

Energiebericht

für städtische Gebäude und Einrichtungen

2019



Impressum

Energiebericht für städtische Gebäude und Einrichtungen 2019

Herausgeber

Stadt Erlangen, Amt für Gebäudemanagement

Schuhstraße 40

91052 Erlangen

Tel. 09131 86-2831

E-Mail: thomas.drechsler@stadt.erlangen.de

Titelbild

Baustelle des künftigen Kultur- und Bildungscampus Frankenhof (KuBiC). Der unter Denkmalschutz stehende Gebäudebestand wird generalsaniert und erweitert. Das umfangreiche Bauprojekt wurde im Herbst 2017 begonnen. Die Fertigstellung ist für Ende 2022 geplant.

Fotonachweis

Wenn nicht anders vermerkt, Stadt Erlangen.

Juli 2020

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in den städtischen Gebäuden seit 1999.

Mit der Ausrufung des Klimanotstands im vergangenen Jahr hat die Stadt Erlangen ein starkes Zeichen gesetzt und die Eindämmung des Klimawandels und seiner schwerwiegenden Folgen als Aufgabe von höchster Priorität anerkannt. Das Engagement im Klimaschutz hat in Erlangen allerdings eine schon sehr viel längere Tradition, wie auch dieser vorliegende Bericht zum Energieverbrauch an städtischen Gebäuden seit nunmehr 20 Jahren deutlich macht.

Besonders die energetische Sanierung von Gebäuden birgt enorme Einsparpotentiale und kann damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Neben den normalen Bauunterhaltsmaßnahmen investiert die Stadt kontinuierlich in die Sanierung ihrer Liegenschaften. Hervorzuheben ist hier insbesondere das seit dem Jahr 2007 laufende Schulsanierungsprogramm. Es wurden bereits zehn Schulen umfassend saniert, zuletzt die Schulgebäude des Albert-Schweitzer-Gymnasiums und Ohmgymnasiums. Einsparungen im Wärmeverbrauch von ca. 40 % konnten hierbei realisiert werden.

Gleichzeitig steigt durch immer mehr Technischeinrichtungen in den Gebäuden und die Erweiterung von Nutzungszeiten der Energieverbrauch, beispielsweise im Schulbereich durch Ausbau der Ganztagsbetreuung. Das Gebäudemanagement versucht dieser Entwicklung durch höhere Energieeffizienz entgegenzusteuern, beispielsweise durch Erneuerung von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Austausch von Heizungspumpen und Sanierung von Beleuchtungsanlagen.

Sowohl bei Sanierungen als auch bei Neubauten hat unser Amt für Gebäudemanagement beim Wärmeschutz Standards gesetzt, die deutlich über gesetzliche Vorgaben hinausgehen. Lesen Sie dazu im Energiebericht: Sanierung Kinderhaus Sandbergstraße und Neubau Spiel- und Lernstube Donato-Polli-Straße.

Im Bestand wird zunehmend die Nutzung regenerativer Energien umgesetzt. Beispiel Rathaus: Soweit technisch möglich werden Flächen auf und am Gebäude mit Photovoltaik ausgestattet. Bei Neubauten und Sanierungen ist grundsätzlich die Installation von Photovoltaikanlagen vorgesehen. Gemeinsam mit den Stadtwerken wird die Nutzung von umweltfreundlicher Fernwärme vorangetrieben.

Ein weiterer Baustein zur Energieeinsparung ist die Aktivierung des Energieeinsparpotentials „Nutzerverhalten“: Das Energiesparprojekt „50/50“ belohnt Schulen, Kindergärten, u.a. für energie- und wassersparendes Verhalten finanziell. Zudem wird künftig ein größeres Augenmerk auf das Monitoring und die Optimierung der Anlagen zu legen sein. Dabei gilt es noch mehr in den Fokus zu stellen, dass entsprechende Mess- und Regeleinrichtungen eingeplant werden, um einen nachvollziehbaren Vergleich des Energieverbrauchs anstellen zu können.

Liebe Leserinnen und Leser, zwar ist der Anteil der städtischen Gebäude und Einrichtungen am gesamtstädtischen Energieverbrauch und den lokalen CO₂-Emissionen in Erlangen mit weniger als zwei Prozent eher gering. Dennoch sehen wir für unsere Kommune eine Vorbildfunktion, der wir seit vielen Jahren gerecht werden. Bei der Suche und im Engagement nach noch mehr Energieeffizienz und Klimaschutz werden wir auch in Zukunft alle Möglichkeiten ausschöpfen.



Dr. Florian Janik
Oberbürgermeister



Josef Weber
Referent für Planen und Bauen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zusammenfassung	1
2. Einleitung	3
3. Statistik	3
3.1 Wärme	3
3.1.1 Verbrauchsentwicklung	3
3.1.2 Verbrauch 2019	5
3.1.3 Kostenentwicklung	6
3.2 Strom	8
3.2.1 Verbrauchsentwicklung	8
3.2.2 Verbrauch 2019	9
3.2.3 Kostenentwicklung	10
3.3 Wasser	11
3.3.1 Verbrauchsentwicklung	11
3.3.2 Verbrauch 2019	11
3.3.3 Kostenentwicklung	13
3.4 Umwelteinfluss	14
3.5 Gebäudeflächen	17
4. Energieeffizientes Bauen – aktuelle Beispiele	18
4.1 Generalsanierung Kinderhaus Sandberg	18
4.2 Neubau Spiel- und Lernstube Donato-Polli-Straße	22
5. Nutzung von Solaranlagen auf städtischen Gebäuden	26
6. Arbeitsschwerpunkte des städtischen Energiemanagements	27
Anhang	28
I. Klimabereinigung von Verbrauchswerten - Gradtagzahlen	29
II. Wärmeverbrauch in städtischen Gebäuden nach Heizenergiearten	30
III. Heizenergieverbrauch in städtischen Gebäuden	31
IV. Stromverbrauch in städtischen Gebäuden	31
V. Wasserverbrauch in städtischen Gebäuden	32
VI. Bildung von Verbrauchskennwerten – Bezugsflächen	32
VII. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte	33
VII.a Schulen	33
VII.b Verwaltungsgebäude	36
VIII. Liste der Photovoltaikanlagen auf städtischen Gebäuden	37
IV. Übersicht der Primärenergie- und CO ₂ -Emissionsfaktoren	39

1. Zusammenfassung

Der Energiebericht der Stadt Erlangen bietet einen Überblick über den Energie- und Wasserverbrauch und die Verbrauchskosten der städtischen Gebäude seit dem Jahr 1999.

Verbrauchsstatistik

Wärme: 2019 erhöhte sich der jährliche Wärmeverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 6,6 % von 23,03 Mio. kWh auf 24,84 Mio. kWh. Witterungs- und flächenbereinigt ergibt sich ein rechnerischer Mehrverbrauch von 1,9 %.

Strom: Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich der Stromverbrauch um 1,0 % von 7,01 Mio. kWh auf 7,18 Mio. kWh. Der flächenbezogene Verbrauchskennwert stieg um 0,7 % von 23,2 kWh/m²a auf 23,4 kWh/m²a.

Wasser: Der Wasserverbrauch ist 2019 gegenüber dem Vorjahr um 1,8% von 77.336 m³ auf 75.938 m³ zurückgegangen.

Verbrauchskosten

Im Vergleich zum Vorjahr erhöhten sich 2019 die jährlichen Kosten für Wärme und Strom jeweils um 8,9 %. Die Wasserkosten reduzierten sich um 1,7 %. Insgesamt stiegen die Ausgaben für Energie und Wasser um 8,4 % auf 4.484.279 Euro.

Umwelteinfluss

Mit dem Energieverbrauch in den städtischen Gebäuden sind auch der Verbrauch an nichterneuerbarer Primärenergie und die Emission des klimaverändernden CO₂ verbunden. In Bezug auf das Jahr 1999 konnte beides deutlich reduziert werden. Der Verbrauch an Primärenergie sank in diesem Zeitraum um rund 34 %, die energiebedingten CO₂-Emissionen um rund 73 %.

Energieeffizientes Bauen

Bei Baumaßnahmen ist das Gebäudemanagement bestrebt, die gesetzlich vorgegebenen Energiestandards deutlich zu unterschreiten. Beispielhaft hierfür wird im Energiebericht ein Sanierungs- und ein Neubauprojekt vorgestellt.

Arbeitsschwerpunkte des Energiemanagements

Zu den Aufgaben des Energiemanagements gehören folgende Aktivitäten:

- Energiecontrolling,
- Information und Schulung der Gebäudenutzer und –betreiber,
- Betreuung von Energieeinsparprojekten,
- Bauphysikalische Planung und Beratung bei Sanierungs- und Neubaumaßnahmen,
- Öffentlichkeitsarbeit.

Energie- und Wasserverbrauch in den städtischen Gebäuden und Einrichtungen

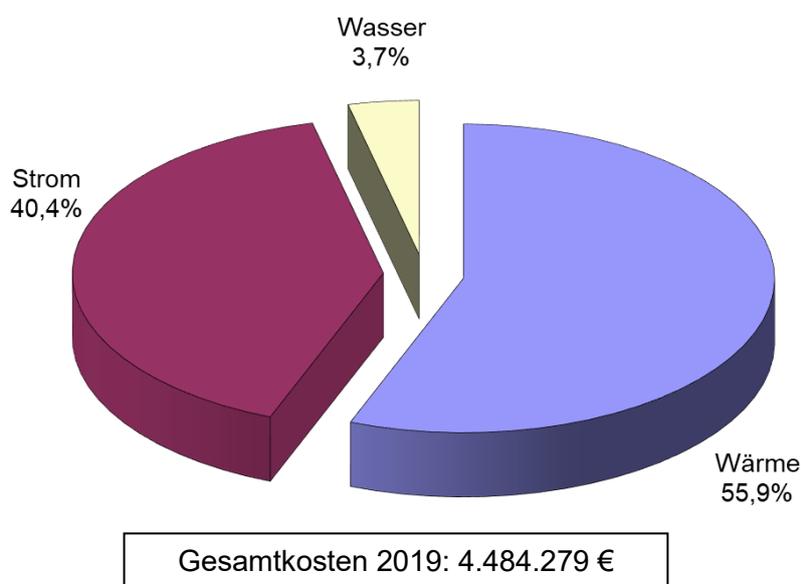
Verbrauch

Jahr		2017	2018	2019	Veränderung 2019 zu Vorjahr in %	
					absolut	bereinigt*
Wärme	[Mio. kWh]	26,03	23,31	24,84	+ 6,6 %	+ 1,9 %
Strom	[Mio. kWh]	7,11	7,01	7,08	+ 1,0 %	+ 0,7 %
Wasser	[Tsd. m ³]	77,86	77,34	75,94	- 1,8 %	- 1,9 %

Kosten

Jahr		2017	2018	2019	Veränderung 2019 zu Vorjahr in %
Wärme	[Tsd. €]	2.477	2.303	2.508	+ 8,9 %
Strom	[Tsd. €]	1.695	1.664	1.812	+ 8,9 %
Wasser	[Tsd. €]	170	168	165	- 1,7 %
gesamt	[Tsd. €]	4.341	4.135	4.484	+ 8,4 %

* Strom- und Wasserverbrauch flächenbereinigt, Wärmeverbrauch flächen- und witterungsbereinigt



Aufteilung der Energie- und Wasserkosten der städtischen Gebäude und Einrichtungen für das Jahr 2019. Bei den Wasserkosten sind die Kanalgebühren für Abwasser nicht enthalten.

2. Einleitung

Das Amt für Gebäudemanagement der Stadt Erlangen veröffentlicht seit dem Jahr 2001 in regelmäßigen Abständen einen Energiebericht für städtische Gebäude und Einrichtungen. In dem vorliegenden Bericht für das Verbrauchsjahr 2019 werden die Entwicklung des Energie- und Wasserverbrauchs und die dazugehörigen Kosten seit dem Jahr 1999 bilanziert und fortgeschrieben, sowie die aus dem Energieverbrauch resultierenden CO₂-Emissionen aufgezeigt. Darüber hinaus gibt er einen kurzen Überblick über die Arbeitsschwerpunkte des städtischen Energiemanagements und stellt aktuelle Bauprojekte des Gebäudemanagements vor.

Grundlage für den Energiebericht ist eine Auswertung der im Amt für Gebäudemanagement erfassten Energie- und Wasserverbrauchsabrechnungen der städtischen Gebäude und Einrichtungen. Bei angemieteten Objekten werden die Verbrauchsdaten und –kosten aus Nebenkostenabrechnungen nicht erfasst, da diese Daten zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieberichts in der Regel nicht zur Verfügung stehen. Nicht enthalten sind die Daten der Erlanger Bäder und der kommunalen Eigenbetriebe und Eigengesellschaften.

Im aktuellem Energiebericht wurden die verwendeten Gebäudeflächen hinsichtlich ihrer Relevanz für den Energieverbrauch überprüft und korrigiert. Unbeheizte Flächen, wie beispielsweise Kellerräume, werden im Energiebericht 2019 bei den Flächenangaben nicht mehr berücksichtigt. Dadurch kommt es zu Abweichungen gegenüber den Flächen und flächenbezogenen Verbrauchswerten in früheren Energieberichten.

3. Statistik

3.1 Wärme

3.1.1 Verbrauchsentwicklung

2019 erhöhte sich der jährliche Wärmeverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 6,6 % von 23,03 Mio. kWh auf 24,84 Mio. kWh. Witterungs- und flächenbereinigt ergibt sich ein rechnerischer Mehrverbrauch von 1,9 %.

Die Stadt Erlangen ist bestrebt den Wärmeverbrauch in den städtischen Gebäuden zu senken. Neben den normalen Bauunterhaltsmaßnahmen investiert die Kommune kontinuierlich in die Sanierung ihrer Liegenschaften. Hervorzuheben ist hier insbesondere das seit dem Jahr 2007 laufende Schulsanierungsprogramm, welches, neben der Beseitigung von baulichen und technischen Mängeln, auch die energetische Sanierung zum Ziel hat. Systematisch wurden und werden bei den Schulgebäuden Außenwände und Dächer gedämmt, Fenster ausgetauscht und Heizungsanlagen erneuert. Im Rahmen des Schulsanierungsprogramms konnten so bereits zehn Schulen umfassend saniert werden. Zuletzt wurden die Sanierungsmaßnahmen der Schulgebäude am Albert-Schweitzer-Gymnasium und am Ohmgymnasium abgeschlossen. Durch die Sanierung konnte bei beiden Schulen eine Einsparung im Wärmeverbrauch von ca. 40% realisiert werden.

Der Erfolg der kontinuierlichen Sanierungsmaßnahmen zeigt sich auch in der Entwicklung des Verbrauchskennwerts seit dem Jahr 1999. In Abbildung 1 ist neben dem Verbrauchskennwert auch der jährliche Gesamtverbrauch in Kilowattstunden (kWh) dargestellt.

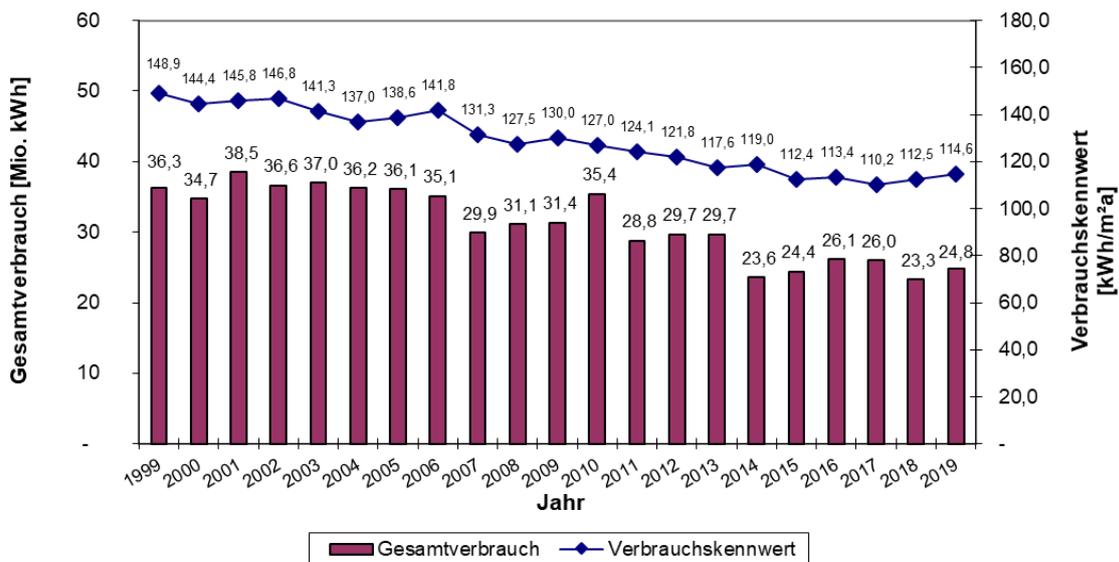


Abb. 1: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in den städtischen Gebäuden von 1999 bis 2019.

Zur Beurteilung der Entwicklung des Wärmeverbrauchs werden witterungsbereinigte und flächenbezogene Verbrauchskennwerte verwendet, da sich in dem betrachteten Zeitraum auch die Gebäudeflächen verändert haben. Erläuterungen zur Bildung von Verbrauchskennwerten finden sich im Anhang. Unberücksichtigt im Verbrauchskennwert bleibt die zunehmende Erweiterung von Nutzungszeiten, wie beispielsweise durch den Ausbau der Ganztagsbetreuung im Schulbereich, die den Wärmeverbrauch ebenfalls beeinflusst. Auch hat die Art der Witterungsbereinigung einen Einfluss auf die Höhe des Verbrauchskennwerts. In Jahren mit warmen Heizperioden werden in den Übergangszeiten mit relativ hohen Außentemperaturen durch die Witterungsbereinigung die Bereitschaftsverluste der Heizungsanlagen überproportional betont, was zu einem rechnerischen Mehrverbrauch gegenüber deutlich kälteren Heizperioden führen kann.

Ein Maß für die Witterung sind die Jahresgradtagzahlen, angegeben in Kelvintagen (Kd). Je größer die Gradtagzahl eines Jahres ist, desto kälter war die Witterung. Abbildung 2 zeigt die Jahresgradtagzahlen für Erlangen seit 1999.

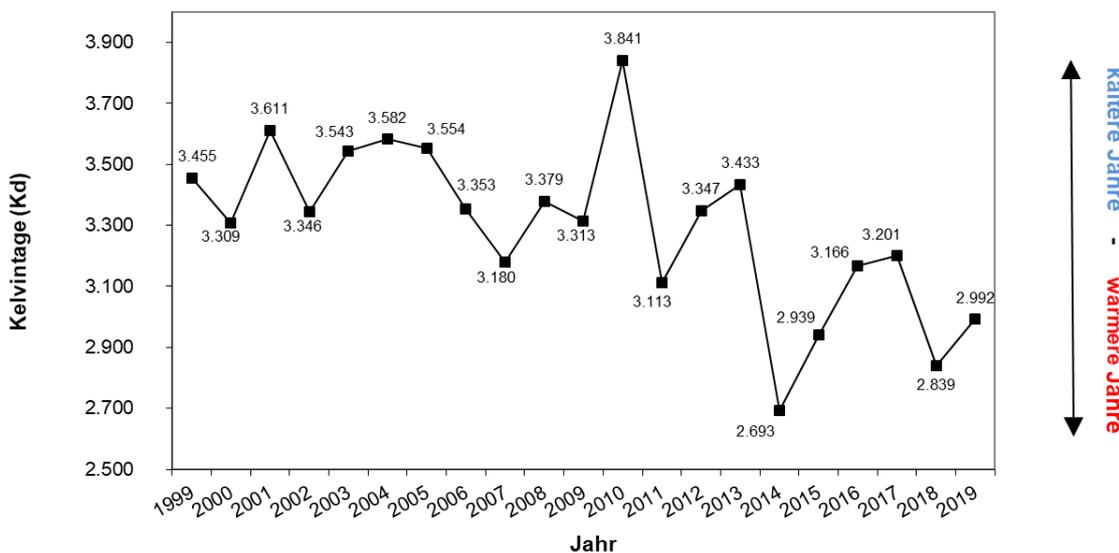


Abb. 2: Jahresgradtagzahlen für Erlangen von 1999 bis 2019 (Quelle: EStW).

Nachdem der bereinigte Wärmeverbrauch in den letzten Jahren deutlich gesunken ist, ist ab 2018 wieder ein leichter Anstieg zu beobachten. Eine Ursache für den Anstieg ist nicht klar festzustellen. Erweiterung von Nutzungszeiten oder laufende Baumaßnahmen wie am Marie-Therese-Gymnasium (MTG) spielen sicherlich eine Rolle. Gegenüber dem Ausgangsjahr 1999 ist dennoch aktuell ein Rückgang des Verbrauchskennwerts um rund 23 % festzustellen.

3.1.2 Verbrauch 2019

Die vielfältigen Aufgaben einer Kommune spiegeln sich auch in der Art der Nutzung der städtischen Gebäude wider. Neben seinem baulichen und anlagentechnischen Zustand ist der Wärmeverbrauch eines Gebäudes auch stark von seiner Nutzung abhängig (Raumtemperatur, Nutzungszeiten, Luftwechsel). Deshalb werden Gebäude mit ähnlicher Nutzung in Kategorien zusammengefasst. Beispielsweise sind die Kindergärten und Kinderhorte der Nutzungskategorie „Kinder“ zugeordnet.

Im Jahr 2019 wurden in den städtischen Gebäuden und Einrichtungen insgesamt rund 24,84 Millionen Kilowattstunden an Wärme verbraucht. Abbildung 3 zeigt die Aufteilung des Verbrauchs auf die verschiedenen Nutzungskategorien. Rund 70 % der Wärmeenergie wird für die Beheizung der Schulgebäude benötigt, auf die auch rund zwei Drittel der städtischen Gebäudeflächen entfallen. Verbrauchskennwerte für die einzelnen Schulen finden sich im Anhang.

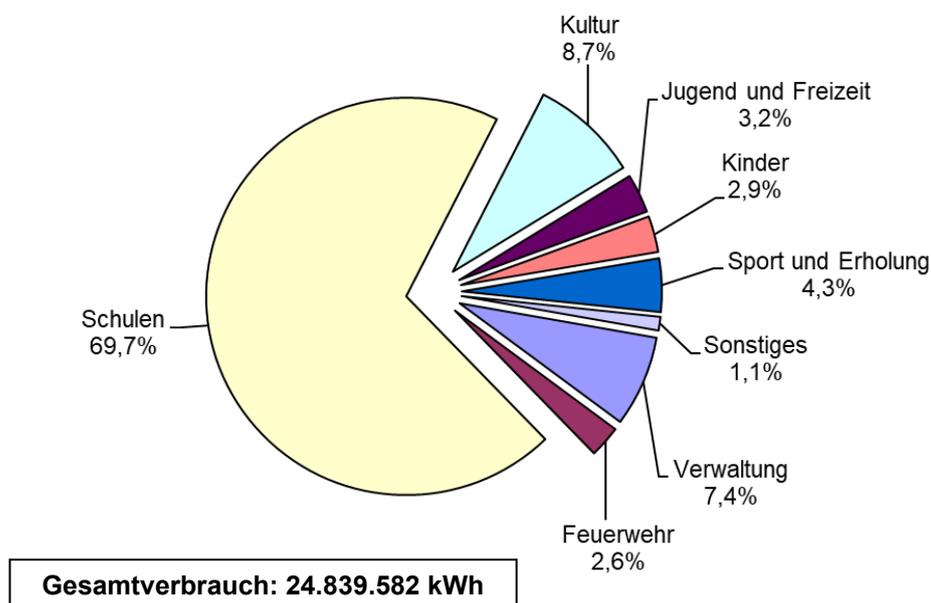


Abb. 3: Prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs 2019 in den städtischen Gebäuden nach Nutzungskategorien.

Abbildung 4 zeigt den flächenbezogenen und witterungsbereinigten Wärmeverbrauch nach Nutzungskategorien für die letzten drei Jahre. Die Zahlenwerte beziehen sich auf das Jahr 2019.

In der Nutzungskategorie „Sport und Erholung“ ist 2019, nach einem Anstieg im Vorjahr, wieder ein Rückgang im Wärmeverbrauch zu beobachten, der unter anderem auf die Inbetriebnahme der neu gebauten Sporthalle am MTG zurückzuführen ist (energieeffizienter Neubau). Der Anstieg in der Nutzungskategorie „Feuerwehr“ ist im Zusammenhang mit den Bautätigkeiten bei der Hauptfeuerwache zu sehen.

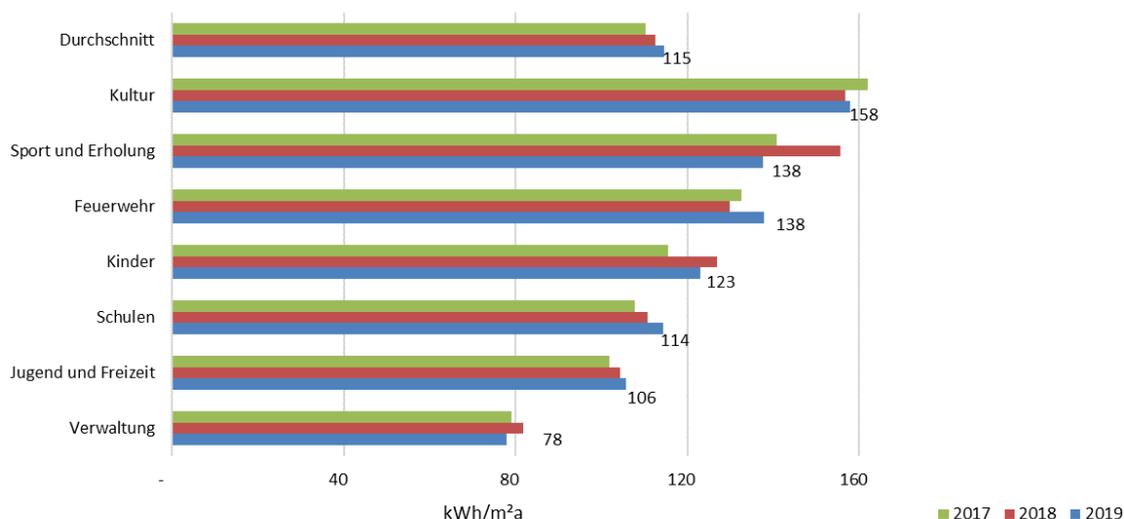
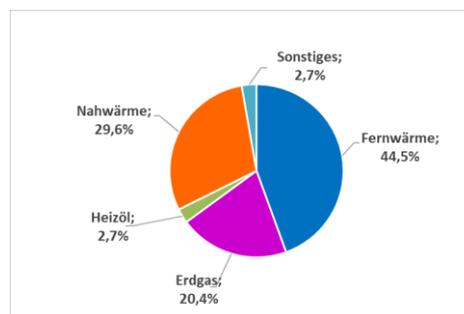


Abb. 4: Flächenbezogener und witterungsbereinigter Wärmeverbrauch nach Nutzungskategorien für die Jahre 2017, 2018 und 2019.

3.1.3 Kostenentwicklung

Für die Beheizung der städtischen Gebäude werden verschiedene Energieträger eingesetzt. Nebenstehende Grafik zeigt die aktuelle Zusammensetzung der Energieträger am Wärmeverbrauch. Hauptsächlich erfolgt die Beheizung durch den direkten Bezug von Fernwärme und Erdgas von den Erlanger Stadtwerken. Zu einem geringen Anteil (2,7 %) wird Heizöl eingesetzt, das von örtlichen Lieferanten bezogen wird. Unter Sonstiges sind die Energieträger Strom, Flüssiggas und Pellets zusammengefasst.



Der Bezug von Nahwärme erfolgt im Rahmen eines Wärmelieferungsvertrags mit den Erlanger Stadtwerken, die seit einigen Jahren die Heizzentralen von verschiedenen städtischen Liegenschaften betreiben.

Abbildung 5 zeigt die Preisentwicklung von verschiedenen Energieträgern ab dem Jahr 1999. Dargestellt sind die durchschnittlichen Preise, die sich aus den jährlich verbrauchten Mengen und den Kosten für den jeweiligen Energieträger ergeben. Gegenüber dem Vorjahr sind 2019 höhere Preise bei Nahwärme, Fernwärme und Erdgas festzustellen. Nah- und Fernwärme haben einen relativ hohen verbrauchsunabhängigen Grundpreisanteil, da darin die Kosten für die Wärmeerzeugung bereits enthalten sind. Der Anteil von Nah- und Fernwärme am jährlichen Gesamtverbrauch beträgt aktuell rund 74 %.

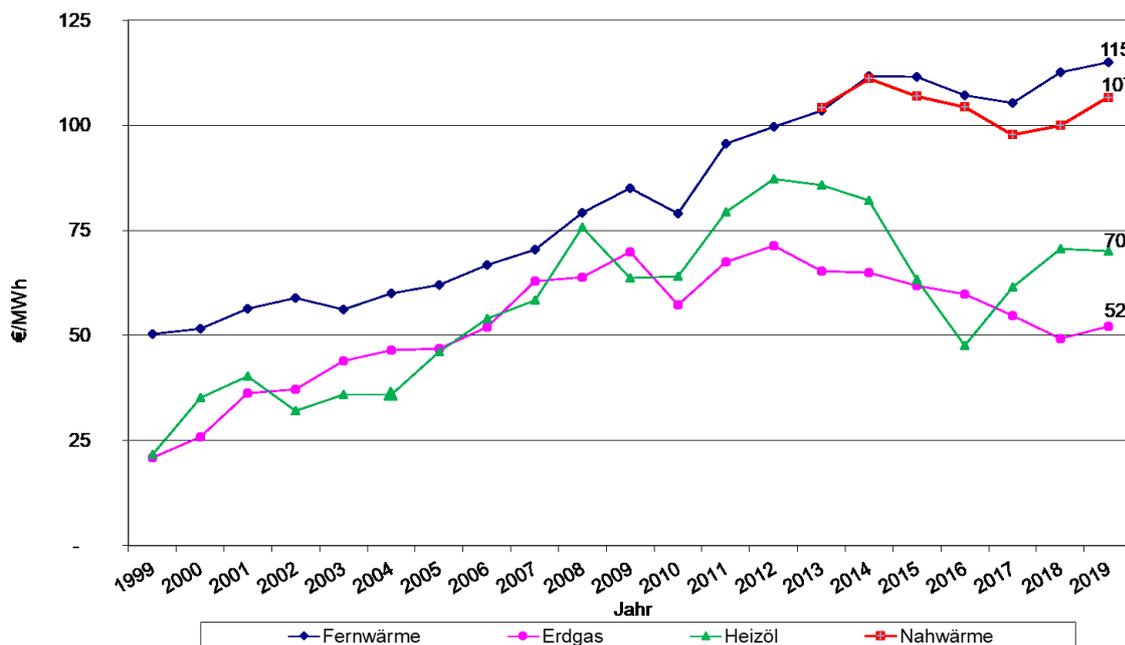


Abb. 5: Preisentwicklung verschiedener Energieträger.

Die Entwicklung der Wärmekosten seit dem Jahr 1999 zeigt Abbildung 6. Dargestellt sind die jährlichen Gesamtkosten für Wärme in Euro und der jeweilige Durchschnittspreis für die insgesamt verbrauchte Wärmemenge in Euro pro MWh. Die Gesamtkosten und der Durchschnittspreis berechnen sich aus den Mengen und Kosten der verschiedenen Energieträger. Im Vergleich zum Vorjahr erhöhten sich 2019 die Gesamtkosten für Wärme aufgrund gestiegener Wärmepreise und einem Anstieg im Wärmeverbrauch um rund 8,9 % auf 2.507.519 Euro.

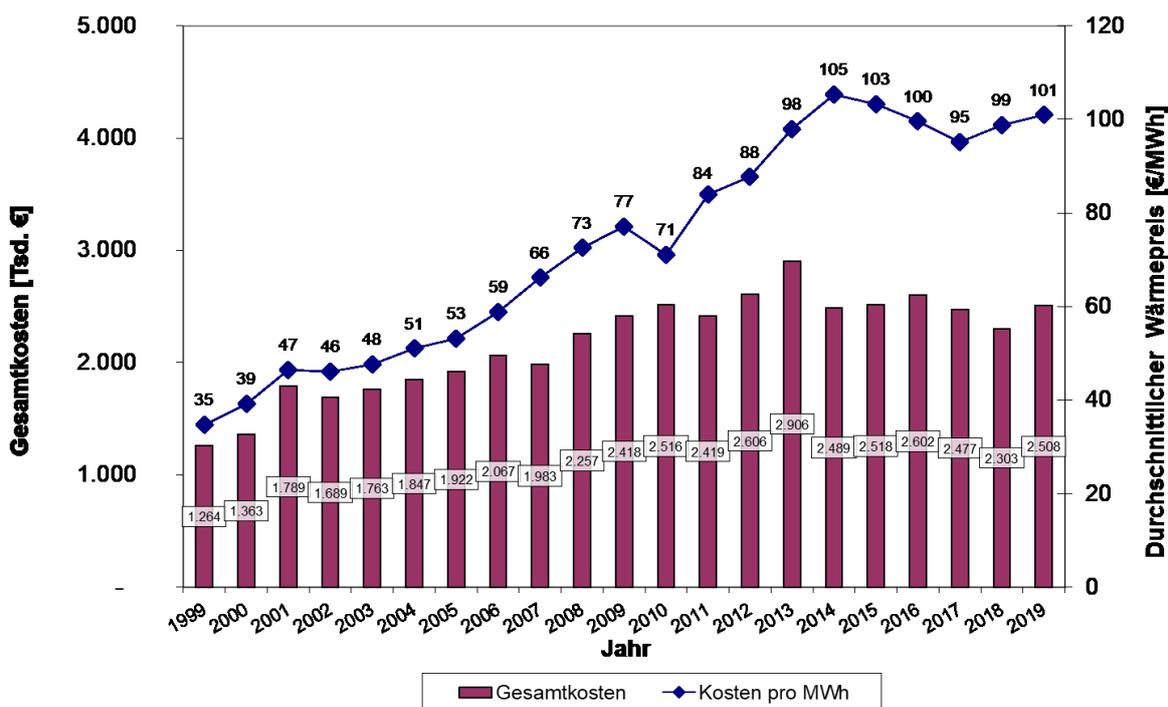


Abb. 6: Entwicklung der Wärmekosten für den Zeitraum 1999 bis 2019.

3.2 Strom

3.2.1 Verbrauchsentwicklung

Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich 2019 der Stromverbrauch um 1,0 % von 7,01 Mio. kWh auf 7,18 Mio. kWh. Der flächenbezogene Verbrauchskennwert stieg um 0,7 % von 23,2 kWh/m²a auf 23,4 kWh/m²a.

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung des Gesamtstromverbrauchs und des flächenspezifischen Stromverbrauchs (Verbrauchskennwert) für die städtischen Gebäude seit 1999. Der zum geringen Anteil noch vorhandene Heizstrom ist in der Bilanz des Stromverbrauchs in der Regel nicht enthalten, sondern wird beim Wärmeverbrauch erfasst.

Während im Betrachtungszeitraum gegenüber dem Ausgangsjahr 1999 der Wärmeverbrauch durch Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerung um 23 % reduziert werden konnte, erhöhte sich im gleichen Zeitraum der Stromverbrauch um rund 18 %.

Dies lässt sich durch eine Zunahme der Technikausstattung in den Gebäuden und Verlängerung von Nutzungszeiten erklären, was mit einem vermehrten Strombedarf verbunden ist. So wurde und wird z.B. im Schulbereich die Ganztagsbetreuung ausgebaut und Mensen eingerichtet, die über Koch- und Kühlfunktionen einen hohen Strombedarf aufweisen.

Das Gebäudemanagement versucht dieser Entwicklung durch Steigerung in der Energieeffizienz entgegenzusteuern, beispielsweise durch Erneuerung von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Austausch von Heizungspumpen und Beleuchtungsanlagen.

Allgemein sind beim Stromverbrauch seit einigen Jahren keine größeren Schwankungen zu beobachten. Nachdem in den letzten beiden Jahren ein leichter Rückgang im Stromverbrauch festzustellen war, stieg er 2019 gegenüber dem Vorjahr wieder um 1,0 % an. Insgesamt wurden 2019 rund 7,08 Millionen kWh Strom verbraucht.

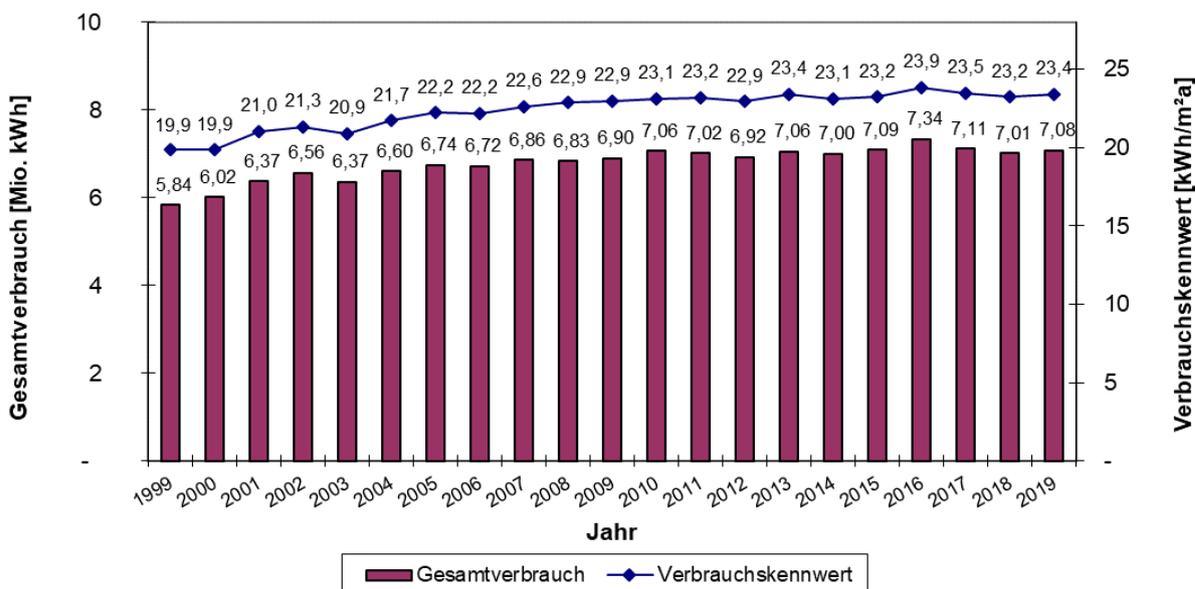


Abb. 7: Entwicklung des Stromverbrauchs in den städtischen Gebäuden von 1999 bis 2019.

3.2.2 Verbrauch 2019

Abbildung 8 zeigt den prozentualen Anteil der verschiedenen Nutzungskategorien am Stromverbrauch, Abbildung 9 den jeweiligen flächenbezogenen Verbrauchskennwert. Analog zum Wärmeverbrauch haben den größten Anteil am Gesamtstromverbrauch mit 50,4 % die Schuleinrichtungen.

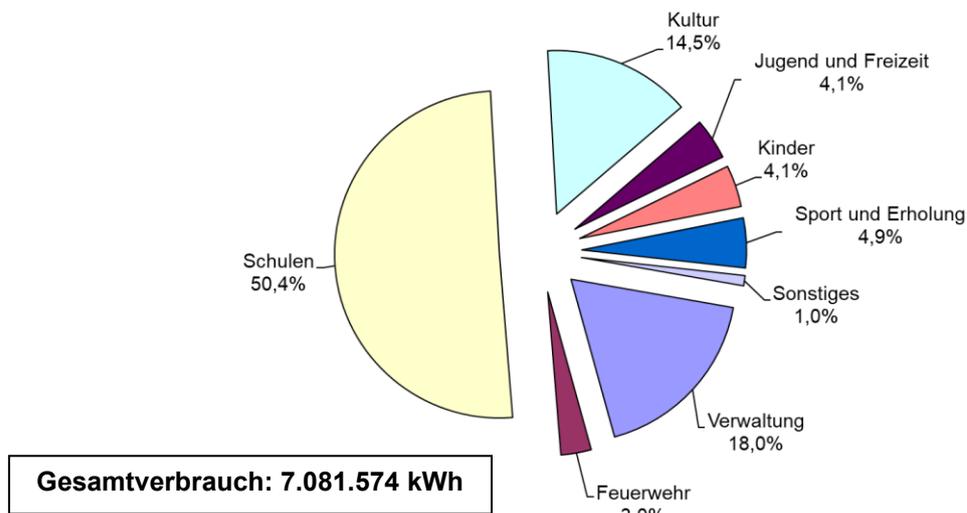


Abb. 8: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs 2019 in den städtischen Gebäuden nach Nutzungskategorien.

Der Stromverbrauchskennwert wird stark von der Technikausstattung und der Nutzungsdauer eines Gebäudes beeinflusst. Hohe Verbrauchswerte haben beispielsweise die mit PC-Arbeitsplätzen ausgestatteten Verwaltungsgebäude (Nutzungskategorie „Verwaltung“), die intensiv genutzten Sporthallen (Nutzungskategorie „Sport und Erholung“) und in der Nutzungskategorie „Kultur“ das Markgrafentheater und das Palais Stutterheim, die mit aufwändiger Haustechnik betrieben werden. Der deutliche Anstieg 2019 gegenüber den Vorjahren in der Nutzungskategorie „Feuerwehr“ beruht auf einem Mehrverbrauch bei der Hauptfeuerwache (Klimatisierung der Mannschaftsräume).

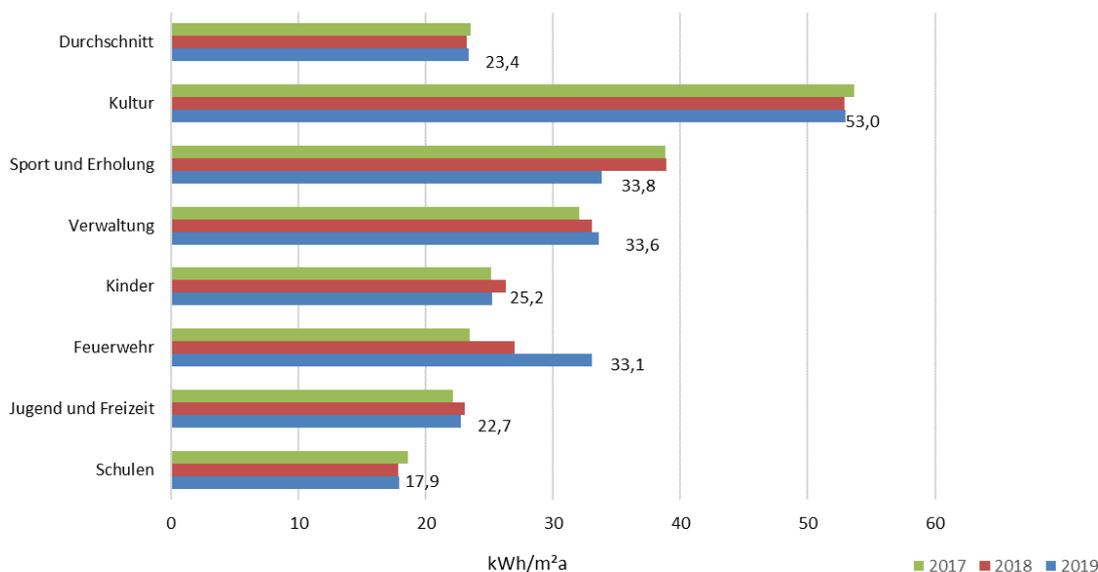


Abb. 9: Flächenbezogener Stromverbrauch, aufgeteilt nach Nutzungskategorien für die Jahre 2017, 2018 und 2019.

3.2.3 Kostenentwicklung

Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Strompreise pro Kilowattstunde (ct/kWh) sowie die Gesamtkosten für Strom für die städtischen Gebäude ab dem Jahr 1999. Deutlich zu sehen ist in diesem Zeitraum die Korrelation zwischen dem durchschnittlichen Strompreis und den Gesamtkosten. Über die Jahre verteuerte sich der Strom massiv. Entsprechend stiegen auch die Gesamtausgaben für Strom.

2019 ist wieder gegenüber dem Vorjahr ein deutlicher Anstieg bei dem durchschnittlichen Strompreis von 23,8 ct/kWh auf 25,6 ct/kWh festzustellen. Die Gesamtkosten für Strom stiegen von 2018 auf 2019 um 8,9 % von 1.664.490 Euro auf 1.811.971 Euro. Strom hat damit aktuell an den Ausgaben für Energie und Wasser einen Anteil von 40 %.

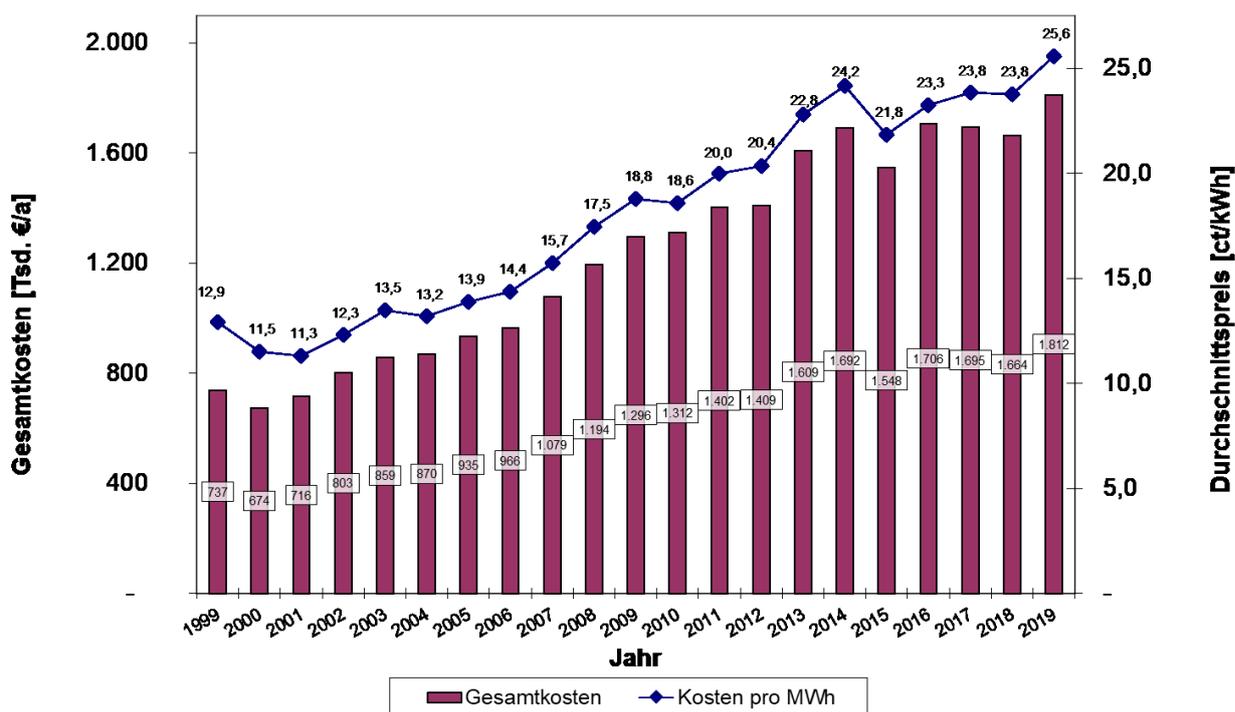


Abb. 10: Entwicklung der Gesamtkosten und der Kosten pro kWh für Strom von 1999 bis 2019.

Eine Strategie des Gebäudemanagements zur Reduzierung der Stromkosten ist die Nutzung von selbst erzeugtem Strom durch Photovoltaikanlagen. Bei Neubauten und Sanierungen ist grundsätzlich die Installation von solchen Anlagen vorgesehen. Jüngstes Beispiele ist die Photovoltaikanlage auf der Sporthalle am Marie-Therese-Gymnasium. Weitere Anlagen sind bereits im Rahmen von Neubauprojekten geplant. Im Gebäudebestand sind aktuell beim Rathaus und dem Verwaltungsgebäude in der Schuhstraße weitere PV-Anlagen vorgesehen.



PV-Anlage auf der Sporthalle am Marie-Therese-Gymnasium

3.3 Wasser

3.3.1 Verbrauchsentwicklung

Der Wasserverbrauch ist 2019 gegenüber dem Vorjahr um 1,8% von 77.336 m³ auf 75.938 m³ zurückgegangen.

Abbildung 11 zeigt den jährlichen Wasserverbrauch in den städtischen Gebäuden und Einrichtungen für die Jahre 1999 bis 2019. Die Entwicklung des Wasserverbrauchs über die Jahre lässt keine klare Tendenz erkennen. Bei der Erfassung des Wasserverbrauchs ist es oft nicht möglich, zwischen dem Verbrauch im Gebäude und der Bewässerung der Außenanlagen zu differenzieren. Deshalb sind auch in warmen und trockenen Jahren Verbrauchsspitzen zu beobachten, wie beispielsweise 2012 und 2015. Der Anstieg im Wasserverbrauch 2016 war zum Teil auf technische (Defekte an Wasserversorgungsanlagen) und nutzungsbedingte (Notunterkünfte für Flüchtlinge) Ursachen zurückzuführen. Ab 2017 ist der Wasserverbrauch wieder rückläufig.

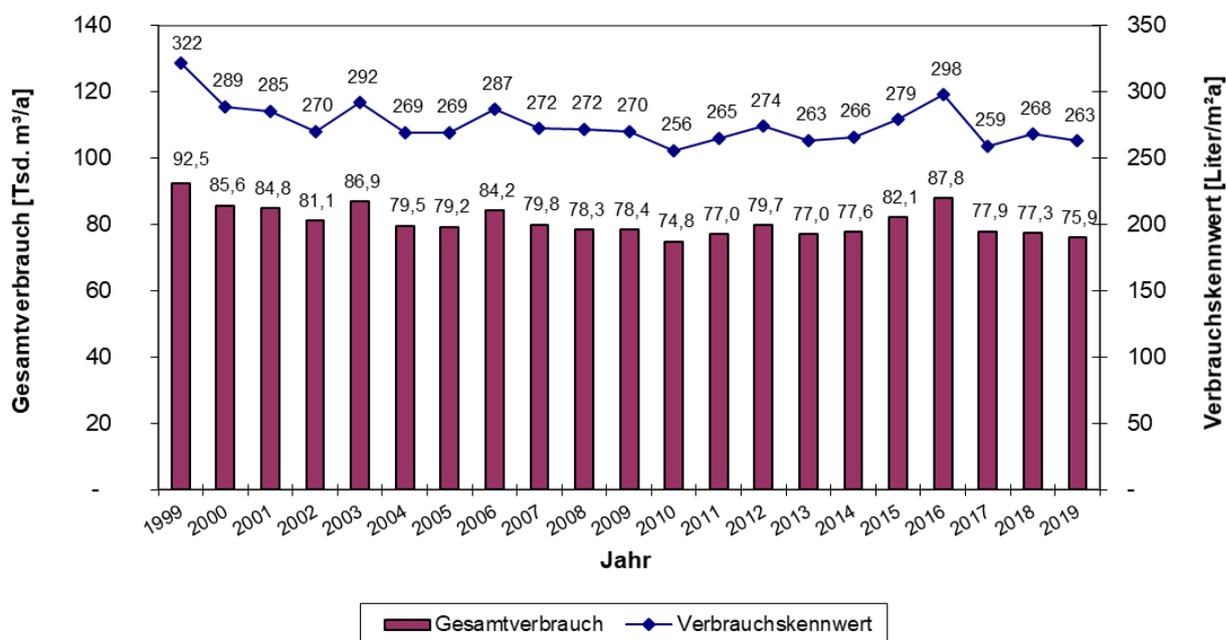


Abb. 11: Entwicklung des Wasserverbrauchs in den städtischen Gebäuden von 1999 bis 2019.

3.3.2 Verbrauch 2019

Abbildung 12 zeigt den prozentualen Anteil der verschiedenen Nutzungskategorien am Wasserverbrauch 2019. Wie beim Wärme- und Stromverbrauch fällt der größte Anteil des Wasserverbrauchs auf die Schulen.

In Abbildung 13 ist der flächenbezogene Wasserverbrauch nach Nutzungskategorien dargestellt. Kinder- und Freizeiteinrichtungen haben in der Regel, im Vergleich zu den Gebäudeflächen, einen hohen Anteil an Grünflächen. Deswegen weisen die Nutzungskategorien „Kinder“ und „Jugend und Freizeit“ auch die größten Wasserverbrauchskennwerte auf. Der Mehrverbrauch in der Nutzungskategorie „Kultur“ beruht auf einem Defekt in der Wasserversorgungsanlage des Markgrafentheaters.

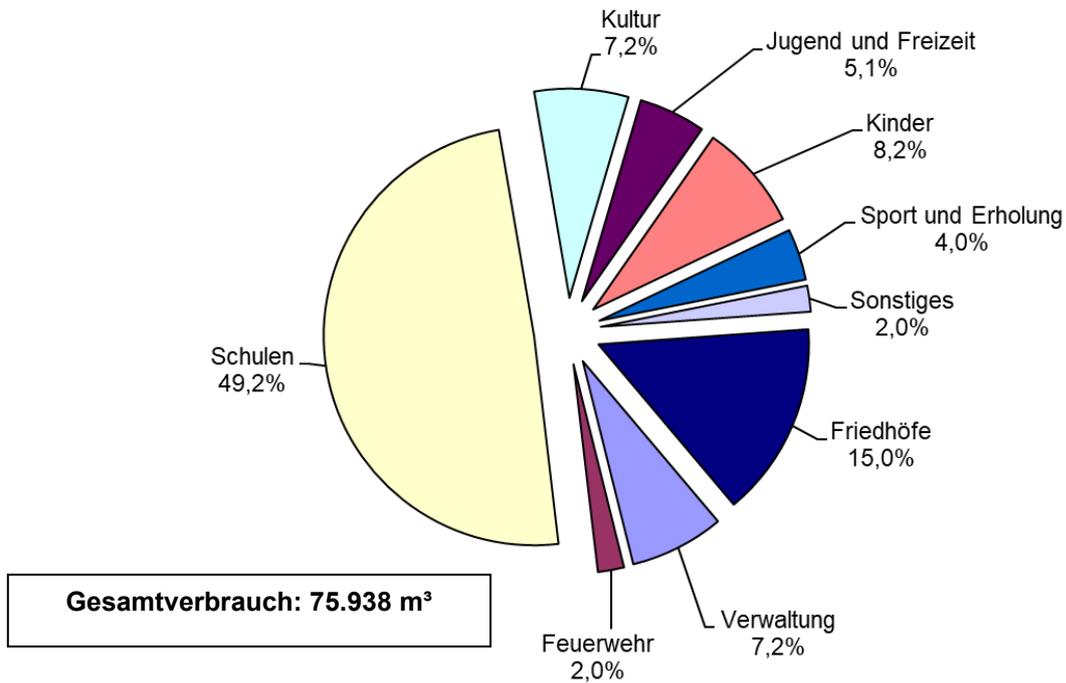


Abb. 12: Prozentuale Aufteilung des Wasserverbrauchs 2019 in den städtischen Gebäuden nach Nutzungskategorien.

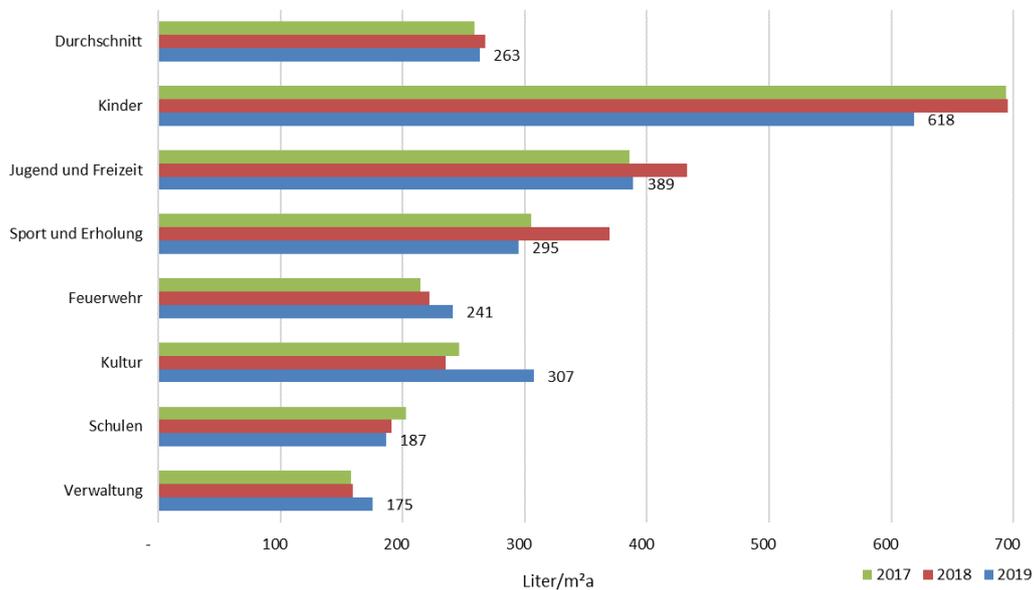


Abb. 13: Flächenbezogener Wasserverbrauch nach Nutzungskategorien für die Jahre 2017, 2018 und 2019.

3.3.3 Kostenentwicklung

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung der Wasserkosten seit 1999. Angegeben sind jeweils die Gesamtkosten sowie der Durchschnittspreis pro m³ Wasser. In den Kosten sind sowohl der Arbeitspreis als auch der Grundpreis enthalten. Nicht enthalten sind die Kanalgebühren.

Der durchschnittliche Wasserpreis ist seit einigen Jahren im Wesentlichen konstant. Größere Preissprünge gab es zuletzt 2015. Im Vergleich zum Vorjahr reduzierten sich 2019 die Kosten für Wasser aufgrund eines geringeren Verbrauchs um 1,7 % von 167.647 Euro auf 164.789 Euro. An den Ausgaben für Wärme, Strom und Wasser haben die Wasserkosten mit aktuell 3,7 % den geringsten Anteil.

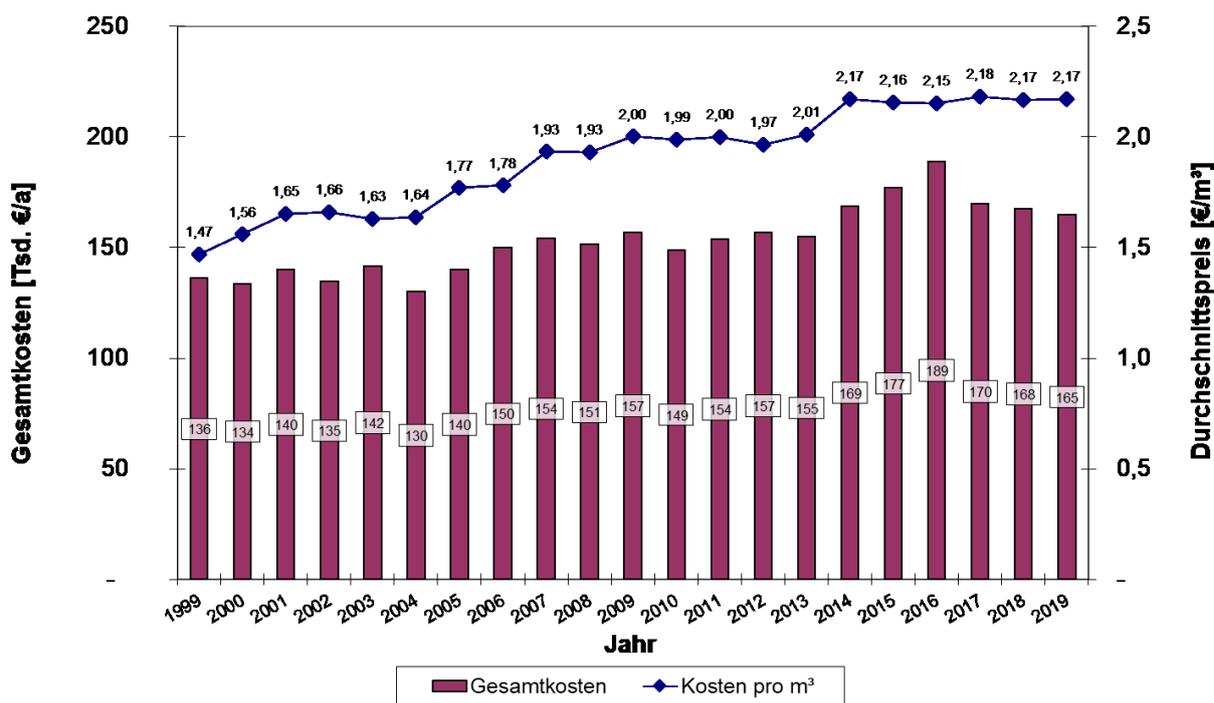


Abb. 14: Entwicklung der Gesamtkosten und der durchschnittlichen Kosten pro m³ Wasser seit 1999.

3.4 Umwelteinfluss

Nachhaltiges Wirtschaften setzt den sorgsam Einsatz von fossilen Primärenergieträgern voraus. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern verursacht die Emission von Schadstoffen und dem klimabeeinflussenden Kohlendioxid (CO₂). Die Stadt Erlangen engagiert sich seit Langem im Bereich des Klimaschutzes und der Energiewende.

Im Jahr 2011 beschloss der Stadtrat die Energiewende in Erlangen umzusetzen. Langfristig soll die Energieversorgung vollständig auf Basis regenerativer Energien erfolgen. Bis zum Jahr 2050 soll die Umstellung auf regenerative Energien für die Wärmeversorgung erreicht werden. Bereits bis zum Jahr 2030 soll der Strombedarf in Erlangen ausschließlich durch hocheffiziente KWK-Anlagen und regenerative Energien gedeckt werden.

Schon seit 2012 erfolgt der Strombezug aller städtischen Gebäude und Einrichtungen CO₂-neutral mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Zwar ist der Anteil der städtischen Gebäude und Einrichtungen an dem Energieverbrauch und den lokalen CO₂-Emissionen in Erlangen mit weniger als 2 % eher gering. Dennoch hat die Kommune eine Vorbildfunktion, die durch die Ausrufung des Klimanotstands durch den Erlanger Stadtrat im Mai 2019 nochmals verdeutlicht wurde. In den vergangenen Jahren konnten bereits der Primärenergieverbrauch und die energiebedingten CO₂-Emissionen durch den Energieverbrauch in den städtischen Einrichtungen deutlich reduziert werden. Nachfolgend wird die Entwicklung seit dem Jahr 1999 aufgezeigt.

End- und Primärenergieverbrauch

Seit 1999 konnte der Verbrauch an nichterneuerbarer Primärenergie in städtischen Gebäuden um rund 34 % gesenkt werden.

Als Primärenergieträger werden Energiequellen bezeichnet, die direkt in der Natur vorkommen wie beispielsweise Kohle und Erdöl. Die im Energiebericht als Wärme und Strom bilanzierte Energie wird als Endenergie bezeichnet – beispielsweise Fernwärme oder Heizöl. Für die Umweltbelastung relevant ist der nicht erneuerbare Anteil der Primärenergie. Dieser wird mit Hilfe von Faktoren aus der Endenergie ermittelt (siehe Anhang, Punkt IX).

Die verbrauchte Menge an Primärenergie ist abhängig von der Menge und Art des eingesetzten Energieträgers. Abbildung 15 zeigt die Entwicklung der verschiedenen Energieträger am Endenergieverbrauch seit dem Jahr 1999. Hauptsächlich wurde in den vergangenen Jahren für die Beheizung der Gebäude Fernwärme und Erdgas eingesetzt. Aktuell haben diese Energieträger am Wärmeverbrauch einen Anteil von 44,5 % bzw. 20,4 %. Erdgas und Fernwärme werden lokal von den Erlanger Stadtwerken bezogen.

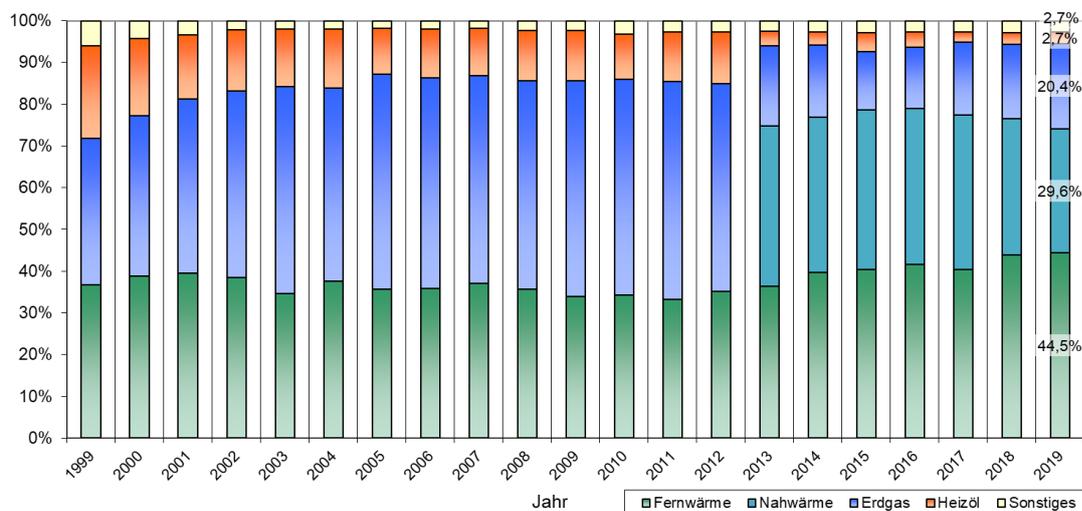


Abb. 15: Entwicklung des prozentualen Anteils der verschiedenen Energieträger am Endenergieverbrauch für Wärme für die Jahre 1999 bis 2019.

Seit einigen Jahren betreiben die Stadtwerke auch bei verschiedenen städtischen Liegenschaften im Rahmen eines Wärmelieferungsvertrags die Heizzentralen, mit dem Ziel die Wärmeversorgung zu verbessern und den Primärenergieverbrauch und den CO₂-Ausstoß dauerhaft zu verringern. In den letzten Jahren wurden von den Stadtwerken in Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement bereits einige Heizzentralen saniert und die Wärmeerzeugung optimiert. Dabei wurden in der Regel Heizkessel durch Erdgaskessel ersetzt bzw., wenn möglich, die Liegenschaft an Fernwärme angeschlossen. Bei Sanierungsmaßnahmen wird auch eine mögliche Kombination von Wärme- und Stromerzeugung durch die Einbindung eines Blockheizkraftwerks in die Heizzentrale geprüft. Für den Brennstoffbezug und den technischen Betrieb der Heizzentralen sind die Erlanger Stadtwerke verantwortlich. Die in den Heizzentralen erzeugte Wärme wird im Energiebericht als Nahwärme erfasst. Dadurch hat sich die Wärmebilanz seit einigen Jahren deutlich verändert, da nur noch die direkt bezogenen Brennstoffmengen separat erfasst werden. Aktuell beträgt der Anteil der Nahwärme an dem jährlichen Wärmeverbrauch 29,6 %.

Der Anteil des direkt bezogenen Heizöls und die unter „Sonstiges“ zusammengefassten Energieträger Flüssiggas, Holzpellet und Strom haben 2019 jeweils einen Anteil von 2,7 %.

Direkt mit Strom beheizt werden in der Regel nur kleine oder temporär genutzte Gebäude. Die einzige größere Liegenschaft, die momentan noch teils mit Strom beheizt wird (Nachtspeicheröfen), ist die Fachschule für Techniker. Eine Tabelle zu den Mengenangaben der einzelnen Energiearten ist im Anhang zu finden.

Die Entwicklung des Endenergie- und Primärenergieverbrauchs für Wärme und Strom seit 1999 zeigt Abbildung 16. Um die Jahre vergleichbar zu machen, ist in der Darstellung der Wärmeverbrauch witterungsbereinigt. Beim Endenergieverbrauch ist in dem betrachteten Zeitraum ein signifikanter Rückgang erst ab dem Jahr 2007 zu sehen. In den Jahren zuvor wurden erzielte Einsparungen im Wärmebereich durch einen gleichzeitigen Anstieg im Stromverbrauch wieder aufgehoben. Insgesamt reduzierte sich der Endenergieverbrauch seit 1999 um rund 16 % von 47,7 Mio. kWh auf 40,2 Mio. kWh. Beim Primärenergieverbrauch gab es bereits ein Jahr zuvor einen signifikanten Rückgang, da sich die primärenergetische Bewertung der Fernwärme durch die Inbetriebnahme einer Gas- und Dampfturbinenanlage im Heizkraftwerk der Erlanger Stadtwerke deutlich verbesserte. Aufgrund des zunehmenden Anteils von erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland wurde auch der Primärenergiefaktor für Strom in den letzten Jahren mehrmals gesenkt, zuletzt im Jahr 2016 im Rahmen der Novellierung der Energieeinsparverordnung. Zusammen mit den erzielten Energieeinsparungen verringerte sich der Primärenergieverbrauch in Bezug auf das Ausgangsjahr 1999 um rund 34 %

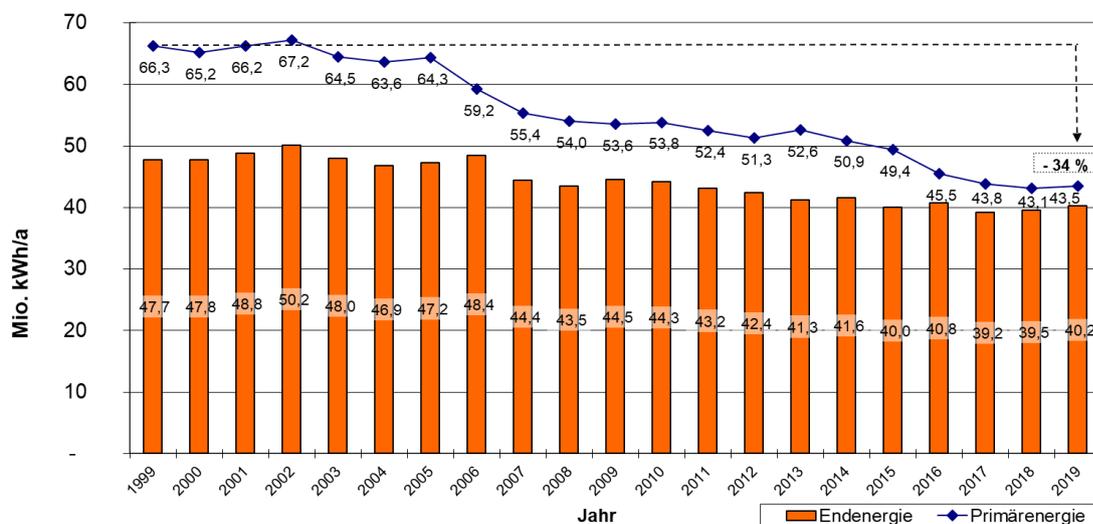


Abb. 16: Entwicklung des witterungsbereinigten End- und Primärenergieverbrauchs (Wärme und Strom) in städtischen Gebäuden von 1999 bis 2019.

CO₂-Emissionen

In Bezug auf das Jahr 1999 konnte durch Einsparungen im Energieverbrauch und Umstellung auf CO₂-ärmere Brennstoffe die energiebedingte CO₂-Emission um 52 % reduziert werden. Unter Berücksichtigung des CO₂-freien Strombezugs in der Bilanzierung ergibt sich eine Reduzierung um 73 %.

Die Höhe der energiebedingten CO₂-Emission ist abhängig von der verbrauchten Wärme- und Strommenge und dem für die Energieerzeugung eingesetzten Energieträger. Beispielsweise setzt Heizöl bei der Verbrennung aufgrund seines höheren Kohlenstoffanteils mehr CO₂ frei als Erdgas. Im Gegensatz zu Heizöl oder Erdgas ist bei Fernwärme, Nahwärme und Strom der Emissionsfaktor abhängig von der Art der Erzeugung. Eine Übersicht der Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger findet sich im Anhang.

Abbildung 17 zeigt die Entwicklung der CO₂-Bilanz für die städtischen Gebäude und Einrichtungen seit 1999. Durch Energieeinsparung und Umstellung auf CO₂-ärmere Energieträger konnte die Bilanz in den zurückliegenden Jahren deutlich verbessert werden.

Seit 2012 wird der gesamte Strombedarf der städtischen Gebäude und Einrichtungen durch den Bezug von CO₂-neutralem Strom aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt. Um den Einfluss der Stromerzeugung auf die CO₂-Bilanz zu verdeutlichen, werden für das aktuelle Verbrauchsjahr jeweils zwei Werte angegeben: Einmal mit und einmal ohne Berücksichtigung des CO₂-neutralen Strombezugs.

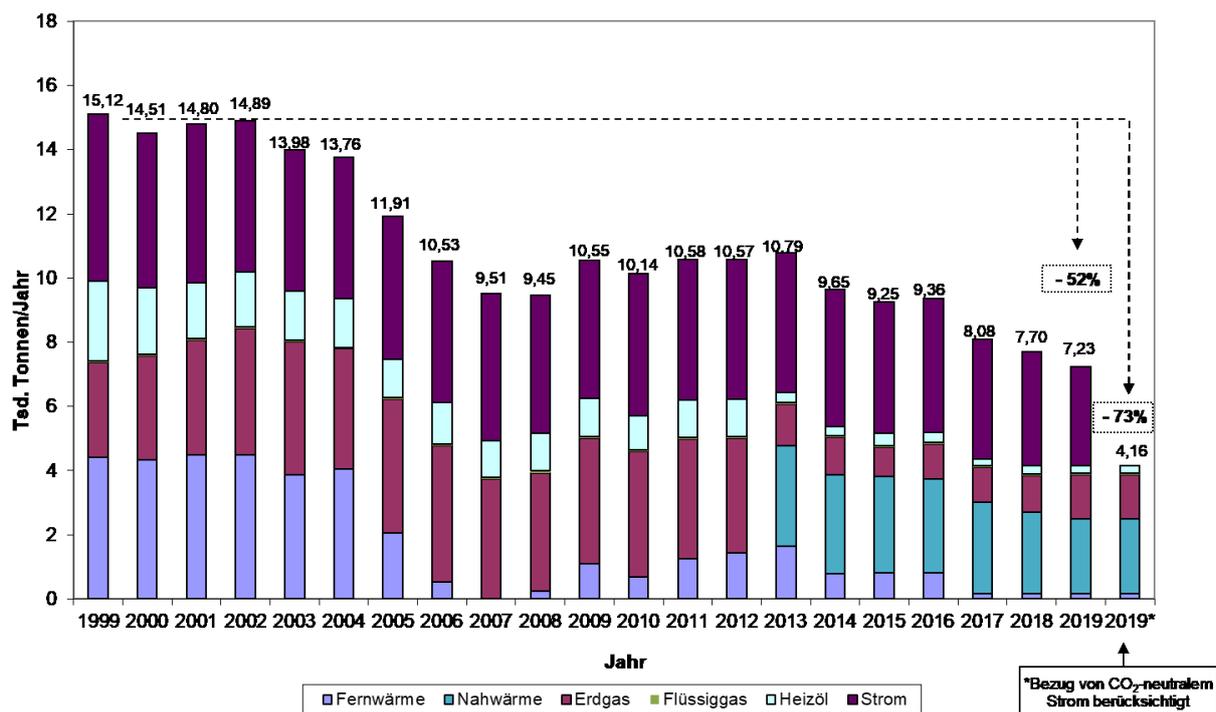


Abb. 17: CO₂-Bilanz der städtischen Gebäude für den Zeitraum 1999 bis 2019. Für 2019 sind zwei Werte angegeben (Erläuterung siehe Text).

3.5 Gebäudeflächen

Die städtischen Gebäude werden auf unterschiedliche Art und Weise genutzt. So gibt es z.B. Schulgebäude, Verwaltungsgebäude oder Gebäude für kulturelle Nutzungen, wie das Theater oder das Museum. Abbildung 18 zeigt die Aufteilung der Nettoraumflächen der im Energiebericht erfassten Gebäude nach Nutzungskategorien für das Jahr 2019. Rund zwei Drittel der Flächen entfallen auf die 32 Erlanger Schulen.

Die angegebenen Gebäudeflächen im aktuellen Energiebericht wurden hinsichtlich ihrer Relevanz für den Energieverbrauch überprüft und korrigiert. Unbeheizte Flächen, wie beispielsweise Kellerräume, werden im Energiebericht 2019 bei den Flächenangaben nicht mehr berücksichtigt. Dadurch kommt es zu Abweichungen gegenüber den angegebenen Flächen und flächenbezogenen Verbrauchswerten in früheren Energieberichten.

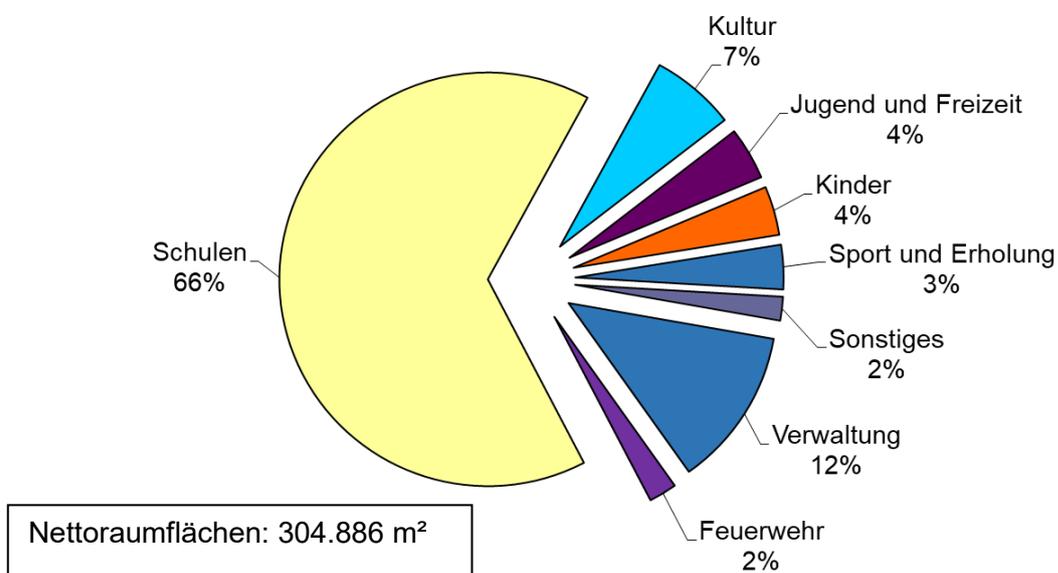


Abb. 18: Aufteilung der Gebäudeflächen nach Nutzungskategorien.

4 Energieeffizientes Bauen – aktuelle Beispiele

Der Gebäudebestand in Deutschland soll bis 2050 nahezu klimaneutral werden. Um dieses Ziel zu erreichen werden vom Gesetzgeber die energetischen Anforderungen an Gebäude schrittweise weiterentwickelt, zuletzt 2016 mit der Verschärfung der Anforderungen an die Primärenergie bei Neubauten. Zurzeit gelten für die energetischen Anforderungen an Gebäude noch zwei Regelwerke; die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Voraussichtlich Ende 2020 werden diese vom Gebäudeenergiegesetz (GEG) abgelöst. In einem ersten Entwurf des GEGs war eine weitere Verschärfung der energetischen Anforderungen für Neubauten vorgesehen. Speziell öffentliche Gebäude sollten in etwa dem heutigen Energiestandard eines KfW-Effizienzhaus (KfW55) entsprechen. Im aktuellen Gesetzesentwurf werden jetzt die Anforderungen der EnEV im Wesentlichen beibehalten. Eine Verschärfung der energetischen Standards soll erst 2023 erfolgen.

Das Gebäudemanagement der Stadt Erlangen hat bereits seit Jahren beim Wärmeschutz für Neubauten und Sanierungen im Bestand Energiestandards gesetzt, die deutlich über die gesetzlichen Anforderungen der EnEV hinausgehen. So wurde der KfW55-Standard bei Neubauprojekten bereits umgesetzt. Durch die bessere Ausführung des Wärmeschutzes werden auch die Anforderungen aus dem Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetz erfüllt.

Nachfolgend werden beispielhaft zwei aktuelle Bauprojekte des Gebäudemanagements – eine Sanierung und ein Neubau – vorgestellt.

4.1 Generalsanierung Kinderhaus Sandberg

Im Erlanger Stadtteil Bruck befindet sich in unmittelbarer Nähe der Max-und-Justine-Elsner-Grundschule das Kinderhaus „Sandberg“. Die Kindertageseinrichtung wurde 1973/74 als viergruppiger Kindergarten in Massivbauweise errichtet und durch den Ausbau des Dachgeschosses im Jahr 1988 zur sechsgruppigen Einrichtung erweitert. Im Dachgeschoss ist seitdem ein Hort mit zwei Gruppen untergebracht.

Das Gebäude ist stark sanierungsbedürftig und besitzt einen mangelhaften Wärmeschutz. Speziell im Dachgeschoss bestehen erhebliche bauliche Mängel (energetischer Zustand, Brandschutz, geringe Raumhöhen, fehlende Belichtung, sommerlicher Wärmeschutz). Im Rahmen einer Generalsanierung werden diese jetzt beseitigt. Eine Sanierung des bestehenden Dachgeschosses hatte sich gegenüber einem Neuaufbau als unwirtschaftlich herausgestellt. Das Dachgeschoss mit dem bestehenden niedrigen Walmdach wird deshalb komplett zurückgebaut und durch ein neues Geschoss mit Giebeldachkonstruktion ersetzt. Über die neuen Giebelflächen und zwei in die Dachflächen integrierte Zwerchhäuser wird zukünftig die Belichtung der Räume realisiert. Auf bislang vorhandene Dachflächenfenster kann dadurch komplett verzichtet werden, was sich zusammen mit der Ausführung des Daches als Gründach positiv auf das sommerliche Raumklima auswirken wird.

Neben dem neuen Dachaufbau werden im Zuge der Generalsanierung folgende weitere energetische Maßnahmen durchgeführt: Wärmedämmung der Außenwände, Austausch der Fenster und Außentüren, in Teilbereichen Dämmung der Böden, sowie die Erneuerung der Haustechnik und der Beleuchtung.

Dabei werden die energetischen Standards der Stadt Erlangen für Neubauten nach Möglichkeit baulich umgesetzt. Somit entsteht eine Gebäudehülle mit hohem energetischen Standard. Sowohl der winterliche als auch der sommerliche Wärmeschutz werden dadurch deutlich verbessert.



Abb. 19: Blick von Osten auf das Kinderhaus Sandberg im April 2020 während der Generalsanierung. Der neue Giebel und das Satteldach sind bereits errichtet. Das kleine Bild oben links zeigt das Gebäude mit Walmdach vor der Sanierung. Am rechten Bildrand ist die Max-und-Justine-Elsner-Schule zu sehen, von der aus das Kinderhaus über eine Nahwärmeleitung mit Wärme versorgt wird. Der Beginn der Umbau- und Sanierungsmaßnahmen erfolgte im Juni 2019. Die Fertigstellung ist für Ende 2020 / Anfang 2021 geplant. Während der Bauzeit wird der Kindergarten- und Hortbetrieb in einer temporär errichteten Containeranlage fortgesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind für Bauteile der Gebäudehülle die energetischen Sanierungsmaßnahmen und die U-Werte vor und nach der Sanierung dargestellt.

Bauteil	U-Wert vor Sanierung [W/m ² K]	Energetische Sanierungsmaßnahme*	U-Wert nach Sanierung [W/m ² K]
Boden im Untergeschoss gegen Erdreich ¹⁾	ca. 3,5	3 cm Dämmung (WLG 024) 8 cm Estrich	0,62
Boden im Erdgeschoss gegen Erdreich	ca. 1,2	3 cm Dämmung (WLG 024) 8 cm Estrich	0,56
Außenwände im Untergeschoss	ca. 1,6	18 cm Dämmung (WLG 035)	0,20
Außenwände im Erdgeschoss	ca. 1,3	20 cm Dämmung (WLG 035)	0,16
Fensterelemente	ca. 2,7	3-fach Verglasung	0,90
Rückbau			
Walmdach Bestand	ca. 0,33	Abbruch bis Decke Erdgeschoss	
Neuaufbau			
neues Satteldach	Gründach mit 16 cm Dämmung (WLG 023)		0,14
neue Außenwände im Obergeschoss (Holzständer)	20 cm Ständer / Dämmung (WLG 035) 6 cm Holzfaserplatte (WLG 045)		0,17
neue Giebelwände (Brettstapel)	10 cm Brettstapelwand 20 cm Dämmung (WLG 035)		0,15

1) Sanierung in Teilbereichen.

Durch die vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen wird der Wärmeschutz der Gebäudehülle stark verbessert. Eine Gegenüberstellung mit den Anforderungen der EnEV an die Gebäudehülle eines modernisierten Altbaus macht dies deutlich:

Gebäudehülle	Nach Sanierung	Anforderung EnEV für einen modernisierten Altbau	Unterschreitung
Mittlerer U-Wert opaken Bauteile	0,22 W/m ² K	0,49 W/m ² K	- 55 %
Mittlerer U-Wert transparenten Bauteile	0,90 W/m ² K	2,66 W/m ² K	- 66 %

Energiebilanz

Für das Kinderhaus wurde eine Energiebedarfsberechnung gemäß DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ erstellt, und so der Primärenergie- und Wärmeverbrauch für das Gebäude nach der Sanierung ermittelt. Die Ergebnisse der Berechnung sowie ein Vergleich mit dem Verbrauch vor der Sanierung sind nachfolgend dargestellt.

Jährlicher Wärmeverbrauch	vor der Sanierung ¹⁾	nach Umbau und Sanierung ²⁾	jährliche Einsparung	
			absolut	in %
Heizmedium	Nahwärme (Erdgas)	Nahwärme (Erdgas)		
Heizenergiebedarf in kWh	120.700 kWh	72.400 kWh	48.300 kWh	40 %
³⁾ CO ₂ -Emissionen pro Jahr	24,3 Tonnen	14,6 Tonnen	9,7 Tonnen	40 %
³⁾ Heizkosten	6.600 Euro	4.000 Euro	2.600 Euro	40 %

¹⁾ Abschätzung des Wärmeverbrauchs vor der Sanierung (nur gemeinsamer Verbrauch von KiTa und Schule erfasst).

²⁾ Berechneter Wärmeverbrauch nach der Sanierung.

³⁾ CO₂ Erdgas: 0,201 kg/kWh, Erdgaspreis 5,5 ct/kWh.

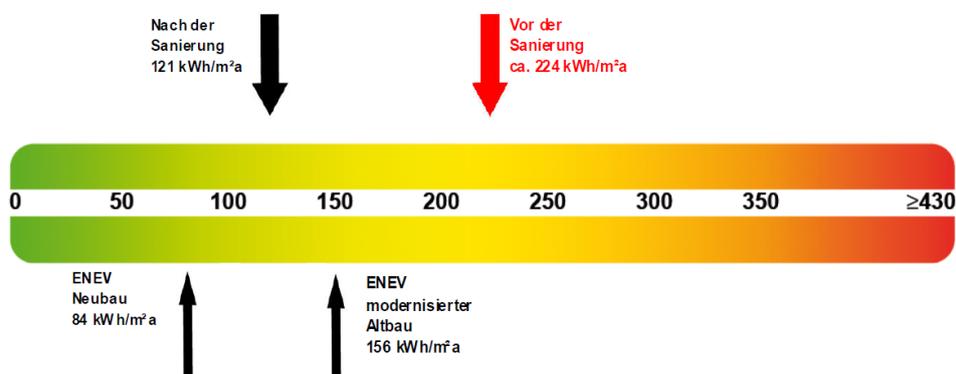


Abb. 20: Primärenergiebedarf vor und nach der Sanierung.

Als Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes legt die EnEV den Primärenergiebedarf fest. Dabei werden neben dem Heizenergiebedarf auch der Energiebedarf für die Beleuchtung, die Lüftung und die Warmwasserbereitung erfasst und bewertet. Abbildung 20 zeigt die Einordnung des Primärenergiebedarfs des Kinderhauses im Vergleich zu einem Neubau und einem modernisierten Altbau nach Vorgaben der EnEV. Durch die Sanierung wird der Primärenergiebedarf von ca. 224 kWh/m²a auf 121 kWh/m²a reduziert.

Der Anforderungswert der EnEV für einen modernisierten Altbau (156 kWh/m²a) wird um rund 22 % unterschritten. Durch die bessere Ausführung des Wärmeschutzes werden auch die Anforderungen, die sich aus dem Erneuerbare Energien Wärmegegesetz bei Sanierung von öffentlichen Gebäuden ergeben, erfüllt.

4.2 Neubau Spiel- und Lernstube Donato-Polli-Straße

Seit Jahren wird in der Stadt Erlangen die Anzahl der Kinderbetreuungsplätze kontinuierlich ausgebaut. Aktuell entsteht im Stadtteil Büchenbach an der Donato-Polli-Straße der Neubau einer Kindertageseinrichtung für 64 Kinder mit erhöhtem Förderbedarf im Kindergarten- und Grundschulalter. Bei dem Neubau handelt es sich um eine städtische Einrichtung, bestehend aus einer zweigruppigen Spielstube und einer zweigruppigen Grundschullernstube.

Gebäudebeschreibung

Das Gebäude ist dreigeschossig und besitzt einen winkelförmigen Grundriss. Im Erdgeschoss ist die zweigruppige Spielstube mit einem direkten Bezug zur Freifläche angeordnet. Im 1. Obergeschoss befinden sich beiden Nutzungsbereichen zugeordnete Räume (Mehrzweckraum, Küche, Personal- und Therapieraum). Die Grundschullernstube ist im 2. Obergeschoss untergebracht. Über ein innenliegendes Treppenhaus sowie einer Außentreppe an der Gebäudenordseite erfolgt die Erschließung der Geschosse. Das Gebäude wird in Massivbauweise erstellt und ist nicht unterkellert. Die Nord- und Westfassade erhält ein Wärmedämmverbundsystem, die Süd- und Ostfassade eine vorgehängte hinterlüftete Holzfassade.

Das Bild unten zeigt den winkelförmigen Grundriss des Gebäudes. In Abbildung 22 sind die Ansichten des Gebäudes dargestellt.

Mit dem Bau des Gebäudes wurde im Oktober 2019 begonnen, die Fertigstellung ist für Ende 2020 / Anfang 2021 vorgesehen.



Abb. 21: Grundriss des Gebäudes



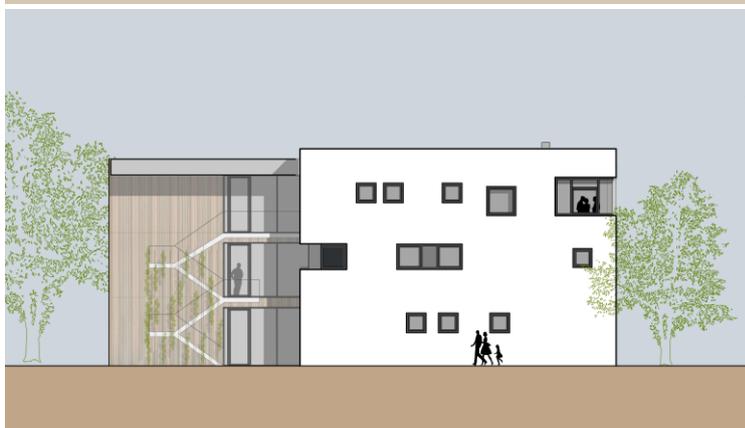
Westansicht



Südansicht



Ostansicht



Nordansicht

Abb. 22: Ansichten der geplanten Spiel- und Lernstube
(Quelle: Architekturbüro plankoepfe nürnberg)

Gebäudegeometrie

Nettoraumfläche:	1.148 m ²
Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A):	2.211 m ²
Umbautes Volumen (V):	4.927 m ³
A/V-Verhältnis:	0,45 m ⁻¹

Bauteile der Gebäudehülle

Bauteil	Beschreibung	U-Wert	U-Wert EnEV-Standard
Bodenplatte	7 cm Estrich 6 cm Dämmung (WLG 035) 30 cm Betondecke 14 cm Dämmung (WLG 040)	0,18 W/m ² K	0,35 W/m ² K
Außenwände Holzfassade	20 cm Kalksandsteinmauerwerk 10 cm Balken/Dämmung (WLG 035) 10 cm Balken/Dämmung (WLG 035) Hinterlüftung/Holzfassade	0,19 W/m ² K	0,28 W/m ² K
Außenwände Putz	20 cm Kalksandstein 20 cm Dämmung (WLG 035) Außenputz	0,16 W/m ² K	0,28 W/m ² K
Flachdach	Betondecke 28 cm Dämmung (WLG 035)	0,12 W/m ² K	0,20 W/m ² K
Pfosten-Riegel-Fassade	3-Scheiben Wärmeschutzverglasung	0,9 W/m ² K	1,3 W/m ² K
Fensterelemente	3-Scheiben Wärmeschutzverglasung	0,9 W/m ² K	1,3 W/m ² K
Außentüren		1,5 W/m ² K	1,8 W/m ² K

Bewertung	Ist-Wert	Anforderung EnEV 2016	Unterschreitung
Mittlerer U-Wert opak	0,14 W/(m ² K)	0,28 W/(m ² K)	- 50 %
Mittlerer U-Wert transparent	0,94 W/(m ² K)	1,5 W/(m ² K)	- 37 %

Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an die Gebäudehülle werden um 37 % bzw. 50 % unterschritten.

Warmwasserbereitung

Bis auf den Küchenbereich erfolgt die Warmwasserbereitung dezentral über elektrische Durchlauferhitzer. Im Küchenbereich wird zur Warmwasserbereitung die Abwärme der Tiefkühlschränke genutzt.

Lüftung

Teilbereiche des Gebäudes werden dezentral mechanisch belüftet. In Gruppenräumen und Mehrzweckraum kommt zur Belüftung jeweils ein Zu- und Abluftgerät zum Einsatz. Die Gruppennebenräume erhalten einzelne Rohrwandlüfter. Alle Lüftungsgeräte sind mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet. Ansonsten wird das Gebäude über Fenster belüftet.

Beleuchtung

Für die Beleuchtung werden ausschließlich Beleuchtungskörper mit LED-Technik verwendet. In den Fluren und Sanitärbereichen werden für die Lichtsteuerung Präsenzmelder eingesetzt.

Heizung

Das Heizsystem besteht aus einer Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher. Über mehrere Solebohrungen wird Erdwärme zur Beheizung des Gebäudes genutzt. Um die für die Effizienz der Wärmepumpe notwendigen niedrigen Vorlauftemperaturen sicherzustellen, erfolgt die Wärmeabgabe innerhalb des Gebäudes über ein Fußbodenheizsystem.

Einsatz erneuerbarer Energien

Ein Teil der für die Beheizung des Gebäudes benötigten Wärme wird durch die Wärmepumpe in Form von Umweltwärme zur Verfügung gestellt. Auf dem Dach des Gebäudes wird eine nach Ost/West ausgerichtete Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 18 kW_{Peak} installiert. Der erzeugte Strom soll möglichst komplett im Gebäude verwendet werden. Um dies zu unterstützen wird zur Pufferung des solar erzeugten Stroms in das System ein 10 kWh Batteriespeicher integriert.

Energiebilanz

Das Bewertungskriterium der Energieeinsparverordnung (EnEV) für Gebäude ist der Primärenergiebedarf. Dieser wird gemäß der DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ berechnet. Die Bewertung des Gebäudes in Bezug auf seine „Gesamtenergieeffizienz“ (Ressourcenverbrauch an nichterneuerbaren Energien) zeigt Abbildung 23.

Angegeben ist der ermittelte Primärenergiebedarf für das Gebäude sowie die EnEV-Anforderungswerte an einen Neubau bzw. modernisierten Altbau.

Die EnEV gibt Grenzwerte für den Primärenergiebedarf sowie für den Wärmeschutz der Gebäudehülle (mittlere U-Werte opak / transparent) vor. Bei der geplanten Bauausführung werden alle Grenzwerte deutlich unterschritten sowie die energetischen Vorgaben des KfW55-Standards für Neubauten erfüllt.

Die Anforderung des Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetzes für öffentliche Neubauten werden durch den Einsatz von Umweltwärme für die Beheizung eingehalten.

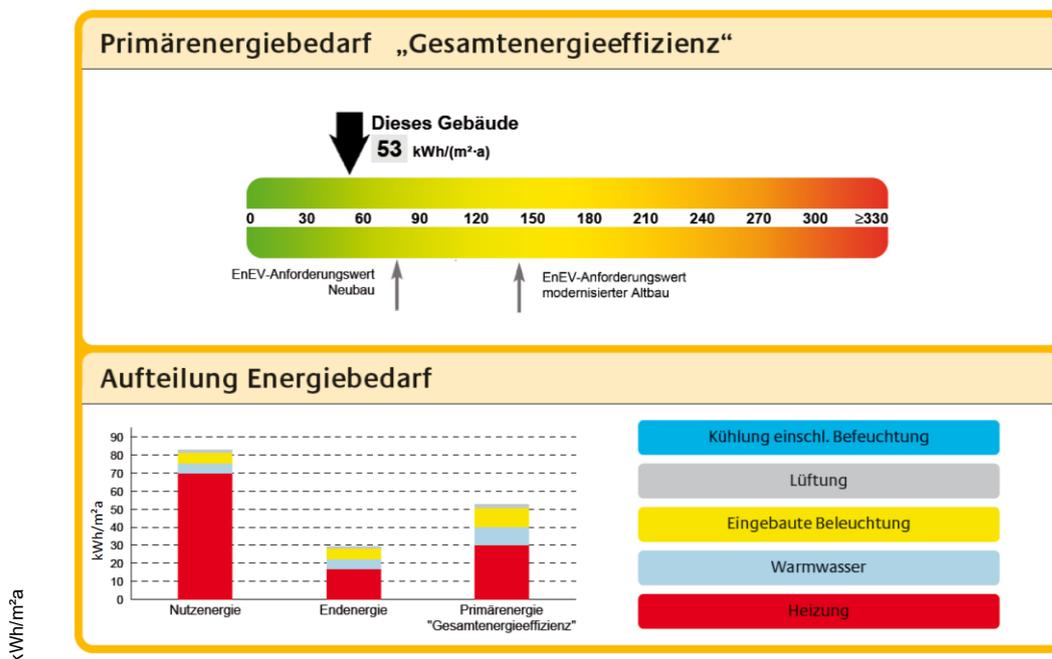


Abb. 23: Auszug aus der Vorschau des Energieausweises für den geplanten Neubau der Spiel- und Lernstube Donato-Polli-Straße.

Mit einem Primärenergiebedarf von 53 kWh/m²a benötigt das Gebäude gegenüber einer Bauausführung im EnEV-Standard (78 kWh/m²a) rund 32 % weniger an Primärenergie.

5 Nutzung von Solaranlagen auf städtischen Gebäuden

Photovoltaik

Mitte der 1990er Jahre entstanden die ersten kleinen Photovoltaikanlagen auf städtischen Gebäuden. Diese Anlagen dienten hauptsächlich pädagogischen Zwecken. Mit Inkrafttreten des Erneuerbaren Energien Gesetz im Jahr 2000 verbesserten sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für PV-Anlagen durch die Festlegung einer hohen Einspeisevergütung erheblich und wurden so auch für private Investoren interessant. Zur Förderung von Solarenergie stellte die Stadt Erlangen privaten Betreibern geeignete Dachflächen zur Verfügung. Die erste private Anlage auf einem städtischen Dach mit einer Leistung von 2 kW_{Peak} entstand im Jahr 2000. Weitere Photovoltaikanlagen mit bedeutend höherer Leistung folgten.

Abbildung 23 zeigt die Entwicklung der PV-Anlagen seit 1995. Dargestellt ist die Spitzenleistung der installierten Photovoltaikmodule (kW_{Peak}) der privaten Betreiber sowie der städtischen Anlagen. Abgebildet sind hier nur PV-Anlagen auf Dachflächen von Gebäuden, die vom Gebäudemanagement betreut werden. Nicht erfasst sind die PV-Anlagen auf den Dachflächen von städtischen Eigenbetrieben. Aktuell befinden sich auf den Gebäuden PV-Anlagen mit einer Gesamtanschlussleistung von 720 kW_{Peak}.

In den letzten Jahren ist die Einspeisevergütung für PV-Strom deutlich gesunken. Dadurch werden Anlagen zur Eigenstromnutzung wirtschaftlich immer attraktiver. Bei Neubauten und Sanierungen wird die Nutzung solcher Anlagen grundsätzlich eingeplant. Zuletzt ging im Mai 2018 auf dem Dach der neu gebauten Sporthalle am Marie-Therese-Gymnasium eine städtische Anlage zur Eigenstromnutzung mit einer Leistung von 16,12 kW_{Peak} in Betrieb. Ende 2020 wird eine 13 kW_{Peak} Anlage auf dem Bürger- und Vereinshaus in Kriegenbrunn installiert. Weitere Anlagen sind zum Beispiel bei der Spiel- und Lernstube in der Donato-Polli-Straße und den Neubauprojekten im Röthelheimpark (BBGZ, Familienzentrum) geplant. Weiterhin sind auf dem Rathaus und dem Verwaltungsgebäude Schuhstraße bei bereits bestehenden Anlagen Erweiterungen vorgesehen.

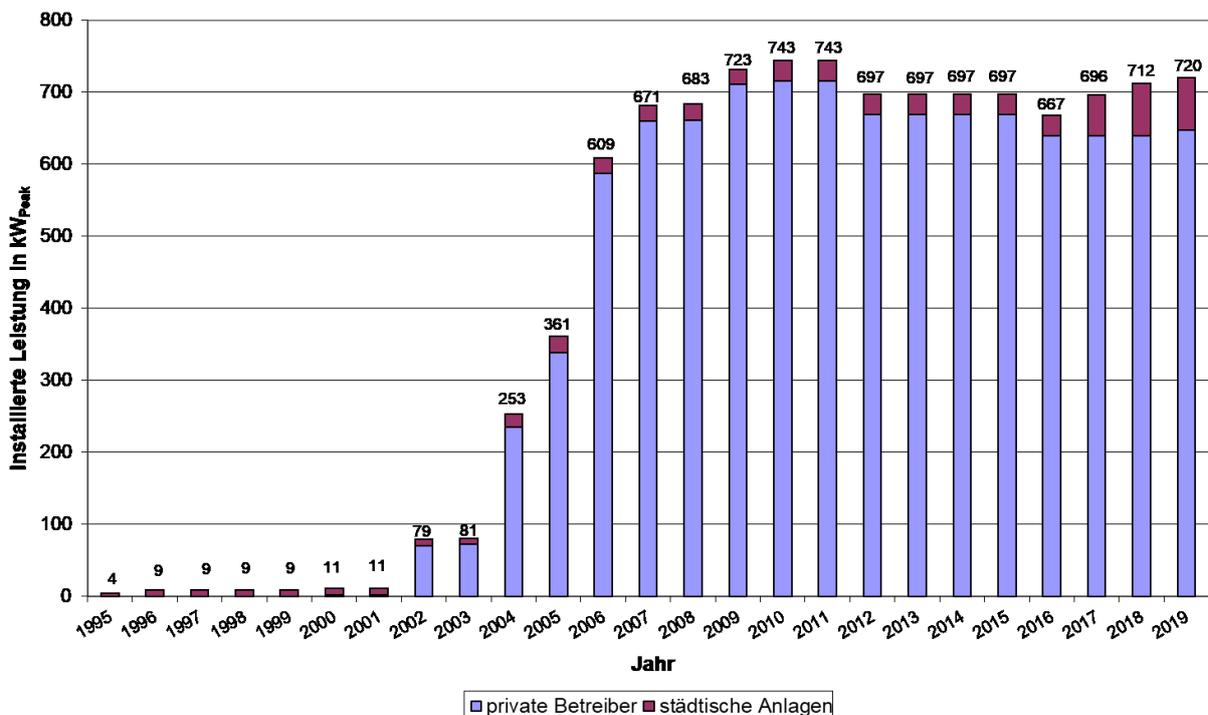


Abb. 23: Entwicklung der Gesamtanschlussleistung von Photovoltaikanlagen auf städtischen Gebäuden von 1995 bis 2019.

Der Ausbau von Photovoltaik auf städtischen Gebäuden ist ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz. Bei einer geschätzten Stromproduktion von rund 850 kWh pro 1 kW_{Peak} werden durch die bereits vorhandenen PV-Anlagen jährlich ca. 600.000 kWh Strom umweltfreundlich erzeugt. Das entspricht aktuell etwa 8,5 % des jährlichen Stromverbrauchs (rund 7,08 Mio. kWh) in den städtischen Gebäuden. Ausgehend von einer Emission von 401 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde Strom bei konventioneller Erzeugung beträgt die jährlich eingesparte Menge an CO₂ durch die solare Stromerzeugung rund 260 Tonnen.

Solarthermie

Bei energetischen Gebäudesanierungen und bei Neubauten prüft das Gebäudemanagement, ob der Einsatz von thermischen Solaranlagen möglich ist. Eine solare Warmwasserbereitung setzt eine zentrale Warmwasserversorgung voraus, die aber bei vielen städtischen Gebäuden aufgrund des geringen Warmwasserbedarfs aus wirtschaftlichen Gründen (Leistungsverluste, Legionellenproblematik) nicht sinnvoll ist. Wenn Solarthermie für die Warmwasserbereitung eingesetzt wird, erfolgt dies in der Regel in Kombination mit einer solaren Heizungsunterstützung. Beispiel hierfür sind die Schulturnhallen des Sonderpädagogischen Förderzentrums II, der Hermann-Hedenus-Schule und der Schule Tennenlohe.

6 Arbeitsschwerpunkte des Energiemanagements

Das Energiemanagement ist ein wesentlicher Aufgabenbereich der Stabsstelle Energie und Umwelt im Amt für Gebäudemanagement der Stadt Erlangen. Nachfolgend werden die Arbeitsschwerpunkte des Energiemanagements stichpunktartig aufgeführt:

- **Energiecontrolling**

Ein wichtiges Instrument des Energiemanagements ist die Verbrauchskontrolle. Mit Hilfe von Verbrauchskennwerten wird der Energie- und Wasserverbrauch analysiert. Um eine zeitnahe Verbrauchskontrolle zu erreichen, werden bei einem Großteil der Gebäude zusätzlich die Stände der Energie- und Wasserverbrauchszähler monatlich erfasst und ausgewertet. Durch das Energiecontrolling wird eine zielgerichtete Vorgehensweise bei der Erschließung von Energieeinsparpotentialen ermöglicht.

- **Information**

Ein weiteres Mittel zur Reduzierung des Energie- und Wasserverbrauchs ist die regelmäßige Weitergabe von Informationen an die Gebäudenutzer zu energiebewusstem Verhalten. Sanierungen und Neubauten führen zu einer dichten Gebäudehülle. Dieser gewünschte Effekt macht ein verändertes Nutzerverhalten notwendig. Gemeinsam begleiten die am Bau beteiligten Architekten, Ingenieure und Techniker die Nutzer bei der Einweisung und bei Lüftungsplänen.

- **Energieeinsparprojekte**

Das Energiemanagement betreut seit Jahren das Energieeinsparprojekt „50/50“. Für die Reduzierung an Strom, Heizenergie und Wasser bekommen städtische Einrichtungen eine Prämie. Mittlerweile sind in Erlangen 18 Schulen beteiligt, dazu kommen noch einige Kindertageseinrichtungen und Sportanlagen.

- **Bauphysikalische Planung und Beratung**

Das Energiemanagement ist interner Ansprechpartner für bauphysikalische Fragestellungen. Energetische Standards werden festgelegt und bei sich verändernden Rahmenbedingungen fortgeschrieben.

- **Öffentlichkeitsarbeit und sonstige Aktivitäten**

Die Stabsstelle Energie und Umwelt beteiligt sich bei Veranstaltungen der Stadtverwaltung und veröffentlicht in regelmäßigen Abständen einen Energiebericht. Des Weiteren ist die Stabsstelle interner und externer Ansprechpartner für die Nutzung von städtischen Dachflächen für Photovoltaikanlagen.

Energiebericht für städtische Gebäude und Einrichtungen 2019

Anhang

I.	Klimabereinigung von Verbrauchswerten - Gradtagzahlen	29
II.	Wärmeverbrauch in städtischen Gebäuden nach Heizenergiearten	30
III.	Heizenergieverbrauch in städtischen Gebäuden	31
IV.	Stromverbrauch in städtischen Gebäuden	31
V.	Wasserverbrauch in städtischen Gebäuden	32
VI.	Bildung von Verbrauchskennwerten – Bezugsflächen	32
VII.	Energie- und Wasserverbrauchskennwerte	32
VII.a	Schulen	33
VII.b	Verwaltungsgebäude	36
VIII.	Liste der Photovoltaikanlagen auf städtischen Gebäuden	37
IV.	Übersicht der Primärenergie- und CO ₂ -Emissionsfaktoren	39

I. Klimabereinigung von Verbrauchswerten – Gradtagzahlen

Um den Witterungseinfluss beim Heizenergieverbrauch zu berücksichtigen wird die Gradtagzahl definiert. Gebildet wird die Gradtagzahl aus der Summe der täglichen Differenz der gemessenen mittleren Außentemperatur zur Raumsolltemperatur von 20° Celsius für alle Heitztage eines Kalenderjahres. Ein Kalendertag zählt als Heitztag, wenn seine mittlere Tagestemperatur 15° Celsius nicht übersteigt.

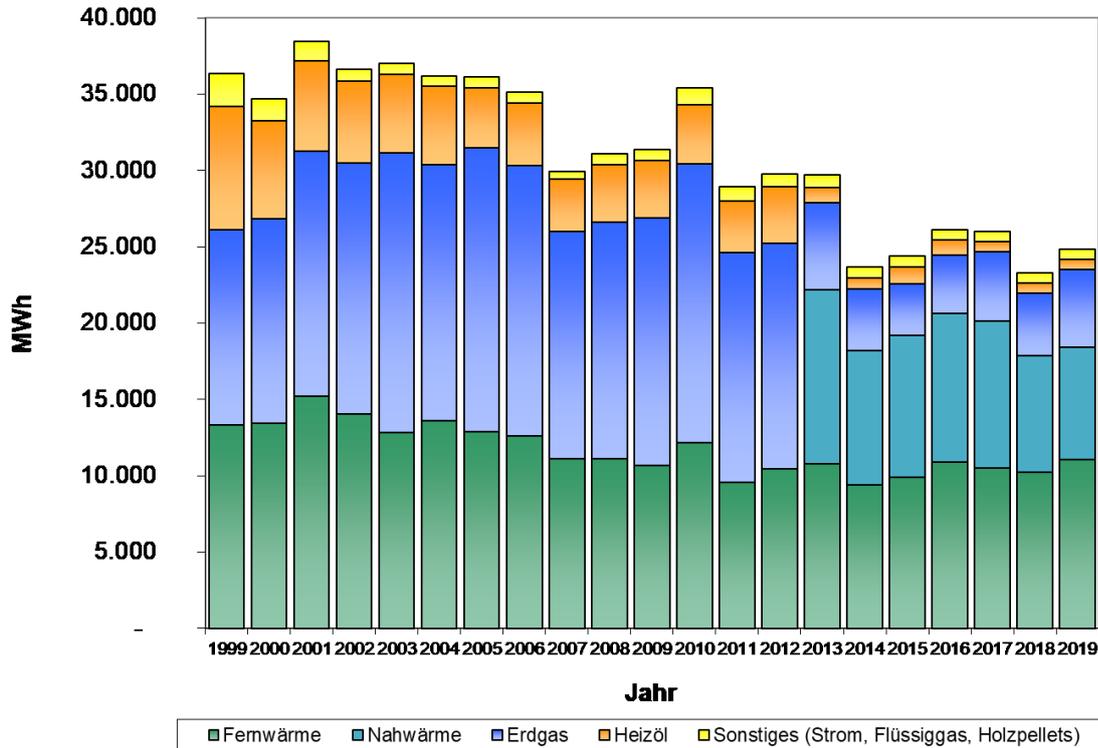
Mit Hilfe der Gradtagzahl des betrachteten Zeitraums und des langjährigen Mittels der Gradtagzahlen können Heizenergieverbräuche verschiedener Zeiträume witterungsbereinigt und somit vergleichbar gemacht werden. Die Gradtagzahlen für Erlangen werden von den Erlanger Stadtwerken aufgezeichnet und sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Für die Witterungsbereinigung im Energiebericht wird das langjährige Mittel der Jahresgradtagzahlen für Nürnberg (3.983 Kd, Quelle: DIN V 4108-6:1995) verwendet.

Der Abrechnungszeitraum der Jahres-Verbrauchsrechnungen ist nicht immer das Kalenderjahr, sondern geht beispielsweise von Oktober bis September des Folgejahrs. Im Energiebericht werden die unterschiedlichen Abrechnungszeiträume einem Kalenderjahr zugeordnet. Bei der Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs werden die unterschiedlichen Abrechnungszeiträume jedoch entsprechend der tatsächlichen Witterung berücksichtigt.

Jahr	Jahresgradtagzahlen für Erlangen
1999	3.455 Kd
2000	3.309 Kd
2001	3.632 Kd
2002	3.346 Kd
2003	3.543 Kd
2004	3.582 Kd
2005	3.554 Kd
2006	3.353 Kd
2007	3.180 Kd
2008	3.379 Kd
2009	3.313 Kd
2010	3.841 Kd
2011	3.113 Kd
2012	3.347 Kd
2013	3.433 Kd
2014	2.693 Kd
2015	2.939 Kd
2016	3.166 Kd
2017	3.201 Kd
2018	2.839 Kd
2019	2.992 Kd

Quelle: Erlanger Stadtwerke

II. Wärmeverbrauch städtischer Gebäude nach Heizenergiearten



Jahr	Energieträger						
	Fernwärme	Nahwärme	Erdgas	Heizöl	*)Flüssiggas	Heizstrom	*)Holzpellets
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1999	13.335.920		12.762.581	8.070.606	243.890	1.922.821	
2000	13.448.030		13.382.041	6.403.110	251.190	1.220.757	
2001	15.225.700		16.020.140	5.939.840	258.593	1.019.626	
2002	14.063.750		16.428.122	5.360.050	239.679	537.704	
2003	12.829.603		18.342.814	5.137.280	226.882	483.994	
2004	13.590.910		16.767.279	5.138.360	209.831	498.266	
2005	12.895.210		18.568.063	3.976.980	195.546	480.183	
2006	12.612.230		17.697.651	4.091.320	208.663	511.510	
2007	11.106.859		14.905.188	3.397.460	175.413	362.485	
2008	11.124.496		15.511.365	3.742.690	278.526	454.173	
2009	10.674.823		16.206.352	3.747.440	179.098	576.706	
2010	12.158.459		18.296.597	3.826.800	222.554	892.935	
2011	9.569.281		15.047.298	3.398.190	198.836	586.375	109.616
2012	10.441.964		14.791.413	3.695.010	189.690	536.525	107.616
2013	10.785.603	11.383.173	5.713.492	1.014.340	181.731	499.399	107.424
2014	9.386.282	8.786.135	4.052.947	739.740	112.466	479.282	115.296
2015	9.867.925	9.298.959	3.414.790	1.100.780	147.882	483.010	88.704
2016	10.873.371	9.765.307	3.833.960	957.220	161.611	447.807	97.824
2017	10.508.784	9.633.696	4.547.796	640.830	163.822	440.439	92.184
2018	10.233.193	7.618.473	4.119.725	676.780	142.335	434.499	81.600
2019	11.046.862	7.364.550	5.078.207	670.560	141.075	419.959	118.368

*) Eingekaufte Mengen.

III. Wärmeverbrauch in städtischen Gebäuden

Jahr	Nettoraumfläche ¹⁾ (NRF) in m ²	Verbrauch in kWh	klimabereinigter flächenspezifischer Verbrauch in kWh/m ² a (NRF)	Kosten in Euro
1999	281.295	36.335.818	148,9	1.263.791
2000	289.385	34.705.128	144,4	1.362.952
2001	291.044	38.463.899	145,8	1.788.686
2002	297.057	36.629.305	146,8	1.689.356
2003	294.644	37.020.576	141,3	1.763.270
2004	293.922	36.204.646	136,0	1.847.046
2005	292.080	36.115.982	138,6	1.921.672
2006	294.206	35.121.374	141,8	2.067.247
2007	293.704	29.947.405	131,4	1.977.684
2008	287.715	31.111.250	127,5	2.258.237
2009	289.171	31.384.419	130,1	2.418.248
2010	292.875	35.403.105	127,0	2.518.381
2011	291.270	28.799.981	124,1	2.419.321
2012	291.364	29.721.939	121,8	2.606.069
2013	290.953	29.667.569	117,6	2.906.229
2014	291.134	23.619.783	119,0	2.489.449
2015	293.632	24.389.737	112,4	2.518.200
2016	295.285	26.125.124	113,4	2.601.916
2017	295.285	26.027.550	110,2	2.476.795
2018	289.234	23.306.604	112,5	2.303.161
2019	289.386	24.839.582	114,6	2.507.519

IV. Stromverbrauch in städtischen Gebäuden

Jahr	Nettoraumfläche ¹⁾ (NRF) in m ²	Verbrauch in kWh	flächenspezifischer Verbrauch in kWh/m ² a (NRF)	Kosten in Euro
1999	293.984	5.836.764	19,9	736.756
2000	302.943	6.015.355	19,9	674.240
2001	303.106	6.371.190	21,0	715.821
2002	307.622	6.562.362	21,3	803.313
2003	304.894	6.365.179	20,9	859.013
2004	303.908	6.598.611	21,7	869.626
2005	303.449	6.742.786	22,2	935.320
2006	302.442	6.715.721	22,2	965.527
2007	303.552	6.863.719	22,6	1.079.075
2008	299.067	6.834.750	22,9	1.194.079
2009	300.672	6.899.239	22,9	1.296.435
2010	305.429	7.060.691	23,1	1.312.034
2011	302.563	7.015.131	23,2	1.402.321
2012	301.850	6.920.982	22,9	1.408.910
2013	301.702	7.058.184	23,4	1.608.789
2014	303.132	7.004.656	23,1	1.692.346
2015	305.344	7.088.949	23,2	1.547.655
2016	307.488	7.335.278	23,9	1.706.116
2017	306.747	7.111.740	23,5	1.694.568
2018	301.755	7.008.087	23,2	1.664.490
2019	302.735	7.081.574	23,4	1.811.971

V. Wasserverbrauch in städtischen Gebäuden

Jahr	Nettoraumfläche ¹⁾ (NRF) in m ²	Verbrauch in m ³	flächenspezifischer Verbrauch in Liter/m ² a (NRF)	Kosten in Euro ²⁾
1999	287.222	92.486	322	136.068
2000	296.646	85.634	289	133.510
2001	297.325	84.812	285	140.164
2002	300.289	81.109	270	134.551
2003	297.888	86.857	292	141.586
2004	295.208	79.512	269	130.326
2005	294.022	79.218	269	140.131
2006	293.777	84.190	287	149.927
2007	293.401	79.823	272	154.330
2008	288.025	78.318	272	151.328
2009	289.921	78.360	270	156.850
2010	292.863	74.844	256	148.879
2011	291.024	77.009	265	153.893
2012	291.368	79.747	274	156.854
2013	292.402	76.998	263	154.893
2014	291.973	77.639	266	168.681
2015	294.352	82.407	279	177.930
2016	295.069	87.815	298	189.060
2017	295.216	77.862	259	169.930
2018	288.693	77.336	268	167.647
2019	288.927	75.938	263	164.789

- 1) Die angegebenen Gebäudeflächen für den Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch unterscheiden sich, da bei angemieteten Flächen in der Regel nur der Stromverbrauch direkt über eine ESTW-Abrechnung erfasst wird. Wenn der Stromverbrauch überwiegend zur Beheizung benutzt wird, wird der Verbrauch und die Nettoraumfläche unter Wärmeverbrauch erfasst.
- 2) Ohne Kanalgebühren.

VI. Bildung von Verbrauchskennwerten – Bezugsflächen

Für die Bildung von Verbrauchskennwerten ist die Bezugsfläche eine wichtige Größe. Ein eindeutiger Flächenbezug ist von maßgeblicher Bedeutung für die praktische Anwendung des Kennwertverfahrens, da unterschiedliche Flächen zu teilweise erheblich unterschiedlichen Verbrauchskennwerten führen. Deshalb ist es bei der Ausweisung von Verbrauchskennwerten wichtig, die Flächenbezüge anzugeben. In der Praxis werden folgende Flächen verwendet:

- **Bruttogrundfläche (BGF)**

Sie ergibt sich aus den Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes. Da sie einfach zu erheben ist und die tatsächliche Gebäudefläche häufig nicht bekannt ist, wird sie oft verwendet. Die BGF ist je nach Bauweise und Gebäudeart um ca. 15 % bis 20 % größer als die NRF.

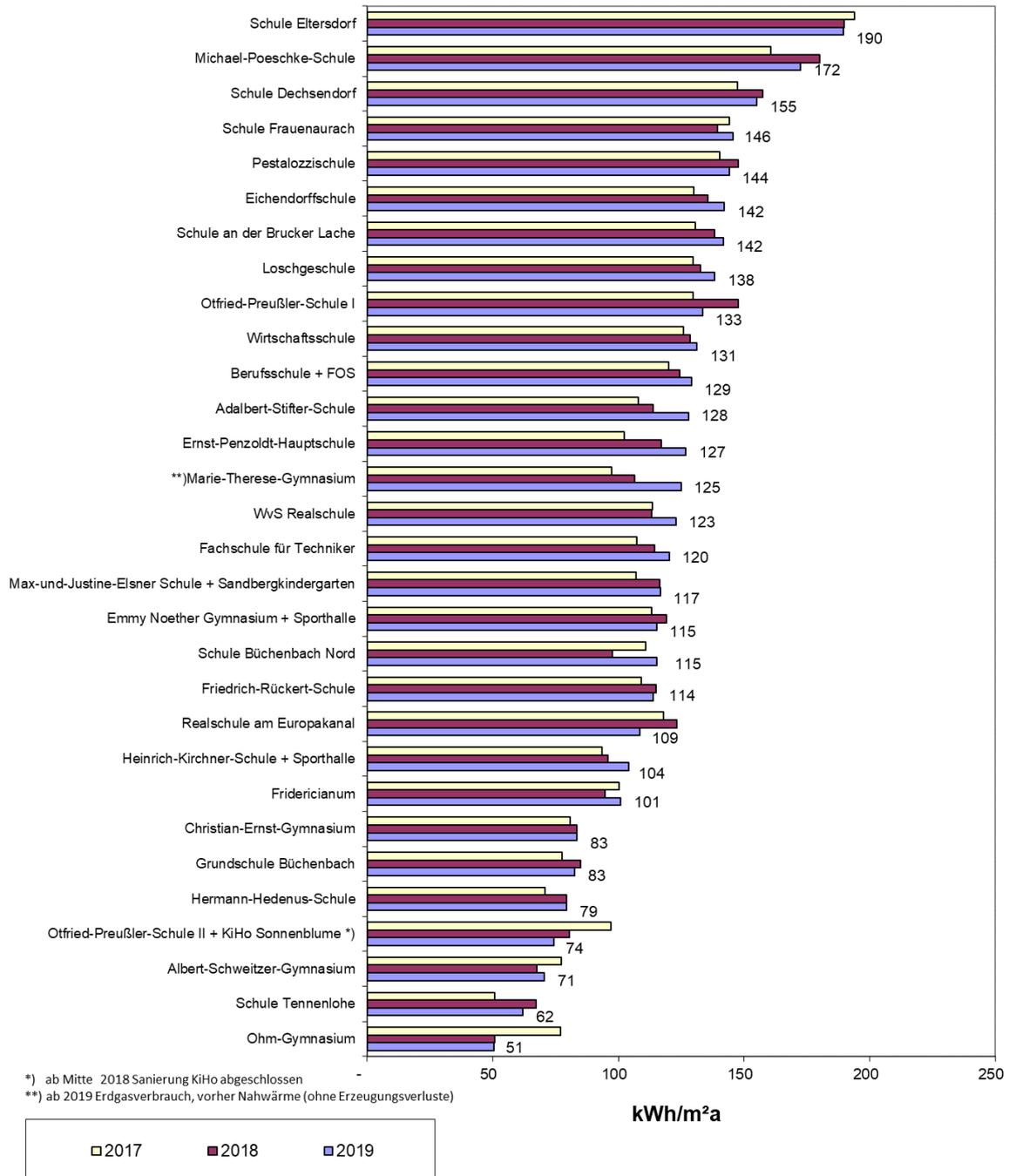
- **Nettoraumfläche (NRF)**

Sie ist die tatsächlich benutzbare Fläche eines Gebäudes (BGF ohne Konstruktionsgrundflächen) und deshalb zur Beurteilung eines Verbrauchs sinnvoller als die BGF. Bis 2016 wurde für die Nettoraumfläche die Bezeichnung Nettogrundfläche (NGF) verwendet. Im Energiebericht wird bei allen Kennwerten als Bezugsfläche die beheizte NRF verwendet. Für den Energiebericht 2019 wurde die NRF aller erfassten Gebäude auf ihre Relevanz für den Energieverbrauch überprüft und korrigiert. Unbeheizte Flächen, wie beispielsweise Kellerräume, wurden nicht mehr berücksichtigt. Dadurch kommt es zu Abweichungen gegenüber den Flächen und flächenbezogenen Verbrauchswerten in früheren publizierten Energieberichten.

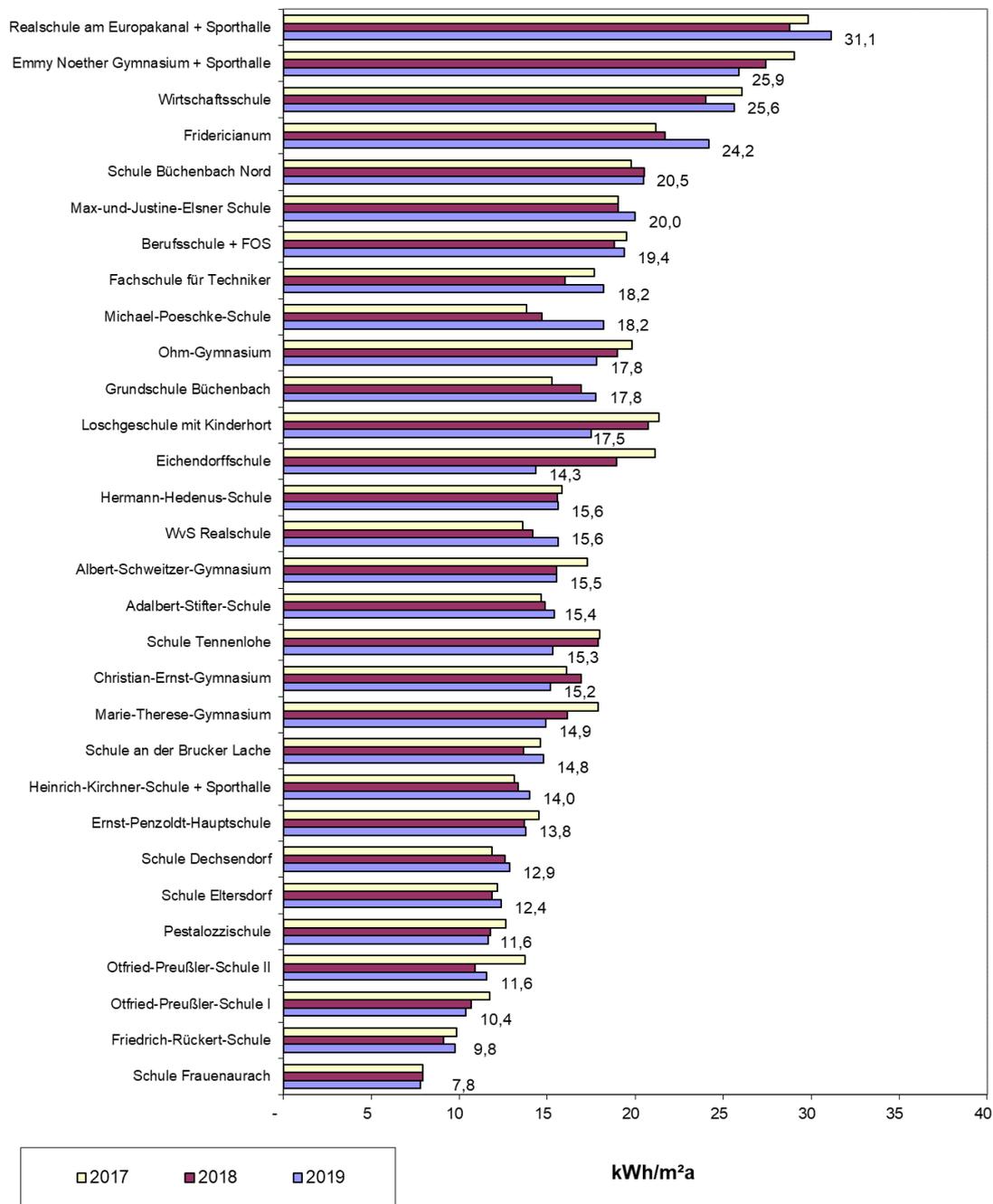
VII. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte

VII.a Schulen

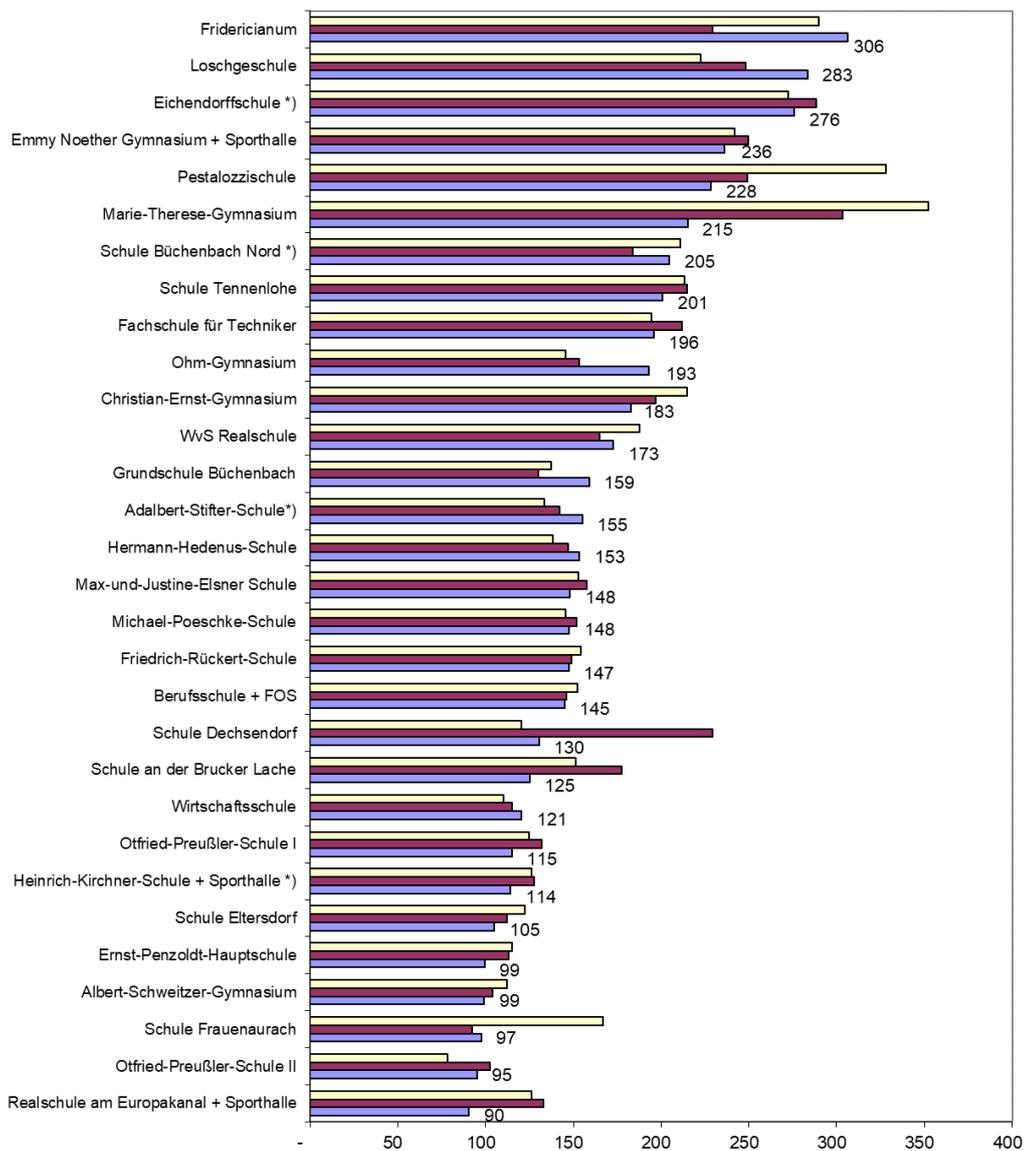
Wärmeverbrauchskennwerte Schulen, klimabereinigt



Stromverbrauchskennwerte Schulen



Wasserverbrauchskennwerte Schulen



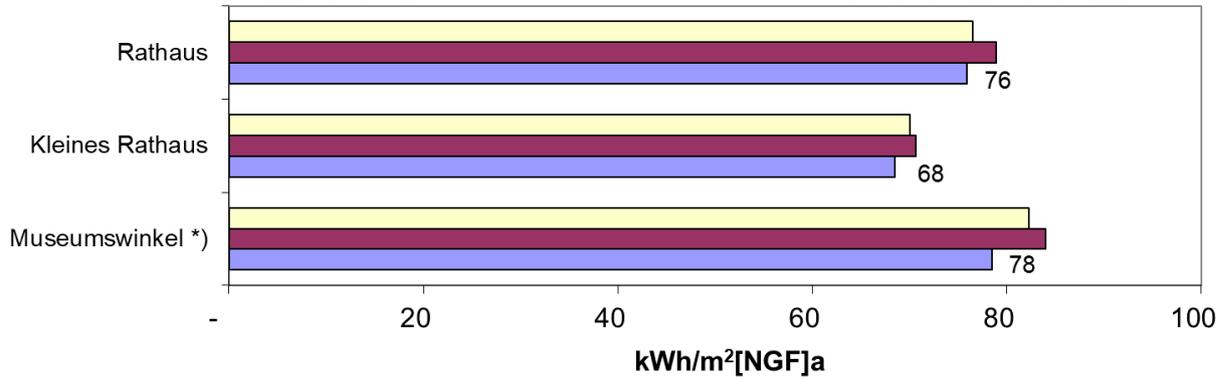
*) Verbrauch ohne Außenanlagen



Liter/m²a

VII.b Verwaltungsgebäude (Auswahl)

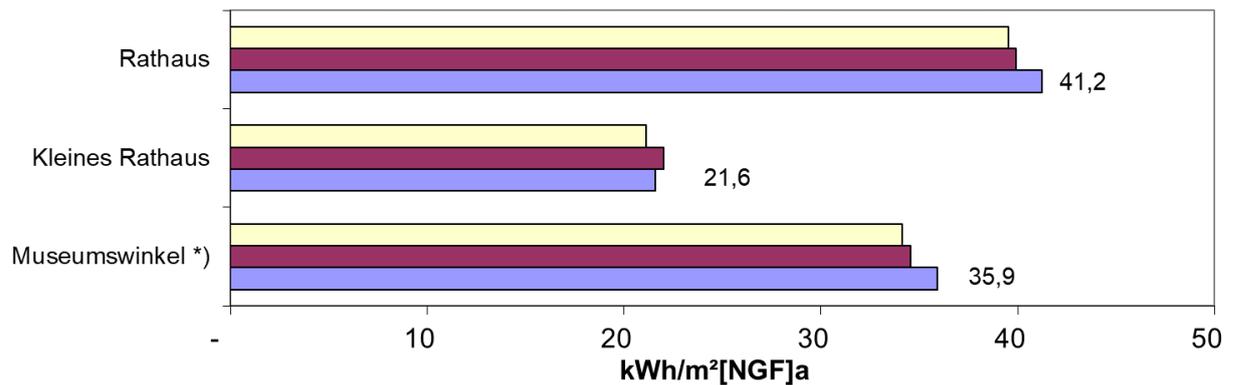
Wärmeverbrauchskennwerte Verwaltungsgebäude, klimabereinigt



*) Nutzung: Verwaltung, Museum, Archiv.

□ 2017 ■ 2018 ■ 2019

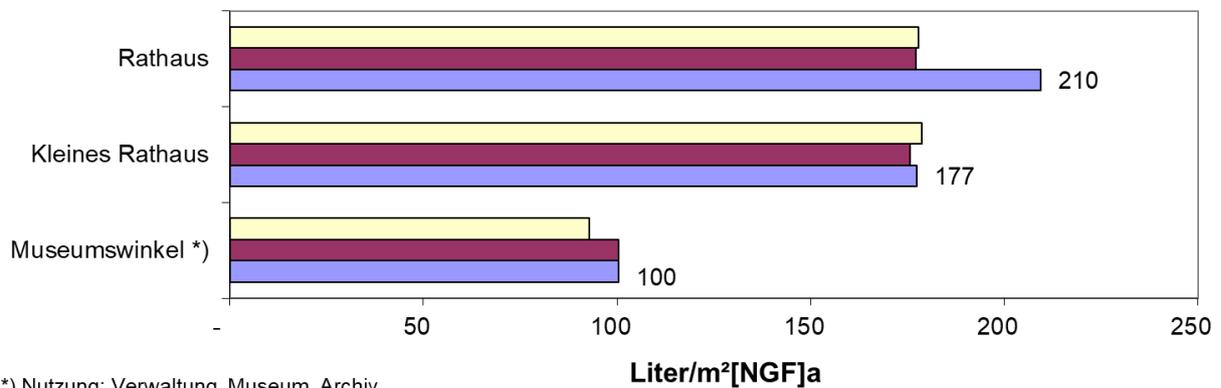
Stromverbrauchskennwerte Verwaltungsgebäude



*) Nutzung: Verwaltung, Museum, Archiv.

□ 2017 ■ 2018 ■ 2019

Wasserverbrauchskennwerte Verwaltungsgebäude



*) Nutzung: Verwaltung, Museum, Archiv.

□ 2017 ■ 2018 ■ 2019

VIII. Photovoltaikanlagen auf Gebäuden im Zuständigkeitsbereich des Gebäudemanagements

Standort	Leistung (kW _{Peak})	in Betrieb seit
Marie-Therese-Gymnasium	1	1995
Berufsschule	1	1995
Emmy-Noether-Gymnasium	0,7	1995
Rathaus	4,8	1996
Heinrich-Kirchner-Schule	2	2000
Albert-Schweitzer-Gymnasium	38	2002
Städt. Wirtschaftsschule	30	2002
Realschule am Europakanal	2	2003
Fachschule für Techniker	1	2004
Albert-Schweitzer-Gymnasium	30	2004
Gymnasium Fridericianum	35	2004
Sonderpädagogisches Förderzentrum I	30	2004
Realschule am Europakanal	11	2004
Schule Büchenbach-Nord	58,7	2004
Eichendorffschule	1	2004
Schule Tennenlohe	1	2004
Fachoberschule	1	2004
Werner-von-Siemens-Realschule	1	2004
Adalbert-Stifter-Schule	1	2004
Max-und-Justine-Elsner-Schule	1	2004
Schule Eltersdorf	1	2004
Schule Büchenbach-Dorf	1	2005
Ohm-Gymnasium	1	2005
Gymnasium Fridericianum	35	2005
Heinrich-Kirchner-Sporthalle	40	2005
Pestalozzi-Schule	30	2005
Werner-von-Siemens-Realschule	80	2006
Eichendorff-Schule	27,15	2006
Ernst-Penzoldt-Hauptschule	45,8	2006
Hermann-Hedenus-Schule	1	2006
Sonderpädagogisches Förderzentrum II	2	2006

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

Fortsetzung der Tabelle

Loschgeschule	1	2006
Schule Brucker Lache	1	2006
Schule Frauenaurach	1	2006
Emmy-Noether-Gymnasium	50	2007
Gymnasium Fridericianum	17,6	2007
Friderich-Rückert-Schule	1	2007
Schule Dechsendorf	1	2007
Michael-Poeschke-Schule	1,6	2007
Emmy-Noether-Gymnasium	1	2007
Herman-Hedenus-Grundschule	1	2008
Christian-Ernst-Gymnasium	1	2008
Hauptfeuerwache	50	2009
Sonderpädagogisches Förderzentrum II	13,44	(2006 Schule Tennenlohe) 2010
Albert-Schweitzer-Gymnasium	4	2010
Kleines Rathaus	7,6	2010
Ohm-Gymnasium	28,7	2017
Sporthalle Marie-Therese-Gymnasium	16,12	2018
Adalbert-Stifter-Schule	7,82	
Summe	720,03 kW_{Peak}	

IX. Übersicht der im Energiebericht verwendeten Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger

Energieträger		Primärenergiefaktor [-]	CO ₂ -Emissionsfaktor [kg/kWh]
Erdgas		1,1	¹⁾ 0,201
Flüssiggas		1,1	¹⁾ 0,220
Holz-Pellets		0,2	¹⁾ 0,000
Heizöl		1,1	¹⁾ 0,267
Nahwärme		1,3	¹⁾ 0,238
Strommix	1999	3,0	0,647
	2000	3,0	0,644
	2001	3,0	0,659
	2002	3,0	0,654
	2003	3,0	0,634
	2004	3,0	0,614
	2005	3,0	0,610
	2006	3,0	0,603
	2007	2,7	0,621
	2008	2,7	0,581
	2009	2,6	0,566
	2010	2,6	0,555
	2011	2,6	0,568
	2012	2,6	0,573
	2013	2,6	0,572
	2014	2,4	0,557
	2015	2,4	0,527
2016	1,8	0,523	
2017	1,8	0,485	
2018	1,8	²⁾ 0,468	
2019	1,8	³⁾ 0,401	
Fernwärme	bis 2004	0,97	0,268
	2005	0,97	0,142
	2006	0,57	0,036
	2007	0,72	0,000
	2008	0,67	0,019
	2009	0,56	⁴⁾ 0,085
	2010	0,56	0,055
	2011	0,56	0,102
	2012	0,56	0,116
	2013	0,56	0,131
	2014	0,56	0,057
	2015	0,56	0,061
	2016	0,56	0,060
	2017	0,56	0,012
2018	0,56	⁵⁾ 0,012	
2019	0,56	⁵⁾ 0,012	

Quellen: Umweltbundesamt – „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxidemissionen des Deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2019“, Erlanger Stadtwerke, DIN V 18599, EnEV, eigene Berechnung.

Hinweis zum CO₂-Emissionsfaktor Strommix: Die Emissionsfaktoren werden vom Umweltbundesamt jährlich fortgeschrieben und aktualisiert.

¹⁾ ohne vorgelagerte Prozesskette; ²⁾ vorläufige Angabe; ³⁾ geschätzter Wert; ⁴⁾ ab 2009 andere Berechnungsmethode; ⁵⁾ Wert aus 2017. Bei der Fernwärme wird aktuell von den Erlanger Stadtwerken die Berechnungsmethode für den Emissionsfaktor umgestellt. Durch die Neubewertung der Fernwärme kann es rückwirkend zu Veränderungen in der CO₂-Bilanz kommen.