
Kommunaler Energiebericht

(Berichtszeitraum 2018 bis 2022)

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 2022 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, wodurch hoher Zeitdruck entsteht. 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. Zudem sind anhand dieser umfangreichen Datenbasis notwendige Optimierungs- oder Anpassungsmaßnahmen im Gebäude- oder Anlagenbetrieb frühzeitig 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 197.000 m². Die Sporthallenbetriebsgesellschaft und die KST wird in den nachfolgenden Kapiteln separat betrachtet.

Im Jahr 2022 hat der Ausbruch des Krieges in der Ukraine eine Energiekrise ausgelöst, die zu Energieeinsparungsaufrufen und Maßnahmen wie Absenkung der Raumtemperaturen führten. Es wurden auch teilweise Schließungen einzelner kommunaler Gebäude über die Weihnachtsfeiertage durchgeführt. Daher sind die Daten nicht geeignet, um klare Trends daraus abzuleiten. 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).

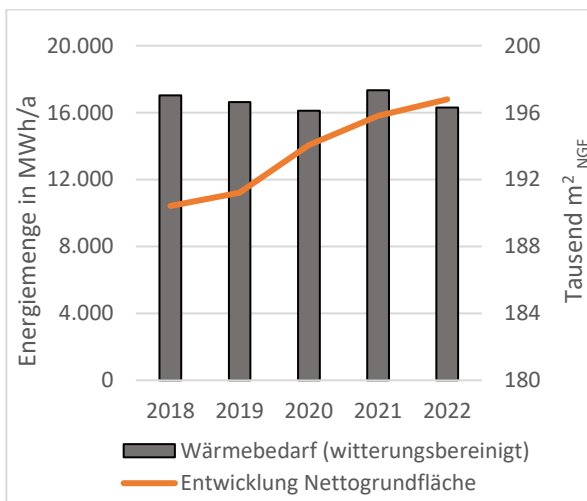


Abbildung 1: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller kommunalen Funktionsgebäude in Megawattstunden pro Jahr sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m² NGF

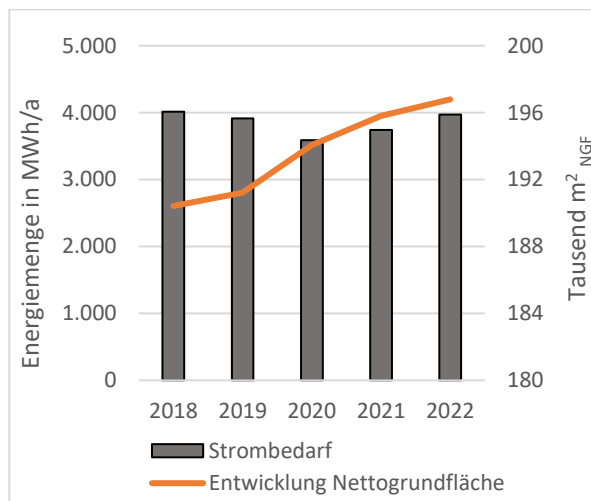


Abbildung 2: Strombedarf aller kommunalen Funktionsgebäude in MWh/a sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m² NGF

Der witterungsbereinigte Wärmebedarf ist im Jahr 2022 gegenüber 2018 um -4,2 Prozent gesunken (von 17.028 auf 16.305 resp. -723 MWh/a). Die größten absoluten Abnahmen im Bereich Wärme waren 2022 bei den Gebäuden Geschwister-Scholl-Schule und Kepler-Gymnasium (Renovierung) festzustellen. Auch fast alle Kinderhäuser haben durch die Temperaturabsenkungen Wärmeenergie eingespart.

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

Der Strombedarf im Jahr 2022 ist im Vergleich zu 2018 nur minimal um -1,1 Prozent gesunken (von 4.016 auf 3.972 resp. -44 MWh/a). Erwartet wurden höhere Einsparungen. Doch im Jahr 2022 sind einige Störungen von Lüftungsanlagen und anderen technischen Einrichtungen aufgetreten, die höhere Stromverbräuche verursacht haben.

Im Betrachtungszeitraum ist dabei die genutzte Nettogrundfläche (NGF) um +3,3 Prozent gestiegen. 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.

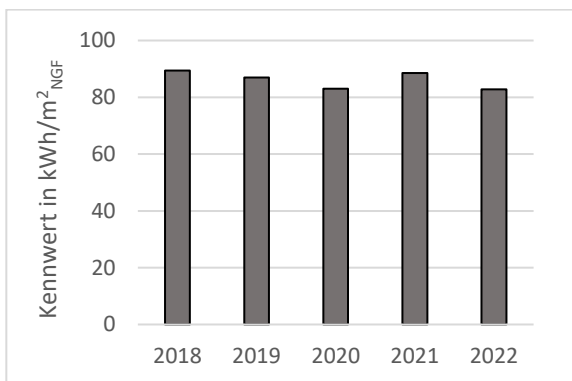


Abbildung 3: witterungsbereinigter Wärmebedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche

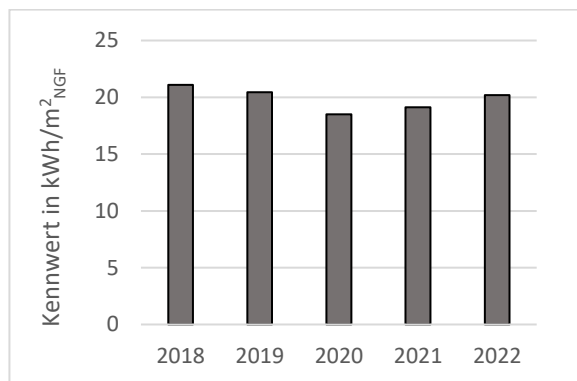


Abbildung 4: Strombedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche

Die Verläufe sind ähnlich zu dem Gesamtwärmebedarf und Strombedarf der Liegenschaften. Der witterungsbereinigte, spezifische Wärmebedarf im Jahr 2022 hat sich gegenüber 2018 von 89,4 kWh/m² auf 82,9 kWh/m² um -7,3 Prozent verringert. Der spezifische Strombedarf im Jahr 2022 hat sich gegenüber 2018 von 21,1 kWh/m² auf 20,2 kWh/m² verringert und liegt damit 2022 in etwa auf dem Niveau von 2019 (Vor-Corona-Zeit).

Neben dem Anstieg der genutzten Nettogrundfläche, führt auch der Ausbau von Schulen zu Ganztages-schulen zu einer Verlängerung der Nutzungszeiten und damit zu einem erhöhten Wärme- und Strombedarf. Ebenfalls Einfluss auf den Wärmebedarf haben die erhöhten Luftwechselraten. Der Strombedarf für kommunale E-Fahrzeuge kann derzeit (noch) nicht erfasst werden, jedoch ist davon

auszugehen, dass er aktuell noch keine relevante Rolle spielt. Durch die Elektrifizierung der Mobilität und einen verstärkten Einsatz von Wärmepumpen werden jedoch mittelfristig zusätzliche Strombedarfe entstehen. Die Zielsetzung ist es für 2030 einen Stromverbrauch von rund 3.000 MWh/a (vergl. Vorlage 21/2020) zu erreichen. Inwieweit dieses Ziel erreichbar ist, ist derzeit nicht abschätzbar.

Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen der kommunalen Funktionsgebäude

In den nachfolgenden CO₂-Emissionen sind alle kommunalen Funktionsgebäude einschließlich der Tübinger Musikschule und der Strombedarf der Sporthalle WHO enthalten. Nicht bilanziert sind die Altenhilfe Tübingen, die Paul-Horn-Arena und die KST.

Die Berechnung der CO₂-Emissionen der Wärme erfolgte auf Basis der gemessenen oder abgelesenen Verbrauchswerte in den kommunalen Gebäuden. Es wurden Emissionsfaktoren aus GEMIS 5.0 sowie die CO₂-Faktoren der Wärmenetze der Stadtwerke Tübingen genutzt. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen des Stroms wurde der Ökostrombezug inklusive der Vorketten mit 0,019 kg CO₂ pro kWh angesetzt.

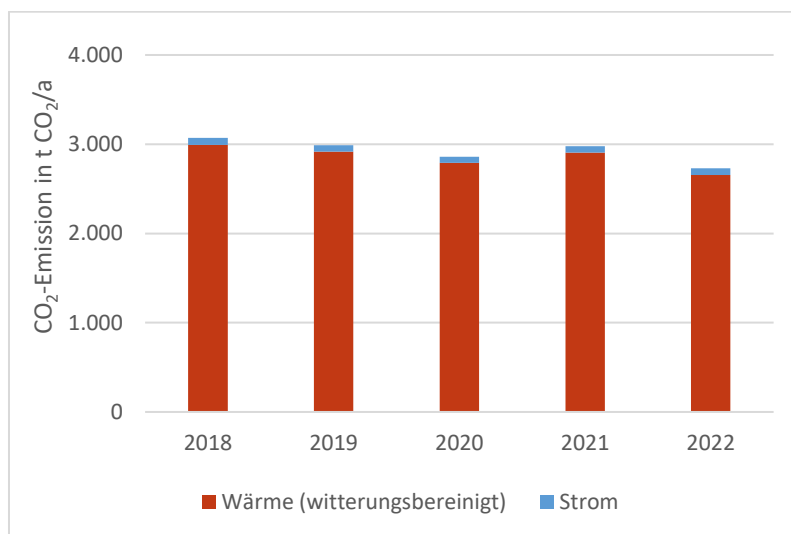


Abbildung 5: CO₂-Emissionen der kommunalen Funktionsgebäude in Tonnen CO₂ pro Jahr

Die CO₂-Emissionen sind stark abhängig von den eingesetzten Energieträgern. Im Zeitraum 2018 bis Ende 2022 ist eine Reduzierung von -11,1 Prozent der CO₂-Emissionen für Strom- und Wärme ersichtlich. Wie oben erwähnt, hat sich im gleichen Zeitraum die genutzte Nettogrundfläche (NGF) um +3,3 Prozent erhöht.

Die Verbesserungen bei den CO₂-Emissionen beruht zum großen Teil auf Verbesserungen bei den Energieträgern. So konnten im Berichtszeitraum u. a. fünf Gebäude zusätzlich an die Fernwärme angeschlossen, vier weitere Pellets-Kessel und eine Wärmepumpe in Betrieb genommen und fünf Heizkessel stillgelegt werden. Zudem hat sich der spezifische CO₂-Faktor der von den Stadtwerken Tübingen gelieferten Fernwärme verbessert.

(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.

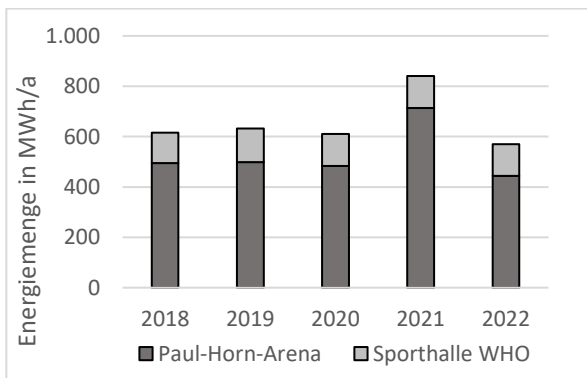


Abbildung 6: witterungsbereinigter Wärmebedarf der beiden Funktionsgebäude in Megawattstunden pro Jahr

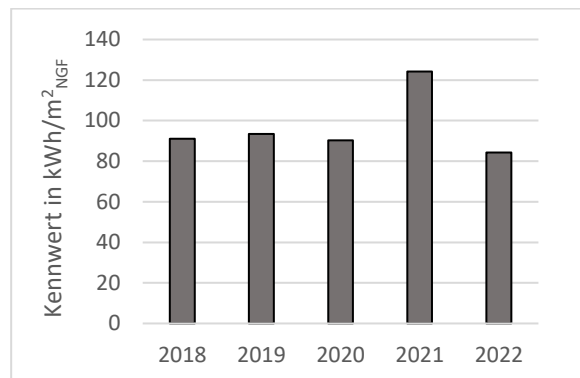


Abbildung 7: witterungsbereinigter Wärmebedarf der beiden Gebäude in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche

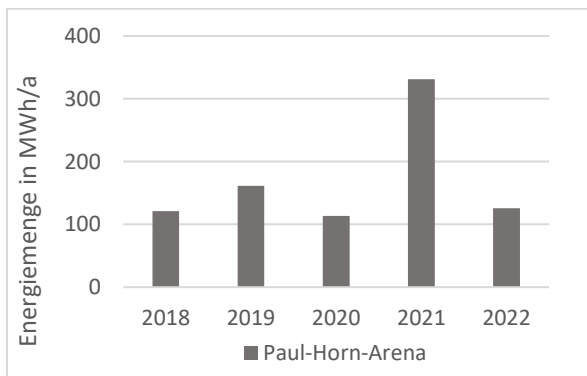


Abbildung 8: Strombedarf der Paul Horn-Arena in MWh/a

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 9 und Abbildung 10 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 IV separat betrachtet.

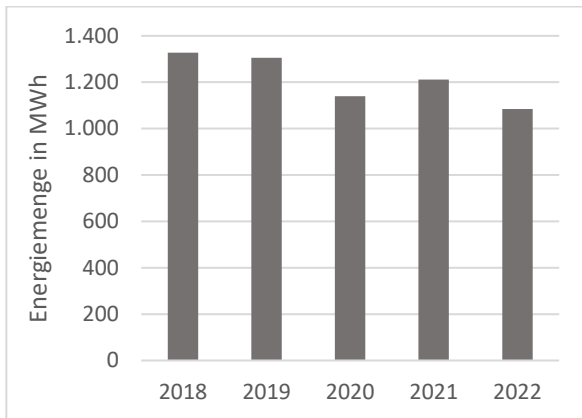


Abbildung 9: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller KST-Funktionsgebäude in MWh/a

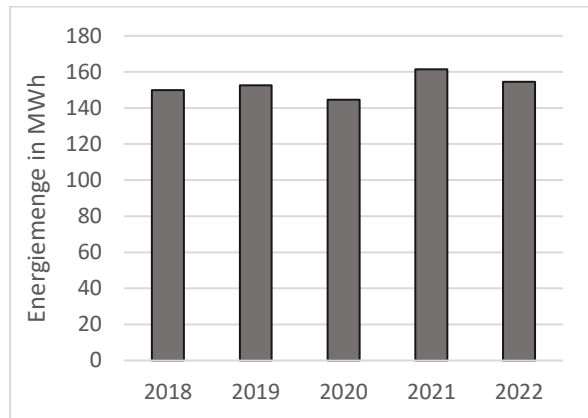


Abbildung 10: Strombedarf der KST-Funktionsgebäude in MWh/a

Die Funktionsgebäude der KST hatten im Jahr 2022 einen witterungsbereinigten Wärmebedarf von etwa 1.084 MWh sowie einen Strombedarf von 155 MWh. Der witterungsbereinigte Wärmebedarf hat sich im Jahr 2022 im Vergleich zu 2018 um -18,3 Prozent reduziert. Der Strombedarf im Jahr 2022 ist im Vergleich zu 2018 um +3,1 Prozent gestiegen. Die genutzte Nettogrundfläche (NGF) hat sich von 2020 auf 2021 durch Rückgabe des Friedhof-Aufsehergebäudes an die Stadt um -4 Prozent verringert.

Ausgelöst durch den Ausbruch des Krieges in der Ukraine hat die Energiekrise zu nutzungsbedingten Einsparmaßnahmen geführt (z. B. Absenkung der Raumtemperatur). Diese haben den Wärmebedarf reduziert. Einen Einfluss hatte aber auch ein Ausfall der Heizung im Betriebshof, der zu weiteren ungewollten Energieeinsparungen geführt hat.

Der Strombedarf hat sich im Vergleich zu 2018 erhöht. Ein Grund könnte die sukzessive Umstellung auf Akku-Geräte und Anschaffung von sechs neuen E-Fahrzeugen sowie eines neuen elektrischen Blitzeranhängers sein, 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. Die Kläranlage klärt einen kleinen Teil der Abwässer von Rottenburg und Ammerbuch mit. Wie in Abbildung 11 ersichtlich, betrug der Strombedarf der Kläranlage im Jahr 2022 rund 2.802 MWh. Während der Bedarf zwischen 2018 und 2020 gesenkt werden konnte, ist er im Jahr 2021 gegenüber 2020 um knapp +21,5 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. Erst in den nächsten Jahren wird ein klarer Trend für den zusätzlichen Stromverbrauch der 4. Reinigungsstufe erkennbar sein.

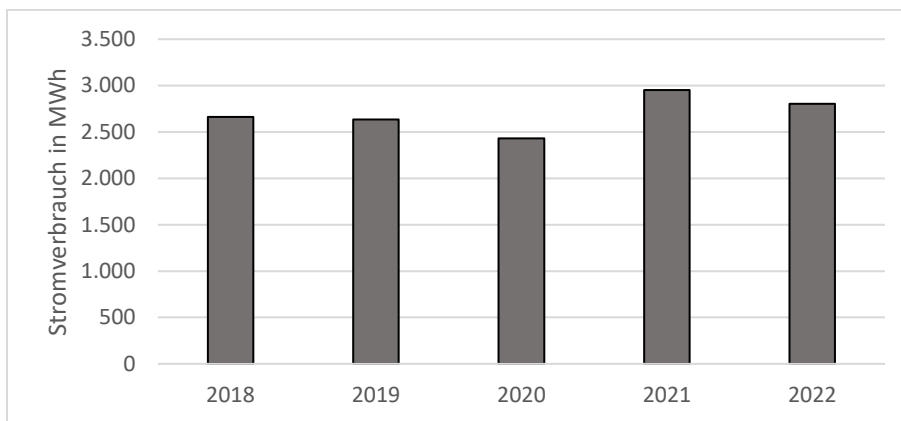


Abbildung 11: Strombedarf der Tübinger Kläranlage in MWh/a

Die Stromerzeugung aus den Klärgas-BHKWs (Stromproduktion 2022: 2.037 MWh) hat 2022 einen Anteil von 73 Prozent des Gesamtstrombedarfs gedeckt.

Für die Strom- und Wärmeproduktion auf dem Klärwerk werden rund 8,5 GWh/a Gas eingesetzt. Davon sind ca. 95 Prozent Klärgas und fünf Prozent Erdgas.

(VI) Entwicklung des Strombedarfs der Tübinger Sportplätze

Bei den Sportplätzen, für die die Stadt 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. Es ist geplant im Zuge der Umstellung der Flutlichtanlagen auf LED, Zwischenzähler nachzurüsten.

Die beleuchtete Freifläche der Sportplätze entspricht etwas mehr als 300.000 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 2021 und 2022 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.

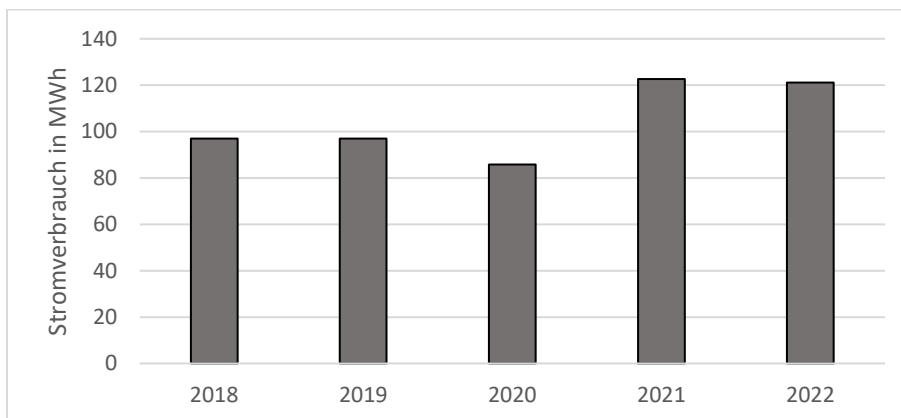


Abbildung 12: Strombedarf der Sportplätze in MWh/a

(VII) Entwicklung des Strombedarfs der Straßenbeleuchtung

Für die Straßenbeleuchtung benötigte die Universitätsstadt Tübingen im Jahr 2022 rund 2.720 MWh Strom, das sind 8,1 Prozent bzw. 240 MWh weniger als in 2018. Dabei hat sich die Anzahl der Lichtpunkte geringfügig von 10.335 (2018) auf circa 10.560 (2022) 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 bis zum 31.12.2022 rund 110 MWh am Strombedarf eingespart, also rund 45 Prozent der Gesamteinsparung in 2022.

Der spezifische Verbrauch hat sich von 286 auf 258 kWh/Lichtpunkt reduziert. Rechnet man den Sondereffekt der Abschaltung heraus, ist nur eine Reduktion auf 268 kWh/Lichtpunkt erzielt worden.

Derzeit sind ca. 22 Prozent der Leuchtmittel auf LED umgestellt. Geplant ist, die öffentliche Straßenbeleuchtung bis 2030 vollständig auf LED-Technik sowie weitgehend auf die Technik „Licht nach Bedarf“ umzurüsten.

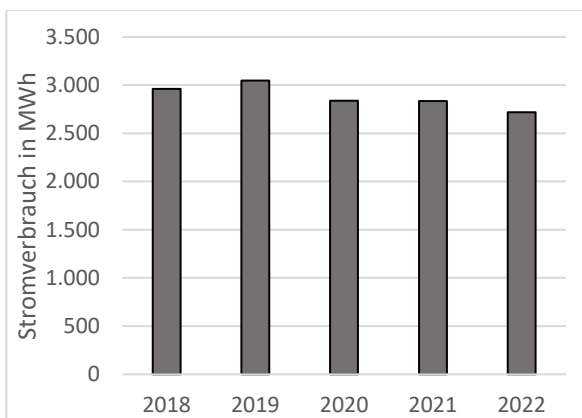


Abbildung 13: Strombedarf der öffentlichen Straßenbeleuchtung in MWh/a

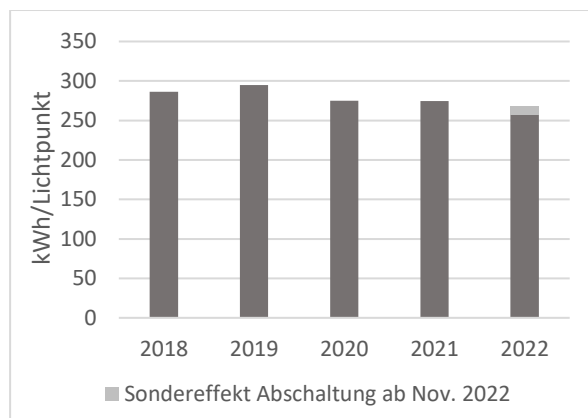


Abbildung 14: Strombedarf der Straßenbeleuchtung in kWh/Lichtpunkt

(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 2022 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. Ab 2019 gab es dann einen dynamischen Anstieg. Im Jahr 2022 ist der Zubau nicht mehr so stark wie 2020 ausgefallen, konnte aber mit 293 kWp das Jahr 2021 übertreffen. 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 2022 war eine PV-Leistung von knapp 2.104 kWp auf den Dächern der kommunalen Funktionsgebäude installiert. Das entspricht rund 16 Prozent mehr als 2021 und sogar 144 Prozent mehr als 2018. Die Zielgröße für die städtischen Dächer liegt bei 3.000 kWp im Jahr 2030 (vergl. Vorlage 21/2020).

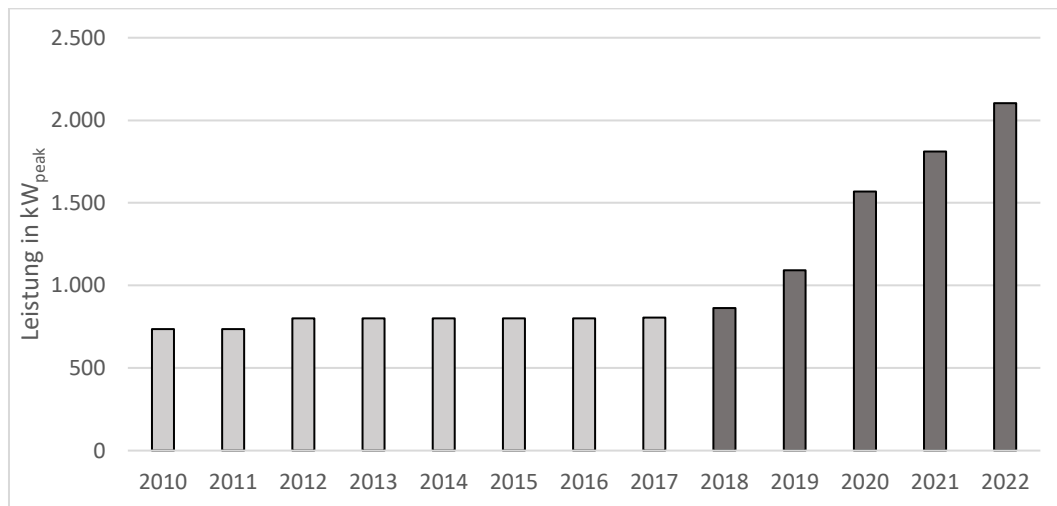


Abbildung 15: Installierte PV-Leistung auf kommunalen Funktionsgebäuden in kWp

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.

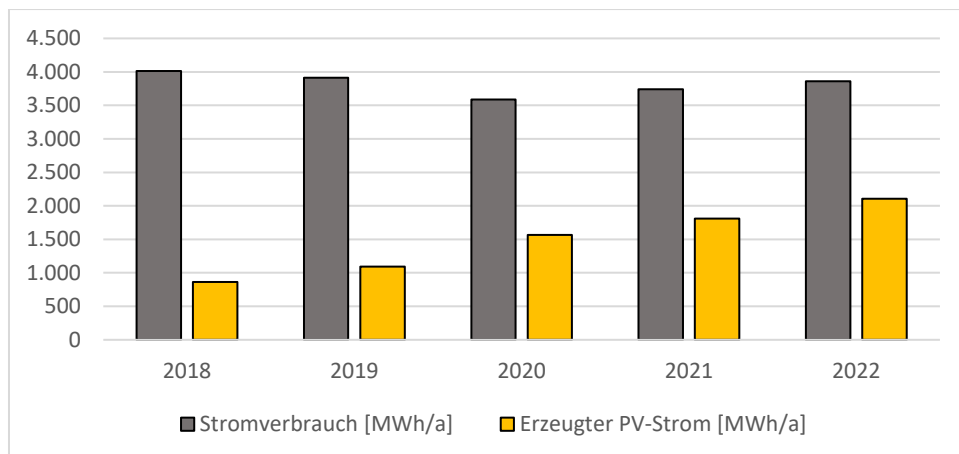


Abbildung 16: Strombedarf kommunale Funktionsgebäude und erzeugter PV-Strom in MWh/a

Während im Jahr 2018 etwa 4.000 MWh Strombedarf lediglich 860 MWh selbst erzeugtem Strom gegenüberstanden (22 Prozent), waren es 2022 rund 3.860 MWh Strombedarf im Vergleich zu ca. 2.104 MWh selbsterzeugtem Strom (55 Prozent). Der auffallend geringe Strombedarf im Jahr 2020 dürfte, wie schon erwähnt, auf die Corona-Pandemie zurückzuführen sein.