

**Gebäudewirtschaft  
der Stadt Köln**

Bauten – Management – Service

Die Gebäudewirtschaft ist eine Serviceeinrichtung der Stadt Köln

# Energiebericht 2016

Erstellungsdatum: März 2017

Erstellt durch:

Gebäudewirtschaft der Stadt Köln

Sachgebiet Energiemanagement

Berufsfeuerwehr Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz

Titelbild (Quelle):

Anlagenschema Lüftung, Gebäudeautomation Gebäudewirtschaft

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>2</b>
1.1	Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft	2
1.2	Vorbemerkung -37- Berufsfeuerwehr	4
1.3	Kurzfassung, Fazit, Ausblick	6
<b>2</b>	<b>Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015</b>	<b>9</b>
2.1	Energieverbrauch	9
2.1.1	Witterungsreinigung des Wärmeverbrauchs	9
2.1.2	Unbereinigter Gesamtverbrauch und Gesamtkosten	9
2.1.3	Heizenergie, witterungs- und flächenbereinigt	15
2.1.4	Elektrische Energie, flächenbereinigt	17
2.1.5	Wasser, flächenbereinigt	20
2.2	Emissionen	21
2.2.1	Gesamtbilanz	22
2.3	Energiekosten	23
2.3.1	Gesamtbilanz	23
2.3.2	Heizenergie	24
2.3.3	Elektrische Energie	24
2.3.4	Wasser	25
2.4	Energiepreisvergleich	25
2.5	Energiekennwerte	28
2.5.1	Energiekostenkennwerte	28
2.5.2	Energieverbrauchskennwerte	30
<b>3</b>	<b>Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr</b>	<b>34</b>
3.1	Energieverbrauch (Gesamtübersicht)	34
3.2	Kostenverteilung nach Nutzer bzw. Nutzungsart	35
3.3	Kostenübersicht:	36
3.4	Detailübersicht mit Flächenbereinigung	37
3.5	Auswertung	39
3.6	Maßnahmen zur Energieeinsparung im Amt 37	39
<b>4</b>	<b>Energiemanagement Sachstandsbericht</b>	<b>40</b>
4.1	Vertragswesen	40
4.1.1	Strom	40
4.1.2	Fern- und Nahwärme	40
4.2	Energieleitlinien-Energiestandard	41
4.3	Baumaßnahmen zur Energieeinsparung	41
4.4	Photovoltaik	42
4.4.1	Eigene Projekte	42
4.4.2	Investoren-Projekte	43
4.5	CELSIUS-Projekt „Heizen mit Abwasserwärme“	45
4.6	Gebäude-Energieanalysen	46
4.7	Kooperation mit der Technischen Hochschule Köln	47
<b>5</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>49</b>

Als Anlage erhältlich:

Teil 1: Energiekennwerte aller Objekte

Teil 2: Ranking Energiekennwerte

# 1 Einführung

## 1.1 Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft

Der Energiebericht 2016 ergänzt die Verbrauchs- und Kostenstatistik um die Werte für das Verbrauchsjahr 2015, enthält die Aktualisierung der Anhänge „Energiekennwerte aller Objekte“ und „Ranking Energiekennwerte“ sowie den Sachstandsbericht 2016. Die in dem vorliegenden Bericht vorgenommenen Analysen beziehen sich ausschließlich auf den Gebäudebestand des Sondervermögens. Dazu zählen Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindertagesstätten und Grünobjekte.

Die Nutzflächen werden durch das Flächenmanagement der Gebäudewirtschaft ermittelt. Die in Tabelle 1.1.1 unterschiedenen eigenen und angemieteten Gebäude bezeichnen hier Gebäude mit eigenen Energiezählern und Gebäude, deren Energieverbrauch nur über eine Abrechnung des Vermieters bekannt ist (Anmietung).

Gebäudeart		Summe [Anzahl]		Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]		Veränderung zum Vorjahr [%]	
Verwaltungsgebäude	Eigene Zähler	76	44	451.172	397.138	0,2%	-2,8%
	Anmietung / NKA <sup>2</sup>		32		54.035		29,2%
Schulen		273		1.505.066		1,9%	
Kindertagesstätten	Eigene Zähler	240	174	167.222	125.798	2,5%	5,3%
	Anmietung / NKA <sup>2</sup>		66		41.424		-5,3%
Grünaufbauten		71		40.137		0,4%	
<b>Gesamt</b>		<b>660</b>		<b>2.163.597</b>		<b>1,5%</b>	

\*1 Arbeiterunterkünfte, Friedhöfe, Trauerhallen, Parkanlagen; \*2 Nebenkostenabrechnung durch Vermieter

Tabelle 1.1.1: Gebäudebestand am 31.12.2015

Für das Jahr 2015 liegt der flächenmäßig und in der Auswertung erfasste Gebäudebestand bei 660 Objekten. Wie im Vorjahr werden für die Verbrauchsdaten 2015 vorerst nur die Objekte mit eigenen Zählern ausgewertet. Es stehen für folgende Flächen keine Verbrauchswerte zur Verfügung:

Heizung	24.761 m <sup>2</sup>	1,2 % der Gesamtfläche
Strom	21.841 m <sup>2</sup>	1,0 % der Gesamtfläche
Wasser	33.373 m <sup>2</sup>	1,6 % der Gesamtfläche

Bezogen auf die Anzahl der Gebäude stellt sich das Bild wie folgt dar:

- Von den 44 eigenen Verwaltungsgebäuden gibt es für
  - Ein Objekt keinen Energie- und Wasserverbrauch, da sie von externen Nutzern angemietet sind, die eigene Verträge mit den Energielieferanten abgeschlossen haben.
  - 1 Objekt wird saniert (Bibliothek Severinstr. 15)
  - 2 Objekte, die temporär genutzt werden, keine Verbräuche
  - 2 Objekte keinen Wasserverbrauch (Leerstand/nur Strom)
  
- von 273 Schulen wurden 260 Objekte ausgewertet. Von den fehlenden Objekten sind
  - 8 Auslagerungsobjekte (nur befristet angemietet, Nebenkosten in der Mietpauschale enthalten) und
  - 3 Objekte extern vermietet/nicht schulisch genutzt,
  - 1 Objekt steht wg. einer Generalsanierung leer und
  - 1 Objekt wird zur Kita umgebaut.
  
- Von den 174 eigenen Kitas gibt es für
  - 3 Objekte keine Verbrauchsdaten, da wegen Sanierungsarbeiten ausgelagert
  - 2 Objekte ohne Trennung von Heiz- und Kraftstrom (befristet)
  - 21 Objekte keine auswertbaren Verbrauchsdaten für Wasser, da diese über die Nebenkostenabrechnung ohne Angabe eines Verbrauchs erhoben werden.
  
- Im Bereich Grün haben
  - 50 Objekte keine Heizung (35 Friedhöfe, 14 Parkanlagen/Botanische Gärten sowie 2 Arbeiterunterkünfte/Bauhöfe)
  - 15 Objekte haben keinen Stromverbrauch (Friedhöfe/Parkanlagen oder Leerstand)
  - 9 Objekte ohne Angaben zum Wasserverbrauch, da sie extern vermietet sind oder z. Z. leer stehen.

Um die Vergleichbarkeit der Energieverbrauchswerte mit dem Vorjahr zu ermöglichen, wird eine Bereinigung der Werte durchgeführt, die die Einflüsse der Witterung (Heizenergie) und der jeweiligen Flächenänderung berücksichtigt

#### Witterungsbereinigung

Um eine Vergleichbarkeit von Heizenergieverbräuchen bei unterschiedlich kalten Jahren sicherzustellen, wird eine Normierung der Verbrauchswerte mit Hilfe eines postleitzahlenabhängigen Klimafaktors, der vom Deutschen Wetterdienst (DWD) veröffentlicht ist, vorgenommen.

## Flächenbereinigung

Um die in der Praxis jährlich auftretende Flächenänderung (Neubau, Erweiterung, Flächenwegfall) im Jahresvergleich zu berücksichtigen, ist eine entsprechende Flächenbereinigung notwendig. Hierzu wird der jeweilige (bei Heizenergie witterungsbereinigte) Jahresverbrauch auf die diesen Verbrauch erzeugende jeweilige Gebäudefläche bezogen (sowohl für jede Gebäudeart einzeln als auch für die Jahressumme). Die Veränderung dieser normierten spezifischen Verbrauchswerte zum Vorjahreswert (Verbrauch in kWh pro Quadratmeter tatsächlicher Fläche) beschreibt die Jahres-Einsparung, berechnet als prozentuale Einsparung. Die absolute Jahres-Einsparung in der Verbrauchseinheit erfolgt über Multiplikation mit der Jahres-Gesamtfläche (siehe Tabelle 2.1.5, Tabelle 2.1.6, Tabelle 2.1.7).

## **1.2 Vorbemerkung -37- Berufsfeuerwehr**

Die Feuerwehr ist ein Amt, das die Auswirkungen von Klima- und Wetterveränderungen besonders zu spüren bekommt. Extreme Wetterereignisse haben die Einsatzkräfte in den letzten Jahren immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt, insbesondere wenn es um Hochwassereinsätze, Starkregen- und Sturmereignisse geht.

Auch mit Maßnahmen zur Energieeinsparung hat sich die Feuerwehr bereits seit Jahren auseinandergesetzt und vielfach auch Verbesserungen umsetzen können. Der Spagat zwischen einer wirtschaftlichen und energetisch sinnvollen Investition im Bereich der Feuerwehr wird am ehesten deutlich, wenn man als Beispiel die Fahrzeughallen betrachtet. Der Arbeitsschutz und auch der in Not geratene Patient im Rettungswagen verlangen eine beheizte Fahrzeughalle, aber macht es Sinn, eine hochgedämmte Fahrzeughalle mit neuster Heizungstechnik zu bauen, wenn mehrfach pro Stunde Tore in der Größe einer Wand auf und zu fahren? Ist es eher sinnvoll die Hallentemperatur mit moderner Regelungstechnik konstant zu halten und auf ein Minimum der geforderten Werte zu begrenzen? Eindeutige Lösungen gibt es bisher nicht, daher muss das Thema breit gefächert betrachtet werden. Neben technischen und organisatorischen Lösungen an Gebäuden und Einsatzmitteln muss ein flächendeckendes Energiecontrolling eingeführt und ein Bewusstsein für Einsparung geschaffen werden.

Auch wenn bereits seit Jahren Verbrauchsdaten erfasst und bei den Nutzern abgefragt werden, ist der vorliegende Bericht der erste Energiebericht des Amtes 37 und soll eine Basis für ein zukünftiges Berichtswesen darstellen. Gerne sollte die Detailtiefe der Auswertungen weiter ausgebaut werden, wenngleich die erforderlichen Ressourcen dafür derzeit nicht im ausreichenden Maß zur Verfügung stehen.

Der vorliegende Energiebericht umfasst die Jahre 2014 und 2015 und zieht eine Bilanz der Verbrauchs- und Kostenstatistik der beiden Jahre. Auf eine Auswertung früherer Abrechnungszeiträume wird wegen der steigenden Abweichungen, insbesondere durch Flächen- und Liegenschaftsveränderungen bewusst verzichtet, stattdessen möchten wir vielmehr auf ein zukünftiges Berichtswesen setzen.

Alle Werte beziehen sich auf die im Amt 37 verwalteten Liegenschaften. Eine Gliederung der Objekte bzw. Liegenschaften nach Nutzungsart, z.B. Bürogebäude, Feuerwachen, Rettungswachen, Ausbildungsstätte etc., ist derzeit aus technischen Gründen nicht möglich, da sich der überwiegenden Teil der Gebäude in einer Mischnutzung befindet und keine getrennte Erfassung der Verbrauchswerte erfolgt. Den mit Abstand höchsten Energiebedarf haben die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr, so dass diese im Folgenden als eine eigene Gruppe näher betrachtet werden, wobei alle weiteren Gebäude als sonstige Liegenschaften zusammengefasst sind.

Neben Gebäuden, die sich im Liegenschaftsbestand der Stadt Köln befinden, nutzt die Feuerwehr private Anmietungen, Gebäude die über andere städtische Liegenschaften mit erschlossen sind (z.B. Schulgelände) und Anmietungen von städtischen Eigenbetrieben. Hierbei sind die Verbrauchswerte teilweise nicht in den Betriebskostenabrechnungen ausgewiesen, die Abrechnung erfolgt über die Nutzfläche oder wird als Pauschale (Warmmiete) verrechnet.

Für die Jahre 2014 und 2015 konnten Verbrauchswerte von insgesamt 45 Liegenschaften ermittelt werden. Diese gliedern sich wie folgt:

- Von insgesamt 13 Berufsfeuerwehrstandorten konnten sowohl in 2014 als auch in 2015 alle 13 Energie- und Wasserverbräuche der Liegenschaften ermittelt werden
- 2014 konnten von den sonstigen 32 Liegenschaften von 14 die Energie- und Wasserverbräuche komplett ermittelt werden, von 12 nur teilweise und von 6 stehen keine Verbrauchswerte zur Verfügung.
- Von den 12 sonstigen Gebäuden gibt es für:
  - 2 Objekte keine Wasserverbrauchswerte
  - 1 Objekt keinen Stromverbrauch
  - 2 Objekte keine Heizkostenwerte
  - 7 Objekte keine Heiz- und Wasserverbrauchswerte
- 2015 konnten von den sonstigen 32 Liegenschaften von 13 die Energie- und Wasserverbräuche komplett ermittelt werden, von 13 nur teilweise und von 6 stehen keine Verbrauchswerte zur Verfügung.
- Von den 13 sonstigen Gebäuden gibt es für:
  - 3 Objekte keine Wasserverbrauchswerte
  - 1 Objekt keinen Stromverbrauch
  - 2 Objekten keine Heizkostenwerte
  - 7 Objekte keine Heiz- und Wasserverbrauchswerte

### 1.3 Kurzfassung, Fazit, Ausblick

Die Statistik des unbereinigten, realen Energieverbrauchs **2015** für den eigenen **Gebäudebestand des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft** weist gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme von **15,1 % für Heizung** und von **1,3% für Strom** aus. Der **Wasserverbrauch** stieg im gleichen Zeitraum um **2,0 %**.

Energie- und Wasserverbrauch	2015	Veränderung zum Vorjahr
Heizenergie, unbereinigt	212.370 MWh	15,4 %
davon: Erdgas	131.075 MWh	15,7 %
Fernwärme	68.670 MWh	16,4 %
Heizöl	9.081 MWh	18,0 %
Sonstige	3.544 MWh	- 14,9 %
Strom	62.970 MWh	2,0 %
Wasser	863.846 m <sup>3</sup>	2,1 %

*Tabelle 1.3.1: Gesamtverbrauch, absolut ohne Witterungsbereinigung*

Das Jahr **2015** war gegenüber dem Vorjahr etwas kälter. Die Daten stellen sich nach Durchführung der Witterungs- und Flächenbereinigung für die **Energie- und Wassereinsparung** im aktuellen Berichtsjahr 2015 gegenüber 2014 für die Objekte des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft wie folgt dar:

Energie- und Wassereinsparung, flächenbereinigt	2015	Veränderung zum Vorjahr
Heizenergie, witterungsbereinigt	- 4.082 MWh	1,6 %
Strom	- 424 MWh	0,7 %
Wasser	- 71.177 m <sup>3</sup>	9,0 %

*Tabelle 1.3.2: Einsparungen im Verbrauchsjahr 2015*

In den Bereichen Heizung und Strom gab es eine leichte Zunahme, jeweils unter einem Prozent. Nur der Wasserverbrauch stieg deutlich um 9% an. Nähere Erläuterungen hierzu finden Sie in den Kapiteln 2.1.3. bis 2.1.5.

Die Veränderung der **CO<sub>2</sub>**- Emissionen der städtischen Gebäude beträgt im Vergleich zum Vorjahr 14,1%. Die Zunahme entspricht in etwa der Verbrauchszunahme, die hauptsächlich wegen der etwas kühleren Witterung verursacht wird.

<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen städtischer Objekte (Heizenergie- und Strom)</b>	<b>2015</b>	<b>Veränderung zum Vorjahr</b>
CO <sub>2</sub>	58.627 t	14,1 %

*Tabelle 1.3.3: Emissionen im Verbrauchsjahr 2015*

Die insgesamt angefallenen Gesamtkosten aller Objekte im Sondervermögen sind im Jahr **2015** gegenüber **2014** von **29,2 Mio. €** auf **30,5 Mio. €** gestiegen, das entspricht einer Zunahme von **4,3 %**.

<b>Energie- und Wasserkosten</b>	<b>2015</b>	<b>Veränderung zum Vorjahr</b>
Heizenergie, gesamt	15.705 T€	9,7
davon:		
Erdgas	7.222 T€	11,4
Fernwärme	7.632 T€	10,1
Heizöl	519 T€	- 11,4
Sonstige	332 T€	4,9
Strom	12.491 T€	1,7
Wasser	2.272 T€	- 13,3
<b>Gesamt</b>	<b>30.468 T€</b>	<b>4,3</b>

*Tabelle 1.3.4: Gesamtkosten für Energie und Wasser*

In der kontinuierlichen Fortführung des Energiemanagements konnten auch im aktuellen Berichtsjahr zahlreiche Maßnahmen mit Einsparcharakter sowohl hinsichtlich des Energieverbrauchs als auch der Energiekosten auf den Weg gebracht werden.

#### Energieleitlinien/Energiestandard:

Die Entscheidung für den wirtschaftlichsten Energiestandard hat auch im Berichtsjahr die Neubauprojekte dominiert. Ab dem 1.1.2016 trat die Verschärfung des gesetzlichen Energiestandards der Energieeinsparverordnung in Kraft. Bereits jetzt ist ebenso klar, dass bis Ende 2016 eine strukturelle Neukonzeption von EnEV und ErneuerbareEnergienWärmeGesetz erfolgen wird. Ziel dabei ist die Forderung einer Niedrigstenergiebauweise bis 2019. Diese Entwicklung wird es erforderlich machen, auch die bestehenden Energieleitlinien einer kritischen Neuordnung zu unterziehen, da im Laufe der Zeit seit deren Bestehen im Jahr 2010 einige Anforderungen den aktuellen Entwicklungen nicht mehr entsprechen. Bereits jetzt wird die Erfüllung der gesetzlichen Forderungen auch außerhalb des Passivhausstandards erhebliche Anstrengungen kosten und kluge Konzepte erfordern.

#### Regenerative Energie:

Insgesamt 20 eigene Photovoltaikanlagen befinden sich mittlerweile im Betrieb und eine weitere Anlage ist in der Planung bzw. kurz vor Inbetriebnahme. Insgesamt ist zurzeit eine Leistung von etwa 650 kW Peak installiert. Die Verpachtung städtischer Dachflächen zur Installation privater Photovoltaik-Anlagen hat sich um eine Anlage erhöht und liegt nun bei insgesamt 28 Anlagen mit insgesamt **1.046 kW<sub>p</sub>**. Damit sind auf städtischen Dächern **1.696 kW<sub>p</sub>** installiert, die eine Strommenge produzieren, durch die etwa 436 Haushalte mit Strom versorgt werden können.

Der durch die Reduzierung der Förderung der Solarstromanlagen eingetretene Rückgang des Privatinteresses an der Pachtung städtischer Dachflächen hat auch im Berichtsjahr angehalten. Dafür gewinnt der Einsatz eigener Photovoltaikanlagen zur Eigenstromerzeugung größeres Gewicht je mehr im Gebäude davon genutzt werden kann.

#### Energiedienst:

Auch im Berichtsjahr wurde die forcierte Überprüfung der technischen Anlagen in den Gebäuden durch den Energiedienst erfolgreich fortgesetzt und es konnten mit messtechnischen Nachweisen wiederum große Verlustpotenziale aufgedeckt und behoben werden.

Der Energiedienst kontrollierte im Berichtsjahr auch mehrere Photovoltaikanlagen und erfasste Möglichkeiten zur Fernüberwachung über die Gebäudeautomation.

Weiterhin unterstützte der Energiedienst andere Arbeitsgruppen innerhalb der Gebäudewirtschaft durch Messungen von elektrischen Hausanschlüssen zur Abschätzung von Arbeiten bei Bauvorhaben und führte Messungen von Strom, Wärme und Wasser im Rahmen von Gebäudeanalysen durch.

Das Energiemanagement wird den eingeschlagenen Weg konsequent weiter verfolgen, um die angestrebten Energieeinsparziele erreichen zu können. Nach wie vor liegt der Fokus dabei auf:

- Forcierung effizienter Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand
- Fortsetzung der Energiediensttätigkeit
- Anpassung und weitere konsequente Umsetzung der Energieleitlinien
- Weiterführung der Photovoltaik-Anwendungen auf städtischen Dächern
- Fortführung und weitere Verfeinerung des Energiecontrolling der städtischen Gebäude

## 2 Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

### 2.1 Energieverbrauch

#### 2.1.1 Witterungsberichtigung des Wärmeverbrauchs

Um die ermittelten Heizenergieverbräuche unabhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen miteinander vergleichen zu können, verwendet man in der Heizungstechnik den Begriff der Gradtagzahlen (GTZ). Die Gradtagzahl ist definiert als das Produkt der Heiztage und der jeweiligen Differenz zwischen der Raumsolltemperatur von 20°C und der mittleren Außentemperatur. Dabei werden als Heiztage nur die Tage berücksichtigt, an denen das Tagesmittel der Außentemperatur unter 15°C liegt. Eine niedrige GTZ steht für eine milde Witterung, eine hohe GTZ bedeutet eine kalte Witterung.

In Anlehnung an die Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und zur Witterungsberichtigung im Nichtwohngebäudebestand werden Klimafaktoren für die Postleitzahlen der Gebäudestandorte ermittelt. Seit der Einführung der EnEV 2013 bezieht sich das so genannte Referenzklima auf das Testreferenzjahr des Referenzortes Potsdam (TRY 2011) und nicht mehr auf den mittleren Klimastandort Würzburg. Im nachfolgenden Diagramm ist zum Vergleich der bisherige Bezugsstandort Würzburg als gestrichelte Linie dargestellt.

GTZ **2014** = 2.828

GTZ **2015** = 3.119

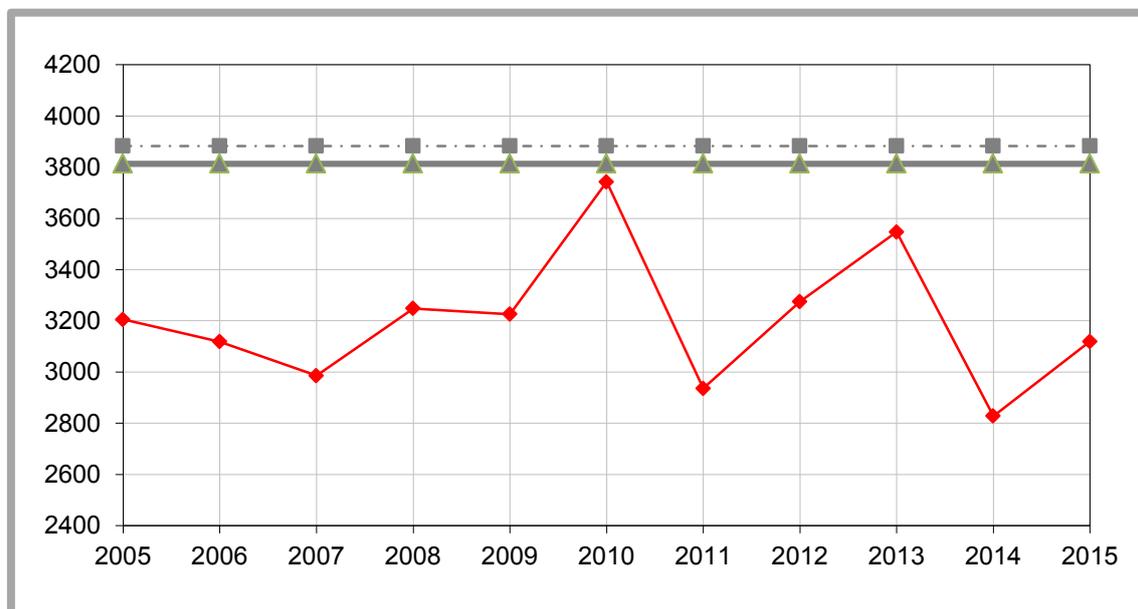


Abbildung 2.1.1: GTZ Köln und Norm GTZ für Potsdam

#### 2.1.2 Unbereinigter Gesamtverbrauch und Gesamtkosten

Die Gesamtverbräuche sind als absolute Werte ohne Witterungs- und Flächenberichtigung aufgeführt. Dementsprechend stellen die Gesamtkosten die dafür aufgewendeten Mittel dar.

Die Verbrauchsauswertungen der angemieteten städtischen Gebäude können in der Regel durch die Nebenkostenabrechnungen der Vermieter erst mit mindestens einem Jahr Verzögerung erfolgen. Im aktuellen Energiebericht sind diese daher noch nicht in der Verbrauchs- und Kostenstatistik enthalten. Um dennoch einen vollständigen Überblick über die Gesamtverbräuche und -kosten zu erhalten, werden diese nachträglich in die Statistik aufgenommen.

In der Abbildung 2.1.2 sind die Anteile der einzelnen Gebäudearten mit eigener Abrechnung und mit Nebenkostenabrechnung dargestellt. Danach beträgt der Anteil der Gebäude mit eigener Abrechnung (Sondervermögen und Anmietungen) 96 %. Die Anteile der Kitas mit Nebenkostenabrechnung (Anmietung) betragen 2 % der Gesamtkosten und der Verwaltungsgebäude mit Nebenkostenabrechnung (Anmietung) ebenfalls 2 % der Gesamtkosten.

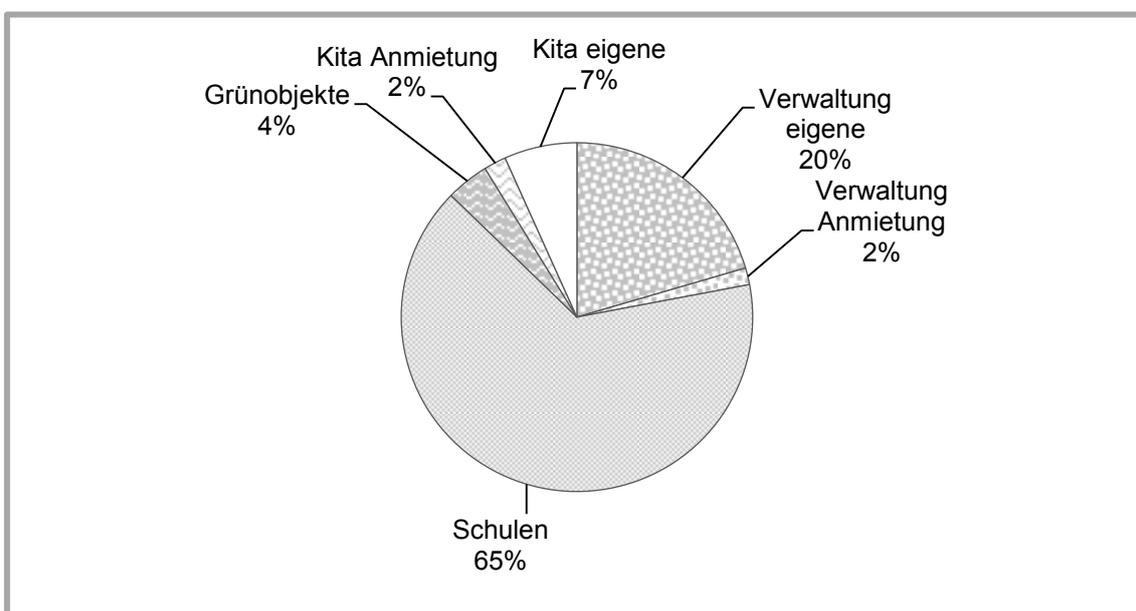


Abbildung 2.1.2: Anteile der Gebäude mit eigener und mit Nebenkostenabrechnung 2015

Die folgenden Tabelle 2.1.1 und

Tabelle 2.1.3 zeigen hierzu die aktualisierte vollständige Verbrauchs- und Kostenstatistik für 2013 und 2014.

Durch den sehr milden Winter 2014 sank der Heizenergieverbrauch um 19,9% wohingegen 0,8% mehr Strom und 13,5% mehr Wasser verbraucht wurden. In der Tabelle 2.1.2 und Tabelle 2.1.4 sind dagegen die Daten für das aktuelle Berichtsjahr zum Vergleich mit dem Vorjahr ohne Berücksichtigung der angemieteten Objekte zusammengestellt.

unbereinigt	Verbrauch						
	Heizung					Strom	Wasser
	Erdgas [MWh]	Fernwärme [MWh]	Heizöl [MWh]	Sonstige [MWh]	Gesamt [MWh]	Gesamt [MWh]	Gesamt [m³]
<b>Verwaltungsgebäude</b>							
2013	13.601	18.357	3.682	39	<b>35.679</b>	<b>21.423</b>	<b>115.236</b>
2014	10.392	13.844	2.826	23	<b>27.086</b>	<b>21.111</b>	<b>97.328</b>
Veränderung zum Vorjahr	-24%	-25%	-23%	-41%	<b>-24%</b>	<b>-1%</b>	<b>-16%</b>
<b>Schulen</b>							
2013	118.392	54.174	6.446	3.911	<b>182.922</b>	<b>37.501</b>	<b>386.988</b>
2014	91.449	42.342	4.368	3.524	<b>141.683</b>	<b>36.499</b>	<b>426.755</b>
Veränderung zum Vorjahr	-23%	-22%	-32%	-10%	<b>-23%</b>	<b>-3%</b>	<b>10%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>							
2013	13.673	3.325	579	400	<b>17.977</b>	<b>4.723</b>	<b>80.862</b>
2014	11.253	3.175	411	495	<b>15.334</b>	<b>4.901</b>	<b>84.122</b>
Veränderung zum Vorjahr	-18%	-5%	-29%	24%	<b>-15%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
<b>Grünobjekte</b>							
2013	4.358	1.376	153	356	<b>6.243</b>	<b>1.131</b>	<b>188.722</b>
2014	3.194	1.814	89	330	<b>5.427</b>	<b>1.044</b>	<b>255.188</b>
Veränderung zum Vorjahr	-27%	32%	-42%	-7%	<b>-13%</b>	<b>-8%</b>	<b>35%</b>
<b>Gesamt</b>							
2013	<b>150.024</b>	<b>77.232</b>	<b>10.860</b>	<b>4.706</b>	<b>242.822</b>	<b>64.778</b>	<b>771.808</b>
2014	<b>116.288</b>	<b>61.176</b>	<b>7.694</b>	<b>4.373</b>	<b>189.530</b>	<b>63.555</b>	<b>863.394</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>-22%</b>	<b>-21%</b>	<b>-29%</b>	<b>-7%</b>	<b>-22%</b>	<b>-2%</b>	<b>12%</b>

Tabelle 2.1.1: Gesamtverbrauch 2013 und 2014 unbereinigt einschließlich Anmietungen

unbereinigt	Verbrauch						
	Heizung					Strom	Wasser
	Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Sonstige	Gesamt	Gesamt	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m³]
<b>Verwaltungsgebäude</b>							
2014	9.082	12.982	2.826	23	<b>24.913</b>	<b>20.442</b>	<b>94.409</b>
2015	10.187	15.209	2.118	20	<b>27.534</b>	<b>20.180</b>	<b>85.888</b>
Veränderung zum Vorjahr	12%	17%	-25%	-14%	<b>11%</b>	<b>-1%</b>	<b>-9%</b>
<b>Schulen</b>							
2014	91.449	42.342	4.368	3.524	<b>141.683</b>	<b>36.499</b>	<b>426.755</b>
2015	106.220	49.225	6.425	2.901	<b>164.735</b>	<b>37.740</b>	<b>455.967</b>
Veränderung zum Vorjahr	16%	16%	47%	-18%	<b>16%</b>	<b>3%</b>	<b>7%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>							
2014	9.526	1.859	411	285	<b>12.081</b>	<b>3.778</b>	<b>69.376</b>
2015	10.084	2.228	424	416	<b>13.152</b>	<b>3.948</b>	<b>65.664</b>
Veränderung zum Vorjahr	6%	20%	3%	46%	<b>9%</b>	<b>4%</b>	<b>-5%</b>
<b>Grünobjekte</b>							
2014	3.194	1.814	89	330	<b>7.494</b>	<b>1.044</b>	<b>255.188</b>
2015	4.584	2.007	115	207	<b>6.913</b>	<b>1.103</b>	<b>256.327</b>
Veränderung zum Vorjahr	44%	11%	28%	-37%	<b>-8%</b>	<b>6%</b>	<b>0,4%</b>
<b>Gesamt</b>							
2014	<b>113.251</b>	<b>58.996</b>	<b>7.694</b>	<b>4.163</b>	<b>184.104</b>	<b>61.763</b>	<b>845.729</b>
2015	<b>131.075</b>	<b>68.670</b>	<b>9.081</b>	<b>3.544</b>	<b>212.334</b>	<b>62.970</b>	<b>863.346</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>	<b>-15%</b>	<b>15%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>

Tabelle 2.1.2: Gesamtverbrauch 2014 und 2015 unbereinigt ohne Anmietungen

	Gesamtkosten									Kosten Gesamt [EUR]
	Heizung				Gesamt [EUR]	Strom Gesamt [EUR]	Wasser		Gesamt [EUR]	
	Erdgas [EUR]	Fernwärme [EUR]	Heizöl [EUR]	sonstige [EUR]			Frischwasser [EUR]	Abwasser [EUR]		
<b>Verwaltungsgebäude</b>										
2013	864.668	1.896.801	303.391	9.119	<b>3.073.979</b>	<b>4.158.882</b>	207.117	227.756	<b>434.873</b>	<b>7.667.734</b>
2014	635.625	1.724.455	210.397	5.195	<b>2.239.093</b>	<b>3.892.288</b>	205.506	168.714	<b>351.787</b>	<b>6.292.520</b>
Veränderung zum Vorjahr	-26%	-9%	-31%	-43%	<b>-16%</b>	<b>-6%</b>	-1%	-26%	<b>-19%</b>	<b>-18%</b>
<b>Schulen</b>										
2013	8.072.741	5.928.680	529.661	308.030	<b>14.839.112</b>	<b>7.814.158</b>	734.684	651.498	<b>1.386.182</b>	<b>24.039.452</b>
2014	5.221.415	5.053.961	342.097	229.651	<b>10.847.124</b>	<b>7.418.292</b>	866.243	603.463	<b>1.469.707</b>	<b>19.621.721</b>
Veränderung zum Vorjahr	-35%	-15%	-35%	-25%	<b>-27%</b>	<b>-6%</b>	18%	-7%	<b>6%</b>	<b>-18%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>										
2013	693.793	310.863	46.946	81.269	<b>1.132.871</b>	<b>1.233.136</b>	151.789	74.722	<b>226.511</b>	<b>2.592.518</b>
2014	736.779	335.729	27.074	55.279	<b>1.154.861</b>	<b>1.265.031</b>	203.356	142.968	<b>346.324</b>	<b>2.766.216</b>
Veränderung zum Vorjahr	6%	8%	-42%	-32%	<b>2%</b>	<b>3%</b>	34%	91%	<b>53%</b>	<b>7%</b>
<b>Grünobjekte</b>										
2013	297.255	154.723	12.466	53.270	<b>517.714</b>	<b>309.463</b>			<b>375.800</b>	<b>1.202.977</b>
2014	180.738	190.786	11.331	33.439	<b>416.294</b>	<b>294.163</b>			<b>470.576</b>	<b>1.181.033</b>
Veränderung zum Vorjahr	-39%	23%	-9%	-37%	<b>-20%</b>	<b>-5%</b>			<b>25%</b>	<b>-2%</b>
<b>Gesamt</b>										
2013	<b>9.928.457</b>	<b>8.291.067</b>	<b>892.464</b>	<b>451.688</b>	<b>19.563.676</b>	<b>13.515.639</b>	<b>1.093.590</b>	<b>953.976</b>	<b>2.047.566</b>	<b>35.126.880</b>
2014	<b>6.774.557</b>	<b>7.304.932</b>	<b>590.898</b>	<b>323.565</b>	<b>14.263.663</b>	<b>12.869.774</b>	<b>1.275.105</b>	<b>948.213</b>	<b>2.223.318</b>	<b>30.087.043</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>-32%</b>	<b>-12%</b>	<b>-34%</b>	<b>-28%</b>	<b>-23%</b>	<b>-5%</b>	<b>17%</b>	<b>-1%</b>	<b>9%</b>	<b>-14%</b>

Tabelle 2.1.3: Gesamtkosten 2013 und 2014 **einschließlich Anmietungen**

	Gesamtkosten									
	Heizung				Gesamt [EUR]	Strom Gesamt [EUR]	Wasser			Kosten Gesamt [EUR]
Erdgas [EUR]	Fernwärm e [EUR]	Heizöl [EUR]	Sonstige [EUR]	Frischwasser [EUR]			Abwasser [EUR]	Gesamt [EUR]		
<b>Verwaltungsgebäude</b>										
2014	554.586	1.475.457	210.397	5.195	<b>2.245.636</b>	<b>3.610.070</b>	182.016	186.963	<b>368.979</b>	<b>6.224.685</b>
2015	547.844	1.562.519	116.599	4.701	<b>2.231.664</b>	<b>3.571.791</b>	150.148	97.176	<b>247.324</b>	<b>6.050.779</b>
Veränderung zum Vorjahr	-1%	6%	-45%	-10%	<b>-1%</b>	<b>-1%</b>	-18%	-48%	<b>-33%</b>	<b>-3%</b>
<b>Schulen</b>										
2014	5.221.415	5.053.961	342.097	229.651	<b>10.847.124</b>	<b>7.418.292</b>	866.243	603.463	<b>1.469.707</b>	<b>19.735.123</b>
2015	5.860.561	5.640.404	377.202	235.475	<b>12.113.643</b>	<b>7.661.400</b>	822.430	566.749	<b>1.389.179</b>	<b>21.164.222</b>
Veränderung zum Vorjahr	12%	12%	10%	3%	<b>12%</b>	<b>3%</b>	-5%	-6%	<b>-6%</b>	<b>7%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>										
2014	527.742	211.939	22.081	48.166	<b>809.928</b>	<b>961.649</b>	197.285	111.520	<b>308.805</b>	<b>2.080.382</b>
2015	552.892	245.129	18.099	54.606	<b>870.727</b>	<b>994.870</b>	116.329	63.653	<b>179.981</b>	<b>2.045.578</b>
Veränderung zum Vorjahr	5%	16%	-18%	13%	<b>8%</b>	<b>4%</b>	-41%	-43%	<b>-42%</b>	<b>-2%</b>
<b>Grünobjekte</b>										
2014	180.738	190.786	11.331	33.439	<b>416.294</b>	<b>294.163</b>			<b>473.293</b>	<b>1.183.749</b>
2015	260.626	184.202	6.989	37.243	<b>489.060</b>	<b>262.579</b>			<b>455.680</b>	<b>1.207.319</b>
Veränderung zum Vorjahr	44%	-4%	-38%	11%	<b>18%</b>	<b>-11%</b>			<b>-4%</b>	<b>2,0%</b>
<b>Gesamt</b>										
2014	<b>6.484.481</b>	<b>6.932.144</b>	<b>585.906</b>	<b>316.452</b>	<b>14.318.982</b>	<b>12.284.174</b>	<b>1.245.544</b>	<b>901.947</b>	<b>2.620.784</b>	<b>29.223.940</b>
2015	<b>7.221.924</b>	<b>7.632.255</b>	<b>518.890</b>	<b>332.024</b>	<b>15.705.093</b>	<b>12.490.641</b>	<b>1.088.906</b>	<b>727.579</b>	<b>2.272.165</b>	<b>30.467.899</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>11%</b>	<b>10%</b>	<b>-11%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>2%</b>	<b>-13%</b>	<b>-19%</b>	<b>-13%</b>	<b>4%</b>

Tabelle 2.1.4: Gesamtkosten 2014 und 2015 *ohne Anmietungen*

### 2.1.3 Heizenergie, witterungs- und flächenbereinigt

Objektart	Jahr	Gradtagszahl	tatsächlich	witterungsbe- reinigter Verbrauch	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		K x d	MWh	MWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4	5	6
						$6=(5/5_{VJ}-1)*100$
Verwaltung	2005	3.242	34.492	41.307	96	
Schulen	2005	3.242	194.489	232.914	184	
KITAs	2005	3.242	13.962	16.720	171	
Grünobjekte	2005	3.242	9.954	11.921	322	
<b>Gesamt</b>	<b>2005</b>		<b>252.897</b>	<b>302.862</b>	<b>165</b>	
Verwaltung	2006	3.204	35.880	43.485	103	7,3%
Schulen	2006	3.204	188.548	228.513	180	-2,2%
KITAs	2006	3.204	15.554	18.851	161	-5,8%
Grünobjekte	2006	3.204	8.066	9.776	277	-14,0%
<b>Gesamt</b>	<b>2006</b>		<b>248.048</b>	<b>300.624</b>	<b>163</b>	<b>-1,2%</b>
Verwaltung	2007	2.909	29.639	39.560	92	-10,7%
Schulen	2007	2.909	166.770	222.593	171	-5,0%
KITAs	2007	2.909	14.027	18.722	151	-6,2%
Grünobjekte	2007	2.909	6.322	8.438	232	-16,2%
<b>Gesamt</b>	<b>2007</b>		<b>216.757</b>	<b>289.313</b>	<b>153</b>	<b>-6,1%</b>
Verwaltung	2008	3.208	35.065	42.443	98	6,5%
Schulen	2008	3.208	185.723	224.801	171	0,0%
KITAs	2008	3.208	15.882	19.224	145	-4,0%
Grünobjekte	2008	3.208	6.243	7.557	228	-1,7%
<b>Gesamt</b>	<b>2008</b>		<b>242.913</b>	<b>294.025</b>	<b>154</b>	<b>0,7%</b>
Verwaltung	2009	3.242	35.670	42.719	101	3,1%
Schulen	2009	3.242	188.128	225.303	167	-2,3%
KITAs	2009	3.242	17.825	21.347	161	11,0%
Grünobjekte	2009	3.242	7.107	8.511	256	12,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2009</b>		<b>248.730</b>	<b>297.881</b>	<b>153</b>	<b>-0,6%</b>
Verwaltung	2010	3.614	38.143	40.982	100	-1,0%
Schulen	2010	3.614	208.335	223.842	162	-3,0%
KITAs	2010	3.614	15.806	16.982	150	-6,8%
Grünobjekte	2010	3.614	8.352	8.974	253	-1,2%
<b>Gesamt</b>	<b>2010</b>		<b>270.637</b>	<b>290.781</b>	<b>150</b>	<b>-2,0%</b>
Verwaltung	2011	2.951	30.561	40.213	100	0,0%
Schulen	2011	2.951	168.550	221.782	157	-3,1%
KITAs	2011	2.951	13.349	17.564	161	7,3%
Grünobjekte	2011	2.951	7.075	9.310	272	7,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2011</b>		<b>219.534</b>	<b>288.868</b>	<b>147</b>	<b>-2,0%</b>
Verwaltung	2012	3.316	30.841	36.114	91	-9,0%
Schulen	2012	3.316	179.524	210.221	148	-5,7%
KITAs	2012	3.316	13.934	16.317	154	-4,3%
Grünobjekte	2012	3.316	7.494	8.775	289	6,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2012</b>		<b>231.793</b>	<b>271.427</b>	<b>139</b>	<b>-5,4%</b>

## Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

Objektart	Jahr	Gradtagszahl	tatsächlich	witterungsbe- reinigter Verbrauch	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		K x d	MWh	MWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4	5	6
						$6=(5/5_{VJ}-1)*100$
Verwaltung	2013	3.505	33.390	36.388	89	-2,2%
Schulen	2013	3.505	183.128	199.573	138	-6,8%
KITAs	2013	3.505	14.303	15.587	139	-9,7%
Grünobjekte	2013	3.505	5.991	6.529	232	-19,7%
<b>Gesamt</b>	<b>2013</b>		<b>236.812</b>	<b>258.078</b>	<b>129</b>	<b>-7,2%</b>
Verwaltung	2014	2.828	25.601	35.354	86	-3,4%
Schulen	2014	2.828	141.799	195.824	134	-2,9%
KITAs	2014	2.828	12.247	16.913	140	0,7%
Grünobjekte	2014	2.828	5.048	6.972	243	4,7%
<b>Gesamt</b>	<b>2014</b>		<b>184.694</b>	<b>255.063</b>	<b>126</b>	<b>-2,3%</b>
Verwaltung	2015	3.119	24.555	33.910	86	0,0%
Schulen	2015	3.119	146.109	201.777	135	0,7%
KITAs	2015	3.119	11.616	16.042	128	-8,6%
Grünobjekte	2015	3.119	6.183	8.539	296	21,8%
<b>Gesamt</b>	<b>2015</b>		<b>188.463</b>	<b>260.268</b>	<b>128</b>	<b>1,6%</b>
spezifisch	kWh/m <sup>2</sup>				-2	
absolut	MWh				-4.082	
Gesamtfläche	m <sup>2</sup>				2.041.167	

*Tabelle 2.1.5: Gesamtverbrauch, witterungs- und flächenbereinigte Einsparung Heizung*  
Gegenüber dem Vorjahr wurden **1,6%** mehr Heizenergie verbraucht als 2014. Das entspricht einer Menge von **4.082 MWh**. **Verwaltungsgebäude** und **Schulen** weisen einen ähnlichen Kennwert wie 2014 aus. Eine deutliche Verbrauchsminderung gab es bei den **Kindergärten**. Hier sank der Kennwert um **8,6%** auf **128 kWh/m<sup>2</sup>a**.

Im Bereich der **Grünobjekte** gibt es eine überdurchschnittliche Verbrauchssteigerung von **21,8%**. Hierbei entfallen in 2015 sogar 63% des Gesamtverbrauchs auf die Objekte „Botanischer Garten“ und die Stadtgärtnerei „Am grauen Stein“. Wegen des schlechten baulichen Zustandes des Schaugewächshauses im Botanischen Garten wird an gleicher Stelle ein Neubau entstehen. Das Schaugewächshaus ist seit Anfang 2016 geschlossen. Die Stadtgärtnerei „Am Grauen Stein“ besteht zum größten Teil aus Gewächshäusern unterschiedlicher Bauart (Folien- und Glasgewächshäuser). Für diese Gebäude ist die klassische Witterungsreinigung eigentlich nicht geeignet, da der Einfluss der Sonnenscheindauer größer ist als die Außentemperatur. Das gilt auch für die Heizgrenztemperatur, die je nach Art der Nutzung deutlich über oder unter der üblichen Grenze liegen kann. Es wird also im Bereich der Grünobjekte immer wieder zu starken Schwankungen kommen, die in dieser Betrachtung nicht weiter berücksichtigt werden können.

**Einsparung seit  
2005:  
22,4 %**

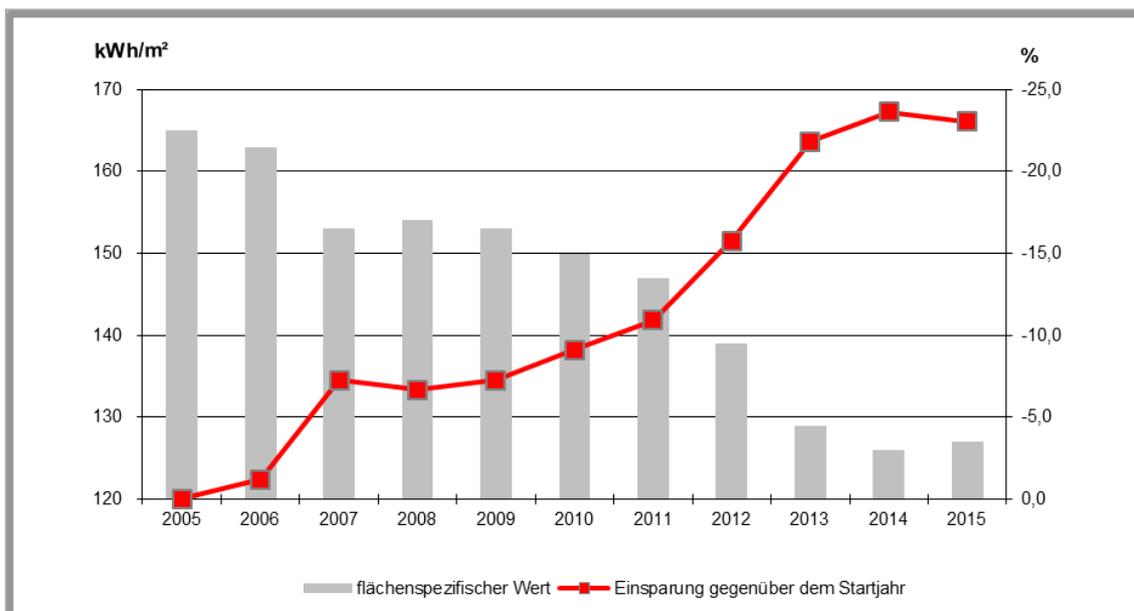


Abbildung 2.1.3: Kennwerte und Einsparung Heizung 2005 – 2015

Die Energieeinsparung seit **2005** beträgt **22,4%**, das entspricht **71.893 MWh**. Der Kennwert ist von **165 kWh/m²** auf **128 kWh/m²** gesunken.

#### 2.1.4 Elektrische Energie, flächenbereinigt

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		MWh	kWh/m²	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3_{VJ}-1)*100$
Verwaltung	2005	23.344	51,9	
Schulen	2005	35.192	28,3	
KITAs	2005	4.371	31,9	
Grünobjekte	2005	1.813	35,2	
<b>Gesamt</b>	<b>2005</b>	<b>64.720</b>	<b>34,4</b>	
Verwaltung	2006	24.035	54,5	4,9%
Schulen	2006	33.730	26,6	-6,0%
KITAs	2006	4.090	29,7	-7,1%
Grünobjekte	2006	1.328	28,8	-18,4%
<b>Gesamt</b>	<b>2006</b>	<b>63.183</b>	<b>33,3</b>	<b>-3,0%</b>
Verwaltung	2007	23.794	53,6	-1,6%
Schulen	2007	34.002	26,2	-1,3%
KITAs	2007	4.471	32,2	8,4%
Grünobjekte	2007	1.117	24,1	-16,2%
<b>Gesamt</b>	<b>2007</b>	<b>63.384</b>	<b>32,9</b>	<b>-1,3%</b>
Verwaltung	2008	24.085	54,7	2,0%
Schulen	2008	35.335	26,9	2,5%
KITAs	2008	3.966	28,0	-13,1%
Grünobjekte	2008	924	21,1	-12,6%

## Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		MWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3_{VJ}-1)*100$
<b>Gesamt</b>	<b>2008</b>	<b>64.310</b>	<b>33,1</b>	<b>0,7%</b>
Verwaltung	2009	23.933	56,0	2,3%
Schulen	2009	36.240	26,9	-0,1%
KITAs	2009	4.626	32,2	15,0%
Grünobjekte	2009	1.112	25,4	20,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2009</b>	<b>65.911</b>	<b>33,5</b>	<b>1,1%</b>
Verwaltung	2010	21.892	51,9	-7,2%
Schulen	2010	36.238	26,4	-1,6%
KITAs	2010	4.602	31,7	-1,3%
Grünobjekte	2010	1.037	23,6	-6,9%
<b>Gesamt</b>	<b>2010</b>	<b>63.985</b>	<b>32,2</b>	<b>-4,1%</b>
Verwaltung	2011	20.237	48,1	-7,4%
Schulen	2011	36.258	26,3	-0,5%
KITAs	2011	4.601	31,7	0,0%
Grünobjekte	2011	1.145	26,1	10,4%
<b>Gesamt</b>	<b>2011</b>	<b>62.240</b>	<b>30,8</b>	<b>-4,3%</b>
Verwaltung	2012	21.478	51,4	6,9%
Schulen	2012	37.566	26,2	-0,2%
KITAs	2012	4.965	34,7	9,4%
Grünobjekte	2012	1.109	27,5	5,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2012</b>	<b>65.118</b>	<b>31,9</b>	<b>3,9%</b>
Verwaltung	2013	21.423	50,4	-2,0%
Schulen	2013	37.501	25,9	-1,0%
KITAs	2013	4.700	31,7	-8,8%
Grünobjekte	2013	1.123	29,3	6,7%
<b>Gesamt</b>	<b>2013</b>	<b>64.747</b>	<b>31,5</b>	<b>-1,3%</b>
Verwaltung	2014	20.742	47,9	-4,8%
Schulen	2014	36.488	24,9	-4,0%
KITAs	2014	4.926	32,0	1,2%
Grünobjekte	2014	1.027	29,4	0,1%
<b>Gesamt</b>	<b>2014</b>	<b>63.183</b>	<b>30,3</b>	<b>-3,8%</b>
Verwaltung	2015	21.071	48,8	1,8%
Schulen	2015	37.489	25,1	0,9%
KITAs	2015	4.910	31,2	-2,7%
Grünobjekte	2015	1.103	29,1	-1,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2015</b>	<b>64.572</b>	<b>30,5</b>	<b>0,7%</b>
<b>spezifisch</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>		<b>-0,2</b>	
<b>absolut</b>	<b>MWh</b>		<b>-424</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		<b>2.118.475</b>	

Tabelle 2.1.6: Gesamtverbrauch Strom 2005 - 2015

Im Jahr **2015** wurden **0,7%** mehr Strom verbraucht als im Vorjahr. Das entspricht einer Menge von **424 MWh** Strom. Die **Verwaltungsgebäude** und **Schulen** haben einen leicht erhöhten Mehrverbrauch, dagegen haben die **KITAs** und **Grünobjekte** einen Minderverbrauch.

**Einsparung seit  
2005:  
11,3 %**

Die Stromeinsparung seit 2005 beträgt insgesamt **11,3%**, das entspricht **7.702 MWh**.

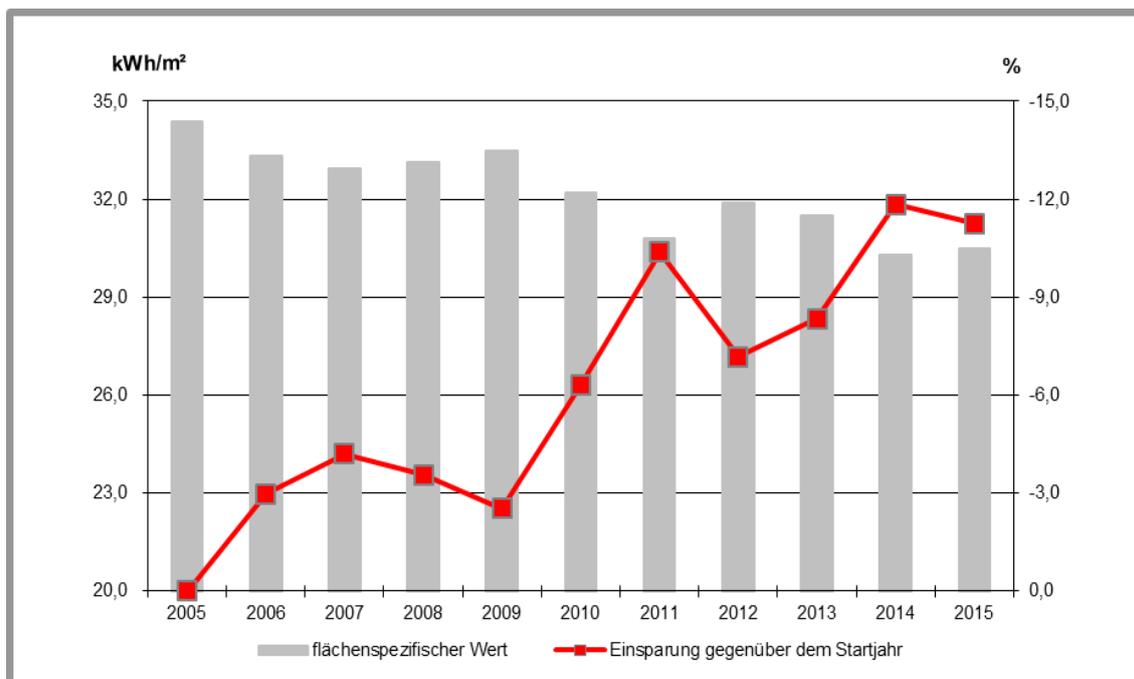


Abbildung 2.1.4: Kennwerte und Einsparung Strom 2005 – 2015

## 2.1.5 Wasser, flächenbereinigt

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3_{VJ}-1)*100$
Verwaltung	2005	123.210	283	
Schulen	2005	471.316	373	
KITAs	2005	62.079	640	
Grünobjekte	2005	266.314	5.895	
<b>Gesamt</b>	<b>2005</b>	<b>922.919</b>	<b>502</b>	
Verwaltung	2006	150.088	351	23,9%
Schulen	2006	401.066	316	-15,4%
KITAs	2006	67.749	637	-0,5%
Grünobjekte	2006	252.036	5.974	1,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2006</b>	<b>870.939</b>	<b>472</b>	<b>-6,0%</b>
Verwaltung	2007	149.181	347	-1,1%
Schulen	2007	449.094	345	9,3%
KITAs	2007	63.422	651	2,3%
Grünobjekte	2007	216.239	5.270	-11,8%
<b>Gesamt</b>	<b>2007</b>	<b>877.936</b>	<b>470</b>	<b>-0,5%</b>
Verwaltung	2008	133.132	313	-9,8%
Schulen	2008	399.808	305	-11,8%
KITAs	2008	55.488	524	-19,5%
Grünobjekte	2008	183.386	4.572	-13,2%
<b>Gesamt</b>	<b>2008</b>	<b>771.814</b>	<b>410</b>	<b>-12,8%</b>
Verwaltung	2009	123.118	299	-4,4%
Schulen	2009	494.784	367	20,4%
KITAs	2009	68.490	616	17,6%
Grünobjekte	2009	205.768	5.100	11,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2009</b>	<b>892.160</b>	<b>467</b>	<b>13,9%</b>
Verwaltung	2010	122.772	298	-0,6%
Schulen	2010	434.636	318	-13,2%
KITAs	2010	66.889	639	3,8%
Grünobjekte	2010	213.169	5.318	4,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2010</b>	<b>837.466</b>	<b>436</b>	<b>-6,7%</b>
Verwaltung	2011	113.392	282	-5,2%
Schulen	2011	404.926	286	-10,0%
KITAs	2011	63.471	609	-4,8%
Grünobjekte	2011	196.575	5.158	-3,0%
<b>Gesamt</b>	<b>2011</b>	<b>778.364</b>	<b>397</b>	<b>-8,8%</b>
Verwaltung	2012	114.874	288	2,0%
Schulen	2012	386.909	271	-5,3%
KITAs	2012	69.454	661	8,5%
Grünobjekte	2012	205.191	5.514	6,9%
<b>Gesamt</b>	<b>2012</b>	<b>776.428</b>	<b>395</b>	<b>-0,7%</b>

## Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3_{vJ}-1)*100$
Verwaltung	2013	113.682	275	-4,5%
Schulen	2013	386.737	269	-0,8%
KITAs	2013	74.148	683	3,3%
Grünobjekte	2013	174.206	4.933	-10,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2013</b>	<b>748.773</b>	<b>375</b>	<b>-4,8%</b>
Verwaltung	2014	95.522	234	-15,1%
Schulen	2014	426.666	291	8,3%
KITAs	2014	73.169	630	-7,7%
Grünobjekte	2014	190.125	5.555	12,6%
<b>Gesamt</b>	<b>2014</b>	<b>785.483</b>	<b>388</b>	<b>3,4%</b>
Verwaltung	2015	84.022	213	-8,8%
Schulen	2015	454.805	305	4,7%
KITAs	2015	67.759	568	-9,9%
Grünobjekte	2015	256.327	7.350	32,3%
<b>Gesamt</b>	<b>2015</b>	<b>862.913</b>	<b>423</b>	<b>9,0%</b>
<b>spezifisch</b>	<b>l/m<sup>2</sup></b>		<b>-34,9</b>	
<b>absolut</b>	<b>m<sup>3</sup></b>		<b>-71.177</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		<b>2.039.445</b>	

Tabelle 2.1.7: Gesamtverbrauch Wasser 2005 - 2015

Der **Wasserverbrauch** stieg von **388 l/m<sup>2</sup>** auf **423 l/m<sup>2</sup>** bzw. um **9%** an. Die durch ein Leck verursachten Teichbauarbeiten im Klettenbergpark wurden erst 2015 beendet, zusätzlich gab es auf einigen Friedhöfen über längere Zeiträume unentdeckte Wasserrohrbrüche. Der Anstieg im Bereich Schulen konnte von 8,3 auf 4,7 % verringert werden.

Seit **2005** wurden insgesamt **15,7%** Wasser eingespart, das entspricht einer Menge von **145.110 m<sup>3</sup>**.

**Einsparung seit  
2005:  
15,7 %**

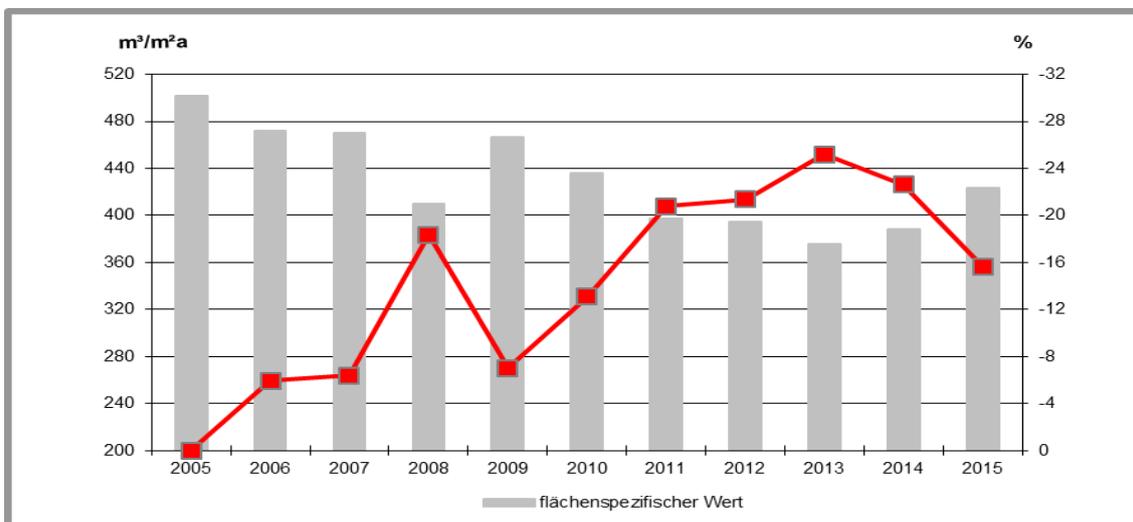


Abbildung 2.1.5: Kennwerte und Einsparung Wasser 2005 – 2015

Emissionen

## 2.1.6 Gesamtbilanz

Die Gesamtbilanz der Emissionen bezieht sich auf den absoluten Verbrauch der Gebäude mit eigenen Zählern (siehe Kap. 1.1).

	CO <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>			NO <sub>x</sub>			CO			Staub		
	2014	2015	Diff. zum Vorjahr %	2014	2015	Diff. zum Vorjahr %	2014	2015	Diff. zum Vorjahr %	2014	2015	Diff. zum Vorjahr %	2014	2015	Diff. zum Vorjahr %
	[t]	[t]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%
<b>Verwaltungsgebäude</b>	10.064	10.627	5,6	976	738	-24,4	2.448	2.612	6,7	1.035	1.067	3,1	11	8	-25,1
<b>Schulen</b>	36.536	42.435	16,1	1.664	2.391	43,7	21.588	25.247	16,9	8.258	9.713	17,6	17	26	47,1
<b>Kindertagesstätten</b>	3.591	3.831	6,7	158	164	3,6	2.230	2.373	6,4	851	905	6,4	1,6	2	3,0
<b>Grünobjekte</b>	1.213	1.613	33,0	37	48	29,8	746	1.069	43,3	283	405	42,9	0,4	0	28,4
<b>Summe</b>	51.403	58.507	13,8	2.835	3.341	17,8	27.011	31.301	15,9	10.427	12.090	15,9	31	36	18,0

Tabelle 2.1.8: Gesamtemissionen 2014 – 2015

Energieträger	2015
	[g CO <sub>2</sub> /kWh]
Erdgas <sup>1</sup>	227
Fernwärme <sup>2</sup>	101
Heizöl	315
Strom <sup>3</sup>	303

Tabelle 2.1.9: CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben sich trotz eines Flächenzuwachs von ca. 200.000 m<sup>2</sup> (10,7%) seit 2005 um insgesamt 23% verringert. Dabei entsteht die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Verbrennung von Erdgas und ca. 32% werden durch die Stromerzeugung emittiert. Durch die Ausschreibung der Stromlieferung in 2008 wurde erstmalig ein Ökostromanteil von 25% sowie 25% Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung gefordert. Das führte zu einer Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die sich seitdem auf einem niedrigen Niveau halten. Ab 2016 wird der CO<sub>2</sub>-Emissionswert weiter sinken, da im Ergebnis der aktuellen Stromausschreibung für die Lieferjahre 2016 bis 2018 die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen nochmals von dem Wert 303 g/kWh auf jetzt aktuelle 212 g/kWh gesenkt werden konnten (siehe hierzu auch Kapitel 4.4.1).

**Einsparung seit  
2005:  
23 %**

<sup>1</sup> Quelle: GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme)

<sup>2</sup> Quelle: RheinEnergie, Abteilung Fernwärme-Netze

<sup>3</sup> Quelle: Stromliefervertrag der Stadt Köln

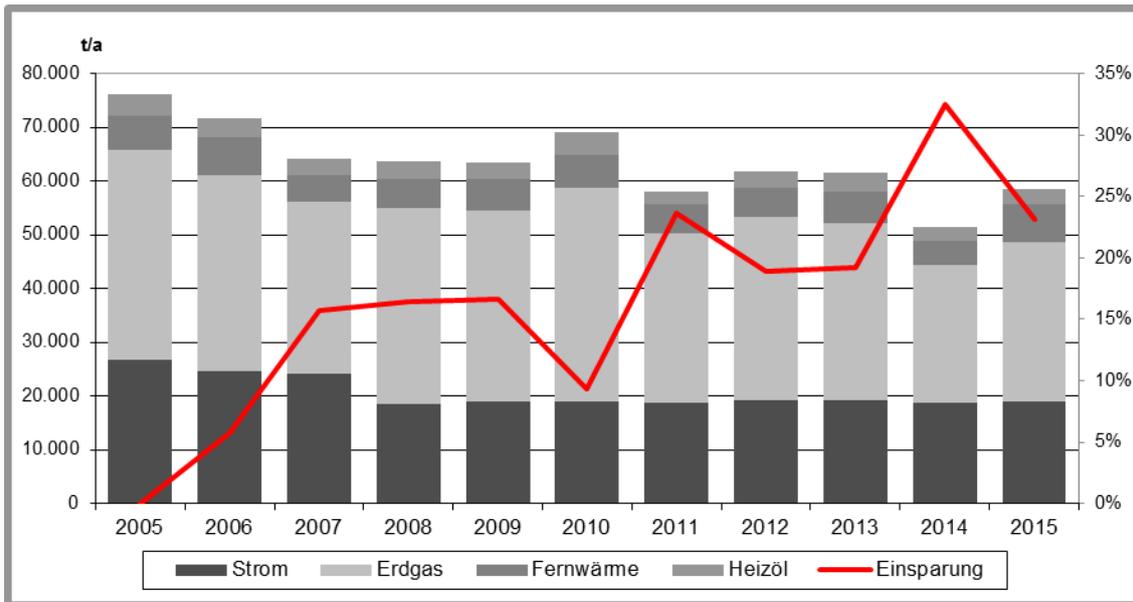


Abbildung 2.1.6: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern 2005 - 2015

## 2.2 Energiekosten

### 2.2.1 Gesamtbilanz

Für die Objekte mit eigenen Zählern (siehe Kap. 1.1) ergaben sich im gesamten Bereich aus Heizenergie, Strom sowie Frisch- und Abwasser für das Jahr **2015** insgesamt Kosten in Höhe von **30.467.899 €**.

Die Aufteilung der Kosten auf die einzelnen Energieträger sowie Wasser/Abwasser stellt sich folgendermaßen dar:

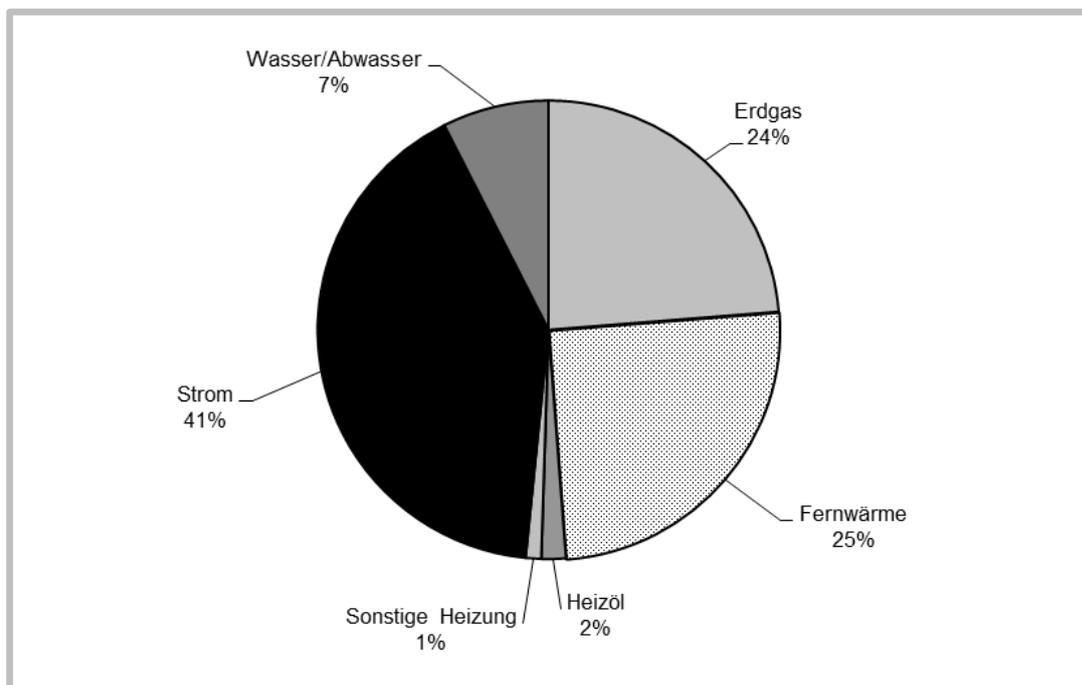


Abbildung 2.2.1: Aufteilung der Gesamtkosten nach Energieträgern

### 2.2.2 Heizenergie

Die **Gesamtkosten** für Heizung betragen **15.705.093 €**. Die Kosten sind damit, bedingt durch die kühlere Witterung und den Mehrverbrauch für Schulen und Grünobjekte, um **10%** höher als im Vorjahr.

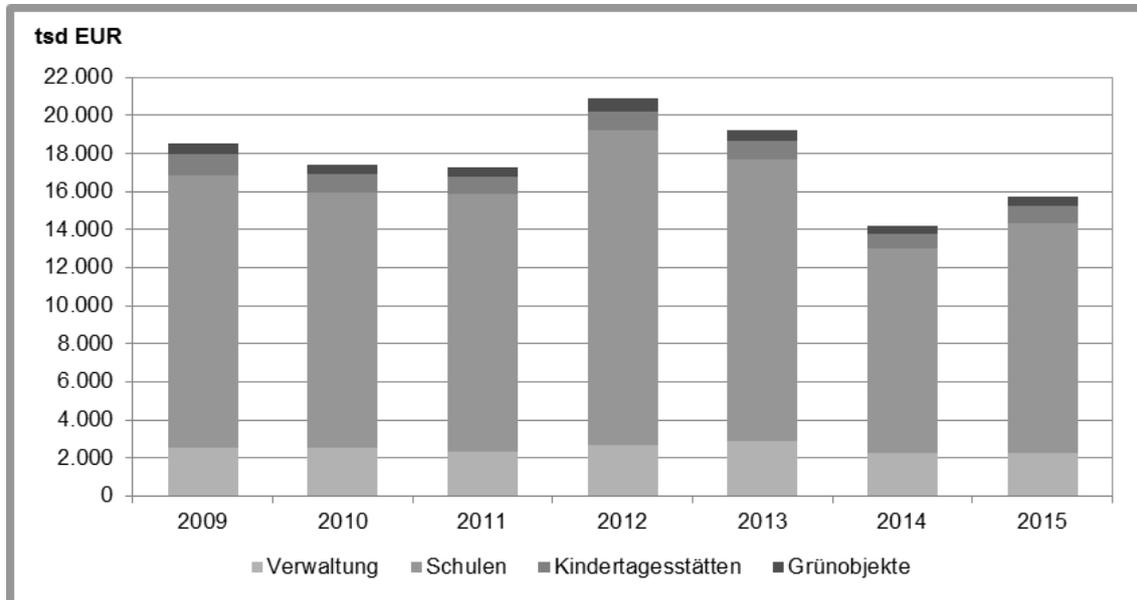


Abbildung 2.2.2: Heizwärmekosten nach Gebäudeart

### 2.2.3 Elektrische Energie

Die Kosten für elektrische Energie sind geringfügig um **2%**, auf **12.490.641€** gestiegen. Insgesamt ist ein deutlicher Anstieg der Kosten seit 2009 zu erkennen. Hauptverursacher sind Schulen gefolgt von Verwaltungsgebäuden. Kindertagesstätten und Grünobjekte spielen nur eine untergeordnete Rolle.

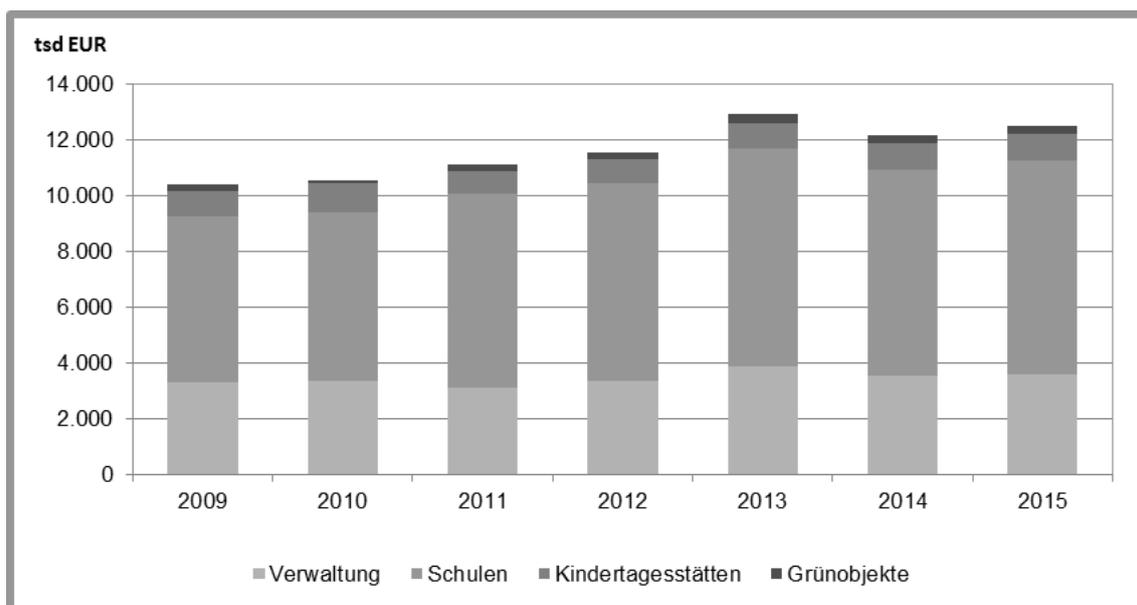


Abbildung 2.2.3: Stromkosten nach Gebäudeart

## 2.2.4 Wasser

Die Preise im Bereich **Wasser** sind seit Jahren relativ konstant, so dass unterschiedliche Kosten nur auf den stark schwankenden Verbrauch zurückzuführen sind. Das gilt in besonderem Maße für die Grünobjekte. Insgesamt sind die Kosten um **13%** auf **2.272.165 €** gesunken.

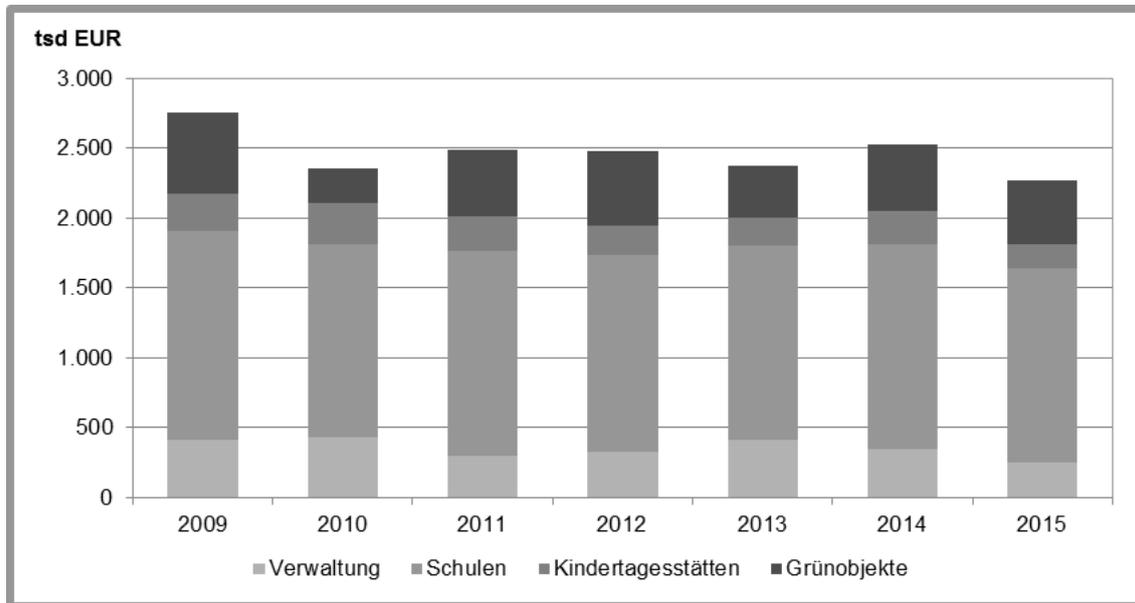


Abbildung 2.2.4: Wasserkosten (incl. Frisch- und Abwasser)

## 2.3 Energiepreisvergleich

Um den Kommunen in Deutschland die Bewertung ihrer Energiepreise zu erleichtern, führt der Arbeitskreis „Energiemanagement“ des Deutschen Städtetages jedes Jahr einen Energie- und Wasserpreisvergleich durch, an dem sich neben der Stadt Köln mittlerweile etwa 30 größere Städte aus dem gesamten Bundesgebiet beteiligen.

Grundlage dieses Vergleichs ist die Definition einer Abnahmestruktur, die für ein kommunales Gebäude als typisch angenommen wird. Zu Grunde gelegt werden ein Verwaltungsgebäude mit 7.000 m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche, einem Heizkennwert von 150 kWh/m<sup>2</sup>a mit 1500 Vollbenutzungsstunden sowie ein Stromkennwert von 20 kWh/m<sup>2</sup>a mit 1.400 Vollbenutzungsstunden. Dies entspricht einem Jahreswärmeverbrauch von 1.050.000 kWh, bei 700 kW Leistung und einem Jahresstromverbrauch von 140.000 kWh bei 100 kW Leistung. Für diese Abnahmestruktur ermittelt jede Kommune mit den bei ihr jeweils gültigen Preisen zum Stichtag 1. April des Jahres die Energiekosten. Darin sind sämtliche Steuern und Abgaben enthalten.

In den folgenden Abbildungen sind die so ermittelten durchschnittlichen Energiepreise seit 2000 für die Energieträger Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Strom sowie für Wasser/Abwasser dargestellt.

Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

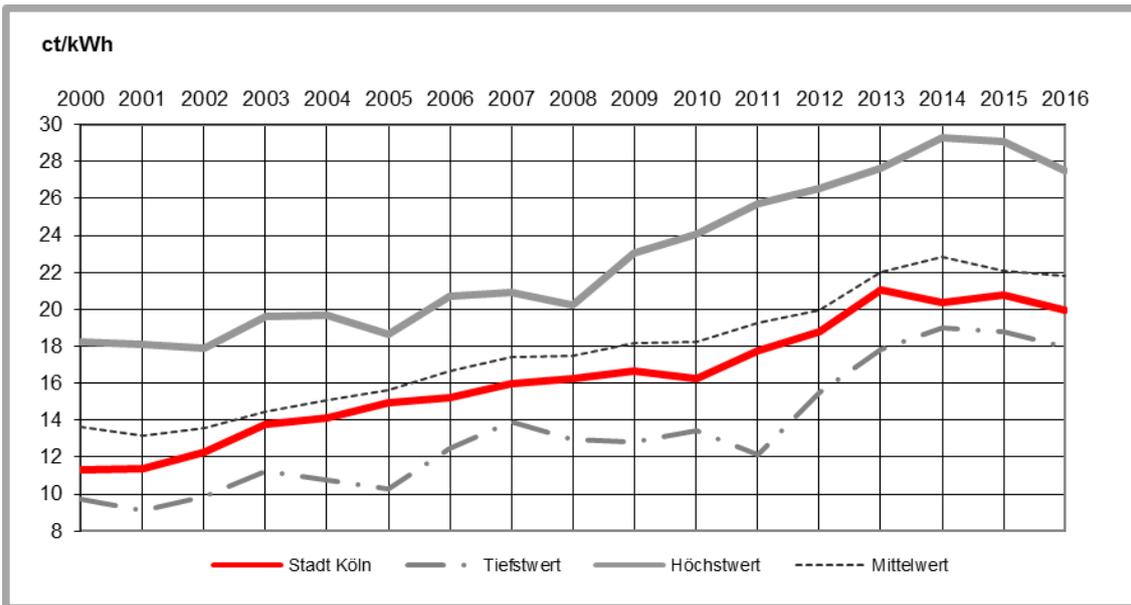


Abbildung 2.3.1: Energiepreisentwicklung Strom

Der Strompreis ist nach einem kurzen Anstieg im Vorjahr wieder knapp unter 20 cent/kWh gefallen (siehe auch Kapitel 4.1.1 Strom).

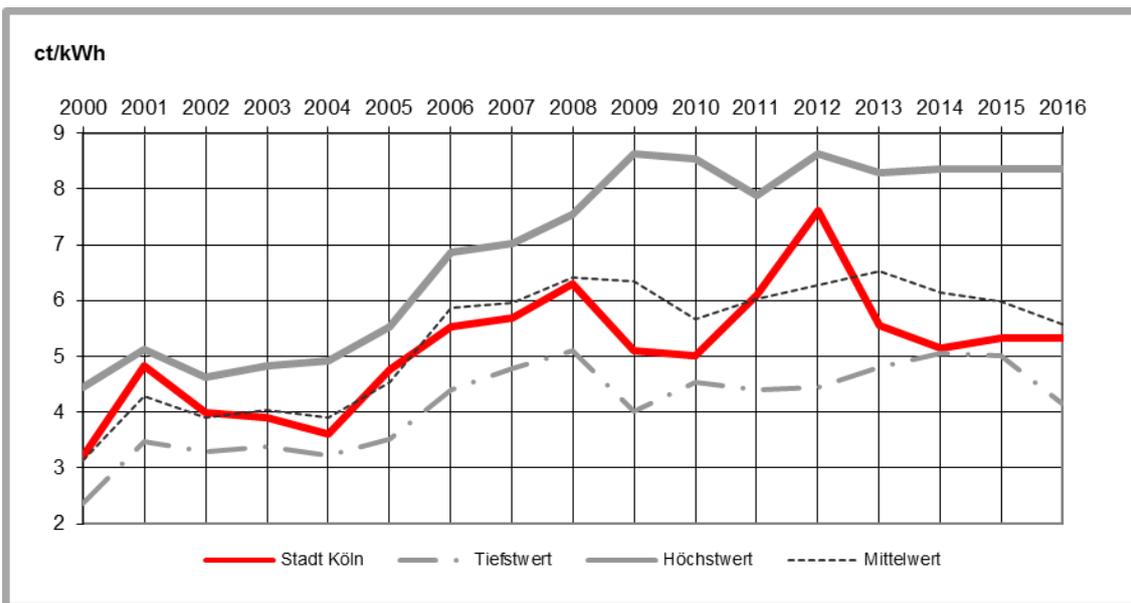


Abbildung 2.3.2: Energiepreisentwicklung Erdgas

Der Preis für Erdgas blieb mit 5,33 cent/kWh konstant, allerdings sank der Mittelwert im gleichen Zeitraum auf 5,58 cent/kWh auf ein ähnliches Niveau.

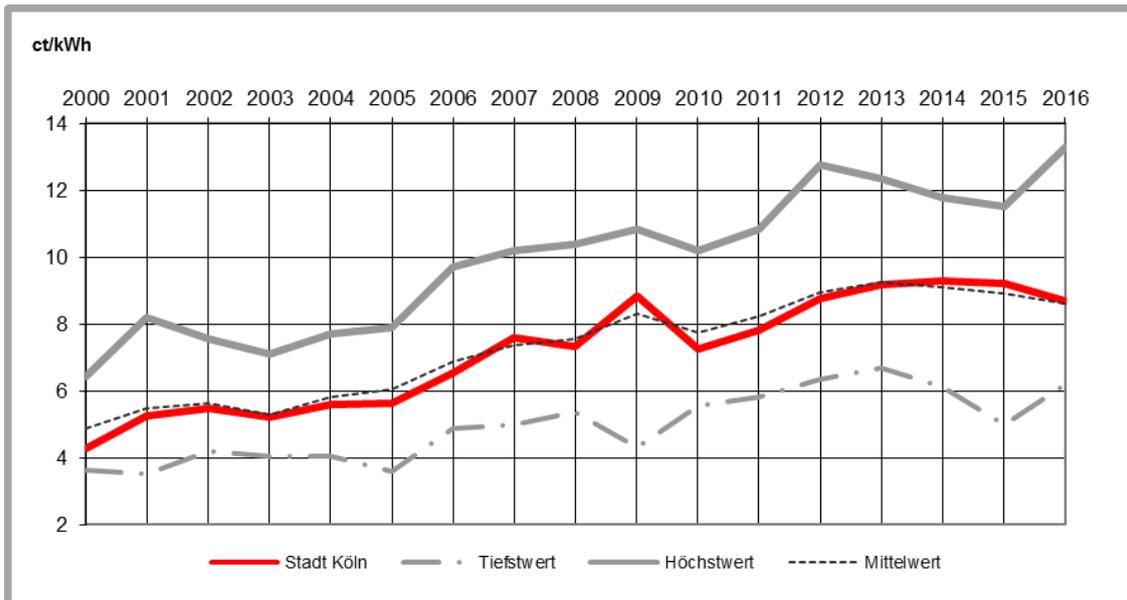


Abbildung 2.3.3: Energiepreisvergleich Fernwärme

Der Fernwärmepreis bewegt sich weiterhin auf dem Niveau des Mittelwertes und ist insgesamt leicht gesunken.

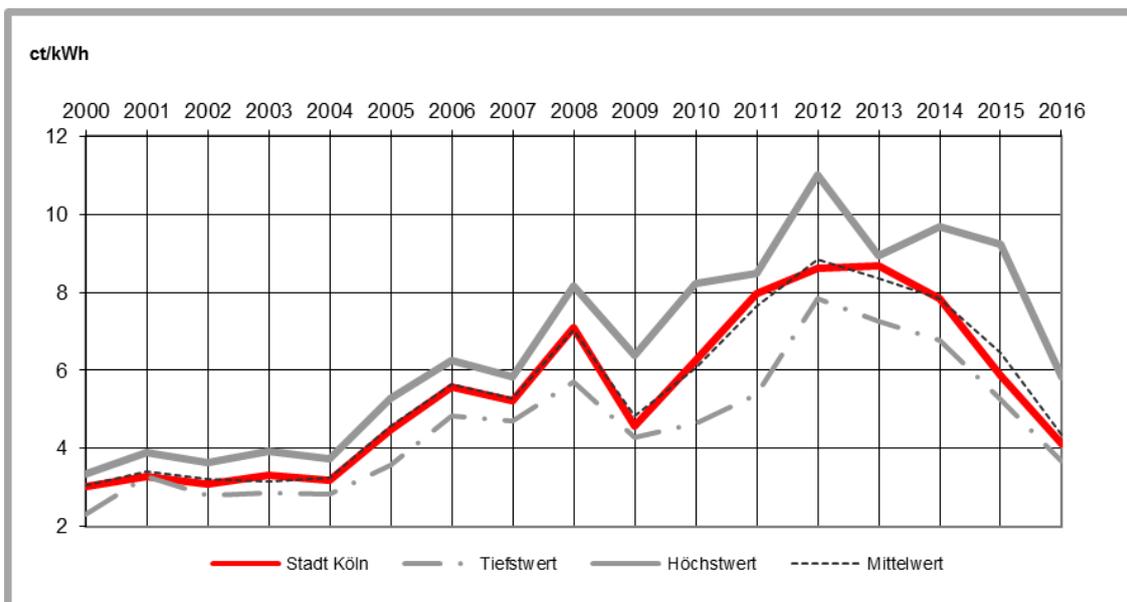


Abbildung 2.3.4: Energiepreisvergleich Heizöl

Die Heizölpreise befanden sich in 2016 auf Talfahrt was sich auch bei den Preisen der Stadt Köln widerspiegelt.

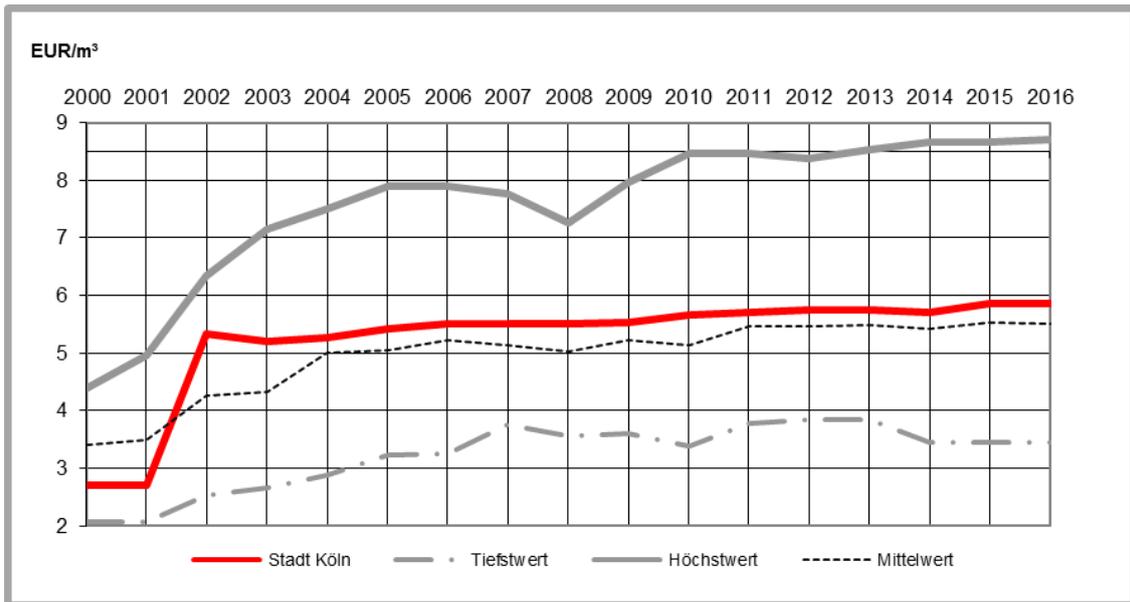


Abbildung 2.3.5: Energiepreisvergleich Wasser

Der Energiepreis für Wasser steigt weiterhin minimal an, in den letzten 10 Jahren um 0,35 EUR/m<sup>3</sup>.

## 2.4 Energiekennwerte

### 2.4.1 Energiekostenkennwerte

Der Kostenkennwert in EUR/m<sup>2</sup>a ist eine relevante Größe für die Beurteilung von Gebäuden. In den folgenden Abbildungen sind die Kosten je Gebäudegruppe und Energieträger dargestellt. In allen Objektbereichen gab es Veränderungen zum Vorjahr, die hauptsächlich durch die kühlere Witterung verursacht wurden. Das wirkt sich besonders stark bei den Schulen aus, da hier die Heizkosten den größten Anteil an den Betriebskosten ausmachen.

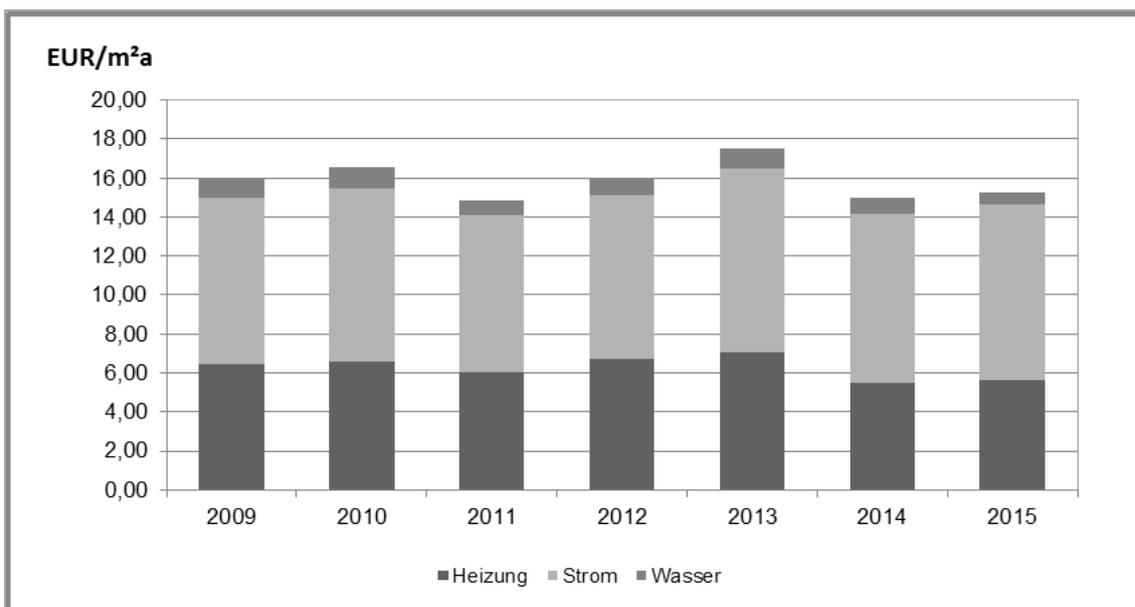


Abbildung 2.4.1: Energiekostenkennwert Verwaltungsgebäude

Der Energiekostenkennwert für **Verwaltungsgebäude** ist leicht von 15,00 €/m<sup>2</sup>a auf **15,24€/m<sup>2</sup>a** gestiegen. Die Kostensteigerung im Bereich Heizung beträgt 15 Cent und im Bereich Strom 32 Cent/m<sup>2</sup>a, für Frisch- und Abwasser wurden 23 Cent/m<sup>2</sup> weniger ausgegeben. Die Kosten für Strom sind hier der Hauptanteil an den Betriebskosten.

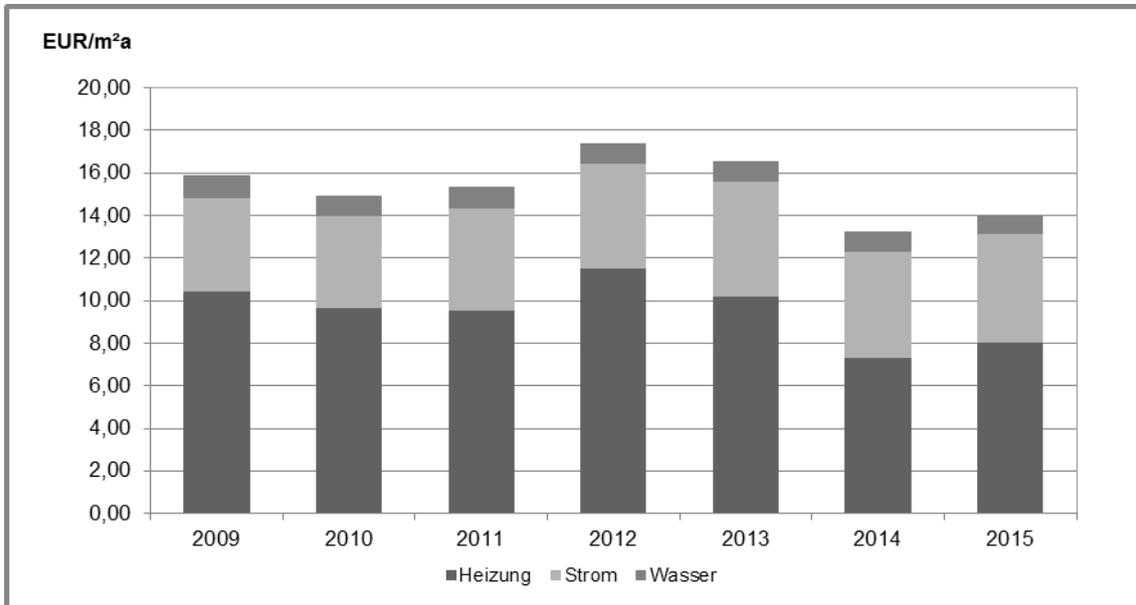


Abbildung 2.4.2: Energiekostenkennwert Schulen

Im Bereich **Schulen** sind die Heizkosten nach wie vor der größte Kostenfaktor. Hier stiegen die Kosten um 75 Cent/m<sup>2</sup> an. Allerdings steigt hier der Kostenanteil Strom wegen der steigenden technischen Ausstattung und dem Mensabetrieb der Schulen kontinuierlich an. Die Kostensteigerung beim Strom liegt bei 10 Cent und Die Wasserkosten sanken um 7 Cent. Insgesamt sind die Kosten von 13,28 €/m<sup>2</sup>a auf **14,06 €/m<sup>2</sup>a** gestiegen.

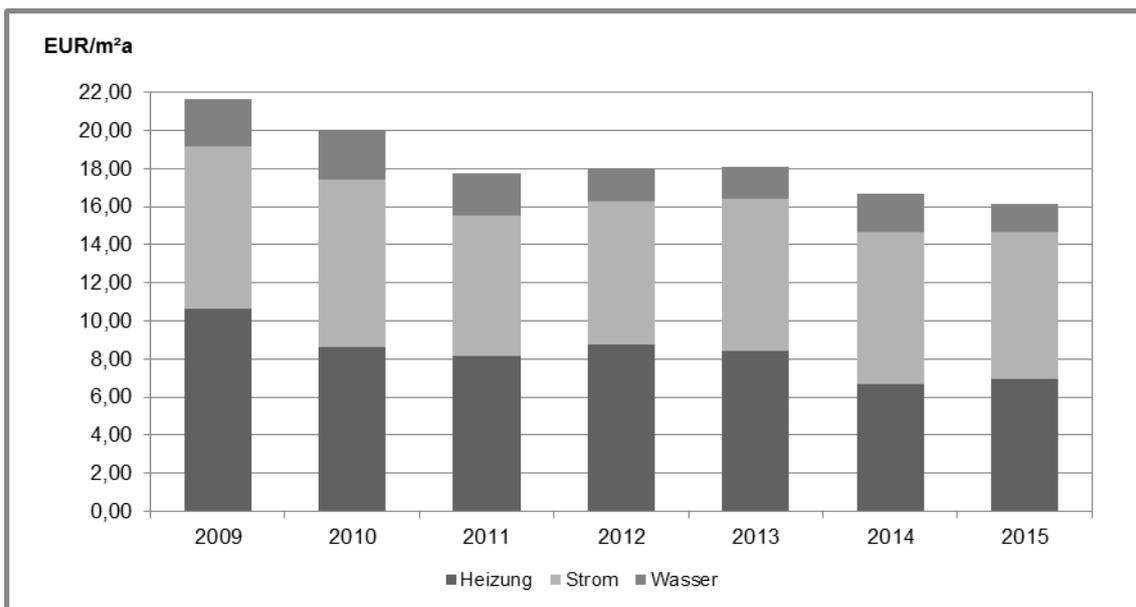


Abbildung 2.4.3: Energiekostenkennwert Kita

Der Kostenkennwert im Bereich **Kita** ist trotz leicht gestiegener Kosten im Bereich Heizung, nämlich um 18 Cent, zum dritten Mal in Folge von 16,68 €/m<sup>2</sup>a auf **16,14 €/m<sup>2</sup>a**, gesunken. Die Kosten für Heizung blieben auf einem niedrigen Niveau und stiegen um 18 Cent. Eine Kostenminderung gab es beim Strom um 15 Cent und bei Wasser um 38 Cent.

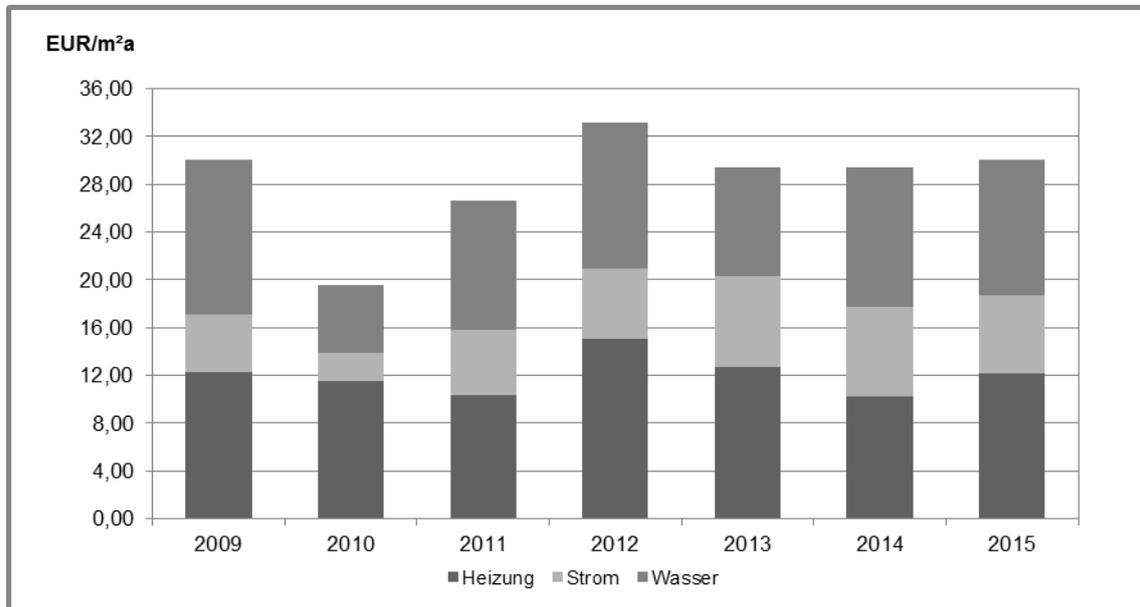


Abbildung 2.4.4: Energiekostenkennwert Grünobjekte

Der im Vergleich zu anderen Gebäudetypen relativ hohe Kostenkennwert bei **Grünobjekten** ist durch die Gebäudestruktur zu erklären. Strom und Wasser werden auf dem ganzen Grundstück benötigt, z. B. auf Friedhöfen oder in Parkanlagen. Beheizt werden meistens kleine Trauerhallen oder Arbeiterunterkünfte. Das geschieht wegen der temporären Nutzung überwiegend mit Strom oder Flüssiggas. Betrachtet man den Kennwert auf Grundlage der Gebäudefläche wird dieser dann entsprechend hoch. Der Heizkostenkennwert stieg um 1,92 €, der Kennwert für Strom sank um 90 Cent, der Wasserkennwert um 40 Cent. Der Kennwert ist insgesamt auf **30,08 €/m<sup>2</sup>a** gestiegen.

#### 2.4.2 Energieverbrauchskennwerte

Zur qualitativen Beurteilung der flächenbezogenen Energie- und Wasserverbrauchskennwerte werden Referenz- und Vergleichswerte herangezogen. Für Heizenergie- und Stromverbrauch finden die Werte aus der EnEV<sup>4</sup> Verwendung. Im Bereich Wasser wird in diesem Bericht auf Werte aus der ages-Studie<sup>5</sup> zurückgegriffen.

Für die dort unterschiedlichen Gebäudetypen werden im Energiebericht arithmetische Mittelwerte gebildet. Diese Werte unterscheiden sich zum Teil deutlich von den Kennwerten aus Kapitel 2.1.3 – 2.1.5. Bei der Berechnung der Einsparung werden seit dem Startjahr 2005 die vermieteten Flächen herangezogen, die sich nur durch Neubau oder Abbruch verändern. Bei den Kennwerten nach EnEV wird als Bezugsfläche die

<sup>4</sup> Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, Stand April 2015

<sup>5</sup> Ages-Studie ages GmbH, Forschungsbericht, Verbrauchskennwerte 2005, Energie- und Verbrauchskennwerte in der BRD

Nettogrundfläche (NGF) herangezogen, die in den meisten Fällen größer ist als die Mietfläche. Da für immer mehr Gebäude ein CAD Flächenmaß vorliegt, wird seit 2014 auf eine rechnerische Ermittlung der NGF verzichtet, da sich diese auch als sehr ungenau erwiesen hat.

Gebäudetyp		Heizung		Strom		Wasser	
		Stadt Köln bereinigt	Vergleichs- wert	Stadt Köln	Vergleichs- wert	Stadt Köln	Vergleichs- wert
		[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[l/m <sup>2</sup> a]	[l/m <sup>2</sup> a]
Verwaltungs- gebäude	2014	75	89	34	28	203	201
	2015	74		35		186	
Schulen	2014	122	94	21	16	227	171
	2015	123		22		237	
Kitas	2014	126	110	29	20	566	530
	2015	116		28		524	
Grünobjekte	2014	170	110	25	43	2003	3163
	2015	140		27		2249	

Tabelle 2.4.1: Referenzwerte Energie- und Wasserverbrauch

Für die Kennwertbildung im Bereich Heizung wird eine Witterungsbereinigung durchgeführt. Der Kennwert jeder Gebäudegruppe wird ermittelt, indem die Energieverbrauchssumme aller Objekte der Gebäudegruppe durch die Summe der zugehörigen Flächen dividiert wird. Damit ergeben sich für die einzelnen Gebäudegruppen und Energiebereiche folgende Darstellungen. Die Kenn- und Vergleichswerte für Heizung und Strom beziehen sich auf die Primärachse, die Werte für Wasser beziehen sich auf die Sekundärachse.

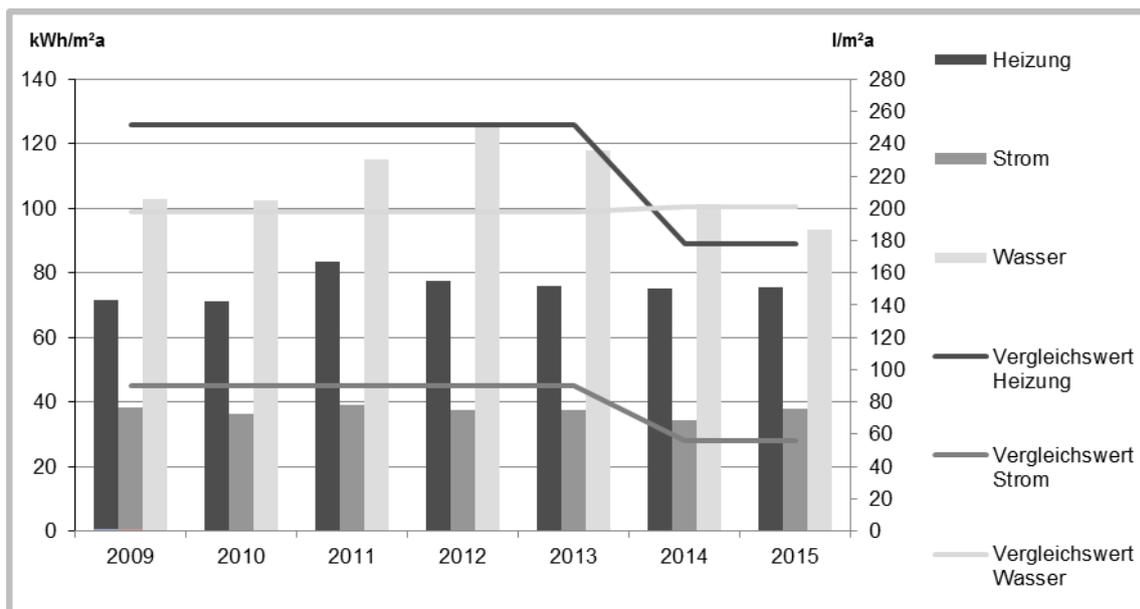


Abbildung 2.4.5: EKW und Vergleichswert Verwaltungsgebäude

Die Kennwerte für Heizung und Strom bei Verwaltungsgebäuden sind nach einem leichten Anstieg in 2012 weiterhin leicht fallend.

Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2015

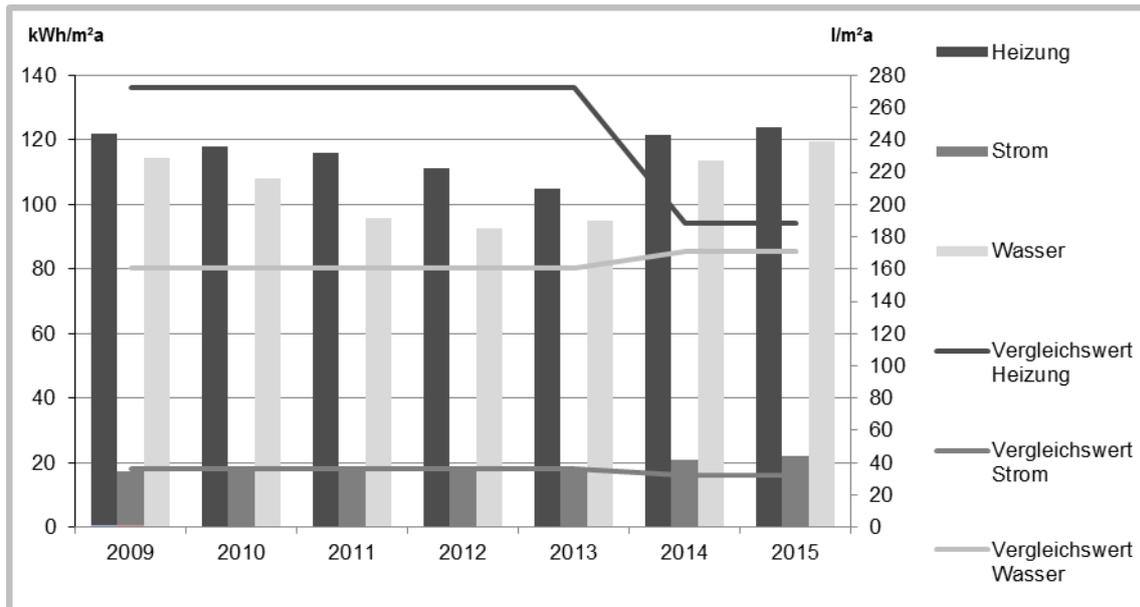


Abbildung 2.4.6: EKW und Vergleichswert Schulen

Im Bereich Schulen gibt es für alle Kennwerte trotz der Einsparungen eine deutliche Steigerung, die auf die Änderung der Flächenberechnung zurückzuführen ist. Da die Schulen in allen Bereichen den größten Anteil am Verbrauch haben, sind hier auch die Auswirkungen durch die Veränderung der Bezugsflächen am stärksten ausgeprägt.

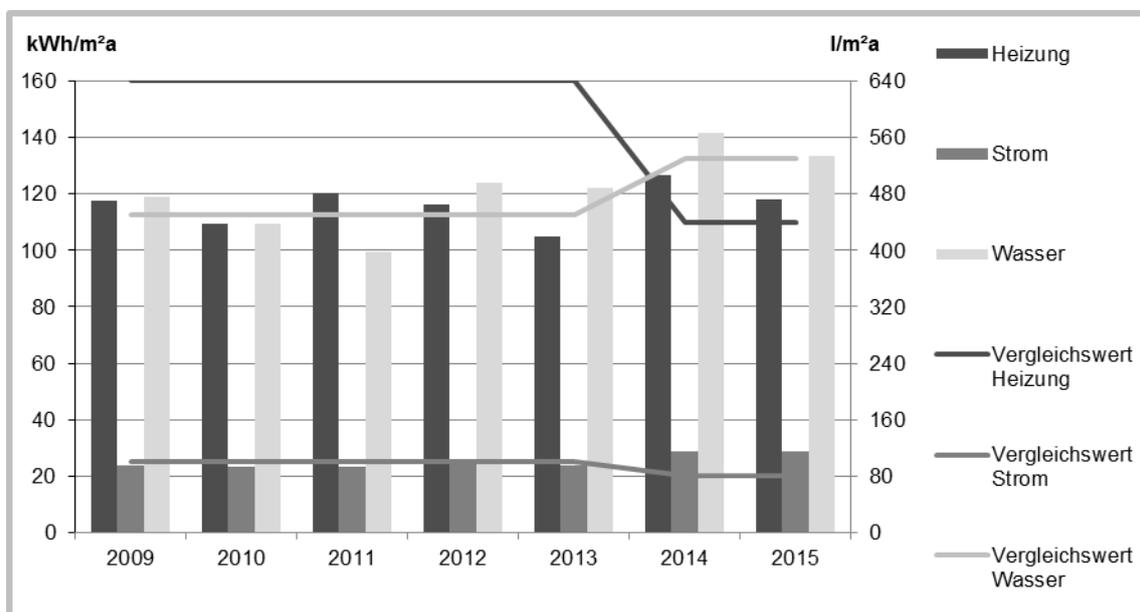


Abbildung 2.4.7: EKW und Vergleichswert Kita

Die Kennwerte sind im Vergleich zum Vorjahr gesunken, sie liegen allerdings noch leicht über den Vergleichswerten.

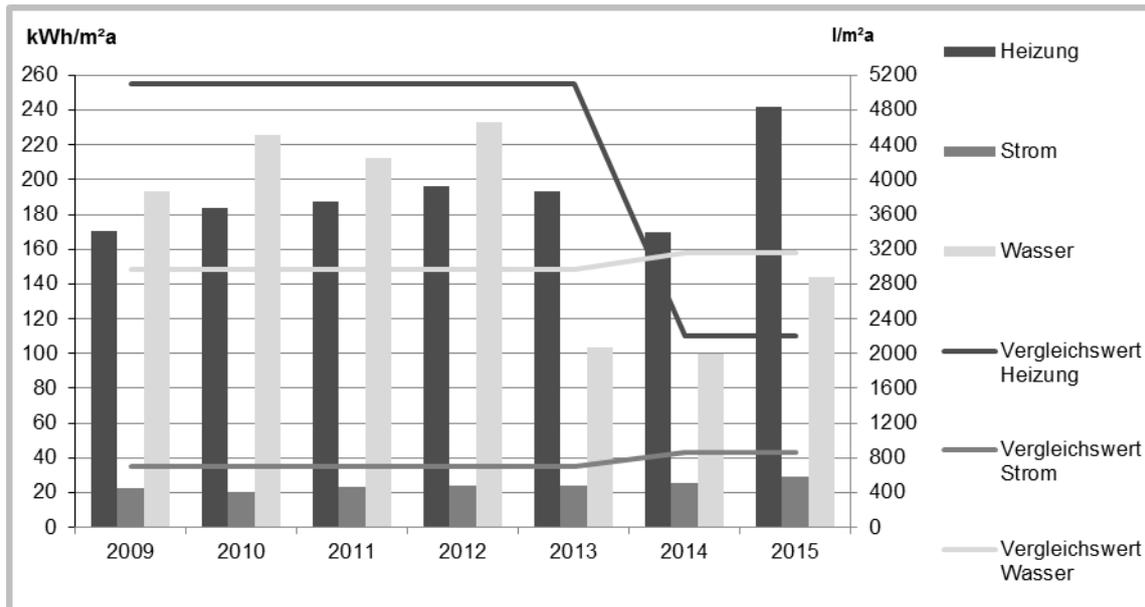


Abbildung 2.4.8: EKW und Vergleichswert Grünobjekte

Die Auswirkungen der überdurchschnittlichen Verbrauchssteigerungen der Objekte „Botanischer Garten“, „Am Grauen Stein“ und die undichten Teichanlagen schlagen auch auf die Vergleichswerte durch.

## 3 Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr

### 3.1 Energieverbrauch (Gesamtübersicht)

Der gesamte Wasser- und Energiebedarf der Feuerwehr Köln (Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehren und sonstige Objekte) stellt sich im Vergleich der Jahre 2014 und 2015 wie folgt dar:

Energie- und Wasserverbrauch (absolut)	2014	2015	Δ	Prozentual ([Wert2015]/[Wert2014]-1)*100
Erdgas in kWh	5.345.246	6.076.527	731.281	13,7%
Fernwärme in kWh	362.917	473.378	110.461	30,4%
Heizöl in kWh	244.240	459.620	215.380	88,2%
Heizstrom in kWh	28.147	33.910	5.763	20,5%
<b>Gesamt Heizung in kWh</b>	<b>5.980.550</b>	<b>7.043.435</b>	<b>1.062.885</b>	<b>17,8%</b>
<b>Strom in kWh</b>	<b>2.624.177</b>	<b>2.634.595</b>	<b>10.418</b>	<b>0,4%</b>
<b>Wasser in m<sup>3</sup></b>	<b>28.225</b>	<b>27.253</b>	<b>-972</b>	<b>-3,4%</b>

Tabelle 3.1.1 :Unbereinigter, absoluter Energie- und Wasserverbrauch Feuerwehr Köln

Der Wasserverbrauch sank im Betrachtungszeitraum um 3,4% während der Stromverbrauch um 0,4% und der Heizenergieverbrauch um 17,8% angestiegen sind. Hierbei handelt es sich um unbereinigte Verbrauchszahlen. Um den Einfluss der Witterung zu berücksichtigen erfolgt üblicherweise eine Berechnung mit Gradtagzahlen (GTZ) bzw. Tabellen. Bei dem überwiegenden Teil der Feuerwehrgebäude gibt es auf die Fläche bezogen sehr unterschiedliche Heizwertanforderungen. Durch die großen Fahrzeughallen überwiegen teilweise sogar die Bereiche mit geringeren Raumtemperaturanforderungen. Derzeit liegen im Amt 37 keine zentralen Flächenwerte vor, so dass an dieser Stelle keine differenzierte Betrachtung erfolgen kann. Um dennoch eine Bereinigung des Witterungseinflusses vornehmen zu können wurde stattdessen mit einem vereinfachten, postleitzahlabhängigen Klimafaktor des Deutschen Wetterdienstes gearbeitet.

Energie- und Wasserverbrauch (bereinigt)	2014	2015	Δ	Prozentual ([Wert2015]/[Wert2014]-1)*100
Erdgas in kWh	7.326.842	7.411.337	84.495	1,2%
Fernwärme in kWh	515.342	591.723	76.380	14,8%
Heizöl in kWh	327.725	547.173	219.448	67,0%
Heizstrom in kWh	37.260	40156,91	2.897	7,8%
<b>Gesamt Heizung in kWh</b>	<b>8.207.169</b>	<b>8.590.390</b>	<b>383.220</b>	<b>4,7%</b>
<b>Strom in kWh</b>	<b>2.624.178</b>	<b>2634595</b>	<b>10.418</b>	<b>0,4%</b>
<b>Wasser in m³</b>	<b>28.225</b>	<b>27.253</b>	<b>-972</b>	<b>-3,4%</b>

Tabelle 3.1.2: Bereinigter Energie- und Wasserverbrauch Feuerwehr Köln

Die Tabelle 3.1.2 zeigt die mit dem Klimafaktor multiplizierten Verbrauchswerte. Der Anstieg des Energieverbrauches sinkt nach der Bereinigung auf einen Wert von 4,7%. Der Energiewert für Heizöl sticht in dieser Betrachtung mit einem Anstieg von 67% hervor, wobei keine absoluten Jahresverbräuche erfasst werden und es wegen der unregelmäßigen Tankintervalle zu großen Schwankungen kommen kann.

### 3.2 Kostenverteilung nach Nutzer bzw. Nutzungsart

Die Datenerhebung ist mit Hilfe der vorliegenden Abrechnungsdaten erfolgt. Bei den Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr handelt es sich ausnahmslos um eigene Gebäude, so dass alle Daten zur Verfügung standen und im Folgenden eine detaillierte Auflistung nach Standorten erfolgt. In dem Bereich der sonstigen Gebäude fallen diverse Anmietungen mit teilweise unvollständigen Verbrauchs- oder Abrechnungsdaten, so dass diese Daten nur als Summe angegeben werden und nicht einzeln ausgewiesen sind.

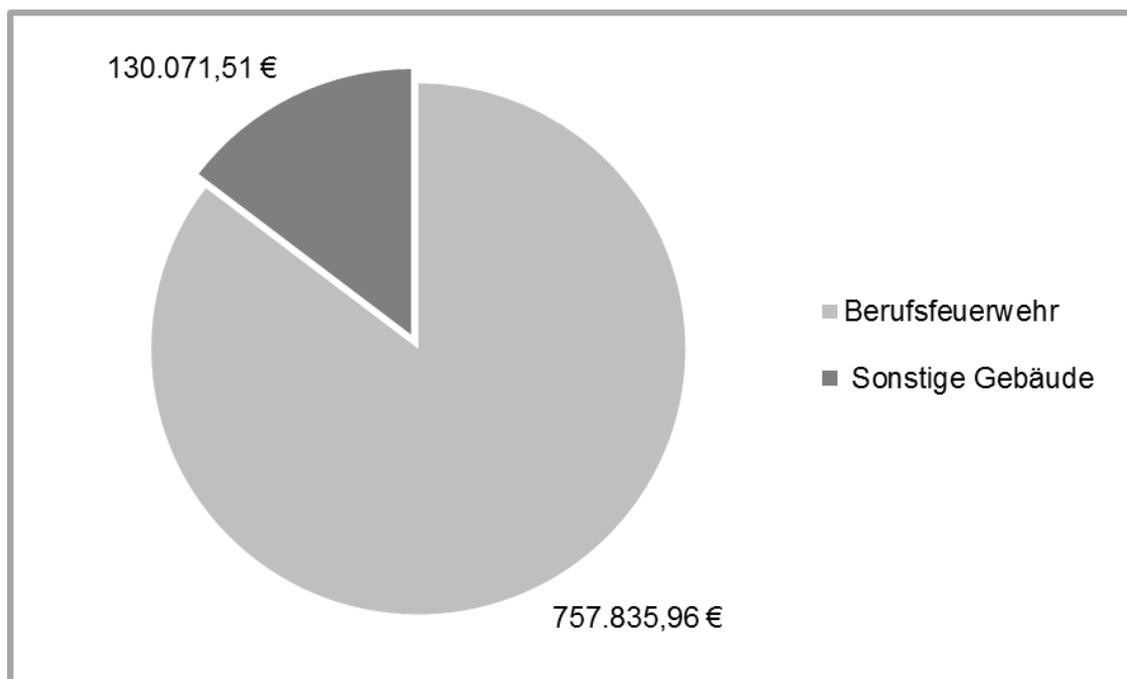


Abbildung 3.2.1: Verteilung der Gesamtkosten 2014 auf Nutzer bzw. Nutzungsart

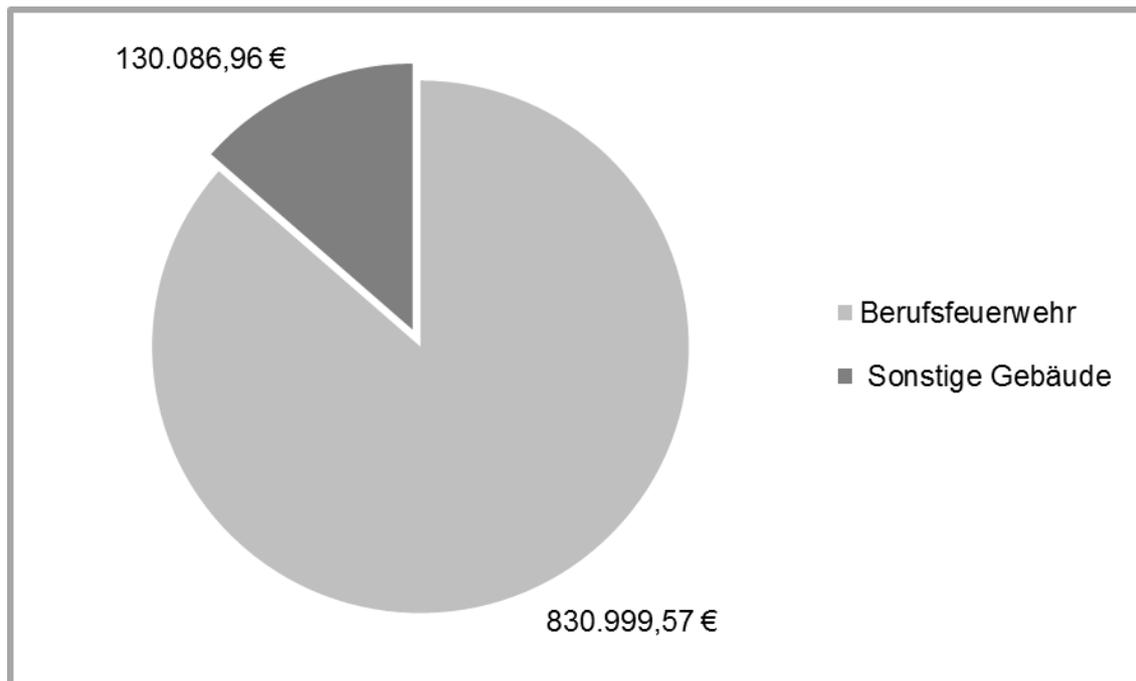


Abbildung 3.2.2: Verteilung der Gesamtkosten 2015 auf Nutzer bzw. Nutzungsart

Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Ausgaben auf die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr entfällt. Im Jahr 2014 wurden hier ca. 85,2%, 2015 ca. 84,7% aller Energieausgaben verursacht.

### 3.3 Kostenübersicht:

	2014	2015	Δ	Prozentual ([Wert2015]/[Wert2014]-1)*100
Erdgas in €	264.705,24	323.960,91	59.256	22,4%
Fernwärme in €	30.492,98	42.204,10	11.711	38,4%
Heizöl in €	17.152,86	24.147,57	6.995	40,8%
Heizstrom in €	5.540,85	6.555,20	1.014	18,3%
<b>Gesamt Heizung in €</b>	<b>317.891,93</b>	<b>396.867,78</b>	<b>78.976</b>	<b>24,8%</b>
<b>Strom in €</b>	<b>512.404,91</b>	<b>509.551,55</b>	<b>-2.853</b>	<b>-0,6%</b>
<b>Wasser in €</b>	<b>57.610,63</b>	<b>54.667,20</b>	<b>-2.943</b>	<b>-5,1%</b>
<b>Gesamt</b>	<b>887.907,46</b>	<b>961.086,53</b>	<b>73.179</b>	<b>8,2%</b>

Tabelle 3.3.1: Gesamtkosten 2015 der Feuerwehr Köln ohne Anmietungen

Sowohl beim Strom (-0,6%) als auch beim Wasserverbrauch (-5,1%) wurden im Jahr 2015 Kosten gespart. Dies ist zum einen auf die Einsparung von Wasser zurückzuführen, zum anderen ist der Strompreis leicht gesunken. Dennoch wuchs der absolute Gesamtbetrag um **ca. 8,2%** auf **961.086,53€**, was auf die Steigung der Heizkosten zurückzuführen ist. Bedingt durch die kältere Witterung in 2015 ist allein der Heizbedarf um **ca. 24,8%** auf **396.867,78€** gestiegen.

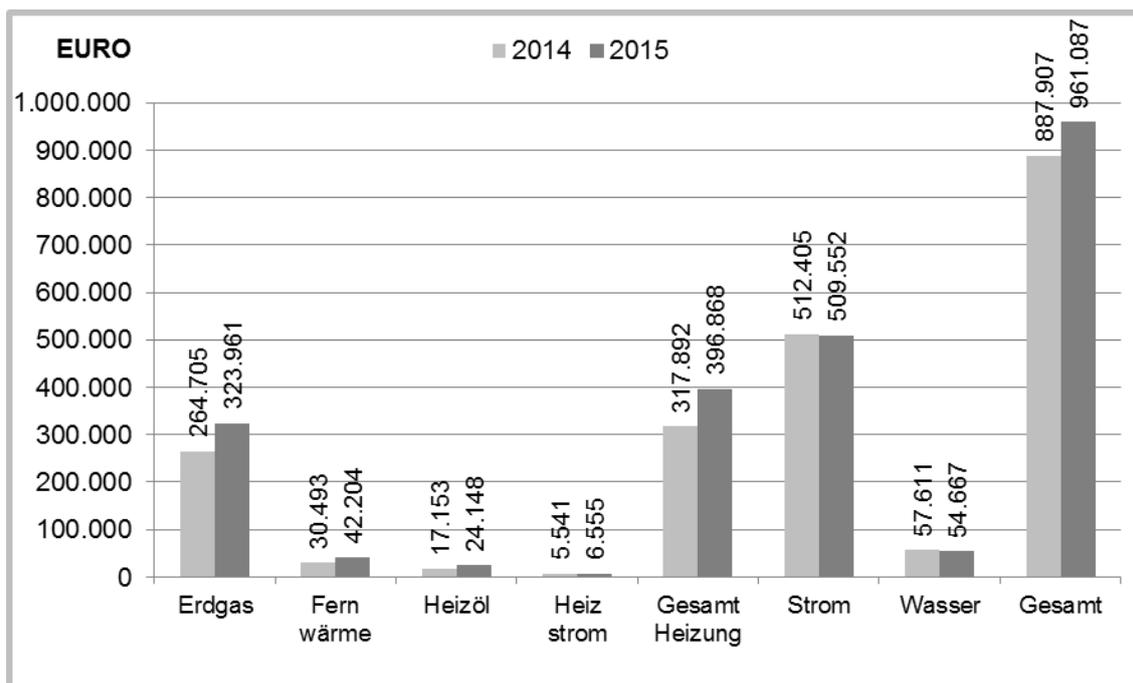


Abbildung 3.3.1: Aufteilung der Gesamtkosten nach Energieträgern im Vergleich 2014 und 2015

### 3.4 Detailübersicht mit Flächenbereinigung

Feuer- und Rettungswache	€/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> (Strom)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (Wasser)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie bereinigt)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie unbereinigt)
Feuer- und Rettungswache 1 (Innenstadt)	17,60	44,99	1,21	166,16	115,39
Feuer- und Rettungswache 2 (Marienburg)	13,30	54,02	0,32	82,20	60,00
Feuer- und Rettungswache 3 (Lindenthal)	14,51	34,17	0,23	160,46	119,74
Feuer- und Rettungswache 4 (Ehrenfeld)	22,55	53,61	0,36	276,81	199,15
Feuer- und Rettungswache 5 (Weidenpesch)	16,17	50,67	0,34	223,93	161,10
Feuer- und Rettungswache 6 (Chorweiler)	18,07	48,34	0,84	161,54	122,38
Feuer- und Rettungswache 7 (Porz-Urbach)	12,63	31,35	0,39	110,71	81,41
Feuer- und Rettungswache 8 (Ostheim)	17,20	53,01	1,19	111,43	81,94

## Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr

Feuer- und Rettungswache	€/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> (Strom)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (Wasser)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie bereinigt)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie unbereinigt)
Feuer- und Rettungswache 9 (Mülheim)	19,31	48,44	0,72	179,42	130,01
Feuer- und Rettungswache 10 (Deutz)	30,32	35,57	1,29	329,29	231,90
Feuer- und Rettungswache 14 (Lövenich)	15,84	34,50	0,71	159,34	118,91
Löschbootstation	28,60	77,05	1,09	195,05	137,36
FUSZ	24,22	111,05	0,30	133,35	95,93
<b>Durchschnitt</b>	<b>19,26</b>	<b>52,06</b>	<b>0,69</b>	<b>176,13</b>	<b>127,32</b>

Tabelle 3.4.1: Kosten und Verbräuche pro m<sup>2</sup> für die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr - 2014:

Feuer- und Rettungswache	€/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> (Strom)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> (Wasser)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie bereinigt)	kWh/m <sup>2</sup> (Heizenergie unbereinigt)
Feuer- und Rettungswache 1 (Innenstadt)	19,53	46,11	1,63	187,43	148,75
Feuer- und Rettungswache 2 (Marienburg)	14,19	56,12	0,33	88,31	72,98
Feuer- und Rettungswache 3 (Lindenthal)	13,65	23,92	0,24	168,29	141,42
Feuer- und Rettungswache 4 (Ehrenfeld)	21,49	43,03	0,30	283,04	230,11
Feuer- und Rettungswache 5 (Weidenpesch)	19,76	50,71	0,33	225,07	182,99
Feuer- und Rettungswache 6 (Chorweiler)	19,24	49,76	0,83	175,28	148,55
Feuer- und Rettungswache 7 (Porz-Urbach)	15,38	37,75	0,39	130,47	107,83
Feuer- und Rettungswache 8 (Ostheim)	17,26	52,92	0,70	126,52	104,56
Feuer- und Rettungswache 9 (Mülheim)	20,27	51,88	0,69	168,25	137,91
Feuer- und Rettungswache 10 (Deutz)	38,13	38,59	1,12	378,10	302,48

Feuer- und Rettungswache 14 (Lövenich)	18,19	38,08	0,66	178,72	150,18
Löschbootstation	28,13	77,06	0,88	170,92	136,73
FUSZ	25,31	112,27	0,47	128,62	104,57
<b>Durchschnitt</b>	<b>20,81</b>	<b>52,17</b>	<b>0,66</b>	<b>185,31</b>	<b>151,47</b>

Tabelle 3.4.2: Kosten und Verbräuche pro m<sup>2</sup> für die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr - 2015:

### 3.5 Auswertung

Der hier vorliegende Energiebericht für das Amt 37 stellt den Anfang einer statistischen Verbrauchswertfassung dar. Eine detaillierte Analyse der Verbrauchswerte in Form eines Jahresvergleiches kann auf Grund des kurzen Betrachtungszeitraumes von nur zwei Jahren derzeit nicht erfolgen, soll aber mit den zukünftig gewonnenen Daten nachgeholt bzw. weiter ausgebaut werden.

Wie schon jetzt zu erkennen ist, tragen die Standorte der Berufsfeuerwehr mit einem Anteil von ca. 85% die Hauptlast am Gesamtenergieverbrauch. Der hier ermittelte Energiebedarf bzw. Verbrauch wird unmittelbar durch den Einsatzdienst und die Einsatzhäufigkeit beeinflusst. Steigende Einsatzzahlen (im Rettungsdienst derzeit > ca. 5% pro Jahr), mit einhergehenden Fahrzeug- und Personalzusetzungen lassen derzeit auch für die Zukunft keine sinkenden Energiewerte erwarten. Der Rund-um- die-Uhr Betrieb der Feuer- und Rettungswachen, sowie der Bedarf einer hohen Verfügbarkeit (Ausfallsicherheit) von Einsatzmitteln nehmen unmittelbar Einfluss. Hierzu zählen u.a. auch alle Systeme zur Alarmierung, Notrufabfrage und Einsatzlenkung/-führung. Baulich gesehen sind allein über die Hälfte der 13 ausgewerteten Berufsfeuerwehrstandorte über 30 Jahre alt bzw. in einem energetisch sanierungsbedürftigen Zustand (siehe auch: Maßnahmen zur Energieeinsparung im Amt 37).

### 3.6 Maßnahmen zur Energieeinsparung im Amt 37

Die Feuerwehr hat in den vergangenen Jahren nicht zuletzt wegen des energetischen Zustandes der o.g. Gebäude mit Hochdruck an Erneuerungs- und Sanierungskonzepten gearbeitet und so konnten mehrere bereits lange geplante Großprojekte begonnen werden bzw. stehen kurz vor dem Start. Hierzu gehört zum Beispiel der Neubau der Feuerwache 10 mit dem Werkstattzentrum in Kalk oder die Generalsanierung der Branddirektion mit der Feuerwache 5 in Weidenpesch. In Dellbrück konnte gerade erst das neue Gerätehaus der Freiwilligen Feuerwehr mit Rettungswache in Betrieb genommen werden. Das Gebäude ist nach modernsten Energiestandards errichtet worden und verfügt beispielsweise über Sonnenkollektoren zur Warmwassererzeugung. Alle Neubauten oder Sanierungen werden nach aktuellen Standards errichtet und mit modernen Heizungs- und Lüftungstechnologien ausgestattet. Das Feuerwehrzentrum im Kalk wird darüber hinaus mit einer Fotovoltaik-Anlage ausgestattet. In den Bestandsgebäuden werden bereits seit Jahren alte konventionelle Heizungsanlagen gegen moderne Gasbrennwertheizungen mit modernen Regelungen getauscht. Auf der Feuerwache 4 wird seit 2009 ein BHKW betrieben, weitere Nachrüstungen sind derzeit in Prüfung. Durch den 24-Stunden-Dienstbetrieb müssen vielfache Vorgaben des Arbeitsschutzes und der Unfallkassen eingehalten werden, so dass die Beleuchtung einen nicht unerheblichen Anteil am Energieaufkommen hat. Durch Umstellung auf moderne LED-Technik versuchen wir, den diesbezüglichen Stromverbrauch dauerhaft zu senken.

## 4 Energiemanagement Sachstandsbericht

### 4.1 Vertragswesen

#### 4.1.1 Strom

Bereits zum dritten Mal seit 2007 wurde die Stromlieferung für die städtischen Gebäude europaweit öffentlich ausgeschrieben, da die aktuellen Verträge zum 31.12.2015 ausliefen. Im Vorlauf der Ausschreibung wurden neue Anforderungen an die ökologische Qualität des Stroms festgelegt. Während sich die bisherigen Anforderungen auf 25% Anteil Strom aus zertifizierter, regenerativer Erzeugung und weitere 25% aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erstreckten, hat nunmehr der Rat der Stadt Köln andere Kriterien beschlossen. So besteht die Lieferung seit dem 01.01.2016 zu

- 40% Strom aus erneuerbaren Energien und
- 60% Strom aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Zusätzlich soll die CO<sub>2</sub>-Emission maximal 280 g/kWh und damit nur die Hälfte des deutschen Strommix betragen.

Die Ausschreibung wurde in fünf Vergabelose aufgeteilt, von denen vier Lose mit etwa 98 % des gesamten Strombedarfs an den örtlichen Lieferanten RheinEnergie vergeben wurden. Ein mengenmäßig kleines Los ging an die Firma LichtBlick, die auch bereits in den letzten fünf Jahren einer der Stromlieferanten war. Der neue Vertrag hat eine Laufzeit vom 01.01.2016 bis 31.12.2018, wobei die Option auf Verlängerung um zwei Jahre besteht. Im Ergebnis wurde der Anforderungswert für die CO<sub>2</sub>-Emission noch um 25 % unterboten. Damit weist der Strom für die Versorgung der städtischen Gebäude nun einen CO<sub>2</sub>-Wert von nur noch 212 g/kWh auf und liegt damit 62 % unter dem bundesdeutschen Strommix.

**CO<sub>2</sub>-Emission 62%  
unter  
bundesdeutschem  
Strommix**

Wie in jedem Jahr wurden wieder nach Vorlage aller dafür erforderlichen Rechnungsdaten die gezahlte Konzessionsabgabe und der Kommunalrabatt geprüft. Für das Lieferjahr 2013 führte diese Prüfung zu einer Rückerstattung von rund 478.000 Euro.

**478.000 Euro aus  
Kommunalrabatt/  
Konzessionsabgabe**

Wie schon im Vorjahr bezieht die Stadt Köln an zwei Standorten Strom aus privaten Photovoltaikanlagen mit deren Betreibern die GW einen Liefervertrag abgeschlossen hat. Sowohl für den Betreiber als auch für die Stadt ergibt sich ein wirtschaftlicher Vorteil, weil die Kosten für die Netznutzung entfallen und die Vergütung unter den normalen Bezugspreisen liegt. Die eigenen Anlagen werden seit 2012 für die Eigennutzung mit Überschusseinspeisung konzipiert. Der Anteil des selbst verbrauchten Stroms reicht dabei in Einzelfällen, je nach Leistungsgröße der Anlagen, bis zu 99,5%, so dass hier große Vorteile durch die vermiedenen Strombezugskosten zu verzeichnen sind.

#### 4.1.2 Fern- und Nahwärme

Bei allen Planungen zu Neubau und Sanierung wird geprüft, ob in diesem Zusammenhang eine Umstellung auf Fernwärme möglich ist und kostengünstig umgesetzt werden kann. Im Berichtszeitraum wurde speziell die weitere Erschließung der Fernwärme im Bezirk Mülheim untersucht. Nach Verlegung der Fernwärme durch

RheinEnergie ab Herbst 2016 wird das Gymnasium an der Düsseldorfer Straße als eines der ersten Objekte an die Fernwärme angeschlossen werden. Im Vorgriff auf diesen Anschluss wurde bei der Erweiterung und Sanierung der Schule auf die vorgezogene Erneuerung der alten Kesselanlage verzichtet.

Im Rahmen der Fernwärmeanschluss-Optimierung konnte der Leistungsbezug für die Schule an der Eitorfer Straße um 200 kW abgesenkt werden. Dies wirkt sich in einer jährlichen Einsparung von 8.000 € aus. Ebenso erfolgte in Unterstützung der Kulturverwaltung eine vertragliche Anpassung beim Museum Ludwig/Philharmonie. Hier wurde die Fernwärmeanschluss-Leistung um 500 kW gesenkt, was einer jährlichen Einsparung von 20.000 € entspricht.

**28.000 Euro/Jahr  
Kosteneinsparung  
durch Anpassung  
der Leistung**

## 4.2 Energieleitlinien-Energiestandard

Im Berichtszeitraum wurden durch das Energiemanagement bei insgesamt 20 Bauvorhaben für Neubau und umfassende Sanierungen Prüfungen und Stellungnahmen auf Einhaltung der Energieleitlinien sowie erstmals auch in größerem Umfang Überprüfungen von Ausschreibungsunterlagen (Leistungsverzeichnisse) durchgeführt. Letzteres dient vor allem einer Qualitätssicherung der Umsetzung der energetischen Planungsanforderungen.

Den ersten in die Betriebsphase eingetretenen Bauvorhaben in Passivhaus-Bauweise hat das Energiemanagement weiterhin hohe Aufmerksamkeit gewidmet. Belastbare Aussagen über die Betriebsergebnisse sind jedoch noch zu früh, da immer noch Optimierungen und teilweise Mängelbeseitigungen erforderlich sind.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse haben dazu geführt, die Qualitätssicherung zur Erreichung der angestrebten Energiestandards zu erhöhen. Zu diesem Zweck wurden das interne Prüfungsverfahren von Planungen durch das Energiemanagement ergänzt und weitere Beteiligungen im Rahmen der Umsetzung der Planung eingeführt (Prüfung von Leistungsverzeichnissen, siehe oben).

Vor dem Hintergrund der am 1.1.2016 in Kraft getretenen zweiten Stufe der Novelle der Energieeinsparverordnung 2014 stehen die Energieleitlinien der Stadt Köln zur Zeit ebenfalls auf dem Prüfstand mit dem Ziel einer Anpassung und Aktualisierung an die eingetretenen gesetzlichen Vorgaben.

## 4.3 Baumaßnahmen zur Energieeinsparung

Auch im aktuellen Berichtsjahr hat die Gebäudewirtschaft im Rahmen ihrer Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen weitere Energie sparende Maßnahmen durchgeführt. Hierzu zählen Fenster- und Fassadensanierung, Dachsanierungen sowie Erneuerung von heizungs- und lüftungstechnischen Einrichtungen.

Insgesamt wurden 25 Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs fertig gestellt. In Fortschreibung des vorjährigen Energieberichtes stellt sich der Sachstand aktuell wie folgt dar:

Maßnahme	2005 – 2015	in 2016 fertig gestellt	Summe
Beleuchtungserneuerung	37	2	39
Heizung-/Lüftungserneuerung	94	8	102
Fenstererneuerung	57	2	59

Maßnahme	2005 – 2015	in 2016 fertig gestellt	Summe
Generalinstandsetzung / Sanierung	38	10	48
Einbau Gebäudeautomation	58	0	58
Dachsanierung	82	2	84
Fassadensanierung	44	1	45
Öffentlich Private Partnerschaft	6	0	6
Energieanalysen	20	0	20
Dämmung oberster Geschoßdecken	63	0	63
Sonstige Maßnahmen	7	1	8
<b>Summe</b>	<b>507</b>	<b>25</b>	<b>532</b>

Tabelle 4.3.1: Umfang Energiesparmaßnahmen seit 2005

## 4.4 Photovoltaik

### 4.4.1 Eigene Projekte

Im Rahmen von Neubaumaßnahmen werden durch die Gebäudewirtschaft zunehmend weitere Photovoltaikanlagen installiert. Als Kriterium für die Wirtschaftlichkeit hat sich das Konzept von der Volleinspeisung zur Eigennutzung mit Überschusseinspeisung verschoben. Mit höherem Grad der Eigennutzung steigt die Wirtschaftlichkeit durch vermiedene Stromkosten. Damit ist ein nachhaltiger Effekt bei der Installation der Anlagen erreicht worden, der dem Nutzer dauerhaft einen finanziellen Vorteil verschafft. Wie aus der Übersicht erkennbar, werden jedes Jahr mehrere Anlagen installiert.

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
<b>In Betrieb</b>		
Kalk Karree, Ottmar-Pohl-Platz	15 kW <sub>P</sub>	2003
Berufsschule Eumeniusstraße	17 kW <sub>P</sub>	2004
GS Am Pistorhof	12 kW <sub>P</sub>	2007
Gesamtschule Adalbertstraße	10 kW <sub>P</sub>	2007
RS Petersenstraße	20 kW <sub>P</sub>	2008
Gymnasium Biggestraße	34 kW <sub>P</sub>	2009
Schulzentrum Heerstr. 7	15 kW <sub>P</sub>	2010
Gesamtschule Sürther Str. 191	104 kW <sub>P</sub>	2010
GS Geilenkirchener Straße	16 kW <sub>P</sub>	2011
Gymnasium Humboldtstr. 2-8	20 kW <sub>P</sub>	2012
GS Schulstr. 23	14 kW <sub>P</sub>	2013
Gesamtschule Görlinger Zentrum	14 kW <sub>P</sub>	2013
FSL Thymianweg	74 kW <sub>P</sub>	2013
RS Neusser Str. 421	40 kW <sub>P</sub>	2013
HS Rendsburger Platz	36 kW <sub>P</sub>	2013
GS Ferdinandstr.	20 kW <sub>P</sub>	2014

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
<b>In Betrieb</b>		
Ottostr. 67	38 kW <sub>P</sub>	2014
Gesamtschule Adalbertstr MENSA	36 kW <sub>P</sub>	2014
Schule Mommsenstr.	27 kW <sub>P</sub>	2015
Schule Florentine-Eichler-Str.	38 kW <sub>P</sub>	2015
Gymnasium Castroper Str.	50 kW <sub>P</sub>	2016
<b>Summe</b>	<b>650 kW<sub>P</sub></b>	
<b>In Planung/Bau</b>		
<b>Summe</b>	<b>50 kW<sub>P</sub></b>	

Tabelle 4.4.1: Photovoltaikanlagen der Gebäudewirtschaft (Stand 31.10.2016)

Die Summe der im Betrieb befindlichen eigenen Photovoltaik-Anlagenleistung beläuft sich auf **650 kW<sub>P</sub>**, weitere 50 kW<sub>P</sub> sind aktuell in Planung.

#### 4.4.2 Investoren-Projekte

Schon seit dem Jahr 2000 stellt die Stadt Köln ihre Dächer auch privaten Investoren zur Installation von Photovoltaikanlagen zur Verfügung. Hierfür wird mit dem Investor jeweils ein Nutzungsvertrag geschlossen. Die Nachfrage blieb auch 2015 gering. Insgesamt sind nun auf folgenden Schulen private Photovoltaik-Anlagen installiert:

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
Gymnasium Nikolausstraße	27 kW <sub>P</sub>	2005
GES Raderthalgürtel	20 kW <sub>P</sub>	2007
Vogelsangerstr.	10 kW <sub>P</sub>	2007
GS Am Portzenacker	24 kW <sub>P</sub>	2008
Gymnasium Kattowitzerstr.	30 kW <sub>P</sub>	2009
GS Buschfeldstr. 46	80 kW <sub>P</sub>	2009
Schulzentrum Heerstraße 7	15 kW <sub>P</sub>	2009
RS Albert-Schweitzer-Str. 8	50 kW <sub>P</sub>	2010
GS Godorfer Hauptstr.	28 kW <sub>P</sub>	2010
GS Irisweg 2 Anlage 1	27 kW <sub>P</sub>	2010
GS Irisweg 2 Anlage 2	33 kW <sub>P</sub>	2010
GS Adolph-Kolping-Str.	43 kW <sub>P</sub>	2011
GS Neue Sandkaul 23	61 kW <sub>P</sub>	2011
Gymnasium Nikolausstr	22 kW <sub>P</sub>	2011
HS Nürnberger Str. 10	40 kW <sub>P</sub>	2011
GS Petersenstr. / Diesterweg	26 kW <sub>P</sub>	2011
GS Zum Hedelsberg	31 kW <sub>P</sub>	2011
Gutnickstr. 37 Anlage 1	30 kW <sub>P</sub>	2012
Gutnickstr. 37 Anlage 2	25 kW <sub>P</sub>	2012
Ernstbergstr. 2	20 kW <sub>P</sub>	2012

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
GS Kölner Str. 37	35 kW <sub>P</sub>	2013
GES Stresemannstr. 30 – 40	98 kW <sub>P</sub>	2013
Wuppertaler Straße	37 kW <sub>P</sub>	2013
Schulstraße 18	30 kW <sub>P</sub>	2013
Halfengasse	35 kW <sub>P</sub>	2013
Neusserstr. 421	39 kW <sub>P</sub>	2014
Kettelerstr. 14	30 kW <sub>P</sub>	2014
Westerwaldstr. 92	100 kW <sub>P</sub>	2016
<b>Summe</b>	<b>1046 kW<sub>P</sub></b>	

*Tabelle 4.4.2: Photovoltaikanlagen privater Betreiber*  
Damit beträgt die installierte Photovoltaik-Leistung privater Betreiber mittlerweile **1046 kW<sub>P</sub>**, insgesamt sind **1.696 kW<sub>P</sub>** auf Dächern städtischer Gebäude in Betrieb. Mit den bisher installierten Anlagen lassen sich etwa 436 Haushalte mit elektrischer Energie versorgen.<sup>6</sup>

**1.696 kW<sub>P</sub> Solarstrom auf städtischen Dächern kann Stromverbrauch für 436 Haushalte liefern**

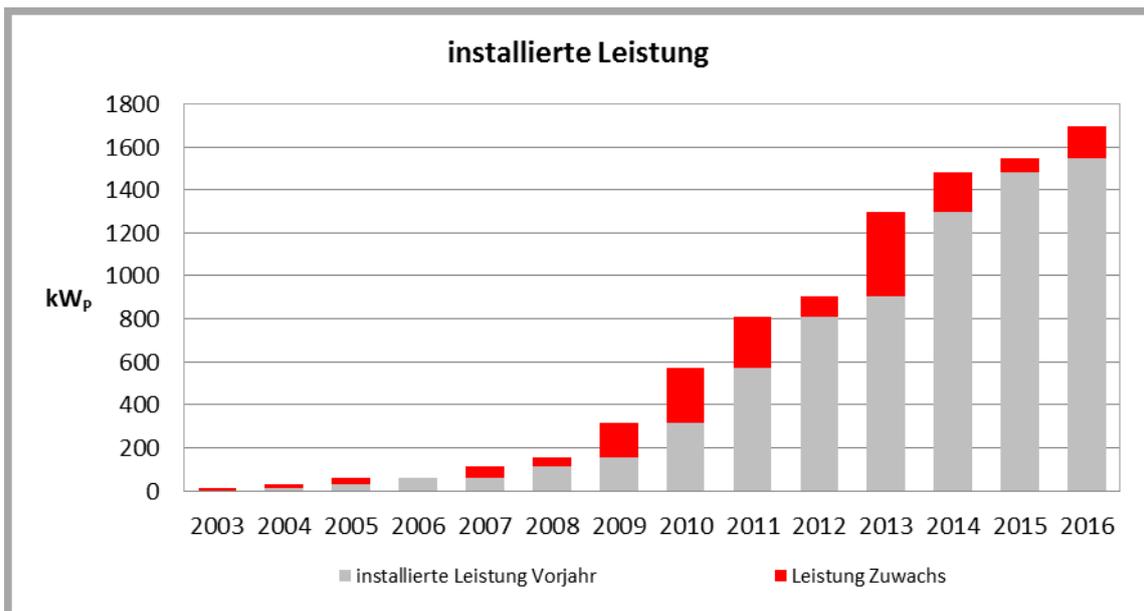


Abbildung 4.4.1: Zuwachs installierter Leistung städtischer und privater PV-Anlagen

<sup>6</sup> Durchschnittlicher Stromverbrauch Drei-Personen-Haushalt 3.500 kWh/a und PV-Ertrag von 900 kWh/kW

#### 4.5 CELSIUS-Projekt „Heizen mit Abwasserwärme“

Im „Energiebericht 2013“ wurde an dieser Stelle bereits über das EU-Förderprojekt CELSIUS berichtet. Unter Federführung der RheinEnergie wurde gemeinsam mit den Stadtentwässerungsbetrieben Köln, der TH Köln, dem Umweltamt sowie der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln das Projekt zur „Abwasserwärmenutzung“ entwickelt, eine EU-Förderung beantragt und anschließend die Realisierung durchgeführt. Dabei wird im Abwasser enthaltene Wärme aus der öffentlichen Kanalisation zur Beheizung von Gebäuden genutzt, indem mit Hilfe geeigneter Wärmetauscher und einer Wärmepumpe ein für Heizzwecke ausreichendes Temperaturniveau hergestellt wird. Die Gebäudewirtschaft hatte dazu drei Liegenschaftsstandorte mit mehreren Schulgebäuden identifiziert:

Standort	Name	Liegenschaftsadresse
Köln-Wahn	Otto-Lilienthal-Realschule	Albert-Schweitzer-Straße 8
	Maximilian-Kolbe-Gymnasium	Nachtigallenstraße 19
Köln-Mülheim	Hölderlin-Gymnasium	Graf-Adolf-Straße 59
Köln-Nippes	Barbara-von-Sell-Berufskolleg	Niehler Kirchweg 118
	Edith-Stein-Realschule	Niehler Kirchweg 120
	Hauptschule	Bülowstraße 90

Tabelle 4.5.1: CELSIUS-Liegenschaftsstandorte

Nachdem am ersten Standort in Köln-Wahn bereits im Oktober 2013 die Wärmeerzeugung zur Heizperiode 2013/2014 fertiggestellt und komplett in Betrieb genommen werden konnte, haben sich die Umstellungsmaßnahmen an den beiden anderen Standorten aufgrund unterschiedlicher Ursachen verzögert. Zunächst wurden die Brennwert-Erdgasspitzenkessel eingerichtet, so dass die Wärmeversorgung ohne Einschränkung gesichert werden konnte. Der Wärmepumpen-Betrieb konnte am Standort Mülheim kurze Zeit später aufgenommen werden. Die technisch aufwändigste Umsetzung war jedoch aufgrund standortspezifischer Besonderheiten in Köln-Nippes erforderlich. Aufgrund der doch erheblichen Entfernung zum Abwasserkanal musste ein aufwändiges eigenes Pumpwerk errichtet werden, das das Abwasser über eine Strecke von ca. 500 m bis zum Wärmetauscher in der Heizzentrale des Realschulgebäudes fördert. Der Betrieb der dort installierten Wärmepumpen konnte erst im Februar 2015 aufgenommen werden. An diesem Standort erweist sich der Betrieb seitdem als nicht unproblematisch. Das Versorgungskonzept ist zwar funktionsfähig, aber die Wärmepumpenanlage befindet sich noch immer im Versuchs- bzw. Probetrieb. Das Hauptproblem hierfür liegt in den sich immer wieder verstopfenden Abwasserpumpen. Die Ursache dafür ist in feuchtem Toilettenpapier zu finden, das sich aufgrund seiner Zähigkeit kaum im Abwasser auflöst. Aktuell werden zusammen mit Partnern und Herstellern verschiedenste Veränderungen an der Fördertechnik verbaut, getestet und betreut, um insgesamt zu einer optimierten Betriebsweise zu gelangen und einen deutlich verbesserten Anteil der Wärmepumpe an der Gesamtversorgung zu erreichen.

Für die beiden anderen Standorte lassen sich nach nunmehr zwei vollständigen Betriebsperioden die ersten Ergebnisse darstellen. Wenn auch hier noch nicht die in der Machbarkeitsstudie prognostizierten Wärmepumpenanteile erzielt wurden, so sind durchaus optimistische Entwicklungen für die weiteren Betriebsjahre zu erwarten. Je

höher der Wärmepumpenanteil ist, desto wirtschaftlicher stellen sich die Betriebsergebnisse dar. Am Standort Mülheim war bereits im ersten Jahr ein hoher Wärmepumpenanteil zu verzeichnen, der in 2016 wieder etwas zurückgegangen ist. Dagegen ist für den Standort Wahn gegenüber 2015 ein steigender Anteil der Wärmepumpenerzeugung erkennbar (Abbildung 4.5.2).

Das Energiemanagement wird dieses innovative Projekt weiter begleiten und zusammen mit dem Vertragspartner RheinEnergie an der Optimierung der Ergebnisse arbeiten.

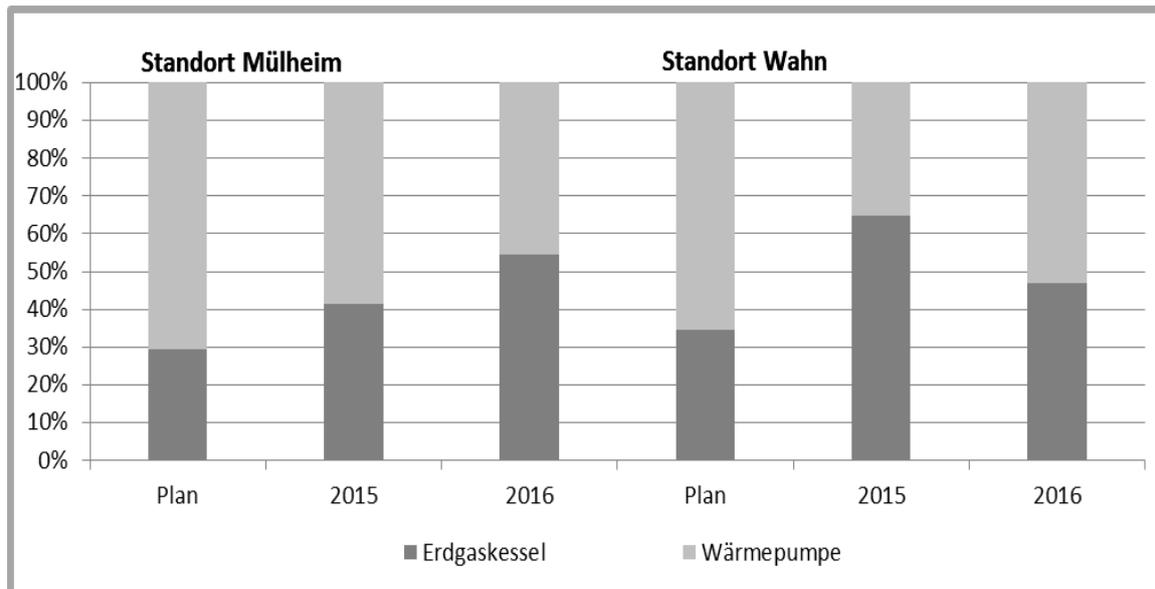


Abbildung 4.5.1: Wärmebezugsverhältnis Kessel-Wärmepumpe

## 4.6 Gebäude-Energieanalysen

In den Jahren 2005 bis 2010 wurden insbesondere Schulen im Rahmen von jährlich durchgeführten Energieeinspargutachten unter die Lupe genommen (siehe frühere Energieberichte). Nun ist das Energiemanagement dazu übergegangen, den bislang noch nicht detailliert betrachteten Gebäudebereich der Kindertagesstätten genauer zu untersuchen.

Im Gegensatz zur früheren Beauftragung externer Gutachter wird nun aufgrund personeller Ressourcenverstärkung der Schwerpunkt auf eigene Untersuchungen gelegt. Im Berichtsjahr konnten auf diese Weise bisher energetische Schwachstellen in vier Gebäuden auf ihre Einsparmöglichkeiten untersucht werden. Zur Auswahl wurden Kita- Gebäude genommen, die aufgrund ihrer Energiekennwerte, hier insbesondere Stromverbrauchswerte, auffällig sind.

Untersucht werden konnten so im Berichtsjahr die

- Kita Rheinaustraße 3-5, Köln- Innenstadt
- Kita Dorotheenstraße 61, Köln- Porz
- Kita Wiesenweg 29, Köln- Porz
- Kita Neißestraße 2b, Köln- Chorweiler

Die Ergebnisse wurden intern mit den zuständigen Objektcentern kommuniziert und sollen in die zukünftigen strategischen Instandhaltungs- und Sanierungsplanungen einfließen.

## 4.7 Kooperation mit der Technischen Hochschule Köln

Vor dem Hintergrund der seit geraumer Zeit bestehenden Schwierigkeiten bei Personalgewinnung und Personalerhaltung war ein logischer Schritt, engere Kontakte zu der am Ort befindlichen Technischen Hochschule Köln zu knüpfen, um aktive direktere Wege der Personalakquisition zu beschreiten. Dabei soll auch die bisher wenig bekannte Funktion der Gebäudewirtschaft als Arbeitgeber und „Ingenieurbüro“ deutlicher herausgestellt werden. Seit dem 01.05.2016 existiert nun eine Kooperationsvereinbarung zwischen der Gebäudewirtschaft und der Technischen Hochschule Köln, Institut für Technische Gebäudeausrüstung mit dem Ziel, alle Chancen und Möglichkeiten aus einer derartigen Verbindung nutzbar zu machen.

Gemeinsam mit der akademischen Leitung des Instituts wurden im ersten Jahr mehrere Bachelor-Abschlussarbeiten zu unterschiedlichen Themen angeboten und personell vom Energiemanagement der Gebäudewirtschaft betreut. Im Zeitraum von Mai bis September 2016 wurden folgende Arbeiten begleitet:

- Konzept für ein optimiertes Inbetriebnahme-Management auf Basis analysierter Inbetriebnahmen: Das Ziel dieser Bachelorarbeit war, die Qualität der Inbetriebnahmen in der Technischen Gebäudeausrüstung zu untersuchen und Verbesserungsmöglichkeiten vorzuschlagen. Hierfür wurden ein Sanierungs- und Umbauprojekt der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln und die Methoden zur Inbetriebnahme eines TGA-Ingenieurbüros analysiert. Die Ergebnisse der Analyse sind die Grundlage für das Konzept.
- Entwurf einer Testumgebung zur automatischen anwendungsorientierten Kompatibilitätsprüfung von BACnet<sup>7</sup>-Implementierungen in der Gebäudeautomation: Diese Arbeit behandelte die anwendungsorientierte Zertifizierung von BACnet-Systemen. Sie beschreibt eine Möglichkeit, BACnet-Systeme auf Interoperabilität und korrekte Umsetzung des BACnet-Standards automatisch zu überprüfen.
- Entwicklung und prototypische Implementierung von Performance Indikatoren ausgewählter Anlagenkomponenten zur Optimierung von Instandhaltungsvorgängen in der technischen Gebäudeausrüstung am Beispiel eines Gebäudes der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln: Mit einem Anteil von ca. 40% sind Gebäude und gebäudetechnische Anlagen maßgebend am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland beteiligt. Energieeinsparungen können im Wesentlichen mit einer kontinuierlichen Betriebsoptimierung technischer Anlagen erreicht werden. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Nutzung der Gebäudeautomation zur Umsetzung einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie.
- Entwicklung einer Automationsstrategie zur Optimierung der Energieerzeugungsanlage des Gymnasiums Rodenkirchen: Hier war Gegenstand der Untersuchung das Optimierungspotential der Energieerzeugungsanlage in Kombination mehrerer dezentraler Energieerzeugungsanlagen für eine Schule unter Einbeziehung der Gebäudeautomation. Als Referenzgebäude dieser Untersuchung diente das Gymnasium Sürther Straße in Rodenkirchen. Die entwickelten Konzepte dieser Arbeit zeigen, dass eine dynamische Priorisierung der Energieerzeugungsanlagen eine energetisch und monetär optimale Auslastung zur Folge hat, besonders unter Berücksichtigung stark variierender Faktoren des Klimas und langfristig des Tarifgefüges der Energieversorgungsunternehmen.

---

<sup>7</sup>BACnet (**B**uilding **A**utomation and **C**ontrol **N**etworks) ist ein Netzwerkprotokoll für die Gebäudeautomation

- Darüber hinaus konnte durch die Kooperation auch die Zuarbeit durch studentische Aushilfskräfte vermittelt werden, die das Energiemanagement, hier insbesondere in den Aufgabenstellungen der Gebäudeautomation in den städtischen Gebäuden, tatkräftig unterstützten konnten. Den Studenten kann damit während des Studiums bereits Einblick in den Arbeitsablauf eines Immobilienbetriebs mit seinen speziellen Aufgaben des Energiemanagement aufgezeigt werden.
- Als erster Benefit für die Gebäudewirtschaft konnte bereits ein Interesse der Studenten für Folgebewerbungen bei der Gebäudewirtschaft nach dem Studium geweckt werden.

## 5 GLOSSAR

Außentemperaturbereinigung → Witterungsbereinigung	Rechenverfahren, bei dem mit Hilfe der Tagesmitteltemperatur der Heizenergieverbrauch jedes Jahr auf das Normjahr zurückgerechnet wird
baulicher Wärmeschutz	alle Maßnahmen an der Gebäudehülle zur Senkung der Transmissionsverluste
Bezugsfläche	Fläche, die für die Berechnung der Energiekennwerte zugrunde gelegt wird. In Köln ist dies für alle Energiearten die → Nettogrundfläche
Blockheizkraftwerk (BHKW)	ist eine Anlage, in der die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme genutzt wird, im BHKW ca. 90 %. Ein BHKW ist daher eine Form der Kraft-Wärme-Kopplung →KWK
Contracting	Finanzierungsform, bei der Maßnahmen zur Energieeinsparung von einer Firma vorfinanziert werden und durch die eingesparten Energiekosten abbezahlt werden
Emission	an die Umwelt abgegebene Schadstoffe, Verunreinigungen, Geräusche, Wärme etc.
Emissionsfaktoren	Kennwerte, die den Schadstoffausstoß bezogen auf die eingesetzte Brennstoffmenge angeben (z.B. g/MWh)
Endenergie	Energie in der Form, in der sie im Gebäude ankommt (Strom, Gas)
Energiedienst	als Teil des Energiemanagements ist die laufende Überwachung des Energieverbrauchs einer Liegenschaft, verbunden mit der intensiven Unterstützung des Hausmeisters oder technischen Dienstes beim energiesparenden Betrieb der Anlage
Energiedienstleistung	vom Verbraucher gewünschter Nutzen (z.B. warmer Raum, heller Raum)
Energieeinsparverordnung (EnEV)	legt fest, wie viel → Primärenergie ein neues Gebäude verbrauchen darf. Betrachtet nicht nur die Wärmedämmung, sondern auch die technische Gebäudeausrüstung
Energiekennwert	auf die Gebäudefläche bezogener außentemperatur- und zeitbereinigter Verbrauch
Energieverbrauchsausweis	Der Energieausweis ist ein Dokument, das ein Gebäude energetisch bewertet.  Ausstellung, Verwendung, Grundsätze und Grundlagen der Energieausweise werden in Deutschland in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt
Gradtagzahl	Summe der Differenzen zwischen der mittleren Raumtemperatur von 20°C und dem Mittel der Außentemperatur für alle Heiztage. (Tage mit einer mittleren Außentemperatur unter 15°C)

Heizenergiekennwert	auf die → Bezugsfläche bezogener, zeit- und witterungsbereinigter jährlicher Heizenergieverbrauch, physikalische Einheit kWh/m <sup>2</sup> a
KWK – Anlage Kraft-Wärme-Kopplung	ist die gleichzeitige Gewinnung von mechanischer Energie, die in der Regel unmittelbar in Elektrizität umgewandelt wird, und nutzbarer Wärme für Heizzwecke (Fernwärme) oder Produktionsprozesse (Prozesswärme) in einem Heizkraftwerk → Blockheizkraftwerk
kW <sub>p</sub>	Die Nennleistung von Photovoltaikanlagen wird häufig in WP (Watt Peak) beziehungsweise kW <sub>p</sub> angegeben. „peak“ (engl. Höchstwert, Spitze) bezieht sich auf die Leistung bei Testbedingungen, die nicht der Leistung bei höchster Sonneneinstrahlung entspricht
Leitungsgebundene Energie	Energiearten, die durch ein Rohr oder Kabel transportiert werden (Strom, Gas, Fernwärme)
MWh	Die Wattstunde (Einheitenzeichen: Wh) ist eine Maßeinheit der Arbeit und damit eine Energieeinheit. Eine Wattstunde entspricht der Energie, welche eine Maschine mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt.  1 MWh = 1.000 kWh = 1.000.000 Wh
Nettogrundfläche NGF	ist die Summe der nutzbaren Grundflächen eines Gebäudes. Sie setzt sich zusammen aus → Nutzfläche NF, → Technische Funktionsfläche TF und → Verkehrsfläche VF
Nutzfläche NF	die Nutzfläche (NF) als zum sinngemäßen Gebrauch eines Gebäudes effektiv nutzbare Grundfläche.
OGTS	Offener Ganztagsbetrieb in Grundschulen
Photovoltaik	Unter Photovoltaik oder Fotovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie, vornehmlich Sonnenenergie, in elektrische Energie mittels Solarzellen.
Primärenergie	die in der Natur vorkommende Rohform der Energieträger, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden (Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erd- und Grubengas)
Stromkennwert	auf die → Bezugsfläche bezogener Stromverbrauch, physikalische Einheit kWh/m <sup>2</sup> a
Technische Funktionsfläche TF	die Fläche, die der zur Unterbringung von zentralen haustechnischen Anlagen dient (z.B. Heizung, Maschinenraum für den Aufzug, Raum für Betrieb von Klimaanlage)
Verkehrsfläche VF	die Fläche (VF), die dem Zugang zu den Räumen, dem Verkehr innerhalb von Gebäuden oder zum Verlassen im Notfall dient.
Wasserkennwert	auf die → Bezugsfläche bezogener Wasserverbrauch, physikalische Einheit l/m <sup>2</sup> a

Witterungsbereinigung

→ Außentemperaturbereinigung

Rechenverfahren, bei dem mit Hilfe der →  
Tagesmitteltemperatur der Heizenergieverbrauch  
jedes Jahr auf das Normjahr zurückgerechnet wird