

Die Gebäudewirtschaft ist eine Serviceeinrichtung der Stadt Köln



# Energiebericht 2018

Erstellt durch:  
Gebäudewirtschaft der Stadt Köln  
Sachgebiet Energiemanagement  
Amt -37- Berufsfeuerwehr der Stadt Köln

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>2</b>
1.1	Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft	2
1.2	Kurzfassung, Fazit, Ausblick	5
<b>2</b>	<b>Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2017</b>	<b>8</b>
2.1	Energieverbrauch	8
2.1.1	Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs	8
2.1.2	Unbereinigter Gesamtverbrauch und Gesamtkosten	9
2.1.3	Heizenergie für Sondervermögen der GW, witterungs- und flächenbereinigt	14
2.1.4	Elektrische Energie für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt	17
2.1.5	Wasser für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt	20
2.1.6	Heizenergie, elektrische Energie, Wasser für Kulturbauten-Museen	23
2.2	Emissionen	24
2.2.1	Gesamtbilanz	24
2.3	Energiekosten	26
2.3.1	Gesamtbilanz	26
2.3.2	Heizenergie	26
2.3.3	Elektrische Energie	27
2.3.4	Wasser	27
2.4	Energiepreisvergleich	28
2.5	Energiekennwerte	32
2.5.1	Energiekostenkennwerte	32
2.5.2	Energieverbrauchskennwerte	35
<b>3</b>	<b>Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr</b>	<b>39</b>
3.1	Betrachtungszeitraum und Gebäudebestand	39
3.2	Datengrundlage	39
3.2.1	Standorte der Berufsfeuerwehr	40
3.3	Sonstige Gebäude	40
3.4	Energieverbrauch und Kostenanalyse	40
3.4.1	Energieverbrauch (Gesamtübersicht)	40
3.4.2	Kostenverteilung nach Nutzer bzw. Nutzungsart	41
3.4.3	Kostenübersicht	43
3.4.4	Detailübersicht mit Flächenbereinigung	44
3.5	Zusammenfassung	46
3.6	Maßnahmen zur Energieeinsparung im Amt 37	46
<b>4</b>	<b>Energiemanagement Sachstandsbericht</b>	<b>47</b>
4.1	Energieleitlinien-Energiestandards	47
4.2	Baumaßnahmen zur Energieeinsparung	47
4.2.1	Maßnahmen im Sondervermögen	47
4.2.2	Maßnahmen und Besonderheiten bei den Museen	48
4.3	Photovoltaik	51
4.3.1	Eigene Projekte	51
4.3.2	Investoren-Projekte	52
4.4	Energiecontrolling-Software „InterWatt“	55
4.5	Monitoring Passivhausbauten	55
<b>5</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>57</b>

## Energiebericht 2018

---

Als Anlage erhältlich:

Teil 1: Energiekennwerte aller Objekte

Teil 2: Ranking Energiekennwerte

# 1 Einführung

## 1.1 Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft

Der Energiebericht 2018 ergänzt die Verbrauchs- und Kostenstatistik um die Werte für das Verbrauchsjahr 2017, enthält die Aktualisierung der Anhänge „Energiekennwerte aller Objekte“ und „Ranking Energiekennwerte“ sowie den Sachstandsbericht 2018. Die in dem vorliegenden Bericht vorgenommenen Analysen beziehen sich auf den Gebäudebestand des Sondervermögens, dazu zählen Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindertagesstätten und Grünobjekte. Erstmals hinzugekommen sind als ein Teil der Kulturbauten die städtischen Museen, die seit April 2018 in den Zuständigkeitsbereich der Gebäudewirtschaft gerückt sind. Deren Verbrauch und Kosten wurden rückwirkend ab Verbrauchsjahr 2015 in die Statistik aufgenommen.

Die Nutzflächen werden durch das Flächenmanagement der Gebäudewirtschaft ermittelt. Berücksichtigt werden dabei nur Energiebezugsflächen. 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 [%]	
Verwaltungs- gebäude	Eigene Zähler	76	36	443.940	370.517	-2,1%	-1,8%
	Anmietung / NKA <sup>2</sup>		40		73.423		-3,8%
Schulen		271		1.538.606		0,9%	
Kindertages- stätten	Eigene Zähler	233	174	170.561	132.209	0,9%	2,1%
	Anmietung / NKA <sup>2</sup>		59		38.353		-2,9%
Grünbauten <sup>1</sup>		70		37.619		-1,2%	
Kulturbauten Museen		7		94.823		0	
<b>Gesamt</b>		<b>657</b>		<b>2.285.549</b>		<b>4,6%</b>	

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

Tabelle 1.1.1: Gebäudebestand am 31.12.2017

Für das Jahr 2017 liegt der flächenmäßig und in der Auswertung erfasste Gebäudebestand bei 657 Objekten. Wie im Vorjahr werden für die Verbrauchsdaten 2017 vorerst nur die Objekte mit eigenen Zählern ausgewertet. Es stehen für folgende Flächen keine Verbrauchswerte zur Verfügung:

Heizung	26.610 m <sup>2</sup>	1,1 % der Gesamtfläche
Strom	21.113 m <sup>2</sup>	0,9 % der Gesamtfläche
Wasser	29.725 m <sup>2</sup>	1,2 % der Gesamtfläche

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

- Von den 36 eigenen Verwaltungsgebäuden gibt es für
  - Ein Objekt ohne Angabe eines Stromverbrauches (interne Abrechnung, erfolgt immer nach Fertigstellung des Energieberichts).
  
- von 268 Schulen wurden 258 Objekte ausgewertet. Von den fehlenden Objekten sind
  - Sieben Auslagerungsobjekte/Anmietungen (Nebenkosten in der Mietpauschale enthalten)
  - Zwei Objekte extern vermietet/nicht schulisch genutzt,
  - Ein Objekt steht wg. einer Generalsanierung leer
  - Ein Objekt wird zur Kita umgebaut.
  
- Von den 173 eigenen Kitas gibt es für
  - 1 Objekt keine Verbrauchsdaten, wegen Schließung der Kitas
  - 1 Objekt ohne Verbrauchsdaten da es sich um eine temporäre Kita handelt
  - 1 Objekt wird extern vermietet
  - 19 Objekte keine auswertbaren Verbrauchsdaten für Wasser, da diese über die Nebenkostenabrechnung ohne Angabe eines Verbrauchs erhoben werden.
  
- Im Bereich Grünaubauten haben
  - 48 Objekte keine Heizung (35 Friedhöfe, 13 Parkanlagen/Botanische Gärten sowie 2 Arbeiterunterkünfte/Bauhöfe)
  - 13 Objekte haben keinen Stromverbrauch (Friedhöfe/Parkanlagen oder Leerstand)
  - 11 Objekte ohne Angaben zum Wasserverbrauch, da sie extern vermietet sind oder z. Z. leer stehen.
  
- Im Bereich Kulturbauten wurden alle 7 Museen ausgewertet.

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.

Zur Witterungsbereinigung wird eine Normierung der Verbrauchswerte mit Hilfe eines postleitzahlenabhängigen Klimafaktors, der vom Deutschen Wetterdienst (DWD) veröffentlicht wird, vorgenommen.

Eine Flächenbereinigung ist notwendig, um die in der Praxis jährlich auftretende Flächenänderung (Neubau, Erweiterung, Flächenwegfall) im Jahresvergleich zu berücksichtigen. Hierzu wird der jeweilige (bei Heizenergie witterungsbereinigte) Jahresverbrauch auf die diesen Verbrauch erzeugende 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, 2.1.6 und 2.1.7).

Für die Museen wird die Heizenergie jedoch ohne eine Witterungsbereinigung auf die Gebäudefläche bezogen. Grund hierfür ist, dass in den Museen der Großteil der Wärmeenergie für die Klimaanlage benötigt wird und hier aufgrund der erforderlichen Feuchteregelung auch im Sommerbetrieb Wärme für die Nacherhitzer erforderlich ist. Der Klimafaktor zur Witterungsbereinigung berücksichtigt jedoch nur Verbrauchsänderungen aufgrund des unterschiedlichen Wärmebedarfes für die statische Gebäudeheizung.

## 1.2 Kurzfassung, Fazit, Ausblick

Die Statistik des unbereinigten, realen Gesamt-Energieverbrauchs **2017** für den eigenen Gebäudebestand des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft, der Museen und der Feuerwehr weist gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme von **0,1 %** für **Heizung** und **5,1 %** für **Wasser** und eine Reduzierung von **1,8 %** für **Strom** aus.

Energie- und Wasserverbrauch		2017	Veränderung zum Vorjahr
Heizenergie, unbereinigt		241.045 MWh	0,1 %
davon:	Erdgas	136.479 MWh	-1,0 %
	Fernwärme	92.313 MWh	3,0 %
	Heizöl	8.547 MWh	-7,2 %
	Sonstige	3.704 MWh	-7,7 %
Strom		85.361 MWh	-1,8 %
Wasser		1.883.699 m <sup>3</sup>	5,1 %

Tabelle 1.2.1: Gesamtverbrauch, absolut ohne Witterungsbereinigung

Das Jahr **2017** war gegenüber dem Vorjahr geringfügig wärmer. Die Daten stellen sich nach Durchführung der Witterungs- und Flächenbereinigung für die **Energie- und Wassereinsparung** im aktuellen Berichtsjahr **2017** gegenüber **2016** für die Objekte des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft wie folgt dar:

Energie- und Wassereinsparung, flächenbereinigt		2017	Veränderung zum Vorjahr
Heizenergie, witterungsbereinigt		8.266 MWh	3,2 %
Strom		- 1.277 MWh	-1,9 %
Wasser		- 94.412 m <sup>3</sup>	-10,6 %

Tabelle 1.2.2: Einsparungen im Verbrauchsjahr 2017

In Bereich **Heizung** wurden demnach **3,2 %** mehr verbraucht, für **Strom** und **Wasser** gab es jeweils eine Reduzierung von **-1,9** bzw. **-10,6 %**. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich in den Kapiteln 2.1.3. bis 2.1.5.

Die **CO<sub>2</sub>**- Emissionen der städtischen Gebäude waren im Vergleich zum Vorjahr um **-2,8 %** geringer.

CO <sub>2</sub> -Emissionen städtischer Objekte (Heizenergie- und Strom)	2017	Veränderung zum Vorjahr
CO <sub>2</sub>	51.395 t	- 2,8 %

Tabelle 1.2.3: Emissionen im Verbrauchsjahr 2017

Die insgesamt angefallenen Kosten aller Objekte sind im Jahr **2017** gegenüber **2016** von **35,5 Mio. €** auf **34,5 Mio. €** gesunken, das entspricht einer Abnahme von **- 2,6 %**.

Energie- und Wasserkosten		2017	Veränderung zum Vorjahr
Heizenergie, gesamt		15.867 T€	-7,5 %
davon:	Erdgas	6.906 T€	-9,2 %
	Fernwärme	8.105 T€	-7,8 %
	Heizöl	467 T€	2,9 %
	Sonstige	390 T€	25,6 %
Strom		15.777 T€	1,4 %
Wasser		2.885 T€	5,6 %
<b>Gesamt</b>		<b>34.530 T€</b>	<b>-2,6 %</b>

Tabelle 1.2.4: 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. Die ab dem 1.1.2016 in Kraft getretene Verschärfung des gesetzlichen Energiestandards der Energieeinsparverordnung sowie die für 2019 erwartete strukturelle Neukonzeption von EnEV und Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz in einem integrierten Gebäude-Energie-Gesetz hat zu einer Neuordnung der städtischen Energieleitlinien geführt. Im November 2017 wurde die Neufassung und Anwendung der „Energieleitlinien 2017“ durch die Stadtpolitik verbindlich beschlossen.

#### Regenerative Energie:

Insgesamt 20 eigene Photovoltaikanlagen befinden sich mittlerweile im Betrieb und weitere Anlagen sind in der Planung bzw. kurz vor Inbetriebnahme. Insgesamt ist zurzeit eine Leistung von etwa 600 kW Peak installiert. Die Verpachtung städtischer Dachflächen zur Installation privater Photovoltaik-Anlagen hat sich um 4 Anlagen erhöht und liegt nun bei insgesamt 34 Anlagen mit insgesamt **1.482 kW<sub>p</sub>**. Damit sind auf städtischen Dächern **2.082 kW<sub>p</sub>** installiert, die eine Strommenge produzieren, durch die etwa 604 Haushalte mit Strom versorgt werden können.

#### 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 2017

### 2.1 Energieverbrauch

Bis zum Jahresende 2017 konnten alle für die Unterbringung von Geflüchteten benötigten Turnhallen wieder in den Schulbetrieb übergeben werden. Eine gesonderte Betrachtung der Verbrauchswerte wird für das Verbrauchsjahr 2017 nicht notwendig sein. Allerdings gibt es einige grundlegende Veränderungen. Zusätzlich zum Bericht der Feuerwehr werden rückwirkend ab dem Jahr 2015 von den Kulturbauten die Verbräuche und Kosten für die städtischen Museen in den Energiebericht der Gebäudewirtschaft aufgenommen.

#### 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 **2016** = 3.204

GTZ **2017** = 3.056

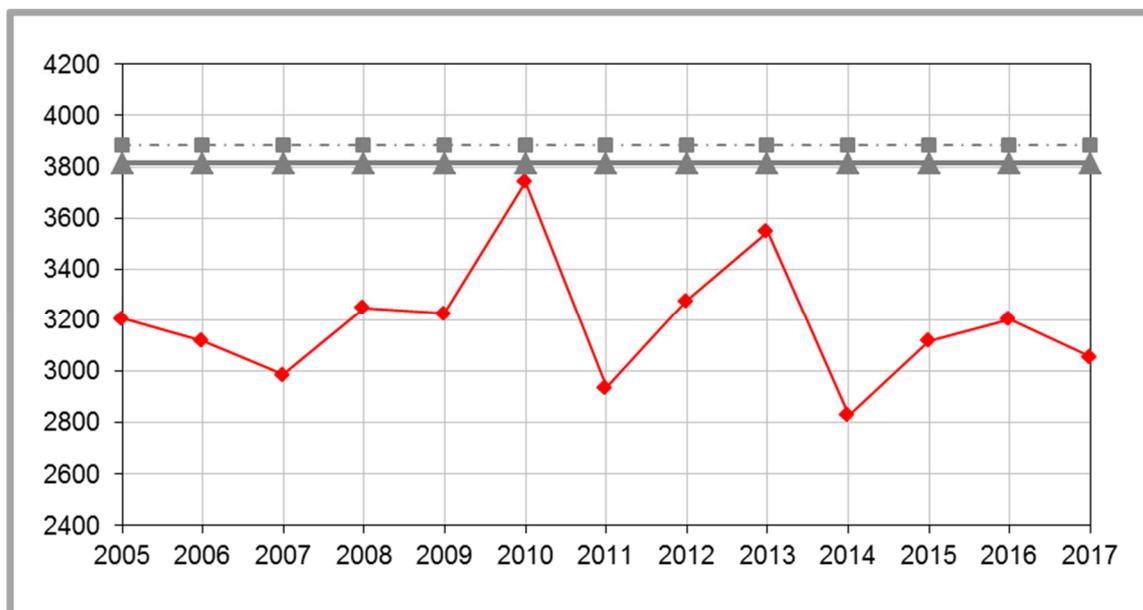


Abbildung 2.1.1: GTZ Köln und Norm GTZ für Potsdam

## 2.1.2 Unbereinigter Gesamtverbrauch und Gesamtkosten

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

Die Verbrauchsauswertungen der angemieteten städtischen Gebäude ohne eigene Abrechnung 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) 98 %, so dass man hier von einer fast vollständigen Auswertung aller Kosten und Verbräuche sprechen kann. Die Anteile der Kitas mit Nebenkostenabrechnung (Anmietung) betragen 1 % der Gesamtkosten und der Verwaltungsgebäude mit Nebenkostenabrechnung (Anmietung) ebenfalls 1 % der Gesamtkosten.

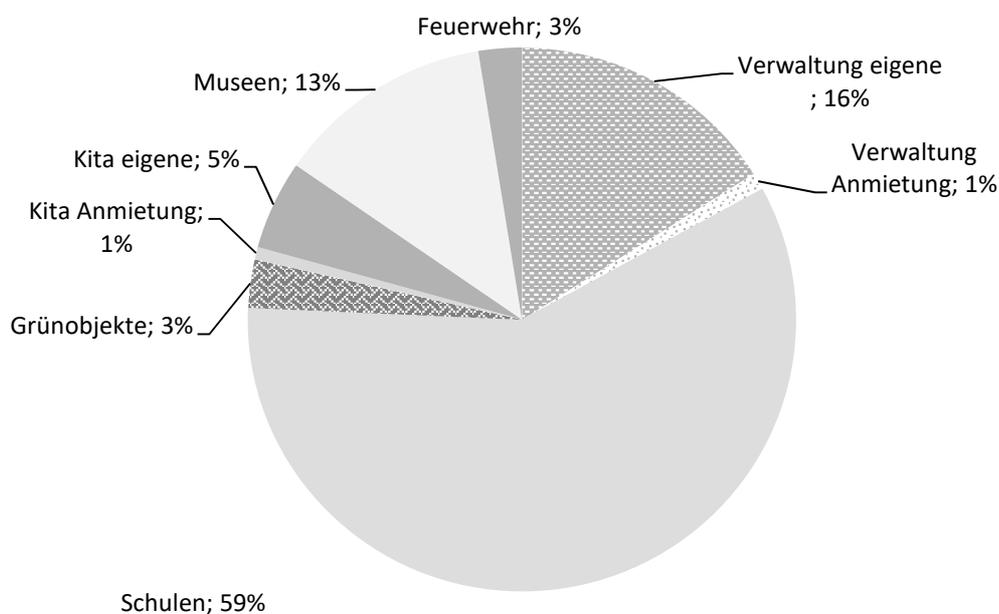


Abbildung 2.1.2: Kostenanteile der Gebäude mit eigener und mit Nebenkostenabrechnung

Die folgende Tabelle 2.1.1 und Tabelle 2.1.2 zeigen hierzu die aktualisierte vollständige Verbrauchs- und Kostenstatistik für 2015 und 2016.

In der Tabelle 2.1.3 und 2.1.4 sind die Daten für das aktuelle Berichtsjahr zum Vergleich mit dem Vorjahr ohne Berücksichtigung der angemieteten Objekte zusammengestellt. Außerdem wurden die Tabellen um die Bereiche Kultur-Museen und Berufsfeuerwehr - 37- erweitert, die mit den Werten aus 2016 und 2017 aufgenommen wurden.

unbereinigt	Verbrauch						
	Heizung				Gesamt	Strom Gesamt	Wasser Gesamt
	Erdgas	Fernwärme	Heizöl	Sonstige			
[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[m <sup>3</sup> ]	
<b>Verwaltungsgebäude</b>							
2015	11.292	15.898	2.330	0	<b>29.520</b>	<b>21.327</b>	<b>87.871</b>
2016	11.318	16.919	2.539	384	<b>31.160</b>	<b>21.585</b>	<b>93.941</b>
Veränderung zum Vorjahr	0,2%	6,4%	9,0%		<b>5,6%</b>	<b>1,2%</b>	<b>6,9%</b>
<b>Schulen</b>							
2015	106.564	49.225	6.213	3.370	<b>165.372</b>	<b>37.749</b>	<b>453.849</b>
2016	107.189	51.038	5.814	3.205	<b>167.529</b>	<b>40.463</b>	<b>517.327</b>
Veränderung zum Vorjahr	0,6%	3,7%	-6,4%	-4,9%	<b>1,1%</b>	<b>7,2%</b>	<b>14,0%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>							
2015	11.719	2.979	424	463	<b>15.585</b>	<b>4.951</b>	<b>75.837</b>
2016	11.919	3.519	505	769	<b>16.711</b>	<b>4.801</b>	<b>85.350</b>
Veränderung zum Vorjahr	1,7%	18,1%	19,2%	66,2%	<b>7,2%</b>	<b>-3,0%</b>	<b>12,5%</b>
<b>Grünobjekte</b>							
2015	4.584	2.007	235	207	<b>7.033</b>	<b>1.103</b>	<b>256.327</b>
2016	4.652	1.653	242	239	<b>6.786</b>	<b>1.235</b>	<b>203.854</b>
Veränderung zum Vorjahr	1,5%	-17,7%	2,7%	15,4%	<b>-3,5%</b>	<b>12,0%</b>	<b>-20,5%</b>
<b>Gesamt</b>							
2015	<b>134.159</b>	<b>70.109</b>	<b>9.202</b>	<b>4.040</b>	<b>217.510</b>	<b>65.131</b>	<b>873.884</b>
2016	<b>135.079</b>	<b>73.129</b>	<b>9.099</b>	<b>4.597</b>	<b>221.903</b>	<b>68.083</b>	<b>900.472</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>0,7%</b>	<b>4,3%</b>	<b>-1,1%</b>	<b>13,8%</b>	<b>2,0%</b>	<b>4,5%</b>	<b>3,0%</b>

Tabelle 2.1.1: Gesamtverbrauch 2015 und 2016 unbereinigt einschließlich Anmietungen

	Gesamtkosten									
	Heizung				Gesamt [EUR]	Strom Gesamt [EUR]	Wasser		Gesamt [EUR]	Kosten Gesamt [EUR]
Erdgas [EUR]	Fernwärme [EUR]	Heizöl [EUR]	sonstige [EUR]	Frischwasser [EUR]			Abwasser [EUR]			
<b>Verwaltungsgebäude</b>										
2015	619.348	1.672.153	117.916	0	<b>2.409.417</b>	<b>3.787.058</b>	151.190	126.265	<b>277.455</b>	<b>6.473.929</b>
2016	607.748	1.744.663	120.292	122.405	<b>2.595.108</b>	<b>3.711.668</b>	139.815	102.443	<b>243.078</b>	<b>6.549.034</b>
Veränderung zum Vorjahr	-2%	4%	2%		<b>8%</b>	<b>-2%</b>	-8%	-19%	<b>-13%</b>	<b>1%</b>
<b>Schulen</b>										
2015	5.869.144	5.615.996	367.873	243.358	<b>12.096.371</b>	<b>7.591.005</b>	809.571	590.634	<b>1.400.205</b>	<b>21.087.581</b>
2016	5.936.233	5.399.028	282.814	219.862	<b>11.837.937</b>	<b>7.702.952</b>	914.985	679.555	<b>1.589.509</b>	<b>21.135.429</b>
Veränderung zum Vorjahr	1%	-4%	-23%	-10%	<b>-2%</b>	<b>1%</b>	13%	15%	<b>14%</b>	<b>0%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>										
2015	716.123	351.254	26.112	65.994	<b>1.159.483</b>	<b>1.226.307</b>	125.268	74.751	<b>200.019</b>	<b>2.585.809</b>
2016	681.053	351.230	26.854	173.366	<b>1.232.503</b>	<b>1.050.342</b>	142.870	118.700	<b>261.570</b>	<b>2.544.416</b>
Veränderung zum Vorjahr	-5%	0%	3%	163%	<b>6%</b>	<b>-14%</b>	14%	59%	<b>31%</b>	<b>-2%</b>
<b>Grünobjekte</b>										
2015	260.626	184.202	16.147	28.084	<b>489.060</b>	<b>262.579</b>			<b>455.773</b>	<b>1.207.412</b>
2016	241.072	158.933	24.338	25.509	<b>449.852</b>	<b>262.579</b>			<b>274.198</b>	<b>986.629</b>
Veränderung zum Vorjahr	-8%	-14%	51%	-9%	<b>-8%</b>	<b>0%</b>			<b>-40%</b>	<b>-18%</b>
<b>Gesamt</b>										
2015	<b>7.465.240</b>	<b>7.823.605</b>	<b>528.048</b>	<b>337.437</b>	<b>16.154.330</b>	<b>12.866.949</b>	<b>1.086.029</b>	<b>791.650</b>	<b>1.877.679</b>	<b>30.898.959</b>
2016	<b>7.466.105</b>	<b>7.653.854</b>	<b>454.299</b>	<b>541.142</b>	<b>16.115.400</b>	<b>12.727.542</b>	<b>1.197.670</b>	<b>900.698</b>	<b>2.098.368</b>	<b>30.941.310</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>0%</b>	<b>-2,2%</b>	<b>-14%</b>	<b>60,4%</b>	<b>-0,2%</b>	<b>-1,1%</b>	<b>10,3%</b>	<b>13,8%</b>	<b>11,8%</b>	<b>0,1%</b>

Tabelle 2.1.2: Gesamtkosten 2015 und 2016 **einschließlich Anmietungen**

unbereinigt	Verbrauch						
	Heizung				Gesamt [MWh]	Strom Gesamt [MWh]	Wasser Gesamt [m <sup>3</sup> ]
	Erdgas [MWh]	Fernwärme [MWh]	Heizöl [MWh]	Sonstige [MWh]			
<b>Verwaltungsgebäude</b>							
2016	10.282	14.863	2.539	0	<b>27.683</b>	<b>20.164</b>	<b>92.089</b>
2017	9.994	15.063	2.390	0	<b>27.448</b>	<b>19.901</b>	<b>99.342</b>
Veränderung zum Vorjahr	-2,8%	1,4%	-5,8%	0,0%	<b>-0,9%</b>	<b>-1,3%</b>	<b>7,9%</b>
<b>Schulen</b>							
2016	107.189	51.038	5.814	3.205	<b>167.246</b>	<b>40.463</b>	<b>517.327</b>
2017	105.511	53.804	5.615	2.949	<b>167.879</b>	<b>39.354</b>	<b>451.820</b>
Veränderung zum Vorjahr	-1,6%	5,4%	-3,4%	-8,0%	<b>0,4%</b>	<b>-2,7%</b>	<b>-12,7%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>							
2016	9.469	2.206	505	556	<b>12.736</b>	<b>3.836</b>	<b>74.704</b>
2017	9.625	2.101	311	504	<b>12.540</b>	<b>4.018</b>	<b>83.292</b>
Veränderung zum Vorjahr	1,6%	-4,7%	-38,5%	-9,4%	<b>-1,5%</b>	<b>4,8%</b>	<b>11,5%</b>
<b>Grünobjekte</b>							
2016	4.652	1.653	242	239	<b>6.786</b>	<b>1.235</b>	<b>203.854</b>
2017	4.199	1.233	97	235	<b>5.764</b>	<b>1.063</b>	<b>154.145</b>
Veränderung zum Vorjahr	-9,8%	-25,4%	-59,8%	-1,7%	<b>-15,1%</b>	<b>-13,9%</b>	<b>-24,4%</b>
<b>Kultur</b>							
2016	0	19.411	0	0	<b>19.411</b>	<b>18.365</b>	<b>870.684</b>
2017	0	19.360	0	0	<b>19.360</b>	<b>18.004</b>	<b>1.055.197</b>
Veränderung zum Vorjahr	0,0%	-0,3%	0,0%	0,0%	<b>-0,3%</b>	<b>-2,0%</b>	<b>21,2%</b>
<b>Feuerwehr</b>							
2016	6.306	451	115	13	<b>6.885</b>	<b>2.850</b>	<b>33.674</b>
2017	7.151	751	135	16	<b>8.053</b>	<b>3.021</b>	<b>39.902</b>
Veränderung zum Vorjahr	13,4%	66,4%	17,0%	25,5%	<b>17,0%</b>	<b>6,0%</b>	<b>18,5%</b>
<b>Gesamt</b>							
2016	<b>137.898</b>	<b>89.622</b>	<b>9.214</b>	<b>4.013</b>	<b>240.747</b>	<b>86.912</b>	<b>1.792.333</b>
2017	<b>136.479</b>	<b>92.313</b>	<b>8.547</b>	<b>3.704</b>	<b>241.045</b>	<b>85.361</b>	<b>1.883.699</b>
<b>Veränderung zum Vorjahr</b>	<b>-1,0%</b>	<b>3,0%</b>	<b>-7,2%</b>	<b>-7,7%</b>	<b>0,1%</b>	<b>-1,8%</b>	<b>5,1%</b>

Tabelle 2.1.3: Gesamtverbrauch 2016 und 2017 unbereinigt ohne Anmietungen

Differenzen zu den Verbrauchszahlen aus dem Vorjahresbericht ergeben sich aus nachträglichen Rechnungs- und/oder Verbrauchskorrekturen seitens des Energieversorgers.

	Gesamtkosten									
	Erdgas [EUR]	Heizung			Gesamt [EUR]	Strom Gesamt [EUR]	Wasser		Gesamt [EUR]	Kosten Gesamt [EUR]
Fernwärme [EUR]		Heizöl [EUR]	Sonstige [EUR]	Frischwasser [EUR]			Abwasser [EUR]			
<b>Verwaltungsgebäude</b>										
2016	538.879	1.459.968	120.292	0	<b>2.119.140</b>	<b>3.415.085</b>	147.415	89.385	<b>236.800</b>	<b>5.771.024</b>
2017	449.337	1.374.404	129.480	0	<b>1.953.221</b>	<b>3.564.285</b>	152.664	97.906	<b>250.569</b>	<b>5.768.075</b>
Veränderung zum Vorjahr	-17%	-6%	8%	0%	<b>-8%</b>	<b>4%</b>	4%	10%	<b>6%</b>	<b>0%</b>
<b>Schulen</b>										
2016	5.936.392	5.452.114	276.794	223.724	<b>11.889.024</b>	<b>7.692.716</b>	912.667	676.842	<b>1.589.509</b>	<b>21.171.249</b>
2017	5.433.035	5.045.473	300.685	281.806	<b>11.060.998</b>	<b>7.522.440</b>	827.067	694.070	<b>1.521.137</b>	<b>20.104.575</b>
Veränderung zum Vorjahr	-8%	-7%	9%	26%	<b>-7%</b>	<b>-2%</b>	-9%	3%	<b>-4%</b>	<b>-5%</b>
<b>Kindertagesstätten</b>										
2016	556.568	217.542	26.854	58.137	<b>859.102</b>	<b>839.804</b>	136.757	75.154	<b>211.912</b>	<b>1.910.817</b>
2017	540.141	216.860	17.223	68.528	<b>842.753</b>	<b>885.184</b>	146.618	57.640	<b>204.259</b>	<b>1.932.196</b>
Veränderung zum Vorjahr	-3%	0%	-36%	18%	<b>-2%</b>	<b>5%</b>	7%	-23%	<b>-4%</b>	<b>1%</b>
<b>Grünobjekte</b>										
2016	241.072	158.933	24.338	25.509	<b>449.852</b>	<b>272.681</b>			<b>316.688</b>	<b>1.039.220</b>
2017	191.358	138.216	11.855	35.756	<b>377.185</b>	<b>272.497</b>			<b>286.334</b>	<b>936.016</b>
Veränderung zum Vorjahr	-21%	-13%	-51%	40%	<b>-16%</b>	<b>0%</b>			<b>-10%</b>	<b>-10%</b>
<b>Kultur</b>										
2016	0	1.465.625	0	0	<b>1.465.625</b>	<b>2.855.926</b>	80.173	231.451	<b>311.624</b>	<b>4.633.175</b>
2017	0	1.273.648	0	0	<b>1.273.648</b>	<b>2.971.588</b>	109.175	439.032	<b>548.104</b>	<b>4.793.341</b>
Veränderung zum Vorjahr	0%	-13%	0%	0%	<b>-13%</b>	<b>4%</b>	189%	-62%	<b>76%</b>	<b>3%</b>
<b>Feuerwehr</b>										
2016	332.741	39.537	5.248	2.956	<b>380.482</b>	<b>479.804</b>			<b>64.719</b>	<b>925.005</b>
2017	292.346	56.005	7.488	3.761	<b>359.600</b>	<b>561.108</b>			<b>74.714</b>	<b>995.422</b>
Veränderung zum Vorjahr	-12%	42%	43%	27%	<b>-5%</b>	<b>17%</b>			<b>15%</b>	<b>8%</b>
<b>Gesamt</b>										
2016	<b>7.605.652</b>	<b>8.793.721</b>	<b>453.527</b>	<b>310.325</b>	<b>17.163.224</b>	<b>15.556.016</b>	<b>1.277.012</b>	<b>1.072.832</b>	<b>2.731.251</b>	<b>35.450.491</b>
2017	<b>6.906.219</b>	<b>8.104.606</b>	<b>466.730</b>	<b>389.851</b>	<b>15.867.406</b>	<b>15.777.102</b>	<b>1.523.625</b>	<b>1.000.444</b>	<b>2.885.118</b>	<b>34.529.625</b>
Veränderung zum Vorjahr	<b>-9,2%</b>	<b>-7,8%</b>	<b>2,9%</b>	<b>25,6%</b>	<b>-7,5%</b>	<b>1,4%</b>	<b>19,3%</b>	<b>-6,7%</b>	<b>5,6%</b>	<b>-2,6%</b>

Tabelle 2.1.4: Gesamtkosten 2016 und 2017 **ohne Anmietungen**

Differenzen zu den Kosten aus dem Vorjahresbericht ergeben sich aus nachträglichen Rechnungs- und/oder Verbrauchskorrekturen seitens des Energieversorgers.

### 2.1.3 Heizenergie für Sondervermögen der GW, witterungs- und flächenbereinigt

Objektart	Jahr	Gradtag- zahl	tatsächlicher Verbrauch	Witterungs bereinigter Verbrauch	flächenspezifisch er 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>

Objektart	Jahr	Gradtag- zahl	tatsächlicher Verbrauch	Witterungs- bereinigter 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>
Verwaltung	2016	3.204	29.100	34.630	87	1,2%
Schulen	2016	3.204	168.090	200.027	132	-2,2%
KITAs	2016	3.204	13.853	16.485	119	-7,0%
Grünobjekte	2016	3.204	6.855	8.158	287	-3,0%
<b>Gesamt</b>	<b>2016</b>		<b>217.898</b>	<b>259.299</b>	<b>124</b>	<b>-3,1%</b>
Verwaltung	2017	3.056	29.139	35.841	91	4,6%
Schulen	2017	3.056	167.782	206.372	136	3,0%
KITAs	2017	3.056	12.364	15.208	119	0,0%
Grünobjekte	2017	3.056	5.808	7.144	255	-11,1%
<b>Gesamt</b>	<b>2017</b>		<b>215.094</b>	<b>264.565</b>	<b>128</b>	<b>3,2%</b>
<b>Mehrverbrauch spezifisch</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>				<b>4</b>	
<b>Mehrverbrauch absolut</b>	<b>MWh</b>				<b>8.266</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	<b>m<sup>2</sup></b>				<b>2.066.531</b>	

Tabelle 2.1.5: Gesamtverbrauch, witterungs- und flächenbereinigte Einsparung Heizung

Gegenüber dem Vorjahr wurden **3,2 %** mehr Heizenergie verbraucht als 2016. Das entspricht einer Menge von 8.266 MWh. Die Kitas liegen mit 119 kWh/m<sup>2</sup> auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr, bei den Grünobjekten hat sich der Verbrauch deutlich reduziert. Durch den hohen Anteil an Heizöl und Flüssiggas kommt es hier allerdings immer wieder zu starken Schwankungen im Verbrauch. Zusätzlich wurde in der Stadtgärtnerei „Am grauen Stein“ Ende 2016 ein defekter Erdgasbrenner ausgetauscht.

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

Die Bereiche Verwaltungsgebäude und Schulen dagegen weisen einen Mehrverbrauch von 4,6 % bzw. 3,0 % auf.

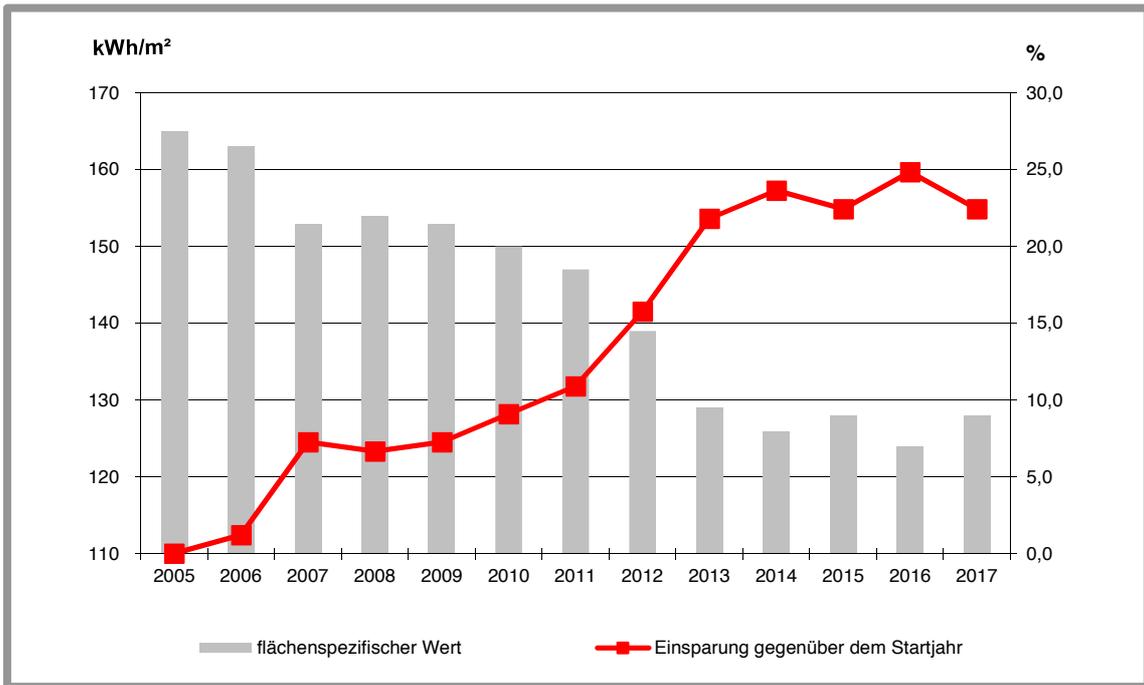


Abbildung 2.1.3: Kennwerte und Einsparung Heizung 2005 – 2017

### 2.1.4 Elektrische Energie für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		MWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
	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%
<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>

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		MWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3_{VJ}-1)*100$
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	28,9	-1,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2015</b>	<b>64.572</b>	<b>30,5</b>	<b>0,7%</b>
Verwaltung	2016	21.474	51,7	5,8%
Schulen	2016	40.541	26,7	6,2%
KITAs	2016	4.750	29,9	-4,0%
Grünobjekte	2016	1.232	34,3	18,7%
<b>Gesamt</b>	<b>2016</b>	<b>67.997</b>	<b>31,9</b>	<b>4,6%</b>
Verwaltung	2017	21.474	51,9	0,5%
Schulen	2017	39.109	25,7	-3,6%
KITAs	2017	4.925	30,9	3,3%
Grünobjekte	2017	1.063	30,0	-12,4%
<b>Gesamt</b>	<b>2017</b>	<b>66.571</b>	<b>31,3</b>	<b>-1,9%</b>
<b>Einsparung spezifisch</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>		<b>0,6</b>	
<b>Einsparung absolut</b>	<b>MWh</b>		<b>1.277</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		<b>2.127.770</b>	

Tabelle 2.1.6: Gesamtverbrauch Energieeinsparung flächenbereinigt Strom

Im Jahr **2017** wurden **1,9 %** weniger Strom verbraucht als im Vorjahr. Der Kennwert liegt allerdings mit 31,3 kWh/m<sup>2</sup> noch immer höher als in den Vorjahren. Einen wesentlichen Anteil daran hat der Stromverbrauch der Schulen. In der ersten Jahreshälfte 2017 wurden alle Turnhallen, die zur Unterbringung der Flüchtlinge benötigt wurden, in saniertem Zustand an die Schulen zurückgegeben, so dass im nächsten Jahr eine Verbrauchssenkung in diesem Bereich zu erwarten ist.

**Einsparung seit  
2005:  
8,9 %**

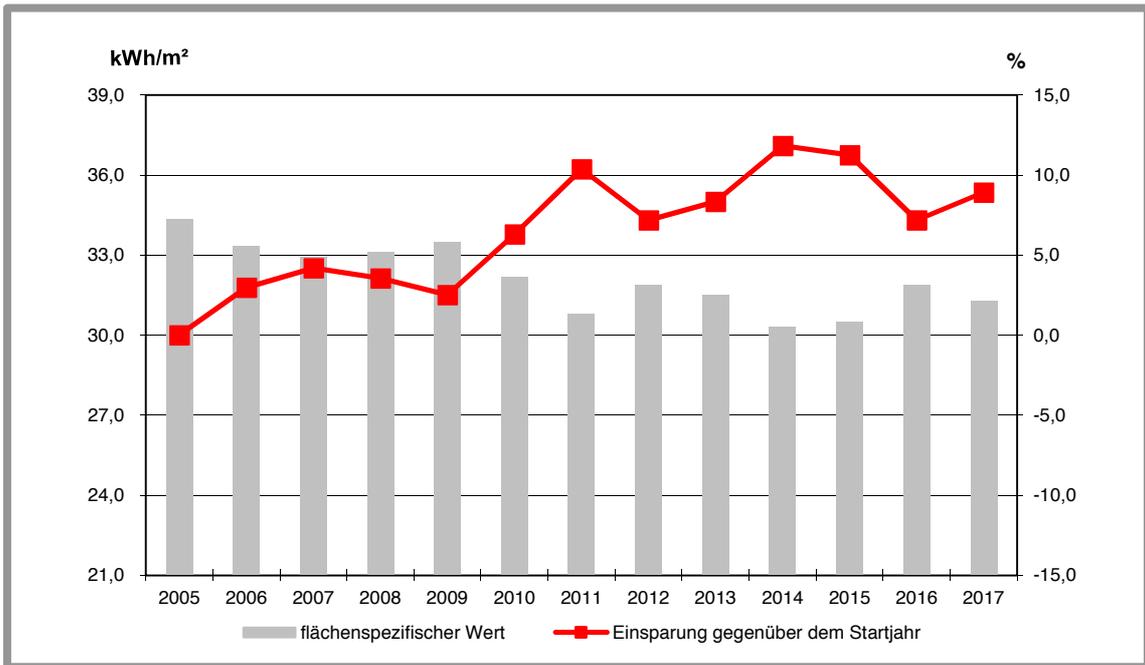


Abbildung 2.1.4: Kennwerte und Einsparung Strom 2005 – 2017

### 2.1.5 Wasser für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3VJ -1)*100$
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>

Objektart	Jahr	tatsächlich	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
		m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>	%
	1	2	3	4
				$4=(3/3VJ - 1)*100$
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>
Verwaltung	2016	92.463	244	14,7%
Schulen	2016	517.611	342	11,9%
KITAs	2016	79.712	616	8,5%
Grünobjekte	2016	203.193	6.083	-17,2%
<b>Gesamt</b>	<b>2016</b>	<b>892.979</b>	<b>434</b>	<b>2,7%</b>
Verwaltung	2017	104.345	279	14,4%
Schulen	2017	450.637	297	-13,0%
KITAs	2017	86.249	689	11,9%
Grünobjekte	2017	154.145	4.655	-23,5%
<b>Gesamt</b>	<b>2017</b>	<b>795.326</b>	<b>388</b>	<b>-10,6%</b>
<b>Einsparung spezifisch</b>	l/m <sup>2</sup>		46,1	
<b>Einsparung absolut</b>	m <sup>3</sup>		94.412	
<b>Gesamtfläche</b>	m <sup>2</sup>		2.047.972	

Tabelle 2.1.7: Gesamtverbrauch Energieeinsparung flächenbereinigt Wasser

Der **Wasserverbrauch** sank im Vergleich zum Vorjahr von **434 l/m<sup>2</sup>** auf **388 l/m<sup>2</sup>** bzw. um **10,6 %**, das entspricht einer Menge von **94.412 m<sup>3</sup>**. Durch Kontrolle und Auswertung von monatlichen Verbrauchsablesungen der Hausmeister konnten im Bereich Schulen frühzeitig mehrere Rohrbrüche entdeckt und behoben werden. Außerdem pendelte sich der Wasserverbrauch in den Turnhallen nach dem Auszug der dort untergebrachten Flüchtlinge wieder auf den Verbrauch der Vorjahre ein. In den letzten Jahren wurde die Befüllung der Teichanlagen durch Brunnenwasser sukzessive umgesetzt, was in dieser Betrachtung allerdings keine nennenswerte Rolle spielt, da nur 2 Teichanlagen in der Auswertung berücksichtigt werden. Seit **2005** wurden insgesamt **22,6 %** Wasser eingespart.

**Einsparung seit  
2005:  
22,6 %**

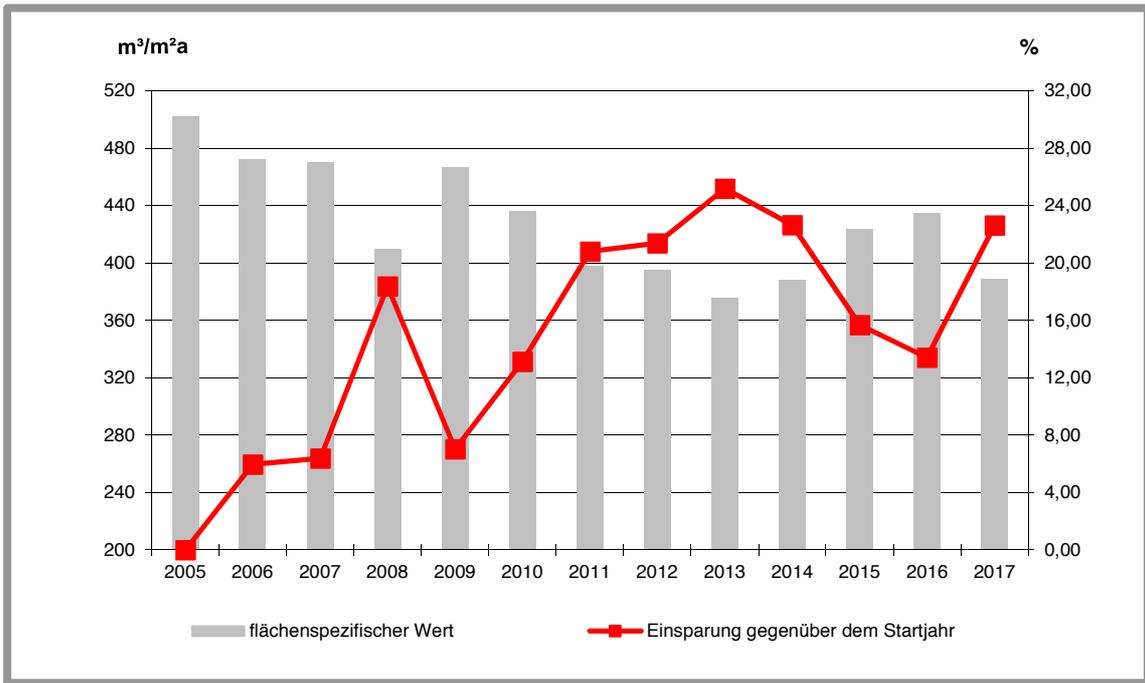


Abbildung 2.1.5: Kennwerte und Einsparung Wasser 2005 – 2017

### 2.1.6 Heizenergie, elektrische Energie, Wasser für Kulturbauten-Museen

Im Juli 2018 wurde die Unterhaltung und Bewirtschaftung der Kulturbauten Museen auf die Zuständigkeit der Gebäudewirtschaft übertragen. In diesem Zusammenhang ist auch das Energiemanagement der Museen in die Gebäudewirtschaft eingegliedert worden. Daher wird der bisher einzeln erschienene „Energiebericht der Museen der Stadt Köln“ eingestellt und die Verbrauchsstatistik der Museen wird nunmehr Bestandteil des Energieberichts der Gebäudewirtschaft.

Folgende Gebäude werden damit neu im Energiebericht dargestellt:

- Museum Ludwig einschließlich Philharmonie,
- das Kulturquartier am Neumarkt mit dem Museum Schnütgen und dem Rautenstrauch-Joest-Museum,
- das Römisch-Germanische Museum,
- das Wallraf-Richartz-Museum,
- das Kölnische Stadtmuseum
- das Museum für Ostasiatische Kunst.

Als Startjahr für die Darstellungen wurde das Jahr 2015 festgelegt. Die Daten werden soweit wie möglich in der gleichen Art und Weise dargestellt wie die anderen Objektbereiche. Wo das nicht gelingt oder keine sinnvolle Darstellung möglich ist, wurde das Layout angepasst.

Energieträger	Jahr	tatsächlicher Verbrauch	flächenspezifischer Wert	Veränderung gegenüber Vorjahr
			kWh/m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	%
	1	3	3	4
				$6=(5/5_{VJ}-1)*100$
Heizung [MWh]	2015	21.649	228	
Strom [MWh]	2015	18.780	198	
Wasser [m <sup>3</sup> ]	2015	1.038.780	11	
Heizung [MWh]	2016	19.411	205	-10,3%
Strom [MWh]	2016	18.200	192	-3,1%
Wasser [m <sup>3</sup> ]	2016	870.684	9	-16,2%
Heizung [MWh]	2017	19.360	204	-0,3%
Strom [MWh]	2017	18.004	190	-1,0%
Wasser [m <sup>3</sup> ]	2017	1.054.497	11	21,1%

Tabelle 2.1.8: Gesamtverbrauch und Energieeinsparung Museen, flächenbereinigt

Der Fernwärme- und Stromverbrauch konnten gegenüber dem Vorjahr geringfügig reduziert werden. Beim Wasserverbrauch ist besonders zu beachten, dass in drei Museen Brunnenwasser zur Kühlung verwendet wird. Dieses fließt in die Verbrauchsmengen für Wasser ein. Starke Schwankungen im Wasserverbrauch sind im Bereich der Brunnenwasserförderung zu begründen. In 2017 führte ein Umbau an der

Kälteanlage zu einer starken Verbrauchssteigerung. Eine Optimierung der Brunnenwasserregelung wurde in 2018 vorgenommen.

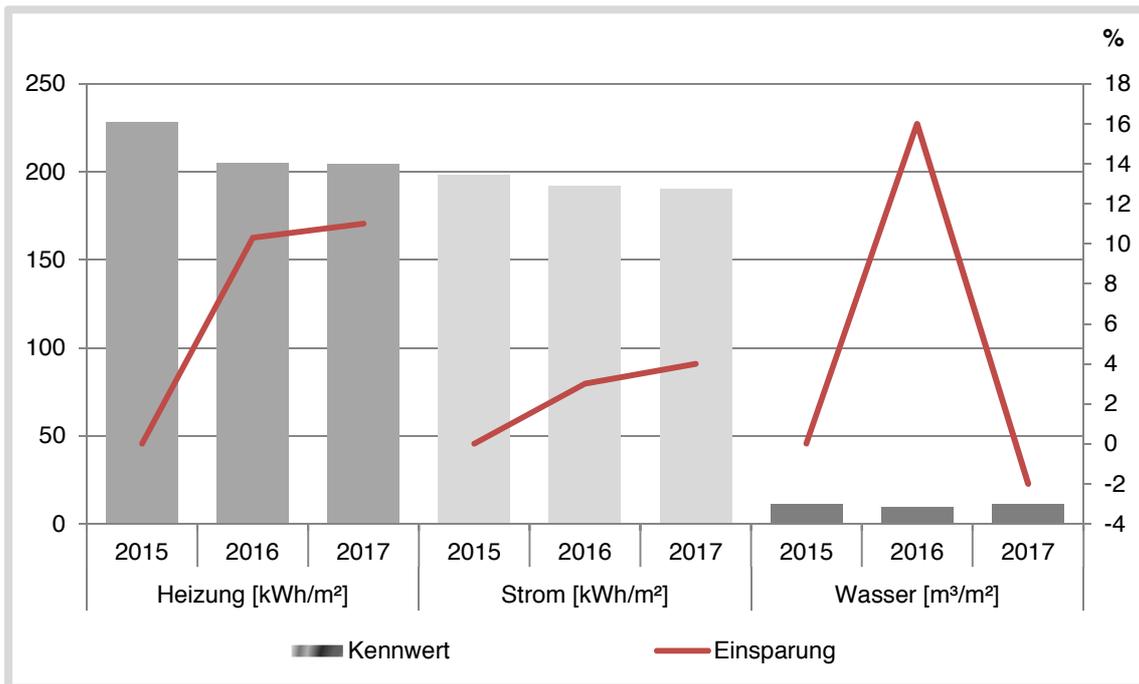


Abbildung 2.1.6: Kennwerte und Einsparung Museen 2015 – 2017

## 2.2 Emissionen

### 2.2.1 Gesamtbilanz

Die Gesamtbilanz der Emissionen bezieht sich auf den absoluten Verbrauch der Gebäude mit eigenen Zählern (siehe Kap. 1.1). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken um insgesamt **2,8%**, was auf den Minderverbrauch von Erdgas und Heizöl zurückzuführen ist. Auch der um 1,8 % niedrigere Stromverbrauch macht sich bei den Gesamtemissionen bemerkbar. Die Emissionen der Feuerwehrgebäude liegen nicht vor.

	CO <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>			NO <sub>x</sub>			CO			Staub		
	2016	2017	Diff. zum Vorjahr	2016	2017	Diff. zum Vorjahr	2016	2017	Diff. zum Vorjahr	2016	2017	Diff. zum Vorjahr	2016	2017	Diff. zum Vorjahr
	[t]	[t]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%	[kg]	[kg]	%
<b>Verwaltungsgebäude</b>	8.668	8.468	-2,3	899	916	1,9	2.287	2.254	-1,4	1.090	1.075	-1,4	65	67	2,6
<b>Schulen</b>	39.368	38.319	-2,7	3.222	3.136	-2,7	19.241	18.913	-1,7	9.742	9.579	-1,7	163	157	-3,4
<b>Kindertagesstätten</b>	3.320	3.303	-0,5	282	219	-22,3	1.698	1.675	-1,3	860	856	-0,5	14	9	-38,5
<b>Grünobjekte</b>	1.544	1.305	-15,5	136	83	-39,3	832	721	-13,4	422	370	-12,3	7	3	-59,8
<b>Kulturbauten</b>	5.650	5.233	-7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>52.900</b>	<b>51.395</b>	<b>-2,8</b>	<b>4.540</b>	<b>4.353</b>	<b>-4,1</b>	<b>24.058</b>	<b>23.563</b>	<b>-2,1</b>	<b>12.113</b>	<b>11.879</b>	<b>-1,9</b>	<b>249</b>	<b>236</b>	<b>-5,4</b>

Tabelle 2.2.1: Gesamtemissionen 2016 – 2017

Energieträger	2017
	[g CO <sub>2</sub> /kWh]
Erdgas <sup>1</sup>	227
Fernwärme <sup>2</sup>	74
Heizöl	370
Strom <sup>3</sup>	211

Tabelle 2.2.2: CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind bezogen auf 2005 um 33 % gesunken. Der absolute Energieverbrauch stieg zwar geringfügig um 0,1 % an, der Bezug an Erdgas und Heizöl hat sich allerdings verringert, das hat sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewirkt. Insgesamt entstanden ca. 57 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Verbrennung von Erdgas und ca. 26 % wurden durch die Stromerzeugung emittiert.

**Einsparung seit  
2005:  
33 %**

Seit 2016 ist der CO<sub>2</sub>-Emissionswert für Strom von 303 g/kWh auf 211 g/kWh gesunken

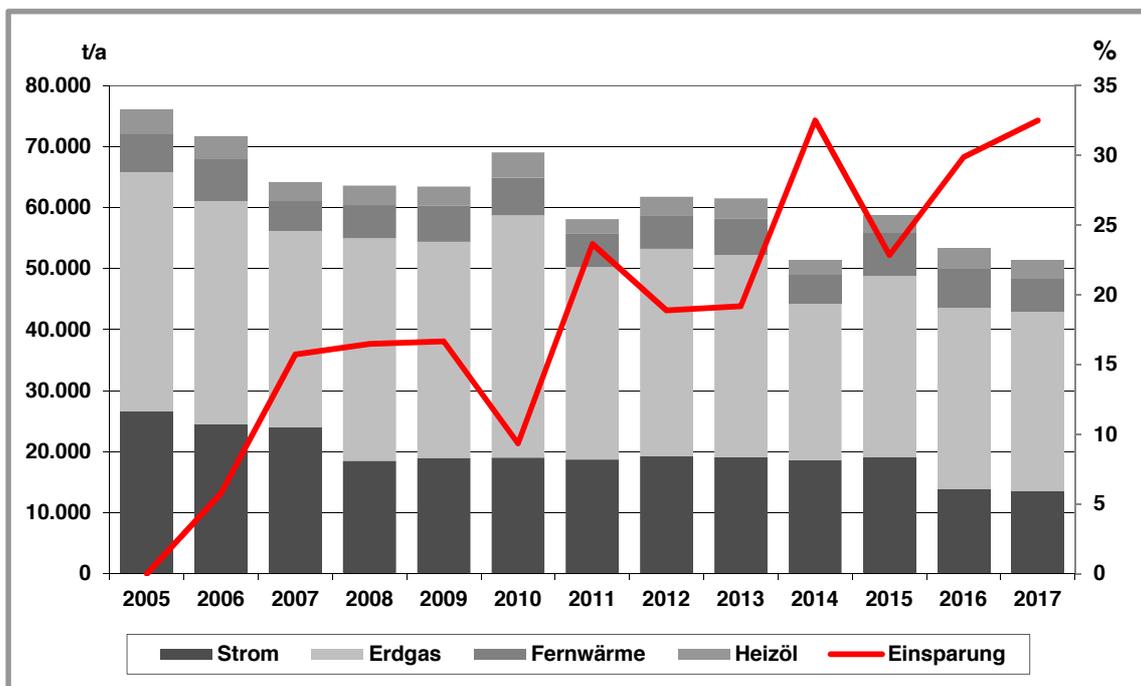


Abbildung 2.2.1: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern 2005 - 2017

<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

## 2.3 Energiekosten

### 2.3.1 Gesamtbilanz

Für die Objekte mit eigenen Zählern (siehe Kap. 1.1) einschl. der Kulturbauten und Feuerwehr ergaben sich für den Zeitraum vom 01.12.2016 bis 30.11.2017 im gesamten Bereich aus Heizenergie, Strom sowie Frisch-, Brunnen- und Abwasser für das Jahr **2017** insgesamt Kosten in Höhe von **34.529.625**

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

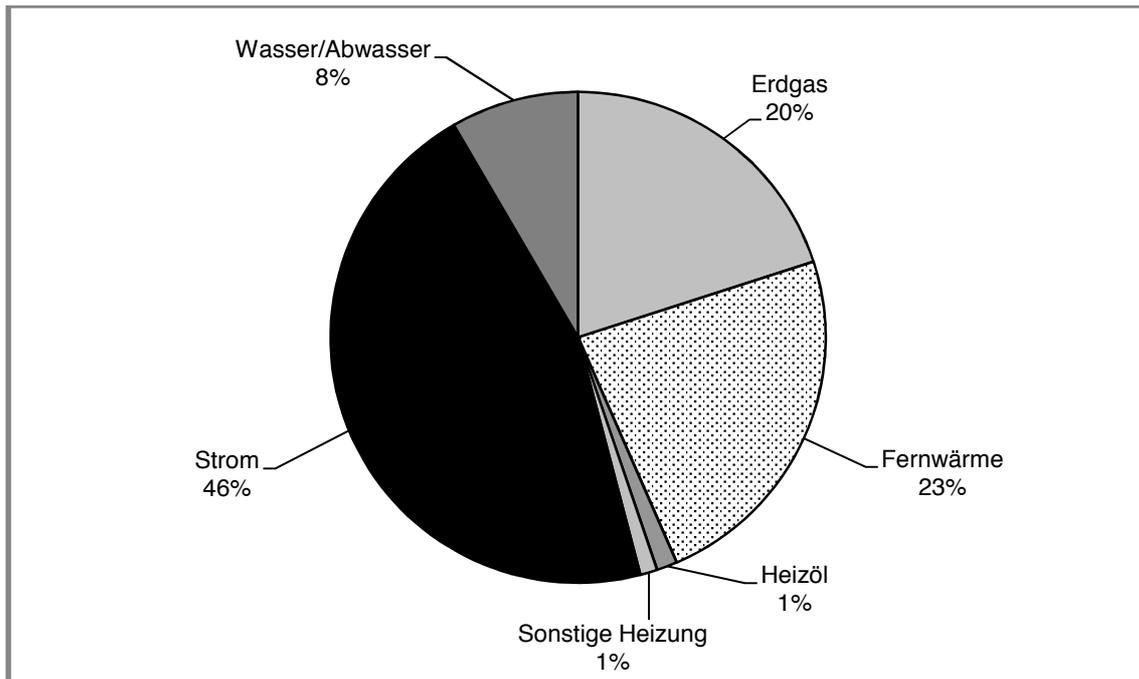


Abbildung 2.3.1: Aufteilung der Gesamtkosten nach Energieträgern

Insgesamt entfallen auf Heiz- und Stromkosten jeweils 46% Gesamtkosten.

### 2.3.2 Heizenergie

Die **Gesamtkosten** für Heizung betragen **15.867.406 €**. Die Kosten sind damit insgesamt um 7,5 % gesunken

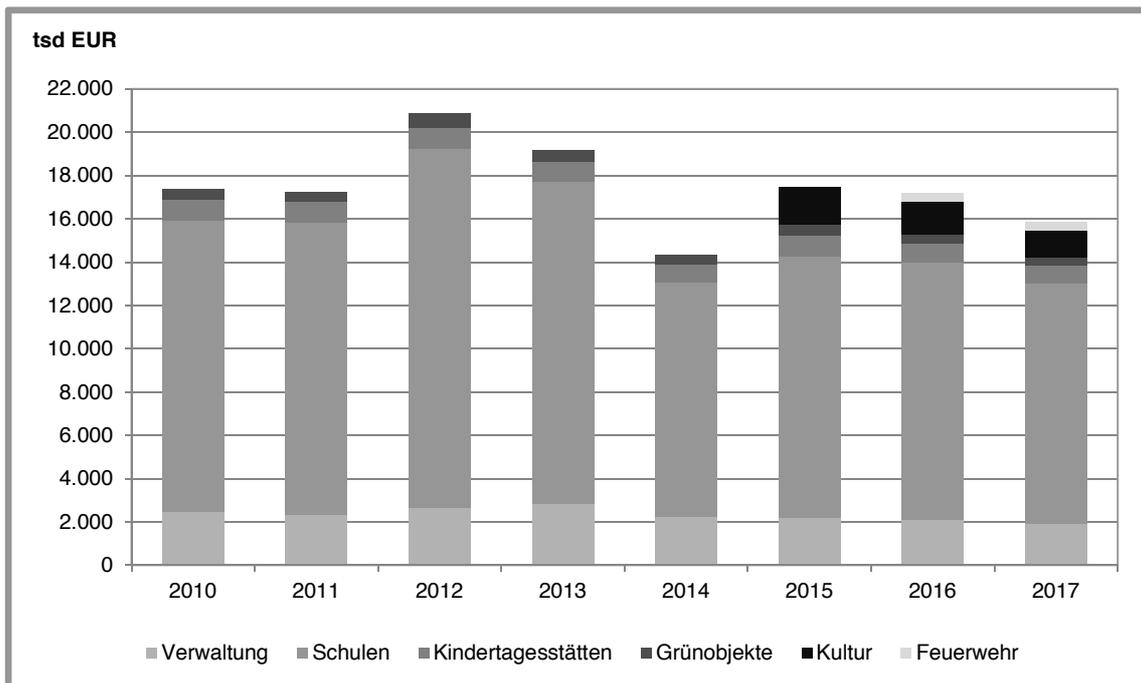


Abbildung 2.3.2: Heizwärmekosten nach Gebäudeart

### 2.3.3 Elektrische Energie

Die Kosten für elektrische Energie sind um 1,4 %, auf 15.777.102 € gestiegen.

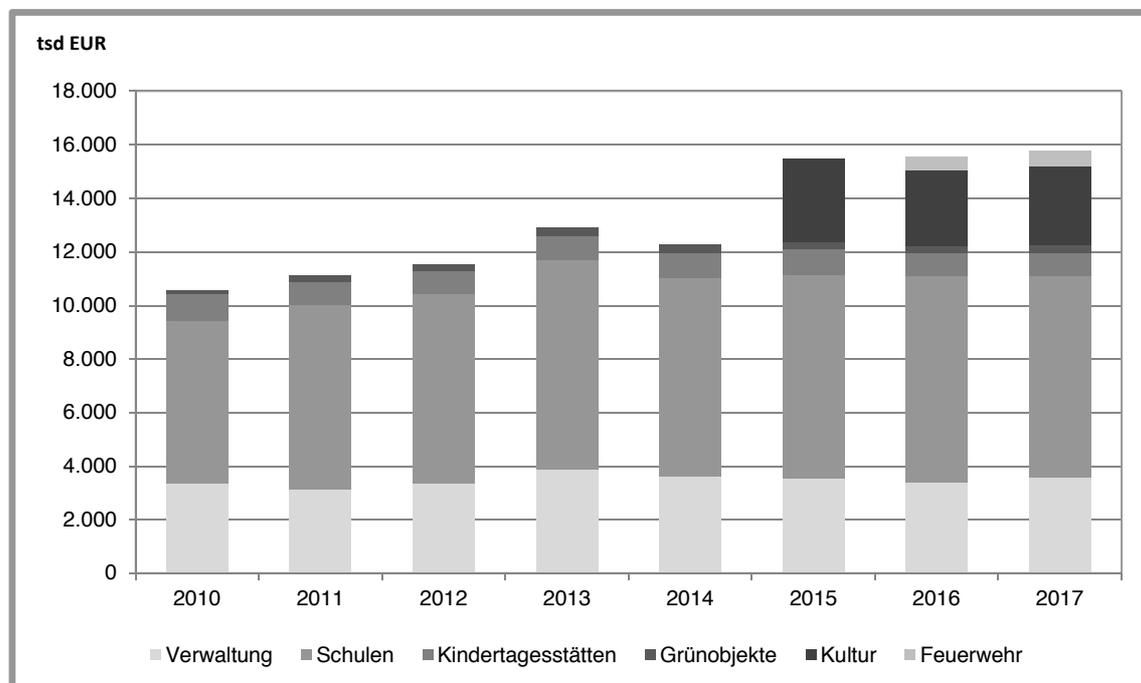


Abbildung 2.3.3: Stromkosten nach Gebäudeart

### 2.3.4 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. Durch die Berücksichtigung der Museen und Feuerwehrgebäude sind die Kosten insgesamt um **5,6 %** auf **2.885.118 €** gestiegen.

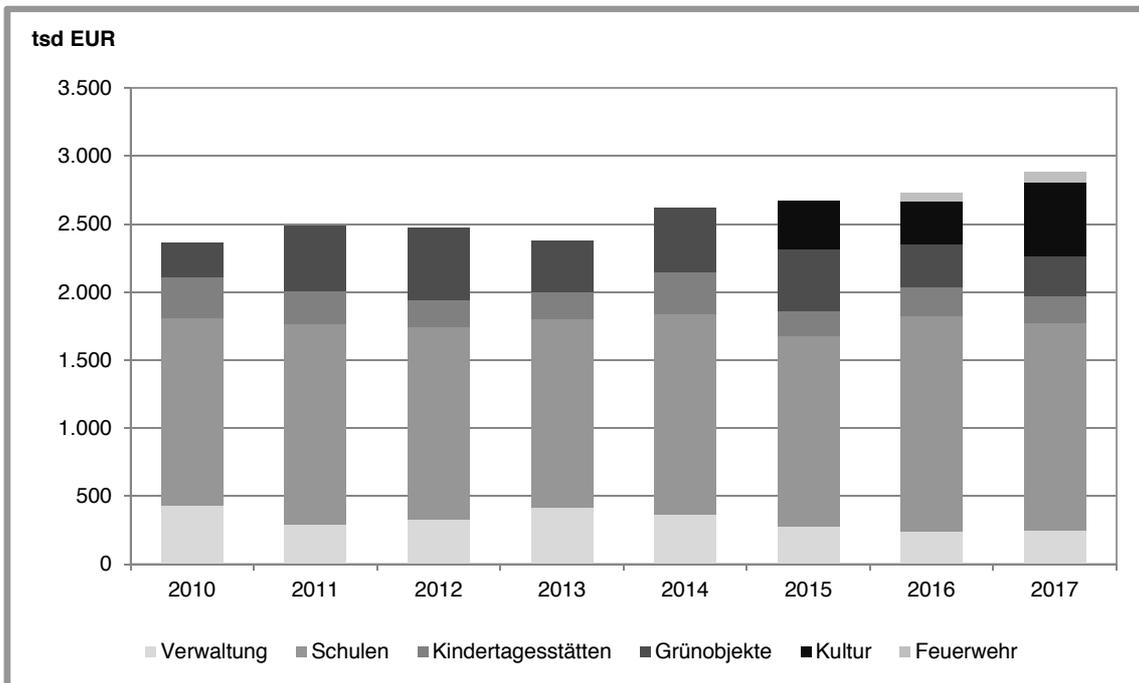


Abbildung 2.3.4: Wasserkosten (incl. Frisch- und Abwasser)

## 2.4 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.

Aktuelle Daten zum Energiepreisvergleich 2018 lagen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht vor.

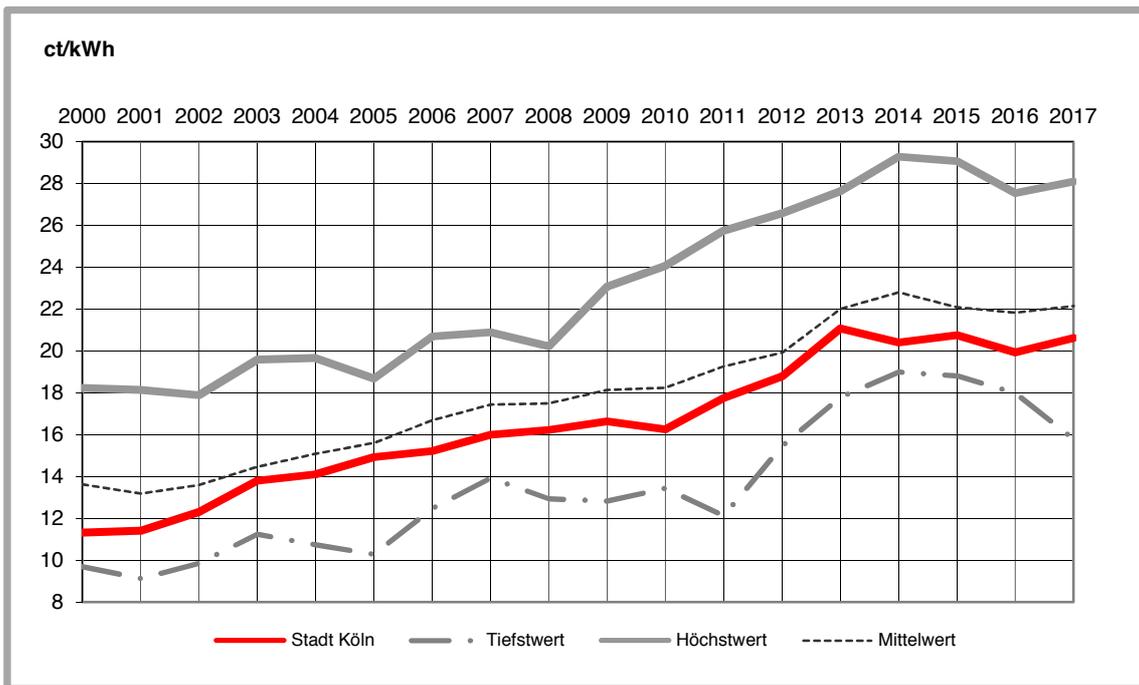


Abbildung 2.4.1: Energiepreisentwicklung Strom

Der Strompreis hat sich leicht nach oben entwickelt und liegt nun für die Stadt Köln wieder bei knapp über 20 cent/kWh.

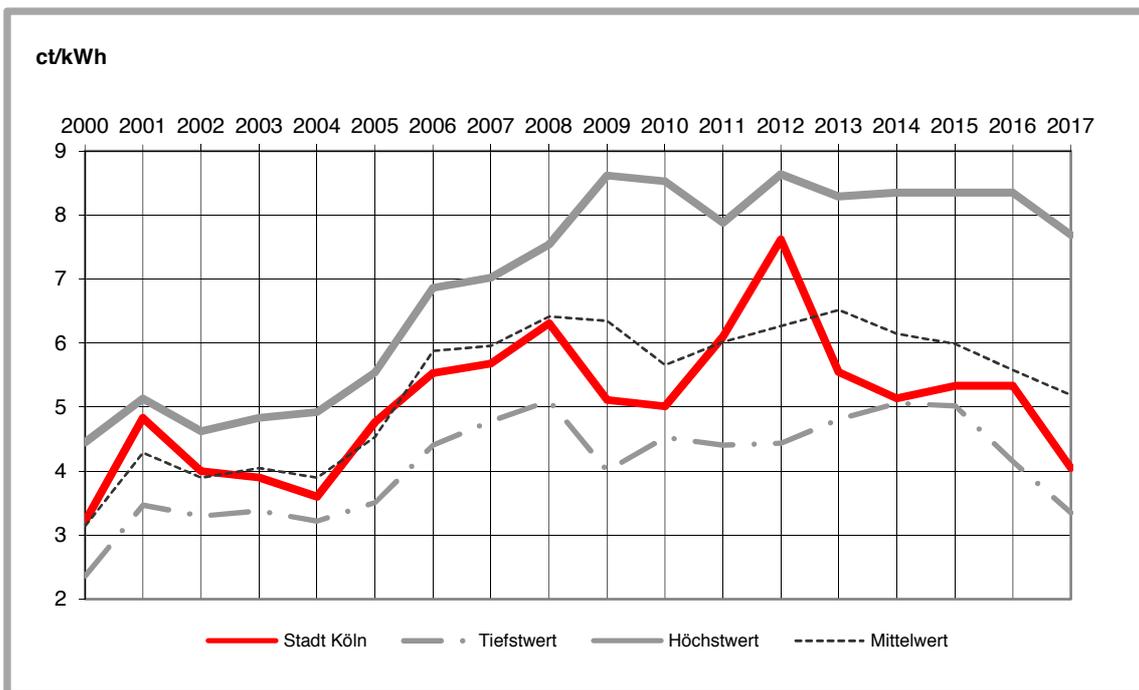


Abbildung 2.4.2: Energiepreisentwicklung Erdgas

Der Preis für Erdgas hat sich insgesamt nach unten entwickelt und liegt für 2017 bei knapp über 4 cent/kWh.

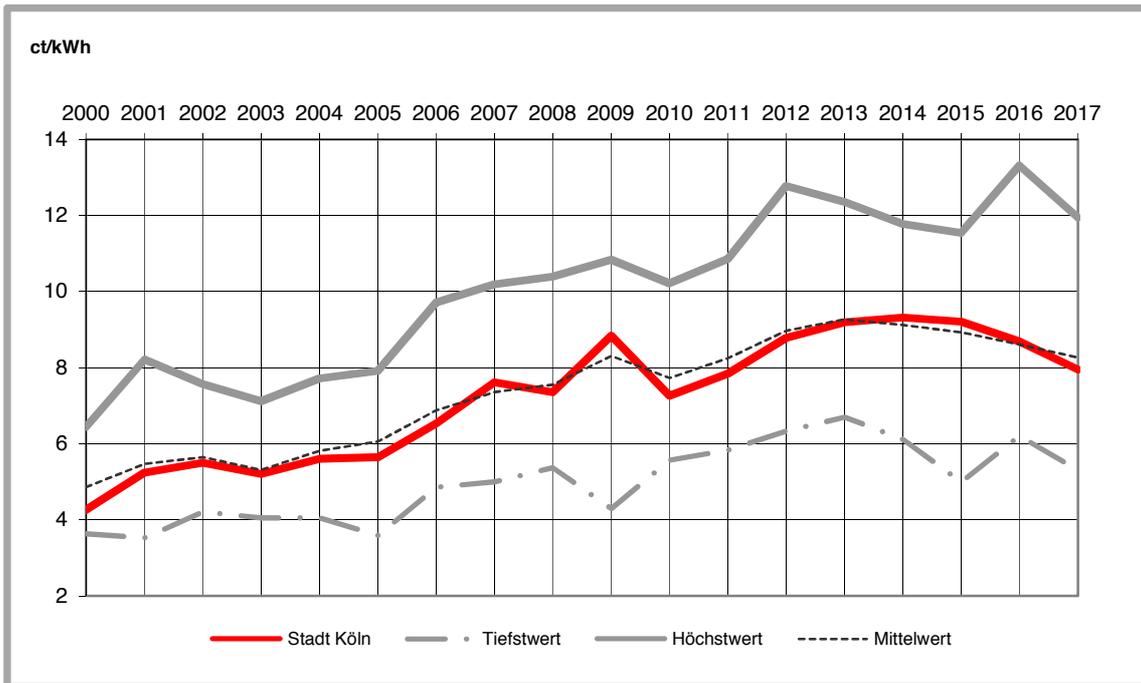


Abbildung 2.4.3: Energiepreisvergleich Fernwärme

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

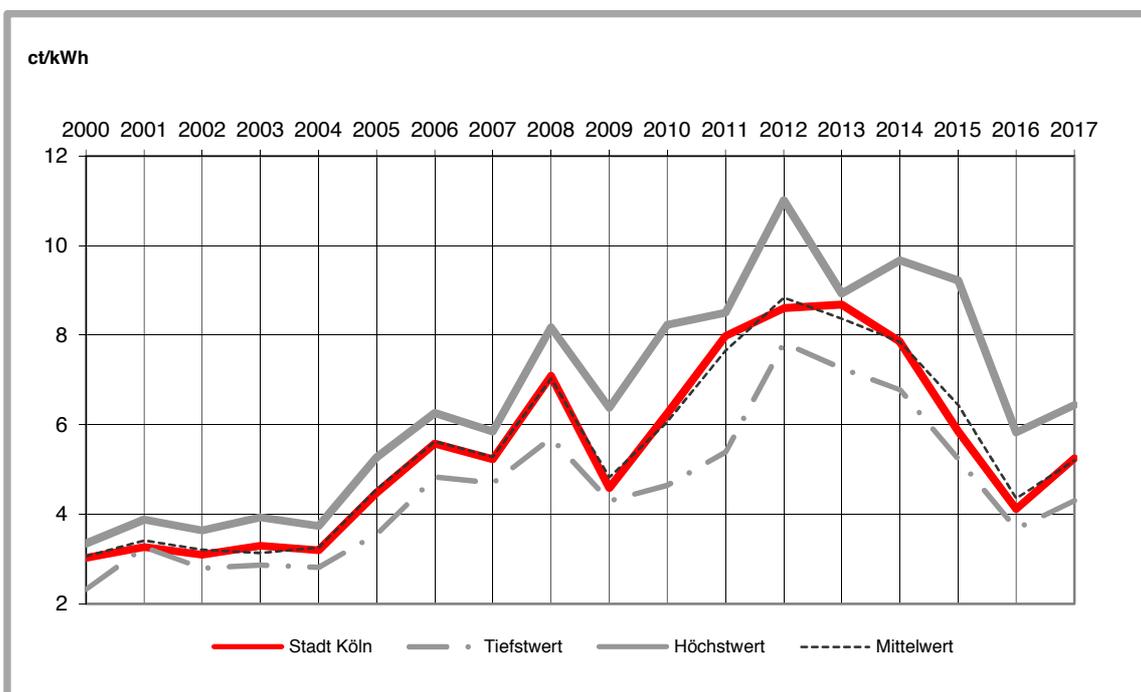


Abbildung 2.4.4: Energiepreisvergleich Heizöl

Nach dem rapiden Preisverfall der letzten Jahre zog der Heizölpreis in 2017 wieder leicht an.

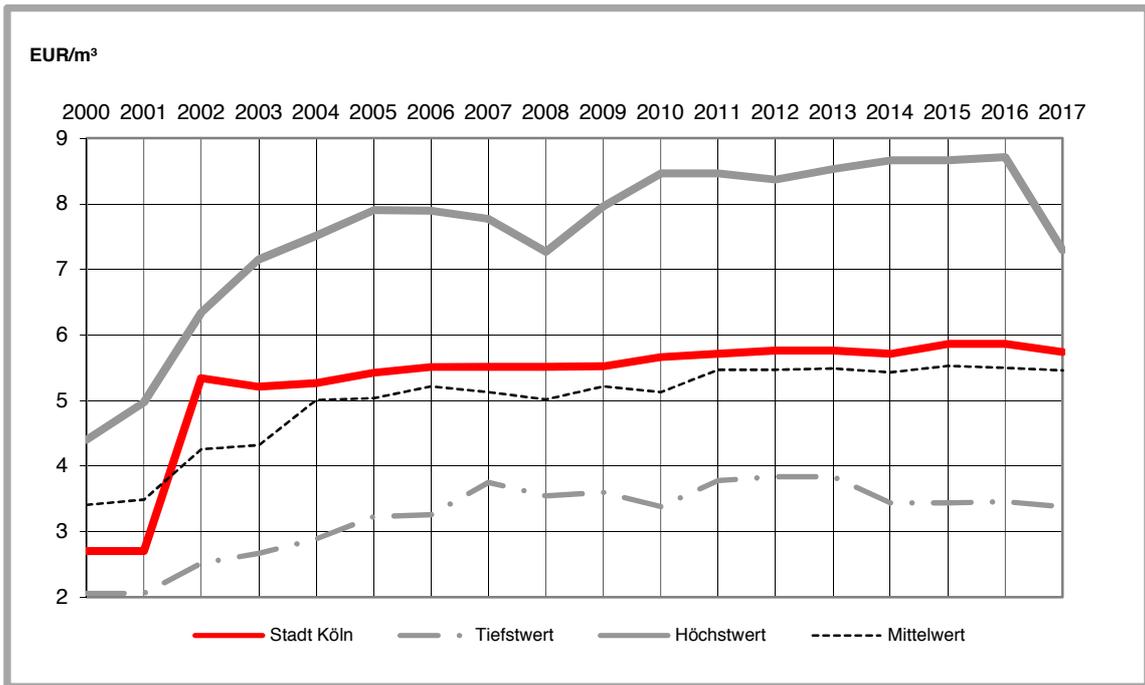


Abbildung 2.4.5: Energiepreisvergleich Wasser

Die Wasserpreise sind seit 2002 nahezu konstant mit einer leichten Tendenz nach oben.

## 2.5 Energiekennwerte

### 2.5.1 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.

Der Bereich Kultur wird neu in die Darstellung aufgenommen. Werte liegen für die Jahre 2015, 2016 und 2017 vor. Eine Darstellung des Kostenkennwertes für die Objekte der Feuerwehr ist nicht möglich da die notwendigen Gebäudedaten nicht zur Verfügung stehen.

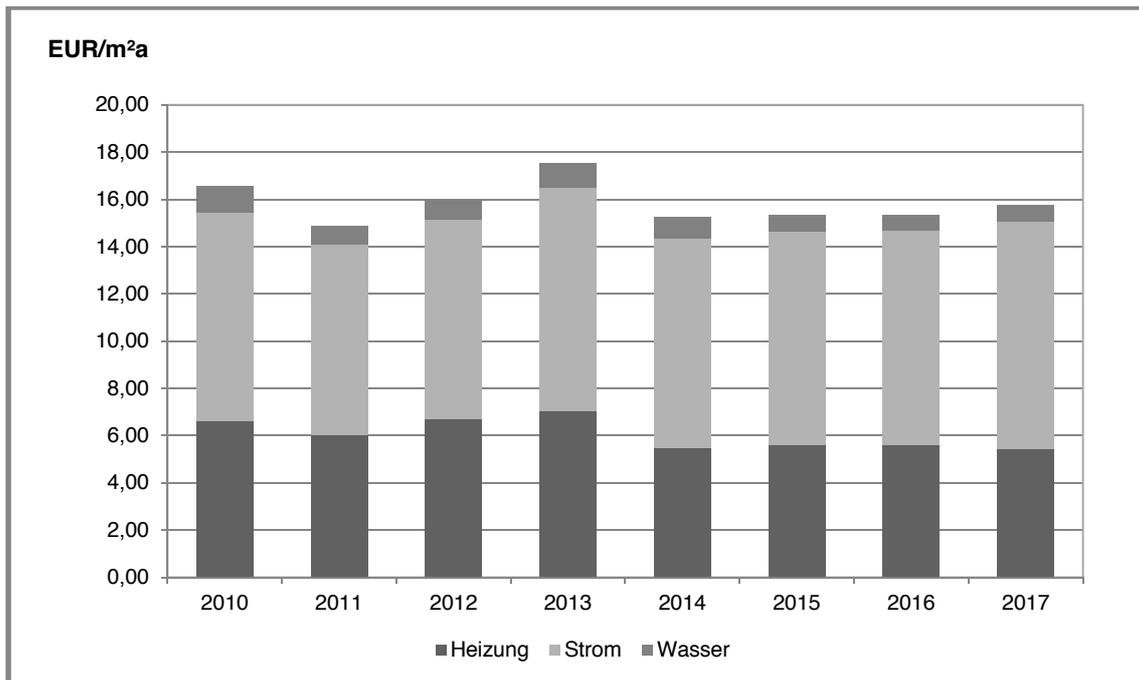


Abbildung 2.5.1: Energiekostenkennwert Verwaltungsgebäude

Der Energiekostenkennwert für **Verwaltungsgebäude** ist aufgrund des leicht gestiegenen Verbrauchs von **15,30 €/m<sup>2</sup>a** auf **15,75 €/m<sup>2</sup>a** gestiegen.

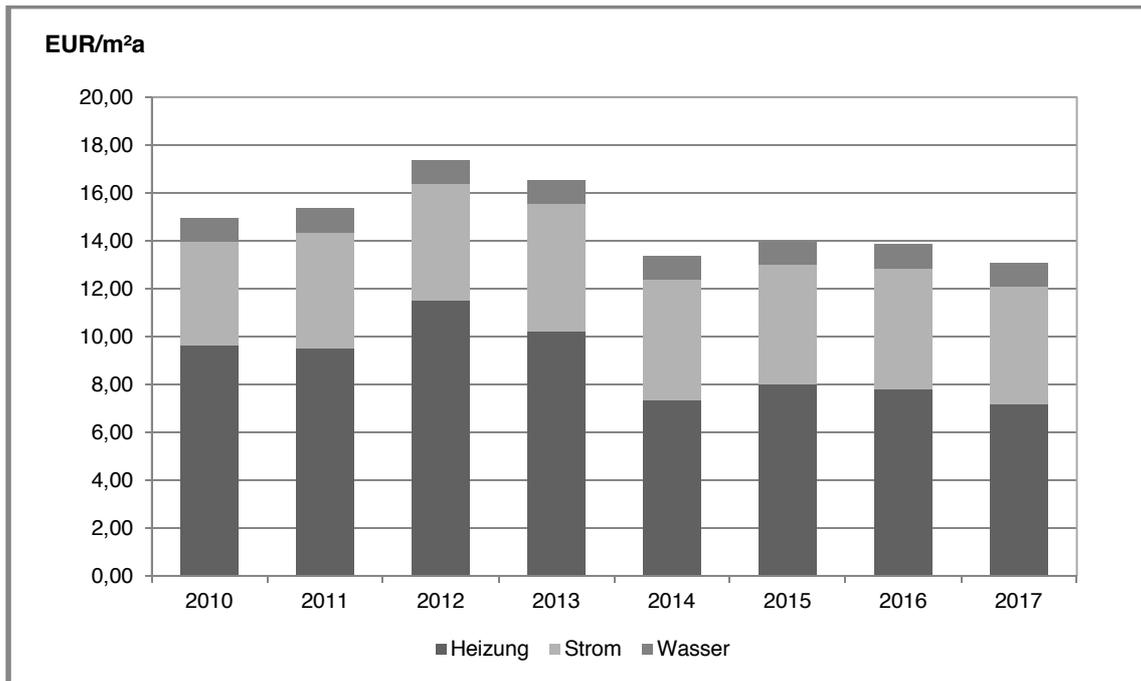


Abbildung 2.5.2: Energiekostenkennwert Schulen

Im Bereich **Schulen** sinkt der Kostenkennwert seit drei Jahren leicht auf inzwischen **13,07 €/m²a** was auch auf die gesunkenen Energiebezugskosten zurückzuführen ist.

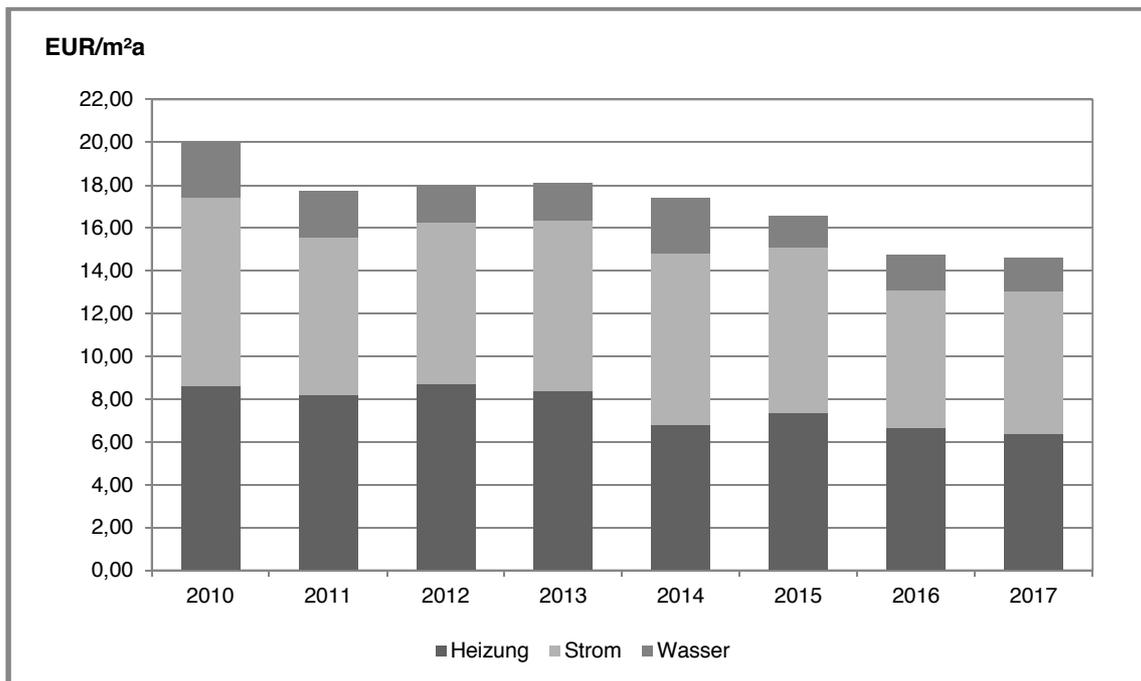


Abbildung 2.5.3: Energiekostenkennwert Kita

Der Kostenkennwert im Bereich **Kita** liegt auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie im Vorjahr bei aktuell **14,61 €/m²**.

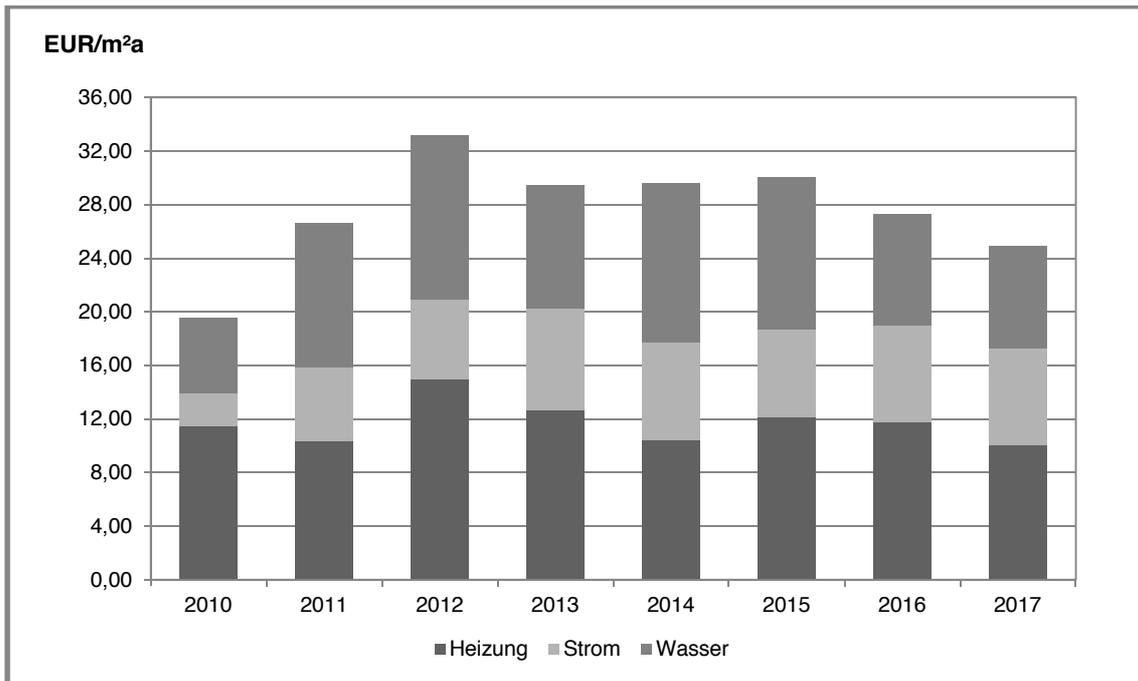


Abbildung 2.5.4: Energiekostenkennwert Grünobjekte

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 Energiekostenkennwert beträgt aktuell **24,88 €/m²a**.

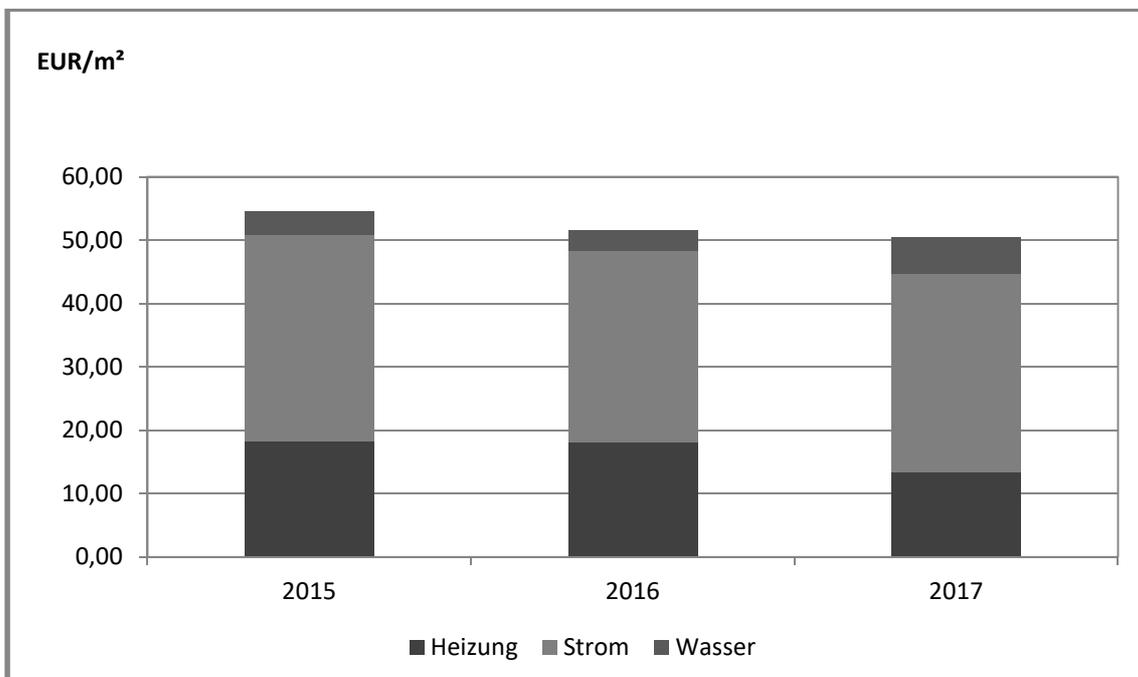


Abbildung 2.5.5: Energiekostenkennwert Kulturbauten

Der Kostenkennwert der Kulturbauten liegt seit 2015 vor. Der Kennwert ist von **54,59 €/m²a** auf **50,55 €/m²a** gefallen.

## 2.5.2 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 fünf 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 Nettoraumfläche (NRF) herangezogen, die in den meisten Fällen größer ist als die Mietfläche. Da für immer mehr Gebäude ein CAD-Flächenaufmaß vorliegt, wird seit 2014 auf eine rechnerische Ermittlung der NRF verzichtet, da sich diese auch als sehr ungenau erwiesen hat.

Eine Darstellung des Energieverbrauchskennwertes für die Objekte der Feuerwehr ist nicht möglich da die notwendigen Gebäudedaten nicht zur Verfügung stehen.

Gebäudetyp		Heizung		Strom		Wasser	
		Stadt Köln, bereinigt [kWh/m <sup>2</sup> a]	Vergleichswert [kWh/m <sup>2</sup> a]	Stadt Köln [kWh/m <sup>2</sup> a]	Vergleichswert [kWh/m <sup>2</sup> a]	Stadt Köln [l/m <sup>2</sup> a]	Vergleichswert [l/m <sup>2</sup> a]
Verwaltungsgebäude	2016	75	89	39	28	203	201
	2017	78		37		210	
Schulen	2016	120	94	23	16	285	171
	2017	122		22		250	
Kitas	2016	109	110	28	20	578	530
	2017	110		29		582	
Grünobjekte	2016	151	110	33	43	4500	3163
	2017	180		28		2915	
Kultur	2016	205	75	173	40	318	113
	2017	204		190		515	

Tabelle 2.5.1: 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 (NRF) 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.

<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

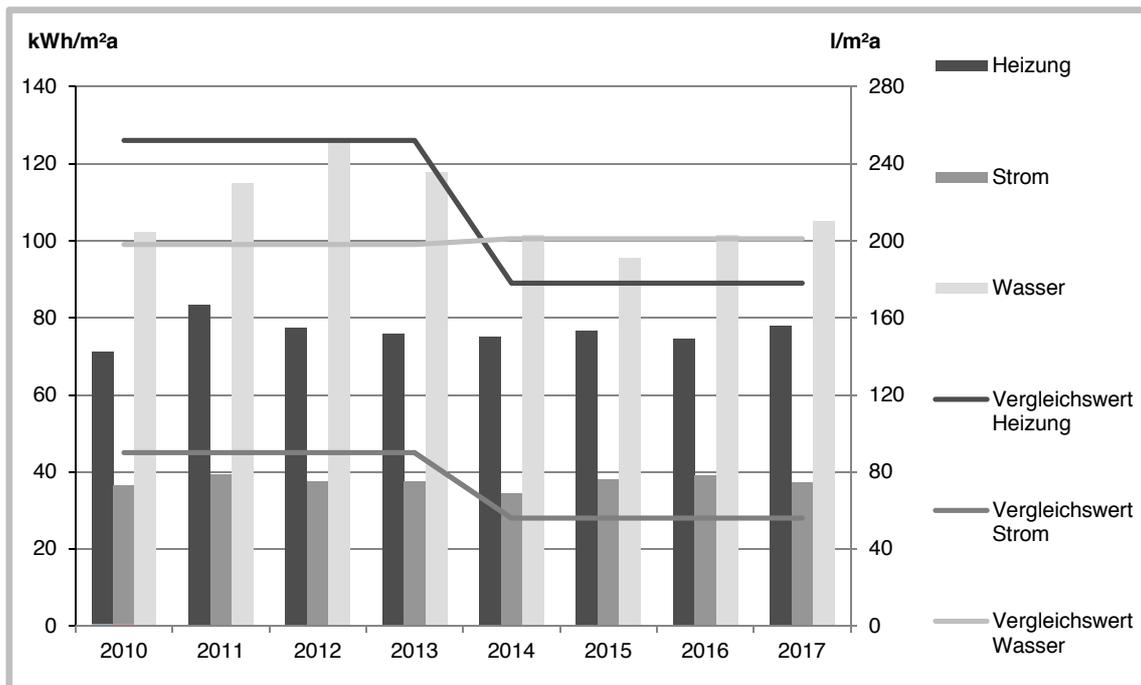


Abbildung 2.5.6: EKW und Vergleichswert Verwaltungsgebäude

Die Kennwerte für Strom und Wasser sind bei Verwaltungsgebäuden leicht angestiegen, der Kennwert Heizung ist seit einigen Jahren nahezu konstant.

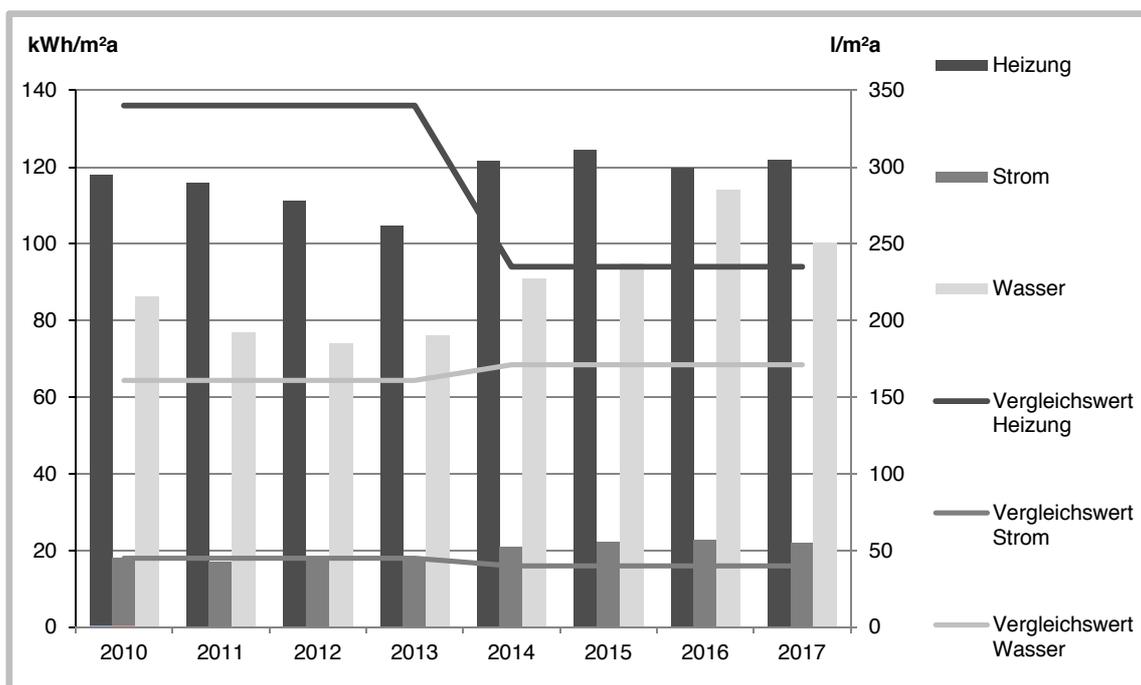


Abbildung 2.5.7: EKW und Vergleichswert Schulen

Im Bereich Schulen ergibt sich für Heizenergie ein leichter Anstieg des Kennwertes, bei Strom ist der Wert nahezu gleich geblieben. Der Wasserverbrauchs-Kennwert nähert sich dem Wert aus 2015 an, liegt aber noch leicht darüber.

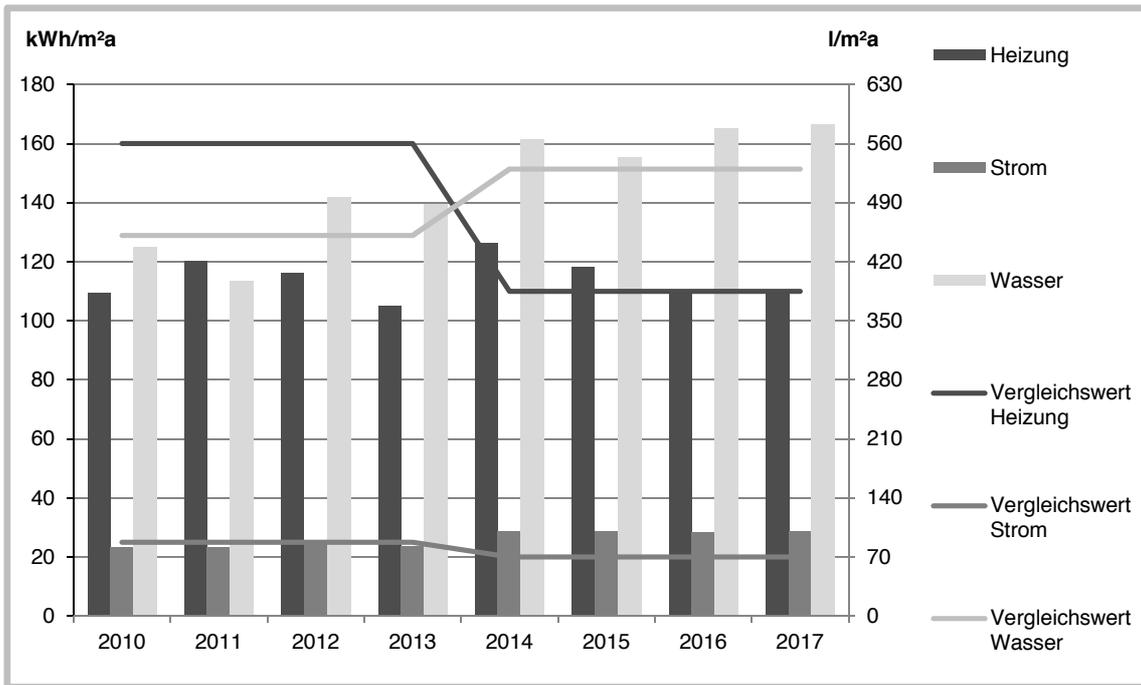


Abbildung 2.5.8: EKW und Vergleichswert Kita

Der Kennwert für Heizung ist im Vergleich zum Vorjahr unverändert und liegt knapp unterhalb des Vergleichswertes. Das gleiche gilt auch für die Wasser- und Stromkennwerte.

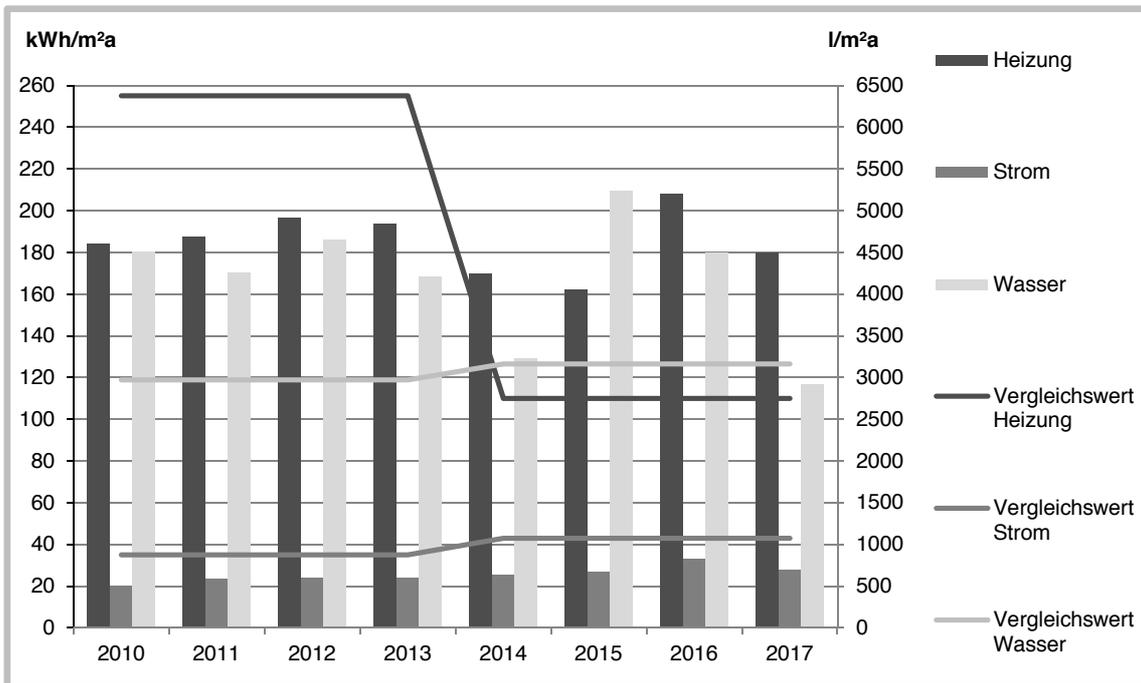


Abbildung 2.5.9: EKW und Vergleichswert Grünobjekte

Die Kennwerte im Bereich Grünobjekte sanken zum Teil deutlich im Vergleich zum Vorjahr. Allerdings schwanken die Kennwerte hier deutlich.

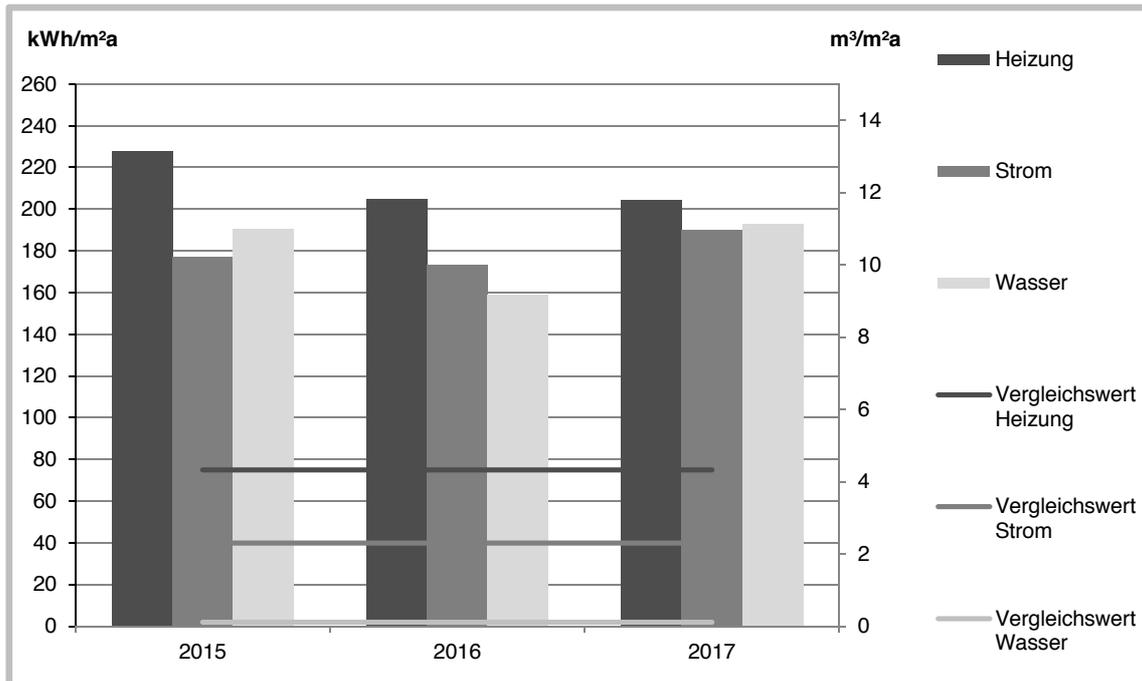


Abbildung 2.5.10: EKW und Vergleichswert Museen (Kultur)

Im Bereich der Museen sind einige Besonderheiten zu beachten. Der dem EKW zugrunde gelegte Heizenergieverbrauch ist nicht witterungsbereinigt, die meisten Museen werden klimatisiert. Die Nacherhitzer, die auch im Sommer betrieben werden, werden mit Fernwärme beheizt.

## **3 Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr**

Das Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz betreibt rund 56 Liegenschaften, um die Gefahrenabwehr und den Brandschutz zu jedem Zeitpunkt im gesamten Kölner Stadtgebiet sicherstellen zu können.

Primär betrachtet werden 11 Feuer- und Rettungswachen, auf denen an sieben Tagen der Woche ein 24-Stunden-Betrieb stattfindet. Darüber hinaus werden weitere Objekte, wie Verwaltungsgebäude, Leitstelle, Gerätehäuser der Freiwilligen Feuerwehren und ein Katastrophenschutzzentrum betrieben. Verwaltet werden diese Objekte durch die Branddirektion.

Ein Bestreben des Amtes 37 ist es ein flächendeckendes Energiecontrolling der laufenden Kosten, wie Wasser, Strom und Heizung, einzuführen, diese fortlaufend zu überwachen und durch Maßnahmen zu optimieren. Gleichwohl dürfen diese Maßnahmen nicht zu einer Minderung der Qualität von Brandschutz und Rettungsdienst führen. Ziel ist einerseits die Suche nach technischen Lösungen und andererseits die Etablierung eines positiven Energiebewusstseins bei den Mitarbeitern. Erstmals wurde vom Amt 37 im Jahr 2017 ein Energiebericht verfasst, welcher hiermit weiter ausgebaut und fortgeschrieben wird. Eine darüber hinausgehende detailliertere Betrachtung wäre wünschenswert, scheitert allerdings an den Personalressourcen.

### **3.1 Betrachtungszeitraum und Gebäudebestand**

Der vorliegende Energiebericht umfasst die Jahre 2016 und 2017 und zieht eine Bilanz der Verbrauchs- und Kostenstatistik der letzten zwei Jahre. Alle Werte beziehen sich auf die im Amt 37 verwalteten Liegenschaften. Eine Gliederung der Objekte bzw. Liegenschaften nach Nutzungsart, z.B. Bürogebäude, Feuerwachen, Rettungswachen, Ausbildungsstätten etc., ist derzeit aus technischen Gründen nicht möglich, da sich der überwiegende 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), sowie 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.

Da der Standort der Branddirektion im Gebäudekomplex der Feuer- und Rettungswache 5 kernsaniert wird, ist im September 2017 in der Boltensternstraße eine Anmietung mit der Unterbringung der Branddirektion in Betrieb gegangen.

### **3.2 Datengrundlage**

Die vorliegenden Diagramme und Tabellen wurden auf Grundlage der vorliegenden Abrechnungsbelege erstellt.

Wie im Energiebericht des Jahres 2017 konnte eine Datengrundlage von Verbrauchswerten aus 55 Liegenschaften ermittelt werden. Diese gliedern sie sich wie folgt:

### 3.2.1 Standorte der Berufsfeuerwehr

Von den 14 Berufsfeuerwehr-Gebäuden (Feuer- und Rettungswachen, den Gebäuden der Branddirektion in Weidenpesch und Riehl sowie dem Führungs- und Schulungszentrum) konnten alle Energie- und Wasserverbräuche ermittelt werden.

### 3.3 Sonstige Gebäude

Im Jahr 2017 konnte von den sonstigen 41 Liegenschaften von 22 die Energie- und Wasserverbräuche komplett ermittelt werden, von 14 stehen nur teilweise die Verbrauchswerte zur Verfügung. Von 5 Anmietungen stehen keine aufgeschlüsselten Verbrauchswerte zur Verfügung.

Von den 14 sonstigen Gebäuden gibt es für:

- 6 Objekte keine Heiz- und Wasserverbrauchswerte
- 2 Objekte keine Heizkostenwerte
- 2 Objekt keinen Stromverbrauch
- 2 Objekt keine Strom- und Heizkostenwerte
- 1 Objekt keine Wasserverbrauchswerte
- 1 Objekt keine Strom- und Wasserverbrauchswerte

### 3.4 Energieverbrauch und Kostenanalyse

#### 3.4.1 Energieverbrauch (Gesamtübersicht)

Der gesamte Wasser- und Energiebedarf aller Liegenschaften der Feuerwehr Köln (Feuer- und Rettungswachen sowie sonstige Objekte) stellt sich im Vergleich der Jahre 2016 und 2017 wie folgt dar:

Energie- und Wasserverbrauch (absolut)	2016	2017	Δ	Prozentual
Erdgas in kWh	6.305.917	7.151.398	845.481	13,4%
Fernwärme in kWh	451.161	750.853	299.692	66,4%
Heizöl in kWh	115.000	134.580	19.580	17,0%
Heizstrom in kWh	13.003	16.314	3.311	25,5%
<b>Gesamt Heizung in kWh</b>	<b>6.885.081</b>	<b>8.053.145</b>	<b>1.168.064</b>	<b>17,0%</b>
Strom in kWh	2.849.574	3.021.433	171.859	6,0%
Wasser in m <sup>3</sup>	33.674	39.902	6.227	18,5%

Tabelle 3.4.1: Unbereinigter Energie- und Wasserverbrauch der gesamten Feuerwehr Köln

Beim direkten Vergleich der unbereinigten Werte fällt auf, dass der gesamte Heizenergieverbrauch um 17,0%, der Stromverbrauch um 6,0% und der Wasserverbrauch ebenfalls zum Vorjahr um 18,5% zunehmen. Im Vergleich zum letztjährigen Energiebericht fallen die erhöhten Verbrauchswerte für das Jahr 2016 auf.

Dies liegt daran, dass für das Gebäude der Branddirektion in der Boltensternstraße, welches ab Oktober 2016 angemietet ist, für diesen Zeitraum bei der Erstellung des letzten Berichtes noch keine Abrechnungsdaten vorlagen, diese aber in diesem Bericht nachträglich mit berücksichtigt werden.

Bei den in Tabelle 3.4.1 aufgeführten Werten handelt es sich um sogenannte 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.

<b>Energie- und Wasserverbrauch (bereinigt)</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Δ</b>	<b>Prozentual</b>
Erdgas in kWh	7.417.986	7.947.820	529.833	7,1%
Fernwärme in kWh	559.757	946.075	386.318	69,0%
Heizöl in kWh	138.333	162.542	24.208	17,5%
Heizstrom in kWh	15.517	19.740	4.223	27,2%
<b>Gesamt Heizung in kWh</b>	<b>8.131.593</b>	<b>9.076.176</b>	<b>944.583</b>	<b>11,6%</b>
Strom in kWh	2.849.574,43	3.021.433,91	171.859	6,0%
Wasser in m <sup>3</sup>	33.674	39.902	6.227	18,5%

Tabelle 3.4.2: Bereinigter Energie- und Wasserverbrauch der gesamten Feuerwehr Köln

In der Tabelle 3.4.2 werden die mit dem Klimafaktor multiplizierten Verbrauchswerte dargestellt. Der gesamte Heizkostenverbrauch steigt nun um einen Wert von 11,6% im Vorjahresvergleich.

Auch die weiteren Werte verzeichnen Anstiege und weisen einen höheren Verbrauch auf. Zu einer Abweichung kann es aufgrund verschiedener Faktoren kommen (siehe Kapitel 3.2 Datengrundlage). Einer dieser Faktoren ist die Erfassung des Heizöls. Hier können keine absoluten Jahresverbräuche beschrieben werden, da hier immer wieder unregelmäßige Tankintervalle vorliegen. Des Weiteren können Abweichungen durch klimatische Änderungen hervorgerufen werden, z. B. durch einen vergleichsweise milden Winter. Laut dem Deutschen Wetterdienst war der Winter 2016/17 ein außergewöhnlich trockener und sehr sonnenreicher Winter. Auch der darauffolgende Winter 2017/18 wird ebenfalls als mild mit vielen Sonnenstunden beschrieben.

### 3.4.2 Kostenverteilung nach Nutzer bzw. Nutzungsart

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

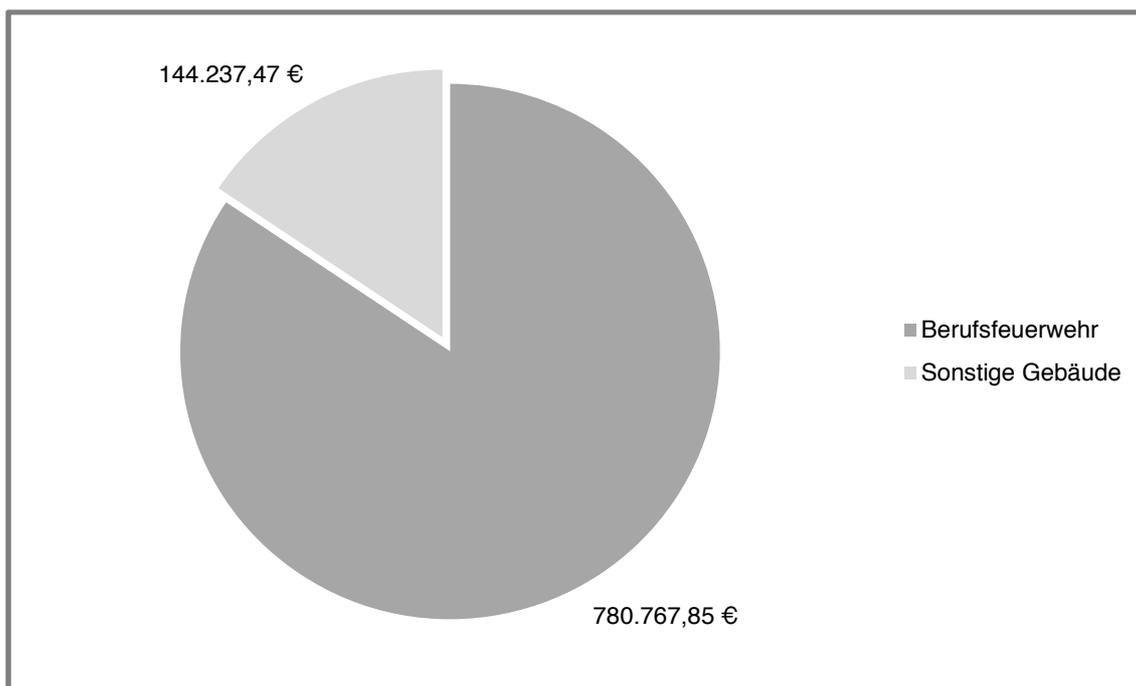


Abbildung 3.4.1: Verteilung der Gesamtkosten 2016 auf Nutzer bzw. Nutzungsart

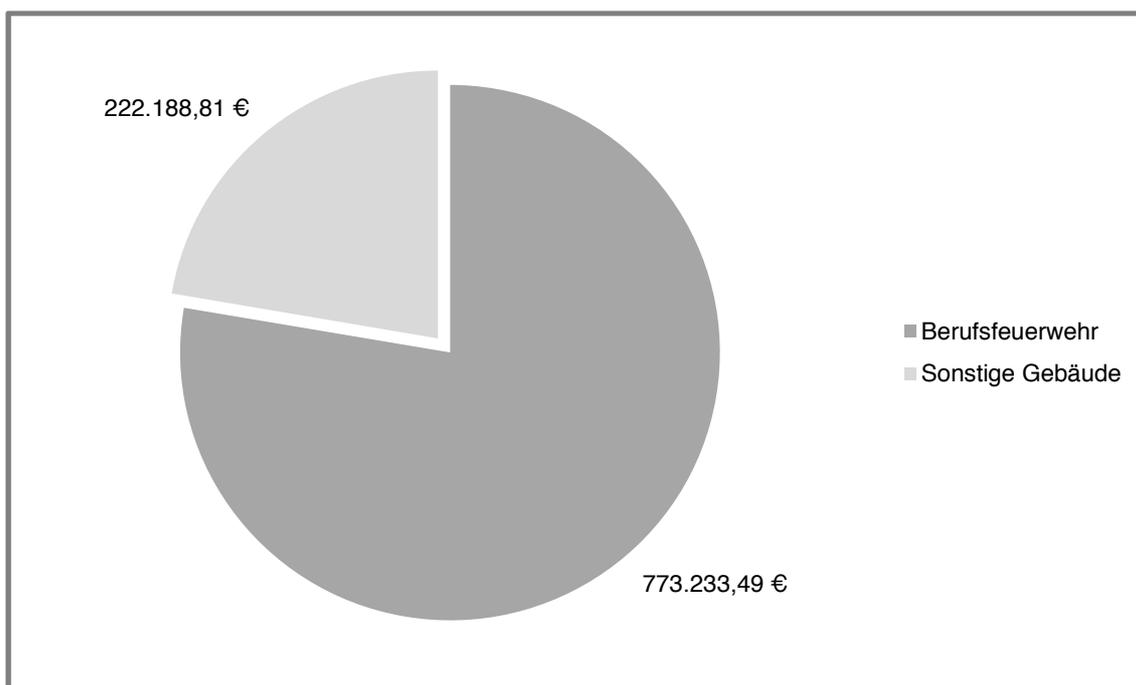


Abbildung 3.4.2: Verteilung der Gesamtkosten 2017 auf Nutzer bzw. Nutzungsart

Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Energiekosten durch die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr entsteht. Hierbei handelt es sich um Nutzungseinheiten, die immer einen 24-Stunden-Betrieb aufweisen. So wurden in diesem Segment im Jahr 2016 ca. 84,4% und 2017 ca. 77,7% aller Energiekosten verursacht. Der jeweils deutlich geringere Kostenanteil, 2016 von ca. 15,6% und 2017 von ca. 22,3% verteilt sich auf die sonstigen Gebäude. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um Gerätehäuser der Freiwilligen Feuerwehr, Lager und Werkstattgebäude, die keinem dauerhaften Dienstbetrieb ausgesetzt sind und oft nur wenige Stunden in der Woche personell besetzt sind.

### 3.4.3 Kostenübersicht

Gesamtkosten	2016	2017	Δ	Prozentual
Erdgas in €	332.740,71 €	292.346,22 €	- 40.394	-12,1%
Fernwärme in €	39.537,46 €	56.005,34 €	16.468	41,7%
Heizöl in €	5.247,78 €	7.487,67 €	2.240	42,7%
Heizstrom in €	2.955,76 €	3.761,08 €	805	27,2%
<b>Gesamt Heizung in €</b>	<b>380.481,71 €</b>	<b>359.600,31 €</b>	<b>-20.881</b>	<b>-5,5%</b>
Strom in €	479.804,49 €	561.107,61 €	81.303	16,9%
Wasser in €	64.719,11 €	74.714,37 €	9.995	15,4%
<b>Gesamt</b>	<b>925.005,32 €</b>	<b>995.422,30 €</b>	<b>70.417</b>	<b>7,6%</b>

Tabelle 3.4.3: Gesamtkosten 2016 / 2017 der Feuerwehr Köln

Im Jahr 2017 fand, wie in Tabelle 3.4.3 veranschaulicht, eine Kosteneinsparung von 5,5% im Bereich der Heizkosten statt. Zu erhöhten Kosten als im Vorjahr kam es in den Bereichen Strom mit 16,9% und Wasser mit 15,4%. Es kam zu gesamten erhöhten Kosten von 7,6%.

In der folgenden Abbildung 3.4.3 ist die Verteilung der Kosten nach Energieträger im Jahresvergleich veranschaulicht.

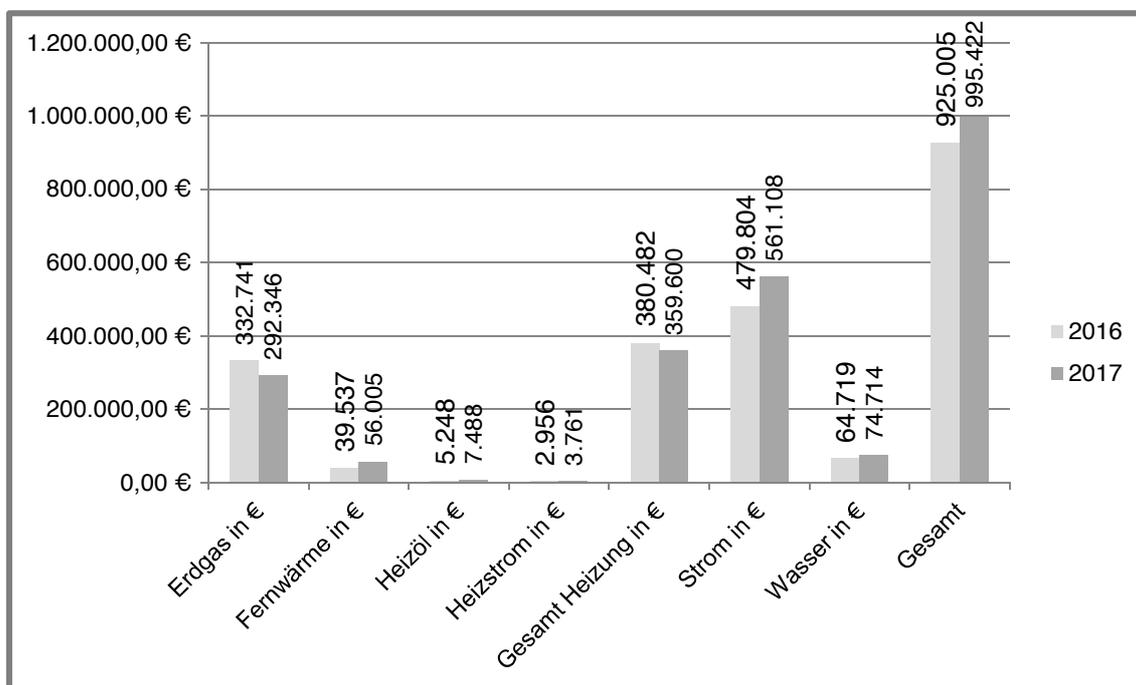


Abbildung 3.4.3: Aufteilung der Gesamtkosten nach Energieträgern im Vergleich 2016 und 2017

### 3.4.4 Detailübersicht mit Flächenbereinigung

Feuer- und Rettungswache	€/m <sup>2</sup>	Strom [kWh/m <sup>2</sup> ]	Wasser [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	Heizenergie bereinigt [kWh/m <sup>2</sup> ]	Heizenergie unbereinigt [kWh/m <sup>2</sup> ]
Feuer- und Rettungswache 1 (Innenstadt)	20,58	48,00	1,90	195,27	155,90
Feuer- und Rettungswache 2 (Marienburg)	14,12	57,37	0,35	86,39	71,25
Feuer- und Rettungswache 3 (Lindenthal)	13,25	28,25	0,28	164,95	137,84
Feuer- und Rettungswache 4 (Ehrenfeld)	22,29	37,50	0,40	325,49	265,71
Feuer- und Rettungswache 5 (Weidenpesch)	19,04	51,86	0,37	221,05	180,20
Feuer- und Rettungswache 6 (Chorweiler)	19,65	48,91	0,90	182,07	153,65
Feuer- und Rettungswache 7 (Porz-Urbach)	8,57	33,07	0,44	138,15	114,49
Feuer- und Rettungswache 8 (Ostheim)	17,14	57,53	0,82	107,38	88,74
Feuer- und Rettungswache 9 (Mülheim)	12,87	48,56	0,51	156,92	128,71
Feuer- und Rettungswache 10 (Deutz)	26,31	38,94	1,36	301,69	243,14
Feuer- und Rettungswache 14 (Lövenich)	10,05	36,37	0,59	156,41	130,88
Löschbootstation	16,93	89,68	0,83	179,20	144,42
FUSZ	26,42	111,32	0,70	128,13	104,45
Branddirektion	2,35	5,31	0,17	19,02	15,34
<b>Durchschnitt</b>	<b>16,40</b>	<b>49,48</b>	<b>0,69</b>	<b>168,72</b>	<b>138,19</b>

Tabelle 3.4.4: Kosten und Verbräuche pro Quadratmeter für die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr - 2016

Feuer- und Rettungswache	€/m <sup>2</sup>	Strom [kWh/m <sup>2</sup> ]	Wasser [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	Heizenergie bereinigt [kWh/m <sup>2</sup> ]	Heizenergie unbereinigt [kWh/m <sup>2</sup> ]
Feuer- und Rettungswache 1 (Innenstadt)	19,37	45,50	2,10	219,47	172,81
Feuer- und Rettungswache 2 (Marienburg)	13,73	55,56	0,38	101,81	82,77
Feuer- und Rettungswache 3 (Lindenthal)	12,07	28,69	0,26	176,33	145,73
Feuer- und Rettungswache 4 (Ehrenfeld)	17,70	36,17	0,42	310,25	250,20
Feuer- und Rettungswache 5 (Weidenpesch)	16,45	50,91	0,24	207,59	167,41
Feuer- und Rettungswache 6 (Chorweiler)	18,50	52,32	0,84	183,77	153,14
Feuer- und Rettungswache 7 (Porz-Urbach)	12,64	34,26	0,45	153,59	125,90
Feuer- und Rettungswache 8 (Ostheim)	17,13	52,34	0,90	135,72	110,34
Feuer- und Rettungswache 9 (Mülheim)	16,13	49,31	0,55	167,70	135,24
Feuer- und Rettungswache 10 (Deutz)	32,90	41,30	1,61	368,24	292,26
Feuer- und Rettungswache 14 (Lövenich)	14,90	37,37	0,67	181,27	149,81
Löschbootstation	29,56	90,38	1,22	185,75	147,42
FUSZ	23,52	107,90	0,62	129,13	104,14
Branddirektion	9,16	23,05	0,98	80,30	63,73
<b>Durchschnitt</b>	<b>18,13</b>	<b>50,36</b>	<b>0,80</b>	<b>185,78</b>	<b>150,06</b>

Tabelle 3.4.5: Kosten und Verbräuche pro Quadratmeter für die Feuer- und Rettungswachen der Berufsfeuerwehr – 2017

### 3.5 Zusammenfassung

Der Energiebericht des Amtes 37 stellt den Jahresvergleich zwischen den in den Jahren 2016 und 2017 erhobenen Daten dar. Es wurden erstmalig 2015 Daten erhoben und 2017 ein Energiebericht vom Amt 37 erarbeitet. Dieser Bericht für das Jahr 2017 stellt die Fortführung dieses Berichtes dar. Fortlaufend soll nun eine Erhebung von Daten stattfinden, die zukünftig einen Langzeitvergleich ermöglichen.

Wie im Jahr zuvor tragen die Standorte der Berufsfeuerwehr mit einem Anteil von ca. 81% die Hauptlast des Gesamtenergieverbrauches. Der hier ermittelte Energiebedarf bzw. –verbrauch wird durch den Einsatzdienst und die Einsatzhäufigkeit beeinflusst. Um das steigende Einsatzaufkommen im Brandschutz und Rettungsdienst bewältigen zu können, mussten Personal und Fahrzeuge aufgestockt werden und dieser Trend setzt sich weiter fort. Dennoch kann für das Jahr 2017 ein Rückgang der Energiekosten verzeichnet werden. Diese Kosteneinsparung ist vermutlich im milden Winter und mit dem Wirken der 2016 getroffenen Maßnahmen begründet, welche im Energiebericht für das Jahr 2016 beschrieben wurden.

### 3.6 Maßnahmen zur Energieeinsparung im Amt 37

Die Neubauten für die Feuerwachen in Weidenpesch und Kalk schreiten kontinuierlich voran und können in den nächsten Jahren bezogen werden. Im gleichen Maß können alte Standorte außer Betrieb genommen oder saniert werden. Alle Neubauten oder Sanierungen werden nach aktuellen Standards errichtet und mit modernen Heizungs- und Lüftungstechnologien ausgestattet. Das Feuerwehrzentrum in Kalk wird darüber hinaus mit einer Fotovoltaik-Anlage ausgestattet, die Rettungswache in Dellbrück ist mit Sonnenkollektoren zur Warmwassererzeugung errichtet worden. In den Bestandsgebäuden werden bereits seit Jahren alte konventionelle Heizungsanlagen gegen moderne Gasbrennwertheizungen mit modernen Regelungen getauscht.

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 Energieleitlinien-Energiestandards

Auch im aktuellen Berichtsjahr hat das Energiemanagement wieder Prüfungen und Stellungnahmen auf Einhaltung der Energieleitlinien bei insgesamt 23 Bauvorhaben durchgeführt. Hierbei werden sowohl Planungsunterlagen, als auch Leistungsverzeichnisse geprüft. Im Berichtsjahr 2018 waren erstmalig auch umfassende funktionale Leistungsbeschreibungen für sogenannte GU- bzw. TU- Projekte darunter. Im Frühjahr 2017 hat der Rat der Stadt Köln für 15 Schulbaumaßnahmen ein neuartiges Maßnahmenprogramm für forcierten Schulbau beschlossen mittels sogenannter Totalunternehmervergaben (TU) sowie Generalunternehmervergaben (GU). Der Totalunternehmer übernimmt im Rahmen eines Projektvertrages die vollständigen Planungs- und Ingenieurleistungen sowie alle baulichen Ausführungsleistungen, während der Generalunternehmer keine Planungen, aber alle baulichen Ausführungen übernimmt. Diese Leistungen werden in einer einzigen funktionalen Leistungsbeschreibung zusammengefasst und müssen den gesamten Anforderungskatalog des Bauherrn an das gewünschte Produkt „Schule“ enthalten. Hierbei musste es gelingen, auch die energiewirtschaftlichen Belange, die über die Energieleitlinien und weitere Kataloge beschrieben sind, eindeutig und umfassend zu integrieren, um spätere Unternehmereinlassungen von vorneherein zu vermeiden.

### 4.2 Baumaßnahmen zur Energieeinsparung

#### 4.2.1 Maßnahmen im Sondervermögen

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

Maßnahme	2005 – 2017	in 2018 fertig gestellt	Summe
Beleuchtungserneuerung	40	3	43
Heizung-/ Lüftungserneuerung	108	7	108
Fenstererneuerung	61	3	64
Generalinstandsetzung / Sanierung	50	2	52
Einbau Gebäudeautomation	58	0	58
Dachsanierung	89	4	93
Fassadensanierung	49	1	50
Öffentlich Private Partnerschaft	6	0	6
Energieanalysen	20	0	20
Dämmung oberster Geschoßdecken	63	0	63

Maßnahme	2005 – 2017	in 2018 fertig gestellt	Summe
Sonstige Maßnahmen	8	0	8
<b>Summe</b>	<b>552</b>	<b>20</b>	<b>572</b>

Tabelle 4.2.1: Umfang Energiesparmaßnahmen seit 2005

#### 4.2.2 Maßnahmen und Besonderheiten bei den Museen

##### Museum Ludwig /Philharmonie (ML/Phil):

Das Museum Ludwig wurde in den Energieberichten der Museen bisher als separates Gebäude betrachtet, obwohl es mit der Philharmonie einen großen Gebäudekomplex bildet und auch die technischen Anlagen keine eindeutige Trennung der Gebäude zulassen. Aufgrund dieser Besonderheit wird ab diesem Bericht der gesamte Energiebedarf des Gebäudes in den Bericht aufgenommen.

Folgende Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten wurden in 2017/18 umgesetzt:

- Die Mitte 2016 begonnene Teilsanierung der RLT-Anlagen 1.1 bis 1.4. wurde 2017 abgeschlossen.
- Umrüstung von ca. 60% der Sheddachbeleuchtung auf LED-Technik.
- Optimierung der Brunnenwasserrförderung zur Kostensenkung

Für 2019 ist die komplette Aufschaltung der Gebäudeautomation auf die zentrale Management- und Bedienebene (MBE) vorgesehen.

##### Museum für Angewandte Kunst Köln (MAKK):

Für das MAKK wurde eine umfangreiche energetische Gebäudeanalyse mit detaillierter Gebäudeaufnahme durchgeführt. Mittels dieser Daten können auch die Fenstersanierung des Gebäudes, die seit 2017 durchgeführt wird, und weitere Maßnahmen energetisch bewertet werden. Der Bericht wurde im Kulturausschuss vorgestellt.

Bedingt durch die Sanierungsarbeiten an den Fenstern waren einige Klimaanlageanlagen im Berichtszeitraum teilweise ausgeschaltet.

Folgende Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten wurden in 2017/18 umgesetzt:

- Erneuerung der Kälteanlagen
- Fenstersanierung im Overstolzensaal und einigen anderen Teilbereichen
- Optimierung des Brunnenwasserverbrauchs
- Sanierung der RLT-Anlagen 6 und 8, die Inbetriebnahme erfolgt 2019
- Aufschaltung aller Anlagen auf die MBE, Restarbeiten in 2019

##### Museum für Ostasiatische Kunst (MOK):

Folgende Maßnahme zur Senkung der Energiekosten wurde in 2017 umgesetzt:

- Sanierung der Ausstellungsbeleuchtung mit Umstellung auf LED-Technik. Das Museum wurde während der Sanierung der Ausstellungsbeleuchtung komplett für Besucher geschlossen. Dadurch ergab sich ein niedrigerer Stromverbrauch als in den Vorjahren.

In 2018 wurde die Erstellung einer Energieberatung begonnen, die 2019 abgeschlossen werden soll.



**Kulturzentrum am Neumarkt (KAN):**

Das Kulturquartier am Neumarkt beherbergt in seinem Gebäude das Museum Schnütgen, das Rautenstrauch-Joest-Museum sowie das JuniorMuseum und einen Veranstaltungssaal der Volkshochschule. Energietechnisch wird der gesamte Komplex als eine Einheit betrachtet.

Folgende Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten wurden in 2017/18 umgesetzt:

- Bereich Museum Schnütgen: Sanierung der Mess-Steuer- und Regeltechnik der Klimaanlage und Aufschaltung der Gebäudeautomation auf die zentrale (MBE) vorgesehen.
- Optimierung des Anlagenbetriebes Museum Schnütgen

Folgende Maßnahme ist in 2019 vorgesehen:

- Aufschaltung des gesamten Gebäudes auf die zentrale MBE der Museen

**Kölnisches Stadtmuseum (KSM):**

Aufgrund eines Wasserschadens musste die Hauptausstellung seit Juni komplett geschlossen werden

**Römisch-Germanisches Museum (RGM):**

Das Römisch-Germanische Museum ist Ende 2018 für die anstehende Generalsanierung geschlossen worden.

**Wallraf-Richartz-Museum (WRM):**

In 2017/18 wurden keine energierelevanten Maßnahmen im WRM durchgeführt.

**Altes Rautenstrauch-Joest-Museum am Ubierring:**

Der Museumsbau des alten Rautenstrauch-Joest- Museum am Ubierring wurde zum 01.01.2018 von dem Museum als Depot aufgegeben und das Gebäude in die Verantwortung des Liegenschaftsamtes übergeben.

## 4.3 Photovoltaik

### 4.3.1 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 1	15 kW <sub>P</sub>	2003
Berufsschule Eumeniusstraße 4	17 kW <sub>P</sub>	2004
Montessori GS Am Pistorhof 11	12 kW <sub>P</sub>	2007
Gesamtschule Adalbertstraße 17	10 kW <sub>P</sub>	2007
RS Petersenstraße 7	20 kW <sub>P</sub>	2008
Gymnasium Biggestraße 2	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 Geilenkircher Straße 52	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 Tollerstr. 1	14 kW <sub>P</sub>	2013
FSL Thymianweg 1a	74 kW <sub>P</sub>	2013
RS Neusser Str. 421	40 kW <sub>P</sub>	2013
HS Rendsburger Platz 1	36 kW <sub>P</sub>	2013
GS Ferdinandstr. 43	20 kW <sub>P</sub>	2014
GS/KITA Ottostr. 76	38 kW <sub>P</sub>	2014
Gesamtschule Adalbertstr 17, Mensa	36 kW <sub>P</sub>	2014
GGs Mommsenstr. 5-11	27 kW <sub>P</sub>	2015
Schule für Kranke, Florentine- Eichler-Str. 1	38 kW <sub>P</sub>	2015
<b>Summe</b>	<b>600 kW<sub>P</sub></b>	
<b>In Planung/Bau</b>		
Gymnasium Genovevastr.58	30 kW <sub>P</sub>	2019
Gymnasium Fühlinger Weg 4.	100 kW <sub>P</sub>	2019

GS Fühlinger Weg 7	30 kW <sub>P</sub>	2019
Gesamtschule Ossietzkystr .2	90 kW <sub>P</sub>	2018
<b>Summe</b>	<b>250 kW<sub>P</sub></b>	

Tabelle 4.3.1: Photovoltaikanlagen der Gebäudewirtschaft (Stand 31.10.2018)

Die Summe der im Betrieb befindlichen eigenen Photovoltaik-Anlagenleistung beläuft sich auf **600 kW<sub>P</sub>**, weitere Anlagen mit insgesamt **250 kW<sub>P</sub>** sind aktuell in Planung. Gleichzeitig wird verstärkt im Rahmen von Neubauplanungen oder Sanierungen eine Optimierung von eigenen PV Anlagen vorgesehen.

#### 4.3.2 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 2016 und 2017 gering. Insgesamt sind nun auf folgenden Schulen private Photovoltaik-Anlagen installiert:

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
Gymnasium Nikolausstraße 55	27 kW <sub>P</sub>	2005
Gesamtschule Raderthalgürtel 3	20 kW <sub>P</sub>	2007
Gymnasium Vogelsangerstr. 1	10 kW <sub>P</sub>	2007
GS Am Portzenacker 1b	24 kW <sub>P</sub>	2008
Gymnasium Kattowitzerstr. 52	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. 7	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.41	43 kW <sub>P</sub>	2011
GS Neue Sandkaul 23	61 kW <sub>P</sub>	2011
Gy Nikolausstr 55	22 kW <sub>P</sub>	2011
HS Nürnberger Str. 10	40 kW <sub>P</sub>	2011
GS Petersenstr.7 / Diesterweg	26 kW <sub>P</sub>	2011
GS Zum Hedelsberg 13	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
GS Kölner Str. 37	35 kW <sub>P</sub>	2013
Gesamtschule Stresemannstr. 30 – 40	98 kW <sub>P</sub>	2013

Anlage	Installierte Leistung	Betrieb seit
Wuppertaler Straße 19	37 kW <sub>P</sub>	2013
Schulstraße 18	30 kW <sub>P</sub>	2013
Halfengasse 25	35 kW <sub>P</sub>	2013
Neusserstr. 421	39 kW <sub>P</sub>	2014
Andreas-Hermes-Str. 2	15 kW <sub>P</sub>	2014
Kettelerstr. 14	30 kW <sub>P</sub>	2014
Westerwaldstr. 92	100 kW <sub>P</sub>	2016
Burgwiesenstr. 125	95 kW <sub>P</sub>	2017
Rochusstr. 145	95 kW <sub>P</sub>	2018
BA Porz Friedrich-Ebert-Ufer 64	95 kW <sub>P</sub>	2018
Judenkirchhofsweg 6	86 kW <sub>P</sub>	2018
GS Petersenstr.7 / Diesterweg	50 kW <sub>P</sub>	2018
<b>Summe</b>	<b>1482 kW<sub>P</sub></b>	

Tabelle 4.3.2: Photovoltaikanlagen privater Betreiber

Damit beträgt die installierte Photovoltaik-Leistung privater Betreiber mittlerweile **1.482 kW<sub>P</sub>**, insgesamt sind **2.082 kW<sub>P</sub>** auf Dächern städtischer Gebäude in Betrieb. Mit den bisher installierten Anlagen lassen sich etwa 604 Haushalte mit elektrischer Energie versorgen.<sup>6</sup>

**2.082 kW<sub>P</sub> Solarstrom auf städtischen Dächern kann den Stromverbrauch für 604 Haushalte liefern**

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

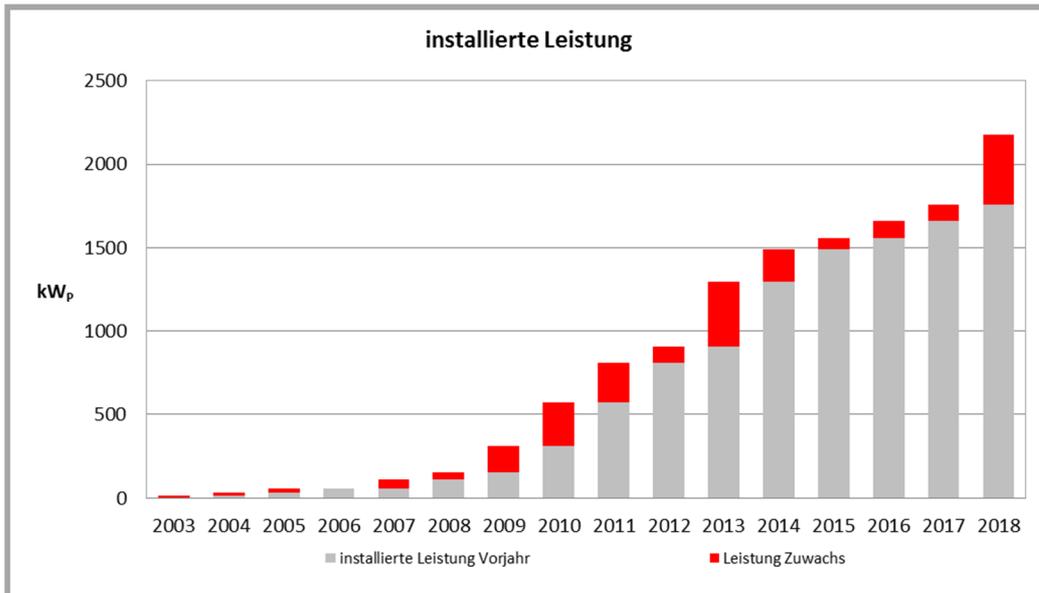


Abbildung 4.3.1: Zuwachs installierter Leistung städtischer und privater PV-Anlagen

#### 4.4 Energiecontrolling-Software „InterWatt“

Bereits im „Energiebericht 2014“ wurde über die geplante Beschaffung und Anwendung einer umfassenden Energiecontrolling-Software berichtet. Nach einem langwierigen Ausschreibungs- und Beschaffungsprozess konnte mittlerweile die Fachanwendungssoftware „Interwatt“ installiert werden.

Nachdem ca. 200 Liegenschaften in das System implementiert wurden, schreitet nun die zügige Einrichtung der zugehörigen Zähler für alle Medienarten (Strom, Wasser, Wärme) voran. Hierzu gehören unter anderem die Verbindung des Zählers mit dem Algorithmus zur Ausfilterung der täglich per E-Mail erfolgenden Datenlieferung des Versorgers, das Einstellen der Auflösung, Einheiten, Einspielen von Bestandsdaten. Ziel ist, dass für alle im System hinterlegten Zähler täglich automatisch Verbrauchsdaten eingelesen werden und am Folgetag für Auswertungen zur Verfügung stehen. Mittlerweile ist dies bei annähernd drei Viertel aller Zähler der Fall.

Parallel dazu erfolgen bei einigen Zählern noch Umbauten vor Ort durch den Messstellenbetreiber, damit die erforderlichen Verbrauchsdaten übertragen werden können.

Die engmaschige viertelstündliche Auflösung bei Strom bzw. stündliche Auflösung bei Gas/Fernwärme/Wasser ermöglichen bereits ersten Feststellungen von Verbrauchsauffälligkeiten und erfolgreichen Auswertungen. Unterschiedliche Darstellungs- und Vergleichsmöglichkeiten helfen hier bei der Auswertung der Ergebnisse. Mit diesem neuen Controlling- und Auswertungswerkzeug wird das Bemühen um Einsparmöglichkeiten und Erkennen von Fehlern und energetischen Defiziten in haustechnischen Anlagen und am Gebäude auf eine neue, effiziente Basis gestellt.

#### 4.5 Monitoring Passivhausbauten

Mit Inbetriebnahme der ersten im Passivhaus-Standard errichteten Gebäude hat das Energiemanagement besonderes Augenmerk auf deren erste Betriebsergebnisse gelegt. Die Aufschaltung der Heizungs- und Lüftungsanlagen auf die Gebäudeautomation ermöglicht zu diesem Zweck ein intensives und kontinuierliches Monitoring, das im Berichtsjahr auch verstärkt wahrgenommen wurde. Dadurch konnten mittlerweile Fehlfunktionen und Mängel in den betroffenen Objekten aufgedeckt werden. Deren Beseitigung wurde umgehend eingeleitet und soweit möglich wurden auch weitergehende Optimierungen kurzfristig umgesetzt. Im Ergebnis führte dies zu direkt ersichtlichen energetischen Einsparungen. Die folgende Grafik zeigt Wärmeverbräuche in den Monaten Februar 2018 bis November 2018 in drei Gebäuden in Passivhaus-Bauweise:

- WE 21218: Hardtgenbuscher Kirchweg 100 – Mensa mit OGTS im Schulzentrum Ostheim
- WE 21222: Humboldtstr. 2-8 – Mensa mit OGTS im Stadtgymnasium in Köln-Porz
- WE 21158: Neusser Str. 421 – Mensa mit OGTS im der Peter-Ustinov Realschule in Köln-Nippes

In den Objekten Hardtgenbuscher Kirchweg 100 und Neusser Str. 421 erfolgt die Bereitstellung von Warmwasser über Erdgas. Dadurch ist der Wärmeverbrauch in den Sommermonaten erklärbar. Im Hardtgenbuscher Kirchweg wurde im Juli 2018 eine Störung in der Kommunikation zwischen Kessel und Regelung festgestellt, die umgehend behoben wurde. Seitdem ist der Wärmeverbrauch deutlich gesunken.

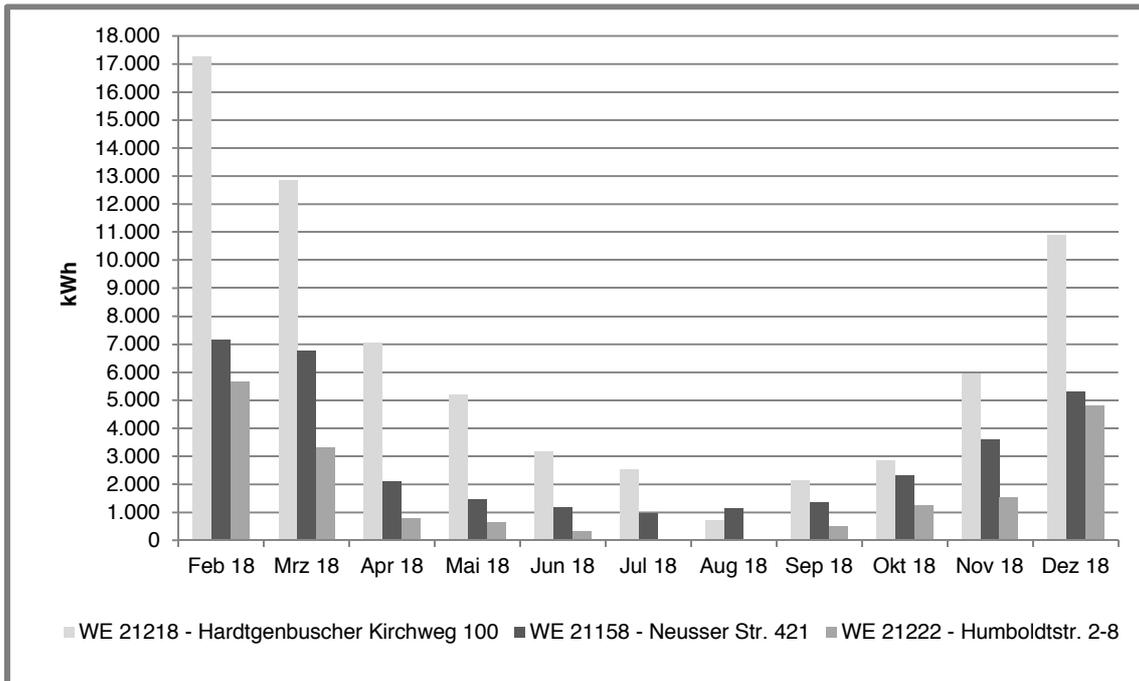


Abbildung 4.5.1: monatlicher Wärmeverbrauch in drei Passivhausbauten (Mensa mit OGTS)

In folgender Tabelle sind die geplanten Soll-Jahreswärmeverbräuche nach der Passivhausbilanzierung aufgeführt. Vergleicht man die Plan-Sollwerte mit den tatsächlichen Ist-Verbräuchen, so ist erkennbar, dass die über zehn Monate summierten Wärmeverbräuche (Februar bis November 2018) in den Objekten Mensa Humboldtstraße und Mensa Neusser Str. noch unterhalb der Jahres- Planwerte liegen.

Objekt	Plan nach PHPP (Jahres-Wärme- verbrauch in kWh)	Ist (Wärmeverbrauch Feb.-Dez. 2018)
WE 21218 - Hardtgenbuscher Kirchweg 100	31.889	70.653
WE 21222 - Humboldtstr. 2-8	17.597	18.940
WE 21158 - Neusser Str. 421	33.938	33.402

Tabelle 4.5.1: geplanter und tatsächlicher Wärmeverbrauch ausgewählter Passivhaus-Bauten

Als Fazit ist erkennbar, dass durch ein intensives Monitoring der Objekte und damit einhergehenden Störungserkennung bzw. Feststellungen von Abweichungen zum Regelbetrieb erfolgreich Energie eingespart werden kann. Das Energiemanagement wird auch weiterhin in besonderer Weise die Passivhaus-Bauten beobachten. Die bisherigen Ergebnisse lassen erwarten, dass die Wärmeverbräuche der drei Objekte weiter sinken und die Planwerte erreicht werden können.

## 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
Nettoraumfläche NRF	ist die Summe der nutzbaren Grundflächen eines Gebäudes. Sie setzt sich zusammen aus → Nutzungsfläche NUF, → Technische Funktionsfläche TF und → Verkehrsfläche VF
Nutzungsfläche NUF	die Nutzfläche (NUF) 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