

# Klimaschutzteilkonzept SVIT-Gebäude Gröpelingen und Häfen Immobilien Bremen AöR

## Zusammenfassung



Erstellt von:



*ibek* Ingenieur- und Beratungsgesellschaft mbH

Schlachte 21 28195 Bremen

Tel. 04 21 / 16 80 88 Fax 04 21 / 16 80 90

[info@ibek.de](mailto:info@ibek.de) [www.ibek.de](http://www.ibek.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Das Klimaschutz-Teilkonzept wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen PTJ: 03K04896

## I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis .....	II
II.	Abbildungsverzeichnis .....	III
III.	Tabellenverzeichnis .....	IV
1.	Einleitung .....	1
2.	Aufgabenstellung .....	5
3.	Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse .....	7
3.1.	Ermittlung des Ist-Zustandes .....	7
3.2.	Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials .....	9
3.3.	Wirtschaftliche Rahmendaten zur Bestimmung des Einsparpotenzials .....	10
4.	Zusammenfassung der Energieverbräuche, der Energiekosten und der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Ist-Zustand .....	15
5.	Maßnahmen .....	22
6.	Zusammenfassung der Energieverbrauches, der Energiekosten und der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen .....	29
A.	Anhang .....	A

## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angenommene Faktoren für die Witterungskorrektur (DWD Flughafen Bremen)	7
Abbildung 2: Bewertungskategorien und Handlungsbedarf	8
Abbildung 3: Der Untersuchung zugrunde gelegte Arbeitspreise und Teuerungsraten	10
Abbildung 4: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)	15
Abbildung 5: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand	16
Abbildung 6: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr	16
Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden	17
Abbildung 8: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand	18
Abbildung 9: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand	18
Abbildung 10: Lastgang typische Schule	19
Abbildung 11: Feuerwache West	20
Abbildung 12: Lastgang Verwaltungsgebäude	21
Abbildung 13: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken	23
Abbildung 14: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmen-Gruppe	24
Abbildung 15: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen	25
Abbildung 16: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen	25
Abbildung 17: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen	26
Abbildung 18: CO <sub>2</sub> -Einsparpotential nach Maßnahmengruppen	27
Abbildung 19: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen	28
Abbildung 20: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand	29
Abbildung 21: Vergleich des Energieverbrauchs im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotenzials (grün)	30

### III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Liegenschaften und Gebäude mit eigenem G-Code ..	2
Tabelle 2: Soll U-Werte für Maßnahmen am Baukörper gemäß Energierichtlinie Bremen, Entwurf vom 30.05.2016.....	9
Tabelle 3: Angenommene Heizgradstunden und spezifisches Einsparpotenzial für Maßnahmen am Baukörper.....	10
Tabelle 4: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen .....	11
Tabelle 5: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle .....	11
Tabelle 6: Maßnahmenkosten für Heizung und TGA Ausrüstung .....	12
Tabelle 7: Übersicht der angenommenen CO <sub>2</sub> -Faktoren .....	14
Tabelle 8: Energieverbrauch gesamt absolut nach Energieträger in MWh.....	15

## 1. Einleitung

Immobilien Bremen AöR (IB) hat die ibek GmbH beauftragt, ein Klimaschutzteilkonzept für eigene Liegenschaften in Bremen -Gröpelingen und -Häfen 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 IB 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.

Die ibek GmbH hatte den Auftrag, folgende 50 Gebäude zu untersuchen und Maßnahmen zur Effizienzverbesserung vorzuschlagen:

**Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Liegenschaften und Gebäude mit eigenem G-Code**

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF in m <sup>2</sup>	Liegenschaft BGF in m <sup>2</sup>	Status
1	Gröpelingen	G0336	Kindertagesheim Nonnenberg	Am Nonnenberg 38; 28239 Bremen	Kindertagesstätte	1956	879	879	
2	Gröpelingen	G0337	Bürgerhaus	Am Nonnenberg 40; 28239 Bremen	Gemeinschaftshäuser, Bürgerhäuser	1977	1356	1356	
3	Gröpelingen	G0338	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 3; 28239 Bremen	Sonderschule	1914	1066	4669	
4	Gröpelingen	G0339	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 1 - 3; 28239 Bremen	Turnhalle	1976	608		wurde abgerissen
5	Gröpelingen	G0340	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 1 - 3; 28239 Bremen	Mehrzweckgebäude (ehem. Hauptgebäude)	1968	265		
6	Gröpelingen	G0341	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 2; 28239 Bremen	Sonderschulen	1891	399		wird nicht genutzt
7	Gröpelingen	G0342	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 1 - 3; 28239 Bremen	Sonderschule Neubau	2000	2182		
8	Gröpelingen	G2745	Schule Am Oslebshauer Park	Am Oslebshauer Park 1 - 3; 28239 Bremen	Unterkunftsgebäude	1966	150		wurde abgerissen
9	Gröpelingen	G0466	Schule Auf den Heuen	An der Fuchtelkuhle 13; 28239 Bremen	Grundschule Hauptgebäude	1961	2969	3528	
10	Gröpelingen	G0467	Schule Auf den Heuen	An der Fuchtelkuhle 13; 28239 Bremen	Turnhalle	1973	559		wurde 2017 total saniert
11	Gröpelingen	G0469	Kindertagesheim Auf den Hunnen	Auf den Hunnen 32; 28239 Bremen	Kindertagesheim	1967	1047	1267	
12	Gröpelingen	G2274	Kindertagesheim Auf den Hunnen	Auf den Hunnen 34; 28239 Bremen	Horthaus	1972	221		
13	Gröpelingen	G0470	Jugendfreizeitheim Oslebshausen	Oslebshauer Heerstraße 225; 28239 Bremen	Jugendfreizeitheim	1975	528	528	
14	Gröpelingen	G0918	Schule an der Fischerhuder Straße	Fischerhuder Straße 22; 28237 Bremen	Grundschule Hauptgebäude	1912	9918	10221	
15	Gröpelingen	G0920	Schule an der Fischerhuder Straße	Fischerhuder Straße 22; 28237 Bremen	Grundschule Mobilbau	1961	304		
16	Gröpelingen	G1069	Kindertagesheim Halmerweg	Halmerweg 7; 28237 Bremen	Kindertagesstätte	1939	1539	1539	
17	Gröpelingen	G1070	Schule am Halmerweg	Halmerweg 71; 28237 Bremen	Grundschule Hauptgebäude	1957	1911	2007	
18	Gröpelingen	G2673	Schule am Halmerweg	Halmerweg 71; 28237 Bremen	Mensa, Hausmeisterhaus	1955	96		
19	Gröpelingen	G1489	Jugendfreizeitheim Gröpelingen	Marienwerderstraße 6 A; 28237 Bremen	Jugendfreizeitheim	1959	1307	1307	
20	Gröpelingen	G1420	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Turnhalle	1974	4422	15645	
21	Gröpelingen	G2728	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Jahrgangsbau 5/6	2000	1420		
22	Gröpelingen	G2729	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Jahrgangsbau 7/8	2000	1499		
23	Gröpelingen	G2730	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Jahrgangsbau 9/10	2000	1498		
24	Gröpelingen	G2731	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Mensagebäude	1999	737		
25	Gröpelingen	G2732	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Küchengebäude	2001	957		
26	Gröpelingen	G2733	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Mitteltrakt	2000	3481		
27	Gröpelingen	G2735	Gesamtschule West	Lissaer Straße 7; 28237 Bremen	Werktrakt	2001	1631		

Nr.	Stadtteil	G-Code	Name des Gebäudes	Adresse	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF in m <sup>2</sup>	Liegenschaft BGF in m <sup>2</sup>	Status	
28	Gröpelingen	G1607	Schule an der Oslebshäuser Heerstraße	Oslebshäuser Heerstraße 113; 28239 Bremen	Pavillon	1961	1758	4320		
29	Gröpelingen	G1608	Schule an der Oslebshäuser Heerstraße	Oslebshäuser Heerstraße 115; 28239 Bremen	Altbau	1906	1653			
30	Gröpelingen	G1609	Schule an der Oslebshäuser Heerstraße	Oslebshäuser Heerstraße 115; 28239 Bremen	Turnhalle	1957	604		wird abgerissen	
31	Gröpelingen	G1610	Schule an der Oslebshäuser Heerstraße	Oslebshäuser Heerstraße 115; 28239 Bremen	Vorklassengebäude	1967	305		wird abgerissen	
32	Gröpelingen	G2766	Dependace a.d.Humannstraße ehem.Tirpitz-Kaserne	Humannstraße 71; 28239 Bremen	Schulgebäude (Lehrküche)	1984	892	892		
33	Gröpelingen	G1695	Kindertagesheim Pastorenweg	Pastorenweg 110; 28237 Bremen	Kindertagesstätte	1975	1235	1729		
34	Gröpelingen	G1696	Kindertagesheim Pastorenweg	Pastorenweg 110; 28237 Bremen	Horthaus	1990	169			
35	Gröpelingen	G4059	Kindertagesheim Pastorenweg/ Rettungswache	Pastorenweg 104; 28237 Bremen	Rettungswache; Gebäude für öffentliche Bereitschaftsd.	1973	325		wurde verkauft	
36	Gröpelingen	G1698	Schule am Pastorenweg	Pastorenweg 91 - 93; 28237 Bremen	Grundschule; Haupthaus/Hausm./Turnhalle	1982	3894	3894		
37	Gröpelingen	G1707	Kinderspielplatz Wohlers Eichen	Pennigbütteler Straße 59; 28239 Bremen	Spielplatzhaus	1979	186	186		
38	Gröpelingen	G1709	Neue Oberschule Gröpelingen	Pestalozzistraße 9; 28239 Bremen	Altbau	1914	8928	13606		
39	Gröpelingen	G1710	Neue Oberschule Gröpelingen	Humannstraße 73; 28239 Bremen; Ernst-Waldau-Straße 1; 28239 Bremen	Neubau -1978/80	1978/1980	4469			
40	Gröpelingen	G1711	Neue Oberschule Gröpelingen	Pestalozzistraße 9; 28239 Bremen	Pavillon	1971	209			
41	Gröpelingen	G1739	Berufsschule	Reiherstraße 80; 28239 Bremen	allgemeinbildende Schule, Altbau	1910	1557		5763	
42	Gröpelingen	G1740	Berufsschule	Reiherstraße 80; 28239 Bremen	allgemeinbildende Schule, Neubau/Verwaltung - 1985/93-	1985 und 1993	4206			
43	Gröpelingen	G2295	Kindertagesheim	Ortstraße 10 A; 28237 Bremen	Amt für Soziale Dienste	ca. 1930	1124	1124		
44	Gröpelingen	G0052	Bezirkssportanlage Gröpelingen	Lissaer Straße 50; 28237 Bremen	Sporthalle und Umkleidegebäude	1968 und 1972	2055	2354		
45	Gröpelingen	G2881	Bezirkssportanlage Gröpelingen	Lissaer Straße 50; 28237 Bremen	Dienstwohnung und Gaststätte	1979	299			
46	Gröpelingen	G5513	Villa Waltjenstr.	Waltjenstraße 140; 28237 Bremen	Betreuungseinrichtung	1887/1888	495	495		
47	Häfen	G1811	Amt für Soziale Dienste Schiffbauerweg 22	Schiffbauerweg 22; 28237 Bremen	Verwaltungsgebäude	1920	6981	6981		
48	Häfen	G2438	Amt für Soziale Dienste Schiffbauerweg 4	Schiffbauerweg 4; 28237 Bremen	Verwaltungsgebäude	1920	5485	5485		
49	Häfen	G2941	Feuerwache West	Gottlieb-Daimler-Straße 8; 28237 Bremen	Gebäude für öffentliche Bereitschaftsd.	2002	3876	3876		
50	Häfen	G4745	Lichthaus Gröpelingen	Use Akschen 4; 28237 Bremen; Hermann-Prüser-Straße 4;	Ausstellungsgebäude	1916	3533	3533		
<b>Anzahl untersuchter Gebäude mit eigenem G-Code:</b>			<b>43</b>	<b>Anzahl Liegenschaften</b>		<b>25</b>	<b>Summe BGF</b>	<b>97.186</b>	<b>97.186</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Von den 50 beauftragten Gebäuden wurden lediglich 43 Gebäude im Detail untersucht. Zwei Gebäude stehen unmittelbar vor dem Abriss. Drei Gebäude wurden bereits abgerissen bzw. verkauft. Je ein weiteres Gebäude wird nicht genutzt bzw. wurde erst im Jahr 2017 totalsaniert. Deshalb wurde auf eine Begehung und Gebäudeuntersuchung in Absprache mit dem Auftraggeber verzichtet.

## 2. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes, SVIT-Gebäude in Bremen Gröpelingen und Häfen wurde für 43 Gebäude eine energetische Untersuchung nach folgenden Kriterien und unter folgender Aufgabenstellung durchgeführt:

- **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 der Sanierungsoptionen mit Bewertung der Priorität und des Energieeinsparpotenzials (Menge MWh)
    - Ableitung strategischer Empfehlungen zu kurz-, mittel- oder langfristigen Maßnahmen
    - Darstellung der 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) und Stromlastgangdaten, sofern diese vorlagen
- Solartechnische Bewertung der Dachflächen der untersuchten Liegenschaften aus dem Solarkataster Bremen
- Datenaufnahme vor Ort durch ibek immer gemeinsam mit dem Hausmeister bzw. Haustechniker: Grundrisspläne der Gebäude, Datenabgleich und ergänzende Datenaufnahme in Zusammenarbeit mit den Hausmeistern / Haustechnikern

Bei den Liegenschaften handelt es sich überwiegend um Schulen und Sporthallen. Es wurden aber auch Kindertagesheime, Freizeitheime, ein Bürgerzentrum und Verwaltungsgebäude sowie eine Feuerwache 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.

### 3. Methodik und Randbedingungen der Energieanalyse

#### 3.1. Ermittlung des Ist-Zustandes

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. Allerdings konnte festgestellt werden, dass nicht immer am 30/31. oder 01. eines Monats abgelesen wird und auch das Datum des Ablesens nicht dokumentiert wird, sodass eine nachträgliche Korrektur der Verbrauchsdaten nicht möglich ist.

Außerdem haben einige der Liegenschaften nur einen Wärme- oder Stromzähler oder ein Teil der Gebäude wird durch ein anderes Gebäude mitversorgt. Die fehlende Unterzählung erschwert die Erstellung einer rechnerischen Energiebilanz der Einzelgebäude. In diesen Fällen wurden das Einsparpotenzial anhand einer vereinfachten Berechnung ermittelt. Die Wirksamkeit einer Einzelmaßnahme im Bereich der Gebäudehüllfläche wird mit geschätzten Bauteilflächen, deren U-Wert (vor/nach Sanierung) und einem Faktor der Heizgradtage, unterteilt nach "vollbeheizt", "teilbeheizt" oder „Frostfreihaltung“, ermittelt.

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>			
GTZ DWD HB Flughafen	2014	2015	2016
langj. Mittel (2007 - 2016)	3.098	3.390	3.402
Faktor	3.478	3.478	3.478
	1,12	1,03	1,02
<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 überprüft, in dem die Gebäudekanten und Längen im web-Tool Google Earth professional grob ermittelt wurden. Bei dem Gebäuderundgang vor Ort konnte erhoben werden, welche Bereiche der Liegenschaft tatsächlich beheizt bzw. mit Strom versorgt werden. Daher werden die Flächen im Bericht in vollbeheizte (> 19°C) und teilbeheizte Bereiche (<19°C) aufgeteilt. Aus den voll- und teilbeheizten Flächen wurde mit Hilfe eines Flächenumrechnungsfaktors (NGF/BGF-Faktor gemäß ENEV) die Energiebezugsfläche bestimmt. Hierbei ergeben sich teilweise Abweichungen zu den von Immobilien



### 3.2. Technische Randbedingungen zur Bestimmung des Einsparpotenzials

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

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

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	Außenzwände	0,18	0,25
2 a	Außenzuliegende 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.

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

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

Ausgehend von den Bremer Witterungsdaten (Abb. 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.

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

**Heizgrad-Std / spezif. Einsparpotenzial**

		19 bis 20 °C	17 bis 18°C	
AW und DE/DA	Heizgradstunden	72	62	kKh/a
FB & Keller	Heizgradstunden	36	31	kKh/a
Fenster	Iso gegen WSG 1,3	136	118	kWh/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

**3.3. 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 aufgeführten Energiepreise für „Ist“ und „langfristig“ angenommen:

Arbeitspreis	Preis-			
	IST (brutto )	steigerung	langfristig**	
	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

**Abbildung 3: 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 4 dargestellt. Bei Maßnahmen im Bereich der Anlagentechnik wird auf die VDI 2067 verwiesen. PV-Anlagen sind in der VDI 2067 nicht aufgeführt, hier werden 20 Jahre angenommen.

**Tabelle 4: Zugrunde gelegte Nutzungsdauern der Maßnahmen**

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

### 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 zugrunde gelegt:

**Tabelle 5: Maßnahmenkosten für Dämmmaßnahmen/Gebäudehülle**

	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 Heizung und TGA Ausrüstung**

**Gas-Brennwert-Kessel**

Leistungsbereich in kW	Leistungsbereich	Leistungsbereich			
		< 30 kW	< 80	< 300	> 300
<b>Sanierung Kessel</b>	€/kW	250,00	200,00	175,00	175,00
<b>Formel</b>	<b>407,87*kW^-0,152</b>				

**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 Kita 4 Gruppen	5000 m³/h	10.000 m³/h	15.000 m³/h	
Einsatzbereiche							
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						

<b>Motoren und FU</b>	Leistung	1 kW	2 kW	4 kW	5 kW
Lüfter-Motoren gegen EC-Motoren nachrüsten					
FU nachrüsten					

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

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

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

**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:

**Tabelle 7: Übersicht der angenommenen CO<sub>2</sub>-Faktoren**

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

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

Insgesamt wird in den Gebäuden zur Beheizung und Warmwasserbereitung jährlich 9.109 MWh/a Wärme und zur elektrischen Versorgung 1.544 MWh/a Strom eingesetzt. Die Darstellung der Einzelverbräuche ist in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

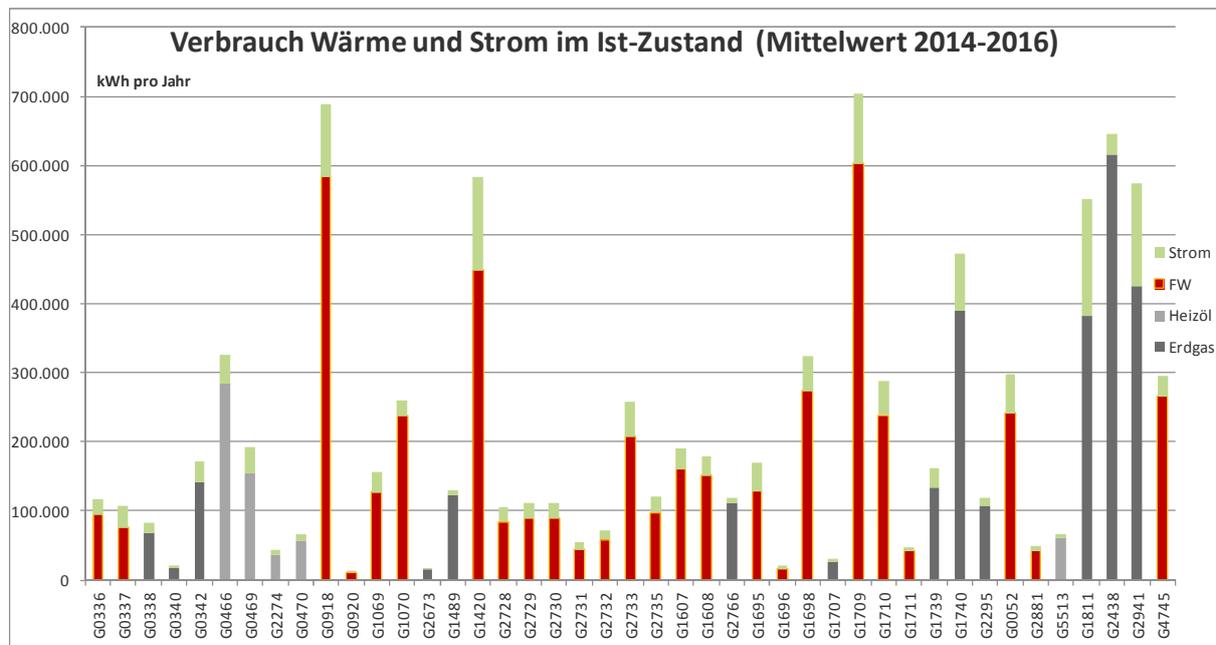


Abbildung 4: Wärme- und Stromverbrauch der Gebäude im Ist-Zustand (Mittelwerte 2014-2016)

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen 2.175 t/a. Die Emissionen pro Gebäude sind in Abbildung 5 dargestellt. Als CO<sub>2</sub>-Faktoren wurden die im Land Bremen vergebenen Faktoren für Strom und Fernwärme und die bundesweiten Faktoren für Erdgas und Heizöl angesetzt. Tabelle 8 zeigt die absoluten Energieverbräuche im IST-Zustand nach Energieträger aufgeschlüsselt.

Tabelle 8: Energieverbrauch gesamt absolut nach Energieträger in MWh

Energieverbrauch gesamt absolut in MWh	Erdgas	Heizöl	FW	Strom
	2.557	594	4.414	1.544

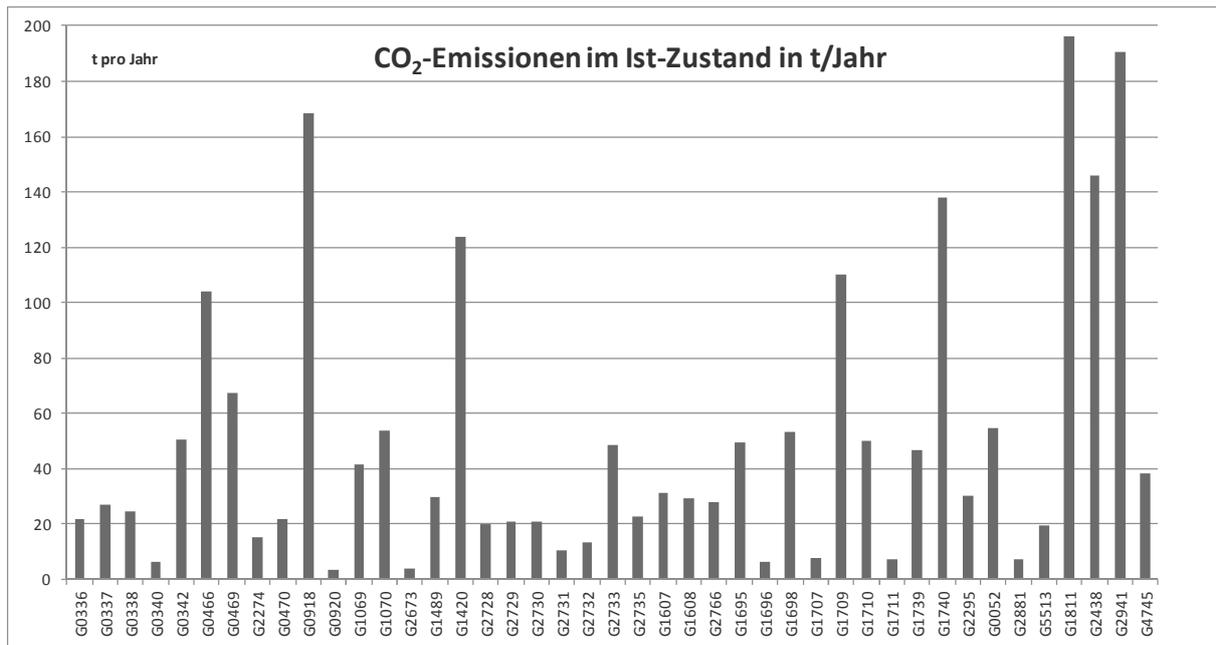


Abbildung 5: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gebäude im Ist-Zustand

Durch die Energienutzung fallen jährliche Energiekosten (Brutto) in der Höhe von ca. 806.000 €/a an, welche in Abbildung 6 pro Gebäude dargestellt sind.

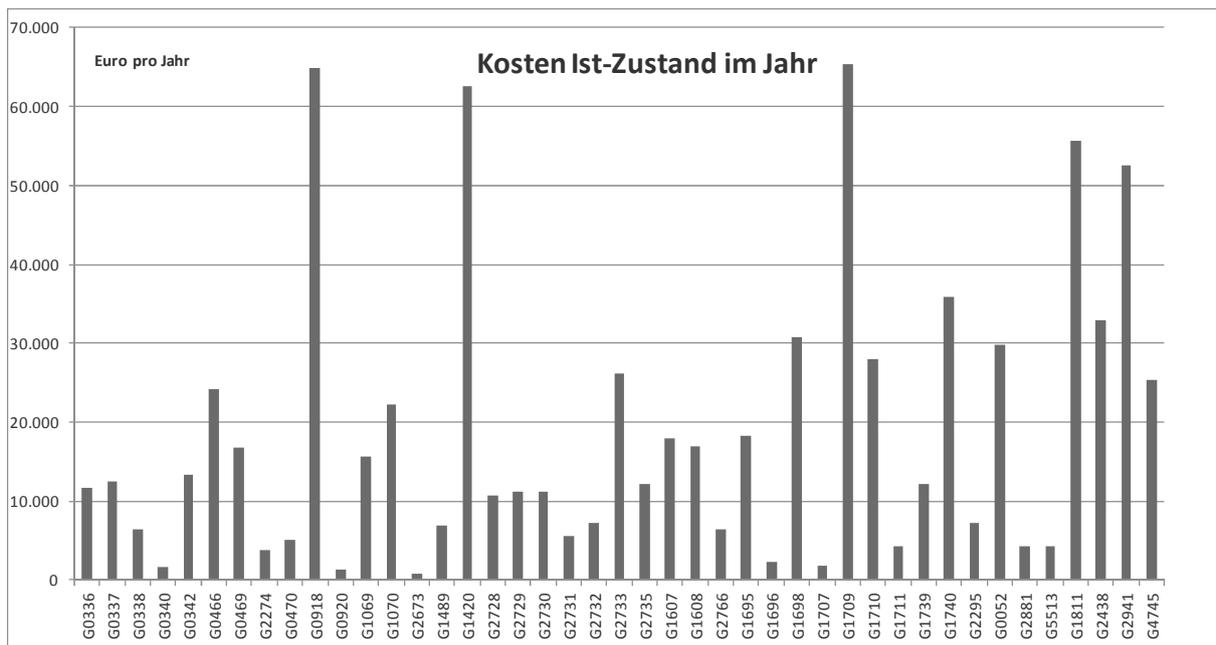
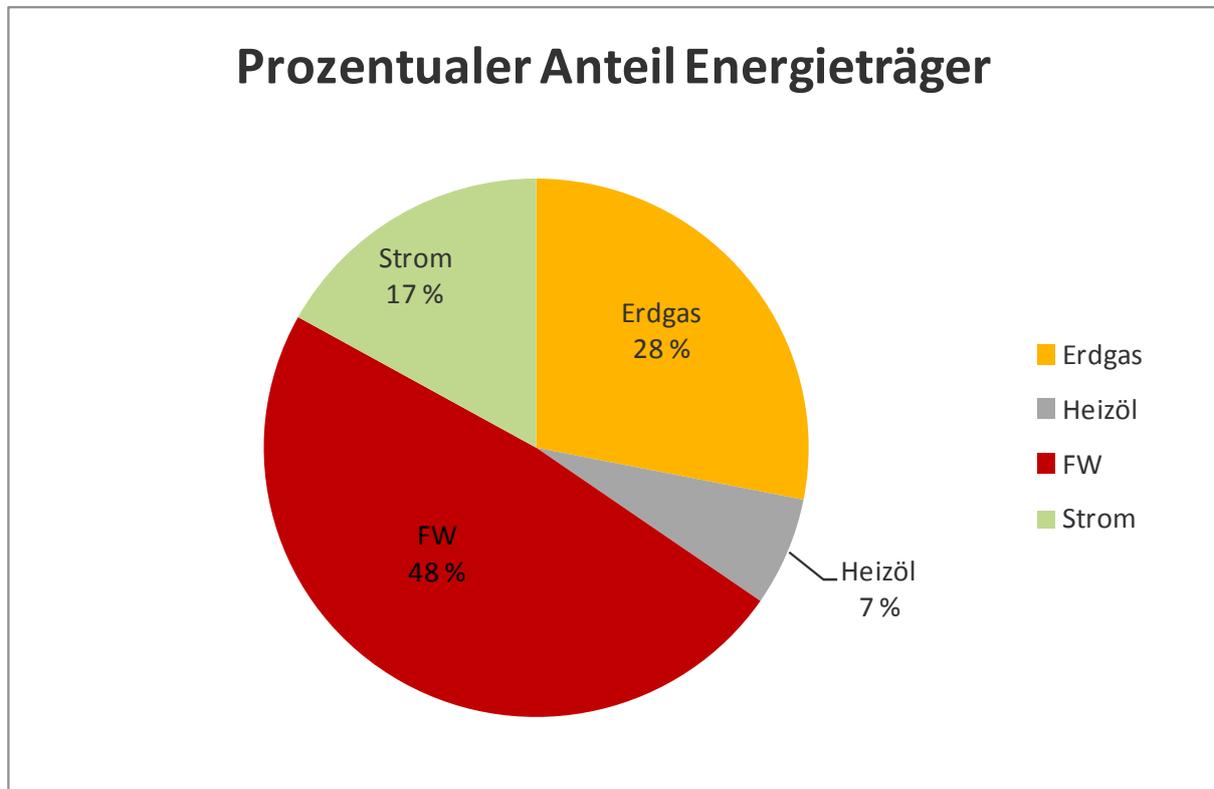


Abbildung 6: Energiekosten im IST-Zustand pro Jahr

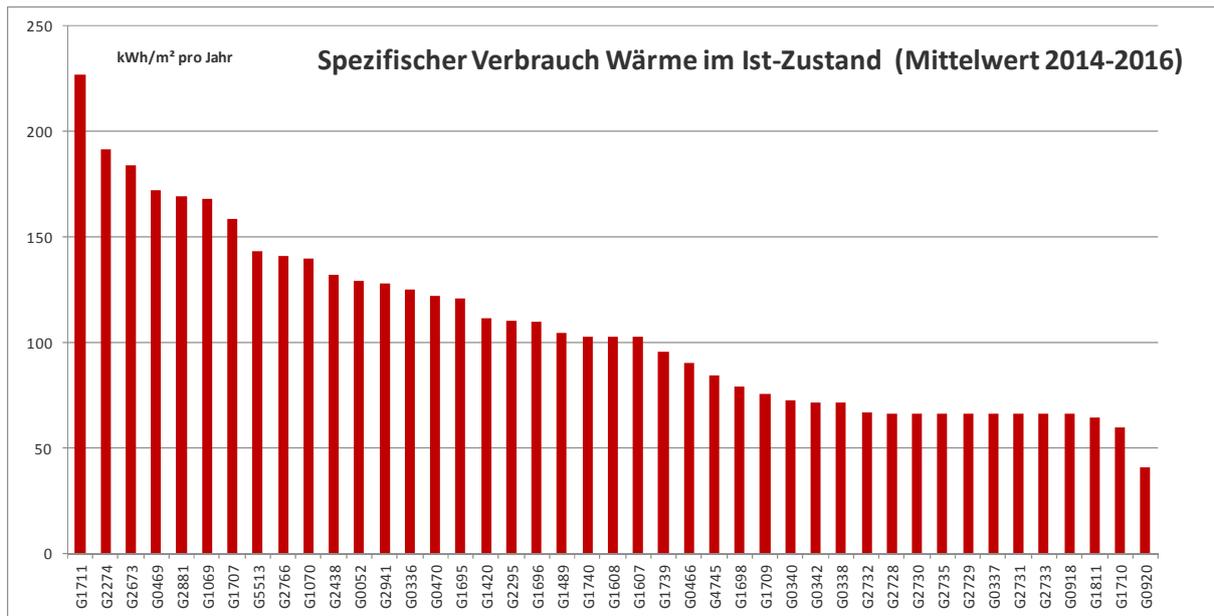
In Abbildung 7 ist der prozentuale Anteil der Energieträger der untersuchten Gebäude dargestellt. Mit 48 % hat Fernwärme den höchsten Anteil, gefolgt von Erdgas (28 %), Strom (17 %) und Heizöl (7 %).



**Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Energieträger in den Gebäuden**

Der Zustand der Fernwärmeübergabestationen und Heizkessel der Liegenschaften ist sehr unterschiedlich. Bei einigen wurden die Fernwärmeübergabestationen einschließlich Wärmetauscher, Haupt-Vorlaufverteilung, Leitungsdämmung und Heizkreispumpen in den letzten zehn Jahren erneuert und entsprechen dem Stand der Technik. Bei anderen Liegenschaften dagegen ist der Heizkessel schon 30 Jahre alt, es werden noch unregelte Pumpen eingesetzt und Rohrleitungen sind teilweise nicht gedämmt.

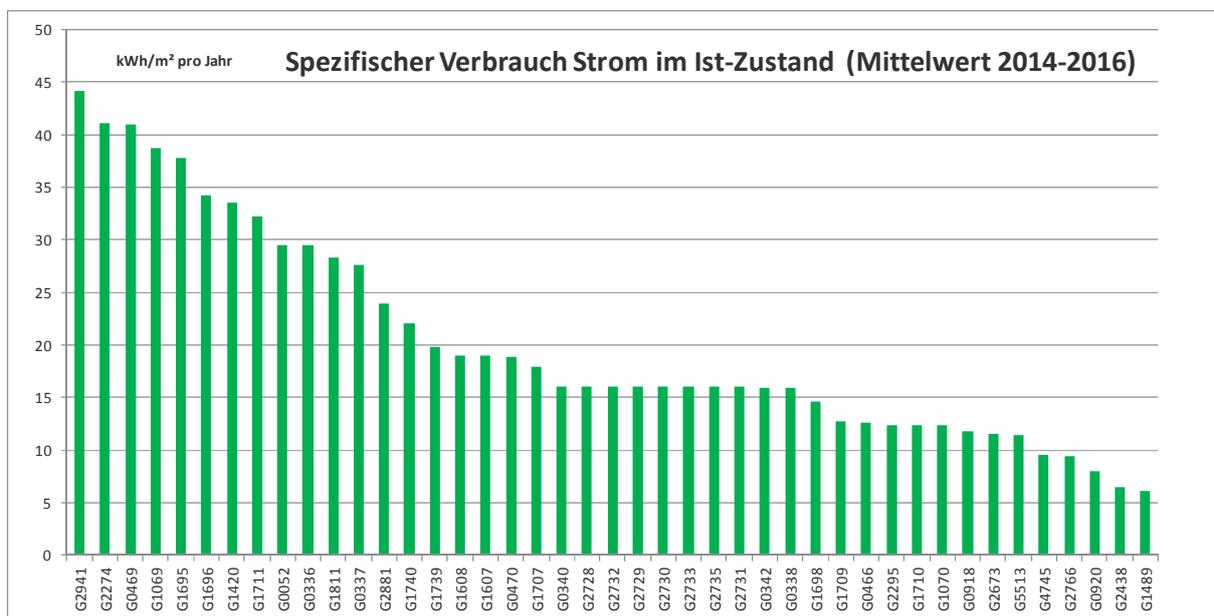
Der Vergleich mit den Referenzgebäuden nach EnEV- Neubau mit spezifischen Verbräuchen zwischen 80 und 110 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr zeigt, dass ca. 50 % der Gebäude einen Verbrauch im Bereich oder auch unterhalb der Vergleichswerte aufweisen (siehe Abbildung 8). Bei einem spezifischen Verbrauch > 150 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr wird ein hohes Einsparpotential angesetzt. Dies trifft auf 7 der untersuchten Gebäude zu.



**Abbildung 8: Spezifischer Verbrauch (Wärme) im Ist-Zustand**

In Abbildung 9 ist der spezifische Stromverbrauch im Ist-Zustand abgebildet.

Die Spannweite der Verbrauchskennwerte reicht von ca. 50 kWh/m²/a bis ca. 200 kWh/m²/a (ca. 1:4).



**Abbildung 9: Spezifischer Verbrauch (Strom) im Ist-Zustand**

Strom wird hauptsächlich eingesetzt zur

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

Insgesamt liegen für neun Liegenschaften Stromlastgänge vor, wovon fünf Liegenschaften Schulen sind. Die Lastgänge zeigen allesamt für die Nutzung typische 24-Stunden-Lastgangverläufe am 1. Januar (Winter-Feiertag), am 15. Januar (Winter-Werktag), 15. Juli (Sommer-Werktag) und 19. Juli (Sommer - Sonntag). Festgestellt werden kann, dass in den meisten Schulen während der Pausenzeiten ein deutliches Abnehmen des Stromverbrauches zu erkennen ist, ein Zeichen, dass die Reduktion des Stromverbrauches als Ziel von den Nutzern umgesetzt wird.

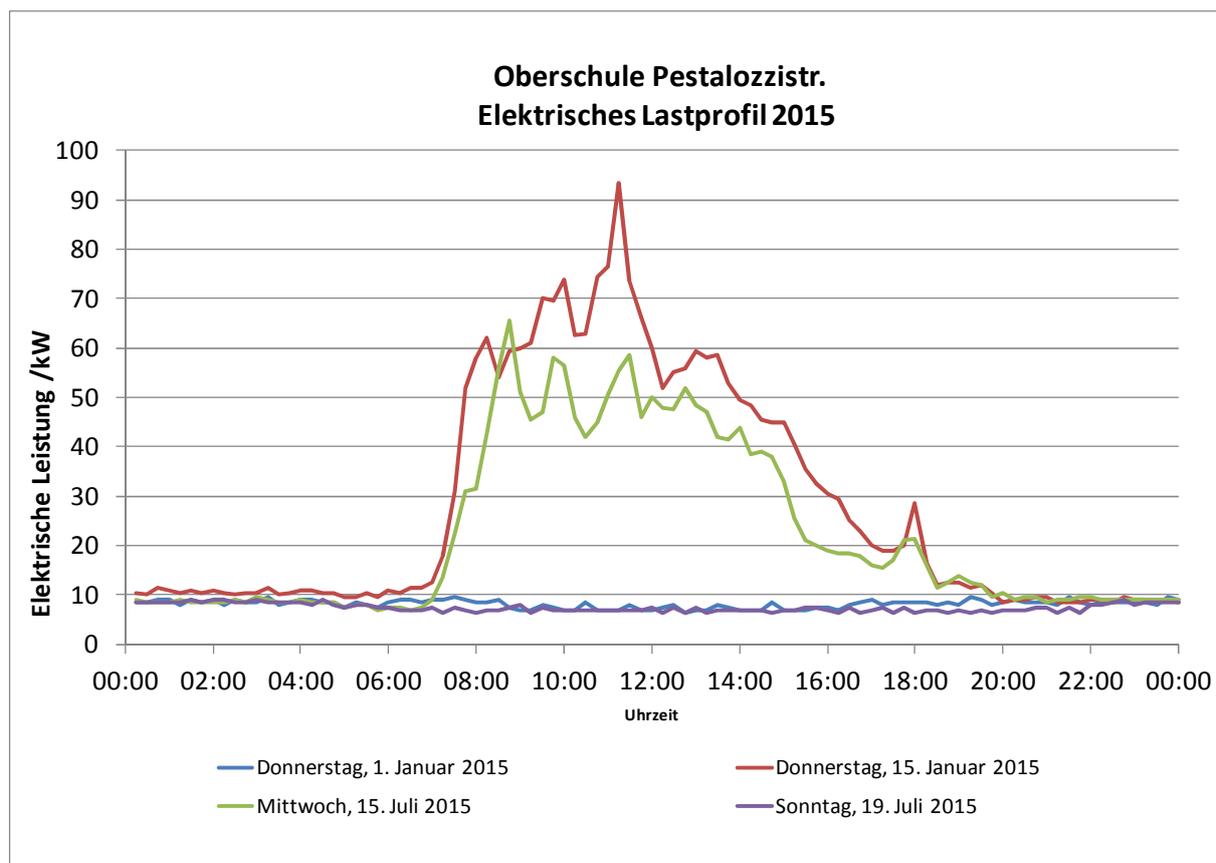


Abbildung 10: Lastgang typische Schule

Die Grundlast beträgt bei dem Beispiel in Abbildung 10 zwischen 5-10 kW. Auch bei anderen Objekten dieser Art werden Beträge dieser Größenordnung erreicht. Diese Grundlast hat

einen Anteil von über 50 % des Gesamtverbrauches. Es wird empfohlen die Ursachen dieser konstant hohen Stromverbrauchswerte zu Nichtnutzungszeiten zu klären und zu prüfen, ob dieser vermeidbar sind und darauf basierend Einsparmaßnahmen vorzunehmen.

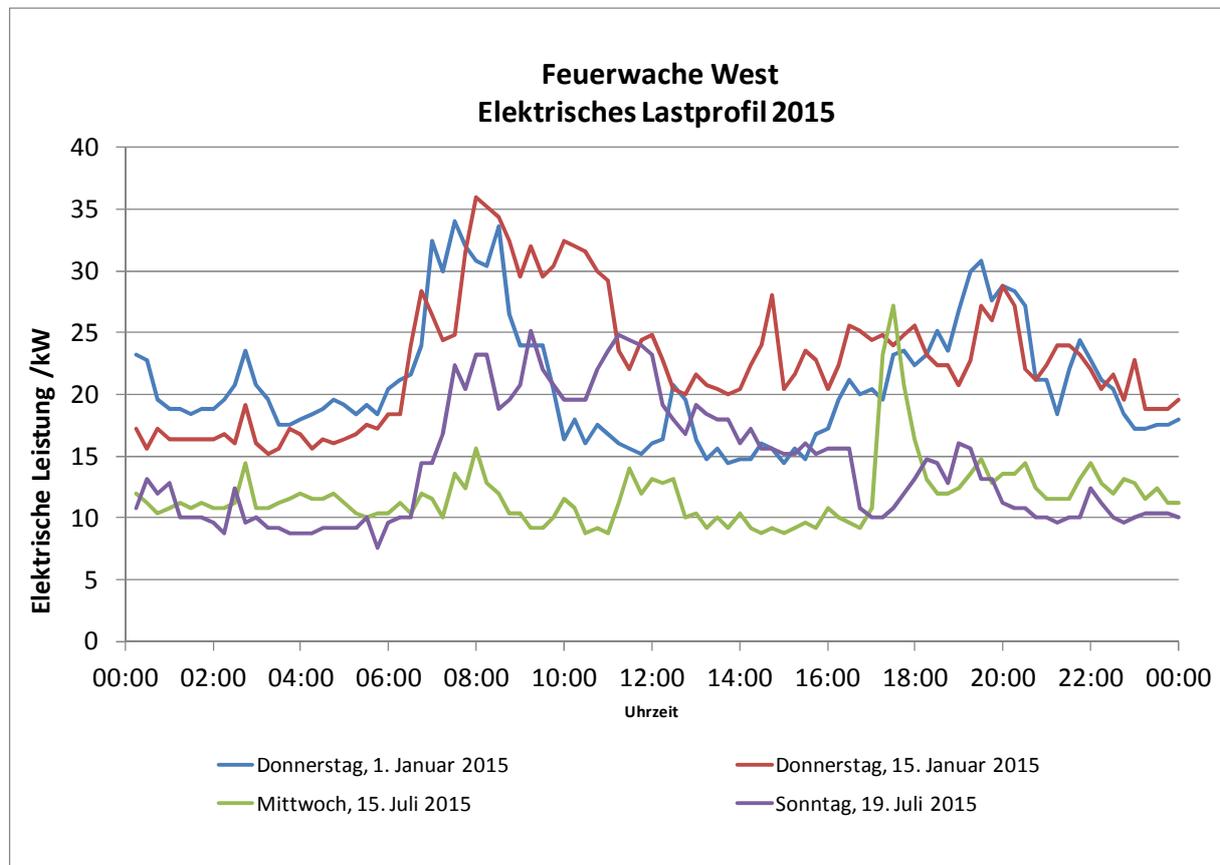
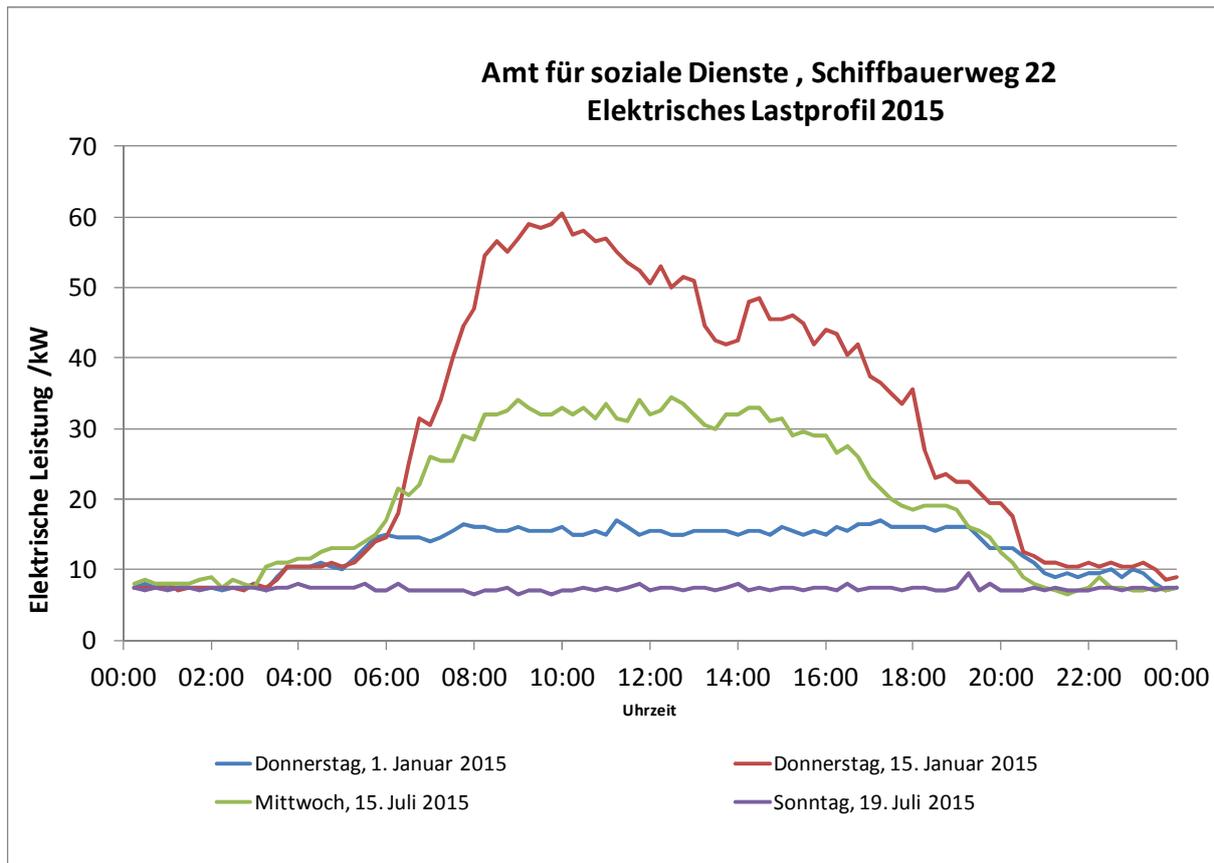


Abbildung 11: Feuerwache West

Bei dem Beispiel Feuerwache West (Abbildung 11) ist die Abnahmestruktur aufgrund der 24-Stundennutzung völlig anders als in Schulen. Aber auch hier ist eine Grundlast von ca. 10 kW festzustellen, die niemals unterschritten wird. Der Anteil Grundlaststrom beträgt ca. 80.000 kWh von ca. 150.000 kWh.

Es bietet sich an, die hierfür maßgeblichen Verbraucher wie Flurbeleuchtung, Notlichtpiktogramme, Hilfsenergie Heizung, Lüftung, IT näher zu betrachten und evtl. Einsparmaßnahmen wie Einsatz von Präsenzschildern etc. zu realisieren.



**Abbildung 12: Lastgang Verwaltungsgebäude**

Bei diesem Beispiel eines Verwaltungsgebäudes (Abbildung 12) fiel auf, dass die Leistung am Do., 1. Januar im Unterschied zum Sonntag, 19. Juli morgens von der Grundlast 8 kW auf ca. 17 kW anstieg.

Hieraus ist zu schließen, dass die Regelungstechnik keine Feiertagsprogrammierung erhielt. Es wird empfohlen, diesem Umstand im vorliegenden Falle und generell bei allen Liegenschaften nachzugehen.

## 5. Maßnahmen

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

- Die Maßnahmen werden zur Kategorisierung mit Kürzeln belegt (Außenwand: AW, Fenster: FE, Decke/Dach: DA, Fußboden- oder Kellerdecke: FB, Instandsetzung: ISM, Heizungsanlage: HK, Wärmeverteilung: WV, Trinkwarmwasserbereitung: WWB, Lüftungsanlage: LÜ, Beleuchtung: BE, Photovoltaikanlage: PV, Kraftwärmekopplung (BHKW): KWK, Mess- und Regelungstechnik: MSR)
- Je nach wirtschaftlichem Ergebnis der Maßnahme und baulichem Zustand wird kurz-, mittel- oder langfristig zur Umsetzung empfohlen (Zeithorizont der Umsetzung (als Empfehlung) K = kurzfristig (< 2 Jahre) / M = mittelfristig (2 bis 5 Jahre) / L = langfristig (> 5 Jahre))
- Bei gekoppelten Maßnahmen, wie z. B.: Wärmedämmung und Kesselerneuerung können im Gesamtpaket die Einsparungen nicht additiv behandelt werden, dies ergibt überhöhte Einsparungen.
- Ergab die Berechnung überhöhte Einsparungen, wurde ein Reduktionsfaktor eingefügt.
- 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 gesamten Liegenschaft) genutzt werden kann. Als Energie-Einsparung in der Maßnahmenbewertung wird aber nur der selbst genutzte Strom im Gebäude ausgewiesen (mit entsprechender Reduzierung des

Strom-Verbrauchskennwertes). Für die CO<sub>2</sub>-Reduktion wird jedoch der gesamte erzeugte Solarstrom angerechnet.

- Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer PV-Anlage wurde das Kosteneinsparpotential der Gesamtanlage inkl. Einspeisung berücksichtigt, d.h. es werden die Netto-Erlöse aus dem vermiedenen Stromverbrauch bei Eigennutzung, die Erlöse aus der Einspeisung in das Netz sowie die Kosten aus der EEG-Umlage des Eigenverbrauches (gemäß EEG 2017) und ein pauschaler Betrag pro erzeugter kWh für die Wartung eingerechnet.

Insgesamt wurden 182 Maßnahmen ermittelt, welche wie in Abbildung 13 dargestellt den einzelnen Bereichen zugeordnet werden können.

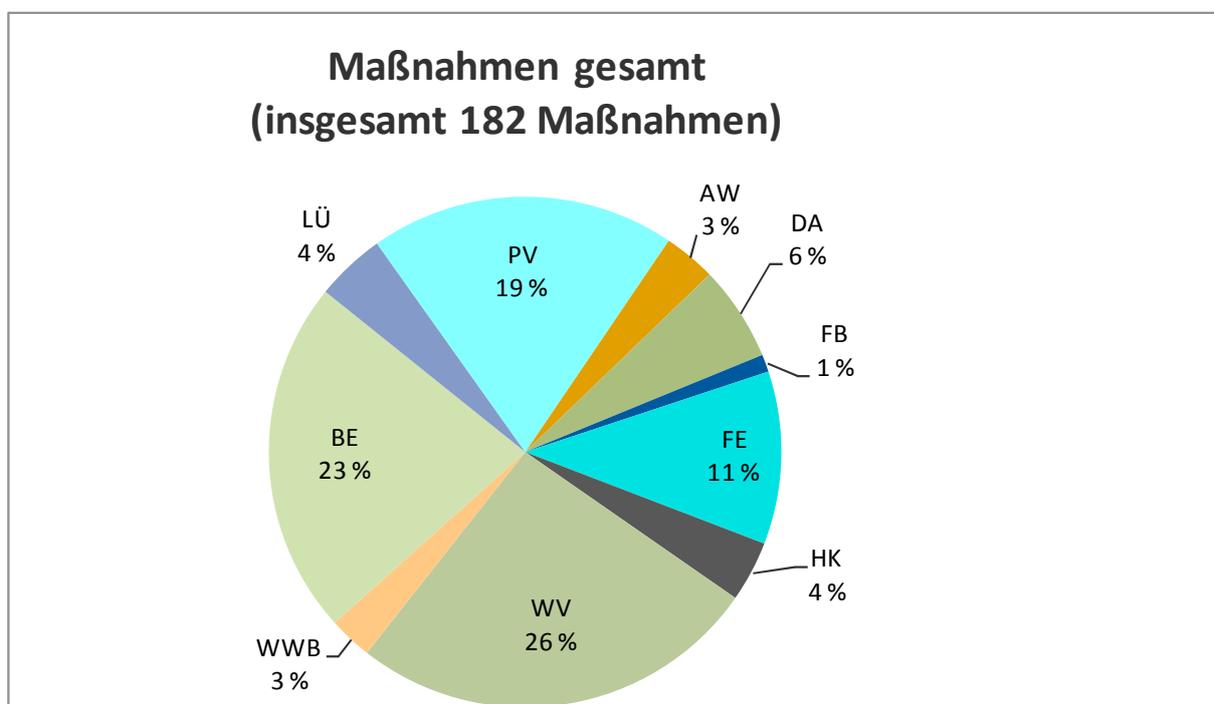


Abbildung 13: Aufteilung der Maßnahmen nach Techniken

Absolut liegt die Anzahl der Maßnahmen bei:

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäudehülle:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Außenwand: 6</li> <li>○ Dach: 11</li> <li>○ Fußboden/Kellerdecke: 2</li> <li>○ Fenster: 20</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technik:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beleuchtung: 41</li> <li>○ Wärmeverteilung: 47</li> <li>○ Photovoltaik: 35</li> <li>○ Warmwasserbereitung: 5</li> <li>○ Lüftungsanlage: 8</li> <li>○ Heizungsanlage: 7</li> </ul> </li> </ul>
---	--

Insgesamt kann der Energieverbrauch um 3.103 MWh/a durch Umsetzung der Maßnahmen reduziert werden. Im Bereich der Gebäudehülle ist das Einsparpotenzial etwas kleiner als im Bereich Technik, wie die nachfolgende Grafik zeigt, wobei die Sanierung der Fenster den größten Anteil am Einsparpotenzial aufweist.

Im Bereich Technik liegt das Haupteinsparpotential im Bereich der Sanierung der Wärmeverteilung; allein dadurch können 18 % der Einsparungen erzielt werden.

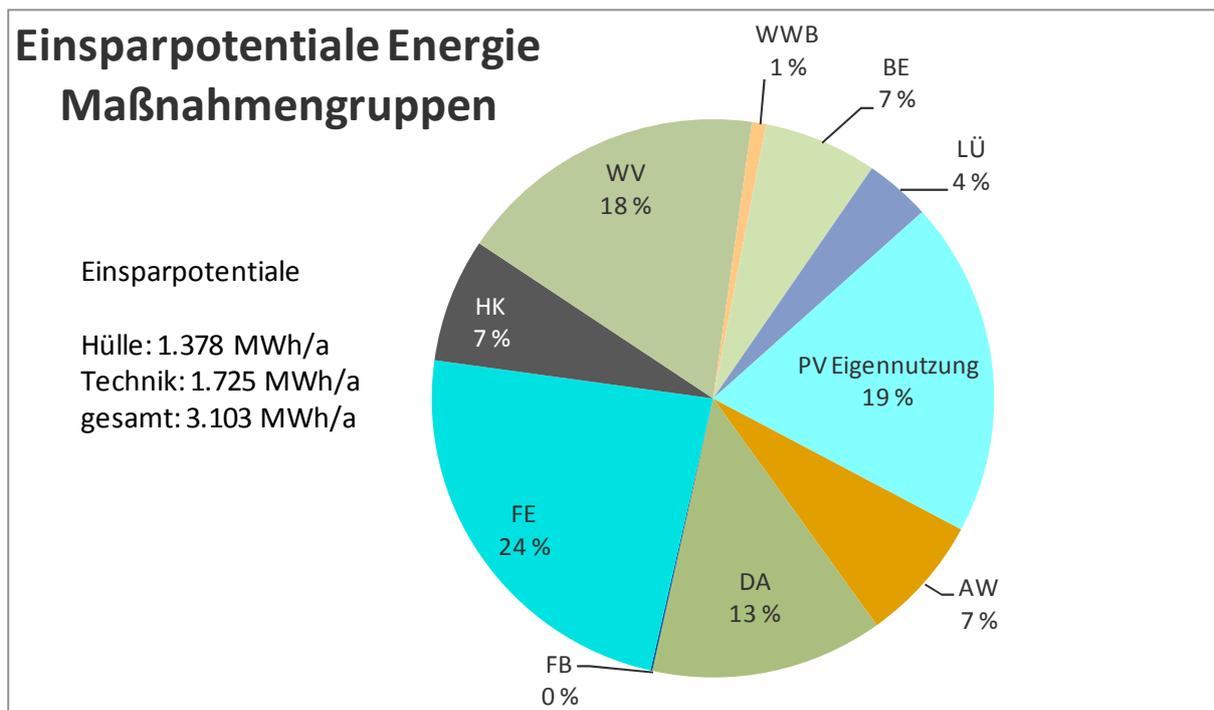


Abbildung 14: Energie-Einsparpotentiale nach Maßnahmen-Gruppe

Die Einsparung von 3.103 MWh/a teilt sich wiederum in folgende Maßnahmenempfehlung auf:

- 1.354 MWh/a kurzfristig
- 1.197 MWh/a mittelfristig
- 553 MWh/a langfristig

Diese können, wie in den folgenden drei Abbildungen dargestellt, den Maßnahmenkategorien zugeordnet werden. Maßnahmen an der Heizungsanlage und der Beleuchtung werden vor allem als kurzfristige Maßnahme vorgeschlagen, wohingegen Maßnahmen an der Außenwand und Fenster i.d.R. mittel- und langfristige Maßnahmen sind.

## Einsparpotentiale Energie kurzfristige Maßnahmen

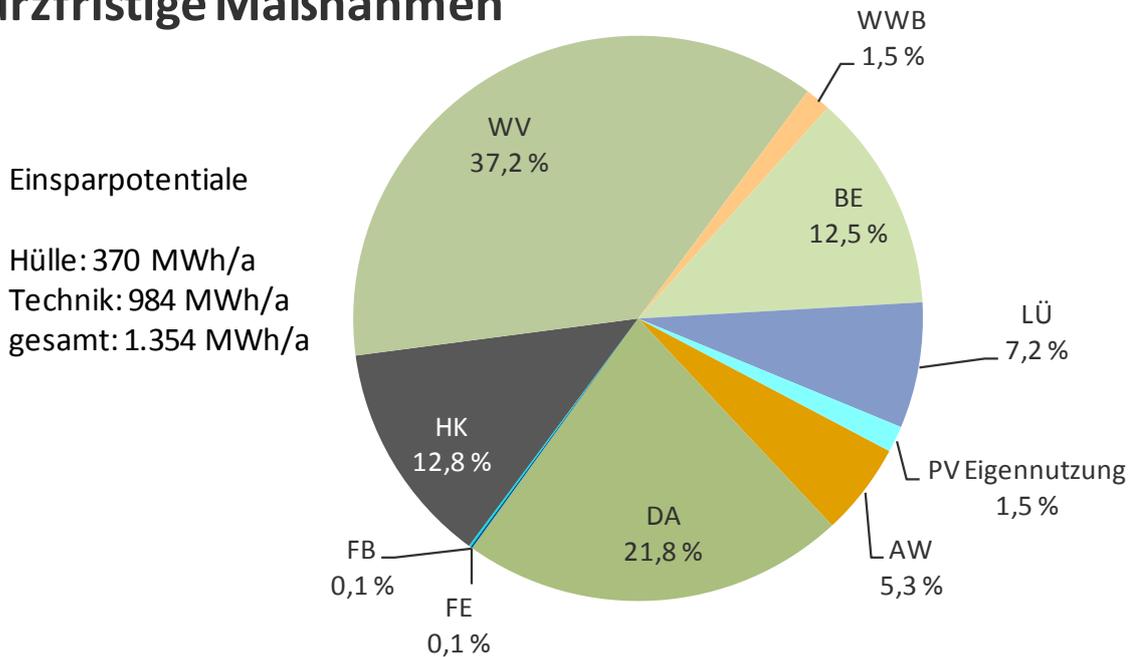


Abbildung 15: Energie-Einsparpotential bei kurzfristigen Maßnahmen

## Einsparpotentiale Energie mittelfristige Maßnahmen

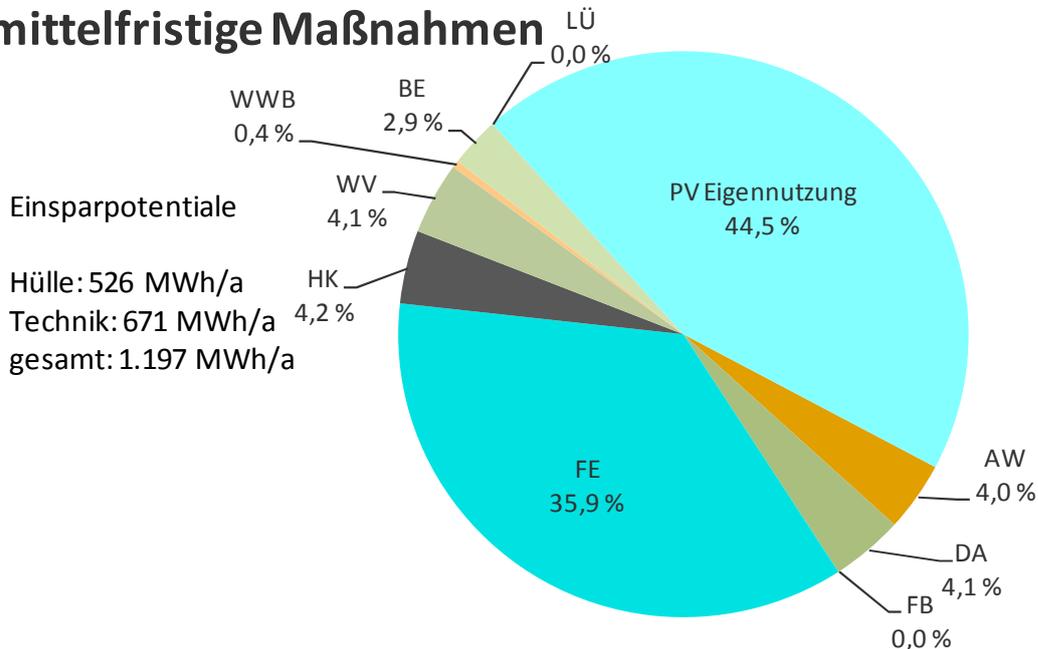


Abbildung 16: Energie-Einsparpotential bei mittelfristigen Maßnahmen

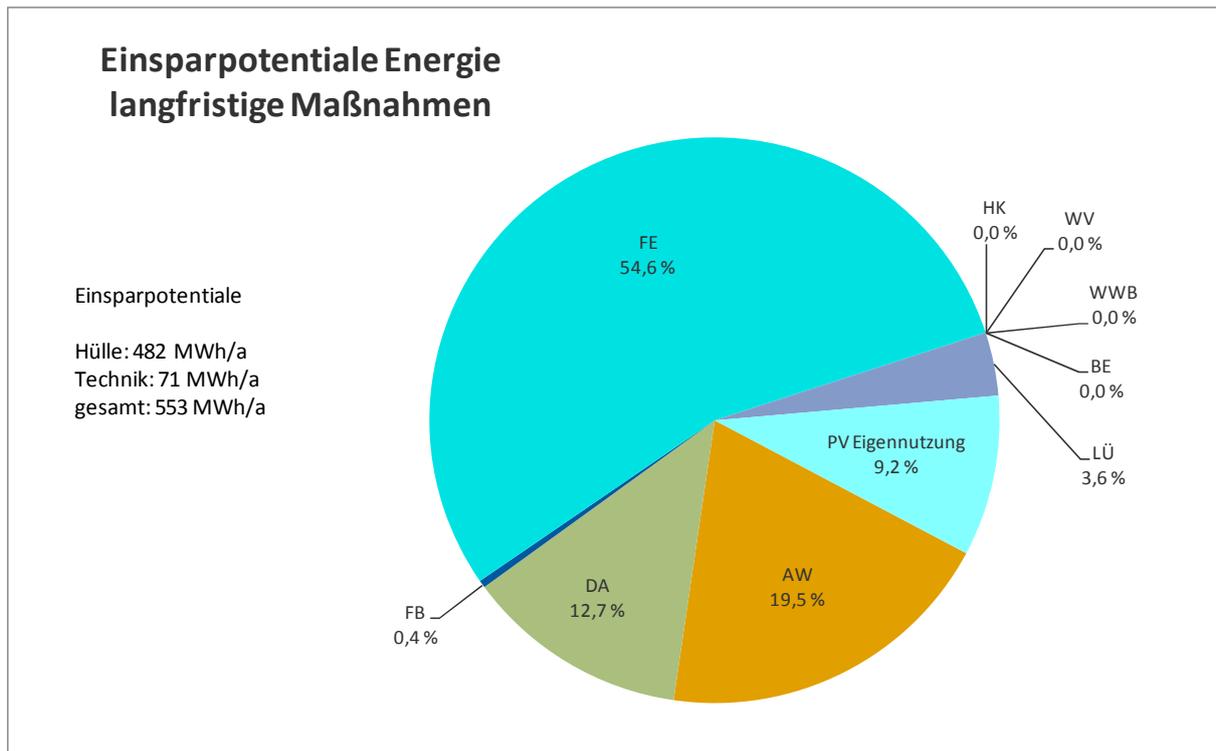


Abbildung 17: Energie-Einsparpotential bei langfristigen Maßnahmen

Das Einsparpotential der einzelnen Maßnahmengruppen zeigt Abbildung 18. Am CO<sub>2</sub>-Einsparpotential hat die Stromerzeugung über Photovoltaikanlagen (Eigenverbrauch plus Netzeinspeisung) einen Anteil von annähernd 53 %. Insgesamt kann die CO<sub>2</sub>-Emission um 1.772 t/a (82,1 %) reduziert werden, hiervon entfallen 460 t/a auf den Bereich der Gebäudehülle und 1.312 t/a auf den Bereich der Anlagentechnik, wovon 936 t/a den Photovoltaikanlagen zuzuordnen sind.

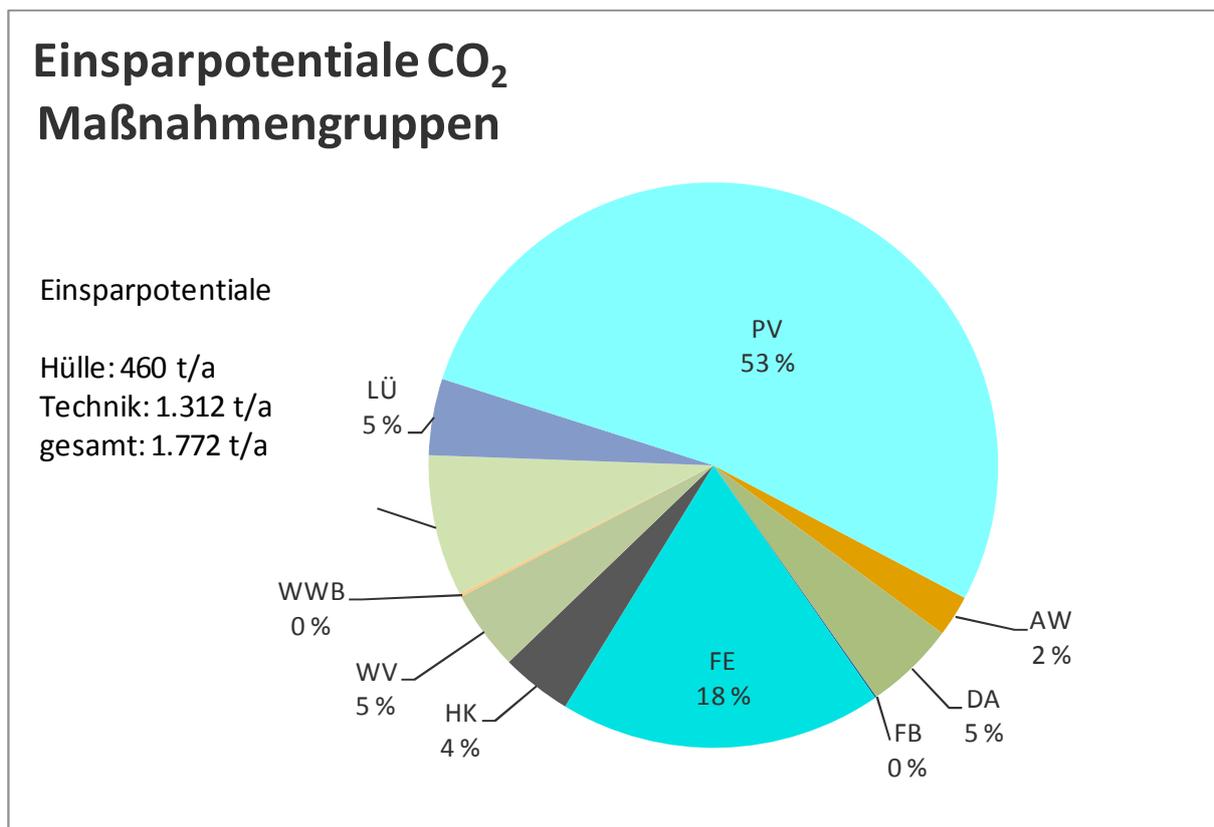
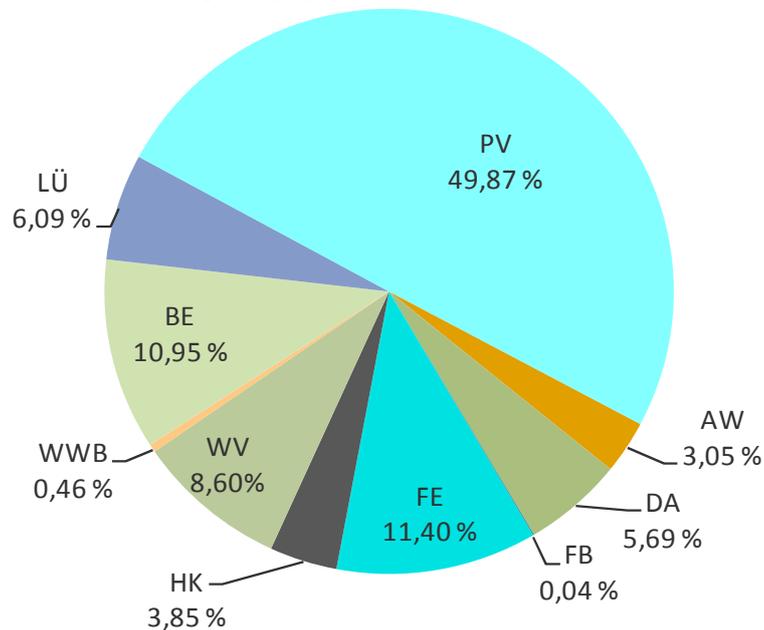


Abbildung 18: CO<sub>2</sub>-Einsparpotential nach Maßnahmengruppen

## Einsparpotentiale jährliche Kosten nach Maßnahmengruppen

Einsparpotentiale

Hülle: 88 T€/a  
Technik: 348 T€/a  
gesamt: 436 T€/a



**Abbildung 19: Kosteneinsparpotential nach Maßnahmengruppen**

Abbildung 19 zeigt das jährliche Einsparpotential der einzelnen Maßnahmengruppen. Insgesamt liegt das jährliche Kosteneinsparpotential bei 436 T€, wobei 79% dieser Einsparung durch Maßnahmen im Bereich Technik erzielt werden.

## 6. Zusammenfassung der Energieverbrauchs, der Energiekosten und der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Durchführung der Maßnahmen

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen (Sollzustand) kann der End-Energieverbrauch der Gebäude drastisch reduziert werden. Der Gesamtverbrauch in Höhe von 9.109 MWh/a kann um 34 % auf 6.006 MWh/a verringert werden. Nachfolgend ist der Verbrauch der Einzelgebäude im Sollzustand dargestellt.

Das Einsparpotential der einzelnen Gebäude liegt zwischen 2 % und 87 %. Bei etwa 28 % der Gebäude liegt das Einsparpotential bei über 50 %.

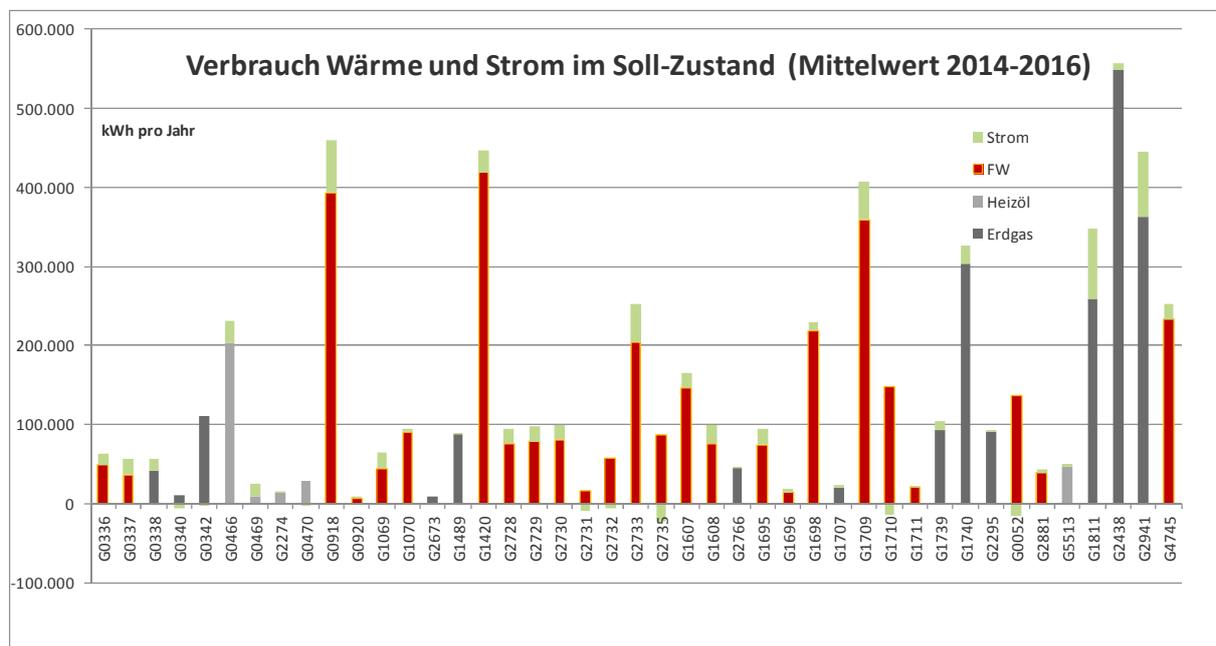


Abbildung 20: Energieverbrauch (Wärme und Strom) der Liegenschaften im Soll-Zustand

Um die möglichen Einsparungen pro Gebäude zu verdeutlichen, ist in Abbildung 21 ein Vergleich des Energieverbrauches im Moment und dem Energieverbrauch bei Berücksichtigung des maximalen Einsparpotentials dargestellt.

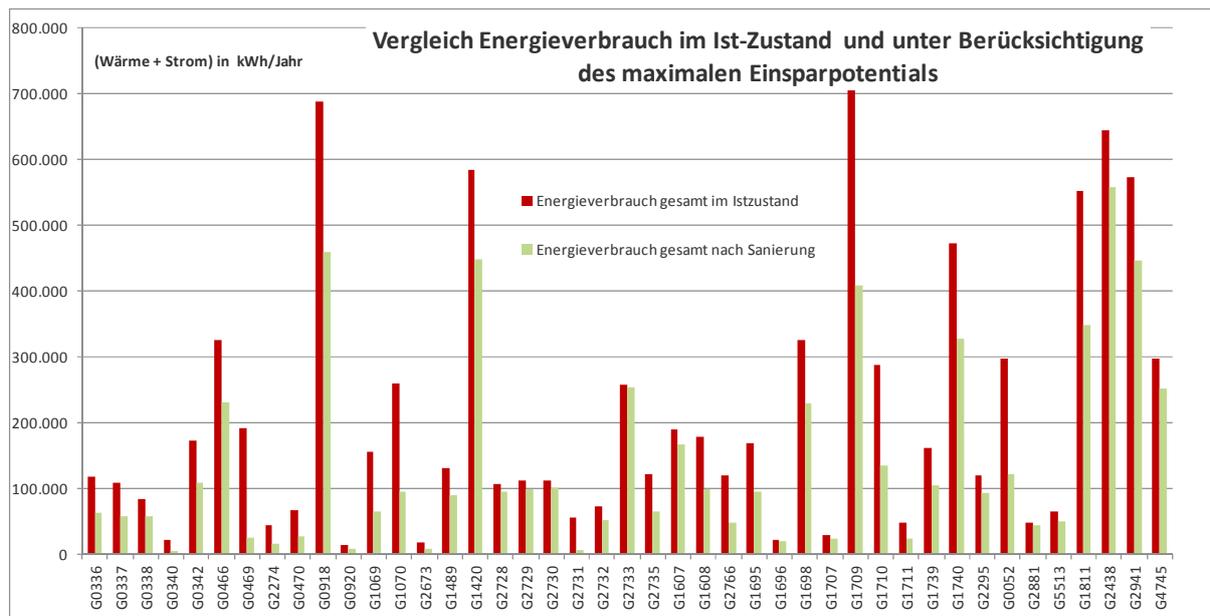


Abbildung 21: Vergleich des Energieverbrauchs im Ist-Zustand (rot) und unter Berücksichtigung des maximalen Einsparpotentials (grün)

Erstellt am 21.3.2018



Ulrich Römer

ibek GmbH

Anlage 1: Übersicht der Energieeinsparpotenziale je Gebäude

## A. Anhang

SVIT-Gebäude Gröpelingen und Häfen		Fläche		Verbrauch IST						Verbrauchskennwerte				Einsparung absolut						Einsparung CO2 %		
Immobilien Bremen AÖR	G-Code	NGF	Erdgas	Heizöl	FW	Strom	Endenergie	CO <sub>2</sub>	Kosten	Brennstoff	Strom		Erdgas	Heizöl	FW	Strom	CO <sub>2</sub>	Kosten	CO <sub>2</sub>	Endenergie		
		m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	IST kWh/m <sup>2</sup> a	saniert kWh/m <sup>2</sup> a	IST kWh/m <sup>2</sup> a	saniert kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	€/a	%	%	
Liegenschaft/Gebäude																						
Kita Am Nonnenberg	G0336	756	0	0	94.697	22.299	116.996	22	11.732	125	65	29	19	0	0	45.775	8.036	13	5.952	61%	46%	
Bürgerhaus Am Nonnenberg	G0337	1139	0	0	75.640	31.418	107.058	27	12.572	66	32	28	17	0	0	38.775	12.114	34	9.503	126%	48%	
Schule am Oslebshäuser Park	G0338	960	68.704	0	0	15.242	83.946	25	6.473	72	43	16	16	27.671	0	0	0	5,6	1.225,7	23%	33%	
Schule Am Oslebshäuser Park	G0340	236	17.124	0	0	3.789	20.913	6	1.609	73	46	16	-25	6.300	0	0	0	9.603	7,8	2.294,7	126%	76%
Schule Am Oslebshäuser Park	G0342	1963	141.001	0	0	31.198	172.199	51	13.249	72	56	16	-1	30.450	0	0	0	33.355	46	11.323	91%	37%
Grundschule Auf den Heuen	G0466	3151	0	285.309	0	39.695	325.004	104	24.202	91	64	13	9	0	82.691	0	10.998	62	13.374	59%	29%	
Kita Auf den Hunnen 32	G0469	900	0	154.869	0	36.896	191.764	67	16.742	172	10	41	18	0	145.952	0	20.276	71	15.562	106%	87%	
Kita Auf den Hunnen 34	G2274	190	0	36.353	0	7.788	44.141	15	3.737	192	69	41	15	0	23.275	0	4.950	13	2.892	82%	64%	
Jugendfreizeitheim	G0470	470	0	57.377	0	8.848	66.225	22	5.068	122	62	19	-7	0	28.209	0	12.053	19	4.849	89%	61%	
Grundschule Fischerhuderstr.	G0918	8827	0	0	584.156	104.034	688.190	169	64.823	66	45	12	7	0	0	190.358	38.284	91	27.753	54%	33%	
Bibliothek Fischerhuderstr.	G0920	271	0	0	11.112	2.166	13.278	3	1.257	41	24	8	1	0	0	4.536	1.800	2	751	60%	48%	
Kita Halmerweg 7	G1069	753	0	0	126.715	29.172	155.887	41	15.592	168	59	39	27	0	0	82.295	9.181	30	9.770	72%	59%	
Grundschule Halmerweg	G1070	1701	0	0	237.944	21.079	259.023	54	22.181	140	54	12	2	0	0	146.779	17.844	48	16.690	90%	64%	
Grundschule Halmerweg	G2673	86	15.850	0	0	1.000	16.850	4	899	184	96	12	-9	7.530	0	0	1.805	4	993	109%	55%	
Jugendfreizeitheim Gröpelingen	G1489	1176	122.517	0	0	7.167	129.684	30	6.833	104	75	6	0	34.286	0	0	6.598	28	5.806	93%	32%	
Gesamtschule West	G1420	4024	0	0	448.898	134.747	583.645	124	62.508	112	104	33	7	0	0	29.779	106.504	115	32.503	93%	23%	
Gesamtschule West	G2728	1278	0	0	84.873	20.471	105.344	20	10.646	66	60	16	14	0	0	8.487	2.500	2	1.202	12%	10%	
Gesamtschule West	G2729	1349	0	0	89.595	21.610	111.205	21	11.238	66	58	16	14	0	0	11.120	2.500	2,5	1.392,6	12%	12%	
Gesamtschule West	G2730	1348	0	0	89.535	21.595	111.130	21	11.231	66	60	16	14	0	0	8.954	2.500	2,3	1.235,7	11%	10%	
Gesamtschule West	G2731	663	0	0	44.050	10.625	54.675	10	5.525	66	24	16	-14	0	0	28.458	19.926	47,8	8.828,3	463%	88%	
Gesamtschule West	G2732	861	0	0	57.750	13.796	71.547	13	7.213	67	67	16	-7	0	0	0	19.571	22,9	6.020,5	171%	27%	
Gesamtschule West	G2733	3133	0	0	207.744	50.182	257.926	49	26.097	66	65	16	15	0	0	3.000	2.500	2,0	804,7	4%	2%	
Gesamtschule West	G2735	1468	0	0	97.485	23.513	120.997	23	12.228	66	60	16	-16	0	0	9.748	46.678	69,6	16.698,2	305%	47%	
Schule Oslebshäuser Heerstr.	G1607	1565	0	0	160.443	29.635	190.079	31	17.954	103	94	19	12	0	0	13.525	10.829	17,3	4.902,6	56%	13%	
Schule Oslebshäuser Heerstr.	G1608	1470	0	0	150.843	27.865	178.708	29	16.880	103	52	19	15	0	0	74.688	5.255	10,1	6.837,7	34%	45%	
Grundschule Humannstr.	G2766	794	111.870	0	0	7.508	119.378	28	6.470	141	57	9	2	66.322	0	5.848	50,1	6.998,9	180%	60%		
Kita Pastorenweg	G1695	1062	0	0	128.661	40.158	168.820	49	18.318	121	70	38	20	0	0	54.586	19.184	65,0	12.003,3	132%	44%	
Kita Pastorenweg Horthaus	G1696	146	0	0	16.012	4.998	21.009	6	2.280	110	99	34	28	0	0	1.601	960	0,9	341,5	15%	12%	
Grundschule am Pastorenweg	G1698	3466	0	0	273.690	50.748	324.437	53	30.750	79	63	15	3	0	0	54.120	41.348	60,3	17.542,5	113%	29%	
Kinderspielplatz Wohlers Eichen	G1707	167	26.519	0	0	3.000	29.519	7	1.817	159	121	18	18	6.337	0	0	0	2,7	1.917,0	35%	21%	
Oberschule Pestalozzistr. Altbau	G1709	7946	0	0	602.785	101.308	704.093	110	65.290	76	45	13	6	0	0	243.548	52.890	191,6	34.708,7	174%	42%	
Oberschule Pestalozzistr. Neubau	G1710	3977	0	0	238.587	49.343	287.929	50	27.982	60	37	12	-4	0	0	90.172	63.380	113,3	24.356,2	226%	53%	
Oberschule Pestalozzistr. Pavillon	G1711	186	0	0	42.153	6.000	48.153	7	4.306	227	111	32	10	0	0	21.432	4.068	19,1	2.635,4	277%	53%	
Berufsschule Reiherstr.	G1739	1401	133.641	0	0	27.772	161.412	47	12.148	95	66	20	9	41.400	0	0	15.403	54,0	7.699,9	116%	35%	
Berufsschule Reiherstr.	G1740	3785	389.438	0	0	83.429	472.866	138	35.941	103	80	22	6	85.069	0	0	61.482	98,3	19.660,1	71%	31%	
Kita Ortstr.	G2295	967	106.828	0	0	12.000	118.828	30	7.310	111	95	12	1	15.427	0	0	11.358	15,4	3.959,2	51%	23%	
Bezirkssportanlage Gröpelingen	G0052	1870	0	0	242.047	55.188	297.236	54	29.766	129	73	30	-8	0	0	105.132	70.206	87,7	28.539,0	161%	59%	
BSA Gröpelingen Gaststätte+Wohnung	G2881	250	0	0	42.267	6.000	48.267	7	4.306	169	157	24	15	0	0	3.000	2.234	3,5	1.020,6	51%	11%	
Villa Waltjenstraße	G5513	421	0	60.403	0	4.800	65.203	19	4.252	144	112	11	7	0	13.447	0	2.060	7,1	1.527,1	37%	24%	
Amt für soziale Dienste	G1811	5933	382.801	0	0	168.214	551.015	196	55.637	65	44	28	15	124.171	0	0	79.263	92,6	25.672,8	47%	37%	
Unterkunft Schiffbauweg 4	G2438	4662	614.672	0	0	30.395	645.067	146	32.911	132	118	7	2	66.267	0	0	21.014	42,3	10.016,3	29%	14%	
Feuerwache West	G2941	3333	426.083	0	0	147.302	573.385	190	52.511	128	109	44	25	63.912	0	0	64.204	82,8	21.437,8	43%	22%	
Lichthaus Gröpelingen	G4745	3144	0	0	266.380	30.000	296.380	38	25.360	85	74	10	6	0	0	33.009	11.002	18,4	6.299,4	48%	15%	
<b>Summe</b>		<b>83.252</b>	<b>2.557.047</b>	<b>594.310</b>	<b>4.414.063</b>	<b>1.543.990</b>	<b>9.109.410</b>	<b>2.157</b>	<b>805.844</b>					<b>575.141</b>	<b>293.574</b>	<b>1.302.878</b>	<b>931.563</b>	<b>1.772</b>	<b>435.500</b>	<b>82%</b>	<b>34%</b>	
					7.565	t/a Brennstoff										3.103						