



LUDWIGSBURG



Klima- und Energiebericht 2023

Fachbereich Hochbau und Gebäudewirtschaft



Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	5
2	Einleitung und Ziele	7
2.1	Aktuelle Informationen zum kommunalen Energiemanagement	7
2.2	Aktuelle energie- und klimapolitische Entwicklungen im Gebäudesektor	12
2.3	Ziele zur Energieeinsparung und Treibhausgasminderung	14
3	Entwicklung der Treibhausgasemissionen, Verbräuche und Kosten	16
3.1	Randbedingungen	16
3.2	Flächenentwicklung	21
3.3	Treibhausgasemissionen	22
3.3.1	Kernbilanz (Scopes 1 und 2)	22
3.3.2	Weitere städtische Emissionsquellen (Scope 3)	29
3.4	Stromverbrauch	30
3.4.1	Kernbilanz	30
3.4.2	Weitere städtische Stromverbraucher	33
3.5	Wärmeverbrauch	34
3.5.1	Kernbilanz	34
3.5.2	Weitere städtische Wärmeverbraucher	39
3.6	Wasserverbrauch	40
3.6.1	Kernbilanz	40
3.6.2	Weitere städtische Wasserverbraucher	43
3.7	Kosten	44
4	Best-Practice-Beispiele	45
4.1	Maßnahmen zur Reduktion der Verbräuche und der Treibhausgasemissionen	45
4.1.1	Ausbau der Photovoltaik auf städtischen Gebäuden	45
4.1.2	Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung	47
4.1.3	Sonstige Maßnahmen	49
4.2	Ausgewählte Hochbauprojekte	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logo der Online-Plattform Kom.EMS, Quelle: https://www.komems.de	8
Abbildung 2: Gradtagszahlen Wetterstation Stuttgart Schnarrenberg	18
Abbildung 3: Bewirtschaftete Nettoraumfläche 2016-2023	21
Abbildung 4: Kernbilanz: THG-Emissionen 2016 – 2023, nicht witterungsbereinigt	22
Abbildung 5: Kernbilanz: Entwicklung THG-Emissionen 2016 – 2023, witterungsbereinigt	24
Abbildung 6: Kernbilanz: größte, absolute THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023	25
Abbildung 7: Kernbilanz: größte, spezifische THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023	26
Abbildung 8: Kernbilanz: geringste, absolute THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023	27
Abbildung 9: Kernbilanz: geringste, spezifische THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023	28
Abbildung 10: Scope3: Entwicklung THG-Emissionen 2018 – 2023, nicht witterungsbereinigt	29
Abbildung 11: Kernbilanz: Entwicklung Stromverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023	30
Abbildung 12: Kernbilanz: größte, absolute Stromverbraucher, 2023	31
Abbildung 13: Kernbilanz: größte, spezifische Stromverbraucher, 2023	32
Abbildung 14: Kernbilanz: geringste, spezifische Stromverbraucher, 2023	32
Abbildung 15: Scope3: Entwicklung Stromverbrauch, absolut 2018 – 2023	33
Abbildung 16: Kernbilanz: Entwicklung witterungsbereinigter Wärmeverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023	34
Abbildung 17: Kernbilanz: Entwicklung nicht witterungsb. Wärmeverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023	35
Abbildung 18: Kernbilanz: größte, absolute Wärmeverbraucher, 2023	36
Abbildung 19: Kernbilanz: größte, spezifische Wärmeverbraucher, 2023	37
Abbildung 20: Kernbilanz: geringste, spezifische Wärmeverbraucher, 2023	38
Abbildung 21: Scope3: Entwicklung witterungsb. Wärmeverbrauch, absolut 2018 – 2023	39
Abbildung 22: Kernbilanz: Entwicklung Wasserverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023	40
Abbildung 23: Kernbilanz: größte, absolute Wasserverbraucher, 2023	41
Abbildung 24: Kernbilanz: größte, spezifische Wasserverbraucher, 2023	42
Abbildung 25: geringste, spezifische Wasserverbraucher, 2023	42
Abbildung 26: Scope3: Entwicklung Wasserverbrauch, absolut + spezifisch 2020 – 2023	43
Abbildung 27: Entwicklung der PV-Leistung auf städt. Gebäuden	46
Abbildung 28: Kernbilanz: Entwicklung witterungsb. Wärmeverbrauch nach Energieträger, 2016 - 2023	47
Abbildung 29: Umnutzung der Villa Ulmer zur Kinderbetreuung	51
Abbildung 30: PV-Anlage mit Gründach, Fuchshofschule	52
Abbildung 31: Fuchshofschule, reduzierter Strombezug nach Inbetriebnahme PV-Anlage	53
Abbildung 32: Sanierung der Hoffassade des Amtsgebäudes Obere Marktstraße 3	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen an ein systematisches Energiemanagement	7
Tabelle 2: Regeln zur Berichterstattung von Sonderfällen gemäß §18 KlimaG BW 2023, Quelle: kom.EMS	9
Tabelle 3: THG-Minderungsrate (Orientierungswerte)	15
Tabelle 4: Emissionsfaktoren in kg/MWh-CO ₂ - Äq., 2016-2023 (aktuell)	20
Tabelle 5: Emissionsfaktoren in kg/MWh-CO ₂ - Äq., 2016-2022 (alt)	20
Tabelle 6: Kernbilanz: THG-Emissionen, Anteile je Nutzungseinheit, 2023	23
Tabelle 7: Entwicklung der gebuchten Energie- und Wasserkosten, 2018 – 2023	44

1 Kurzfassung

Der Berichtsrahmen des vorliegenden Klima- und Energieberichts 2023 sowie des letzten Klima- und Energieberichtes 2022 wurde im Vergleich zum Bericht aus 2021 erweitert. Grund hierfür sind gesetzliche Vorgaben zum Umfang der Energieverbrauchserfassungspflicht und zur entsprechenden Berichterstattung für Kommunen. Diese gehen aus dem KlimaG BW hervor und sind Grundvoraussetzung für ein systematisches, kommunales Energiemanagement sind. Im Klima- und Energiebericht 2023 wird daher nicht nur über die Energieverbrauchsdaten und Treibhausgasemissionen der üblichen Kernbilanz des FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT („Scope 1 und 2“) berichtet, sondern nachrichtlich auch über weitere städtische Emissionsquellen („Scope 3“) und Verbraucher. Darunter fallen z. B. die städtischen Eigenbetriebe TELB und SEL. Die neuen Vorgaben und Bilanzgrenzen werden in Abschnitt 2.1 ausführlich erläutert.

Die wesentlichen Ergebnisse der Kernbilanz für das Jahr 2023 sind:

Treibhausgasemissionen: Im Berichtsjahr 2023 belaufen sich die absoluten, nicht witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen auf rund **5.443 Tonnen CO₂-Äquivalente**. Hieraus resultieren für das Jahr 2023 gesellschaftliche Kosten durch **Umweltbelastungen in Höhe von rund 1,36 Mio. €**. Seit 2016 konnten die absoluten Treibhausgasemissionen der Kernbilanz **um 24,1 % bis zum Jahr 2023 reduziert werden**. Diese Minderungsrate übertrifft den Absenkpfad zur Erreichung der Treibhausgasneutralität 2035 aus dem städtischen Klimaneutralitätskonzept (KNK). Um das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen und die Folgen des Klimawandels zu beschränken, **muss zukünftig die Anzahl und Qualität der energetischen Sanierungen** von treibhausgasintensiven Gebäuden in den kommenden Jahren **wesentlich erhöht werden**. Dies beinhaltet sowohl die Umstellung der Energieversorgung der städtischen Gebäude auf erneuerbare Energien als auch die Reduktion des Gesamtenergiebedarfs.

Wärmeverbrauch: Der absolute, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch im Berichtsjahr 2023 beträgt **25,3 Mio. kWh**. Das sind 2 Mio. kWh bzw. ca. **8 % mehr als im Jahr 2016**. Der **flächenspezifische Kennwert** ist jedoch **seit 2016 rückläufig**. Diesbezüglich lässt sich eine Reduktion um ca. 5 % von 92,6 kWh/(m²a) auf 88 kWh/(m²a) beobachten. Diese Entwicklung lässt sich auf die durchgeführten Maßnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz zurückführen.

Stromverbrauch: Der absolute Stromverbrauch **nimmt** in den letzten Jahren, abgesehen von den Corona Jahren 2020-2021, **tendenziell zu**. Im **Berichtsjahr 2023** verbrauchten die innerhalb der Kernbilanz betrachteten städtischen Gebäude etwa **6,8 Mio. kWh** Strom. Das ist rund 1 % weniger als im Vorjahr und etwa 20 % mehr als 2016. Die größten Stromverbraucher sind Schulen mit einem jährlichen Stromverbrauch von etwa 2,8 Mio. kWh. Im Durchschnitt verbraucht ein städtisches Gebäude pro m² im Jahr 2023 23,9 kWh Strom, was einer Steigerung von 8 % gegenüber dem Jahr 2016 entspricht. Die Bemühungen der letzten Jahre, den Strombezug durch die stetige Umstellung auf effiziente LED-Beleuchtungstechnik, den Ausbau der Photovoltaik und durch Betriebsoptimierung zu reduzieren, sind leider nicht direkt sichtbar, weil die Mehrverbräuche die Einsparungen übertreffen („Rebound-Effekt“). Daher sollten Maßnahmen zur Einsparung von elektrischer Energie deutlich intensiviert werden.

Wasserverbrauch: Im **Berichtsjahr 2023** belaufen sich die Wasserverbräuche auf etwa **66.000 m³, also 66 Mio. Liter**. Der absolute Wasserverbrauch ist, bezogen auf das Jahr 2016, um etwa 11 % angestiegen. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf die vom Energiemanagement neu erfassten Nutzungseinheiten wie Anschlussunterbringungen, Obdachlosenunterkünfte und Neubauten zurückzuführen. Im gleichen Zeitraum ist der flächenspezifische Kennwert von 0,23 m³/m², mit Ausnahme der Corona-Jahre, in etwa konstant geblieben.

2 Einleitung und Ziele

2.1 Aktuelle Informationen zum kommunalen Energiemanagement

Am 1. Februar 2023 hat der Landtag von Baden-Württemberg das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW 2023) verabschiedet. Mit diesem Gesetz wurde das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg aus dem Jahr 2013, das in den Jahren 2020 und 2021 novelliert wurde, weiterentwickelt. Die Energieverbrauchserfassungspflicht für Kommunen, die über ein systematisches Energiemanagement verfügen, wird in KlimaG BW 2023 §18 (4) geregelt. In Tabelle 1 ist dargestellt, wie die Anforderungen an ein systematisches Energiemanagement gemäß KlimaG BW 2023 §2 (13) durch die Stadt Ludwigsburg aktuell erfüllt werden.

Tabelle 1: Anforderungen an ein systematisches Energiemanagement

Anforderung KlimaG BW 2023 §2 (13)		Erfüllungsansatz Stadt Ludwigsburg
1	Formulierung von Energieeinspar- und Treibhausgasminderungszielen	Treibhausgasneutralität bis 2035 gemäß Beschluss Vorl. Nr. 409/22. Konkretisierung eines Reduktionspfads im Maßnahmenfeld „Treibhausgasneutrale Verwaltung“ (KNV) noch ausstehend. Ansatz für städtische Liegenschaften: siehe Abschnitt 2.3
2	Ämter- oder abteilungsübergreifende Koordinierung aller energierelevanten Aufgaben	Team Klima und Energie (Referat Stadtentwicklung, Klima und Internationales)
3	Benennung einer für das Energiemanagement zuständigen Person	Team Energiemanagement (Fachbereich Hochbau und Gebäudewirtschaft)
4	Kontinuierliche Energieberichtswesen einschließlich der Erstellung eines Energieberichts mit mindestens jährlichem Turnus	Der Klima- und Energiebericht wird im jährlichen Turnus in einer öffentlichen Sitzung vorgestellt und im Internet veröffentlicht (siehe https://www.ludwigsburg.de/start/stadt+entwickeln/bauprojekte.html).
5	Monatliches Energieverbrauchscontrolling	Erfolgt mithilfe der Software IngSoft Interwatt und per entsprechender Smartphone-App
6	Erfassung von jeweils mindestens 80 % des Endenergieverbrauchs in den Kategorien der Energieverbraucher gemäß KlimaG BW 2023 § 18 Absatz 2 Nummer 1 bis 8	Anforderung wird durch Erfassung aller Großverbraucher erfüllt. Details: siehe Tabelle 2

Bei der Erfassung des Energieverbrauchs werden gemäß KlimaG BW 2023 § 18 Absatz 2 von Energieverbrauchern Angaben für die folgenden Kategorien verlangt, sofern die Kommune die jeweiligen Energiekosten (ggf. anteilig) trägt:

1. Für Nichtwohngebäude: Die beheizbare Netto-Raumfläche sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme
2. Für Wohn-, Alten- und Pflegeheime oder ähnliche Einrichtungen, die zum dauerhaften Wohnen bestimmt sind: Die beheizbare Netto-Raumfläche sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme
3. Für Krankenhäuser und Kliniken: Die beheizbare Netto-Raumfläche, die Bettenzahl sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme
4. Für Sportplätze: Die Größe der Sportplatzfläche sowie der Endenergieverbrauch an Strom
5. Für Hallen- und Freibäder: Die beheizbare Netto-Raumfläche, die Flächen der Becken sowie der Endenergieverbrauch und die Energieträger getrennt nach Strom und Wärme
6. Für Straßenbeleuchtungen: Die Länge der beleuchteten Straßenzüge sowie der Endenergieverbrauch an Strom
7. Für Anlagen zur Wasserversorgung und Wasseraufbereitung: Die bereitgestellte Wassermenge in Kubikmetern, die Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner sowie der Endenergieverbrauch an Strom
8. Für Kläranlagen: Größenklasse und Einwohnerwert der Kläranlage, die Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner sowie der Endenergieverbrauch an Strom

Die Erfassung dieser Daten erfolgt mithilfe der Energiemanagementsoftware IngSoft Interwatt und der entsprechenden Smartphone-App. Die Übermittlung der Daten an das Land BW erfolgt Excel-basiert über die Online-Plattform Kom.EMS, siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: Logo der Online-Plattform Kom.EMS, Quelle: <https://www.komems.de>

Die Umsetzung der Energieverbrauchserfassungspflicht gemäß §18 KlimaG BW 2023 stellt für die Kommunen in der Praxis eine Herausforderung dar. So ist oftmals nicht klar, ob über bestimmte Liegenschaften berichtet werden muss oder nicht. Im Rahmen der FAQs auf der Online-Plattform Kom.EMS sind Regeln für diese Sonderfälle beschrieben. Einen Überblick über Sonderfälle und deren jeweilige Behandlung im Rahmen des kommunalen Energiemanagements der Stadt Ludwigsburg gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Regeln zur Berichterstattung von Sonderfällen gemäß §18 KlimaG BW 2023, Quelle: kom.EMS

<u>Sonderfall</u>	<u>Regeln zur Berichterstattung gemäß FAQ § 18 KlimaG BW 2023</u>	<u>Bedeutung für das kommunale Energiemanagement der Stadt Ludwigsburg</u>	<u>Art der Umsetzung im Klima- und Energiebericht der Stadt Ludwigsburg</u>
Ausgelagerte Verbraucher Eigenbetriebe, Gesellschaften	Wenn Verbraucher, die in die acht Kategorien gemäß KlimaG § 18 fallen, ausgelagert wurden, muss dennoch über sie berichtet werden. Die gewählte Unternehmens- oder Vertragsform ist dabei egal – es fallen alle folgenden Formen darunter: Regiebetrieb, Eigenbetrieb, Eigengesellschaft, Zweckverband, Kommune und privates Unternehmen gründen eine gemeinsame Gesellschaft (in der Regel GmbH), sonstige	Über die Eigenbetriebe SEL, TELB sowie die Gesellschaften WBL und SWLB muss mitberichtet werden.	Über die Eigenbetriebe SEL und TELB sowie die Gesellschaften SWLB und WBL wird in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ berichtet.
Gesellschaften, die zwei oder mehreren Kommunen gehören.	Wenn zwei oder mehr Städte zu je 74,9 % und 25,1 % an einer Gesellschaft (z. B. Stadtwerke) beteiligt sind und beide berichterstattungspflichtig sind, muss Doppelberichterstattung vermieden werden. Es gilt daher Folgendes: Zunächst ist zu klären, welche der Verbräuche der acht Kategorien für die einzelne Kommune bei den Stadtwerken liegen (z. B. Bäder, Parkhäuser). Für diese Liegenschaften fragt jede Stadt dann ihre Verbräuche an (siehe auch FAQ 3.7). Verwaltungsgebäude der Stadtwerke werden möglichst unter der 80 %-Regel weggelassen, ansonsten von der Kommune berichtet, auf deren Gemarkung sie stehen.	Sowohl die Stadt Ludwigsburg (74,9 %) als auch die Stadt Kornwestheim (25,1 %) müssen über die SWLB berichten.	Über die acht Kategorien der Eigenbetriebe der SWLB wird anteilig in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ berichtet. Liegenschaften auf der Gemarkung Kornwestheim werden nicht berücksichtigt (u.a. Verwaltungsgebäude).
Minderheitsbeteiligungen	Solange die Sperrminorität überschritten wird, also eine Kommune Anteile von mindestens 25,1 % besitzt, muss berichtet werden – bitte auch FAQ 3.7 beachten.	Über die acht Kategorien der Blühendes Barock Gartenschau LB GmbH (BlüBa) muss berichtet werden (Beteiligung 50 %).	Bilanzierung des BlüBa in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“

<u>Sonderfall</u>	<u>Regeln zur Berichterstattung gemäß FAQ § 18 KlimaG BW 2023</u>	<u>Bedeutung für das kommunale Energiemanagement der Stadt Ludwigsburg</u>	<u>Art der Umsetzung im Klima- und Energiebericht der Stadt Ludwigsburg</u>
Vermietete Gebäude	<p>Über vermietete Nichtwohngebäude, deren Rechnungen teilweise oder ganz direkt an Mieter gehen, muss nicht berichtet werden.</p> <p>Über Wohngebäude, die keine Wohnheime sind, muss nicht berichtet werden.</p> <p>Freiwillige Berichterstattung ist möglich, wenn alle Verbräuche der Liegenschaft bekannt sind.</p>	Über vermietete Nichtwohngebäude kann berichtet werden, muss aber nicht.	Vermietete Nichtwohngebäude, deren Energieverbräuche bereits erfasst werden und bei denen die Stadt indirekt (z. B. durch Zuschüsse für Kindertageseinrichtungen) die Energiekosten trägt, werden in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ bilanziert.
Angemietete Gebäude	<p>Über angemietete Gebäude muss berichtet werden, denn für diese fallen auch Energiekosten an, die die Gemeinde trägt.</p> <p>Im Rahmen der 80 %-Regelung können diese Liegenschaften jedoch ggf. weggelassen werden.</p> <p>Wenn die Nebenkostenabrechnung des Vermieters zu spät erfolgt, sollte über Ablesewerte berichtet werden. Nur im Notfall sollten die Werte des Vorjahres berichtet werden (mit entsprechendem Abrechnungszeitraum).</p>	Es muss über Anschlussunterbringungen berichtet werden, die vorwiegend dem dauerhaften Wohnen (über sechs Monate) dienen UND einen „wohnheimartigen“ Charakter haben – z. B. relative Größe, Gemeinschaftsräume. Separat angemietete Objekte (Wohnungen/ Wohnhäuser) zur Unterbringung von geflüchteten Familien werden nicht erfasst, da dies keine Wohnheime sind.	Über angemietete Gebäude wird in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ berichtet. Hierzu zählen nur die Anschlussunterbringungen mit Wohnheimcharakter. Energieverbräuche, die unter die 80 %-Regel fallen und nur aufwendig ermittelt werden können, werden nicht berücksichtigt (z. B. angemietete Verwaltungsgebäude).
Landeseigentum	Wenn eine Liegenschaft Eigentum des Landes ist, aber die Kommune die Rechnungen bezahlt, muss nicht berichtet werden.	-	-
Rechnung nicht an Kommune	Wenn Rechnungen für eine Liegenschaft nicht direkt an die Kommune gehen, sondern an ein Unternehmen, das der Kommune anteilig gehört, muss darüber berichtet und die Rechnungen angefragt werden. Nicht zu berichten ist über Liegenschaften, bei denen die Kommune lediglich einen Kostenzuschuss an externe Betreiber bezahlt, an dem sie aber keine Anteile (bzw. weniger als 25,1 % Anteile) hält. (z. B. Kindergarten eines Trägers)	Über die Energieverbräuche von an externe Betreiber vermietete Kindertagesstätten muss nicht berichtet werden.	Vermietete Nichtwohngebäude, deren Energieverbräuche bereits erfasst werden, werden in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ bilanziert.
Sonderbauten	Alle in der Liste „FAQ 12.12 Bauwerkstypen“ aufgeführten Bauwerkstypen, die im Erfassungstool ausgewählt werden können, gehören prinzipiell dazu und sollten berichtet werden.	Hierzu zählen auch Krematorien (FB67), Parkhäuser und Tiefgaragen (SWLB) und Gebäude zur Tierhaltung (BlüBa).	Über die Sonderbauten wird in „Scope 3 / weitere städtische Verbraucher“ berichtet.

Zusammengefasst gehören zum Aufgabenbereich des Energiemanagements des FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT folgende Tätigkeiten:

- Controlling der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen: Erfassung und Monitoring von Verbrauchsdaten städtischer Gebäude, Umsetzung von Einsparmaßnahmen, Energierecht, Energiewirtschaft, Erstellung Klima- und Energiebericht, Bereitstellung von Verbrauchsdaten (u.a. Kom.EMS, European Energy Award)
- Qualitätssicherung „Nachhaltigkeit“ bei städtischen Hochbauprojekten: Umsetzung der städtischen Klimaschutz- und Klimaanpassungsziele, Energiekonzeption, Bauphysik, Nachhaltiges Bauen Baden-Württemberg (NBBW), Klimaanpassung, Cradle to Cradle, Förderanträge klimafreundliches Bauen
- Ausbau der Erneuerbaren Energie: Photovoltaik, regenerative Heiztechniken (u. a. Fernwärme, Wärmepumpen)

Das Team „Energiemanagement“ des FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT umfasst, Stand September 2024, vier Stellen. Im Rahmen der Förderung des Wettbewerbs „Auf dem Weg zur Klimaneutralität“ ist eine zusätzliche Stelle zum Ausbau von Photovoltaikanlagen auf städtischen Dachflächen befristet finanziert.

2.2 Aktuelle energie- und klimapolitische Entwicklungen im Gebäudesektor

Europäische Union:

Am 14. Juli 2021 hat die Europäische Kommission das „Fit for 55“-Programm verabschiedet, mit dem die bestehenden Klima- und Energievorschriften angepasst werden, um das EU-Ziel einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG) um mindestens 55 % bis 2030 zu erreichen.

Die Grundlage zur Erreichung dieser Ziele wurde für die EU in der Energieeffizienzrichtlinie (EU) 2023/17911 vom 13. September 2023 verankert. Am 20. Oktober 2023 wurde das Energieeffizienzgesetz (EnEFG) nun auch im Bundesrat beschlossen, welches erstmalig konkrete Ziele für die Senkung des Energieverbrauchs festlegt. Auch wenn aus diesem Bundesgesetz keine direkten Verpflichtungen für Kommunen entstehen, müssen die Länder die Einsparziele dennoch zeitnah in Landesrecht umsetzen und die Kommunen in der Folge zu verschiedenen Maßnahmen verpflichten.

Darin enthalten ist unter anderem die Anforderung an den öffentlichen Sektor, den **Gesamtendenergieverbrauch** aller öffentlichen Einrichtungen im Vergleich zum Jahr 2021 jährlich **um mindestens 2 % bis 2045 zu senken**.

Es ist davon auszugehen, dass diese Vorgaben bereits in der für Ende 2024 geplanten Novellierung des Klimaschutzgesetzes des Landes (KlimaG BW) integriert werden.

Bund:

Im März 2022 hat die Regierungskoalition beschlossen, dass ab 2024 möglichst jede neu eingebaute Heizung zu 65 % mit Erneuerbaren Energien (EE) betrieben werden soll, um sich von einer Abhängigkeit von fossilen Energien im Gebäudebereich zu lösen und das Heizen schrittweise klimafreundlicher zu machen. Die Umsetzung dieser Anforderung erfolgte mit dem neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches, nach Verabschiedung im Bundestag, am 01.01.2024 in Kraft trat.

Land Baden-Württemberg:

Die Anforderungen an das kommunale Energiemanagement, die aus §18 des am 01.02.2023 verabschiedeten Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW 2023) hervorgehen, werden in Abs. 2.1 näher beschrieben. § 3 KlimaG BW legt die sogenannte Klima-Rangfolge fest. Demnach soll bei Schutz des Klimas folgende Rangfolge in absteigender Reihe eingehalten werden:

1. Vermeiden von Treibhausgasemissionen,
2. Verringern von Treibhausgasemissionen und
3. Versenken nicht oder mit verhältnismäßigem Aufwand nicht zu vermeidender oder zu verringernder Treibhausgase.

Darüber hinaus wird in § 8 KlimaG BW 2023 zur Berücksichtigung gesellschaftlicher Kosten durch Umweltbelastungen der „CO₂-Schattenpreis“ eingeführt. Dieser soll zunächst nur bei der Planung von Baumaßnahmen betreffend Liegenschaften des Landes berücksichtigt werden. Es heißt „[...] insbesondere bei dem Neubau und der Sanierung von Bauwerken im Eigentum des Landes, ist im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen ein rechnerischer Preis entsprechend des vom Umweltbundesamt wissenschaftlich ermittelten und empfohlenen Wertes für jede über den Lebenszyklus der Maßnahme entstehende Tonne Kohlenstoffdioxid zu veranschlagen (CO₂-Schattenpreis)“. Den Gemeinden und Gemeindeverbänden wird in § 8 Satz 6 KlimaG BW 2023 empfohlen, für die Planung von Baumaßnahmen sowie die Beschaffung von Liefer- und Dienstleistungen in eigener Zuständigkeit einen CO₂-Schattenpreis einzuführen.

Eine erneute Novellierung des KlimaG BW ist bereits geplant.

Stadt Ludwigsburg

Am 15.12.2022 hat sich der Gemeinderat in der Beschluss-Vorl. Nr. 409/22 ausdrücklich zum Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2035 bekannt. Dieses Ziel gilt auch für die städtische Verwaltung mit ihren Liegenschaften, dem Fuhrpark und weiteren Treibhausgasemittenten. Der FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT plant daher die Erstellung eines Aktionsplans für den klimafreundlichen Gebäudebetrieb bis 2035, in dem konkrete und realistische Klimaneutralitätspfade für die städtischen Gebäude unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Kriterien aufgezeigt werden sollen. Die

Erstellung dieses Fahrplans soll mithilfe von Fördergeldern aus dem Wettbewerb des Landes Baden-Württemberg „Auf dem Weg zur Klimaneutralität“ finanziert werden.

Als Vorabmaßnahme hat der FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT bereits eine Liste mit Heizungsanlagen städtischer Gebäude erstellt, die mit fossilen Energieträgern beheizt werden und deren Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt werden muss. Darüber hinaus findet ein objektspezifisches CO₂-Monitoring sämtlicher städtischer Großverbraucher statt.

2.3 Ziele zur Energieeinsparung und Treibhausgasminderung

Abbildung 2 stellt einen „1,5 °C-kompatiblen“ Zielpfad zur Erreichung der Klimaneutralität in Ludwigsburg dar, bezogen auf die nicht-witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen der Gesamtstadt unter Berücksichtigung der Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe und sonstiges“, „Verarbeitendes Gewerbe“, „Verkehr“ und „Kommunale Liegenschaften“. (Quelle: Klimaneutralitätskonzept 2035, Stadt Ludwigsburg, Oktober 2022).



Abbildung 2: Zielpfad der Treibhausgasminderung bis 2035 für Ludwigsburg (Gesamtstadt)

Zur Zielerreichung ist es notwendig, die Treibhausgasemissionen stadtweit um etwa 22 % pro Jahr zu reduzieren.

Die Stadtverwaltung muss hierzu einen Beitrag leisten, insbesondere durch die Reduktion der Emissionen beim städtischen Gebäudebetrieb. Tabelle 3 stellt Orientierungswerte für notwendige Minderungsrate für die städtischen Treibhausgasemissionen (THG-Minderungsrate) in Anlehnung an den in Abbildung 2 beschriebenen Zielpfad dar.

Zeitraum	THG-Minderungsrate pro Jahr	Gesamtreduktion
2016-2023	3 %	19 %
2023-2025	23 %	41 %
2025-2030	22 %	72 %
2030-2035	37 %	90 %

Tabelle 3: THG-Minderungsrate (Orientierungswerte)

Da der Reduktionspfad ab 2023 ff. eine massive Erhöhung der Minderungsrate vorsieht, muss die Umsetzung von Energie- und CO₂-Einsparmaßnahmen in Abstimmung mit der Zielerreichung einer klimaneutralen Kommunalverwaltung (KNV) und mithilfe der Bereitstellung entsprechender Kapazitäten stark ausgeweitet werden.

Zu den Energie- und CO₂-Einsparmaßnahmen zählen:

- Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen auf erneuerbare Energieträger unter Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung
- Sanierungsmaßnahmen zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz
- Ausbau der Photovoltaik
- Energiemanagement-Maßnahmen z. B. Betriebsoptimierung

Geplant ist die Erstellung eines Aktionsplans „Klimafreundlicher Gebäudebetrieb 2035“, der unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Kriterien ein möglichst realistisches Umsetzungsszenario von Sanierungsmaßnahmen zur Zielerreichung aufzeigen soll.

3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen, Verbräuche und Kosten

In diesem Kapitel werden die Entwicklungen der endenergiebedingten Treibhausgasemissionen und der Energie- und Wasserverbräuche sowie der entsprechenden Kosten dargestellt.

3.1 Randbedingungen

Folgende **Randbedingungen** liegen den Verbrauchsdaten zugrunde, sofern nicht anders beschrieben.

Datenquelle: Die Ergebnisse basieren auf Verbrauchsdaten, die mithilfe der digitalen, überwiegend monatlichen Übermittlung von Zählerständen durch die Gebäudebetreuung (per Online-Eingabe oder Smartphone-App) oder durch installierte Datenlogger an die Energiemanagementsoftware übermittelt werden. Zukünftig soll ein Großteil der Energie- und Wasserverbräuche automatisiert erfasst und übermittelt werden.

Datenverarbeitung: IngSoft InterWatt, Version 22.00.00.00

Berechnungsfehler und Datengüte: Etwaige Berechnungs- und Interpolationsfehler auf Basis defekter Zähler, fehlender Zählerstände, neu in das Energiecontrolling aufgenommener Gebäude etc. sind möglich. Die Datengüte wird durch ein kontinuierlich durchgeführtes Screening in den folgenden Klima- und Energieberichten weiter optimiert.

Verbrauchsverzerrende Einflüsse: Die Berücksichtigung verbrauchsverzerrender Einflüsse erfolgt auf Basis etablierter Berechnungsmethoden, sofern vorhanden und nicht anders beschrieben (z. B. Witterungsbereinigung). Die Bereinigung von gebäudespezifischen Stromverbräuchen durch mit Gebäudestrom versorgten E-Ladesäulen ist seit dem Berichtsjahr 2022 berücksichtigt. Die Raumbeheizung mittels elektrischer Wärmepumpe wird aktuell nicht im Energiebereich „Wärme“, sondern im Energiebereich „Strom“ bilanziert. Eine Entkopplung des Wärmeverbrauchs der Trinkwassererwärmung von der Witterungsbereinigung muss noch umgesetzt werden.

Bilanzierte Gebäude: Die Bilanzierungsgrenze orientiert sich an den Vorgaben des KlimaG BW (siehe Abs. 2.1) und des Greenhouse-Gas-Protokolls (GHG), ein anerkannter und weltweit etablierter Standard zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen. Das GHG differenziert hinsichtlich der Art der Emissionen zwischen sogenannten „Scopes“. Von Relevanz für den städtischen Gebäudebetrieb sind insbesondere die Scope 1 und 2 Emissionen, die in der sogenannten „**Kernbilanz**“ betrachtet werden:

- Scope 1 Emissionen: Wärmebedingte Emissionen aus Erdgas, Heizöl und Biomasse, die durch den Gebäudebetrieb direkt im Gebäude freigesetzt werden
- Scope 2 Emissionen: Energiebedingte Emissionen aus Fernwärme und Strom, die durch den Gebäudebetrieb nicht direkt in einem Gebäude, sondern an einem anderen Ort freigesetzt werden

Zusätzlich zu den Scope 1 und 2 Emissionen werden Scope 3 Emissionen unterschieden. Hierbei handelt es sich um Emissionen aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten (z. B. „graue Energie“ in Baustoffen) oder Aktivitäten, auf die der FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT keinen direkten Einfluss hat (z. B. angemietete Gebäude).

Anzahl der vom Energiemanagement innerhalb der **Kernbilanz** betrachteten Gebäude in Jahr 2023:

~ 157 Objekte mit ca. 290.000 m²_{NRF}

Flächenbereinigung: Um Verbrauchsdaten von Gebäuden für eine Bewertung besser vergleichbar zu machen, ist es im Energiecontrolling eine gängige Methode, Verbrauchsdaten flächenspezifisch darzustellen. Daher kommt diese Methode in diesem Klima- und Energiebericht zum Einsatz. Hierbei wurde die Nettoraumfläche (NRF) aus der DIN 277, die nach DIN V 18599 die Energiebezugsfläche darstellt, verwendet.

Witterungsbereinigung: Die Wärmeverbräuche werden mithilfe von sogenannten Gradtagszahlen gemäß VDI 2067 auf einen „Norm-Winter“ umgerechnet und somit von der Temperaturabhängigkeit entkoppelt. Für die Berechnungen wird in diesem Bericht die Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Stuttgart-Schnarrenberg sowie das langjährige Mittel der Jahre 1970-2010 herangezogen. Die Berücksichtigung witterungsunabhängiger Wärmeverbrauchsanteile für die Warmwasserbereitung (z. B. durch Sockelverbrauch, der von der Witterungsbereinigung ausgenommen werden muss), erfolgt aktuell noch nicht. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der „Gradtagszahlen“ sowie die Gradtagszahl des langjährigen Mittels ($K_d \approx 3.500$) der Wetterstation Stuttgart-Schnarrenberg.

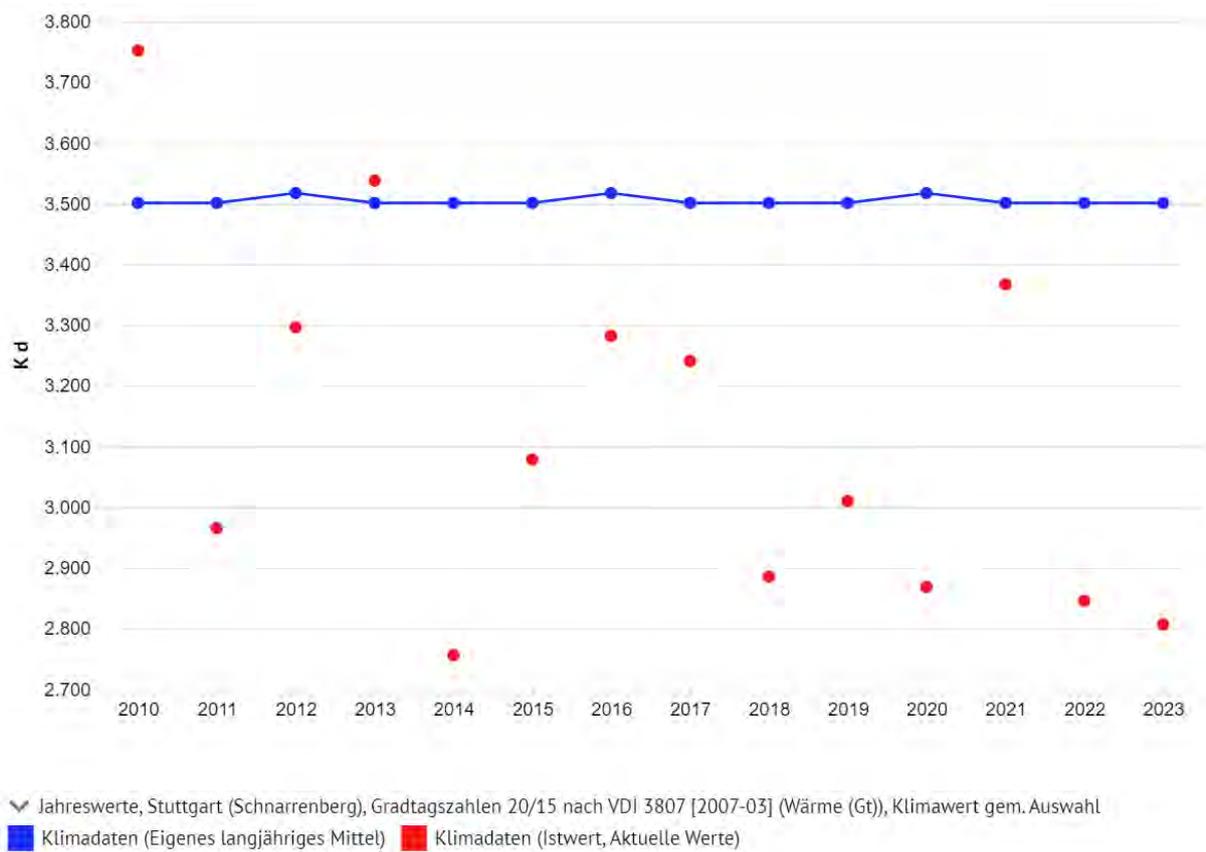


Abbildung 2: Gradtagszahlen Wetterstation Stuttgart Schnarrenberg

Demnach lagen die jahresspezifischen Gradtagszahlen des vergangenen Jahrzehnts nur zwei Mal oberhalb der Gradtagszahl des langjährigen Mittels. Die letzten Jahre waren vergleichsweise warm. Die Gradtagszahl von 2806,7 für das Jahr 2023 bestätigt diesen Trend. Verglichen mit dem Jahr 2022 ist das Jahr 2023 etwa 1,4 % wärmer.

Treibhausgasemissionen: Es werden direkte und indirekte Treibhausgasemissionen, sowie die Emission weiterer Treibhausgase wie Methan und Lachgas in CO₂-Äquivalenten berücksichtigt (in Anlehnung an die Berechnungsmethodik zur Ökobilanzierung von Kommunen „bico2BW“ mit Daten gemäß GEMIS und IFEU). Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt i. d. R. ohne Witterungsbereinigung.

Emissionsfaktoren: Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen eingesetzter Fernwärme werden aktuell die von den Stadtwerken Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) veröffentlichten netzspezifischen Emissionsfaktoren verwendet. Diese werden Gebäudeenergiegesetz (GEG) konform gemäß AGFW-Regelwerk FW 309 nach der sogenannten Strom-Gutschriftmethode berechnet. Nach dieser Berechnungsmethode ist es möglich, dass sich Emissionsfaktoren von „0“ ergeben, obgleich ein Einsatz

von fossilen Energieträgern zur Wärmeerzeugung erfolgt. Dieser Berechnungsmethode steht die sogenannte „Carnot-Methode“ gegenüber, bei der keine Stromgutschrift möglich ist und die Emissionsfaktoren somit ungünstiger ausfallen. Gemäß GEG § 22 (5) ist möglicherweise eine gesetzliche Regelung zur Umstellung des Berechnungsverfahrens ab dem Jahr 2030 vorgesehen. In den Regeln zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen von Kommunen und Kommunalverwaltung („BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal“) ist nur die Carnot-Methode zur Berechnung von Emissionsfaktoren für Fernwärmenetze zulässig. Bis auf Weiteres werden im Klima- und Energiebericht die Emissionsfaktoren nach der gemäß aktuellem GEG gültigen Stromgutschriftmethode verwendet. **Eine Umstellung in den kommenden Jahren ist nicht auszuschließen.**

Seit dem Berichtsjahr 2021 wird die Vorgabe umgesetzt, dass sowohl für zertifizierten Ökostrom als auch anteiliges Biogas die Emissionsfaktoren für den jeweiligen Energiemix in der BRD berücksichtigt werden. Diese berücksichtigen die o. g. Treibhausgase (vgl. Tools zur Ökobilanzierung von kommunalen Prozessen EEA und bico2BW).

Energiebilanzierung Gas: Unter Berücksichtigung der Zustandszahl werden Heizwert-bezogene Energiemengen bilanziert. Seit 2016 bezieht die Stadt Ludwigsburg per Beschluss durch den Gemeinderat Gas mit den Anteilen von 90 % Erdgas und 10 % zertifiziertes Biomethan.

Energiebilanzierung Strom: Hier wird der Strombezug betrachtet, nicht der tatsächliche Stromverbrauch, der sich aus dem Strombezug und dem im Gebäude durch Blockheizkraftwerke oder Photovoltaik erzeugten und eigenverbrauchten Strom zusammensetzt. Seit 2013 bezieht die Stadt Ludwigsburg per Beschluss durch den Gemeinderat für städtische Abnahmestellen 100 % zertifizierten Ökostrom. Im vorliegenden Energiebericht 2023 wurden die Emissionsfaktoren für den Strommix mit den Emissionsfaktoren der städtischen Treibhausgasbilanz abgeglichen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Emissionsfaktoren, die für die Kernbilanz relevant sind, für die Jahre 2016 bis 2023 in kg/MWh CO₂- Äquivalent dargestellt. Seit dem 14.04.2021 beträgt der Emissionsfaktoren für alle Fernwärmenetze 0,0 kg/MWh-CO₂- Äq. Vereinfacht wird somit der Emissionswert von 0,0 kg/MWh-CO₂- Äq. ab dem Jahr 2022 bilanziell angesetzt. Dem gegenüber beträgt der Emissionsfaktor für Fernwärme nach der Carnot-Methode 157 kg/MWh, wie er auch in der Treibhausgasbilanz der Verwaltung verwendet wird.

Medium	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fernwärme, Verbundnetz	49	49	49	60	61	40	0	0
Fernwärme, TDL	327	327	327	327	61	40	0	0
Fernwärme, Sonnenberg	183	183	183	0	0	0	0	0
Fernwärme, Rotbäumlesfeld	328	328	328	328	61	40	0	0
Fernwärme, Neckarweihingen	0	0	0	0	0	0	0	0
Fernwärme, Eglosheim	105	105	105	105	105	105	0	0
<i>Fernwärme, pauschal nach Carnot-Methode</i>	-	-	-	-	-	-	157	-
Nahwärme aus Gas	197	197	197	197	197	197	197	197
Erdgas	250	250	250	250	250	250	250	250
Heizöl	319	319	319	319	319	319	319	319
Strommix, BRD	581	554	544	478	438	472	499	445

Tabelle 4: Emissionsfaktoren in kg/MWh-CO₂- Äq., 2016-2023 (aktuell)

Seit dem Jahr 2020 gehören die Netze Rotbäumlesfeld und TDL zum Verbundnetz.

Im vorherigen Energiebericht 2022 wurden nachfolgende Emissionsfaktoren zur Berechnung der Treibhausgasemissionen verwendet, die im aktuellen Energiebericht auch rückwirkend für die alten Berichtsjahre korrigiert wurden. Die korrigierten und aktuell nicht mehr gültigen Werte sind in der nachfolgenden Tabelle rot hinterlegt.

Medium	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fernwärme, Verbundnetz	49	49	49	60	61	40	40
Fernwärme, TDL	327	327	327	327	61	40	40
Fernwärme, Sonnenberg	183	183	183	183	105	105	105
Fernwärme, Rotbäumlesfeld	328	328	328	328	61	40	40
Fernwärme, Eglosheim	105	105	105	105	105	105	105
Strommix, BRD	564	519	502	425	425	425	425

Tabelle 5: Emissionsfaktoren in kg/MWh-CO₂- Äq., 2016-2022 (alt)

3.2 Flächenentwicklung

Die nachfolgende Abbildung stellt die Entwicklung der vom FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT bewirtschafteten Nettoraumfläche in m² dar.

Die bewirtschaftete Nettoraumfläche hat seit 2016 um ca. 20 % von ca. 356.000 m² auf ca. 427.000 m² im Jahr 2023 zugenommen.

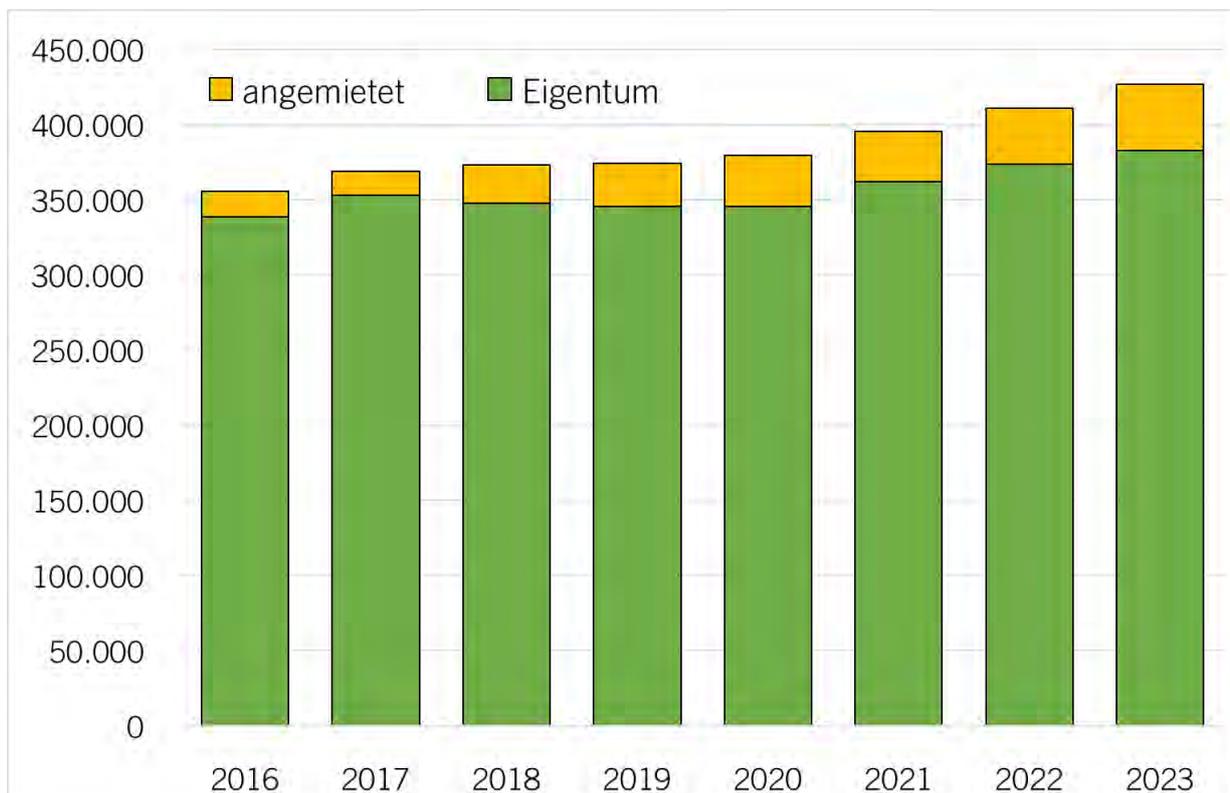


Abbildung 3: Bewirtschaftete Nettoraumfläche 2016-2023

Hinweis: Das Energiemanagement erfasst nur die Energieverbräuche von den für die Bilanzierung relevanten Gebäuden. Die bewirtschaftete Nettoraumfläche entspricht daher nicht der Energiebezugsfläche zur Berechnung von Verbrauchskennzahlen in Abs. 3.3 ff.

3.3 Treibhausgasemissionen

Im Klima- und Energiebericht wird unterschieden zwischen der „Kernbilanz“ (Scopes 1 und 2, siehe Abs. 3.1: Städtische Gebäude im Eigentum inkl. Vermietung mit Energiekostenbeteiligung) und „weiteren städtischen Emissionsquellen (Scope 3)“, unter die neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT fallen.

3.3.1 Kernbilanz (Scopes 1 und 2)

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Treibhausgasemissionen des städtischen Gebäudebetriebs in CO₂-Äquivalenten für die unterschiedlichen Nutzungseinheiten von 2016 bis 2023 ohne Witterungsberreinigung:

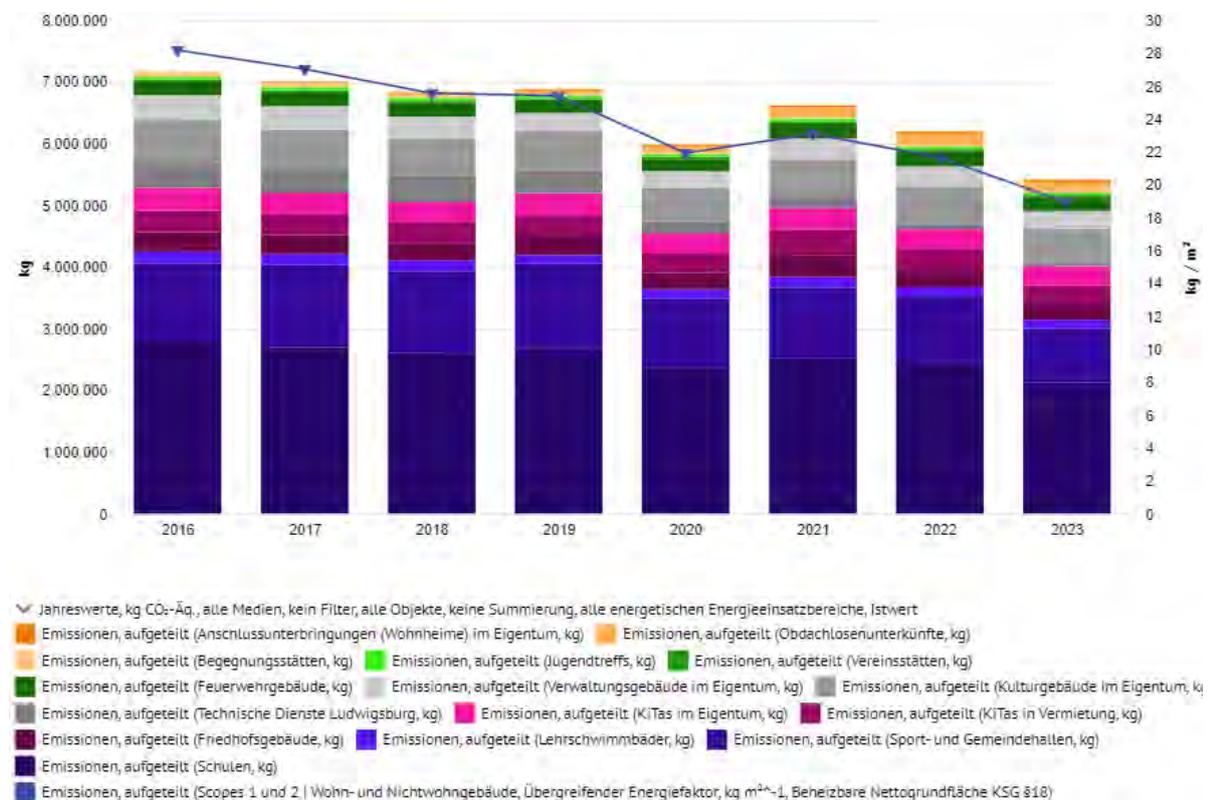


Abbildung 4: Kernbilanz: THG-Emissionen 2016 – 2023, nicht witterungsberreinigt

Im Berichtsjahr 2023 belaufen sich die absoluten, nicht witterungsberreinigten Treibhausgasemissionen auf rund 5.443 t CO₂-Äquivalente. Hieraus resultieren gesellschaftliche Kosten durch Umwelt-

belastungen für das Jahr 2023 in Höhe von rund 1,36 Mio. €, basierend auf der Empfehlung des Umweltbundesamt zu den Klimakosten für 2023 in Höhe von 250 €/t CO₂-Äquivalente.

Im Jahr 2023 konnte eine signifikante Verringerung der Treibhausgasemissionen erreicht werden. Dies ist vor allem auf die Senkung der Emissionsfaktoren für Fernwärme (seit 2022: 0,0 kg/MWh) und den reduzierten Emissionsfaktor für den Strommix (seit 2023: 445 kg/MWh, im Jahr 2022: 499 kg/MWh) sowie auf den reduzierten Wärmeverbrauch im Vergleich zu 2022 zurückzuführen.

Die Treibhausgasemissionen verteilen sich im Jahr 2023 wie folgt auf die unterschiedlichen Gebäudetypen:

Jahreswerte	Tonnen CO ₂ -Äquivalente	Anteile
Schulen	2.142	39,4%
Sport- und Gemeindehallen	876	16,1%
Kulturgebäude im Eigentum	545	10,0%
KiTas im Eigentum	317	5,8%
KiTas in Vermietung	317	5,8%
Verwaltungsgebäude im Eigentum	282	5,2%
Friedhofsgebäude	245	4,5%
Feuerwehrgebäude	230	4,2%
Obdachlosenunterkünfte	168	3,1%
Lehrschwimmbäder	142	2,6%
Technische Dienste Ludwigsburg	67	1,2%
Jugendtreffs	37	0,7%
Anschlussunterbringungen (Wohnheime) im Eigentum	34	0,6%
Vereinsstätten	26	0,5%
Begegnungsstätten	16	0,3%
Gesamt	5.443	100%

Tabelle 6: Kernbilanz: THG-Emissionen, Anteile je Nutzungseinheit, 2023

Von 2016 bis 2023 konnten die absoluten Treibhausgasemissionen in diesen Nutzungseinheiten **um 24,1 % reduziert werden**. Somit ist die Vorgabe hinsichtlich einer THG-Minderungsrate für den Zeitraum 2016 - 2023 des in Tabelle 3 in Abschnitt 2.3. erläuterten Zielpfads zur Erreichung der Klimaneutralität 2035 für die Kernbilanz erreicht.

Die **flächenspezifischen Treibhausgasemissionen** konnten seit 2016 von 28 kg CO₂-Äquivalente/m²a um 32 % auf rund 19 kg CO₂-Äquivalente/m²a im Jahr 2023 **reduziert** werden.

Bemerkung: Die Lehrschwimmbäder bleiben in der Ermittlung des flächenspezifischen Kennwerts unberücksichtigt.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Treibhausgasemissionen des städtischen Gebäudebetriebs in CO₂-Äquivalenten von 2016 bis 2023 mit Witterungsbereinigung.

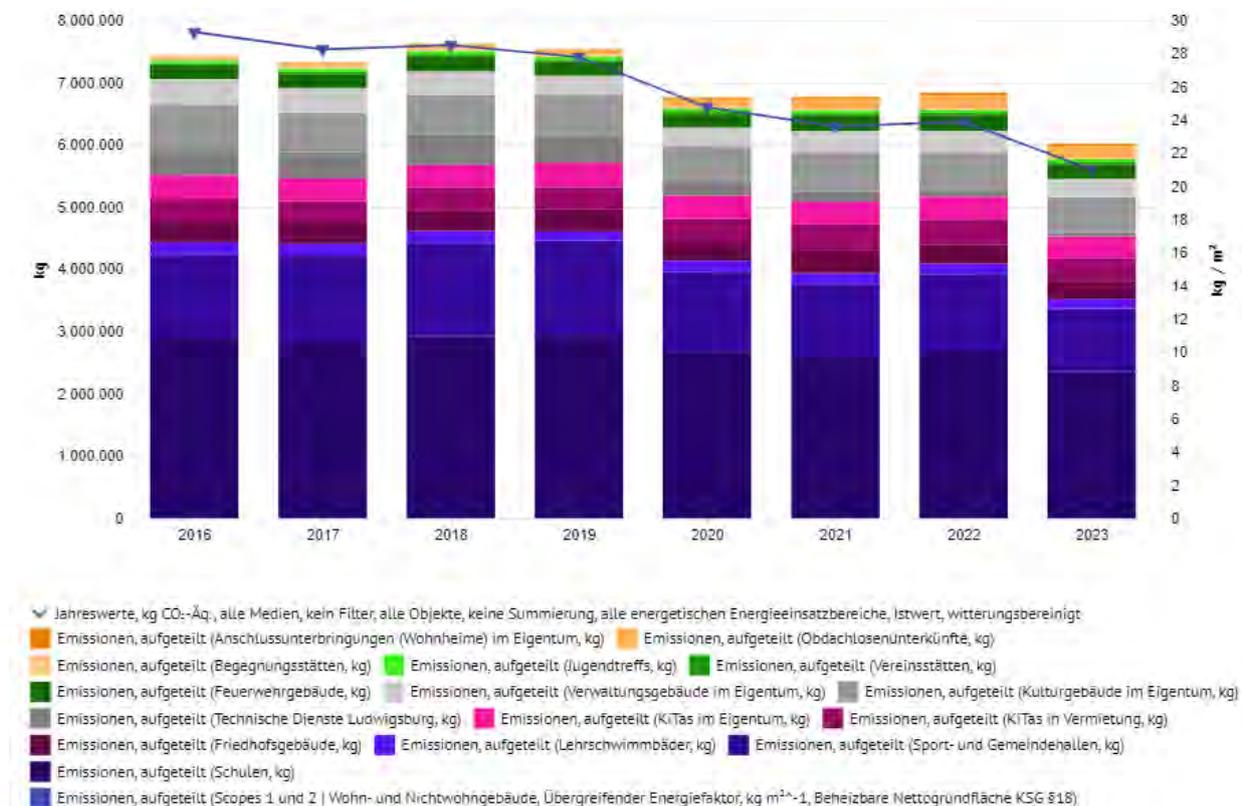


Abbildung 5: Kernbilanz: Entwicklung THG-Emissionen 2016 – 2023, witterungsbereinigt

Im Berichtsjahr 2023 belaufen sich die absoluten, witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen auf rund **6.040 Tonnen CO₂-Äquivalente**. Demnach konnten die absoluten, witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen seit 2016 um 1.406 Tonnen bzw. 19 % bis zum Jahr 2023 reduziert werden. Somit ist die Vorgabe hinsichtlich einer THG-Minderungsrate für den Zeitraum 2016 - 2023 des in Abschnitt 2.3 Tabelle 3 erläuterten Zielpfads zur Erreichung der Klimaneutralität 2035 für die Kernbilanz auch witterungsbereinigt erreicht.

Im Vergleich zur THG-Minderungsrate von 24 %, die sich aus der Berechnung ohne Witterungsbereinigung ergibt, wird klar, dass die relativ warmen Winter der vergangenen Jahre die THG-Reduktion begünstigt haben. Darüber hinaus ist diese positive Entwicklung, trotz Flächenzuwachs, das Resultat der durchgeführten Maßnahmen zur Anbindung der städtischen Gebäude an die Fernwärme sowie zur Reduktion des Wärme- und Strombedarfs. Um das Ziel der Klimaneutralität 2035 zu erreichen und die Folgen des Klimawandels zu beschränken, muss die **Anzahl und Qualität der energetischen Sanierungen**

von treibhausgasintensiven Gebäuden in den kommenden Jahren **wesentlich erhöht werden**. Dies beinhaltet sowohl die Umstellung der Energieversorgung der städtischen Gebäude auf erneuerbare Energien als auch die Reduktion des Gesamtenergiebedarfs.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit den **größten, absoluten Treibhausgasemissionen** auf Basis des Energieverbrauchs im Jahr 2023 sind (ohne Witterungsbereinigung):

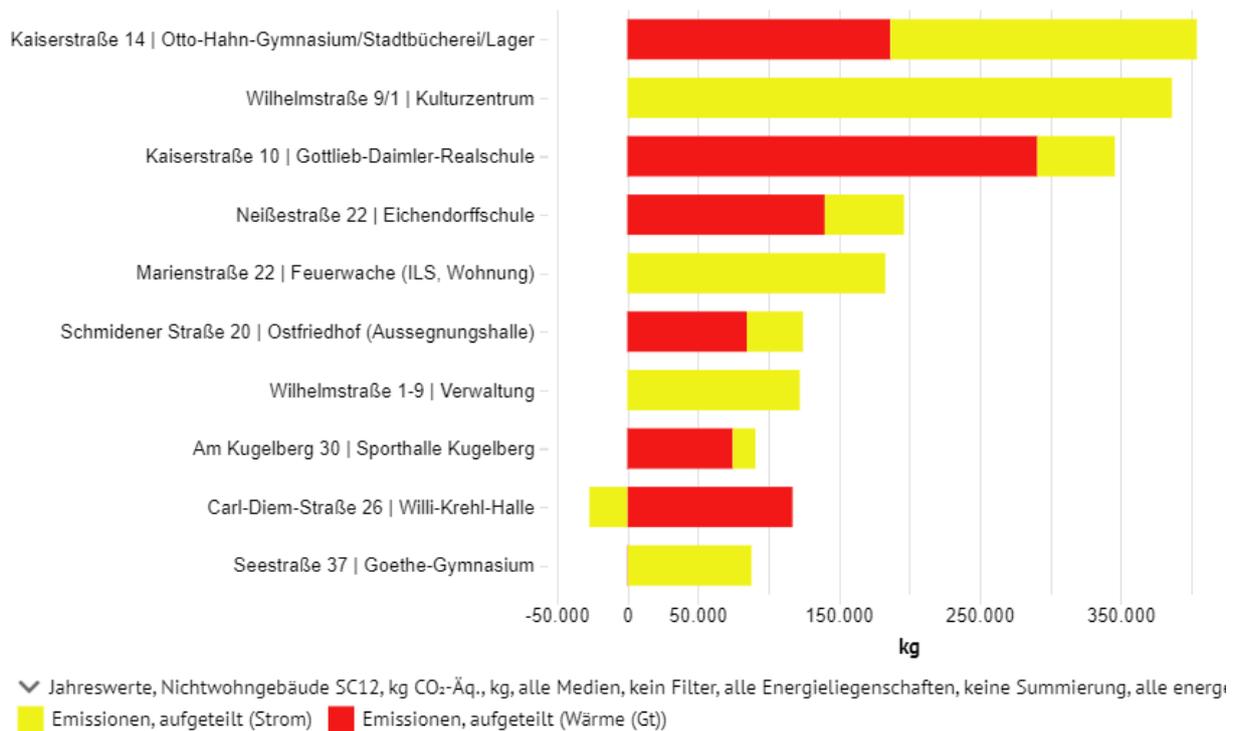
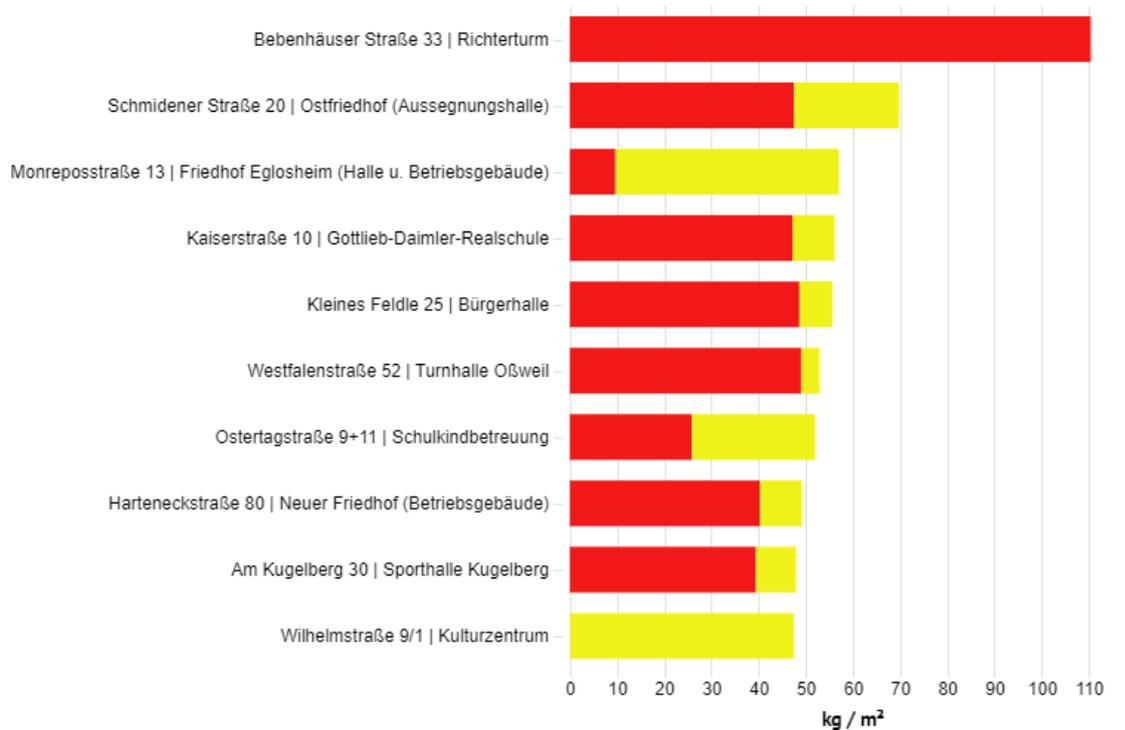


Abbildung 6: Kernbilanz: größte, absolute THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023

Bemerkung: In der Carl-Diem-Straße 26 befinden sich zwei Blockheizkraftwerke (BHKWs), die neben Wärme auch Strom erzeugen. Im Jahr 2023 haben diese mehr Strom produziert, als im Gebäude verbraucht worden ist. Dies führt zu einem positiven Fußabdruck in der Treibhausgasbilanz dieses Gebäudes.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit den größten, flächenspezifischen Treibhausgasemissionen auf Basis des Energieverbrauchs im Jahr 2023 sind (ohne Witterungsbereinigung):



▼ Jahreswerte, Nichtwohngebäude SC12, Übergreifender Energiefaktor, kg CO₂-Äq., kg m²-1, alle Medien, kein Filter, alle Energieliegenschaf.
■ Emissionen, aufgeteilt (Strom) ■ Emissionen, aufgeteilt (Wärme (Gt))

Abbildung 7: Kernbilanz: größte, spezifische THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit den **geringsten, flächenspezifischen und absoluten Treibhausgasemissionen** auf Basis des Energieverbrauchs im Jahr 2023 sind in nachfolgenden Diagrammen dargestellt.

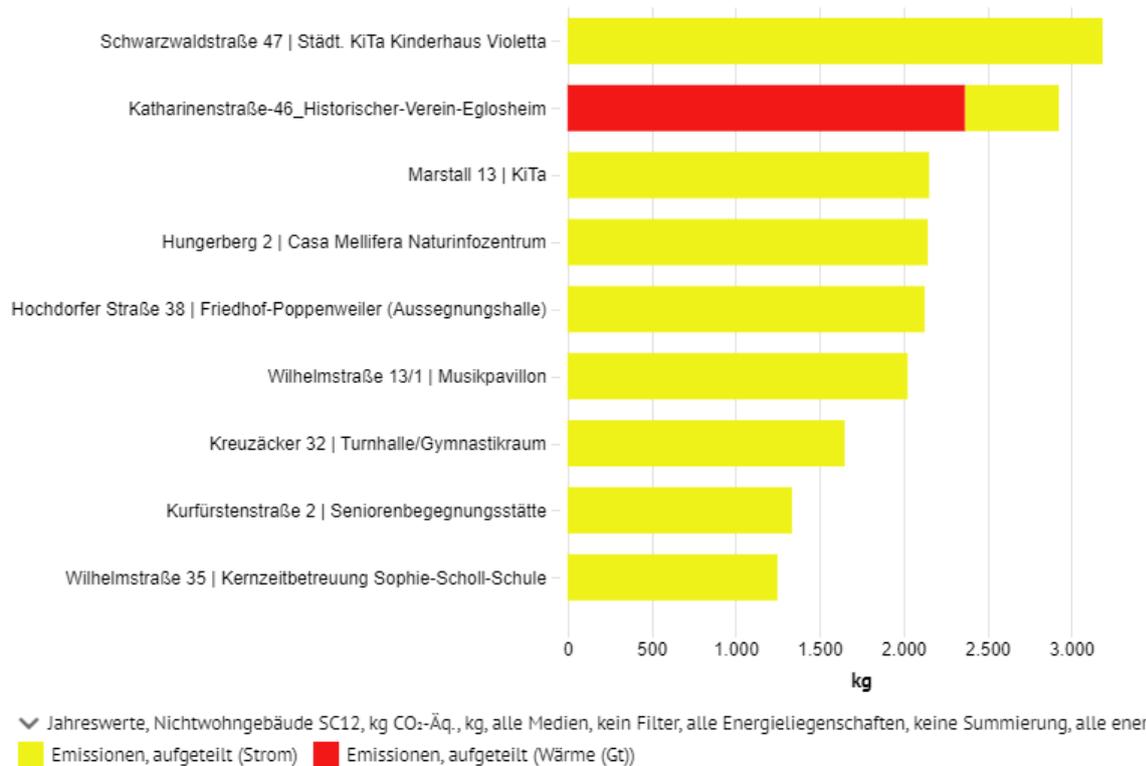


Abbildung 8: Kernbilanz: geringste, absolute THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023

Auffällig sind die wärmebedingten Emissionen in der Katharinenstraße 46. Alle anderen hier aufgeführten Gebäude werden entweder nicht mit fossilen Energieträgern oder nicht beheizt.

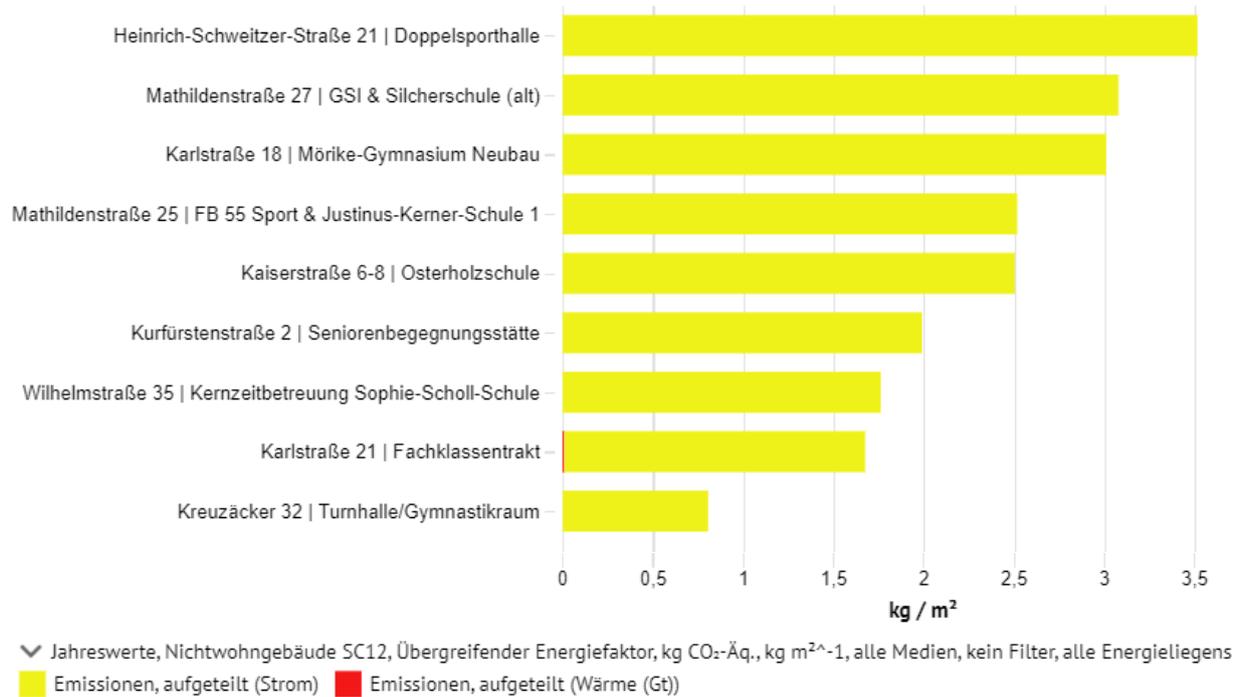


Abbildung 9: Kernbilanz: geringste, spezifische THG-Emissionen, nicht witterungsbereinigt, 2023

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass sich die absoluten Treibhausgasemissionen der städtischen Gebäude um den Faktor 350 - 400 unterscheiden. Bei den flächenspezifischen Treibhausgasemissionen liegt ein Faktor von etwa 150 zwischen den größten und niedrigsten Werten.

3.3.2 Weitere städtische Emissionsquellen (Scope 3)

Unter „Weitere städtischen Emissionsquellen (Scope 3)“ fallen neben angemieteten Gebäuden auch Gebäude städtischer Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT. Auch über diese Gebäude und deren energetischen Daten muss gemäß der Definition des KlimaG BW im Rahmen eines systematischen Energiemanagements **nachrichtlich berichtet werden**. Außerdem erfolgt seit 2021 eine Übermittlung dieser Daten per Kom.EMS an das Land Baden-Württemberg. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der **absoluten, nicht witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen von 2018 bis 2022**.

Hinweis: Seit 2021 wurden aufgrund der Erfassungspflicht neue Verbrauchskategorien erfasst. Die Datenschärfe nimmt daher seit 2021 zu. Für mit Fernwärme versorgte Gebäude wurde der Emissionsfaktor des Fernwärme-Verbundnetzes der SWLB angenommen.

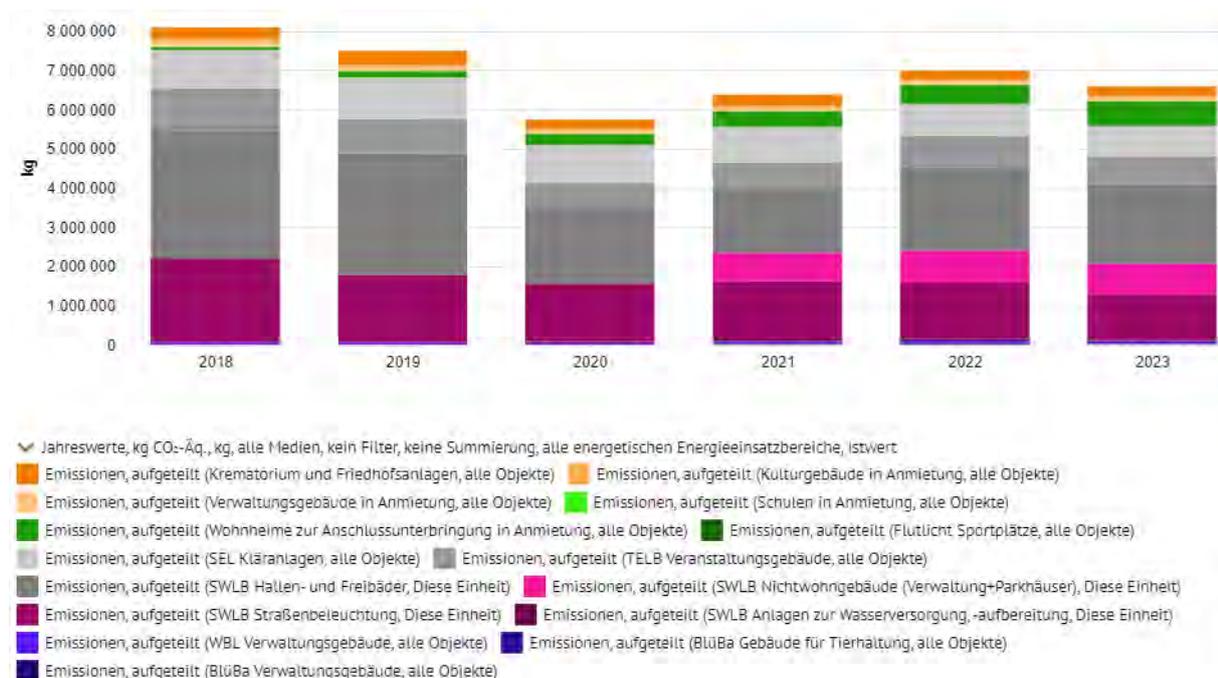


Abbildung 10: Scope3: Entwicklung THG-Emissionen 2018 – 2023, nicht witterungsbereinigt

Die in dieser Bilanz erfassten Verbrauchskategorien induzieren im Jahr **2023** energiebedingte, nicht witterungsbereinigte Treibhausgasemissionen von rund **6.583 t CO₂-Äquivalente**. Die größten Emittenten sind in absteigender Reihenfolge die SWLB-Hallen- und Freibäder (30,7 %), die Straßenbeleuchtung (17,6 %), die SWLB-Verwaltungsgebäude und -Parkhäuser (11,6 %), die TELB-Veranstaltungsgebäude (12,1 %) und die SEL-Kläranlagen (11,6 %).

3.4 Stromverbrauch

Im Klima- und Energiebericht wird unterschieden zwischen der „Kernbilanz“ (siehe Abs. 3.1: Städtische Gebäude im Eigentum inkl. Vermietung mit Energiekostenbeteiligung) und „Weiteren städtischen Stromverbrauchern“, unter die neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT fallen.

3.4.1 Kernbilanz

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Stromverbrauchs von 2016 bis 2023. Der durch KWK-Anlagen und Photovoltaik erzeugte und selbst verbrauchte Strom ist darin nicht enthalten.

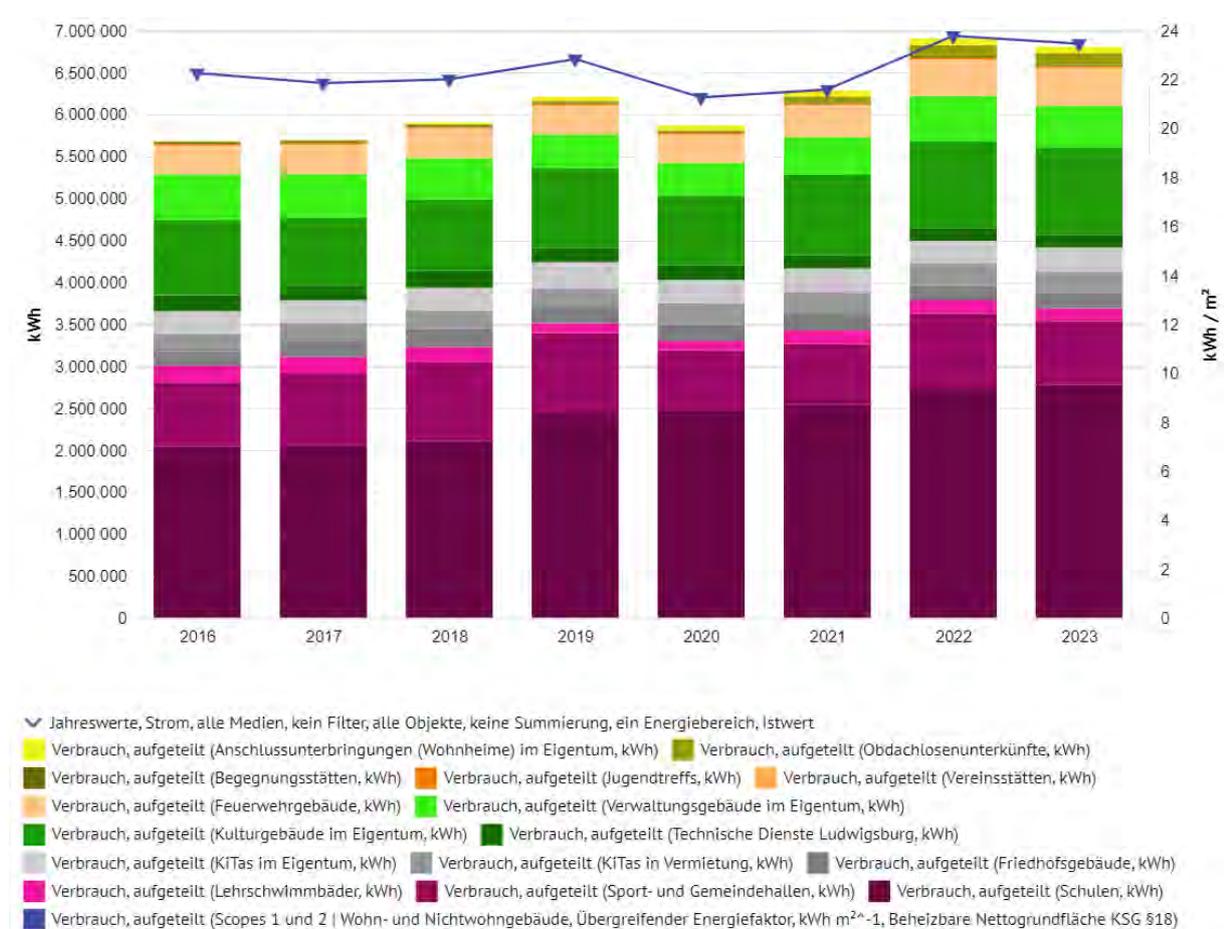


Abbildung 11: Kernbilanz: Entwicklung Stromverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023

Der absolute Stromverbrauch der erfassten städtischen Gebäude nimmt in den letzten Jahren, mit Ausnahme der Corona-Jahre 2020-2021, tendenziell zu.

Diese Tatsache ist zurückzuführen auf die zunehmende Elektrifizierung, eine steigende Intensität der Gebäudenutzung z. B. in den Ferien sowie auf neu hinzugekommene Stromverbraucher insbesondere im schulischen Bereich wie z. B. Lüftungsanlagen, Küchen, Whiteboards, EDV.

Im Jahr 2023 verbrauchten die städtischen Gebäude etwa 6,8 Mio. kWh Strom. Das sind rund 100.000 kWh bzw. ca. 1 % weniger als im Vorjahr und etwa 20 % mehr als 2016. Die Gebäude mit dem höchsten Stromverbrauch sind die Schulen mit einem jährlichen Stromverbrauch von etwa 2,8 Mio. kWh im Jahr 2023.

Im Durchschnitt verbraucht ein städtisches Gebäude im Jahr 2023 23,9 kWh/m² Strom. Dieser flächenspezifische Stromverbrauch ist im Zeitraum 2016 bis 2023 um etwa 8 % gestiegen. Die Bemühungen in diesem Zeitraum, den Strombezug durch die stetige Umstellung auf effiziente LED-Beleuchtungstechnik, den Ausbau der Photovoltaik und durch Betriebsoptimierung zu reduzieren, sind leider nicht direkt sichtbar („Rebound-Effekt“). Bemerkung: Lehrschwimmbäder bleiben in der Berechnung des flächenspezifischen Kennwerts unberücksichtigt.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **größten, absoluten Stromverbrauch im Jahr 2023** sind:

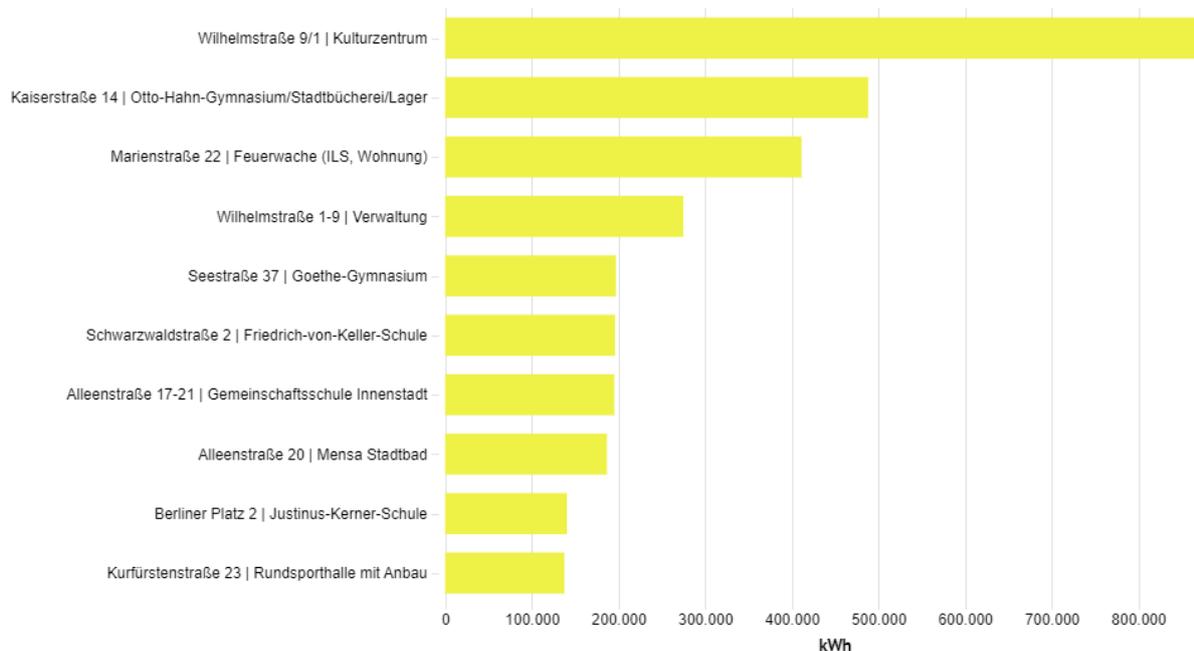


Abbildung 12: Kernbilanz: größte, absolute Stromverbraucher, 2023

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **größten, flächenspezifischen Stromverbrauch im Jahr 2023** sind:

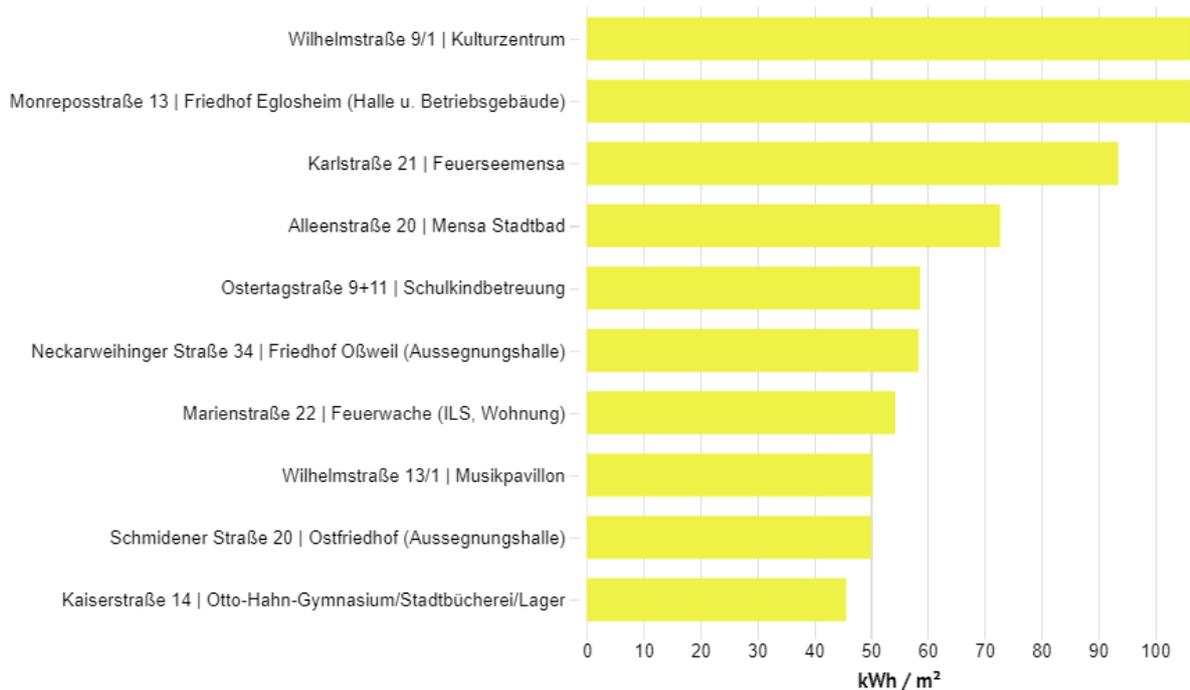


Abbildung 13: Kernbilanz: größte, spezifische Stromverbraucher, 2023

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **geringsten, flächenspezifischen Stromverbrauch im Jahr 2023** sind:

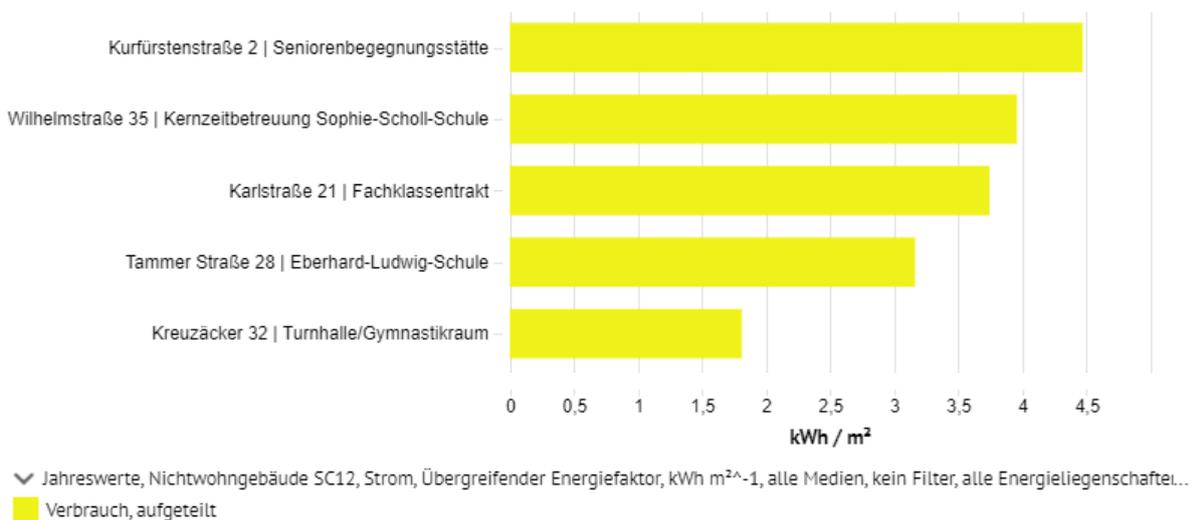


Abbildung 14: Kernbilanz: geringste, spezifische Stromverbraucher, 2023

In der Willi-Krehl-Halle (Carl-Diem-Straße 26) befinden sich zwei Blockheizkraftwerke (BHKWs), die neben Wärme auch Strom erzeugen. Im Jahr 2023 haben diese mehr Strom produziert, als im Gebäude verbraucht worden ist, sodass ein negativer Stromverbrauch (Stromproduktion mit Überschusseinspeisung) entsteht, der daher in der o. g. Grafik nicht enthalten ist.

3.4.2 Weitere städtische Stromverbraucher

Unter „**Weitere städtische Stromverbraucher**“ fallen neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT. Über diese muss gemäß der Definition des KlimaG BW im Rahmen eines systematischen Energiemanagements nachrichtlich berichtet werden. Die folgende Abbildung stellt die Entwicklung des absoluten Stromverbrauchs von **2018 bis 2023** der Verbrauchskategorien dar, über die seit 2021 per Kom.EMS an das Land Baden-Württemberg berichtet werden muss.

Hinweis: Seit 2021 wurden aufgrund der Erfassungspflicht neue Verbrauchskategorien (z. B. SWLB Nichtwohngebäude) erfasst. Die Datenschärfe nimmt daher seit 2021 zu. Der durch KWK-Anlagen und Photovoltaik erzeugte und selbst verbrauchte Strom ist darin nicht enthalten.

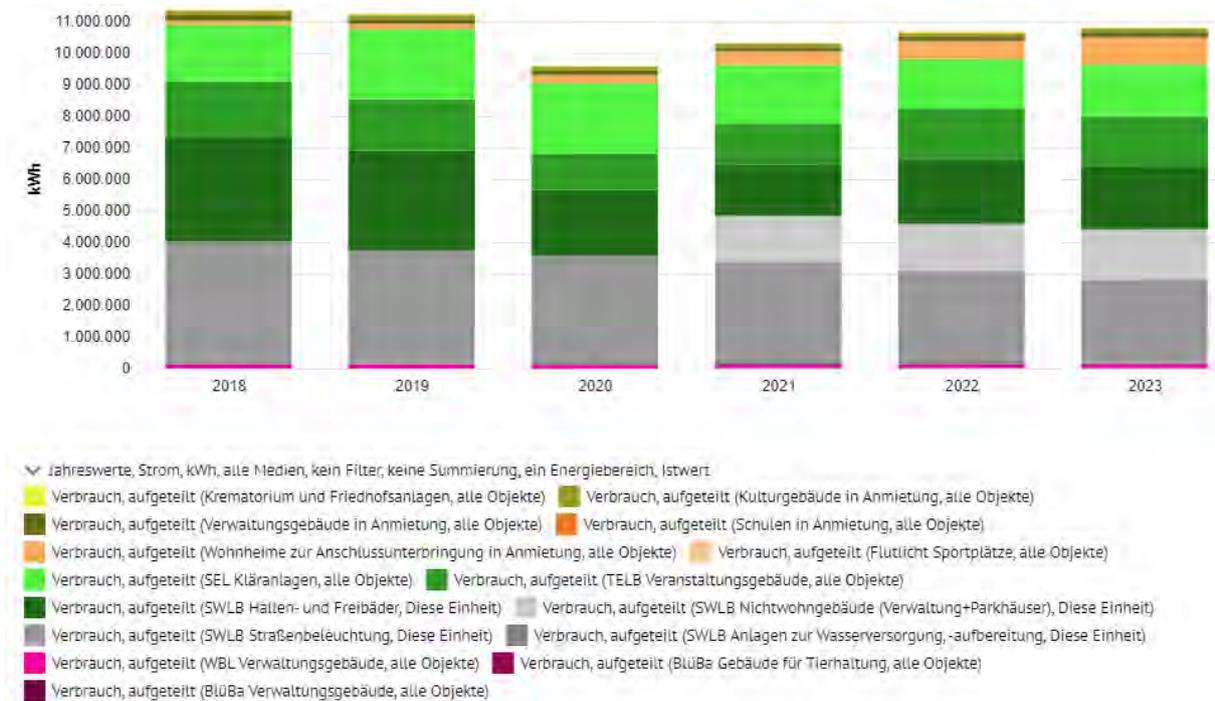


Abbildung 15: Scope3: Entwicklung Stromverbrauch, absolut 2018 – 2023

Der Stromverbrauch der in dieser Bilanz erfassten Verbrauchskategorien beträgt im Jahr 2023 rund 10,8 Mio. kWh. Die größten Verbraucher sind in absteigender Reihenfolge die Straßenbeleuchtung (24,1 %), die SWLB-Hallen- und Freibäder (18,4 %), die SEL-Kläranlagen (15,2 %) und die SWLB-Verwaltungsgebäude und Parkhäuser (14,9 %). Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung konnte durch die fortlaufende Umstellung auf LED seit 2018 um ca. 1,3 Mio. kWh bzw. 33,2 % reduziert werden. Im Jahr 2023 sind bereits 69 % der Beleuchtungspunkte der Straßenbeleuchtung mit LED-Technik ausgerüstet.

3.5 Wärmeverbrauch

Im Klima- und Energiebericht wird unterschieden zwischen der „Kernbilanz“ (siehe Abs. 3.1: Städtische Gebäude im Eigentum inkl. Vermietung mit Energiekostenbeteiligung) und „Weiteren städtischen Wärmeverbrauchern“, unter die neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT fallen.

3.5.1 Kernbilanz

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie), witterungsbereinigten Wärmeverbräuche von 2016 bis 2023.

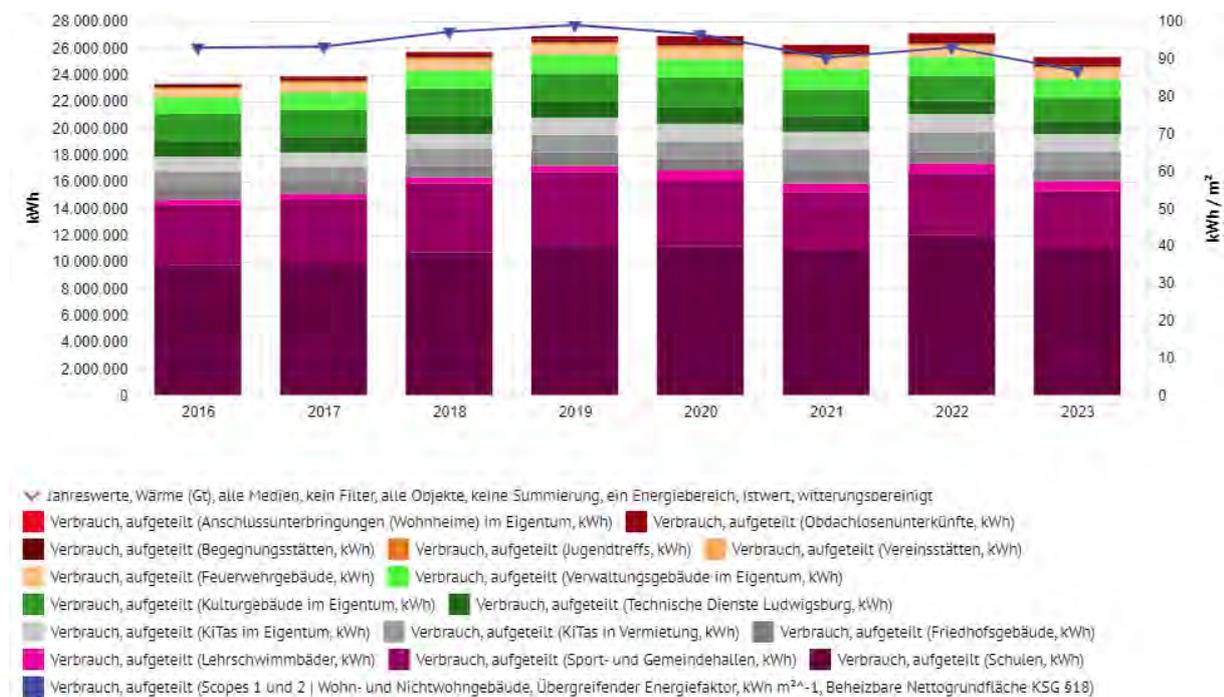


Abbildung 16: Kernbilanz: Entwicklung witterungsbereinigter Wärmeverbrauch, absolut + spezifisch 2016–2023

Im Berichtsjahr 2023 beträgt der absolute, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch rund 25,3 Mio. kWh. Dies entspricht etwa 2 Mio. kWh bzw. ca. 8 % mehr als im Jahr 2016. Diese Entwicklung ist auf eine steigende Intensität der Gebäudenutzung (z. B. Ganztagsbetreuung und Nutzung von Schulgebäuden in den Ferien) sowie auf zusätzlich erfasste und beheizte Flächen zurückzuführen wie z. B. Unterkünfte im Eigentum der Stadt. Gegenüber 2020 verzeichnet der Wärmeverbrauch 2023 einen Rückgang von etwa 1,6 Mio. kWh.

Der flächenspezifische Kennwert ist rückläufig. Seit 2016 lässt sich eine Reduktion von 92,6 kWh/(m²a) auf 88 kWh/(m²a) beobachten. Dies entspricht einer **Minderung um 5 %**. Diese Entwicklung spiegelt die Bemühungen wider, den Wärmeverbrauch durch Maßnahmen wie die Betriebsoptimierung und technische Effizienzsteigerungen zu reduzieren.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der **absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Wärmeverbräuche ohne Witterungsbereinigung von 2016 bis 2023**.

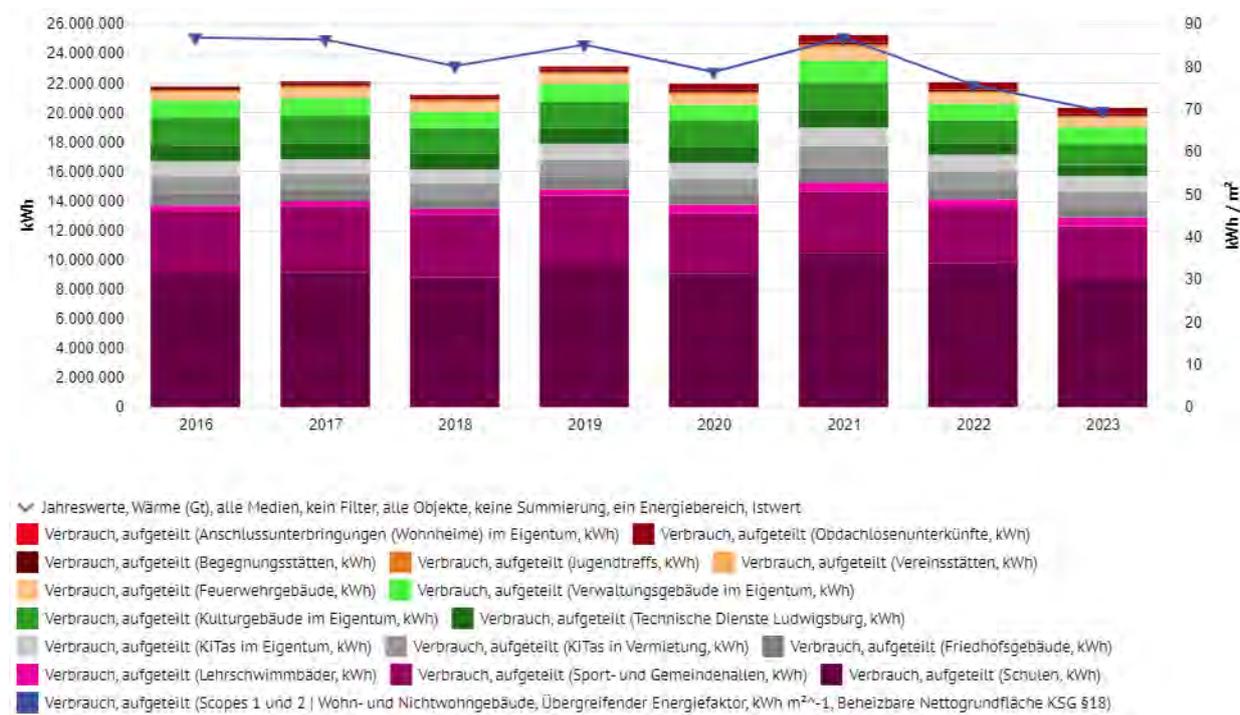


Abbildung 17: Kernbilanz: Entwicklung nicht witterungsb. Wärmeverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023

Wärmeverbräuche, die nicht witterungsbereinigt sind, weisen eine große Abhängigkeit von der Witterung auf. Das heißt, in diesen Daten wird nicht berücksichtigt, ob die Winter im Betrachtungszeitraum warm oder relativ kalt sind. Dies hat zur Folge, dass Einspareffekte nicht so gut sichtbar gemacht werden können und dass ein Vergleich der Wärmeverbräuche der unterschiedlichen Jahre untereinander zum Zweck des Energiecontrollings wenig aussagekräftig ist. Mithilfe von Gradtagszahlen lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob es im Betrachtungsjahr vergleichsweise kalt (wie z. B. in 2021) oder warm (wie in 2022 und 2023) war (siehe Klimadaten in Abs. 3.1). Somit lässt sich erklären, wieso im Jahr 2021 der Wärmeverbrauch vergleichsweise hoch war.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **größten, absoluten Wärmeverbrauch im Jahr 2023** sind (witterungsbereinigt):

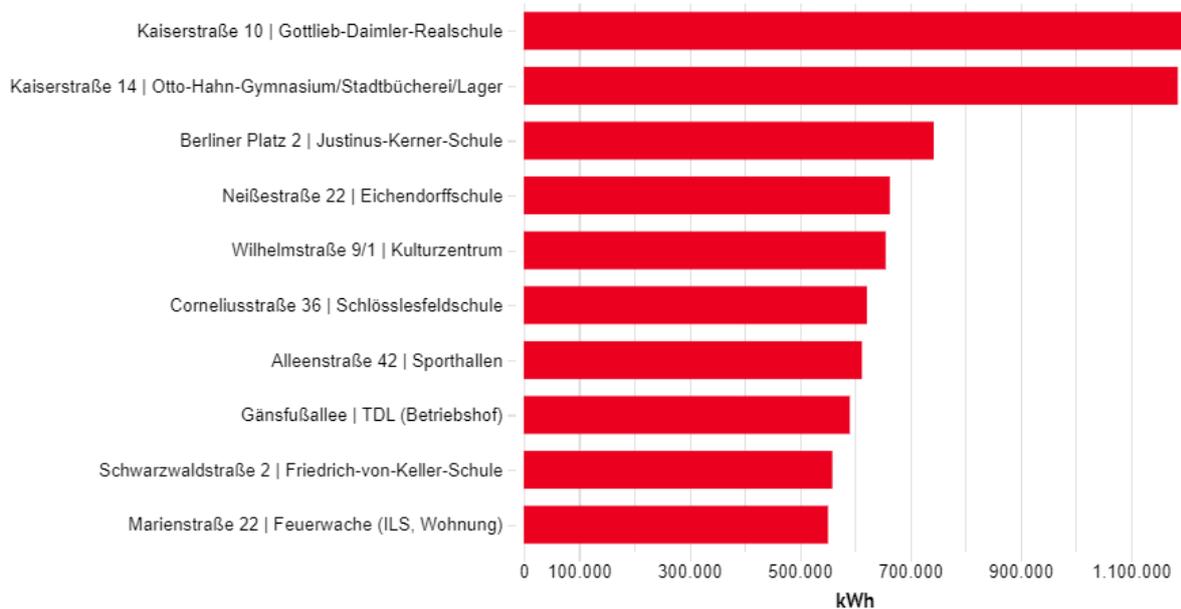


Abbildung 18: Kernbilanz: größte, absolute Wärmeverbraucher, 2023

Die beiden größten Wärmeverbraucher im Jahr 2023 sind die Gottlieb-Daimler-Realschule sowie das Otto-Hahn-Gymnasium mit jeweils ca. 1,2 Mio. kWh. Im Energiebericht 2022 waren die Wärmeverbräuche der beiden Gebäude nicht enthalten, da es einen Zählerdefekt gab. Die Verbräuche wurden für den Energiebericht 2023 auch rückwirkend für das Jahr 2022 ermittelt und in die Energiebilanz übernommen. Die Gesamtanierung des Areals am Bildungszentrum West läuft bereits und soll bis 2032 abgeschlossen sein. Nach Umsetzung der Maßnahme ist eine Reduktion der Wärmeverbräuche einhergehend mit Energiekosten-einsparungen zu erwarten. Das Areal soll mit Fernwärme versorgt werden.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **größten, flächenspezifischen Wärmeverbrauch im Jahr 2023** sind (witterungsbereinigt):

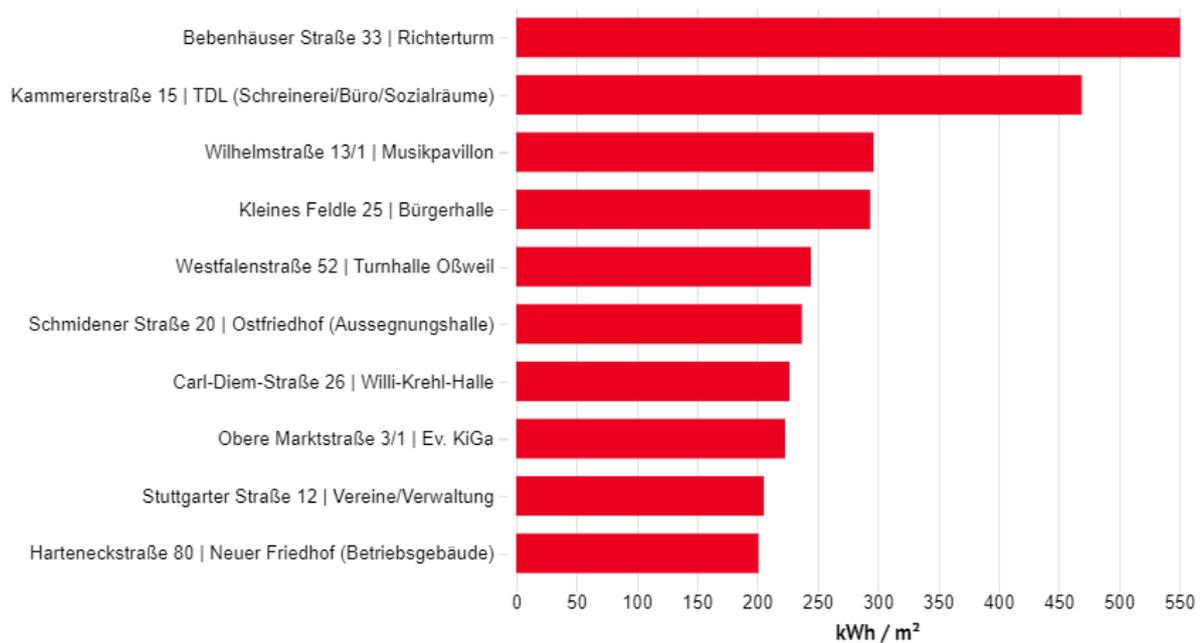


Abbildung 19: Kernbilanz: größte, spezifische Wärmeverbraucher, 2023

Zur Erreichung des Ziels einer klimaneutralen Verwaltung sollen städtische Gebäude nach einer energetischen Sanierung gemäß Land BW einen Wärmebedarf von $< 50 \text{ kWh/m}^2$ pro Jahr aufweisen. Dieser Zielwert wird aktuell von den wenigsten städtischen Gebäuden eingehalten. Die meisten Gebäude überschreiten diesen Wert im Jahr 2023 um ein Vielfaches. Wie auch im Jahr 2022 führt der Richterturm in der Bebenhäuser Straße die Rangliste an. Das Bauwerk ist nicht für die aktuelle Dauernutzung durch Vereinsbüros vorgesehen.

Die Nichtwohngebäude (ohne Lehrschwimmbäder) mit dem **geringsten, flächenspezifischen Wärmeverbrauch im Jahr 2023** sind (witterungsbereinigt):

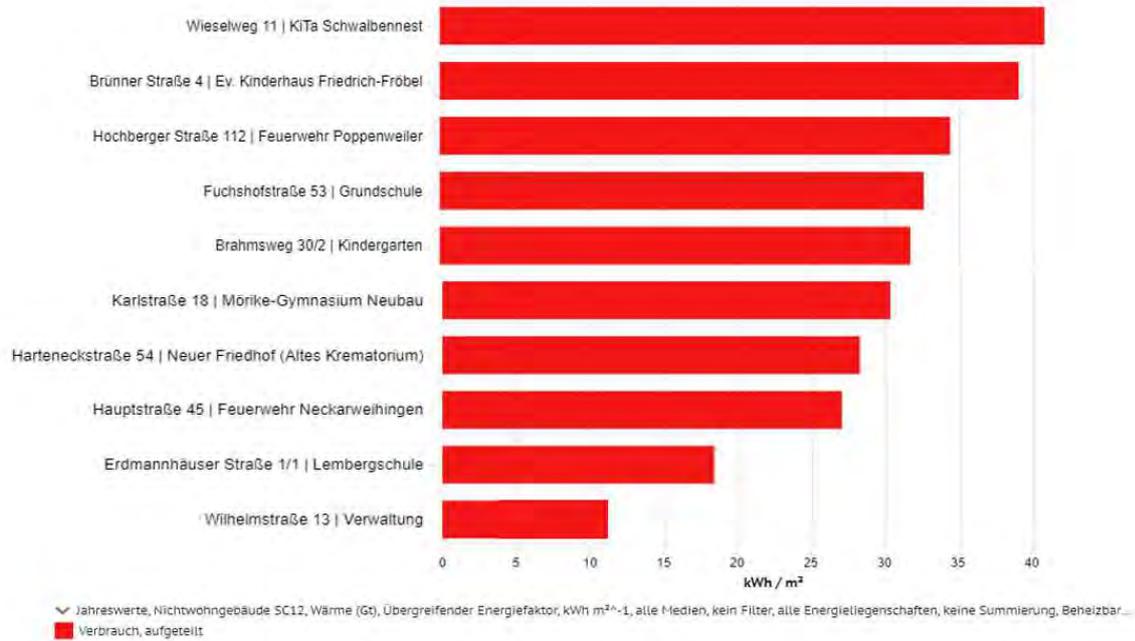


Abbildung 20: Kernbilanz: geringste, spezifische Wärmeverbraucher, 2023

In dieser Rangliste befindet sich in diesem Jahr auch die Kindertageseinrichtung im Brahmsweg sowie die Grundschule in der Fuchshofstraße, welche in den vergangenen Jahren in energiesparender Holzbauweise errichtet worden ist.

3.5.2 Weitere städtische Wärmeverbraucher

Unter „Weitere städtische Wärmeverbraucher“ fallen neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT. Über diese muss gemäß der Definition des KlimaG BW im Rahmen eines systematischen Energiemanagements nachrichtlich berichtet werden. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des absoluten, witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs 2018 bis 2023 der Verbrauchskategorien, über die seit 2021 per Kom.EMS an das Land Baden-Württemberg berichtet werden muss.

Hinweis: Seit 2021 wurden aufgrund der Erfassungspflicht neue Verbrauchskategorien erfasst. Die Datenschärfe nimmt daher seit 2021 zu.

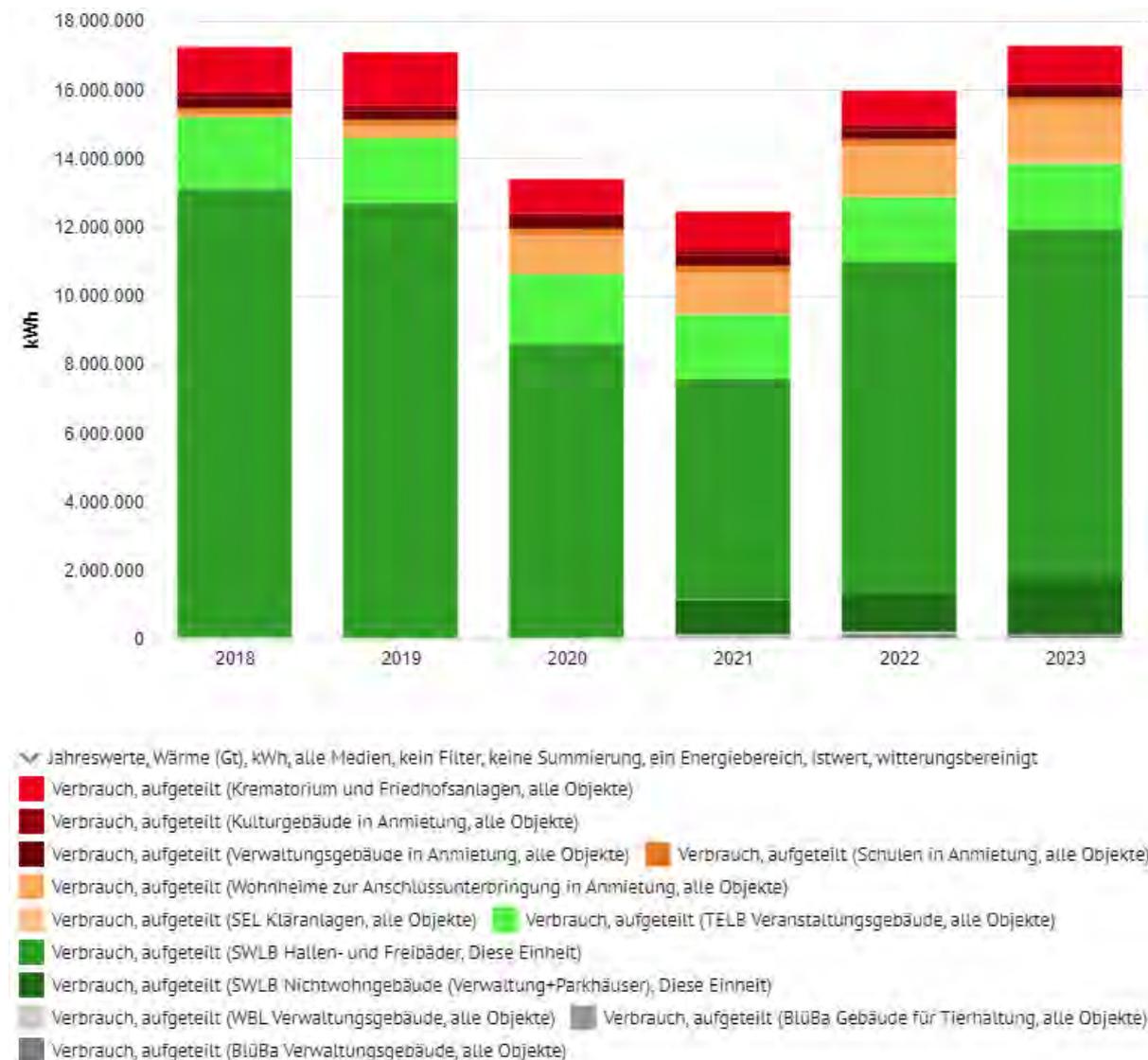


Abbildung 21: Scope3: Entwicklung witterungsb. Wärmeverbrauch, absolut 2018 – 2023

Der absolute, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der in dieser Bilanz erfassten Verbrauchskategorien beträgt im Jahr 2023 rund 17,3 Mio. kWh.

Die größten Verbraucher sind in absteigender Reihenfolge die SWLB-Hallen- und Freibäder (58,8 %), die TELB-Veranstaltungsgebäude (11,1 %) und die angemieteten Anschlussunterbringungen mit „Wohnheim-Charakter“ (9,3 %).

3.6 Wasserverbrauch

Im Klima- und Energiebericht wird unterschieden zwischen der „Kernbilanz“ (siehe Abs. 3.1: Städtische Gebäude im Eigentum inkl. Vermietung mit Energiekostenbeteiligung) und „weiteren städtischen Wasserverbrauchern“ unter die neben angemieteten Gebäuden auch städtische Organisationseinheiten und Beteiligungsunternehmen ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT fallen.

3.6.1 Kernbilanz

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Wasserverbräuche von 2016 bis 2023.

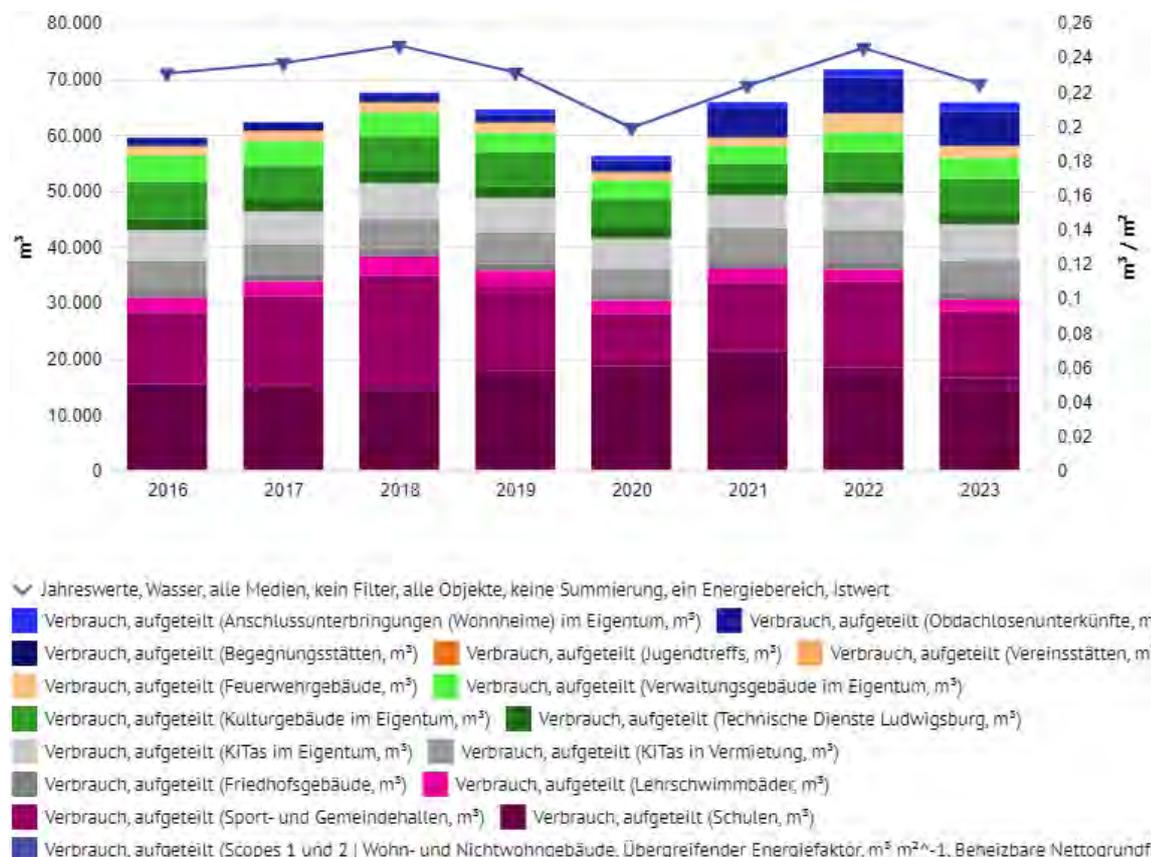


Abbildung 22: Kernbilanz: Entwicklung Wasserverbrauch, absolut + spezifisch 2016 – 2023

Im Berichtsjahr 2023 belaufen sich die Wasserverbräuche der vom Energiemanagement erfassten Gebäude auf etwa 66.000 m³, also 66 Mio. Liter. Die größten Verbraucher sind Schulen, Kindertageseinrichtungen und Sport- und Gemeindehallen.

Der absolute Wasserverbrauch ist, bezogen auf das Jahr 2016, um etwa 11 % angestiegen. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf neu vom Energiemanagement erfasste Nutzungseinheiten wie Anschlussunterbringungen, Obdachlosenunterkünfte und Neubauten zurückzuführen.

Im gleichen Zeitraum ist der flächenspezifische Kennwert von 0,23 m³/m², mit Ausnahme der Corona-Jahre, in etwa konstant geblieben. Eine Zunahme der Wassereffizienz in den betrachteten Gebäuden lässt sich nicht beobachten, da der Fokus zur Effizienzsteigerung aktuell auf dem Energiebereich liegt.

Die Nichtwohngebäude mit dem größten, absoluten Wasserverbrauch im Jahr 2023 sind:

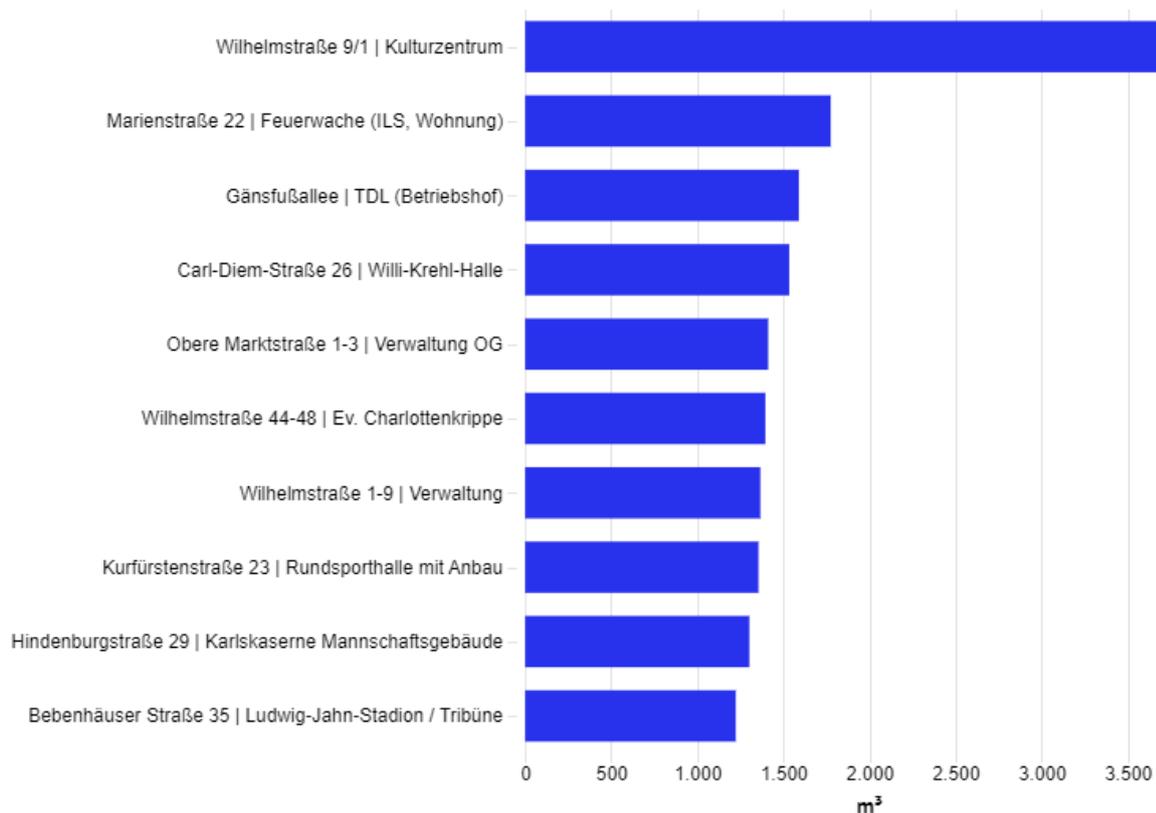


Abbildung 23: Kernbilanz: größte, absolute Wasserverbraucher, 2023

Wie bereits im Klima- und Energiebericht 2021 erwähnt, konnte aufgrund des Verbrauchscontrollings eine Leckage in der Zuleitung von der Gottlieb-Daimler-Realschule und dem Otto-Hahn-Gymnasiums zur Rundsporthalle eingedämmt werden, wodurch Mehrverbräuche in Höhe von 5.000 bis 6.000 m³ Wasser pro Jahr vermieden werden konnten. Die Gottlieb-Daimler-Realschule und das Otto-Hahn-Gymnasium sind

daher in der Rangliste 2022 und 2023 nicht mehr unter den Spitzenverbrauchern. Angeführt wird die Rangliste im Berichtsjahr vom Kulturzentrum mit Kantine und Großküche.

Die Nichtwohngebäude mit dem **größten, flächenspezifischen Wasserverbrauch im Jahr 2023** sind:

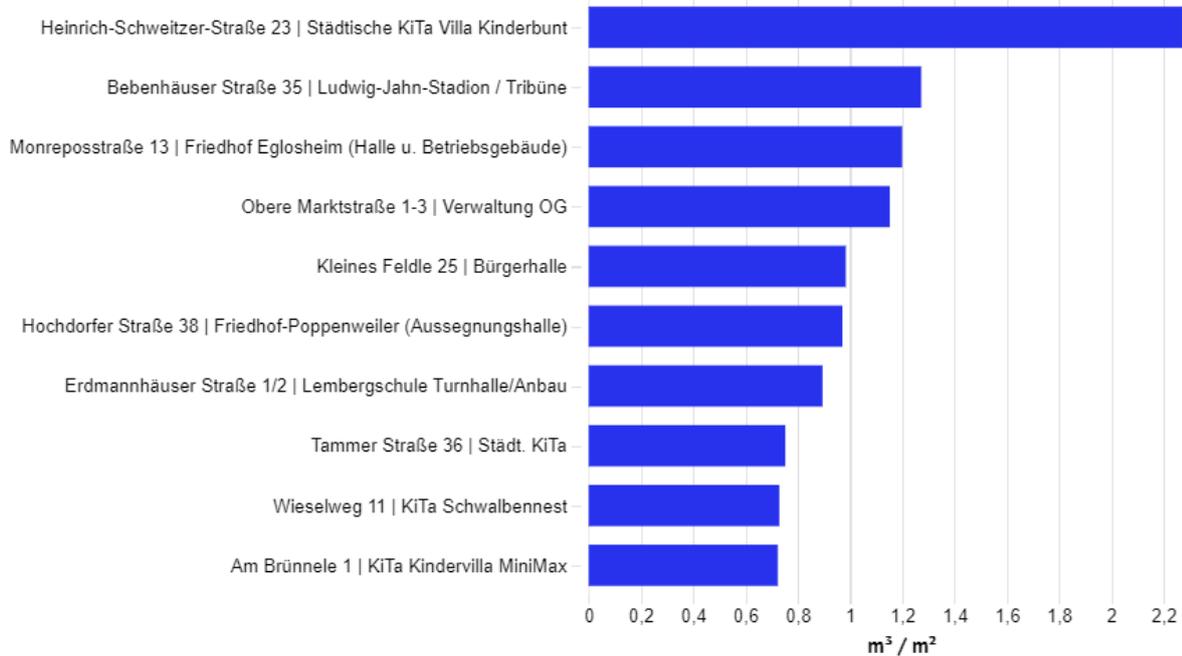


Abbildung 24: Kernbilanz: größte, spezifische Wasserverbraucher, 2023

Die Nichtwohngebäude mit dem **geringsten, flächenspezifischen Wasserverbrauch im Jahr 2023** sind:

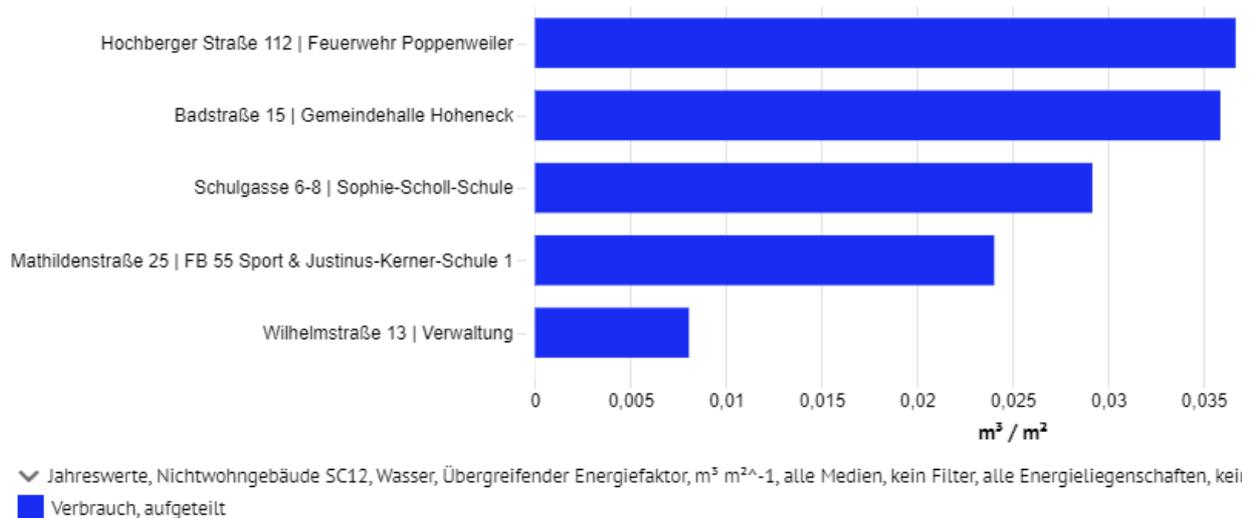


Abbildung 25: geringste, spezifische Wasserverbraucher, 2023

3.6.2 Weitere städtische Wasserverbraucher

Unter „**Weitere städtische Wasserverbraucher**“ fallen neben angemieteten Gebäuden auch die Eigenbetriebe Stadtentwässerung Ludwigsburg (SEL) und Tourismus und Events Ludwigsburg (TELB) ohne direkten Bezug zum FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der **absoluten (Balken) und flächenspezifischen (Linie) Wasserverbräuche von 2020 bis 2023**.

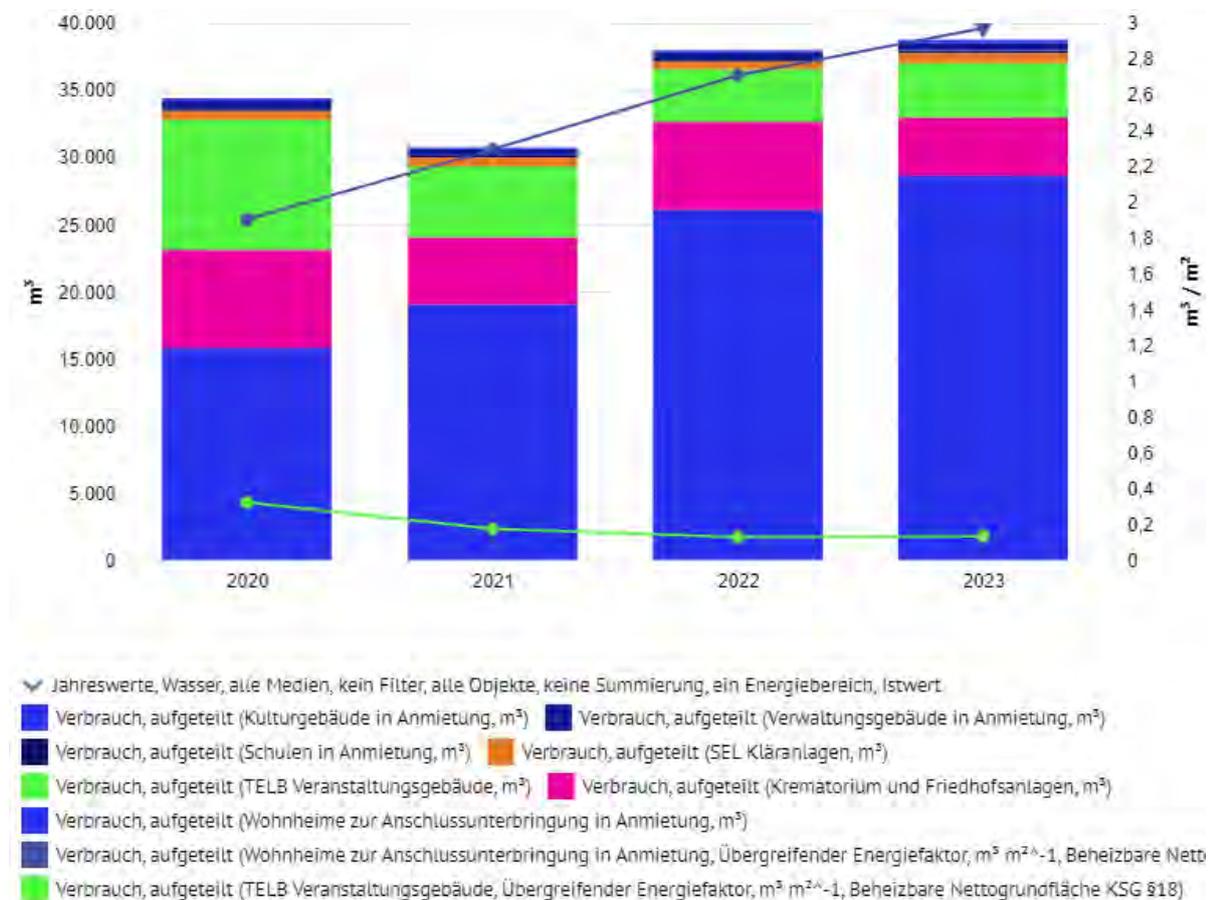


Abbildung 26: Scope3: Entwicklung Wasserverbrauch, absolut + spezifisch 2020 – 2023

Der absolute Wasserverbrauch der in dieser Bilanz erfassten Verbrauchskategorien beträgt im Jahr 2023 rund 38.700 m³, also 38,7 Mio. Liter. Die größten Verbraucher sind in absteigender Reihenfolge die angemieteten Anschlussunterbringungen mit „Wohnheim-Charakter“ (73,9 %), das Krematorium und Friedhofsanlagen (11,2 %) und die TELB-Veranstaltungsgebäude (10,4 %). Die grüne Linie beschreibt die flächenspezifischen Wasserverbräuche der TELB-Veranstaltungsgebäude, die blaue Linie die flächenspezifischen Wasserverbräuche der angemieteten Anschlussunterbringungen mit „Wohnheim-

Charakter“. Angemietete Einzelwohnungen zur Anschlussunterbringungen werden in dieser Bilanz nicht betrachtet.

3.7 Kosten

Die folgende Tabelle stellt die Entwicklung der vom FACHBEREICH UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT gebuchten Energie- und Wasserkosten der städtischen Gebäude von 2018 bis 2023 in Euro (brutto) aufgeteilt nach Energieträgern dar. Hierunter fallen auch die Energiekosten von Gebäuden, die sich nicht im Eigentum der Stadt Ludwigsburg finden und angemietet wurden (z. B. Anschlussunterbringungen in Anmietung):

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Strom	1.380.000	1.690.000	2.060.000	1.750.000	2.110.000	2.730.000
Gas	665.000	765.000	760.000	700.000	795.000	1.410.000
Fernwärme	1.080.000	1.110.000	1.230.000	1.070.000	1.060.000	2.320.000
Heizöl	15.000	30.000	10.000	25.000	45.000	50.000
Wasser	230.000	340.000	350.000	285.000	370.000	420.000

Tabelle 7: Entwicklung der gebuchten Energie- und Wasserkosten, 2018 – 2023

Hinsichtlich der Energiekostenentwicklung lässt sich im Betrachtungszeitraum eine deutliche Zunahme erkennen. Dies ist zurückzuführen auf:

- Steigende Energiepreise in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine
- Zunahme absoluter Wärme- und Stromverbräuche durch Flächenzuwachs (insbesondere an Anmietungen), Zunahme der Intensität der Gebäudenutzungen (z. B. längere Nutzungszeiten) und zusätzliche technische Ausrüstung
- Umstellung der Energieträger
- Zum 01.01.2023 sind die Preise für die Ludwigsburger Fernwärme deutlich gestiegen. Die Preisanpassungen hatten u. a. zur Folge, dass sich der Jahresgrundpreis für das Ludwigsburger Verbundnetz pro kW Anschlusswert deutlich erhöht hat.

Nach aktuellen Prognosen ist für die Folgejahre gegenüber 2023 mit einem Rückgang der Energiebeschaffungskosten zu rechnen. Der Ausbau der städtischen PV-Anlagen trägt dazu bei, die Stromgestehungskosten zu verringern.

4 Best-Practice-Beispiele

Im Folgenden sind ausgewählte investive, konsumtive und organisatorische Maßnahmen beschrieben, die im Zeitraum 2022/23 durchgeführt worden sind, um den steigenden Energieverbräuchen und -kosten entgegenzuwirken und um die Treibhausgasemissionen des Gebäudebetriebs zu reduzieren.

4.1 Maßnahmen zur Reduktion der Verbräuche und der Treibhausgasemissionen

Für den Ausbau von PV-Anlagen und zur Durchführung von energetischen Maßnahmen zur Reduktion der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen standen dem FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT im Jahr 2023 1 Mio. Euro investiv sowie 1 Mio. Euro konsumtiv zur Verfügung.

Die wesentlichen Maßnahmen, die seit dem letzten Klima- und Energiebericht durchgeführt worden sind, werden im Folgenden genauer beschrieben.

4.1.1 Ausbau der Photovoltaik auf städtischen Gebäuden

Die installierte **Photovoltaik-Leistung** ist seit 2016 um **60 % von 666 kW_p** auf rund **1.068 kW_p** im Jahr 2023 **gestiegen**. Im Dezember 2023 ging die PV-Anlage auf der Fuchshofschule mit ca. 53 kW_p in Betrieb.

Die Gesamtleistung setzt sich zum 31.12.2023 wie folgt zusammen:

- ca. 375 kW_p sind im Besitz der Stadtverwaltung
- ca. 62 kW_p sind im Besitz der Eigenbetriebe
- ca. 630 kW_p sind im Besitz der SWLB und Externen (Privat, Solarinitiative etc.).

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung von 2016 bis 2023 der auf städtischen Gebäuden installierten Leistung an Photovoltaik-Anlagen in kW_p dargestellt.

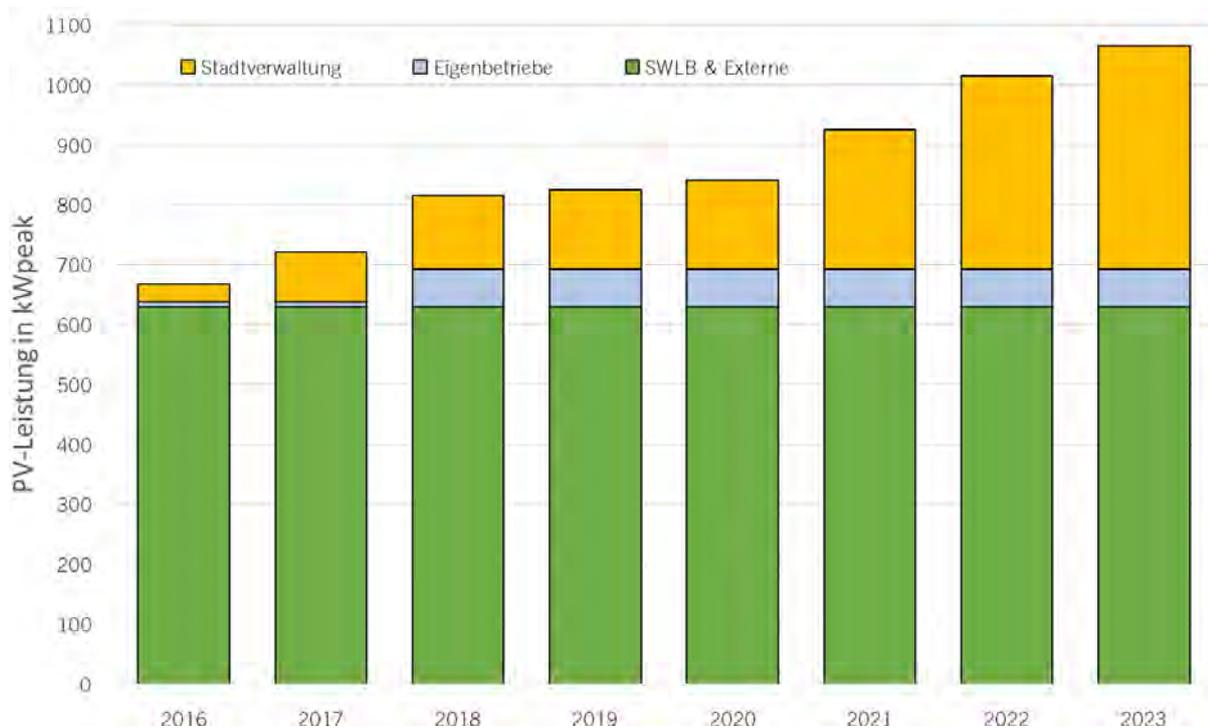


Abbildung 27: Entwicklung der PV-Leistung auf städt. Gebäuden

Im Rahmen einer vom Energiemanagement des FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT erstellten Analyse wurde das Potenzial zum Ausbau der Photovoltaik auf 324 städtischen Dachflächen ermittelt. Am 23.09.2021 und 10.03.2022 wurden die Ergebnisse der Analyse zum Photovoltaik-Potenzial in Ludwigsburg im Bauausschuss vorgestellt.

Insgesamt könnten Dachflächen von rund 30.000 m² für Photovoltaikanlagen genutzt werden, vorbehaltlich der statischen Eignung und des Sanierungszustandes. Dies entspricht einer möglichen Gesamtleistung von etwa 5.150 kW_p. Zur Zielerreichung hinsichtlich Nutzung von Photovoltaik-Potenzialen gemäß der Definition „Klimaneutrale Verwaltung“ müssen neben den städtischen Dachflächen noch weitere Flächen wie z. B. Freiflächen und Fassaden zur Photovoltaiknutzung aktiviert werden.

Die Stadtverwaltung hat sich zum Ziel gesetzt, eigene PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 500 kW_p pro Jahr auf städtischen Gebäuden zu installieren.

4.1.2 Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung

Der FACHBEREICH HOCHBAU UND GEBÄUDEWIRTSCHAFT treibt die Umstellung der Wärmeversorgung städtischer Gebäude von fossilen auf regenerative Energieträger voran. Hierzu zählt insbesondere die Anbindung städtischer Gebäude an die Fernwärme der Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärmeverbräuche der Kernbilanz von 2016 bis 2023 aufgeteilt nach Energieträgern.

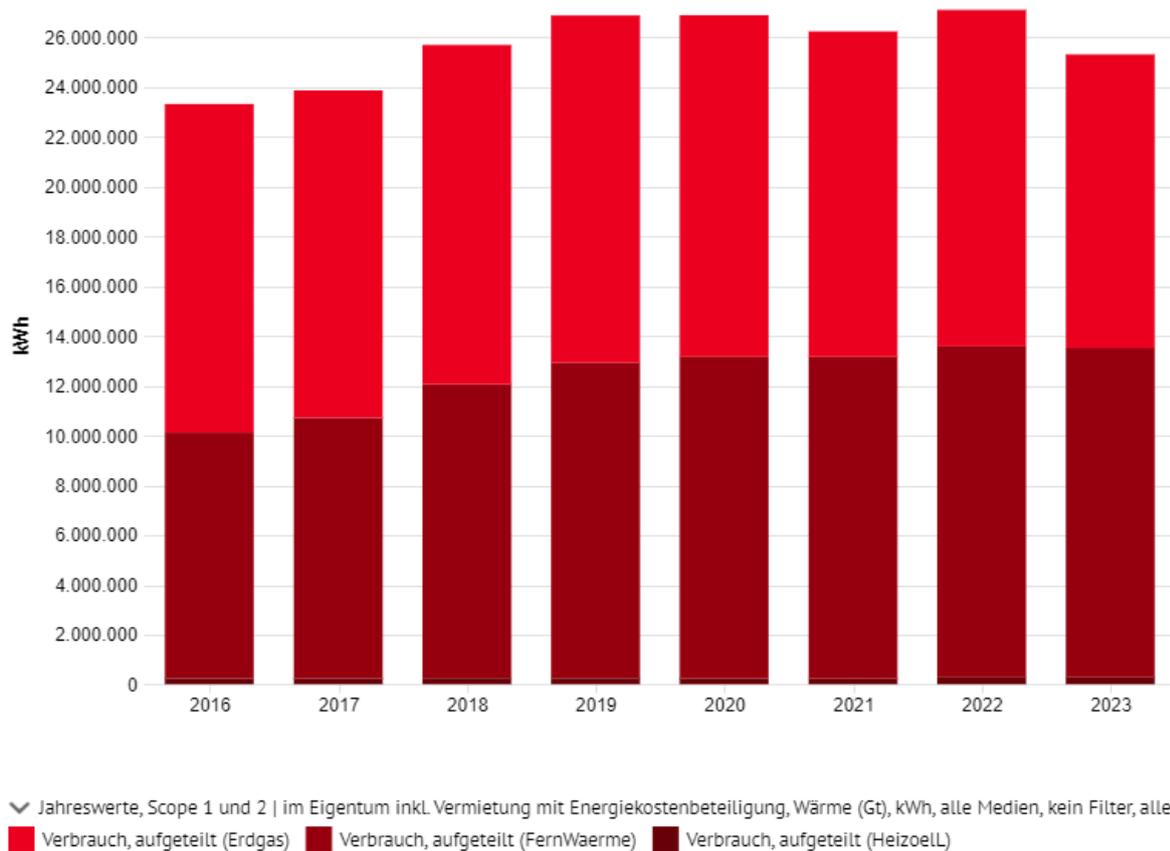


Abbildung 28: Kernbilanz: Entwicklung witterungsb. Wärmeverbrauch nach Energieträger, 2016 - 2023

Im Vergleich zum Jahr 2016 konnte der Anteil der mit Fernwärme versorgten städtischen Gebäude bis zum Berichtsjahr 2023 von 42,4 % auf 52,2 % erhöht werden. Im gleichen Zeitraum ging der fossile Anteil an der Wärmeversorgung städtischer Gebäude von 57,6 % auf 47,8 % zurück.

Umgesetzte Fernwärmeanschlüsse (2022 und 2023):

- 2022: Rundsporthalle, Kurfürstenstr. 23
- 2022: Doppelsporthalle, Heinrich-Schweitzer-Str. 21
- 2022: Evangelisches Kinderhaus, Friedrich-Fröbel-Str. 4
- 2023: Evangelische Kita, Obere Marktstr. 3/1
- 2023: Eberhard-Ludwig-Schule, Tammer Str. 28 zusammen mit:
 - o Hirschbergschule 1, Tammer Str. 32
 - o Hirschbergschule 2, Tammer Str. 34
 - o Städtische Kita, Tammer Str. 36

Geplante Fernwärmeanbindungen (2024 und 2025):

- Kita, Heinrich-Schweitzer-Str. 23
- Sport- und Kulturzentrum Eglosheim, Tammer Str. 20
- Anschlussunterbringung, Hindenburgstr. 65
- Haus der Jugendförderung, Pflugfelderstr. 5

Darüber hinaus sind alternative, regenerative Wärmeversorgungslösungen für die Grundschule Hoheneck und die Kugelberghalle geplant.

4.1.3 Sonstige Maßnahmen

Energiesparmodelle an Schulen (ab 2021 bis 2025)

Das Projekt „Energiesparmodelle Landkreis Ludwigsburg“ fußt auf der Zusammenarbeit von Schulleitung, Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern sowie der Gebäudebetreuung. Gemeinsam setzen sich die Akteure und Akteurinnen über die Projektlaufzeit von vier Jahren mit Klimaschutz, Energieeinsparpotenzialen und der eigenen Klimawirkung im Schulalltag auseinander. Im Zuge von Gebäudebegehungen und Hausmeisterschulungen werden die Energieverbräuche in den Schulen analysiert und Einsparpotenziale ermittelt. Unterstützung bekommen die Schulen vom Landkreis Ludwigsburg und der Stadt Ludwigsburg. Den gegründeten Energieteams steht hierbei der Zugang zu der vom Energiemanagement verwendeten Software „Interwatt“ zur Verfügung. Das Projekt wird gefördert durch die Kommunalrichtlinie des Bundes.

Online-Schulung zum Energiesparen für Verwaltungsmitarbeitende (2022)

Ausgelöst durch Corona kam im Laufe des Jahres 2022 die Idee auf, in Kooperation mit der Ludwigsburger Energieagentur (LEA) eine Schulung zum Energiesparen im Online-Format zu entwickeln. Zielgruppe sollten Verwaltungsmitarbeitende sein. Im Herbst 2022 konnte das Vorhaben umgesetzt werden. Die Schulung mit dem Titel „Energiesparen am Arbeitsplatz und Zuhause“ ist für Mitarbeitende der Stadtverwaltung seither im Intranet jederzeit verfügbar. Gemeinsam mit der LEA ist vorgesehen, eine vergleichbare Schulung für die Zielgruppe „Mitarbeitende von Kindertageseinrichtungen“ ins Leben zu rufen.

Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (seit 2022)

Über die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG) werden neben Neubauten und Generalsanierungen auch Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung von Gebäuden gefördert. Für 2023 war die Anbindung des Schulzentrums Eglosheim sowie der Kindertageseinrichtung in der Oberen Marktstraße vorgesehen. Beide Bauvorhaben wurden in Summe mit ca. 30.000 € bezuschusst.

Mitglied in der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. (DGNB) (seit 2023)

Seit Anfang 2023 ist die Stadt Ludwigsburg Mitglied bei der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. (DGNB). Die DGNB ist ein unabhängiger Non-Profit-Verein, der im Jahr 2007 gegründet wurde und als Europas größtes Netzwerk für nachhaltiges Bauen gilt. Um die reale Nachhaltigkeit in Bauprojekten zu erhöhen, gibt es neben der Wissensvermittlung rund um das nachhaltige Bauen das DGNB-Zertifizierungssystem, welches als Planungs- und Optimierungstool zur Bewertung nachhaltiger Gebäude, Innenräume und Quartiere angewandt werden kann. Eine DGNB-Zertifizierung bietet bei Neubau-Vorhaben die Voraussetzung zum Erhalt eines „Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) des Bundes. Neubauten, die über ein QNG-Siegel verfügen, bekommen eine erhöhte Förderquote im Rahmen der Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude.

Reduktion der Fernwärme-Hausanschlussleistung (seit 2023)

Aufgrund von Preissteigerungen mussten die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) zum 01.01.2023 die Preise für die Ludwigsburger Fernwärme anpassen. Die Preisanpassungen hatten u. a. zur Folge, dass sich der Jahresgrundpreis für das Ludwigsburger Verbundnetz pro kW Anschlusswert deutlich erhöht (nicht die Verbrauchskosten pro kWh). Um der Steigerung von Fernwärme-Jahresgrundpreisen für den städtischen Gebäudebetrieb entgegenzuwirken, hat das Energiemanagement begonnen, die Anschlusswerte der städtischen Großverbraucher zu überprüfen. Oftmals können diese reduziert werden, sofern energetische Sanierungsmaßnahmen (z. B. Fenstertausch) oder weitere Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs (z. B. Stilllegung, Umnutzung) in der Vergangenheit durchgeführt worden sind. Durch die bereits durchgeführte Leistungsreduzierung von zwei Objekten konnten somit bereits Kosten i. H. v. rund 50.000 €/Jahr eingespart werden. Weitere Anschlusswerte werden laufend überprüft. Neben dem Kostenvorteil bietet diese Maßnahme der SWLB die Möglichkeit, Fernwärme-Kapazitäten zur Anbindung weiterer Abnehmenden freizugeben.

4.2 Ausgewählte Hochbauprojekte

Umnutzung der Villa Ulmer zur Kinderbetreuung

Die Villa Ulmer wurde im Jahr 2023 umgebaut und kann seit Juni 2023 zur Kinderbetreuung genutzt werden. Die Baukosten betragen ca. 613.000 €.

Die Umnutzung der bestehenden Villa-Ulmer zu einer Kinderbetreuung ist nachhaltig, da sie die Notwendigkeit eines Neubaus vermeidet und somit Ressourcen spart. Durch die Wiederverwendung vorhandener Strukturen werden Materialverbrauch und Abfall minimiert. Zudem wird der ökologische Fußabdruck gesenkt, da weniger neue Baustoffe und Energie für den Bau benötigt werden. Diese Maßnahme fördert auch die Erhaltung des kulturellen Erbes und stärkt die soziale Infrastruktur, indem sie den Gemeinschaftszusammenhalt fördert und den Zugang zu frühkindlicher Betreuung verbessert.



Abbildung 29: Umnutzung der Villa Ulmer zur Kinderbetreuung

Photovoltaikanlage auf der Fuchshofschule



Abbildung 30: PV-Anlage mit Gründach, Fuchshofschule

Der Neubau der Fuchshofschule wurde mit einer erweiterbaren Photovoltaik-Anlage errichtet. Die PV-Anlage hat eine installierte Modulleistung von 53,46 kWp und ging im Dezember 2023 in Betrieb.

Ein Großteil des erneuerbar erzeugten Stromes wird in der Fuchshofschule selbst verbraucht. Der überschüssige Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Die Investition in die PV-Anlage mit Kosten von ca. 100.000 € rechnet sich bei jährlichen Einsparungen von ca. 12.000 € innerhalb von etwa **8 Jahren**.

Das nachfolgende Diagramm zeigt den monatlichen Strombezug der Jahre 2023 gegenüber dem Jahr 2024. Es ist eine deutliche Reduktion des Strombezuges nach Inbetriebnahme der PV-Anlage, insbesondere in den Sommermonaten, erkennbar.

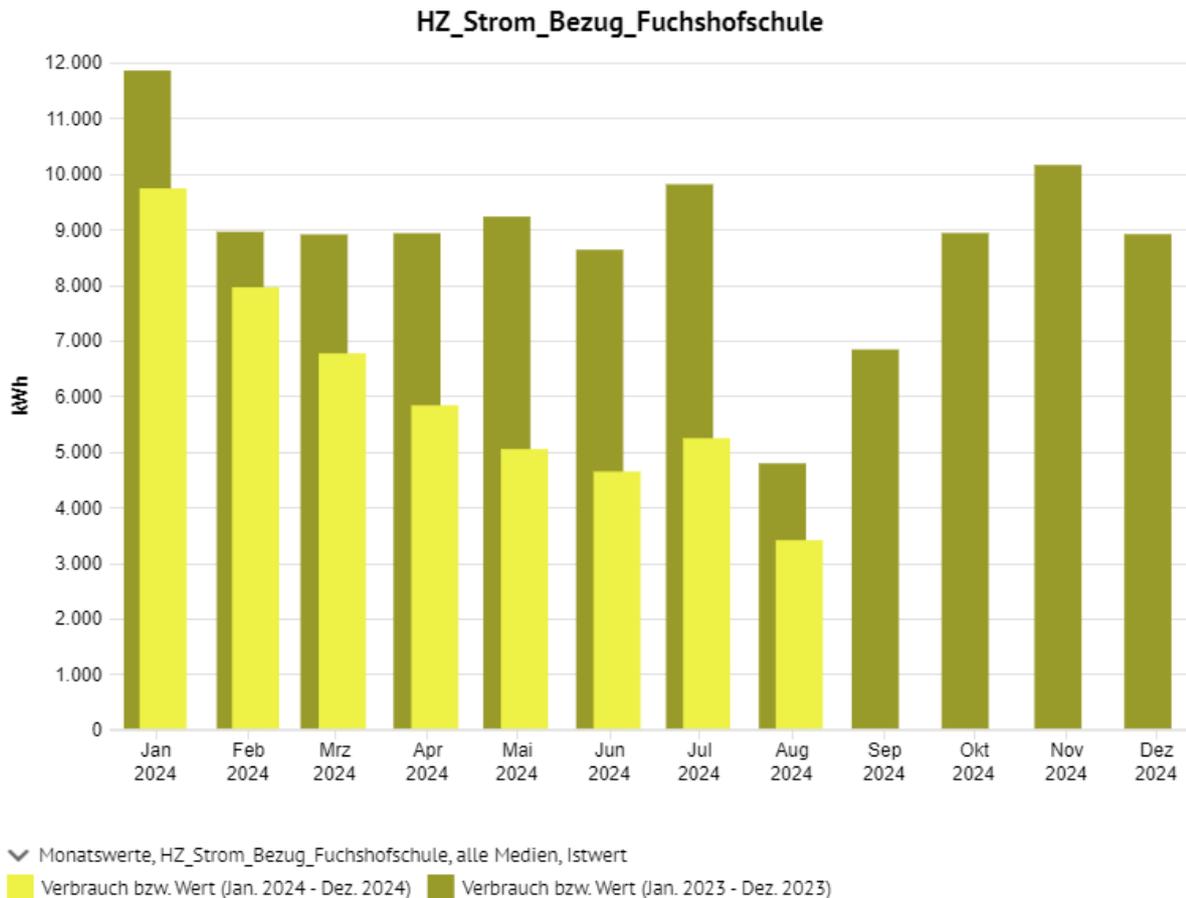


Abbildung 31: Fuchshofschule, reduzierter Strombezug nach Inbetriebnahme PV-Anlage

Zukünftig kann die PV-Anlage noch erweitert werden. Sobald für die Fuchshofschule ein neuer intelligenter Stromzähler eingebaut wurde, kann der Nutzen der Erweiterung der PV-Anlage auf dem Dach exakt bewertet werden. Die Auswertung der Daten liegt voraussichtlich bis Ende 2025 vor.

Da die PV-Anlage nur den Strombedarf bei Tag decken kann, würde sich generell der Einbau eines Batteriespeichers anbieten, um auch die Grundlast in der Nacht abzudecken.

Festzuhalten ist, dass sich durch die PV-Anlage zwar der Strombezug reduziert, jedoch der tatsächliche Stromverbrauch des Gebäudes unverändert bleibt. Somit ist ein laufendes Energiecontrolling der städtischen Gebäude unverzichtbar.

Sanierung der Hoffassade des Amtsgebäudes Obere Marktstraße 3

Die Fassadensanierung des Gebäudes schließt den Austausch der Fenster sowie die Dämmung der Passagendecke (Durchgang von der Vorderseite in den Hof) mit ein.

Die Maßnahmen wurden durch das Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen – Denkmal“ (BEG EM-Denkmal) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle mit 15 % der förderfähigen Kosten bezuschusst.

Nach der Sanierung weist die Fassade einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von ca. 0,20 W/m²K auf und erfüllt somit die Mindestanforderungen der BEG EM Denkmal von U= 0,45 W/m²K.

Die neu eingesetzten Fenster weisen einen U-Wert von etwa 1,2 – 1,3 W/m²K auf und erfüllen die Anforderungen an den U-Wert der Fenster von 1,4 W/m²K. Die sanierte Passagendecke weist einen U-Wert von ca. 0,185 W/m²K auf und erfüllt somit die Anforderungen der BEG EM von 0,20 W/m²K.



Abbildung 32: Sanierung der Hoffassade des Amtsgebäudes Obere Marktstraße 3

Impressum

STADT LUDWIGSBURG

Dezernat IV – Planen, Bauen, Liegenschaften

Fachbereich Hochbau und Gebäudewirtschaft

Abteilung Hochbau, Team Energiemanagement

Mathildenstraße 21

71638 Ludwigsburg

Titelseite: PV-Anlage Fuchshofschule, Fotografie: FB65, Herr Berner

Projektbearbeitung: Alexander Berner

Fassung: September 2024