



Die Gebäudewirtschaft ist eine Serviceeinrichtung der Stadt Köln



**Gebäudewirtschaft
der Stadt Köln**

Bauten – Management – Service

Energiebericht 2019

Erstellt durch:
Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Sachgebiet Energiemanagement

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 4 |
| 1.1 | Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft | 4 |
| 1.2 | Kurzfassung, Fazit, Ausblick | 7 |
| 2 | Energieverbrauchs- und Kostenstatistik 2018 | 10 |
| 2.1 | Energieverbrauch | 10 |
| 2.1.1 | Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs | 10 |
| 2.1.2 | Unbereinigter Gesamtverbrauch und Gesamtkosten | 11 |
| 2.1.3 | Heizenergie für Sondervermögen der GW, witterungs- und flächenbereinigt | 16 |
| 2.1.4 | Elektrische Energie für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt | 19 |
| 2.1.5 | Wasser für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt | 22 |
| 2.1.6 | Heizenergie, elektrische Energie, Wasser für Kulturbauten-Museen | 25 |
| 2.2 | Emissionen | 26 |
| 2.2.1 | Gesamtbilanz | 26 |
| 2.3 | Energiekosten | 29 |
| 2.3.1 | Gesamtbilanz | 29 |
| 2.3.2 | Heizenergie | 29 |
| 2.3.3 | Elektrische Energie | 30 |
| 2.3.4 | Wasser | 30 |
| 2.4 | Energiepreisvergleich | 31 |
| 2.5 | Energiekennwerte | 34 |
| 2.5.1 | Energiekostenkennwerte | 34 |
| 2.5.2 | Energieverbrauchskennwerte | 37 |
| 3 | Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr | 41 |
| 4 | Energiemanagement Sachstandsbericht | 42 |
| 4.1 | Energieleitlinien-Energiestandards | 42 |
| 4.2 | Baumaßnahmen zur Energieeinsparung | 42 |
| 4.2.1 | Maßnahmen im Sondervermögen | 42 |
| 4.2.2 | Maßnahmen und Besonderheiten bei den Museen | 44 |
| 4.2.3 | Energetische Analyse für das Museum für Ostasiatische Kunst – MOK | 45 |
| 4.3 | Ausstellung von Energieausweisen | 45 |
| 4.4 | Photovoltaik | 46 |
| 4.4.1 | Eigene Projekte | 46 |
| 4.4.2 | Investoren-Projekte | 47 |
| 4.5 | Energiecontrolling-Software „InterWatt“ | 50 |
| 4.6 | Monitoring Passivhausbauten | 50 |
| 5 | GLOSSAR | 53 |

Als Anlage erhältlich:

Teil 1: Energiekennwerte aller Objekte

Teil 2: Ranking Energiekennwerte

1 Einführung

1.1 Vorbemerkung -26- Gebäudewirtschaft

Der Energiebericht 2019 ergänzt die Verbrauchs- und Kostenstatistik um die Werte für das Verbrauchsjahr 2018, enthält die Aktualisierung der Anhänge „Energiekennwerte aller Objekte“ und „Ranking Energiekennwerte“ sowie den Sachstandsbericht 2019. Die in dem vorliegenden Bericht vorgenommenen Analysen beziehen sich auf den Gebäudebestand des Sondervermögens, dazu zählen Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindertagesstätten und Grünobjekte. Ergänzt wird der Bericht mit den Verbrauchsdaten der städtischen Museen, die seit April 2018 in den Zuständigkeitsbereich der Gebäudewirtschaft gerückt sind.

Die Nutzflächen werden durch das Flächenmanagement der Gebäudewirtschaft ermittelt. Berücksichtigt werden dabei nur Energiebezugsflächen nach EnEV.. 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 ²] | | Veränderung zum Vorjahr [%] | |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------|-----|---------------------------------|---------|--------------------------------|--------|
| | | | | | | | |
| Verwaltungs- gebäude | Eigene Zähler | 76 | 37 | 450.017 | 382.860 | 1,4% | 3,3 % |
| | Anmietung / NKA ² | | 39 | | 67.157 | | -8,5 % |
| Schulen | | 273 | | 1.560.988 | | 0,6 % | |
| Kindertages- stätten | Eigene Zähler | 232 | 173 | 171.019 | 133.121 | 0,3 % | 0,7 % |
| | Anmietung / NKA ² | | 59 | | 37.898 | | -1,1 % |
| Grünaufbauten ¹ | | 70 | | 37.512 | | -1,5 % | |
| Kulturbauten Museen | | 7 | | 94.823 | | 0,0 % | |
| Gesamt | | 659 | | 2.314.360 | | 5,0 % | |

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

Tabelle 1.1.1: Gebäudebestand am 31.12.2018

Für das Jahr 2018 liegt der flächenmäßig und in der Auswertung erfasste Gebäudebestand bei 659 Objekten. Wie im Vorjahr werden für die Verbrauchsdaten 2018 vorerst nur die Objekte mit eigenen Zählern ausgewertet. Es stehen für folgende Flächen keine Verbrauchswerte zur Verfügung:

| | | |
|---------|-----------------------|------------------------|
| Heizung | 51.874 m ² | 2,4 % der Gesamtfläche |
| Strom | 16.035 m ² | 0,7 % der Gesamtfläche |
| Wasser | 16.848 m ² | 0,8 % der Gesamtfläche |

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

- Von den 38 eigen genutzten Verwaltungsgebäuden gibt es für
 - Ein Objekt ohne Angabe eines Stromverbrauchs (interne Abrechnung, erfolgt immer nach Fertigstellung des Energieberichts).
 - Ein Objekt ohne Angabe eines Wasserverbrauchs (Abmietung und Abriss zum 31.12.2018)

- von 274 Schulen wurden 257 Objekte ausgewertet. Von den fehlenden Objekten sind
 - Acht Auslagerungsobjekte/Anmietungen (Nebenkosten in der Mietpauschale enthalten)
 - Zwei Objekte extern vermietet/nicht schulisch genutzt,
 - Fünf Objekte stehen wegen Umbau/Generalsanierungen leer
 - Zwei neue Schulbauten, für die noch keine Verbrauchsdaten vorliegen

- Von den 173 eigenen Kitas gibt es für
 - Drei Objekte keine Verbrauchsdaten, wegen Schließung/Auslagerung der Kitas
 - Ein Objekt ohne Verbrauchsdaten da es sich um eine temporäre Kita handelt
 - Ein Objekt wird extern vermietet
 - 21 Objekte keine auswertbaren Verbrauchsdaten für Wasser, da diese über die Nebenkostenabrechnung ohne Angabe eines Verbrauchs erhoben werden.

- Im Bereich Grünaufbauten haben
 - 47 Objekte keine Heizung (34 Friedhöfe, 13 Parkanlagen/Botanische Gärten sowie 2 Arbeiterunterkünfte/Bauhöfe)
 - 15 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)

Einführung

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 **2018** für den eigenen Gebäudebestand des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft und der Museen weist gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme von **6,2 %** für **Heizung** und **9,8 %** für **Wasser** sowie eine Reduzierung von **0,3 %** für **Strom** aus.

| Energie- und Wasserverbrauch | | 2018 | Veränderung zum Vorjahr |
|------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|
| Heizenergie, unbereinigt | | 218.606 MWh | -6,2 % |
| davon: | Erdgas | 126.297 MWh | -2,3 % |
| | Fernwärme | 83.331 MWh | -9,0 % |
| | Heizöl | 6.021 MWh | -28,4 % |
| | Sonstige | 2.957 MWh | -19,8 % |
| Strom | | 82.063 MWh | -0,3 % |
| Wasser | | 1.663.045 m ³ | -9,8 % |

Tabelle 1.2.1: Gesamtverbrauch, absolut ohne Witterungsbereinigung

Das Jahr **2018** war gegenüber dem Vorjahr wärmer. Es ist bezogen auf die GTZ (siehe Kap. 2.1.1) zusammen mit dem Jahr 2011 das zweitwärmste Jahr seit 2005. Die Daten stellen sich nach Durchführung der Witterungs- und Flächenbereinigung für die **Energie- und Wassereinsparung** im aktuellen Berichtsjahr **2018** gegenüber **2017** für die Objekte des Sondervermögens der Gebäudewirtschaft wie folgt dar:

| Energie- und Wassereinsparung, flächenbereinigt | 2018 | Veränderung zum Vorjahr |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Heizenergie, witterungsbereinigt | - 2.061 MWh | -0,8 % |
| Strom | - 1.085 MWh | -1,6 % |
| Wasser | 34.518 m ³ | 4,3 % |

Tabelle 1.2.2: Einsparungen im Verbrauchsjahr 2018

Im Bereich **Heizung** wurden demnach **0,8 %** weniger verbraucht, für **Strom** gab es eine Reduzierung von **1,6 %** und für **Wasser** einen Mehrverbrauch **4,3 %**. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich in den Kapiteln 2.1.3. bis 2.1.5.

| CO ₂ -Emissionen städtischer Objekte inkl. Museen (Heizenergie- und Strom) | 2018 | Veränderung zum Vorjahr |
|---|----------|-------------------------|
| CO ₂ | 54.691 t | -3,4 % |

Tabelle 1.2.3: Emissionen im Verbrauchsjahr 2018

Die **CO₂**- Emissionen der städtischen Gebäude (inklusive Museen) waren im Vergleich zum Vorjahr um **- 3,4 %** geringer.

Einführung

Die insgesamt angefallenen Kosten aller Objekte sind im Jahr **2018** gegenüber **2017** von **33,5 Mio. €** auf **34,0 Mio. €** gestiegen, das entspricht einer Zunahme von **1,5 %**.

| Energie- und Wasserkosten | 2018 | Veränderung zum Vorjahr * |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Heizenergie, gesamt | 15.888 T€ | 0,5 % |
| davon: | | |
| Erdgas | 5.752 T€ | - 13,0 % |
| Fernwärme | 9.147 T€ | - 13,7 % |
| Heizöl | 350 T€ | - 23,8 % |
| Sonstige | 338 T€ | - 12,3 % |
| Strom | 15.251 T€ | 0,2 % |
| Wasser | 3.195 T€ | 13,7 % |
| Gesamt | 34.035 T€ | 1,5 % |

*zur besseren Vergleichbarkeit wurden Kosten und Verbräuche aus den Vorjahreswerten rausgerechnet.

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:

Auch im Berichtsjahr wurde die konsequente Anwendung der Energieleitlinien zur Sicherstellung eines effizienten Energiestandards weiterverfolgt. Die aktuellen Methoden im Schulneubau gehen in Richtung eines verstärkten Einsatzes von Totalunternehmer(TU)- bzw. Generalunternehmer(GU)- Planungen. Diese stellen veränderte Ansprüche an eine energiewirtschaftliche Planungsbegleitung durch das Energiemanagement, wie sie sich in den letzten Jahren bewährt hat. Wurde im letzten Berichtsjahr bereits eine neue Planungsbeteiligung etabliert, hat sich diese aktuell bei den ersten eingereichten, umfassenden TU-Leistungsangeboten vielversprechend weiterentwickelt. Bei den ersten zwei nach diesem Verfahren begonnen Schul-Neubauprojekten wurden die entwickelten Planungen einer kritischen energetischen Prüfung unterzogen und in einem fachlichen Austausch mit den beteiligten Planern alle Belange zur Einhaltung der Energieleitlinien angemessen berücksichtigt.

Regenerative Energie:

Insgesamt 24 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 747 kW Peak installiert. Die Verpachtung städtischer Dachflächen zur Installation privater Photovoltaik-Anlagen ist im Berichtsjahr konstant geblieben liegt weiterhin bei 33 Anlagen mit insgesamt **1.462 kW_P**. Damit sind auf städtischen Dächern **2.209 kW_P** installiert, die eine Strommenge produzieren, durch die etwa 568 Haushalte mit Strom versorgt werden können. Eine bis ins Jahr 2025 reichende Kalkulation über den Zuwachs der Photovoltaik-Leistung, die aufgrund laufender Planungsprojekte bereits feststeht, kommt auf die Summe von zusätzlich **1.300 kW_P**. Parallel dazu ist vorgesehen, zukünftig auch auf dafür geeigneten Bestandsdächern eigene Photovoltaikanlagen zu errichten. Hiermit wird ein weiterer Schritt zur forcierten Nutzung regenerativer Energien gegangen und eindringlich ein aktiver Part zur Eindämmung des Klimawandels und seiner Auswirkungen dokumentiert.

Energiedienst:

Der mobile Energiedienst des Energiemanagements überprüft die technischen Anlagen in den Gebäuden routinemäßig und in Fällen von besonderen Auffälligkeiten. Hierbei werden die vorhandenen technischen Einrichtungen von Heizungs-, Elektro- und Sanitärinstallationen (Wasserversorgung) in Augenschein genommen und automatisierte Einstellungen an eine optimale Nutzung angepasst. Auch im Berichtsjahr wurde die forcierte Überprüfung in den Gebäuden durch den Energiedienst erfolgreich fortgesetzt. So konnten mit messtechnischen Nachweisen wiederum große Verlustpotenziale aufgedeckt und behoben werden. Allein im Bereich der Wasserversorgung konnten Verluste durch Undichtigkeiten und Defekte von Wasserleitungen, ständig laufende Toilettenspülungen, falsch programmierte Urinalspülungen, klemmende Unterputzventile und falsch programmierte Steuerungen von Hygienespüleinrichtungen, um nur ein paar Beispiele zu nennen, kurzfristig erkannt und behoben werden. Unterstützung hierbei lieferte bereits der Einsatz der neuen Energiecontrolling-Software mit täglich verfügbaren Verbrauchsdaten. Als Erfolg der damit vermiedenen Wasserverluste lässt sich bezogen auf ein Jahr eine Summe von rund 300.000 Euro hochrechnen.

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 2018

2.1 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch 2018 beinhaltet die Verbrauchs- und Kostendaten der Gebäude aus dem Sondervermögen der Gebäudewirtschaft, also Verwaltungsgebäude, Schulen, Kitas, Grünobjekte und die Museen der Stadt Köln. Die Feuerwehr ist in diesem Bericht leider nicht mehr vertreten, da die erforderlichen Daten nicht rechtzeitig zur Verfügung standen.

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 **2017** = 3.056

GTZ **2018** = 2.934

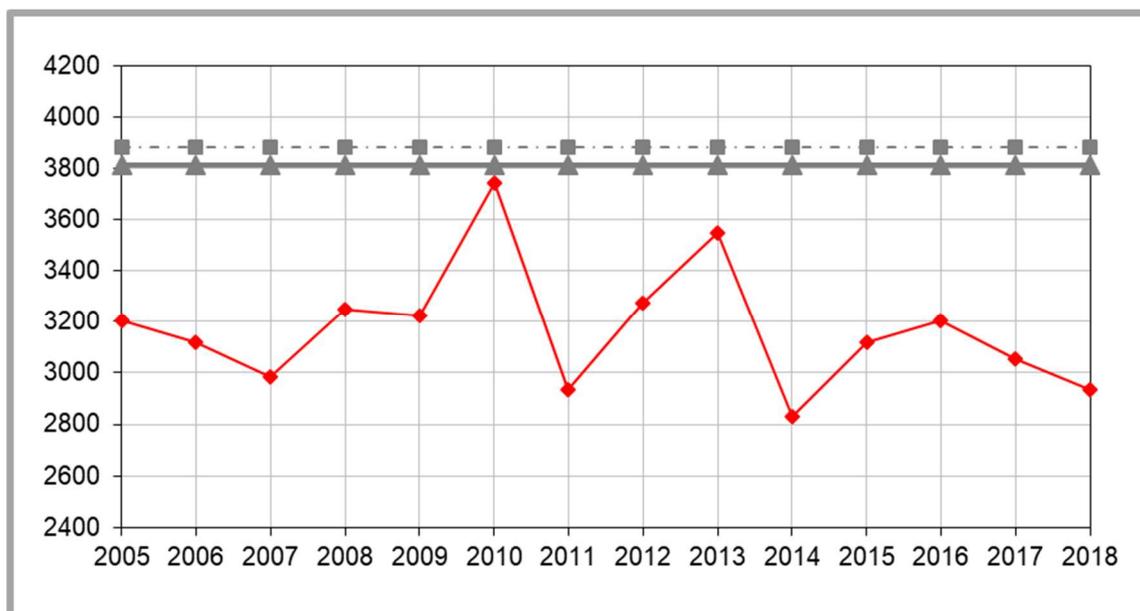


Abbildung 2.1.1: GTZ Köln und Norm GTZ für Potsdam

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) 97 %, 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) 2 % der Gesamtkosten.

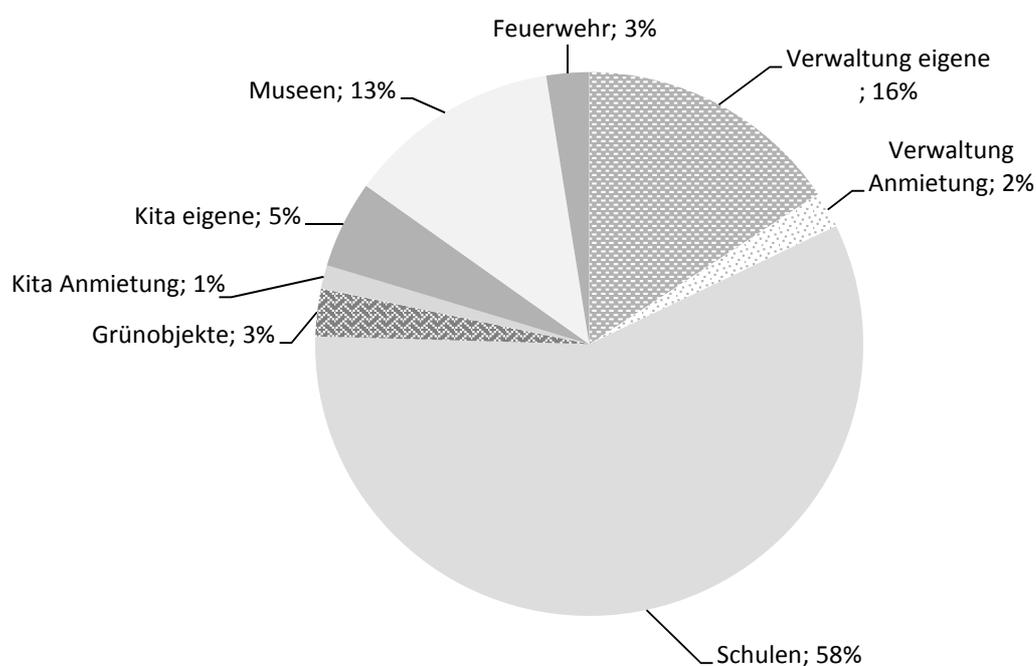


Abbildung 2.1.2: Kostenanteile der Gebäude mit eigener und mit Nebenkostenabrechnung für 2017

Die folgende Tabelle 2.1.1 und Tabelle 2.1.2 zeigen hierzu die aktualisierte vollständige Verbrauchs- und Kostenstatistik für 2016 und 2017.

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. Für die Berufsfeuerwehr -37- standen für 2018 keine Daten zur Verfügung.

| unbereinigt | Heizung | | | | | Strom | Wasser |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
| | Erdgas | Fernwärme | Heizöl | Sonstige | Gesamt | Gesamt | Gesamt |
| | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [m ³] |
| Verwaltungsgebäude | | | | | | | |
| 2016 | 11.292 | 15.898 | 2.330 | 0 | 29.520 | 21.327 | 87.871 |
| 2017 | 11.301 | 17.110 | 2.390 | 259 | 31.060 | 21.487 | 108.146 |
| Veränderung zum Vorjahr | 0,1% | 7,6% | 2,6% | 100% | 5,2% | 0,7% | 23,1% |
| Schulen | | | | | | | |
| 2016 | 106.564 | 49.225 | 6.213 | 3.370 | 165.372 | 37.749 | 453.849 |
| 2017 | 105.511 | 54.974 | 5.615 | 2.949 | 169.049 | 39.128 | 452.348 |
| Veränderung zum Vorjahr | -1,0% | 11,7% | -9,6% | -12,5% | 2,2% | 3,7% | -0,3% |
| Kindertagesstätten | | | | | | | |
| 2016 | 11.719 | 2.979 | 424 | 463 | 15.585 | 4.951 | 75.837 |
| 2017 | 10.060 | 2.290 | 311 | 504 | 13.164 | 4.959 | 88.413 |
| Veränderung zum Vorjahr | -14,2% | -23,1% | -26,7% | 8,9% | -15,5% | 0,2% | 16,6% |
| Grünobjekte | | | | | | | |
| 2016 | 4.584 | 2.007 | 235 | 207 | 7.033 | 1.103 | 256.327 |
| 2017 | 4.199 | 1.233 | 97 | 235 | 5.764 | 1.063 | 154.145 |
| Veränderung zum Vorjahr | -8,4% | -38,6% | -58,8% | 13,5% | -18,0% | -3,6% | -39,9% |
| Kultur | | | | | | | |
| 2016 | 0 | 19.411 | 0 | 0 | 19.411 | 18.365 | 870.684 |
| 2017 | 0 | 19.360 | 0 | 0 | 19.360 | 18.004 | 1.055.197 |
| Veränderung zum Vorjahr | 0,0 % | -0,3 % | 0,0 % | 0,0 % | -0,3 % | -2,0 % | 21,2 % |
| Gesamt | | | | | | | |
| 2016 | 134.159 | 89.520 | 9.202 | 4.040 | 236.921 | 83.496 | 1.744.568 |
| 2017 | 131.070 | 94.968 | 8.413 | 3.947 | 238.398 | 85.206 | 1.858.248 |
| Veränderung Vorjahr zum | -2,3 % | 7,8 % | -8,6 % | -2,3 % | 0,6 % | 2,3 % | -8,1 % |

Tabelle 2.1.1: Gesamtverbrauch 2016 und 2017 unbereinigt einschließlich Anmietungen

| | Heizung | | | | Gesamt [EUR] | Strom Gesamt [EUR] | Wasser | | Gesamt [EUR] | Kosten Gesamt [EUR] |
|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| | Erdgas [EUR] | Fernwärme [EUR] | Heizöl [EUR] | sonstige [EUR] | | | Frischwasser [EUR] | Abwasser [EUR] | | |
| Verwaltungsgebäude | | | | | | | | | | |
| 2016 | 619.348 | 1.672.153 | 117.916 | 0 | 2.409.417 | 3.787.058 | 151.190 | 126.265 | 277.455 | 6.473.929 |
| 2017 | 499.615 | 1.500.771 | 129.538 | 267.067 | 2.396.991 | 3.905.884 | 161.270 | 100.647 | 261.916 | 6.564.791 |
| Veränderung zum Vorjahr | -19 % | -10 % | 10 % | 100 % | -1 % | 3 % | 7 % | -20 % | -6 % | 1 % |
| Schulen | | | | | | | | | | |
| 2016 | 5.869.144 | 5.615.996 | 367.873 | 243.358 | 12.096.371 | 7.591.005 | 809.571 | 590.634 | 1.400.205 | 21.087.581 |
| 2017 | 5.433.035 | 5.049.055 | 300.685 | 278.634 | 11.061.409 | 7.496.370 | 824.667 | 693.591 | 1.518.258 | 20.076.037 |
| Veränderung zum Vorjahr | -7 % | -10 % | -18 % | 14 % | -9 % | -1 % | 2 % | 17 % | 8 % | -5 % |
| Kindertagesstätten | | | | | | | | | | |
| 2016 | 716.123 | 351.254 | 26.112 | 65.994 | 1.159.483 | 1.226.307 | 125.268 | 74.751 | 200.019 | 2.585.809 |
| 2017 | 600.703 | 233.265 | 17.223 | 322.630 | 1.173.822 | 1.098.489 | 154.849 | 60.395 | 215.244 | 2.487.555 |
| Veränderung zum Vorjahr | -16 % | -34 % | -34 % | 389 % | 1 % | -10 % | 24 % | -19 % | 8 % | -4 % |
| Grünobjekte | | | | | | | | | | |
| 2016 | 260.626 | 184.202 | 16.147 | 28.084 | 489.060 | 262.579 | | | 455.773 | 1.207.412 |
| 2017 | 191.358 | 138.216 | 11.855 | 35.756 | 377.185 | 272.497 | | | 286.334 | 936.016 |
| Veränderung zum Vorjahr | -27 % | -25 % | -27 % | 27 % | -23 % | 4 % | | | -37 % | -22 % |
| Kultur | | | | | | | | | | |
| 2016 | 0 | 1.456.625 | 0 | 0 | 1.465.625 | 2.855.926 | 80.173 | 231.451 | 311.624 | 4.633.175 |
| 2017 | 0 | 1.273.648 | 0 | 0 | 1.273.648 | 2.971.588 | 109.175 | 439.032 | 548.207 | 4.793.444 |
| Veränderung zum Vorjahr | 0,0 % | -13,0 % | 0,0 % | 0,0 % | -13,1 % | 4,0 % | 36,2 % | 89,7 % | 75,9 % | 3,5 % |
| Gesamt | | | | | | | | | | |
| 2016 | 7.465.240 | 7.823.605 | 528.048 | 337.437 | 16.154.330 | 12.866.949 | 1.086.029 | 791.650 | 1.877.679 | 30.898.959 |
| 2017 | 6.724.712 | 6.921.307 | 459.301 | 904.087 | 15.009.407 | 12.773.240 | 1.140.786 | 854.633 | 1.995.419 | 29.778.066 |
| Veränderung zum Vorjahr | -9,9 % | -11,5 % | -13,0 % | 167,9 % | -7,1 % | -0,7 % | 5,0 % | 8,0 % | 6,3 % | -3,6 % |

Tabelle 2.1.2: Gesamtkosten 2016 und 2017 einschließlich Anmietungen

| unbereinigt | Verbrauch | | | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|
| | Heizung | | | | Gesamt | Strom | Wasser |
| | Erdgas | Fernwärme | Heizöl | Sonstige | | | |
| [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [MWh] | [m³] | |
| Verwaltungsgebäude | | | | | | | |
| 2017 | 9.994 | 15.063 | 2.390 | 0 | 27.447 | 19.901 | 99.342 |
| 2018 | 9.145 | 14.949 | 1.580 | 0 | 25.674 | 20.144 | 92.460 |
| Veränderung zum Vorjahr | -8,5 % | -0,8 % | -33,9 % | 0,0 % | -6,5 % | 1,2 % | -6,9 % |
| Schulen | | | | | | | |
| 2017 | 105.511 | 53.804 | 5.615 | 2.949 | 167.879 | 39.354 | 451.820 |
| 2018 | 103.663 | 47.218 | 4.124 | 2.354 | 157.362 | 39.347 | 470.692 |
| Veränderung zum Vorjahr | -1,8 % | -12,2 % | -26,5 % | -20,2 % | -6,3 % | 0,0 % | 4,2 % |
| Kindertagesstätten | | | | | | | |
| 2017 | 9.625 | 2.101 | 311 | 504 | 12.540 | 4.018 | 83.292 |
| 2018 | 9.411 | 1.981 | 190 | 496 | 12.079 | 4.010 | 80.155 |
| Veränderung zum Vorjahr | -2,2 % | -5,7 % | -38,9 % | -1,5 % | -3,7 % | -0,2 % | -3,8 % |
| Grünobjekte | | | | | | | |
| 2017 | 4.199 | 1.233 | 97 | 235 | 5.764 | 1.063 | 154.145 |
| 2018 | 4.078 | 870 | 124 | 106 | 5.178 | 1.081 | 200.041 |
| Veränderung zum Vorjahr | -2,9 % | -29,4 % | 27,5 % | -54,8 % | -10,2 % | 1,7 % | 29,8 % |
| Kultur | | | | | | | |
| 2017 | 0 | 19.360 | 0 | 0 | 19.360 | 18.004 | 1.055.197 |
| 2018 | 0 | 18.313 | 0 | 0 | 18.313 | 17.481 | 819.697 |
| Veränderung zum Vorjahr | 0,0 % | -5,4 % | 0,0 % | 0,0 % | -5,4 % | -2,9 % | -22,3 % |
| Feuerwehr | | | | | | | |
| 2017 | | | | | | | |
| 2018 | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. |
| Veränderung zum Vorjahr | | | | | | | |
| Gesamt | | | | | | | |
| 2017 | 129.328 | 91.562 | 8.412 | 3.688 | 232.991 | 85.362 | 1.843.796 |
| 2018 | 126.297 | 83.331 | 6.021 | 2.957 | 218.606 | 82.063 | 1.663.045 |
| Veränderung zum Vorjahr | -2,3 % | -9,0 % | -28,4 % | -19,8 % | -6,2 % | -0,3 % | -9,8 % |

Tabelle 2.1.3: Gesamtverbrauch 2017 und 2018 unbereinigt ohne Anmietungen

Differenzen zu den Verbrauchszahlen aus dem Vorjahresbericht ergeben sich aus nachträglichen Rechnungs- und/oder Verbrauchskorrekturen seitens des Energieversorgers. Von anderen Dezernaten lagen bis zum Redaktionsschluss keine Verbrauchs- und Kostenangaben vor.

| | Heizung | | | | Gesamt [EUR] | Strom Gesamt [EUR] | Wasser | | Gesamt [EUR] | Kosten Gesamt [EUR] |
|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| | Erdgas [EUR] | Fernwärme [EUR] | Heizöl [EUR] | Sonstige [EUR] | | | Frischwasser [EUR] | Abwasser [EUR] | | |
| Verwaltungsgebäude | | | | | | | | | | |
| 2017 | 449.337 | 1.374.404 | 129.480 | 0 | 1.953.221 | 3.564.285 | 152.664 | 97.906 | 250.570 | 5.768.076 |
| 2018 | 422.667 | 1.594.109 | 113.596 | 0 | 2.130.372 | 3.655.959 | 176.760 | 100.734 | 277.494 | 6.063.825 |
| Veränderung zum Vorjahr | -5,9 % | 16,0 % | -12,3 % | 0 % | 9,1 % | 2,6 % | 15,8 % | 2,9 % | 10,7 % | 5,1 % |
| Schulen | | | | | | | | | | |
| 2017 | 5.433.035 | 5.045.473 | 300.685 | 281.806 | 11.060.998 | 7.522.440 | 827.067 | 694.070 | 1.521.137 | 20.104.575 |
| 2018 | 4.664.919 | 5.933.368 | 206.195 | 260.535 | 11.065.018 | 7.595.657 | 1.044.197 | 868.941 | 1.913.137 | 20.573.812 |
| Veränderung zum Vorjahr | -14,1 % | 17,6 % | -31,4 % | -7,5 % | 0,0 % | 1,0 % | 26,3 % | 25,2 % | 25,8 % | 2,3 % |
| Kindertagesstätten | | | | | | | | | | |
| 2017 | 540.141 | 216.860 | 17.223 | 68.528 | 842.753 | 885.184 | 146.618 | 57.640 | 204.259 | 1.932.196 |
| 2018 | 443.954 | 249.466 | 19.003 | 48.981 | 761.404 | 856.303 | 156.497 | 71.009 | 227.506 | 1.845.213 |
| Veränderung zum Vorjahr | -17,8 % | 15,0 % | 10,3 % | -28,5 % | -9,7 % | -3,3 % | 6,7 % | 23,2 % | 11,4 % | -4,5 % |
| Grünobjekte | | | | | | | | | | |
| 2017 | 191.358 | 138.216 | 11.855 | 35.756 | 377.185 | 272.497 | | | 286.334 | 936.016 |
| 2018 | 220.956 | 68.806 | 10.972 | 28.965 | 329.698 | 220.731 | | | 394.639 | 945.069 |
| Veränderung zum Vorjahr | 15,5 % | -50,2 % | -7,4 % | -19,0 % | -12,6 % | -19,0 % | | | 37,8 % | 1,0 % |
| Kultur | | | | | | | | | | |
| 2017 | 0 | 1.273.648 | 0 | 0 | 1.273.648 | 2.971.588 | 439.032 | 109.175 | 548.207 | 4.793.444 |
| 2018 | 0 | 1.301.727 | 0 | 0 | 1.301.727 | 2.922.874 | 307.598 | 74.721 | 382.319 | 4.606.919 |
| Veränderung zum Vorjahr | 0 % | 2,2 % | 0 % | 0 % | 2,2 % | -1,6 % | -29,9 % | -31,6 % | -30,3 % | -3,9 % |
| Feuerwehr | | | | | | | | | | |
| 2017 | | | | | | | | | | |
| 2018 | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. | k. A. |
| Veränderung zum Vorjahr | | | | | | | | | | |
| Gesamt | | | | | | | | | | |
| 2017 | 6.613.872 | 8.048.601 | 459.243 | 386.090 | 15.507.806 | 15.215.995 | 1.235.525 | 1.288.648 | 2.810.507 | 33.534.307 |
| 2018 | 5.752.496 | 9.147.476 | 349.765 | 338.481 | 15.588.219 | 15.251.524 | 1.685.051 | 1.115.405 | 3.195.095 | 34.034.838 |
| Veränderung zum Vorjahr | -13,0 % | 13,7 % | -23,8 % | -12,3 % | 0,5 % | 0,2 % | 36,4 % | -13,4 % | 13,7 % | 1,5 % |

Tabelle 2.1.4: Gesamtkosten 2017 und 2018 **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 ² | % |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | | $6 = (5/5VJ - 1) * 100$ |
| 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 | |
| Gesamt | 2005 | | 252.897 | 302.862 | 165 | |
| 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% |
| Gesamt | 2006 | | 248.048 | 300.624 | 163 | -1,2% |
| 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% |
| Gesamt | 2007 | | 216.757 | 289.313 | 153 | -6,1% |
| 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% |
| Gesamt | 2008 | | 242.913 | 294.025 | 154 | 0,7% |
| 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% |
| Gesamt | 2009 | | 248.730 | 297.881 | 153 | -0,6% |
| 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% |
| Gesamt | 2010 | | 270.637 | 290.781 | 150 | -2,0% |
| 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% |
| Gesamt | 2011 | | 219.534 | 288.868 | 147 | -2,0% |
| 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% |
| Gesamt | 2012 | | 231.793 | 271.427 | 139 | -5,4% |

| Objektart | Jahr | Gradtag- zahl | tatsächlicher Verbrauch | Witterungs- bereinigter Verbrauch | flächenspezifisch er Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|----------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|---|------------------------------|-------------------------------------|
| | | K x d | MWh | MWh | kWh/m ² | % |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | | $6 = (5/5VJ - 1) * 100$ |
| 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% |
| Gesamt | 2013 | | 236.812 | 258.078 | 129 | -7,2% |
| 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% |
| Gesamt | 2014 | | 184.694 | 255.063 | 126 | -2,3% |
| 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% |
| Gesamt | 2015 | | 188.463 | 260.268 | 128 | 1,6% |
| 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% |
| Gesamt | 2016 | | 217.898 | 259.299 | 124 | -3,1% |
| 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% |
| Gesamt | 2017 | | 215.094 | 264.565 | 128 | 3,2% |
| Verwaltung | 2018 | 2934 | 25.188 | 32.996 | 87 | -4,4% |
| Schulen | 2018 | 2934 | 157.621 | 206.483 | 135 | -0,7% |
| KITAs | 2018 | 2934 | 11.985 | 15.701 | 122 | 2,5% |
| Grünobjekte | 2018 | 2934 | 5.219 | 6.837 | 240 | -5,9% |
| Gesamt | 2018 | | 200.013 | 262.017 | 127 | -0,8% |
| Einsparung spezifisch | kWh/m² | | | | 1 | |
| Einsparung absolut | MWh | | | | 2.061 | |
| Gesamtfläche | m² | | | | 2.060.770 | |

Tabelle 2.1.5: Gesamtverbrauch, witterungs- und flächenbereinigte Einsparung Heizung

Gegenüber dem Vorjahr wurden **0,8 %** weniger Heizenergie verbraucht als 2017. Das entspricht einer Menge von **2.061 MWh**. Die Kitas liegen mit 122 kWh/m² auf einem leicht erhöhten Niveau wie im Vorjahr, bei den Grünobjekten hat sich der Verbrauch nochmals reduziert. Durch den hohen Anteil an Heizöl und Flüssiggas kommt es hier allerdings immer wieder zu starken Schwankungen im Verbrauch.

**Einsparung seit
2005:
23 %**

Der Bedarf im Bereich Verwaltungsgebäude ist um 4,4 % gesunken, Schulen weisen eine leichte Verbrauchsminderung von **-0,7 %** auf.

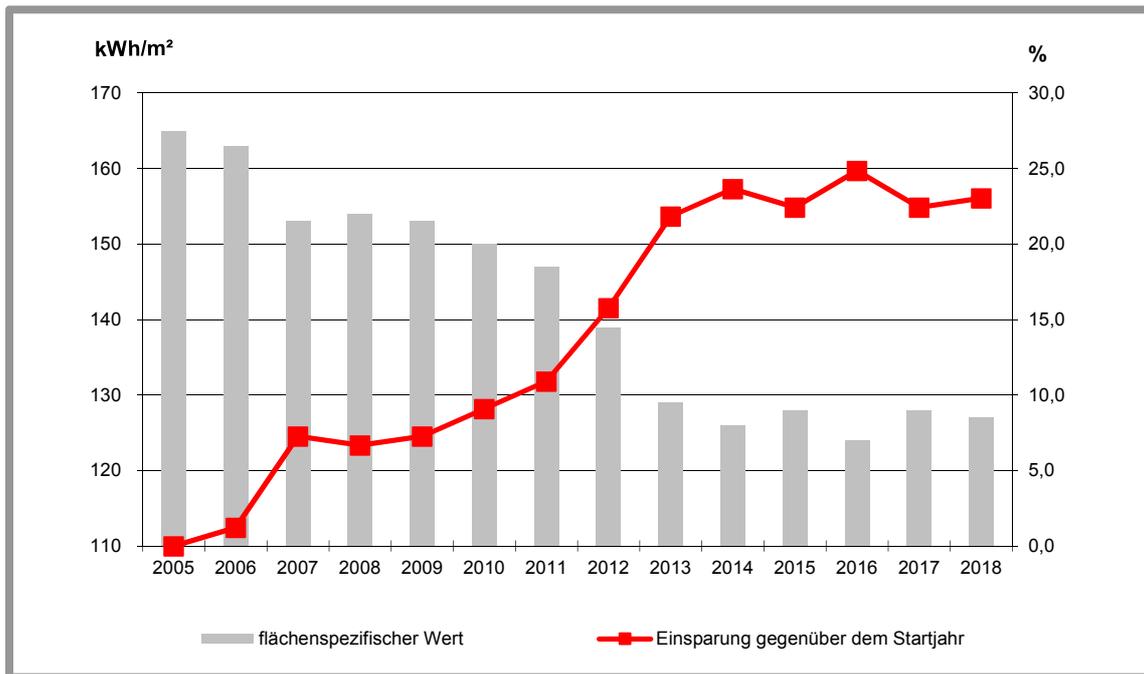


Abbildung 2.1.3: Kennwerte und Einsparung Heizung 2005 – 2018

2.1.4 Elektrische Energie für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt

| Objektart | Jahr | tatsächlich | flächenspezifischer Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|---------------|-------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | MWh | kWh/m ² | % |
| | 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 | |
| Gesamt | 2005 | 64.720 | 34,4 | |
| 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% |
| Gesamt | 2006 | 63.183 | 33,3 | -3,0% |
| 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% |
| Gesamt | 2007 | 63.384 | 32,9 | -1,3% |
| 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% |
| Gesamt | 2008 | 64.310 | 33,1 | 0,7% |
| 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% |
| Gesamt | 2009 | 65.911 | 33,5 | 1,1% |
| 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% |
| Gesamt | 2010 | 63.985 | 32,2 | -4,1% |
| 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% |
| Gesamt | 2011 | 62.240 | 30,8 | -4,3% |
| 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% |
| Gesamt | 2012 | 65.118 | 31,9 | 3,9% |

| Objektart | Jahr | tatsächlich | flächenspezifischer Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | MWh | kWh/m ² | % |
| | 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% |
| Gesamt | 2013 | 64.747 | 31,5 | -1,3% |
| 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% |
| Gesamt | 2014 | 63.183 | 30,3 | -3,8% |
| 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% |
| Gesamt | 2015 | 64.572 | 30,5 | 0,7% |
| 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% |
| Gesamt | 2016 | 67.997 | 31,9 | 4,6% |
| 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% |
| Gesamt | 2017 | 66.571 | 31,3 | -1,9% |
| Verwaltung | 2018 | 21.499 | 51,1 | -1,6% |
| Schulen | 2018 | 39.347 | 25,4 | -1,5% |
| KITAs | 2018 | 4.933 | 30,7 | -0,7% |
| Grünobjekte | 2018 | 1.181 | 30,6 | 2,0% |
| Gesamt | 2018 | 66.860 | 30,8 | -1,6% |
| Einsparung spezifisch | kWh/m² | | 0,5 | |
| Einsparung absolut | MWh | | 1.085 | |
| Gesamtfläche | m² | | 2.169.311 | |

Tabelle 2.1.6: Gesamtverbrauch Energieeinsparung flächenbereinigt Strom

Im Jahr **2018** wurden **1,6 %** weniger Strom verbraucht als im Vorjahr. Der Kennwert liegt mit **30,8 kWh/m²** fast wieder auf dem Niveau von 2015. Einen wesentlichen Anteil daran haben nach wie vor Verwaltungsgebäude mit einem hohen Kennwert und Schulen mit einem hohen Verbrauchswert. Dieser Trend wird sich mit der Rückkehr zu G9 und steigenden Schülerzahlen nicht umkehren.

**Einsparung seit
2005:
10,4 %**

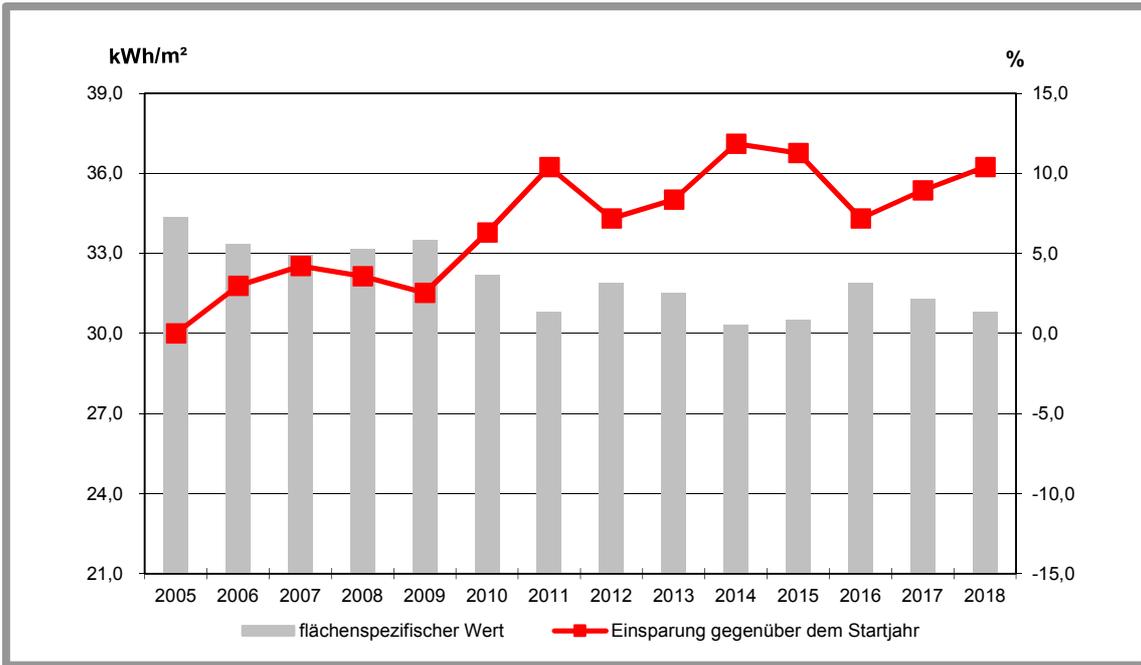


Abbildung 2.1.4: Kennwerte und Einsparung Strom 2005– 2018

2.1.5 Wasser für Sondervermögen der GW, flächenbereinigt

| Objektart | Jahr | tatsächlich | flächenspezifischer Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|---------------|-------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | m³ | l/m² | % |
| | 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 | |
| Gesamt | 2005 | 922.919 | 502 | |
| 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% |
| Gesamt | 2006 | 870.939 | 472 | -6,0% |
| 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% |
| Gesamt | 2007 | 877.936 | 470 | -0,5% |
| 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% |
| Gesamt | 2008 | 771.814 | 410 | -12,8% |
| 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% |
| Gesamt | 2009 | 892.160 | 467 | 13,9% |
| 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% |
| Gesamt | 2010 | 837.466 | 436 | -6,7% |
| 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% |
| Gesamt | 2011 | 778.364 | 397 | -8,8% |
| 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% |
| Gesamt | 2012 | 776.428 | 395 | -0,7% |

| Objektart | Jahr | tatsächlich | flächenspezifischer Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|---------------------------------|------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | m ³ | l/m ² | % |
| | 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% |
| Gesamt | 2013 | 748.773 | 375 | -4,8% |
| 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% |
| Gesamt | 2014 | 785.483 | 388 | 3,4% |
| 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% |
| Gesamt | 2015 | 862.913 | 423 | 9,0% |
| 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% |
| Gesamt | 2016 | 892.979 | 434 | 2,7% |
| 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% |
| Gesamt | 2017 | 795.326 | 388 | -10,6% |
| Verwaltung | 2018 | 92.786 | 243 | -13,1% |
| Schulen | 2018 | 470.692 | 303 | 2,1% |
| KITAs | 2018 | 83.493 | 662 | -4,0% |
| Grünobjekte | 2018 | 200.041 | 6.119 | 31,5% |
| Gesamt | 2018 | 846.983 | 405 | 4,3% |
| Mehrverbrauch spezifisch | l/m² | | 16,5 | |
| Mehrverbrauch absolut | m³ | | 34.518 | |
| Gesamtfläche | m² | | 2.091.976 | |

Tabelle 2.1.7: Gesamtverbrauch Energieeinsparung flächenbereinigt Wasser

Der **Wasserverbrauch** stieg im Vergleich zum Vorjahr von **388 l/m²** auf **405 l/m²** bzw. um **4,3 %** an, das entspricht einer Menge von **34.518 m³**. Durch Kontrolle und Auswertung von monatlichen Verbrauchsablesungen der Hausmeister konnten im Bereich Schulen frühzeitig mehrere Rohrbrüche entdeckt und behoben werden. Der extrem trockene Sommer hat auf den Friedhöfen und anderen Grünobjekten zu einem Anstieg des

**Einsparung seit
2005:
19,3 %**

Wasserverbrauchs geführt. Dieser Trend ist auch für 2019 zu erwarten. Seit **2005** wurden insgesamt **19,3 %** Wasser eingespart.

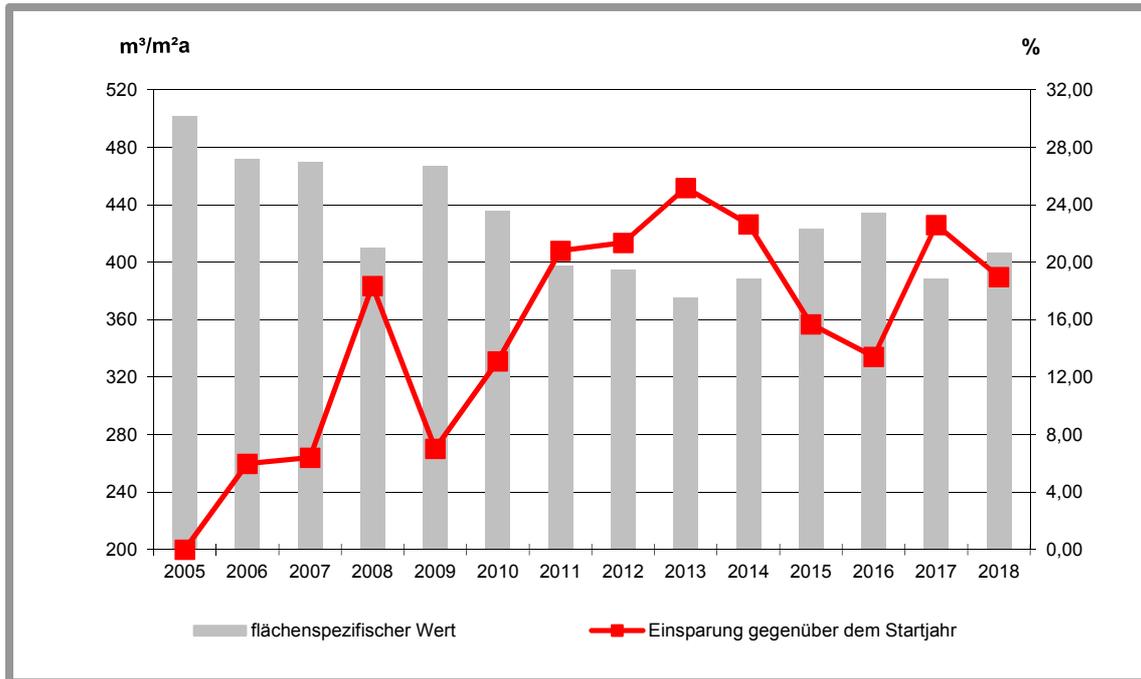


Abbildung 2.1.5: Kennwerte und Einsparung Wasser 2005 – 2018

2.1.6 Heizenergie, elektrische Energie, Wasser für Kulturbauten-Museen

| Energieträger | Jahr | tatsächlicher Verbrauch | flächenspezifischer Wert | Veränderung gegenüber Vorjahr |
|--------------------------|------|-------------------------|---|-------------------------------|
| | | | kWh/m ² [m ³ /m ²] | % |
| | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | | | | $6=(5/5_{VJ}-1)*100$ |
| Heizung [MWh] | 2015 | 21.649 | 228 | |
| Strom [MWh] | 2015 | 18.780 | 198 | |
| Wasser [m ³] | 2015 | 1.038.780 | 11 | |
| Heizung [MWh] | 2016 | 19.411 | 205 | -10,3% |
| Strom [MWh] | 2016 | 18.200 | 192 | -3,1% |
| Wasser [m ³] | 2016 | 870.684 | 9 | -16,2% |
| Heizung [MWh] | 2017 | 19.360 | 204 | -0,3% |
| Strom [MWh] | 2017 | 18.004 | 190 | -1,0% |
| Wasser [m ³] | 2017 | 1.054.497 | 11 | 21,1% |
| Heizung [MWh] | 2018 | 18.313 | 193 | -5,4% |
| Strom [MWh] | 2018 | 17.480 | 184 | -3,2% |
| Wasser [m ³] | 2018 | 819.697 | 9 | -22,3% |

Tabelle 2.1.8: Gesamtverbrauch und Energieeinsparung Museen

Der Fernwärme- und Stromverbrauch konnten gegenüber dem Vorjahr 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. Eine Optimierung der Brunnenwasserregelung wurde in 2018 vorgenommen. Es konnte eine Einsparung von 22,3% gegenüber dem Vorjahr erzielt werden. Zu beachten ist jedoch, dass Aufgrund der Erneuerung der Kälteversorgung im Museum für Angewandte Kunst (MAKK) über einige Monate eine Notversorgung in Betrieb war, die ohne Brunnenwasserkühlung gefahren wurde. Dieser Minderverbrauch ist in den nächsten Jahren nicht mehr zu erwarten.

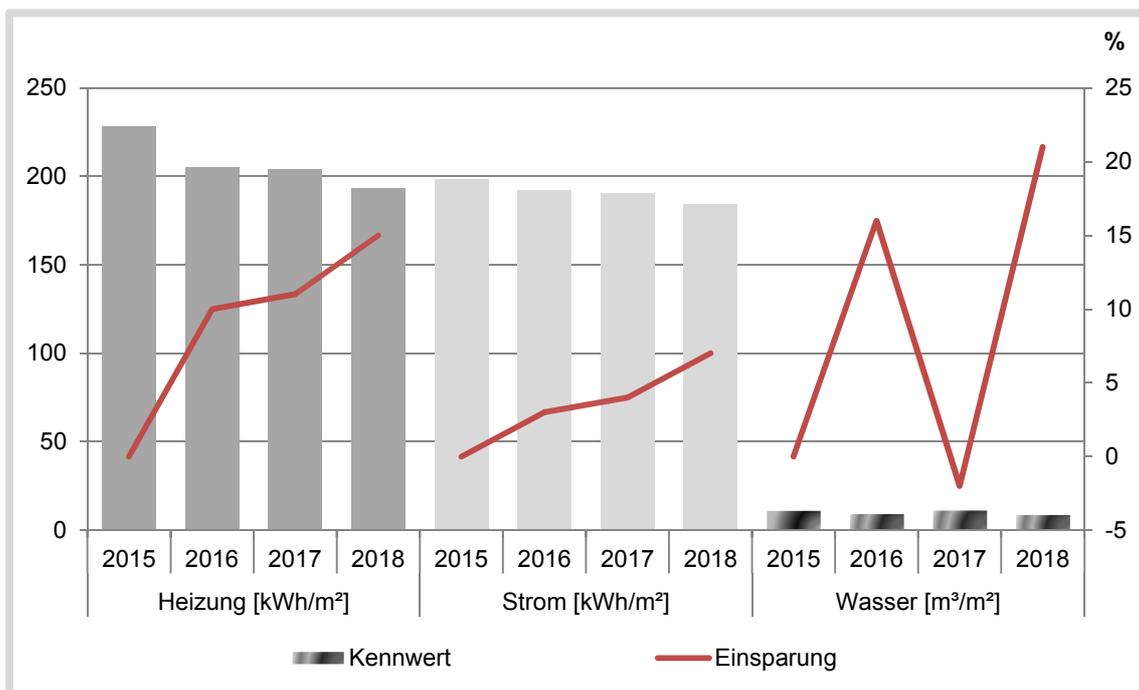


Abbildung 2.1.6: Kennwerte und Einsparung Museen 2015–2018

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 Museen werden hier gesondert betrachtet, weil die Werte erst seit 2016 im Energiebericht erfasst werden und damit eine Betrachtung der Gesamteinsparung, bezogen auf das Jahr 2005, nicht möglich ist. Die CO₂-Emissionen sinken um insgesamt **3,4 %**, was auf den Minderverbrauch von Erdgas und Heizöl zurückzuführen ist. Auch der um 1,8 % niedrigere Stromverbrauch macht sich bei den Gesamtemissionen bemerkbar.

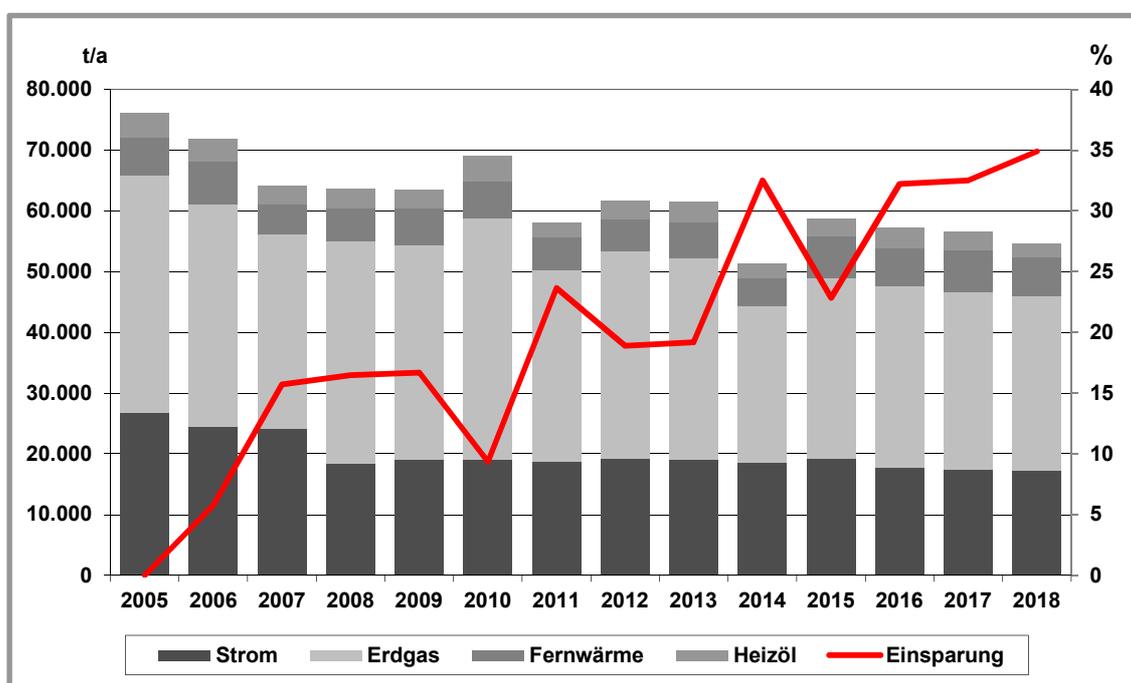
| | CO ₂ | | | SO ₂ | | | NO _x | | | CO | | | Staub | | |
|---------------------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|------------|------------|-------------------|
| | 2017 | 2018 | Diff. zum Vorjahr | 2017 | 2017 | Diff. zum Vorjahr | 2017 | 2017 | Diff. zum Vorjahr | 2017 | 2017 | Diff. zum Vorjahr | 2017 | 2017 | Diff. zum Vorjahr |
| | [t] | [t] | % | [kg] | [kg] | % | [kg] | [kg] | % | [kg] | [kg] | % | [kg] | [kg] | % |
| Verwaltungsgebäude | 8.468 | 8.073 | -4,7 | 916 | 636 | -30,6 | 2.254 | 1912 | -15,2 | 1.075 | 929 | -13,1 | 67 | 44 | -33,9 |
| Schulen | 38.319 | 37.032 | -3,4 | 3.136 | 2.618 | -16,5 | 18.913 | 18.236 | -3,6 | 9.579 | 9.286 | -3,1 | 157 | 116 | -26,5 |
| Kindertagesstätten | 3.303 | 3.207 | -2,9 | 219 | 176 | -19,5 | 1.675 | 1.610 | -3,9 | 856 | 826 | -3,4 | 9 | 5 | -38,9 |
| Grünobjekte | 1.305 | 1.267 | 2,9 | 83 | 90 | 9,0 | 721 | 708 | -1,9 | 370 | 362 | -2,2 | 3 | 3 | 0 |
| Summe | 51.395 | 49.579 | -3,7 | 4.353 | 3.520 | -19,1 | 23.563 | 22.464 | -4,7 | 11.879 | 11.403 | -4,0 | 236 | 169 | -28,4 |
| Museen | 5.233 | 5.112 | -2,3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Summe | 56.628 | 54.691 | -3,4 | 4.353 | 3.520 | -19,1 | 23.563 | 22.464 | -4,7 | 11.879 | 11.403 | -4,0 | 236 | 169 | -28,4 |

Tabelle 2.2.1: Gesamtemissionen 2017–2018

| Energieträger | 2018 |
|------------------------|--------------------------|
| | [g CO ₂ /kWh] |
| Erdgas ¹ | 227 |
| Fernwärme ² | 74 |
| Heizöl | 370 |
| Strom ³ | 211 |

Tabelle 2.2.2: CO₂ Emissionsfaktoren

Die CO₂-Emissionen sind bezogen auf 2005 um **35 %** gesunken. Die überwiegend zu warme Witterung macht sich auch bei den gesunkenen CO₂-Emissionen bemerkbar. Insgesamt entstanden ca. 68 % der CO₂-Emissionen durch die Bereitstellung von Wärme und ca. 32 % wurden durch die Stromerzeugung emittiert.

Abbildung 2.2.1: CO₂-Emissionen nach Energieträgern 2005 - 2018

Beim Strom lässt sich die Reduzierung zum größten Teil auf die Absenkung des spezifischen CO₂ Wertes zurückführen.

Der CO₂-Emissionswert für Strom bei der Stadt Köln ist auf 211g/kWh gesunken. Damit liegt der städtische Strom schon weit unter den Klimaschutzzielen für 2030 aus dem Kyoto-Protokoll..

**Einsparung seit
2005:
35 %**

In der Abbildung 2.2.2 wird dargestellt, wie die geplante Entwicklung der CO₂ Werte für den Energieträger Strom als spezifischer Wert gemäß den Vereinbarungen im Kyoto-

¹ Quelle: GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme)

² Quelle: RheinEnergie, Abteilung Fernwärme-Netze

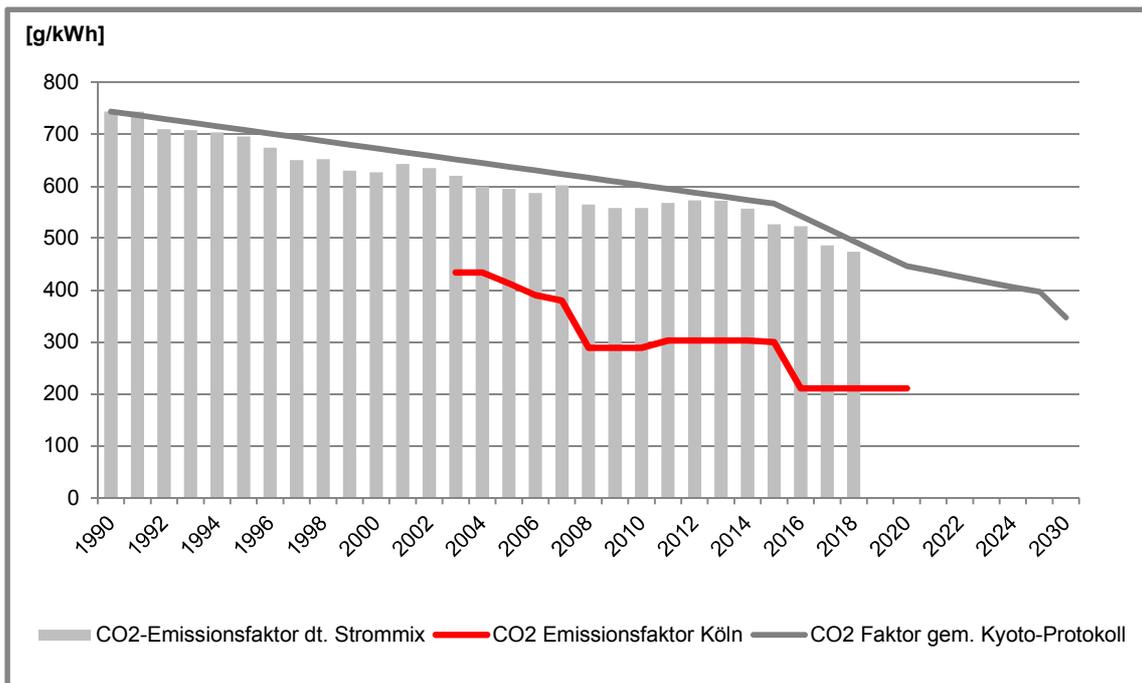
³ Quelle: Stromliefervertrag der Stadt Köln

Protokoll verlaufen soll. Als Säulen ist der tatsächliche spezifische Wert des deutschen Strommixes dargestellt. Dieser Wert wird regelmäßig vom Umweltbundesamt erhoben.

**CO₂ Reduzierung
um mehr als 50%**

Mit den Qualitätskriterien, die über das Ausschreibungsverfahren für die Stromlieferung der städtischen Objekte festgelegt wurden, konnte ein deutlich geringerer CO₂-Wert erzielt werden. Der CO₂-Wert des Kölner Stroms lag schon vor Beginn der Ausschreibungen unter den Werten des deutschen Strommixes. Durch qualitative Vorgaben konnte der Wert regelmäßig weiter gesenkt werden.

Abbildung 2.2.2: CO₂-Faktoren Strom im Vergleich



2.3 Energiekosten

2.3.1 Gesamtbilanz

Für die Objekte mit eigenen Zählern (siehe Kap. 1.1) einschließlich der Kulturbauten ergaben sich für einen Zeitraum von 12 Monaten (01.12.2017 - 30.11.2018 oder 01.01.2018 – 31.12.2018) im gesamten Bereich aus Heizenergie, Strom sowie Frisch-, Brunnen- und Abwasser für das Jahr **2018** Kosten in Höhe von **34.034.838 €**.

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

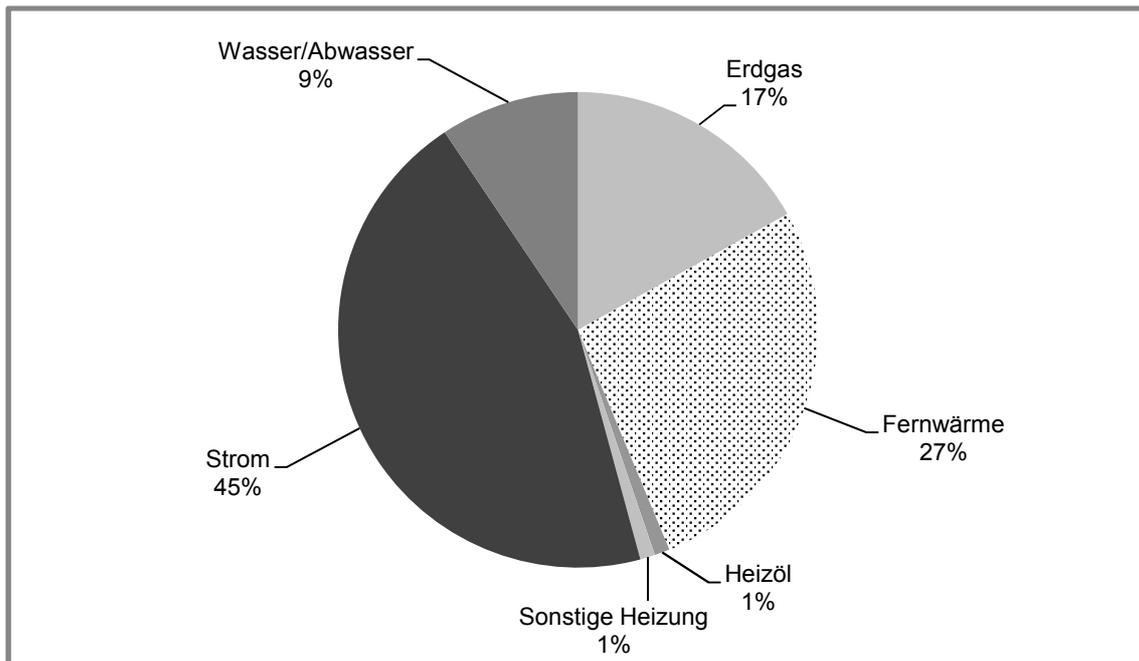


Abbildung 2.3.1: Aufteilung der Gesamtkosten nach Energieträgern 2018

Insgesamt entfallen auf Heiz- und Stromkosten jeweils 46 bzw. 45% der Gesamtkosten.

2.3.2 Heizenergie

Die **Gesamtkosten** für Heizung betragen **15.588.219 €**. Die Kosten sind damit insgesamt um 0,5 % gestiegen.

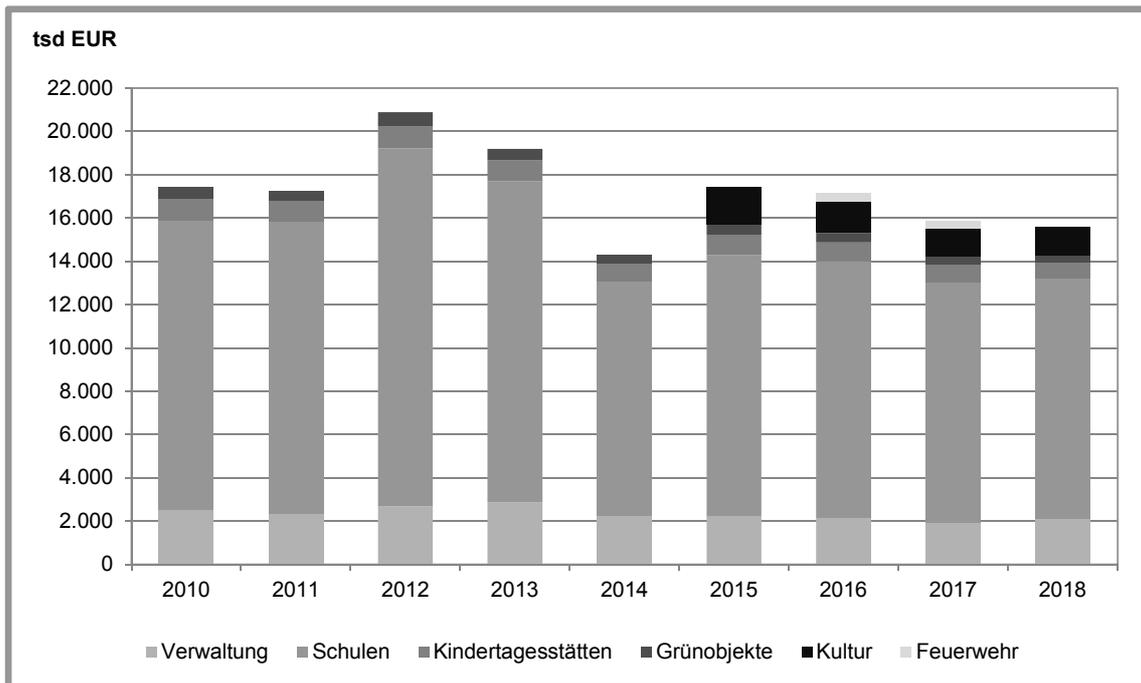


Abbildung 2.3.2: Heizwärmekosten nach Gebäudeart

2.3.3 Elektrische Energie

Die Kosten für elektrische Energie sind auf **15.251.524 €** gestiegen und damit fast unverändert.

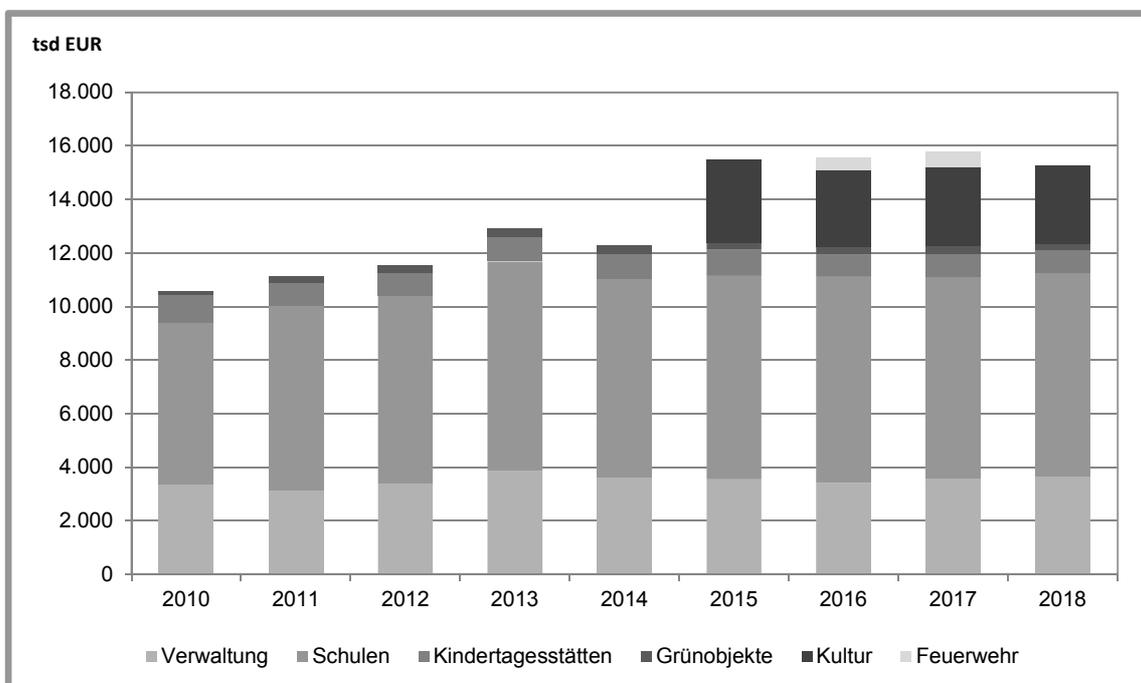


Abbildung 2.3.3: Stromkosten nach Gebäudeart

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. Ein deutlich höherer Wasserverbrauch führt zu einer Kostensteigerung von **13,7 %** auf **3.195.095 €**.

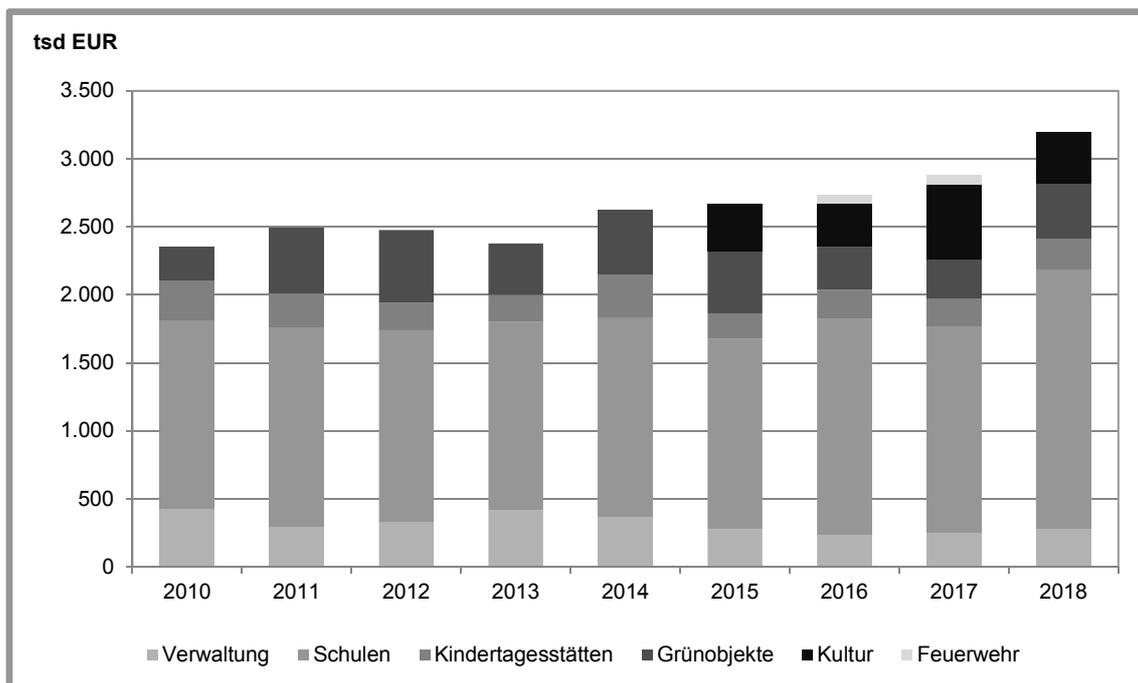


Abbildung 2.3.4: Wasserkosten (incl. Frisch- und Abwasser)

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 m² Gebäudenutzfläche, einem Heizkennwert von 150 kWh/m²a mit 1500 Vollbenutzungsstunden sowie ein Stromkennwert von 20 kWh/m²a 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.

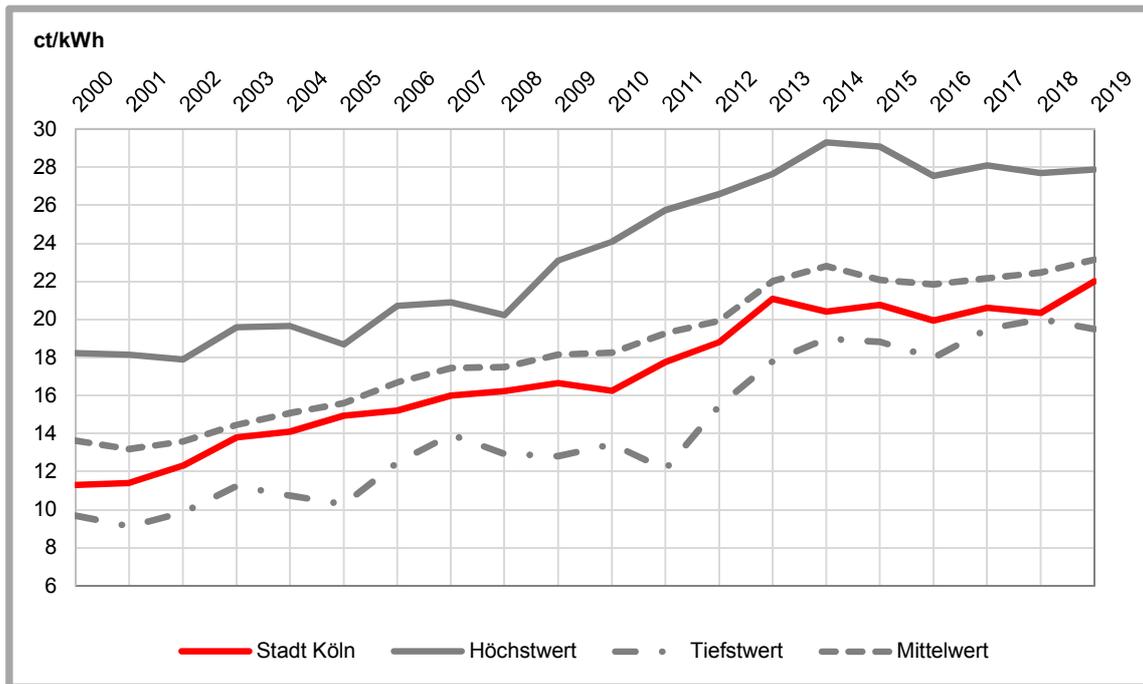


Abbildung 2.4.1: Energiepreisentwicklung Strom

Der Strompreis hat sich deutlich nach oben entwickelt und liegt nun für die Stadt Köln wieder bei knapp 22 cent/kWh.

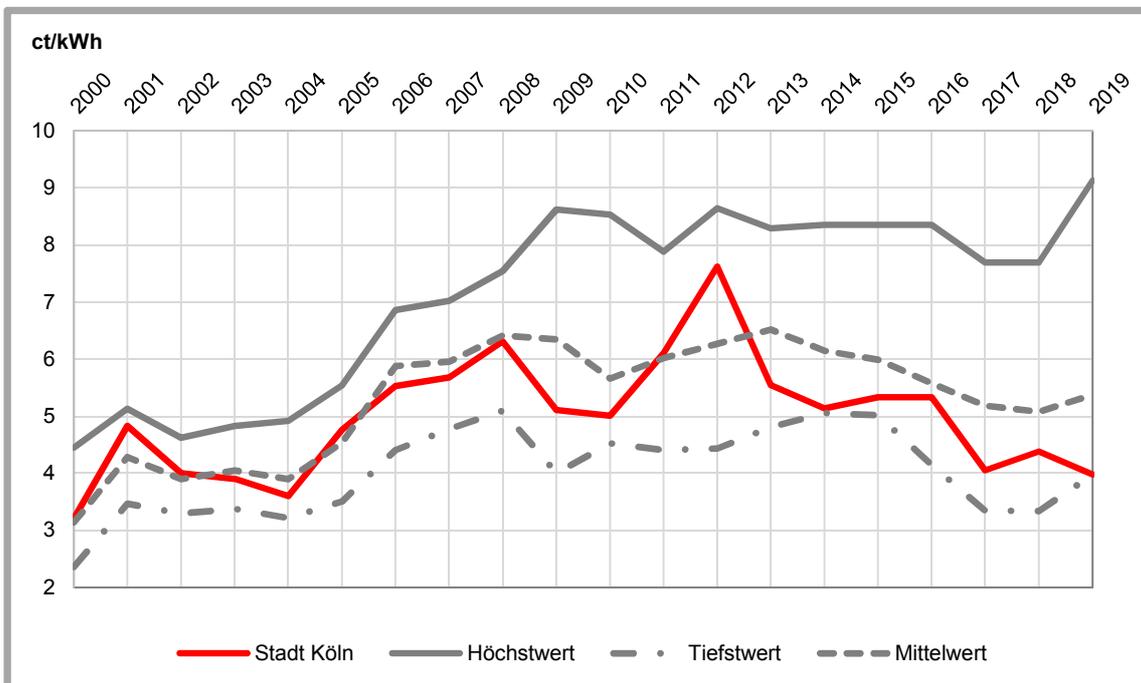


Abbildung 2.4.2: Energiepreisentwicklung Erdgas

Der Preis für Erdgas hat sich insgesamt nach unten entwickelt und liegt für 2019 mit 3,98 cent/kWh an niedrigster Position.

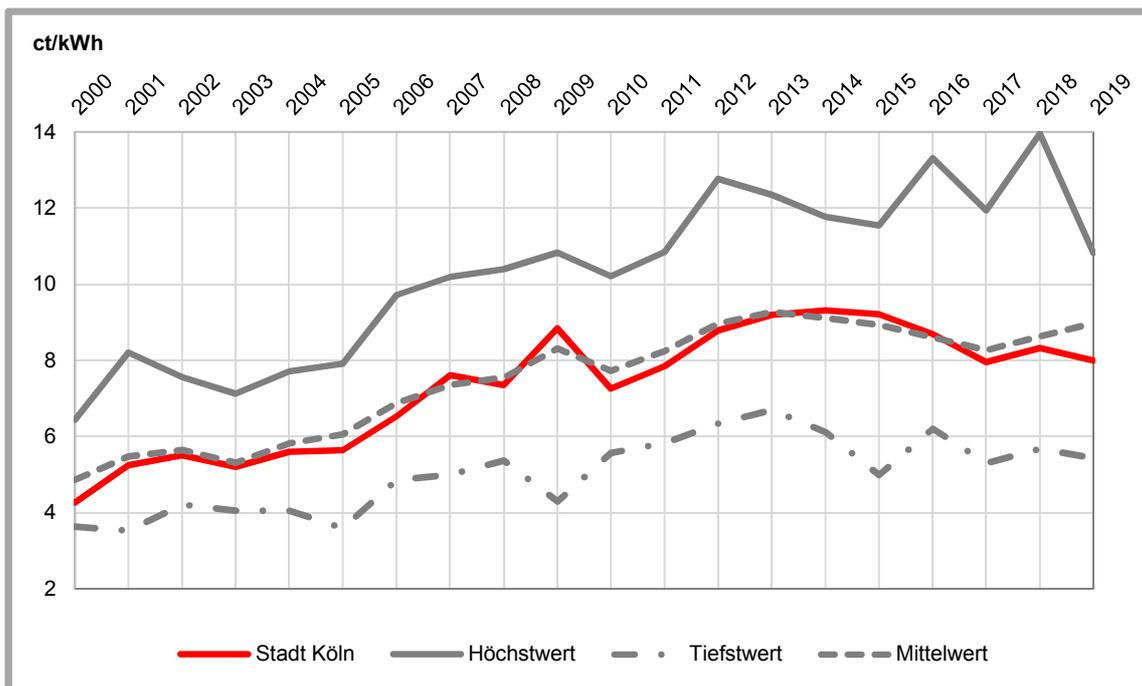


Abbildung 2.4.3: Energiepreisvergleich Fernwärme

Der Fernwärmepreis ist nach einem leichten Anstieg in 2018 auf aktuell 7,99 cent/kWh gesunken.

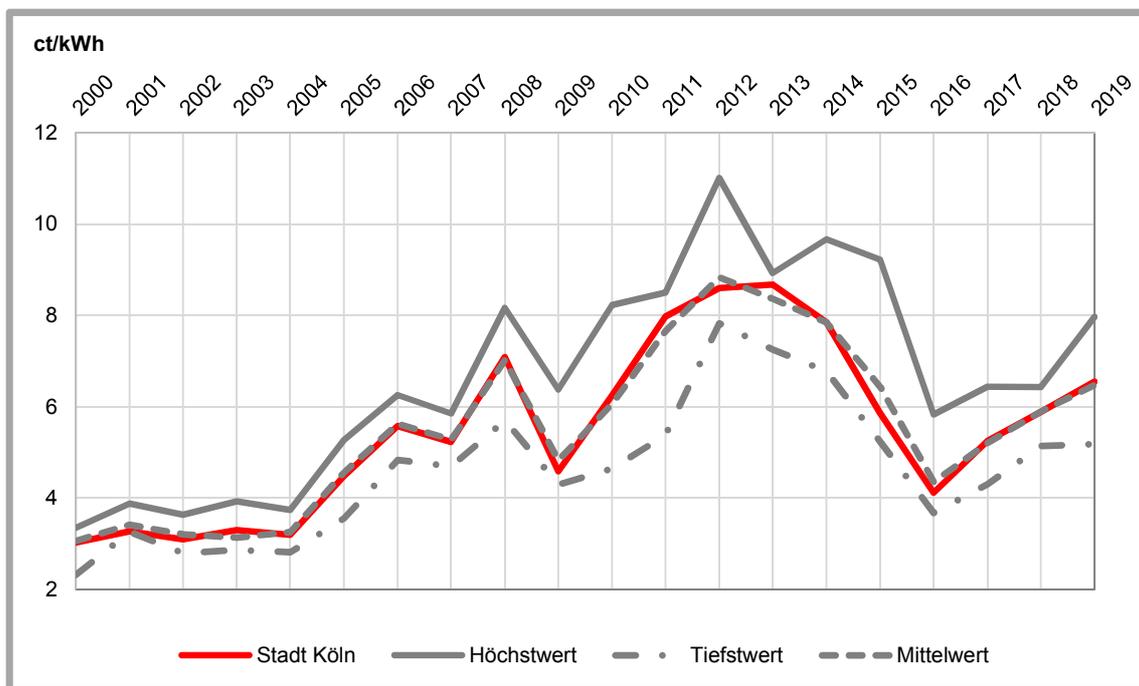


Abbildung 2.4.4: Energiepreisvergleich Heizöl

Nach dem rapiden Preisverfall der letzten Jahre zog der Heizölpreis in 2017 und 2018 wieder an und liegt jetzt bei 6,5 cent/kWh. Im Vergleich folgt der Preis damit fast exakt dem Mittelwert.

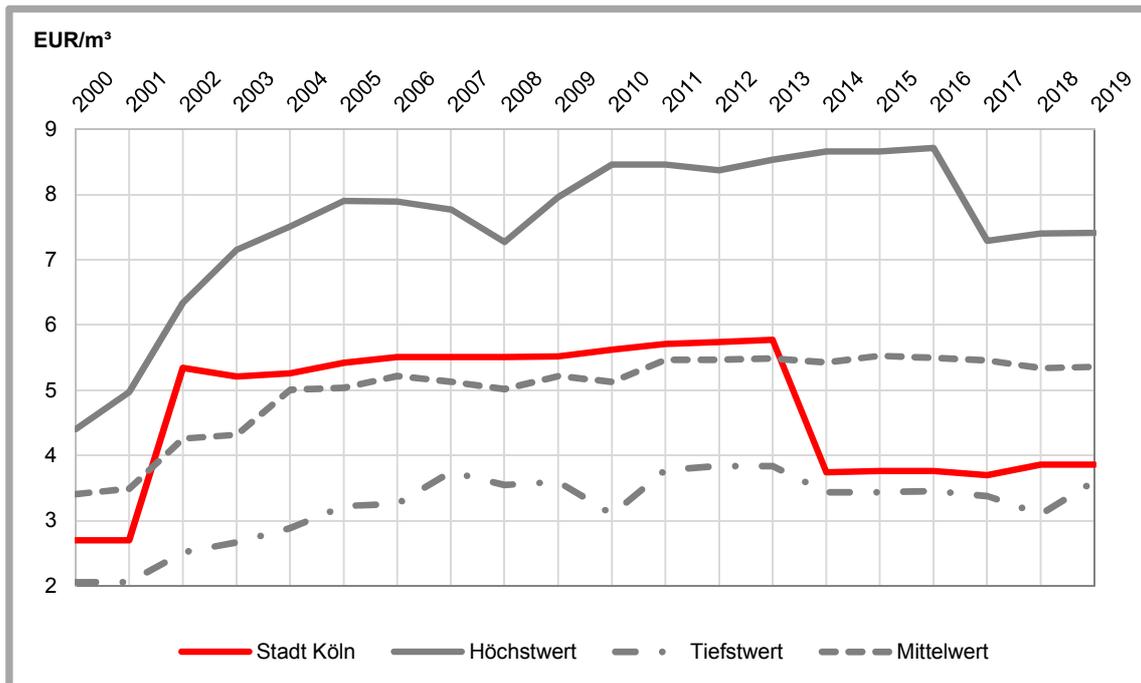


Abbildung 2.4.5: Energiepreisvergleich Wasser

Der Wasserpreis ist seit 2014 relativ konstant und liegt aktuell bei 3,86 EUR/m³.

2.5 Energiekennwerte

2.5.1 Energiekostenkennwerte

Der Kostenkennwert in EUR/m²a ist eine relevante Größe für die Beurteilung von Gebäuden. In den folgenden Abbildungen sind die Kosten je Gebäudegruppe und Energieträger dargestellt. In allen Gebäudegruppen ist im Laufe der Jahre der Kostenanteil für Heizung leicht gesunken und für Strom konstant geblieben oder gestiegen. Wasser spielt bei den Gesamtkosten, mit Ausnahme der Grünobjekte, eine eher untergeordnete Rolle.

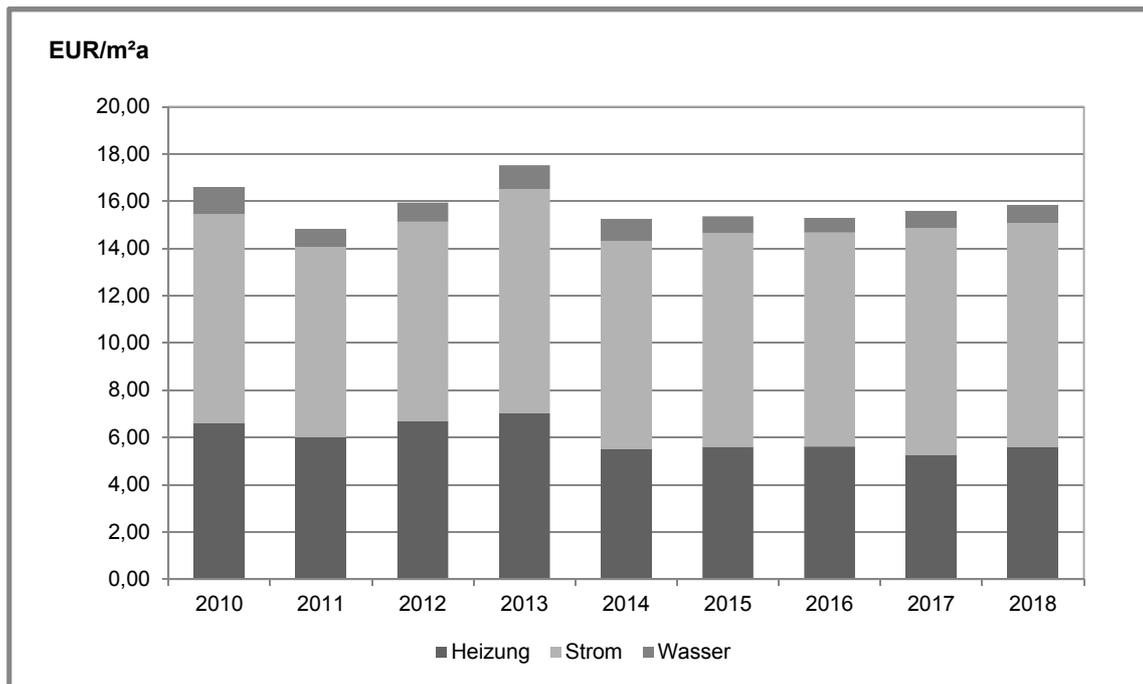


Abbildung 2.5.1: Energiekostenkennwert Verwaltungsgebäude

Der Energiekostenkennwert für **Verwaltungsgebäude** ist aufgrund des leicht gestiegenen Verbrauchs von **15,57 €/m²a** auf **15,84 €/m²a** gestiegen.

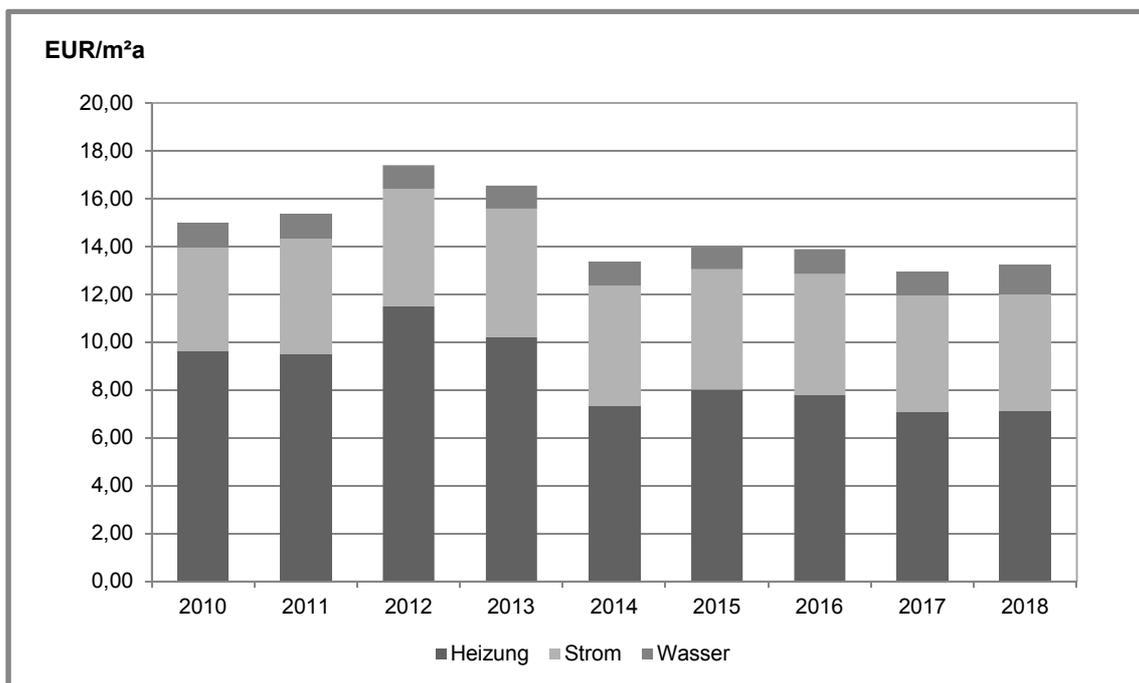


Abbildung 2.5.2: Energiekostenkennwert Schulen

Im Bereich **Schulen** stieg der Kostenkennwert leicht auf inzwischen **13,23 €/m²a**.

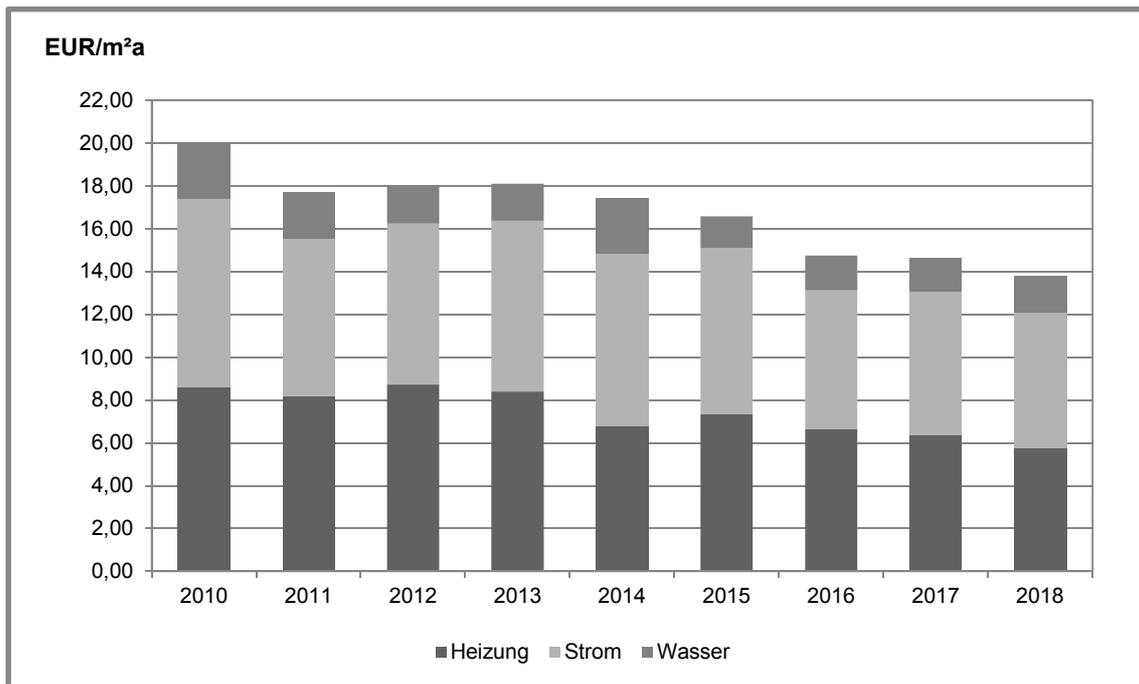


Abbildung 2.5.3: Energiekostenkennwert Kita

Der Kostenkennwert im Bereich **Kita** beträgt aktuell **13,86 €/m²**, was auf gesunkene Heizenergiekosten zurückzuführen ist.

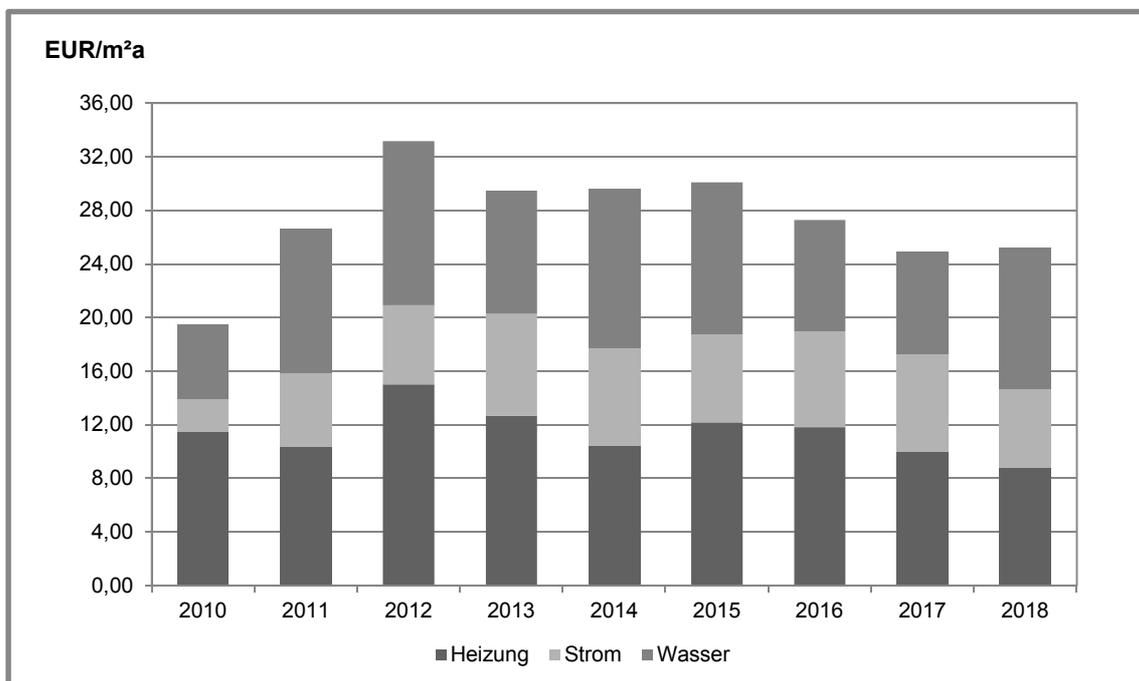


Abbildung 2.5.4: Energiekostenkennwert Grünobjekte

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 **25,19 €/m²a**.

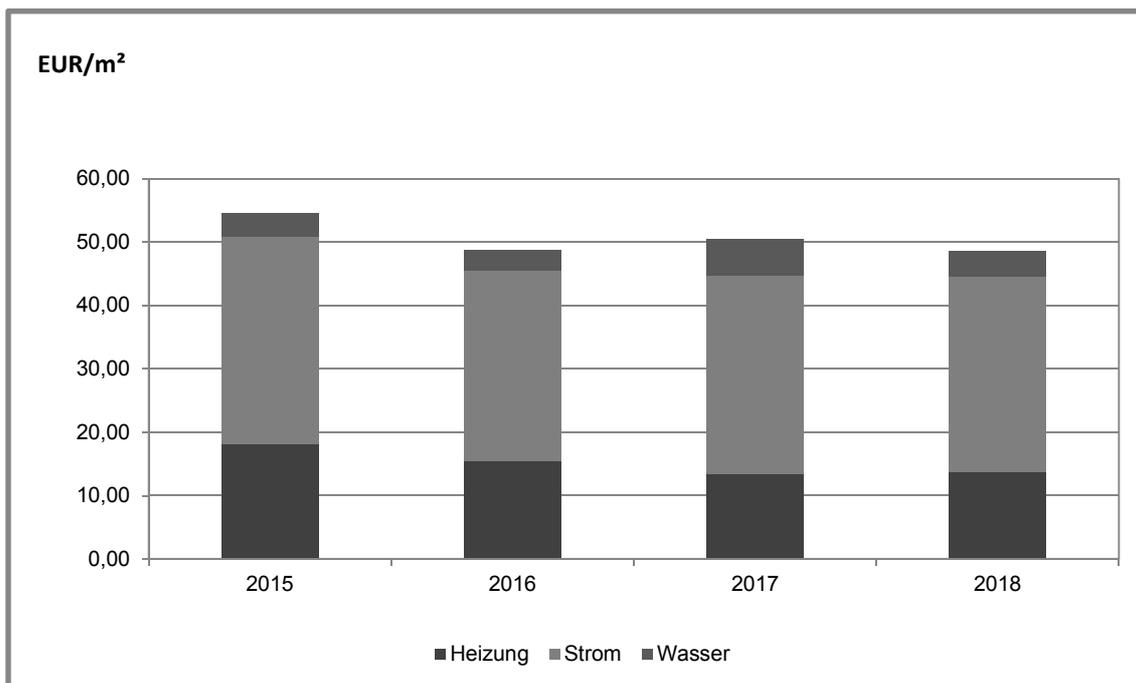


Abbildung 2.5.5: Energiekostenkennwert Kulturbauten

Der Kostenkennwert der Kulturbauten liegt seit 2015 vor. Der Kennwert ist in diesem Zeitraum von **54,59 €/m²a** auf **48,58 €/m²a** gefallen. Das ist hauptsächlich auf die gesunkenen Heizenergie- und Wasserkosten zurückzuführen.

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 EnEV⁴ Verwendung. Im Bereich Wasser wird in diesem Bericht auf Werte aus der ages-Studie⁵ 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.

⁴ Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, Stand April 2015

⁵ Ages-Studie der ages GmbH, Forschungsbericht, Verbrauchskennwerte 2005, Energie- und Verbrauchskennwerte in der BRD

| Gebäudetyp | | Heizung | | Strom | | Wasser | |
|--------------------|------|---|--|--------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| | | Stadt Köln, bereinigt [kWh/m ² a] | Vergleichswert [kWh/m ² a] | Stadt Köln [kWh/m ² a] | Vergleichswert [kWh/m ² a] | Stadt Köln [l/m ² a] | Vergleichswert [l/m ² a] |
| Verwaltungsgebäude | 2017 | 78 | 89 | 37 | 28 | 210 | 201 |
| | 2018 | 74 | | 37 | | 209 | |
| Schulen | 2017 | 122 | 94 | 22 | 16 | 250 | 171 |
| | 2018 | 123 | | 22 | | 239 | |
| Kitas | 2017 | 110 | 110 | 29 | 20 | 582 | 530 |
| | 2018 | 110 | | 29 | | 586 | |
| Grünobjekte | 2017 | 180 | 110 | 28 | 43 | 2915 | 3163 |
| | 2018 | 166 | | 26 | | 5541 | |
| Kultur | 2017 | 204 | 75 | 190 | 40 | 9 | 308 |
| | 2018 | 207 | | 193 | | 9 | |

Tabelle 2.5.1: Referenzwerte Energie- und Wasserverbrauch

Für die Kennwertbildung im Bereich Heizung wird eine Witterungsberichtigung 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.

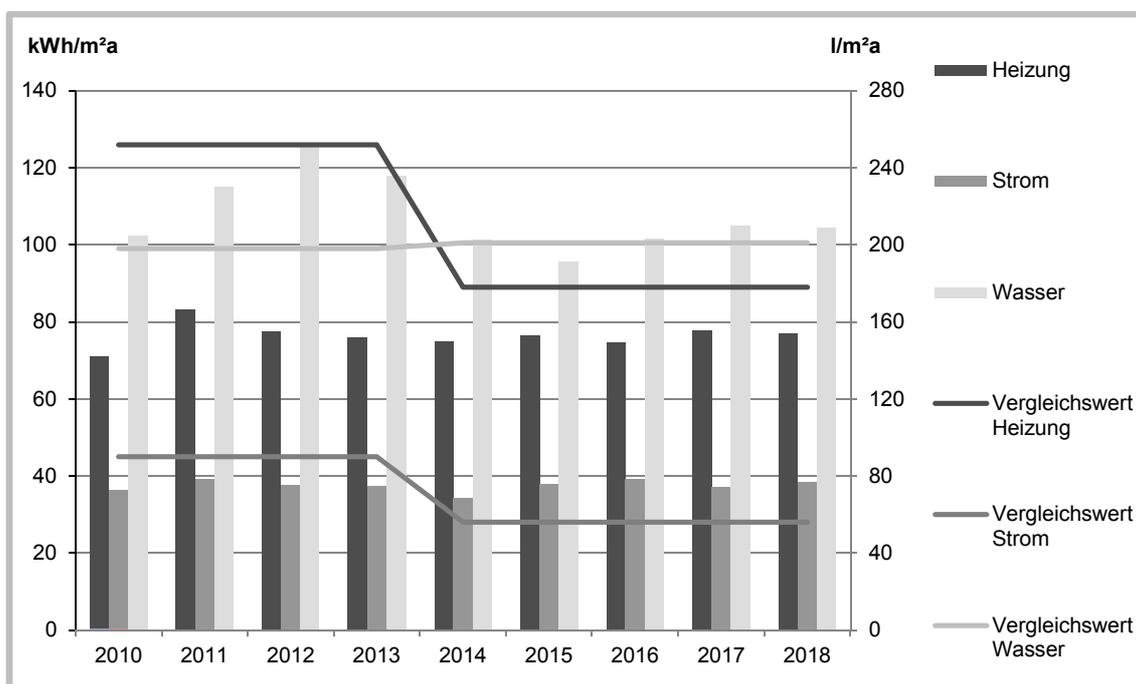


Abbildung 2.5.6: EKW und Vergleichswert Verwaltungsgebäude

Die Kennwerte für Strom und Heizung sind bei Verwaltungsgebäuden konstant geblieben, der Kennwert Heizung ist leicht gesunken.

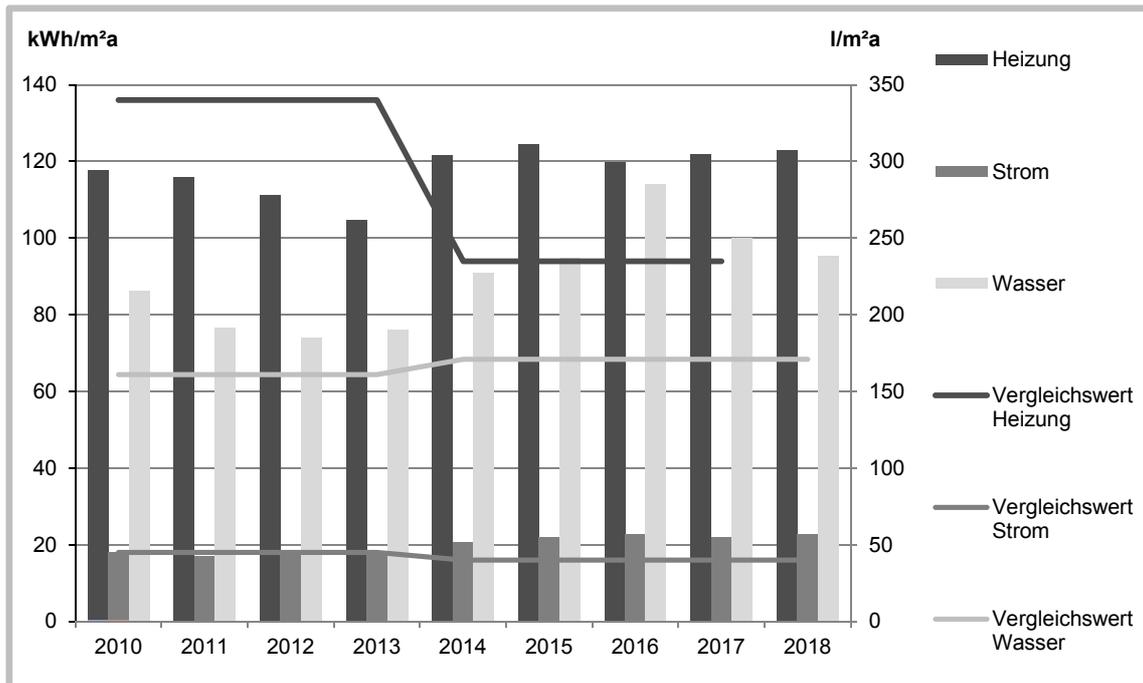


Abbildung 2.5.7: EKW und Vergleichswert Schulen

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.

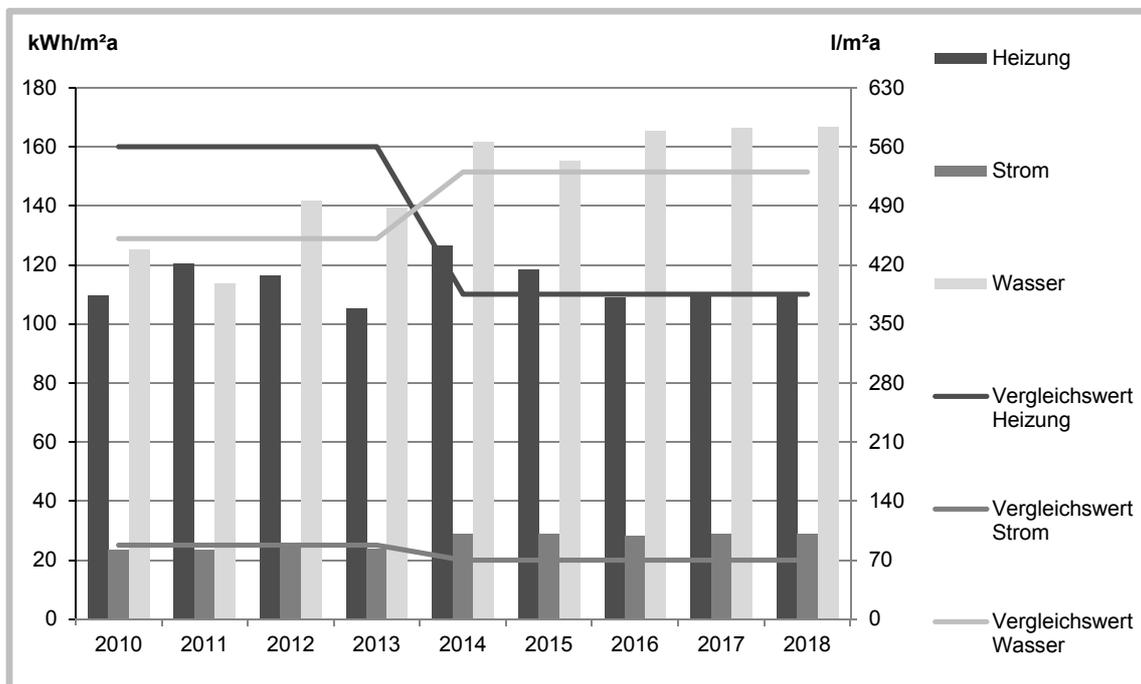


Abbildung 2.5.8: EKW und Vergleichswert Kita

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.

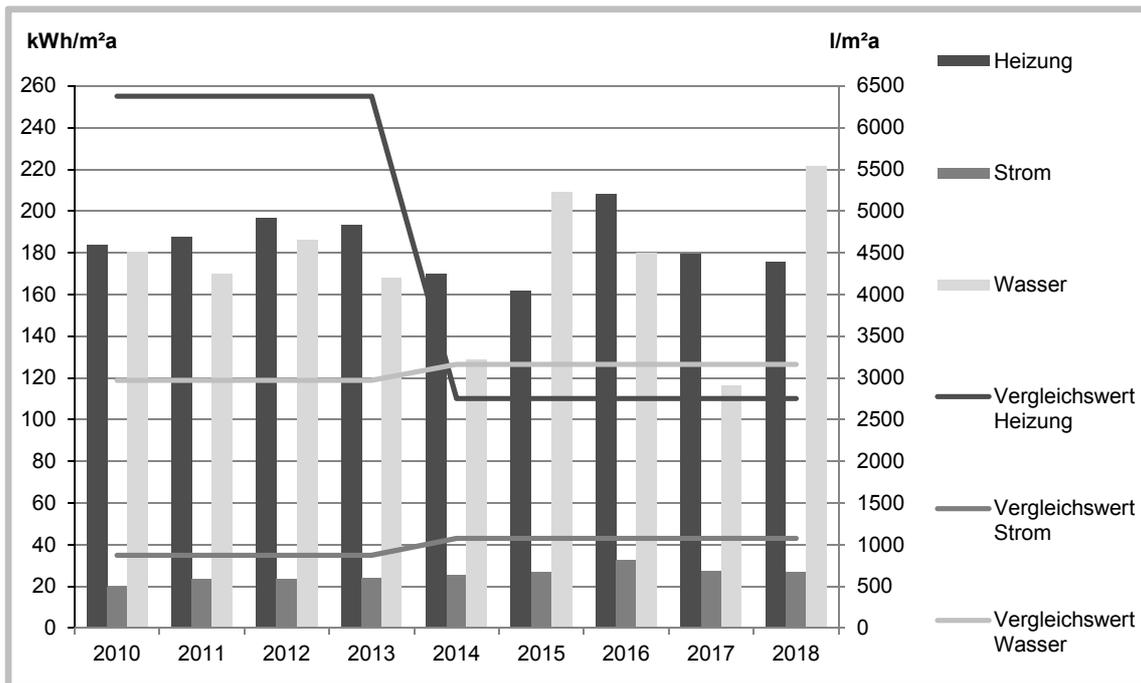


Abbildung 2.5.9: EKW und Vergleichswert Grünobjekte

Die Kennwerte für Heizung und Strom im Bereich Grünobjekte sind leicht gesunken. Das gilt nicht für den Kennwert Wasser, der deutlich angestiegen ist.

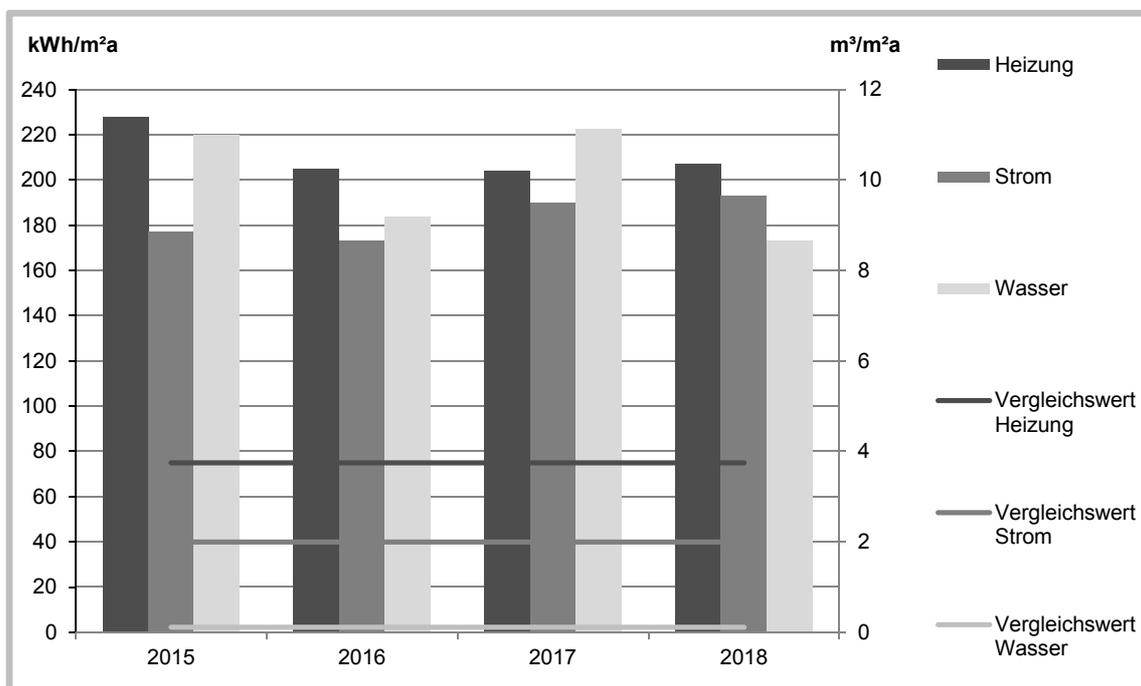


Abbildung 2.5.10: EKW und Vergleichswert Museen (Kultur)

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. In drei Museen erfolgt die Rückkühlung der Kältemaschinen über Brunnenwasser welches den Gesamtwasserverbrauch maßgeblich beeinflusst.

3 Energieverbrauch und Kostenanalyse -37- Berufsfeuerwehr

Bis Redaktionsschluss konnten von den Gebäuden der Feuerwehr noch keine Verbrauchs- und Kostendaten vorgelegt werden, so dass im vorliegenden Bericht keine Darstellung erfolgen kann.

Die entsprechenden Verbrauchswerte und Kosten für das Jahr 2018 können erst im folgenden Jahr (Energiebericht 2020) veröffentlicht werden.

4 Energiemanagement Sachstandsbericht

4.1 Energieleitlinien-Energiestandards

Auch im aktuellen Berichtsjahr hat das Energiemanagement Prüfungen und Stellungnahmen auf Einhaltung der Energieleitlinien bei den aktuellen Bauvorhaben durchgeführt. Hierbei wurden sowohl Planungsunterlagen als auch Leistungsverzeichnisse auf Einhaltung der beschlossenen Energiestandards der Stadt Köln geprüft.

Im Energiebericht 2018 wurde bereits von sogenannten Totalunternehmervergaben (TU) sowie Generalunternehmervergaben (GU) und den besonderen Anforderungen an die energiewirtschaftlichen Prüfungen bei diesen neuartigen Vergabemaßnahmen berichtet. Im aktuellen Berichtsjahr erfolgten nun nach erfolgreichem Wettbewerb die weiteren Vergabeschritte. Hierbei wurde das Energiemanagement auch bei der Auswertung der eingereichten Unterlagen eingebunden. Es galt vor allem, die vom Unternehmer vorgesehenen Ausführungen hinsichtlich ihrer energiewirtschaftlichen Eignung zu bewerten und eventuelle nicht gewünschte Planungsansätze von vornherein zu korrigieren und auf die Erfordernisse der GW anzupassen.

Bei den Schul-Neubauprojekten „Auf dem Sandberg“ sowie „Siegburger Straße“ wurden die von dem Bieter als TU entwickelten Planungen durch das Energiemanagement kritisch geprüft und wo erforderlich Änderungswünsche vorgebracht. Im weiteren Dialog wurde die angepasste Planung noch einmal vorgestellt, so dass in einem fachlichen Austausch mit den beteiligten Planern ein gemeinsamer Entwurf gefunden werden konnte, der alle Belange zur Einhaltung der Energieleitlinien angemessen berücksichtigt.

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 – 2018 | Bis 07/2019 fertig gestellt | Summe |
|-----------------------------------|--------------------|--|--------------|
| Beleuchtungserneuerung | 43 | 4 | 47 |
| Heizung-/ Lüftungserneuerung | 108 | 0 | 108 |
| Fenstererneuerung | 64 | 2 | 66 |
| Generalinstandsetzung / Sanierung | 52 | 3 | 55 |
| Einbau Gebäudeautomation | 58 | 1 | 59 |
| Dachsanierung | 93 | 8 | 101 |
| Fassadensanierung | 50 | 0 | 50 |
| Öffentlich Private Partnerschaft | 6 | 0 | 6 |
| Energieanalysen | 20 | 0 | 20 |
| Dämmung oberster Geschoßdecken | 63 | 2 | 65 |
| Sonstige Maßnahmen | 8 | 0 | 8 |
| Summe | 572 | 20 | 592 |

Tabelle 4.2.1: Umfang Energiesparmaßnahmen seit 2005

4.2.2 Maßnahmen und Besonderheiten bei den Museen

Museum Ludwig /Philharmonie (ML/Phil):

Folgende Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten wurden in 2018/19 umgesetzt:

- Umrüstung von ca. 80% der Sheddachbeleuchtung auf LED-Technik.
- Aufschaltung der Anlagen auf die zentrale Management- und Bedienebene (MBE) zu 90% erfolgt.
- Für die in 2017 sanierten Klimaanlage 1.1-1.4 wurden Energieanalysen erstellt und Optimierungen für Anlagenregelung erarbeitet.
- Erstellung einer Energieeffizienzanalyse für ausgewählte Anlagen. Hieraus resultiert ein Vorschlag zum Einbau einer Wärmepumpenanlage.

Museum für Angewandte Kunst Köln (MAKK):

Folgende Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten wurden in 2018/19 umgesetzt:

- Fenstersanierung zu ca.30% durchgeführt
- Sanierung der RLT-Anlagen 6 und 8, die Inbetriebnahme erfolgt Ende 2019
- Aufschaltung aller Anlagen auf die MBE mit Ausnahme der Heizungsregelung

Museum für Ostasiatische Kunst (MOK):

Folgende Maßnahme zur Senkung der Energiekosten wurde in 2018/19 umgesetzt:

- Aufschaltung aller neueren Anlagen auf die MBE.
- Erstellung einer Energieberatung (siehe Kap. 4.2.3)

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:

- Aufschaltung der kompletten Gebäudeautomation auf die MBE.

Kölnisches Stadtmuseum (KSM):

Die Hauptausstellung ist seit Juni 2018 geschlossen. Nur der Bereich Sonderausstellung im alten Wachturm ist noch zu besichtigen. Als Übergangsbau bis zu einem Einzug in die Historische Mitte wurde das Haus Sauer angemietet. Der Einzug ist Ende 2020 vorgesehen.

Energetische Optimierungen werden im Gebäude nicht mehr durchgeführt.

Römisch-Germanisches Museum (RGM):

Das Römisch-Germanische Museum ist Ende 2018 bis auf einige Flächen in den unteren Geschossen für die anstehende Generalsanierung geschlossen worden. Der Umzug bis zur fertigen Sanierung in das Belgische Haus ist in 2019 erfolgt.

Energetische Optimierungen werden im Gebäude nicht mehr durchgeführt.

Wallraf-Richartz-Museum (WRM):

In 2018/19 wurden keine energierelevanten Maßnahmen im WRM durchgeführt.

4.2.3 Energetische Analyse für das Museum für Ostasiatische Kunst – MOK

Die städtischen Museen stellen für die Stadt Köln besondere Bauten dar. Hinsichtlich der architektonischen Gestaltung, der Baukonstruktion und der technischen Ausstattung bestehen für die Museen deutlich höhere Standards als für die übrigen städtischen Gebäude. Durch hohe konservatorische Anforderungen an die Klimastabilität, bei zugleich großen Räumen, offenen Raumfolgen, schwankenden Besucherströmen und wechselndem Außenklima ist eine entsprechend aufwendige Ausbildung der Gebäudehülle und Technik erforderlich. Insbesondere die Klimatechnik und Beleuchtung, aber auch überalterte Gebäudebauteile verursachen dabei große Energieverbräuche.

Ziel der energetischen Analyse für das MOK war es, Einsparpotentiale und konkrete Lösungen aufzuzeigen und diese wirtschaftlich zu vergleichen. Dazu wurde das Bestandsgebäude und seine Anlagentechnik detailliert aufgenommen, die Energieströme im Gebäude erfasst und Schwachstellen identifiziert. Darauf aufbauend wurden Verbesserungsmaßnahmen entwickelt und hinsichtlich ihrer technischen Umsetzung, Einsparung, Amortisationszeit und Fördermöglichkeiten dargestellt. Die Berücksichtigung des technischen Zustands und die Kopplung mit anstehenden Instandhaltungsmaßnahmen bilden zusätzlich wichtige Kriterien für eine weiterführende Umsetzungsplanung.

Die energetische Analyse für das MOK ist somit eine grundlegende Untersuchung zur Darstellung der energetischen Potentiale, sie zeigt konkrete Verbesserungsmaßnahmen auf und soll als Planungsbasis in eine zukünftige umfassende Gesamtanierungsplanung einfließen.

4.3 Ausstellung von Energieausweisen

Seit der Fassung der Energieeinsparverordnung (EnEV) aus dem Jahr 2007 wurde die Ausstellung und der Aushang eines Energieausweises an einer für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle für Gebäude bei behördlicher Benutzung und starkem Publikumsverkehr verpflichtend. Dieser Ausweis hatte eine Gültigkeit von zehn Jahren und wurde erstmalig im Jahr 2009 für die städtischen Gebäude erstellt. Da die Energieausweise im Jahr 2019 ihre Gültigkeit verloren haben, mussten sie neu ausgestellt werden. Waren die ersten Ausweise noch auf Gebäude ab einer Nutzfläche von 1000 Quadratmetern beschränkt, müssen seit 2016 nun auch für öffentlich zugängliche Gebäude ab 250 Quadratmetern Nutzfläche derartige Ausweise ausgehängt werden.

Bis Jahresende 2019 konnten so für 200 von insgesamt 255 Gebäuden die Energieausweise durch das Energiemanagement ausgestellt und vor Ort ausgehängt werden. Gegenüber den ersten Energieausweisen aus 2009 ist das Verfahren deutlich aufwändiger geworden. Zunächst ist für jeden zu erstellenden Ausweis eine Registrierungsnummer erforderlich, die kostenpflichtig vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) erworben werden muss. Mit Hilfe eines speziellen Softwareprogramms sind dann die zuvor ermittelten und zusammengestellten Gebäude- und Energiedaten an das DIBt zu übermitteln, wo jeder einzelne Energieausweis zentral erfasst und im Rahmen von Stichproben überprüft wird. Erst danach kann der Ausdruck erfolgen. Insgesamt wurden für 255 öffentliche Gebäude (Schulen und Verwaltungsgebäude) neue Energieausweise erstellt.

4.4 Photovoltaik

4.4.1 Eigene Projekte

Im Rahmen von Neubaumaßnahmen werden durch die Gebäudewirtschaft zunehmend eigene Photovoltaikanlagen realisiert. Bestätigt wird die Umsetzung auch durch den Ratsbeschluss vom Juli 2019 zur Erarbeitung einer Konzeption zu klimaneutralen Gebäuden und einem Entwicklungsplan zur Nutzung von Photovoltaikanlagen.

Mit sinkenden Investitionskosten und steigenden Strompreisen wächst die Wirtschaftlichkeit der eigenen PV-Anlagen stetig weiter.

Wie aus der Übersicht erkennbar, werden jedes Jahr mehrere Anlagen installiert.

| Anlage | Installierte Leistung | Betrieb seit |
|--|---------------------------|--------------|
| In Betrieb | | |
| Kalk Karree, Ottmar-Pohl-Platz 1 | 6 kW _P | 2003 |
| Berufsschule Eumeniusstraße 4 | 16,9 kW _P | 2004 |
| Montessori GS Am Pistorhof 11 | 12,6 kW _P | 2007 |
| Gesamtschule Adalbertstraße 17 | 12,2 kW _P | 2007 |
| RS Petersenstraße 7 | 20 kW _P | 2008 |
| Gymnasium Biggestraße 2 | 33,7 kW _P | 2009 |
| Schulzentrum Heerstr. 7 | 15 kW _P | 2010 |
| Gesamtschule Sürther Str. 191 | 104 kW _P | 2010 |
| GS Geilenkircher Straße 52 | 15,6 kW _P | 2011 |
| Gymnasium Humboldtstr. 2-8 | 19,8 kW _P | 2012 |
| GS Schulstr. 23 | 13,8 kW _P | 2013 |
| Gesamtschule Görlinger Zentrum Tollerstr. 1 | 14,8 kW _P | 2013 |
| FSL Thymianweg 1a | 72 kW _P | 2013 |
| RS Neusser Str. 421 | 39,6 kW _P | 2013 |
| HS Rendsburger Platz 1 | 29 kW _P | 2013 |
| GS Ferdinandstr. 43 | 19,9 kW _P | 2014 |
| GS/KITA Ottostr. 76 | 39 kW _P | 2014 |
| Gesamtschule Adalbertstr 17, Mensa | 35,8 kW _P | 2014 |
| GGs Mommsenstr. 5-11 | 27,5 kW _P | 2015 |
| Schule für Kranke, Florentine-Eichler- Str. 1 | 38 kW _P | 2015 |
| Gymnasium Genovevastr. 58 | 30 kW _P | 2019 |
| Gesamtschule Ossietzkystr .2 | 90,6 kW _P | 2019 |
| Raderthalgürtel 2 | 20,8 kW _P | 2019 |
| Kartäuser Wall 40 | 20 kW _P | 2019 |
| Summe | 747 kW_P | |

Tabelle 4.4.1: Eigene PV-Anlagen

Die Summe der im Betrieb befindlichen eigenen Photovoltaik-Anlagenleistung beläuft sich zum 30.12.2019 auf **747 kW_P**.

Gleichzeitig wird im Rahmen von Neubauplanungen und Sanierungen verstärkt nach Möglichkeiten für den Bau von eigenen PV Anlagen gesucht. Aktuell sind Anlagen mit

| In Planung/Bau | Geplante Leistung | Geplante Fertigstellung |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Mehrere geplante Standorte | 157 kW _P | 2020 |
| Mehrere geplante Standorte | 0 kW _P | 2021 |
| Mehrere geplante Standorte | 793 kW _P | 2022 |
| Mehrere geplante Standorte | 135 kW _P | 2023 |
| Mehrere geplante Standorte | 100 kW _P | 2024 |
| Mehrere geplante Standorte | 115 kW _P | 2025 |
| Summe | 1.300 kW_P | |

insgesamt **1.300 kW_P** in Planung. Viele dieser Vorhaben sind Teilmaßnahmen von bereits beschlossenen GU- bzw. TU-Maßnahmen oder Modulbauschulen.

Tabelle 4.4.2: Photovoltaikanlagen der Gebäudewirtschaft (Stand 30.09.2019)

4.4.2 Investoren-Projekte

Schon seit dem Jahr 2000 stellt die Stadt Köln ihre Dächer auch privaten Investoren zur Installation von Photovoltaikanlagen zur Verfügung. Hierfür wird mit dem Investor ein Nutzungsvertrag geschlossen. In 2018 wurden 4 Anlagen errichtet, in 2019 konnte auch aus Mangel an geeigneten Dachflächen keine Anlage errichtet werden. Insgesamt sind nun auf folgenden Schulen private Photovoltaik-Anlagen installiert:

| Anlage | Installierte Leistung | Betrieb seit |
|-------------------------------|-----------------------|--------------|
| Gymnasium Nikolausstraße 55 | 27 kW _P | 2005 |
| Gymnasium Vogelsangerstr. 1 | 10 kW _P | 2007 |
| GS Am Portzenacker 1b | 24 kW _P | 2008 |
| Gymnasium Kattowitzerstr. 52 | 30 kW _P | 2009 |
| GS Buschfeldstr. 46 | 80 kW _P | 2009 |
| Schulzentrum Heerstraße 7 | 15 kW _P | 2009 |
| RS Albert-Schweitzer-Str. 8 | 50 kW _P | 2010 |
| GS Godorfer Hauptstr. 7 | 28 kW _P | 2010 |
| GS Irisweg 2 Anlage 1 | 27 kW _P | 2010 |
| GS Irisweg 2 Anlage 2 | 33 kW _P | 2010 |
| GS Adolph-Kolping-Str.41 | 43 kW _P | 2011 |
| GS Neue Sandkaul 23 | 61 kW _P | 2011 |
| Gy Nikolausstr 55 | 22 kW _P | 2011 |
| HS Nürnberger Str. 10 | 40 kW _P | 2011 |
| GS Petersenstr.7 / Diesterweg | 26 kW _P | 2011 |
| GS Zum Hedelsberg 13 | 31 kW _P | 2011 |
| Gutnickstr. 37 Anlage 1 | 30 kW _P | 2012 |

| Anlage | Installierte Leistung | Betrieb seit |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Gutnickstr. 37 Anlage 2 | 25 kW _P | 2012 |
| Ernstbergstr. 2 | 20 kW _P | 2012 |
| GS Kölner Str. 37 | 35 kW _P | 2013 |
| Gesamtschule Stresemannstr. 30 – 40 | 98 kW _P | 2013 |
| Wuppertaler Straße 19 | 37 kW _P | 2013 |
| Schulstraße 18 | 30 kW _P | 2013 |
| Halfengasse 25 | 35 kW _P | 2013 |
| Neusserstr. 421 | 39 kW _P | 2014 |
| Andreas-Hermes-Str. 2 | 15 kW _P | 2014 |
| Kettelerstr. 14 | 30 kW _P | 2014 |
| Westerwaldstr. 92 | 100 kW _P | 2016 |
| Burgwiesenstr. 125 | 95 kW _P | 2017 |
| Rochusstr. 145 | 95 kW _P | 2018 |
| BA Porz Friedrich-Ebert-Ufer 64 | 95 kW _P | 2018 |
| Judenkirchhofsweg 6 | 86 kW _P | 2018 |
| GS Petersenstr.7 / Diesterweg | 50 kW _P | 2018 |
| Summe | 1462 kW_P | |

Tabelle 4.4.3: Photovoltaikanlagen privater Betreiber

Damit beträgt die installierte Photovoltaik-Leistung privater Betreiber mittlerweile **1.462 kW_P**, insgesamt sind **2.209 kW_P** auf Dächern städtischer Gebäude in Betrieb. Mit den bisher installierten Anlagen lassen sich etwa 568 Haushalte mit elektrischer Energie versorgen.⁶

2.209 kW_P Solarstrom auf städtischen Dächern kann den Stromverbrauch für 568 Haushalte liefern

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

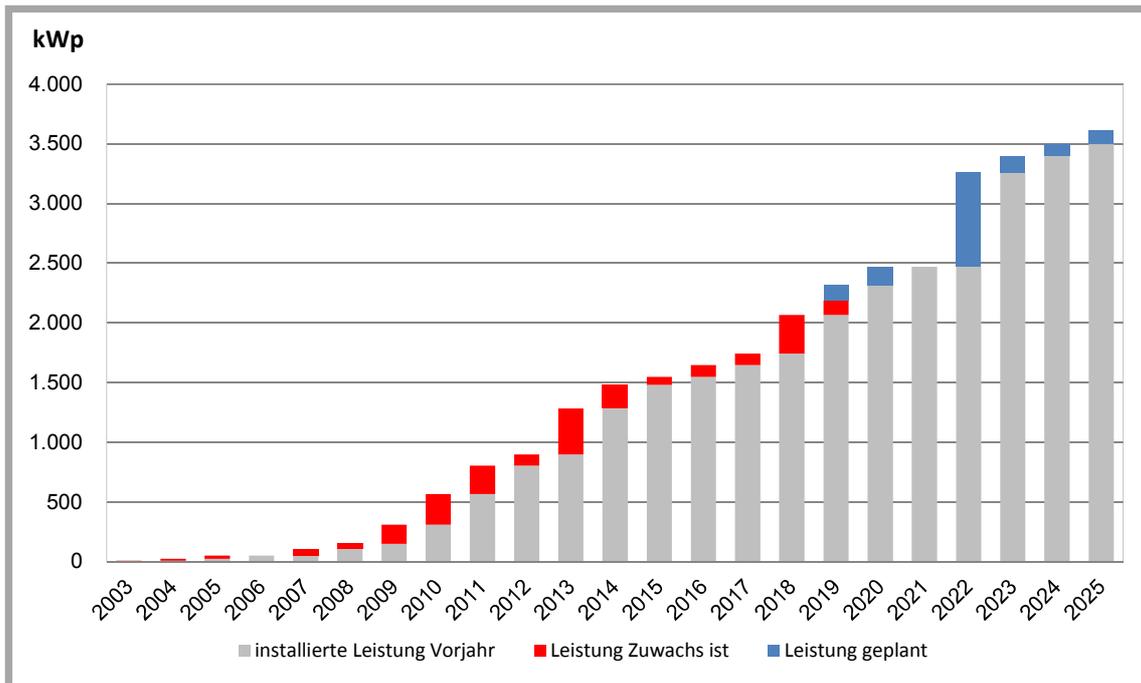


Abbildung 4.4.1: Zuwachs installierter Leistung städtischer und privater PV-Anlagen

Wenn alle Anlagen wie geplant errichtet werden, liegt die PV-Leistung im Jahr 2025 bei 3.509 kWh.

Erhöhung der geplanten PV-Leistung bis 2025 um 60 % !

4.5 Energiecontrolling-Software „InterWatt“

Im Berichtsjahr konnte die Energiecontrolling-Software „InterWatt“ weitgehend zur Einsatzreife gebracht werden. Mittlerweile sind die meisten Zählwerke bereits so umgebaut worden, dass aktuell die Verbrauchsdaten von 198 Liegenschaften, entsprechend 761 Zähler bzw. 1001 „Zählwerke“ täglich erfasst und automatisch in das System eingespielt werden. Es liegen damit viertelstündliche Stromverbrauchswerte und stündliche Wasser-, Gas- und Fernwärmeverbrauchswerte der angeschlossenen Liegenschaften vom jeweiligen Vortag vor und stehen zur Auswertung zur Verfügung.

Bei einigen Zählern erfolgt die Verbrauchserfassung jedoch auch in Zukunft noch manuell, da kein vertretbares Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Aufwand einer automatischen Erfassung besteht, z.B. in einem Pellet-Lager. Zur weiteren Auswertung werden primäre (z.B. Außentemperatur) und abgeleitete Klimawerte (z.B. Gradtagszahl) vollautomatisch aus entsprechenden Daten des Wetterdatenanbieters (hier: Deutscher Wetterdienst DWD) berechnet und helfen bei der Analyse der Heizungsverbrauchsdaten. Automatische Überwachungen für Wasser und Strom werden vorgenommen und über sogenannte Log-Meldungen erkennbar gemacht. Eine Vielzahl verschiedener gespeicherte Auswertungen, mit deren Hilfe Verbrauchs-Anomalien erkannt werden können, helfen zur weiteren Überwachung.

Im Falle einer unplausiblen Verbrauchsabweichung (z.B. unnormal erhöhter Wasserverbrauch durch Rohrbruch) wird bei den automatischen Überwachungen eine Log-Meldung generiert. Je nach Schweregrad und Charakter der Meldung erfolgt dann die anschließende Analyse durch das Energiemanagement. Dies liefert entweder die Gebäudeautomation, die Einbeziehung des Hausmeister oder es erfolgt eine Begehung des Energiedienstes. Auf diese Weise konnten im Jahr 2019 bereits mehrere, zum Teil sehr große Wasserrohrbrüche zeitnah festgestellt und behoben werden.

Im Zuge der Eingliederung der Kulturbauten in die Bewirtschaftung durch die Gebäudewirtschaft wurden auch diese in der Software integriert. Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden bereits vor einiger Zeit die Zähler mit dem Ziel einer automatisierten Datenübermittlung umgebaut. Eine entsprechende Schnittstelle und Softwareanpassungen sorgen nun dafür, dass auch hier künftig mit den Auswertungen im System „Interwatt“ begonnen werden kann.

4.6 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. Die folgende Grafik zeigt Wärmeverbräuche in den Monaten Januar 2019 bis Dezember 2019 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.

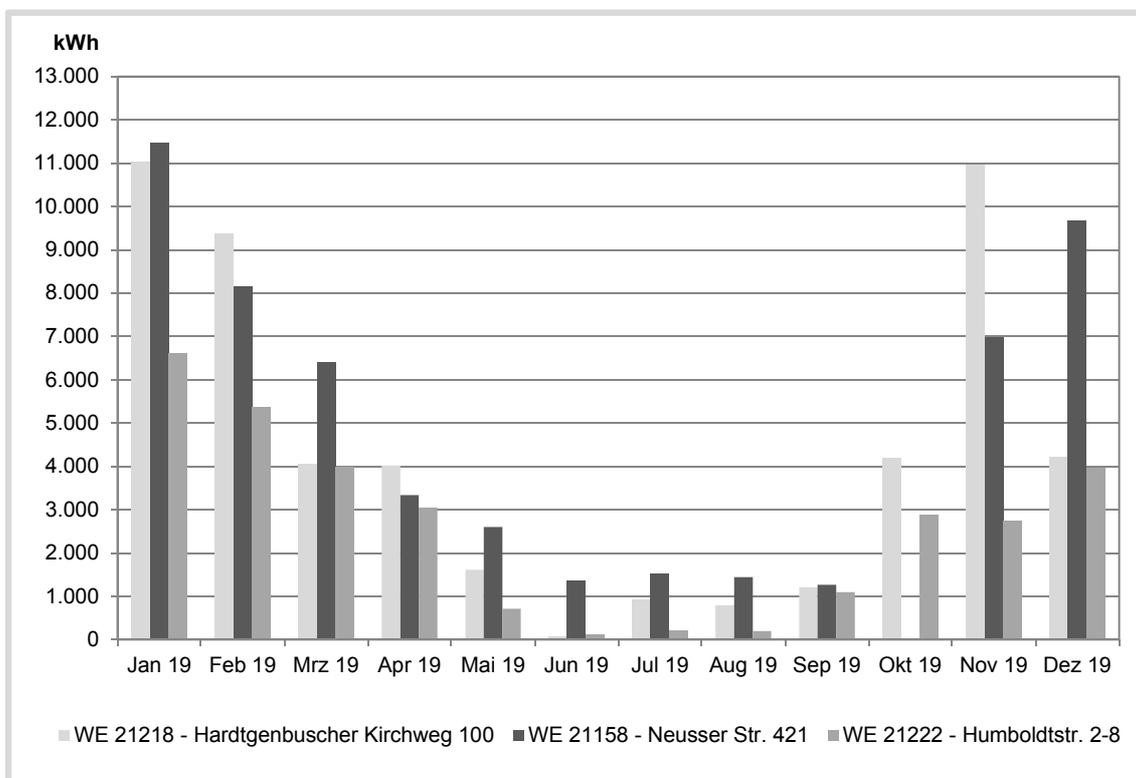


Abbildung 4.6.1: monatlicher Wärmeverbrauch in drei Passivhausbauten (Mensa mit OGTS)

In folgender Tabelle sind die geplanten Soll-Jahreswärmeverbräuche nach der Passivhausbilanzierung aufgeführt. Vergleicht man die Wärmeverbräuche der Jahre 2018 und 2019, so ist erkennbar, dass der Wärmeverbrauch im Objekt Hardtgenbuscher Kirchweg stark gesunken ist. In allen drei Objekten liegt der Verbrauch allerdings über den Planwerten.

| Objekt | Plan nach PHPP Jahres-Wärme verbrauch [kWh] | Ist Wärmeverbrauch Feb.-Dez. 2018 [kWh] | Ist Wärmeverbrauch 2019 [kWh] |
|---|--|--|--|
| WE 21218 - Hardtgenbuscher Kirchweg 100 | 31.889 | 70.653 | 52.571 |
| WE 21222 - Humboldtstr. 2-8 | 17.597 | 18.940 | 31.000 |
| WE 21158 - Neusser Str. 421 | 33.938 | 33.402 | 54.232 |

Tabelle 4.6.1: geplanter und tatsächlicher Wärmeverbrauch ausgewählter Passivhaus-Bauten

Im Objekt Neusser Str. 421 werden laut Planunterlagen für die Bereitstellung von Warmwasser **24 %** der Heizenergie bzw. **6.383 kWh/a** benötigt.

In den Sommerferien, als kein Schulbetrieb in der OGS stattfand, wurden die „Stillstandsverluste Warmwasser“ über einen Monat ermittelt.

Der Heizbetrieb war während dieser Zeit ausser Betrieb, eine Messung bestätigte, dass kein Warmwasser verbraucht wurde. Der Gasverbrauch wurde ausschließlich für die Temperaturhaltung im Warmwasserspeicher benötigt. Der Verbrauch betrug **1.118 kWh**.

Eine Hochrechnung der Bereitstellungsverluste ergibt einen Energiebedarf von **13.416 kWh** jährlich.

Die tatsächlich erforderliche Energie zur Warmwasserbereitstellung ist mehr als doppelt so hoch wie in der Planung zugrunde gelegt wurde. Da der Wärmebedarf für Warmwasser nicht separat erfasst wird, verzerrt der damit einhergehende höhere Gesamtverbrauch das Ergebnis des Gesamt-Energiekennwertes.

In den Objekten Neusser Straße und Humboldtstraße wurde darüberhinaus festgestellt, dass bei Arbeiten an der Regelung durch externe Firmen veraltete Programme aufgespielt wurden, wodurch die durchgeführten Optimierungseinstellungen wieder zurückgesetzt wurden. Dies wirkte sich sofort negativ auf den Verbrauch aus.

Als Fazit ist erkennbar, dass bereits kleine Änderungen in den Regelungseinstellungen große Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben können. Die Planwerte sind voraussichtlich nur bei einem vollständig störungsfreien und optimierten Betrieb erreichbar. Der Verbrauch über die Warmwasserbereitung und –entnahme sollte in zukünftigen Projekten separat erfasst werden, so dass der tatsächliche Heizwärmebedarf bilanziert werden kann.

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 ² 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 _p | Die Nennleistung von Photovoltaikanlagen wird häufig in WP (Watt Peak) beziehungsweise kW _P 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 ² 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 ² a |
| Witterungsbereinigung → Außentemperaturbereinigung | Rechenverfahren, bei dem mit Hilfe der → Tagesmitteltemperatur der Heizenergieverbrauch jedes Jahr auf das Normjahr zurückgerechnet wird |