

# ENERGIEBERICHT 2020

FÜR DIE BEZIRKLICHEN LIEGENSCHAFTEN

BERICHTSZEITRAUM 2015-2018



BEZIRKLICHES ENERGIEMANAGEMENT

## Impressum

© Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin 2020

Die in diesem Bericht enthaltenen Angaben, Daten und Ergebnisse wurden vom Autor nach bestem Wissen erstellt und durch das Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen die Angaben ohne jegliche Verpflichtungen oder Gewähr des Herausgebers oder des Autors. Sie übernehmen deshalb keinerlei Verantwortung und Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten. Alle in diesem Bericht veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden. Zuwiderhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

Herausgeber: Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin  
Abteilung Stadtentwicklung und Bauen  
SE Facility Management  
Fachbereich Baumanagement / Technische Gebäudeausrüstung

Erstellt: Umut Tabak (Energiebeauftragter)  
Stellenzeichen: FM BE  
E-Mail: [energiemanagement@ba-ts.berlin.de](mailto:energiemanagement@ba-ts.berlin.de)

# Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung und Zielsetzung .....	6
2	Begrifflichkeiten .....	7
2.1	Energiearten im Gebäudesektor .....	7
2.2	Witterungsreinigung .....	7
2.3	Energiekennwerte .....	8
2.4	Flächen nach DIN 277 .....	9
3	Bezirkliches Energiemanagement .....	10
3.1	Aufgabenbereich .....	10
3.2	Technische Ausstattung zur Anlagenüberwachung und -bedienung. ....	10
3.3	Energiesparmaßnahmen des Facility Managements bzw. Energiemanagements .....	11
3.3.1	Energetische Gebäudesanierungen .....	11
3.3.2	Energetischer Sanierungsfahrplan .....	12
3.3.3	Sanierung und Restrukturierung der Gebäudeautomation.....	12
3.3.4	Erneuerung der Trainingsbeleuchtungsanlagen .....	13
3.3.5	Einbau und Aufschaltung von Energiezählern in Schulgebäuden .....	13
3.3.6	Prüfung von Energiekonzepten.....	15
3.3.7	Umrüstung von Öl-Wärmeerzeugungsanlagen .....	16
3.3.8	Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung und Erneuerbare Energien.....	16
4	Datenlage und Gebäudebestand .....	20
5	Entwicklung der Außenlufttemperatur.....	21
6	Entwicklung der Energieverbräuche .....	22
6.1	Betrachtung nach Energieträger .....	22
6.2	Betrachtung nach Gesamtenergieverbrauch .....	23
6.3	Betrachtung nach Gebäudenutzung .....	26
7	Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemissionen.....	29
8	Energiepreisentwicklung.....	30
9	Ausblick .....	32

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im BATS verwendete Management- und Bedieneinrichtungen .....	11
Tabelle 2: Energiesparmaßnahme - energetische Grundsanierung .....	11
Tabelle 3: Energiesparmaßnahmen - Erneuerung der Flutlichtanlagen .....	13
Tabelle 4: Übersicht - Fortschritt der eingebauten und aufgeschalteten Wärmemengenzähler .....	14
Tabelle 5: Standorte der umgerüsteten Öl-Wärmeerzeugungsanlagen .....	16
Tabelle 6: Energiesparmaßnahmen - Standorte von Solaranlagen .....	16
Tabelle 7: Energiesparmaßnahmen - Standorte von BHKW .....	17
Tabelle 8: Energiesparmaßnahmen - Standorte von Wärmepumpen .....	18
Tabelle 9: Anteile am witterungsbereinigtem Gesamtwärmeverbrauch sowie Verbrauchserhöhung/-reduzierung nach Gebäudenutzung .....	27
Tabelle 10: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren .....	29
Tabelle 11: Jährliche durchschnittliche Energiekosten und relative Kostenänderung zum Vorjahr nach Energieträger .....	31

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiearten .....	7
Abbildung 2: Gliederung der Grundflächen eines Bauwerks nach DIN 277 .....	9
Abbildung 3: Simulationsaufbau des Energiekonzepts für die Ruppin-Grundschule .....	15
Abbildung 4: Karte – Standorte aller bezirklichen KWK- und EE-Anlagen .....	19
Abbildung 5: Anteil an der Gesamtnettogrundfläche nach Gebäudenutzung (Jahr 2018) .....	20
Abbildung 6: Durchschnittliche Jahrestemperaturen in Deutschland und Berlin .....	21
Abbildung 7: Verteilung des Energieverbrauchs nach Energieträger in 2014 .....	22
Abbildung 8: Verteilung des Energieverbrauchs nach Energieträger in 2018 .....	22
Abbildung 9: Entwicklung des gemessenen Gesamtenergieverbrauchs .....	23
Abbildung 10: Vergleich zw. gemessenem und witterungsbereinigtem Gesamtwärmeverbrauch..	24
Abbildung 11: Spezifische Gesamtenergieverbräuche pro NGF .....	25
Abbildung 12: Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch nach Gebäudenutzung .....	26
Abbildung 13: Spezifischer witterungsbereinigter Wärmeverbrauch nach Gebäudenutzung .....	28
Abbildung 14: Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemissionen .....	29
Abbildung 15: Energiepreisentwicklung nach Energieträger in Berlin .....	30

## Abkürzungsverzeichnis

BEK 2030	Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030
EWG Bln	Berliner Energiewendegesetz
BATS	Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg
MBE	Management- und Bedieneinrichtung
EnMS	Energiemanagementsystem (Software)
GLT	Gebäudeleitsysteme
GA	Gebäudeautomation
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
ST	Solarthermie
PV	Photovoltaik
WMZ	Wärmemengenzähler
EM	Energiemanagement
NGF	Nettogrundfläche
BGF	Bruttogrundfläche
MSR	Mess-, Steuer- und Regeltechnik
EE	Erneuerbare Energien

# 1 Vorbemerkung und Zielsetzung

Die Energiewende in Deutschland hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, ganz besonders mit der Klimaschutzvereinbarung von Paris im Dezember 2015, welche seit November 2016 in Kraft getreten ist. Das Abkommen sieht unter anderem vor, die Erderwärmung auf unter 2°C, idealerweise auf unter 1,5°C zu begrenzen.

Um die Vorgaben aus der Pariser Klimaschutzvereinbarung erreichen zu können, hat die Bundesregierung den Klimaschutzplan 2050 beschlossen, welcher Ziele und Maßnahmen in den Handlungsfeldern Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr und Landwirtschaft vorsieht. Das übergeordnete Ziel ist, die Treibhausgasemission gegenüber dem Basisjahr von 1990 um mindestens 55 Prozent zu senken.

Analog zum Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung hat auch das Land Berlin ein Energie- und Klimaschutzprogramm, kurz BEK 2030, im Januar 2018 beschlossen. Das BEK 2030 sieht verschiedene Maßnahmen in den Handlungsfeldern Energieversorgung, Verkehr, Gebäude und Stadtentwicklung, Wirtschaft sowie private Haushalte und Konsum vor, um eine Reduktion von Kohlendioxidemissionen in der Hauptstadt zu erreichen. Zur Unterstützung des Ziels hat das Abgeordnetenhaus des Landes im März 2016 das Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) verabschiedet, welches im November 2017 durch ein Änderungsgesetz ergänzt wurde. Das Gesetz legt das übergeordnete Ziel fest, die Gesamtsumme der Kohlendioxidemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent, bis zum Jahr 2030 um mindestens 60 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 85 Prozent im Vergleich zu der Gesamtsumme der Kohlendioxidemissionen des Jahres 1990 zu verringern.

Das EWG Bln verpflichtet zudem jede Bezirksverwaltung ein Energiemanagement zu errichten und zu betreiben. Zu den Aufgaben des Energiemanagements gehören die jährliche Erhebung und Veröffentlichung der Energieverbrauchs- und Kohlendioxidemissionswerte, die Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Einsparung von Energie sowie ein Energiecontrolling.

Im vorliegenden Energiebericht werden zunächst auf das bezirkliche Energiemanagement eingegangen und anschließend die jährlichen Energieverbräuche und Kohlendioxidemissionen insgesamt und liegenschaftsweise im Zeitraum von 2015 bis 2018 veranschaulicht. Im Gegensatz zum oben erwähnten Basisjahr von 1990 gilt bei den Energieverbräuchen das Basisjahr 2010 (siehe §8 Abs. 3 EWG Bln). Am Ende werden die abgeschlossenen, laufenden und zukünftigen Maßnahmen des Energiemanagements aufgezeigt.

## 2 Begrifflichkeiten

### 2.1 Energiearten im Gebäudesektor

In der Natur existiert die Energie in vielen verschiedenen Formen. Grundsätzlich unterteilt man die Energie in drei Formen: Primär-, Sekundär- und Nutzenergie.

Primärenergie kommt in der Natur in Energieträgern bzw. Energiequellen wie beispielsweise Holz, Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wind, strömendes Wasser, Biomassen oder Sonnenstrahlung vor. Einige dieser Primärenergieträger können direkt in Nutzenergie umgewandelt werden, in der Regel werden jedoch die Primärenergieträger in eine andere Form umgewandelt.<sup>1</sup>

In vielen Fällen findet eine Umwandlung der Primärenergie statt und stellt eine Zwischenstufe dar. Diese Stufe bezeichnet man als Sekundärenergie. So werden aus Primärenergieträger für den besseren Transport, Lagerung oder Verteilung Sekundärenergieträger, wie beispielsweise Briketts, Koks, Stadtgas, Heizöl oder Strom hergestellt.<sup>2</sup>

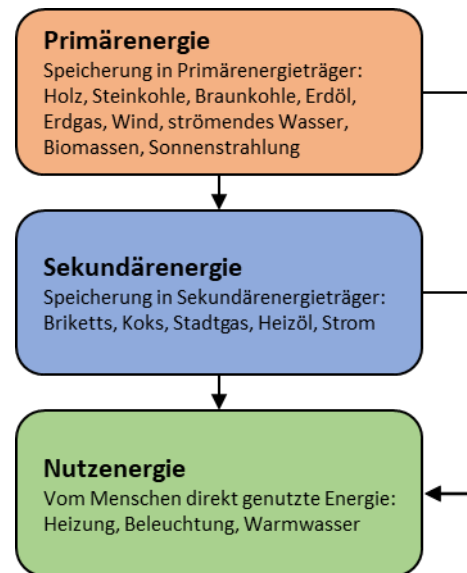


Abbildung 1: Energiearten

Die Nutzenergie ist die Energieform, die unmittelbar vom Menschen genutzt wird. Im Gebäudesektor wären das beispielsweise die Wärmeenergie für das Heizen oder die elektrische Energie (Strom) für die Beleuchtung oder für den Betrieb der Anlagentechnik. Bei der elektrischen Energie handelt es sich allerdings strenggenommen um Primär- bzw. Sekundärenergie, je nachdem welcher Energieträger zur Umwandlung herangezogen wurde.<sup>3</sup>

### 2.2 Witterungsbereinigung

Die monatlich bzw. jährlich erfassten Energieverbräuche für die Gebäudebeheizung unterliegen klimatischen Bedingungen. Das heißt zum Beispiel, dass je nach vorliegender Außentemperatur mehr oder weniger Wärmeenergie benötigt wird, um das Gebäude auf das gewünschte Temperaturniveau zu erwärmen. Die dabei verbrauchte Wärmeenergie zeigt zwar unter Berücksichtigung der Anlagenparameter und des Nutzerverhaltens den tatsächlichen Wärmebedarf in Abhängigkeit der Außentemperatur auf, ist jedoch nicht zweckmäßig, wenn man die

<sup>1</sup> Vgl. Lernhelfer: Energiearten: Primärenergie, Sekundärenergie, Nutzenergie [Stand: 2010], URL: <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/energiearten-primaeerenergie-sekundaerenergie-nutzenergie#> [Zugriff am 11.11.2020]

<sup>2</sup> Vgl. ebd.

<sup>3</sup> Vgl. ebd.



Wärmeverbräuche mit anderen Zeiträumen oder Standorten vergleichen möchte. Aus diesem Grund müssen die gemessenen klimaabhängigen Wärmeverbräuche witterungsbereinigt werden.<sup>4</sup>

Die Witterungsbereinigung des gemessenen Wärmeverbrauchs erfolgt gemäß VDI 3807 Blatt 1 mit der Formel:

$$Q_{H,\text{bereinigt}} = Q_{H,\text{mess}} \cdot \frac{G_{\text{mittel}}}{G_{\text{mess}}}$$

$Q_{H,\text{bereinigt}}$ : Bereinigter Wärmeverbrauch in kWh/a  
 $Q_{H,\text{mess}}$ : Außentemperaturabhängiger (gemessener) Wärmeverbrauch in kWh  
 $G_{\text{mittel}}$ : Langjähriges Mittel der Jahresradtagzahl in Kd/a  
 $G_{\text{mess}}$ : Gradtagzahl in Kd

Die Berechnung für die Witterungsbereinigung benötigte Gradtagzahl  $G_z$  kann ebenfalls der VDI 3807 Blatt 1 bzw. dem VDI 4710 Blatt 2 entnommen werden. Demnach ist ein Gradtag  $G$  die Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur von 20°C und dem Tagesmittel der Außentemperatur. Allerdings werden nur Tage in die Berechnung einbezogen, die eine Tagesmitteltemperatur von unter 15°C aufweisen.

$$G = (20^\circ\text{C} - t_m) \text{ für } t_m < 15^\circ\text{C}$$

$G$ : Gradtag in Kd  
 $t_m$ : Tagesmittel der Außentemperatur eines Heiztages ( $t_m < 15^\circ\text{C}$ )

Für die Bestimmung der Gradtagzahl sind die Gradtage für den jeweiligen Auswertzeitraum (i.d.R. ein Jahr) aufzuaddieren.

$$G_z = \sum_{n=1}^z (20 - t_{m,n})$$

$G_z$ : Gradtagzahl in Kd (Summe der Gradtage)  
 $z$ : Zahl der Tage mit  $t_m < 15^\circ\text{C}$  im Auswertzeitraum

Der bereits oben erwähnte Quotient von  $G_{\text{mittel}}$  und  $G_{\text{mess}}$  bildet dabei den Witterungs- bzw. Klimafaktor  $K_F$ . Nach einer Vereinbarung zwischen den Bezirksverwaltungen sowie der Senatsverwaltung wird der Witterungsfaktor für den Raum Berlin wie folgt berechnet:

$$K_F = \frac{G_{\text{mittel}}}{G_{\text{mess}}} = \frac{G_{\text{Mittelwert der Gradtagzahl der letzten 20 Jahre}}}{G_{\text{Summe der monatlichen Gradtagzahl des Betrachtungsjahres}}}$$

## 2.3 Energiekennwerte

Es gibt eine Vielzahl an verschiedenen Kennwerten für den Gebäudebereich. Die Kennwerte dienen vornehmlich für den besseren Vergleich von Bauwerken, da diese sich in mehreren Aspekten wie Bauwerksgröße, -alter oder Nutzung unterscheiden können.

Um die Gebäudeperformance abzubilden, nutzt man Energiekennwerte wie den Energiebedarfs- oder den Energieverbrauchskennwert. Diese unterscheiden sich in der Ermittlungsmethodik. Der

<sup>4</sup> Vgl. Recknagel, Hermann; Sprenger, Eberhard; Albers, Karl-Josef (2018): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. Augsburg: Vulkan-Verlag, S. 1393f

Energiebedarfskennwert ist ein rechnerisch ermittelter Wert, wohingegen der Energieverbrauchskennwert ein gemessener Energieverbrauch ist. Außerdem handelt es sich bei diesen Kennwerten um spezifische Größen. Das heißt, dass man den Energiebedarf bzw. Energieverbrauch auf die Nutzerzahl oder Gebäudefläche (z.B. BGF, NGF, beheizte Fläche) bezieht.

Beispiel: Ein Gebäude mit einer Nettogrundfläche von 45.497 m<sup>2</sup> und einem Wärmeverbrauch von 3.984.950 kWh besitzt einen spezifischen Wärmeverbrauch von  $87,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$ . Anhand der Baualtersklasse und der Gebäudenutzung kann nun grob bestimmt werden, ob das Gebäude eine gute oder schlechte Gebäudeperformance aufweist.

## 2.4 Flächen nach DIN 277

Die DIN 277 vereinheitlicht die Ermittlung von Grundflächen und Rauminhalten von Bauwerken sowie die Grundflächen des Grundstücks. Die Grundfläche setzt sich aus mehreren Teilflächen zusammen und wird übergeordnet als Bruttogrundfläche (BGF) bezeichnet, welche die Gesamtfläche aller Grundrissebenen eines Bauwerks umfasst. Die BGF wird wiederum unterteilt in die Konstruktionsgrundfläche (KGF) und in die Nettoraumfläche (NRF) bzw. Nettogrundfläche (NGF).

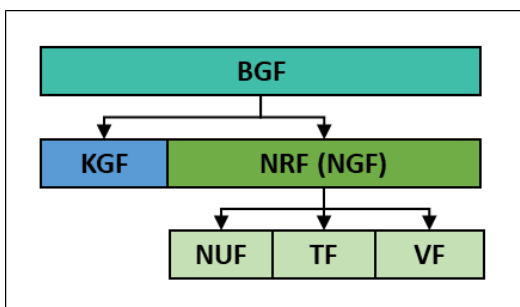


Abbildung 2: Gliederung der Grundflächen eines Bauwerks nach DIN 277

Die KGF umfasst die Grundflächen der aufgehenden Baukonstruktion eines Bauwerks wohingegen die NRF die Grundfläche der nutzbaren Räume aller Grundrissebenen des Bauwerks einschließt. Des Weiteren wird die NRF in weitere drei Kategorien eingeteilt: Nutzungsfläche (NUF), Technikfläche (TF) und Verkehrsfläche (VF).

Die NUF umfasst die Raumfläche, die der wesentlichen Zweckbestimmung des Bauwerks dient. Die TF umfasst die Raumfläche, die für technische Anlagen zur Versorgung und Entsorgung des Bauwerkes bestimmt ist. Die Teilfläche VF umfasst die für die horizontale und vertikale Verkehrserschließung des Bauwerks.

## 3 Bezirkliches Energiemanagement

### 3.1 Aufgabenbereich

Im Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg wurde 2015 ein ganzheitliches Energiemanagement eingeführt, welches aus dem vorherigen Intracting<sup>5</sup> entstanden ist. Das übergeordnete Ziel ist, den Energieverbrauch der bezirklichen Liegenschaften langfristig zu reduzieren und dadurch Betriebskosten sowie die Treibhausgasemissionen zu senken.

Die wesentlichen Aufgabenbereiche des Energiemanagements sind:

- Planung und Leitung von geringinvestiven Maßnahmen zur Energieeinsparung
- Beauftragung und Überwachung von Wartungs-, Instandhaltungs- und Optimierungsmaßnahmen an energieverbrauchenden technischen Einrichtungen
- Monitoring von Energieverbräuchen (Zählermanagement)
- Betriebsführung mithilfe der GA von Heizungs- und Lüftungsanlagen
- Fortschreibung der GA-Planungsvorgaben sowie des Zählerkonzeptes
- Überprüfung von Energiekonzepten durch Dritte
- Zustandsuntersuchung der bezirklichen Gebäude und Anlagen im Hinblick auf ihren Energieverbrauch
- Unterbreitung und Durchführung von Maßnahmenvorschlägen zur Energieeinsparung in den bezirklichen Gebäuden oder Effizienzsteigerung von Anlagen
- Prüfung von bezirklichen Gebäuden auf deren Nutzung und Aufnahme von Anlagen der erneuerbaren Energie / Kraft-Wärme-Kopplung
- Energetische Beratung der Projektsteuerung bei großen Sanierungen und Neubauten
- Validierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung in bezirklichen Gebäuden und Anlagen
- Mitwirkung bei der Umsetzung des Berliner Energiewendegesetzes
- Berichterstattung gegenüber dem Bezirksamt und der Bezirksverordnetenversammlung

### 3.2 Technische Ausstattung zur Anlagenüberwachung und -bedienung.

Die Überwachung der technischen Anlagen und zukünftig auch des Wärme- und Stromverbrauches erfolgt über sogenannte Management- und Bedieneinrichtungen<sup>6</sup> (MBE), die unter anderem ein Energiemanagementsystem (EnMS) beinhalten. Die MBE ist ein Teil der Gebäudeautomation (AS) und ermöglicht dem Benutzer die Heizungs- und Lüftungsanlagen aus der Ferne zu bedienen und zu überwachen.

---

<sup>5</sup> Intracting ist ein Finanzierungsinstrument, das für die Realisierung von Maßnahmen zur Einsparung von Energie, z.B. Strom oder Wärme, eingesetzt wird. Das Prinzip ist die Finanzierung aus sich selbst, mittels der durch die energetischen Maßnahmen eingesparten Geldmittel. (Vgl. Wikipedia: Intracting [Stand: 2019], URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Intracting> [Zugriff am 25.08.2020])

<sup>6</sup> Die Management- und Bedieneinrichtung wird oft auch als Gebäudeleittechnik (GLT) bezeichnet.

Insgesamt nutzt das BATS gegenwärtig vier verschiedene MBE:

Tabelle 1: Im BATS verwendete Management- und Bedieneinrichtungen

MBE	Hersteller	Systemart	Kommunikationsprotokoll	Anzahl der aufgeschalteten Liegenschaften
enteliWEB	Delta Controls	herstellernerutral	BACnet/IP	14
jLZHview	AMEV	herstellernerutral	FND	29
OPENview	DEOS	proprietär	TCP/IP	7
UNIGYR EMS	Landis & Gyr	proprietär	Profibus	1

Langfristig soll die MBE „enteliWEB“ mit dem BACnet/IP-Protokoll alle bisherigen MBE ersetzen. Gegenwärtig erfolgt eine Umstellung der MBE „UNIGYR EMS“ auf „enteliWEB“, da durch die Umstellung des öffentlichen Fernsprechnetzes auf IP-Telefonie die angeschlossenen externen Automationsstationen nicht mehr erreichbar sind. Eine Ausnahme sind die ca. 20 Stationen im Rathaus Schöneberg, die über ein internes Netz an die MBE angebunden sind. Weitere Informationen zu den geplanten und bereits angeschlossenen Maßnahmen kann man dem folgenden Abschnitt entnehmen.

### 3.3 Energiesparmaßnahmen des Facility Managements bzw. Energiemanagements

Das BATS unternimmt unterschiedliche Anstrengungen, Energie einzusparen. Prinzipiell werden niedrig-investive Maßnahmen zur Energieeinsparung vom Energiemanagement präferiert. Dazu gehören beispielsweise hydraulische Abgleiche, Einbau von Unterzählern, Sanierung der veralteten Gebäudeautomationstechnik, Einsatz von BHKWs/Wärmepumpen als Ersatz von konventionellen Kesseln, Dämmung von freiliegenden Rohrleitungen, Austausch von Leuchtmitteln sowie Einstellen von Nutzungszeiten und Heizkurven. Hinzu kommt die Begleitung von investiven Maßnahmen hinsichtlich des Energiekonzeptes und der Gebäudeautomation der Fachbeteiligten.

#### 3.3.1 Energetische Gebäudesanierungen

In der Tabelle 2 sind alle Gebäude des Bezirks aufgelistet, die im Rahmen einer Grundsanierung auf den energetisch aktuellen Stand ertüchtigt und teilweise erweitert wurden.

Tabelle 2: Energiesparmaßnahme - energetische Grundsanierung

Liegenschaft	Adresse	PLZ	Bauwerk	Jahr der Fertigstellung
Carl-Sonnenschein-Schule	Am Hellespont 4/6	12109	Schulgebäude	2016
Marienfelder-Schule	Erbendorfer Weg 13	12279	Schulgebäude	2020
Luise-Henriette-Schule	Germaniastraße 4-6	12099	Schulgebäude	2023
Paul-Natorp-Schule	Goßlerstraße 13-15	12161	Doppelsporthalle	2023
Jugendfreizeiteinrichtung - Kurfürstenstraße	Kurfürstenstraße 40	12105	Jugendfreizeiteinrichtung	2021

### 3.3.2 Energetischer Sanierungsfahrplan

Gemäß Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) sind die Bezirke und die Senatsverwaltung verpflichtet, einen Fahrplan für die Sanierung aller bezirklichen Gebäude ab einer Nettogrundfläche von mehr als 250 m<sup>2</sup> aufzustellen. Ziel ist die Erreichung eines weitestgehend klimaneutralen Gebäudebestandes bis zum Jahr 2050. Dazu müssen umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen in nahezu allen Gebäuden des Bezirks durchgeführt werden.

Der Fahrplan wird durch den rechnerischen Sanierungsbedarf einzelner Gebäude bestimmt und umfasst die Kategorien Fassade, Fenster, Dach, oberste Geschossdecke, Kellerdecke, Wärmeerzeuger, Optimierung Heizungsbetrieb, Beleuchtung und GLT-Einsatz. Er stellt eine sinnvolle Reihenfolge der Sanierung der bezirklichen Gebäude zur Erreichung des Klimaneutralitätsziels dar.

Der aktuelle energetische Sanierungsfahrplan steht unter folgendem Link zur Verfügung:

<https://www.berlin.de/ba-tempelhof-schoeneberg/ueber-den-bezirk/zahlen-und-fakten/artikel.784741.php>

### 3.3.3 Sanierung und Restrukturierung der Gebäudeautomation

Gegenwärtig betreibt das BATS unter anderem die MBE „UNIGYR EMS“ von Landis & Gyr und der damit verbundenen proprietären Gebäudeautomationstechnik, welche heute nicht mehr angeboten wird. Aufgrund des marginalen Angebots für Ersatzteile und der immer älter werdenden Geräte, hat das BATS beschlossen, zunächst die GA in Schulen zu sanieren und ggfs. mit neuen Sensoren und Aktoren zu ergänzen. Die neue GA wird anschließend an die herstellernerneutrale MBE „enteliWEB“ von Delta Controls aufgeschaltet. Die Sanierung der GA betrifft folgende Liegenschaften:

- Gustav-Langenscheidt-Schule, Belziger Straße 43-51, 10823 Berlin
- Löcknitz-Schule, Berchtesgadener Straße 10-11, 10779 Berlin
- Georg-von-Giesche-Schule / VHS, Hohenstaufenstraße 47-48, 10779 Berlin
- Robert-Blum-Schule, Kolonnenstraße 21, 10829 Berlin
- Havelland-Schule, Kolonnenstraße 30-30a, 10829 Berlin
- Rückert-Schule/Sternberg-Grundschule, Mettestraße 8, 10825 Berlin
- Friedenauer Gemeinschaftsschule, Otzenstraße 16-17, 12159 Berlin
- Friedrich-Bergius-Schule, Perelsplatz 6-9, 12159 Berlin
- Stechlinsee-Schule, Rheingaustraße 7, 12161 Berlin
- Teske-Schule, Tempelhofer Weg 62, 10829 Berlin

### 3.3.4 Erneuerung der Trainingsbeleuchtungsanlagen

Das BATS betreibt mehrere Sportanlagen mit einer Trainingsbeleuchtungsanlage, die mit energieintensiven Leuchtmitteln ausgestattet sind. Unter Requirierung von Bundesfördermitteln konnte durch die Umstellung der Sportplatzbeleuchtung auf LED auf einer Vielzahl von bezirklichen Sportplätzen mehr als 70 % der Energie und somit der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Im Einzelnen sind die Sportplätze in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Energiesparmaßnahmen - Erneuerung der Flutlichtanlagen

Liegenschaft	Adresse	PLZ	berechneter el. Energieverbrauch		potenzielle Energieeinsparung [%]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]
			Bestandsanlage [kWh/a]	erneuerte Anlage [kWh/a]		
Sportplatz "An der Dorfkirche"	An der Dorfkirche 9	12277	25.088	7.032	72	9
Sportanlage - Baußnerweg	Baußnerweg 8 / Marienfelder Allee	12279	18.816	4.438	76	7
Friedrich-Ebert - Sportanlage	Bosestraße 21	12103	18.816	4.842	74	7
Sportanlage - Götzstraße	Götzstraße 34	12099	28.224	7.032	75	11
Sportplatz - Halker Zeile	Halker Zeile 151	12305	32.928	7.352	78	13
Sportplatz - Körtingstraße	Körtingstraße 41	12107	18.816	4.438	76	7
Sportplatz - Markgrafenstraße	Markgrafenstraße 19-24	12105	18.816	4.906	74	7
Sportplatz - Monumentenstraße	Monumentenstraße 13c	10829	18.816	4.906	74	7
Sportplatz - Rathausstraße	Rathausstraße 10a	12105	18.816	4.842	74	7
Sportplatz - Tempelhofer Weg	Tempelhofer Weg 62	10829	18.816	4.842	74	7
Sportanlage - Vorarlberger Damm	Vorarlberger Damm 33	12157	18.816	4.438	76	7
Sportplatz - Eisackstraße	Eisackstraße 15	10827	21.952	5.178	76	9
Sportplatz - Wiesbadener Straße	Wiesbadener Straße 81	12161	18.816	4.906	74	7

### 3.3.5 Einbau und Aufschaltung von Energiezählern in Schulgebäuden

Das BATS beabsichtigt die kontinuierliche, objektbezogene Erfassung der Wärmeverbräuche in Echtzeit. Hierzu werden entsprechende Wärmemengenzähler (WMZ) in den Liegenschaften eingebaut und in die bereits in Kapitel 3.2 erläuterte GLT integriert.

Gegenwärtig werden insgesamt 123 WMZ in 43 Liegenschaften (Schulen) eingebaut bzw. modernisiert und anschließend in die GLT eingebunden. Diese Maßnahme befindet sich noch in der Durchführung und verzögerte sich unter anderem von Lieferengpässen der WMZ. Der Einbau von WMZ und Stromzählern wird bei zukünftigen Sanierungs- und Neubauvorhaben, im Rahmen des Zählerkonzepts, fortgeführt.

Tabelle 4: Übersicht - Fortschritt der eingebauten und aufgeschalteten Wärmemengenzähler

Liegenschaft	Adresse	PLZ	WMZ- Einbau	GLT- Integration erfolgt
Solling-Schule	Alt-Marienfelde 52	12277	nein	nein
Schule Am Berlinickeplatz	Alt-Tempelhof 53-57	12103	ja	nein
Carl-Sonnenschein-Schule	Am Hellespont 4/6	12109	ja	ja
Grundschule Am Barbarossaplatz & Albert-Einstein-VHS	Barbarossaplatz 5	10781	ja	nein
Carl-Zeiss-Schule	Barnetstraße 12-14	12305	ja	nein
Carl-Zeiss-Schule	Barnetstraße 12-14 / Lutherstraße 30	12305	nein	nein
Gustav-Langenscheidt-Schule	Belziger Straße 43-51	10823	nein	nein
Tempelherren Schule / Hugo-Gaudig- Schule	Boelckestraße 58-60	12101	ja	nein
Ulrich-von-Hutten-Schule	Briesingstraße 23-27	12307	ja	nein
Maria-Montessori-Schule	Burgemeisterstraße 70	12103	ja	nein
Schule am Dielingsgrund	Dielingsgrund 35	12305	ja	nein
Sophie-Scholl-Schule	Elßholzstraße 34-37	10781	ja	ja
Marienfelder-Schule	Erbendorfer Weg 13	12279	ja	nein
Paul-Simmel-Schule	Felixstraße 26	12099	ja	nein
Teltow-Schule	Feurigstraße 57	10827	ja	nein
Rudolf-Hildebrand-Schule	Friedenstraße 23/25	12107	ja	nein
Maria-Montessori-Schule	Friedrich-Wilhelm-Straße 72-74	12103	ja	nein
Luise-Henriette-Schule	Germaniastraße 4-6	12099	nein	nein
Paul-Natorp-Schule	Goßlerstraße 13-15	12161	ja	nein
Friedenauer Gemeinschaftsschule	Grazer Platz 1-3	12157	ja	nein
Musikschule / VHS-Kunst "Kunst am Kleistpark"	Grunewaldstraße 6-7	10823	ja	nein
Annedore-Leber-Schule	Halker Zeile 137-149	12305	ja	ja
Steinwald-Schule	Hanielweg 7/9	12277	ja	nein
Georg-von-Giesche-Schule / VHS	Hohenstaufenstraße 47-48	10779	ja	nein
Marianne-Cohn-Schule	Holzmannstraße 7	12099	ja	nein
Askanische Schule	Kaiserin-Augusta-Straße 19-20	12103	ja	nein
Eckener-Schule	Kaiserstraße 17-21	12105	ja	nein
Mascha-Kaleko-Schule	Königstraße 32	12105	ja	nein
Ikarus-Schule	Körtlingstraße 45	12107	ja	nein
Luise-Henriette-Schule (Übergangsschule)	Kurfürstenstraße 53/54	12105	ja	nein
Georg-Büchner-Schule	Lichtenrader Damm 224-230	12305	nein	nein
Werbellinsee-Schule	Luitpoldstraße 38	10781	ja	nein
Eckener-Schule	Machonstraße 52	12105	ja	nein
Rückert-Schule	Mettestraße 8	10825	ja	nein
Robert-Blum-Schule	Monumentenstraße 13d	10829	ja	nein

Liegenschaft	Adresse	PLZ	WMZ-Einbau	GLT-Integration erfolgt
Nahariya-Schule	Nahariyastraße 13	12309	nein	nein
Spreewald-Schule	Pallasstraße 15-17	10781	ja	nein
Prignitz-Schule	Pöppelmannstraße 2	12157	ja	nein
Kiepert-Schule	Prechtlstraße 21/23	12277	nein	nein
Bruno-H-Bürgel-Schule	Rackebüller Weg 70	12305	nein	nein
Lindenhof Schule	Reglinstraße 29	12105	ja	nein
Ulrich-von-Hutten-Schule	Rehagener Straße 35-37	12307	nein	nein
Johanna-Eck-Schule	Ringstraße 106	12105	ja	nein
Friedenauer Gemeinschaftsschule	Rubensstraße 63	12157	ja	nein
Schule auf dem Tempelhofer Feld	Schulenburgring 7-11	12101	ja	nein
Neumark-Schule	Steinmetzstraße 46-50	10783	ja	nein
Gustav-Heinemann-Schule	Tirschenreuther Ring 48	12279	nein	nein
Marienfelder-Schule	Tirschenreuther Ring 69	12279	ja	nein
Finow-Schule	Welser Straße 16-22	10777	ja	nein
Schule im Taunusviertel	Wiesbadener Straße 20	12309	nein	nein
Schätzelberg-Schule	Wolfsburger Weg 13-19	12109	ja	nein

### 3.3.6 Prüfung von Energiekonzepten

Das bezirkliche Energiemanagement prüft bei Bedarf von externen Ingenieurbüros vorgeschlagene Energiekonzepte auf Ihre Wirtschaftlichkeit. Dabei wird die gesamteinheitliche Energienutzung (Strom und Wärme) berücksichtigt. Das Ziel ist es, möglichst geringe Wärmeentstehungskosten unter der Einhaltung bestehender Gesetze zu erreichen. Die Simulationen basieren auf Zeitreihen, um möglichst exakte Ergebnisse zu erreichen.

Eine eigene Gebäudesimulation ergab beispielsweise für die Ruppin-Grundschule, dass eine Energieversorgung bestehend aus einem BHKW und einem Spitzenlastkessel die wirtschaftlichste und energetisch sinnvollste Lösung ist.

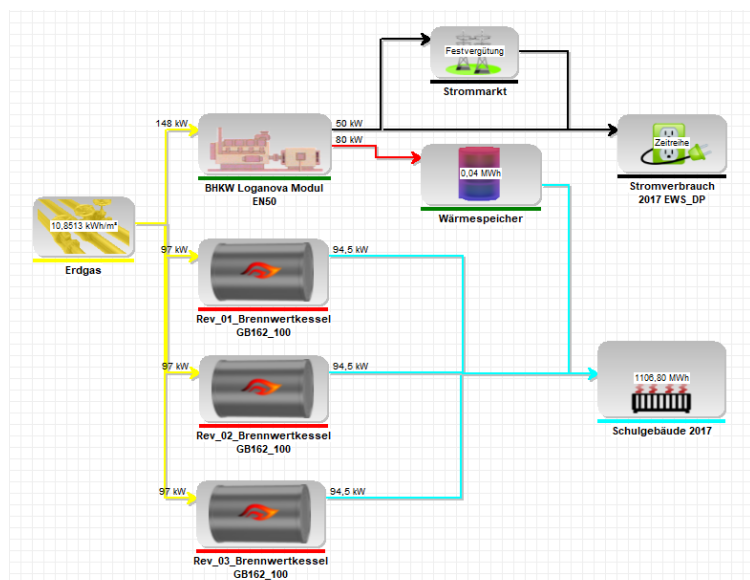


Abbildung 3: Simulationsaufbau des Energiekonzepts für die Ruppin-Grundschule



### 3.3.7 Umrüstung von Öl-Wärmeerzeugungsanlagen

Trotz des steigenden Bewusstseins für das Klima ist der Energieträger Öl heute noch in der Gebäudebeheizung stark vertreten. Aufgrund des schlechten Emissionsfaktors werden jedoch Öl-Wärmeerzeuger Schritt für Schritt umgerüstet. Das BATS hat im Betrachtungszeitraum vier Öl-Kessel auf den Energieträger Gas umgestellt und spart dadurch insgesamt 191 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

Tabelle 5: Standorte der umgerüsteten Öl-Wärmeerzeugungsanlagen

Liegenschaft	Adresse	PLZ	Jahr der Umrüstung	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]
Marianne-Cohn-Schule	Holzmannstraße 7	12099	2014	63
Jugendfreizeiteinrichtung - Kurfürstenstraße	Kurfürstenstraße 40	12105	2014	9
Rathaus Tempelhof	Tempelhofer Damm 165/169	12099	2014	112
Tennisplatz - Westphalweg	Westphalweg 8/14	12109	2017	7

### 3.3.8 Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung und Erneuerbare Energien

#### 3.3.8.1 Photovoltaik- und Solarthermieanlagen

Das BATS besitzt auf mehreren Dächern öffentlicher Gebäude Solarthermie- (ST) und Photovoltaikanlagen (PV). Einige der Solaranlagen hat das BATS unter Eigenregie bzw. in Zusammenarbeit mit externen Fachingenieuren geplant, gebaut und in Betrieb genommen, insbesondere im Zuge einer Grundsanierung oder eines Neubaus. Andere Solaranlagen wurden in Zusammenarbeit mit einem Contractor realisiert. Folgende Tabelle enthält einen Überblick aller im Bezirk vorhandenen und geplanten Solaranlagen:

Tabelle 6: Energiesparmaßnahmen - Standorte von Solaranlagen

Lfd. Nr.	Liegenschaft	Adresse	PLZ	Art	Leistung [kW <sub>p</sub> ]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Inbetriebnahme
1	Sportanlage - Baußnerweg	Baußnerweg 8 / Marienfelder Allee	12279	ST	20,1	n/a	2012
2	Paul-Natorp-Schule	Goßlerstraße 13-15	12161	PV	8,5	n/a	2010
3	Marianne-Cohn-Schule	Holzmannstraße 7	12099	ST	40	n/a	2008
4	Askanische Schule	Kaiserin-Augusta-Straße 19-20	12103	ST	28	n/a	2005/2010
5	Robert-Blum-Schule	Kolonnenstraße 21	10829	ST	28	n/a	1997
6	Georg-Büchner-Schule	Lichtenrader Damm 224-230	12305	PV	112,8	n/a	2012
7	Schule auf dem Tempelhofer Feld	Schulenburgring 7-11	12101	ST	4,4	n/a	2011
8	Tennisplatz - Vorarlberger Damm	Vorarlberger Damm 37	12157	ST	11,4	n/a	2012
9	Carl-Zeiss-Schule	Barnetstraße 12-14 / Lutherstraße 30	12305	PV	99,68	42,4	2020

Lfd. Nr.	Liegenschaft	Adresse	PLZ	Art	Leistung [kW <sub>p</sub> ]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Inbetriebnahme
10	Marienfelder-Schule	Erbendorfer Weg 13	12279	PV	99,68	42,4	2020
11	Werbellinsee-Schule	Luitpoldstraße 38	10781	PV	99,68	42,4	2020
12	Gesundheitsamt	Rathausstraße 27	12105	PV	47,04	20,0	2020
13	Schule im Taunusviertel	Wiesbadener Straße 20	12309	PV	47,04	20,0	2019
14	Carl-Sonnenschein-Schule	Am Hellespont 4/6	12109	PV	47,04	20,0	2020/2021
15	Jugendfreizeiteinrichtung	Kurfürstenstraße 40	12105	PV	6,75	n/a	2021/2022
16	Johanna-Eck-Schule	Ringstraße 106	12105	PV	10	n/a	2021/2022
17	Paul-Natrop-Schule (Turnhalle)	Schwalbacher Str. 11 / Goßlerstraße 13-15	12161	PV	4,56	n/a	2021/2022
18	Gustav-Heinemann-Schule	Tirschenreuther Ring 48	12279	PV	100	42,4	2022
19	Friedrich-Ebert-Sportanlage	Bosestraße 21	12103	PV	29,48	14,8	In Planung
20	Fläming-Schule (Sporthalle)	Illstraße 4-6	12161	PV	29,48	13,4	In Planung
21	Robert-Blum-Schule (Sporthalle)	Kolonnenstraße 21	10829	PV	29,48	14,5	In Planung
22	Ulrich-von-Hutten-Schule (Sporthalle)	Briesingstraße 23-27	12307	PV	29,48	14,3	In Planung
23	Finow-Schule (Erweiterungsbau)	Welser Straße 16-22	10777	PV	62,31	30,6	In Planung
24	Tempelherren Schule / Hugo-Gaudig-Schule (Sporthalle)	Boelckestraße 58-60	12101	PV	37,52	17,1	In Planung

### 3.3.8.2 Blockheizkraftwerte

Die Tabelle 7 enthält einen Überblick aller im Bezirk vorhandenen BHKW.

Tabelle 7: Energiesparmaßnahmen - Standorte von BHKW

Lfd. Nr.	Liegenschaft	Adresse	PLZ	th. Leistung [kW]	el. Leistung [kW]	Inbetriebnahme
1	Sophie-Scholl-Schule	Eißholzstraße 34-37	10781	39	20	2014
2	Werkhof / Baumkolonne	Fritz-Werner-Straße 71	12107	39	20	2014
3	Steinwald-Schule	Hanielweg 7/9	12277	34	19	2012
4	Georg-von-Giesche-Schule / VHS	Hohenstauferstraße 47-48	10779	80	50	2014
5	Marianne-Cohn-Schule	Holzmannstraße 7	12099	39	20	2015

### 3.3.8.3 Wärmepumpen

Die Tabelle 8 enthält einen Überblick aller im Bezirk vorhandenen Wärmepumpen.

Tabelle 8: Energiesparmaßnahmen - Standorte von Wärmepumpen

Lfd. Nr.	Liegenschaft	Adresse	PLZ	Wärmequelle	Leistung [kW]	Inbetriebnahme
1	Marienfelder-Schule	Erbendorfer Weg 13	12279	Sole	90	2020
2	Paul-Simmel-Schule	Felixstraße 26	12099	Sole	89	2016
3	Paul-Klee-Schule	Konradinstraße 15-17	12105	Luft	37	2019
4	Schule auf dem Tempelhofer Feld	Schulenburg ring 7-11	12101	Luft	37	2019
5	Tennisplatz - Vorarlberger Damm	Vorarlberger Damm 37	12157	Sole	1x 35 (Niedertemp.) 1x 21 (Mitteltemp.)	2013

### 3.3.8.4 Karte mit allen KWK- und EE-Anlagen des BATS

Die folgende Karte zeigt die Standorte aller durch das BATS betriebenen KWK- und EE-Anlagen. Die Nummerierung der einzelnen Standorte entsprechen den Nummerierungen der in der Tabelle 6 (Solaranlagen – gelb), Tabelle 7 (BHKW – blau) und Tabelle 8 (Wärmepumpen – grün).

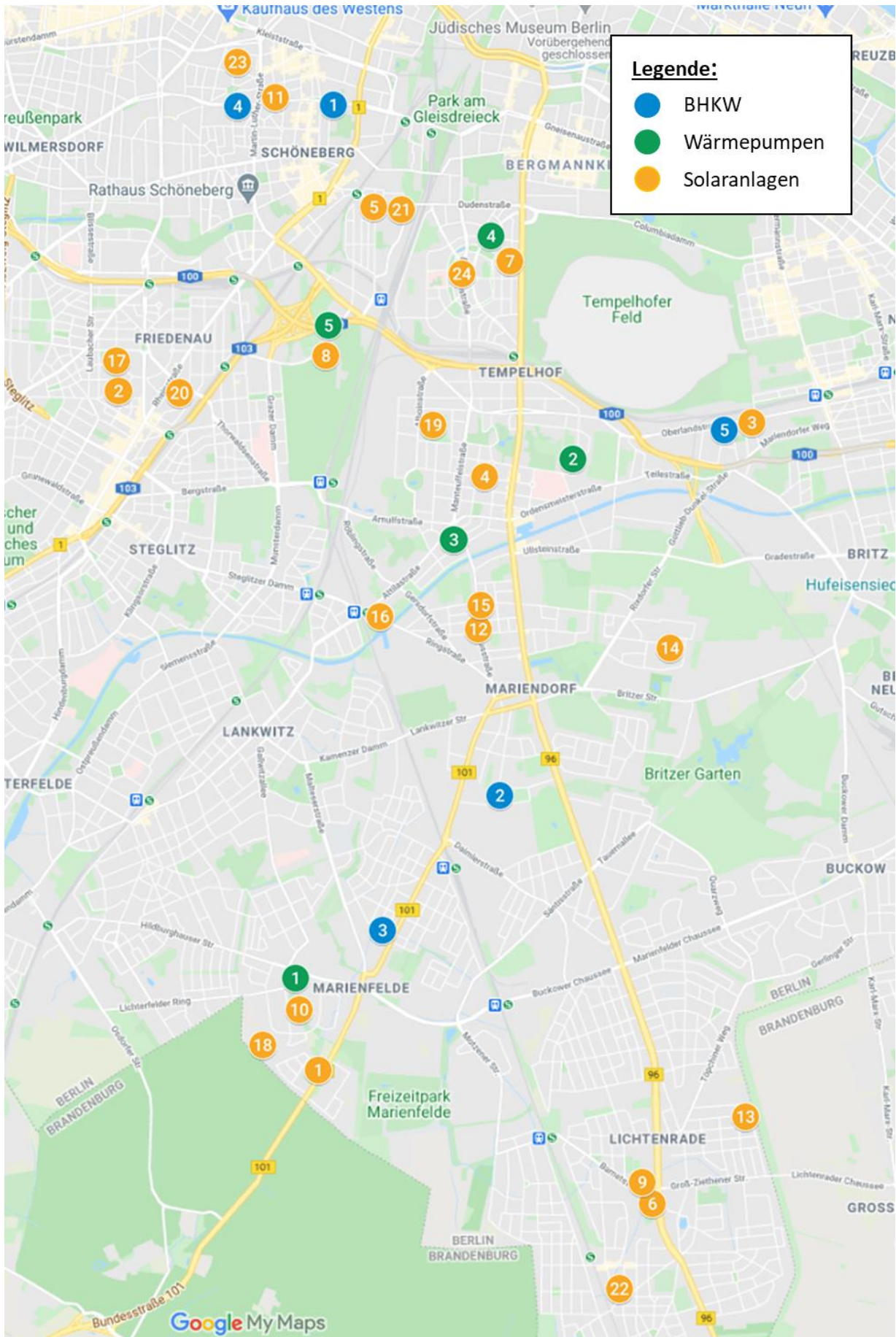


Abbildung 4: Karte – Standorte aller bezirklichen KWK- und EE-Anlagen

## 4 Datenlage und Gebäudebestand

Der Gebäudebestand des BATS unterliegt aufgrund von baulichen Veränderungen im Zuge von Grundsanierungen, Anbauten oder Neubauten einer regelmäßigen Veränderung. Des Weiteren werden vom BATS mehrere Objekte gemietet, zu denen dem Energiemanagement nicht alle Flächen- und Verbrauchsdaten vollständig vorliegen. Aus diesem Grund und durch die Tatsache, dass das BATS als Mieter kaum Einfluss auf die technischen Anlagen nehmen kann, wurden diese Liegenschaften in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

Eine weitere Problematik bei der Ermittlung der Energiekennwert stellt die Energieversorgungsstruktur einzelner Gebäude dar. Einige Liegenschaften beziehen ihre thermische oder elektrische Energie aus Liegenschaften, die nicht dem BATS angehören und pauschal abgerechnet werden. Grundsätzlich werden diese Liegenschaften in den jeweiligen Arten der Energieversorgung (Wärme und Strom) berücksichtigt, da es aber zu fehlenden Energieverbräuchen kommen kann, wurden immer nur die Gebäudeflächen berücksichtigt, wo auch Energieverbräuche vorliegen. Dies gewährleistet zum einen eine genauere Darstellung der Gesamtenergieverbräuche und zum anderen verfälscht dies nicht die spezifischen Energiekennwerte.

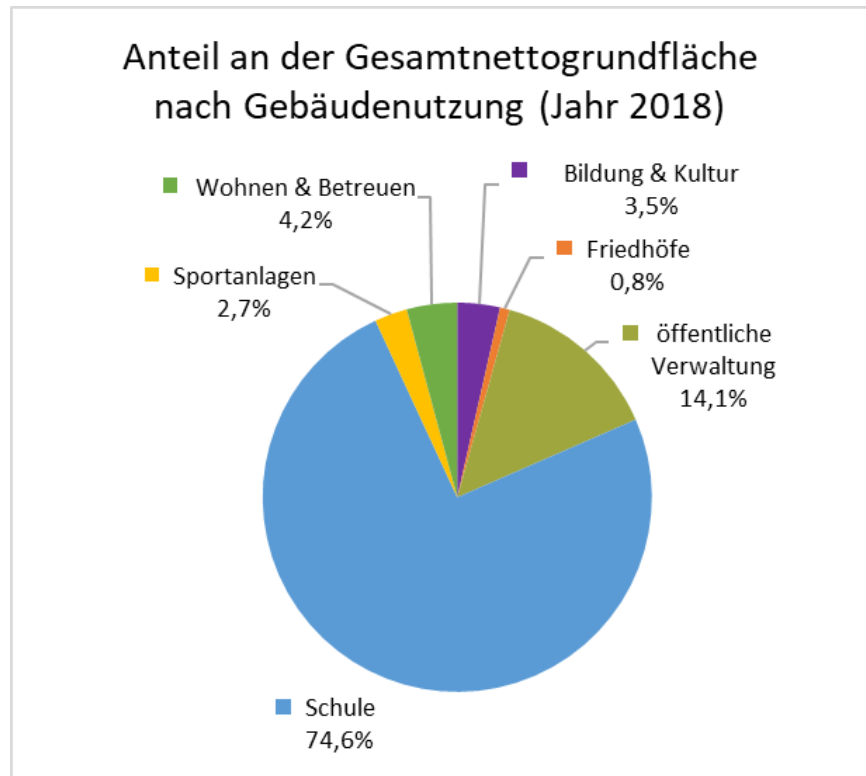


Abbildung 5: Anteil an der Gesamtnettogrundfläche nach Gebäudenutzung (Jahr 2018)

Insgesamt werden in diesem Bericht 153 Gebäude mit einer Bruttogrundfläche (BGF) von 811.598 m<sup>2</sup> bzw. einer Nettogrundfläche (NGF) von 674.576 m<sup>2</sup> betrachtet. Für eine tendenzielle Aussage und einen Vergleich der Energieverbräuche wird die NGF zu Grunde gelegt.

## 5 Entwicklung der Außenlufttemperatur

Die Außenlufttemperatur unterliegt bekanntlich immer einer größeren Schwankung, dies gilt auch für die mittlere Jahrestemperatur. Abbildung 6 verdeutlicht diese Schwankung. Besonders in den Jahren 1996 und 2010 gab es größere Ausreißer nach unten, die vermuten lassen würden, dass die Lufttemperatur nicht kontinuierlich wärmer wird.

Eine Glättung der durchschnittlichen Jahrestemperatur mithilfe einer linearen Regression verdeutlicht den kontinuierlichen Anstieg. So stieg die Außenlufttemperatur jährlich um ca.  $0,038\text{ }^{\circ}\text{C}$  seit 1990 bis heute für Deutschland als auch für die Region Berlin. In Berlin wurden jedoch im Schnitt  $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  höhere Temperaturen gemessen. Insgesamt stieg die Lufttemperatur innerhalb von 29 Jahren für Deutschland bzw. Berlin um insgesamt  $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf  $9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  bzw.  $10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .<sup>7</sup>

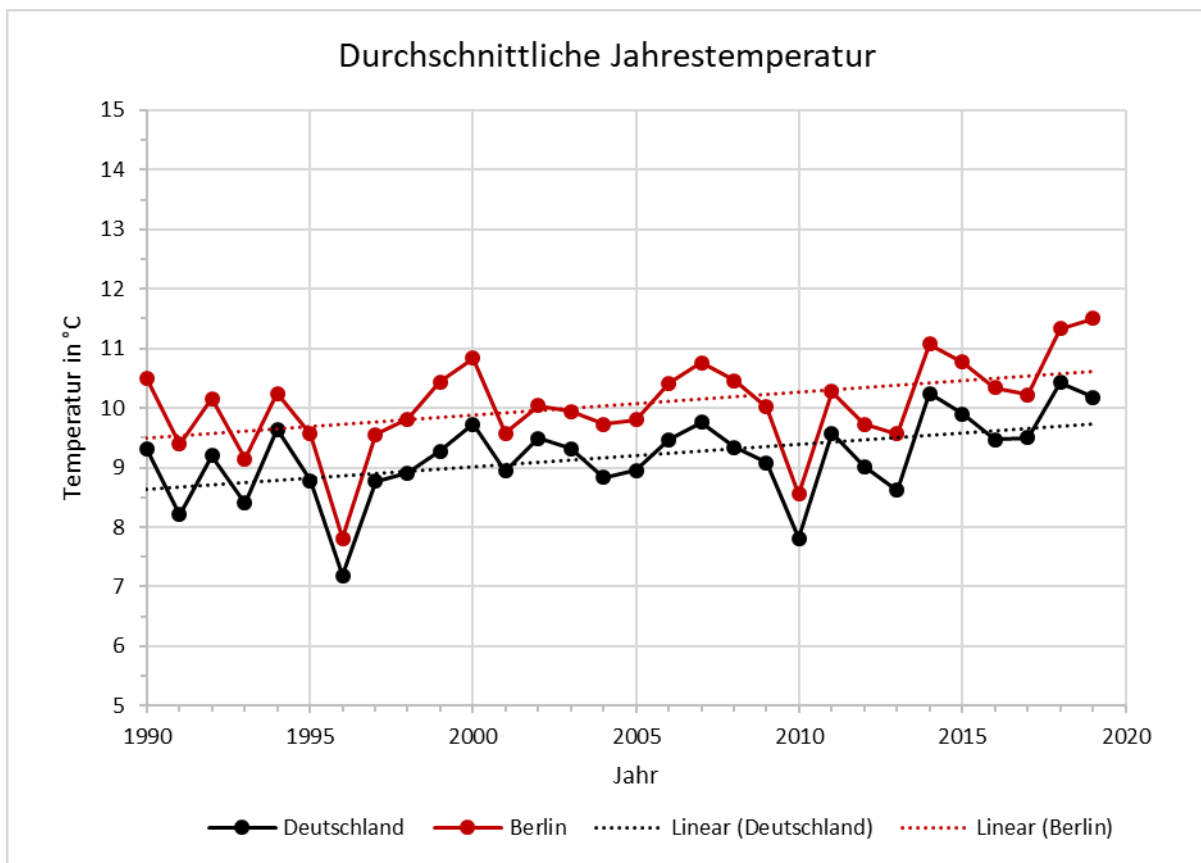


Abbildung 6: Durchschnittliche Jahrestemperaturen in Deutschland und Berlin

<sup>7</sup> Alle Messwerte wurden dem Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes entnommen. (Deutsches Wetterdienst: CDC – Climate Data Center, URL: <https://cdc.dwd.de/portal/> [Zugriff am 19.11.2020])



## 6 Entwicklung der Energieverbräuche

### 6.1 Betrachtung nach Energieträger

Die Anteile der Energieträger am Gesamtverbrauch haben sich 2018 nur im geringen Ausmaß, verglichen mit den Anteilen von 2014, verändert. Des Weiteren ist bei dieser Darstellung zu beachten, dass die Energieträgeranteile vom Gesamtverbrauch abhängen und damit beispielsweise je nach Klima und Wärmebedarf variieren können. Die Verteilung des Energieverbrauchs nach den Energieträgern für 2014 und 2018 sind in den Abbildung 7 und Abbildung 8 dargestellt.

Zwischen 2014 und 2018 wurden von insgesamt vier Liegenschaften die Wärmeerzeugungsanlagen von Öl auf Gas umgestellt. Die Umrüstung macht sich in den Anteilen der Energieträger bemerkbar, da sich der Erdölanteil um 1,1 % verringert und gleichzeitig der Gasanteil um 2,0 % erhöht hat. Der Gasverbrauch schließt die Stromproduktion von fünf BHKW in fünf verschiedenen Liegenschaften ein, die 2014 und 2015 errichtet wurden. Entsprechend ist unter anderem der Stromanteil um 0,9 % gesunken. Ein weiterer Grund für die Reduktion des Stromanteils liegt an der sukzessiven Umstellung der Leuchtmittel auf LED-Technik. Der Fernwärmeanteil hat sich lediglich um 0,1 % erhöht, da die Anzahl der mit Fernwärme versorgten Liegenschaften gleichgeblieben ist.

Eine Liste der umgerüsteten Wärmeerzeugungsanlagen kann dem Kapitel 3.3.7 und der in Betrieb genommenen BHKW dem Kapitel 3.3.8.2 entnommen werden.

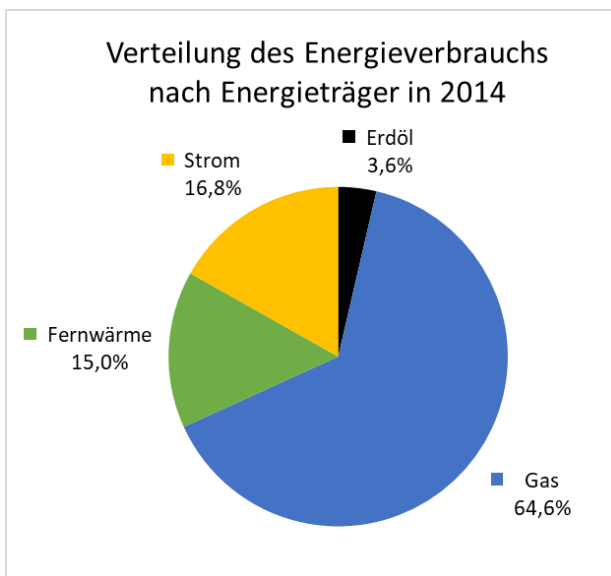


Abbildung 7: Verteilung des Energieverbrauchs nach Energieträger in 2014

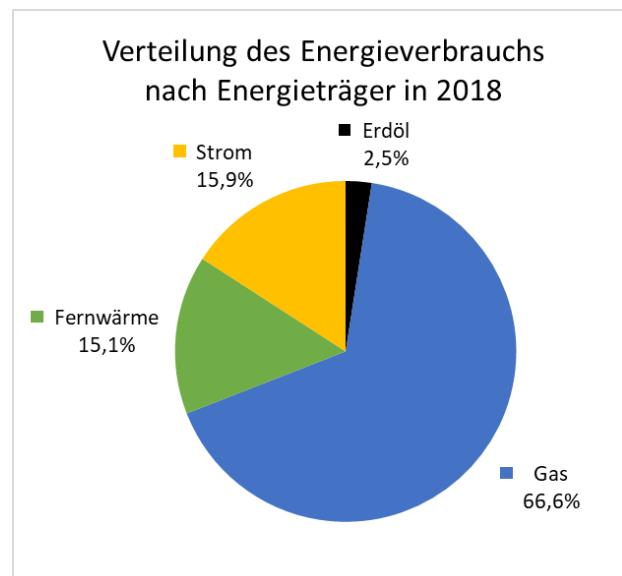


Abbildung 8: Verteilung des Energieverbrauchs nach Energieträger in 2018

## 6.2 Betrachtung nach Gesamtenergieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch unterteilt sich grob in einen thermischen und in einen elektrischen Energieanteil. Für eine bessere Vergleichbarkeit wird in der Regel der Wärmeverbrauch witterungsbereinigt (siehe Kapitel 2.2).

Die Abbildung 9 zeigt die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs über die Jahre 2014 bis 2018. Da hier auch der Stromverbrauch berücksichtigt wird, soll an dieser Stelle auf eine Witterungsbereinigung verzichtet werden.<sup>8</sup> Im Jahr 2014 betrug der Gesamtenergieverbrauch 74.848 MWh und stieg bis 2016 um 9,2 % auf 81.751 MWh an. Seitdem sank der jährliche Gesamtverbrauch um 3,5 % auf insgesamt 78.872 MWh. Vergleicht man die Jahre 2018 und 2014, so ergibt sich daraus eine Verbrauchserhöhung von 5,4 %. Hauptsächlich ist für die Verbrauchserhöhung der Wärmeverbrauch verantwortlich, da der Stromverbrauch relativ konstant mit  $12.702 \pm 177$  MWh ist.

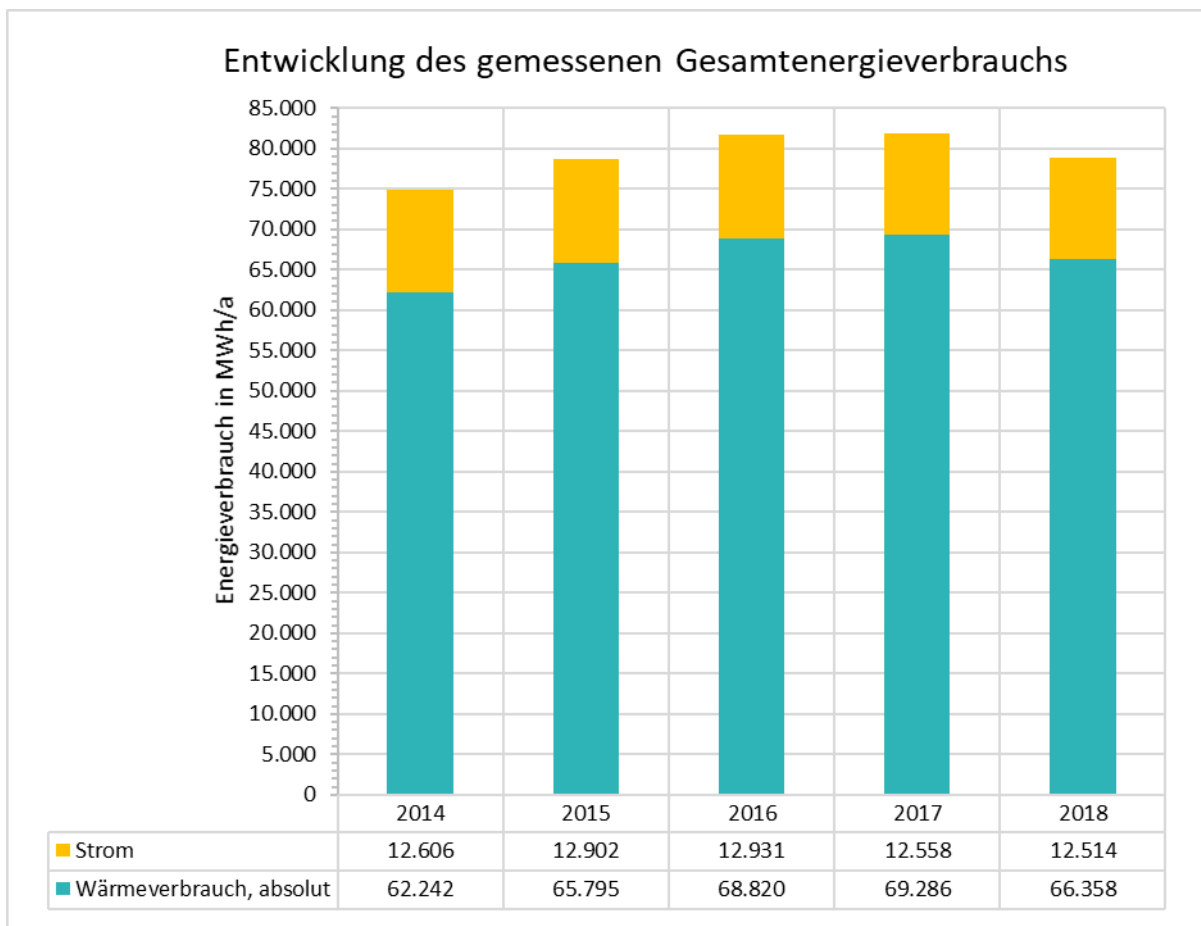


Abbildung 9: Entwicklung des gemessenen Gesamtenergieverbrauchs

Bei einer näheren Betrachtung des gemessenen Wärmeverbrauchs, erkennt man eine gewisse Korrelation mit der Außenlufttemperatur (siehe Kapitel 5). Im Laufe der Jahren 2014 bis 2016 sank

<sup>8</sup> Die Witterungsbereinigung beschränkt sich nicht nur auf den Wärmeverbrauch. Wenn elektrische Energie für die Gebäudebeheizung verwendet wird, muss auch diese aufgewendete Energie anteilig witterungsbereinigt werden. Da im BATS kaum bis gar keine Gebäude elektrisch beheizt werden, wird auf die Witterungsbereinigung des Stromverbrauchs verzichtet.



die mittlere Jahrestemperatur, weshalb der Wärmebedarf und somit der Wärmeverbrauch stiegen. 2017 und 2018 sank der Wärmeverbrauch wiederum aufgrund der wärmeren Außenlufttemperatur.

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch kann aus Abbildung 10 entnommen werden.

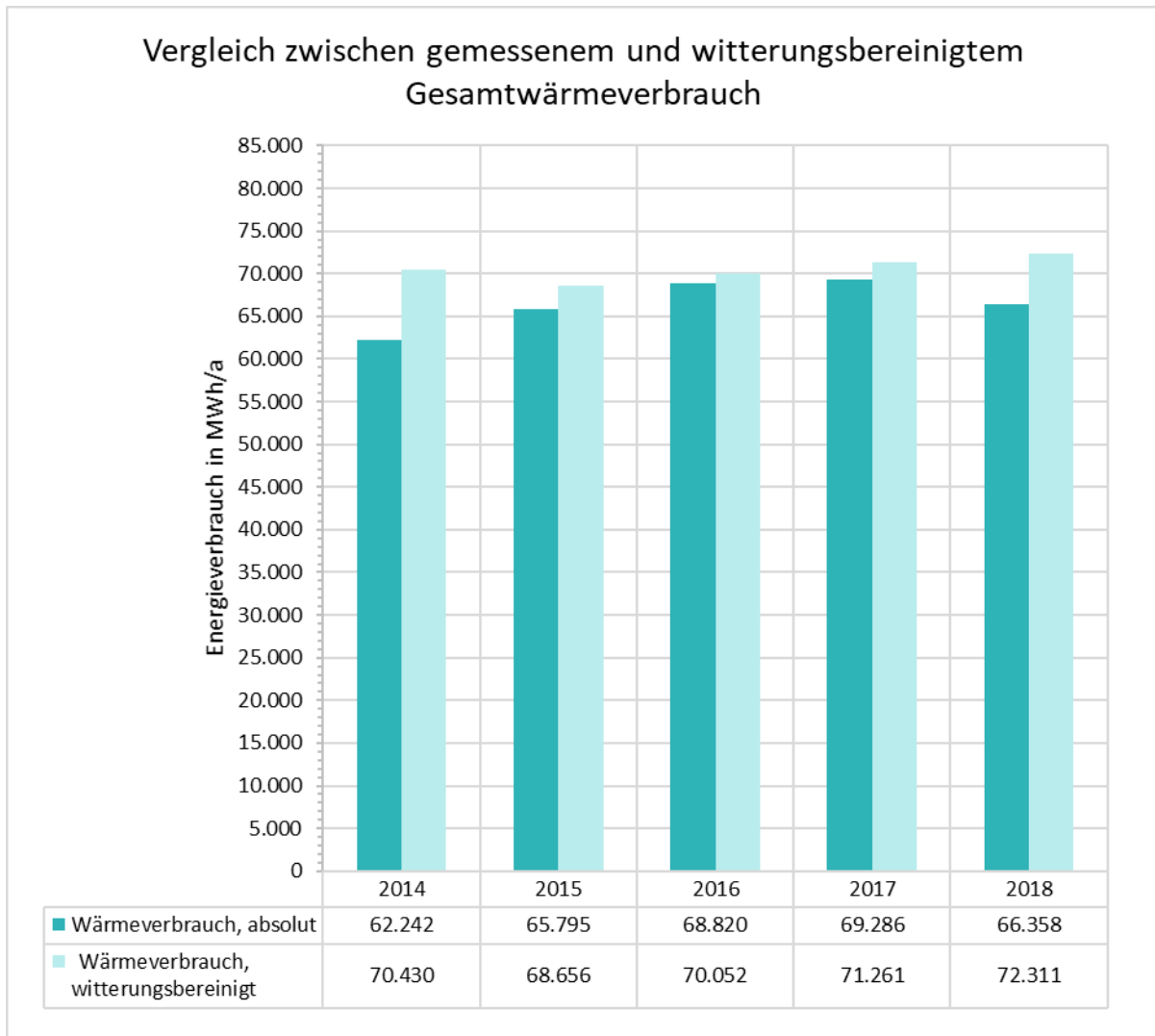


Abbildung 10: Vergleich zw. gemessenem und witterungsbereinigtem Gesamtwärmeverbrauch

Die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs zeigt einen ähnlichen Trend wie in Abbildung 9 dargestellt. Die einzelnen Energiekennwerte kann man der Abbildung 11 entnehmen.

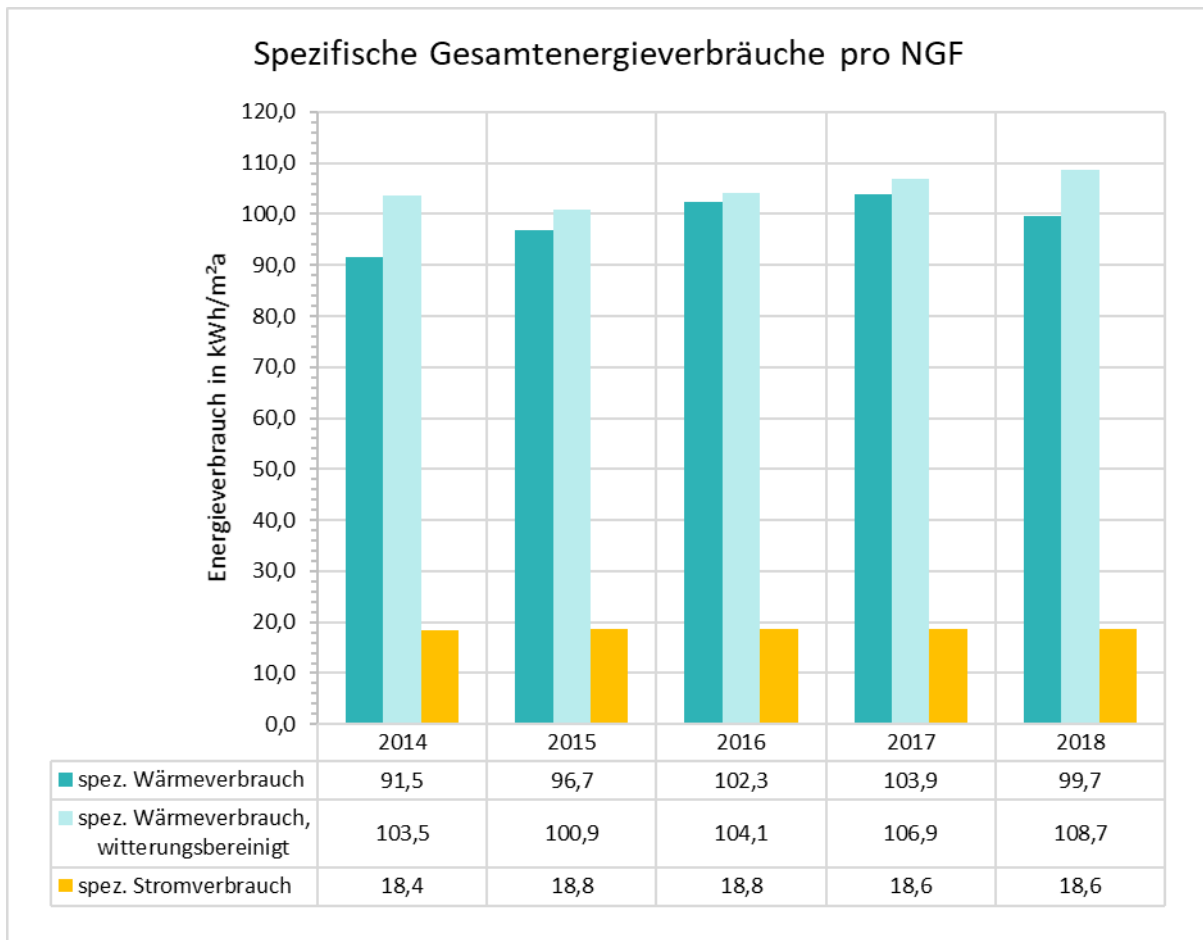


Abbildung 11: Spezifische Gesamtenergieverbräuche pro NGF

Die insgesamt nicht befriedigende Entwicklung des Energieverbrauchs von 2014 bis 2018 der öffentlichen Gebäude im BATS hat mehrere Gründe. Eine Ursache ist auf die langen Übergangsphasen (Sommer-/Heizbetrieb), bedingt durch die milden Temperaturen dieser Winter, zurückzuführen, in denen Wärmeerzeugungsanlagen nicht optimal betrieben werden können. Dadurch kommt es in diesen Zeiten bei Wärmeerzeugungsanlagen zu häufigen Taktungen der Brenner und zu übermäßigen Bereitschaftsverlusten in der Wärmeverteilung. Weiterhin sind bei der Errichtung der neuen MSR-Anlagen Provisorien und Zeiten zur Anlagenregulierung unumgänglich, die einen erhöhten Energieverbrauch zur Folge haben. Als Hauptgrund ist jedoch die hohe Personalfuktuation im Bereich des Energiemanagements zu identifizieren. Im Betrachtungszeitraum kann es im Aufgabengebiet des Energiebeauftragten zu drei Personalwechseln. Hierunter litt die Überwachung der Wärmeerzeugungsanlagen, die für einen effizienten Betrieb der Anlagen zwingend ist.

### 6.3 Betrachtung nach Gebäudenutzung

In diesem Abschnitt soll auf die Betrachtung des gemessenen Wärmeverbrauchs aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet werden, zumal für die energetische Bewertung hauptsächlich die witterungsbereinigten Verbräuche relevant sind.

Die Gebäudenutzung unterscheidet sich in sechs Nutzungsarten:

- Bildung & Kultur
- Friedhöfe
- Öffentliche Verwaltung
- Schule
- Sportanlagen
- Wohnen & Betreuen

Die Abbildung 12 stellt den witterungsbereinigten Wärmeverbrauch nach der Gebäudenutzung dar. Für den besseren Vergleich enthält sie zusätzlich den witterungsbereinigten Gesamtwärmeverbrauch. Betrachtet man die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärmeverbräuche, dann erkennt man, dass die Entwicklung des Gesamtverbrauchs stark von den Schulen abhängig ist und einen ähnlichen Trend aufweist.

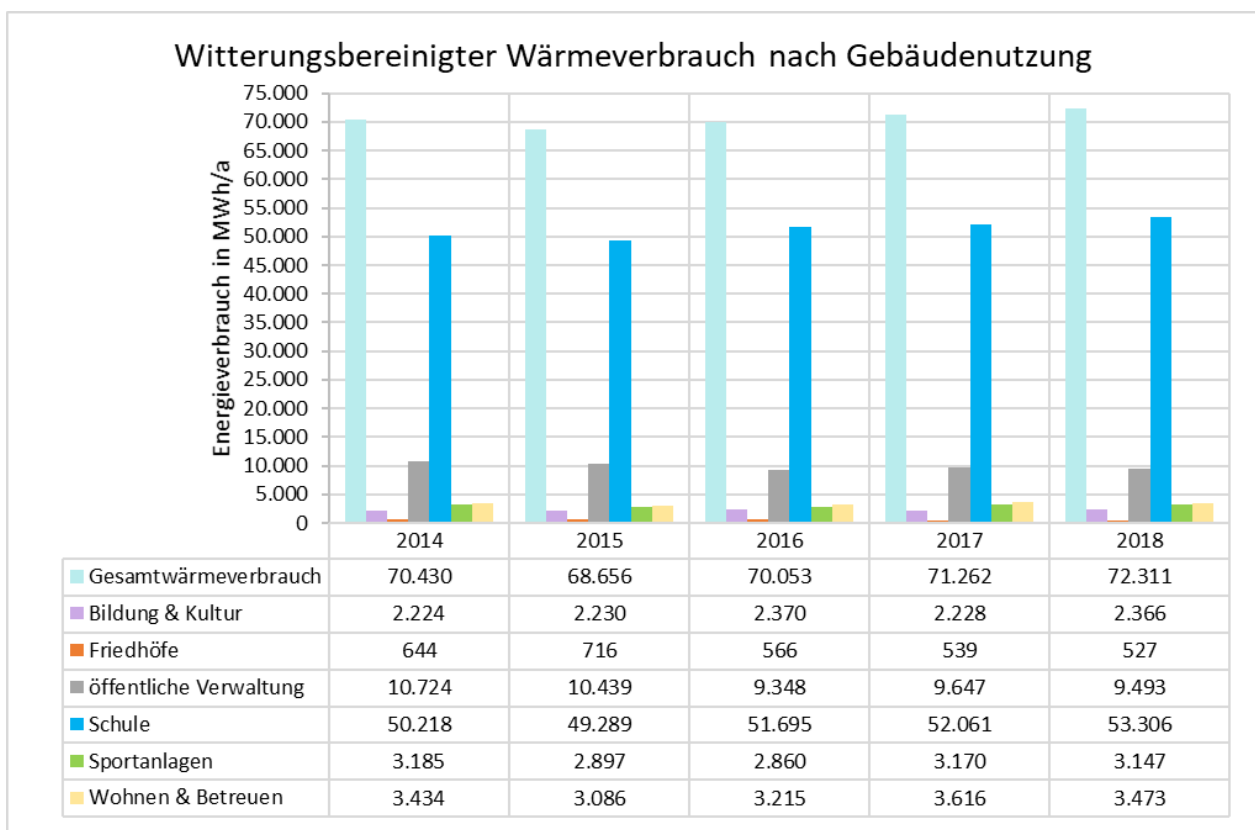


Abbildung 12: Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch nach Gebäudenutzung

Aus der Tabelle 9 kann entnommen werden, welche Gebäudenutzungsarten zwischen 2014 und 2018 eine Verbrauchszunahme/-reduzierung verzeichneten und wie groß jeweils der Anteil am Gesamtwärmeverbrauch war.

Tabelle 9: Anteile am witterungsbereinigtem Gesamtwärmeverbrauch sowie Verbrauchserhöhung/-reduzierung nach Gebäudenutzung

Gebäudenutzung	Anteil vom Gesamtwärmeverbrauch [%]	Anteilige Verbrauchsentwicklung innerhalb der Nutzungsart [%]	Verbrauchsentwicklung des spez. Verbrauchs innerhalb der Nutzungsart
Bildung & Kultur	3,1 – 3,4	6,4	9,8
Friedhöfe	0,7 – 1,0	-18,2	-18,2
öffentliche Verwaltung	13,1 – 15,2	-11,5	0,5
Schule	71,3 – 73,7	6,1	6,1
Sportanlagen	4,1 – 4,5	-1,2	-1,2
Wohnen & Betreuen	4,5 – 5,1	1,1	5,9

Den größten Anteil von ca. 71,3 % bis 73,7 % am Gesamtwärmeverbrauch machen die Schulgebäude aus und diese haben somit einen erheblichen Einfluss auf den bezirklichen Wärmeverbrauch, obwohl die Verbrauchserhöhung mit 6,1 % relativ niedrig ausfiel im Vergleich mit den anderen Nutzungsarten. Darauf folgen die Gebäude der öffentlichen Verwaltung mit einem Anteil von ca. 13,1 % bis 15,2 %. Hier wurden 11,5 % an Wärmeenergie gespart. Die Nutzungsarten Bildung & Kultur, Friedhöfe, Sportanlagen sowie Wohnen & Betreuen beeinflussen einzeln betrachtet am geringsten den Gesamtwärmeverbrauch, kommen jedoch zusammen auf einen Anteil von 12,4 % bis 14,0 %. Daher fallen die entsprechenden Erhöhungen und Minderungen im Verbrauch weniger auf.

Die oben angestellte Verbrauchsanalyse berücksichtigt lediglich die verbrauchsabhängigen Anteile am Gesamtwärmeverbrauch. Das heißt, dass eine Verbrauchserhöhung bzw. -reduzierung suggeriert wird, obwohl lediglich ein oder mehrere Gebäude einer Nutzungsart abgegeben oder aufgenommen wurden. Aus diesem Grund erfolgt nachfolgend eine Verbrauchsanalyse des spezifischen witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs (siehe Abbildung 13).

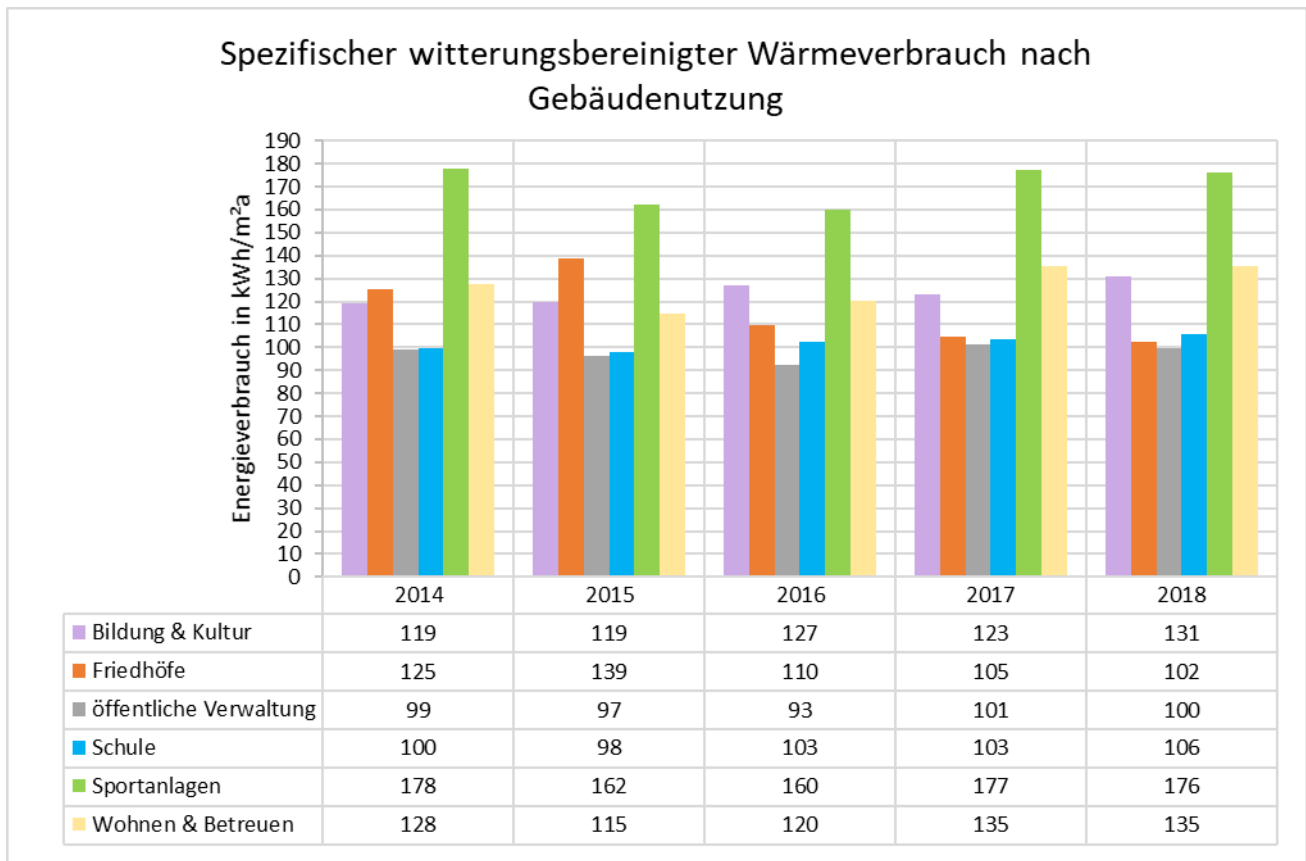


Abbildung 13: Spezifischer witterungsbereinigter Wärmeverbrauch nach Gebäudenutzung

Abbildung 13 zeigt die Entwicklung des spezifischen Wärmeverbrauchs nach der Gebäudenutzung. Es ist zu erkennen, dass sich ein negativer Trend für Nutzungsarten Schule, Bildung & Kultur sowie Wohnen & Betreuen entwickelt hat. Durchschnittlich wurden hier ca. 7,3 % mehr Wärmeenergie pro Quadratmeter verbraucht. Die Gebäude der öffentlichen Verwaltung hielten sich relativ stabil. Die Zunahme beträgt lediglich 0,5 %. Erheblich Einsparungen konnte man bei den Friedhofsgebäuden verzeichnen. Dieser beläuft sich auf 18,2 %. Bei den Sportanlagen wurden bloß 1,2 % Wärmeenergie gespart. Die einzelnen spezifischen Verbrauchszunahmen/-reduzierungen im Vergleich zwischen 2014 und 2018 können zusätzlich der Tabelle 9 entnommen werden.

## 7 Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemissionen

Die Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemissionen folgen einem ähnlichen Trend wie die des gemessenen Gesamtenergieverbrauches aus Kapitel 6.2. Im Jahr 2018 sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen verglichen mit 2014 von 20.387  $\frac{t}{a}$  um 0,7 % auf 20.250  $\frac{t}{a}$ . Dies verdeutlicht, dass sich die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren<sup>9</sup> seit 2014 verbessert haben (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

Jahr	Erdöl [kg/MWh]	Gas [kg/MWh]	Fernwärme Landesdurchschnitt [kg/MWh]	Strom Bundesdurchschnitt [kg/MWh]
2014	266,2	201,1	256,7	561,0
2015	266,3	201,2	271,8	538,5
2016	266,3	201,2	293,3	530,5
2017	266,3	200,8	239,1	506,8
2018	266,3	200,8	239,1	506,8

Es ist anzumerken, dass in diesem Bericht die CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Stromverbrauch mit dem bundesweiten Durchschnittswert berechnet wurden, obwohl die Versorgung in Berlin aus zertifiziertem Ökostrom aus erneuerbaren Energien besteht.

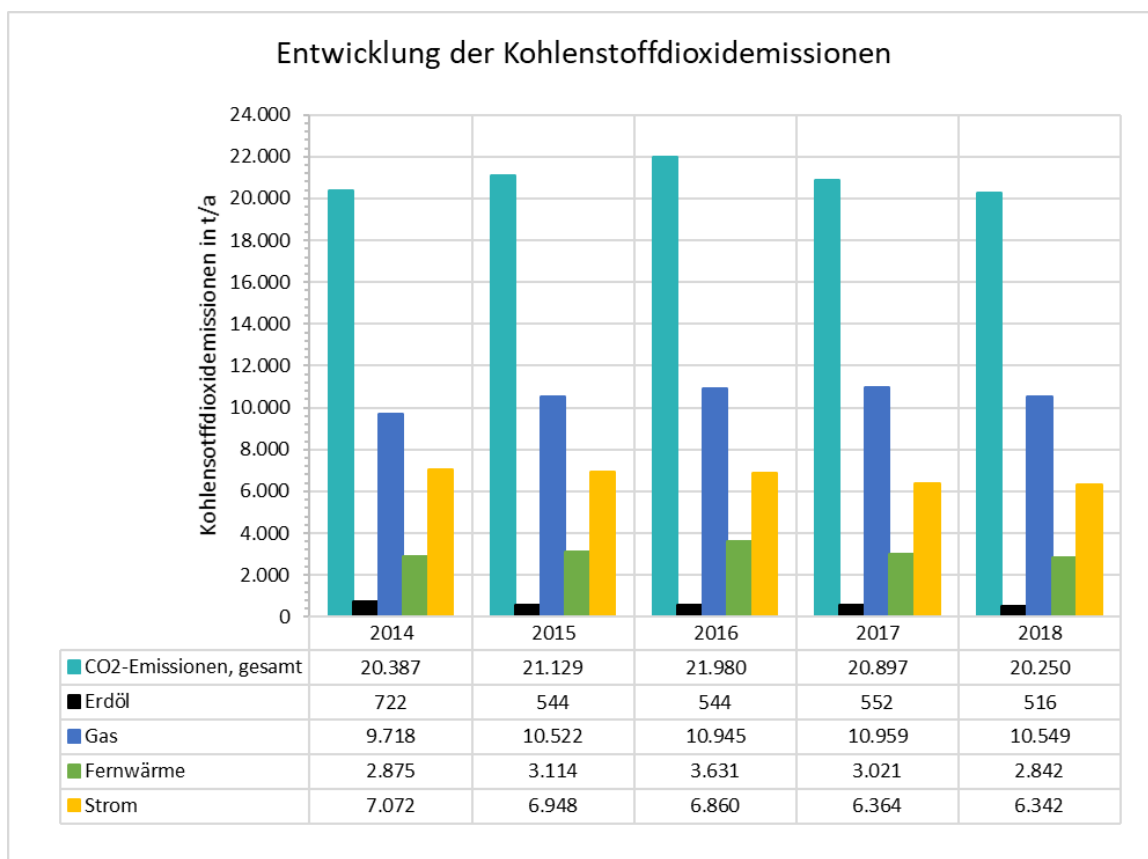


Abbildung 14: Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemissionen

<sup>9</sup> Vgl. Amt für Statistik Berlin Brandenburg [Stand: 2017], URL: [https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Statistiken/statistik\\_SB.asp?Ptyp=700&Sageb=43009&creg=BBB&anzwer=6](https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Statistiken/statistik_SB.asp?Ptyp=700&Sageb=43009&creg=BBB&anzwer=6) [Zugriff am 14.10.2020]

## 8 Energiepreisentwicklung

Die in Abbildung 15 und Tabelle 11 dargestellten Energiepreisentwicklungen basieren lediglich auf den durchschnittlichen Energiekosten pro Kilowattstunde. Hinzu kommen je nach Energieträger andere leistungs- und liegenschaftsabhängige Fixkosten, die hier nicht betrachtet werden sollen.

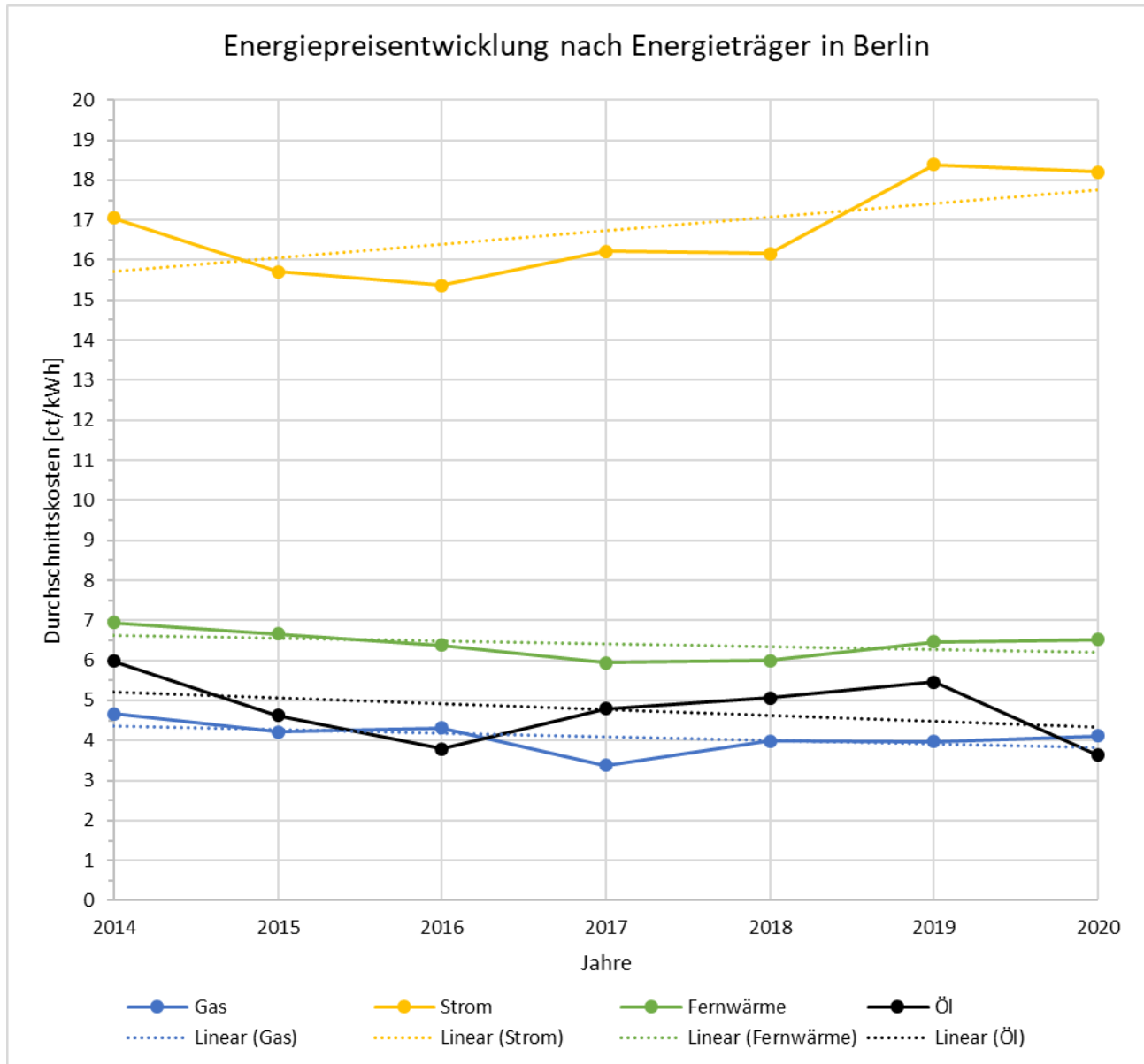


Abbildung 15: Energiepreisentwicklung nach Energieträger in Berlin

Generell unterliegen die Energiekosten einer gewissen Schwankung, welche abhängig von der Marktlage und vom Netzausbau (z.B. Einsatz von regenerativer Energie, Erweiterung des Versorgungsnetzes) ist. Maßgeblich werden die Kosten auch von Steuer-, Umlagen- und Abgabenänderungen beeinflusst.

Die Durchschnittskosten für Öl sinken tendenziell seit 2014, wobei der Preis im Schnitt um  $\pm 0,784$  ct/kWh verglichen mit den anderen Energieträgern am größten schwankt. Der sinkende

Trend liegt jedoch an den sehr niedrigen Durchschnittskosten in 2020, welche durch den Preisverfall während der Corona-Pandemie bestimmt wurde.

Die Kosten für Fernwärme verhalten sich tendenziell leicht abfallend, wobei die Preise zuletzt wieder gestiegen sind. Seit 2014 pendelt der durchschnittliche Preis um  $6,413 \pm 0,784$  ct/kWh.

Die Preise für Gas entwickelten sich ebenfalls kontinuierlich abfallend, wobei der Preis 2016 und 2017 stärker im Verlauf schwankte. 2020 lag der Preis verglichen mit 2014 ca. um 0,562 ct/kWh niedriger. Dies entspricht einem Preisverfall von ca. 12 %.

Die auffälligste Preisentwicklung bildet die des Strompreises ab. Seit 2014 ist der Durchschnittspreis im Großen und Ganzen gestiegen. Zuletzt lag der Preis bei 18,197 ct/kWh, welcher um ca. 6,7 % höher lag als in 2014.

Tabelle 11: Jährliche durchschnittliche Energiekosten und relative Kostenänderung zum Vorjahr nach Energieträger

Jahr	Gas		Strom		Fernwärme		Öl	
	Durchschnittskosten [ct/kWh]	Kostenänderung gegenüber Vorjahr [%]	Durchschnittskosten [ct/kWh]	Kostenänderung gegenüber Vorjahr [%]	Durchschnittskosten [ct/kWh]	Kostenänderung gegenüber Vorjahr [%]	Durchschnittskosten [ct/kWh]	Kostenänderung gegenüber Vorjahr
2014	4,671	n/a	17,054	n/a	6,938	n/a	5,980	n/a
2015	4,215	-9,8	15,716	-7,8	6,666	-3,9	4,621	-22,7
2016	4,314	2,3	15,369	-2,2	6,377	-4,3	3,784	-18,1
2017	3,376	-21,7	16,224	5,6	5,939	-6,9	4,789	26,6
2018	3,984	18,0	16,161	-0,4	5,992	0,9	5,061	5,7
2019	3,969	-0,4	18,387	13,8	6,463	7,9	5,459	7,9
2020	4,109	3,5	18,197	-1,0	6,514	0,8	3,637	-33,4



## 9 Ausblick

Dieser Bericht zeigt, dass das Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg jährlich unterschiedlichste Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie CO<sub>2</sub>-Reduktion umsetzt und so einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2030 respektive 2050 leistet.

Durch die zukünftig bessere Überwachungs- und Optimierungsmöglichkeiten von Wärmeerzeugungsanlagen im Bestand als auch von Neuanlagen mithilfe der neuen herstellerneutralen Gebäudeleittechnik verspricht sich das BATS geringere Energieverbräuche. So werden in den nächsten Heizperioden die technischen Anlagen zur Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung optimiert, um so einen bestmöglichen Anlagenbetrieb unter Berücksichtigung eines Gleichgewichtes zwischen Energieeinsparung und Behaglichkeit zu ermöglichen. Dieses Vorhaben wird durch die Aufschaltung der Wärmemengenzähler zusätzlich unterstützt, da Unregelmäßigkeiten im Energieverbrauch schneller erkannt und Gegenmaßnahmen zügiger umgesetzt werden können.

Zusätzlich sollen weitere potenzielle Bestandsdächer identifiziert werden, um weitere Photovoltaikanlagen auf den bezirklichen Gebäuden aufzustellen. Dadurch wird nicht nur der Strombezug reduziert, sondern auch gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt. Im Einzelnen werden weitere Einsparungen von bis zu 45 % durch die energetischen Sanierungsmaßnahmen im Zuge der Berliner Schulbauoffensive erzielt. Dabei setzt das BATS im Rahmen der gesetzlichen Auflagen auf eine moderne Gebäudesubstanz sowie auf Technologien der Kraft-Wärme-Kopplung oder regenerativen Energien.

Alle Anstrengungen werden dabei unter Berücksichtigung der gegenwärtig bestehenden Corona-Pandemie durchgeführt, weshalb einzelne Maßnahmen auf die nächste oder übernächste Heizperiode verschoben werden müssen (z.B. Anlagenoptimierung). Zusätzlich ist durch die Pandemie ein enormer Verbrauchsanstieg für 2020/2021 zu erwarten, da beispielsweise die Schulen nicht wie im Frühjahr 2020 vollständig geschlossen und nun verstärkt gelüftet und geheizt werden müssen.