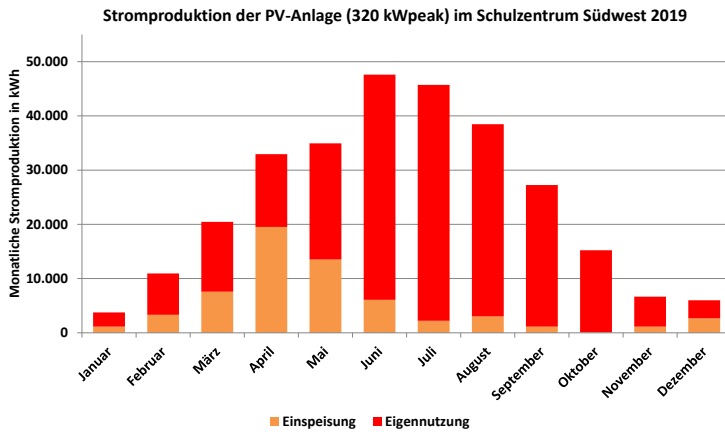




Energiebericht

2020





Impressum

Herausgeber

Stadt Ingolstadt
Hoch- und Tiefbaureferat
Amt für Gebäudemanagement - Sachgebiet Energiemanagement
Spitalstraße 3
85049 Ingolstadt

Kontakt

Tobias Schlosser
0841 305-2280
energiedienst@ingolstadt.de

Titelbild

Photovoltaik-Anlage Emmi-Böck-Schule (©VE plan GmbH)
Heizungsverteilung und Lüftungskanäle im Schulzentrum Südwest

Fotos

Stadt Ingolstadt / Schalles, VE plan GmbH, Amt für Gebäudemanagement

Stand April 2020

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1. Einleitung	7
2. Aufgabenbereiche des Energiemanagements	8
3. Jährliche Ausgaben für Energie und Wasser	10
4. Energiekosten nach Gebäudeart	12
5. Flächenentwicklung	15
6. Energiebeschaffung	16
7. Wärmeverbrauch	17
8. Stromverbrauch	20
9. Wasserverbrauch	21
10. CO₂-Emissionen	22
11. Wärmeversorgung im Schulzentrum Südwest	26
12. Photovoltaik-Anlagen	28
13. Pilotprojekt „Smart Meter“	32
14. Kennwertvergleich nach EnEV	34
15. Ausblick	35
16. Anhang – Liegenschaften je Gebäudeart	36

Vorwort

Klimaschutz – ein Gesellschaftsziel

Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung. So steht es seit 1994 im Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland.

Klimaschutz stellt demnach nicht erst seit gestern ein zentrales Ziel staatlichen Handelns dar. Doch nun ist es von zentraler Bedeutung für viele Gesellschaftsbereiche geworden. Die Jugend sieht ihre Zukunft in Gefahr und demonstriert dies ausdauernd. Die Parteienlandschaft orientiert sich immer mehr an „grünen“ Themen. Der Staat gestaltet die Rahmenbedingungen und setzt ehrgeizige Ziele auf mehreren Ebenen. Green Technology ist ein wichtiger Wirtschaftszweig geworden und selbst der Finanzdienstleister BlackRock hat einen fundamentalen Wandel in Richtung nachhaltiges Investieren prognostiziert.

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Seine Auswirkungen sind weltweit spürbar und betreffen Menschen, Natur und Wirtschaft. Zur Eindämmung des Klimawandels müssen wir die globalen Treibhausgasemissionen erheblich senken. Dieser Aufgabe stellt sich die Stadt Ingolstadt. So hat der Stadtrat am 5. Dezember 2019 beschlossen, dass die Stadtverwaltung und ihre Tochterunternehmen bis 2030 CO₂-neutral werden. Damit wir dieses übergeordnete Ziel in konkrete Maßnahmen umsetzen können, gilt es viele potentielle Handlungsbereiche zu analysieren und die vorhandenen Ressourcen effizient einzusetzen. Als Ergebnis unserer Analyse lässt sich festhalten, dass wir uns neben der Energieeinsparung und der ökologischen Ausrichtung der Beschaffung von Energie zukünftig vermehrt der nachhaltigen Energiegewinnung widmen wollen. Die aus Photovoltaikanlagen gewonnene Energie kann ökologisch am effizientesten eingesetzt werden, wenn der Verbrauch unmittelbar auf die Erzeugung folgt. Für die Ökonomie ist ob der stark gesunkenen EEG-Vergütung der Eigenverbrauch maßgeblich. Gerade Schulen sind hier, mit Ausnahme des Zeitraums der Sommerferien, geradezu ideale Verbraucher. Deren Stromverbrauch dominiert tagsüber und damit in der Zeit der Spitzenproduktion der PV-Anlagen. Aber auch andere öffentliche Liegenschaften benötigen das Gros tagsüber. Der Stromverbrauch wird sich mit der Steigerung des Technisierungsgrades und der immer verbreiterten mechanischen Kühlung im Sommer wohl noch weiter erhöhen. Wir wollen auf diese Entwicklung mit dem Ausbau unserer PV-Anlagen reagieren. Neben der langfristigen CO₂-Einsparung stabilisiert dies den Strompreis der Stadt auf einem niedrigen Niveau.



Ein weiteres wichtiges Betätigungsfeld stellt die Mitwirkung bei der Planung von städtischen Hochbaumaßnahmen dar. Hierbei lässt sich ein nicht unbeträchtlicher Gestaltungsspielraum nutzen. Die gesetzlichen Vorgaben bei Neubau- oder Sanierungsmaßnahmen lassen sich auf unterschiedliche Arten erfüllen. Langfristig stellt es sowohl finanziell als auch für die Umwelt einen großen Unterschied dar, wieviel Energie verbraucht, mit welchem Energieträger geheizt und ob Energie nur bezogen oder vor Ort regenerativ erzeugt wird.

Wir hoffen, mit diesem Energiebericht einen guten Überblick über die Entwicklung des städtischen Energiebedarfs geben zu können. Außerdem stellen wir verschiedene Tätigkeitsfelder des Energiemanagements dar, in denen wir uns mit der Zielsetzung einer sicheren Energieversorgung und der Minimierung des Ressourcenverbrauches auseinandersetzen.

Thomas Pfaller

Leiter des Amtes für Gebäudemanagement



1. Einleitung

Nachhaltigkeit, Energiewende, Klimawandel sind in den letzten Jahren – auch dank der heutigen Jugend - wieder deutlich in den gesellschaftlichen Fokus gerückt. Das städtische Energiemanagement kann diese Themen weder allein noch abschließend behandeln, allerdings kann es einen wertvollen Beitrag leisten und Energie und somit auch CO₂ in den öffentlichen Gebäuden einsparen. Es gibt verschiedene Wege und Ansätze, den Energieverbrauch von Gebäuden zu minimieren.

Derzeit setzt das Energiemanagement verstärkt auf den Einsatz von erneuerbaren und CO₂-ärmeren Energien. Durch den Ausbau von Photovoltaik-Anlagen sowohl im Gebäudebestand als auch bei Neubauprojekten wird vor Ort Strom produziert und direkt selbst verbraucht. Überschüssiger Strom wird in das Stadtnetz eingespeist und vergütet. Die verstärkte Nutzung mit städtischer Fernwärme anstelle von Erdgas reduziert den CO₂-Ausstoß um rund 90%. Mögliche Umstellungen von Erdgas auf Fernwärme werden derzeit geprüft.

Durch monatliche Ablesungen wird der Wasser- und Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften zeitnah im Blick gehalten. Um einen viel genaueren Verbrauch zu erfassen, bedarf es „intelligenter“ Zähler – sogenannte Smart Meter. Um die Besonderheiten von Smart Meter zu testen, wurde gemeinsam mit den Stadtwerken Netze GmbH ein Pilot-Projekt ins Leben gerufen.

Grundsätzliches zum Energiebericht 2020

Der Energiebericht 2020 betrachtet die Energie- und Wasserverbräuche der städtischen Liegenschaften. Im Gesamtüberblick werden jeweils die Jahre 1990 bis 2019 dargestellt. Detaillierte Betrachtungen beziehen sich nur auf das Jahr 2019.

Seit dem letzten Energiebericht 2017 werden die Liegenschaften nicht mehr nach Einzelplänen, sondern nach Gebäudearten zusammengefasst. Dadurch kommt die energetische Vergleichbarkeit besser zum Tragen. Beim Wärmeverbrauch wurde eine Witterungsbereinigung durchgeführt. Die Ausgaben und CO₂-Emissionen basieren auf vorliegenden Ist-Werten. Auf eine Flächenbereinigung wurde verzichtet. Der Flächenzuwachs wird anhand der Darstellung spezifischer, flächenbezogener Kennwerte berücksichtigt.

Nicht alle von der Stadt Ingolstadt genutzten Gebäude befinden sich auch in ihrem Eigentum. Andere im Eigentum befindliche Gebäude werden ganz oder teilweise an Dritte vermietet. Der Energiebericht berücksichtigt die wesentlichen Gebäude, bei denen die Stadt Ingolstadt die Kosten zu tragen hat. Alle dargestellten Verbräuche und auch Ausgaben beziehen sich daher auf die im Anhang aufgeführten Liegenschaften.

2. Aufgabenbereiche des Energiemanagements

Im Amt für Gebäudemanagement nimmt das Sachgebiet Energiemanagement seit 2015 einen eigenen Platz ein. Hauptziel des Energiemanagements ist der rationelle Umgang mit Energie und Wasser in städtischen Gebäuden, um den kommunalen Haushalt zu entlasten. Damit gehen die Schonung von Ressourcen sowie der Klimaschutz einher. Zusammenfassend lassen sich folgende Ziele definieren:

- Sichere und wirtschaftliche Versorgung der städtischen Liegenschaften mit Wärme, ggf. Kälte, Wasser und elektrischer Energie
- Senkung des Energieverbrauchs
- Effizienter Energieeinsatz
- Einsatz von erneuerbaren Energien
- Nutzerkomfort
- Berücksichtigung aller relevanter Vorschriften und Gesetze

Zur Erreichung der angestrebten Ziele wird eine enge Zusammenarbeit mit dem Hochbauamt gepflegt. Im Detail ist das Energiemanagement in folgenden Bereichen tätig:

Energieverbrauchserfassung

Monatlich werden über 1.300 Zählerstände der Energie- und Wasserzähler von den Hausmeistern bzw. dem Betriebspersonal vor Ort erfasst. Die Verbrauchswerte werden in einer Energiedatenbank eingepflegt. Mit Hilfe einer Ausreißeranalyse lassen sich ungewöhnliche Mehrverbräuche aufdecken. Darauf aufbauend können gezielt die Ursachen ermittelt werden.

Betriebsoptimierung

Gemeinsam mit dem jeweiligen Gebäudenutzer und dem Bedienpersonal werden die Betriebszeiten der technischen Anlagen sowie die relevanten Regelungsparameter auf den erforderlichen Bedarf abgestimmt. Als große Hilfe erweist sich hierfür die Gebäudeleittechnik, da Änderungen bzw. Nachjustierungen von zentraler Stelle aus vorgenommen werden können.

Störungsbeseitigung und Instandsetzung

Viele Ausfälle von Heizungs- und Lüftungsanlagen lassen sich auf Probleme im Bereich der Regler- elektronik zurückführen. Zur Fehleranalyse sind anlagenspezifische Fachkenntnisse notwendig. Es ist zunehmend nicht mehr möglich, einzelne Bauteile instand zu setzen. Es müssen daher oft komplette Baugruppen ausgetauscht werden.

Beeinflussung des Nutzerverhaltens

Ein nicht zu vernachlässigendes Energie- bzw. Wassereinsparpotential liegt in der Hand der Gebäudenutzer. Erfahrungsgemäß lassen sich hier zwischen 5 und 10 % an Endenergie einsparen.

Alleine durch das Absenken der Raumtemperatur um 1 °C können 6 bis 7 % Heizenergie pro Jahr eingespart werden.

Energetische Analyse im Gebäudebestand

Das größte Energieeinsparpotential liegt in der Sanierung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik bei Bestandsgebäuden. Um Gebäude hinsichtlich ihrer Energieeffizienz einordnen zu können, werden Energiekennwerte ermittelt. Mit Hilfe dieser Kennwerte und einer Kostenschätzung lassen sich geplante Einsparmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüfen.

Mitwirkung bei Planung von Neubauten

Die zunehmende Anzahl von einzuhaltenden Gesetzen, Richtlinien und Normen erfordert eine integrale Planung. Zusammen mit den Planungsbeteiligten arbeitet das Energiemanagement bereits in der Planungsphase an dem Ziel einer über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes gesehenen wirtschaftlichen Realisierung. Zu diesem Zweck werden Lösungen erarbeitet, welche einen energiesparenden Gebäudebetrieb ermöglichen.

Betrieb von Energieerzeugungsanlagen

Unter dem Betrieb gewerblicher Art „Energiegewinnung“ werden – aufgrund steuerlicher Pflichten – alle städtischen Energieerzeugungsanlagen zusammengefasst und vom Gebäudemanagement betrieben. Darunter fallen insbesondere PV-Anlagen zur Stromerzeugung und das Blockheizkraftwerk im Schulzentrum Südwest sowie auch klassische Heizungsanlagen, welche Energie an Dritte liefern.

Energiebeschaffung

Eine bedeutende Aufgabe des Energiemanagements umfasst den Abschluss, die Überwachung und die Anpassung von Lieferverträgen hauptsächlich für Strom, Erdgas und Fernwärme.

Prüfung von Energieabrechnungen

Des Weiteren zählen die Prüfung von Energieabrechnungen sowie die Rechnungsanweisung zu den Aufgaben des Energiemanagements.

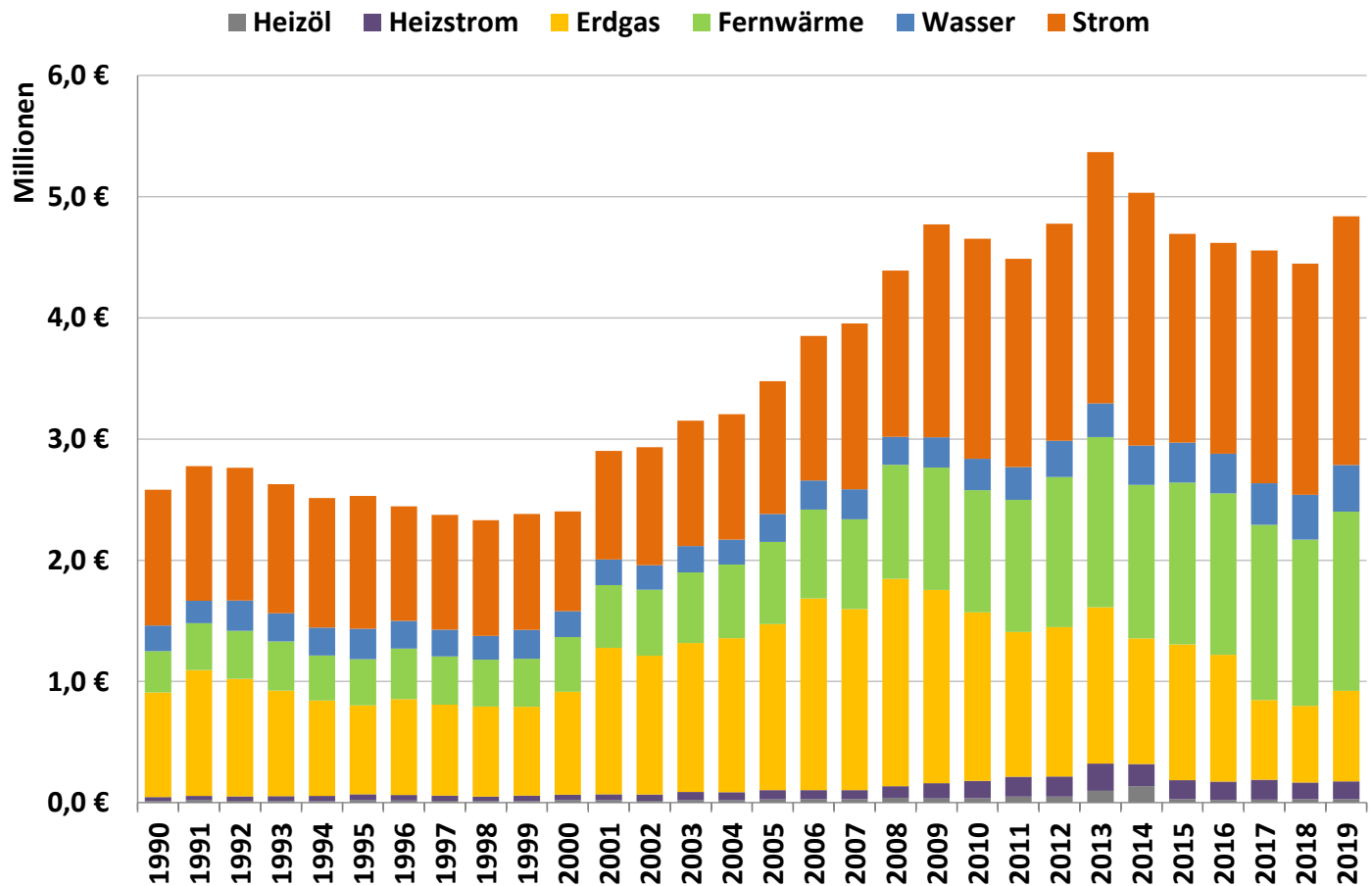
Referatsübergreifende Fachstelle

Als referatsübergreifende Fachstelle unterstützen wir bei stadtweiten Energiekonzepten sowie bei Kalkulations- und Abrechnungsfragen andere Ämter.

Aufbereitung und Bereitstellung von Daten

Zur Erstellung von Betriebskostenabrechnungen werden Zählerstände und Verbrauchswerte benötigt. Auch für weitere Anwendungen werden zunehmend von verschiedenen Ämtern Verbrauchs- und Kostenkennwerte abgefragt.

3. Jährliche Ausgaben für Energie und Wasser



Die jährlichen Gesamtausgaben zur Versorgung der im Anhang aufgeführten Liegenschaften mit Energie und Wasser betragen rund **fünf Millionen Euro**.

Die Reduzierung der Kosten ab 2014 liegt unter anderem an der Beschaffungsstrategie (siehe Kapitel 6). Der Anstieg 2019 ist einerseits witterungsbedingt erklärbar, andererseits sind sämtliche Energie- sowie Wasserkosten leicht gestiegen.

Von 100 Euro Energie- und Wasserkosten werden

- 50 Euro für Wärme,
- 42 Euro für Strom und
- 8 Euro für Wasser

aufgewendet.

Insgesamt haben sich die Ausgaben für Energie und Wasser von 1990 bis heute nahezu verdoppelt.

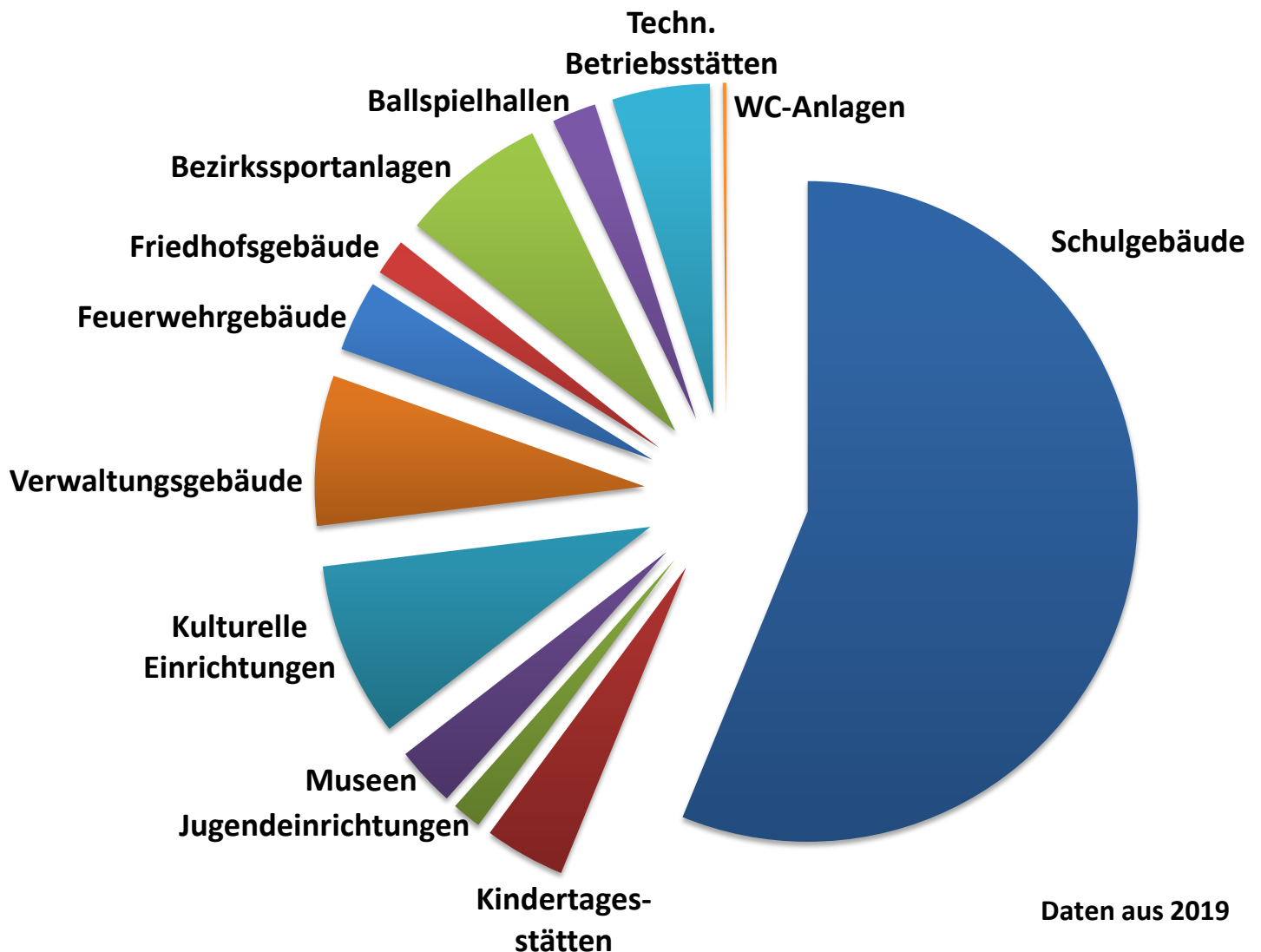
€/a	Heizöl	Heizstrom	Erdgas	Fernwärme	Wasser	Strom	Gesamt
2019	28.700 €	146.600 €	746.600 €	1.479.400 €	383.900 €	2.052.600 €	4.837.800 €
2018	29.000 €	137.400 €	632.000 €	1.372.700 €	368.300 €	1.908.000 €	4.447.400 €
2017	24.300 €	163.800 €	657.900 €	1.446.500 €	343.700 €	1.920.400 €	4.556.600 €
2016	21.500 €	151.400 €	1.047.400 €	1.331.700 €	326.500 €	1.740.400 €	4.619.000 €
2015	28.400 €	156.400 €	1.121.600 €	1.335.400 €	328.200 €	1.723.100 €	4.693.100 €
2014	135.400 €	183.000 €	1.036.000 €	1.268.400 €	324.100 €	2.084.700 €	5.031.600 €
2013	98.200 €	223.400 €	1.290.700 €	1.403.700 €	278.000 €	2.073.500 €	5.367.500 €
2012	50.100 €	166.100 €	1.231.400 €	1.239.700 €	298.100 €	1.791.900 €	4.777.400 €
2011	49.600 €	163.900 €	1.194.400 €	1.089.700 €	270.800 €	1.719.200 €	4.487.600 €
2010	36.500 €	143.800 €	1.390.600 €	1.007.900 €	258.800 €	1.815.700 €	4.653.300 €
2009	34.700 €	126.500 €	1.593.400 €	1.009.600 €	251.100 €	1.756.100 €	4.771.400 €
2008	41.100 €	93.700 €	1.711.600 €	941.400 €	230.700 €	1.372.100 €	4.390.700 €
2007	28.800 €	75.300 €	1.493.900 €	739.700 €	248.200 €	1.368.100 €	3.954.000 €
2006	29.700 €	73.600 €	1.582.100 €	733.000 €	240.200 €	1.192.200 €	3.850.800 €
2005	27.100 €	75.800 €	1.369.800 €	679.800 €	230.400 €	1.095.200 €	3.478.100 €
2004	20.100 €	66.600 €	1.269.900 €	608.100 €	206.200 €	1.035.000 €	3.205.900 €
2003	19.000 €	68.700 €	1.229.400 €	582.600 €	217.800 €	1.034.700 €	3.152.200 €
2002	16.100 €	51.300 €	1.145.200 €	545.300 €	201.300 €	973.600 €	2.932.700 €
2001	20.900 €	47.500 €	1.207.800 €	519.700 €	211.000 €	895.200 €	2.902.200 €
2000	20.800 €	44.000 €	851.000 €	449.900 €	214.200 €	823.400 €	2.403.200 €
1999	12.700 €	43.900 €	734.100 €	397.200 €	237.900 €	957.000 €	2.382.800 €
1998	12.700 €	38.000 €	741.900 €	386.600 €	197.600 €	954.500 €	2.331.300 €
1997	14.800 €	41.900 €	751.800 €	398.400 €	221.100 €	945.800 €	2.373.800 €
1996	17.000 €	46.100 €	790.700 €	417.700 €	227.900 €	945.800 €	2.445.200 €
1995	19.000 €	49.100 €	734.100 €	381.300 €	250.900 €	1.095.800 €	2.530.100 €
1994	12.400 €	42.600 €	787.100 €	371.000 €	231.000 €	1.068.900 €	2.513.000 €
1993	13.300 €	40.900 €	870.600 €	405.600 €	231.600 €	1.066.600 €	2.628.600 €
1992	14.900 €	37.500 €	970.200 €	395.100 €	249.000 €	1.095.600 €	2.762.300 €
1991	18.500 €	36.900 €	1.039.500 €	385.000 €	185.600 €	1.111.600 €	2.777.100 €
1990	13.900 €	32.700 €	861.900 €	340.900 €	212.400 €	1.119.900 €	2.581.600 €

Die Energiekosten unterliegen nicht unerheblichen Schwankungen. Die Ausgaben für Energie und Wasser sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig:

- Beschaffungspreis mit Steuern und Abgaben
- Gebäudeanzahl, Gebäudealter und Anlagentechnik
- Klimafaktor (kalte oder milde Winter; warme oder heiße Sommer)
- Nutzerverhalten

Die Kosten wurden anhand des jährlichen Verbrauchs und den jeweils gültigen Verbrauchspreisen ermittelt.

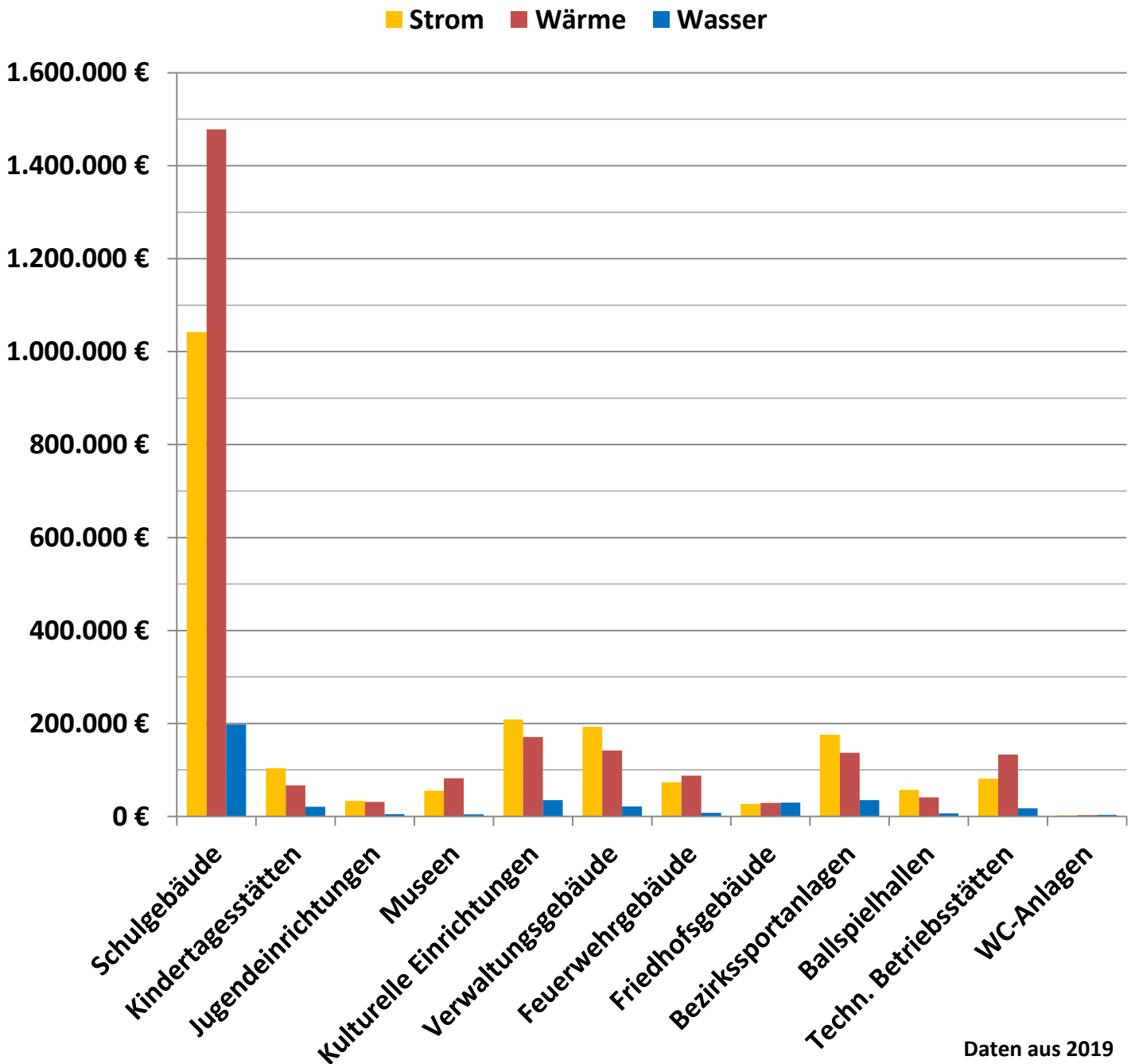
4. Energiekosten nach Gebäudeart



- Der größte Anteil der Energiekosten entfällt mit 56 % auf die Schulgebäude.
- Mit 9 % besitzen die kulturellen Einrichtungen den zweitgrößten Anteil, davon entfallen allein auf das Stadttheater 75 %.
- Die Ausgaben für Verwaltungsgebäude betragen 7 %, einen ähnlich hohen Anteil weisen die Bezirkssportanlagen auf.
- Auf Kindertagesstätten entfallen 4 % aller Energiekosten.

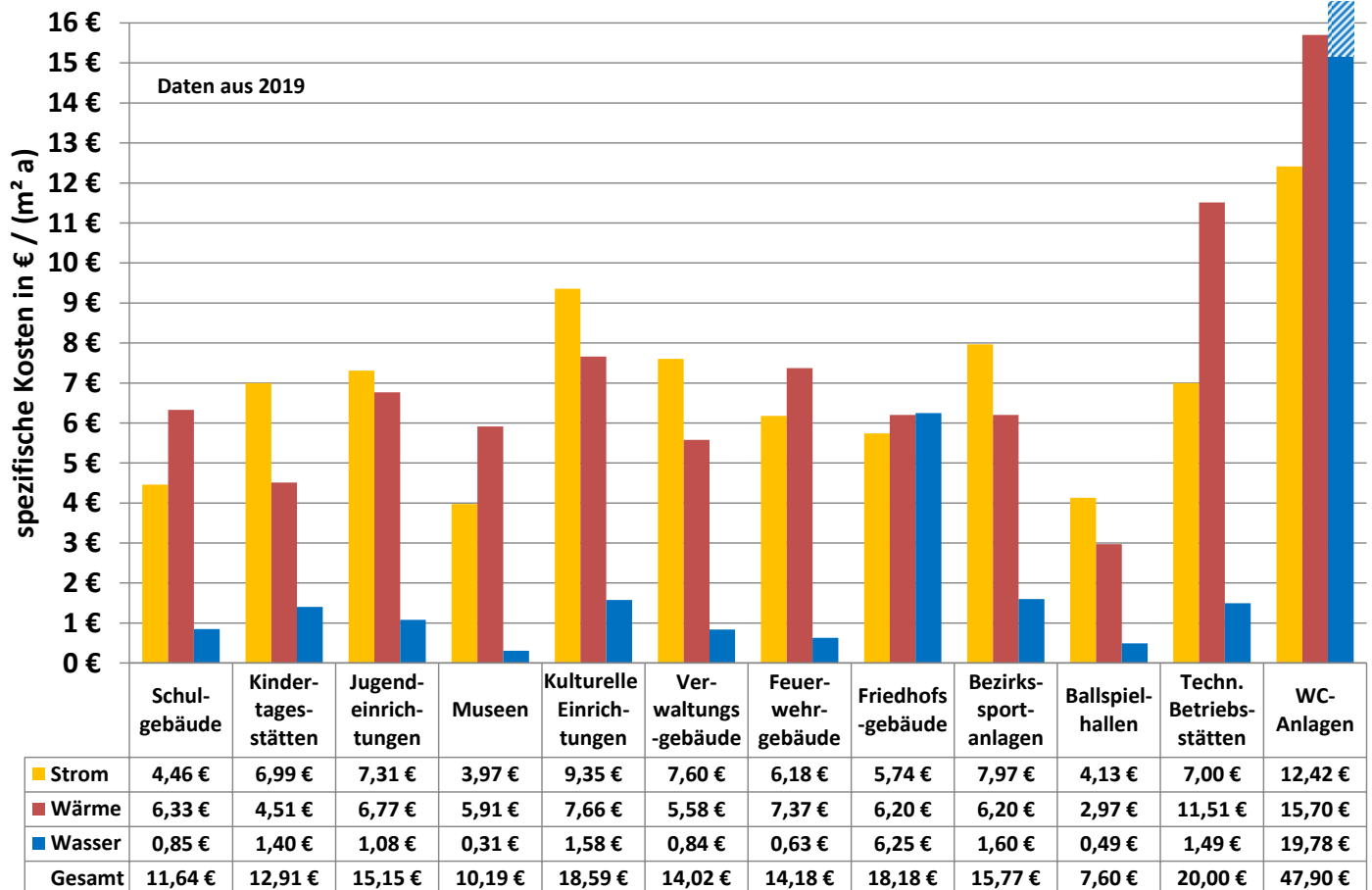
Im Anhang befindet sich die Zuordnung der Liegenschaften je Gebäudeart.

Im unteren Diagramm werden die Ausgaben für Wärme, Strom und Wasser je Gebäudeart dargestellt. Auffallend sind die unterschiedlichen Gewichtungen von Strom und Wärme je Gebäudeart. Bei den Schulgebäuden, Museen und technischen Betriebsstätten wie Gartenamt und Bauhof liegen die Wärmekosten über den Kosten für Strom. Im Gegensatz dazu liegen die Stromkosten bei den kulturellen Einrichtungen und Verwaltungsgebäuden höher als die Wärmekosten. Generell sind die Wasserkosten eher von untergeordneter Bedeutung.



Spezifische Energiekosten nach Gebäudeart in Euro / (m² a)

■ Strom ■ Wärme ■ Wasser



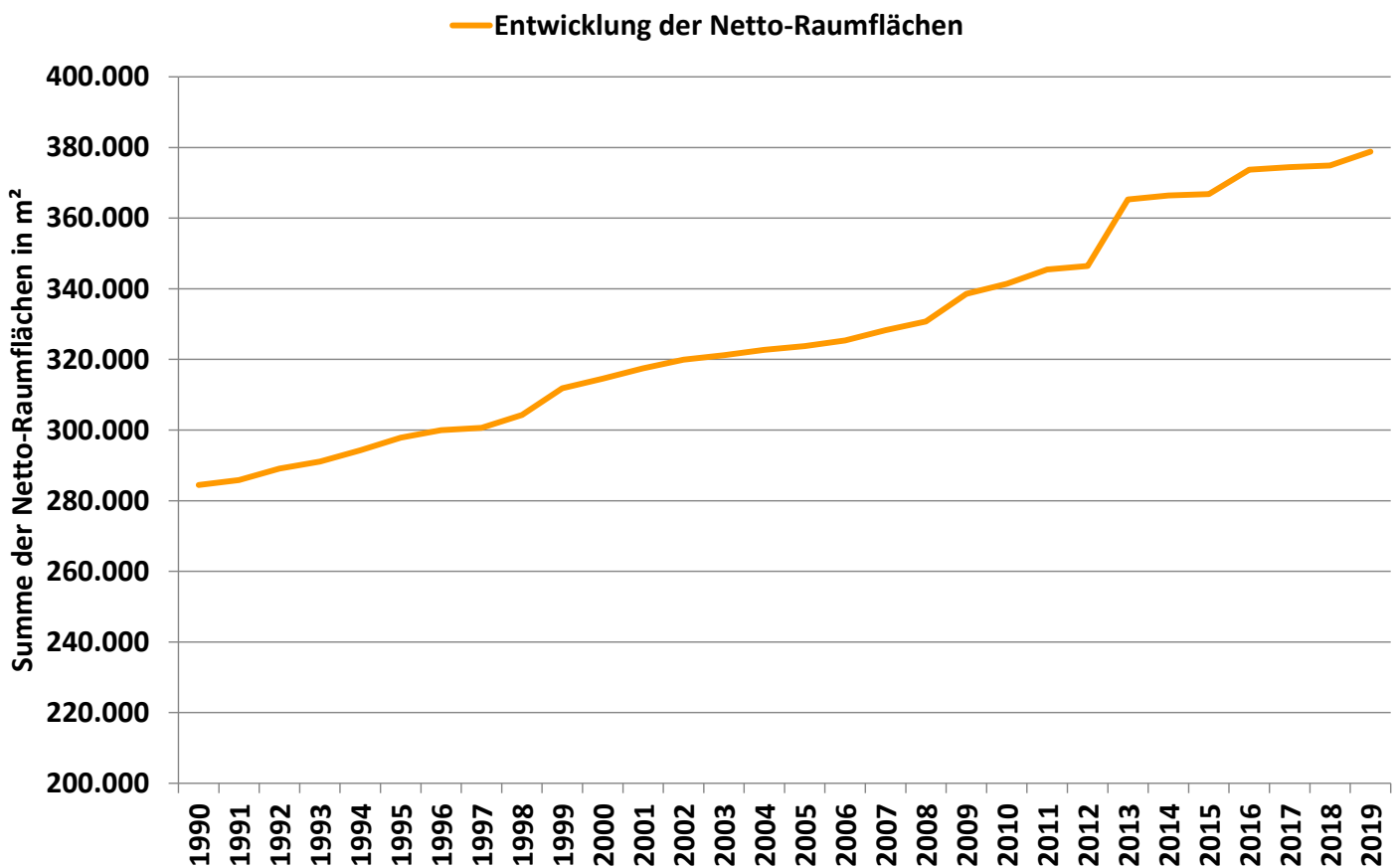
Im obigen Diagramm werden die spezifischen Energie- und Wasserkosten in Euro pro Quadratmeter und Jahr je Gebäudeart dargestellt. Die unterschiedlichen Gewichtungen von Strom, Wärme und Wasser je Gebäudeart sind gut zu erkennen:

- Bis auf zwei Ausnahmen schwanken die spezifischen Energie- und Wasserkosten zwischen 10 und 20 Euro je Quadratmeter und Jahr.
- Viele Unterschiede lassen sich aufgrund der flächenbezogenen Nutzung erklären.
- Die Gebäudekategorie WC-Anlagen weist zwar die höchsten spezifischen Kosten aus, ist allerdings bezogen auf den Gesamtverbrauch zu vernachlässigen (zur besseren Darstellung wurde der Balken der Wasserkosten im Diagramm abgeschnitten).
- Nach den WC-Anlagen ergeben sich die höchsten spezifischen Kosten bei den technischen Betriebsstätten (Gartenamt, Bauhof, Fuhrpark), gefolgt von kulturellen Einrichtungen.
- Die Ballspielhallen weisen mit Abstand die geringsten flächenbezogenen Kosten auf.

5. Flächenentwicklung

Zur Berechnung von spezifischen, flächenbezogenen Kennwerten ist für jede Liegenschaft eine Bezugsfläche erforderlich. Idealerweise stehen Netto-Raumflächen der betrachteten Liegenschaften zur Verfügung, da diese der beheizten Fläche am nächsten kommen.

Dieses Diagramm veranschaulicht den Flächenzuwachs der betrachteten Liegenschaften aufgrund von Erweiterungen und Neubauten. Seit 1990 hat sich die Gebäudefläche von rund 285.000 m² auf knapp 380.000 m² um ein Drittel erhöht. Die insgesamt vom Amt für Gebäudemanagement betreuten Flächen liegen noch erheblich höher.

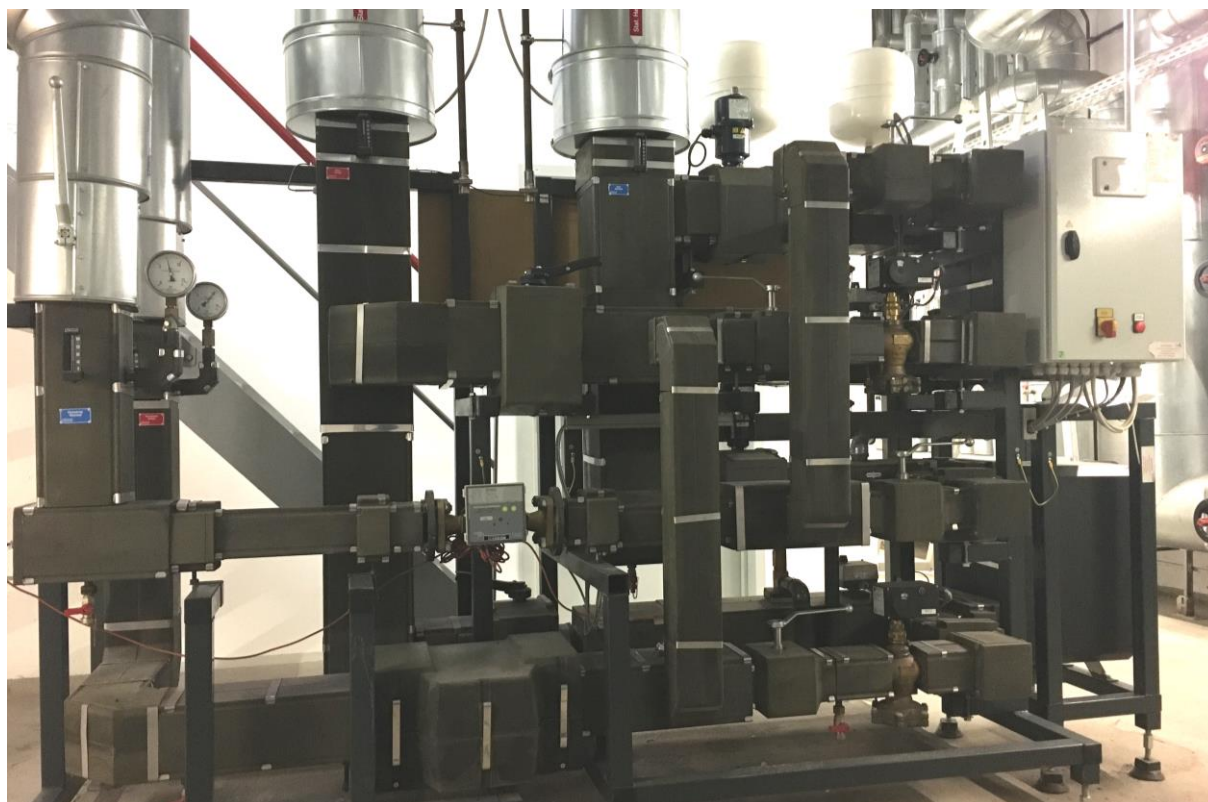


6. Energiebeschaffung

Eine bedeutende Aufgabe des Energiemanagements umfasst den Abschluss, die Überwachung und die Anpassung von Lieferverträgen – insbesondere für Strom, Erdgas und Fernwärme.

Die Ausschreibungen zur Strom- und Erdgaslieferung wurde gemeinsam mit verschiedenen Tochtergesellschaften der Stadt Ingolstadt erfolgreich durchgeführt. Seitdem wird Strom und Erdgas direkt an der Börse eingekauft. Diese strukturierte Beschaffung am Großhandelsmarkt übernehmen die Stadtwerke Ingolstadt, sodass die Stadt Ingolstadt weiterhin von einem zuverlässigen Partner versorgt wird. Neben einer Beschaffungsstrategie, die zu möglichst niedrigen Energiekosten führt, stand auch der Ausgleich von Marktpreisschwankungen im Fokus.

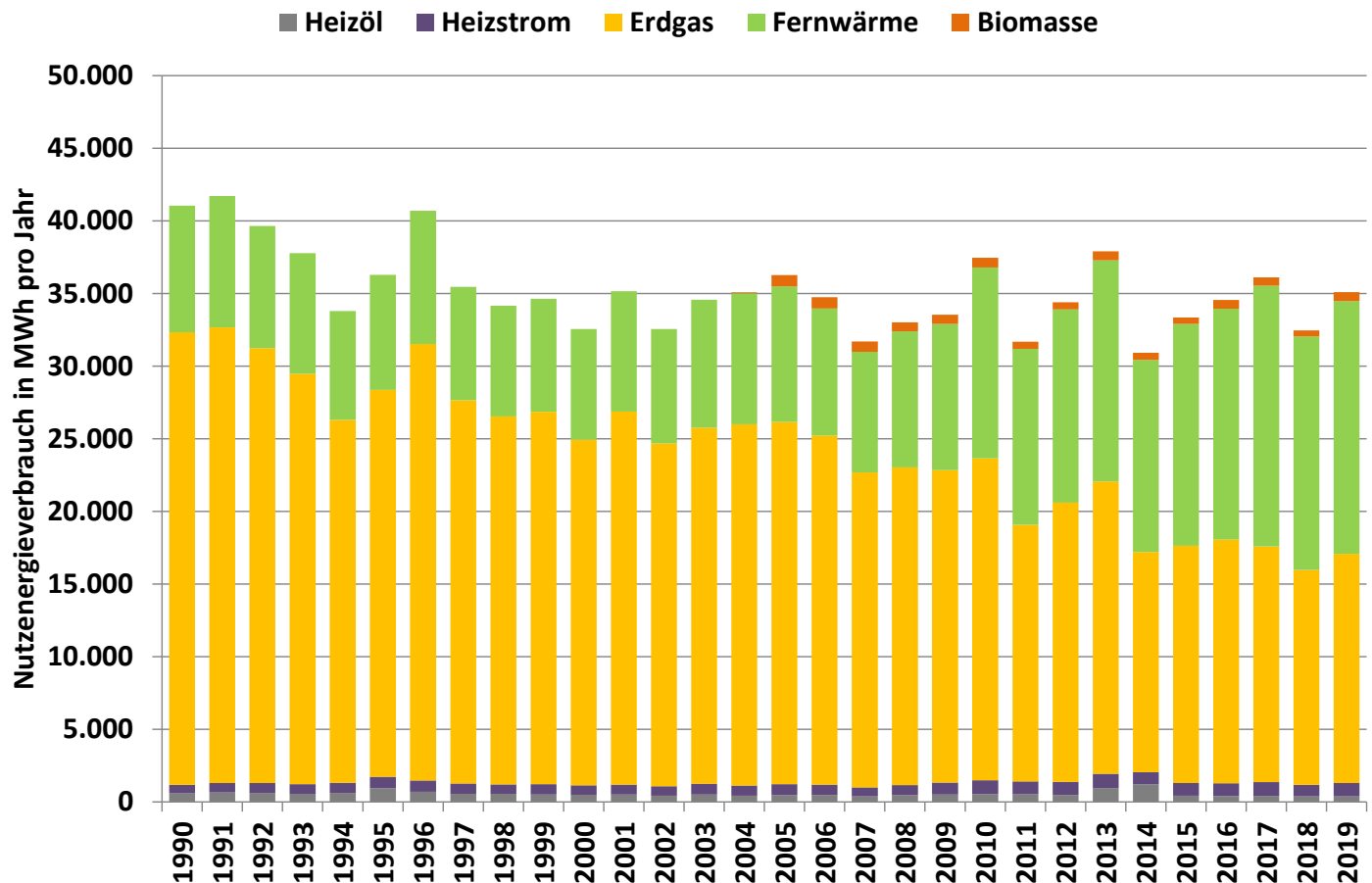
Im Jahr 2019 hat das Amt für Gebäudemanagement mit der Liefergemeinschaft Stadtwerke Ingolstadt Energie GmbH und Stadtwerke Ingolstadt Netze GmbH einen Rahmenvertrag zur Lieferung von Fernwärme abgeschlossen. Dies vereinfacht und vereinheitlicht sowohl auf Seiten der Stadt Ingolstadt als Fernwärmelieferkunden als auch auf Seiten der Stadtwerke das Vertragsmanagement und -controlling, vor allem auch die Abrechnung der Fernwärmelieferung sowie die Hinzunahme weiterer Verbrauchsstellen. Zusätzlich wurden neben den Regelungen zum städtischen Tarif noch gesetzlich vorgeschriebene vertragliche Leistungen und weitere Vereinbarungen zum beiderseitigen Vorteil im Rahmenvertrag festgehalten.



Fernwärmeübergabestation im Neuen Rathaus

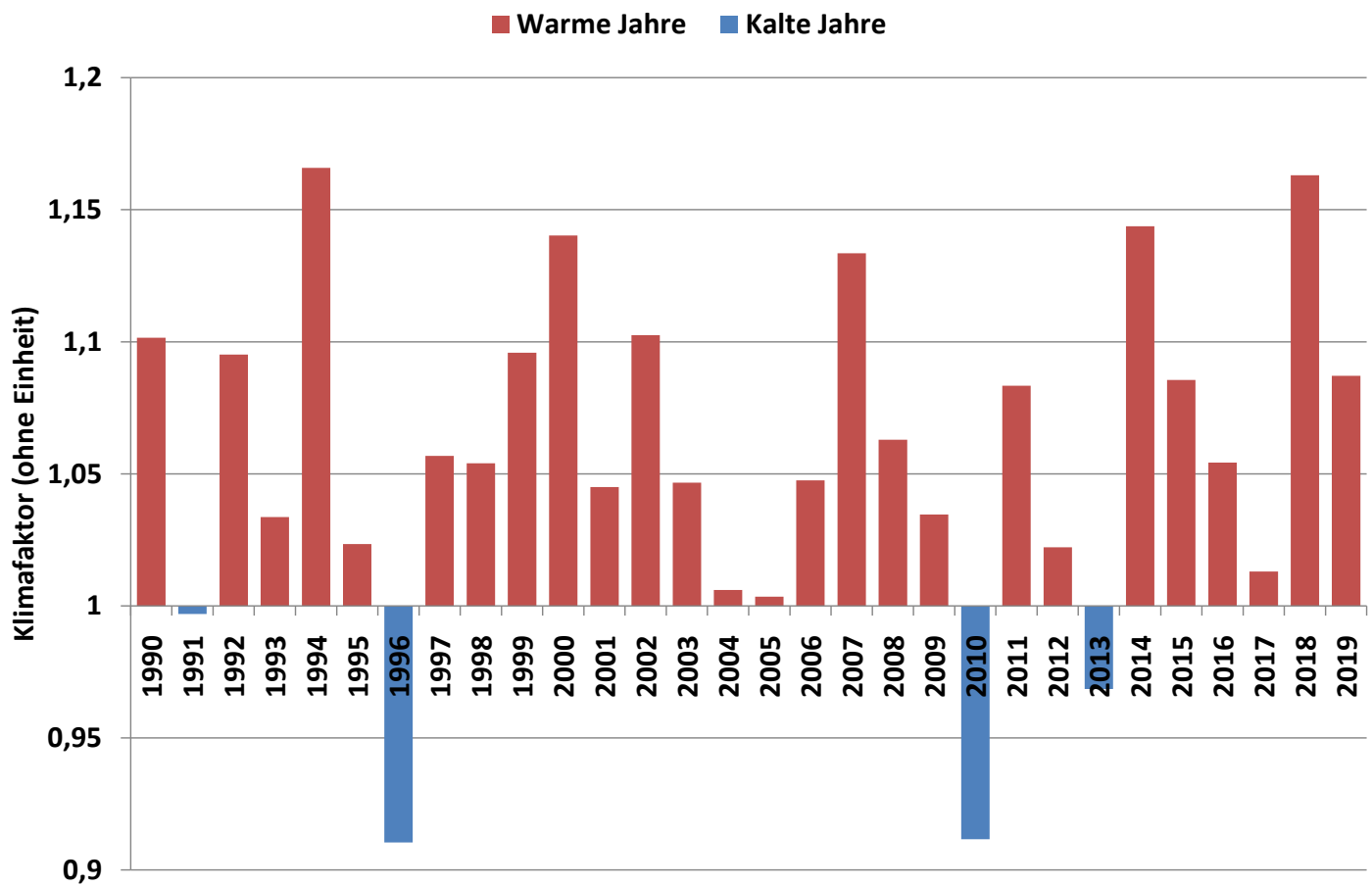
7. Wärmeverbrauch

In diesem Diagramm wird der Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften als erzeugte Wärme – sogenannte Nutzenergie – dargestellt. Hierfür wurde der Brennstoffeinsatz (= Endenergie) in erzeugte Wärme (= Nutzenergie) umgerechnet.

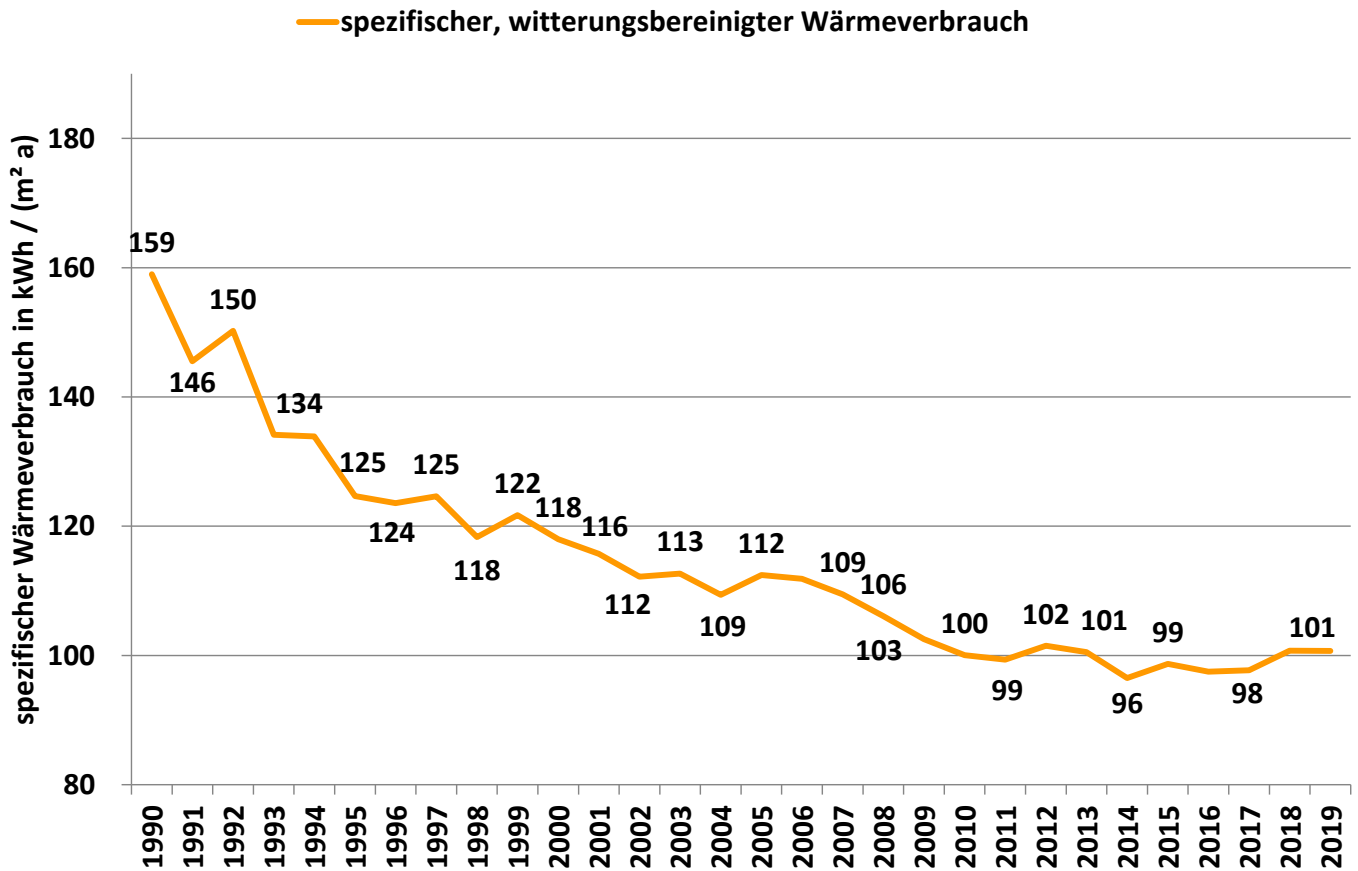


- Es ist deutlich zu erkennen, dass Erdgas und Fernwärme die dominierenden Energieträger zur Wärmeerzeugung darstellen.
- Der Anteil an Fernwärme hat sich von 1990 bis heute mehr als verdoppelt und deckt heute die Hälfte des gesamten Wärmeverbrauchs.
- Der Anteil von Erdgas ist gleichzeitig von 75 % auf 45 % gesunken.
- Der Energieträger Heizöl wird weiterhin nur sehr untergeordnet eingesetzt.
- Heizstrom wird nicht nur für klassische Stromheizungen wie Nachtspeicheröfen, sondern auch durch den Einsatz von hocheffizienten Wärmepumpen verwendet. Insgesamt bleibt der Anteil mit rund 2,5 % relativ gering.
- Biomasse wird im Gartenamt in Form von selbst erzeugten Holzhackschnitzeln als Brennstoff eingesetzt.

Im Gegensatz zum Strom- und Wasserverbrauch unterliegt der Wärmeverbrauch witterungsbedingten Schwankungen. Folgendes Diagramm veranschaulicht diese natürlichen Temperaturschwankungen anhand des Klimafaktors. Ist dieser größer als 1, liegt ein – im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 20 Jahre – wärmeres Jahr vor. Der tatsächliche Verbrauch wird mit dem Klimafaktor multipliziert, um einen witterungsbereinigten Verbrauch zu erhalten. Es wurden die Daten der Wetterstation Kösching verwendet. Diese Station liegt Ingolstadt am nächsten und stellt alle notwendigen Daten im gesamten Zeitraum bereit (Witterungsbereinigung nach VDI 3807, Gradtagszahlen G20, langjähriges Mittel ist der Durchschnitt der jeweils vorangegangenen 20 Jahre).

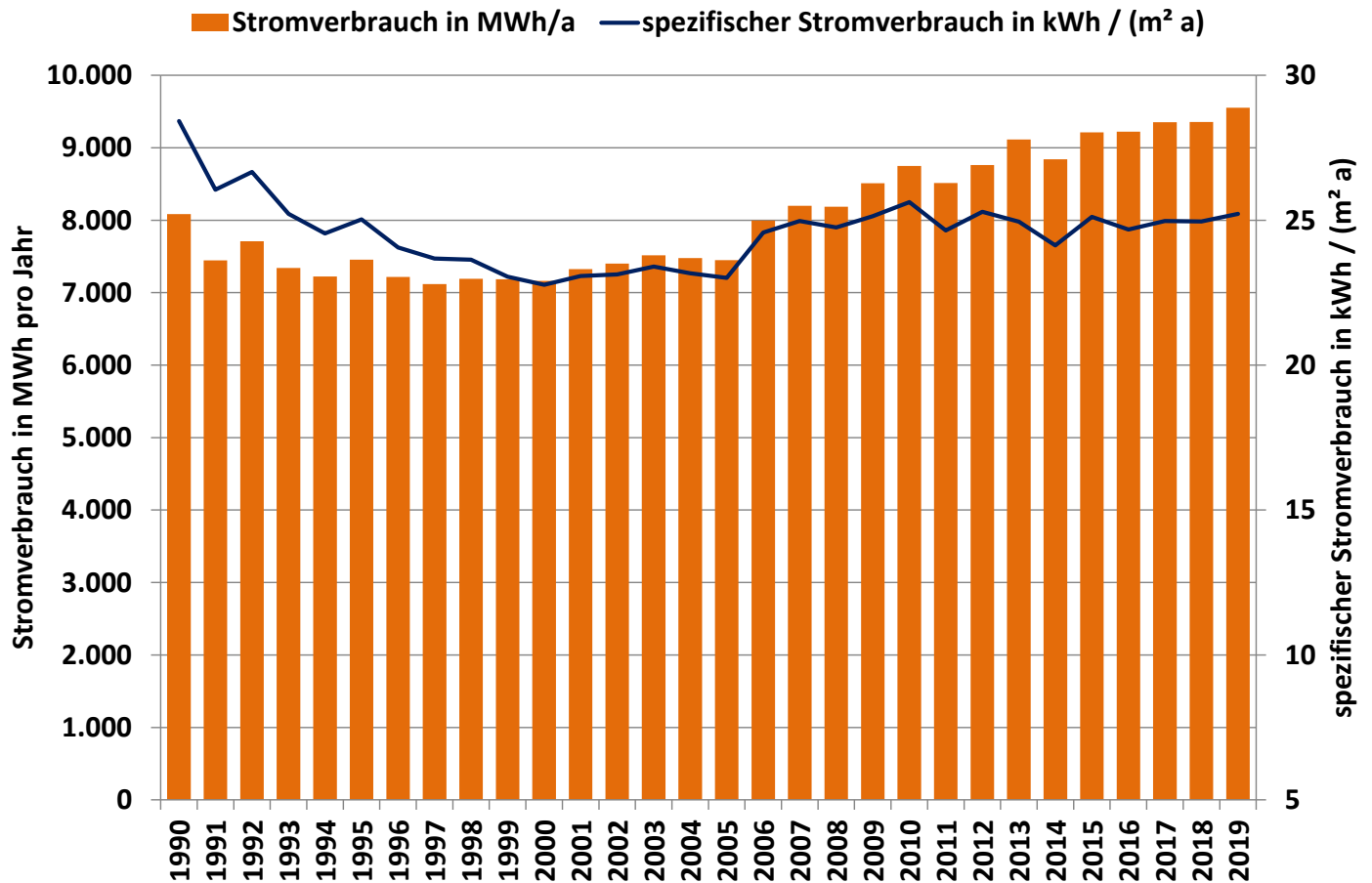


Mit Hilfe des Klimafaktors wurde der witterungsbereinigte, flächenspezifische Wärmeenergieverbrauch als Durchschnittswert aller Gebäude ermittelt:



Seit 1990 ist eine deutliche Reduzierung des durchschnittlichen, witterungsbereinigten, spezifischen Wärmeenergieverbrauchs zu erkennen. In den letzten Jahren ist die Verringerung allerdings abgeflacht.

8. Stromverbrauch

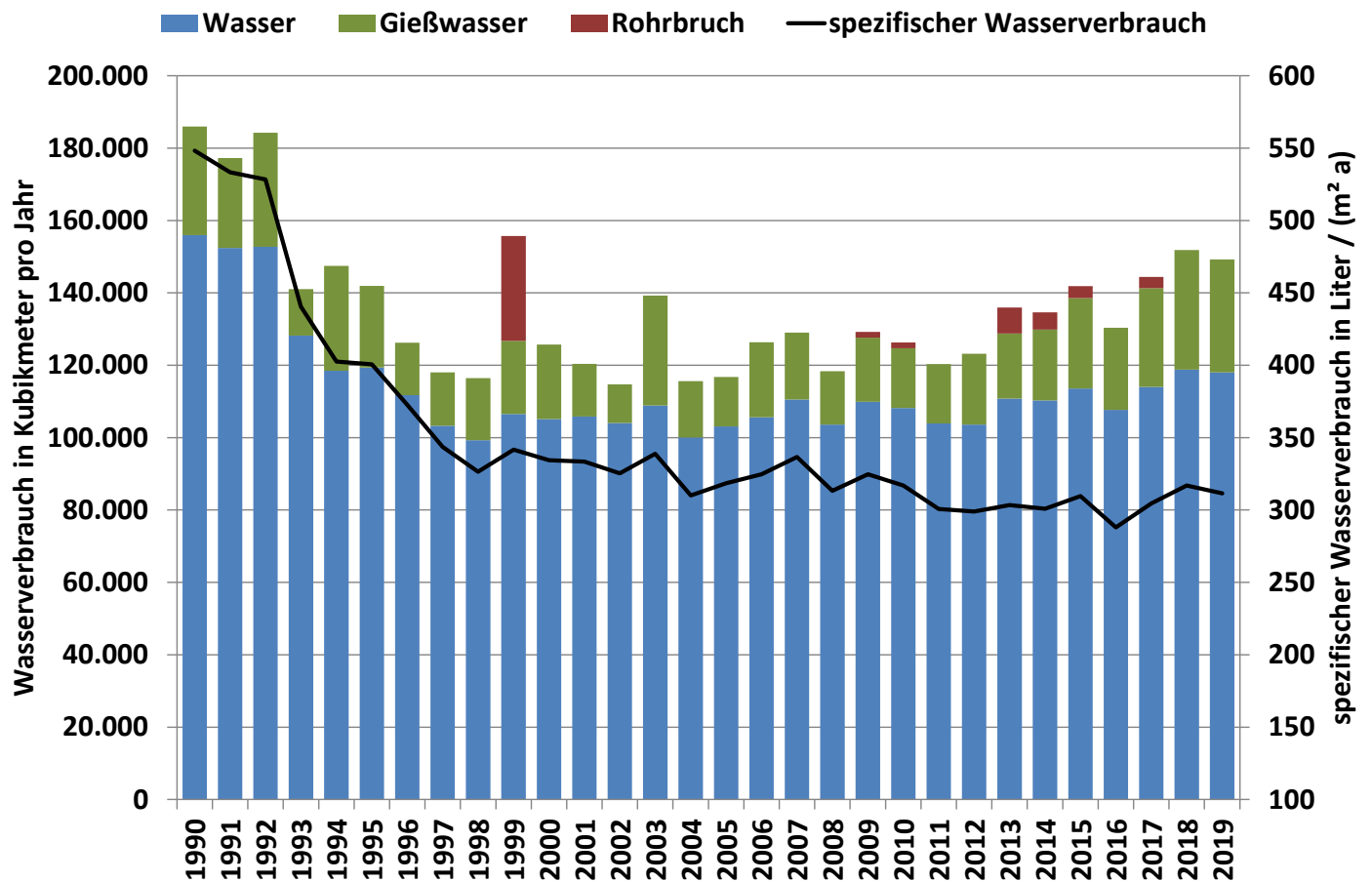


In diesem Diagramm werden sowohl der summierte Stromverbrauch der im Anhang aufgelisteten Liegenschaften von 1990 bis 2019, als auch der spezifische Stromverbrauch in Kilowattstunden je Quadratmeter und Jahr dargestellt.

Derzeit werden in den betrachteten Liegenschaften rund 9,5 Millionen Kilowattstunden Strom pro Jahr verbraucht, dies entspricht einem Stromverbrauch von rund 2.700 Vier-Personen-Haushalten. Beim spezifischen Stromverbrauch ist von 1990 bis 2000 eine Abnahme, von 2005 bis 2010 wiederum ein Anstieg und seit 2013 ein Einpendeln auf rund 25 kWh pro Quadratmeter und Jahr zu beobachten.

Aufgrund einer stets zunehmenden Technisierung der Gebäude (z. B. Lüftungsanlagen, Hausautomation durch KNX-Systeme, teilweise Einsatz von Klimageräten) sowie Elektrifizierung (u. a. elektrische Whiteboards und Videobeamer in den Schulen) steigt der Stromverbrauch kontinuierlich an. Zusätzlich erhöhen sich die Nutzeranforderungen. Beispielsweise nimmt der Energieaufwand durch die Verpflegung aufgrund der vermehrt ausgebauten Mittagsbetreuung deutlich zu. Ein möglicherweise zukünftig verstärkter Einsatz von Klimageräten würde zu einem stärker steigenden Stromverbrauch führen.

9. Wasserverbrauch



In diesem Diagramm ist der Wasserverbrauch der im Anhang aufgelisteten Liegenschaften von 1990 bis 2019 dargestellt. Es wird zwischen Wasserverbrauch und Gießwasser unterschieden. Gießwasser wird von einem separaten Zähler erfasst und besitzt Trinkwasserqualität – hierbei fallen allerdings keine Kanalgebühren an. Zusätzlich ist der Wasserverlust durch größere Rohrbrüche festgehalten.

Seit 1994 schwankt der allgemeine Wasserverbrauch zwischen 100.000 und 120.000 m³ pro Jahr. Auf die Gebäudefläche bezogen ergibt sich eine Verringerung von 550 auf rund 300 Liter / (m² a).

Der Gießwasserverbrauch dagegen ist größeren Schwankungen unterlegen, dieser ist grundsätzlich von trockenen Frühjahr- und Sommermonaten abhängig. Beispielsweise ist ein deutlicher Mehrverbrauch von Gießwasser im Jahrhundertssommer 2003 zu erkennen.

Mit Hilfe einer kontinuierlichen Ausreißeranalyse lassen sich nicht sichtbare Wasserrohrbrüche schneller aufdecken.

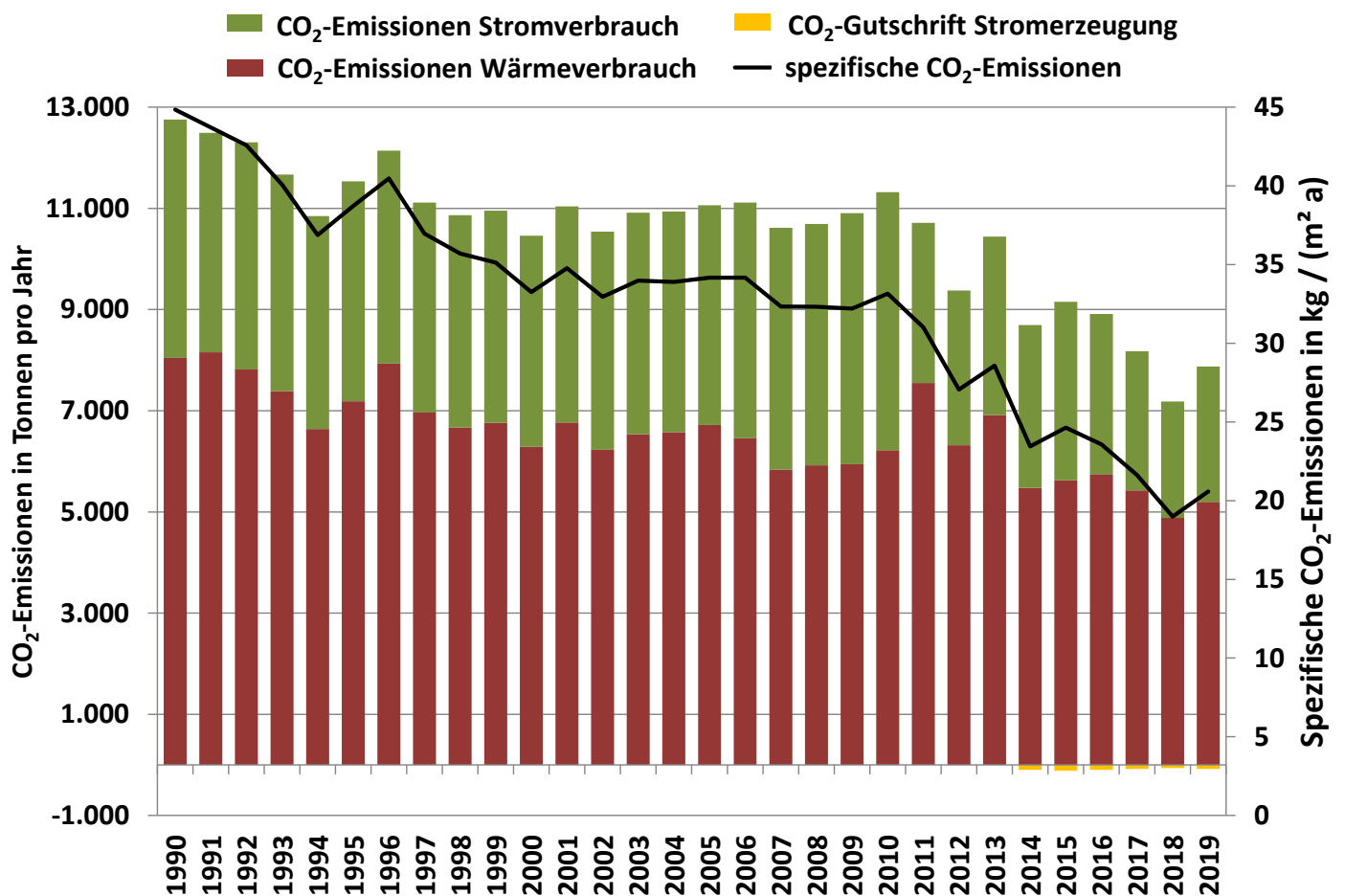
Einer weiter merklichen Reduzierung des Wasserverbrauchs steht in vielen Fällen die Wasserhygiene entgegen. Alle Trinkwasserentnahmestellen sind mindestens alle 72 Stunden in Betrieb zu nehmen, um eine gleichbleibend hohe Wasserqualität gewährleisten zu können.

10. CO₂-Emissionen

Unter Dekarbonisierung versteht man die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in den verschiedenen Lebensbereichen. Der Stadtrat hat diesbezüglich Ende 2019 beschlossen, dass die Stadtverwaltung und Ihre Tochterunternehmen bis 2030 die CO₂-Neutralität erreichen sollen. Die Senkung der Emissionen erfolgt durch Umsetzung des Dreisprungs der Energiewende. Dieser basiert auf der Reduktion des Energieverbrauchs, der Steigerung der Energieeffizienz sowie dem Ausbau der erneuerbaren Energien.

Energieeinsparmaßnahmen führt die Stadt beispielsweise im Rahmen von energetischen Gebäudesanierungen durch. Effizienter Energieeinsatz erfolgt mit Hilfe von energiesparsamen Verbrauchern, wie elektronisch geregelten Heizungspumpen und optimal eingestellten Lüftungsanlagen. Den Einsatz von erneuerbaren Energien steigert die Stadt Ingolstadt, indem sie stadteigene Photovoltaikanlagen auf Bestandgebäuden sowie Neubauten installiert.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die bislang erreichte Minderung der CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften. Die Emissionen entstehen durch den Verbrauch der Energieträger Strom, Erdgas, Fernwärme, Heizöl und Heizstrom.



Hauptgründe für die klar sinkende Tendenz der Emissionen, sowohl flächenbezogen als auch absolut betrachtet, sind:

1. Substitution von Erdgas zu Fernwärme
2. kontinuierliche Anhebung der energetischen Standards bei Neubauten
3. Über viele Jahre steigender Anteil von erneuerbaren Energien am allgemeinen Strommix
4. Energieeinsparprojekte

Im Jahr 2019 ist der CO₂-Ausstoß der städtischen Liegenschaften leicht gestiegen – dies wurde durch die positive Entwicklung des Anteils an Ökostromkunden in Ingolstadt herbeigeführt. Dadurch weist allerdings der verbleibende Strommix eine etwas schlechtere CO₂-Bilanz auf. Hinzu kam, dass 2019 witterungsbedingt im Vergleich zu 2018 ein höherer Wärmebedarf vorlag. Durch den im Januar 2020 erfolgten Umstieg der Stadt Ingolstadt auf Ökostrom wird sich die CO₂-Bilanz der Stadtverwaltung ab diesem Zeitpunkt noch erheblich verbessern.



Seit 2020 nicht mehr im städtischen Strommix enthalten: Stromgewinnung durch Braunkohle

Der ökologische Effekt des Heizenergieträgers (Erdgas oder Fernwärme) sowie der Neubauten erklärt sich am besten anhand der im Anhang aufgeführten spezifischen Strom-, Brennstoff- und CO₂-Kennwerte der einzelnen Liegenschaften. Zur Veranschaulichung wird die Grundschule Haunwöhr (Baujahr 1971) der Technikerschule (Baujahr 2016) gegenübergestellt:

Lfd. Nr.	Schulgebäude		Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte			
				Endenergieverbrauch			Wasser Liter/m ² a
				Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	
13	Grundschule Haunwöhr	Habsburgerstraße 15	3.791	13,7	187	43,8	127
33	Technikerschule	Adolf-Kolping-Straße 9	1.271	32,9	30	10,0	195

Die Grundschule weist einen deutlich höheren Brennstoffbedarf als die Technikerschule auf, da sie zum einen schlechter gedämmt ist, also mehr Wärme nach außen hin verliert. Zum anderen rührt dieser gravierende Unterschied daher, dass die Grundschule mit Erdgas beheizt wird, die Technikerschule hingegen mit Fernwärme. Je nach Technik variieren der Brennstoffbedarf und damit der CO₂-Faktor zur Bereitstellung einer gewissen Menge an Nutzwärme. Durch Heizen mit Erdgas entstehen laut GEMIS 228 kg CO₂ pro MWh. Der CO₂-Faktor des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Ingolstadts liegt dagegen bei nur 36 kg CO₂ pro MWh. Weiterhin ist der Tabelle zu entnehmen, dass die Technikerschule pro m² mehr als doppelt so viel Strom benötigt. Dies ist neben der unterschiedlichen Schulart auch auf die höhere Technisierung moderner Gebäude zurückzuführen. In Summe wiegt die Brennstoff-Einsparung den höheren Stromverbrauch auf, weshalb die CO₂-Emissionen der Technikerschule um etwas mehr als den Faktor 4 unterhalb des Werts der Grundschule liegen.

Im Rahmen der Energieverbrauchsüberwachung der städtischen Gebäude fiel auf, dass der Wärmeenergieverbrauch der im September 2017 in Betrieb gegangenen Ballspielhalle in der Feselenstraße deutlich über dem zu erwarteten lag. Ein daraufhin durchgeführter Vergleich mit den in den letzten Jahren errichteten Ballspielhallen bestätigte dies.

Verbräuche Ballspielhallen 2017

Ballspielhalle	BJ	NGF/EBF	Strom		Wärme		Wasser	
			absolut	spezifisch	absolut	spezifisch	absolut	spezifisch
Brünneläcker 2	2002	1.314 m ²	12.043 kWh	9 kWh/m ²	66 MWh	50 kWh/m ²	173 m ³	132 ltr/m ²
Retzbachweg 12	2002	1.314 m ²	24.429 kWh	19 kWh/m ²	75 MWh	57 kWh/m ²	239 m ³	182 ltr/m ²
Weckenweg 27a	2002	1.578 m ²	24.309 kWh	15 kWh/m ²	120 MWh	76 kWh/m ²	163 m ³	103 ltr/m ²
Habsburger Straße 15	2007	1.579 m ²	28.802 kWh	18 kWh/m ²	61 MWh	39 kWh/m ²	197 m ³	125 ltr/m ²
Jurastraße 2	2007	1.602 m ²	21.949 kWh	14 kWh/m ²	64 MWh	40 kWh/m ²	292 m ³	182 ltr/m ²
Furtwänglerstraße 9	2010	1.568 m ²	35.583 kWh	23 kWh/m ²	70 MWh	45 kWh/m ²	233 m ³	149 ltr/m ²
Seeweg 7	2016	1.667 m ²	22.088 kWh	13 kWh/m ²	93 MWh	56 kWh/m ²	104 m ³	62 ltr/m ²
Wolfsgartenstraße 2	2016	1.635 m ²	28.325 kWh	17 kWh/m ²	100 MWh	61 kWh/m ²	111 m ³	68 ltr/m ²
Feselenstraße 42	2017	1.711 m ²	18.207 kWh	11 kWh/m ²	303 MWh	177 kWh/m²	105 m ³	61 ltr/m ²

Der spezifische Wärmeenergieverbrauch der Ballspielhalle lag um den Faktor 3 bis 4 über den spezifischen Verbrauchswerten vergleichbarer Hallen und mehr als das Doppelte über dem theoretischen Wert des Energieausweises. Aufgrund der vorhandenen Zählerstruktur konnte der Mehrverbrauch zunächst der Deckenstrahlheizung zugeordnet werden. Mit der Optimierung der Anlage wurde Ende Oktober 2018 begonnen. Vom technischen Energiedienst wurden die Anlagentechnik der Halle sowie auch deren Betriebsweise näher betrachtet. Es zeigte sich, dass zum einen die Regelungsparameter von Heizung und Lüftung nicht optimal eingestellt waren. Zum anderen wurde ein Fehler im Zusammenspiel von elektrisch gesteuerter Fensterlüftung und Heizungsanlage vermutet. Aufgrund der vorhandenen Datenaufzeichnung konnte nachgewiesen werden, dass auch bei Heizbetrieb durch die Fensterlüftung eine automatische Nachtkühlung durchgeführt wurde. Nach Optimierung der Anlagentechnik im Laufe der letzten Heizperiode konnte

der Wärmeenergieverbrauch bereits um 58 % reduziert werden und liegt nun mit 79 kWh/m²a unter dem theoretischen Wert des Energieausweises bzw. nur noch gering über den Vergleichswerten.

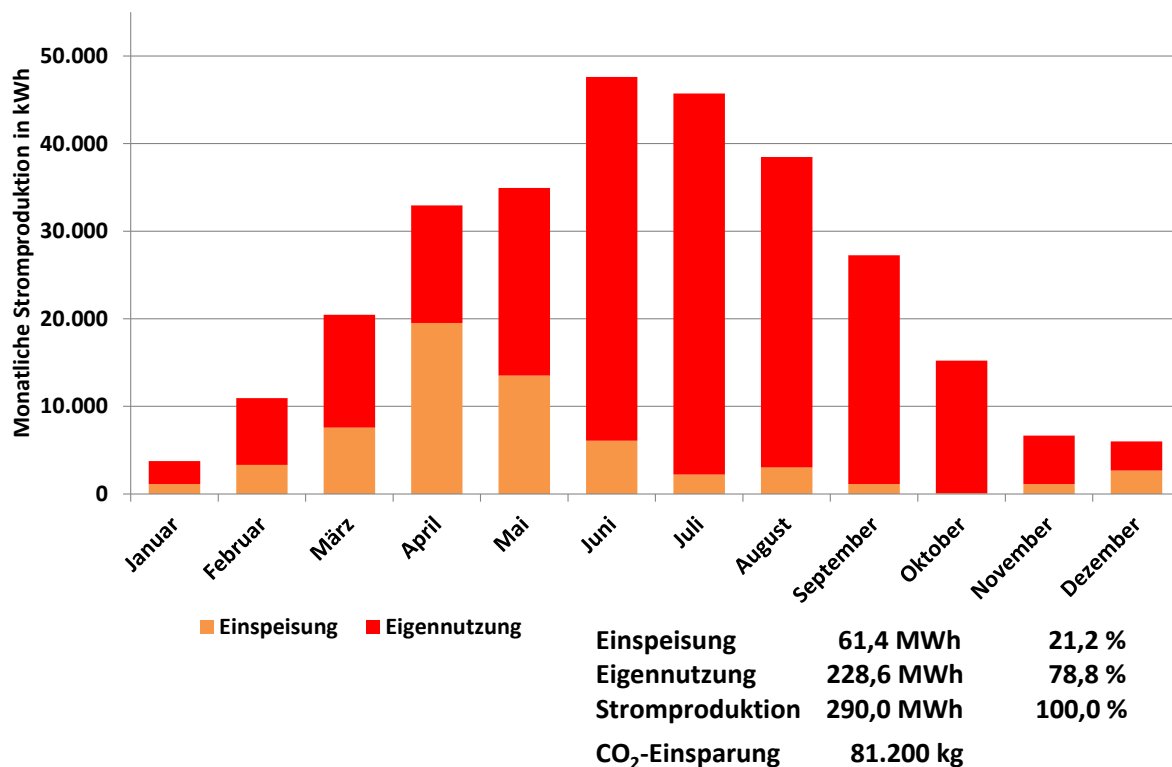
Betrachtungszeitraum	Gradtagszahl (GTZ)	Wärme		
		absolut	witterungsbereinigt*	spezifisch
September 2017 bis August 2018	3.521 Kd/a	302.000 kWh	323.400 kWh	189 kWh/m ²
September 2018 bis August 2019	3.382 Kd/a	122.000 kWh	136.000 kWh	79 kWh/m ²

*auf GTZ 2017 = 3.770 Kd/a

Verbunden mit der Verbrauchseinsparung von 187.400 kWh ergibt sich eine Kosteneinsparung von rund 11.400 Euro jährlich.

Das bislang größte Projekt zum Ausbau der erneuerbare Energien stellt die Photovoltaikanlage im Schulzentrum Südwest dar. Wie im Diagramm unten dargestellt, produzierte die Anlage im vergangenen Jahr 290.000 kWh Strom. Verglichen mit den CO₂-Emissionen des bezogenen Stromes wurden folglich durch diese Produktion 81.200 kg CO₂ vermieden. Im Schulzentrum wurden davon 78,8 % selbst verbraucht, der Überschuss wurde ins öffentliche Netz eingespeist.

Stromproduktion der PV-Anlage (320 kWpeak) im Schulzentrum Südwest 2019



Zahlreiche weitere PV-Anlagen-Projekte sowie der erfolgte Umstieg auf Ökostrom tragen dazu bei, das Ziel der CO₂-Neutralität bis 2030 konsequent zu verfolgen. In Kapitel 12 auf Seite 31 werden bereits initiierte Photovoltaik-Projekte im Detail vorgestellt.

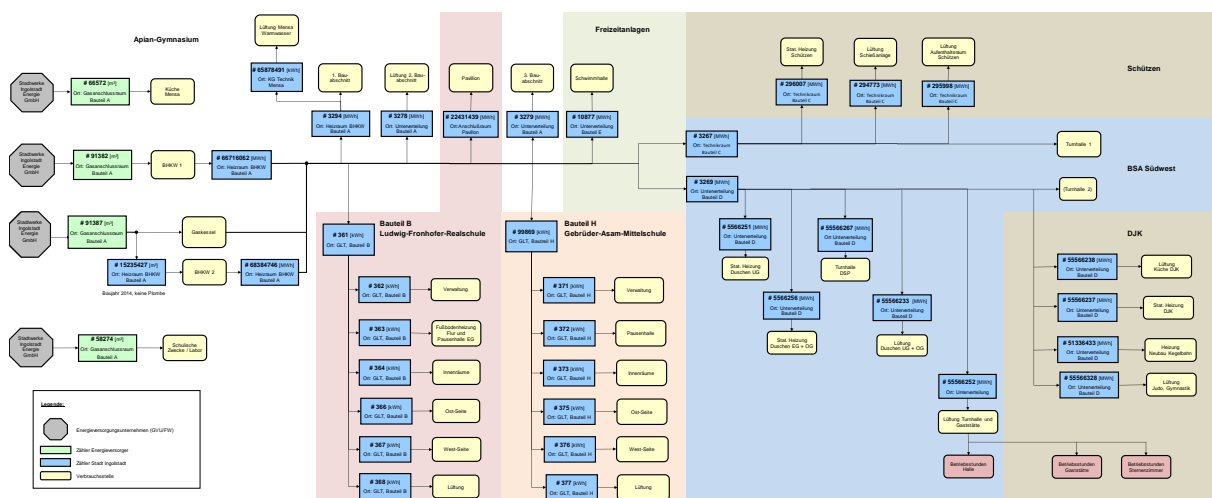
Bei Neubauten wird bevorzugt Fernwärme als Heizenergieträger verwendet. Dies verringert die CO₂-Emissionen auch im Wärmesektor. Darüber hinaus werden derzeit bei Bestandsgebäuden der Wechsel von Erdgas auf Fernwärme geprüft.

11. Wärmeversorgung im Schulzentrum Südwest

Die Liegenschaft des Schulzentrums Südwest umfasst die drei Schulen Apian-Gymnasium mit der Stadtteilbücherei, Fronhofer-Realschule und Gebrüder-Asam-Mittelschule, das Hallenbad der Stadtwerke Ingolstadt Freizeitanlagen GmbH und die Bezirkssportanlage Südwest mit den Räumlichkeiten der DJK sowie der königlich privilegierten Feuerschützen.



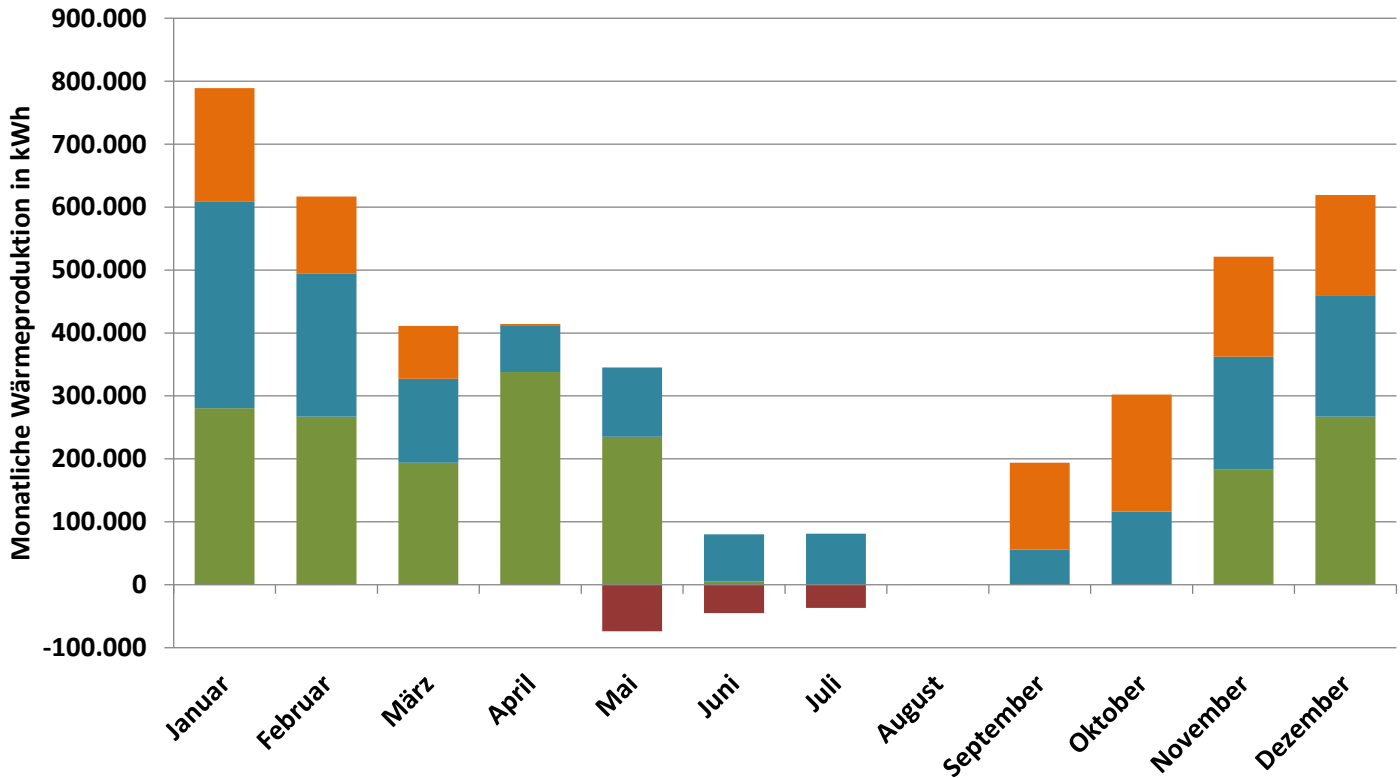
Zur Wärmeversorgung der Liegenschaft sind drei Erdgaskessel sowie ein Blockheizkraftwerk der Stadt Ingolstadt und weiteres BHKW im Eigentum der Stadtwerke Ingolstadt Freizeitanlagen GmbH (FZA) installiert.



Wärmeflussdiagramm im Schulzentrum Südwest: die Wärmeproduktion und Wärmeverteilung erscheint auf den ersten Blick komplex

Im Jahr 2019 betrug der städtische Wärmeverbrauch im Schulzentrum Südwest rund 4.218.200 kWh. Knapp die Hälfte dieses Verbrauches wurde vom städtischen BHKW erzeugt, ein Viertel wurde vom BHKW der Freizeitanlagen zugekauft, die restliche Wärme stammt von den städtischen Spitzenlastkesseln.

Wärmeproduktion im Schulzentrum Südwest 2019



■ städtisches BHKW	1.770 MWh	42,0%
■ Gaskessel	1.572 MWh	37,2%
■ Wärmelieferung von FZA an Stadt	1.032 MWh	24,5%
■ Wärmelieferung von Stadt an FZA	156 MWh	-3,7%
Summe städtischer Wärmeverbrauch	4.218 MWh	100,0%



Neben elektrischer Energie produziert das BHKW auch Wärme für Heizenergie und Warmwasser

12. Photovoltaik-Anlagen

In allen Gebäuden der städtischen Liegenschaften wird laufend elektrische Energie für den Betrieb benötigt, zusätzlich wird von einem zukünftig steigenden Strombedarf ausgegangen (der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften ist im Kapitel 8 auf Seite 20 detailliert dargestellt). Die Stadt Ingolstadt setzt hier mit Einsparprojekten an, zusätzlich werden Photovoltaikanlagen zur Erzeugung von regenerativem Strom eingesetzt.

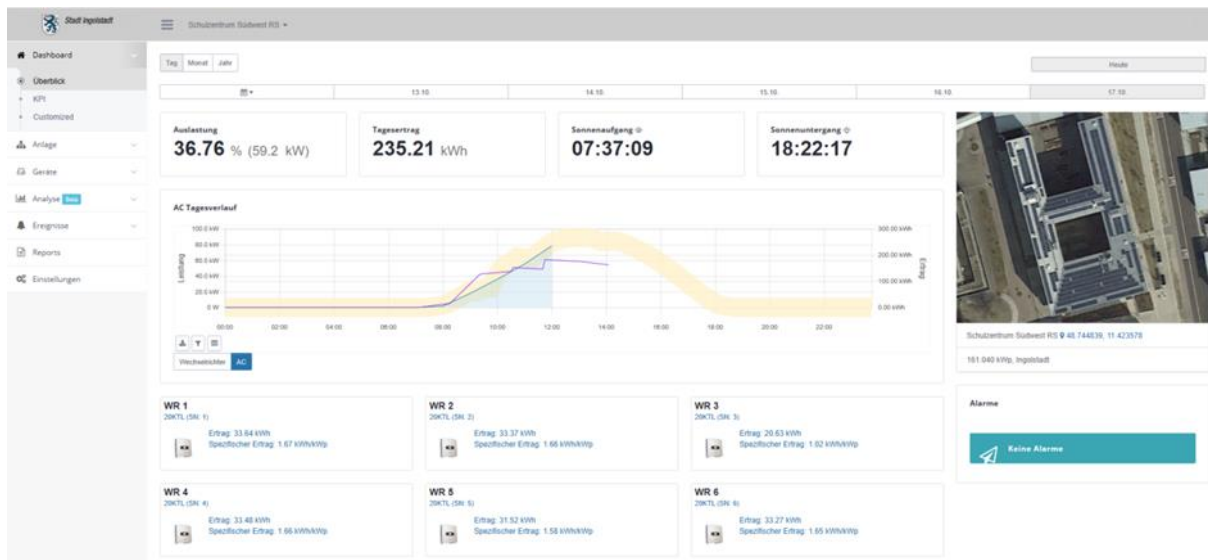
Die Stromproduktion mittels Photovoltaik-Anlagen unterliegt einem stark volatilen Charakter, jedoch ist die Erzeugung aufgrund verlässlicher Wettervoraussagen heute gut planbar. Auch bezüglich der deutschlandweiten Versorgungssicherheit mit Strom bestehen derzeit keine Bedenken. Diese nahm seit 2006 trotz des Ausbaus der Photovoltaik sogar zu. Durch die dezentrale, verbrauchsnahe Stromerzeugung zur Zeit der höchsten Nachfrage – tagsüber – senken PV-Anlagen häufig den Börsenstrompreis und entlasten in der Regel das Übertragungsnetz. Deutschlands Strombedarf variiert zwischen 40 und 80 GW (Gigawatt). Im Jahr 2017 betrug die installierte PV-Leistung 42 GW_p (Gigawattpeak, Einheit für Nennleistung von PV-Anlagen) und die Windkraft 56 GW. Diese beiden Energiequellen in Deutschland ergänzen sich gut. In Summe speisten beide regenerativen Energien nur selten mehr als 45 GW in das Stromnetz ein. [Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, 23.02.2020]

Der energetische Ertrag von Photovoltaikanlagen hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Maßgeblich sind Modulneigung und Azimut (= Abweichung der Südausrichtung). Für Deutschland wird als optimale Ausrichtung eine 30° Neigung gen Süden angegeben. Ggf. sind jedoch Ost-West-Ausrichtungen zu bevorzugen, falls dadurch eine bessere Übereinstimmung der Erzeugung mit dem Stromverbrauch erreicht wird. Weitere Einflüsse sind:

- die lokal vorhandene Globalstrahlung, welche in Ingolstadt 1067 kWh/Jahr (30°, Süd) beträgt,
- die Betriebstemperatur,
- die Verschattung der Module (darunter die Dauer der Schneeeauflage) sowie
- die Lebensdauer und jährliche Degradation der Anlage.

Ziel der Bundesregierung ist laut Koalitionsvertrag von März 2018, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis 2030 auf 65 % zu steigern. Nachdem Ende 2019 bundesweit PV-Anlagen mit einer Nennleistung von 49 GW_p installiert waren und damit 8,2 % des Bruttostromverbrauchs deckten, wäre zur Erreichung dieses Ziels in den kommenden Jahren ein PV-Zubau von jährlich 5 bis 10 GW_p notwendig. Zum Vergleich: Der Zubau der Jahre 2013 bis 2018 lag relativ konstant bei 1,8 GW_p pro Jahr. 2019 stieg dieser Wert auf 3,9 GW_p.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fördert den Ausbau durch Zahlung einer festgelegten Einspeisevergütung für das Jahr der Inbetriebnahme und 20 weitere Jahre. Für April 2020 beträgt diese 8,02 ct/kWh bei einer Anlagengröße von 100 kW_p. Daneben regelt das EEG den Zubau neuer PV-Anlagen durch Vorgabe weiterer Kriterien (beispielsweise Begrenzung der Wirkleistung sowie Fernzugriff der Netzbetreiber zur Abregelung großer Anlagen bei extremen Erzeugungsspitzen). Möglich gemacht wurde die Umsetzung dieser Regelungen erst durch Weiterentwicklung der Kommunikationstechnik sowie der Visualisierung durch Überwachungssoftware.



Durch unsere Überwachungssoftware werden bei Störungen automatisch Benachrichtigungen versendet. Zusätzlich können detaillierte Auswertungen vorgenommen werden.

Die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen setzt sich aus den Ersparnissen durch Eigenstromnutzung und Einnahmen durch die Einspeisevergütung zusammen, welche den Ausgaben für die Anschaffung sowie Betriebskosten und Wartungskosten gegenüberstehen. Die Strombezugskosten liegen heute deutlich oberhalb der Einspeisevergütung, weshalb ein hoher Direktverbrauch der Netzeinspeisung vorzuziehen ist. Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil ist die langfristige Kostensicherheit durch die Eigenversorgung mit PV-Strom, da diese nicht der allgemeinen Preissteigerung von Energie unterliegt. In Deutschland lag der Strompreis eines Musterhaushalts im Jahr 2009 bei 22,82 ct/kWh, wohingegen er 2019 auf 30,88 ct/kWh angestiegen ist [Daten zur Energiepreisentwicklung, Statistisches Bundesamt, 04.03.2020]. In den letzten zehn Jahren stieg somit der Strompreis jährlich um 3,5 %. Da dieser Trend auch aufgrund der hohen erforderlichen Investitionen in das Stromnetz und die Stromerzeugung auch für die Zukunft anzunehmen ist, führt die einmalige Investition in eine PV-Anlage zu mehr Unabhängigkeit von der künftigen Strompreisentwicklung. Die Ambitionen der Stadt Ingolstadt einen Teil ihres Strombedarfs selbst über PV-Anlagen zu decken, bewirkt folglich eine dauerhafte Einsparung im Verwaltungshaushalt.

Neben der Wirtschaftlichkeit leistet die Stadt durch die verstärkte Investition in Photovoltaikanlagen seinen Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien und damit zur Energiewende. Im Vergleich zum Energiemix von 2019 der Stadtwerke Ingolstadt wird pro kWh PV-Strom 280 g CO₂ vermieden. Die Gegenüberstellung der CO₂-Emissionen der deutschen Stromerzeugung von 1990 und 2018 zeigt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien den Ausstoß des Treibhausgases bereits um 38 % senkte. Abgesehen von den Schadstoffemissionen bei Herstellung und Entsorgung der Anlage geht PV-Strom – im Gegensatz zu fossiler und nuklearer Stromerzeugung – mit keinerlei Gesundheitsbeeinträchtigungen und nur minimalen Klimabelastungen (Herstellung und Entsorgung der Anlage) einher. Die zur Herstellung benötigte Energie ist bereits nach 2,5 – 2,8 Jahren amortisiert und für alle weiteren Jahre tragen PV-Anlagen zu einer überaus positiven Ökobilanz bei. Die Entsorgung der Module und Wechselrichter ist durch die EU-Richtlinie Elektro- und Elektronik-Altgeräte gesichert. Hierdurch schlagen für die wesentlichen Bauteile keine Entsorgungskosten zu Buche.

Oberbürgermeister Christian Lösel betonte im Mai 2019: „In dem wir auf unseren städtischen Liegenschaften konsequent Photovoltaikanlagen errichten, gehen wir mit gutem Beispiel voran: Wir setzen auf erneuerbare Energien und leisten damit auch einen wichtigen Beitrag zum Natur- und Umweltschutz. Die Bestrebungen und der Einsatz unseres städtischen Energiemanagements passt damit in hervorragender Weise zu unserer städtischen Nachhaltigkeitsstrategie.“



Durch den Bau von PV-Anlagen, wie hier die Emmi-Böck-Schule, werden sowohl der ökologische Fußabdruck als auch die Ökonomie des Stromverbrauchs städtischer Liegenschaften verbessert.

Es ist das Ziel der Stadt Ingolstadt, in zwei Jahren rund zehn Prozent des gesamten Stromverbrauchs aller städtischen Liegenschaften durch erneuerbaren Strom aus Photovoltaik-Anlagen zu decken. Daher ist die Implementierung von PV-Anlagen seit 2019 ein großes Thema, wie in nebenstehender Tabelle dargestellt ist. Inklusive der Bestandsanlagen wird voraussichtlich im Jahr 2021 über ein Megawatt an installierter PV-Anlagenleistung erreicht. Die Anlagen werden z. T. auf Bestandsgebäuden, wie der Ballspielhalle in Gerolfing, nachgerüstet.

Zusätzlich wird bei Neubauprojekten standardmäßig der Einsatz von Photovoltaikanlagen geprüft. So wird zum Beispiel auf den Neubaugebäuden der Emmi-Böck-Schule, der FOS-BOS, der Lessingschule und auf dem Betriebsgebäude der Landesgartenschau eine Photovoltaikanlage realisiert. Die Liegenschaft auf dem Servicepoint der Landesgartenschau 2020 erreicht voraussichtlich eine besonders hohe Eigenstromnutzung aufgrund der Korrelation der Stromerzeugung (Ost-/West-Ausrichtung der Module) und des Verbrauchs (v. a. tagsüber durch den Betrieb der Wasserpumpen). Weitere Projekte befinden sich in Planung.



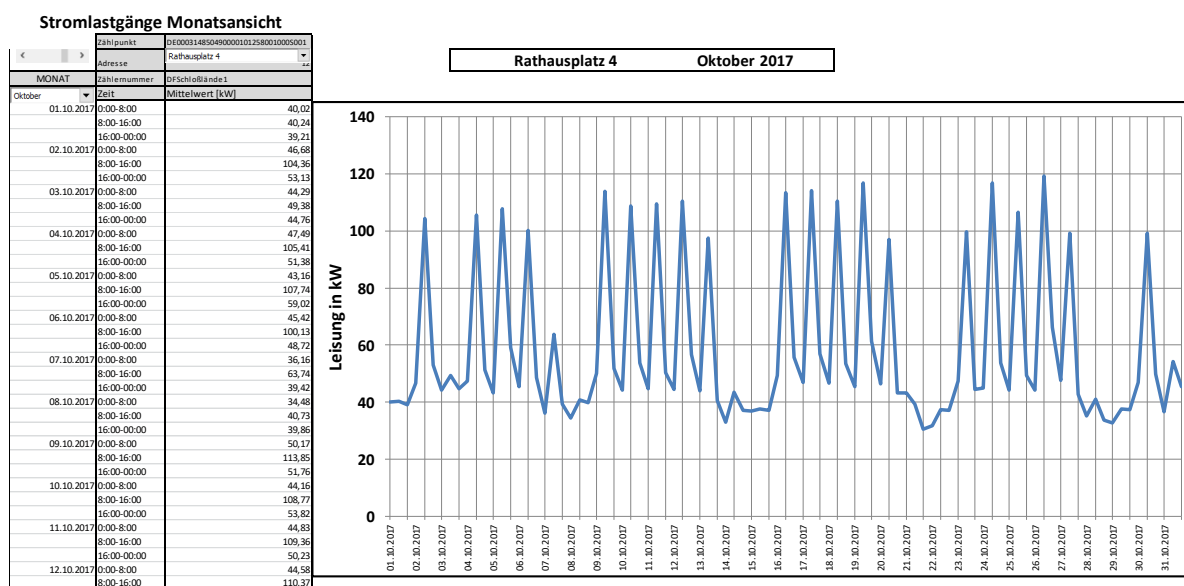
Bestehende und aktuell geplante Photovoltaik-Anlagen der Stadt Ingolstadt

	Liegenschaft	(geplante) Inbetriebnahme	Gebäude	Leistung [kWp]	(geplante) Investitionskosten	Stromproduktion [kWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t/a]
1	Grundschule Mailing	Jul 2004	Bestand	1	-	850	0,24
2	Sir-Wiliam-Herschel-Schule	Jul 2004	Bestand	1	-	650	0,18
3	FOS-BOS Bestandsanlage	Jul 2008	Bestand	1	-	650	0,18
4	Schulzentrum Südwest	Dez 2013	Bestand	320	600.000 €	290.000	81,20
5	Servicepoint LGS 2020	Mrz 2020	Neubau	35	85.000 €	33.250	9,31
6	Emmi-Böck-Schule	Apr 2020	Neubau	90	200.000 €	85.500	23,94
7	KiTa Bunte Welt	Aug 2020	Bestand	10	18.000 €	9.500	2,66
8	Ballspielhalle Gerolfing	Sep 2020	Bestand	100	220.000 €	95.000	26,60
9	KiTa Odilostraße	Sep 2020	Neubau	40	90.000 €	38.000	10,64
10	KiTa Waldeysenstraße	Sep 2020	Neubau	40	90.000 €	38.000	10,64
2	Sir-Wiliam-Herschel-Schule	Okt 2020	Bestand	95	210.000 €	90.250	25,27
11	Lessingschule	Jul 2021	Neubau	267	500.000 €	253.650	71,02
12	FOS-BOS Neubau	2021	Neubau	47	100.000 €	44.650	12,50
13	Christoph-Kolumbus GS	2021	Neubau	50	100.000 €	47.500	13,30
14	Ballspielhalle GS Münchener Str.	2022	Neubau	100	220.000 €	95.000	26,60
	Summe			1.197	2.433.000 €	1.122.450	314

13. Pilotprojekt „Smart Meter“

Die Energieverbräuche der Liegenschaften der Stadt Ingolstadt werden seit 1990 manuell erfasst. Monatlich werden über 1.300 Zählerstände der Energie- und Wasserzähler von den Hausmeistern bzw. dem Betriebspersonal vor Ort abgelesen. Die Verbrauchswerte werden anschließend in einer Energiedatenbank eingepflegt.

Bei rund 30 Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch (Stromverbrauch über 100.000 kWh oder Gasverbrauch über 1.500.000 kWh pro Jahr) findet bereits eine registrierende Leistungsmessung statt. Der sogenannte „RLM-Zähler“ speichert beim Erdgas je Stunde und beim Strom je Viertelstunde die entsprechenden Messwerte. Die Stadtwerke Ingolstadt versenden jeweils die Lastgänge vom Vormonat. Mit den Lastgangdaten können der Energieverbrauch und die Gebäudenutzung verglichen sowie Ausreißer genauer analysiert werden. Im Gegensatz zu Smart-Meter sind allerdings keine Echtzeitanalysen möglich.



Lastgangauswertung mit eigen programmierter Exceldatei

Durch das Messstellenbetriebsgesetz hat der Gesetzgeber die Umsetzung von intelligenten Messsystemen und Smart-Meter vorgeschrieben. Es definiert Mindestanforderungen zu Technik und Datenschutz und beschreibt die notwendige Zertifizierung von Smart-Meter-Gateways. Der Gesetzgeber erhofft sich einen höheren Informationsgrad des Kunden über sein Verbrauchsverhalten und – durch bewussten Umgang mit elektrischer Energie – Einsparung von CO₂. Derzeit sind Smart-Meter-Messsysteme für Abnahmestellen mit einem Jahresverbrauch über 6.000 kWh vorgeschrieben.

Um die Besonderheiten von Smart Meter zu testen, und neben Strom- auch Wärme-, Wasser- und Gaszähler zu nutzen, wurde gemeinsam mit den Stadtwerken Netze GmbH ein Projekt ins Leben

gerufen. Hierbei werden an ausgewählten Schulen die vorhandenen Zähler gegen Smart Meter getauscht. Das Energiemanagement erhofft sich durch Fernzugriff einerseits den Aufwand für monatliche Ablesungen zu reduzieren und andererseits mit Hilfe der dann vorliegenden Lastprofile genaue Verbrauchsanalysen für mögliche Energieeinsparungen durchführen zu können.

Netzwerktyp	Version	ID	Letzte Änderung Gerät	Gruppenname
90		00014549	2020-03-05 10:32:08	Wasser
90		00014537	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014530	2020-03-05 10:32:08	Wasser
93		00014391	2020-03-05 10:32:08	Wasser
93		00014531	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014539	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014545	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014399	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014538	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00014402	2020-03-05 10:32:08	Wasser
93		00014547	2020-03-05 10:32:08	Wasser
93		00014529	2020-03-05 10:32:07	Wasser
93		00015347	2020-03-05 10:32:07	Wasser
90		00014237	2020-01-15 14:05:22	Wasser
93		00014544	2020-03-05 03:25:36	Wasser
93		00014542	2020-03-05 10:32:07	Wasser

Auszug aus der „Smart Meter“-Auswertungssoftware

Aktuell wurde bereits an einer Schule ein Empfänger installiert sowie die Zähler fernauslesbar angebunden. Ein Reichweitentest für weitere Objekte wurde durchgeführt und wird derzeit ausgewertet. Gleichzeitig werden die aus den gewonnenen Daten ergebenden weiteren Anwendungsfälle diskutiert und bewertet (beispielsweise Reduzierung der notwendigen Hygiene-Spülungen).

Die Ingolstädter Kommunalbetriebe haben beschlossen, langfristig sämtliche Wasserzähler mit Funktechnologie auszurüsten. Daher werden weitere Standorte der städtischen Liegenschaften auf einen vorrangigen Zählerwechsel geprüft.



Beispiel eines Smart Meter: Wasserzähler im Christoph-Scheiner-Gymnasium

14. Kennwertvergleich nach EnEV

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) enthält gesetzliche Bestimmungen zum Energiebedarf von Gebäuden. Basierend auf dieser Verordnung geben das Wirtschafts- und Umweltministerium Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte für Nichtwohngebäude bekannt. Diese Kennwerte sind beispielsweise bei der Erstellung von Energieausweisen zu berücksichtigen.

Um einen Vergleich dieser Kennwerte mit denen der städtischen Liegenschaften ziehen zu können, sind folgende Daten notwendig:

- Ermittlung des Endenergieverbrauchs* Wärme und Strom der letzten drei Jahre (Endenergieverbrauch = Brennstoffeinsatz, z. B. Erdgas, Fernwärme, Heizstrom)
- Witterungsbereinigung des Endenergieverbrauchs Wärme mit Bezugsstandort „Potsdam“
- Ermittlung der Energiebezugsfläche (= Netto-Raumfläche)

Im Anhang sind alle Liegenschaften dem Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) entsprechend einer Gebäudekategorie zugeteilt. Zum Beispiel liegen die Vergleichswerte von Kindertagesstätten für Wärme bei 110 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m²a) und für Strom bei 20 kWh/m²a. Anhand der tatsächlichen Kennwerte jeder einzelnen Liegenschaft kann die Abweichung vom Vergleichswert schnell ermittelt werden.

Lfd. Nr.	Kindertagesstätten	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a	
Vergleichswert Kindertagesstätten (BWZK 4400)			20,0	110			
39	Kinderkrippe "Villa Rosa"	418	37,5	32	18,3	423	7.000
40	KiTa "Villa Rosa"	594	23,2	127	33,4	701	7.400
41	KiTa "Am Nordpark"	557	30,7	137	37,6	617	7.800
42	KiTa "Auf der Höh"	438	15,6	112	37,7	569	5.500

Auszug aus den Tabellen im Anhang: Vergleichswert Kindertagesstätten und Beispiele von KiTas

Beispielsweise liegt die Kinderkrippe „Villa Rosa“ mit 32 kWh/m²a Brennstoffverbrauch zur Wärmeerzeugung deutlich unter dem Vergleichswert (110 kWh/m²a). Dieser geringe Wert ist auch auf die Nutzung einer Wärmepumpe als Heizquelle zurückzuführen. Der Wärmeverbrauchskennwert der KiTa „Auf der Höh“ liegt mit 112 kWh/m²a nur sehr leicht über dem Vergleichswert. Der Stromverbrauch dieser Liegenschaft liegt mit 15,6 kWh/m²a sogar deutlich unter dem Vergleichswert.

*) Im Kapitel Wärmeverbrauch auf Seite 17 ff wird im Gegensatz zu diesem Vergleich der Nutzenergieverbrauch (= erzeugte Wärme, unabhängig vom Brennstoffeinsatz) sowie eine Witterungsbereinigung mit dem Bezugsstandort Ingolstadt dargestellt.

15. Ausblick

Mit dem vorliegenden Energiebericht 2020 wurden die Verbräuche, die CO₂-Emissionen und die Kosten der städtischen Liegenschaften aktualisiert und übersichtlich dargestellt.

Bei diesen Themenfeldern kann das Sachgebiet Energiemanagement guten Gewissens ein Häkchen setzen:

- ✓ Günstige und sichere **Energiebeschaffung** mit einem starken Partner
- ✓ Überwachung der **Energiekosten**
- ✓ Monatliche **Energieverbräuche** als umfassende und aktuelle Datengrundlage

Laufend aktuell bleiben **Energieeinsparprojekte**, sei es im Verborgenen durch Optimierung von Betriebsparametern oder seien es größere Projekte mit erforderlichen Modernisierungsmaßnahmen.

Gespannt auf Ergebnisse wird derzeit das Projekt **Smart Meter an Schulen** gemeinsam mit den Stadtwerken Ingolstadt durchgeführt.

Der größte Themenschwerpunkt liegt in den nächsten Jahren beim Bau von **Photovoltaik-Anlagen**. Hierdurch werden sowohl der ökologische Fußabdruck als auch die Ökonomie des Stromverbrauchs städtischer Liegenschaften gleichzeitig verbessert.

Auf dem Weg zum sehr ehrgeizigen Ziel hin zu **CO₂-neutralen** Liegenschaften sind allerdings noch einige Hürden zu meistern und viele kleine und große Schritte zu gehen.

Beispielsweise wird im Neubau derzeit der **Technisierungsgrad** überdacht – nicht alles was technisch möglich ist, ist auch unbedingt für die städtischen Liegenschaften sinnvoll.

Eine Nutzung von **Regenwasser** anstelle von Trinkwasser stellt auch einen Beitrag dar, der derzeit wieder mehr in den Fokus genommen wird.

Ein möglicherweise zukünftig verstärkter Einsatz von Klimageräten lässt den Stromverbrauch enorm steigen – hierbei können die geplanten PV-Anlagen zwar einiges auffangen, allerdings sollte eine **Gebäudekühlung** zuerst mit anderen Mitteln, wie z. B. Verschattung, Ventilatoren, Nachtkühlung oder Begrünung gelöst werden.

Derzeit wird **Biomasse** nur im Gartenamt zur Erzeugung von Wärme eingesetzt. Um das dort vorliegende Holzschnittgut energetisch zu nutzen werden weitere Standorte geprüft.

16. Anhang – Liegenschaften je Gebäudeart

Lfd. Nr.	Schulgebäude	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a	
Vergleichswert allgemeinbildende Schulen < 3.500 m² (BWZK 4100)							
1	Grundschule Hundszell ¹⁾	844	39,9	105	27,0	158	17.000
2	Mittagsbetreuung Haunw öhr	312	28,2	113	36,6	598	10.600
3	Grundschule Irgertsheim	1.732	16,7	122	40,8	203	20.900
	Grundschule Irgertsheim ¹⁾	226	66,5		17,9		4.300
4	Grundschule Usenerhenn	2.052	20,7	187	45,5	225	24.300
5	Grundschule Etting	2.870	16,1	68	19,1	128	20.500
6	Grundschule Gerolfing	3.083	15,6	100	25,8	259	28.900
7	Grundschule Mailing	3.295	8,3	98	23,2	214	20.500
Vergleichswert allgemeinbildende Schulen > 3.500 m² (BWZK 4100)							
8	Christoph-Kolumbus-Grundschule ²⁾	7.594	20,0	151	10,6	570	145.300
9	Christoph-Scheiner-Gymnasium	11.505	19,4	130	33,0	545	130.000
	Christoph-Scheiner-Gymnasium					516 cbm	700
10	Freiherr-von-Ickstatt-Realschule	8.480	13,9	46	5,4	99	61.100
11	Gotthold-Ephraim-Lessing-Grund- und Mittelschule ²⁾	9.786	22,7	148	37,8	400	114.100
	Gotthold-Ephraim-Lessing-Grund- und Mittelschule ¹⁾	1.403	120,0		32,9		38.900
12	Grund- und Hauptschule an der Pestalozzistraße ²⁾	8.053	24,9	197	13,5	916	172.800
13	Grund- und Hauptschule Auf der Schanz	11.445	12,9	70	5,9	216	113.400
14	Grund- und Mittelschule Oberhaunstadt	5.806	13,7	92	23,5	184	40.100
15	Grund- und Mittelschule Oberhaunstadt					0 cbm	200
16	Grundschule an der Münchener Straße	4.738	29,4	97	28,9	206	48.600
17	Grundschule Friedrichshofen	7.004	12,4	84	21,3	219	45.200
18	Grundschule Haunw öhr	3.791	13,7	187	43,8	127	38.600
19	Grundschule Ringsee	4.265	11,7	85	21,4	116	25.700
20	Grundschule Zuchering	5.316	8,5	120	28,1	123	34.400
21	Wilhelm-Ernst-Grundschule	6.612	10,7	123	7,1	256	78.800
22	Katharinen-Gymnasium	12.043	15,2	118	8,2	312	195.300
23	Reuchlin-Gymnasium	8.082	15,9	75	6,9	162	84.000
	Reuchlin-Gymnasium (Container)	400	13,0	89	26,3	218	8.200
24	Apian-Gymnasium	29.083	32,7	129	36,6	307	318.200
25	Ludwig-Fronhofer-Realschule	10.163	34,4	41	18,1	93	74.900
26	Gebrüder-Asam-Mittelschule	6.650	28,6	49	18,3	122	43.100
27	Sir-William-Herschel-Mittelschule	7.245	13,3	74	6,2	185	69.100
Vergleichswert berufsbildende Schulen (BWZK 4200)							
28	Staatliche Berufsschule I	17.311	27,1	96	10,7	203	260.200
	Staatliche Berufsschule I (Container)	570	16,7	133	38,8	487	18.400
29	Staatliche Berufsschule II	11.258	20,9	168	41,6	316	138.200
30	Staatliche Fachoberschule und Berufsoberschule	6.464	26,7	77	9,9	258	85.200
31	Technikerschule	1.271	32,9	30	10,0	195	14.700
32	Turm Bauer	2.580	11,5	97	28,3	271	56.800
33	Volkshochschule in der Kurfürstlichen Reitschule	1.971	30,8	114	12,3	217	36.500
Vergleichswert Sonderschulen (BWZK 4300)							
34	Sonderpädagogisches Förderzentrum Ingolstadt I	3.613	11,9	51	5,0	104	25.900
35	Sonderpädagogisches Förderzentrum Ingolstadt I	2.870	13,3	60	5,7	163	24.700
36	Sonderpädagogisches Förderzentrum Ingolstadt II	1.819	10,0	174	8,7	115	30.200
Schulgebäude: Mittelwerte und Summen		233.605	21,4	107	20,8	272	2.718.500

¹⁾ Stromverbrauch inkl. Nutzwärme für Heizung

²⁾ Schulen mit Lehrschwimmbecken

Lfd. Nr.	Kindertagesstätten	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a	
Vergleichswert Kindertagesstätten (BWZK 4400)							
37	Kindertagesstätte "Villa Rosa"	418	37,5	32	18,3	423	7.000
38	KiTa "Villa Rosa"	594	23,2	127	33,4	701	7.400
39	KiTa "Am Nordpark"	557	30,7	137	37,6	617	7.800
40	KiTa "Auf der Höh"	438	15,6	112	37,7	569	5.500
41	KiTa "Bunte Welt"	715	18,3	117	30,2	720	7.500
42	KiTa "Lichtblick"	508	18,2	124	31,4	695	5.800
43	KiTa "Löwenzahn"	528	35,8	80	26,9	628	7.400
44	KiTa "Regenbogen"	604	32,5	35	18,0	472	10.000
45	KiTa "Schatztruhe" (Knoglersfreude)	419	20,7	90	24,8	595	4.700
46	KiTa "Südwind"	528	36,3	71	25,2	1153	8.800
47	KiTa an der Regensburger Straße	1.249	12,9	211	48,8	475	11.000
48	Krippe Am Eichenwald	271	44,9	31	20,3	610	5.000
49	KiTa Am Eichenwald	670	31,1	90	27,8	649	8.300
50	KiTa Am Retzbachweg Etting	644	34,3	27	16,4	398	9.900
51	KiTa Grüne Insel	1.005	24,4	85	24,9	527	10.400
52	KiTa Rappelkiste	622	31,9	94	29,2	568	6.900
53	KiTa Siebenstein	746	20,7	60	18,6	529	6.500
54	Krippe Kleine Welt	394	32,7	89	28,1	586	6.100
55	KiTa Kleine Welt	616	16,5	74	20,4	621	5.600
56	KiTa "Wilhelm-Ernst" (Container) ¹⁾³⁾	328	149,8		42,0		11.600
57	KiTa "Villa Rosa 3" ³⁾	605	11,3	18	7,9	274	4.300
58	KiTa Mailing (Neubau) ³⁾	1.108	17,9	15	8,7	290	8.400
59	KiTa An der Schutter ⁴⁾	1.261	63,2	28	25,0	336	25.500
Kindertagesstätten: Mittelwerte und Summen		14.828	27,8	90	27,2	576	191.400

¹⁾ Stromverbrauch inkl. Nutzwärme für Heizung

³⁾ Kein volles Verbrauchsjahr

⁴⁾ Nur ein Verbrauchsjahr



Lfd. Nr.	Jugendeinrichtungen	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a		
Vergleichswert Unterkunft, Betreuung, Verpflegung (BWZK 6300-6600)			20,0	105				
60	Offene Ganztagschule Mittelschule Pestalozzi	Pestalozzistraße 1	329	17,4	52	16,0	198	2.400
61	Jugendherberge im Kavaler Zw eibrücken	Friedhofstraße 4 1/2	1.124	31,7	154	41,4	916	17.700
Vergleichswert Veranstaltungsgebäude (BWZK 9140)			40,0	110				
62	Haus der Jugend in der Fronte 79	Jahnstraße 25	1.459	39,3	69	13,1	156	26.300
63	Kulturzentrum 9	Elisabethstraße 9	1.692	25,5	212	17,5	69	23.400
Jugendeinrichtungen: Mittelwerte und Summen			4.604	32,9	113	27,8	424	69.800

Lfd. Nr.	Museen	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a		
Vergleichswert Ausstellungsgebäude (BWZK 9120)			40,0	75				
64	Bauerngeräte Museum Hundszell	Probststraße 13	1.196	2,8	54	16,8	40	4.800
65	Depot Bauerngerätemuseum	Probststraße 18	760	1,2	48	10,7		2.000
66	Deutsches Medizinhistorisches Museum	Griesbadgasse 26	194		150	32,1	225	1.800
	Deutsches Medizinhistorisches Museum	Griesbadgasse 22	107		123	26,2		700
	Deutsches Medizinhistorisches Museum ⁵⁾	Anatomiestraße 18-20	1.447	26,7	114	57,5	268	24.000
67	Museum Alf Lechner	Esplanade 9	2.454	15,3	88	7,1	14	27.300
68	Museum für Konkrete Kunst; MKK	Tränktorstraße 6-8	868	37,2	139	14,9	109	16.600
69	Stadtmuseum und Archiv im Kavaler Hepp	Unterer Graben 37 (Ziegelbastei)	6.112	19,6	64	7,6	79	57.800
70	Ziegelbastei (Wunderl-Kasematte)	Unterer Graben 37	791	8,1	82	5,0	75	7.100
Museen: Mittelwerte und Summen			13.929	17,1	79	10,2	76	142.100

⁵⁾ Strom inkl. Gebäude Griesbadgasse

Lfd. Nr.	Kulturelle Einrichtungen	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a		
Vergleichswert Gebäude für kulturelle und musische Zwecke (BWZK 9100)			20,0	65				
71	Bürgerhaus im Neuburger Kasten	Fechtgasse 6	1.402	34,7	105	13,0	475	25.700
72	Harderbastei, Ausstellungsraum	Oberer Graben 55	526	15,7	107	31,7	50	13.700
73	Kirche Maria de Victoria	Neubaustraße 3	1.249	3,6		1,0		1.000
74	Marieluise-Fleißer Stadtbücherei im Herzogskasten	Hallstraße 2-4	3.103	31,3	102	12,1	150	49.600
75	Sebastiankirche	Sebastianstraße 27	246	0,7		0,7		100
76	Stadteiltreff Plusviertel ⁶⁾	Pritznstraße 19a	383	26,7	125	11,5	929	11.200
77	Stadttheater	Schloßblände 1	15.375	51,8	101	17,6	844	312.900
Kulturelle Einrichtungen: Mittelwerte und Summen			22.284	43,3	95	15,7	650	414.200

⁶⁾ Verbrauch Gebäude ohne Gastronomie

Lfd. Nr.	Verwaltungsgebäude	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a		
Vergleichswert Verwaltungsgebäude < 3500 m² (BWZK 1300)			20,0	80				
78	Altes Rathaus	Rathausplatz 2	2.478	29,4	96	11,3	495	36.600
79	Forsthaus Westerhofen	Jurastraße 22	226	19,8	160	39,8	146	2.600
80	Gesundheitsamt	Esplanade 29	1.419	18,8	122	31,3	203	13.400
81	Straßenverkehrsamt	Wiechertstraße 1	1.429	24,5	77	23,1	154	13.100
82	Umw eltamt	Rathausplatz 9	502	24,2	107	10,2	280	6.800
83	Kavaler Zw eibrücken (Amt für Sport und Freizeit)	Friedhofstraße 4 1/2	442	14,2	68	21,3	130	7.700
84	Tillyhaus	Neubaustraße 2	275	20,6	126	10,0	469	4.300
Vergleichswert Verwaltungsgebäude > 3500 m² (BWZK 1300)			30,0	85				
85	Neues Rathaus	Rathausplatz 4	6.921	64,3	68	19,9	281	132.300
86	Soziales Rathaus	Adolf-Kolping-Straße 10	5.753	25,1	54	8,8	324	58.500
87	Technisches Rathaus und Tiefgarage	Spitalstraße 3	5.922	25,3	99	10,3	202	80.400
Verwaltungsgebäude: Mittelwerte und Summen			25.367	35,6	81	15,0	280	355.700

Lfd. Nr.	Feuerwehrgebäude	Netto-Raumfläche m²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m²a	Wärme kWh/m²a	CO ₂ kg/m²a	Wasser Liter/m²a		
Vergleichswert Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste (BWZK 7700)			20,0	100				
88	Hauptfeuerw ache	Dreizehnerstraße 1	6.367	34,1	71	11,8	226	87.000
89	Feuerw ehrhaus Dünzlau	Mühlackerweg 2	192	16,0	109	27,6	222	1.800
90	Feuerw ehrhaus Eiting	Faberstraße 9	446	13,5	181	42,2	37	4.500
91	Feuerw ehrhaus Friedrichshofen	Friedrichshofener Straße 26c	68	68,5	344	107,6	265	6.700
92	Feuerw ehrhaus Gerolfing	Barthlgasserstraße 7	508	32,9	151	41,3	281	7.300
93	Feuerw ehrhaus Hagau	Rosenschw aigstraße 105	167	23,1	149	44,9	126	6.400
94	Feuerw ehrhaus Haunw öhr	Oberfeldstraße 6	339	20,3	177	43,2	147	4.300
95	Feuerw ehrhaus Hundszell	Kirchstraße 23	164	20,0	174	50,0	165	3.900
96	Feuerw ehrhaus Irgertsheim	Erchanstraße 36	590	17,0	40	13,0	64	3.600
97	Feuerw ehrhaus Mailing	Am Seitweg 24	476	17,6	47	16,8	137	6.500
98	Feuerw ehrhaus Mühlhausen	Schusterweg 2	199	7,2	32	10,1	69	1.600
99	Feuerw ehrhaus Oberhaunstadt	Weckenweg 25	319	26,2	256	61,9	134	5.800
100	Feuerw ehrhaus Pettenhofen	Moosweg 9	222	12,2	51	16,5	167	3.100
101	Feuerw ehrhaus Ringsee	Dahlienstraße 6	429	26,6	246	60,3	168	7.300
102	Feuerw ehrhaus Rothenturm	Unsernherrner Str.31a	243	15,0	97	24,8	70	2.000
103	Feuerw ehrhaus Unsernherrn	Karl-Theodor-Straße 7	407	18,9	142	47,2	136	6.700
104	Feuerw ehrhaus Unterbrunnenreuth	Robert-Koch-Straße 58	230	28,1	86	29,9	568	6.200
105	Feuerw ehrhaus Zuchering	Am Kühlhaus 4	509	17,3	81	22,2	67	3.700
Feuerwehrgebäude: Mittelwerte und Summen			11.875	27,8	98	22,6	190	168.400



Lfd. Nr.	Friedhofsgebäude	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a		
Vergleichswert Verwaltungsgebäude < 3500 m² (BWZK 1300)			20,0	80				
106	Nordfriedhof Nordfriedhof Gießwasser	Waldeysenstraße 50 1.183	61,5	297	80,7	416 2.774 cbm	28.300 1.900	
107	Ostfriedhof Ostfriedhof Gießwasser	Nibelungenstraße 20 490	7,1	202	62,0	661 690 cbm	6.200 1.000	
108	Südfriedhof Südfriedhof Gießwasser	Fauststraße 56 1.371	14,5	127	31,4	223 7.743 cbm	9.600 12.000	
109	Westfriedhof Westfriedhof Gießwasser	Westliche Ringstraße 12 1.070	7,1	121	27,9	155 5.272 cbm	7.300 6.600	
110	Friedhof Dünzlau ⁷⁾ Friedhof Dünzlau Gießwasser	Mühlackerweg 4 44	65,3		17,5	106 12 cbm	800 0	
111	Friedhof Etting ⁷⁾ Friedhof Etting Gießwasser	Ostenbrunnenstraße 13 127	65,9		17,9	173 315 cbm	2.400 400	
112	Friedhof Friedrichshofen ⁷⁾ Friedhof Friedrichshofen Gießwasser	Kronkornstraße 21 54	64,6		17,4	728 427 cbm	800 500	
113	Friedhof Gerolfing ⁷⁾ Friedhof Gerolfing Gießwasser	Sanddornstraße 18 47	46,6		12,6	284 549 cbm	500 500	
114	Friedhof Oberhaunstadt Friedhof Oberhaunstadt Gießwasser	Weckenweg 6 207	5,7	66	18,2	269 1.354 cbm	2.900 1.600	
115	Friedhof Zuchering ⁸⁾ Friedhof Zuchering Gießwasser	Wallmeisterstraße 19 119	36,2		9,8	12916 1.600	2.300 1.600	
Friedhofsgebäude: Mittelwerte und Summen			4,712	26,8	163	44,2	628	85.600

⁷⁾ Stromverbrauch inkl. Nutzwärme

⁸⁾ Aufteilung von Gießwasser und Gebäude nicht möglich

Lfd. Nr.	Bezirkssportanlagen	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a		
Vergleichswert Sportbauten allgemein (BWZK 5000)			30,0	120				
116	Bezirkssportanlage Nordwest Bezirkssportanlage Nordwest Gießwasser	Richard-Wagner-Straße 65 2.626	36,0	101	13,3	335 137 cbm	47.700 300	
117	Bezirkssportanlage Südost Bezirkssportanlage Südost Gießwasser	Geisenfelder Straße 1 3.415	36,7	119	35,7	201 11 cbm	42.200 100	
118	Bezirkssportanlage Südost	Geisenfelder Straße 1 2.543	45,8	233	62,6	1059	57.500	
119	Bezirkssportanlage Nordost Bezirkssportanlage Nordost Gießwasser	Wirrfelstraße 23 3.808	24,1	115	31,1	344 56 cbm	42.300 300	
120	Bezirkssportanlage Mitte (Freiherr-von-Ickstatt-RS) Bezirkssportanlage Mitte Gießwasser	Von-der-Tann-Straße 1 2.883	45,7	199	19,3	140 9.426 cbm	67.700 12.800	
	Bezirkssportanlage Mitte (Kavaliere Zwiibrücken) Bezirkssportanlage Mitte (Kavaliere Zwiibrücken)	Friedhofstraße 4 1/2 1.138 29	18,8 46	157 11,7	38,8 11,7	489 300	13.500 300	
121	Bezirkssportanlage Süd-West	Maximilianstraße 21-25 5.604	33,6	83	27,0	205	63.000	
Bezirkssportanlagen: Mittelwerte und Summen			22,046	34,9	133	31,1	348	347.700

Lfd. Nr.	Ballspielhallen	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a		
Vergleichswert Hallen (BWZK 5100)			25,0	110				
122	Ballspielhalle Etting	Retzbachweg 12 1.314	19,2	53	16,7	153	9.400	
123	Ballspielhalle Oberhaunstadt	Weckenweg 27a 1.578	16,2	84	22,4	94	12.000	
124	Ballspielhalle Mailing	Brünnelacker 2 1.314	9,2	52	13,7	109	6.100	
125	Ballspielhalle Grundschule Friedrichshofen	Jurastraße 2 1.602	14,7	48	14,3	214	10.900	
126	Ballspielhalle Grundschule Gerolfing	Wolfgangstraße 2 1.635	20,0	80	22,5	168	15.100	
127	Ballspielhalle Grundschule Haunöhr	Habsburgerstraße 15 1.433	18,9	51	16,1	125	9.700	
128	Ballspielhalle Grundschule Zuchering	Seeweg 7 1.667	19,3	60	18,1	105	12.900	
129	Ballspielhalle August-Horch-Schule	Furtwänglerstraße 9-9b 1.568	22,2	39	7,4	183	16.000	
130	Ballspielhalle Wilhelm-Ernst-Grundschule	Feselenstraße 42 1.711	10,7	109	6,4	65	12.900	
Ballspielhallen: Mittelwerte und Summen			13,822	17,5	68	15,7	140	105.000

Lfd. Nr.	Techn. Betriebsstätten	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a		
Vergleichswert Werkstätten, Lagergebäude < 3500 m² (BWZK 7000)			20,0	110				
131	Bauhof	Hindemithstraße 32 1.533	51,3	361	26,9	183	58.000	
Vergleichswert Werkstätten, Lagergebäude > 3500 m² (BWZK 7000)			65,0	110				
132	Gartenamt	Auf der Höhe 54 3.718	13,5	198	10,5	215	63.900	
133	Fuhrpark/Betriebshof	Hindemithstr. 30 6.321	35,2	97	14,1	699	109.600	
Techn. Betriebsstätten: Mittelwerte und Summen			11,572	30,4	164	14,6	475	231.500

Lfd. Nr.	WC-Anlagen	Netto-Raumfläche m ²	Spezifische Kennwerte				Kosten 2019 Strom, Wärme, Wasser €	
			Endenergieverbrauch Strom kWh/m ² a	Wärme kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a	Wasser Liter/m ² a		
Vergleichswert Gebäude für technische Zwecke (BWZK 8000)			40,0	110				
134	Öffentliche WC Anlage im Klempenpark	Nähe Regimentstraße 26 48	19,4	47	18,2	4708	1.400	
135	Zentraler Omnibusbahnhof (WC-Anlage)	Esplanade 31 127	66,3	344	91,5	7706	7.000	
WC-Anlagen: Mittelwerte und Summen			175	54,2	256	70,2	7443	8.400