

Berichtsvorlage

zur Behandlung im: **Ausschuss für Planung, Verkehr, Energie und Umwelt**

zur Kenntnis im:

Betreff: Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen (2003 - 2009)

Bezug: Vorlage 147/07

Anlagen: Bezeichnung: Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen (2003 - 2009) – pro Fraktion 1 x

Zusammenfassung:

Für Tübingen wurde auf Grundlage von Daten unterschiedlichster Qualität eine Bilanz für den Energieverbrauch und die durch diesen Energieverbrauch (inkl. Vorketten) verursachten Emissionen an Kohlenstoffdioxid (CO₂) für den Zeitraum 2003 bis 2009 ermittelt. Mit der vorliegenden Energie- und CO₂-Bilanzierung soll zum einen der aktuelle Stand dargestellt und zum anderen das Ziel der Klimaschutz-Offensive einer CO₂-Reduktion von 10 % evaluiert werden.

Für das Jahr 2009 lag der direkte Energiebedarf bei 20.382 kWh pro Kopf. Daraus resultieren energiebedingte CO₂-Emissionen von 6,4 Tonnen/EW. In 2004, dem Bezugsjahr für den Gemeinderatsbeschluss 147/2007 lagen die energiebedingten CO₂-Emissionen für Tübingen noch bei 7,37 t CO₂/EW. Somit lagen die Pro-Kopf-Emissionen in 2009 um 13 % unter den Emissionen in 2004.

Darin nicht enthalten sind Bedarf und CO₂-Emissionen aus Flugreisen (im Bundesschnitt waren dies ca. 0,3 Tonnen pro Kopf) und indirekte Emissionen aus dem Konsum von (Vor-)Produkten außerhalb Tübingens. Somit „trägt“ jede Bürgerin und jeder Bürger von Tübingen derzeit einen CO₂-Rucksack von geschätzten 8 bis 9 Tonnen CO₂ mit sich.

Ziel: Information des Gemeinderates über die Umsetzung des Beschlusses 147/2007 zur Reduktion der CO₂-Emissionen sowie die Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Stadtgebiet Tübingen in den Jahren 2003 bis 2009.

Bericht:

1. Anlass / Problemstellung

Die Universitätsstadt Tübingen ist seit 1993 Mitglied im „Klimabündnis/ Alleanza del Clima e.V.“. Mit dieser Mitgliedschaft ist die Stadt Tübingen eine freiwillige Verpflichtung eingegangen den CO₂-Ausstoß alle fünf Jahre um 10 % zu reduzieren. Um dieses Ziel zu bekräftigen hat der Gemeinderat mit Vorlage 147/2007 beschlossen, dass die Verwaltung ein Klimaschutzprogramm aufstellt, das das Ziel verfolgt, den CO₂-Ausstoß bis 2009 um 10 % gegenüber dem Bezugsjahr 2004 zu senken.

2. Sachstand

Durch die Berechnung mit ECO-Region, einem Tool das von mehreren 100 Mitgliedskommunen des Klimabündnisses genutzt wird, wurde der „Startwert“ für das Jahr 2004 von 6,81 (siehe Anlage zur Vorlage 147/2007) auf 7,37 t CO₂/EW korrigiert. Jedoch sind durch die einheitliche Bilanzierung mit ECO-Region die Werte über die Jahre hinweg besser vergleichbar.

Entsprechend dem Beschluss 147/2007 und der Systematik des Klimabündnisses werden aus der Anlage zu dieser Vorlage „Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen (2003 – 2009)“ nur der 5-Jahreszeitraum 2004 bis 2009 betrachtet. In dieser Zeit ist Tübingen in vielerlei Hinsicht gewachsen. Die Einwohnerzahlen wie auch die Zahl der Wohnungen sind um 5,3 % bzw. 3,4 % gestiegen. Auch die Entwicklung beim Energieverbrauch und den energiebedingten CO₂-Emissionen ist im Trend positiv. Von 2004 bis 2009 sind im Ergebnis der Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen über alles

- ✓ der Energieverbrauch absolut um 7 %,
- ✓ der Energieverbrauch pro Kopf um 13 %,
- ✓ die CO₂-Emissionen absolut um 9 % und
- ✓ die CO₂-Emissionen pro Kopf um 13 % gesunken.

3. Vorgehen der Verwaltung

Angesichts der dringlichen Notwendigkeit den Klimawandel zu begrenzen und der mittel- bis langfristigen finanziellen Vorteile der Kommune, der Unternehmen und der Bürgerschaft durch verringerten Energieverbrauch wird die Klimaschutz-Offensive weitergeführt und ausgeweitet. Schwerpunkte der nächsten Jahre bleiben die energetische Sanierung, die Umsetzung von Low-Budget-Maßnahmen und die Motivation, Information und Aufklärungen von Bürgern, Unternehmen und Organisationen, um auch dort die Klimaschutzbemühungen zu steigern.

4. Lösungsvarianten

Die Stadtverwaltung (und ihre Töchter) setzen geänderte Schwerpunkte bei ihrem Engagement zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen.

5. Finanzielle Auswirkungen

Finanziellen Auswirkungen ergeben sich im Rahmen der Umsetzung. Die finanziellen Auswirkungen werden im Rahmen von Vorlagen zu den konkreten Maßnahmen aufgezeigt.

6. Anlagen

Anlage: Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen (2003 - 2009)

**Energie- und CO₂-Bilanz für Tübingen
(2003 - 2009)**

Methodik der Bilanzierung

Für diese Energie- und Kohlenstoffdioxid(CO₂)-Bilanz wurde das Berechnungstool ECO-Region genutzt, ein vom Klimabündnis mitentwickeltes Bilanzierungsprogramm für Kommunen. Das Tool ermittelt auf Grundlage von Einwohner- und Beschäftigungszahlen nach Branchen anhand von bundesweiten Mittelwerten eine sogenannte Startbilanz, auf die immer dann zurückgriffen wird, wenn lokale Daten nicht verfügbar sind.

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Einwohnerinnen und Einwohner	EW	83.137	83.360	83.496	83.740	83.813	85.344	87.788
Anzahl der Wohnungen	-	38.692	39.101	39.264	39.588	39.788	40.149	40.438
Σ Beschäftigte, Beamtinnen und Beamte	-	49.781	50.958	49.097	49.315	51.437	52.247	53.283
davon geringfügig Beschäftigte	-	9.501	10.332	8.008	8.425	9.714	9.796	10.247

Tab. 1: Ausgewählte Grunddaten der Startbilanz

Die Energie- und CO₂-Bilanzierung beruht auf dem Territorialprinzip, d.h. es wird der gesamte Energieverbrauch auf der Gemarkung Tübingen bilanziert. Für die CO₂-Bilanz wird zudem die Vorkette für die Bereitstellung eines Energieträgers angerechnet, so dass nicht nur die CO₂-Emissionen innerhalb des Stadtgebietes berücksichtigt wurden, sondern auch die CO₂-Emissionen, die außerhalb Tübingens durch Abbau, Förderung, Verarbeitung und Transport der Energieträger (z. B. Erdgas, Heizöl, Strom) entstanden. Die Bilanzierung umfasst alle energiebedingten CO₂-Emissionen (Treibstoffe, Strom, Wärme- und Prozessenergie). Den Energieträgern sind dazu spezifische CO₂-Emissionsfaktoren (g CO₂ pro kWh) unterlegt. Da der Flugverkehr für Tübingen nicht im Territorialprinzip bilanziert werden kann, bleibt er für diese Bilanz unberücksichtigt. Aus dem Konsum von Lebensmitteln, Rohstoffen, Waren, etc. von außerhalb Tübingens bedingte (indirekte) CO₂-Emissionen sind in der Bilanzierung ebenfalls nicht enthalten, da dazu keine Daten verfügbar sind.

Innerhalb des Bilanzierungszeitraumes von 2003 bis 2009 ist Tübingen in vielerlei Hinsicht gewachsen. Die Einwohnerzahlen und die Zahl der Wohnungen sind um 5,6 % resp. 4,5 % gestiegen. Bei den Beschäftigten, Beamtinnen und Beamten gab es einen Anstieg von 7 %. Ein Grund für den auffälligen Anstieg der Einwohnerzahlen von 2008 auf 2009 um 3 % ist in Teilen in der 2009 eingeführten Zweitwohnungssteuer zu sehen.

Aufgrund der weiter verfeinerten Berechnungen für den Kraftstoffsverbrauch im motorisierten Individualverkehr weichen die Ergebnisse für den Sektor Verkehr in der vorliegenden Bilanz von der „Energie- und CO₂-Bilanzierung 2003 - 2008“ ab (siehe Vorlage 204/2010). Dadurch ergeben sich gegenüber der Bilanz 2003 - 2008 höhere Energieverbräuche und CO₂-Emissionen.

Datengrundlage

Die Datengrundlage der Bilanz besteht aus Daten unterschiedlichster Qualität (exakte Daten, extrapolierte Daten, bundesweite Mittelwerte und Annahmen). Zum Beispiel:

- Vom Statistischen Landesamt liegen sowohl die Einwohnerzahlen (nur Hauptwohnsitze) und die Anzahl der in Tübingen beschäftigten Beamtinnen und Beamten vor.
- Die Zahlen zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Branchen stammen von der Bundesagentur für Arbeit.
- Die Zahl der geringfügig Beschäftigten wurde über die Minijob-Zentrale ermittelt.
- Die Energieverbrauchsdaten für Strom, Gas und Fernwärme sowie die in Tübingen produzierten Strommengen stammen von den Stadtwerken Tübingen.
- Zahlen zum Energieverbrauch von Universität, Universitätsklinikum und städtischer Liegenschaften stammen von den Einrichtungen direkt.
- Die jährlichen Fahrleistungen stammen vom SVT (Bus), vom Statistischen Landesamt (KFZ/Basis Verkehrszählung 2005 und ihre Fortschreibungen) und aus bundesdeutschen Mittelwerten (z. B. DIW, SPNV).
- Daten zur Fahrzeugflotte Tübinger Halterinnen und Halter stellte die Zulassungsstelle des Landkreises bereit.
- Der Energieertrag aus der Solarthermie wurde über die Zahlen vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) inkl. einem Aufschlag für nicht BAFA-geförderte Anlagen (+ 10 %) und einem durchschnittlichen jährlichen Solarertrag berechnet.
- Es liegen keine Daten für die Gemarkung Tübingen von nichtleitungsgebundenen Energien (Öl, Treibstoff, Flüssiggas und Holz) vor.
- Die vom Tool ECO-Region angebotenen bundesdeutschen Mittelwerte für den Wärmeenergiebedarf von Haushalten wurden über den (überdurchschnittlichen) Fernwärmeabsatz korrigiert. Für die Korrektur wurde ein Anteil der Haushalte am Fernwärmeabsatz der SWT von 62,5% abgeschätzt und die Annahme zugrunde gelegt, dass die Fernwärme primär Heizölheizungen ersetzt.

Energiebilanz der Stadt Tübingen

Der Gesamtendenergiebedarf für Strom, Wärme- und Prozessenergie und Mobilität lag in 2009 im Stadtgebiet Tübingen bei knapp unter 1,8 Milliarden kWh. In Bezug auf die Einwohnerinnen und Einwohner ergibt sich daraus für 2009 ein Energiebedarf von 20.382. kWh/EW. 2003 lag der Wert noch bei 23.446 kWh/EW, also um ca. 13 % höher. Die Verteilung in 2009 auf die einzelnen Energieträger zeigt Abbildung 1.

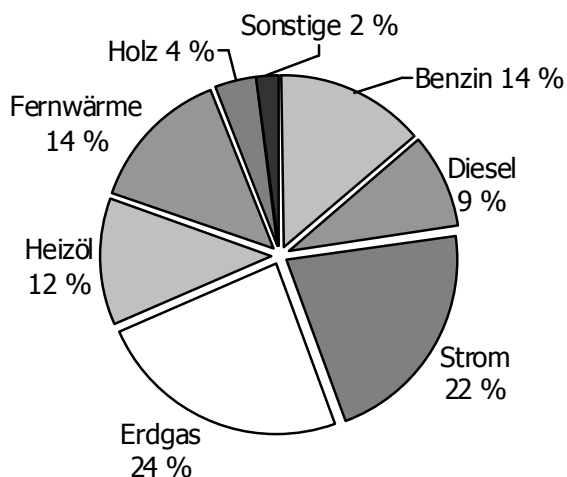


Abb. 1: Verteilung der Energieträger am Gesamtendenergieverbrauch von 1.788 Mio. kWh in 2009

Vergleicht man die Verteilung der Energieträger mit den bundesdeutschen Durchschnittswerten, so fällt auf, dass der Anteil für Fernwärme mit 14 % in Tübingen im Vergleich zu 5 % in Deutschland deutlich höher liegt. Der Grund hierfür sind die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen der Stadtwerke und die zwei Fernheizwerke. Zusammen produzierten diese 251 Mio. kWh Fernwärme in 2009. Der Verbrauch an Benzin und Diesel in Tübingen hingegen liegt mit 23 % leicht unter dem Bundesdurchschnitt von 26 %.

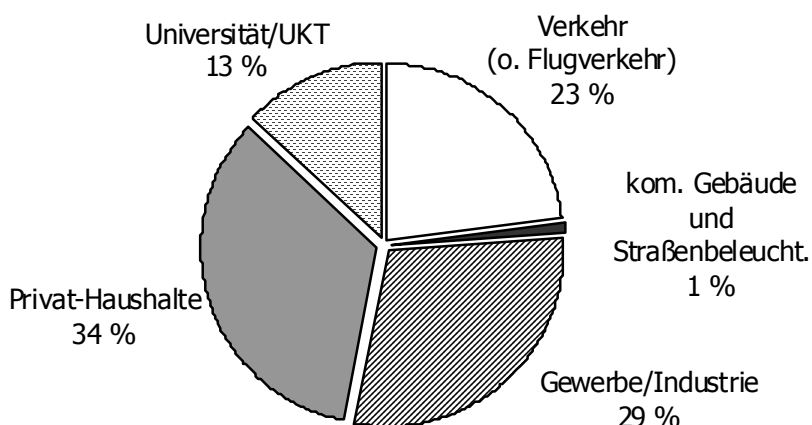


Abb. 2: Sektorale Verteilung des Endenergiebedarfes von 1.788 Mio. kWh in 2009

Aufgrund des außergewöhnlich hohen Energiebedarfs des tertiären Sektors (allein für Universität und UKT zusammen 13 %) ist ein Vergleich mit anderen Städten oder dem Bundesschnitt nur bedingt möglich. Jedoch zeigt sich, dass für den Verkehr eher unterdurchschnittlich (ca. 3 % weniger) und für die privaten Haushalte eher überdurchschnittlich (ca. 4 % mehr) Energie benötigt wird. Die Ursache für den geringeren Bedarf des Verkehrs ist in der geringeren PKW-Dichte in Tübingen mit 388 PKWs pro 1000 Einwohner im Vergleich zum baden-württembergischen Schnitt mit 638 PKW/1000 EW zu sehen (Durchschnitt für D: 504 PKW/1000 EW). Der hohe Energiebedarf der Haushalte ist auf die große Anzahl an Haushalten mit wenigen Personen zurückzuführen (2009 waren ca. zwei Drittel der Tübinger Haushalte Ein-Personen-Haushalte).

Der Endenergiebedarf in Tübingen ging in den Jahren 2003 bis 2009 im Trend von über 1,9 Milliarden kWh auf knapp unter 1,8 Milliarden kWh 2009 zurück. Wobei für den starken Rückgang in 2007 der sehr milde Winter und in 2009 v. a. die Finanz- und Wirtschaftskrise einen wesentlichen Einfluss ha-

ben. Starke Änderungstendenzen zeigen sich jedoch auch beim Einsatz der einzelnen Energieträger. So sinkt der Heizölverbrauch seit Jahren stetig.

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Strom	Mio. kWh	376,7	382,9	392,8	403,8	399,5	400,6	393,9
Erdgas	Mio. kWh	449,4	451,4	436,0	410,3	422,8	481,3	433,4
Fernwärme	Mio. kWh	280,2	280,2	274,7	274,7	257,7	250,4	251,3
Heizöl	Mio. kWh	344,7	310,5	308,0	322,0	208,7	227,6	211,8
Benzin	Mio. kWh	280,6	279,3	265,1	259,2	255,0	249,1	241,7
Diesel	Mio. kWh	135,0	140,7	140,6	146,6	152,8	156,8	161,8
Holz	Mio. kWh	62,1	65,1	66,0	66,9	66,3	72,0	68,3

Tab. 2: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Energieträgern (ohne „Sonstige“)

Strombedarf

In Tübingen bestand 2009 für alle Gebäude und die Infrastruktur ein Strombedarf von 386 Mio. kWh.

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Stromverbrauch (ohne Verkehr)	Mio. kWh	370,2	376,4	386,5	397,0	392,2	393,2	386,4

Tab. 3: Grunddaten zum Strombedarf

Der Stromverbrauch für Gebäude und Infrastruktur stieg kontinuierlich von 370 Mio. kWh in 2003 bis 2006 auf 397 Mio. kWh an. Danach ist wieder ein Rückgang zu beobachten. Insgesamt stieg der Strombedarf im von 2003 bis 2009 um 4 %.

Betrachtet man verschiedene Nutzergruppen, werden unterschiedliche Trends offensichtlich: Der Strombedarf des Sektors Wirtschaft ist von 2003 bis 2008 kontinuierlich um 9 % gestiegen, um in 2009 um fast 3 % zurückzugehen. Deutlich sind dabei die Finanz- und Wirtschaftskrise zu erkennen, sowie auch die Kopplung zwischen wirtschaftlichem Wachstum und steigendem Energieverbrauch. Der Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften ist von 2007 bis 2009 um 5 % angestiegen. Betrachtet man die Verbrauchsentwicklung nach verschiedenen Gebäudenutzungen so stammt der Mehrverbrauch insbesondere aus den Schulen und Kulturstätten mit einem Anstieg von 19 % bzw. 16 %.

Im Gegensatz zum Anstieg des Stromverbrauchs im Sektor Wirtschaft zeigt der Strombedarf der Privathaushalte ein unstetiges Bild. In 2009 erreichte er mit 103 Mio. kWh wieder den Wert von 2003. Zwischen zeitlich lag er mal bei 102 (in 2008) und auch mal bei 107 Mio. kWh (in 2005 + 2006). Die gesamte Entwicklung des Stromverbrauchs bei den Privat-Haushalten ist jedoch insofern bemerkenswert, weil innerhalb dieser sechs Jahre die Einwohnerzahl (um 5,6 %), als auch die Zahl der Wohnungen stetig zugenommen hat (um 4,5 %). Es wäre zu erwarten gewesen, dass mehr Einwohnerinnen und Einwohner und mehr Wohnraum aufgrund einer „technischen Grundausstattung“ zu einem deutlichen Strommehrverbrauch bei den Privat-Haushalten führen.

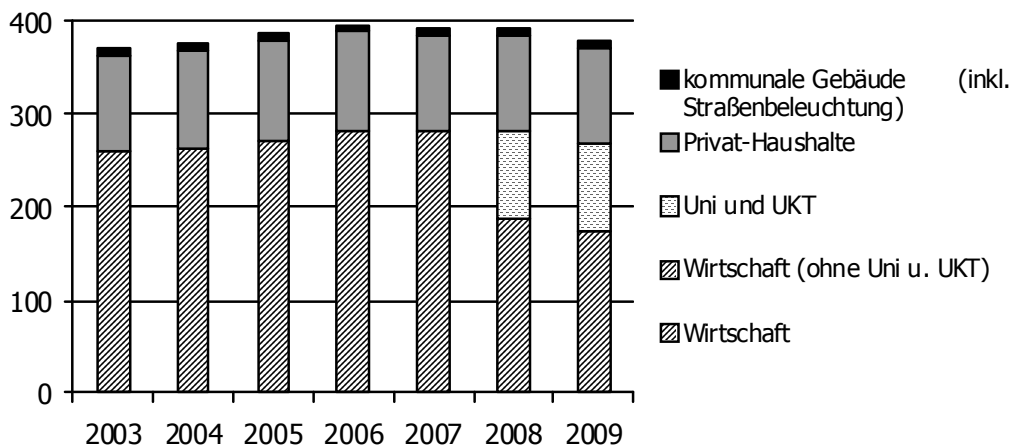


Abb. 3: Entwicklung des Strombedarfs von 2003 bis 2009 (ohne Verkehr) [in Mio. kWh]

Bei den Privat-Haushalten kann somit von einer positiven Trendwende ausgegangen werden. Nach einem kontinuierlichen Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs bis 2005 auf 1.284 kWh/EW ist seitdem ein kontinuierlicher Rückgang festzustellen, so dass es in 2009 nur noch 1.179 kWh/EW waren. Da gleichzeitig die Anzahl der Wohnungen deutlich gestiegen ist, ist davon auszugehen, dass die Grundausstattung an Elektrogeräten wie z. B. Herd, Kühlschrank, Informations- und Unterhaltungselektronik zunehmend mit energieeffizienten Elektrogeräten abgedeckt wird, verstärkt alte Geräte und alte Beleuchtungseinrichtungen durch effizientere ersetzt werden und allgemein sparsamer und bewusster mit Strom umgegangen wird.

Stromerzeugung

Die Stadtwerke Tübingen erzeugen etwa ein Viertel bis ein Drittel des Strombedarfs Tübingens in eigenen Kraftwerken. Die fehlenden Mengen werden größtenteils über die *SüdWestStrom* bezogen. 2009 produzierten die Stadtwerke in fünf Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen insgesamt 82,3 Mio. kWh. Dabei nutzen die Stadtwerke weitestgehend den CO₂-ärmeren Energieträger Erdgas in der Kraft-Wärme-Kopplung. In den beiden großen Wasserkraftwerken Neckarkraftwerk und Kraftwerk Rappenberghalde wurden ca. 10 Mio. kWh Strom produziert. Im Vergleich zu den Vorjahren war die Stromerzeugung in den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen niedriger, was mit dem Konjunktur- und wettbewerbsbedingten Rückgang des Stromverkaufes der Stadtwerke zusammenhängt.

Die Stromproduktion in Tübingen blieb, wenn von dem schwachen Wirtschaftsjahr 2009 abgesehen wird, in den letzten Jahren relativ konstant, lediglich bei der Photovoltaik sind deutliche Zuwächse zu verzeichnen. So wurden auf der Gemarkung von Tübingen in 2009 fast 3 Mio. kWh Strom aus der Photovoltaik erzeugt. Allein zum Vorjahr verdoppelte sich die eingespeiste Strommenge aus der Photovoltaik. Seit 2003 hat sich die Menge des eingespeisten Stroms aus der Photovoltaik bereits zehnfacht. Dies konnte durch ein starkes Engagement der Bürgerschaft, der Strategie der Stadtverwaltung und der Stadtwerke zur Förderung der Photovoltaik über eine kontinuierliche Erhöhung der Zubauraten insbesondere seit 2007 erreicht werden. Im Dezember 2009 waren es rund 380 Anlagen mit einer installierten Leistung von ca. 4.000 kWpeak.

Anfang 2011 gab es im Stadtgebiet Tübingen rund 530 PV-Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 6.000 kWpeak. Doch nach wie vor gibt es in Tübingen noch viele geeignete Dachflächen, die noch zur Energiegewinnung genutzt werden können.

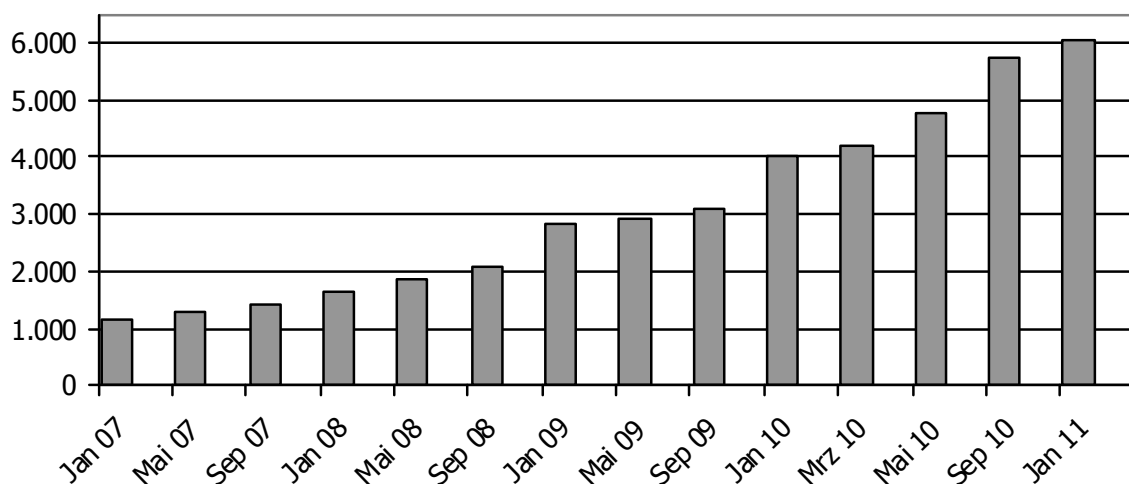


Abb. 4: Installierte PV-Leistung für 2007 bis 2011 [in kWpeak]

Wärmeenergie

Neben der Abhängigkeit von der industriellen und gewerblichen Produktion, der Größe der beheizten Infrastrukturf lächen (z. B. Kliniken und öffentliche Gebäude), Wohn- und Gewerbeflächen und der Einwohnerzahl, schwankt der Wärmeenergiebedarf über die Jahre hinweg stark in Abhängigkeit der Heizgradtage. Ist die Heizperiode z. B. relativ lang und relativ kalt, steigt der Wärmebedarf für die Heizung. Da jedoch auch die anderen vorgenannten Werte schwanken und zudem Wärmeenergieträger auch zur Bereitstellung von Prozessenergie genutzt werden, können die im Folgenden diskutierten Wärmeenergiemengen für Tübingen nur absolut betrachtet und nicht richtig „temperaturbereinigt“ werden. Deshalb wird in Tabelle 4 nur informell ein bereinigter Wert dargestellt, der jedoch im weiteren nicht diskutiert wird.

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt-Wärmeenergiebedarf	Mio. kWh	1.157,0	1.128,1	1.106,1	1.095,2	981,2	1.058,5	991,1
Bereinigter Gesamt-Wärmeenergiebedarf	Mio. kWh	1140	1085	1060	1091	1050	1063	1010
Erdgasverbrauch inkl. Fernwärmanlagen	Mio. kWh	958,5	977,3	961,5	925,4	894,5	968,0	901,0
Fernwärmeverbrauch	Mio. kWh	280,2	280,2	274,7	274,7	257,7	250,4	251,3
Solarthermiefläche (n. BAFA)	m ²	1.529	2.455	2.951	3.675	4.735	5.683	7.153

Tab. 4: Daten zur Wärmeenergie

Für die Bereitstellung von Warmwasser, Raumwärme und auch Prozessenergie wurden 2009 insgesamt 991 Mio. kWh Energie eingesetzt; 55 % des gesamten Endenergiebedarfs. In 2003 lag der Bedarf für die Wärmeenergie noch bei 1.157 Mio. kWh – also um 14 % höher. Im Jahr 2007 ist zudem der besonders geringe Wärmeenergiebedarf von unter einer Milliarde kWh in der insgesamt milden Witterung während der Heizperiode begründet.

Die positive Entwicklung wurde bis 2008 nahezu vollständig durch den Sektor Privat-Haushalte erbracht. Im relevanten Rückgang der Wärmeenergie für das Jahr 2009 bildet sich die wirtschaftliche Situation ab, die sich in einem geringeren Energiebedarf der Wirtschaft von 11% zum Vorjahr zeigt. Im Vergleich dazu ist bei den Privathaushalten ein kontinuierlicher Rückgang des Wärmeenergiebedarfs festzustellen, der je nach Witterung unterschiedlich stark ausfiel. Der Einsatz von Wärmeenergieträgern sank im Zeitraum 2003 bis 2009 um 17 % in diesem Sektor (siehe Abbildung 5). Diese Entwicklung ist besonders positiv, da von 2003 bis 2009 in Tübingen nicht nur die Einwohnerzahl, sondern auch die Anzahl der Wohnungen deutlich angestiegen ist. Denn selbst der Zubau energetisch sehr gutem Wohnraum würde noch immer einen Anstieg des Wärmeenergiebedarfs erwarten lassen. Dies lässt den Schluss zu, dass zum einen die Neubauten mit einem hohen Energiestandard erstellt und zum anderen im Gebäudebestand Energieeinsparungen verwirklicht wurden (durch energetische Sanierungen und/oder durch ein sparsames Nutzerverhalten). Da jedoch nach wie vor über vier Fünftel des Energieverbrauchs in den Tübinger Privat-Haushalten für die Wärmeenergie verwendet wird, ist in diesem Bereich noch ein sehr großes Einsparpotential für Energie und Energiekosten vorhanden, das es zu nutzen gilt.

Beim Einsatz der Energieträger zur Wärmeerzeugung ist sowohl bei den Haushalten als auch bei den Unternehmen ein kontinuierlicher Rückgang des Heizöls festzustellen. Heizöl wird zunehmend durch den CO₂-ärmeren Energieträger Erdgas verdrängt. Der aus bundesweiten Werten errechnete Bedarf nach Heizöl sank in Tübingen in der Zeit von 2003 auf 2009 sehr deutlich von 345 Mio. kWh auf 212 Mio. kWh. Allein bei den Haushalten sank der Anteil des Heizöls im Bilanzierungszeitraum um 44 %. Dabei befördert insbesondere das Erdgasangebot der SWT (inkl. Wechselbonus) den Wechsel von Ölheizungen auf Erdgasheizungen.

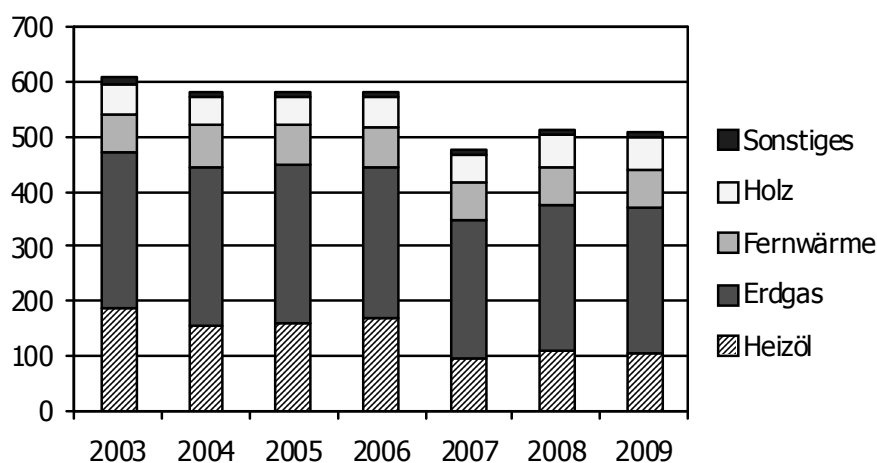


Abb. 5: Entwicklung des Wärmeenergiebedarfs nach Energieträgern für den Sektor Privat-Haushalte von 2003 bis 2008 [in Mio. kWh]

Hauptsächlich basiert die Wärmeenergieversorgung Tübingens auf Erdgas – entweder direkt oder indirekt über die Fernwärme. Dabei baut Erdgas seinen Marktanteil seit Jahren stetig aus, wie Tabelle 4 zeigt deckten 2003 Erdgas und Fernwärme zusammen rund 63 % des Bedarfs, 2009 waren es schon 69 %. Dieser Zugewinn geht dabei auf den gesteigerten Bedarf von Erdgas zurück. Dagegen ist der Fernwärmebedarf von 2003 auf 2009 um 10 % gesunkenen (u. a. aufgrund der Witterung und Sanierungen).

Zudem nimmt auch der Einsatz von Holz bundesweit zu. Die Solarthermie spielt bei der Wärmeenergieerzeugung eine geringe Rolle. Auch wenn die seit 2003 durch das Marktanreizprogramm der BAFA geförderte Solarthermiefläche mehr als verdreifacht wurde. Durch die BAFA wurden seit Einführung des Marktanreizprogramms in 2000 bis zum Jahr 2009 insgesamt erst 769 Anlagen gefördert.

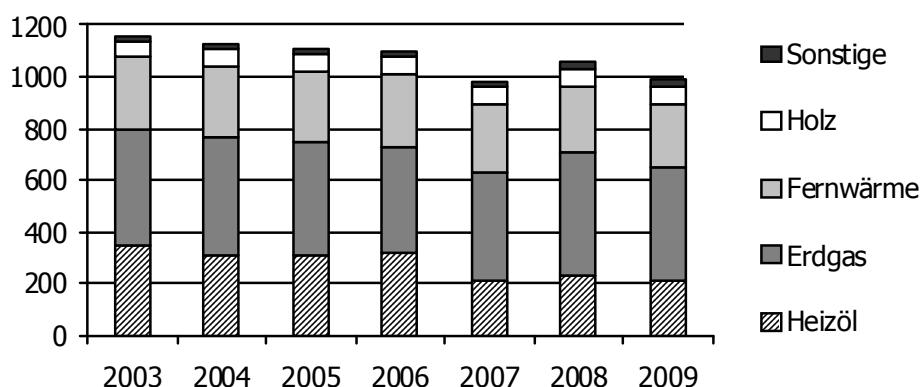


Abb. 6: Entwicklung des Gesamt-Wärmeenergiebedarfs von 2003 bis 2009 [in Mio. kWh]

Energiebedarf für Mobilität

Im Sektor Verkehr sind der motorisierte Individualverkehr, der öffentliche Personennah- und -fernverkehr, sowie der Güterverkehr innerhalb der Gemarkung Tübingen erfasst. Der Endenergieverbrauch für diese Verkehre berechnet sich aus den jährlichen Fahrleistungen, dem spezifischen Verbrauch und dem Treibstoffmix der einzelnen Verkehrsarten. Die jährliche Fahrleistung der Personenkraftwagen und Motorräder wurde aus den Verkehrszählungen des Statistischen Landesamt einerseits sowie über die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge und einer bundesdeutschen durchschnittlichen Jahresfahrleistung andererseits berechnet. Um den Kraftstoffverbrauch der PKW zu erfassen, wurde zur Berechnung des spezifischen Verbrauchs, d.h. des durchschnittlichen Energieverbrauchs pro gefahrenen Kilometer eines in Tübingen zugelassenen PKWs, der Hubraum berücksichtigt. Obwohl damit die Fahrzeugflotte als auch Zählungen berücksichtigt werden, sind die Zahlen für den Verkehr nach wie vor sehr ungenau. Jedoch könnten sie nur mit erheblichem Aufwand in Teilen verbessert werden

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zugelassene PKWs*		36.646	36.804	36.224	36.339	32.601	33.657	34.034
Fahrleistungen PKW	Mio. FZ-km	497,32	502,07	492,25	490,30	495,36	502,33	510,62
Fahrleistungen Nutzfahrzeuge	Mio. km	18,14	18,13	17,32	17,80	18,11	17,93	16,47
Fahrgäste im Linienbusverkehr	Mio. P-km	16,1	16,7	17,1	17,4	17,4	17,5	17,5
Energieverbrauch (Benzin + Diesel)	Mio. kWh	415,5	419,9	405,7	405,8	407,7	405,9	403,5

Tab. 5: Grunddaten zur Mobilität, *ab 2007 ohne stillgelegte Fahrzeuge

Der Energieverbrauch für die motorisierte Mobilität innerhalb Tübingens bewegt sich noch auf einem bundesweit guten Niveau. In 2009 lag er bei 23 % des Gesamtenergiebedarfs resp. bei 411 Mio. kWh. Dieser Bedarf wurde zu 98 % mit Benzin und Diesel gedeckt, hinzukommen in vernachlässigbar geringen Mengen Strom. 2003 hatte der Verkehr noch einen Bedarf von 422 Mio. kWh. Der Energieverbrauch im Verkehr sank von 2003 bis 2009 um fast 3 %. Dabei ist der PKW-Verkehr mit einer Jahresfahrleistung von rd. 510,6 Mio. km absolut dominant im Straßenverkehr. Die Jahresfahrleistungen der PKWs schwanken über die Jahre, jedoch zeigt sich eine ansteigende Tendenz in den letzten Jah-

ren, die sich vor allem daraus erklärt, dass aufgrund des deutlichen Zuwachs an Einwohnerinnen und Einwohner auch die Zahl der zugelassenen PKWs seit 2007 um 4 % angestiegen ist. Dieser Zusammenhang spiegelt sich im Motorisierungsgrad, d.h. der Anzahl an PKWs auf 1.000 Einwohner, wieder, der seit 2007 nahezu konstant ist. Der Motorisierungsgrad lag für Tübingen 2009 bei 388 PKW auf 1.000 Einwohner und liegt damit deutlich unter dem baden-württembergischen Durchschnitt von 638 PKW/1000 EW.

Anmerkung: Aufgrund der geänderten statistischen Erfassung seit 2007 (u. a. werden stillgelegte PKWs durch die Kfz-Meldestelle nicht mehr erfasst), ist bei den zugelassenen PKWS in Tabelle 5 ab 2007 ein Sprung zu verzeichnen. Für die Berechnung der Jahresfahrleistung und des Energieverbrauchs und deren Vergleichbarkeit über die Bilanzierungsjahre wurde dieser Datensprung jedoch bereinigt.

Auch die Jahresfahrleistungen der schweren Nutzfahrzeuge schwanken über die Jahre. Von 2003 bis 2009 sanken die Jahresfahrleistungen um 5 %, was u. a. mit der schwierigen Konjunktur zusammen hängt. Im Linienbusverkehr konnten seit 2003 die Fahrgäste (einschließlich der Fahrgäste der regionalen Buslinien) um fast 9 % gesteigert werden, damit einher ging u. a. eine Zunahme der gefahrenen Kilometer im Busverkehr der SVT.

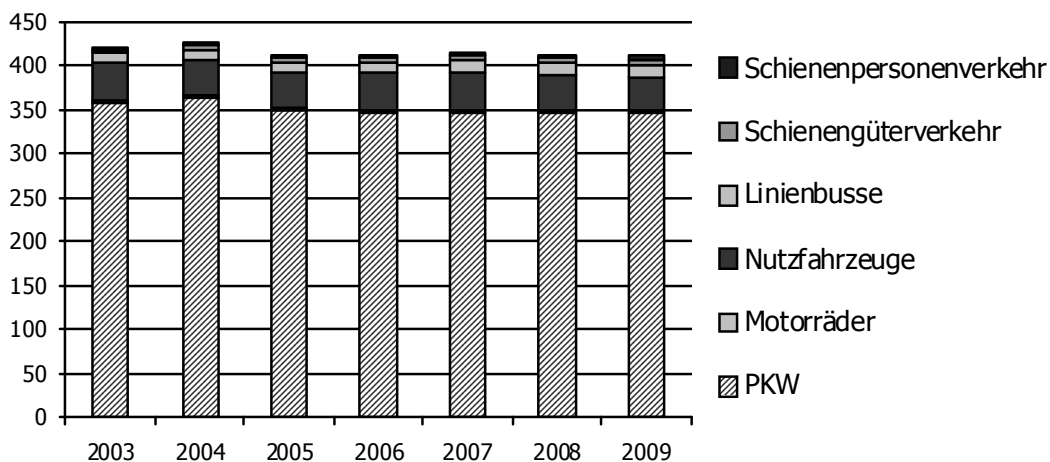


Abb. 7: Entwicklung des Energiebedarfs für den Verkehr nach Verkehrsgruppen für 2003 bis 2009 [in Mio. kWh]

CO₂-Bilanz der Stadt Tübingen

Um aus den vorgenannten Energieverbräuchen eine CO₂-Bilanz zu erstellen, wurden allen Energieträgern spezifische CO₂-Faktoren unterlegt, die auch die Vorketten (Gewinnung, Transport, Aufbereitung, etc.) einbeziehen.

Aus dieser Berechnung ergaben sich energiebedingte CO₂-Emissionen für Tübingen von 561.000 Tonnen beziehungsweise von 6,4 t CO₂/EW für 2009. 2003 wurden noch 623.000 Tonnen CO₂ gesamt bzw. 7,5 t CO₂ pro Einwohner emittiert. Somit konnten innerhalb von 6 Jahren die absoluten CO₂-Emissionen um 10 % und die Pro-Kopf-Emissionen um 15 % gesenkt werden.

Die anteilige Verteilung auf die drei Nutzungsfelder Verkehr, Wärme und Strom zeigt Abbildung 8.

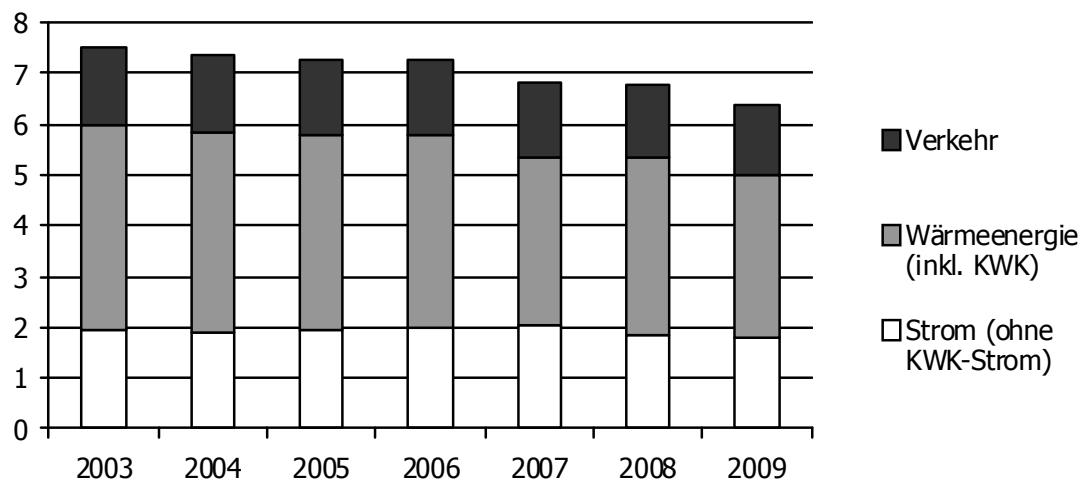


Abb. 8: Entwicklung der CO₂-Emissionen pro Einwohner von 2003 bis 2009 [in t]

CO₂-Emissionen aus dem Strombedarf

Neben dem Strombedarf ist für die Emissionsberechnung der lokale Strommix von relevanter Bedeutung.

In 2009 betrug die Stromerzeugung innerhalb der Gemarkung Tübingen 95,5 MWh, was rund einem Viertel des Strombedarfs von Tübingen entspricht. Hauptenergieträger war hierbei mit 86 % Erdgas, das in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zum Einsatz kam. Der Anteil der Wasserkraft lag bei 10 %. Der Strom aus Biomasse und Sonne weist zwar noch einen geringen Anteil auf, hat aber in den letzten Jahren die größten Zuwächse verzeichnet. Zudem beziehen die Stadtwerke 19.000 MWh aus Wasserkraftwerken aus Österreich, was 5 % des Gesamtstrombedarfs entspricht, u. a. um ihre Ökostromkunden zu beliefern.

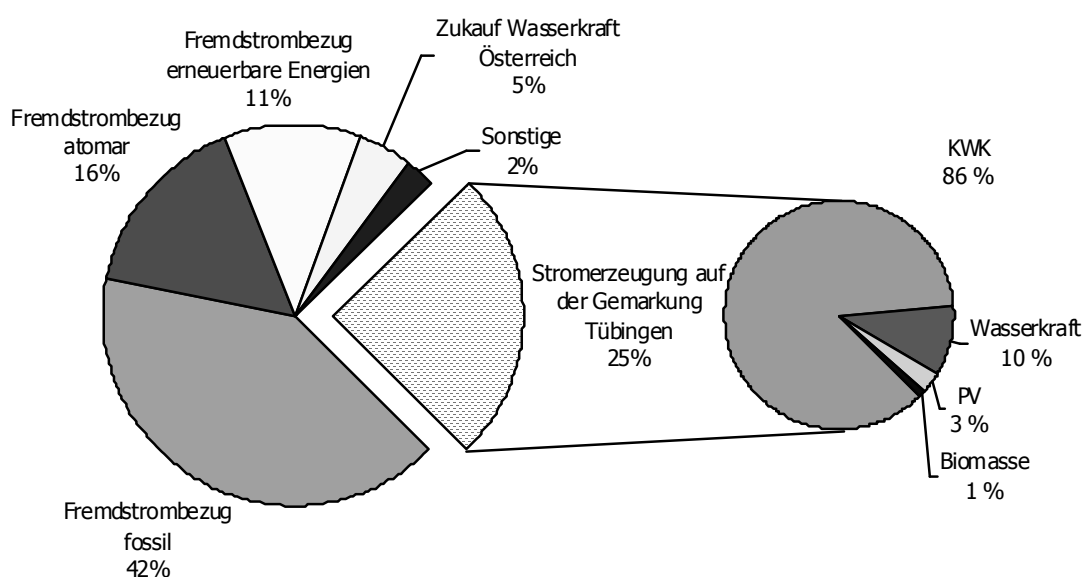


Abb. 9: Strommix Tübingen 2009 (Gesamtstrombedarf 2009 = 386,4 Mio. kWh)

Um die Stromerzeugung in Tübingen abzubilden, wurde ein lokaler Emissionsfaktor aus Eigen- und Fremdstromproduktion errechnet. Für die Berechnung des CO₂-Emissionsfaktors des Stroms aus den Anlagen im Stadtgebiet Tübingen wurde die Menge des im Stadtgebiet produzierten Stroms nach den verschiedenen Energieträgern zugrunde gelegt. Zudem wird noch der direkte Zukauf von Wasserkraftstrom aus Österreich durch die Stadtwerke hinzugerechnet (in 2009 waren dies 19.000 MWh). Für den übrigen Anteil von ca. 70 % wurde mit dem nationalen CO₂-Emissionsfaktor bilanziert. Der CO₂-Emissionsfaktor für Tübingen ist somit stark vom deutschen Strommix abhängig. Der CO₂-Emissionsfaktor für den Gesamtstromverbrauch betrug für 2009 410 g CO₂ pro kWh und liegt deutlich unter dem nationalen Emissionsfaktor von 562 g CO₂ pro kWh. In den u. g. Stromemissionsfaktoren sind die Vorketten mitberücksichtigt. Die Berechnungen machen dabei keine Unterscheidung nach den Tarifen der Stromkunden (Ökostrom oder konventionell).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO ₂ -Stromemissionsfaktor in g pro kWh für Tübingen (gesamt)	436	420	415	419	436	395	410

Tab. 6: CO₂-Faktoren für den Strommix in Tübingen

Anmerkung: Die CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden über den eingesetzten Energieträger erfasst und nicht getrennt über die Produkte „Wärme“ und „Strom“. Deshalb ist der Strom aus den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen beim Stromemissionsfaktor mit 0 g CO₂ eingerechnet. Die CO₂-Faktoren weichen ab 2005 sehr geringfügig von der Bilanz 2003 bis 2008 aus Vorlage 204/2010 ab. Der Grund hierfür ist, dass die Daten zur Stromerzeugung auf der Gemarkung Tübingen aus Biogas und privater Photovoltaik mitberücksichtigt wurden.

In den Jahren 2003 bis 2009 zeigen sich sowohl beim Stromverbrauch, als auch beim spezifischen CO₂-Faktor pro Kilowattstunde deutliche Schwankungen. Während der spezifische CO₂-Faktor in der Tendenz bis 2008 sank ist für das Jahr 2009 ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Der Grund hierfür ist, dass in den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen der Stadtwerke Tübingen 2009 deutlich weniger Strom als in den Vorjahren (-18 % zu 2008) erzeugt wurde, was auf konjunktur- und wettbewerbsbedingten Rahmenbedingungen zurückzuführen ist. Trotz des sinkenden Gesamtstrombedarfs von fast 2 % zum Vorjahr wurde bedingt durch die deutlich geringere Eigenstromerzeugung in den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen 4 % mehr Strom von außerhalb bezogen. Der im Vergleich zu den Vorjahren höhere Anteil an zugekaufter Strommenge 2009 schlägt sich aufgrund des höheren CO₂-Emissionsfaktors des deutschen Strommix im Vergleich zum Tübinger Strommix in einem höheren CO₂-Stromemissionsfaktor nieder.

Die CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch verringerten sich von 161.240 t in 2003 auf 158.605 t in 2009 - also ein Minus von 2 %. In 2007 stammten jedoch sogar 170.846 t aus dem Stromverbrauch. Auch in Relation zu den Einwohnerzahlen zeigt sich für die Jahre 2008 und 2009 ein positives Ergebnis. Durch den höheren Anteil an erneuerbaren Energien und Erdgas bei den fossilen Energieträgern im Vergleich zum bundesdeutschen Strommix konnte für Tübingen 2009 ein Viertel, rund 60.000 t CO₂, eingespart werden. Für den Klimaschutz ist es weiterhin unumgänglich, den Stromverbrauch mittels Einsatz von effizienten Technologien und einem bewussten Umgang zu reduzieren sowie den zügigen Ausbau von regenerativen Energien voranzubringen, um den Strombedarf und den spezifischen CO₂-Faktor des Stroms kontinuierlich und engagiert zu senken.

Derzeit bieten die Stadtwerke ihren Kunden zwei Stromprodukte an, um den Ausbau der erneuerbaren Energien zu befördern: *bluegreen*, Strom aus 100 % Wasserkraft, und *energgreen*, Strom aus 100 % Erneuerbaren Energien. Die Bemühungen der Stadtwerke Tübingen um eine klimafreundliche und emissionsärmere Stromerzeugung werden Stand Oktober 2010 von über 4.700 Ökostromkunden un-

terstützt. Um dieses Interesse der Kunden an einer ökologischen Energieerzeugung zu bestätigen und zu stärken, investieren die Stadtwerke einerseits in neue, regenerative Kraftwerke und andererseits verändern sie ihren Strommix durch ihr Zukaufverhalten. So trug der Zukauf von Wasserkraftstrom aus Österreich in 2008 und 2009 deutlich zur Verbesserung des CO₂-Faktors der Strommix der Stadtwerke Tübingen bei.

Zudem bezogen Ende 2009 ca. 1.000 Kunden von einem der vier größten bundesweit tätigen Ökostromanbieter ihren Strom. Zusammen mit denen der Stadtwerke Tübingen zählte Tübingen somit 2009 über 5.000 Ökostromkunden.

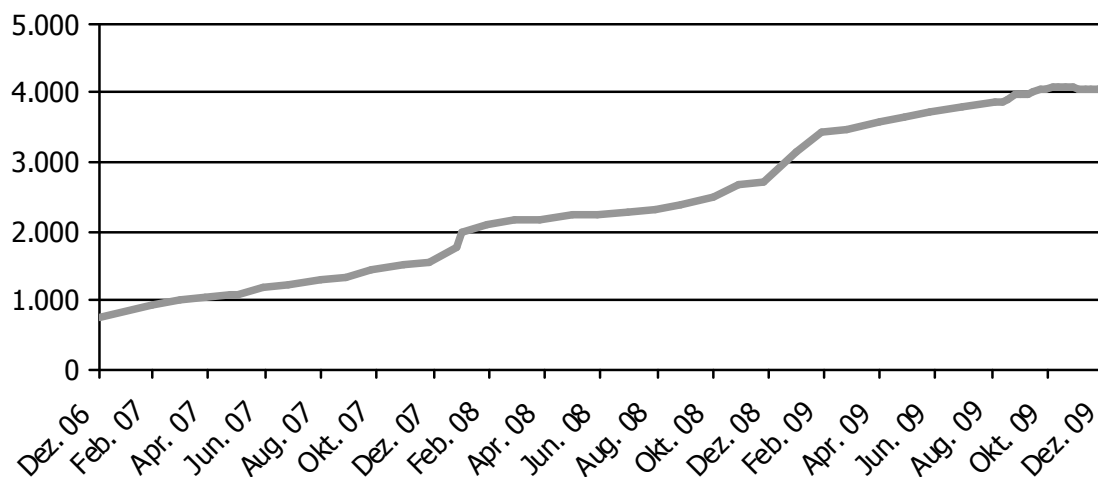


Abb. 10: Ökostromkunden der Stadtwerke Tübingen (2007 bis 2009)

CO₂-Emissionen aus der Wärmeenergieerzeugung

Im Berichtszeitraum 2003 bis 2009 konnten die Emissionen aus dem Wärmebedarf stetig von 335.000 auf 279.000 t CO₂ gesenkt werden (minus 17 %). Diese Reduktion stammt zum einem aus der Einsparung von Energie und zum anderen aus der Abkehr von Heizöl hin zu CO₂-ärmeren Energieträgern wie Erdgas und Holz. In Relation zu den Einwohnern lag die Reduktion sogar bei 21 % (eine Senkung von 4,03 auf 3,18 t CO₂/EW).

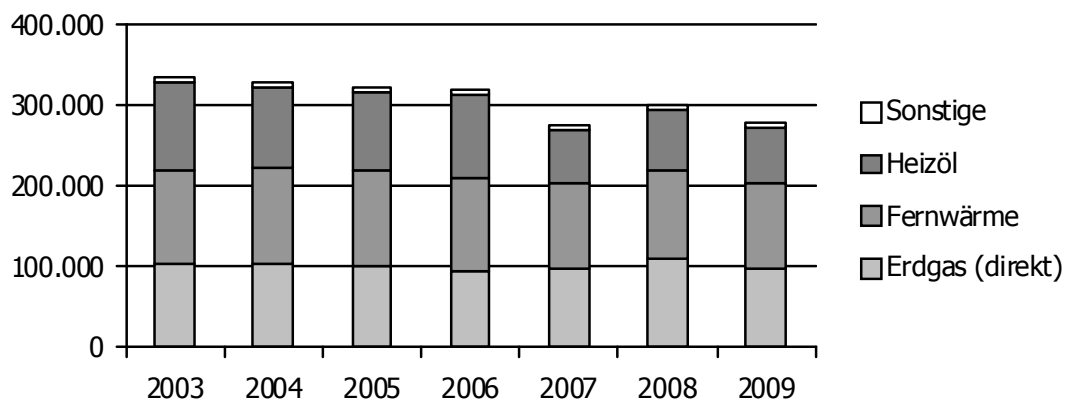


Abb. 11: CO₂-Emissionen aus der Wärmebereitstellung nach Energieträgern 2003 bis 2009 [in t]

Die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Wärme stammten 2009 zu fast drei Viertel aus Erdgas, entweder aus dem direkten Einsatz zur Wärmeerzeugung oder aus mittelbaren Wärmelieferungen über die Fernwärme. Die gesamten Emissionen aus den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wurden dabei der Wärmeproduktion angelastet. Heizöl trug 2009 noch 67.800 t zu den Emissionen aus der Wärmebereitstellung bei und trägt damit zu fast einem Viertel der CO₂-Emissionen bei der Wärmebereitstellung bei.

CO₂-Emissionen aus dem Verkehr

Der Verkehr trug 2009 mit 123,300 t CO₂ einen Anteil von 22 % zu den Gesamtemissionen bei. Zu 2003 ist dies ein Rückgang von 1,6 %. In Relation zur Einwohnerzahl sanken die verkehrsbedingten Emissionen von 1,53 auf 1,41 t CO₂/EW. Da ein großer Teil der mit dem PKW zurückgelegten Kilometer der Tübinger Bürgerschaft außerhalb der Stadtgrenze erfolgt und diese CO₂-Bilanzierung auch die Vorketten umfassen sollte, wurde für die Berechnung der CO₂-Emissionen des PKW-Verkehrs die Fahrleistung eines durchschnittlichen PKWs in Deutschland zugrunde gelegt. Dieser Ansatz ist möglich, da die Anzahl der zugelassenen PKWs von der KFZ-Stelle vorliegen. Der in 2007 erhobene Modal-Split für Tübinger Haushalte konnte dagegen in die Bilanzierung nicht einbezogen werden, da die Befragung keine Grundlage für valide eine Jahresverkehrsleistung bietet. Die CO₂-Emissionen aus dem Verkehr sind somit nur bedingt aussagekräftig, da der Fehlerbereich recht groß ist.

Obwohl Tübingen im Vergleich zu anderen deutschen Städten mit bis zu 100.000 EW laut SVT-Umfrage von 2007 einen relativ guten Modal-Split im Binnenverkehr aufweist, kann dieser die negativen Überlagerungen aus den überregionalen Trend und dem Ziel-Quellverkehr nicht kompensieren, wie durch die Auswertung der Zählstellen des Landes erkennbar ist. Dies machte auch das Konzept „Mobilität 2030 Tübingen“ klar (siehe Vorlage 10/2011). Zum anderen sind uns aus der Haushaltsbefragung des Stadtverkehrs Tübingen von 2007 die anteiligen Fahrleistungen im Binnen- sowie Ziel- und Quellverkehr der Tübinger Haushalte bekannt, die zeigen, dass die Hauptverkehrslast über die Ein- und Auspendler und nicht aus dem Stadtverkehr stammt,

Die Gesamtemissionen wie die Energieverbräuche schwankten in den Jahren 2003 bis 2009. Seit 2003 sanken die CO₂-Emissionen um ca. 3 %.

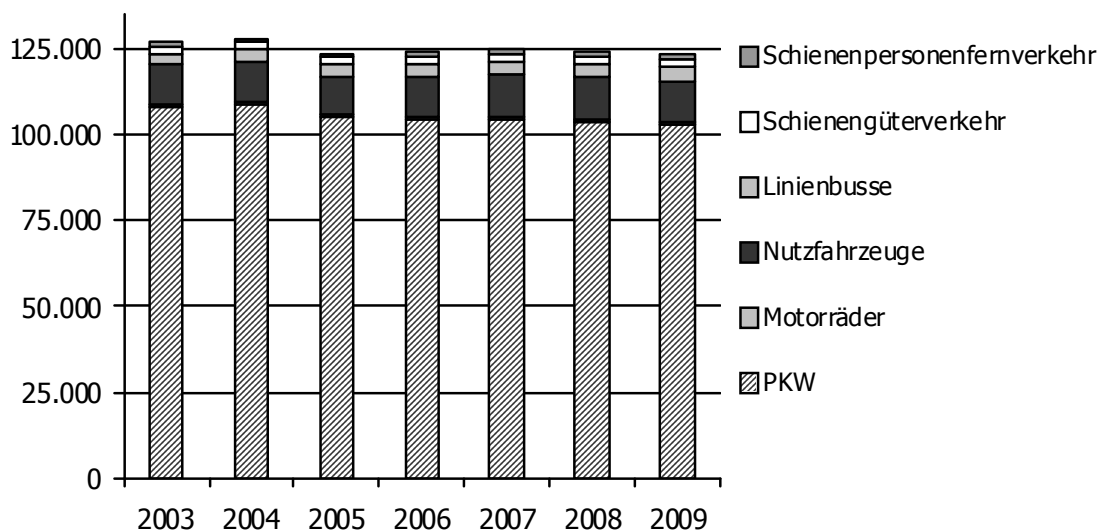


Abb. 12: CO₂-Emissionen nach Fahrzeugkategorien von 2003 bis 2009 [in t CO₂]