

# Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Walle und Findorff Abschlussbericht

im Auftrag von  
**Immobilien Bremen AÖR**  
Bremen, im März 2018

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](http://www.utech-bremen.de)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>METHODIK UND RANDBEDINGUNGEN DER ENERGIEANALYSE</b>	<b>8</b>
4.1	Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials	9
4.2	Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials	11
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ENERGIEVERBRÄUCHE, DER ENERGIEKOSTEN UND CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IM IST-ZUSTAND</b>	<b>15</b>
5.1	Gesamtenergiebedarf und CO <sub>2</sub> - Emission	15
5.2	Gesamtenergiekosten	16
5.3	Energieträgeraufteilung	17
5.4	Energiekennwerte	17
5.5	Lastanganalysen des elektrischen Strombezuges	19
<b>6</b>	<b>ENERGETISCHER ISTZUSTAND BAUKÖRPER UND TECHNIK</b>	<b>21</b>
6.1	Baukörper	21
6.2	Haustechnik	23
6.3	Lüftungstechnik	25
6.4	Warmwassertechnik	25
6.5	Beleuchtung	26
6.6	Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	26
<b>7</b>	<b>ENERGIESPARENDE MAßNAHMEN</b>	<b>28</b>
7.1	Maßnahmen gesamt	28
7.2	Umsetzungsklassifizierung der Maßnahmen	31
7.3	CO <sub>2</sub> – Einsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen	34
7.4	Kosteneinsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen	35
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DES ENERGIEVERBRAUCHES, DER ENERGIEKOSTEN UND CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN NACH DURCHFÜHRUNG DER MAßNAHMEN</b>	<b>36</b>

## 1 Zusammenfassung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat das Ingenieurbüro UTECH GmbH damit beauftragt, für insgesamt 47 Liegenschaften der IB, die sich in den Bremer Stadtteilen Walle und Findorff befinden, je ein Klimaschutzteilkonzept zu erstellen. Diese 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 CO<sub>2</sub> – Einsparberechnung
- Klassifizierung der Maßnahmen in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen.

Die Klimaschutzteilkonzepte wurden im Zeitraum Juli 2017 – Februar 2018 erstellt. Als Ergebnis werden 47 Einzelberichte und ein Abschlussbericht „Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude in Bremen-Walle und Findorff“ (dieser Bericht) abgegeben.

In den einzelnen Klimaschutzteilkonzepten wurden insgesamt 317 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 56 %, der Energieverbrauch um 40 % und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 64 % gesenkt werden.

Einsparmaßnahmen	Anzahl	Investitionskosten €	Einsparung		
			Kosten €/a	Energie kWh/a	CO <sub>2</sub> t/a
kurzfristig	81	1.820.974	180.317	798.853	567
mittelfristig	116	9.398.705	456.228	3.246.314	1.808
langfristig	120	12.551.581	170.794	2.595.679	534
<b>Summe</b>	<b>317</b>	<b>23.771.259</b>	<b>807.339</b>	<b>6.640.846</b>	<b>2.910</b>
Ist-Zustand			1.433.404	16.801.585	4.557
<b>rel. Einsparpotential</b>			<b>56%</b>	<b>40%</b>	<b>64%</b>

Tabelle 1: Zusammenfassung der Maßnahmen

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 ausgebauten 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 Stromanschlusses bei IB verwendete Aufteilung der Energieverbräuche auf 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.

- Nahezu alle Fernwärmevertragsleistungen erscheinen zu hoch. Sie sollten angepasst werden.
- 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. Die wissen, was in den Gebäuden los ist. Sofern die Hausmeister nicht das erforderliche Wissen haben, so müssen sie geschult werden und sensibilisiert. 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.
- Der Bau der Photovoltaikanlagen muss nicht unbedingt durch IB erfolgen. Grundsätzlich können sie auch von Dritten erstellt und IB verpachtet werden, so dass eine Stromeigenutzung möglich ist. Solche Lösungsmöglichkeiten sollten überprüft werden.
- 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 gibt eine Vielzahl von 5 l Untertisch-Warmwasserbereiter. Der Austausch gegen 230 V Durchlauferhitzer ist wirtschaftlich und ökologisch sehr 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 gegen LED-Lampen getauscht werden.

Mit den Ergebnissen der 47 Klimaschutzteilkonzepten zusammen mit denen der parallel von den anderen Büros erstellten Konzepten liegen alle Informationen vor, die für die Entwicklung einer zielgerichteten Energiespar- und Umweltschutzstrategie für die behandelten öffentlichen Gebäude Bremens erforderlich sind. Die Umsetzung einer solchen Strategie ermöglicht hohe Einsparungen und kann einen relevanten Beitrag zur Umweltentlastung in Bremen bringen.

## 2 Einleitung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die UTECH GmbH beauftragt, ein Klimaschutzteilkonzept für eigene Liegenschaften in Bremen Walle und Findorff 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, die aber noch nicht alle Liegenschaften bzw. Gebäude umfasst. 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.

UTECH hatte den Auftrag, 47 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. Haustechniker: Grundrisspläne der Gebäude, Datenabgleich und ergänzende Datenaufnahme in Zusammenarbeit mit den Hausmeister/Haustechnikern

Bei den Liegenschaften handelt es sich überwiegend um Schulen (Allgemein- und Berufsschulen) und Kindertagesheime. Darüber hinaus wurden vier Sport-/Turnhallen, zwei Freizeitheime, ein Verwaltungsgebäude und vier Hausmeisterhäuser 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.

Anschließend werden das Controlling-Konzept sowie das Kommunikationskonzept beschrieben.

#### 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 werden von den Nutzern abgelesen.

Die meisten Liegenschaften haben einen Wärme-/Gas- oder Stromzähler, mit denen der Verbrauch eindeutig erfasst wird. Andere Gebäude versorgen weitere bzw. werden von externen 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.

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

<b>Witterungskorrektur</b>			
	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
<b>WW-Bedarf für Witterungsbereinigung</b>			
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 hohe Abweichungen zu den von Immobilien Bremen gelieferten Daten, da dort in einigen Fällen nicht beheizte Flächen z.B. unbeheizter Dachboden einer Schule oder das Kellergeschoss, das nicht beheizt ist, 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 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 vorliegen. 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 <sub>max</sub> -Wert	
		für Gebäude oder Zonen von Gebäuden mit Innentemperaturen von	
		≥ 17 °C	12 bis < 17 °C
		W / (m <sup>2</sup> K)	
1	Außenwände	0,18	0,25
2 a	Außenliegende Fenster, Fenstertüren <sup>1</sup>	1,2	1,2
2 b	Dachflächenfenster <sup>2</sup>	1,3	1,3
2 c	Verglasungen <sup>3</sup>	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 <sup>4</sup>	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<sub>w</sub> kann hier ≤ 0,95 W/m<sup>2</sup>K 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<sub>B</sub> (mit hinreichender Näherung) wie folgt:

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

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
<b>Festlegung gemäß VDI 2067</b>	
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 <sup>2</sup> K	Kosten brutto €/m <sup>2</sup>
<b>Außenwand</b>		
Kerndämmung	0,53	18,00
WDVS ( 040)	0,18	180,00
<b>Fenster</b>		
Fenster/Fenstertüren	0,95	600,00
<b>Dach</b>		
Dachschrägen	0,14	220,00
Oberste Geschossdecke	0,12	80,00
Flachdächer	0,12	200,00
<b>Kellerdecken</b>		
Kellerdecken	0,25	140,00
Decken nach unten an Außenluft	0,18	200,00

Tabelle 6: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle

Tabelle 7: 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
<b>Summe</b>		<b>105,00 EUR/Stk</b>

**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 dezentral ein Klassenraum	1500 m³/h	2500 m³/h	5000 m³/h	10.000 m³/h	15.000 m³/h	
Einsatzbereiche			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) = $2607 \cdot P_{peak}^{-0,14}$			

### 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

### CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen bewerten zu können, wurden folgende CO<sub>2</sub>-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:

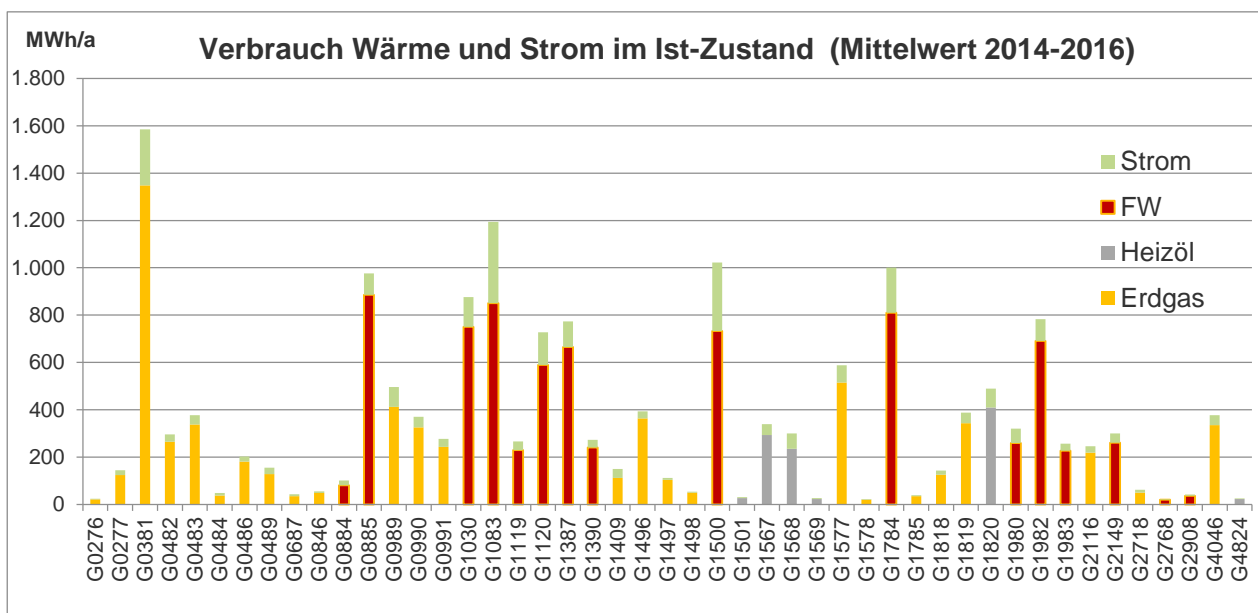
Strom	708,2	kg/MWh
Erdgas	182	kg/MWh Hs
Erdgas	202	kg/MWh Hi
Heizöl	266	kg/MWh Hi
Fernwärme	162,5	kg/MWh Hi

Tabelle 8: Übersicht der angenommenen CO<sub>2</sub>-Faktoren

## 5 Zusammenfassung der Energieverbräuche, der Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Ist-Zustand

### 5.1 Gesamtenergiebedarf und CO<sub>2</sub> - Emission

Insgesamt werden in den Gebäuden zur Beheizung und Warmwasserbereitung jährlich 14.127 MWh Brennstoff/Fernwärme und zur elektrischen Versorgung 2.675 MWh Strom eingesetzt. Die Darstellung der Energieverbräuche der einzelnen Liegenschaften ist nachfolgend grafisch dargestellt. Gebäude, die über ein Wärmeliefercontracting mit Wärme versorgt werden, werden unter dem jeweils eingesetzten Brennstoff (Erdgas) bilanziert.



Energieverbrauch gesamt absolut in MWh	Erdgas	Heizöl	FW	Strom
5.785	1.011	7.330	2.675	

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

Ca. 25 % des Erdgasbedarfes wird im Rahmen eines Wärmeliefercontractings verbraucht.

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen 4.557 t/a. Die Emissionen pro Gebäude sind in Abbildung 3 dargestellt.

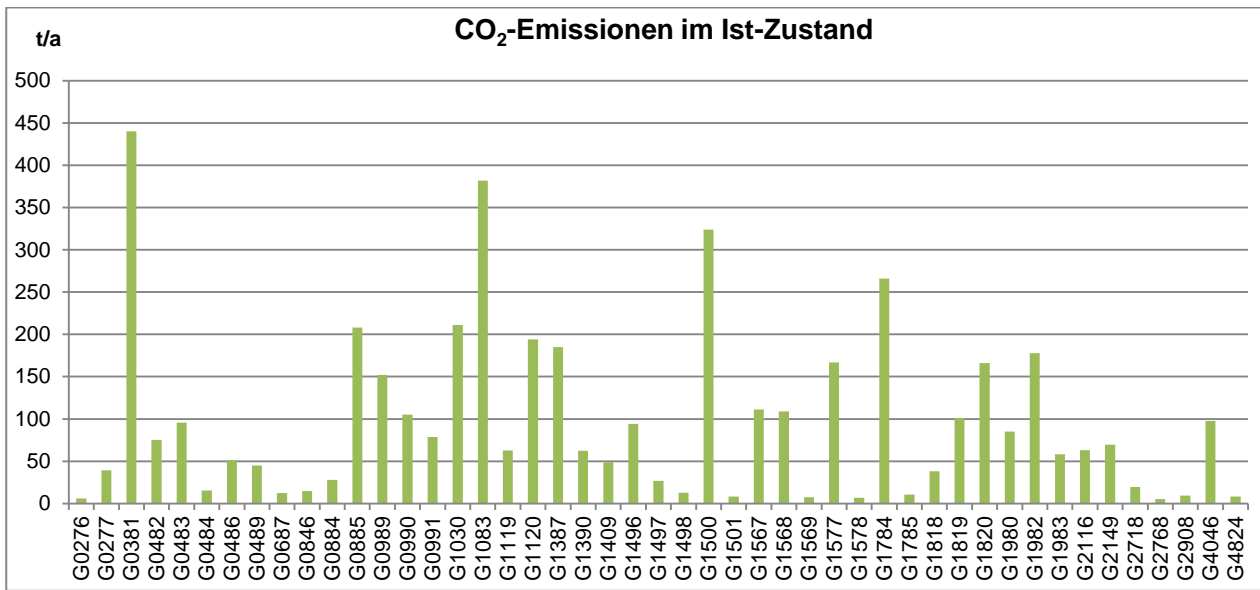


Abbildung 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

## 5.2 Gesamtenergiekosten

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in der Höhe von 1.433.404 €/a (Preisbasis 2016) an. Die Kosten für die einzelnen Gebäude sind in Abbildung 4 dargestellt.

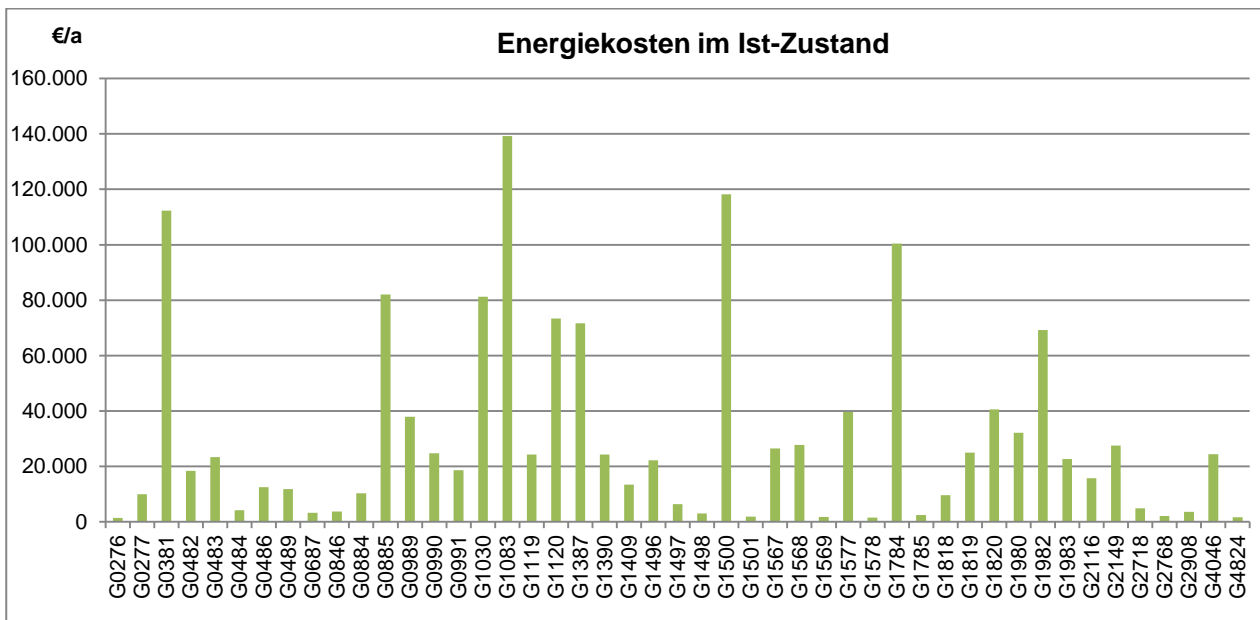


Abbildung 4: Energiekosten im Ist-Zustand pro Jahr



### 5.3 Energieträgeraufteilung

In Abbildung 5 ist die Energieträgeraufteilung der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 43,6% hat Fernwärme den höchsten Anteil, gefolgt von Erdgas (34,4%), Strom (15,9%) und Heizöl (6,0%).

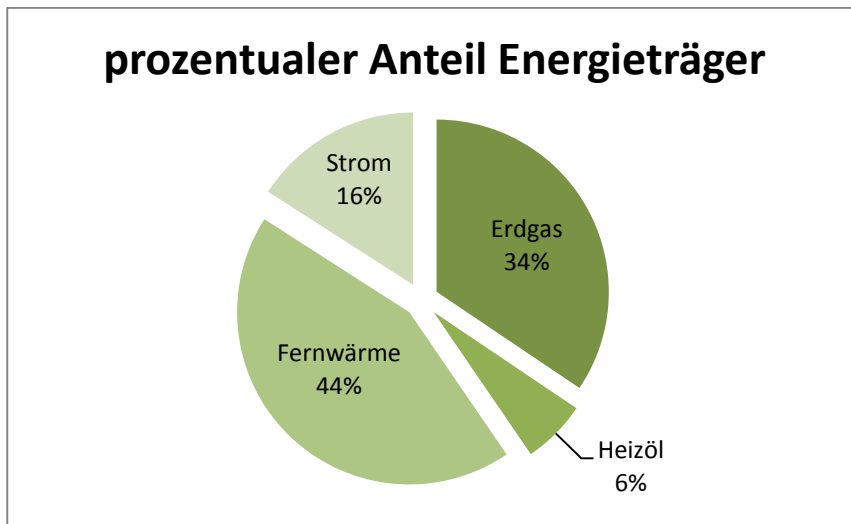


Abbildung 5: Anteil der Energieträger in den Gebäuden

Ca. 25 % des Erdgasbedarfes wird im Rahmen eines Wärmeliefercontractings verbraucht (2 Anlagen).

### 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 80 und 110 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr zeigt, dass 20 Gebäude (ca. 43 % der Gebäude) einen Verbrauch im Bereich oder auch unterhalb der Vergleichswerte aufweisen (siehe Abbildung 6). Ca. 23 % der Gebäude liegen mit mehr als 20 % über dem Referenzkennwert. Hier können ggfs. höhere Einsparpotentiale 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 verfälscht den spezifischen Verbrauch. Die ausgewiesenen Energiekennwerte sind in diesen Gebäuden tendenziell zu gering.

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

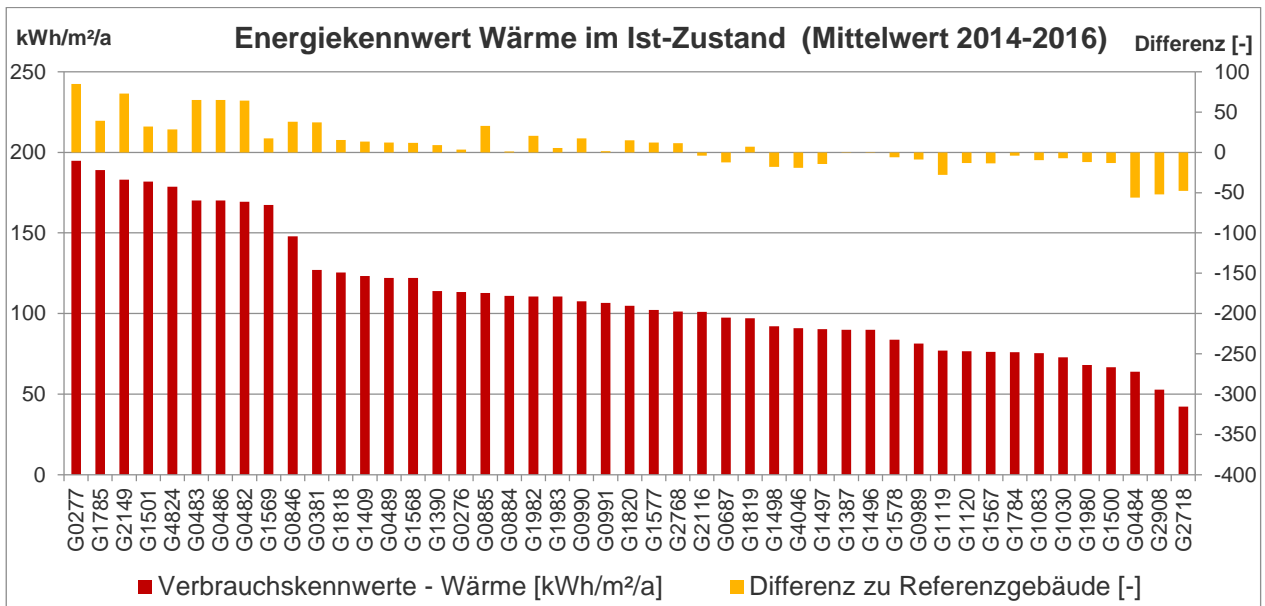


Abbildung 6: Energiekennwert Wärme im Ist-Zustand

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 30 kWh/m² im Jahr zeigt, dass ca. 38 % der Gebäude einen Verbrauch im Bereich oder auch unterhalb der Vergleichswerte aufweisen. Ca. 55 % der Gebäude liegen mit mehr als 20 % über dem Referenzkennwert. Hier können ggfs. höhere Einsparpotentiale erwartet werden.

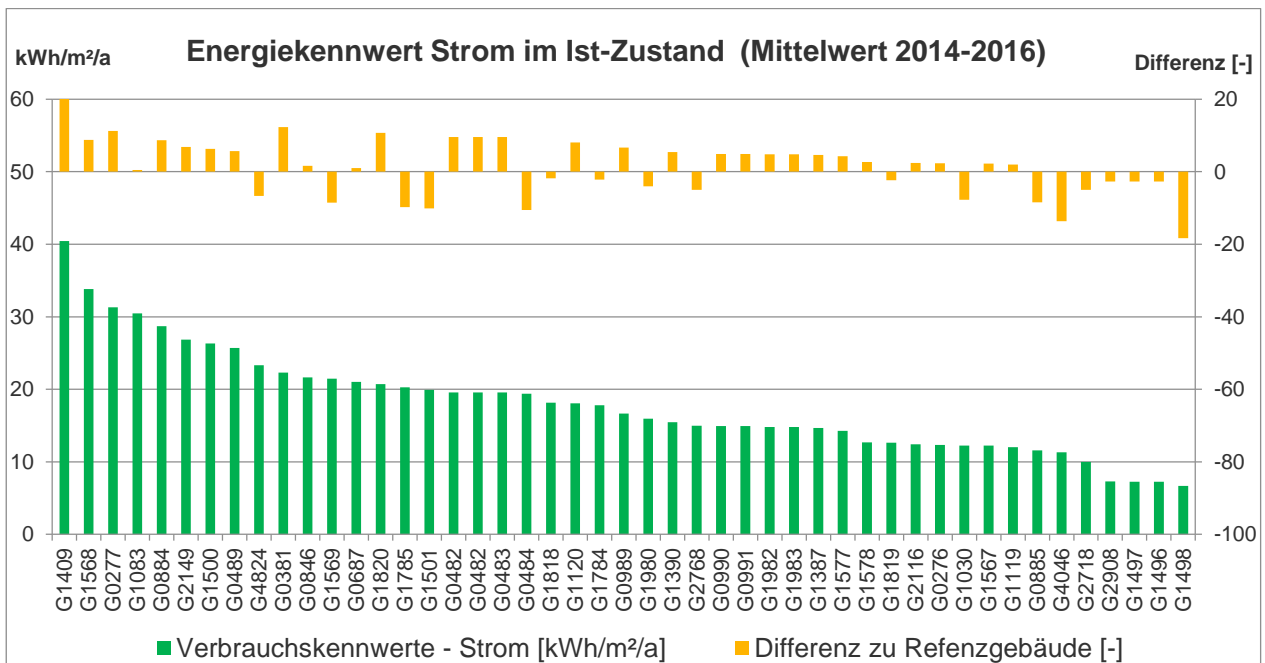


Abbildung 7: Energiekennwert Strom im Ist-Zustand

## 5.5 Lastganganalysen des elektrischen Strombezuges

Insgesamt liegen für 18 Liegenschaften Stromlastgänge vor, wovon 16 Liegenschaften Schulen sind. Die Lastgänge zeigen für die Nutzung typische Lastgangverläufe. Festgestellt werden kann, dass in den meisten Schulen während der Pausenzeiten ein deutliches Abnehmen des Stromverbrauches zu erkennen ist, ein Zeichen, dass die Reduktion des Stromverbrauches als Ziel von den Nutzern umgesetzt wird. Bei der Bewertung des Stromverbrauches zu Nichtnutzungszeiten ergibt sich die in Abbildung 8 dargestellte Verteilung der Grundlasten.

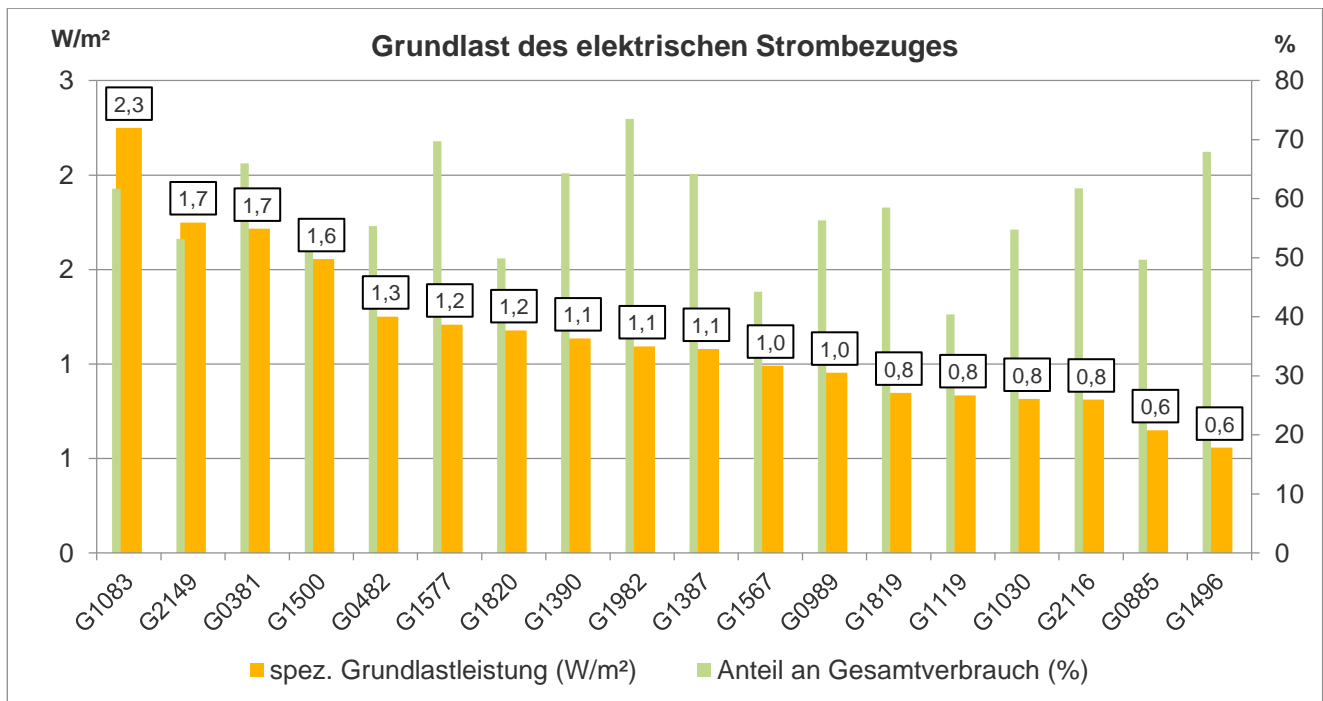


Abbildung 8: spezifische Grundlastleistung und Grundlastanteil am Gesamtverbrauch

Es liegen spezifische Grundlastleistungen von 0,6 – 2,3 W/m² vor. Die Werte sind zum Teil plausibel und passen zur Gebäudenutzung. Es gibt aber auch Gebäude, bei denen die Höhe unplausibel ist. Diese sollten näher untersucht werden.

Auffällig ist der hohe Grundlastanteil am Gesamtverbrauch. Er liegt zwischen 40 und 70%. Dieses ist vermutlich überwiegend darauf zurückzuführen, dass das Verhältnis von Nutzungs- zu Nichtnutzungszeit gering ist.

In den beiden folgenden Abbildungen ist jeweils eine geordnete Jahresdauerlinie des Strombedarfes eines Gebäudes mit geringer und hoher Grundlast angegeben.

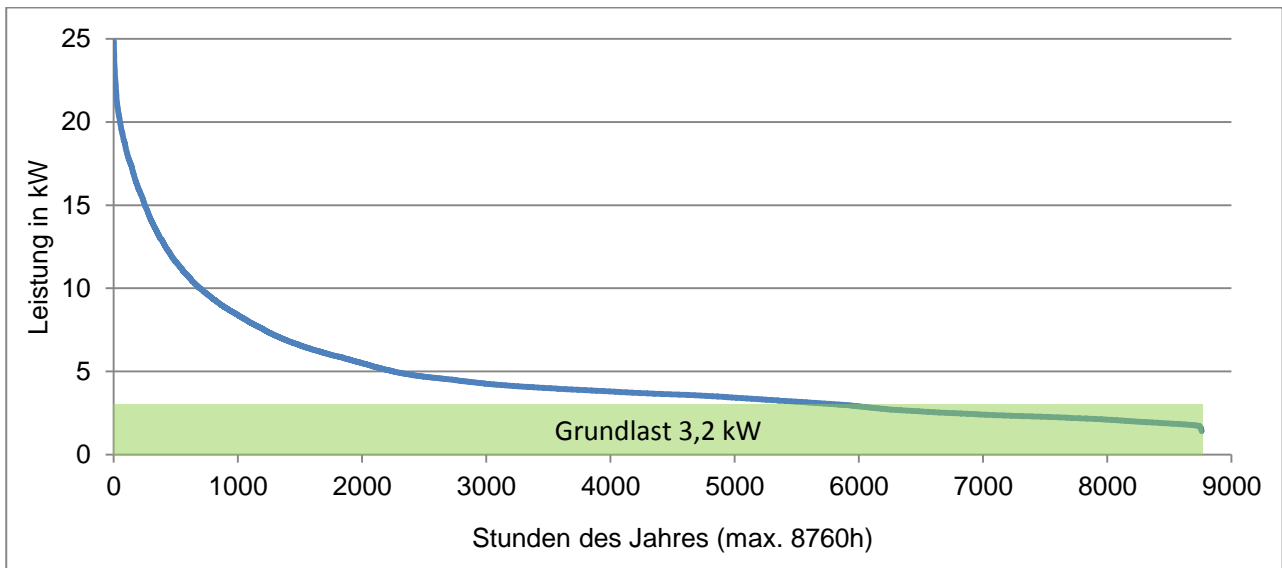


Abbildung 9: Jahresdauerlinie mit geringer Grundlast - 0,6 W/m<sup>2</sup> (Schule Melanchthonstraße - G1496)

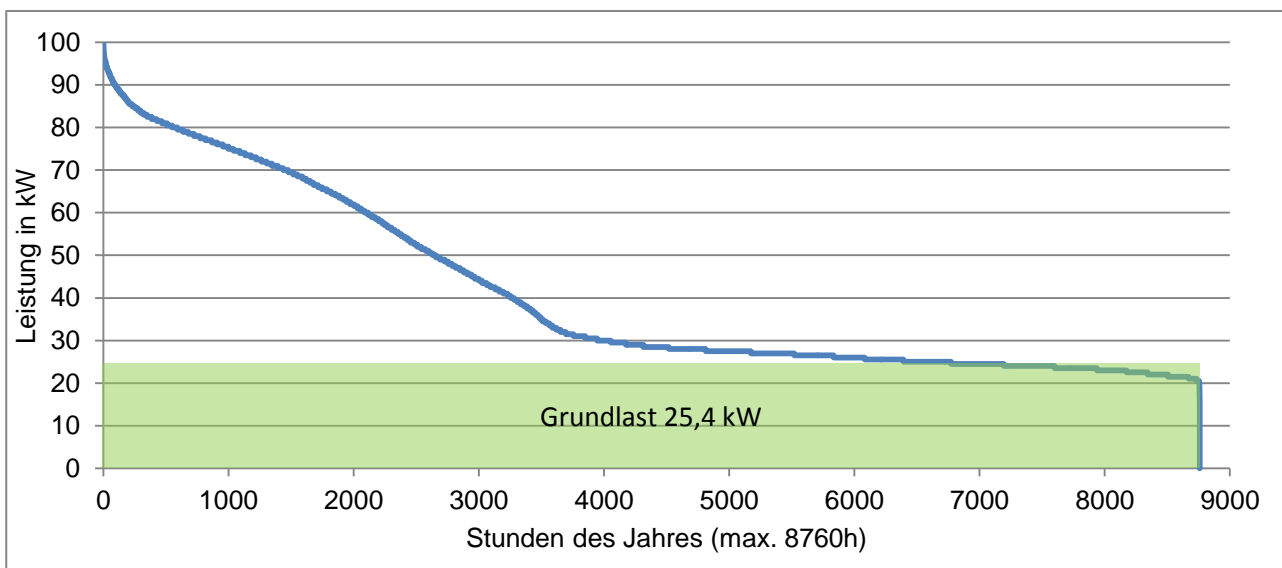


Abbildung 10: Jahresdauerlinie mit höherer Grundlast - 2,3 W/m<sup>2</sup> (Volkshaus – G1083)

## 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 W/m<sup>2</sup>K
- Energetisch mittel: U – Wert zwischen 0,5 und 1,0 W/m<sup>2</sup>K
- Energetisch gut: U – Wert kleiner als 0,5 W/m<sup>2</sup>K

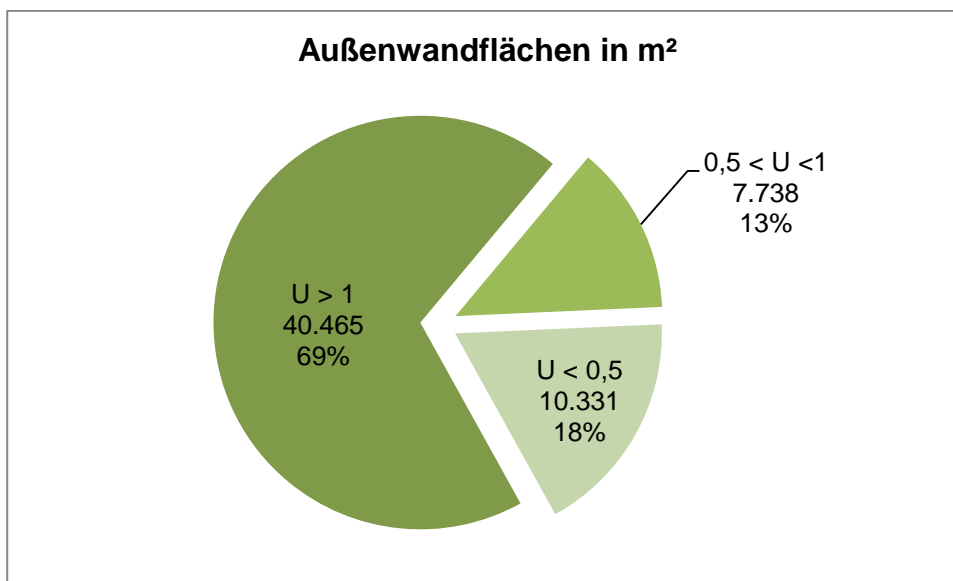


Abbildung 11: Außenwandflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 70 % der Außenwandfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Zu beachten hierbei ist, dass die Gebäude überwiegend Ziegelfassaden beinhalten. Zum Teil stehen die Gebäude unter Denkmalschutz. Wände, bei denen keine Luftschicht zu erkennen war, wurden als Vollziegelmauerwerk angenommen.

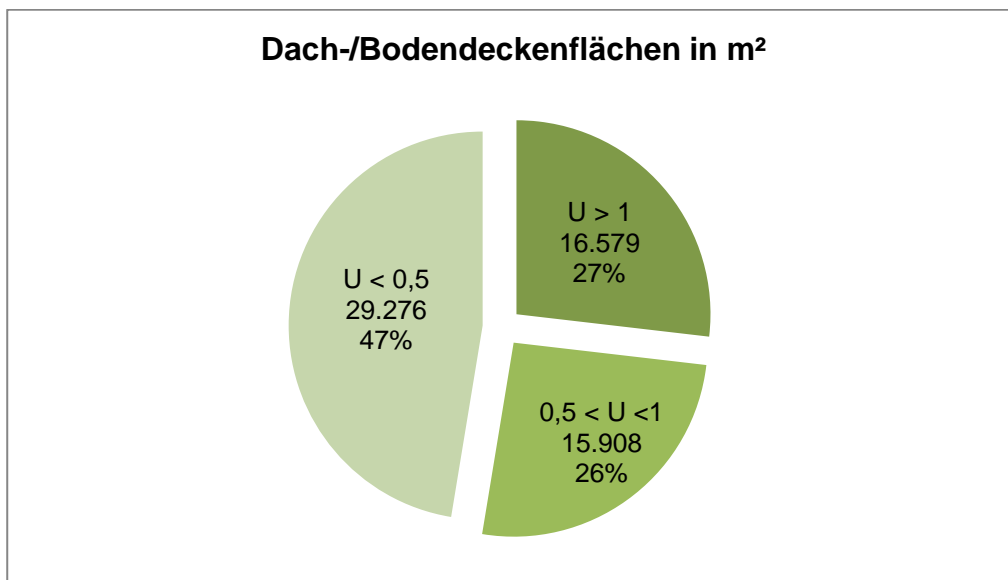


Abbildung 12: Dach-/Bodendeckenflächen aufgeteilt nach energetischer Qualität

Ca. 27 % 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. 47 % 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 drei Kategorien dargestellt:

- 1 – fach Glas: U – Wert > 5,0 W/m<sup>2</sup>K (incl. Glasbausteine)
- Standardisoliervglas: U – Wert 2,8 – 3,5 W/m<sup>2</sup>K je nach Glasqualität und Rahmenart
- Wärmeschutzglas U – Wert < 1,4 W/m<sup>2</sup>K (incl. 3-fach Glas)

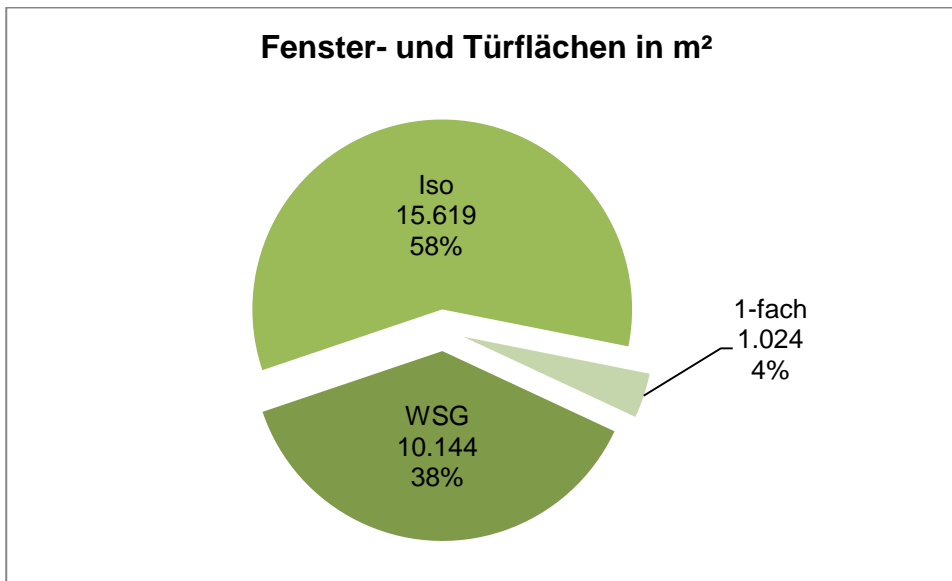


Abbildung 13: energetische Fensterqualitäten

Ca. 4 % der Fensterfläche wird als energetisch schlecht bewertet. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, dass es sich überwiegend um Fenster in teilbeheizten Räumen (Flure, Treppenhäuser) handelt. Ca. 38 % der Fensterfläche wird als energetisch gut bewertet (Wärmeschutzglas). 3 – fach Glas wurde nur in einer Liegenschaft vorgefunden.

## 6.2 Haustechnik

### Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt über Fernwärme und Kesselanlagen in Eigenbetrieb und als Wärmeliefercontracting (2 Anlagen). In einer Sporthalle gibt es eine thermische Solaranlage zur Warmwassererzeugung. Die Funktion sollte dringend überprüft werden. Zum Zeitpunkt der Begehung war die Anlage nicht funktionsfähig. In einer Schule gab es eine Wärmerückgewinnung aus der Kälteerzeugung. Die Anlage ist außer Betrieb.

Die Fernwärmeeinspeisungen befinden sich energetisch in einem guten Zustand.

Es gibt für den Eigenbetrieb 18 Kesselanlagen mit insgesamt 23 Heizkesseln. Die Altersstruktur der Kessel ist in der Abbildung 14 angegeben.

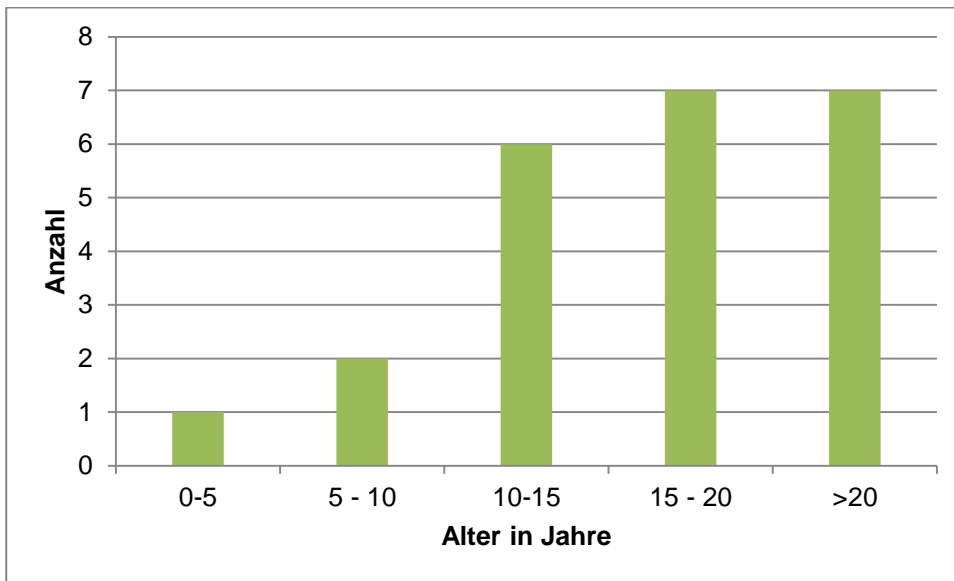


Abbildung 14: Kesselaltersstruktur

Ca. 60 % der Kessel sind älter als 15 Jahre (30 % 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. 20 % der Gebäude ist der Wärmeverteiler ungenügend gedämmt.

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



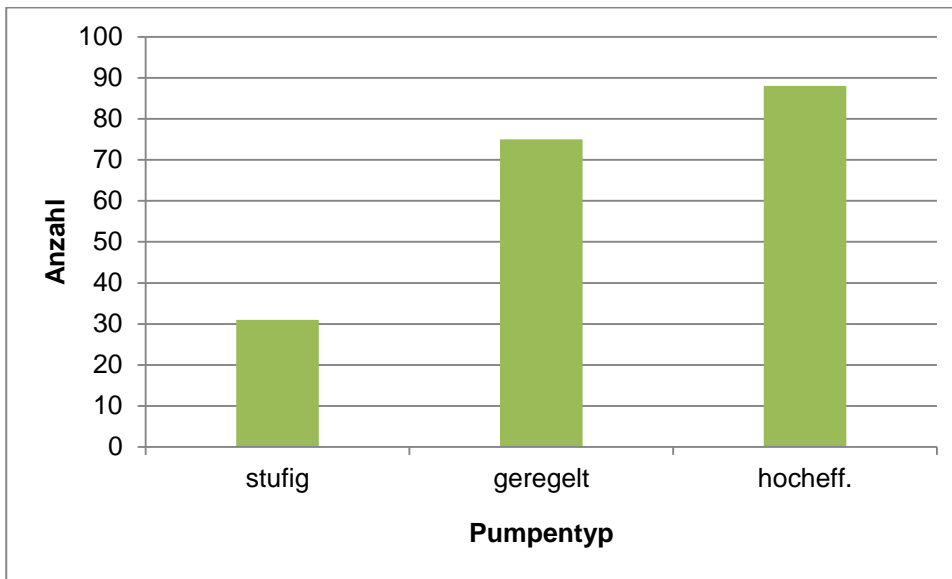


Abbildung 15: energetische Qualität der Umwälzpumpen

Ca. 45 % der Pumpen sind hocheffizient. Lediglich 15 % der Pumpen sind noch unregelte Standardpumpen.

Alle Heizkörper sind mit Thermostatventilen verschiedenen Alters ausgerüstet. Ein hydraulischer Abgleich wurde bisher in nur wenigen Gebäude durchgeführt.

Die Regelungstechnik befindet sich überwiegend in einem guten Zustand. Größere Anlagen haben eine Gebäudeleittechnik, die fernbedienbar ist. Hier gibt es Abstimmungsprobleme zwischen dem Hausmeister und dem „Bediener“ bei Immobilien Bremen. In den Ferien wurde der unnötige Betrieb von mehreren Anlagen festgestellt. Hier sollte eindeutige Zuständigkeiten vereinbart werden.

### 6.3 Lüftungstechnik

Es gibt wenige relevante Lüftungsanlagen mit längeren Laufzeiten.

### 6.4 Warmwassertechnik

Warmwasser wird überwiegend zentral über die Heizanlage mit Speicher oder Speicheladesysteme erzeugt. Zusätzlich sind in einigen Gebäuden dezentral elektrische Untertischspeicher vorhanden.

Die Warmwassersysteme befinden sich energetisch überwiegend in einem mittelguten Zustand. Die Speicher haben keine Effizienzklasse. In 6 Gebäuden erscheint eine Sanierung erforderlich.

Die Zirkulationspumpen sind in der Regel nicht hocheffizient.

## 6.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt überwiegend über Leuchtstofflampen mit Leuchten unterschiedlichen Alters und energetischer Qualität. In der Abbildung 16 sind Flächen mit hocheffizienten Lampen (T5 Leuchtstofflampe und LED Leuchten) und energetisch sehr schlechten Lampen (Glüh- und Halogenlampen) angegeben.

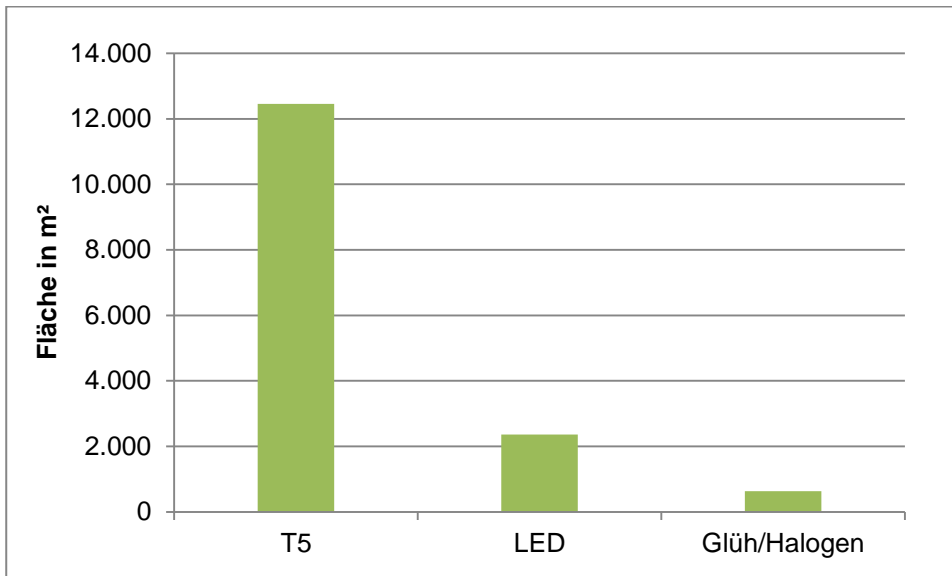


Abbildung 16: Flächen mit sehr guten (T5, LED) und schlechten Lampen (Glüh/Halogen)

Bezieht man die angegebenen Flächen auf eine Gesamtfläche aller Liegenschaften von ca. 149.000 m², so ergeben sich folgende Anteile:

- T5 – Lampen: 8,4 % der Gesamtfläche
- LED – Lampen: 1,6 % der Gesamtfläche
- Glüh-/Halogenlampen: 0,4 % der Gesamtfläche
- T8 und Energiesparlampen: 89,6 % der Gesamtfläche

## 6.6 Nutzung regenerativer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Es gibt lediglich eine thermische Solaranlage zur Warmwassererzeugung in einer Sporthalle (Augsburger Straße). Zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme war diese Anlage nicht funktionsfähig.

Auf dem Dach der OS Findorff Regensburger Straße gibt es eine Photovoltaikanlage. Diese wird von einem Externen betrieben. Der Solarstrom wird nicht in der Schule genutzt.

Im Schulzentrum Rübekamp gab es eine Wärmerückgewinnung aus der Kälteanlage. Die Anlage ist nicht mehr betriebsfähig.

In keinem der Gebäude gibt es ein BHKW.

## 7 Energiesparende 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 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)
- Bei gekoppelten Maßnahmen, wie z.B.: Wärmedämmung und Kesselerneuerung können im Gesamtpaket die Einsparungen nicht additiv behandelt werden. Dieses ergibt überhöhte Einsparungen.
- Ergab die Berechnung überhöhte Einsparungen, wurde ein Reduktionsfaktor eingefügt.
- 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 untergeordneten 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 nur der selbst genutzte Strom im Gebäude ausgewiesen (mit entsprechender Reduzierung des Strom-Verbrauchskennwertes). Für die CO<sub>2</sub>-Reduktion wird 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.

### 7.1 Maßnahmen gesamt

Insgesamt wurden 317 Maßnahmen ermittelt, welche wie in Abbildung 17 dargestellt, den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

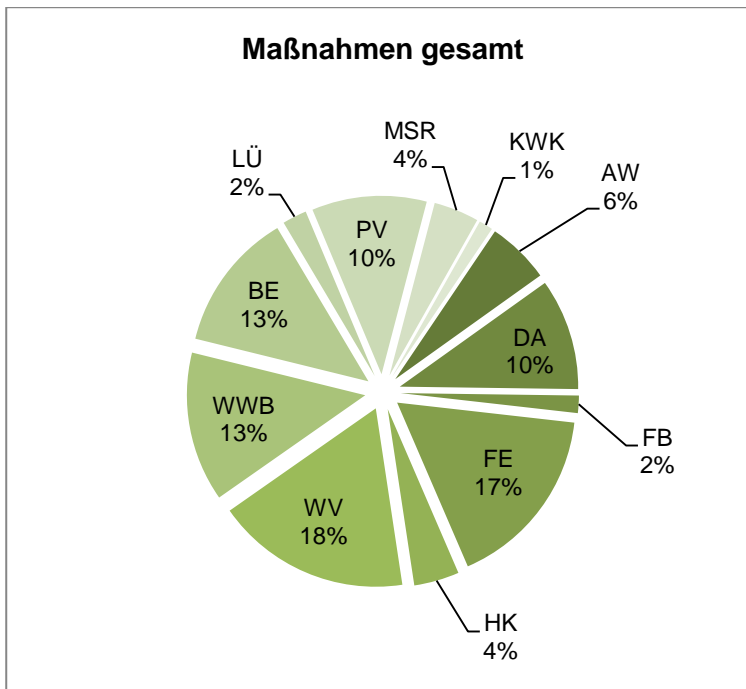


Abbildung 17: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken (Anzahl)

Absolut liegt die Anzahl der Maßnahmen bei:

Gebäudehülle		Technik	
Außenwand	18	Heizanlage	13
Dach	32	Wärmeverteilung	56
Fußboden/Kellerdecke	5	Warmwasserbereitung	43
Fenster	53	Beleuchtung	40
		Lüftungsanlage	7
		Photovoltaik	33
		Mess- und Regeltechnik	13
		Kraft-Wärme-Kopplung	4

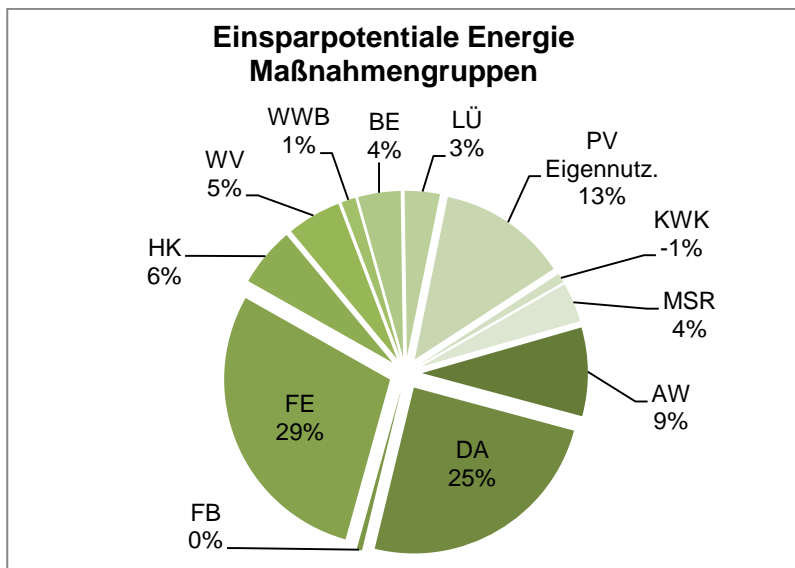
An 4 Standorten ist ein BHKW (KWK) einsetzbar. Die gesamte elektrische Leistung an den 4 Standorten liegt bei 78 kW. Es kann eine Strommenge von 424.704 kWh/a erzeugt werden. Dieses entspricht 16 % des gesamten Strombedarfes aller betrachteten Gebäude.

33 Standorte wurden als 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. Dieses muss in einem ersten Schritt überprüft werden.

Das ermittelte PV-Potenzial liegt bei 2.304 kW<sub>p</sub>. Die solare Stromproduktion wird zu insgesamt 2.188.070 kWh/a ermittelt. Die selbst nutzbare Menge wurde zu 852.221 kWh/a abgeschätzt. Dieses entspricht ca. 32 % des gesamten Strombedarfes aller betrachteten Gebäude

Insgesamt kann der Energieverbrauch um 6.641 MWh/a durch Umsetzung der Maßnahmen reduziert werden. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 40 %. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial etwas größer als im Bereich Technik, wie die nachfolgende Grafik zeigt, wobei Fenster und Dachsanierung in etwa gleiche Anteile haben.

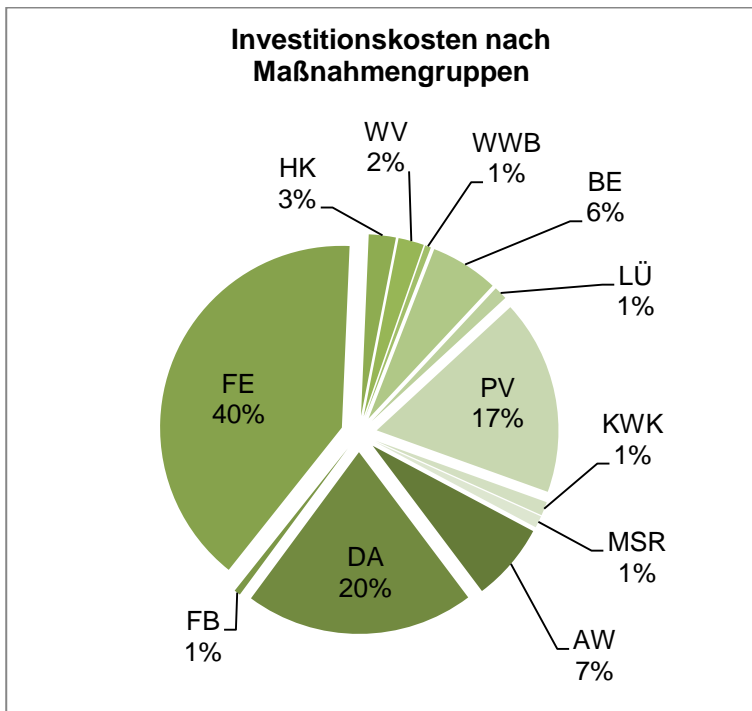
Im Bereich Technik liegt das Haupteinsparpotential im Bereich der PV Eigennutzung; allein dadurch können 12,8 % Einsparungen erzielt werden.



Hülle MWh/a				Technik MWh/a								
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR	
584	1.665	36	1.952	392	357	94	280	232	852	-62	260	
<b>Summe: 4.236</b>				<b>Summe: 2.405</b>								
<b>Gesamtsumme: 6.641</b>												

Abbildung 18: Energieeinsparpotentiale nach Maßnahmengruppe

Für die Umsetzung aller Maßnahmen ist ein Investitionsbedarf von 23.771.259 € 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
1.654	4.847	135	9.504	571	542	125	1.441	283	4.124	291	253
<b>Summe: 16.141</b>				<b>Summe: 7.631</b>							
<b>Gesamtsumme: 23.771</b>											

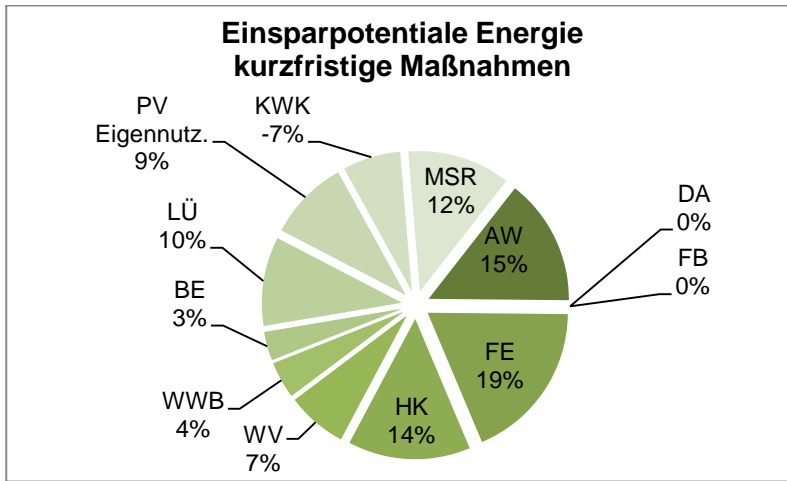
Abbildung 19: Investitionskosten nach Maßnahmengruppen

## 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:

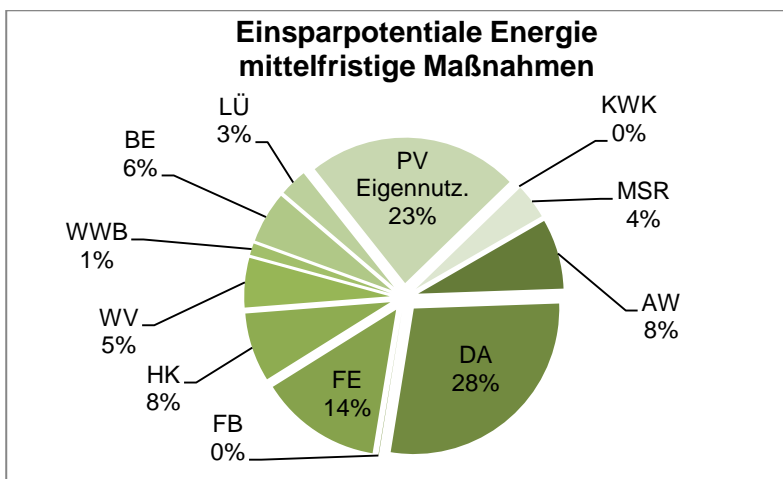
- 799 MWh/a kurzfristig
- 3.246 MWh/a mittelfristig
- 2.596 MWh/a langfristig

In den drei folgenden Abbildungen werden die Maßnahmen den Kategorien zugeordnet. Maßnahmen an der Heizungsanlage und der Beleuchtung werden vor allem als kurzfristige Maßnahme vorgeschlagen. Maßnahmen am Baukörper (Außenwand, Fenster, Dach/Decke) sind hauptsächlich mittel- und langfristige Maßnahmen.



Hülle MWh/a				Technik MWh/a								
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR	
135	0	0	171	130	64	39	31	95	86	-62	110	
<b>Summe: 305</b>				<b>Summe: 494</b>								
<b>Gesamtsumme: 799</b>												

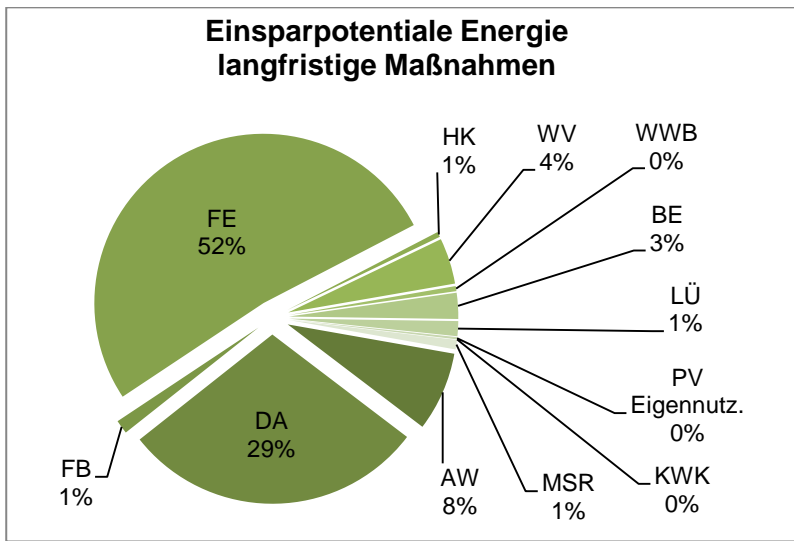
Abbildung 20: Energieeinsparpotential - kurzfristige Maßnahmen



Hülle MWh/a				Technik MWh/a								
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR	
253	912	1	439	248	179	42	185	100	760	0	127	
<b>Summe: 1.605</b>				<b>Summe: 1.641</b>								
<b>Gesamtsumme: 3.246</b>												

Abbildung 21: Energieeinsparpotential - mittelfristige Maßnahmen



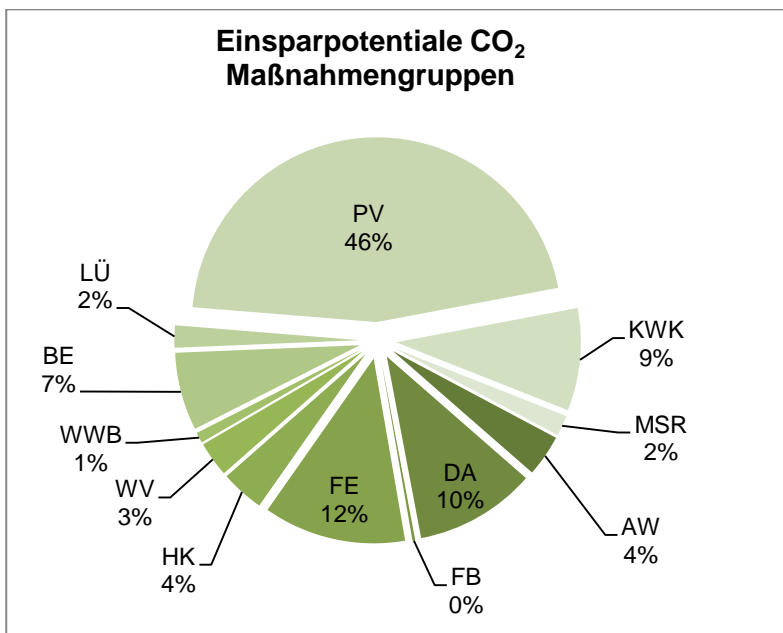


Hülle MWh/a				Technik MWh/a								
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR	
197	753	34	1.342	13	114	13	65	37	5	0	23	
<b>Summe: 2.326</b>				<b>Summe: 270</b>								
<b>Gesamtsumme: 2.596</b>												

Abbildung 22: Energieeinsparpotential - langfristige Maßnahmen

### 7.3 CO<sub>2</sub> – Einsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen

Die Umsetzung aller behandelten Maßnahmen führt zu einer CO<sub>2</sub>-Emissionseinsparung von 2.910 t/a. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 64 %. Hiervon hat die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) einen Anteil von 46 % (1.331 t/a). Ca. 784 t/a entfallen auf den Bereich der Gebäudehülle und 2.125 t/a auf den Bereich der Anlagentechnik.

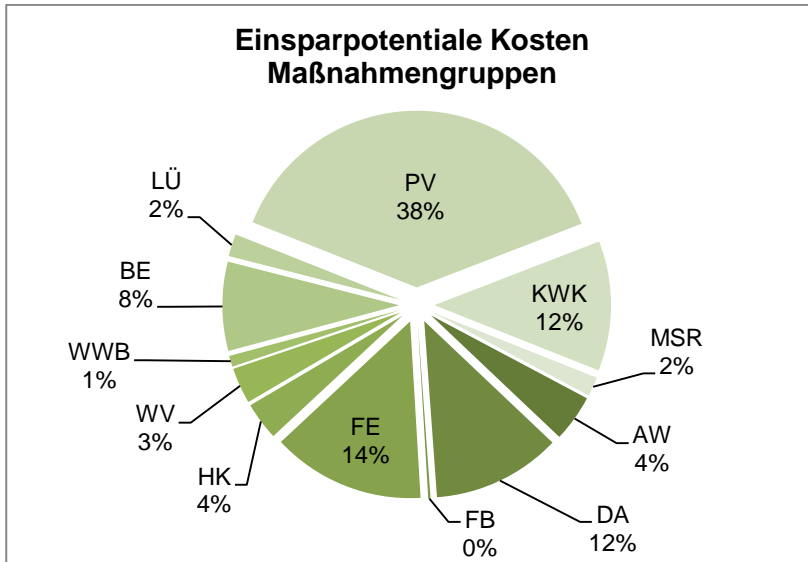


Hülle				Technik							
t/a				t/a							
AW	DA	FB	FE	HK	WV	WWB	BE	LÜ	PV	KWK	MSR
106	308	7	363	110	89	27	198	56	1.331	261	52
<b>Summe: 784</b>				<b>Summe: 2.125</b>							
<b>Gesamtsumme: 2.910</b>											

Abbildung 23: CO<sub>2</sub> Einsparpotential nach Maßnahmengruppen

### 7.4 Kosteneinsparung bei Umsetzung der entwickelten Maßnahmen

Das jährliche Kosteneinsparpotential liegt bei 807.339 €/a. Ca. 70 % 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	
35	95	2	113	28	27	8	66	17	308	96	14	
<b>Summe: 244</b>				<b>Summe: 563</b>								
<b>Gesamtsumme: 807</b>												

Abbildung 24: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen

## 8 Zusammenfassung des Energieverbrauches, der Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen (Sollzustand) kann der Energieverbrauch der Gebäude drastisch reduziert werden. Der Gesamtverbrauch in Höhe von 16.802 MWh/a kann um 40 % auf 10.161 MWh/a verringert werden. Nachfolgend ist der Verbrauch der Einzelgebäude im Sollzustand dargestellt. „Negative Stromverbräuche“ in der Grafik sind berechnungsmethodisch bedingt.

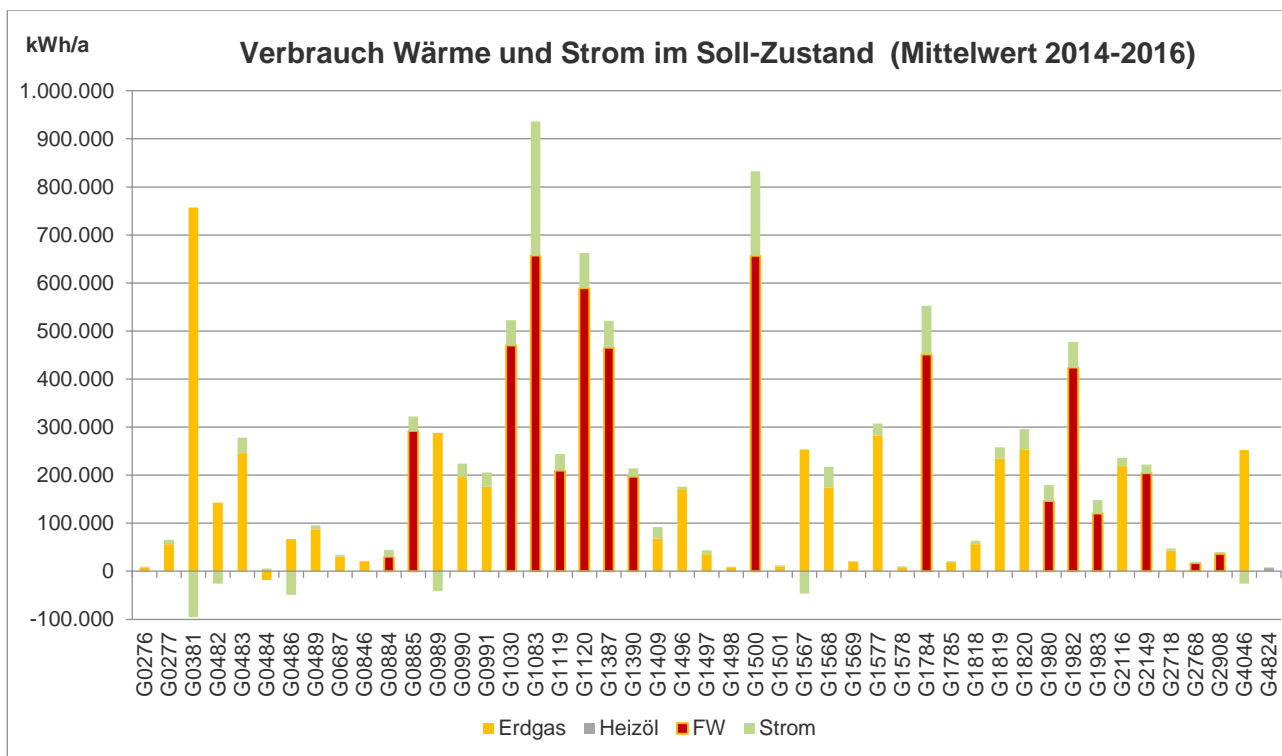


Abbildung 25: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen, ist in den nächsten Abbildungen ein Vergleich des Energieverbrauches, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energiekosten im Ist-Zustand und bei Berücksichtigung des maximalen Einsparpotentials dargestellt.

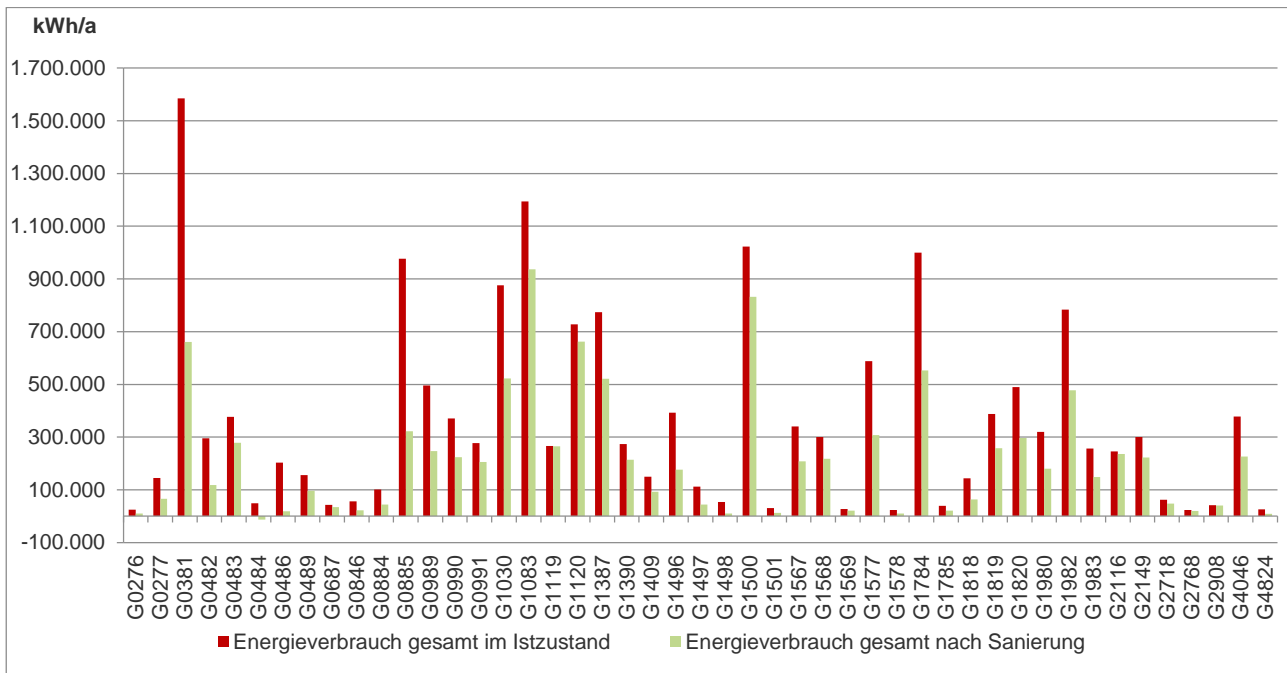


Abbildung 26: Vergleich des Energieverbrauchs im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

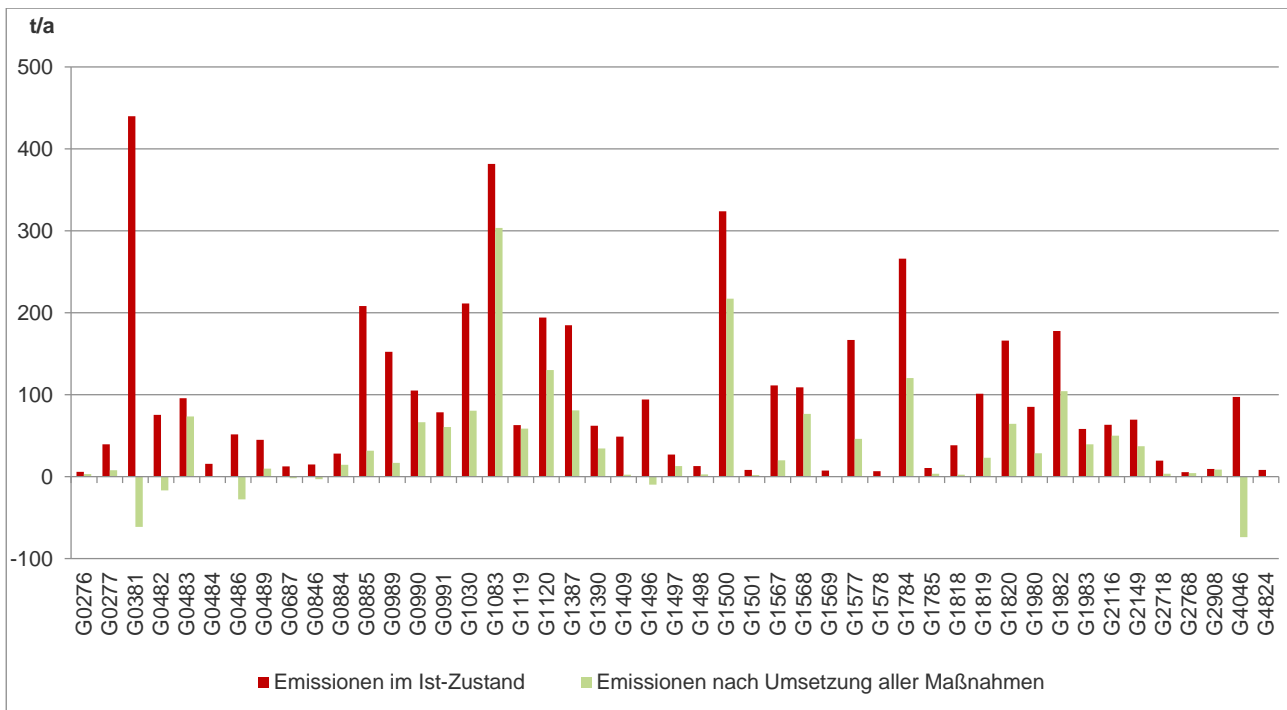


Abbildung 27: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

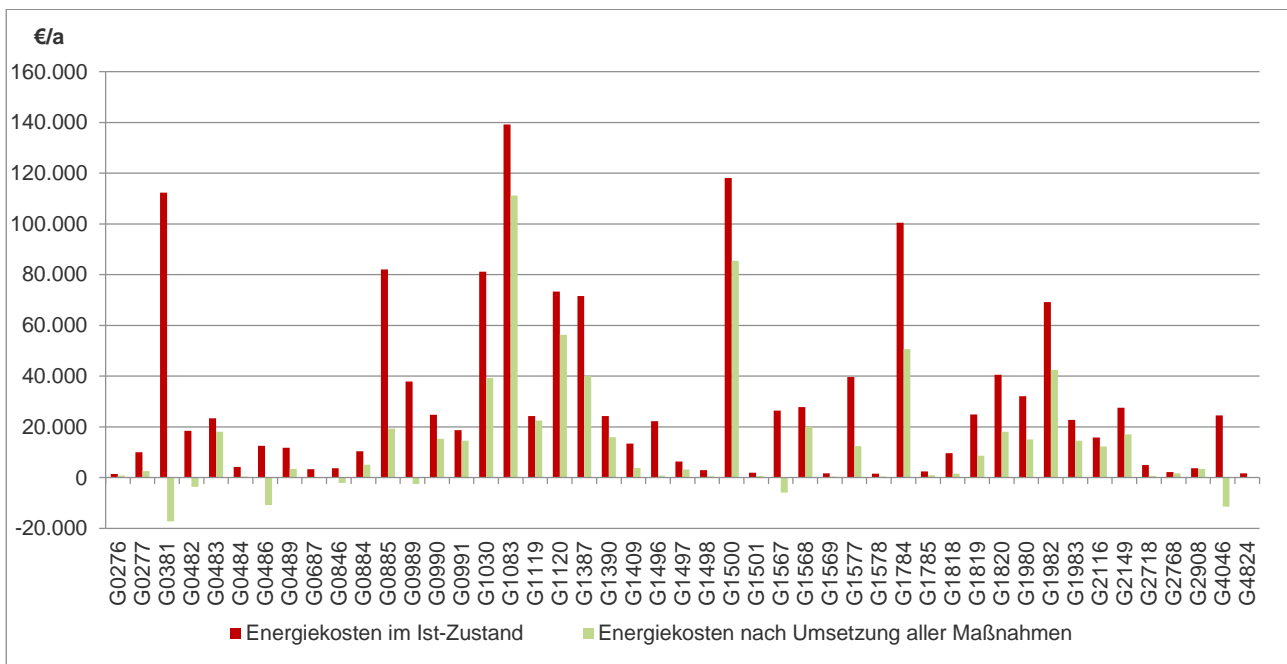


Abbildung 28: Vergleich der Energiekosten im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)

Das Einsparpotential des Energieverbrauchs der einzelnen Gebäude liegt zwischen 3% und 127% (unplausible Werte > 100 % ergeben sich aus der gewählten Systematik). Bei 17 Gebäuden (etwa 36% aller Gebäude) liegt das Einsparpotential über 50%.

Das Einsparpotential der CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Gebäude liegt zwischen 7% und 176%. Bei 30 Gebäuden (etwa 64% aller Gebäude) liegt das Einsparpotential über 50%.

Erstellt am 09.03.2018

**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 (in m <sup>2</sup> )
1	Walle	G0276	Kinderspielplatz Waller Park	Ackerstraße 1 A; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Spielhaus-Initiative	1978	212,08
2	Walle	G0277	Kindertagesheim Waller Park	Ackerstraße 1 A; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesheim	1950	744,14
3	Walle	G0687	Kindertagesheim Bremerhavener Str.	Bremerhavener Straße 81; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1995	419,42
4	Walle	G0884	Kindertagesheim + Jugendfreizeitheim Haferkamp	Ellmersstraße 22; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1955	844,55
5	Walle	G0885	Berufsschule für Großhandel, Außenhandel und Verkehr	Ellmersstraße 24; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Schulgebäude	1967 und 1970	8.723,90
6	Walle	G1030	Handels- und Höhere Handelsschule	Grenzstraße 90; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Berufliche Schule, Hauptgebäude	1961 und 1965 und 1974	11.443,45
7	Walle	G1083	Volkshaus	Hans-Böckler-Straße 9; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gemeinschaftshäuser, Bürgerhäuser	1926	13.279,80
8	Walle	G1119	Oberschule an der Helgoländer Straße	Helgoländer Straße 67 - 69; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Neubau - 1980-	1980	3.316,00
9	Walle	G1120	Oberschule an der Helgoländer Straße	Helgoländer Straße 67 - 69; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Altbau	1911	8.534,50
10	Walle	G1387	Schulzentrum Walle	Lange Reihe 81; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hauptgebäude	1928	8.218,81
11	Walle	G1390	Dep. Schulzentrum Walle	Ritter-Raschen-Straße 43 - 45; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hauptgebäude	1858 und 1963	2.349,20
12	Walle	G1496	Schule Melanchthonstr.	Melanchthonstraße 150 - 152; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hauptgebäude	1955	4.492,43
13	Walle	G1497	Schule Melanchthonstr.	Melanchthonstraße 150 - 152; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Nebengebäude	1955	1.279,84
14	Walle	G1498	Schule Melanchthonstr.	Melanchthonstraße 150 - 152; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1955	609,79
15	Walle	G1500	Schulzentrum Sek. II Utbremen	Meta-Sattler-Straße 33; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schule, Schulgebäude	1970	12.220,20
16	Walle	G1501	Schulzentrum Sek. II Utbremen	Meta-Sattler-Straße 33; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1970	177,40
17	Walle	G1567	Schule an der Nordstraße	Nordstraße 349; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Hauptgebäude	1908/1910	4.267,30
18	Walle	G1568	Schule an der Nordstraße	Nordstraße 349; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1978/1980	2.121,17
19	Walle	G1569	Schule an der Nordstraße	Nordstraße 343; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1980	164,59

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Eigentümer	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF (in m <sup>2</sup> )
20	Walle	G1784	Schulzentrum Sek. II Rübekamp	Rübekamp 37 - 39; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schule, Hauptgebäude	1979 und 1983	11.840,50
21	Walle	G1785	Schulzentrum Sek. II Rübekamp	Rübekamp 39; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1979	219,65
22	Walle	G1818	KTH Löwenzahn	Schleswiger Straße 51; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1950 und 1994	1.163,62
23	Walle	G1819	Jugend- u. Volksmusikschule	Schleswiger Straße 4; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schulen	1900	3.929,77
24	Walle	G1820	Schule am Pulverberg	Schleswiger Straße 10; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule	1910	4.336,61
25	Walle	G1980	Allgemeine Berufsschule Steffensweg	Steffensweg 171; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Berufliche Schule, Hauptgebäude	1905, 1971 und 2004 (Erweiterung)	4.232,50
26	Walle	G1982	Oberschule am Waller Ring	Bremerhavener Straße 83; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Gesamtschule, Altbau	1914	6.937,28
27	Walle	G1983	Oberschule am Waller Ring	Steffensweg 210; 28217 Bremen; Bremerhavener Straße 83; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Neubau - 1976-	1976	2.276,20
28	Walle	G2116	Schule an der Vegesacker Straße	Vegesacker Straße 84; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Sonderschule	1912	2.405,20
29	Walle	G2149	Jugendfreizeitheim Walle	Waller Heerstraße 229; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Jugendfreizeitheim	1953 und 1987	1.587,37
30	Walle	G2768	Jugendfreizeitheim Walle	Waller Heerstraße 229; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Büro/Verwaltung	1993	232,89
31	Walle	G2908	Oberschule am Waller Ring	Bremerhavener Straße 83; 28217 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schule, Schultypenbau	2001	762,03
32	Walle	G4046	Sportanlage Hohweg	Hohweg 50; 28219 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Sporthalle	1980	4.061,00
33	Findorff	G0381	Schule Am Weidedamm	Am Weidedamm 20; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hauptgebäude	1962/1967	11.785,30
34	Findorff	G4824	Schule Am Weidedamm	Am Weidedamm 20; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1962	151,10
35	Findorff	G0482	Schule an der Augsburgener Straße	Augsburger Straße 175; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Grundschule, Altbau	1956	1.740,42
36	Findorff	G0483	Schule an der Augsburgener Straße	Augsburger Straße 175; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Neubau - 1976-	1976	2.207,03
37	Findorff	G0484	Schule an der Augsburgener Straße	Augsburger Straße 175; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Turnhalle	1968	639,58
38	Findorff	G0486	Schule an der Augsburgener Straße	Augsburger Straße 175; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Klassentrakt	1959	1.186,20
39	Findorff	G0489	Kindertagesheim Augsburgener Str.	Augsburger Straße 134; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1974	1.224,40
40	Findorff	G0846	Kindertagesheim Dresdener Str.	Dresdener Straße 11; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1992	382,50



Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Eigentümer	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF (in m <sup>2</sup> )
41	Findorff	G0989	Oberschule Findorff Standort Regensburger Straße	Regensburger Straße 66 - 70; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Altbau - Regensburger Str.	1913	5.626,92
42	Findorff	G0990	Oberschule Findorff Standort Regensburger Straße	Regensburger Straße 66 - 70; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Fachtrakt Verwaltung	1979/1981	3.365,58
43	Findorff	G0991	Oberschule Findorff Standort Regensburger Straße	Gothaer Straße 60; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Altbau - Gothaer Str.	1912/1914	2.533,61
44	Findorff	G1409	Kindertagesheim Leipziger Str.	Leipziger Straße 19; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Kindertagesstätte	1971	1.061,10
45	Findorff	G1577	Oberschule Findorff Standort Nürnberger Straße	Nürnberger Straße 34; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hauptgebäude	1912	5.608,33
46	Findorff	G1578	Oberschule Findorff Standort Nürnberger Straße	Nürnberger Straße 34; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	Hausmeisterhaus	1979	278,00
47	Findorff	G2718	Oberschule Findorff Standort Regensburger Straße	Regensburger Straße 66 - 70; 28215 Bremen	SV Immob. + Technik (Stadt)	allgemeinbildende Schulen, SFG-Anbau	2000	1.319,74

## Anlage 2: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

		Fläche	Verbrauch IST				Einsparung absolut				Einsparung
			NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Erdgas	Heizöl	FW	Strom
Liegenschaft/Gebäude	G-Code	m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
Spielhaus-Initiative	G0276	192	21.725	0	0	2.358	14.314	0	0	180	60%
Kindertagesheim Waller Park	G0277	640	124.593	0	0	20.020	68.610	0	0	10.430	55%
Schule Am Weidedamm- Schulgebäude	G0381	10.607	1.348.046	0	0	236.709	591.057	0	0	332.256	58%
Schule An der Augsburgers Straße - Altbau/Pavillon	G0482	1.566	265.245	0	0	30.672	122.104	0	0	56.218	60%
Schule An der Augsburgers Straße - Neubau	G0483	1.986	338.089	0	0	38.896	94.070	0	0	4.987	26%
Schule An der Augsburgers Straße- Turnhalle	G0484	582	37.231	0	0	11.289	55.786	0	0	5.777	127%
Schule An der Augsburgers Straße - Klassentrakt	G0486	1.068	181.711	0	0	20.905	114.664	0	0	69.675	91%
Kindertagesheim Augsburgers Straße	G0489	1.053	128.517	0	0	27.073	42.518	0	0	17.291	38%
Kindertagesheim Bremerhavener Straße	G0687	361	35.158	0	0	7.588	4.307	0	0	4.436	20%
Kindertagesheim Dresdener Str.	G0846	329	48.671	0	0	7.113	29.297	0	0	4.864	61%
Kindertagesheim Haferkamp + Jugendfreizeitheim	G0884	726	0	0	80.619	20.832	0	0	50.065	6.879	56%
Berufsschule für Großhandel, Außenhandel und Verkehr	G0885	7.852	0	0	885.620	90.833	0	0	593.513	61.190	67%
Oberschule Findorff - Altbau Regensburger Straße	G0989	5.064	411.972	0	0	84.310	123.927	0	0	125.133	50%
Oberschule Findorff- Fachtrakt Verwaltung	G0990	3.029	325.657	0	0	45.178	131.271	0	0	15.574	40%
Oberschule Findorff- Altbau Gothaer Straße	G0991	2.280	243.211	0	0	34.006	66.836	0	0	4.850	26%
Handels- und höhere Handelsschule Grenzstraße	G1030	10.299	0	0	750.410	126.112	0	0	280.705	72.993	40%
Volkshaus	G1083	11.288	0	0	850.387	343.898	0	0	192.889	65.256	22%
Oberschule Helgoländer Straße Neubau	G1119	2.984	0	0	230.061	35.817	0	0	20.356	1.122	8%
Oberschule Helgoländer Straße Altbau	G1120	7.681	0	0	589.078	138.844	0	0	0	65.329	9%
Schulzentrum Walle - Hauptgebäude	G1387	7.397	0	0	665.245	108.431	0	0	200.161	52.512	33%
Dep. Schulzentrum Walle	G1390	2.114	0	0	241.049	32.655	0	0	44.287	15.065	22%
Kita Leipziger Straße	G1409	913	112.590	0	0	36.910	44.575	0	0	12.531	38%

		Fläche	Verbrauch IST				Einsparung absolut				Einsparung
		NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Endenergie
Liegenschaft/Gebäude	G-Code	m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
Schule Melanchthonstraße - Hauptgebäude	G1496	4.043	363.549	0	0	29.323	192.579	0	0	23.983	55%
Schule Melanchthonstraße - Nebengebäude	G1497	1.152	104.119	0	0	8.354	68.339	0	0	465	61%
Schule Melanchthonstraße- Turnhalle	G1498	549	50.502	0	0	3.664	42.360	0	0	2.315	82%
Schulzentrum Sek. II Utbremen	G1500	10.998	0	0	732.948	289.333	0	0	76.279	113.536	19%
Hausmeisterhaus SZ Sek.II Utbremen	G1501	151	0	27.436	0	3.000	-10.236	27.436	0	833	59%
Schule an der Nordstraße- Hauptgebäude	G1567	3.841	0	292.808	0	46.989	-253.452	292.808	0	92.989	39%
Schule an der Nordstraße - Sporthalle	G1568	1.930	0	235.487	0	65.244	-174.249	235.487	0	22.304	28%
Hausmeisterhaus Schule Nordstraße	G1569	140	0	23.421	0	3.000	-20.343	23.421	0	2.217	20%
Oberschule Findorff Nürnberger Straße	G1577	5.047	515.762	0	0	71.998	233.637	0	0	46.609	48%
Oberschule Findorff Nürnberger Straße - Hausmeisterhaus	G1578	236	19.786	0	0	3.000	11.666	0	0	853	55%
Schulzentrum Sek. II Rübekamp	G1784	10.656	0	0	810.515	189.659	0	0	359.304	88.122	45%
Hausmeisterhaus SZ Rübekamp	G1785	187	35.305	0	0	3.781	16.247	0	0	1.686	46%
Kindertagesheim Löwenzahn	G1818	1.001	125.555	0	0	18.162	69.201	0	0	10.760	56%
Jugend- und Volksmusikschule - Schulgebäude	G1819	3.537	343.515	0	0	44.726	108.819	0	0	21.240	33%
Schule am Pulverberg - Hauptgebäude	G1820	3.903	0	409.189	0	80.831	-252.509	409.189	0	37.051	40%
Allgemeine Berufsschule Steffensweg	G1980	3.809	0	0	259.051	60.807	0	0	113.164	27.196	44%
Oberschule Waller Ring- Altbau	G1982	6.244	0	0	690.807	92.315	0	0	266.936	39.198	39%
Oberschule Waller Ring - Neubau	G1983	2.049	0	0	226.642	30.287	0	0	106.707	2.040	42%
ReBUZ West- Schulgebäude	G2116	2.165	218.765	0	0	26.839	0	0	0	9.156	4%
Jugendfreizeitheim Walle	G2149	1.429	0	0	261.431	38.351	0	0	57.439	20.026	26%
Oberschule Findorff- SFG Anbau	G2718	1.188	50.105	0	0	11.880	7.388	0	0	7.207	24%
Jugendfreizeitheim Walle Büro/Verwaltung	G2768	200	0	0	20.286	3.000	0	0	3.043	885	17%
Oberschule am Waller Ring- Schultypenbau	G2908	686	0	0	36.180	5.007	0	0	0	1.108	3%
Sportanlage Hohweg	G4046	3.696	335.691	0	0	41.867	83.257	0	0	67.805	40%
Hausmeisterhaus Schule Weidedamm	G4824	129	0	22.984	0	3.000	0	16.516	0	973	67%

		Fläche	Verbrauch IST				Einsparung absolut				Einsparung
			NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Erdgas	Heizöl	FW	Strom
Liegenschaft/Gebäude	G-Code	m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	%
<b>Summe</b>		<b>148.974</b>	<b>5.785.068</b>	<b>1.011.325</b>	<b>7.330.328</b>	<b>2.674.864</b>	<b>1.626.040</b>	<b>1.004.857</b>	<b>2.364.846</b>	<b>1.645.103</b>	
			<b>14.126.720</b>				<b>4.995.743</b>				
			<b>16.801.585</b>				<b>6.640.846</b>				