

## Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2006 - 2019: ausführliche Darstellung

### 1. Methodik der Bilanzierung

Wie bei CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen üblich, sind neben CO<sub>2</sub> auch andere Treibhausgase in die Bilanzen integriert. Gase wie Methan oder Lachgas werden in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet und der eigentlichen CO<sub>2</sub>-Emission angerechnet. Für den Energiesektor spielen diese Gase aber nur eine untergeordnete Rolle, da sie vornehmlich in der Landwirtschaft gebildet werden. Aus Übersichtlichkeitsgründen wird hier von „CO<sub>2</sub>-Bilanz“ und „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ gesprochen, obwohl stets CO<sub>2</sub>-Äquivalente gemeint sind. Die vorgelegte Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz setzt sich sowohl aus statistischen Angaben (bundesdeutsche Mittelwerte) als auch aus Tübinger Gegebenheiten und gemessenen Verbrauchswerten zusammen. Ergänzt wird dieser Bericht um Indikatoren, die für die Bilanzierung unerheblich sind, für das Gesamtbild der Entwicklung der klimaschutzbezogenen Aktivitäten aber relevant sind.

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung beruht auf dem Territorialprinzip, d.h. es wird der gesamte Energieverbrauch auf dem Gemeindegebiet Tübingen bilanziert. Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz wird zudem die Vorkette für die Bereitstellung eines Energieträgers angerechnet, sodass auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die außerhalb Tübingens durch Abbau, Förderung, Verarbeitung und Transport der Energieträger (z.B. Erdgas, Heizöl, Strom) entstanden sind, in die Bilanz einfließen. Die Bilanzierung umfasst alle energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Treibstoffe, Strom, Wärme- und Prozessenergie). Den Energieträgern sind dazu spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (g CO<sub>2</sub> pro kWh) unterlegt. Dies sind z. B. für das Bezugsjahr bei Erdgas 233 g/kWh, bei Photovoltaik 40 g/kWh und bei der Windkraft 10 g/kWh.

Für die Bilanzierung der Jahre 2006 - 2009 wurde das Bilanzierungstool „ECOSPEED Region“ und für die Jahre 2010 - 2019 das Bilanzierungstool „BICO2 BW“ angewendet. Der Umstieg erfolgte aus Kostengründen und aufgrund höherer Praktikabilität.

Da Flugverkehre für Tübingen nicht im Territorialprinzip enthalten sind, bleiben sie unberücksichtigt. Zudem sind durch den Konsum von Lebensmitteln, Rohstoffen, Waren etc. von außerhalb Tübingens bedingte (indirekte) CO<sub>2</sub>-Emissionen auch nicht enthalten, da dazu keine verlässlichen Daten verfügbar sind. Ebenso sind auch Emissionen für Produkte, die Tübingen verlassen, nicht abgezogen.

### 2. Datengrundlagen

Die Datengrundlage der Bilanzen besteht aus Daten unterschiedlichster Qualität (exakte Daten, extrapolierte Daten, bundesweite Mittelwerte und Annahmen). Als wesentliche Datenquellen sind zu nennen:

- Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg: Gebäudebestand nach Heizungsart; Wohnfläche nach Baujahr und Zahl der Wohnungen; Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen, Jahresfahrleistung Straßenverkehr im Gemeindegebiet
- Einwohnermelderegister der Stadt Tübingen: Einwohnerzahl (Hauptwohnsitz)
- Statistisches Landesamt: Anzahl der Beamtinnen und Beamten
- Stadtwerke Tübingen: Daten für ÖPNV, Strom, Gas, Fernwärme, E-Ladesäulen und COONO Nutzer\_innen-Zahlen
- MVV Enamic Contracting GmbH: Verbrauchsdaten zum Fernheizwerk II
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Daten zur Solarthermie-Kollektorfläche
- teilAuto Neckar-Alb eG: Nutzer\_innen-Zahlen

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EW	76.289	77.505	80.775	81.472	82.633	83.490	83.917	85.549	86.470	87.572	88.711	89.692
API	49.315	52.247	54.355	54.812	56.463	57.322	57.302	59.848	60.906	61.327	62.609	63.431
Pkw	33.339	33.657	34.415	35.008	35.362	35.250	35.879	36.002	36.352	37.510	38.461	39.098
Str	397,04	393,24	395,01	392,61	396,03	393,55	391,06	393,02	393,82	391,88	392,87	386,41
GSt.	32,839	32,841	24,493	29,729	42,504	46,305	41,184	37,588	45,731	41,561	52,942	49,213
EP	21.376	22.241	23.314	23.737	24.524	25.213	25.777	26.557	27.737	28.533	29.263	29.663
AP	9.457	10.016	10.032	10.457	10.786	11.076	11.498	11.923	12.734	13.371	14.169	14.498

Tab. 1: Ausgewählte Daten zu Tübingen

EW: Einwohnerinnen und Einwohner mit Hauptwohnsitz

API: Arbeitsplätze (Beschäftigte, geringfügig Beschäftigte, Beamtinnen und Beamte)

Pkw: zugelassene Pkw und Kfz zur Personenbeförderung

Str: Privater, gewerblicher und öffentlicher Strombedarf in GWh/Jahr

GSt.: Gewerbesteuer in Mio. Euro

EP: sozialversicherungspflichtig-beschäftigte Berufs-Einpendler

AP: sozialversicherungspflichtig-beschäftigte Berufs-Auspendler

Wie Tabelle 1 zeigt, ist Tübingen innerhalb des Bilanzierungszeitraumes kontinuierlich gewachsen in Bezug auf die Zahl der Arbeitsplätze (plus 28,6 % seit 2006) und in Bezug auf die Einwohnerinnen und Einwohner (plus 17,6 % seit 2006). Einen deutlichen Anstieg gab es seit 2006 auch bei den Gewerbesteuereinnahmen, wenn auch die Einnahmen im Jahr 2019 etwas niedriger ausgefallen sind als im Vorjahr.

### 3. Energiebilanz (End-Energiebedarf)

Der Gesamtendenergiebedarf für Wärme, Kälte, Prozessenergie, Strom und Mobilität in Tübingen lag im Jahr 2019 bei 1.786 GWh. Daraus ergibt sich ein End-Energiebedarf von 19.910 kWh/EW. 2006 lag der Energiebedarf noch bei 2.140 GWh bzw. bei 28.046 kWh/EW. Die Verteilung für 2019 auf die einzelnen Energieträger zeigt Abbildung 1. Klar erkennbar ist, dass die Energieversorgung in Tübingen weiterhin überwiegend – zu ca. 84 % - auf Basis fossiler Energieträger erfolgt, die bei ihrer Verwendung Treibhausgase erzeugen und die zu 100 % nach Tübingen importiert werden müssen. Aber auch ein Großteil der Erneuerbaren Energie wird nach Tübingen importiert. So ergibt sich, dass Tübingen ca. 97% seines Energiebedarfs durch den Import von Energie bzw. Energieträgern von außerhalb des Gemeindegebietes deckt, siehe Abbildung 2.

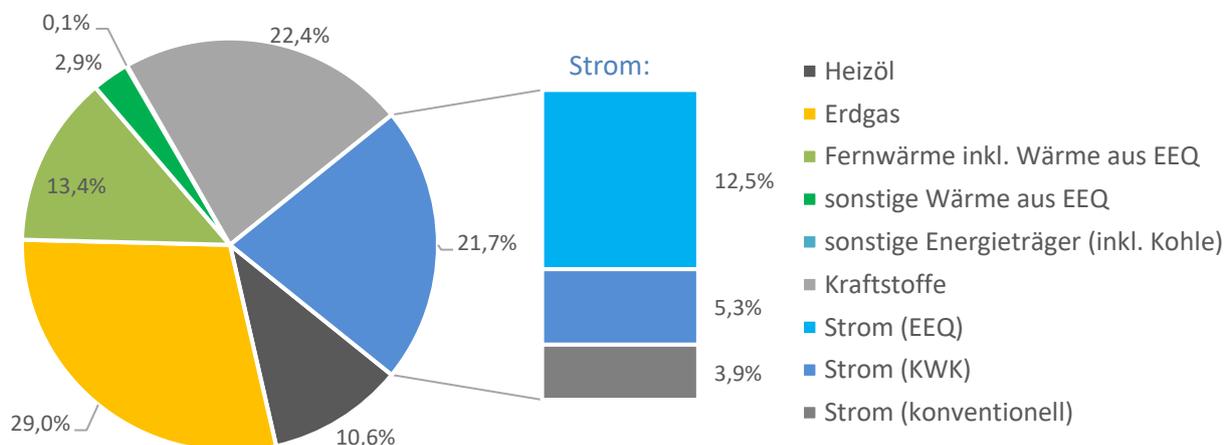


Abb. 1: Anteil der Energieträger am gesamten End-Energieverbrauch (1.786 GWh) im Jahr 2019

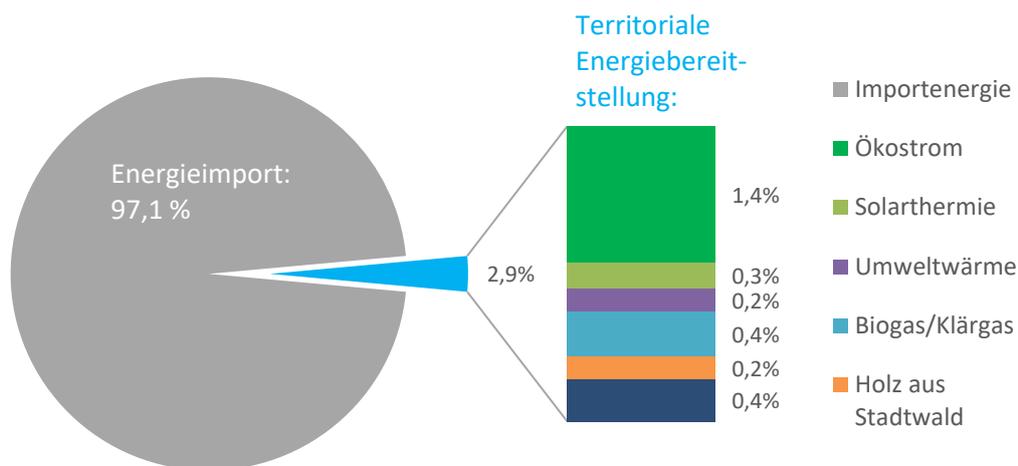


Abb. 2: Energieherkunft in Tübingen im Jahr 2019 (lokal nach Energieträger)

### 3.1. Energiebilanz – Sektor Wärme

Wie Abbildung 1 zeigt, entfallen rund 56 % des End-Energiebedarfs auf den Bereich Wärme, Prozessenergien (und ggf. Kälte). Auf die Funktionsgebäude im Eigentum der Stadt entfielen dabei im Jahr 2019 rund 15,3 GWh bzw. 1,5 % des End-Energiebedarfs aus dem Nutzungsfeld Wärme.

In Tübingen steigt die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (EEQ) kontinuierlich an. Ein Beispiel dafür ist die Erzeugung von Solarwärme mithilfe von Solarthermieanlagen im Gemeindegebiet. Hier gab es, wie in Abbildung 3 erkennbar ist, von 2006 bis 2020 einen Zuwachs von über 226 %. Erkennbar ist jedoch, dass der Zubau seit Jahren nur noch sehr langsam voranschreitet. Basis zur Ermittlung der Energiemengen ist die Solarthermieförderung des Bundes, so dass Anlagen die ohne die (lukrative) Bundesförderung errichtet wurden, hier nicht erfasst werden können.

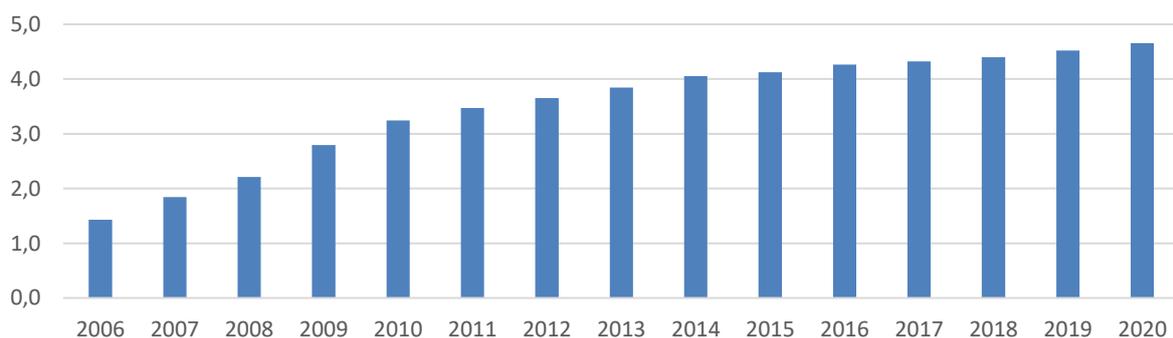


Abb. 3: Erzeugung von Solarwärme in Tübingen, in GWh [Quelle: ECOregion bzw. BICO2BW]

Die wichtigste erneuerbare Energiequelle im Sektor Wärme ist jedoch die holzartige Biomasse. Die größte Einzelanlage zur Wärmeerzeugung aus Holz ist dabei das Heizwerk auf der Morgenstelle mit einem Brennstoffbedarf aus Holz von 88,2 GWh in 2019. Der Brennstoffbedarf wird komplett über Holz von außerhalb Tübingens gedeckt. Jedoch wird auch Holz aus dem Tübinger Stadtwald für die Wärmeerzeugung verwendet. Diese Brennholzmenge schwankt von Jahr zu Jahr sehr und liegt in etwa in der Größenordnung der Solarthermie der letzten Jahre. Neben dem Stadtwald gibt es auch Waldflächen auf dem Gemeindegebiet, welche sich in Privatbesitz befinden. Auch hier wird

vermutlich Brennholz erzeugt, doch liegen dazu keine Daten vor. Der Großteil – ca. 98% - des Holzes, dass in Tübingen energetisch genutzt wird, wird importiert.

### 3.2 Energiebilanz – Strom

Der Sektor Strom entspricht, wie in Abbildung 1 erkennbar, im Jahr 2019 knapp 22 % des gesamten End-Energieverbrauchs und ist damit der kleinste der drei Verbrauchssektoren. Bei Betrachtung des gesamten Berichtszeitraumes (Abb. 4) blieb der Strombedarf auf dem Gemeindegebiet Tübingen relativ konstant im Bereich unterhalb von 400 GWh pro Jahr, obwohl Einwohnerzahlen und Arbeitsplätze deutlich angestiegen sind. Auf die Funktionsgebäude im Eigentum der Stadt entfallen jährlich stets rund 4 GWh – also etwa 1 Prozent des Gesamtstrombedarfs. Der Strombedarf der Straßenbeleuchtung liegt bei rund 3 GWh.

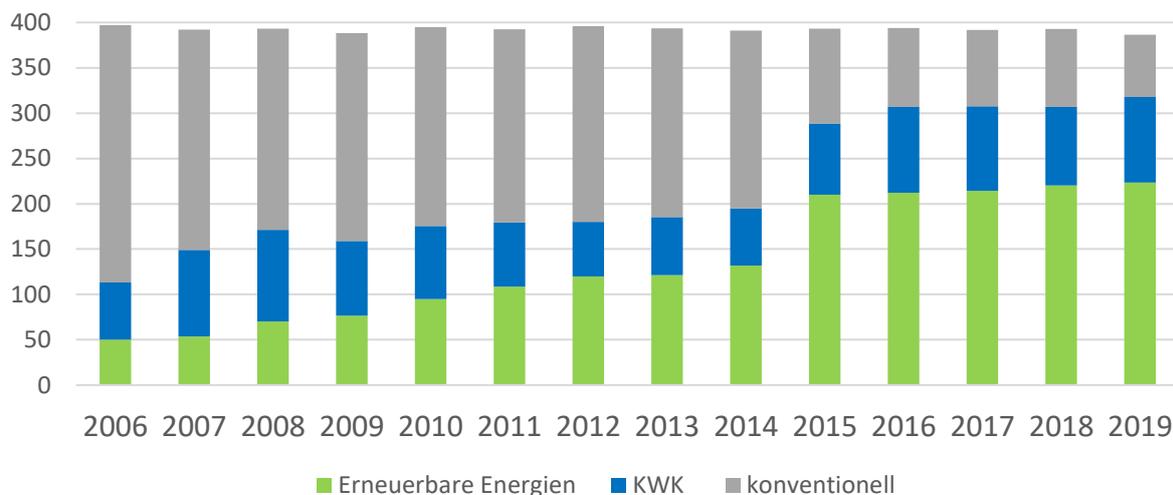


Abb. 4: Stromherkunft für Tübingen 2006 – 2019, in GWh

Die Herkunft des in Tübingen verbrauchten Stroms hat sich in den letzten Jahren deutlich zum Positiven entwickelt. 2019 stammte der Strom zu 58 % aus Erneuerbaren Energien (EE) und zu 24 % aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) der Stadtwerke Tübingen (swt). 2006 lag dieser Wert noch bei 13 bzw. 16 %. Der EE-Strom setzt sich aus lokalen Stromquellen, dem Zukauf von Wasserkraftstrom aus Europa (161 GWh aus Herkunftsnachweisen für Ökostrom-Tarif) und dem EE-Anteil im deutschen Strom-Mix zusammen.

Ein Beispiel für die Stromerzeugung aus EE ist die Photovoltaik (PV). Die Anzahl der Anlagen in Tübingen hat sich von 2006 bis 2021 von 174 auf 1.475 erhöht (+ 748 %). Die installierte Leistung hat sich von knapp 1.200 auf 21.881 kW-peak (+ 1.736 %) erhöht.

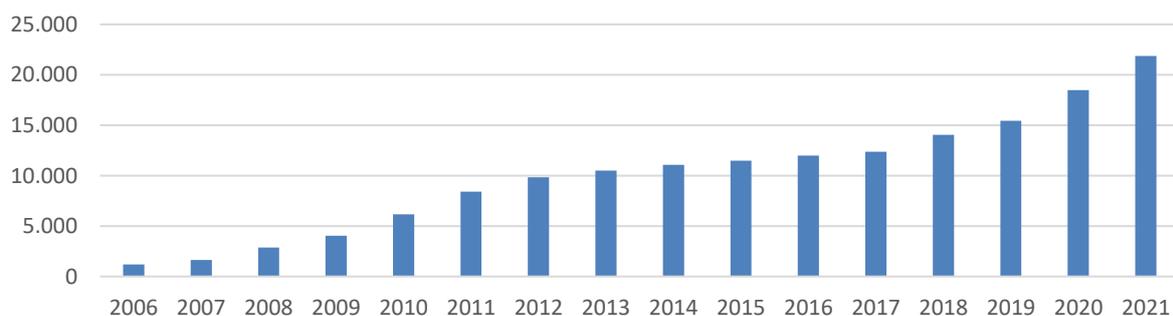


Abb. 5: kumulierte installierte PV-Leistung, in kW-peak

Hauptursache für die positive Entwicklung im Sektor Strom ist neben dem Ausbau der Erneuerbaren im Bundesmix der zunehmende Umstieg auf Ökostrom-Bezug. Besonders relevant ist dabei die Umsetzung des im April 2014 vom Umweltministerium Baden-Württemberg vorgelegten Konzeptes für eine klimaneutrale Landesverwaltung. Im Rahmen der Umsetzung beziehen auch Universität und Universitätsklinikum, die zusammen einen Strombedarf von ca. 100 GWh/Jahr haben, seit 2015 Strom über einen Ökostrom-Tarif. Für den Bezug von Strom über Ökostrom-Tarife wird Strom i. d. R. mit Herkunftsnachweisen (HKNs) aus dem europäischen Ausland bezogen, denn der allergrößte Teil des EE-Stroms in Deutschland wird bereits über das EEG (garantierte Einspeisevergütung) vermarktet und darf somit nicht noch einmal als Ökostrom verkauft werden. Perspektivisch wird es auch deutschen Wind- und Solarstrom für deutsche Kunden geben, wenn die Parks nicht mehr nach EEG vergütet werden, sondern direkt vom Stromhändler. Die Herkunftsnachweise schaffen laut dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg eine wichtige Voraussetzung dafür, dass der Bezug von Ökostrom als Minderungsmaßnahme des eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks anerkannt werden kann, da über dieses System eine Doppelvermarktung des ökologischen Nutzens von Strom aus erneuerbaren Energien als auch eine Doppelvergütung ausgeschlossen sind.

### Ladeinfrastruktur

In Tübingen ist es derzeit möglich, an mind. 96 Ladepunkten Strom zu tanken. Die swt betreiben ca. 83 % dieser Ladepunkte im Stadtgebiet. Drei Ladesäulen im Tübinger Stadtgebiet sind als Schnellladesäule mit einer Leistung von über 22 kW konzipiert.

Mit dem Projekt CARSTEN werden weitere 77 Ladesäulen bis Ende 2022 in Tübingen realisiert. In 2019 wurden über die von den swt betriebenen Ladepunkte 86.191 kWh Strom abgegeben. 2021 waren es bereits 554.440 kWh<sup>1</sup>. Die Stromverbräuche aus der Elektromobilität gehen im BICO2 BW Tool über den durchschnittlichen Anteil der E-Pkw am Gesamtfahrzeugbestand ein und werden dem Sektor Strom zugeordnet.

### EE-Stromerzeugung der swt außerhalb der Gemeinde Tübingen

Eine sehr positive Entwicklung zeigt sich im Engagement der Stadtwerke Tübingen beim Ausbau Erneuerbarer Energien außerhalb Tübingens, siehe Abb. 6. Die erzeugten MWh erhöhten sich von 13.622 auf 202.745 im Jahr 2020. Die Windenergie ist mit einem Anteil von 79 % am erzeugten Strom hier dominant.

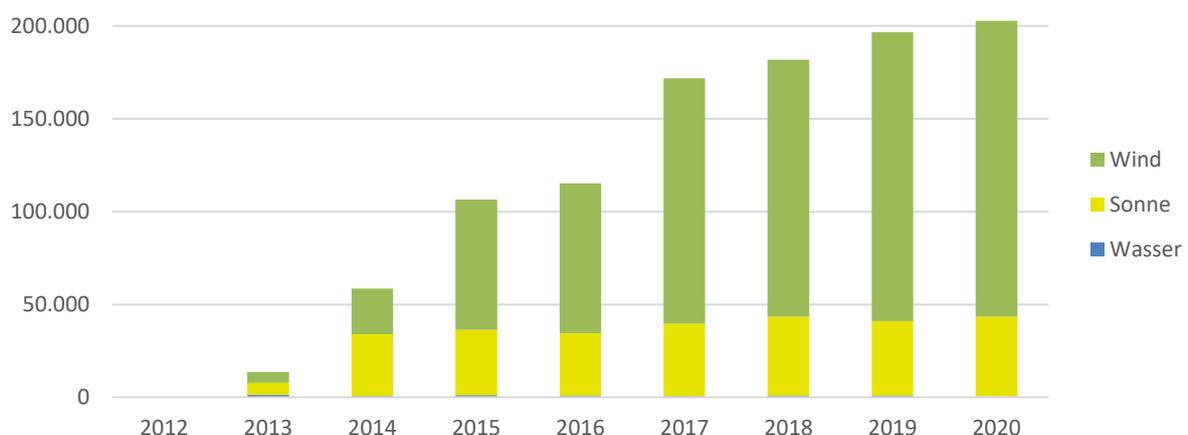


Abb. 6: EE-Stromerzeugung der swt außerhalb des Gemeindegebietes, in MWh

<sup>1</sup> integriert ist hier ebenfalls die TüBus Ladestation für die E-Busse

## Ökostromkundinnen und –kunden der Stadtwerke Tübingen

Eine weitere positive Bilanz lässt sich in der Entwicklung der Ökostromkundinnen und –kunden der swt ziehen: Von Anfang 2007 bis Anfang 2022 stieg die Zahl von 969 auf 19.102 (+ 1.871%).

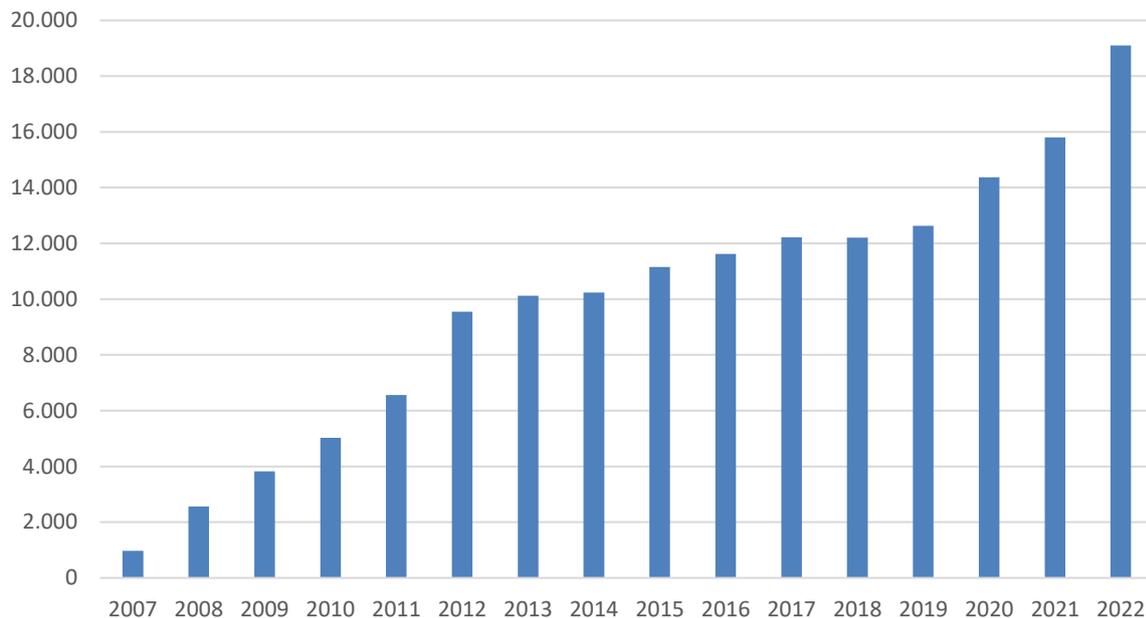


Abb. 7: Ökostromkundinnen und –kunden der swt, Stichmonat: Januar; gesamtes Einzugsgebiet

### 3.3. Energiebilanz – Sektor Verkehr

Der Mobilitätssektor verursacht 22,4 % des Tübinger End-Energieverbrauchs (siehe Abb. 1). Im Verkehrssektor ist die Datengrundlage für die Bilanz jedoch sehr ungenau, sodass nur eine qualitative Einschätzung erfolgt: Wie in Abb. 8 ersichtlich wird, steigt die Anzahl der Pkw in Tübingen seit 2006 an: Der Zuwachs von 2006 bis 2019 beträgt 5.759 Pkws bzw. 17,3 %. Von 2019 bis 2021 kamen fast 585 weitere PKWs hinzu.

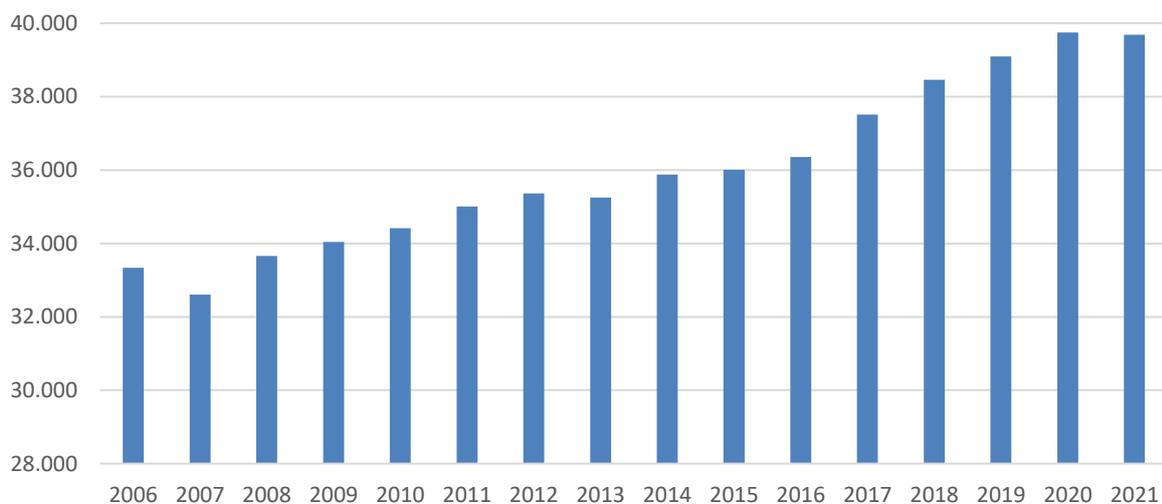


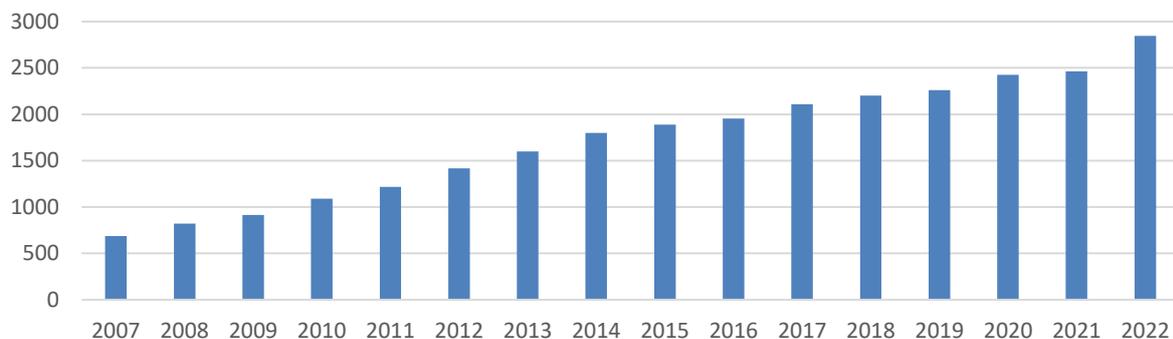
Abb. 8: Anzahl der in Tübingen zugelassenen Pkws

Der Großteil der privaten Pkw besitzt einen Verbrennungsmotor und trägt somit zum Kraftstoffverbrauch und zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei. E-Pkws waren im Jahr 2019 mit gerade einmal 136 Fahrzeugen noch nicht relevant.

Ebenfalls ist in Tübingen seit einigen Jahren ein Anstieg der Berufs-Ein- und –Auspendler\_innen (siehe Tabelle 1) zu verzeichnen. Nachdem für den Ziel-Quellverkehr laut SRV2018 zu rund 32 % der Pkw und für die Binnenverkehre zu 24 % genutzt wird, schlägt sich dies auch in den Jahresfahrleistungen auf dem Gemeindegebiet nieder. Die Jahresfahrleistung ist von 2010 bis 2019 beim innerorts Verkehr um 6 und beim Verkehr außerorts um knapp 8 % angestiegen<sup>2</sup>.

#### *Carsharing Nutzerinnen und Nutzer*

107 der gemeldeten 39.098 Pkws in Tübingen waren 2019 auf die teilAuto Neckar-Alb eG zugelassen. Diese Zahl steigt weiter an, denn auch die Zahl der teilAuto Nutzerinnen und Nutzer stieg zuletzt allein innerhalb eines Jahres von 2021 auf 2022 um über 15 % und erreichte im Februar 2022 die Zahl von 2.847. Das Durchbrechen der 3.000er Marke wird für Mitte April erwartet. Dieser enorme Anstieg innerhalb eines Jahres ist beispiellos in der Entwicklung des Carsharing Anbieters und die Folge verschiedener Maßnahmen. Seit Jahrzehnten arbeitet die Stadt eng mit teilAuto Neckar-Alb eG zusammen und hat gemeinsam eine Vielzahl gemeinsamer Veranstaltungen und Gutscheinkaktionen bestritten, mit dem Ziel, Carsharing als umweltfreundliche Alternative zum privaten Pkw zu fördern. Eine nutzer\_innen-freundliche Tarifumstrukturierung hat im letzten Jahr sicher auch viele überzeugt, Carsharing auszuprobieren.



*Abb. 9: Zahl der teilAuto Nutzerinnen und Nutzer in Tübingen, 02/2007 bis 02/2022*

Mit COONO (swt) ist ein weiterer Carsharing-Anbieter 2020 in Tübingen hinzugekommen, im Gegensatz zu teilAuto sind die COONO-Fahrzeuge 100% elektrisch unterwegs. Aktuell betreibt COONO 10 E-Pkw und 40 E-Roller, wobei ein Flottenausbau für 2022 geplant ist. Bis Ende 2021 haben sich knapp 2.800 Menschen verifizieren lassen, das heißt, sie können via APP die COONO Fahrzeuge nutzen.

#### **4. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Vorketten)**

Um aus den Energieverbräuchen eine CO<sub>2</sub>-Bilanz zu erstellen, wurden allen Energieträgern spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) hinterlegt, die auch die Vorketten miteinbeziehen. Diese werden jährlich vom Herausgeber BICO2 BW, ggf. auch für zurückliegende Jahre, aktualisiert, sodass Werte für frühere Bilanzierungsjahre ebenfalls stetig aktualisiert werden müssen.

Aus dieser Berechnung ergeben sich für das Jahr 2019 für Tübingen energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen von 450.709 Tonnen beziehungsweise von 5,03 t/EW. 2006 wurden noch 643.519 Tonnen CO<sub>2</sub> insgesamt bzw. 8,44 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner emittiert. Somit konnten innerhalb von 14 Jahren die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 30 % und die Pro-Kopf-Emissionen um 40,4 % gesenkt werden.

<sup>2</sup> Aufgrund von Unterschieden in der Datengrundlage die Daten zur Fahrleistung aus ECOSPEED – also für die Zeit vor 2010 – nicht mit BICO2BW vergleichbar.

Die anteilige Verteilung auf die drei Nutzungsfelder Verkehr, Wärme (inkl. Prozessenergie und Kälte) und Strom in Tübingen zeigen Abbildung 10 (in absoluten Zahlen) und Abbildung 11 (pro Einwohner).

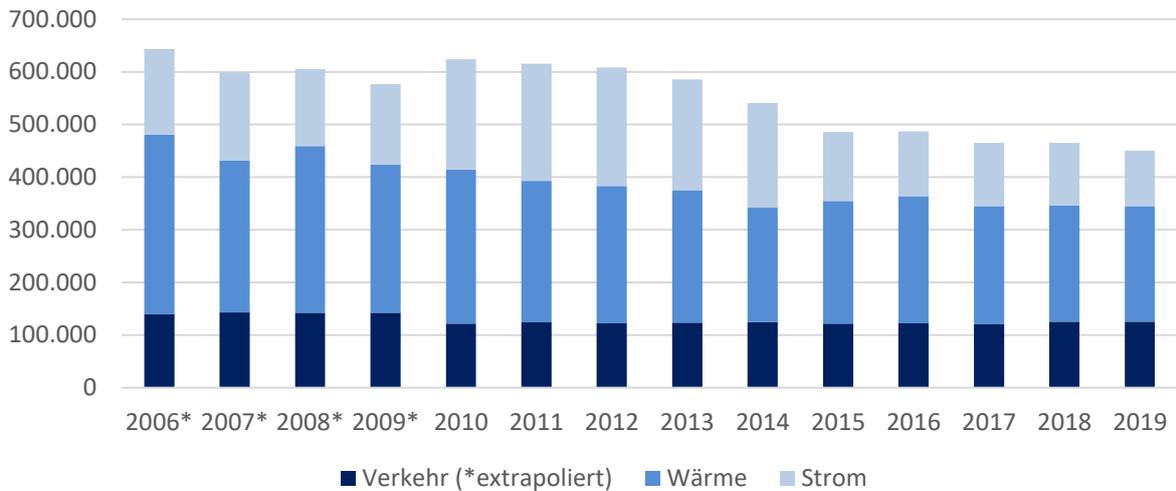


Abb. 10: absolute Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2006 - 2019 in t; Bilanzierungstools: 2006 - 2009 ECOSPEED Region; 2010 - 2019 BICO2 BW.<sup>3</sup>

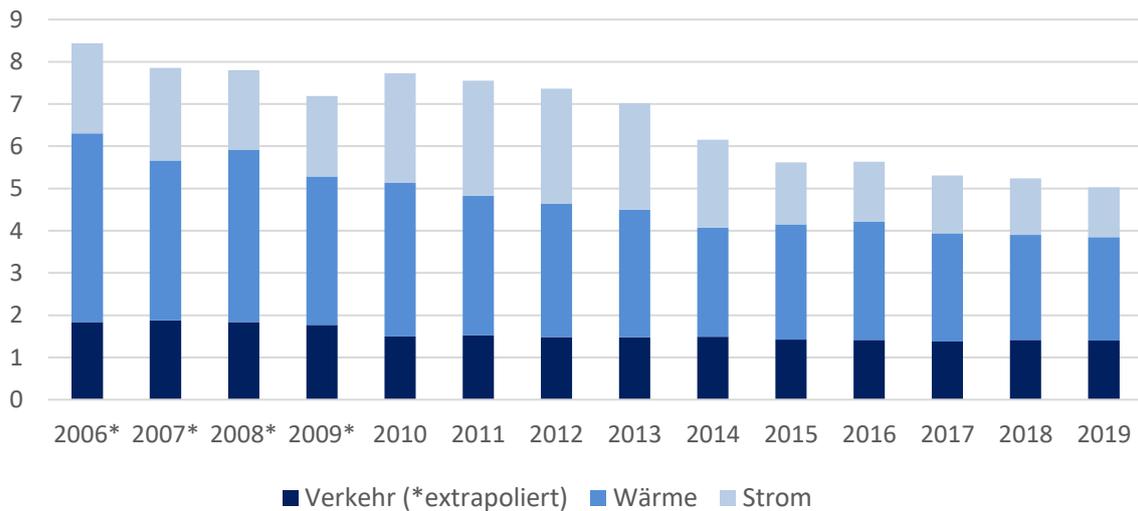


Abb. 11: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Vorketten) pro EW von 2006 - 2019 in t; Bilanzierungstools: 2006 - 2009 ECOSPEED Region; 2010 - 2019 BICO2 BW.<sup>3</sup>

#### 4.1 Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen – Sektor Wärme

Sowohl die absoluten, als auch die relativen (pro Kopf) CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Wärmeenergieerzeugung sind über den Berichtszeitraum rückläufig. Ein direkter Vergleich dieser Werte über den gesamten Betrachtungszeitraum 2006 – 2019 ist aber mit Vorbehalt zu ziehen, da bei beiden Tools unterschiedliche Berechnungsgrundlagen und Emissionszuordnungen zugrunde liegen. Insbesondere der Brennstoffeinsatz und Output (Wirkungsgrad) für KWK-Anlagen wird bei BICO2 BW besser erfasst als bei ECOSPEED Region. Grundsätzlich lässt sich dennoch ein deutlicher Trend zur CO<sub>2</sub>-Reduktion der Wärmeenergie in absoluten und relativen Zahlen feststellen.

<sup>3</sup> Verkehrswerte (ECOSPEED Region) von 2006 bis 2009 extrapoliert auf Basis der Änderungen bei BICO2BW, die aufgrund von zu niedrigen Spritverbrauchsangaben vorgenommen wurden.

Allein innerhalb der 10 Jahre 2010 - 2019 kam es zu einer (absoluten) Reduktion von 25 %. Der deutlich gestiegene Einsatz von Erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung (insbesondere seit der Wieder-Inbetriebnahme des Heizwerks auf der Morgenstelle), die signifikante Reduktion des Heizölbedarfs (insbesondere im Gewerbesektor), Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und der Ausbau der Erdgasnutzung tragen zu dieser Reduktion bei.

#### **4.2. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen – Sektor Strom**

Die Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Strom stellt die Entwicklungen in den Maßnahmenbereichen Stromeinsparung, Ausbau der ökologischen Stromerzeugung auf dem Gemeindegebiet und Erhöhung des Absatzes von Ökostrom zusammenfassend dar. Es wird mit dem sogenannten regionalen Strommix gerechnet, wobei Strom, der über HKNs (insbesondere Wasserkraftstrom aus Europa) bezogen wurde, in der Bilanzierung so betrachtet wird, also ob die Erzeugungsanlage auf dem Gemeindegebiet Tübingen steht (siehe auch Kapitel 3.2).

Beim Strombedarf konnte der absolute CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Berichtszeitraum um 35,1 % gesenkt werden. Hier stehen 162.455 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2006 und 105.477 t CO<sub>2</sub> für 2019 gegenüber. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro EW sank im Strombereich um knapp 45 %.

#### **4.3. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen – Sektor Mobilität/Verkehr**

Die Daten zum Verkehr sind weiterhin mit großen Unsicherheiten behaftet. Zum einen können hier nur Mittelwerte angelegt werden und zum anderen gab es in der Vergangenheit wiederholt Änderungen in der Statistik und den Datengrundlagen (z. B. eine Anpassung der spezifischen Verbräuche an realere Messungen). Deshalb soll hier nur der Zeitraum ab 2010 betrachtet werden: Die absoluten CO<sub>2</sub>-Mengen aus dem Verkehr liegen seither bei +/- 123.000 Tonnen mit einem Minimum in 2017 von 121.710 t und einem Maximum von 125.468 t in 2019. Bei den Pro-Kopf-Emissionen zeigt sich von 2010 bis 2019 eine Reduktion um 7,7 %.

### **5. Anrechenbare Klimaschutzleistungen / Kompensation**

Wie in der Vorlage 214/2019 dargestellt, sollen für die Zielsetzung „klimaneutral 2030“ nur die zusätzliche CO<sub>2</sub>-Bindung im Holz auf der Gemarkung Tübingen und die CO<sub>2</sub>-Reduktion über extraterritoriale Anlagen zur Nutzung von Erneuerbaren Energien, die unter direkter Kontrolle des „Konzerns Stadt“ (in diesem Falle der swt) stehen, positiv angerechnet werden.

2019 haben die extraterritorialen swt-Stromerzeugungsanlagen 0,998 GWh aus Wasserkraft, 155,6 GWh aus Windenergie und 40 GWh aus Photovoltaik erzeugt. Um aus diesen Strommengen die anrechenbare Klimaschutzleistung der swt-EE-Anlagen zu errechnen, wird die Substitution des Bundesstrommixes (für 2019: 478 g CO<sub>2</sub>/kWh, inkl. Vorkette) durch die EE-Strommengen aus den drei unterschiedlichen Erzeugungsarten (spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren für 2019: 3, 10 bzw. 40 g CO<sub>2</sub>/kWh, inkl. Vorkette) zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich eine Kompensationsleistung von 90.815 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Für die Klimaschutzleistung des Waldes kann aktuell nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden, welche auf den Ergebnissen einer umfangreichen Untersuchung zur Bilanzierung des Forsts in Freiburg basiert. Darauf aufbauend nahm der Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg (ForstBW) eine grobe Abschätzung vor: Für das Jahr 2006 ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Vorrat im Tübinger Stadtwald von ca. 640.000 Tonnen CO<sub>2</sub>, der aktuelle Wert für 2019 liegt bei 761.000 Tonnen. Dieser Zuwachs wird für die Darstellung gleichmäßig auf alle Jahre aufgeteilt: Für das Jahr 2019 ergibt sich so eine Klimaschutzleistung von ca. 9.300 Tonnen für den Wald der Stadtverwaltung Tübingen. Daten für die Waldwirtschaft Dritter auf dem Gemeindegebiet liegen nicht vor.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Klimaschutzleistung des Waldes nicht nur in der lokalen CO<sub>2</sub>-Bindung im Wald besteht. Holz, das für dauerhafte Anwendungen (z. B. Holzbauweise) genutzt wird, bindet CO<sub>2</sub> dauerhaft im Baustoff und substituiert häufig den sehr CO<sub>2</sub>-intensiven Baustoff Beton.

## **6. Bilanzierung**

Den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Vorketten) auf dem Gemeindegebiet von 450.709 Tonnen CO<sub>2</sub> in 2019 stehen Kompensationsbeiträge von 90.815 Tonnen der swt-Anlagen und 9.300 Tonnen aus der Klimaschutzleistung des Waldes gegenüber. Daraus ergeben sich rund 350.594 Tonnen CO<sub>2</sub>, die noch bis zur Klimaneutralität in 2030 vermieden bzw. durch andere Klimaschutzleistungen ausgeglichen werden müssen.