

## Kommunaler Energiebericht

(Berichtszeitraum 2018 bis 2021)

Der vorliegende Energiebericht betrachtet den Energiebedarf der kommunalen Funktionsgebäude (einschließlich der Tübinger Musikschule), 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 Liegenschaften 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 2021 betrachtet. Dabei hat sich die Corona-Pandemie teils deutlich auf den Energiebedarf ausgewirkt. Konkret ist insbesondere der Energiebedarf von Schulen, Kinder- und Jugendhäusern aufgrund der langen Schließzeiten deutlich geringer als in normalen Zeiten. Außerdem wurde aufgrund der Pandemie vermehrt im Homeoffice gearbeitet, sodass auch die Wärme- und Strombedarfe von z.B. Verwaltungsgebäuden teils geringer ausgefallen sind. 2021 hat sich die Nutzung wieder erhöht, es waren aber weiterhin erhöhte Luftwechselraten zum Infektionsschutz vorhanden, die den Wärmeenergiebedarf erhöhen.

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.

Während für die Energiedatenmeldung im Rahmen des Klimaschutzgesetzes nur Energiebedarfe gemeldet werden dürfen, für die bei der Stadt auch direkt Energiekosten anfallen, wurde diese Einschränkung in dem vorliegenden Bericht nicht vorgenommen. Stattdessen werden (neben den Sportplätzen und der Straßenbeleuchtung) die Funktionsgebäude betrachtet, die im städtischen Besitz sind.

### (I) Datengrundlage

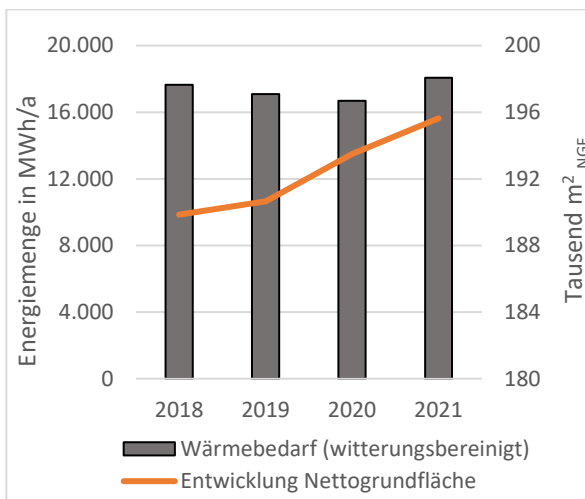
Betrachtet werden in diesem Energiebericht die Bedarfswerte aus den Jahren 2018 bis 2021. Insbesondere bei den kommunalen Funktionsgebäuden hat sich die Anzahl der verfügbaren Daten sowie deren Datenqualität seit dem Berichtsjahr 2018 deutlich verbessert. Die regelmäßige Datenerfassung sowie das Energiemanagement erfolgen mit der umfangreichen Software Interwatt. Der Energiebedarf sowie dessen CO<sub>2</sub>-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

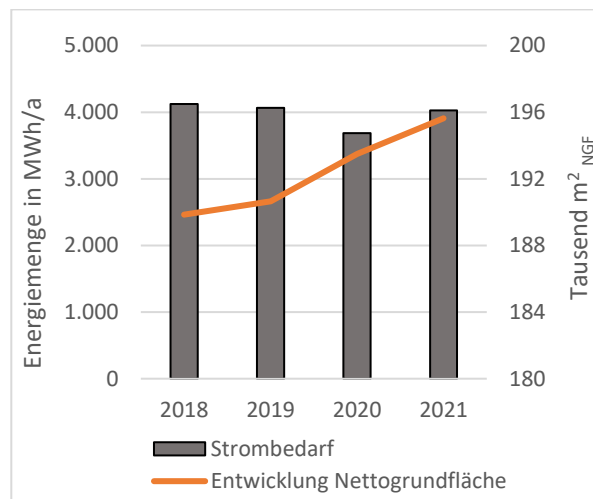
Der vorliegende Energiebericht betrachtet 134 kommunale Funktionsgebäude einschließlich der Tübinger Musikschule und die Sporthallenbetriebsgesellschaft mbH. Die KST wird in den nachfolgenden Kapiteln separat betrachtet. Die Gebäude besitzen zusammen eine Netto-Geschossfläche von fast 196.000 m<sup>2</sup>.

Das Jahr 2020 war noch stark von den Einschränkungen der Corona-Pandemie beeinflusst. Viele Gebäude wurden nicht vollständig genutzt (z. B. komplette Schließung aller Grundschulen für drei Monate und aller weiterführenden Schulen für zwei Monate). Daher werden in diesem Bericht vorwiegend Vergleiche zum Jahr 2018 gezogen. 2021 hat sich die Nutzung wieder erhöht, es waren aber weiterhin erhöhte Luftwechselraten zum Infektionsschutz vorhanden, die den Wärmebedarf erhöhen.

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die Entwicklung der Strom- und Wärmebedarfe (witterungsbereinigt) der kommunalen Funktionsgebäude (i. w. Sinne).



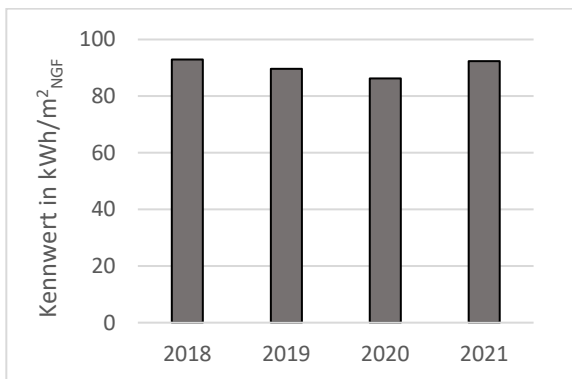
*Abbildung 1: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller kommunalen Funktionsgebäude in Megawattstunden pro Jahr sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m<sup>2</sup> NGF*



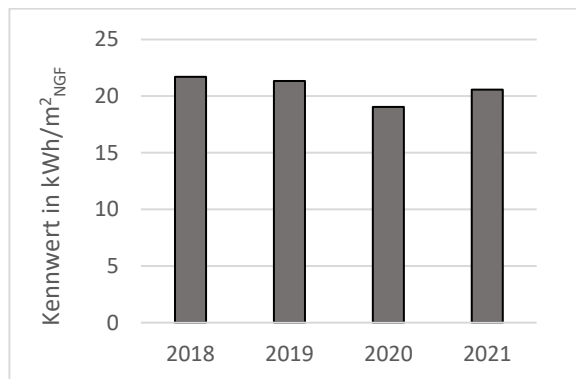
*Abbildung 2: Strombedarf aller kommunalen Funktionsgebäude in MWh/a sowie Entwicklung der Nettogrundflächen (NGF) in Tausend m<sup>2</sup> NGF*

Der witterungsbereinigte Wärmebedarf ist im Jahr 2021 gegenüber 2018 um +2,5 Prozent gestiegen (von 17.644 auf 18.075 resp. +431 MWh/a). Die größte Veränderung ergibt sich bei der Paul-Horn-Arena, deren Wärmebedarf von Ø 440 MWh/a in den Jahren 2018 – 2020 auf 724 MWh/a in 2021 durch den Betrieb des Impfzentrums anstieg. Der Strombedarf im Jahr 2021 ist im Vergleich zu 2018 um -2,3 Prozent gesunken (von 4.121 auf 4.026 resp. -186 MWh/a). Auch beim Strombedarf sticht die Paul-Horn-Arena hervor: Hier stieg der Bedarf von Ø 132 der Vorjahre auf 331 MWh/a in 2021. Ursache

ist das Impfzentrum und der Einsatz von Trocknungsgeräten nach einem Unwetterschaden. Hier zeigt sich, dass ein einzelner Großverbraucher relevanten Einfluss auf die Gesamtentwicklung hat. Im Betrachtungszeitraum ist dabei die genutzte Nettogrundfläche (NGF) um +3 Prozent gestiegen. Die Energiebedarfe sollten daher in Relation zur Fläche gesetzt werden. Ein Zubau von Flächen kann den absoluten Energiebedarf erhöhen, auch wenn im gleichen Zeitraum Einsparungen im Bestand erzielt wurden. In Abbildung 3 und Abbildung 4 ist der Wärmebedarf und der 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 den Gesamtwärmebedarf und Strombedarf der Liegenschaften. Der witterungsbereinigte Wärmebedarf im Jahr 2021 hat sich gegenüber 2018 von 92,9 kWh/m<sup>2</sup> auf 92,4 kWh/m<sup>2</sup> um -0,6 Prozent verringert. Der Strombedarf im Jahr 2021 hat sich gegenüber 2018 von 21,7 kWh/m<sup>2</sup> auf 20,6 kWh/m<sup>2</sup> um -5,2 Prozent verringert.

Neben dem Anstieg der genutzten Nettogrundfläche (und Sondereffekten wie ein Impfzentrum), führt auch der Ausbau von Schulen zu Ganztageschulen zu einer Verlängerung der Nutzungszeiten und damit zu einem erhöhten Wärme- und Strombedarf. Ebenfalls Einfluss auf den Wärmebedarf haben die erhöhten Luftwechselraten, die durch das notwendige Lüften während der Corona-Pandemie zu Stande kamen. Hinzu kommen Einflüsse durch Verlagerung von Sektoren. Der Energiebedarf des Sektors Mobilität wird sich durch die Installation von E-Ladestation für E-Fahrzeuge auf den Sektor Strom auswirken.

### **Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Funktionsgebäude**

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärme erfolgte auf Basis der gemessenen oder abgelesenen Verbrauchswerte in den kommunalen Gebäuden. Es wurden Emissionsfaktoren aus GEMIS 5.0 sowie die CO<sub>2</sub>-Faktoren der Wärmenetze der Stadtwerke Tübingen genutzt. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stroms wurde der Ökostrombezug inkl. Vorketten mit 0,019 kg CO<sub>2</sub> pro kWh angesetzt.

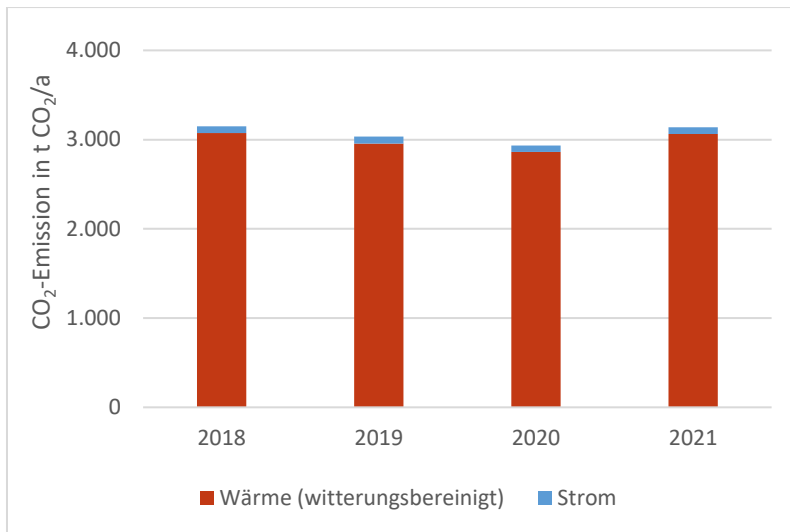


Abbildung 5: CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Funktionsgebäude in Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind stark abhängig von den eingesetzten Energieträgern. Im Zeitraum 2018 bis Ende 2021 ist nur eine geringe Reduzierung von -0,3 Prozent des Strom- und Wärmebedarfs ersichtlich. Wie erwähnt, hat sich im gleichen Zeitraum auch die genutzte Nettogrundfläche (NGF) um +3,0 Prozent erhöht.

### (III) Entwicklung des Energiebedarfs der KST-Funktionsgebäude

Abbildung 6 und Abbildung 7 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.

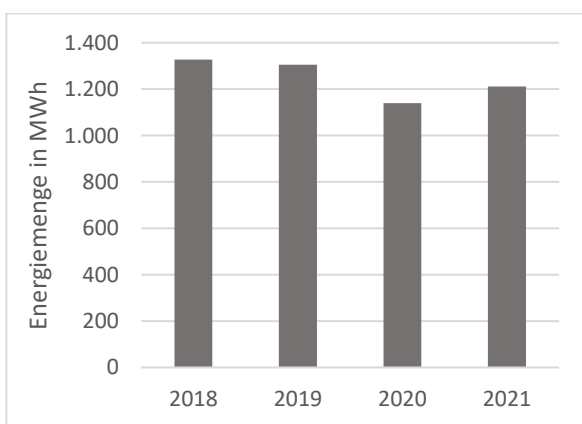


Abbildung 6: witterungsbereinigter Wärmebedarf aller KST-Funktionsgebäude in MWh/a

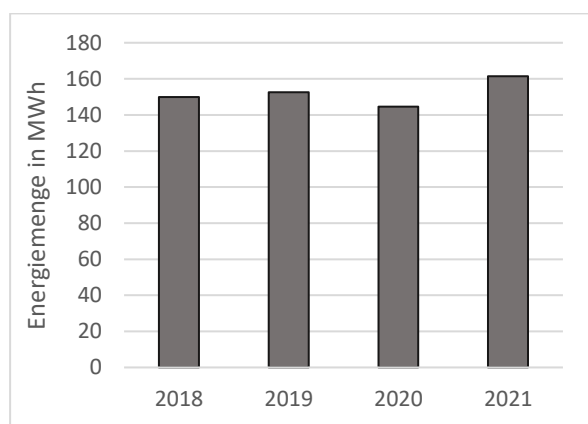


Abbildung 7: Strombedarf der KST-Funktionsgebäude in MWh/a

Die Funktionsgebäude der KST hatten im Jahr 2021 einen witterungsbereinigten Wärmebedarf von etwa 1.211 MWh sowie einen Strombedarf von 161 MWh.

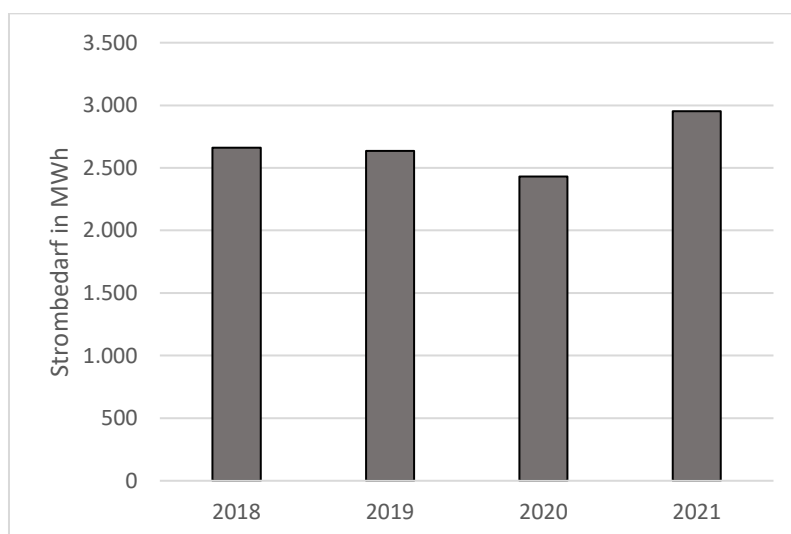
Das Jahr 2020 war noch stark von den Einschränkungen der Corona-Pandemie beeinflusst. Auch viele Gebäude der KST wurden nicht vollständig genutzt. Es werden daher vorwiegend Vergleiche zum Jahr 2018 gezogen. Der witterungsbereinigte Wärmebedarf hat sich im Jahr 2021 im Vergleich zu 2018 um -8,7 Prozent reduziert. Der Strombedarf im Jahr 2021 ist im Vergleich zu 2018 um +7,6 Prozent gestiegen. Die genutzte Nettogrundfläche (NGF) hat sich von 2020 auf 2021 durch Rückgabe des Friedhof-Aufsehergebäudes an die Stadt um 4% verringert.

Die durch die Corona-Pandemie eingeschränkte Nutzung hat sich 2021 weitgehend wieder normalisiert. Darin könnte der Anstieg beim witterungsbereinigten Wärmebedarf zwischen 2020 und 2021 begründet sein. Die Einsparungen gegenüber 2019 durch verschiedene Maßnahmen wie die Reduzierung des Wärmebedarfs im Farbenlager sind aber weiterhin sichtbar.

Der Strombedarf hat sich im Vergleich zu den Jahren davor erhöht. Ein Grund könnte die suggestive Umstellung auf Akku-Geräte und Anschaffung von 6 neuen E-Fahrzeugen sowie eines neuen elektrischen Blitzeranhängers sein, die an verschiedenen Stellen von den KST geladen werden.

#### **(IV) Entwicklung des Strombedarfs der Kläranlage**

Wie in Abbildung 8 ersichtlich, betrug der Strombedarf der Kläranlage im Jahr 2021 rund 2.950 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 kann auf die Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe zurückgeführt werden. Die Inbetriebnahme war im April bzw. der letzte Teil im Juni 2021. Die vollständigen Auswirkungen auf den Strombedarf werden daher erst im Jahr 2022 sichtbar werden. In der Planung der neuen Reinigungsstufe wurde der Anstieg des Strombedarfs auf +33 Prozent geschätzt.



*Abbildung 8: Strombedarf der Tübinger Kläranlage in MWh/a*

Die Stromerzeugung aus den Klärgas-BHKWs (Stromproduktion 2021: 2.246 MWh) hat 2021 einen Anteil von 76 Prozent des Gesamtstrombedarfs gedeckt.

## (V) Entwicklung des Strombedarfs der Tübinger Sportplätze

Bei den Sportplätzen, bei denen 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, Zwischenzähler für die Flutlichtanlagen nachzurüsten.

Die beleuchtete Freifläche der Sportplätze entspricht etwas mehr als 300.000 m<sup>2</sup>. Wie in Abbildung 9 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-bedingt reduzierten Sportbetriebs auf den Plätzen. In 2021 gab es einen starken Anstieg des hochgerechneten Bedarfs. So war z.B. 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. In 2021 gab es durch die über sechsmonatige Schließung der Sporthallen eine Mehrnutzung der Freiluftplätze. In 2020 waren die Hallen auch fünf Monate geschlossen, aber zu diesen Zeiten waren teilweise auch Training auf Freiluftplätzen untersagt.

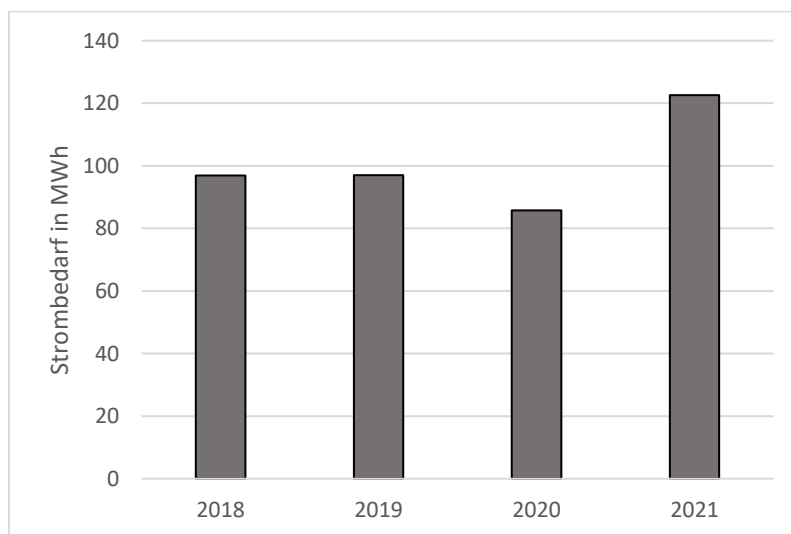


Abbildung 9: Strombedarf der Sportplätze in MWh/a

## (VI) Entwicklung des Strombedarfs der Straßenbeleuchtung

Für die Straßenbeleuchtung benötigte die Universitätsstadt Tübingen im Jahr 2021 rund 2.800 MWh Strom. Beim Strombedarf der Straßenbeleuchtung gibt es meist geringe Schwankungen, welche sich auf dunklere bzw. hellere Jahre zurückführen lassen. Ein klarer Trend ist nicht ersichtlich obwohl sich die Anzahl der Lichtpunkte mit ca. 10.300 nicht stark verändert hat. Die Anzahl der Lichtpunkte entspricht hierbei nicht der Anzahl der installierten Leuchten.

Derzeit sind ca. 20 Prozent der Leuchtmittel auf LED umgestellt. Geplant ist, die Straßenbeleuchtung weiter auf LED-Technik sowie auf die Technik „Licht nach Bedarf“ umzurüsten.

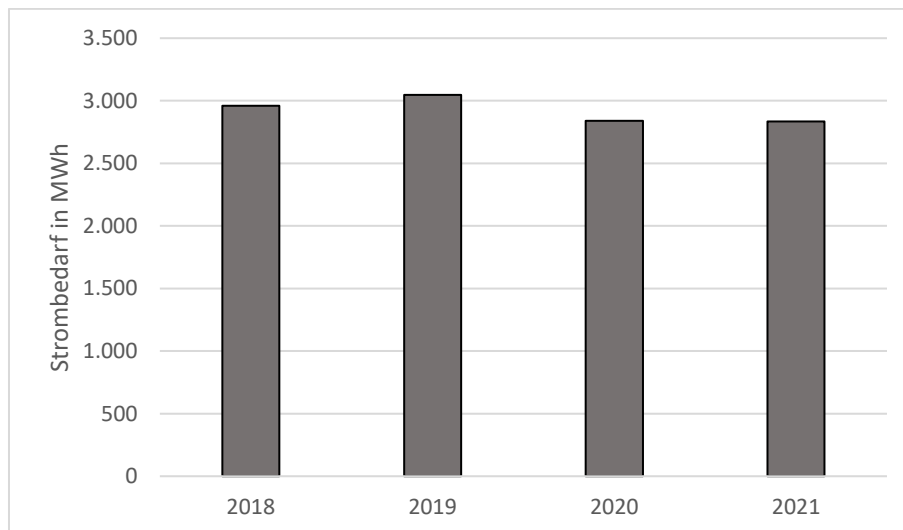


Abbildung 10: Strombedarf Straßenbeleuchtung Tübingen in MWh/a

## (VII) 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 2021 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 11 ersichtlich, betrug die installierte PV-Leistung bis 2017 rund 800 kWp. Bei diesen Anlagen handelt es sich fast vollständig um Bürger-PV-Anlagen, die mietfrei die kommunalen Dachflächen zur Verfügung gestellt bekommen. In 2018 startete das städtische Solardachprogramm für stadt-eigene und von den Stadtwerken betriebene Anlagen auf kommunalen Dachflächen. Ab 2019 gab es dann einen dynamischen Anstieg. Im Jahr 2021 ist der Zubau nicht mehr so stark wie 2020 ausgefallen. Der Zubau auf städtischen Dachflächen wird durch die begrenzte geeignete Fläche reglementiert und ist auch abhängig von Nebenfaktoren wie Statik oder Instandhaltungszyklen von Dächern. Bei Dachsanierungen werden PV-Anlagen mitgeplant. Bis zum Jahresende 2021 war eine PV-Leistung von knapp 1.812 kWp auf den Dächern der kommunalen Funktionsgebäude installiert. Das entspricht rund 16 Prozent mehr als 2020 und sogar 110 Prozent mehr als 2018. Die Zielgröße für die städtischen Dächer liegt bei 3.000 kWp im Jahr 2030.

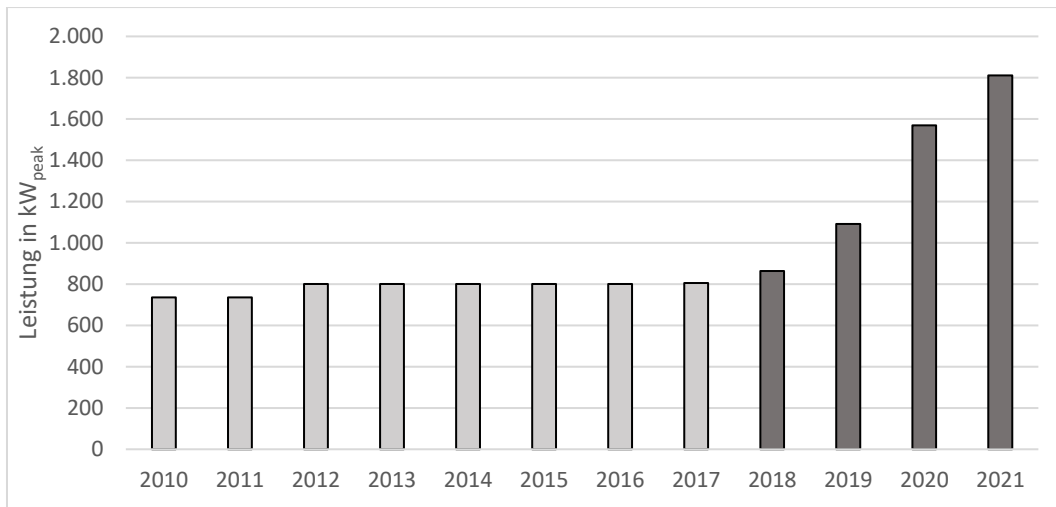


Abbildung 11: Installierte PV-Leistung auf kommunalen Funktionsgebäuden in kWp

Nun soll die installierte PV-Leistung auf kommunalen Gebäuden noch ins Verhältnis zum Strombedarf der kommunalen Funktionsgebäude gesetzt werden. In Abbildung 12 sind die Strombedarfe (graue Balken) und die Menge des mithilfe der Photovoltaikanlagen erzeugten Stroms (gelbe Balken) gegenübergestellt.

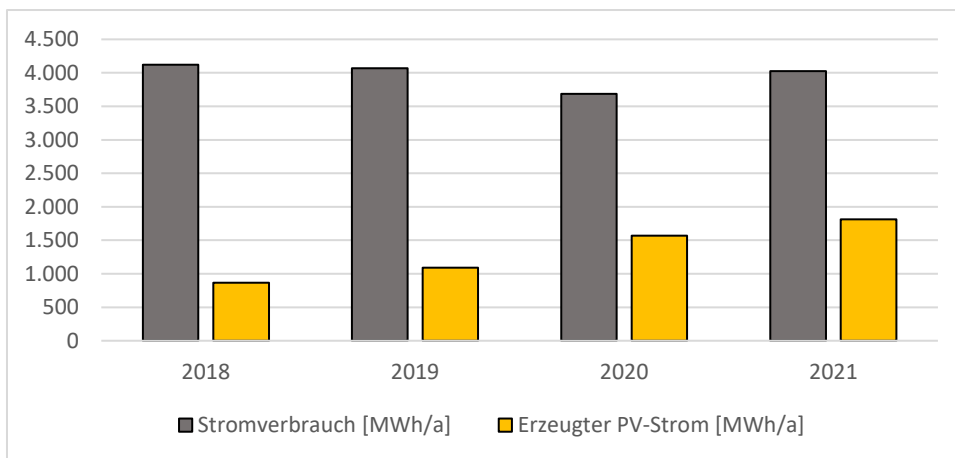


Abbildung 12: Strombedarf kommunale Funktionsgebäude und erzeugter PV-Strom in MWh/a

Während im Jahr 2018 etwa 4.000 MWh Strombedarf lediglich 860 MWh selbst erzeugtem Strom gegenüberstanden (21 Prozent), waren es 2021 rund 4.000 MWh Strombedarf im Vergleich zu ca. 1.810 MWh selbsterzeugtem Strom (45 Prozent). Der geringe Strombedarf im Jahr 2020, dürfte wie schon erwähnt, auf die Corona-Pandemie zurückzuführen sein.