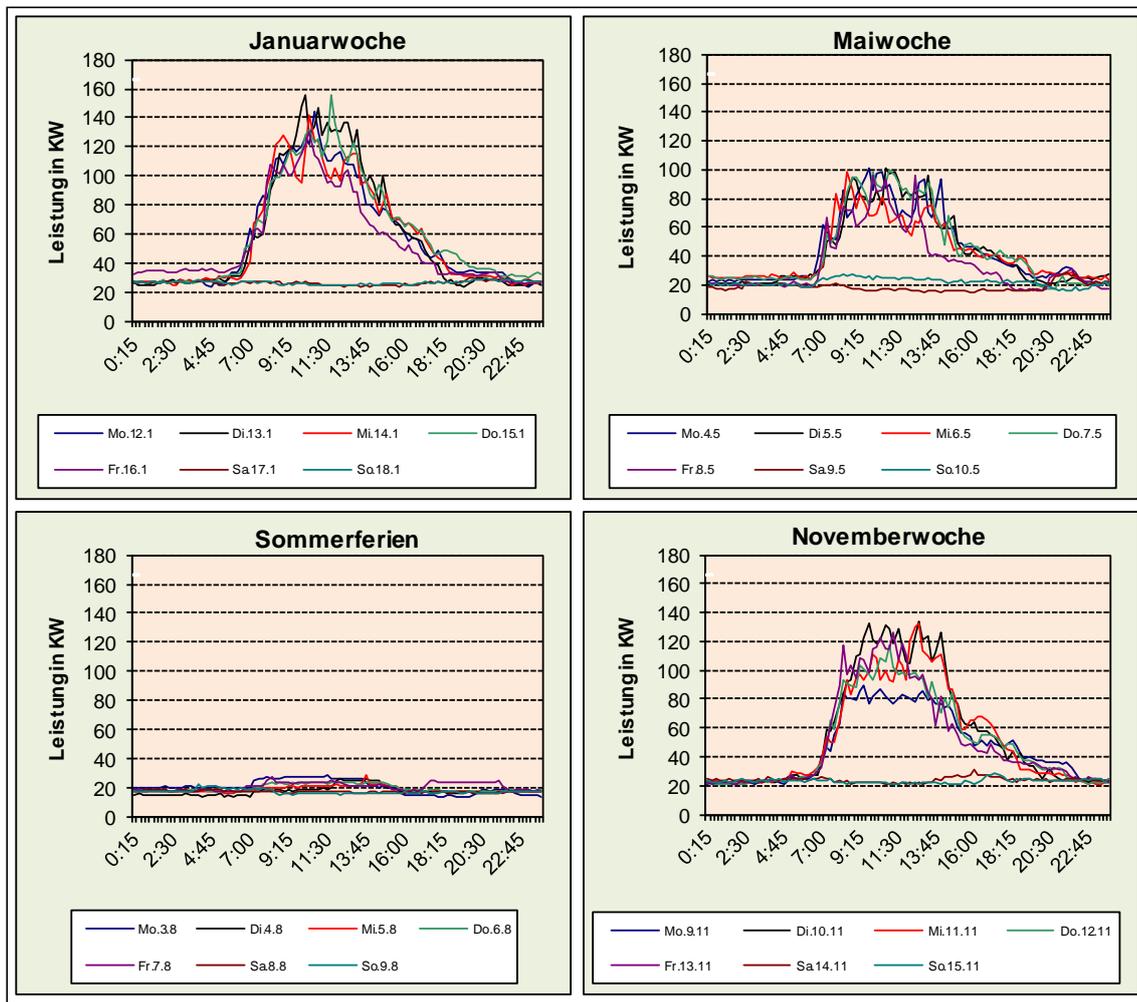


Abbildung 10: ausgewählte Tagesverläufe des Stromverbrauchs 2015 am Beispiel des Schulzentrums Neustadt (G0825)

Mit 65,6% ist der Anteil der Grundlast am Gesamtverbrauch des Schulzentrums Neustadt relativ hoch. Die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen (in diesem Fall insbesondere im Bereich Warmwasserbereitung und Lüftungsanlagen) kann zu einer Verbesserung dieser Situation führen.

6 Energetischer Istzustand Baukörper 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 $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Energetisch mittel: U-Wert zwischen $0,5$ und $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Energetisch gut: U-Wert kleiner als $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die gesamte Außenwandfläche wurde zu 49.648 m^2 abgeschätzt.

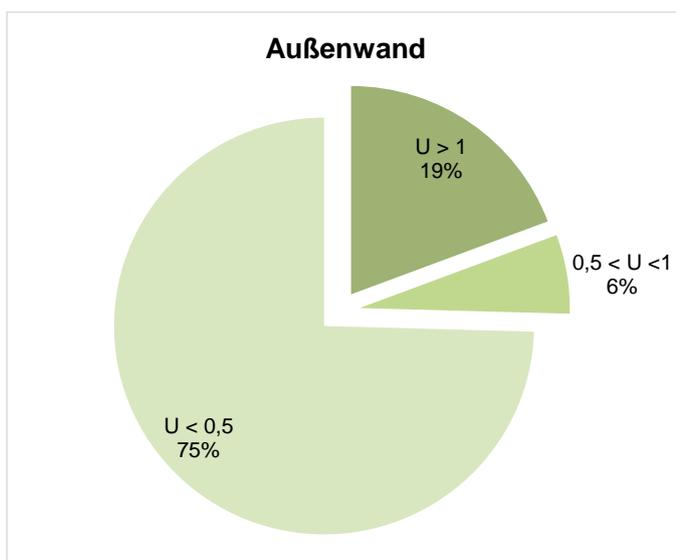


Abbildung 11: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 19% 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 44.945 m² abgeschätzt.

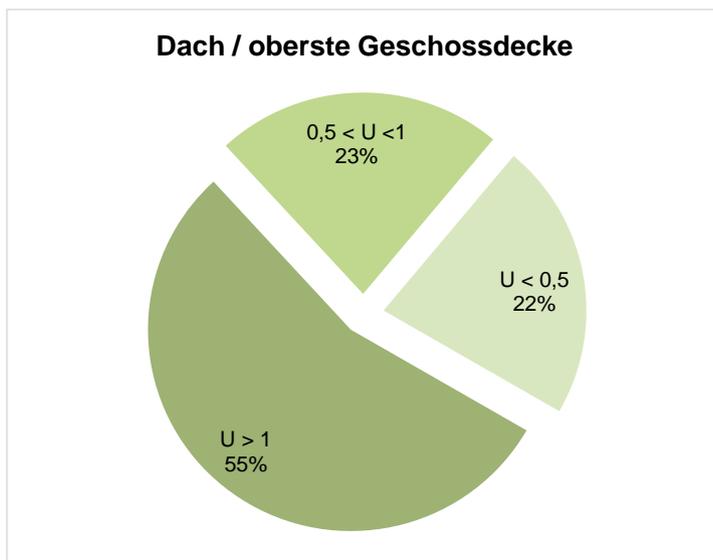


Abbildung 12: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 55% 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. 22% der Fläche kann als energetisch gut bewertet werden. Die Datenlage bei den Flachdächern ist relativ unsicher. 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:

- 1-fach Glas: U-Wert $> 5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Glasbausteine: U-Wert $3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Standardisoliertes Glas: U-Wert 2,8 bis $3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ je nach Glasqualität und Rahmenart
- Wärmeschutzglas: U-Wert $< 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (incl. 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 „energetisch schlecht“ bewertet.

Die gesamte Fenster- und Außentürenfläche wurde zu 18.250 m² abgeschätzt.

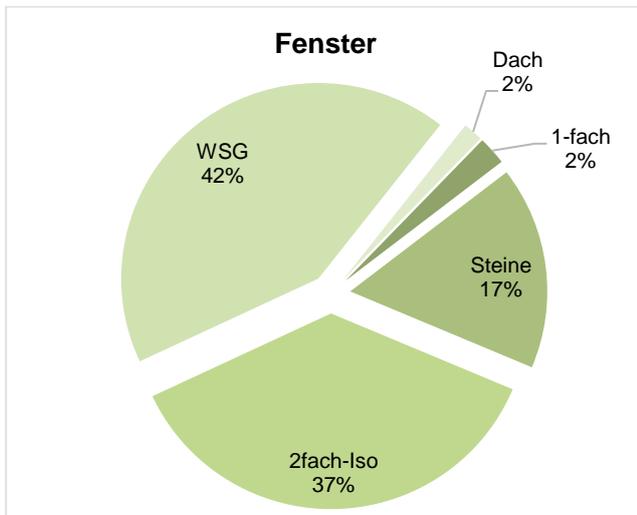


Abbildung 13: energetische Fensterqualitäten

Ca. 57% der Fensterfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Ca. 43% der Fensterfläche wird als energetisch gut bewertet (Wärmeschutzglas). 3-fach Glas wurde nur in vereinzelt Liegenschaften vorgefunden.

6.2 Haustechnik

Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt über Kesselanlagen und Fernwärme (nur eine Liegenschaft, 2 G-Codes).

Es gibt insgesamt 40 Heizkessel in den untersuchten Gebäuden. Die Altersstruktur der Kessel ist in der Abbildung 14 angegeben

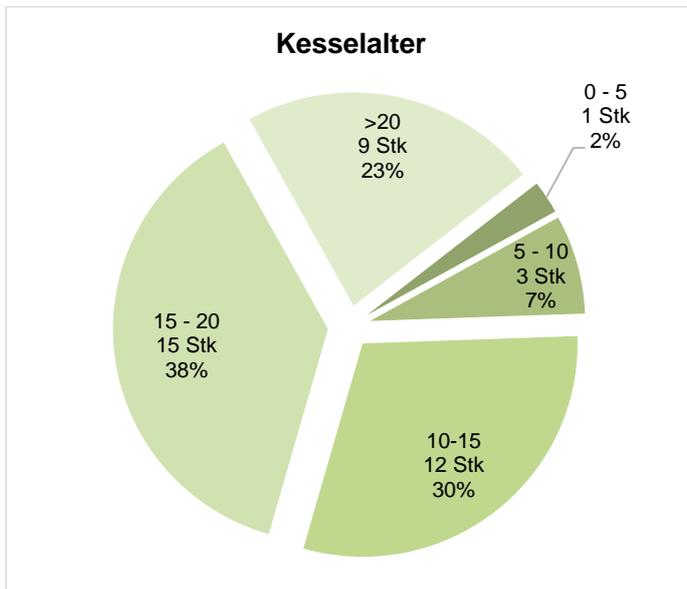


Abbildung 14: Kesselaltersstruktur

Ca. 60% der Kessel sind älter als 15 Jahre (23% 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. 32% 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 162 Umwälzpumpen vorhanden.

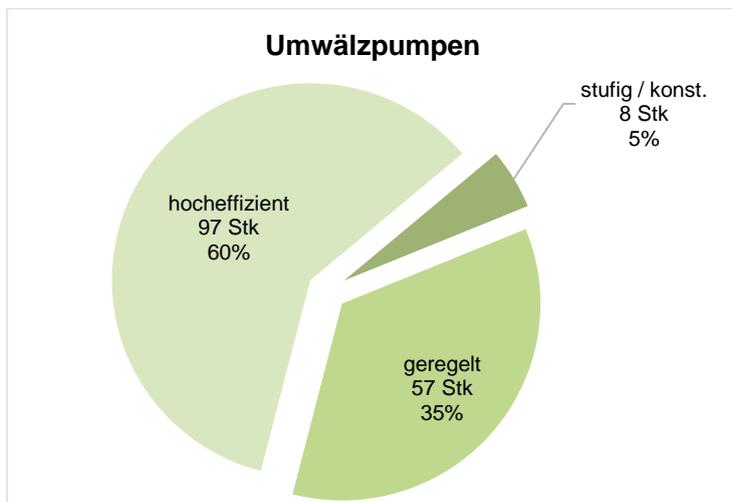


Abbildung 15: energetische Qualität der Umwälzpumpen

Ca. 60% der Pumpen sind hocheffizient. Lediglich 5% der Pumpen sind unregelte Standardpumpen.

Alle Heizkörper sind mit Thermostatventilen verschiedenen Alters ausgerüstet. 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

Relevante Lüftungsanlagen befinden sich in folgenden Gebäuden:

- Schulzentrum Sek.II Delmestraße (G0825, 0828), Klassenbelüftung, Flur-/WC-Abluftsysteme, Küchenlüftungen o. WRG
- Amtlichen Materialprüfungsanstalt (G1700), diverse Laborabzüge
- Oberschule Leibnitzplatz (G1836), Klassenlüftungen o. WRG
- Dep. Oberschule am Leibnitzplatz - Schulgebäude/Polizeirevier (G1528), geregelte Klassenlüftung mit WRG
- Bezirkssportanlage Süd (G2124), Luftheizung Spielhalle
- Schule an der Karl Lerbs Straße (G1270), geregelte Klassenlüftung mit WRG
- Neues Museum Weserburg(G2021), Küchen-, Restaurantlüftung

Insgesamt werden 8 Maßnahmen an Lüftungsanlagen vorgeschlagen, deren Umsetzung eine jährliche Energieeinsparung auf 418.158 kWh abgeschätzt wurde.

6.4 Warmwassertechnik

Warmwasser wird teilweise zentral über die Heizanlage mit Speicher oder Speicherladesysteme erzeugt. Zusätzlich sind in einigen Gebäuden dezentral elektrische Untertischspeicher oder sonstige E-Boiler vorhanden.

Die Warmwassersysteme befinden sich energetisch überwiegend in einem mittleren Zustand. 13% der Warmwassersysteme werden als baulich schlecht, 15% werden als energetisch schlecht bewertet. Die Zirkulationspumpen sind oft nicht hocheffizient.

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 oder VVG
- Glüh-/Halo energetisch schlecht
- HQL energetisch schlecht

Abkürzungen der Lampenarten/-Technik

Glüh-/Halo	= Glühlampen / Halogen-Lampen	KVG	= konventionelles Vorschaltgerät
HQL	= Quecksilberdampflampe	VVG	= verlustarmes Vorschaltgerät
Kompakt LL	= Kompakt-Leuchtstofflampe	EVG	= elektronisches Vorschaltgerät
T8	= Leuchtstoffröhre T8 Durchmesser 26mm / G13		
T5	= Leuchtstoffröhre T5 Durchmesser 16mm / G5		

In einem Gebäude sind noch HQL-Lampen in Betrieb.

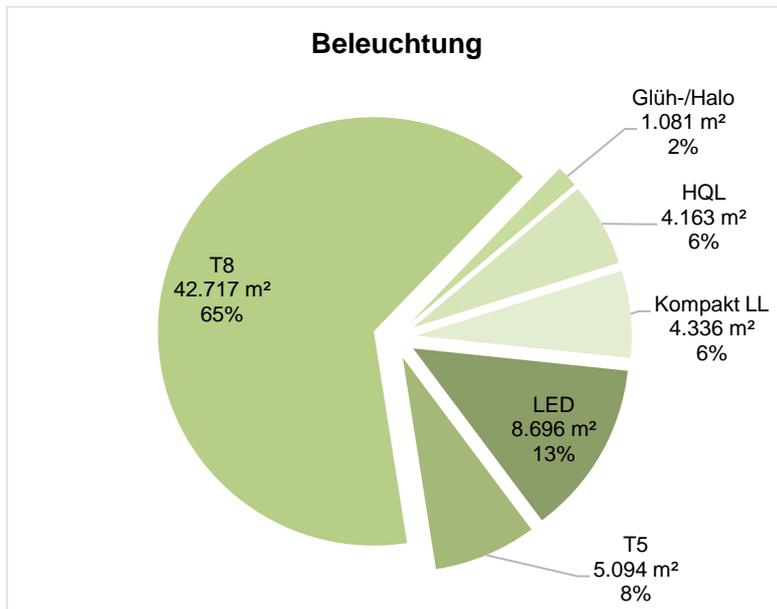


Abbildung 16: Anteile der Leuchtmittelkategorien

6.6 Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Auf den Dächern der Berufsschule im Schulzentrum Sek. II Neustadt (G0828) sowie auf der Sporthalle in der Sportanlage Stadtwerder (G2173) ist jeweils eine Photovoltaikanlage installiert (36 und 81,8 kW_p). Eine Eigennutzung des Solarstroms findet nur an der Sportanlage Stadtwerder statt.

Auf dem Dach des Lidice-Hauses (G2172) ist eine Sonnenkollektoranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung installiert, die jedoch zum Zeitpunkt der Gebäudebegehung funktionsunfähig war.

Die Amtliche Materialprüfungsanstalt (G1700) und die Feuerwache 4 (G2242) verfügen über Blockheizkraftwerke (20 und 5,5 kW_{el}). Das Modul der Feuerwache ist allerdings schon seit längerer Zeit außer Betrieb.

7 Energiesparende Maßnahmen

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

- Die Maßnahmen werden zur Kategorisierung mit Kürzeln belegt (Außenwand: AW, Fenster: FE, Decke/Dach: DA, Fußboden- oder Kellerdecke: FB, Heizungsanlage: HK, Wärmeverteilung: WV, Trinkwarmwasserbereitung: WWB, Lüftungsanlage: LÜ, Beleuchtung: BE, Photovoltaikanlage: PV, Kraftwärmekopplung (BHKW): KWK, Mess- und Regelungstechnik: MSR)
- Je nach wirtschaftlichem Ergebnis der Maßnahmen und baulichem Zustand werden diese kurz-, mittel oder langfristig zur Umsetzung empfohlen. Hierbei der bauliche Zustand und die Wirtschaftlichkeit als Klassifizierungsparameter genutzt (K = kurzfristig (int. Zins > 10 %) / M = mittelfristig (int. Zins < 0 - 10 %) / L = langfristig (int. Zins negativ)). In manchen Fällen (z.B. bei starker Baufälligkeit des betrachteten Gebäudeteils) wurde der empfohlene Zeithorizont nicht lediglich von der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme abhängig gemacht.
- Bei gekoppelten Maßnahmen, wie z.B. Wärmedämmung und Kesselerneuerung können im Gesamtpaket die Einsparungen nicht additiv behandelt werden. Dieses ergibt überhöhte Einsparungen. In diesen Fällen wurde ein Reduktionsfaktor eingefügt.
- Bei allen Heizölanlagen (21 Heizkessel, 28 versorgte 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 Gebäude der Liegenschaft zugeordnet, in dem sich die Heizzentrale, der Hauptzähler oder der Stromeinspeisepunkt befindet. 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 nachgeordneten Gebäuden der Liegenschaft.
- Bei Gebäuden mit kleinteiligen Dachflächen wurde teilweise bezogen auf die Angaben des Bremer Solarkatasters ein Minderungsfaktor angesetzt bzw. Einzelflächen nicht mit berücksichtigt.
- Bei Gebäuden mit geringer Geschosshöhe und gleichzeitig großer Grund- bzw. Dachfläche, kann mit einer Photovoltaikanlage in der Regel mehr Strom produziert werden als im Gebäude (und auch der ges. Liegenschaft) genutzt werden kann. Als Energie-Einsparung in der Maßnahmenbewertung wird nur der selbstgenutzte Strom im Gebäude ausgewiesen (mit entsprechender Reduzierung des Strom-Verbrauchskennwertes). Für die CO₂-Reduktion wird der gesamte erzeugte Solarstrom angerechnet. Dabei wird für PV-Strom ein CO₂-Emissionsfaktor von 100 kg/MWh berücksichtigt.
- Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer PV-Anlage wurde das Kosteneinsparpotenzial der Gesamtanlage inkl. Einspeisung berücksichtigt, d.h. es werden die Netto-Erlöse aus dem vermiedenen Stromverbrauch bei Eigennutzung, die Erlöse aus der Einspeisung in

das Netz sowie die Kosten aus der EEG-Umlage des Eigenverbrauches (gemäß EEG 2017) und ein pauschaler Betrag pro erzeugter kWh für die Wartung eingerechnet.

- Ein Austausch von Leuchtstofflampen durch LED-Retrofit-Lampen wird bei Leuchten mit 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 gesamt

Insgesamt wurden 384 Maßnahmen ermittelt, welche wie in Abbildung 17 dargestellt, den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

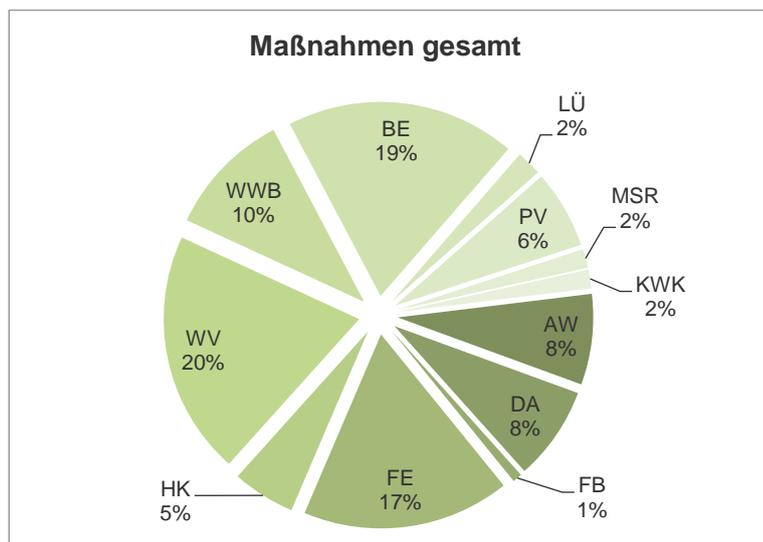


Abbildung 17: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken (Anzahl)

Die absolute Anzahl der empfohlenen Maßnahmen je Kategorie ist in Tabelle 9 gelistet.

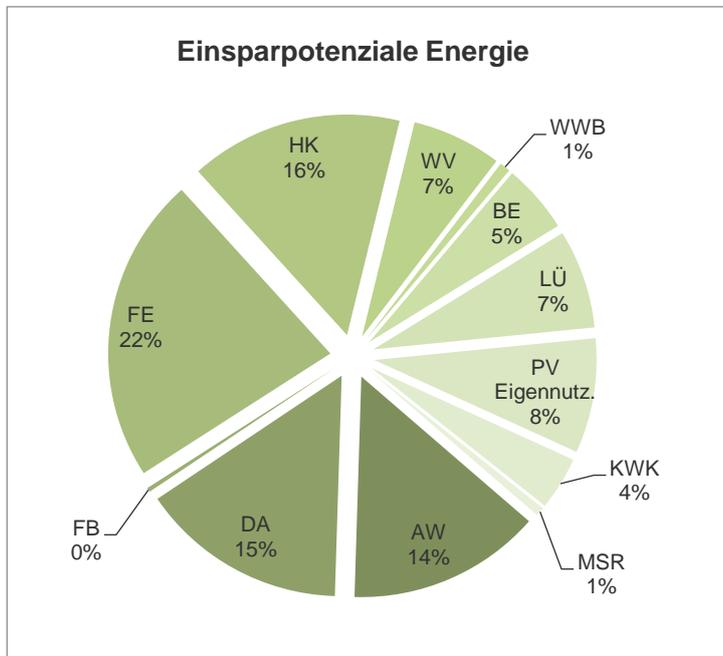
Gebäudehülle		Technik	
Außenwand (AW)	29	Heizanlage (HK)	20
Dach (DA)	30	Wärmeverteilung (WV)	78
Fußboden/Kellerdecke (FB)	3	Warmwasserbereitung (WWB)	40
Fenster (FE)	66	Beleuchtung (BE)	73
		Lüftungsanlage (LÜ)	8
		Photovoltaik (PV)	25
		Mess- und Regeltechnik (MSR)	6
		Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	6

Tabelle 9: Anzahl der empfohlenen Maßnahmen nach Kategorie

6 Standorte wurden als grundsätzlich geeignet für den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung bewertet. 25 Standorte wurden als grundsätzlich geeignet für den Bau und Betrieb einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) bewertet. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass vorausgesetzt wird, dass die Dachstatiken die zusätzlichen Lasten einer PV-Anlage aufnehmen können.

Das ermittelte PV-Potenzial liegt bei 1.456 kWp. Das solare Stromproduktionspotenzial wird zu insgesamt 1.200.840 kWh/a ermittelt. Die selbst nutzbare Menge wird auf ca. 485.901 kWh/a abgeschätzt. Dieses entspricht ca. 24% des gesamten Strombedarfes aller betrachteten Gebäude.

Insgesamt kann der Energieverbrauch durch Umsetzung der Maßnahmen um 5.771 MWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 49%. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial etwas höher als im Bereich Technik, wie die nachfolgende Abbildung zeigt.

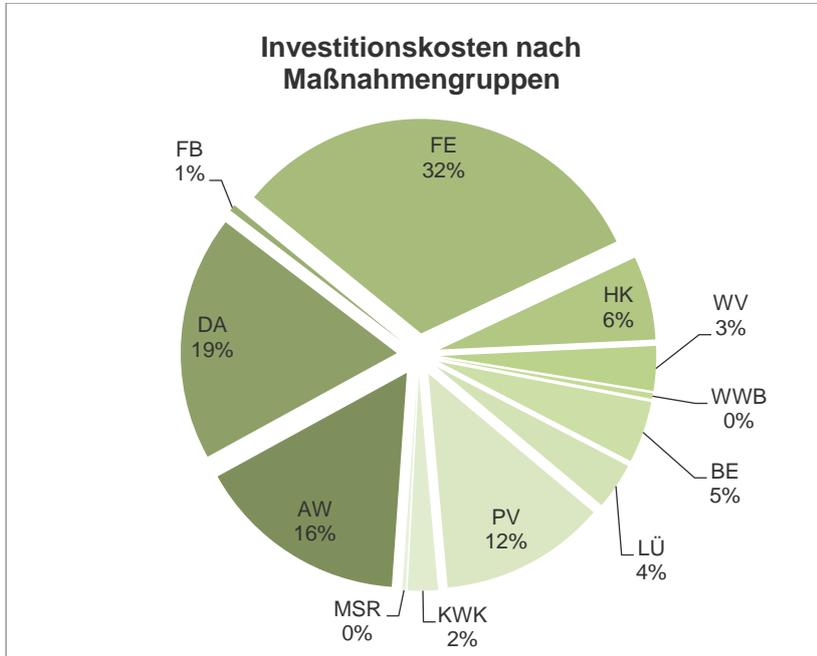


Hülle MWh/a				Technik MWh/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
814	870	18	1.295	894	378	45	291	418	486	226	37
Summe Hülle 2.997				Summe Technik 2.774							
Gesamtsumme 5.771											

Abbildung 18: Energieeinsparpotenziale nach Maßnahmengruppe

Im Bereich Gebäudehülle liegt das Haupteinsparpotenzial in der Fenstersanierung, die zu einer Einsparung von 22% führen kann. Im Bereich Technik liegt das Haupteinsparpotenzial im Bereich der Heizkessel. Die Sanierung der veralteten Heizungsanlagen allein kann zu einer Einsparung von etwa 15% führen.

Für die Umsetzung aller Maßnahmen ist ein Investitionsbedarf von 20.230.607 € erforderlich. Abbildung 19 zeigt die Aufteilung der Investitionskosten nach Maßnahmengruppen.



Hülle T€				Technik T€								
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR	
3.210	3.736	100	6.476	1.274	678	83	938	711	2.511	455	57	
Summe Hülle 13.522				Summe Technik 6.708								
Gesamtsumme 20.231												

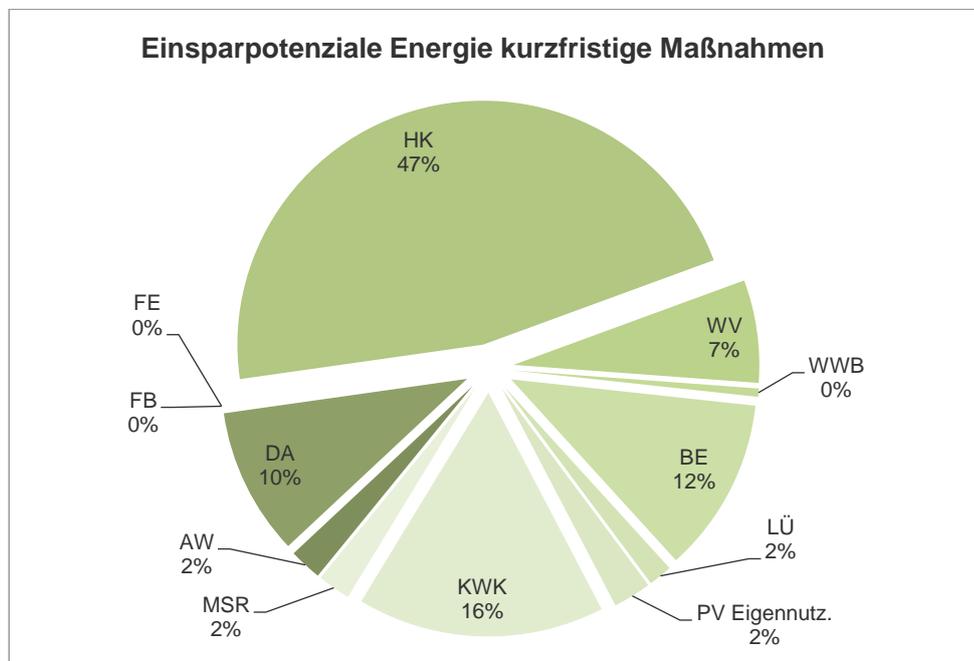
Abbildung 19: Investitionskosten nach Maßnahmengruppe

7.2 Umsetzungsklassifizierung der Maßnahmen

Die entwickelten energiesparenden Maßnahmen werden in kurz-, mittel- und langfristig umsetzbar eingeteilt. Die Einsparungen je Kategorie teilen sich folgendermaßen auf:

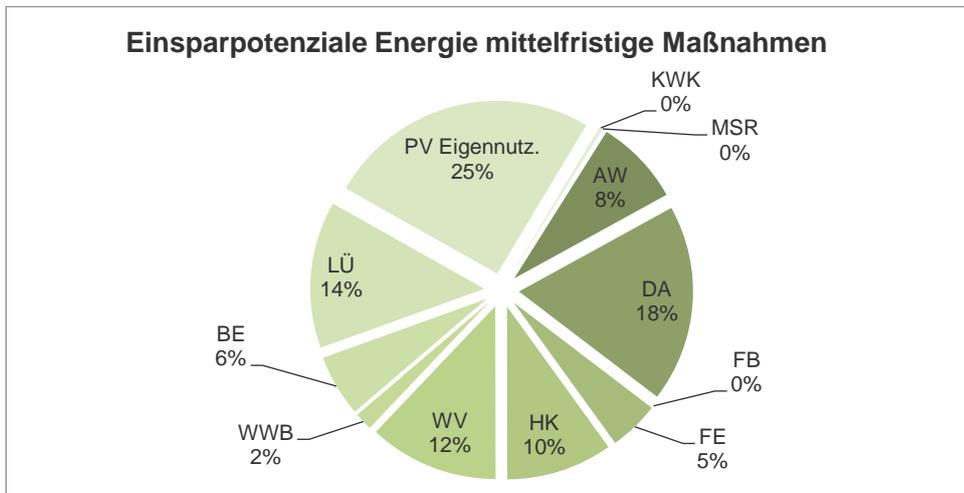
- 1.427 MWh/a kurzfristig durch 90 Maßnahmen
- 1.775 MWh/a mittelfristig durch 152 Maßnahmen
- 2.569 MWh/a langfristig durch 142 Maßnahmen

In den drei folgenden Abbildungen werden die Maßnahmen den Kategorien zugeordnet. Maßnahmen an der Gebäudetechnik werden überwiegend als kurz- und mittelfristige Maßnahmen vorgeschlagen. Maßnahmen am Baukörper (Außenwand, Fenster, Dach/Decke) sind hauptsächlich langfristige Maßnahmen.



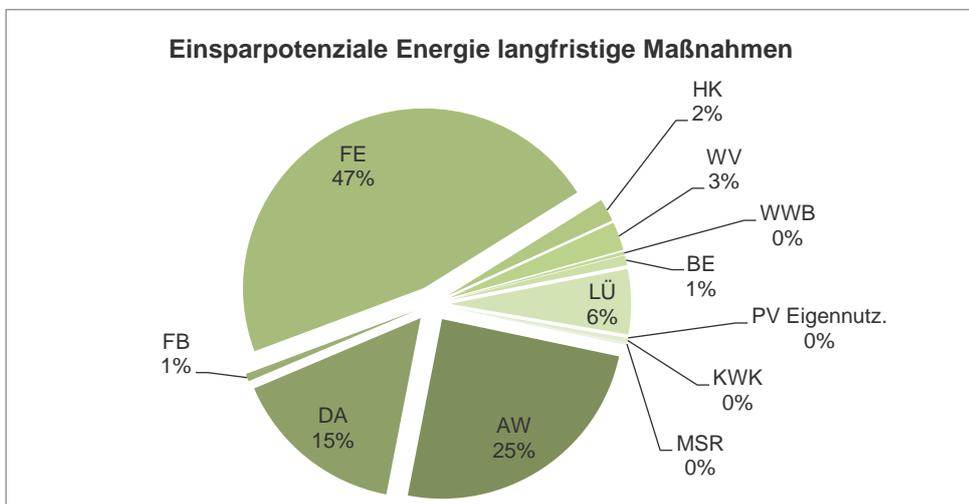
Hülle MWh/a				Technik MWh/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
31	139	0	0	666	97	8	165	22	36	232	31
Summe Hülle 170				Summe Technik 1.257							
Gesamtsumme 1.427											

Abbildung 20: Energieeinsparpotenzial - kurzfristige Maßnahmen



Hülle MWh/a				Technik MWh/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
143	328	0	83	175	214	29	103	244	450	4	2
Summe Hülle 554				Summe Technik 1.221							
Gesamtsumme 1.775											

Abbildung 21: Energieeinsparpotenzial - mittelfristige Maßnahmen

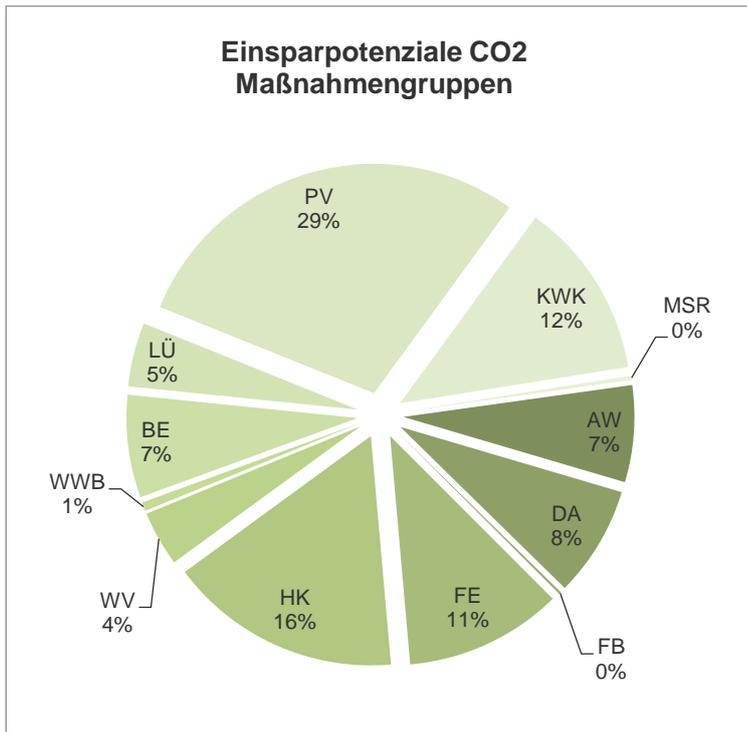


Hülle MWh/a				Technik MWh/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
640	403	18	1.212	53	66	8	23	152	0	-11	5
Summe Hülle 2.273				Summe Technik 296							
Gesamtsumme 2.569											

Abbildung 22: Energieeinsparpotenzial - langfristige Maßnahmen

7.3 CO₂ – Einsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen

Insgesamt kann die CO₂-Emission um 2.849 t/a reduziert werden. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 75%. Hiervon hat die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) einen Anteil von 29% (822 t/a). Ca. 736 t/a entfallen auf den Bereich der Gebäudehülle und 2.113 t/a auf den Bereich der Anlagentechnik.

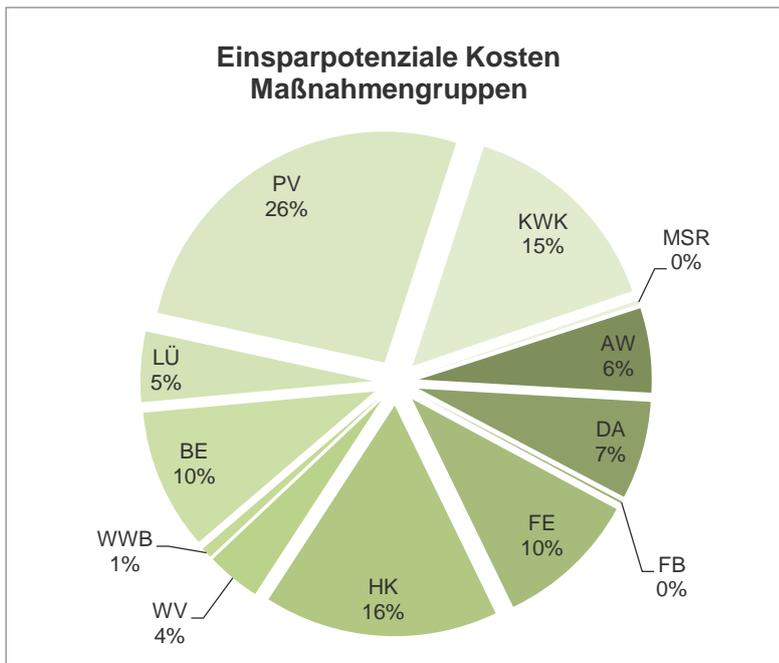


Hülle t/a				Technik t/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
194	222	5	315	464	111	17	206	128	822	356	9
Summe Hülle 736				Summe Technik 2.113							
Gesamtsumme 2.849											

Abbildung 23: CO₂ Einsparpotenzial nach Maßnahmengruppen

7.4 Kosteneinsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen

Das jährliche Kosteneinsparpotenzial liegt bei 694.032 €/a. Ca. 77% dieser Einsparung kann durch Maßnahmen im Bereich Technik erzielt werden.



Hülle T€/a				Technik T€/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
41	48	1	69	113	26	5	68	34	184	102	2
Summe Hülle 159				Summe Technik 535							
Gesamtsumme 694											

Abbildung 24: Kosteneinsparpotenzial nach Maßnahmengruppen

8 Zusammenfassung des Energieverbrauches, der Energiekosten und 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 11.804 MWh/a kann um 46% auf 6.392 MWh/a verringert werden. Nachfolgend ist der Verbrauch der Einzelgebäude im Sollzustand dargestellt. Negative Verbrauchswerte sind methodisch bedingt. Einsparungen aus Heizzentralen und PV-Anlagen werden in voller Höhe dem Gebäude mit der Zentrale zugeordnet.

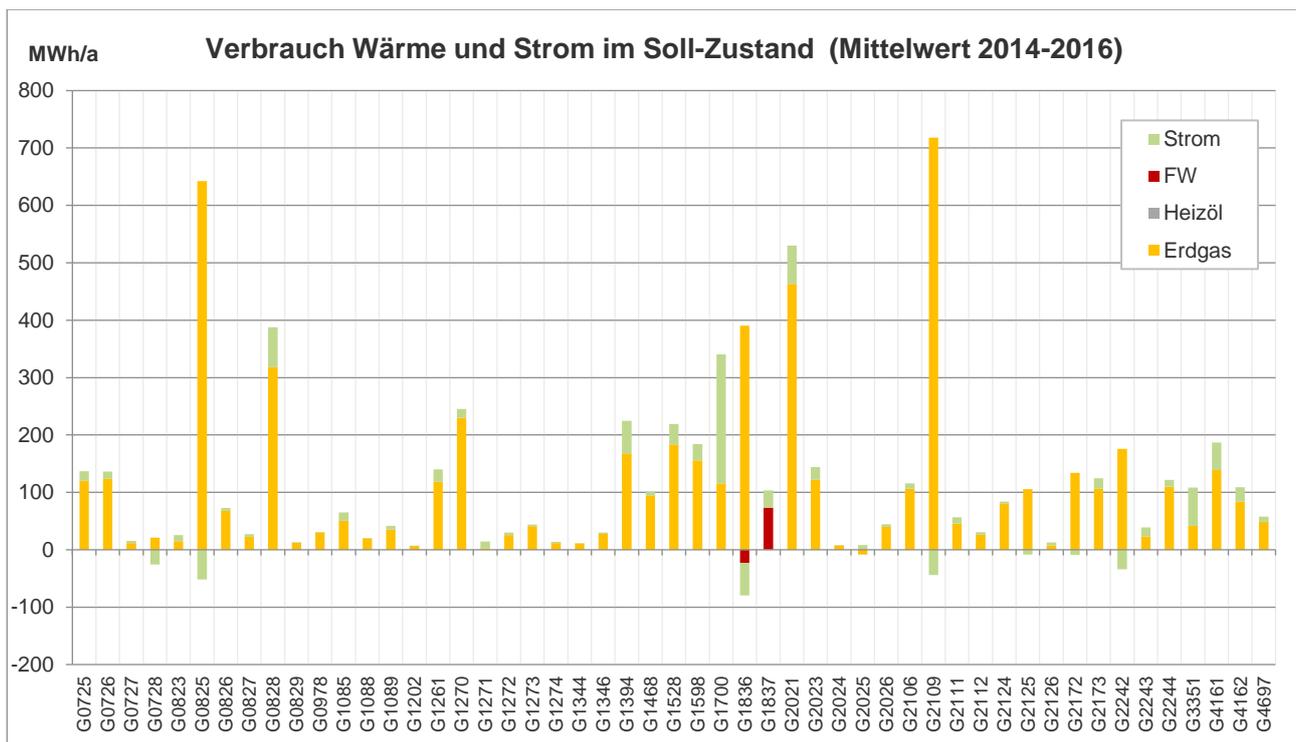


Abbildung 25: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen, ist in den nächsten Abbildungen ein Vergleich des Energieverbrauches, der CO₂-Emissionen und der Energiekosten im Ist-Zustand und bei Berücksichtigung des ermittelten Einsparpotenzials dargestellt.

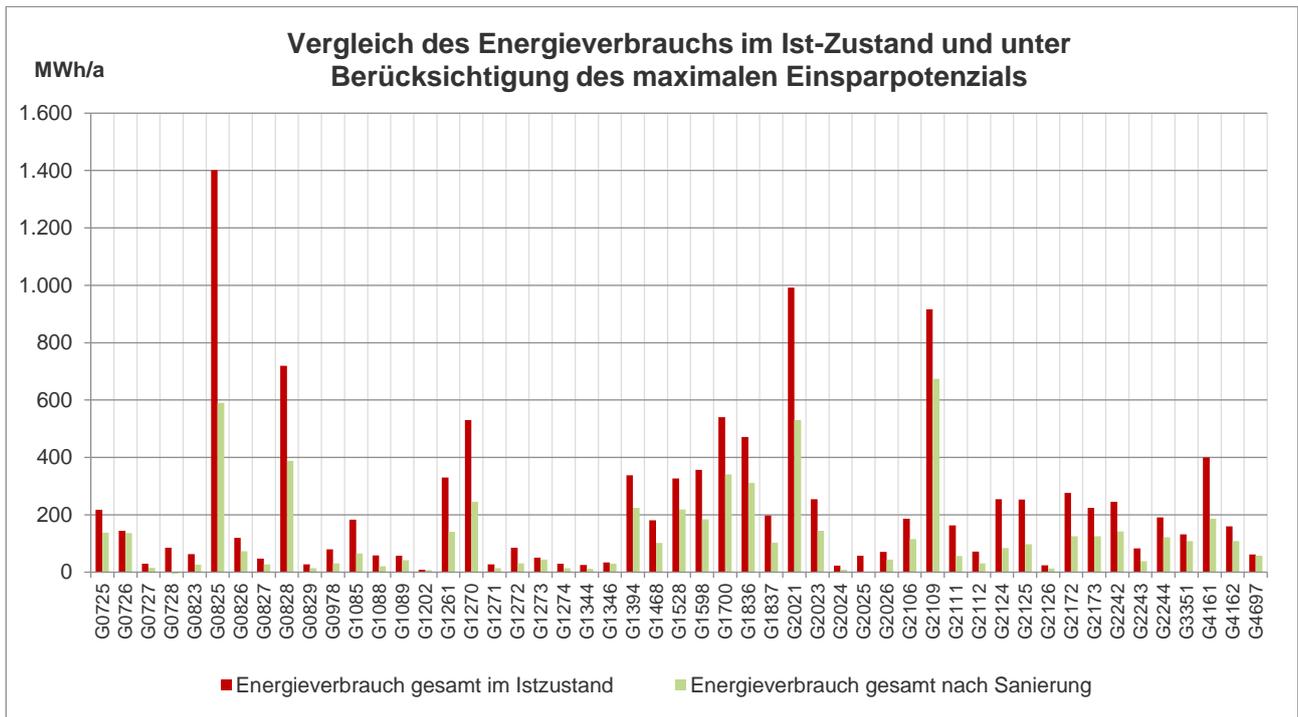


Abbildung 26: Vergleich des Energieverbrauchs im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

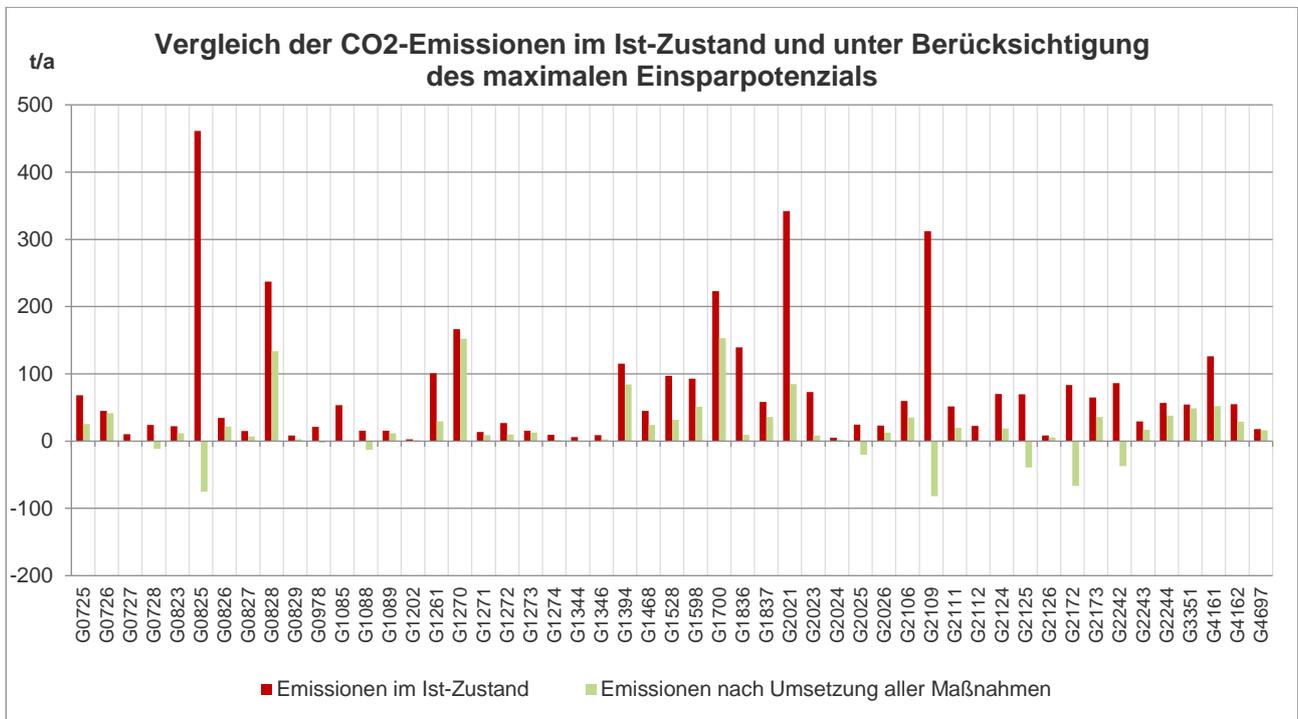


Abbildung 27: Vergleich der CO₂-Emissionen im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

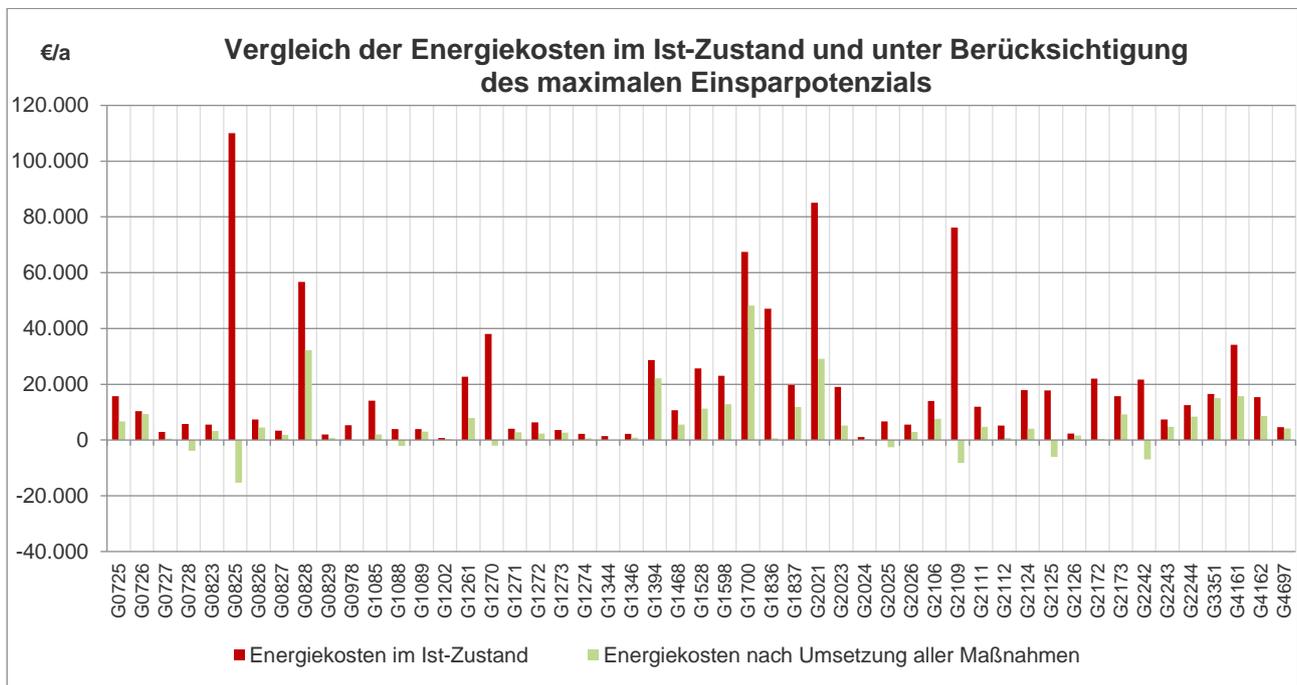


Abbildung 28: Vergleich der Energiekosten im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

Das Einsparpotenzial des Energieverbrauchs der einzelnen Gebäude liegt zwischen 5% und 106% (unplausible Werte > 100 % ergeben sich aus der gewählten Systematik). Bei 21 Gebäuden (etwa 41% aller Gebäude) liegt das Einsparpotenzial über 50%.

Das Einsparpotenzial der CO₂-Emissionen der einzelnen Gebäude liegt zwischen 8% und 183% (unplausible Werte > 100 % ergeben sich aus der gewählten Systematik). Bei 29 Gebäuden (57% aller Gebäude) liegt das Einsparpotenzial über 50%.

Erstellt am 26.09.2019

Anlage 1: Übersicht der untersuchten Gebäude

Anlage 2: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

Anlage 1: Übersicht der untersuchten Gebäude

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Eigentümer	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF (m ²)
1	Neustadt	G0725	Schule am Buntentorsteinweg	Hardenbergstraße 124; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hintergebäude	1871/ 1874	1.829,63
2	Neustadt	G0726	Schule am Buntentorsteinweg	Buntentorsteinweg 245; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Mittelgebäude	1871/ 1874	1.208,02
3	Neustadt	G0727	Schule am Buntentorsteinweg	Buntentorsteinweg 245; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Vordergebäude	1857	754,69
4	Neustadt	G0728	Schule am Buntentorsteinweg	Buntentorsteinweg 245; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1871/ 1874	676,74
5	Neustadt	G0823	Kindertagesheim Delmestraße	Delmestraße 153; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesheim	1930	406,40
6	Neustadt	G0825	Schulzentrum Sek. II Neustadt Gymnasium	Delmestraße 145; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gymnasium - Neustadt -	1928	12.411,57
7	Neustadt	G0826	Schulzentrum Sek. II Neustadt Gymnasium	Delmestraße 145; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbild. Schule, Mobilbau	1974	374,56
8	Neustadt	G0827	Schulzentrum Sek. II Neustadt Gymnasium	Delmestraße 145; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbild. Schule, Hausmeisterhaus	1928	267,46
9	Neustadt	G0828	Schulzentrum Sek. II BS für Hauswirtschaft u. Sozialpädagogik	Delmestraße 141 B; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Berufsschule, Hauptgebäude	1973	5.805,40
10	Neustadt	G0829	Schulzentrum Sek. II BS für Hauswirtschaft u. Sozialpädagogik	Delmestraße 141 A; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Berufsschule, Hausmeisterhaus	1971	172,30
11	Neustadt	G0978	Jugendfreizeitheim Buntentor	Geschwornenweg 11 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Jugendheime	1978	536,60
12	Neustadt	G1085	Kindertagesheim Hardenbergstr.	Hardenbergstraße 18; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätten	1975	1.189,46
13	Neustadt	G1088	Landeseichdirektion Bremen	Häschenstraße 14; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Verwaltungsgebäude	1911	1.470,03
14	Neustadt	G1089	Landeseichdirektion Bremen	Häschenstraße 14; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Techn. Prüfhalle	1948	577,08
15	Neustadt	G1202	DLRG-Station Stadion Werdersee	Huckelrieder Weg; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gebäude für öffentliche Bereitschaftsd.	1963	162,40
16	Neustadt	G1261	Schule an der Kantstraße	Kantstraße 63; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hauptgebäude	1914	4.042,16
17	Neustadt	G1270	Schule an der Karl-Lerbs-Straße	Karl-Lerbs-Straße 70 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hauptgebäude	1964	2.489,99
18	Neustadt	G1271	Schule an der Karl-Lerbs-Straße	Karl-Lerbs-Straße 70 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Verwaltung	1977	616,71
19	Neustadt	G1272	Schule an der Karl-Lerbs-Straße	Karl-Lerbs-Straße 70 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Turnhalle	1976	564,34
20	Neustadt	G1273	Schule an der Karl-Lerbs-Straße	Karl-Lerbs-Straße 70 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Schultypenbau	1996	816,30
21	Neustadt	G1274	Schule an der Karl-Lerbs-Straße	Karl-Lerbs-Straße 70 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hausmeisterhaus	1962	190,17

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Eigentümer	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF (m ²)
22	Neustadt	G1344	Kindertagesheim Kornstr.	Kornstraße 315; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Horthaus	1972	220,03
23	Neustadt	G1346	Kindertagesheim Kornstr.	Kornstraße 319; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Nebengebäude	1994	274,50
24	Neustadt	G1394	Hochschule Bremen, International Graduate Center; Kinder- und Familienzentrum Hohentor	Langemarckstraße 113; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Verwaltungs- und Lehrgebäude, Kindertagesstätte	1910	3.974,11
25	Neustadt	G1468	Sonderschule Mainstraße	Mainstraße 18; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Sonderschulen	1913	2.188,00
26	Neustadt	G1528	Dep. Oberschule am Leibnizplatz/Polizei Bremen	Neustadtscontrescarpe 49 - 51; 28199 Bremen ; Schulstraße 11; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Polizeidienstgebäude	1909	5.020,47
27	Neustadt	G1598	Schule an der Oderstraße	Oderstraße 75; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hauptgebäude	1914	4.009,70
28	Neustadt	G1700	Amtliche Materialprüfungsanstalt	Paul-Feller-Straße 1; 28199 Bremen; Georg-Wulf-Straße 26; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Verwaltungsgebäude mit höherer Ausst. technischer Ausstattung	1956	2.508,42
29	Neustadt	G1836	Oberschule am Leibnizplatz + Theater Shakespeare Company	Schulstraße 22; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schulen	ca. 1920	6.208,78
30	Neustadt	G1837	Oberschule am Leibnizplatz + Theater Shakespeare Company	Schulstraße 22; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schulen	1962 und 2000	2.592,06
31	Neustadt	G2021	Neues Museum Weserburg	Teerhof 20 - 21 A; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Ausstellungsgebäude	1890 und 1951	10.758,29
32	Neustadt	G2023	KTH Thedinghauser Straße	Thedinghauser Straße 74; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätten	1991	1.376,86
33	Neustadt	G2024	Mütterberatungsstelle Thedinghauser Str.	Thedinghauser Straße 74; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Nebengebäude Gesundheitsberatung	1962	127,63
34	Neustadt	G2025	Jugendfreizeitheim Neustadt	Thedinghauser Straße 115 B; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Jugendheime	1962	1.238,62
35	Neustadt	G2026	Altentagesstätte Neuenland	Thedinghauser Straße 115 A; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Altentagesstätten	1962	259,18
36	Neustadt	G2106	Dep. Allgem. Berufsschule Steffensweg	Valckenburghstraße 9; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Berufliche Schulen	1961 und 1964	1.883,12
37	Neustadt	G2109	Willhelm-Kaisen-Oberschule (ehem. Schulzentrum Sek. II Huckelriede)	Valckenburghstraße 1 - 3; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hauptgebäude	1965, 1968, 1970	9.472,90
38	Neustadt	G2111	Willhelm-Kaisen-Oberschule (ehem. Schulzentrum Sek. II Huckelriede)	Valckenburghstraße 1 - 3; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1969	1.099,50
39	Neustadt	G2112	Willhelm-Kaisen-Oberschule (ehem. Schulzentrum Sek. II Huckelriede)	Valckenburghstraße 5 - 7; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1965	483,20
40	Neustadt	G2124	Bezirkssportanlage Süd	Volkmanstraße 10; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Spielhalle BSA Süd	1978	1.214,63

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Eigentümer	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF (m ²)
41	Neustadt	G2125	Bezirkssportanlage Süd	Volkmannstraße 10; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Umkleidegebäude	1975	1.210,10
42	Neustadt	G2126	Bezirkssportanlage Süd	Volkmannstraße 10; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Dienstwohnung mit Gaststätte	1975	525,61
43	Neustadt	G2172	Lidice Haus / Sportanlage Stadtwerder	Weg zum Krähenberg 33 a; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Sonderschulen Neubau -1976-	1976	1.275,10
44	Neustadt	G2173	Lidice Haus / Sportanlage Stadtwerder	Weg zum Krähenberg 33 a; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1970	1.493,60
45	Neustadt	G2242	Feuerwache 4	Woltmershauser Allee 1; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gebäude für öffentliche Bereitschaftsd.	1952	1.847,80
46	Neustadt	G2243	Feuerwache 4	Woltmershauser Allee 1; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Mehrzweckhalle	1960	590,40
47	Neustadt	G2244	Feuerwache 4	Woltmershauser Allee 1; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Schlauchhalle	1955	1.796,30
48	Neustadt	G3351	Amtliche Materialprüfungsanstalt	Georg-Wulf-Straße 26; 28199 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Nebengebäude	2002	613,58
49	Neustadt	G4161	Städt. Galerie Buntentor / Schwankhalle	Buntentorsteinweg 112; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gebäude für kulturelle, musische Zwecke	1955	2.825,80
50	Neustadt	G4162	Städt. Galerie Buntentor / Schwankhalle	Buntentorsteinweg 116; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Veranstaltungsgebäude	1955	1.128,20
51	Neustadt	G4697	Kindertagesheim Beginenhof	Beginenhof 4; 28201 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätten	2001	555,00
							Σ	103.145

Anlage 2: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

Liegenschaft/Gebäude	G-Code	Fläche NGF m²	Verbrauch IST				Einsparung absolut				Einsparung relativ %
			Erdgas kWh/a	Heizöl kWh/a	FW kWh/a	Strom kWh/a	Erdgas kWh/a	Heizöl kWh/a	FW kWh/a	Strom kWh/a	
Schule am Buntentorsteinweg - Hintergebäude	G0725	1.647	0	194.275	0	23.506	-120.340	194.275	0	6.909	37%
Schule am Buntentorsteinweg - Mittelgebäude	G0726	1.087	0	128.243	0	15.516	-123.754	128.243	0	3.295	5%
Schule am Buntentorsteinweg - Vordergebäude	G0727	679	21.579	0	0	8.233	9.968	0	0	4.359	48%
Schule am Buntentorsteinweg - Turnhalle	G0728	616	31.232	45.754	0	8.696	10.384	45.754	0	34.503	106%
Kindertagesheim Delmestr. - Kindertagesheim	G0823	350	0	50.202	0	12.343	-15.232	50.202	0	1.769	59%
Schulzentrum Sek. II Neustadt - Gymnasium - Hauptgebäude	G0825	9.330	0	1.202.092	0	199.381	-642.578	1.202.092	0	251.073	58%
Schulzentrum Sek. II Neustadt - Gymnasium - Mobilbau	G0826	337	0	113.780	0	6.040	-67.730	113.780	0	1.150	39%
Schulzentrum Sek. II Neustadt - Gymnasium - Hausmeisterhaus	G0827	225	0	42.629	0	5.000	-22.708	42.629	0	307	42%
Schulzentrum Sek. II Neustadt - Berufsschule - Hauptgebäude	G0828	5.225	0	615.346	0	103.924	-318.262	615.346	0	34.378	46%
Schulzentrum Sek. II Neustadt - Berufsschule - Hausmeisterhaus	G0829	145	0	25.641	0	2.200	-12.088	25.641	0	880	52%
Jugendfreizeitheim Buntentor - Jugendfreizeitheim	G0978	456	69.306	0	0	10.325	39.440	0	0	9.158	61%
Kindertagesheim Hardenbergstr. - Kindertagesheim	G1085	1.023	150.741	0	0	32.894	100.027	0	0	18.552	65%
Landeseichdirektion Bremen - Verwaltungsgebäude	G1088	1.264	50.355	0	0	7.635	30.349	0	0	7.520	65%
Landeseichdirektion Bremen - Techn. Prüfhalle	G1089	525	49.758	0	0	7.545	14.986	0	0	876	28%
DLRG Stadion Werdersee - DLRG-Station	G1202	141	7.107	0	0	1.320	392	0	0	1.126	18%
Schule an der Kantstraße - Hauptgebäude	G1261	3.638	0	300.212	0	29.559	-118.667	300.212	0	7.890	57%
Schule an der Karl-Lerbs-Straße - Hauptgebäude	G1270	2.241	0	473.187	0	56.998	-229.693	473.187	0	41.379	54%
Schule an der Karl-Lerbs-Straße - Verwaltung	G1271	524	0	12.270	0	14.612	-3.012	12.270	0	3.274	47%
Schule an der Karl-Lerbs-Straße - Turnhalle	G1272	514	0	74.532	0	10.091	-25.725	74.532	0	5.625	64%
Schule an der Karl-Lerbs-Straße - Schultypenbau	G1273	735	0	46.373	0	4.766	-41.361	46.373	0	2.459	15%
Schule an der Karl-Lerbs-Straße - Hausmeisterhaus	G1274	160	0	25.200	0	3.845	-11.889	25.200	0	1.861	52%
Kindertagesheim Kornstr. - Horthaus	G1344	189	22.969	0	0	1.969	11.977	0	0	1.191	53%
Kindertagesheim Kornstr. - Nebengebäude	G1346	236	29.907	0	0	3.868	1.939	0	0	1.768	11%
KuFZ Hohentor / PNZ Hochschule Bremen - Verwaltungsgebäude	G1394	3.378	0	279.599	0	57.909	-168.174	279.599	0	1.637	33%
Sonderschule Mainstraße - Hauptgebäude	G1468	1.925	165.129	0	0	16.128	71.156	0	0	8.647	44%
Dep. Oberschule am Leibnizplatz - Schulgebäude/Polizeirevier	G1528	4.518	265.399	0	0	61.660	81.921	0	0	26.269	33%
Schule an der Oderstraße - Hauptgebäude	G1598	3.609	314.881	0	0	41.458	159.183	0	0	13.343	48%
Amtliche Materialprüfungsanstalt - Materialprüfungsanstalt	G1700	2.157	258.379	0	0	282.308	142.526	0	0	57.532	37%
Oberschule am Leibnizplatz - Altbau	G1836	5.588	0	0	383.192	87.715	-390.459	0	406.165	144.139	34%

Liegenschaft/Gebäude	G-Code	Fläche NGF m²	Verbrauch IST				Einsparung absolut				Einsparung relativ %
			Erdgas kWh/a	Heizöl kWh/a	FW kWh/a	Strom kWh/a	Erdgas kWh/a	Heizöl kWh/a	FW kWh/a	Strom kWh/a	
Oberschule am Leibnizplatz - Neubau -1962/2000-	G1837	2.333	0	0	160.814	36.620	0	0	87.358	6.714	48%
Neues Museum Weserburg - Museumsgebäude	G2021	9.360	0	814.864	0	177.247	-463.179	814.864	0	110.563	47%
KTH Thedinghauser Straße - Kindertagesheim	G2023	1.184	211.749	0	0	42.516	89.730	0	0	20.651	43%
KTH Thedinghauser Straße - Nebengebäude Gesundheitsberatung	G2024	107	22.015	0	0	890	14.147	0	0	406	64%
Jugendfreizeitheim Neustadt - Jugendfreizeitheim	G2025	1.053	0	37.427	0	20.364	8.251	37.427	0	11.803	99%
Altentagesstätte Neuenland - Altentagesstätte	G2026	218	0	60.217	0	10.186	-40.257	60.217	0	6.155	37%
Willhelm-Kaisen-Oberschule - Dep. Allgem. Berufsschule Steffensweg	G2106	1.695	0	163.333	0	23.113	-106.130	163.333	0	13.560	38%
Willhelm-Kaisen-Oberschule - Hauptgebäude	G2109	8.526	0	762.094	0	154.266	-717.877	762.094	0	198.349	26%
Willhelm-Kaisen-Oberschule - Turnhalle	G2111	1.001	0	145.043	0	18.176	-45.689	145.043	0	7.427	65%
Willhelm-Kaisen-Oberschule - Hausmeisterhaus (Doppelhaus)	G2112	406	0	63.671	0	8.000	-25.855	63.671	0	3.200	57%
Bezirkssportanlage Süd (BSA) - Spielhalle BSA Süd	G2124	1.105	217.762	0	0	36.921	137.571	0	0	33.000	67%
Bezirkssportanlage Süd (BSA) - Umkleidegebäude	G2125	1.065	216.950	0	0	36.783	111.326	0	0	45.146	62%
Bezirkssportanlage Süd (BSA) - Dienstwohnung mit Gaststätte	G2126	458	17.098	0	0	7.000	9.613	0	0	1.487	46%
Sportanlage (BSA) & Ehm. Sportschule Stadtwerder - Neubau -1976-	G2172	1.122	0	231.829	0	44.572	-134.268	231.829	0	53.256	55%
Sportanlage (BSA) & Ehm. Sportschule Stadtwerder - Turnhalle	G2173	1.359	0	199.234	0	24.508	-106.244	199.234	0	5.940	44%
Feuerwache 4 - Feuerwache 4	G2242	1.589	0	196.886	0	48.098	-175.911	196.886	0	81.994	42%
Feuerwache 4 - Mehrzweckhalle	G2243	537	0	66.565	0	16.261	-23.515	66.565	0	910	53%
Feuerwache 4 - Schlauchhalle	G2244	1.599	0	177.630	0	13.662	-109.824	177.630	0	1.517	36%
Amtliche Materialprüfungsanstalt - Nebengebäude	G3351	528	63.202	0	0	69.055	21.610	0	0	2.098	18%
Städt. Galerie Buntentor / Schwankhalle - Städt. Galerie Buntentor	G4161	2.458	309.907	0	0	90.000	170.959	0	0	42.155	53%
Städt. Galerie Buntentor / Schwankhalle - Schwankhalle	G4162	982	114.641	0	0	44.703	30.705	0	0	19.871	32%
Kindertagesheim Beginenhof - Kinderhaus Kodakistan e.V.	G4697	477	50.701	0	0	10.730	1.775	0	0	1.898	6%
Summen		91.623	2.660.766	6.548.127	544.006	2.051.113	-2.990.489	6.548.127	493.523	1.360.969	
prozentuale Einsparung							-112%	100%	91%	66%	
Summe Heizenergie				9.752.899				4.051.161			42%
Summe Endenergie				11.804.012				5.412.129			46%