

Gutachterliche Stellungnahme zum Tübinger Klimaschutzprogramm 2020 - 2030

der Bietergemeinschaft
KlimaKom eG und ThINK GmbH

Auftraggeber:

Universitätsstadt Tübingen

Am Markt 1
72070 Tübingen

www.tuebingen.de

Verfasser:

KlimaKom gemeinnützige eG
Gemeinnützige Genossenschaft für nachhaltige Entwicklung
Bayreuther Str. 26a, 95508 Hummeltal
www.klimakom.de/
Projektleitung: Dr. Götz Braun

ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH

Hainstr. 1a
D - 07745 Jena
www.think-jena.de
Projektleitung: Dr. Matthias Mann

Stand: 20.11.2024

Auf einer Seite: Gutachten zum Tübinger „Klimaschutzprogramm 2020 bis 2030“

Das laufende Klimaschutzprogramm (KSP) enthält insgesamt 67 Maßnahmenoptionen. In diesem Gutachten wurde geprüft, ob mit diesen Optionen – unter Anrechnung von Klimaschutzleistungen - Klimaneutralität in den Sektoren Strom, Verkehr und Wärme bis zum Jahr 2030 erreicht werden kann.

Es wurden zwei Szenarien betrachtet: 1) Basisszenario (Engagement wie bisher) und Plus-Szenario (gesteigertes Engagement). Betrachtet wurden jeweils der Endenergieverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen von Treibhausgasen (THG).

Die THG-Emissionen können von 2021 (Ausgangswert: ca. 430.000 t $CO_{2\text{-eq}}$[1]) bis 2030 deutlich gesenkt werden: Im Basisszenario um 37 %, und im Plus-Szenario sogar um 54 %. Die Klimaneutralität bis 2030 wird aber auch im Plus-Szenario, selbst mit Anrechnung von Klimaschutzleistungen, um etwa 95.000 Tonnen $CO_{2\text{-eq}}$ verfehlt. Mit den vorliegenden Maßnahmen wird Klimaneutralität erst gegen das Jahr 2040 erreicht werden. Deshalb bedarf es **zusätzlicher Maßnahmen**, um dem Zieljahr 2030 näher zu kommen.

Beim **Strom** werden in Tübingen bis 2030 die größten Fortschritte in Richtung Klimaneutralität gemacht. Dennoch sollte z. B. die Nutzung geeigneten Dach- und Fassadenflächen für die PV-Erzeugung innerhalb Tübingens weiter intensiviert werden.

Beim **Verkehr** setzt die Stadt bereits auf eine Mischung aus alternativen Angeboten zum Individualverkehr mit Verbrennungsmotor (MIV): 1) Förderung des ÖPNV, Fuß- und Radverkehr sowie Carsharing 2) Förderung der E-Mobilität 3) Beschränkungen des MIV durch Parkraumbewirtschaftung und Durchfahrtverbote. Diese Vielfalt von Maßnahmen bindet viele Ressourcen. Zusätzliche Maßnahmen sollten den Haushalt nicht zu stark belasten. Beispiele hierfür wären weitere Straßensperrungen für den MIV oder eine Verteuerung von Parklizenzen und Parkgebühren.

Bei der **Wärmeversorgung** könnte der Fernwärme-Um- und Ausbau beschleunigt werden. Allerdings verfügen die swt nur über begrenzte personelle und finanzielle Kapazitäten. Planungs- und Genehmigungsverfahren haben einen langen Vorlauf. Zusätzlich zur beschleunigten Umstellung der Wärmerzeugungsanlagen auf erneuerbare Energien müsste der Leitungsbau für Wärmenetze beschleunigt und die Anschlussquoten für die Abnehmer der Wärme erhöht werden.

Bei den fossil betriebenen Heizungen ist die Stadt auf Freiwilligkeit der Gebäudeeigentümer angewiesen. Hier gibt es prinzipiell zwei Hebel: 1) Durch den Ausbau der Beratungsleistung werden möglichst viele Eigentümerinnen und Eigentümer zum Umbau bewegt und dabei Fördermittel aus den Bundesprogrammen gehoben. 2) Durch eine zusätzliche städtische Umstellungsprämie wird der Umbau noch attraktiver gemacht.

Ein weiteres Feld sind die zahlreichen Liegenschaften des Landes Baden-Württemberg (Universität und Krankenhäuser), die bis 2030 die netto-Klimaneutralität erreichen sollen. Für die Einrichtungen des Landes liegt der Stadtverwaltung bisher noch keine Planung zur Umsetzung dieses Ziels vor.

Nicht zuletzt hängt eine Intensivierung des Klimaschutzes in Tübingen nicht nur vom Engagement der Stadt und ihrer Bürgerinnen und Bürger ab, sondern auch von den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

[1]Als CO_2-Äquivalente ($CO_{2\text{-eq}}$) werden verschiedene Treibhausgase in einem Wert zusammenfasst, basierend auf ihrem jeweiligen Beitrag zum Treibhauseffekt im Vergleich zu Kohlendioxid (CO_2)

ThINK Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz
KlimaKom eG gemeinnützige Genossenschaft für nachhaltige Entwicklung

Inhalt

1. Aufgabenstellung 1
2. Trendanalyse 2
3. Auswirkungen bundes- und landespolitischen Zielsetzungen 13
4. Priorisierung der Maßnahmen 18
   4.1. Wärme 19
   4.2. Strom 28
   4.3. Mobilität 33
5. Gegenüberstellung Basis-Szenario vs. Plus-Szenario 41
   5.1. Stromsektor 42
   5.2. Klimaschutzleistungen 45
   5.3. Sektor Mobilität 46
   5.4. Wärmesektor 51
6. Resümee 57
   6.1. Prognose der THG-Emissionen 57
   6.2. Maßnahmen und Ressourcen zur Erreichung des Plus-Szenarios 59
7. Ergänzungs-Szenario 65
   7.1. Strom 65
   7.2. Mobilität 65
   7.3. Wärme 66
8. Abbildungsverzeichnis 72

1. Aufgabenstellung

Im Juli 2019 hat der Gemeinderat die Stadtverwaltung mit Beschluss der Vorlage 214/2019 beauftragt, ein Konzept für die Zielsetzung „Tübingen klimaneutral bis 2030“ vorzulegen. Diese Zielsetzung betrachtet dabei lediglich die energiebedingten THG-Emissionen aus dem Energieverbrauch (inkl. Vorketten). Die Bilanzierung der territorialen Emissionen erfolgt mit dem Tool BICO2BW.

Das vorliegende Gutachten soll klären, ob bzw. inwieweit mit dem „Klimaschutzprogramm 2020 bis 2030“ die Zielstellung „Tübingen klimaneutral 2030“ erreicht werden kann oder, wie viele Jahre es länger dauern wird, das Ziel zu erreichen. Zusätzlich wurde gefragt, ob mit zusätzlichen Maßnahmen die Erreichung des Ziels beschleunigt werden könnte.

Es wurden sämtliche Maßnahmenoptionen in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr aus dem Klimaschutzprogramm betrachtet und ihre Wirkung im Sinne der Zielerreichung bewertet. Auf der Grundlage dieser Bewertung wurden für zwei Szenarien (ein Basisszenario und ein deutlich ambitionierteres Plus-Szenario) Modellrechnungen zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen bis 2030 erstellt.

Bei der Benutzung des Begriffs „klimaneutral“ orientiert sich das Gutachten an der vom Gemeinderat beschlossenen Definition:

„Eine mögliche Zielsetzung für Tübingen könnte eine klimaneutrale Energieversorgung sein. Diese wäre erreicht, wenn die anthropogenen $CO_{2\text{-eq.}}$-Emissionen aus dem Energieverbrauch durch CO_2-Entnahmen (insbesondere Holzzuwachs) oder Maßnahmen zur CO_2-Einsparung außerhalb der Kommune (Kompensationsmaßnahmen) über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden.“

Die bundes- und landespolitischen Rahmenbedingungen beeinflussen den Fortschritt der Kommunen beim Klimaschutz entscheidend. Nicht zuletzt deshalb, weil den Kommunen dadurch Fördergelder zur Verfügung stehen. Im Rahmen des Gutachtens wurden deshalb auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen auf Landes- und Bundesebene untersucht.

2. Trendanalyse

Abweichend von der ausgeschriebenen und angebotenen Leistung hat es sich als sinnvoll erwiesen, noch vor der Erstellung eines Basis-Szenarios (siehe Kapitel 5) die Entwicklung des Energieverbrauchs und der -Emission von Treibhausgasen (THG) der vergangenen Jahre zu analysieren und aus diesen Entwicklungen Trends abzuleiten.

Die hier vorgestellten Trendanalysen basieren durchgängig auf den, der Stadt Tübingen vorliegenden bzw. durch die Stadt Tübingen erhobenen Daten. Eigene Erhebungen und/oder Berechnungen durch den Auftragnehmer erfolgten grundsätzlich nicht. Zweck und Ziel dieser Trendanalyse ist es, die bisherigen Erfolge der umfangreichen Bemühungen in der Stadt Tübingen bezüglich des Klimaschutzes zu dokumentieren, aber auch die noch bestehenden Probleme und Defizite anhand quantifizierter Angaben aufzuzeigen.

Ausgangspunkt war dabei die graphische Darstellung der Entwicklung der energiebedingten THG-Emissionen von 2006 bis 2021, die in der Anlage zur Vorlage 77/2024[1] an den Gemeinderat veröffentlicht wurde (Abbildung 1). Allerdings ist die Entwicklung der Jahre 2020 und 2021 durch die Corona-Pandemie bedingt nicht wirklich aussagekräftig gegenüber 2019. Es wird die Aufgabe sein, die weitere Entwicklung aufmerksam zu verfolgen.

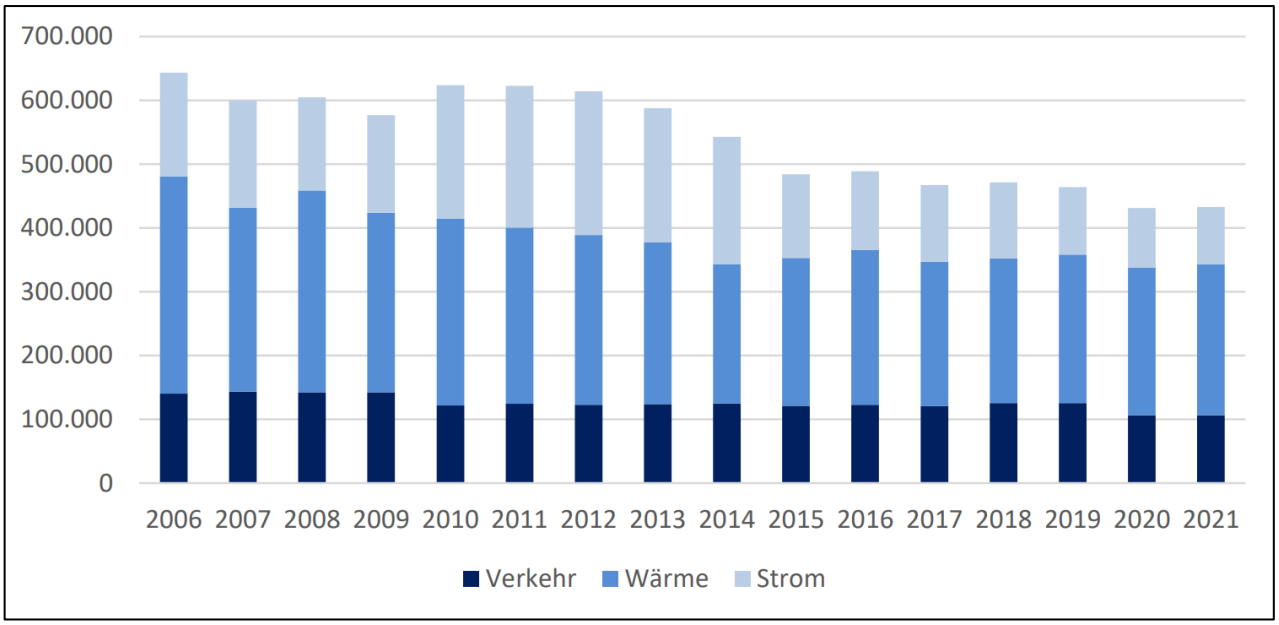


Abbildung 1: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2006 - 2021 in t; Bilanzierungstools: 2006 - 2009 ECOSPEED Region; 2010 - 2021 BICO2 BW. (Quelle: Anlage zur Vorlage 77/2024)

[1] https://www.tuebingen.de/gemeinderat/vo0050.php?__kvonr=17662

Die dieser Graphik zugrundeliegenden Emissionswerte wurden von der Stadt Tübingen zur Verfügung gestellt und dienten als Grundlage der folgenden Auswertungen.

Zunächst wurden die Auswertungen auf den Zeitraum 2010 bis 2021 beschränkt, da die Auswertung für die Jahre vor 2010 unter Verwendung eines anderen Bilanzierungstools (ECOSPEED Region) erstellt wurde. Die Effekte, die durch diesen Wechsel in der Bilanzierungsmethodik hervorgerufen werden, sollten die Aussagen aus der Trendanalyse möglichst nicht beeinflussen. Daher erfolgte eine Beschränkung auf den Zeitraum 2010 bis 2021.

Die lineare Fortschreibung des Trends der Jahre 2010 bis 2021 lässt die Erreichung von CO_2-Emissionen von Null frühestens im Jahr 2040 erwarten (vgl. Abbildung 2). „Frühestens“ deshalb, weil eine lineare Extrapolation natürlich eine vereinfachte Annahme darstellt. (Aufgrund des Pareto-Prinzips ist davon auszugehen, dass derartige Prozesse am Anfang schneller und dann immer langsamer verlaufen, diese Prozesse mit einer exponentiellen Funktion (siehe rote Linie in Abbildung 2) absehbar sachgerechter beschrieben werden können als durch eine lineare Funktion. Trotzdem soll im Folgenden weiter mit einer linearen Extrapolation gearbeitet werden, denn für die spezifischen Parameter einer Extrapolation auf der Basis einer exponentiellen Funktion können keine belastbaren Annahmen getroffen werden. Eine lineare Extrapolation bestimmter Prozesse stellt damit immer eine optimistische Annahme dar.

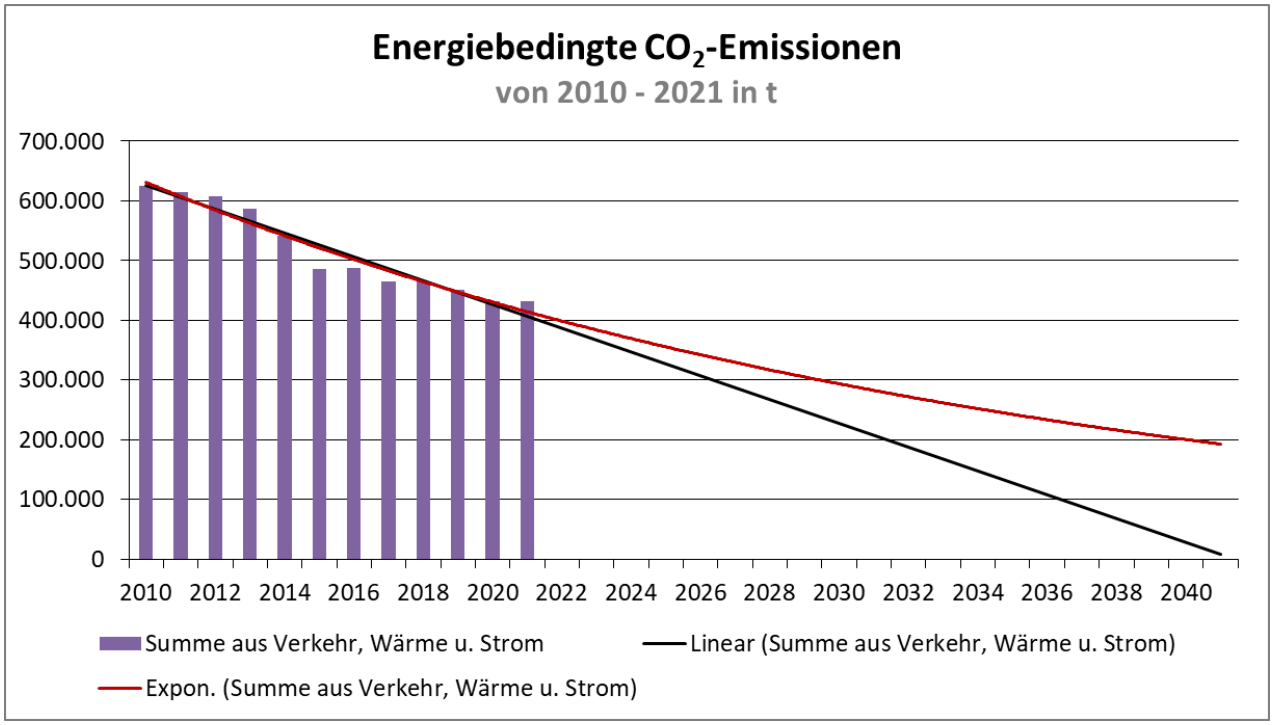


Abbildung 2: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t und Extrapolation dieses Trends in die Zukunft (ohne Anrechnung von Klimaschutzleistungen für das Ziel netto-null)

In einem weiteren Schritt wurden die THG-Emissionen der einzelnen Energiesektoren (Strom, Wärme, Verkehr) jeweils gesondert betrachtet. Es ergeben sich dabei die in den folgenden Abbildungen dargestellten Entwicklungen.

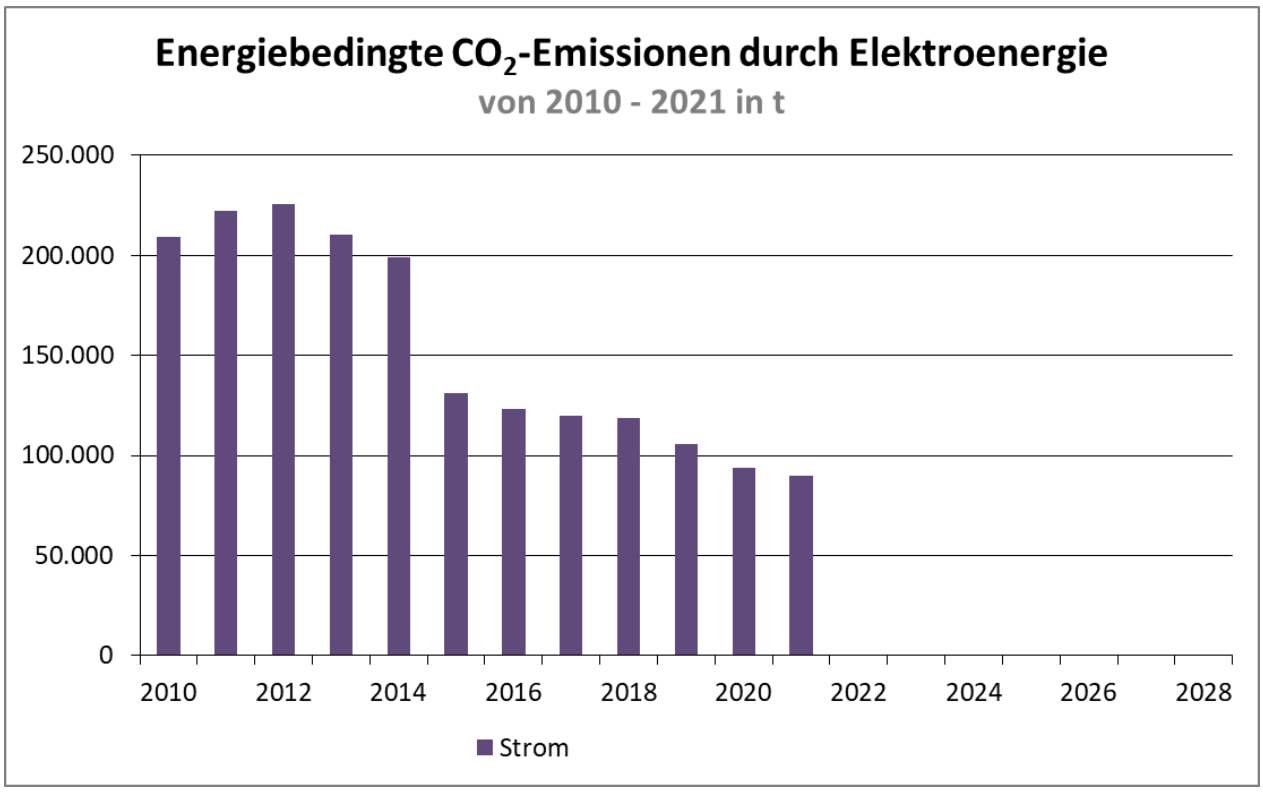


Abbildung 3: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Energiesektor Strom

Am beeindruckendsten ist die Entwicklung im Bereich der Stromversorgung: Die Entwicklung im Zeitraum 2010 bis 2021 ist durch einen signifikanten Rückgang der THG-Emissionen des Jahres 2015 gegenüber den Vorjahren gekennzeichnet. Würde man aus dieser Entwicklung der Jahre 2010 bis 2021 einen Trend in Form einer linearen Regression ableiten wollen, käme man zu dem Ergebnis, dass von der Größenordnung her, die Emissionen im Strombereich schon vor 2030 auf nahe null sinken könnten (vgl. Abbildung 3). Beim Vorliegen solcher einmaligen Ereignisse ist bei der Interpretation jedoch Vorsicht geboten. Durch den nicht wiederholbaren Sondereffekt der Umstellung der Landesliegenschaften auf den Bezug von Ökostrom in den Jahren 2014/ 2015 wäre dieser Trend nämlich deutlich überzeichnet.

Deutlich anders verhält es sich im Sektor der Wärmeversorgung (Abbildung 4). Zwar ist für die Jahre 2010 bis 2021 ein deutlicher Rückgang der THG-Emissionen zu verzeichnen (außer 2021 – ein im Durchschnitt deutlich kälteres Jahr), aber eine lineare Fortschreibung dieses Trends würde erst nach 2050 zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in der Stadt Tübingen führen. Dieser Zeithorizont liegt nicht nur sehr deutlich hinter der kommunalen Zielstellung von 2030, sondern sogar hinter der durch das Klimaschutzgesetz der Bundesrepublik gesetzten nationalen Zielstellung zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045.

Es ist daher unstrittig, dass (anders als beim Strom) die Umsetzung von Maßnahmen zur Senkung der THG-Emissionen im Wärmesektor auch in Tübingen gegenüber der bisherigen Entwicklung und den bisherigen Maßnahmen deutlich verstärkt und schneller werden müssen.

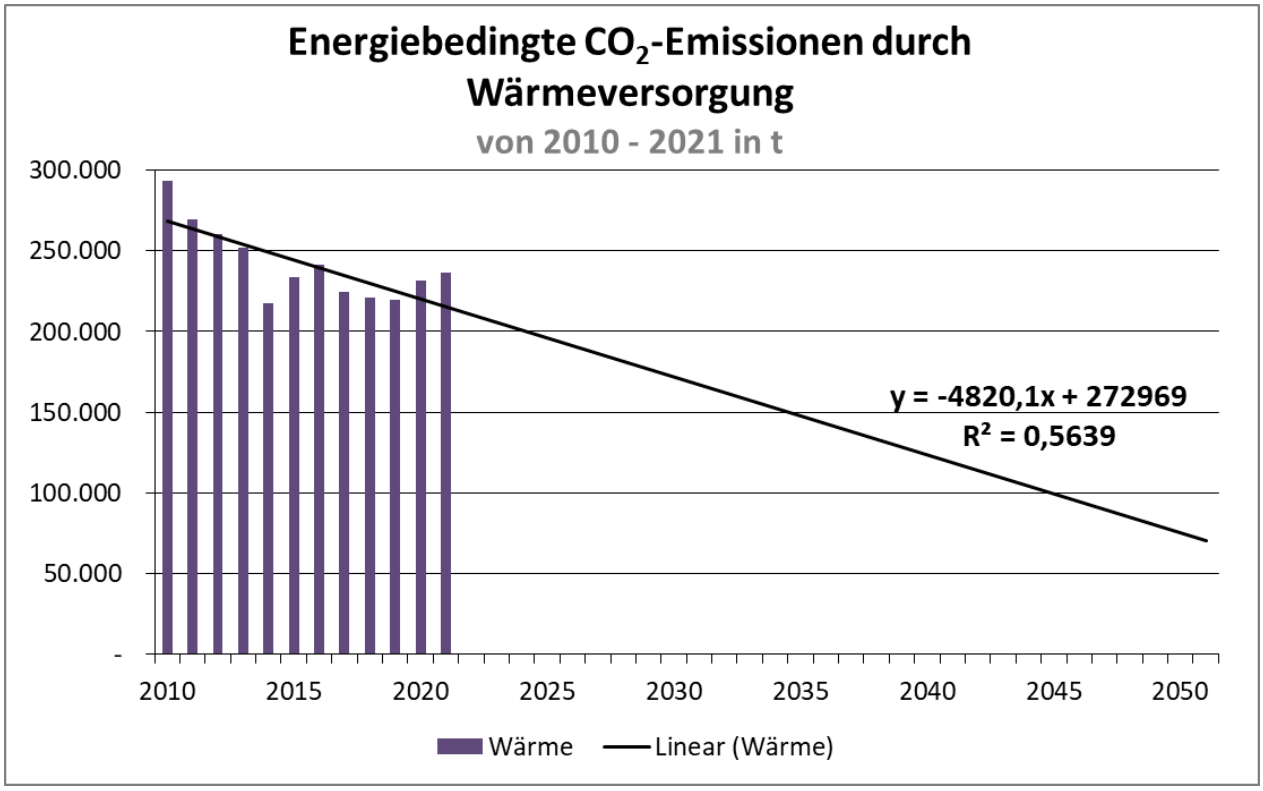


Abbildung 4: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Wärmeenergiesektor und Extrapolation dieses Trends in die Zukunft

Am problematischsten stellt sich die bisherige Entwicklung im Bereich Verkehr/ Mobilität dar. Allen bisherigen Bemühungen zum Trotz sind die THG-Emissionen in Tübingen in diesem Sektor in den Jahren 2010 bis 2021 bisher kaum gesunken (Abbildung 5, nächste Seite). Extrapoliert man diesen Trend in die Zukunft, wäre von nur sehr langsam sinkenden THG-Emissionen auszugehen, obwohl die Stadtverwaltung seit vielen Jahrzehnten an der Förderung des Umweltverbundes arbeitet. Diese Ausgangslage führt zu der Schlussfolgerung, dass der Bereich Mobilität der am schwersten zu beherrschende Sektor in Bezug auf die Zielstellung der Klimaneutralität ist. Ohne gravierende Änderungen beim Mobilitätsverhalten ist ein konsequenter Klimaschutz nicht umsetzbar. Diese Aussage trifft auf nationaler Ebene, auf Länderebene, aber eben auch für die Stadt Tübingen im vollen Umfang zu. Dieser durchaus kritischen Entwicklung im Bereich der THG-Emissionen gilt es sich daher besonders intensiv zu widmen.

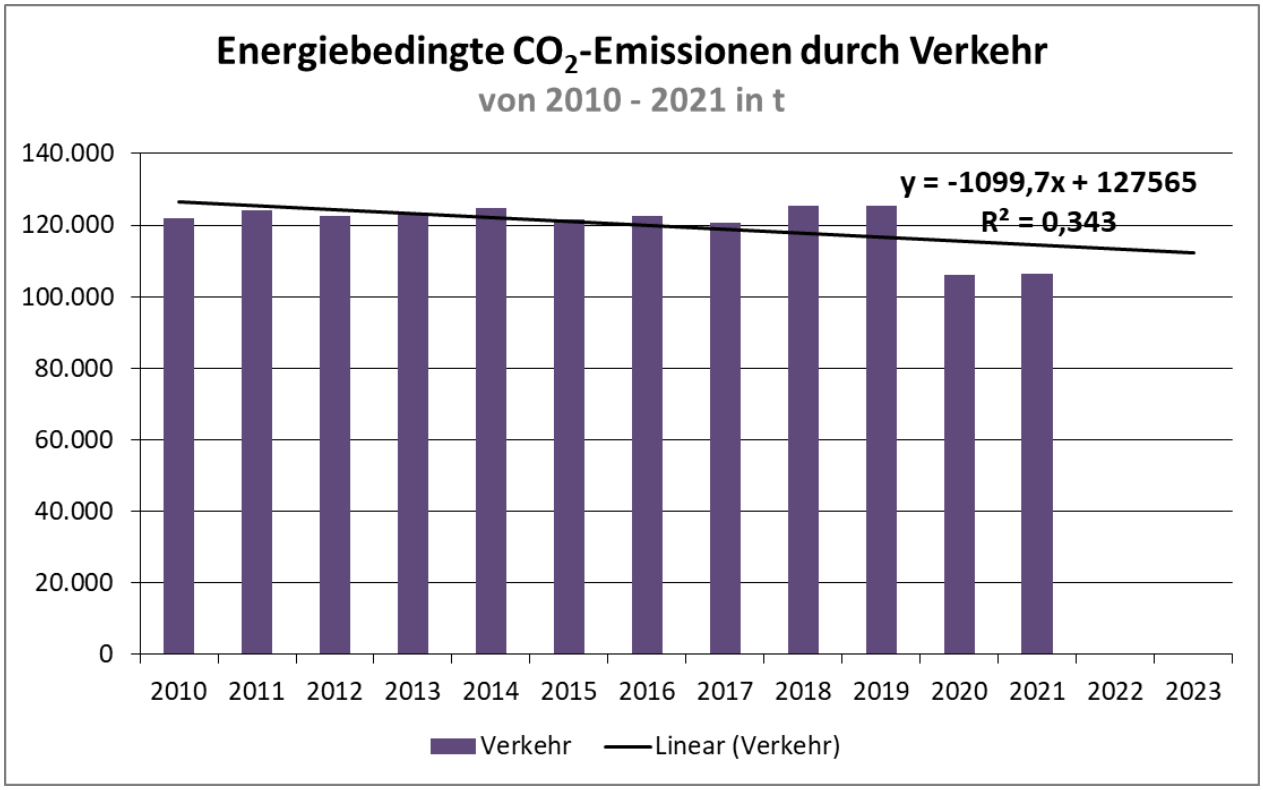


Abbildung 5: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Energiesektor Verkehr/Mobilität

Für den Bereich Mobilität war die Frage zu beantworten, ob sich diese kritischen Entwicklungen durch andere Daten belegen oder wenigstens punktuell widerlegen lassen. In diesem Zusammenhang wurde versucht, weitere Daten zur Entwicklung des Verkehrs und des Mobilitätsverhaltens in Tübingen betreffend zu recherchieren und auszuwerten.

Als erstes bot es sich an, das Mobilitätsverhalten der Einwohner:innen in Tübingen zu betrachten. Hier sind die von der TU Dresden seit vielen Jahren durchgeführte SrV-Erhebungen zum Modal Split in verschiedenen deutschen Städten eine gute und belastbare Datenquelle. Die Abkürzung SrV steht für „System repräsentativer Verkehrsbefragungen“ und diese wird alle fünf Jahre nach einer sehr konsistenten Befragungsmethodik durchgeführt. Die letzten beiden Befragungen erfolgten in den Jahren 2013 und 2018, liegen also beide in dem Zeitraum von 2010 bis 2019, der hier näher betrachtet wird. Die Ergebnisse aus 2023 lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht vor.

Die wichtigsten Ergebnisse und die Gegenüberstellung der Erhebungen von 2013 und 2018 sind in Abbildung 6**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Einerseits sind die erhobenen Werte in Hinblick auf die Verkehrsleistung in Kilometer je Person und Tag und andererseits in Hinblick auf das spezifische Verkehrsaufkommen in Wege je Person und Tag ausgewertet und dargestellt worden. Bei der Verkehrsleistung hatte der MIV sowohl 2013 als auch 2018 einen Anteil von 62 %. Beim spezifischen

Verkehrsaufkommen wurden 2013 26 % der Wege mit dem Pkw zurückgelegt und 2018 betrug dieser Wert 24 %.

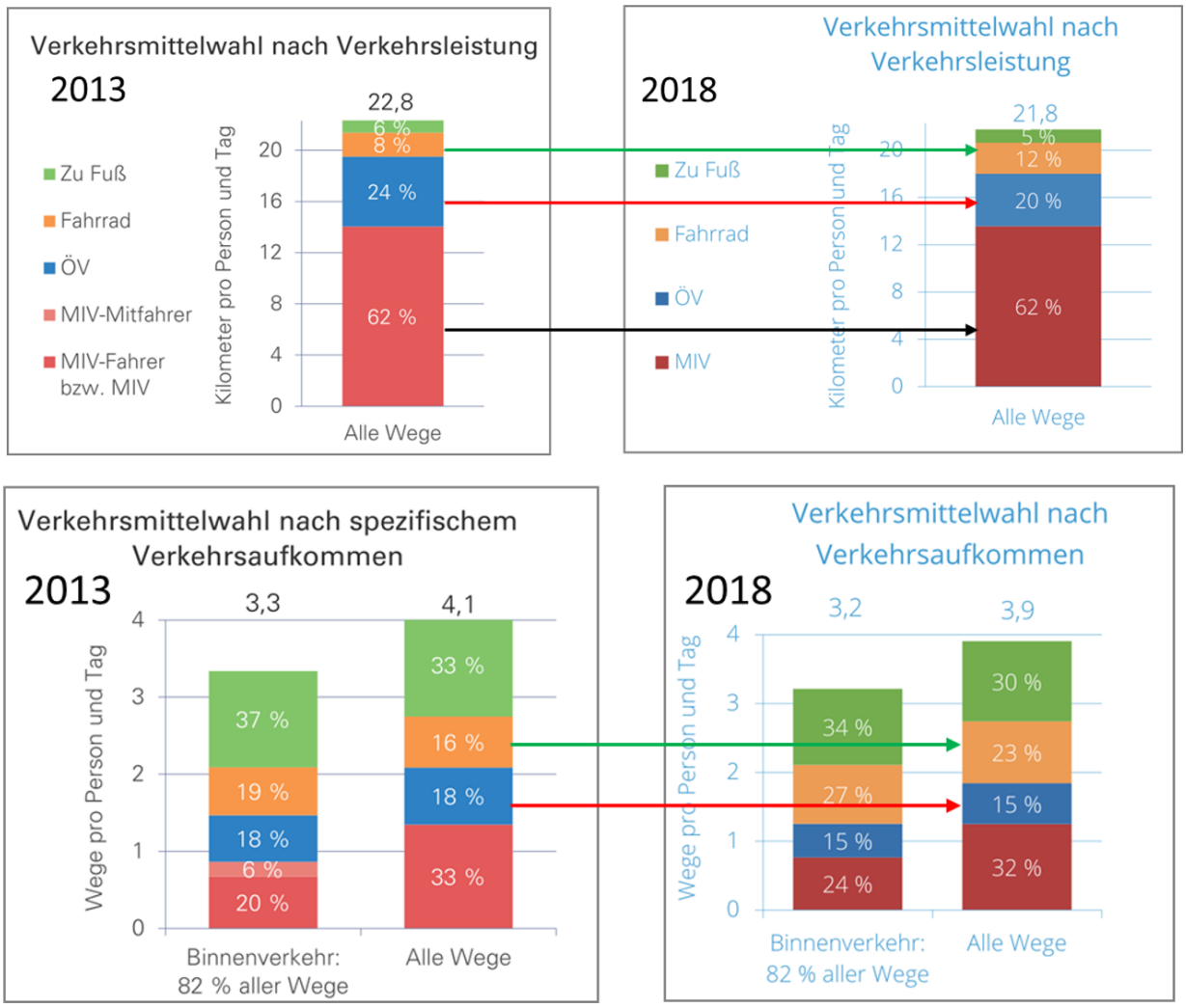


Abbildung 6: Gegenüberstellung der SrV-Erhebungen (System repräsentativer Verkehrsbefragungen) der Jahre 2013 und 2018 für die Stadt Tübingen

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass bei Befragungsergebnissen immer mit einer gewissen Fehlerspanne bzw. Fehlermarge zu rechnen ist, die von der Anzahl der befragten Personen (Größe der Stichprobe) abhängt. Diese dürfte bei der von der TU Dresden verwandten Methode in der Größenordnung von eins bis maximal drei Prozent liegen. Daraus ergibt sich, dass die Veränderungen von 2013 bis 2018 in der Größenordnung der Fehlerspanne liegen und unklar bleibt, ob hier tatsächliche Veränderungen vorliegen. Es kann somit nur festgestellt werden, dass der Anteil des MIV sich in den Jahren von 2013 bis 2018 praktisch nicht bzw. kaum verändert hat.

Trotzdem ist ein MIV-Anteil von 62 % bei der Verkehrsleistung und 26 bzw. 24 % beim spezifischen Verkehrsaufkommen im interkommunalen Vergleich zwischen Städten der gleichen Größenklasse ausgesprochen niedrige Werte. Die wesentlichen Veränderungen zeigen sich innerhalb der Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr). Hier ist erkennbar, dass bei annähernd konstanter Nutzung des Pkw eine Steigerung des Radverkehrs zulasten des Fußverkehrs, aber auch zu Lasten des ÖPNV erfolgt. Insbesondere letztgenannte Entwicklung überrascht, da die Stadt Tübingen massive Anstrengungen zur Attraktivierung des ÖPNV unternommen hat.

Die letztgenannte Entwicklung der Fahrgastzahlen aus der Befragung wird auch durch die aktuellen Zahlen der TüBus GmbH bestätigt. Diese sind von 2013 bis 2018 von 20,2 Millionen Fahrgästen zwar auf 20,6 Millionen Fahrgästen[2] im Jahr 2018 gestiegen, also eine Zunahme von 4,85 %. Hält man dieser Entwicklung allerdings die Bevölkerungsentwicklung der Stadt Tübingen entgegen (von 83.490 in Jahr 2013 auf 88.711 im Jahr 2018, entspricht einem Zuwachs von 6,25 %; nur Hauptwohnsitz), dann wird klar, dass die Fahrgastzahlen des ÖPNV in Tübingen tatsächlich langsamer gewachsen sind, als die Gesamtbevölkerung. Dies kann so interpretiert werden, dass die einzelne Bürgerin/ der einzelne Bürger in 2018 tatsächlich (geringfügig) seltener mit dem Bus gefahren ist als im Jahr 2013. Verantwortlich dafür scheint der Ausbau der Radwegeinfrastruktur in der Stadt Tübingen zu sein.

Ein Blick auf die Entwicklung der Kfz-Zulassungszahlen rundet diese Bild ab. Von 2013 bis 2021 ist die Zahl der in Tübingen zugelassenen Pkw (Lkw sollen hier zunächst außer Betracht bleiben) erkennbar gestiegen. Dabei ist interessant, dass nicht nur die Gesamtzahl der Fahrzeuge zugenommen hat, sondern dass auch der Ausstattungsgrad mit Pkw (Anzahl der Pkw je 1.000 Einwohner) bis 2020 nach wie vor gestiegen ist. Nach 2020 ist bei annähernd konstanten absoluten Pkw-Zulassungszahlen erfreulicherweise ein gewisser Rückgang der Anzahl der Pkw je 1.000 Einwohner zu verzeichnen (Abbildung 7).

Derartige Entwicklungen sind praktisch in allen in den letzten Jahren von den Autoren dieses Gutachtens betrachteten Kommunen zu beobachten gewesen, so dass Tübingen hier keine Ausnahme darstellt.

Insgesamt legen die hier dargestellten Zahlen nahe, dass Veränderungen im Verkehrs- und Mobilitätsverhalten und der damit einhergehenden Ausstattungen der Haushalte mit Pkw nur sehr langsam erfolgen und die Entwicklung des Energieverbrauchs bzw. durch den Verkehr verursachten THG-Emissionen im Verkehrssektor, wie in Abbildung 5 dargestellt, offenbar plausibel und begründbar sind.

[2] www.tuebingen.de/ratsdokumente/vorlage/169/2019, Seite 48

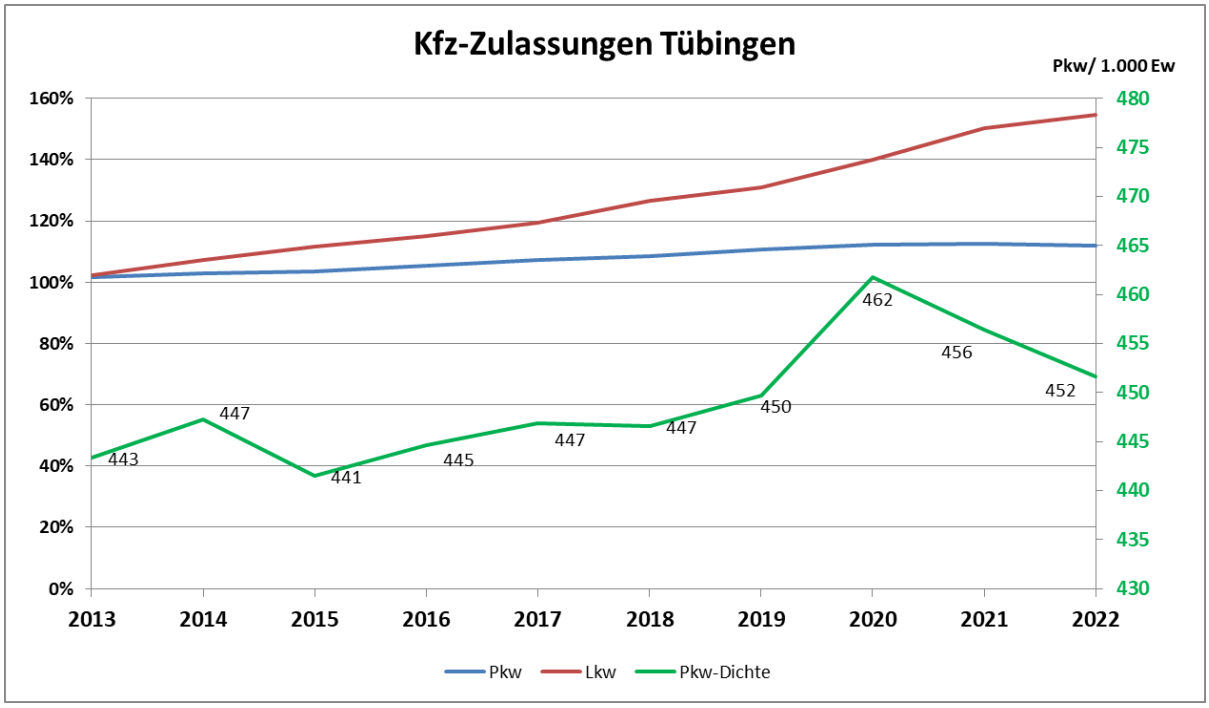


Abbildung 7: Auswertung von Kfz-Zulassungszahlen für die Stadt Tübingen hinsichtlich des Zuwachses an zugelassenen Kfz und der spezifischen Pkw-Ausstattung (je 1.000 Einwohner) im Zeitraum 2013 bis 2022

In der Zusammenschau der Trendanalysen für die einzelnen Energiesektoren (Strom, Wärme, Verkehr) ergibt sich ein Gesamtbild, das in Abbildung 8 wiedergegeben ist. Die THG-Emissionen sinken demnach bis zur zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts relativ deutlich auf unter 300.000 t $CO_{2\text{-eq}}$/a. Am stärksten sinken in dieser Darstellung die THG-Emissionen beim Strom. Durch den Sondereffekt der Umstellung der Landesliegenschaften auf den Bezug von Ökostrom in den Jahren 2014/ 2015 ist dieser Trend jedoch überzeichnet[3]. Dennoch kann man davon ausgehen, dass im Strombereich die THG-Einsparungen schneller vorankommen als in den anderen Sektoren. Bei den Sektoren Wärme und Verkehr ist aus dem bisherigen Trend abgeleitet mit einem deutlich langsameren Rückgang der THG-Emissionen zu rechnen.

Das hier skizzierte Bild ist stellt eine grobe Vereinfachung dar; einerseits durch die lineare Fortschreibung bestehender Trends und andererseits durch die Vernachlässigung aller bisher beschlossener, vorbereiteter und teilweise bereits in Umsetzung befindlicher Maßnahmen in der Stadt Tübingen. Es ist daher nur eine erste grobe Annäherung an die Problematik der Erreichung der Klimaneutralität, die nicht überinterpretiert werden darf. Diese erste Annäherung wird im Kapitel 5 weiter vertieft.

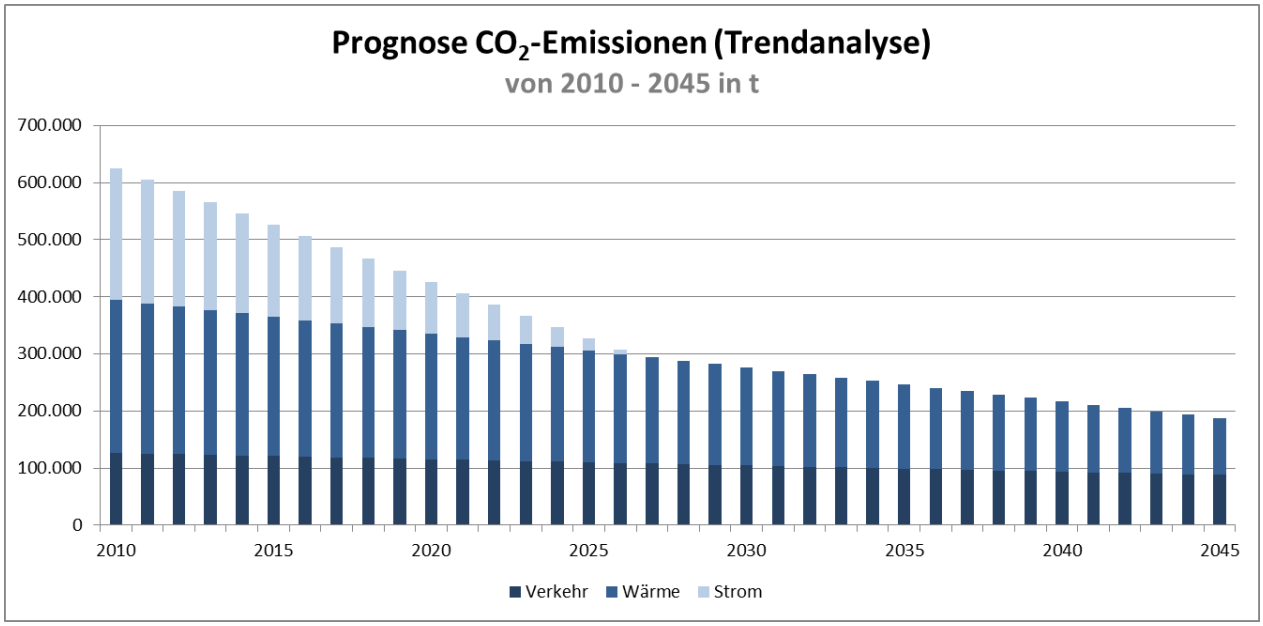


Abbildung 8: Trend der absoluten energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) für den Zeitraum 2010 - 2021 und Fortschreibung dieser Entwicklungen in die Zukunft (ohne Anrechnung von Klimaschutzleistungen für das Ziel netto-null)[3]

Alle bisherigen Betrachtungen erfolgten ohne die Berücksichtigung der sogenannten Klimaschutzleistungen als Maßnahme zur Kompensation von THG-Emissionen. Die Definition der Klimaschutzleistungen findet sich in der Gemeinderats-Vorlage 214/2019[4]:

2.2. Begrifflichkeit „klimaneutral“

Eine mögliche Zielsetzung für Tübingen könnte eine klimaneutrale Energieversorgung sein. Diese wäre erreicht, wenn die anthropogenen $CO_{2äqi.}$-Emissionen aus dem Energieverbrauch durch CO_2-Entnahmen (insbesondere Holzzuwachs) oder Maßnahmen zur CO_2-Einsparung außerhalb der Kommune (Kompensationsmaßnahmen) über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden.“

Die aktuellen CO_2-Bilanzen der Stadtverwaltung zeigen, dass die anrechenbaren Klimaschutzleistungen trotz einem massiven Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung der Stadtwerke Tübingen (swt) derzeit auf dem Niveau von etwa 100.000 Tonnen $CO_{2\text{-eq}}$/a verharren bzw. verharren werden. Anrechenbare Klimaschutzleistungen für die Zielsetzung sind neben der Differenz zwischen EE-CO_2-Faktor und CO_2-Faktor des

[3] Diese Abbildung wurde aus der linearen Fortschreibung der Trends bei Strom, Wärme und Verkehr abgeleitet. Beim Strom ergibt die lineare Regression wegen des Umbruchs von 2014 auf 2015 (vollständige Umstellung der Einrichtungen des Landes Baden-Württemberg auf Ökostrombezug) einen Trend, der sich in die Zukunft nicht fortschreiben lässt. Siehe auch Betrachtungen im Kapitel 5.

[4] https://www.tuebingen.de/gemeinderat/vo0050.php?__kvonr=14371, Seite 3

Bundesmix, die zusätzliche CO_2-Bindung im Stadtwald (schätzungsweise ca. 9.300 Tonnen) und ggf. die CO_2-Bindung in Holzbauten[5]. Selbst 2045 verbliebe – bei gleichbleibenden Klimaschutzleistungen – ein Restbetrag von rund 100.000 Tonnen $CO_{2\text{-eq}}$/a. Die Klimaschutzleistungen werden erneut im Kapitel 5.2 angesprochen.

Die Modellrechnung im Rahmen der Trendanalyse verdeutlicht jedoch mindestens drei Problempunkte:

- Im Sektor der Wärmeversorgung erfordert die zeitnahe Erreichung der Klimaneutralität eine deutlich höhere Dynamik bei der Ablösung fossiler Energieträger, als das bisher in der Stadt Tübingen der Fall ist. Da die Wärmeversorgung mit über 50 % den größten Teil des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen repräsentiert (vgl. Abbildung 9), ist dieser Sektor von großer Bedeutung.
- Der Bereich Verkehr muss mit besonderer Dringlichkeit ins Auge gefasst werden, denn ohne eine echte und konsequente „Verkehrswende“ wird es keine signifikanten Senkungen der THG-Emissionen in diesem Bereich geben und die Erreichung der Klimaneutralität rückt dann in weite Ferne.
- Die anrechenbaren Klimaschutzleistungen aus den extra-territorialen, regenerativen Kraftwerken der swt verringern sich je Kilowattstunde erzeugtem Strom stetig aufgrund der Zunahme von Ökostrom im Bundesmix. Deshalb ist der weitere Ausbau und Nutzung der EE vor allem innerhalb Tübingens erforderlich.

[5] www.tuebingen.de/ratsdokumente/vorlage/77/2024

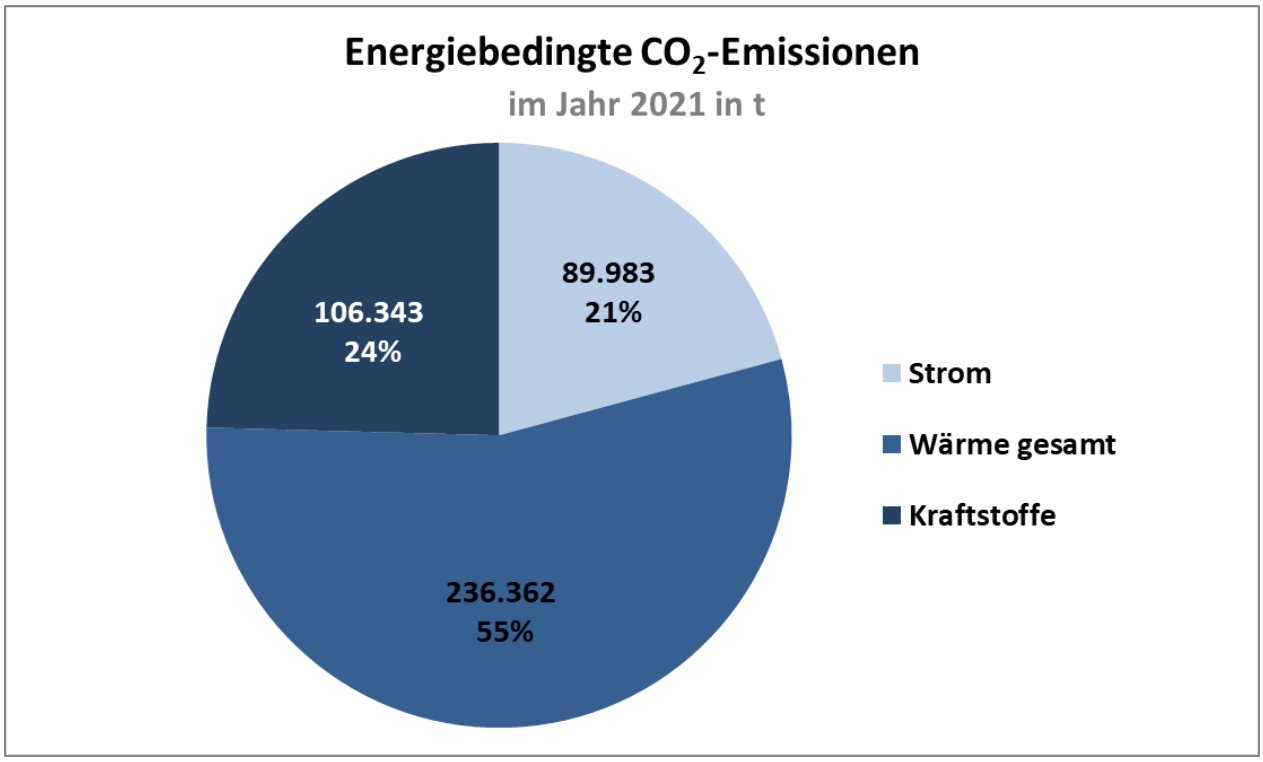


Abbildung 9: Verteilung der THG-Emissionen auf die Energiesektoren Strom, Wärme, Verkehr im Jahr 2021

3. Auswirkungen bundes- und landespolitischen Zielsetzungen

Allgemeine Betrachtungen

Die bundes- und landespolitischen Rahmenbedingungen können die Erfolge der Kommunen beim Klimaschutz entscheidend beeinflussen. Leitlinien für die Reduktion der THG-Emissionen können aus dem **Bundesklimaschutzgesetz (KSG)** abgeleitet werden. Im Jahr 2030 sollen die THG-Emissionen um 65 Prozent, im Jahr 2040 um 88 Prozent zurückgehen. Im Jahr 2045 soll Klimaneutralität erreicht werden. Das **Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)** setzt die Ziele auf 65 Prozent für das Jahr 2035 und Klimaneutralität für das Jahr 2040. Das Basisjahr ist jeweils das Jahr 2040. Aus dem KlimaG BW sind auch Ziele für die einzelnen Sektoren zu entnehmen. Bis zum Jahr 2030 sollen folgende Minderungen erreicht werden:

- Energiewirtschaft: 75 Prozent
- Industrie: 62 Prozent
- Verkehr: 55 Prozent
- Gebäude: 49 Prozent
- Landwirtschaft: 39 Prozent
- Abfallwirtschaft und Sonstiges: 88 Prozent
- Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft: -4,4 Mio. Tonnen CO_{2eq}

Alle oben genannten Zielsetzungen sind für die Kommunen jedoch nicht verpflichtend. Gleichzeitig ist die vom Tübinger Gemeinderat angestrebte Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2030 deutlich ambitionierter.

Den oben genannten Sektorzielen liegt die Studie „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ zugrunde, die von einem wissenschaftlichen Konsortium unter Führung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) durchgeführt (2023).

Um die Sektorziele zu erreichen, müssen nach der Studie folgende Prämissen erfüllt werden:

- Der Kohleausstieg bis 2030 ist für das 2030-Ziel zwingend erforderlich. Nach den aktuellen Planungen wird der vollständige Ausstieg aus der Verstromung von Braunkohle nach wie vor erst 2038 vollzogen. Der Bundesstrommix wird also 2030 immer noch Strom aus Braunkohle enthalten.
- Aufgrund der erforderlichen Elektrifizierung im Gebäudesektor, der Industrie und im Verkehrssektor wird eine deutliche Erhöhung des Strombedarfs (von 72 Terrawattstunden in 2019 auf 88 Terrawattstunden in 2030 sowie 111 Terrawattstunden in 2040) erwartet. Tübingen muss den eigenen Bedarf bis 2030 aus Erneuerbaren Energien decken. Im Klimaschutzprogramm ist ein Ausbau auf 600 GWh/a vorgesehen. Durch einen Gemeinderatsbeschluss sind 500 GWh/a abgesichert.
- Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung muss von 82 Prozent bis 2030 auf 98 Prozent bis 2040 ansteigen. Wenn Tübingen innerhalb und außerhalb des Stadtgebietes 600 GWh/a Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugen wird, dann liegt der Wert auf jedem Fall oberhalb des Verbrauchs. Für die THG-Bilanz, die ja immer vom Endenergieverbrauch in der Kommune (endenergiebasierte Territorialbilanz) ausgeht, ist die Steigerung keine für die Bilanz relevante Größe

und auch die Verwendung des „Überschuss-Stroms“ z.B. für H_2-Erzeugung fließt in die Bilanz nicht ein. Allerdings soll der CO_2-Faktor des Stroms, der aus EE-Anlagen in Tübingen und außerhalb stammt, als Klimaschutzleistung angerechnet werden, solange der CO_2-Faktor unter dem Bundesstrommix liegt.

- Für eine Abschätzung des CO_2-Faktors des deutschen Strommix im Jahr 2030 wurden zwei Datenquellen (ifeu und UBA) seit 1990 als Basis für eine Interpolation berücksichtigt. Wir gehen davon aus, dass bis 2038 (Abschluss des Kohleausstiegs) die Emissionen linear abgesenkt werden. Für den Strommix des Jahres 2030 nehmen wir deshalb einen CO_2-Faktor von 230 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh an. Der CO_2-Faktor für den Strom aus Erneuerbaren Energien der swt wurde aktuell mit 16 g CO_2-eq/kWh ermittelt (Daten swt) und sinkt bis 2030 durch weiter sinkende CO_2-Faktoren (auch für EE) und durch einen höheren Anteil von Windstrom (>77%) auf 8 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh.
- Im Verkehrssektor soll der motorisierte Individualverkehr (MIV) durch Verkehrsverlagerung und Vermeidung bis 2040 um 38 Prozent gegenüber 2019 sinken. Bis 2030 soll der Neuzulassungsanteil von Elektroautos auf 100 Prozent steigen. 34 Prozent der Fahrleistung wird dann elektrisch erbracht. Im Jahr 2040 ist der Verbrenneranteil nur noch marginal. Für Tübingen ist im KSP eine Reduzierung des MIV um 30 Prozent bis 2030 vorgesehen. Auch eine Steigerung des Neuzulassungsanteils von Elektroautos auf 100 Prozent im Jahr 2030 ist heute fraglich. Im Januar 2024 lag die Zulassungsquote für E-Autos (batterieelektrische Fahrzeuge) bei 10,5 Prozent (KBA-Pressemitteilung 04/2024).
- Im Sektor Landwirtschaft sind die Reduktion der Tierbestände sowie eine Verringerung des Konsums tierischer Produkte die zentralen Hebel zur Emissionsreduktion. Dieser Sektor wird im Tübinger Klimaschutzprogramm nicht angesprochen.

Im folgenden Abschnitt werden die aktuellen Rahmenbedingungen in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität beleuchtet.

Strom

Im **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** wird ein Anteil Erneuerbarer Energien von 80 Prozent am Stromverbrauch im Jahr 2030 gefordert. Der Bundesstrommix wird also im Jahr 2030 immer noch Strom aus Braunkohle und Erdgas enthalten und damit für relevante THG-Mengen verantwortlich sein.

Neben der Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien ist auch der sparsame Umgang mit Energie auf dem Weg zur Klimaneutralität wichtig. Mit der **Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz“ (EEW),** die auch Maßnahmen für den Sektor Wärme beinhaltet, werden in erster Linie Unternehmen angesprochen. Das Programm beinhaltet mehrere Module. Das Modul 1 umfasst Querschnittstechnologien wie hocheffizienten elektrischen Motoren, Pumpen, Ventilatoren oder Drucklufterzeuger sowie Maßnahmen zur Wärmedämmung und Abwärmenutzung. Das Modul 2 umfasst die Erzeugung von Prozesswärme aus erneuerbaren Energien. Im Modul 3 werden Soft- und Hardware für Energie- oder Umweltmanagementsysteme gefördert. Modul 4 fördert die Energie- und Ressourcenoptimierung sowie die Dekarbonisierung in kleineren und mittleren Betrieben (KMU). Im Modul 5 werden Transformationspläne zur Treibhausgasneutralität von Unternehmen gefördert. Im Modul 6 wird die Elektrifizierung kleinerer Unternehmen gefördert. Für das produzierende Gewerbe stehen damit Fördermittel zur Verfügung.

Der Ausbau der lokalen PV-Erzeugung durch Dritte kann durch lokale Zusammenschlüsse von Erzeugern und Konsumenten gefördert werden. Die Netze werden dadurch entlastet, der Erlös der privaten Erzeuger gesteigert und gleichzeitig die Strompreise für Verbraucher gesenkt. Den Rahmen hierfür setzt die EU-Richtlinie über erneuerbare Energien (RED II) aus dem Jahr 2018, die bis zum Jahr 2021 in nationales Recht umgesetzt werden sollte. In Deutschland ist das nur teilweise mit dem EEG von 2023 geschehen, so dass der Rechtsrahmen für die Gründung von Energiegemeinschaften noch immer unzureichend geregelt ist.

Die Bemühungen der Stadt Tübingen, den Ausbau der Photovoltaik auch auf privaten Dächern zu beschleunigen, werden durch die **Photovoltaik-Pflicht-Verordnung (PVPf-VO)** des Landes Baden-Württemberg unterstützt.

Wärme

Als marktwirtschaftlicher Mechanismus wurden mit dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) der Zertifikatehandel für fossile Brennstoffe eingeführt. Seit 1.1.2024 liegt der Preis bei 45 Euro pro Tonne CO_2. Im Jahr 2025 steigt der Preis auf 55 Euro pro Tonne und ab 2026 wurde ein Preiskorridor zwischen 55 und 65 Euro pro Tonne festgelegt. Trotz der absehbaren Preissteigerungen für fossile Brennstoffe stieg im Jahr 2023 der Absatz von Öl- und Gasheizungen auf ein Rekordniveau (https://www.tagesschau.de/wirtschaft/gasheizung-rekord-verkauf-2023-100.html).

Das zeigt, dass der CO_2-Preis eine deutliche Steigerung erfahren muss, um wirksam zu werden. An der Börse gehandelte Emissionsrechte haben im März 2023 ein Maximum von über 91 Euro pro Tonne erreicht (https://www.boerse-frankfurt.de/rohstoff/kohlendioxid-co2-emissionsrechte). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Bundespolitik in den nächsten Jahren den CO_2-Preis auf ein ähnliches Niveau anhebt. Ein Betrag von 100 Euro pro Tonne scheint bis 2030 möglich. Sollte gleichzeitig endlich die Einführung eines Klimageldes eingeführt werden, das soziale Härten durch hohe Energiepreis mildert, wären auch höhere CO_2-Preise denkbar, die eine entsprechend höhere Lenkungswirkung hätten.

Die Zukunft der Gasnetze ist unsicher. Aktuelle Überlegungen aus dem Bundeswirtschaftsministerium sehen zumindest eine deutliche Reduktion der Gasnetze vor (https://www.fr.de/wirtschaft/bereitet-stilllegung-der-gasnetze-vor-heizungsdebatte-habeck-92897774.html). Wir gehen jedoch davon aus, dass bis zum Jahr 2030 auf keinen Fall eine vollständige Transformation der Erdgasversorgung stattfinden wird. Für Annahmen des CO_2-Faktors von Erdgas orientieren wir uns an den Vorgaben des GEG, das ab 2029 eine Verpflichtung zur Beimischung von grünen Gasen vorsieht. Für die Berechnung wurde die Beimischung von Biogas unterstellt (beginnend im Jahr 2029 mit 15 Prozent) 2030 auf 20%). Die Berechnung des CO_2-Faktors erfolgte auf Basis Biogas, da für grünen Wasserstoff noch keine belastbaren CO_2-Faktoren recherchiert werden konnten. Der CO_2-Faktor sinkt bis 2030 von 247 auf 220 g CO_2-eq/kWh.

Der Bund hat beschlossen, 2024 keine weiteren Mittel für das Programm **"Energetische Stadtsanierung" (KfW)** im Bundeshaushalt zur Verfügung zu stellen. Auch für die Folgejahre sind bislang keine Mittel vorgesehen. Damit fällt eine wichtige Unterstützung zur energetischen Ertüchtigung das Wohnungsbestands aus. Davon ist auch das Tübinger Klimaschutzprogramm betroffen.

Die Überarbeitung der **EU-Gebäuderichtlinie** (EPBD = Energy Performance of Buildings Directive) wurde im März 2024 vom EU-Parlament angenommen. Sie enthält, mit Ausnahme für 16 Prozent der ineffizientesten Nichtwohngebäude, keine individuelle Verpflichtung zur energetischen Sanierung. Da die Mitgliedsstaaten die Richtlinie in nationale Pläne zur Gebäuderenovierung umsetzen, um die Ziele der EPBD zu erreichen, kann es sein, dass neue Förderungen zur Sanierung von Gebäuden aufgelegt werden. Allerdings haben die Mitgliedstaaten für die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht zwei Jahre Zeit. Entsprechende Programme sind also vor 2026 nicht zu erwarten.

Das **GEG (Gebäudeenergiegesetz)** ist ein wichtiger Stellhebel zur Wärmewende, weil es verpflichtende Vorgaben für Neubauten und für Gebäude im Bestand macht. Seit dem 1. Januar 2024 dürfen in Neubauten innerhalb von Neubaugebieten nur Heizungen installiert werden, die auf 65 Prozent Erneuerbaren Energien basieren. Es gibt jedoch lange Übergangsfristen, die vor 2030 keine große Beschleunigung beim Heizungstausch im Bestand bewirken werden. Auch Hybridheizungen mit einer Kombination von Erneuerbaren-Heizung und Gas- oder Ölkessel sind möglich. Schließlich sind auch „H2-Ready“-Gasheizungen (Heizungen, die auf 100 Prozent Wasserstoff umrüstbar sind) möglich, deren konkrete Versorgung mit Wasserstoff in der Zukunft heute noch nicht garantiert werden kann.

Bis zum Ablauf der Fristen für die Wärmeplanung (30. Juni 2026 in Kommunen ab 100.000 Einwohner, 30. Juni 2028 in Kommunen bis 100.000 Einwohner) dürfen weiterhin neue Heizungen eingebaut werden, die mit Öl oder Gas betrieben werden. Allerdings müssen diese ab 2029 einen wachsenden Anteil an Erneuerbaren Energien wie Biogas oder Wasserstoff nutzen, der von 15 Prozent im Jahr 2029 auf 30 Prozent im Jahr 2035 steigen soll. Im Jahr 2045 muss das gesamte Gas zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen kommen.

Nach dem Ablauf der Fristen für die Wärmeplanung in 2026 bzw. 2028 können grundsätzlich auch weiterhin Gaskessel eingebaut werden, wenn sie mit 65 Prozent grünen Gasen (Biomethan, oder grünem oder blauem Wasserstoff) betrieben werden. Wird auf der Grundlage der Wärmeplanung ein verbindlicher und von der Bundesnetzagentur genehmigter Fahrplan für den Ausbau oder die Umstellung eines bestehenden Gasnetzes auf Wasserstoff vorgelegt und kann die Gasheizung auf 100 Prozent Wasserstoff umgerüstet werden, kann die Gasheizung noch bis zur Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff mit bis zu 100 Prozent fossilem Gas betrieben werden. Lässt sich der Anschluss an ein Wasserstoffnetz nicht wie geplant realisieren, muss innerhalb von drei Jahren auf eine Heizung umgerüstet werden, die mindestens zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben wird.

Für die Eigentümer von Gebäuden können bei der Sanierung und dem Einbau von Erneuerbaren-Heizanlagen auf die **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)** zugreifen. Sie beinhaltet maximal 70 Prozent Förderung bei Heizungstausch und Sanierungsmaßnahmen, die Grundförderung beträgt 30 Prozent. Die förderfähigen Kosten sind auf 30.000 Euro pro Wohneinheit beschränkt

Die **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)** war vorübergehend ausgesetzt. Seit Ende Januar 2024 können wieder Anträge gestellt werden. Es werden Maßnahmen in vier Modulen gefördert. Im Modul 1 werden Transformationspläne und Machbarkeitsstudien mit 50 Prozent und einer maximalen Fördersumme von zwei Millionen Euro pro Antrag gefördert. Im Modul 2 werden Neubau und Bestandsnetze gefördert. Mit 40 Prozent der Wirtschaftlichkeitslücke werden Erzeugungsanlagen und Leitungsnetzen mit

einer maximalen Summe von 100 Millionen Euro pro Antrag gefördert. In Modul 3 werden Einzelmaßnahmen in Bestandsnetzen gefördert (Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie die Erweiterung von Wärmenetzen). Ergänzend können im Modul 4 für die Erzeugung von erneuerbarer Wärme aus Solarthermieanlagen sowie aus strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen, eine Betriebskostenförderung beantragt werden.

Insgesamt verlangt die Wärmewende erhebliche Investitionen bei Versorgern sowie privaten und gewerblichen Verbrauchern. Insbesondere beim Ausbau der Fernwärme hängt die Geschwindigkeit des Ausbaus, neben der Ressource Fachkräfte, von der finanziellen Ausstattung der Förderprogramme ab. Ohne einen Ausbau der Förderung sind ambitionierte Transformationsprogramme im Wärmebereich nicht durchführbar. Das Erreichen der Klimaziele in Tübingen im Bereich der Fernwärme hängt ganz wesentlich von dieser Förderung ab. Aus Eigenmitteln, marktüblichen Darlehen und Refinanzierung durch Betriebserlöse ist ein höheres Tempo der Erweiterung der Netze und der Umstellung der Erzeugungsanlagen auf Erneuerbare Energien nicht zu schaffen.

Verkehr

Für das Erreichen der Klimaziele sollen laut Bundesregierung bis 2030 15 Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren (https://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-997098). Zudem sollen im gleichen Zeitraum eine Million Ladepunkte zur Verfügung stehen. Die Zuschüsse für den Kauf von Elektroautos wurden Ende 2023 gestrichen. Das Land Baden-Württemberg fördert den Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur mit dem Förderprogramm Charge@BW (https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/elektromobilitaet/foerderung-elektromobilitaet/ladeinfrastrukturfoerderung-chargebw). Die weitere Entwicklung der Zulassungszahlen für E-Autos wird deshalb im Wesentlichen von der Markt- und Preisentwicklung abhängen.

Seit 2018 fördert das BMU die Beschaffung von Elektrobussen für den öffentlichen Personennahverkehr. Hierfür stehen bis zu 620 Millionen Euro aus dem Energie- und Klimafonds bereit. Das Streckennetz der Bahn ist bisher unzureichend finanziert. Eine schnelle Verbesserung des schienengebundenen Nahverkehrs ist deshalb bis zum Jahr 2030 nicht zu erwarten.

4. Priorisierung der Maßnahmen

In der folgenden Aufstellung werden die Maßnahmenoptionen des Tübinger Klimaschutzprogramms (KSP) in Kategorien eingeteilt, um sie priorisieren zu können. Entsprechend der Leistungsbeschreibung werden folgende Kategorien gebildet:

(A) Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen, die mit den aktuell kommunal verfügbaren Ressourcen (personell, finanziell und technisch) umsetzbar sein werden (Umsetzungsbeginn innerhalb von 2 Jahren).

(B) Mittelfristig umsetzbare Maßnahmen, für die es umfängliche personelle, rechtliche (z.B. Anerkennung Tübingens als Klimaschutzmodellkommune), materielle oder finanzielle Änderungen der Rahmenbedingungen bedarf (Umsetzungsbeginn innerhalb von 5 Jahren).

(C) Langfristig umsetzbare Maßnahmen, für die z. B. fehlende marktreife Techniken oder lange Planungs- und Baugenehmigungsverfahren eine Umsetzung erst gegen 2030 zulassen werden.

Das **Potenzial** der Maßnahmen zur THG-Minderung ist sehr unterschiedlich (z.B. der Einbau einer Großwärmepumpe, deren Effekt durch die Substitution von fossilen Energien genau berechnet werden kann im Vergleich zum Ausbau von Förder- und Beratungsangeboten, die nur eine indirekte Wirkung haben). Deshalb wird das Potenzial mit folgenden Stufen bewertet:

1: gering

2: mittel

3: groß

S: Schlüsselmaßnahme, die für die Umsetzung weiterer Maßnahmen notwendig ist

Im Bereich der Wärme wird das Potenzial in CO_2-Äquivalenten angegeben, weil die Energieträger bekannt sind und deshalb auch der entsprechende CO_2-Faktor. Bei den Angaben zum Strom werden Energieeinheiten verwendet, weil in der BISKO-Systematik der Faktor des Bundesstrommix verwendet, der sich laufend verändert.

Insgesamt enthält das KSP 67 Maßnahmenoptionen in Bereichen Wärme, Strom und Mobilität. Eine Übersicht findet sich in Abbildung 10. Nachfolgend findet sich eine Einschätzung aller im KSP enthaltenen Maßnahmenoptionen.

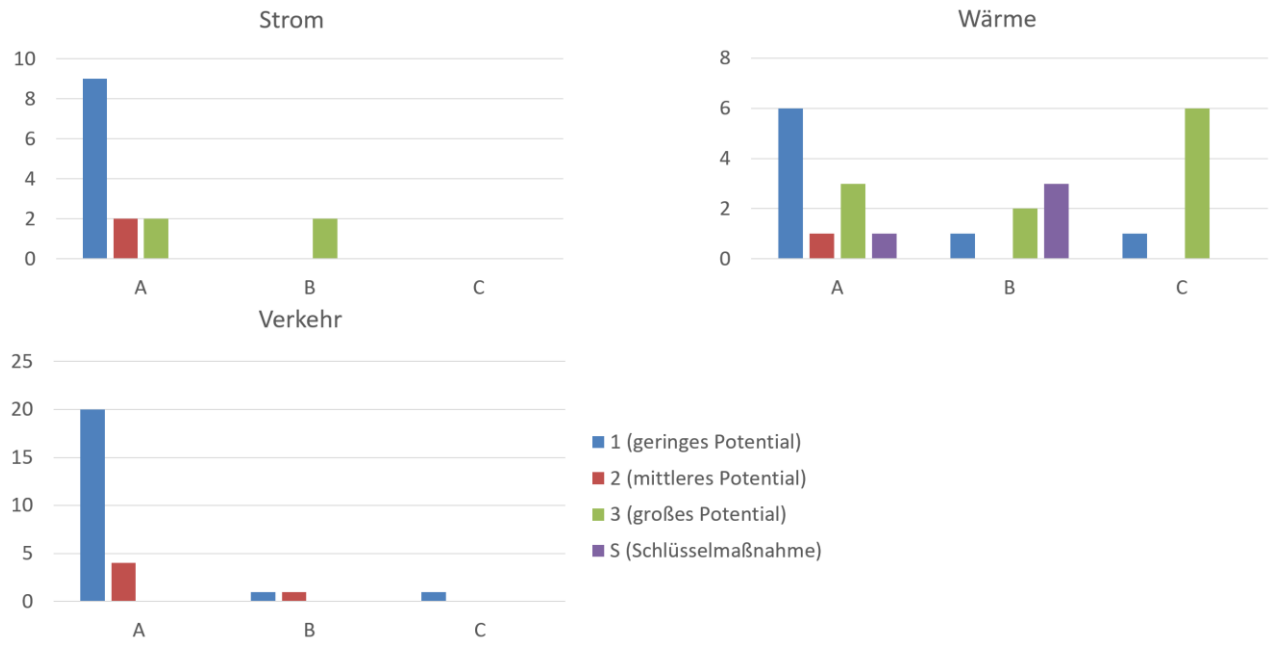


Abbildung 10: Übersicht über die im KSP enthaltenen Maßnahmen und ihre Einordnung in die Kategorien

4.1. Wärme

W1 Senkung des Wärmeenergiebedarfs		
I.	**Fortführung der Maßnahmen zur Wärmeenergieeinsparung bei der Gesellschaft für Wohnungs- und Gewerbebau Tübingen mbH (GWG); Minimierung der für Heizung und Warmwasser benötigten Energiemenge**	
Einschätzung: 2019 lag der durchschnittliche Wärmeverbrauch aller GWG-Wohnungen bei ca. 98 kWh/qm a. Das Gebäudemodernisierungsprogramm der GWG sieht vor, diesen Wert bis 2030 auf ca. 70 kWh/qm a zu reduzieren. Aktuell liegt der Wert bei ca. 93 kWh/qm a. Auch wenn der Austausch der Wärmequellen am meisten zur CO_2-Reduzierung beiträgt, ist die benötigte Wärmemenge zu reduzieren, um die Wärmeversorgung mit EE zu erleichtern. Die gesamte Reduktion bis 2030 - 60 % CO_2, entspricht ca. 2,5 Tonnen. Die Maßnahme ist für die Vorbildfunktion der Stadt wichtig, trägt jedoch nur wenig zur Gesamtbilanz bei. Da die Reduktion überwiegend durch den Energieträgerwechsel erreicht wird, ist sie nur teilweise bei dieser Maßnahme zu verbuchen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: <1**

II.	**Fortführung der Maßnahmen zur Wärmeenergieeinsparung bei den kommunalen Liegenschaften**
Einschätzung: Die Reduktion bis 2030 beträgt 65 % CO_2, bei einem heutigen Betrag von 3000 Tonnen. Zum Teil	

wird sie durch eine optimierte und reduzierte Wärmeabgabe sowie Verbesserungen an der Gebäudehülle erreicht Die Maßnahme ist für die Vorbildfunktion der Stadt wichtig, trägt jedoch wenig zur Gesamtbilanz bei. Außerdem wird die CO_2-Absenkung zu einem großen Teil durch den Energieträgerwechsel erreicht und wird dort verbucht. Bestandteil der energetischen Sanierung der Liegenschaften ist auch der Ausbau von PV-Anlagen, der jedoch an anderer Stelle bilanziert wird.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: <1.000**

III.	**Forcierte Einbindung von Tübinger Unternehmen und Einrichtungen (u.a. Klimapakt-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer, Fachbetriebe) in eine Wärmespar-Strategie (Betriebsebene und Multiplikator)**	
Einschätzung: Einfluss der Stadtverwaltung ist nur mittelbar. Ein weiterer Einfluss besteht durch das Klimaschutzgesetz BaWü für Liegenschaften des Landes. Bisher gibt es für Unternehmen noch keine Festlegung. Der Anteil der Landesliegenschaften (Universität und Krankenhäuser) ist hoch. Diese sollen nach KSG BaWü die netto-Klimaneutralität bis 2030 erreichen. (§11 KSG BaWü). Für die Einrichtungen des Landes gibt es jedoch noch keinen Zeitplan. Deshalb gehen die Büros pauschal von einer Reduktion des Energieverbrauchs bei GHDI bis 2030 um 10 Prozent aus. Die CO_2-Menge gilt unter der Annahme, dass überwiegend Erdgas eingespart wird.		
Prio: B	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 7.500**

IV.	**Ausweisung weiterer „Sanierungsgebiete"; Anwendung der KfW-Förderkulisse „Energetische Stadtsanierung" für mehrere Bestandsquartiere zur Erstellung von integrierten Quartierskonzepten und der Einstellung von „Sanierungsmanagerinnen bzw. -managern"**	
Einschätzung: Die Stadtverwaltung hat nur indirekten Einfluss auf private Eigentümer. Voraussetzung für die Umsetzung sind Fördermittel für Sanierungsmanager. Die Wirkung der Maßnahme ist schwer quantifizierbar. Für die KFW Förderung Energetische Stadtsanierung sind in den kommenden Jahren keine Mittel vorgesehen. Mit einer weiteren Erstellung von Integrierten Quartierskonzepten und der damit verbundenen Personalstelle für Sanierungsmanagern ist somit nicht mehr zu rechnen. Soll hier eine Fortführung angestrebt werden müsste diese von der Stadt finanziert werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit die Energetische Sanierung im Rahmen der Ausweisung eines Sanierungsgebietes nach BauGB voranzutreiben. Auch in das Bund-Länder Förderprogramm „sozialer Zusammenhalt" lässt sich die energetische Sanierung mit einbeziehen. Aktuell geschieht dies im Stadtteil Waldhäuser-Ost. Eine Fokussierung rein auf das Thema Wärmewende ist in beiden Fällen allerdings nicht möglich. Der Aufwand ist somit sehr hoch. Zudem muss ein städtebaulicher Missstand vorliegen. Insgesamt fällt es daher schwer ein konkretes Potenzial zu nennen. Bei einem Verbrauch von ca. 2 GWh/a pro Sanierungsgebiet und einem Einsparpotenzial von 10 Prozent, ergeben sich maximal 0,2 GWh pro Gebiet. Unter der Annahme, dass neben Waldhäuser Ost ein weiteres Gebiet angegangen wird und vor allem Erdgas substituiert bzw. nicht verbraucht wird, ergeben sich maximal 1.500 Tonnen Einsparung pro Jahr.		
Prio: B	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: 1500**

V.	**Fortführung der Beratungsoffensive „Energiekarawane" (niederschwellige Vorort-Energieberatungen in ausgewählten Bestandsgebieten)**	
Einschätzung: Die Energiekarawane leistete bisher bei relativ hohem Aufwand einen geringen Beitrag zum Anschub		

von Sanierungsvorhaben. Aktuelle Hemmnisse, wie hohe Zinsen, hohe Baukosten und Fachkräftemangel verzögern die Sanierung. Eine Umsetzung der Sanierungsgebiete ist wirkungsvoller, auch wenn der absolute Aufwand höher, da Quartiere ganzheitlich betrachtet werden und Synergieeffekte entstehen können. Allerdings ist die Finanzierung von Sanierungsgebieten nicht gesichert (siehe auch W1 V.)		
Prio:B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: ?**

VI. Weiterentwicklung der kommunalen Förderkulisse „Sanierungsprämie“ mit Anhebung der energetischen Standards, Integration einer Sozialkomponente bei Mietwohnungen und einer Erhöhung der Zuschüsse (unter Einbindung der Förderkulissen des Bundes wie z. B. KfW & BAFA)		
Einschätzung: Die Sanierungsprämie leistet einen eher geringen Beitrag, bietet jedoch eine Unterstützung und Motivation für Bürgerinnen und Bürger. Um relevanten Sanierungsanreize zu schaffen, sind allerdings hohe Aufwendungen für die Kommune notwendig, für die es keinen Ausgleich/Zuschuss durch Fördermittel von Bund oder Land gibt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: < 1.000**

VII. Fortschreibung des sogenannten Niedrigenergiebeschlusses für Wohngebäude z. B. auf den Standard „KfW-Effizienzhaus 40-Plus“ oder noch klimafreundlicher		
Einschätzung: Eine Verschärfung des derzeit geltenden Effizienzhaus Standards 40 wird angesichts der Novelle des GEG und der KfW-Förderkulisse von der Verwaltung nicht weiterverfolgt. Das KfW 40Plus gibt es nicht mehr als Fördertatbestand.		
Prio: --	**Potenzial**: --	**Potenzial** t CO_{2eq}: --

W2 Strategische Wärmeplanung

I. **Erstellung eines „strategischen kommunalen Wärmeplanes“**		
Einschätzung: Erst durch die Gründung der Fachabteilung nachhaltige Stadtentwicklung (FAB75) und die Bereitstellung personeller Ressourcen wurde die Bearbeitung dieser Aufgabe möglich. Die strategische Wärmeplanung ist der Transformationspfad für die Umsetzung des Kommunalen Wärmeplans. Mit der Umsetzung der ersten Maßnahmen aus dem KWP startete auch die strategische Wärmeplanung, welche seither immer weiter fortgeschrieben, ausgebaut und den aktuellen Gegebenheiten angepasst wird.		
Prio: B	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: -**

II. Erstellung eines Ausbaukonzeptes für Wärmenetze		
Einschätzung: Für alle Wärmenetze der swt werden sukzessive Transformationspläne bisher durch externe Büros		

auf Basis vom BEW Modul 1 erstellt (= Fördermittelabhängigkeit). Für den Netzverbund Süd ist der Abschluss des Trafoplanes für Mitte 2024 geplant. Für das Netz WHO soll der Trafoplan bis Ende 2024 erstellt sein. Daneben gibt es dann nur noch kleinere SWT-Bestandsnetze (z.B. Herrlesberg, Bühl) für die derzeit keine Trafopläne beauftragt sind. Trafopläne selbst haben kein CO_2-Minderungs-Potenzial, sind aber Voraussetzung für eine Umsetzung und Bewilligung von BEW-Mitteln. Aufgrund der Haushaltslage des Bundes war eine Antragstellung zeitweise nicht mehr möglich. Seit Anfang 2024 sind wieder Anträge möglich. Die zur Verfügung stehenden Ressourcen bei externen Büros und der internen Begleitung sind begrenzt (auch bei den SWT schlägt Fachkräftemangel durch). Einzelmaßnahmen können bis Ende 2026 auch ohne Modul 1-Trafoplan beantragt werden. Die Potenziale für Nahwärmenetze in den Teilorten sind noch nicht abschließend ermittelt worden. Aktuell ist Weilheim in der Vorkonzeption für ein Nahwärmenetz im Bestand.

Prio: B	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

W3 Ausbau der Wärmenetze

I. Entwicklung von Wärmenetzen für die in Planung befindlichen Neubau-Quartiere in den Ortsteilen (inkl. Anschluss- und Benutzungszwang); zudem ggf. mit der Zielsetzung für die Erzeugung, dass auch Gebäude im angrenzenden Bestand an das Wärmenetz angeschlossen werden können (in Verbindung mit W2)

Einschätzung: Da sich die Planungen überwiegend auf Neubaugebiete beziehen, haben sie kaum Potenzial das aktuelle THG-Niveau zu senken. Eine Ausdehnung in den Bestand ist meist nicht möglich, da dies höhere Vorlauftemperaturen erfordern und damit die Effizienz des Gesamtsystems beeinträchtigen würde. Die Maßnahme ist in erster Linie wichtig, um zusätzliche THG-Lasten im Neubau zu vermeiden. Unter wirtschaftlichen Aspekten kann ein Wärmenetz nicht immer mit einer dezentralen Versorgung eines Neubaugebiets mithalten. Die Option einer ebenso klimafreundlichen, aber dezentralen Versorgung kann je nach den spezifischen Gegebenheiten ebenso eine Lösung darstellen.

Prio: A	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. **Ausbau der Erzeugungskapazitäten der Stadtwerke**

Einschätzung: siehe W 5 IV

	Potenzial: --	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. **Anbindung von nutzbaren (Ab-)Wärmequellen an die Wärmenetze**

Einschätzung: Die aus der Wärmeplanung bekannten Quellen werden geprüft. Aus der KWP ergibt sich ein Potenzial von 30 GWh. Es gibt neben den bereits realisierten 6 GWh Wärmeabnahme vom Industriebetrieb Rösch noch keine konkreten Planungen.

Prio: B	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 7.000**

IV. Einbindung der Ausbaustrategie in die Projekte der „Energetischen Stadtsanierung“ (vergl. W 1-IV)		
Einschätzung: Ausführung durch die Fachabteilung nachhaltige Stadtentwicklung (FAB 75). Siehe dazu auch W1 IV.		
Prio: B	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

V. Erlass von Satzungen zum Anschluss- und Benutzungszwang für Wärmenetze auch im Bestand (Wirksamkeit z. B. zum Zeitpunkt eines Tausches des Heizkessels), Fokussierung auf den Tausch von Ölkesseln		
Einschätzung: Aktuell wird der Erlass von Satzungen zum Anschluss- und Benutzungszwang in Tübingen nicht als zielführend angesehen. Priorität hat die Schaffung von neuen Wärmerzeugungskapazitäten und der Zusammenschluss von Wärmenetzen (Netzverbund Süd), um dann über diese größeren Netze auch den Einsatz der Erneuerbaren Energie optimieren zu können. Das THG-Einsparpotenzial durch den Ausbau der Fernwärmenetze nimmt erst dann deutlich zu, wenn die Erzeugungsanlagen auf EE umgestellt sind. In Zukunft, insbesondere unter geänderten Rahmenbedingungen, kann dies dennoch eine Option sein.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

W4 Ersatz von Ölheizungen durch klimaneutrale Heizungen

I. Ausbau der Förder- und Beratungsangebote von Stadtverwaltung bzw. swt zum Umstieg auf klimaneutrale Heizungen (unter Einbindung der Förderkulissen des Bundes wie z. B. KfW & BAFA)		
Einschätzung: Die Beratung stellt eine flankierende Maßnahme zur Erhöhung der Sanierungsquote dar. Die Beratung erfolgt derzeitig durch die Stadtverwaltung und teilweise durch den Wärmevertrieb der swt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Einbindung der Umstiegsstrategie in die Projekte der „Energetischen Stadtsanierung“ (vergl. W 1-IV.), Energiekarawane (vergl. W 1.V.) und den Ausbau der Wärmenetze (vergl. W 2)		
Einschätzung: Die Ausführung wird durch die Fachabteilung nachhaltige Stadtentwicklung (FAB 75) koordiniert. Zu beachten ist aber auch hier, dass für die Maßnahme der energetischen Stadtsanierung durch den Wegfall der KfW Förderung 432 Fördermittel nur eingeschränkt zur Verfügung stehen (siehe auch W1-IV).		

Die Energiekarawane kann eine Maßnahme sein, um die Umstellung in ausgewählten Gebieten zu beschleunigen. Die Energiekarawane wird durch die Stabstelle Umwelt und Klimaschutz koordiniert.		
Prio: B	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Entwicklung von Produkten durch die SWT, damit Eigentümerinnen und Eigentümer mit Ölheizungen auf eine klimafreundliche Heizungstechnik umsteigen können (Kauf , Pacht-, Contracting-Modelle für Heizungsanlagen bei Einzelgebäuden)		
Einschätzung: Die swt könnten Vertragspartner sein und auch finanzieren, das Handwerk kann einbauen. Die Produktentwicklung und Abstimmung mit dem Handwerk benötigten viel Vorlauf und personelle Ressourcen. Die swt bieten seit vielen Jahren individuelle Contracting-Lösungen für größere Mehrfamilienhäuser/Gebäudeverbünde an. Eine weitere Ausdehnung auch auf Einfamilienhäuser ist aus Kapazitätsgründen derzeit nicht leistbar.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

IV. Verknüpfung mit W3-V., um Ölheizungen durch Anschlüsse an ein Wärmenetz zu ersetzen		
Einschätzung: Im Fernwärmenetz Süd wurden bereits Öl- aber auch Gasheizungen durch Fernwärme ersetzt. Weitere Einsparpotentiale sind auch von der Transformationsplanung der Wärmenetze abhängig (W5).		
Prio: A	**Potenzial: 2-3**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**
V. Einführung einer Austauschpflicht für alle Ölkessel bis 2030, wenn rechtlich möglich (siehe Maßnahme Q 1)		
Einschätzung: Für private Heizungen fehlt der kommunale Handlungsrahmen. Das neue GEG sieht zumindest für den Fall eines Heizungstauschs ab 2028 65% EE vor und reguliert den Einbau neuer Ölheizungen. Hybridheizungen bleiben allerdings weiterhin möglich. Die swt werden auch nach 2030 noch Ölkessel als Redundanzanlagen für Fernwärme haben. Allerdings werden diese Anlagen nur selten laufen und deshalb relativ wenig zur THG-Bilanz beitragen.		
Prio: C	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**
VI. Umstieg von Heizöl auf Erdgas in Kombination mit einer Umstellung des Erdgasnetzes auf Biogas oder EE-Synthesegas forcieren		
Einschätzung: Die Bereitstellung von grünen Gasen ist nicht gesichert. Deshalb ist eine Umsetzung der Maßnahmen vor 2030 nicht realistisch.		
Prio: C	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: 1**
W4 VII (neu) Ersatz von Erdgasheizungen durch klimaneutrale Heizungen		
Einschätzung: Bisher fehlen im KSP dezidierte Maßnahmen zum kompletten Ersatz von Erdgasheizungen. Zum Teil wird das durch den Ausbau der Fernwärmenetze erfolgen. Außerhalb der Anschlussgebiete bleibt es der Eigeninitiative der Gebäudeeigentümer überlassen.		

W4 VIII (neu) Prüfauftrag an swt oder externe Büros zur Abklärung der Zukunft des Erdgasnetzes
Einschätzung: Bei einer immer geringeren Erdgasabsatz steigen die relativen Kosten für den Unterhalt. Hier müssen die Grundlagen für eine strategische Entscheidung getroffen werden. Die Beschäftigung mit diesem Thema ist für die swt auch von wirtschaftlicher Bedeutung.

W5 Erneuerbare Wärmenetze

I. Ausbau der Solarthermie für die Einspeisungen in Wärmenetze. Dafür notwendig sind größere, zusammenhängende Flächen für die Solarthermie-Anlage im Umfeld von Wärmenetzen. Im Vorlauf ist eine entsprechende Rahmenplanung notwendig.		
Einschätzung: Der kommunale Wärmeplan geht von einem Potenzial von 100 GWh/a aus. Die Anlagen müssen jedoch eine Mindestgröße haben und sich ins Wärmenetz integrieren lassen. Die Maßnahme wird erst nach 2030 abgeschlossen sein. Kleinere Stadtorte sollten besser für PV genutzt werden. Die Planung- und Umsetzung der Solarthermie-Anlage Au (5,6 GWh/a) zeigt, dass es sehr langfristige Projekte sind. Von der Grundsatzentscheidung (März 2020) bis zur Inbetriebnahme (voraussichtlich Herbst 2025) vergehen fünf Jahre. Für weitere Solarthermieanlagen bestehen noch keine Planungsgrundlagen. Zur Zeit läuft eine Analyse für solare Freiflächen-Potenziale: Hier sollen neben PV-Potenzialen auch Solarthermiepotenziale ermittelt werden.		
Prio: C	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 4.600**

II. Prüfung der Anwendung von Wärmepumpen zur Nutzung mit z. B. Agrothermie (Erdwärme) in Wärmenetzen		
Einschätzung: Das technische Potenzial von Erdwärmesonden beträgt laut KWP insgesamt maximal 60 GWh. Die Kombination mit Agrothermie wird geprüft.		
Prio: C	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Nutzung von Umweltwärme mittels Großwärmepumpen. So werden z. B. am Klärwerk erhebliche Wärmemengen in den Neckar eingeleitet, sodass hier ggf. bis zu 30 GWh/a für das Fernwärmenetz bereitgestellt werden könnten.		
Einschätzung: Das Potenzial der Kläranlage Lustnau wird mit 95 GWh angegeben. Der Ausbau erfolgt in drei Planungsstufen: 2027 (2 x 6 MW) und 2035 (3 MW). Darüber hinaus sollen zwischen 2031 und 2035 drei Flusswasserwärmepumpen mit einer Leistung von jeweils 11 MW installiert werden.		
III.1 Ausbaustufe 2027: 12 MW, 68 GWh,		
Prio: A	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 11.250**

III.2 Ausbaustufe 2035: 3 MW, 27 GWh		
Prio: C	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 4.500**
III.3 Bau von Flusswasserwärmepumpen 2031, 2033 und 2035 mit einer Leistung von jeweils 11MW, geschätztes Potenzial 80 GWh		
Prio: C	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 13.200**

IV. Errichtung eines Holzheizwerks zur Wärme-Einspeisung in das Fernwärmenetz der Stadtwerke.		
Einschätzung: Sehr wahrscheinlich kann ein Holzheizwerk (im Netzverbund Süd) im Zusammenhang mit der Großwärmepumpe in der Kläranlage errichtet werden (was für die Nachheizung und Effizienzsteigerung der Wärmepumpe auch sinnvoll wäre). Dann ist auch an eine Inbetriebnahme ab dem Jahr 2028 zu denken. Bestehende Hürden sind unter anderem die fehlenden Begrenzungen in der BEW-Förderung und die baurechtliche- und immissionsschutzrechtliche Genehmigung sowie der Grundstückserwerb. Für die Heizleistung werden 190 GWh/a ab Wärmezentrale Netzverbund Süd (Quelle KWP) angenommen. Abzüglich der geplanten Wärmeenergie aus Wärmepumpen verbleiben ca. 40 GWh für das Holzheizwerk. Die THG-Einsparungen erfolgen durch die Substitution von Erdgas. 2022 wurden 134 GWh Fernwärme verkauft. Mit Planungsstand vom 28.2.2024 werden für das Jahr 2030 230 GWh angenommen.		
Prio: A/B	**Potenzial: 3**	**Potenzial t CO_{2eq}: 17.400**

V. Erstellung eines stadtweiten Konzepts für die Gewinnung holzartiger Biomasse (z. B. über Sukzessionsflächen, Nieder- und Mittelwaldwirtschaft, Pflegemaßnahmen)		
Einschätzung: Laut KWP besteht ein Potenzial von 20 GWh/a. Die Maßnahme ist mit dem Bau des Holzheizwerks verknüpft (W5 IV). Die Maßnahme dient der Sicherung der Versorgung.		
Prio: B	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

VI. Mittel- bis langfristige Sicherung (holzartiger) Biomasse lokal und aus der Region		
Einschätzung: Die Maßnahme dient der Sicherung der Versorgung.		
Prio: B	**Potenzial: S**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

VII. Technische und wirtschaftliche Möglichkeiten zum Einstieg der swt in die „Power-to-gas"-Erzeugung (Bio-Methan-Herstellung oder Bio-Wasserstoff aus EE-Strom) und Nutzung zu klären.		
Einschätzung: Die Entwicklungen müssen beobachtet werden. Konkrete Lösungen bis zum Jahr 2030 zeichnen sich nicht ab.		
Prio: C	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

W6 Wohnflächen gewinnen

Einschätzung: Das Maßnahmenpaket W6 hat für den Bestand kein Reduktionspotenzial für bestehende THG-Emissionen. Es kann jedoch dazu beitragen, dass Emissionen bei zukünftigen Baumaßnahmen vermieden werden. Es sollte deshalb bei allen Neubau- und Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

4.2. Strom

S1 Maßnahmen zur Senkung des Strombedarfs

I.	Fortführung der Maßnahmen zur Stromeinsparung bei der Straßenbeleuchtung wie z. B. „Licht nach Bedarf“ oder Reduktion der Lichtpunkte (wo dies unkritisch ist)	
Einschätzung: Eine Reduktion von heute 2,9 GWh auf 0,9 GWh in 2030 ist möglich. Die jährlichen Kosten liegen über 1 Mio. Euro. Die Umstellung liegt im Plan. Wichtiger Beitrag zur Vorbildwirkung der Stadt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: 2**

II.	Fortführung der Maßnahmen zur Stromeinsparung bei den kommunalen Liegenschaften	
Einschätzung: Es besteht nur ein geringes Einsparpotenzial bei der „klassischen“ Stromnutzung (Beleuchtung, IT). Durch neue Gebäude, eine stärkere Nutzung, sowie der Zunahme von E-Mobilität, Wärmepumpen- und Lüftungstechnik wird der Bedarf eher steigen. Erste Anzeichen sind bereits im Bericht zu den energetischen Maßnahmen in 2023 zu erkennen (www.tuebingen.de/ratsdokumente/vorlage/59/2024).		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: < 0,5**

III.	Programm zur Umrüstung von Flutlichtanlagen auf LED-Technik und einer stromsparenden Betriebsführung (ggf. auch hier Einsatz von „Licht nach Bedarf“, um bedarfsgerechte Beleuchtungsstärken zu erreichen)	
Einschätzung: Geringes Einsparpotenzial, aber wichtig wegen der Vorbildwirkung. Das Projekt wurde im ersten Halbjahr 2024 abgeschlossen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: 145 MWh**

IV.	Aufbau einer kommunalen Förderkulisse für Stromeinsparung in „finanzschwachen Haushalten“	
Einschätzung: Es besteht ein geringes Einsparpotenzial. Die Zielgruppe ist schwer erreichbar. Durch Kooperationspartner wie z. B. die Diakonie konnte der Zugang zur Zielgruppe und die Nutzung des Förderprogramms zwischenzeitlich deutlich verbessert werden. Der Beratungsbedarf ist hoch und hat auch eine sozialpolitische Komponente: Die meisten Förderungen bekommen in der Regel Besitzende (PV, Haussanierung). Von dieser Maßnahme profitieren Personen mit niedrigem Einkommen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: < 0,5**

V.	**Forcierte Einbindung von Tübinger Unternehmen und Einrichtungen (u. a. Klimapakt-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer, Fachbetriebe) in eine Stromspar-Strategie (Betriebsebene und Multiplikator)**	
Einschätzung: Die Zielgruppe ist durch die unterschiedlichen Voraussetzungen in den verschiedenen Branchen schwer anzusprechen. Bei stromintensiven Betrieben ist der Kostendruck der wirksamere Motor. Darüber hinaus gibt es für Betriebe die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz“ (EEW). Zahlen zum Anteil der Betriebe am Stromverbrauch liegen nicht vor. Unter der Annahme, dass etwas 50% des jährlichen Verbrauchs von ca. 400 GWh auf die Betriebe entfällt und eine Einsparung von 10 Prozent möglich ist, ergibt sich ein Potential von 20 GWh.		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial GWh/a: 20**

VI.	**Ausbau der Förder- und Beratungsangebote von Stadtverwaltung, SWT, sowie weiterer Beratungsstellen zum Stromsparen**	
Einschätzung: Das Einsparpotenzial ist gering. Es ist jedoch psychologisch wichtig, um die Bürger:innen einzubinden.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: 2**

VII.	**Ausbau der Contracting-Angebote der swt zum Stromsparen (Einspar-Contracting) bzw. Anregung zum Ausbau von Angeboten durch Dritte**	
Einschätzung: Derzeit sind keine Angebote geplant.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial GWh/a: --**

S2 Ausbau der EE-Nutzung bei den Stadtwerken

I.	**Ausbau des swt-Engagements im Bereich Erneuerbare Stromerzeugung. Notwendige Ressourcen (Personalkapazitäten und Finanzmittel) für Flächen bzw. Projektakquise sind bereitzustellen**	
Einschätzung: Laut GR-Vorlage 235/2023 (https://www.tuebingen.de/gemeinderat/getfile.php?id=88004&type=do) ist ein Zuwachs in und außerhalb Tübingens auf bis zu 500 GWh bis 2030 angestrebt. Das entspricht einem Potential von 200 GWh.		
Prio: A	**Potenzial: 3**	**Potenzial GWh/a: 200**

II.	**Prüfung, ob auf dem Gemeindegebiet Tübingen Windkraft- und/oder PV-Freiflächen-Anlagen errichtet werden können**	
Einschätzung: Die gesamtstädtische Analyse zu FF-PV Potenzialflächen wurde beauftragt und es liegen erste Ergebnisse vor. Ein darauf aufbauendes Gesamtkonzept zu FF-PV in Tübingen ist von der dafür geschaffenen Stelle in der Fachabteilung 75 (Nachhaltige Stadtentwicklung) der Universitätsstadt Tübingen in Bearbeitung. Da diese Maßnahme der Entwicklung von Standorten im Stadtgebiet dient, hat sie eine besonders hohe Priorität.		
Prio: A	**Potenzial: 3**	**Potenzial GWh/a: < 100**

III.	**Ausbau des Ökostrom-Marketings der swt, um über die Ökostrom-Aufpreis-Modelle weitere Mittel für diejenigen EE-Ausbauprojekte zu gewinnen, die ohne Zuschüsse nicht wirtschaftlich darstellbar wären**	
Einschätzung: Mehr EE-Projekte vergrößern die anrechenbare negative CO_2-Menge bei Produktion über Bedarf. Die Annahme der Büros beträgt 500 Haushalte a 3.000 kWh/a		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: 1,5**

S3 Ausbau der Photovoltaik

Einschätzung zum PV-Ausbauziel von 200 MW-peak bis 2030:

Im Stadtgebiet waren im Jahr 2022 PV-Anlagen (nur Dachanlagen) mit einer Gesamtleistung von 26 MW installiert. Im Jahr 2023 wurden zusätzlich 8 MW installiert (davon ca. 1 MWp Freifläche der swt). Bis Mai 2024 wurde die installierte Leistung noch einmal um 11 MW gesteigert (davon ca. 8,7 MWp Freifläche der swt). Da unsicher ist, ob diese Dynamik durch Stadtgesellschaft, Stadtverwaltung und Stadtwerke aufrechterhalten werden kann, rechnen die Büros mit einem jährlichen Zubau von 6 MWp bis 2030. Somit wird das Ziel absehbar nicht erreicht werden können. Die Lücke konnte unter optimalen Bedingungen durch Windkraftanlagen auf dem Gemeindegebiet geschlossen werden.

I.	**Ausbau der PV-Nutzung auf/an städtischen Gebäuden (und Gebäuden der Töchter) mit dem Ziel, in 2030 so viel PV-Strom zu produzieren, wie dem Strombedarf der kommunalen Liegenschaften entspricht. Sowohl über Eigenstromanlagen als auch netzeinspeisende Anlagen der SWT bzw. von Genossenschaften; dazu ggf. Vorziehen von Dachsanierungen, um PV-Installation zu ermöglichen**	
Einschätzung: Das Ziel von 3.000 kWp wird voraussichtlich erreicht werden. Der Bestand 2023 liegt bei ca. 2.100 kWp.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: 1**

II.	**Aufbau einer kommunalen Förderkulisse für die Errichtung von PV-Dachanlagen (inkl. Speichern) auf Bestandsgebäuden sowie auf bereits versiegelten Flächen wie z. B. Parkplätzen (inzwischen erfolgt in 07/2020).**	
Einschätzung: Die Förderung erfolgt seit Juli 2020. Sie ist eine flankierende Maßnahme zur Mobilisierung von Flächen, die sonst eventuell nicht wirtschaftlich und deshalb nicht genutzt wären.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: ?**

III.	**Forcierte Einbindung von Tübinger Unternehmen und Einrichtungen (u.a. Klimapakt-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer, Fachbetriebe) in eine PV-Ausbau-Strategie (Betriebsebene und Multiplikator)**	
Einschätzung: Im Prinzip besteht ein hohes Potenzial, das durch die Stadt allerdings nur bedingt steuerbar ist. Die steigende Rentabilität von PV, vor allem bei Eigenverbrauch, scheint der stärkere Treiber zu sein. Es wird von den Büros angenommen, dass bis zum Jahr 2030 jährlich 1 MW zugebaut werden.		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial GWh/a: 6**

IV.	**Anhebung der Mindestleistung bei der PV-Pflicht von derzeit 1 kW-peak auf z. B. 50 Prozent der geeigneten Dachfläche, bei Beibehaltung der zur geltenden PV-Pflicht bereits bestehenden Regelungen zu Angemessenheit, Erfüllungsmöglichkeit durch Dritte etc. Wobei bisher die PV-Pflicht, die bereits für viele Objekte in der Kerninnenstadt ausgesprochen wurde, stets weit übererfüllt wurde.**	
Einschätzung: Die Maßnahme ist seit 2023 obsolet, da die PV-Pflicht durch das Land BaWü bei Neubau und Sanierung für 60% der Dachfläche vorgeschrieben ist.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial GWh: --**

V.	**Ausbau des swt-Engagements zur Errichtung von netzeinspeisenden PV-Anlagen im Gemeindegebiet Tübingen. Notwendige Ressourcen (Personalkapazitäten und Finanzmittel) für Flächenakquise und Montage sind bereitzustellen.**	
Einschätzung: Im Stadtgebiet waren im Jahr 2022 PV-Anlagen (Dach- und Freiflächenanlagen) mit einer Gesamtleistung von 22 MW installiert. Im Jahr 2023 wurden zusätzlich 4,5 MW installiert. Bis Mai 2024 wurde die installierte Leistung noch einmal um 7,5 MW gesteigert. Da unsicher ist, ob diese Dynamik aufrechterhalten werden kann, rechnen die Büros mit einem jährlichen Zubau von 6 MW bis 2030.Mit dem Produkt „swt-Energiedach“, dem Engagement bei PV-Freiflächen und der Einbindung von kooperierenden Handwerksbetrieben sind die swt gut aufgestellt, um den PV-Ausbau in Tübingen zu unterstützen.		
Prio: B/C	**Potenzial: 3**	**Potenzial t GWh: 30**

VI.	Ermittlung von Verkehrsflächen zur Umwidmung bzw. Doppelnutzung in zweiter Ebene für Photovoltaik-Anlagen (Zuschüsse notwendig, da unwirtschaftlich)	
Einschätzung: Wird zurzeit nicht bearbeitet. Das Potenzial wird als gering bei hohem Aufwand eingeschätzt.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial GWh/a: --**

VII.	Errichtung von PV-Anlagen in zweiter Ebene über Ackerflächen (Zuschüsse notwendig, da unwirtschaftlich)	
Einschätzung: Die gesamtstädtische Analyse zu Potenzialflächen für Freiflächen-PV integriert die Potenziale der Agri-PV Nutzung auf land-wirtschaftlich genutzten Flächen. Diese Flächen werden in die kommunale Gesamtstrategie integriert, jedoch aufgrund der wirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen gesondert betrachtet.		
Prio: B	**Potenzial: 2**	**Potenzial GWh: ?**

VIII.	Ausweisung von vorbelasteten Freiflächen für die PV-Nutzung im Gemeindegebiet (z. B. eingezwängte Flächen zwischen Verkehrsflächen)	
Einschätzung: Durch die Gesetzesänderung zum Privilegierungskorridor (§35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB) ergeben sich im Stadtgebiet neue Potenziale zur Umsetzung von FF-PV Anlagen. Die gesamtstädtische Analyse zu FF-PV Potenzialflächen integriert die Potenziale der sog. vorbelasteten Flächen. Diese Flächen werden in die kommunale Gesamtstrategie integriert. .		
Prio: a	**Potenzial: 2**	**Potenzial GWh/a: ?**

IX.	Ausweisung von potenziell geeigneten Freiflächen für die PV-Nutzung im Gemeindegebiet, um zu geringen Ausbau an anderer Stelle (Dächer, Verkehrsflächen etc.) ausgleichen zu können. Im Vorlauf entsprechende Rahmenplanung notwendig.	
Einschätzung: Die gesamtstädtische Analyse zu FF-PV Potenzialflächen wurde beauftragt und es liegen erste Ergebnisse vor. Bei Bedarf sollen nach der Priorisierung der Suchräumen die qualifizierten Potenzialflächen nacheinander ausgewiesen werden. Die Universitätsstadt Tübingen ist außerdem in Kontakt mit dem Regionalverband Neckar-Alb bezüglich der Teilfortschreibung von Solarenergie Vorrang- und Vorbehaltsgebieten im Regionalplan Neckar-Alb.		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial GWh/a: ?**

X.	Ausgestaltung von planerischen Vorgaben mit dem Ziel Optimierung der PV-Nutzung an und auf Gebäuden	
Einschätzung: Planerische Vorgaben müssten sehr ins Detail gehen und provozieren Konflikte mit anderen Bauzielen, wie Raumausnutzung etc.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t GWh/a: ?**

XI.	**Ausbau von Mieterstromprojekten bei GWG, Kreisbau und Dritten. Evtl. dazu Entwicklung von weiteren „Unterstützungsleistungen“ durch SWT**	
Einschätzung: Potenzial eher gering, aber wichtiges Signal an die Mieter, auch Bestandteil der Energiewende zu sein.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial GWh/a: ?**

XII.	**Einführung einer PV-Pflicht für Bestandsgebäude (wenn rechtlich möglich; siehe Q 1)**	
Einschätzung: Wird durch die Anforderung des Landes BaWü von 30 - 60 Prozent ersetzt.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial GWh/a: --**

4.3. Mobilität

Allgemeine Einschätzung zum Sektor Mobilität

Der Mobilitätsbereich hat von allen Sektoren die höchste Komplexität. Die Treibhausgase werden zum allergrößten Teil von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren verursacht. Die Lösung des Problems ist aber nicht die Substitution allein durch die Elektrifizierung von individuell genutzten Fahrzeugen, die freilich auch gefördert werden muss, sondern ein komplexes Bündel an Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbunds (ÖPNV; Rad- und Fußverkehr), des Carsharings (und dessen Elektrifizierung) sowie einer Reihe von Maßnahmen, die die Attraktivität des motorisierten Individualverkehrs senken. Insgesamt spricht das Tübinger Klimaschutzprogramm eine Vielzahl von Push- und Pullfaktoren an. Eine Wirkung entfalten diese aber nur in ihrer Gesamtheit. Deswegen wird in der nachstehenden Tabelle den einzelnen Maßnahmen nur ein geringes THG-Minderungspotenzial zugeordnet, dass sich in den meisten Fällen nicht maßnahmenspezifisch quantifizieren lässt.

M1 Bau der Regionalstadtbahn bzw. Stärkung des ÖPNV		
I.	**Innenstadtbahn**	
Einschätzung: entfällt		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Entwicklung und Umsetzung von alternativen Maßnahmen zur Stärkung des ÖPNVs innerorts und in den Stadt-Umland-Beziehungen mit dem Ziel eines gleichwertigen Klimaschutzeffekts.		
Einschätzung: Bei der Alternative Bus gibt es im Wesentlichen drei Bausteine: - Bussonderfahrstreifen/Radfahrstreifen Bus frei - Bus an den Bergstrecken als Pulkführer und Rad im Bereich der heutigen Parkplätze - absolute Priorisierung an allen Kreuzungen Wichtig ist, dass der Bus als System betrachtet wird und nicht nur einzelne Punkte. Die Hürden sind sicher die Finanzen und die Wegnahme zahlreicher Parkplätze in der Schnarrenberg-, Gmelin- und Goethestraße. Auch könnte eine absolute Priorisierung an den Ampeln zu mehr Stau für den Kfz-Verkehr führen. Das Ziel ist die Stärkung der Zuverlässigkeit des ÖV auf städtischen Straßen.		
Prio: B	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: ?**

M2 Besserer und günstigerer Nahverkehr		
Ia. Eine deutliche Verbesserung des Angebots durch Ausdehnung des Grundtaktes im ÖPNV (30-, 15- und 10-Minuten-Takt) in die Abendstunden montags bis freitags und am Samstag; Beseitigung der letzten Lücken im 30-Minuten-Grundtakt		
Einschätzung: Die ersten Taktverdichtungen sind erfolgt. 30- und 15- Minuten-Takte sind weitgehend eingeführt (auch Sonntags). Dem gegenüber steht ein hoher städtischer Zuschuss (2,4 Mio. €/Jahr). Weitere Schritte werden derzeit wegen der Finanzlage nicht verfolgt.		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

Ib) Ausweitung der TüBus-Umsonst-Regelung auf Sonn- und Feiertage		
Einschätzung: Eine Ausweitung wird aktuell nicht verfolgt.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

Ic) Einführung des 365 Euro-Tickets als Regelangebot des Jahresabonnements mit darauf abgestimmten und untereinander harmonisierten Vergünstigungen für Menschen mit BonusCard, Schülerinnen und Schüler, Studierende sowie für JobTickets der verschiedenen Arbeitgeber_innen; niemand soll damit schlechter gestellt werden.		
Einschätzung: Das 49 Euro Ticket für alle für 34 Euro sowie die weitere Reduzierung für Schüler, Jugendliche, Studenten und weitere Gruppen wurden eingeführt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

Id) Weitere innovative Elemente wie die Schaffung eines attraktiven Abendtickets analog zur Regelung in den Parkhäusern und die Einführung eines Check-in-Check-out-Systems mit rückwirkenden, nutzungsabhängigen Rabatten für Vielfahrerinnen und Vielfahrer.		
Einschätzung: Mitwirkung des Verkehrsverbunds NALDO notwendig. Projekt ruht.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Nach Umsetzung der Maßnahmen (Ia bis Id) wird anhand der konkreten Erfahrungen überprüft, ob eine generelle TüBus-umsonst-Regelung einhergehend mit zusätzlichen Angebotsverbesserungen eine weitere relevante Steigerung der Nutzung des ÖPNVs bei für die Stadt vertretbaren finanziellen Belastungen erwarten lässt.		
Einschätzung: Der Prüfauftrag hat keine THG-Minderung zur Folge. Er ist jedoch unbedingt notwendig, um den Ressourceneinsatz evaluieren zu können.		
Prio: B	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M3 Umstellung der Busflotte auf Erneuerbare		
I. Anschaffung der Fahrzeuge und Aufbau der Lade- bzw. Tankstelleninfrastruktur; zudem Anpassung der Linienführung und Fahrpläne an die E-Mobilitäts-Bedürfnisse		
Einschätzung: Projekt läuft mit sehr ambitioniertem Zeitplan. Eine fristgerechte Realisierung bis 2030 ist abhängig von der ausreichenden Verfügbarkeit von Ressourcen (swt und Stadtverwaltung) sowie geeignete und genehmigungsfähige Standorte für Ladeinfrastruktur. Das Tempo hängt auch vom Fluss der Fördermittel ab.		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M4 Flächendeckende Sharing-Angebote mit E-Fahrzeugen		
I. Sukzessiver Ausbau eines flächendeckenden Sharing-Angebotes mit E-Fahrzeugen (zwei- und vierrädrig) in Kooperation mit lokalen Carsharing-Unternehmen und Firmen mit Poolfahrzeugen. Forciert wird der stationsgebundene Ausbau bei PKWs und Transportern und bei Zwei-Rädern primär das freefloating.		
Einschätzung: Aktuell befinden sich keine Zweiräder in der Flotte, da Erfahrungen aus dem Versuch mit E-Rollern nicht zufriedenstellten. Derzeit liegt der Fokus auf PKW-Sharing.		

Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. **Abschaffung bzw. deutliche Reduktion der kommunalen Gebühren für die Sondernutzungserlaubnis für den Zweck „Carsharing“**		
Einschätzung: Erleichtert und verbilligt den Ausbau des Carsharings.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Aufbau einer kommunalen Förderkulisse für die Errichtung von Ladeinfrastruktur für E-Carsharing-Fahrzeuge		
Einschätzung: Die Errichtung wird durch den Bund gefördert und erfordert deswegen wenige städtische Mittel.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M5 Umverteilung Verkehrsraum zugunsten des Umweltverbundes		
I. Parkplätze in der gesamten Vorrangzone nur noch in Parkhäusern und Tiefgaragen; dazu Aufstockung Parkhaus Altstadt-König		
Einschätzung: Es gibt möglicherweise politische Widerstände. Die Aufstockung wurde des Parkhaus König abgelehnt, die Parkplätze in der Altstadt werden im Rahmenplan aktuell bearbeitet.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Aufhebung des Einbahnstraßenrings um den alten botanischen Garten. Wilhelmstraße im Unibereich autofrei, Autoverkehr auf der Rümelinstraße gebündelt		
Einschätzung: Projekt wird nicht weiterverfolgt. Es wurde entschieden, dass der Einbahnstraßenring weiter erhalten bleiben soll. Denn mit "Einbahnstraßenring" ergeben sich Vorteile, weil dann Sonderbereiche für Busse und Infrastruktur für den Radverkehr eingerichtet werden können und so der ÖV unabhängiger vom Kfz-Verkehr betrieben werden kann.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Unterbrechung der Durchfahrt von der Europastraße ins Zentrum; Bau der TG ZOB/Europaplatz		
Einschätzung: Die Maßnahme wurde umgesetzt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

IV. Unterbrechung der MIV-Durchfahrt Mühlstraße und Neckarbrücke		
Einschätzung: Die Maßnahme wurde umgesetzt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

V. Ausweitung der Fußgängerzone auf die gesamte Altstadt (mit Durchfahrungsachsen für Radverkehr und E-Mikromobilität)		
Einschätzung: Möglicherweise stehen der Ausweitung, aber auch der (teilweisen) Freigabe für den Radverkehr politische Widerstände entgegen. Dies wird aktuell im Rahmenplan Altstadt bearbeitet.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M6 Von der Autostadt zur Stadt der sanften Mobilität		
I. Realisierung eines komplett durchgängigen Radwegenetzes im gesamten Stadtgebiet		
Einschätzung: Es bestehen vor allem in der Innenstadt Herausforderungen zur Umverteilung des Straßenraumes. Planungen und erste Umsetzungen laufen bereits.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Schaffung eines Vorrangroutennetzes für den Radverkehr (möglichst ampelfrei, mindestens drei Meter breit, Zweirichtungsradwege mindestens vier Meter breit). Nach Abschluss „Blaues Band“ und Radwegbrücken insbesondere Bau des Steinlach- und Ammerbegleitweges		
Einschätzung: Die Maßnahme erfordert teilweise eine Reduzierung von öffentlichen Stellplätzen und beispielsweise Kfz-Fahrstreifen zugunsten des Radverkehrs (inkl. Stellplätze für Lastenräder) und des Fußverkehrs.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Ausbau von Umweltspuren für den Rad- und Busverkehr		
Einschätzung: Die Anlage von Rad-Busspuren wird weiterverfolgt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

IV. Einrichten von weiteren Fahrradstraßen		
Einschätzung: Die Einrichtung von Fahrradstraßen schafft mehr Präsenz für das Fahrrad.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

V.	Reduzierung von öffentlichen Stellplätzen zugunsten des Radverkehrs (inkl. Stellplätze für Lastenräder) und des Fußverkehrs	
Einschätzung: Reduzierung von öffentlichen Stellplätzen zugunsten des Radverkehrs (inkl. Stellplätze für Lastenräder) und des Fußverkehrs führt zu einer gewünschten Umverteilung des knappen Starßenraums, vor allem in der Innenstadt. Es gibt laufende Planungen, die auch umgesetzt werden.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

VI.	Forcierte Einbindung von Tübinger Unternehmen und Einrichtungen (u.a. Klimapakt-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer) für den Mobilitätswandel (Betriebsebene und Multiplikator)	
Einschätzung: Über den "Tübinger Klimapakt" und die Projekte KLIMAfit kam von Seiten einiger Unternehmen insbesondere das Thema "Pendlermobilität" auf. Dies wurde von der Verwaltung aufgegriffen, so dass in 2024 einige Formate/Aktiviten laufen werden. Ggf. wird eine Tübinger Mobilitätsplattform für Mitfahrgelegenheiten in 2024 aufgebaut. Das Potenzial rund um die Mobilität bei Unternehmen und Einrichtungen ist aus Sicht der Verwaltung groß. Auch z. B. mit Blick auf Elektrifizierung (Lademöglichkeiten für Pkw der Mitarbeiter).		
Prio: A	**Potenzial: 2**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

VII.	Anbindung der Radschnellverbindungen (des Landes) Tübingen-Reutlingen und Tübingen-Rottenburg an das Tübinger Vorrangnetz	
Einschätzung: Die Planung des RSV liegt in der Hoheit es Landes. Anschlussverbindungen werden hergestellt.		
Prio: B	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

VIII.	Ausbau des Fußwegenetzes	
Einschätzung: Es gibt laufende Ergänzungen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

IX.	Stärkung der Nutzungsmischung gemäß dem Leitbild „Stadt der kurzen Wege“	
Einschätzung: Es gibt laufende Ergänzungen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

X.	Ausbau von multi- und intermodalen Mobilitätsangeboten	
Einschätzung: Es gibt laufende Ergänzungen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

XI. Unterstützungsangebote für das Homeoffice		
Einschätzung: Die Entscheidungen zum Homeoffice werden in erster Linie durch die Unternehmen gesteuert. Es gibt bisher keine städtischen Angebote.		
Prio: --	**Potenzial: --**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M7 Parkraumbewirtschaftung ausbauen		
I. Modifikation des Anwohnerparkens mit einem ersten Zwischenschritt, die Parkgebühr auf zehn Euro/Monat zu erhöhen		
Einschätzung: Die Maßnahme ist abgeschlossen.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II. Einführung Parkraumbewirtschaftung im ganzen Stadtgebiet mit einem ersten Zwischenschritt mit der Fokussierung auf die Kernstadt		
Einschätzung: Die Maßnahme läuft.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III. Einbeziehung aller Landesflächen in die Parkraumbewirtschaftung (Kabinettsbeschluss umsetzen)		
Einschätzung: Die Maßnahme liegt in der Hand des Landes BaWü.		
Prio: C	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M8 E-Ladeinfrastruktur ausbauen		
I. Beratung und Information von Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern, Eigentümerinnen und Eigentümern großer Parkplätze, Wohnungseigentümergemeinschaften		
Einschätzung: Es gibt von Seiten der swt ein bestehendes Beratungsangebot in Form eines "Standort Check" durch die swt. Auch ein Umsetzungspaket für die Elektrifizierung von Unternehmens- und Wohnungswirtschaft-Stellplätzen existiert. Aktuell werden die Angebote nur wenig nachgefragt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

II.	Bedarfsgerechter Ausbau der leistungsfähigen Ladepunkte im öffentlichen Bereich durch die swt in Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung	
Einschätzung: Es gibt verschiedene Szenarien und Annahmen, mit welchen Bedarfen bis zum Jahr 2030 zu rechnen ist. Die tatsächliche Entwicklung hängt von vielen verschiedenen komplex ineinandergreifenden Faktoren ab und ist nur schwer vorhersehbar. Die Maßnahme läuft und wird in enger Abstimmung von Stadtverwaltung und swt schrittweise umgesetzt.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

III.	Forcierte Einbindung von Tübinger Unternehmen und Einrichtungen (u.a. Klimapakt-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer, Fachbetriebe) in eine Ausbau-Strategie	
Einschätzung: Wird in den Maßnahmen M6-VI und M8-I bearbeitet.		
Prio: A	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

M9 Städtisches Programm zur Reduzierung des Last- und Güterverkehrs (Ergänzung durch die Büros)		
Das Potenzial im Güterverkehr ist schwer abschätzbar. Emissionen entstehen zu einem großen Teil durch Transitverkehr. Dennoch ist der Anteil des lokalen Lieferverkehrs sowie Lieferverkehr zu und von den Tübinger Unternehmen sicher in einer relevanten Größenordnung. Die Maßnahme wird aktuell lediglich für den Bereich der Altstadt betrachtet.		
Prio: C	**Potenzial: 1**	**Potenzial t CO_{2eq}: --**

5. Gegenüberstellung Basis-Szenario vs. Plus-Szenario

Aufbauend auf den Intentionen und Maßnahmenoptionen des Tübinger Klimaschutzprogramms 2020 – 2030 (KSP) und unter Berücksichtigung der Trendanalyse (Kapitel 2) wurden im Folgenden jeweils ein Basis-Szenario und ein Plus-Szenario für die einzelnen Energiesektoren (Strom, Wärme, Verkehr) erstellt. Die den folgenden Darstellungen zugrundeliegenden Berechnungen basieren auf den Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2021 und den Zielstellungen des KSP (und im Bereich der Wärmeversorgung der Kommunalen Wärmeplanung Universitätsstadt Tübingen[6]). Den Berechnungen wurden für jeden Energiesektor (Strom, Wärme, Verkehr) Annahmen bzw. Prämissen zugrunde gelegt, die sich im Wesentlichen aus dem KSP ableiten. In den Punkten, in denen das KSP bezüglich der einzelnen Maßnahmen keine quantifizierten Aussagen trifft, wurden die zugrundeliegenden Prämissen mehrheitlich aus übergeordneten Entwicklungen abgeleitet und dann noch einmal individuell mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Die Annahmen bzw. Prämissen für das Basis- bzw. das Plus-Szenario unterscheiden sich hinsichtlich ihres „Umsetzungsehrgeiz“. Beim Plus-Szenario wird auftragsgemäß von „einem deutlich stärkeren Engagement für den Klimaschutz“ ausgegangen, wobei Begriff des „Engagements“ nicht auf das persönliche Engagement der handelnden Personen für den Klimaschutz zielt, sondern die Gesamtheit der personellen, organisatorischen, technischen und finanziellen Ressourcen meint, die in der Stadtverwaltung Tübingen und den Stadtwerken Tübingen für den Klimaschutz bereitgestellt werden bzw. bereitgestellt werden können.

In den folgenden Kapiteln wurden die Prämissen für die einzelnen Energiesektoren jeweils vorangestellt, die beiden Szenarien dargestellt und diskutiert und abschließend die Schlussfolgerungen gezogen.

In den Berechnungen der Entwicklungen bis 2030 werden dabei jeweils lineare Ab- bzw. Zunahmen unterstellt, sofern nicht Informationen vorliegen, die für einzelne Fälle signifikante Veränderungen (zum Beispiel die Fertigstellung großer Energieerzeugungsanlagen) in einzelnen Jahren belastbar vorhersagen. Den Autoren ist bewusst, dass die Entwicklungen bei der Umstellung des Energiesystems in Deutschland, Baden-Württemberg und in der Stadt Tübingen nicht streng linear verlaufen werden. Es erscheint aber vertretbar die Mehrzahl der Entwicklungen als annähernd linear anzunehmen und aus den sich dann ergebenden Erkenntnissen für das Jahr 2030 entsprechende Schlussfolgerungen für aktuell bzw. in Zukunft erforderliche Aktivitäten zu ziehen.

Ob die künftigen Entwicklungen den in den Szenarien unterstellten Trends folgen bzw. inwiefern sie von diesen abweichen, sollte Gegenstand eines möglichst zeitnahen Monitorings sein, das hier noch einmal ausdrücklich angeregt wird.

[6] ebök Gesellschaft mbH (2023): Kommunalen Wärmeplanung Universitätsstadt Tübingen. Tübingen 2023, 110 S.

5.1. Stromsektor

Vom Energieverbrauch her hat der Stromsektor aktuell den geringsten Anteil am Gesamt-Energieverbrauch (siehe Abbildung 9), der aber durch die verstärkte Nutzung der E-Mobilität (siehe Sektor Verkehr/Mobilität, Kapitel 5.2) und den zunehmenden Einsatz von Wärmepumpen (siehe Wärmesektor; Kapitel 5.3) in Zukunft in der Summe nicht zurückgehen, sondern eher wachsen wird. Dieser Sektor verfügt bereits heute über den höchsten Anteil erneuerbarer Energien und soll daher hier zuerst behandelt werden.

Prämissen:

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
1	**Rückgang des "klassischen" Stromverbrauchs um 10 %**	**Rückgang des "klassischen" Stromverbrauchs um 20 %**	Rückgang des "klassischen" Stromverbrauchs um 20 % aus Maßnahme S 1 des KSP wird als sehr ambitioniert angesehen und soll daher für das Plus-Szenario gelten. Im Basisszenario wird ein Rückgang von nur 10 % angenommen-
2	**Weiterer Ausbau der EE-Anlagen, so dass bis zum Jahr 2030 insgesamt 600 GWh/a erneuerbarer Strom zur Verfügung steht, davon 100 GWh/a in Tübingen selbst**	**Weiterer Ausbau der EE-Anlagen so dass bis zum Jahr 2030 insgesamt 600 GWh/a erneuerbarer Strom zur Verfügung steht, davon 200 GWh/a in Tübingen selbst**	Aus Maßnahme S 2 des KSP abgeleitet. Das Ziel von 600 GWh/a gilt für beide Szenarien. Wenn der Ausbau im Stadtgebiet nicht wie prognostiziert vorankommt, soll dies durch verstärkte Aktivitäten der Stadtwerke Tübingen außerhalb des Stadtgebietes kompensiert werden.
3	**Stromverbrauch aus der Zunahme der E-Mobilität (Prämisse 5) und den Annahmen zum Rückbau Öl- und Erdgasheizungen (Prämissen 10 und 11) als zusätzlichen Strombedarf für Wärmepumpen.**		Hierzu gibt es keine Aussage im KSP, aber ein Mehrbedarf durch E-Mobilität und verstärktem Einsatz von Wärmepumpen ist unstrittig und muss in die Energie- und THG-Bilanzierung einfließen.

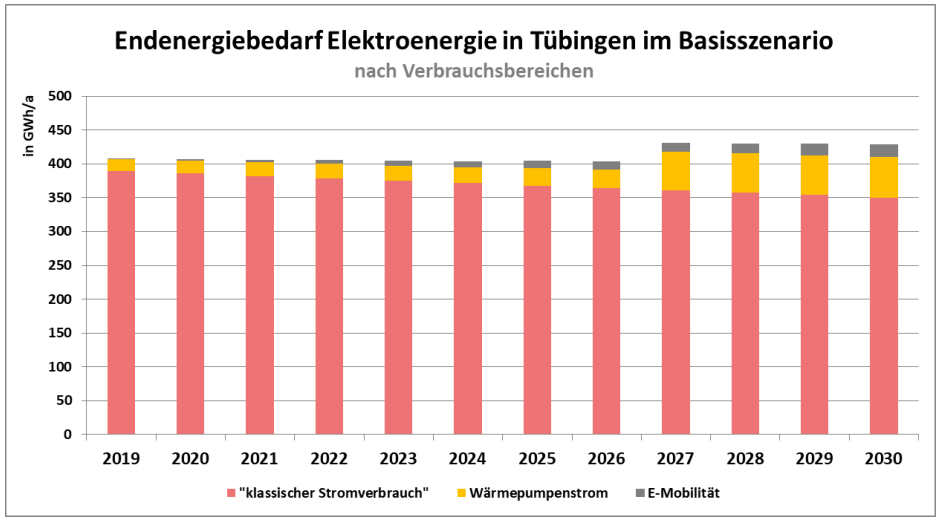


Abbildung 11: Prognose Endenergiebedarf Strom im Basisszenario

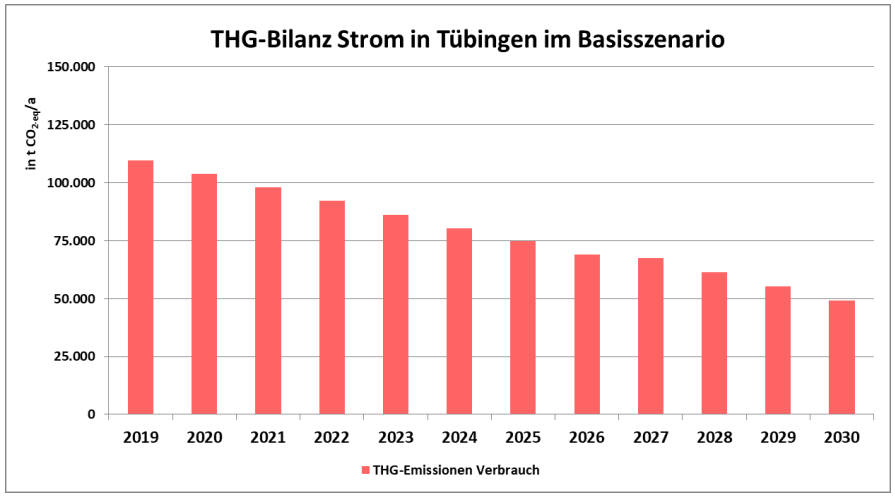


Abbildung 12: Prognose THG-Bilanz Strom im Basisszenario

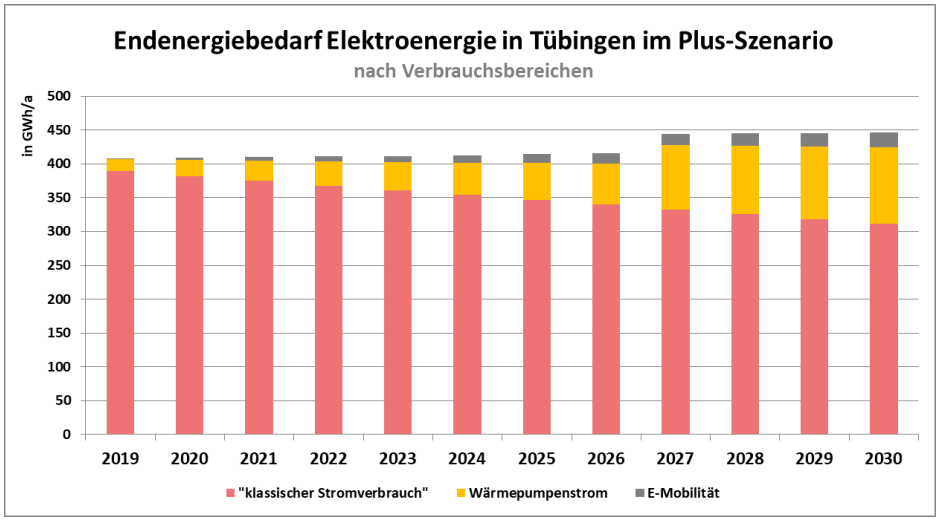


Abbildung 13: Prognose Endenergiebedarf Strom im Plus-Szenario

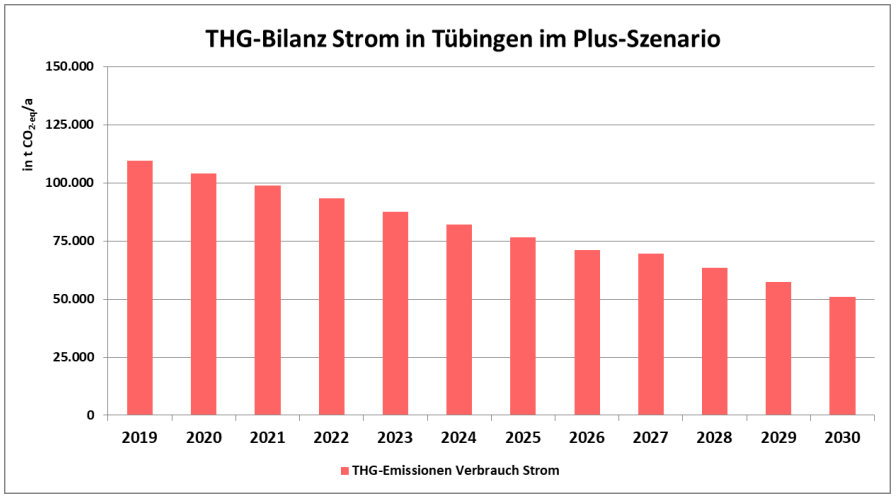


Abbildung 14: Prognose THG-Bilanz Strom im Plus-Szenario

Diskussion:

Wie aus diesen graphischen Darstellungen abgeleitet werden kann, wird der Stromverbrauch in beiden Szenarien anfangs annähernd konstant bleiben. Zwar sinkt der „klassische Stromverbrauch" im Basisszenario um 10 % bis 2030; durch die zunehmende Nutzung von Wärmepumpen und E-Mobilität wird der Gesamt-Stromverbrauch zunächst nur sehr leicht sinken (– 0,8 %) und mit der Inbetriebnahme der Groß-Wärmepumpen für die Nutzung von Wärme aus dem Abwasser (hier unterstellt ab 2027) deutlich zunehmen (Abbildung 11). Im Basisszenario ist bis 2030 mit einem zusätzlichen Stromverbrauch von über 5 % zu rechnen. Im Plus-Szenario bei einem stärkeren Engagement für den Klimaschutz wird diese Entwicklung noch deutlicher. Ein Rückgang beim „klassische Stromverbrauch" um 20 % wird durch ein erhöhtes Engagement für die Wärme- bzw. Verkehrswende mehr als ausgeglichen, so dass bis 2026 bereits 1,8 % und bis 2030 fast 10 % mehr Strom verbraucht werden wird als im Jahr 2019 (Abbildung 13).

Der deutliche Rückgang bei den THG-Emissionen (Abbildung 12 und Abbildung 14) ist also nicht auf einen sinkenden Stromverbrauch, sondern auf die sich verändernde Zusammensetzung des deutschen Strommix zurückzuführen. Den Berechnungen liegt eine Annahme eines CO_2-Faktors für Strom von nur noch 230 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh im Jahr 2030 zugrunde[7].

Schlussfolgerungen:

- Die im KSP verankerten Maßnahmen werden – wie im KSP bereits in Kapitel S1 beschrieben - zu keiner spürbaren Senkung des Gesamt-Stromverbrauchs führen, da die Einsparungen durch die Zunahme von Elektromobilität und Wärmepumpen aufgebraucht und übertroffen werden. Jedoch ist von einer deutlich geringeren Zunahme bis 2030 zu rechnen, als im KSP vermutet. Dies liegt insbesondere daran, dass die Elektrifizierung von Wärme und Mobilität deutlich langsamer voranschreitet als im KSP erwartet.
- Eine deutliche Senkung der THG-Emissionen resultiert aus dem Zubau von EE-Anlagen im Stadtgebiet und dem Absinken des CO_2-Faktors im deutschen Strommix, da immer noch Strom von außerhalb genutzt wird.
- Verstärkte Klimaschutzbemühungen (Plus-Szenario) führen zu erhöhten Stromverbräuchen und höheren THG-Emissionen gegenüber dem Basisszenario.
- Die Erzeugung erneuerbaren Stroms (in Tübingen und außerhalb) wird deutlich vor 2030 den Stromverbrauch in der Stadt Tübingen übersteigen. Wenn dieser Umstand als THG-Gutschrift in die Bilanzierung des Stromsektors einfließen würde, wäre Klimaneutralität in diesem Energiesektor deutlich vor 2030 erreicht. Diese Feststellung deckt sich mit den Einschätzungen aus dem Trendszenario.

[7] Eine genaue Vorausberechnung des CO_2-Faktors ist wegen der vielen Variablen nicht möglich. Der Herleitung diese Annahme liegt ein linearer Rückgang bis zum Jahr 2038 (vollständiger Kohleausstieg) auf annähernd Null zugrunde.

5.2. Klimaschutzleistungen

Die Stadt Tübingen rechnet sich die Erneuerbare Stromerzeugung durch Anlagen der swt **außerhalb** des Stadtgebietes als **Klimaschutzleistung** an. Diese Vorgehensweise wird als Alternative zum Erwerb von Klimaschutzzertifikaten zur Erreichung der netto-null verstanden. Hinzu kommt noch eine Anrechnung der Klimaschutzwirkung des Stadtwaldes Tübingen, die mit ca. 9.300 t $CO_{2\text{-eq}}$/a sehr gering ausfällt.

Bei dieser Bilanzierung wird *„als Klimaschutzbeitrag … die Differenz aus dem CO_2-Faktor des Strommix Deutschlands und dem spezifischen CO_2-Faktor der EE-Anlage je Kilowattstunde angerechnet“*. Damit sollen u.a. Emissionen aus *„verbleibenden Öl-Heizungen bei Dritten, verbleibenden Erdgas-BHKWs oder Spitzenlastkessel in der Fernwärme“*[8] ausgeglichen werden.

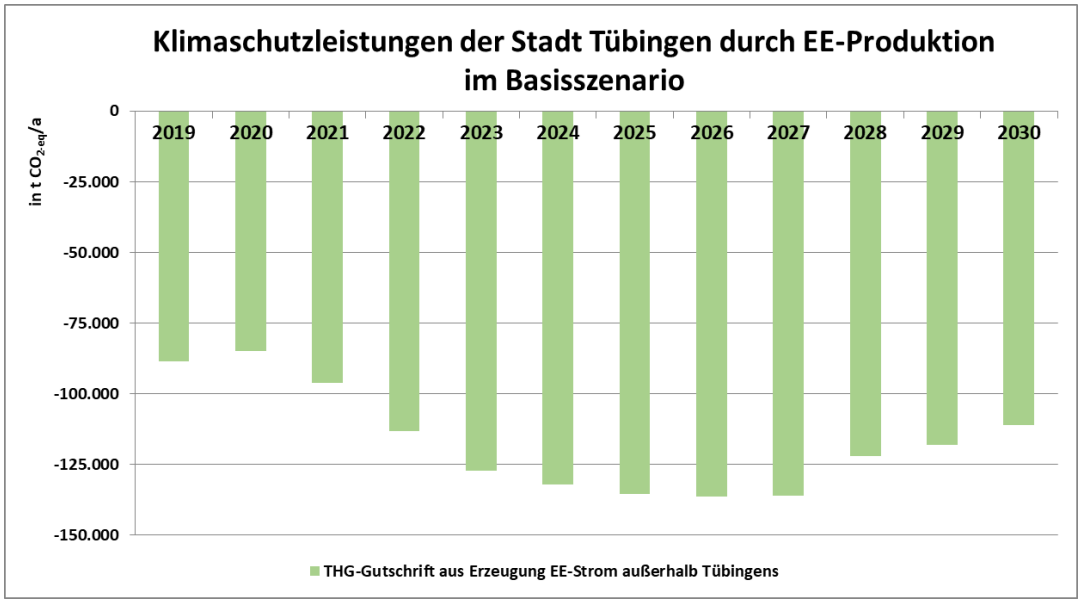


Abbildung 15: Prognose der Klimaschutzleistungen der Stadt Tübingen durch Erzeugung erneuerbarer Strom im Basisszenario[9]

Um die Unterscheidung zwischen den realen THG-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger und der Anrechnung der Klimaschutzleistungen nicht zu verwischen, werden die Berechnungen mit und ohne Klimaschutzleistungen in der Gesamtbetrachtung getrennt dargestellt (vgl. Kapitel 6.1) [10].

[8] Beschreibung aus dem Leistungsverzeichnis für das Gutachten

[9] Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass in dem vorliegenden Modell die Klimaschutzleistungen im Plus-Szenario etwas niedriger ausfallen, da der Anteil der Erzeugungsanlagen außerhalb Tübingens im Plus-Szenario geringer angesetzt wurde (vgl. Prämisse 2)

[10] Die Gutachter weisen darauf hin, dass nur die Art der Berechnung nach Kapitel 5.1 nicht BISKO-konform ist. Nach BISKO (Bilanzierungssystematik kommunal) darf für die THG-Bilanz des Stroms nur der Verbrauch mit dem CO_2-Faktor des deutschen Stromix multipliziert werden. Diese Art der Berechnung lässt tatsächlich sämtliche Bemühungen einer Kommune um die Steigerung der erneuerbaren Stromerzeugung „unter den Tisch fallen“ und ist aus Sicht der Gutachter das größte Defizit der BISKO-Bilanzierung. Die Berechnungen im Kapitel 5.1 erfolgten auf der Basis prognostizierter lokaler CO_2-Faktoren für den Strommix in Tübingen.

5.3. Sektor Mobilität

Nach dem Wärmesektor nimmt der Sektor Mobilität den zweiten Platz hinsichtlich Energieverbrauch und THG-Emissionen ein. Eine Betrachtung dieses Bereiches ist deutlich schwieriger als beim Strom, der als leitungsgebundener Energieträger an jeder Verbrauchsstelle für die Energieabrechnung genau gemessen wird.

Der Energieverbrauch im Sektor Mobilität wird in der Regel über eine Hochrechnung ermittelt, wobei bei einer gesamtstädtischen Betrachtung meist auf Kfz-Zulassungszahlen zurückgegriffen wird.

Prämissen:

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
4	**Zurückgelegte Fahrzeug-km mit Pkw's im Stadtgebiet können um 10% gesenkt werden**	**Zurückgelegte Fahrzeug-km mit Pkw's im Stadtgebiet können um 20% gesenkt werden**	Gemäß Maßnahme M 6 sollen die zurückgelegte km mit Pkw's im Stadtgebiet um 30% gesenkt werden. Diese Zielstellung wird vor dem Hintergrund der SrV-Erhebungen und der Kfz-Zulassungszahlen als unrealistisch eingeschätzt. Selbst 10% bzw. 20% sind nach Einschätzung der Gutachter bereits optimistisch.
5	**Zuwachs bis auf 12.000 E-Pkw bis 2030 bei annähernd gleicher Anzahl von zugelassenen Pkw in Tübingen. Ergibt einen Anteil von 30 % E-Pkw im Jahr 2030**	**Zuwachs bis auf 12.000 E-Pkw[11] bis 2030 bei auf rund 30.000 Pkw sinkender Anzahl von zugelassenen Pkw in Tübingen. Ergibt einen Anteil von 40 % E-Pkw im Jahr 2030.**	Hierzu gibt es keine Aussage im KSP. Annahmen zur Anzahl der E-Pkw basieren auf Planungen der Stadt Tübingen zum Ausbau der Ladeinfrastruktur.

[11] Die zukünftigen Zulassungszahlen von E-Pkw lassen sich heute schwer prognostizieren. Einer momentan wachsenden Skepsis in Deutschland steht z.B. eine dynamische Entwicklung in China gegenüber, die auch den deutschen Markt beeinflussen und mit kostengünstigen E-Pkw versorgen wird. Die Annahmen der Verwaltung von 12.000 E-Pkw im Jahr 2030 lassen sich nachvollziehen, wenn man annimmt, dass der Anteil an den Neuzulassungen von heute 15 Prozent auf 80 Prozent im Jahr 2030 steigen wird.

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
6	**Energieverbrauch für Güterverkehr steigt pro Jahr um 3 %**	**Energieverbrauch für Güterverkehr bleibt bis 2030 auf dem heutigen Niveau**	Hierzu gibt es keine Aussage im KSP. Die Annahmen wurden seitens der Gutachter getroffen. Die (bisher deutlich) steigenden Zulassungszahlen bei Nutzfahrzeugen und Lkw legen steigende Energieverbräuche nahe. Ein gleichbleibender Energieverbrauch ist bereits sehr optimistisches Szenario.

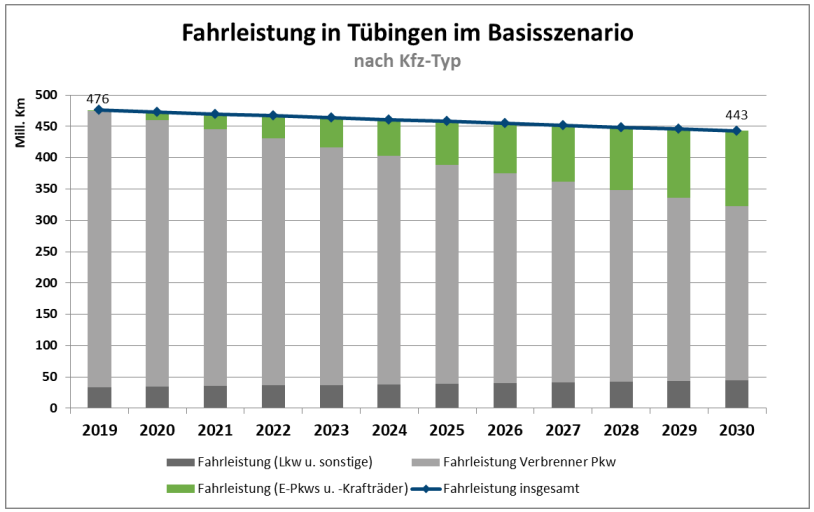


Abbildung 16: Prognose Fahrleistungen im Basisszenario

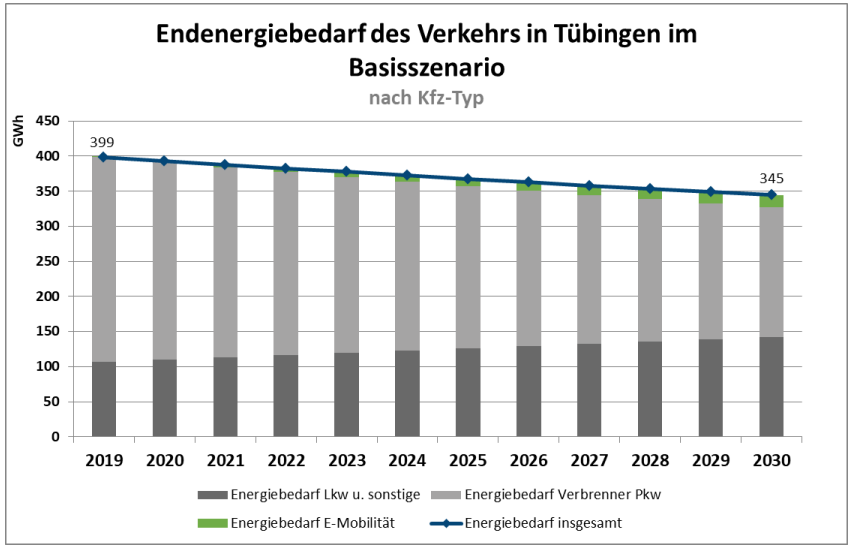


Abbildung 17: Prognose Endenergiebedarf im Basisszenario

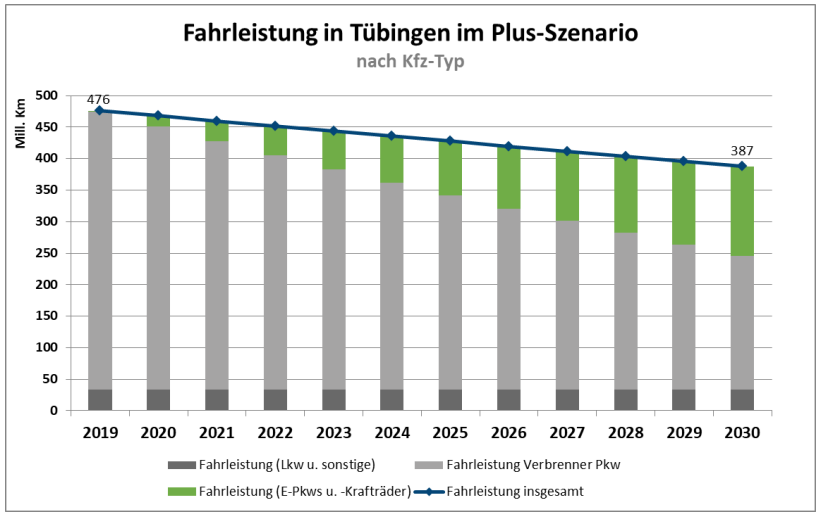


Abbildung 18: Prognose Fahrleistungen im Plus-Szenario

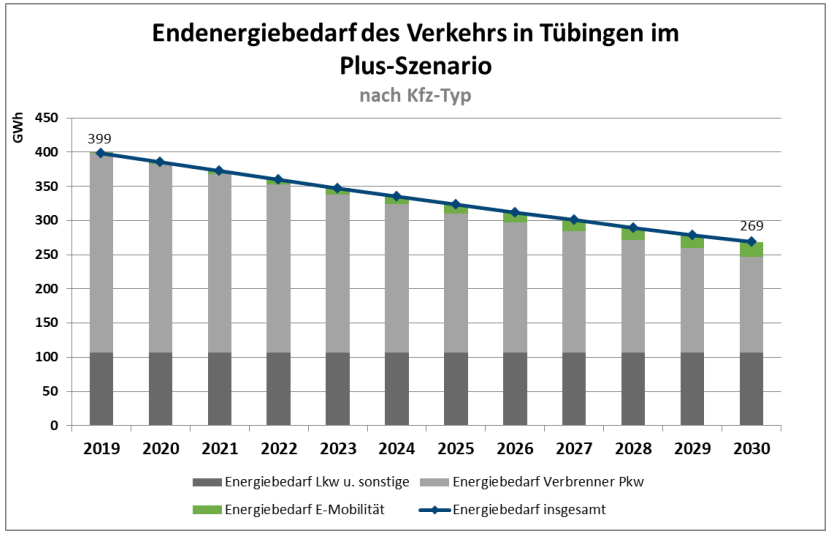


Abbildung 19: Prognose Endenergiebedarf im Plus-Szenario

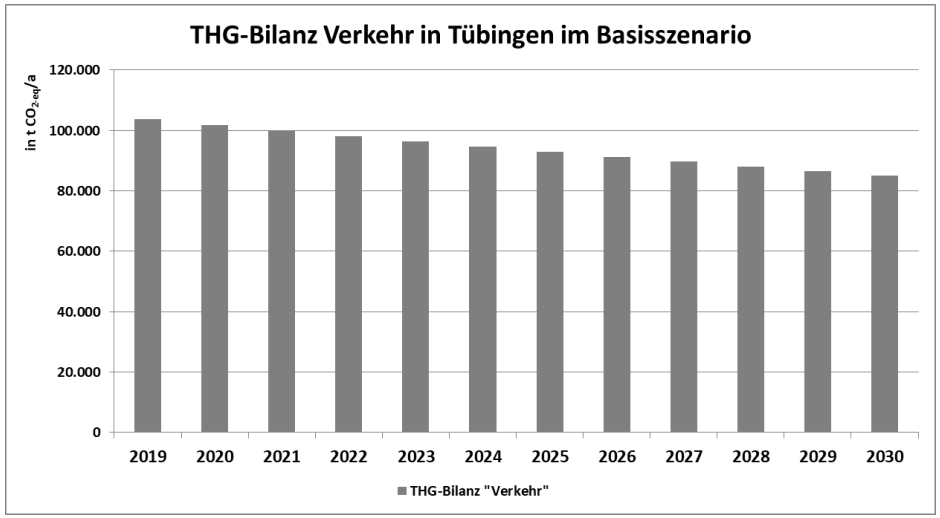


Abbildung 20: Prognose THG-Bilanz Verkehr im Basisszenario

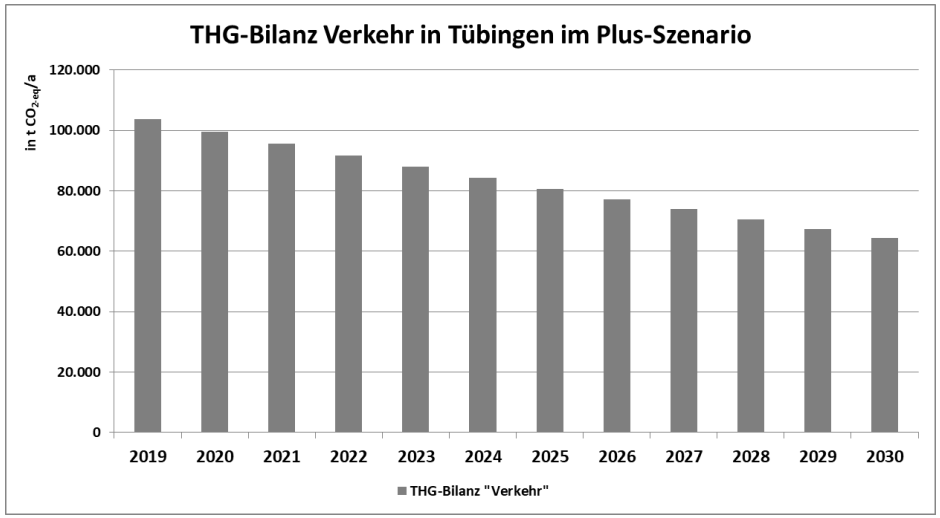


Abbildung 21: Prognose THG-Bilanz Verkehr im Plus-Szenario

Diskussion:

Bereits im Rahmen der Trendanalyse (Kapitel 2) wurde der Sektor Mobilität als der Bereich identifiziert, in dem die Herausforderungen zur Erreichung der Klimaneutralität am größten sind. Die graphischen Darstellungen zeigen, dass die Senkung der Fahrleistungen der Pkw um 10 % (Basisszenario, Abbildung 16) bzw. 20 % (Plus-Szenario, Abbildung 18) noch nicht zu einer entsprechenden Senkung der Gesamt-Fahrleistungen führen, da der Last- und Güterverkehr mit zu berücksichtigen ist.

Noch deutlicher wird dies bei der Ermittlung des Energieverbrauchs, da hier der Last- und Güterverkehr noch mehr ins Gewicht fällt. Positiv wirkt sich hingegen die zunehmende E-Mobilität aus. Der Energieverbrauch je Kilometer liegt im Durchschnitt der E-Fahrzeuge deutlich unter dem der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, so dass durch die zunehmende E-Mobilität ein signifikanter Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs geleistet wird (Abbildung 17 und Abbildung 19).

Die Ermittlung der THG-Emissionen bezieht in den vorliegenden Berechnungen nur noch den Anteil der verbleibenden fossilen Kraftstoffe ein, da die THG-Emissionen aus der E-Mobilität bei der Betrachtung des Sektors Strom bereits ermittelt wurden. Im Basisszenario wird nach dieser Kalkulation nur ein Rückgang der THG-Emissionen von 18 % wirksam (Abbildung 20), im Plus-Szenario von 38 % (Abbildung 21).

Selbst wenn es gelänge, wie im KSP vorgesehen, die Fahrleistungen der privaten Pkw in Tübingen bis 2030 um 30 % bis reduzieren, was vor dem Hintergrund der bisherigen Entwicklung in Tübingen (siehe Kapitel 2) als unrealistisch gelten muss, würden nur THG-Reduktionen von 42 % erreicht werden. Mit den im KSP vorgesehenen Maßnahmen und der absehbaren Entwicklungen ist bis 2030 ist also im Sektor Mobilität nicht einmal eine Halbierung der THG-Emissionen zu erreichen.

Schlussfolgerungen:

- Selbst wenn man eine ambitionierte Zielstellung mit einem Rückgang der mit Pkw zurückgelegten Kilometer um 20 % und eine deutliche Zunahme der E-Mobilität unterstellt (Plus-Szenario), wird es bis 2030 nicht gelingen, den Verbrauch an fossilen Energieträgern im Sektor Mobilität (vor allem Diesel und Benzin) so deutlich zu reduzieren, wie es für die Erreichung der Klimaneutralität notwendig wäre. Bei den getroffenen (optimistischen) Annahmen wäre eine Reduzierung der THG-Emissionen um circa 38 % erreichbar.
- Das KSP enthält im Sektor Mobilität bisher keine Maßnahmen zur Reduzierung des Lkw-Verkehrs im Stadtgebiet, obwohl der Last- und Güterverkehr im Jahr 2030 voraussichtlich für bis zu 40 % des Energieverbrauchs bzw. der THG-Emissionen verantwortlich sein könnte.
- Um Mobilitätsbedürfnisse, die die Nutzung eines Pkws erforderlich machen, in Zukunft klimaneutral abwickeln zu können, sind alternative Antriebssysteme unverzichtbar. E-Mobilität dürfte hier (zumindest mittelfristig) die zentrale Lösung sein. In diesem Sinne sind Maßnahmen zur massiven Förderung der E-Mobilität zur Erreichung der Klimaneutralität unverzichtbar. Mindestens beim Ausbau der E-Ladeinfrastruktur wäre von einer bedarfsgerechten auf eine angebotsorientierte Vorgehensweise umzuschwenken (Maßnahme M 8).

5.4. Wärmesektor

Der Wärmesektor hat den höchsten Anteil am Gesamtendenergieverbrauch bzw. den entsprechenden THG-Emissionen. In diesem Sektor ist die Darstellung der Szenarien am schwierigsten. Dies liegt vor allem daran, dass hier ein breiter Mix von Energieträgern zum Einsatz kommt und dabei eine Vielzahl von gegenseitigen Abhängigkeiten zu berücksichtigen sind.

Weiterhin kommt hinzu, dass neben dem KSP inzwischen eine Kommunale Wärmeplanung für die Universitätsstadt Tübingen (künftig kurz: KWP) vorliegt, die viele Aspekte die Ansätze des KSP aufgreift, aber punktuell doch zu anderen Aussagen bzw. Einschätzungen kommt. Im Folgenden soll die jeweils aus KSP bzw. KWP übernommenen Ansätze aufgeführt und erläutert werden.

Prämissen:

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
7	**Senkung des Wärmebedarfs bis 2030 um insgesamt 10 %**		Maßnahme W 1 des KSP sah eine Senkung um 20 % vor, der KWP geht von 10 % aus. Eine Senkung um mehr als 10 % wird seitens der Gutachter als sehr unrealistisch angesehen und kann durch Stadt meist nur indirekt beeinflusst werden, da hier jeweils die Gebäudeeigentümer gefragt sind. Es soll daher in beiden Szenarien dem Ansatz des KWP gefolgt werden.

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
8	**Ausbau der Wärmenetze auf einen Absatz von 335 GWh/a**	**Ausbau der Wärmenetze auf einen Absatz von 405 GWh/a**	Über die Wärmenetze in der Stadt Tübingen wurden 2019 etwa 239 GWh Fernwärme abgesetzt. Davon entfielen 134 GWh auf den Absatz durch die Stadtwerke Tübingen, die Differenz (105 GWh/a) wird durch andere Wärmenetze privater Anbieter abgesichert. Die Stadtwerke sehen sich in der Lage bis 2030 einen Zubau auf 230 GWh/a zu realisieren, so dass ohne Zubau bei den privaten Wärmenetzen ein FW-Absatz von 335 GWh/a möglich wird. Der KSP sah in der Maßnahme W 3 einen Zubau auf 300 GWh/a bei den Stadtwerken vor, was mit den übrigen Netzen dann 405 GWh/a ergäbe und hier als Plus-Szenario in Ansatz gebracht werden soll.
9	**Fernwärmeerzeugung basiert bis 2030 zu 173 GWh/a auf erneuerbarer Wärmeenergie**		Die Planungen der Stadtwerke Tübingen sehen für den Zeitraum bis 2030 die Inbetriebnahme verschiedene Anlagen zur Einspeisung erneuerbarer Wärme in das Fernwärmenetz vor. Folgende Inbetriebnahmen von Anlagen (bzw. erste Bauabschnitte) sind bis 2030 geplant: 2025: 5 GWh/a Solarthermie und 3 GWh/a Umwelt- bzw. Abwärmenutzung, 2026: 68 GWh/a Großwärmepumpe zur Nutzung von Abwasserwärme, 2028: 40 GWh/a thermische Restholznutzung (Die Anlagen werden jeweils im Folgejahr in der Bilanzierung einbezogen.)
10	**Rückbau bestehender Ölheizungen in der Größenordnung von 5 % je Jahr.**	**Bis 2030 solle nahezu alle bestehenden Ölheizungen ersetzt werden**	Der Ansatz für das Plusszenario entspricht der Maßnahme W 4 des KSP, wird aber aktuell als zu optimistisch angesehen, so dass im Basisszenario ein langsamerer Rückbau unterstellt wird.

Prämisse	… im Basisszenario	… im Plus-Szenario	Bemerkungen/ Erläuterungen
11	**Bei Außerbetriebnahmen von Erdgasheizungen wird nur in jedem zweiten Fall die Heizung auf EE-Basis (Wärmepumpe, Biomasse) umgestellt**	**Bei Außerbetriebnahmen von Erdgasheizungen wird in jedem Fall Heizung auf EE-Basis (Wärmepumpe, Biomasse) umgestellt**	Das KSP trifft keine Aussagen zu den Veränderungen bei den bestehenden Erdgasheizungen. Im Plus-Szenario wird unterstellt, dass bei Außerbetriebnahmen in jedem Fall die Heizung auf EE-Basis (Wärmepumpe, Biomasse) umgestellt wird. Wegen der vielfältigen Übergangsregelungen des GEG wird im Basisszenario eine geringere Umrüstquote auf EE angenommen. Die Außerbetriebnahme mit einer Rate von 5 % pro Jahr entspricht einer durchschnittlicher Nutzungsdauer von 20 Jahren.
12	**"Grüne Gase" werden nur als Einspeisung ins Erdgasnetz (bis 20 %) mit eingerechnet, der Restbedarf wird nach wie vor über Erdgas gedeckt**		Hierdurch kommt es zu einer schrittweisen Verringerung des CO_2-Faktors bei Erdgas. Weitere „grüne Gase“ fließen in die Berechnung nicht ein.

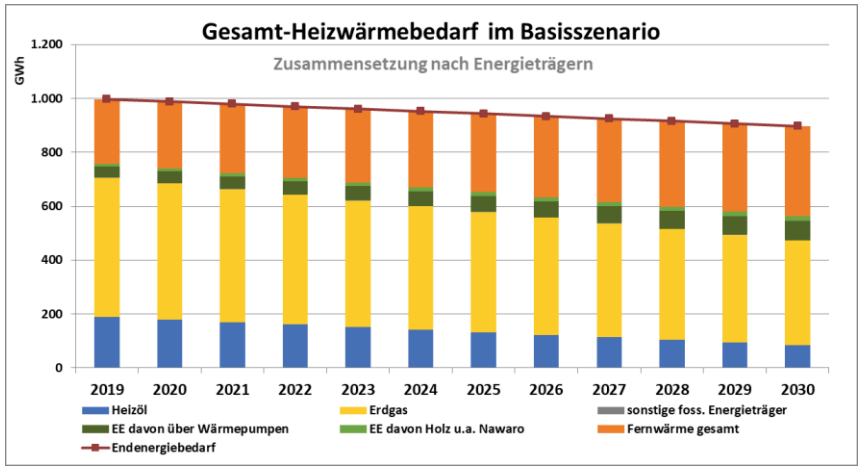


Abbildung 22: Prognose Heizwärmeverbrauch im Basisszenario

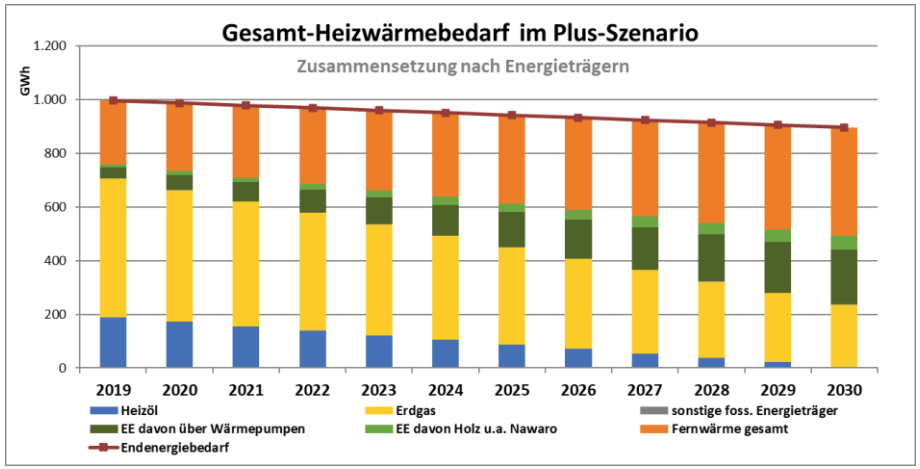


Abbildung 24: Prognose Heizwärmeverbrauch im Plus-Szenario

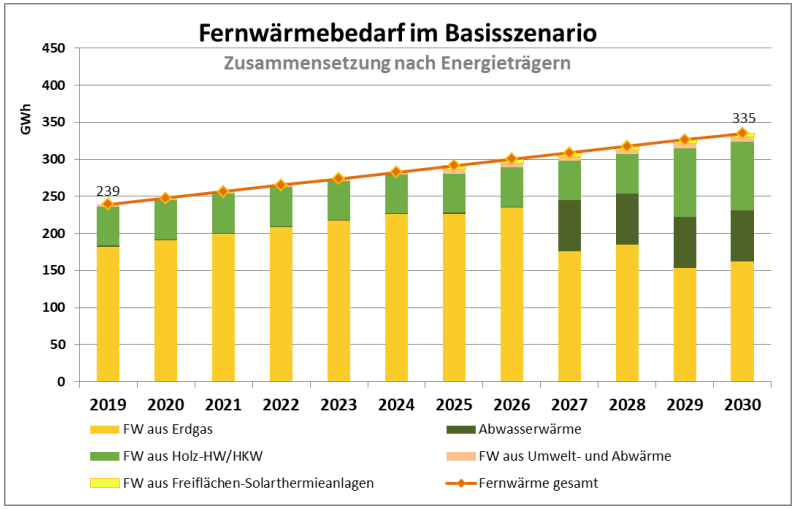


Abbildung 23: Prognose Fernwärmeverbrauch im Basisszenario

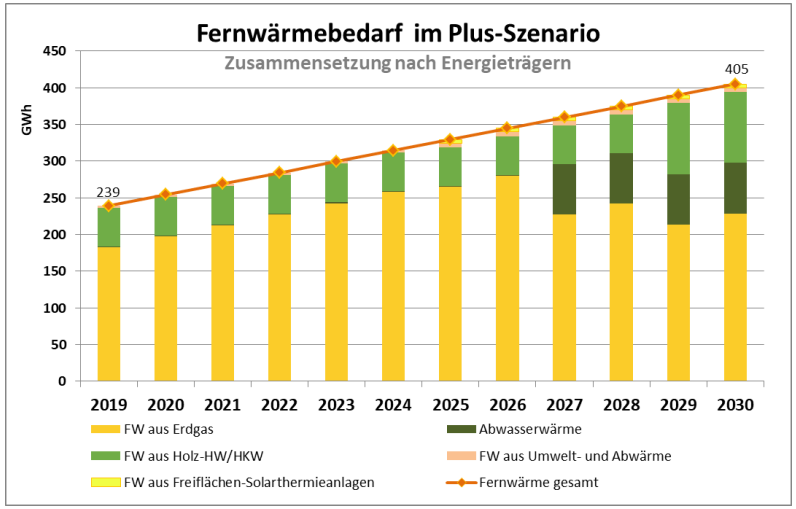


Abbildung 25: Prognose Fernwärmeverbrauch im Plus-Szenario

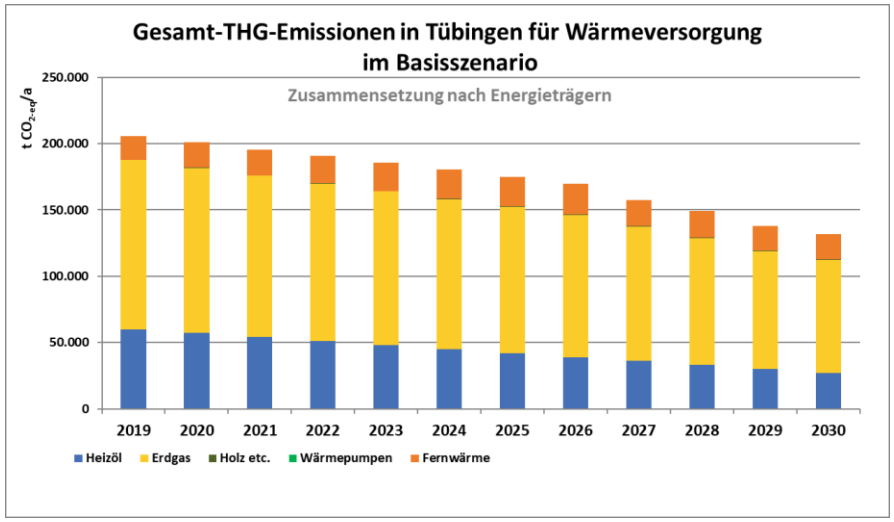


Abbildung 26: Prognose THG-Bilanz Wärmeversorgung im Basisszenario

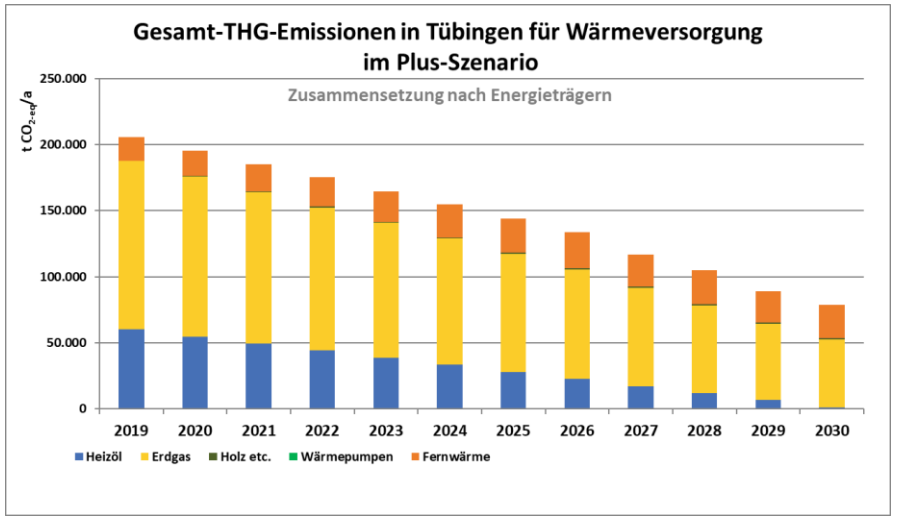


Abbildung 27: Prognose THG-Bilanz Wärmeversorgung im Plus-Szenario

Diskussion:

In beiden Szenarien wird ein gleicher Rückgang des Endenergieverbrauchs bei Wärme unterstellt, so dass die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien in der Energieträgerzusammensetzung der Wärmeversorgung in Tübingen bestehen. Im Basisszenario spielen Erdgas und Heizöl noch eine relativ große Rolle (Abbildung 22 und Abbildung 23), während diese im Plus-Szenario bereits deutlich zurückgedrängt sind. Hier dominieren bereits Fernwärme und erneuerbare Energien, aber die fossilen Energieträger sind bis 2030 aus der Wärmebereitstellung noch nicht verschwunden (Abbildung 24 und Abbildung 25).

Die Unterschiede werden dann vor allem in der THG-Bilanzierung deutlich. Im Basisszenario kommt es zu einem Rückgang der THG-Emissionen um 35 % (Abbildung 26), während im Plus-Szenario 61 % erreicht werden (Abbildung 27). Klimaneutralität ist im Wärmesektor bis 2030 in keinem der beiden Szenarien erreicht. Denn selbst im sehr engagierten Plus-Szenario wird noch ein erheblicher Teil der Wärmebereitstellung über Erdgas bzw. über aus Erdgas erzeugter Fernwärme realisiert. Der Rückbau der bestehenden Erdgasheizungen und die Umstellung auf erneuerbare Wärme sowie die Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf erneuerbare Energieträger können in den verbleibenden Jahren bis 2030 kaum so schnell vorangehen, dass bereits 2030 Klimaneutralität im Wärmesektor erreicht ist.

Schlussfolgerungen:

- Es ist momentan nicht erkennbar, wie bzw. durch welche Maßnahmen der Primärenergieträger Erdgas bis zum Jahr 2030 vollständig als Energieträger der Wärmeversorgung abgelöst werden kann. Dies betrifft sowohl die Erzeugung von Fernwärme als auch Erdgas als Energieträger beim Endverbraucher. Im Sinne der Erreichung der Klimaneutralität stellt diese Fragestellung das zentrale Problem im Rahmen einer Fortschreibung des KSP als auch der KWP dar.
- Es braucht ein Konzept zur schrittweisen, aber am Ende vollständigen Ablösung des Primärenergieträgers Erdgas für die Fernwärmeversorgung. Dabei ist unter Berücksichtigung eines realistischen Zeitplans für die Bereitstellung von Alternativen zum Erdgas ein Zielhorizont zu benennen, an dem von einer klimaneutralen Fernwärmeversorgung in Tübingen ausgegangen werden kann. Die Verantwortung für diese Planungen liegt bei den swt in enger Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung Tübingen.
- In ähnlicher Weise, wie im KSP auf eine Ablösung von Heizöl als Energieträger der Wärmeversorgung orientiert wird (Maßnahme W 4) bedarf es eines Plans zur Ablösung des Erdgases als Energieträger der Wärmeerzeugung. Dafür ist es vor allem notwendig, dass der Ausbau der Nutzung von Geothermie/ Umweltwärme über Wärmepumpen forciert wird. Das aktuelle GEG unterstützt diesen Prozess, aber allein diese gesetzliche Vorgabe wird keine vollständige Umstellung bis zum Jahr 2030 bzw. die beginnenden 2030er Jahre bewirken können. Zur Beschleunigung dieser Prozesse bräuchte es weitere kommunale Unterstützungsmaßnahmen bzw. -programme.
- Die Stadt Tübingen müsste in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken ähnlich wie bei der Festlegung von Fernwärme-Eignungsgebieten in der KWP (Kapitel 8.1 in der KWP, Seite 63ff) auch die Gebiete definieren, die perspektivisch mit Wasserstoff versorgt werden sollen (falls die Option überhaupt gewählt wird) und auch Gebiete ausweisen, die auf Biomethan oder (sofern verfügbar)

synthetisches Methan umgestellt werden. Außerhalb dieser Gebiete muss der Schwerpunkt auf dem Einsatz von Wärmepumpen liegen. In diesen Gebieten wäre dann das Stromversorgungsnetz entsprechend zu ertüchtigen.

6. Resümee

Die bisherigen Recherchen und Quantifizierungen im Basisszenario bzw. Plus-Szenario ergeben, dass in keinem der Energiesektoren bis 2030 die THG-Emissionen auf null zurückgehen werden. Deshalb kann auch die Summe der THG-Emissionen aller Energiesektoren nicht auf null sinken. Im Jahr 2030 sind in der Stadt Tübingen sind selbst im Plus-Szenario erhebliche THG-Emissionen zu erwarten.

6.1. Prognose der THG-Emissionen

In Abbildung 28 ist die Modellierung der Gesamtentwicklung der THG-Emissionen für den Zeitraum 2019 bis 2030 und darüber hinaus bis 2045 dargestellt. Die Graphik stellt die Summe der in 5.1 bis 5.3 detailliert dargestellten Entwicklungen dar.

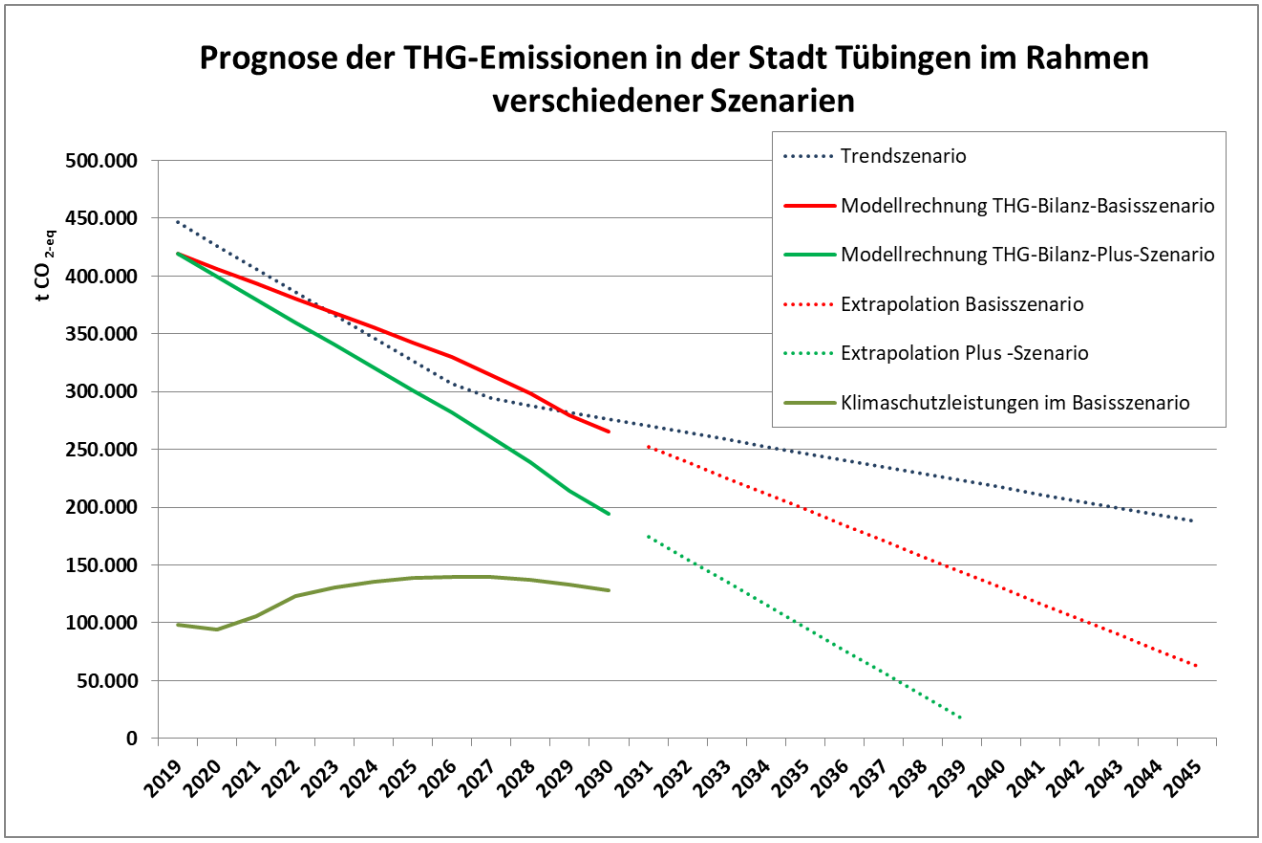


Abbildung 28: Prognose der Entwicklung von Trend-, Basis- und Plusszenario

Die aus der erneuerbaren Stromerzeugung außerhalb der Stadt Tübingen resultierenden Klimaschutzleistungen und die Senkenfunktion des Tübinger Stadtwaldes sind in Abbildung 28 ebenfalls dargestellt. Dass diese Klimaschutzleistungen in der zweiten Hälfte der 2020er wieder abnehmen, hängt mit dem Umstand zusammen, dass die Klimaschutzleistungen von der Differenz zwischen dem CO_2-Faktor des Strommix Deutschlands und dem spezifischen CO_2-Faktor der Tübinger EE-Anlagen je Kilowattstunde abhängen. Da der CO_2-Faktor des Strommix in Deutschland durch den Ausbau der EE ebenfalls immer weiter sinkt, nehmen die Klimaschutzleistungen selbst bei einem weiteren Ausbau der Tübinger EE-Anlagen mit der Zeit ab und gehen bis zum Jahr 2040 gegen null, weil bis zu diesem Zeitpunkt der Strombedarf in Deutschland zu 100 % mit EE gedeckt werden soll.

Weiterhin ist aus der Abbildung 28 zu ersehen, dass bei einer Fortschreibung (lineare Extrapolation) des Basis- bzw. Plus-Szenarios über den Zeitraum bis 2030 hinaus die THG-Emissionen erst Ende der 2030er Jahre gegen null gehen werden. Das gesteckte Ziel wird also nicht erreicht, obwohl im Basisszenario eine Absenkung der THG-Emissionen um 37 % gegenüber 2021 (auf 432.688 t $CO_{2\text{-eq}}$) und im Plus-Szenario sogar um 54 % erreicht werden würde. Dies wären in jedem Fall sehr deutliche Einsparerfolge.

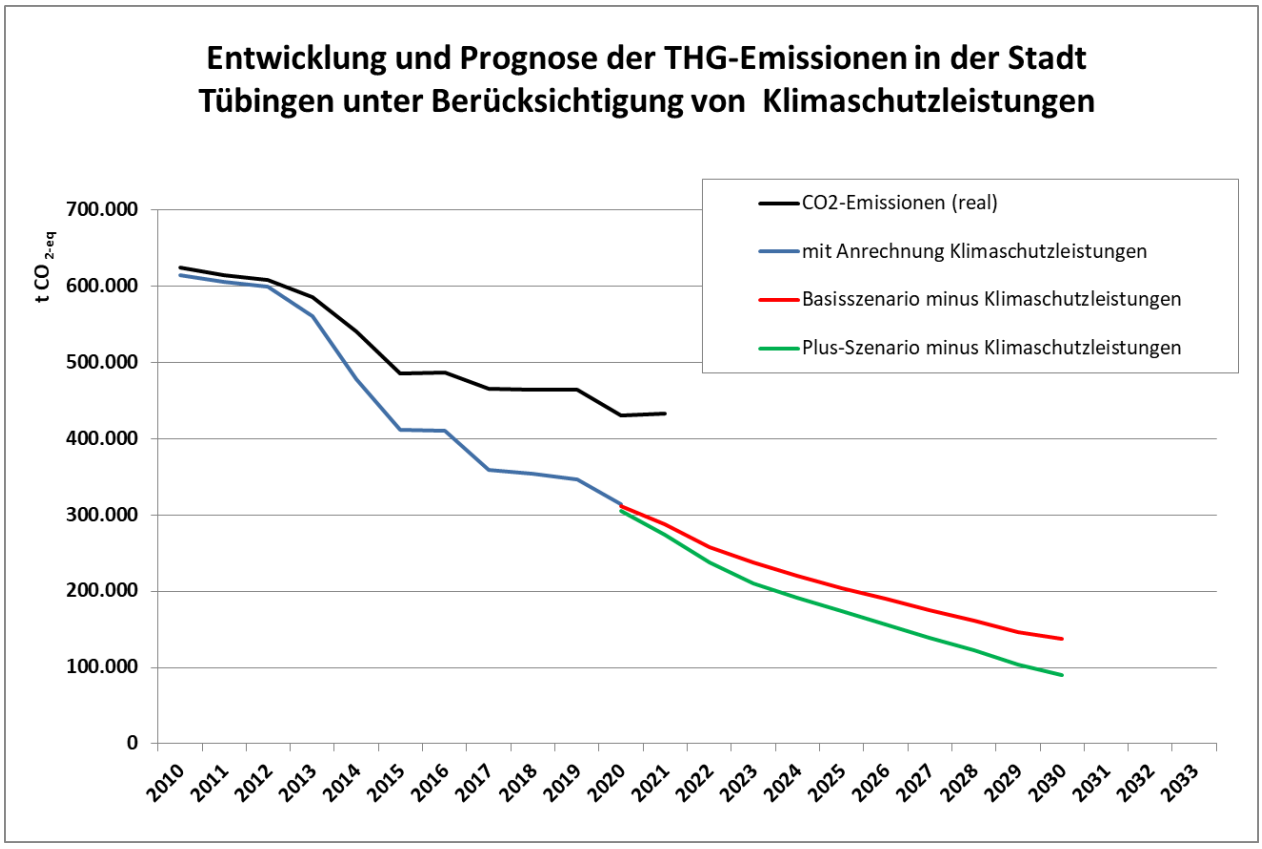


Abbildung 29: Entwicklung und Prognose der THG-Emissionen in Tübingen unter Berücksichtigung der Klimaschutzleistungen

Unter Einbeziehung der Klimaschutzleistungen ergibt sich für die Entwicklung in Richtung „netto-null“ ein Bild, wie es in der Abbildung 29 dargestellt ist. Auch hier wird in keinem der dargestellten Szenarien die netto-null bis 2030 erreicht, aber dem Ziel ist man deutlich nähergekommen.

6.2. Maßnahmen und Ressourcen zur Erreichung des Plus-Szenarios

Die Modellrechnung der THG-Emissionen aus dem vorangegangenen Kapitel zeigt, dass sich die Stadt Tübingen zur Erreichung der „Klimaneutralität 2030“ auf jeden Fall am Plus-Szenario orientieren muss. Dem steht entgegen, dass die dem Plus-Szenario zugrundeliegenden Prämissen (vgl. vor allem Kapitel 5.3 und 5.4) äußerst anspruchsvoll sind und es nicht sicher ist, ob die Zielstellungen des Plus-Szenarios wirklich erfüllt werden können.

Strom

Am realistischsten erscheint dies im **Stromsektor**. Hier verfolgt die Stadt Tübingen in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Tübingen seit langem ein ambitioniertes Ausbauprogramm zur erneuerbaren Stromerzeugung innerhalb und außerhalb des Stadtgebietes, das auch durch Aktivitäten von Bürger:innen und Unternehmen gestützt wird. Hier muss vor allem auf den beachtlichen Ausbau von Photovoltaikanlagen durch Private verwiesen werden, der Bestandteil dieser positiven Entwicklung ist. Es ist davon auszugehen, dass durch die erneuerbare Stromproduktion innerhalb und außerhalb des Stadtgebietes bereits 2025 mehr erneuerbarer Strom zur Verfügung stehen wird, als der Stromverbrauch im Stadtgebiet beträgt. Diese Entwicklung wird sich mit einer ähnlichen Dynamik mindestens bis 2030 fortsetzen, so dass – wenn man den Stromsektor für sich betrachtet – hier Klimaneutralität erreicht werden kann.

Wärme

Deutlich komplexer stellt sich der **Bereich der Wärmeversorgung** dar. Wie in Kapitel 2 gezeigt, betrug der Anteil der THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung im Jahr 2021 insgesamt 55 % und dürfte auch heute noch in dieser Größenordnung liegen.

Andererseits verfügt die Stadt Tübingen mit den Stadtwerken Tübingen GmbH (swt) über einen zentralen Akteur, der diese Prozesse wesentlich mitbeeinflussen und steuern kann. Vorrangig ist hier der Fernwärmeausbau zu nennen. Im Basisszenario wurde ein Ausbau bis 2030 auf einen Fernwärme-Absatz von 230 GWh/a durch die swt unterstellt. Allein ein Ausbau auf 230 GWh/a würde einem Zuwachs von über 70 % gegenüber der Situation von 2019/2020 entsprechen. Das KSP sah einen Ausbau bis auf 300 GWh/a vor (ca. 124 % gegenüber 2019/2020) was für das Plus-Szenario angenommen wurde (Abbildung 30).

Zum Zeitpunkt dieser Festlegung (Gemeinderatsbeschluss vom 26.11.2020) lagen allerdings weder eine kommunale Wärmeplanung noch Transformationsplanungen oder gar konkrete Ausbauplanungen vor. *„Im Rahmen der Transformationsplanung für den Netzverbund Süd hat sich [jetzt] gezeigt, was realistisch und unter Berücksichtigung verschiedenster Randbedingungen möglich ist. Dieser Ausbaupfad und vor allem*

auch die Fernwärmeausbaugebiete (welche auf den KWP-Fernwärmeeignungsgebieten basieren)"[12], konnten jetzt festgelegt werden. Es existiert aktuell ein, auch mit der Stadtverwaltung, breit abgestimmtes Zielnetz für 2028/2029, welches der Plangröße eines Ausbaus auf 230 GWh/a für 2030 entspricht.

Insgesamt stehen die swt vor gewaltigen Herausforderungen finanzieller und personeller Art. Die *„durch die Energiekrise verursachte massive Kostensteigerung bei Erzeugungsanlagen und dem Rohrleitungsbau [stellen] eine enorme finanzielle Belastung für das Unternehmen [dar]. Zudem fehlen Kommunaldarlehen und neue Wege zur Kreditbeschaffung sind zu erarbeiten."* Hinzu kommt, dass das BEW-Förderprogramm aktuell ausgesetzt ist. Die finanziellen Herausforderungen sind somit bereits jetzt sehr groß und weitere bzw. höhere Zielstellungen erfordern zwingend die Bereitstellung weitere finanzielle Ressourcen.

Ähnlich stellt es sich im Bereich der personellen Ressourcen dar. Es bestand und besteht *„ein hoher Druck auf dem Arbeitnehmermarkt für Unternehmen in der Energiebranche, die zusätzliches Personal nur verzögert und nicht in voller Ausprägung für die Umsetzung des sehr ambitionierten Programms für die swt verfügbar machten."*

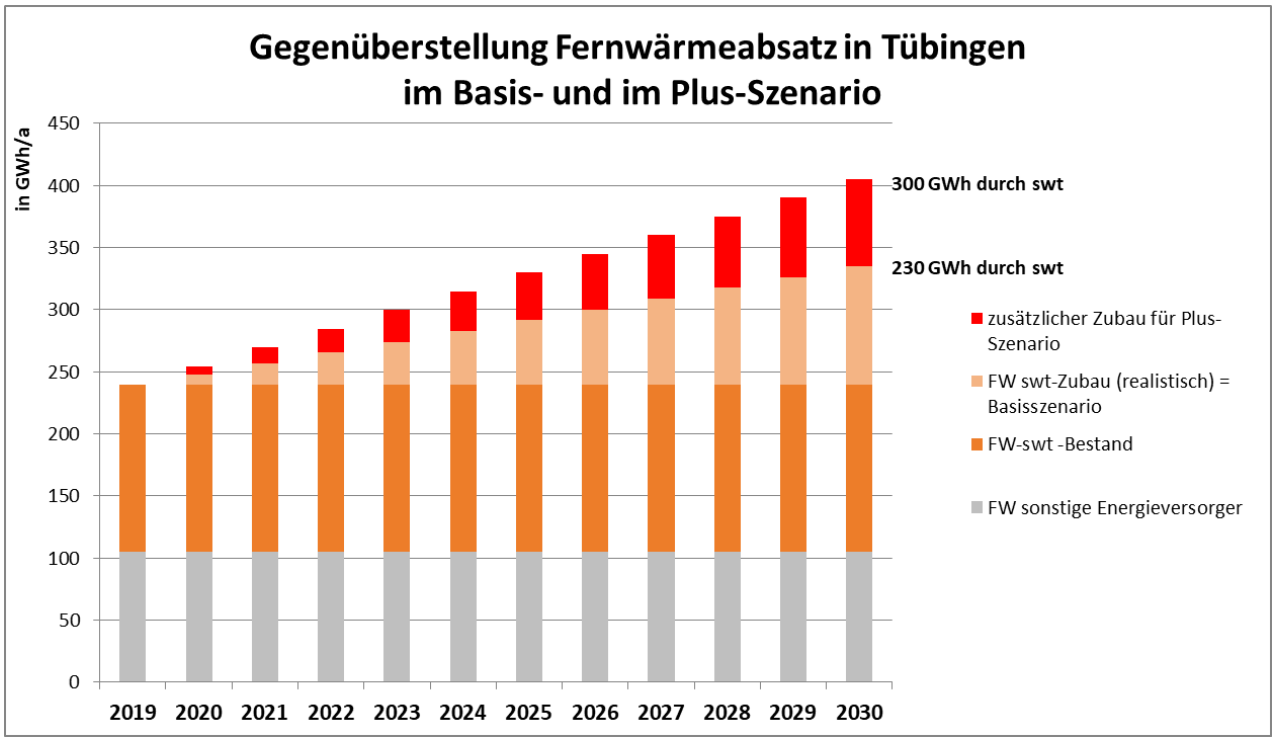


Abbildung 30: Gegenüberstellung des Fernwärmeabsatzes im Basis- und im Plusszenario (FW = Fernwärme)

[12] Die hier und im Folgenden als Zitate gekennzeichneten Textpassagen entstammen einer Stellungnahme der Stadtwerke vom 19.07.2024.

Die Stadtwerke Tübingen signalisieren jedoch, dass sie trotz dieser Herausforderungen grundsätzlich bereit sind, *„gemeinsam mit der Stadtverwaltung … Maßnahmen [anzugehen], um den Ausbau zu beschleunigen.“* Es ist unverkennbar, dass die Bemühungen zu einem weiteren Ausbau der Fernwärme fortgesetzt werden, wobei aber der Blick für die komplizierten Rahmenbedingungen nicht verlorengehen darf.

Bei der Umstellung von fossilen Heizungsanlagen (vorrangig Erdgas, untergeordnet Heizöl und Flüssiggas) besteht keine unmittelbare Einflussmöglichkeit der Stadt bzw. der swt. Hier liegen die Entscheidungen bei den einzelnen Gebäudeeigentümern, die nur an das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gebunden sind. Darüber hinaus ist eine Einflussnahme durch die Stadt schwierig, um die Lücke zwischen Basis- und Plusszenario zu schließen (Abbildung 31).

Zur Erreichung des Plus-Szenarios, das unterstellt, dass jede außer Betrieb genommene Heizungsanlage künftig durch eine Wärmepumpe oder eine andere klimaneutrale Heizung ersetzt wird, müsste vor allem erreicht werden, dass die Übergangsregelungen und Ausnahmetatbestände des GEG sowie die Möglichkeit zur Errichtung von Hybrid-Anlagen gemäß GEG § 71 Abs. 3 Ziff. 6 i.V.m. § 71h Abs. 1 (35 % der Wärmeerzeugung nach wie vor durch fossile Energieträger) nicht in Anspruch genommen werden. Hierfür wäre ein deutlicher Ausbau des Beratungsangebotes für Gebäudeeigentümer:innen erforderlich, was sofort zusätzliche personelle Ressourcen erfordern würde. Zusätzlich müsste ein über die staatliche Förderung hinausgehendes kommunales Förderprogramm den Einbau klimaneutraler Heizungen noch attraktiver machen. Die Erreichung des Plus-Szenarios erfordert also auch hier die Bereitstellung zusätzliche finanzieller und personeller Ressourcen.

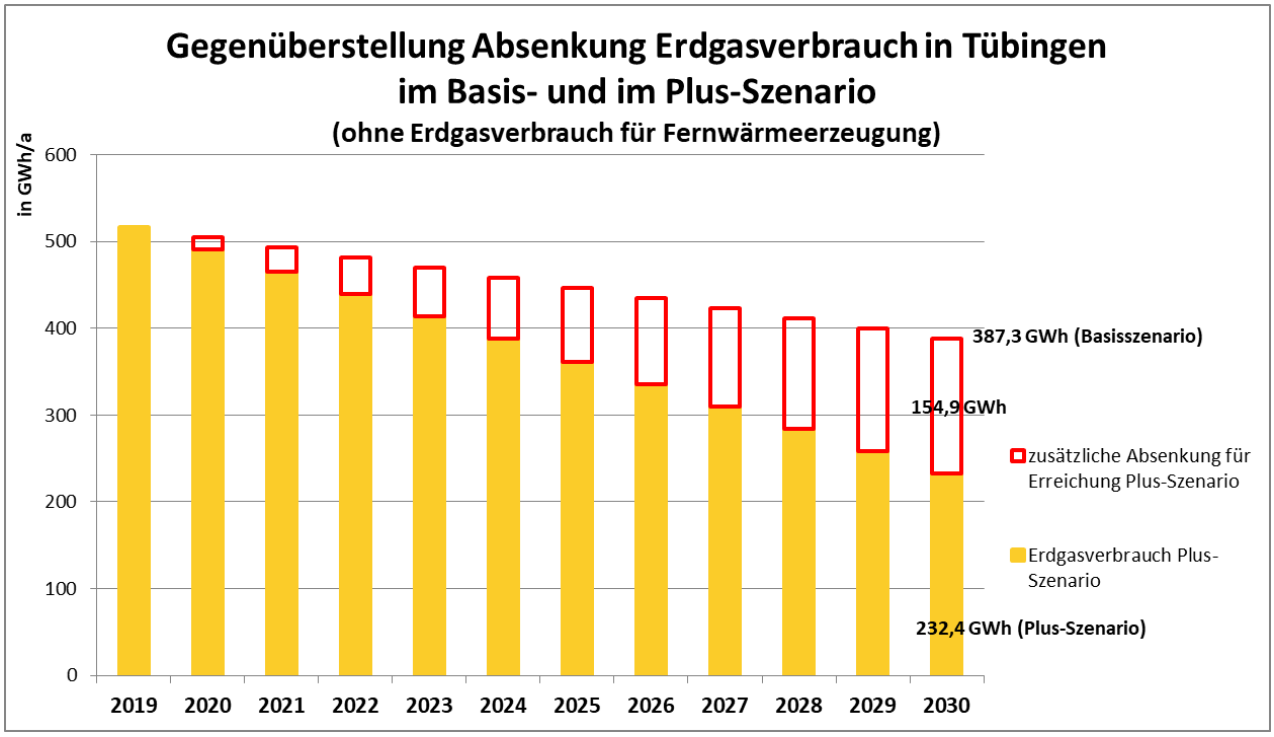


Abbildung 31: Gegenüberstellung des Erdgasverbrauchs im Basis- und im Plusszenario (ohne Erdgasverbrauch für die Fernwärmeerzeugung)

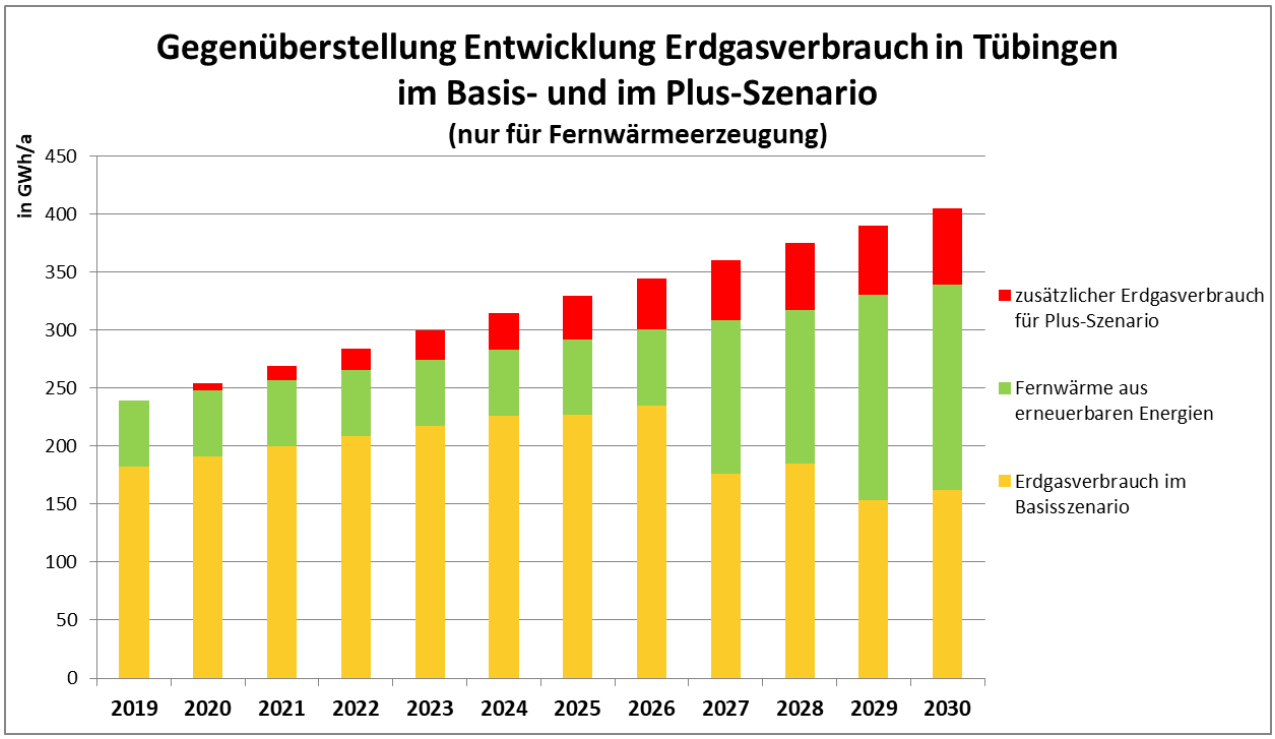


Abbildung 32: Gegenüberstellung der Entwicklung des Erdgasverbrauchs im Basis- und im Plusszenario (nur für die Fernwärmeerzeugung)

Wie aus Abbildung 32 ersichtlich, ist im Plus-Szenario der Erdgasverbrauch für die Erzeugung der Fernwärme höher als im Basisszenario. Bedingt ist dies vor allem dadurch, dass ein Ausbau der Fernwärme der Stadt Tübingen im Plus-Szenario auf 300 GWh/a angestrebt wird, der Ausbau der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in beiden Szenarien aber gleich ist. Gemäß dieser Modellierung würde im Plus-Szenario Jahr 2030 mehr Erdgas für die Fernwärmebereitstellung benötigt als in den vergangenen Jahren, weil die zusätzlich geplanten Anlagen zur Wärmeversorgung aus EE erst nach 2030 fertiggestellt werden. Grundsätzlich sollte der Fernwärmeausbau an den Ausbau der Erzeugungskapazitäten aus EE angepasst werden, um Erdgas so schnell wie möglich aus der Fernwärmeerzeugung zu verdrängen. Das würde jedoch die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der swt überfordern, da dann auch Maßnahmen wie die Errichtung von Flusswärmepumpen, die erst nach 2031 geplant sind, schon vorher durchgeführt werden müssten.

Mobilität

Im Bereich der Mobilität ergibt das Basisszenario einen Rückgang der THG-Emissionen von nur 18 Prozent, obwohl dort bereits mit einem Rückgang der Fahrleistungen im Motorisierten Individualverkehr (MIV) von 10 Prozent und einem Anteil von 30 Prozent E-Fahrzeugen gerechnet wird. Im Plusszenario beträgt der Rückgang 38 Prozent unter der Annahme, dass die Fahrleistungen des MIV um 20 Prozent sinken und der Elektrifizierungsgrad bei Pkws auf 40 Prozent steigt. Das KSP geht sogar von einem Rückgang der Fahrleistungen im MIV von 30 Prozent aus, eine Zahl die im Zeitraum bis 2030 mit Sicherheit nicht zu erreichen sein wird und die selbst dann die THG-Emissionen nur auf etwa 58 Prozent des Ausgangswerts reduzieren würde.

Da der weitaus größte Anteil der THG-Emissionen durch Verbrennungsmotoren in privaten Pkw und Lkw verursacht wird, ist die Einflussnahme der Stadt begrenzt. Nur beim Ersatz von Diesel- durch Elektrofahrzeuge im ÖPNV kann die Stadt einen direkten Einfluss auf die THG-Emissionen nehmen. Die Umstellung auf Elektrobusse ist bereits im Gange, die Geschwindigkeit ist aber wegen der hohen Investitionskosten von der Bereitstellung von Fördermitteln abhängig.

Beim Ersatz des fossil betriebenen MIV setzt die Stadt auf eine Mischung aus alternativen Angeboten (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr, Carsharing), Förderung der E-Mobilität und Beschränkungen (Durchfahrtsverbote für den MIV, Parkraumbewirtschaftung usw.). Diese Vielfalt von Maßnahmen, die alle große finanzielle und personelle Ressourcen erfordern, können nur an einer einzigen Stellgröße ansetzen: dem Nutzerverhalten der Tübingerinnen und Tübinger sowie der Einpendler und Besucher.

Für eine Beschleunigung braucht es gesetzliche Rahmenbedingungen, die die Anschaffung und Nutzung von E-Fahrzeugen begünstigen, den Ausbau des Umweltverbunds fördern und es den Kommunen erlauben, restriktiv gegen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren vorzugehen. Hier hat sich z.B. die Ausweisung von Umweltzonen als wirksam erwiesen, allerdings mit der Folge, dass diese in Tübingen wegen zurückgegangener Schadstoffkonzentrationen wieder aufgehoben wird (https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/tuebingen/umweltzonen-reutlingen-tuebingen-werden-aufgehoben-100.html) und nicht als Instrument für den Klimaschutz umgebaut werden kann.

Im KSP sind bisher keine Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen aus dem Güterverkehr enthalten, der im Jahr 2030 etwa 40 Prozent des Energieverbrauchs im Verkehr verursachen wird. Am ehesten wird hier der regionale Lieferverkehr Fortschritte machen, die allerdings stark von der Markt- und Preisentwicklung abhängig sind. Die Entwicklung durch städtische Fördermittel zu beschleunigen, erscheint im Moment durch die angespannte Haushaltslage schwierig.

7. Ergänzungs-Szenario

Die Aufgabenstellung für dieses Gutachten beinhaltet auch die Erstellung eines „Ergänzungs-Szenario mit Maßnahmen der Kategorie (C), das aufzeigt, welche Maßnahmen umgesetzt werden müssen, um die Lücke zu „netto null“ von Basis- und Plus-Szenario bis 2030 zu schließen”. Unstrittig ist, dass dies Maßnahmen sein müssten, die geeignet sind, den (gemäß den Kapiteln 5.2 und 5.3) verbleibenden Einsatz fossiler Energieträger im Bereich Mobilität und Wärme noch weiter, möglichst auf null, zu reduzieren.

7.1. Strom

Auch wenn beim Strom rechnerisch die Klimaneutralität in diesem Jahrzehnt in Reichweite ist, gibt es in Tübingen noch sehr viele Dach- oder Fassadenflächen sowie weitere versiegelte Flächen, die für eine Nutzung durch PV geeignet sind und unbedingt erschlossen werden sollten. Es gibt bereits ein Förderprogramm für PV-Anlagen auf privaten und gewerblichen Dächern[13], das jedoch immer überzeichnet ist. Eine Aufstockung der Förderung würde deshalb den PV-Ausbau weiter beschleunigen. Es sollte dabei geprüft werden, ob auch mit geringeren Fördersätzen eine überzeugende Förderung möglich ist und so die Kosten pro Einheit gesenkt werden können.

Ein Ausbau der EE-Erzeugung außerhalb des Stadtgebiets über die aktuellen Planungen hinaus würde die Klimaschutzleistungen nur über einen kurzen Zeitraum steigern und darüber hinaus bei den swt Mittel binden, die dringend bei der Wärmeversorgung benötigt werden. Innerhalb Tübingens sollte vorrangig die Nutzung aller geeigneten Dach- und Fassaden-flächen für die PV-Erzeugung sowie der Ausbau der Windkraft angestrebt werden.

7.2. Mobilität

Im Bereich Mobilität ist die zentrale Stellgröße die Anzahl der Pkw und Lkw mit Verbrennungsmotoren. Da der Kauf und Betrieb eines Kfz eine individuelle Entscheidung darstellt und ein Verbot der Neuzulassung von Pkw (nur Pkw!) gemäß EU-Richtlinie erst ab 2035 greift, wird keine rechtliche Grundlage gesehen, auf kommunaler Ebene derartige Kaufentscheidungen direkt beeinflussen zu können. Es gibt keine gesetzlichen Grundlagen, die ein unmittelbares Verbot von Verbrennungsmotoren zulassen.

Eine weitere Senkung der THG-Emissionen kann also nur durch Anreize und das verbesserte Angebot von Alternativen des Umweltverbunds oder durch verkehrsrechtliche Einschränkungen für den gesamten MIV erreicht werden. Im KSP wurden dazu eine Anzahl von sich ergänzenden Maßnahmen entwickelt und zum

[13] https://www.tuebingen.de/verwaltung/uploads/foerderrichtlinie_photovoltaikanlagen_stromspeicher_2024.pdf

Teil bereits umgesetzt. Da es besonders bei der Umverteilung von Straßenraum zu Interessenskonflikten kommt, brauchen diese Maßnahmen einen langen Vorlauf und eine sorgfältige Planung.

Beim Ersatz des fossil betriebenen motorisierten Individualverkehrs (MIV) setzt die Stadt auf eine Mischung aus alternativen Angeboten (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr, Carsharing), Förderung der E-Mobilität und Beschränkungen (Durchfahrtsverbote für den MIV, Parkraumbewirtschaftung usw.). Diese Vielfalt von Maßnahmen erfordert bereits im Plus-Szenario große finanzielle und personelle Ressourcen. Deshalb kommen in diesem Bereich zusätzliche Maßnahmen eher in Frage, wenn sie den Haushalt nicht stark belasten. Beispiele hierfür sind weitere Straßensperrungen für den MIV, eine Verteuerung von Parklizenzen und Parkgebühren sowie die Reduzierung von Parkplätzen.

Die Modal-Split-Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, dass der MIV-Anteil trotz Ausbau von ÖPNV, Rad- und Fußverkehr sowie Carsharing-Angeboten nur langsam sinkt (Kapitel 2). Deshalb ist die Elektrifizierung des MIV ein weiterer Hebel, den die Stadt durch den Ausbau der Ladeinfrastruktur fördern kann. Durch Umwidmung von Parkplätzen zu Ladestationen wird das Angebot für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor reduziert und die Nutzung elektrischer Fahrzeuge gefördert.

Als weitere Maßnahme könnte die Stadt bei der Neuanschaffung eines E-Fahrzeuges ältere Gebrauchtfahrzeuge mit schlechten Emissionswerten durch attraktive Kaufpreise aus dem Markt „herauskaufen“ und einer Verschrottung zuführen, so dass diese Fahrzeuge nicht mehr (auch nicht bei anderen Fahrzeughaltern) am Straßenverkehr teilnehmen.

Bisher enthält das Klimaschutzprogramm keinerlei Maßnahmen zur Förderung oder Unterstützung eines klimafreundlicheren Güter- und Lastenverkehrs. Der überörtliche Verkehr und der Durchgangsverkehr kann durch kommunale Klimaschutzmaßnahmen kaum oder gar nicht beeinflussen werden. Für den innerstädtischen Güterverkehr kann aber durch ähnliche Maßnahmen wie beim Pkw-Verkehr auf mehr Klimaschutz hingewirkt werden. Insbesondere sollte eine kommunale Kaufprämie für E-Fahrzeuge, sofern sie eingeführt wird, nicht auf Pkws beschränkt bleiben, sondern mindestens auf Lieferwagen und kleine Lkw mit E-Antrieb ausgedehnt werden.

7.3. Wärme

Im Bereich der Wärmeversorgung könnte die Stadt Tübingen im Prinzip die Fernwärmeversorgung schon bis 2030 vollständig auf erneuerbare Energien umrüsten und damit klimaneutral zu stellen. In diesem Bereich hat sie mit den Stadtwerken Tübingen einen Partner, auf den sie als Kommune unmittelbaren Einfluss hat.

Im KSP sind bereits Maßnahmen der Kategorie B und C enthalten, die technisch realisierbar scheinen, aber erst nach dem Jahr 2030 umgesetzt werden sollen (4.1). In Maßnahme W5 III ist der Bau weiterer Großwärmepumpen nach 2030 vorgesehen, die ein jährliche Minderungspotential von bis zu 24.000 Tonnen CO_{2eq} haben. Die Integration von Solarthermie in die Fernwärme (Maßnahme W5 I) hat ein Potential von 4.600 Tonnen CO_{2eq} -Einsparungen. Die Einbindung von Abwärmequellen, die aus der KWP bekannt sind

(Maßnahme W3 III), könnten 7.000 Tonnen CO_{2eq} einsparen. Allerdings verfügen die Stadtwerke Tübingen nur über begrenzte personelle und finanzielle Kapazitäten. Planungs- und Genehmigungsverfahren haben einen langen Vorlauf. Zusätzlich müsste der Leitungsbau für Wärmenetze beschleunigt und die Anschlussquoten für die Abnehmer der Wärme erhöht werden.

Die im Plus-Szenario unterstellten Ausbaupfade bei den Stadtwerken für die erneuerbare Fernwärmeversorgung sind bereits sehr ambitioniert. Eine weitergehende Beschleunigung wäre nur mit extremen Anstrengungen, insbesondere sehr hohen finanziellen Belastungen zu erreichen.

Geld müsste entweder direkt über den städtischen Haushalt oder in Form von Bürgschaften der Stadt, die eine entsprechende Kreditaufnahme der swt am Kapitalmarkt erleichtern, zur Verfügung gestellt werden. Mit diesen zusätzlichen finanziellen Mitteln müsste zunächst zusätzliches Personal für Planungs-, Ausschreibungs-, Koordinierungs- und Baubegleitungsaufgaben bei den swt gewonnen werden und anschließend könnten die eigentlichen Investitionen in Erzeugungskapazitäten und Netzausbau realisiert werden. Selbstverständlich werden damit die Probleme bezüglich der Engpässe bei den ausführenden Firmen noch nicht behoben und auch lange Planungs- und Genehmigungsverfahren lassen sich nur bedingt beschleunigen, aber erste Schritte zur Beschleunigung des Fernwärmeausbaus wären getan.

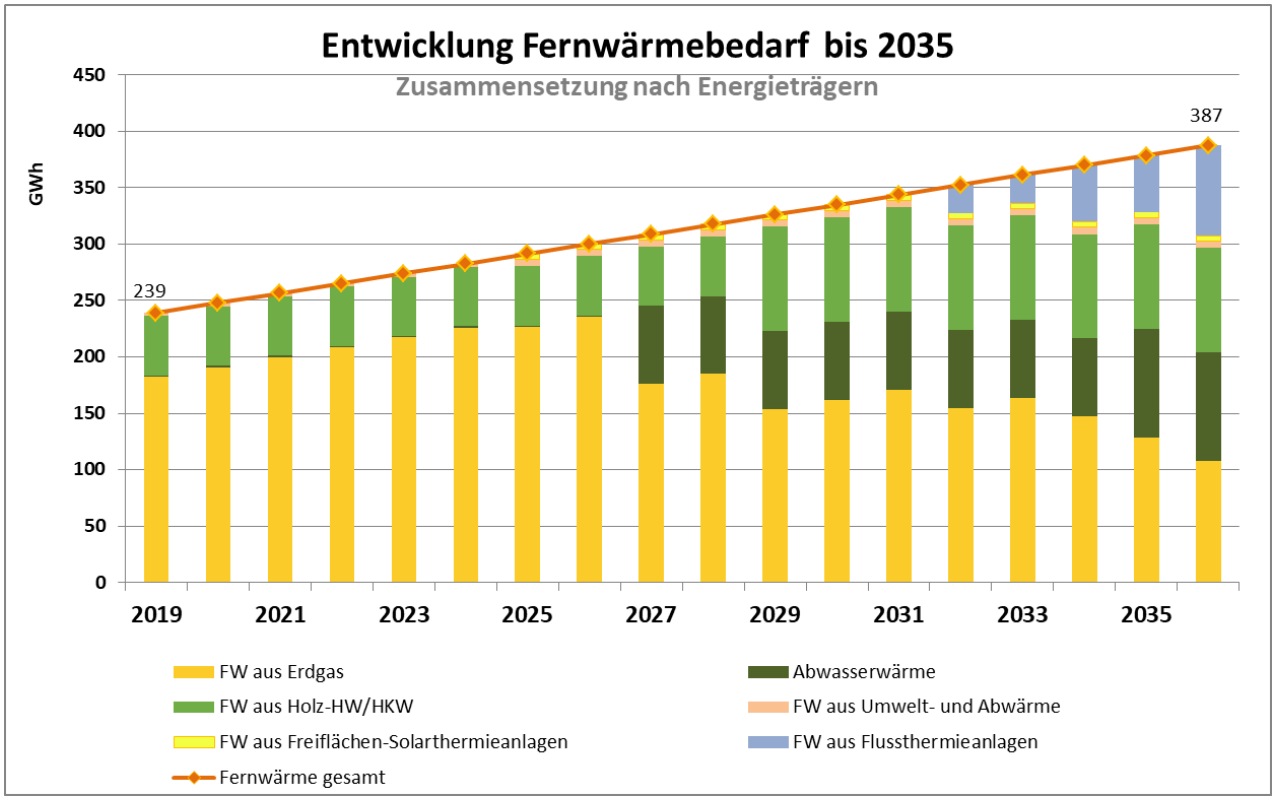


Abbildung 33: Entwicklung des Fernwärmebedarfs und die Zusammensetzung nach Energieträgern bis zum Jahr 2035

Für die Fernwärmeversorgung wurde deshalb die Entwicklung über das Jahr 2030 hinaus modelliert, weil aus heutiger Sicht bestimmte Ausbaustufen der erneuerbaren Fernwärmeversorgung erst nach 2030 umgesetzt werden können. Das betrifft die dritte Ausbaustufe der Wärmerückgewinnung aus der Kläranlage mittels Wärmepumpe (auf dann 95 GWh/a) und die schrittweise Errichtung von Flussgroßwärmepumpen (drei Ausbaustufen in den Jahren 2031, 2033 und 2035 auf insgesamt 80 GWh/a). Wenn man weiterhin annimmt, dass auch der Ausbau der Fernwärmeanschlüsse kontinuierlich zunimmt (hier Extrapolation der Entwicklung gemäß Basisszenario unterstellt), dann ergibt die Modellierung (Abbildung 33), dass auch im Jahr 2035 das Erdgas noch nicht vollständig aus der Fernwärmeerzeugung verdrängt sein wird. Erdgas würde immer noch zu einem reichlichen Viertel bzw. in der Größenordnung von rund 100 GWh/a für die Fernwärmeerzeugung benötigt werden.

Es wäre also erforderlich, weitere Wärmequellen für die Fernwärmebereitstellung zu erschließen. Hier ist vor allem an die Nutzung von Solarthermie und Geothermie, möglichst in Kombination miteinander im Sinne der Regeneration der Erdwärmesonden bzw. der Wärmespeicherung im Untergrund, zu denken. Für beide Ansätze existieren jedoch bisher keine konkreteren Überlegungen oder gar Zeitpläne, so dass sie in der Modellierung bisher nicht berücksichtigt werden konnten.

Abschließend soll dargestellt werden, welche zusätzlichen Potentiale überhaupt verbleiben, um die Wärmeversorgung nach 2030 auf EE umzustellen. In Abbildung 34 sind die Abdeckung des Wärmeverbrauchs im Plus-Szenario im Jahr 2030 (1) und die Energieträgerzusammensetzung dieser Wärmeerzeugung (2) gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass Erdgas einerseits bei dezentralen Heizungen und andererseits für die Erzeugung von Fernwärme noch eine wichtige Rolle spielen wird. Dem gegenüber stehen Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung (3), die aber bis 2030 noch nicht im vollen Umfang erschlossen sein werden.

Zunächst ist davon auszugehen, dass weitere Einsparpotenziale bei den energetischen Sanierungen von Gebäuden bestehen, die nach 2030 umgesetzt werden. Dadurch kann der Wärmebedarf weiter gesenkt und die Versorgung mit EE dadurch erleichtert werden. Bei den dezentralen Heizungen wird sich die Umstellung auf Wärmepumpen fortsetzen. Welche Dynamik dieser Prozess nach 2030 haben wird, ist schwierig vorherzusagen.

Tabelle 1: Potenziale für die Wärmeversorgung im Ergänzungsszenario

	Potenziale in GWh/a	% des Wärmeverbrauchs von 2030
Energieeinsparung	63	7%
Flussthermie	80	9%
Solarthermie	100	11%
Erdwärme	40	4%
Wasserstoff/grüne Gase	63	7%

Bei der Umstellung der Fernwärme auf erneuerbare Energien wird neben der Nutzung von Holz als Primärenergieträger sowie der Nutzung der Abwärme der Kläranlage zunächst die Wärmegewinnung aus dem Neckar (Flussthermie) eine Rolle spielen (Tabelle 1). Das Projekt „Flussthermie“ ist bereits für den Zeitraum nach 2030 bis 2035 eingeplant (siehe Abbildung 33). Weitere Potenziale bestehen für die Nutzung der Solarthermie (Maßnahme W 5 I) mit Potenzialen von bis zu 100 GWh/a und die Nutzung von Erdwärme (Maßnahme W 5 II) mit Potenzialen von bis zu 60 GWh/a. Diese Vorhaben sind zwar im KSP enthalten, es gibt jedoch erst Voruntersuchungen und noch keine konkreten Planungen für eine Umsetzung. Eine Realisierung ist vor dem Jahr 2035 unsicher. Deshalb wurden die Maßnahmen in die Modellierungen bis 2030 bzw. 2035 nicht einbezogen.

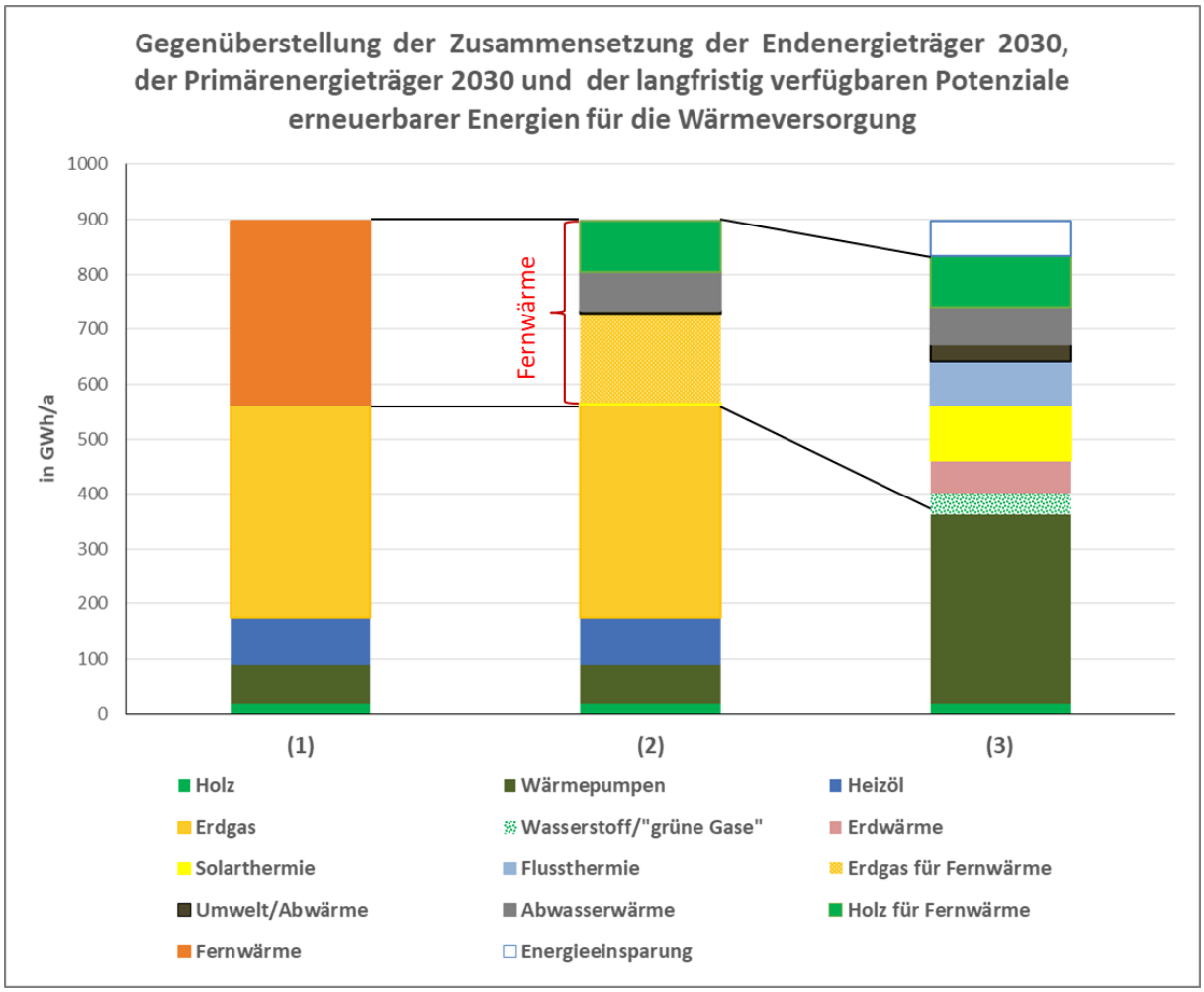


Abbildung 34: Gegenüberstellung der Energieträgerzusammensetzung im Plus-Szenario 2030 und der noch zur Verfügung stehenden Potenziale erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung [(1) Wärmeverbrauch 2030, (2) Energieträgerzusammensetzung 2030, (3) Potenziale erneuerbarer Energien]

Für die kommunale Wärmeplanung wurde angenommen, dass grüne Gase bis zu 18 % der Wärmeversorgung decken können. Welche Rolle grüner Wasserstoff bzw. andere grüne Gase in Zukunft spielen werden,

ist jedoch noch weitgehend unklar. Deshalb wurden in Abbildung 34 und Tabelle 1 nur so viele grüne Gase angenommen, dass sie die Deckungslücke schließen können. Alternativ ließe sich auch der Holzanteil bei der Fernwärme vergrößern.

Bei der Vielzahl der immer noch vorhandenen Einzelheizungsanlagen auf Erdgas- bzw. Heizölbasis fehlt eine gesetzliche Grundlage, um Gebäudeeigentümer vorfristig zu veranlassen, die Heizungsanlage auf erneuerbare Energien umzustellen. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) orientiert zwar auf Umstellung einer Heizungsanlage auf erneuerbare Energien, wenn diese außer Betrieb genommen werden muss, aber beinhaltet keine Möglichkeit den Gebäudeeigentümer zu zwingen, eine moderne, erst vor wenigen Jahren eingebaute Erdgasheizung bereits heute oder bis 2030 stillzulegen und durch eine Heizung auf der Basis von EE zu ersetzen. Und das Gesetz enthält auch keine Verordnungsermächtigung auf landes- oder kommunaler Ebene für ein solches Vorgehen eine Rechtsgrundlage zu schaffen.

Es müssen also die (überwiegend privaten) Gebäudeeigentümer gezielt motiviert werden, beschleunigt fossile Energieträger abzulösen. „Beschleunigt“ bedeutet in diesem Kontext, dass Gebäudeeigentümer ihre fossilen Wärmerzeugungsanlagen durch Anlagen auf der Basis erneuerbarer Energieträger ablösen, bevor sie dazu gemäß den geltenden gesetzlichen Regelungen (vor allem durch das GEG) zwingend verpflichtet sind. Für die Gebäudeeigentümer würde dies eine vorgezogene Investition darstellen, die durch ein oder mehrere attraktive kommunale Förderprogramme sowohl bei der vorangehenden Beratung als auch beim eigentlichen Heizungstausch unterstützt werden sollte. Diese Förderprogramme sind so auszulegen, dass Übergangsregelungen gemäß GEG nicht in Anspruch genommen werden und auch Hybrid-Heizungen (GEG § 71 Abs. 3 Ziff. 6 und 7) nach Möglichkeit nicht zum Einsatz kommen.

Diese Förderprogramme wären das zentrale Instrument zur Beschleunigung der „Wärmewende“ außerhalb der jetzigen und künftigen Wärmenetzgebiete. Je attraktiver und unbürokratischer diese Förderprogramme ausgestaltet sind, desto größer dürfte ihre Wirkung sein. Weiterhin müssen diese kommunalen Förderprogramme so ausgestaltet sein, dass sie die (zum Zeitpunkt ihres Inkrafttretens geltenden) Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene sinnvoll ergänzen. Die Kumulation mit anderen Förderprogrammen muss selbstverständlich zulässig sein. Eine klar formulierte und terminierte Degression der Förderquoten könnte dazu führen, dass entsprechende klimafreundliche Investitionen tatsächlich in Größenordnung vorgezogen werden und Gebäudeeigentümer selbst Heizungsanlagen, die noch nicht ausgetauscht werden müssten, bereits kurzfristig durch neue klimafreundliche Heizungen ersetzen. Die bereits bestehende Tübinger Förderrichtlinie zur Sanierungsprämie[14] müsste dazu überarbeitet und vor allem mit entsprechenden finanziellen Mittel ausgestattet werden.

Neben der direkten Förderung können durch den Ausbau und die Intensivierung der Beratungsleistungen möglichst viele Eigentümerinnen und Eigentümer zum Umbau bewegt und dabei Fördermittel aus den Bundesprogrammen gehoben werden.

[14] https://www.tuebingen.de/verwaltung/uploads/sanierungspraemie_foerderrichtlinie.pdf

Die Liegenschaften des Landes Baden-Württemberg (Universität und Krankenhäuser) haben einen großen Anteil an den Energieverbräuchen in Tübingen und stellen deshalb einen Hebel zur Senkung der THG-Emissionen dar. Die Landesliegenschaften sollen nach KSG BW die netto-Klimaneutralität bis 2030 erreichen (§11 KSG BW) und würden deshalb den Zielsetzungen der Stadt entsprechen. Für die Einrichtungen des Landes liegen bisher noch keine Planungen zur Umsetzung dieses Ziels vor. Auch wenn die Stadt auf die Umsetzung keinen direkten Einfluss hat, sollte die Einhaltung der Ziele aus dem KSG BaWü mit Nachdruck durch die Politik eingefordert werden.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2006 - 2021 in t; Bilanzierungstools: 2006 - 2009 ECOSPEED Region; 2010 - 2021 BICO2 BW. (Quelle: Anlage zur Vorlage 77/2024) 2
Abbildung 2: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t und Extrapolation dieses Trends in die Zukunft (ohne Anrechnung von Klimaschutzleistungen für das Ziel netto-null) 3
Abbildung 3: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Energiesektor Strom 4
Abbildung 4: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Wärmeenergiesektor und Extrapolation dieses Trends in die Zukunft 5
Abbildung 5: Absolute energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) von 2010 - 2021 in t für den Energiesektor Verkehr/Mobilität 6
Abbildung 6: Gegenüberstellung der SrV-Erhebungen (System repräsentativer Verkehrsbefragungen) der Jahre 2013 und 2018 für die Stadt Tübingen 7
Abbildung 7: Auswertung von Kfz-Zulassungszahlen für die Stadt Tübingen hinsichtlich des Zuwachses an zugelassenen Kfz und der spezifischen Pkw-Ausstattung (je 1.000 Einwohner) im Zeitraum 2013 bis 2022 9
Abbildung 8: Trend der absoluten energiebedingte CO_2-Emissionen (inkl. Vorketten) für den Zeitraum 2010 - 2021 und Fortschreibung dieser Entwicklungen in die Zukunft (ohne Anrechnung von Klimaschutzleistungen für das Ziel netto-null) 10
Abbildung 9: Verteilung der THG-Emissionen auf die Energiesektoren Strom, Wärme, Verkehr im Jahr 2021 12
Abbildung 10: Übersicht über die im KSP enthaltenen Maßnahmen und ihre Einordnung in die Kategorien 19
Abbildung 11: Prognose Endenergiebedarf Strom im Basisszenario 43
Abbildung 12: Prognose THG-Bilanz Strom im Basisszenario 43
Abbildung 13: Prognose Endenergiebedarf Strom im Plus-Szenario 43
Abbildung 14: Prognose THG-Bilanz Strom im Plus-Szenario 43
Abbildung 15: Prognose der Klimaschutzleistungen der Stadt Tübingen durch Erzeugung erneuerbarer Strom im Basisszenario 45
Abbildung 16: Prognose Fahrleistungen im Basisszenario 48
Abbildung 17: Prognose Endenergiebedarf im Basisszenario 48
Abbildung 18: Prognose Fahrleistungen im Plus-Szenario 48
Abbildung 19: Prognose Endenergiebedarf im Plus-Szenario 48
Abbildung 20: Prognose THG-Bilanz Verkehr im Basisszenario 49
Abbildung 21: Prognose THG-Bilanz Verkehr im Plus-Szenario 49
Abbildung 22: Prognose Heizwärmeverbrauch im Basisszenario 54
Abbildung 23: Prognose Fernwärmeverbrauch im Basisszenario 54
Abbildung 24: Prognose Heizwärmeverbrauch im Plus-Szenario 54
Abbildung 25: Prognose Fernwärmeverbrauch im Plus-Szenario 54
Abbildung 26: Prognose THG-Bilanz Wärmeversorgung im Basisszenario 55
Abbildung 27: Prognose THG-Bilanz Wärmeversorgung im Plus-Szenario 55
Abbildung 28: Prognose der Entwicklung von Trend-, Basis- und Plusszenario 57
Abbildung 29: Entwicklung und Prognose der THG-Emissionen in Tübingen unter Berücksichtigung der Klimaschutzleistungen 58
Abbildung 30: Gegenüberstellung des Fernwärmeabsatzes im Basis- und im Plusszenario 60

Abbildung 31: Gegenüberstellung des Erdgasverbrauchs im Basis- und im Plusszenario (ohne Erdgasverbrauch für die Fernwärmeerzeugung) 62
Abbildung 32: Gegenüberstellung der Entwicklung des Erdgasverbrauchs im Basis- und im Plusszenario (nur für die Fernwärmeerzeugung) 62
Abbildung 33: Entwicklung des Fernwärmebedarfs und die Zusammensetzung nach Energieträgern bis zum Jahr 2035 67
Abbildung 34: Gegenüberstellung der Energieträgerzusammensetzung im Plus-Szenario 2030 und der noch zur Verfügung stehenden Potenziale erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung 69