

Kommunaler Energiebericht Zeitraum 2018 bis 2023



erstellt von der Stabstelle Umwelt- und Klimaschutz

Stand 06.09.2024

Kommunaler Energiebericht

(Berichtszeitraum 2018 bis 2023)

Der vorliegende Energiebericht betrachtet den Energiebedarf der kommunalen Funktionsgebäude (einschließlich der Tübinger Musikschule), der Gebäude der Sporthallenbetriebsgesellschaft, der Funktionsgebäude der kommunalen Servicebetriebe Tübingen (KST), der Kläranlage, der Sportplätze sowie der Straßenbeleuchtung. Außerdem wird im letzten Kapitel der Ausbau der Photovoltaik (PV) auf kommunalen Funktionsgebäuden dargestellt.

Da erst ab dem Berichtsjahr 2018 für einen Großteil der kommunalen Gebäude valide Flächen- und Energiedaten vorliegen, wird in diesem Bericht die Entwicklung des Energiebedarfs von 2018 bis 2023 betrachtet. Dabei hat sich die Corona-Pandemie in den Jahren 2021 und 2022 teils deutlich auf den Energiebedarf ausgewirkt. Hinzu kam 2022 der Krieg in der Ukraine, der die Energieverbräuche beeinflusst hat. Die Verknappung des Erdgasangebots und die Verunsicherung der Märkte hatten Energiepreissteigerung und Einsparmaßnahmen wie Temperaturabsenkungen und Reduzierung des Warmwasserverbrauchs zur Folge.

Seit Ende 2020 gilt das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg, welches Kommunen ab dem Jahr 2021 dazu verpflichtet, eine Vielzahl von Energiebedarfen zu erfassen und an das Land zu übermitteln. Die Datenmeldung muss jeweils Ende Juni für das vorangegangene Jahr erfolgen. Für Kommunen mit systematischem Energiemanagement wurde die Energiedatenmeldung vereinfacht. Davon profitiert die Stadtverwaltung Tübingen.

(I) Datengrundlage

Insbesondere bei den kommunalen Funktionsgebäuden hat sich die Anzahl der verfügbaren Daten sowie deren Datenqualität seit dem Berichtsjahr 2018 deutlich verbessert. Die regelmäßige Datenerfassung sowie das Energiemanagement erfolgen mit der umfangreichen Software Interwatt. Der Energiebedarf sowie dessen CO₂-Emissionen in Abhängigkeit vom eingesetzten Energieträger (Wärmeenergie) sind damit gut darstellbar. Außerdem werden mittlerweile Sanierungen energetischer und technischer Art (z.B. Heizungstausch) gebäudescharf dokumentiert. Einflüsse und Auswirkungen von Sanierungen werden damit deutlich schneller erkannt. Mit dem Ausbau und der Einbindung von digitaler Sensorik werden notwendige Optimierungs- oder Anpassungsmaßnahmen im Gebäude- oder Anlagenbetrieb frühzeitiger erkennbar.

(II) Entwicklung des Energiebedarfs der kommunalen Funktionsgebäude

Der vorliegende Energiebericht betrachtet 119 kommunale Energieliegenschaften einschließlich der Tübinger Musikschule. Die Gebäude besitzen zusammen eine Netto-Geschossfläche von knapp 196.000 m². Die Sporthallenbetriebsgesellschaft und die KST werden in den nachfolgenden Kapiteln separat betrachtet. Drei angemietete Objekte (KH Sternplatz, KH Janusz-Korczak und KH Stöcklestraße) sind nicht enthalten und sollten nächstes Jahr in die Erfassung mit aufgenommen werden.

Nachdem die durch Corona und Corona-Maßnahmen geprägten Jahre 2020/2021 vorbei waren, hat der Ausbruch des Krieges in der Ukraine auch eine Energiekrise im Jahr 2022 ausgelöst, die zu Energieeinsparungsaufrufen und Maßnahmen wie Absenkung der Raumtemperaturen führten. Es wurden auch teilweise Schließungen einzelner kommunaler Gebäude über die Weihnachtsfeiertage durchgeführt. Ab 2023 ist der Energieverbrauch wieder repräsentativer und das Verhalten der Nutzer hat sich „normalisiert“. Es werden im Folgenden vorwiegend Vergleiche zum Jahr 2018 gezogen.

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die Entwicklung der Strom- und Wärmebedarfe (witterungsbereinigt) der kommunalen Funktionsgebäude (i. w. Sinne). Erstmals wurde auch der Eigenstromverbrauch aus Photovoltaik-Anlagen erfasst bzw. abgeschätzt und dargestellt.

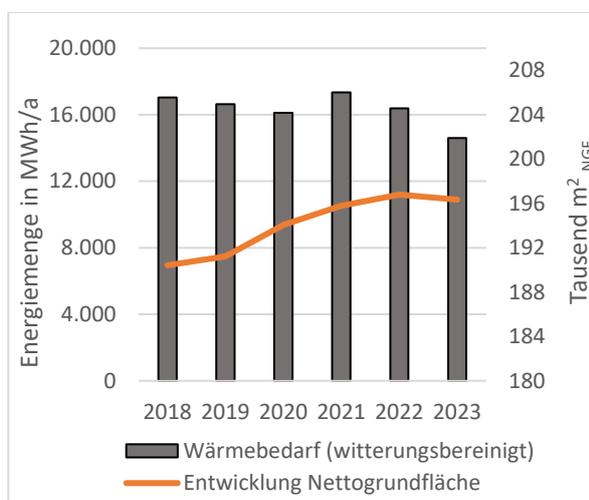


Abbildung 1: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller kommunalen Funktionsgebäude in Megawattstunden pro Jahr sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m² NGF

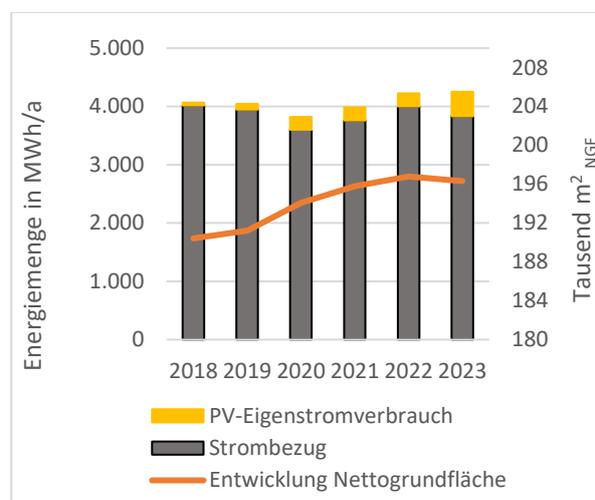


Abbildung 2: Strombezug über das Netz und durch PV-Anlagen aller kommunalen Funktionsgebäude in MWh/a sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m² NGF

Der witterungsbereinigte Wärmebedarf ist im Jahr 2023 gegenüber 2018 um -14,3 Prozent gesunken (von 17.028 auf 14.599 resp. -2.429 MWh/a). Es konnten viele Einsparungen durch Regelungsoptimierungen sowie energetische und gebäudetechnische Sanierungen erreicht werden (siehe auch Vorlage 59/2024).

Im Strombedarf sind inzwischen auch fünf Gebäude enthalten, in denen eine Wärmepumpe betrieben wird. Das Jugendhaus Lustnau wird mit einer elektrischen Wärmepumpe beheizt sowie das KH Horemer und KH Kilchberg mit einer Hybrid-Heizung (Gas und Wärmepumpe). Die Stromverbräuche der Wärmepumpen werden teilweise nicht separat erfasst und tauchen somit beim Stromverbrauch aber nicht beim Wärmeenergiebedarf auf. Der abgeschätzte Stromverbrauch der Wärmepumpen lag im Jahr 2023 bei ca. 20 MW (knapp 0,5 Prozent des Gesamtstromverbrauch des Gebäudebestands).

Der Gesamtstrombedarf inkl. des PV-Eigenstromverbrauchs ist im Jahr 2023 gegenüber 2018 um +4,5 Prozent gestiegen (von 4.064 auf 4.254 resp. +190 MWh/a). Der reine Strombezug aus dem Netz hat sich um -4,7 Prozent reduziert (-187 MWh).

Im Betrachtungszeitraum ist dabei die genutzte Nettogrundfläche (NGF) um +3,1 Prozent gestiegen. Flächenverluste gab es z.B. durch den Abriss der GS-Winkelwiese und KH Sophie Berg Tal. Neu hinzu gekommen ist z.B. die Radstation am Europaplatz. Die Energiebedarfe sollten daher in Relation zur Fläche gesetzt werden. Ein Flächenzuwachs kann den absoluten Energiebedarf erhöhen, auch wenn im gleichen Zeitraum Einsparungen im Bestand erzielt wurden. In Abbildung 3 und Abbildung 4 sind der spezifische Wärme- und Strombedarf abhängig von der Nettogrundfläche (NGF) dargestellt.

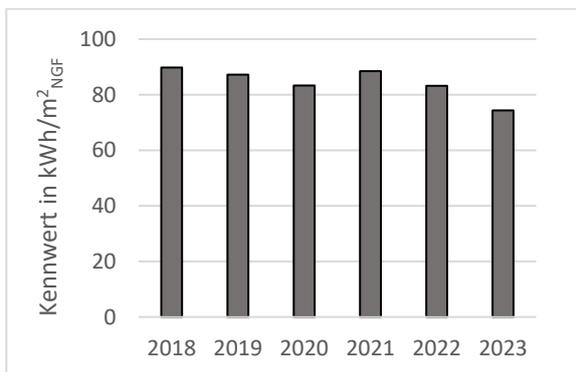


Abbildung 3: witterungsbereinigter Wärmebedarf in kWh/m² Nettogrundfläche

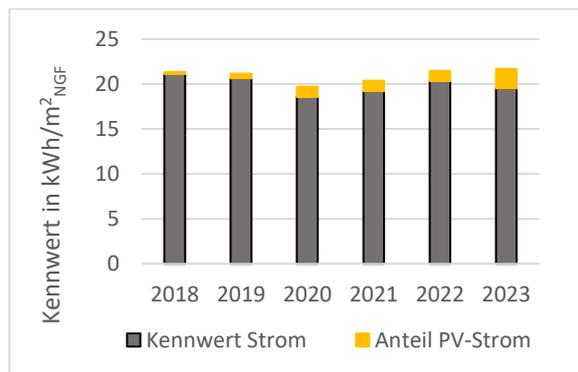


Abbildung 4: Strombedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche

Die Verläufe sind ähnlich zum Gesamtwärmebedarf und Strombedarf der Liegenschaften. Der witterungsbereinigte, spezifische Wärmebedarf im Jahr 2023 hat sich gegenüber 2018 von 89,8 auf 74,4 kWh/m² um -17,2 Prozent deutlich verringert. Der spezifische Strombedarf inkl. des PV-Eigenstroms hat sich 2023 gegenüber 2018 von 21,3 kWh/m² auf 21,7 kWh/m² um +1,5 Prozent erhöht.

Der Strombedarf für kommunale E-Fahrzeuge kann derzeit nur aufwändig manuell ermittelt werden. Der meisten E-Fahrzeuge befinden sich in der Tiefgarage im Rathaus am Markt. Der Anteil der E-Mobilität am Gesamtstromverbrauch des Rathauses spielt mit 1,5 Prozent bzw. 3.700 kWh/a für (4 E-Fahrzeuge) derzeit noch keine relevante Rolle. Durch die Elektrifizierung der Mobilität und einen verstärkten Einsatz von Wärmepumpen werden jedoch mittelfristig zusätzliche Strombedarfe entstehen.

(III) Entwicklung des Energiebedarfs der Tübinger Sporthallenbetriebsgesellschaft mbH

Die Paul Horn-Arena und die Sporthalle WHO sind zwar Gebäude der Sporthallenbetriebsgesellschaft mbH, jedoch besteht beim Thema Energie eine gute Zusammenarbeit zwischen der GmbH und der Stadtverwaltung. Dabei wurde die Betrachtung im Bereich Strom auf die Paul Horn-Arena beschränkt, da die Sporthalle WHO im Stromverbrauch der Geschwister-Scholl-Schule enthalten ist.

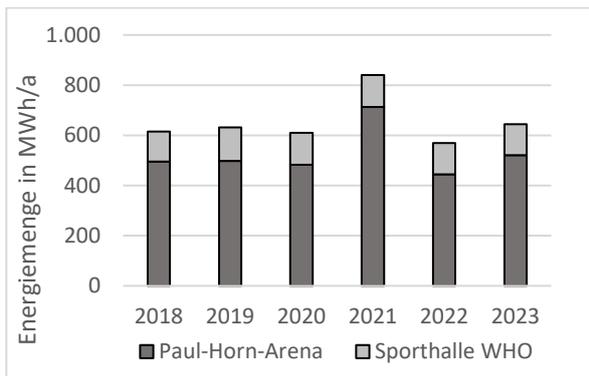


Abbildung 5: witterungsbereinigter Wärmebedarf der beiden Funktionsgebäude in Megawattstunden pro Jahr

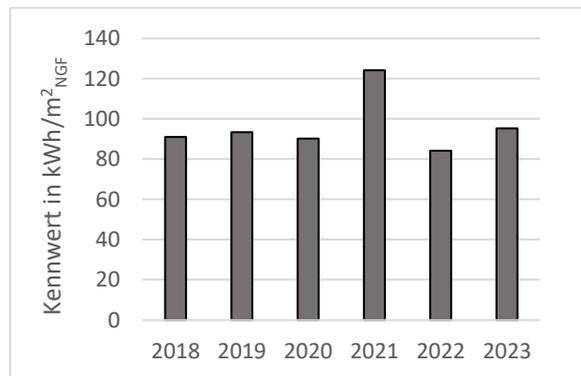


Abbildung 6: witterungsbereinigter Wärmebedarf der beiden Gebäude in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche

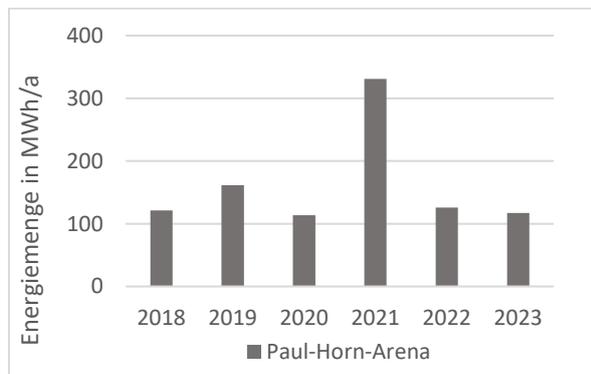


Abbildung 7: Strombedarf der Paul Horn-Arena in MWh/a

Neben den Effekten wie der Corona-Pandemie/Energiekrise haben Großverbraucher einen großen Einfluss auf den Wärmebedarf. Im Jahr 2021 wurde, durch unvorhergesehene Nutzung der Paul Horn-Arena als Impfzentrum und durch einen von einem Unwetter verursachten Wasserschaden, der Gesamtenergiebedarf stark beeinflusst.

(IV) Entwicklung des Energiebedarfs der KST-Funktionsgebäude

Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen die Entwicklung der Strom- und Wärmebedarfe (witterungsbereinigt) der KST-Funktionsgebäude einschließlich der Friedhofsgebäude. Die Strombedarfe der Kläranlage, welche ebenfalls bei den KST angesiedelt ist, werden in Kapitel V separat betrachtet.

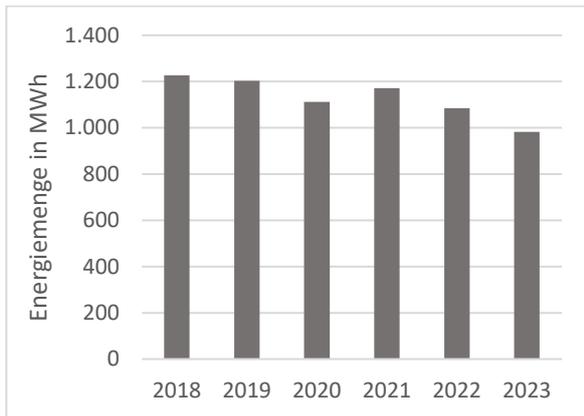


Abbildung 8: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller KST-Funktionsgebäude in MWh/a

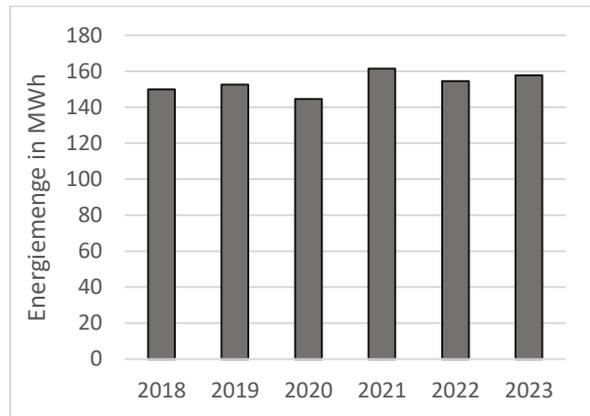


Abbildung 9: Strombedarf der KST-Funktionsgebäude in MWh/a

Die Funktionsgebäude der KST hatten im Jahr 2023 einen witterungsbereinigten Wärmebedarf von 983 MWh sowie einen Strombedarf von 158 MWh. Der witterungsbereinigte Wärmebedarf hat sich im Jahr 2023 im Vergleich zu 2018 um -19,9 Prozent deutlich reduziert. Der Strombedarf im Jahr 2023 ist im Vergleich zu 2018 um +5,2 Prozent gestiegen. Die genutzte Nettogrundfläche (NGF) hat sich von 2020 auf 2021 durch Rückgabe des Friedhof-Aufsehergebäudes an die Stadt um -4 Prozent verringert.

Der Strombedarf hat sich im Vergleich zu 2018 erhöht. Ein Grund ist die sukzessive Umstellung auf Akku-Geräte und Anschaffung von insgesamt 21 E-Fahrzeugen sowie eines neuen, elektrischen Blitzeranhängers, die an verschiedenen Stellen von den KST geladen werden.

(V) Entwicklung des Strombedarfs der Kläranlage

Die Strombedarfswerte der Kläranlage werden anteilig für die Gemeinde Tübingen dargestellt. Wie in Abbildung 10 ersichtlich, betrug der anteilige Strombedarf der Kläranlage im Jahr 2023 rund 2.984 MWh. Während der Bedarf zwischen 2018 und 2020 gesenkt werden konnte, ist er im Jahr 2021 gegenüber 2020 um knapp +10 Prozent gestiegen. Dies ist auf die Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe zurückzuführen. Die Inbetriebnahme hat im April bzw. der letzte Teil im Juni 2021 begonnen. Der in der Planung prognostizierte Anstieg von +33 Prozent hat nicht stattgefunden. Der Stromverbrauch wird aber von externen Faktoren (vor allem Niederschlag) stark beeinflusst. 2022 war ein verhältnismäßig trockenes Jahr. Im Jahr 2023 hat sich der Strombedarf nicht weiter erhöht. Es kann davon ausgegangen werden, dass die 4. Reinigungsstufe damit nur knapp über 10 Prozent Strommehrbedarf auslöst.

Die hier betrachteten Energiemengen beziehen sich auf die angeschlossenen Einwohner in Tübingen. Die Kläranlage reinigt ebenfalls Abwässer aus Rottenburg, Oberndorf und Ammerbuch (ca. 13,6 Prozent der angeschlossenen Anwohner). Pro angeschlossenen Einwohner in Tübingen wurden 2023 für die Reinigung der Abwässer ca. 32 kWh Strom sowie 26 kWh Wärme pro Jahr benötigt.

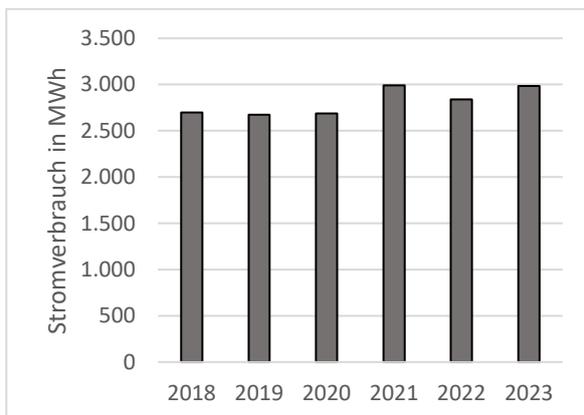


Abbildung 10: Strombedarf der Kläranlage in MWh/a (Anteil Tübingen)

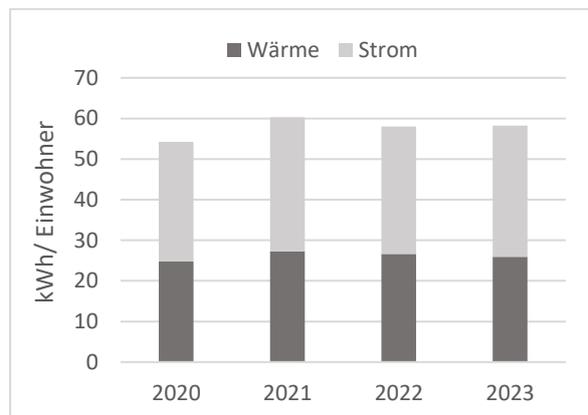


Abbildung 11: Wärme- und Strombedarf pro angeschlossenen Einwohner in Tübingen kWh/EW

Die Stromerzeugung aus den Klärgas-BHKWs (Stromproduktion 2023: 2.038 MWh) hat 2023 einen Anteil von 69 Prozent des Gesamtstrombedarfs (Strombezug + Eigenstromerzeugung BHKW für den Anteil Tübingen) gedeckt. Zudem liefert die PV-Anlage des Klärwerks ca. 38 MWh/a als Eigenstrom für den Klärwerksbetrieb.

Zudem wird über die BHKWs Wärme für den Klärwerksbetrieb und das Wärmenetz der swt bereitgestellt. Die BHKWs werden zu rund 95 % mit Klärgas und zu rund 5 % mit Erdgas betrieben.

(VI) Entwicklung des Strombedarfs der Tübinger Sportplätze

Bei den Sportplätzen, für die die Stadtverwaltung die Energiekosten trägt, wäre die Betrachtung des Strombedarfs für die Flutlichtanlagen und die Bewässerungssysteme sinnvoll und im Rahmen des Klimaschutzgesetzes BW notwendig. Jedoch fehlen hierzu häufig die notwendigen Unterzähler, sodass teilweise mit Hochrechnungen und Abschätzungen gearbeitet werden musste.

Die beleuchtete Freifläche der Sportplätze entspricht etwas mehr als 306.000 m². Wie in Abbildung 12 ersichtlich, war der Strombedarf in 2018 und 2019 mit 97 MWh/a relativ konstant. In 2020 sank der Bedarf um knapp -12 Prozent auf 86 MWh/a aufgrund des Corona-bedingten reduzierten Sportbetriebs auf den Plätzen. In den letzten 3 Jahren gab es einen starken Anstieg des hochgerechneten Bedarfs. So war zum Beispiel ein starker Anstieg in den Daten aus Lustnau erkennbar. Durch die fehlenden Unterzähler ist aber nicht nachprüfbar, ob dies an einer Mehrnutzung der Sportanlagen oder an den sonstigen Verbrauchern am Zählerpunkt liegt. Die Umrüstung und Umstellung der Flutlichtanlagen auf LED-Technik mit Zwischenzähler wurde 2024 abgeschlossen. Daher ist im nächsten Jahr mit exakteren Daten zu rechnen.

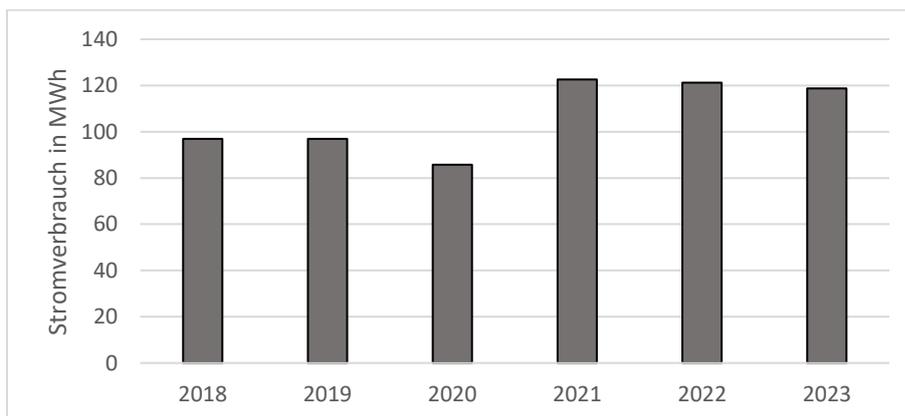


Abbildung 12: Abgeschätzter Strombedarf der Sportplätze in MWh/a

(VII) Entwicklung des Strombedarfs der Straßenbeleuchtung

Für die Straßenbeleuchtung wurden im Jahr 2023 rund 2.390 MWh Strom, das sind -19,3 Prozent bzw. 573 MWh weniger als in 2018 benötigt. Dabei hat sich die Anzahl der Lichtpunkte von 10.335 (2018) auf circa 10.828 (2023) leicht erhöht. Die Anzahl der Lichtpunkte entspricht hierbei nicht der Anzahl der installierten Leuchten. Ende 2022 wurden im Zuge der Energiekrise die Beleuchtungszeiten reduziert. Im Zeitraum vom 21. November 2022 bis 23. Januar 2023 wurden unter der Woche zwischen 1 Uhr und 5 Uhr die Leuchten ausgeschaltet. In den Ausgehnächten, von Donnerstag bis Sonntag, wurden die Leuchten zwischen 3 Uhr und 5 Uhr abgeschaltet. Allein dadurch wurden ca. 180 MWh am Strombedarf eingespart.

Der spezifische Verbrauch hat sich von 286 auf 220 kWh/Lichtpunkt reduziert. Rechnet man den Sondereffekt der Abschaltung heraus, ist eine Reduktion auf 226 kWh/Lichtpunkt erzielt worden (entspricht -21 Prozent).

Derzeit sind ca. 27 Prozent der Leuchtmittel auf LED umgestellt. Geplant ist, die öffentliche Straßenbeleuchtung bis 2030 nahezu vollständig auf LED-Technik sowie weitgehend auf die Technik „Licht nach Bedarf“ umzurüsten.

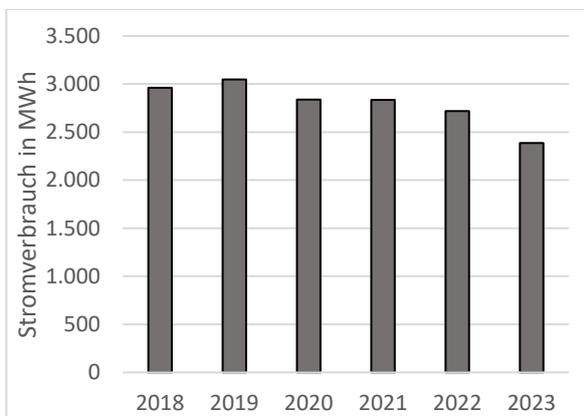


Abbildung 13: Strombedarf der öffentlichen Straßenbeleuchtung in MWh/a



Abbildung 14: Strombedarf der Straßenbeleuchtung in kWh/Lichtpunkt

(VIII) Ausbau der Photovoltaik auf den kommunalen Funktionsgebäuden

Um die Entwicklung des Photovoltaikausbaus bei der Stadtverwaltung Tübingen analysieren zu können, wurde ein längerer Betrachtungszeitraum von 2010 bis 2023 gewählt, da bereits in den späten 2000er-Jahren mit der Tübinger Solardachoffensive die Förderung von PV auf kommunalen Gebäuden startete. Betrachtet werden hier nur kommunale Gebäude, die von der Stadtverwaltung verwaltet werden.

Wie in Abbildung 15 ersichtlich, betrug die installierte PV-Leistung bis 2017 rund 800 kWp. Bei diesen Anlagen handelt es sich fast vollständig um Bürger-PV-Anlagen die nicht von der Stadtverwaltung betrieben werden. Die kommunalen Dachflächen wurden mietfrei zur Verfügung gestellt. In 2018 startete das städtische Solardachprogramm für stadteigene und von den Stadtwerken betriebene Anlagen auf kommunalen Dachflächen. Inzwischen werden auch Anlagen zurückgekauft und für den Eigenverbrauch genutzt. Ab 2019 gab es dann einen dynamischen Anstieg. Der Zubau auf städtischen Dachflächen wird durch die begrenzt geeigneten Flächen reglementiert und ist auch abhängig von Nebenfaktoren wie Statik oder Instandhaltungszyklen von Dächern. Bei Dachsanierungen werden PV-Anlagen mitgeplant. Bis zum Jahresende 2023 war eine PV-Leistung von knapp 2.184 kWp auf den Dächern der kommunalen Funktionsgebäude installiert. Das entspricht einer Steigerung von 153 Prozent gegenüber 2018.

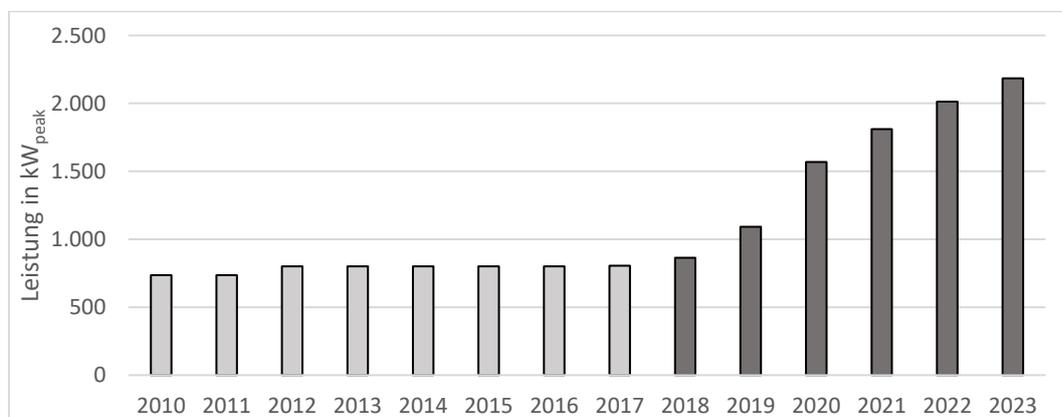


Abbildung 15: Installierte PV-Leistung auf kommunalen Funktionsgebäuden in kWp

Es gibt noch weitere in dieser Grafik nicht dargestellte PV-Anlagen auf dem Männerwohnheim, der Panzerhalle und auf dem Wohngebäude Hagenloher Straße mit knapp 150 kWp. Diese PV-Anlagen sind zwar im Besitz der Stadtverwaltung, aber die Gebäude werden nicht als kommunale Funktionsgebäude genutzt.

Nun soll die installierte PV-Leistung auf kommunalen Gebäuden noch ins Verhältnis zum Strombedarf der kommunalen Funktionsgebäude gesetzt werden. In Abbildung 16 sind die Strombedarfe (graue Balken) und die Menge des mithilfe der Photovoltaikanlagen erzeugten Stroms (gelbe Balken) gegenübergestellt.

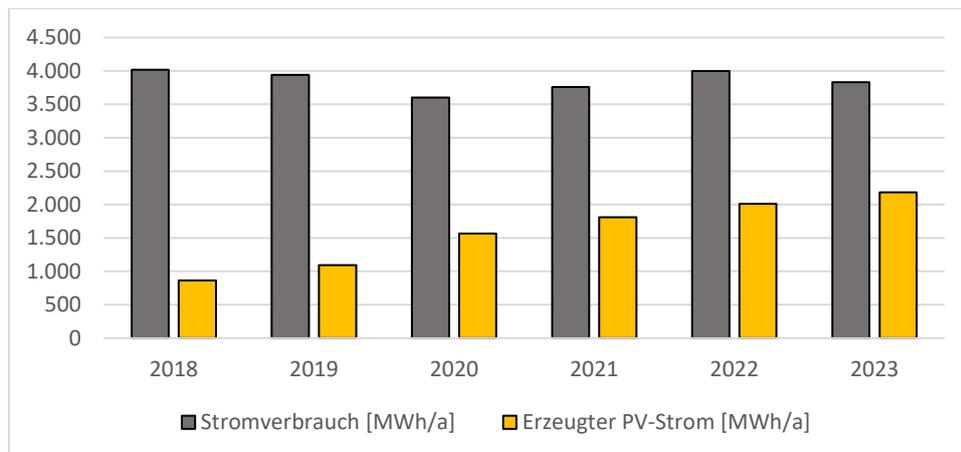


Abbildung 16: Strombedarf kommunale Funktionsgebäude und erzeugter PV-Strom in MWh/a

Während im Jahr 2018 etwa 4.000 MWh Strombedarf lediglich 821 MWh selbst erzeugtem Strom gegenüberstanden (20 Prozent), waren es 2023 rund 4.253 MWh Strombedarf im Vergleich zu ca. 2.075 MWh selbsterzeugtem Strom (49 Prozent). Die Zielsetzung, eine starke Reduzierung des Stromverbrauchs auf ca. 3.000 MWh bis 2030 zu erreichen, wird als nicht mehr realistisch angesehen. Um somit weiterhin das Ziel zu erreichen, den Strombedarf bilanziell durch PV-Anlagen auf den kommunalen Gebäuden abzudecken, muss die angestrebte PV-Leistung bei etwa 4 MW-peak im Jahr 2030 liegen (vergl. Vorlage 21/2020).