

Stadt Wuppertal

---

FORTSCHREIBUNG DER ENERGIE- UND TREIBHAUSGAS-  
BILANZIERUNG

NOVEMBER 2016

---

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft  
Martin-Kremmer-Str. 12  
45327 Essen  
Telefon: +49 [0] 201 24 564-0

Auftraggeber:



Stadt Wuppertal  
Johannes-Rau-Platz 1  
42275 Wuppertal  
Tel.: +49 202 563 0  
E-Mail: klimaschutz@stadt.wuppertal.de

## Inhaltsverzeichnis

Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung	7
1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung	8
2 Datengrundlage	12
3 Endenergieverbrauch in Wuppertal	14
4 Treibhausgas-Emissionen in Wuppertal	21
5 Exkurs: Großemittenten	24
6 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien	26
7 Zielsetzungen zur Reduzierung der THG-Emissionen in Wuppertal	28
Anlage I	30

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bilanzierungsmethodik nach dem endenergiebasierten Verursacherprinzip	9
Abbildung 2: Für die Stadt Wuppertal relevante Emissionsfaktoren im Jahr 2014 (Datenquelle: ECOSPEED Region <sup>smart</sup> nach GEMIS 9.43)	9
Abbildung 3: Entwicklung des Bundes-Stromemissionsfaktors (1990 – 2014); Datenquelle: ECOSPEED Region <sup>smart</sup>	10
Abbildung 4: Endenergieverbrauch der Stadt Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)	14
Abbildung 5: Rahmenbedingungen in Wuppertal (1990 – 2014)	15
Abbildung 6: Anteile am Endenergieverbrauch in Wuppertal (2014)	16
Abbildung 7: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)	17
Abbildung 8: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a) – witterungsbereinigt	17
Abbildung 9: Endenergieverbrauch der Wirtschaft in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)	18
Abbildung 10: Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)	19
Abbildung 11: Endenergieverbrauch der kommunalen Verwaltung in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)	19
Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern in Wuppertal (in GWh/a)	20
Abbildung 13: Prozentuale Aufteilung des Endenergieverbrauchs in Wuppertal (2014)	20
Abbildung 14: THG-Emissionen der Stadt Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in Tsd. Tonnen CO <sub>2</sub> eq/a)	21
Abbildung 15: THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern in Wuppertal (in Tsd. Tonnen CO <sub>2</sub> eq/a)	22
Abbildung 16: Prozentuale Aufteilung der THG-Emissionen nach Sektoren in Wuppertal (2014)	22
Abbildung 17: THG-Emissionen je Einwohner in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in Tonnen CO <sub>2</sub> eq/a)	23
Abbildung 18: THG-Emissionen (inkl. Großemittenten) in Wuppertal (2014)	24
Abbildung 19: Entwicklung der THG-Emissionen durch Großemittenten (EU ETS-Anlagen) in Wuppertal in der Zeitreihe von 2008 - 2014	25
Abbildung 20: Lokale Stromproduktion durch Erneuerbare Energien in Wuppertal (1990 – 2014)	26
Abbildung 21: Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien in Wuppertal (1990 – 2014)	27
Abbildung 22: Zielsetzungen zur Reduzierung der THG-Emissionen in Wuppertal	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die  
Stadt Wuppertal

13

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BRD	Bundesrepublik Deutschland
ca.	circa
bzw.	beziehungsweise
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU-ETS	European Union Emissions Trading System
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GWh	Gigawattstunde
IT.NRW	Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen
KBA	Kraftfahrtbundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LCA	Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment)
Lkw.	Lastkraftwagen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
N <sub>2</sub> O	Lachgas
NAP	Nationaler Allokationsplan
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
progres.NRW	Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen
PV	Photovoltaik
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
THG	Treibhausgas(e)
Tsd.	Tausend
u. a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
WSW	Wuppertaler Energie & Wasser AG
z. B.	zum Beispiel

## Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung

Das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) hat sich u. a. aufgrund seiner vergleichsweise einfachen Bestimmbarkeit auf Basis verbrauchter fossiler Energieträger in der Kommunikation von Klimaschutzaktivitäten bzw. -erfolgen als zentraler Leitindikator herausgebildet. Die Energie- und Treibhausgas(THG)-Bilanzierung stellt für Kommunen häufig ein Hilfsmittel der Entscheidungsfindung dar, um Klimaschutzaktivitäten zu konzeptionieren bzw. ihre Umsetzung in Form eines Monitorings zu überprüfen.

Das Klimabündnis europäischer Städte hat zusammen mit der Firma ECOSPEED ein Energie- und THG-Bilanzierungstool für Kommunen entwickeln lassen (ECOSPEED Region<sup>smart</sup>, [www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)), welches die Erarbeitung standardisierter Bilanzen ermöglicht, so dass sich die Anwendung des Tools als Standard für kommunale Bilanzen etabliert hat. Mit dem Tool ist die Erstellung gesamtstädtischer Energie- und THG-Bilanzen möglich, selbst wenn der Kommune nur wenige statistische Eingangsdaten vorliegen. Im Laufe einer kontinuierlichen Fortschreibung der Bilanzierung können diese dann komplettiert bzw. spezifiziert werden. Durch die landes- bzw. bundesweite Nutzung eines einheitlichen Tools sowie bei Anwendung einheitlicher Datenaufbereitungen ist darüber hinaus ein interkommunaler Vergleich der Bilanzierungen möglich. Das Programm gestattet dabei Vergleiche diverser Sektoren (z. B. private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr, kommunale Verwaltung) sowie Vergleiche diverser Energieträger (z. B. Strom, Erdgas, Benzin) im Hinblick auf die jeweiligen Anteile an den gesamten THG-Emissionen vor Ort.

Aus diesem Grund wurde bereits die Wuppertaler Energie- und THG-Bilanzierung<sup>1</sup> für die Jahre 1990 bis 2009 im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale in der Region Bergisches Städtedreieck Remscheid-Solingen-Wuppertal“<sup>2</sup> mittels ECOSPEED Region<sup>smart</sup> erstellt. Diese Bilanzierung galt es nun bis zu dem Bezugsjahr 2014<sup>3</sup> fortzuschreiben, um die im Bereich des kommunalen Klimaschutz in den vergangenen Jahren erzielten Erfolge sichtbar zu machen und die Bilanzierung als Instrument des Klimaschutzmonitorings zu verwenden.

---

<sup>1</sup> Während in der Bilanzierung im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale in der Region Bergisches Städtedreieck Remscheid-Solingen-Wuppertal“ lediglich das Treibhausgas CO<sub>2</sub> bilanziert wurde, finden seit Mai 2015 zudem weitere klimarelevante Treibhausgase im Bilanzierungstool ECOSPEED Region<sup>smart</sup> Berücksichtigung. Aus diesem Grund wird seitdem nicht mehr lediglich von einer CO<sub>2</sub>-Bilanz, sondern von einer THG-Bilanz gesprochen, woraus resultiert, dass die fortgeschriebene Bilanz in der gesamten Zeitreihenbetrachtung höhere Emissionen ausweist, als die Bilanz des Klimaschutzteilkonzepts. Nähere Informationen zu den weiteren klimarelevanten THG können den methodischen Grundlagen in Kapitel 1 entnommen werden.

<sup>2</sup> [https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/Endfassung\\_Teilkonzept\\_EE.pdf](https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/Endfassung_Teilkonzept_EE.pdf)

<sup>3</sup> Zum Zeitpunkt der Fortschreibung der Bilanzierung (Mitte 2016) ist das Bezugsjahr 2014 das aktuellste Jahr, für welches sich Daten in ausreichender Qualität generieren lassen und zur Verfügung stehen.

# 1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung

Aufbauend auf der bereits vorhandenen Endenergie- und Treibhausgas-Bilanzierung für die Jahre 1990 bis 2009 wurde für die Fortschreibung dieser Bilanz (Jahre 2010 bis 2014) zunächst eine Startbilanz auf Basis der jahresbezogenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen nach Wirtschaftszweigen der Stadt Wuppertal anhand bundesdeutscher Verbrauchskennwerte erstellt und der lokale Endenergiebedarf nach Energieträgern, sowohl für die privaten Haushalte als auch für die Wirtschaftssektoren und den Verkehrssektor, berechnet. Diese Startbilanz wurde dann mit Hilfe lokal verfügbarer Verbrauchsdaten zu einer „Endbilanz“ verfeinert. In Jahren, für die keine lokalen Verbrauchsdaten vorlagen, wurden die Daten aus der Startbilanz übernommen bzw. (wenn möglich) fehlende Werte anhand von verfügbaren Energieverbräuchen anderer Jahre interpoliert/extrapoliert.

Für die Bereiche Strom und Wärme wurden in der Bilanzierung ausschließlich die auf dem Gebiet der Stadt Wuppertal anfallenden und ausschließlich durch Einwohner und Beschäftigte der Stadt Wuppertal verursachten Verbräuche auf Ebene der Endenergie<sup>4</sup> berücksichtigt, so dass Emissionen von etwaigen Energieerzeugungen (z. B. durch lokal vorhandene Kraftwerke) nicht der Kommune allein zugesprochen werden. Diese methodische Vorgehensweise wird unter anderem im Rahmen des Klima-Bündnisses empfohlen und entspricht dem endenergiebasierten Verursacherprinzip (vgl. Abbildung 1).

Der Bereich Verkehr wird von den stationären Energieverbräuchen getrennt betrachtet. Er beinhaltet Emissionen von Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr), ÖPNV (Linienbusse und SPNV), Flugverkehr sowie Schiffsgüterverkehr. Die Ermittlung der THG-Emissionen erfolgt über die Einwohner- und Beschäftigtenzahl der Stadt Wuppertal, ebenfalls durch Berechnung nach dem Verursacherprinzip. Sofern es sich hierbei um Pendlerverkehr handelt, werden somit auch außerhalb der Stadtgrenzen verursachte Emissionen erfasst. Im Gegensatz zum Territorialprinzip werden Emissionen des Durchgangsverkehrs<sup>5</sup> von Pkw und Lkw, die innerhalb der Stadtgrenzen entstehen, nicht berücksichtigt. Ein großer Vorteil bei der Anwendung des Verursacherprinzips ist, dass Datenverfügbarkeiten und Qualität der Daten auch für eine Fortschreibung der Bilanz gewährleistet sind. Zudem liegen sowohl Einwohner als auch Beschäftigte im Wirkungsbereich kommunaler Klimaschutzmaßnahmen.

---

<sup>4</sup> Endenergie ist der aus den Brennstoffen übrig gebliebene und zur Verfügung stehende Teil der Energie, der den Hausanschluss des Verbrauchers nach Energiewandlungs- und Übertragungsverlusten passiert hat.

<sup>5</sup> Weder Quelle noch Ziel des Verkehrsaufkommens liegen innerhalb der Stadtgrenzen, das Stadtgebiet wird also lediglich durchfahren.

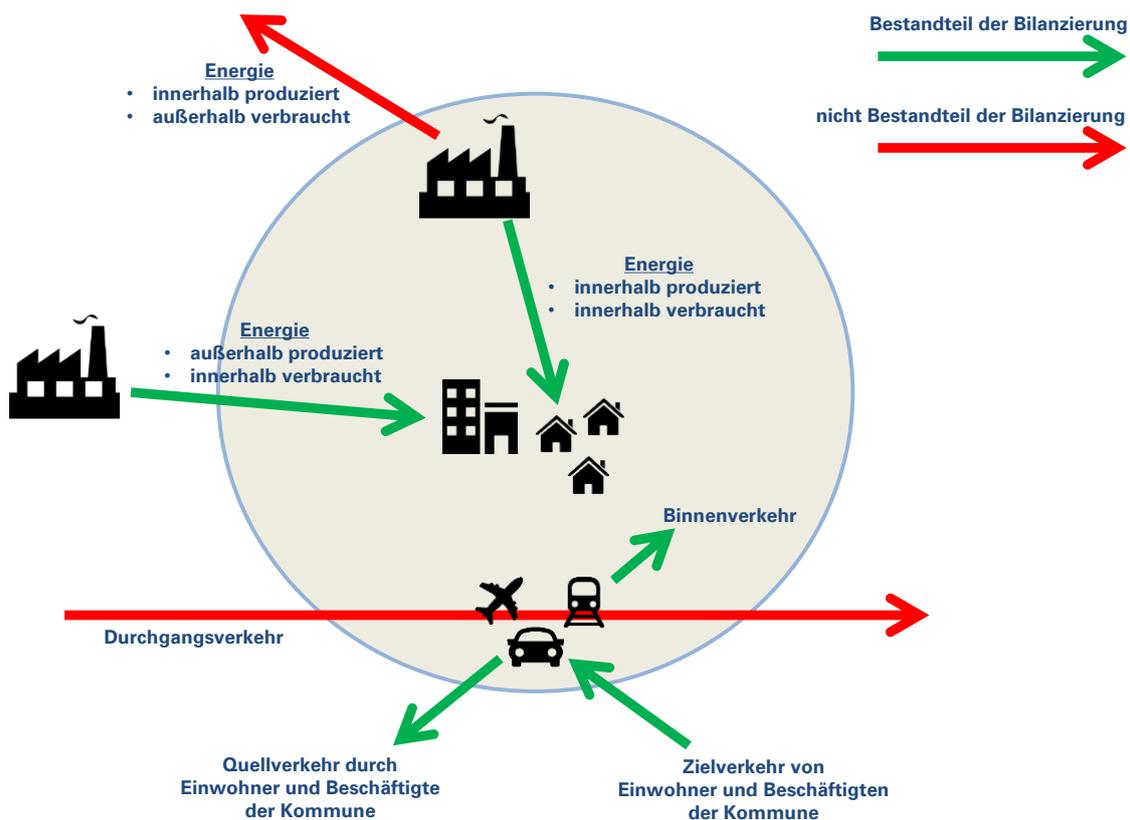


Abbildung 1: Bilanzierungsmethodik nach dem endenergiebasierten Verursacherprinzip

Anhand derzeit gültiger Emissionsfaktoren der in Wuppertal vertretenen Energieträger (vgl. Abbildung 2) können die Energieverbräuche in THG-Emissionen umgerechnet werden.

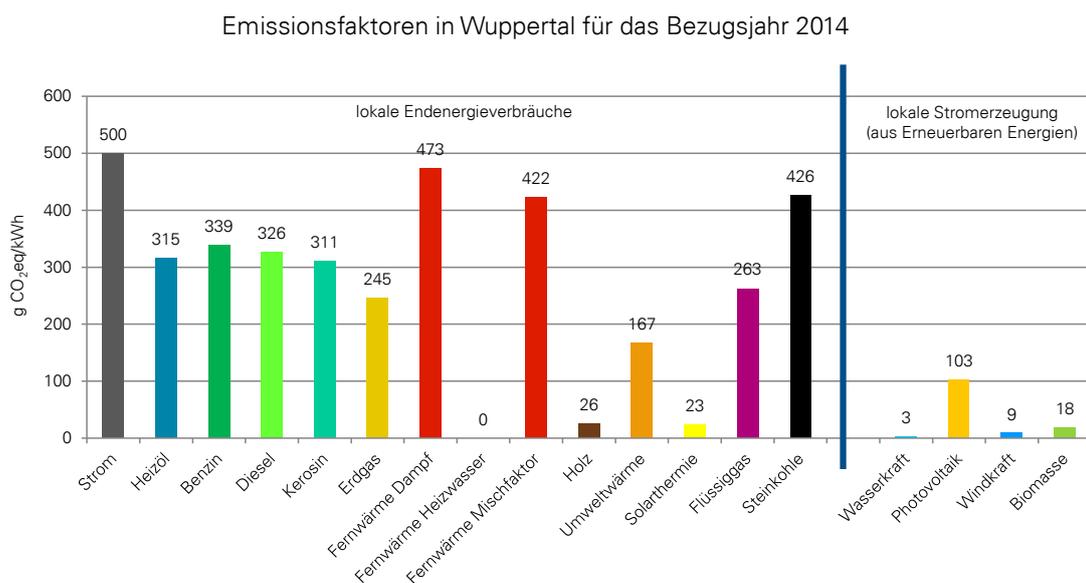


Abbildung 2: Für die Stadt Wuppertal relevante Emissionsfaktoren im Jahr 2014  
(Datenquelle: ECOSPEED Region<sup>smart</sup> nach GEMIS 9.43)

Während der Großteil dieser Emissionsfaktoren im Laufe der Zeit unverändert bleibt, lassen sich beim Emissionsfaktor des Stroms und der Fernwärme Unterschiede in einer Zeitreihenbetrachtung von 1990 – 2014 ausmachen. Gemäß Daten aus dem Bilanzierungstool ECOSPEED Region<sup>smart</sup> lag der Emissionsfaktor des Bundes-Strommix im Jahr 1990 beispielsweise noch bei 686 g CO<sub>2</sub>eq/kWh. Dieser hat sich im Laufe der Zeit auf 500 g CO<sub>2</sub>eq/kWh im Jahr 2014 verringert, was in erster Linie aus Energieträgerverschiebungen bei der bundesweiten Stromproduktion resultiert (weg von fossilen Energieträgern wie Kohle und hin zu erneuerbaren Energien wie Windstrom), vergleiche hierzu Abbildung 3).

Entwicklung des Bundes-Stromemissionsfaktors (1990 - 2014);  
Datenquelle: ECOSPEED Region<sup>smart</sup>

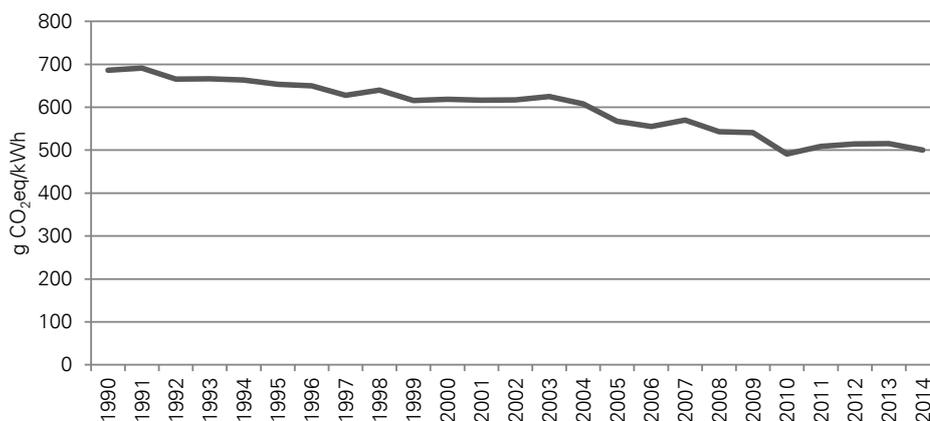


Abbildung 3: Entwicklung des Bundes-Stromemissionsfaktors (1990 – 2014);  
Datenquelle: ECOSPEED Region<sup>smart</sup>

Da auch der Emissionsfaktor der Fernwärme variabel und abhängig von den zur Fernwärmeproduktion eingesetzten Energieträgern ist, ließe sich eine solche Zeitreihe des Fernwärme-Emissionsfaktors theoretisch ebenfalls darstellen. Die hierfür notwendigen Daten liegen rückwirkend bis 1990 jedoch nicht vor, so dass an dieser Stelle eine Zeitreihenbetrachtung nicht erfolgen kann.

Stand 2014 existieren auf Wuppertaler Stadtgebiet zwei große Fernwärmenetze: ein auf Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) basierendes Dampfnetz sowie ein Heizwassernetz. Während das Dampfnetz durch die eingesetzten Primärenergien Erdgas und Kohle gespeist wird, nutzt das Heizwassernetz sinnvoll die Abwärme des Müllheizkraftwerks auf den Wuppertaler Südhöhen. Im Jahr 2014 lag der Emissions-Mischfaktor dieser beiden Fernwärmenetze bei 422 g CO<sub>2</sub>eq/kWh. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Mischfaktor im Laufe der Zeit, analog zum Strom-Emissionsfaktor, ebenfalls verringert hat und auch zukünftig weiterhin verringern wird, da der Fokus mehr und mehr auf die Nutzung des emissionsneutralen Heizwassernetzes gerichtet werden soll.

Die für Wuppertal erstellte Bilanz bezieht sich nicht ausschließlich auf das Treibhausgas CO<sub>2</sub>, sondern betrachtet zudem die durch weitere klimarelevante Treibhausgase (wie

Methan (CH<sub>4</sub>) oder Lachgas (N<sub>2</sub>O)) entstehenden Emissionen. Um die verschiedenen Treibhausgase hinsichtlich ihrer Klimaschädlichkeit<sup>6</sup> vergleichbar zu machen, werden diese in CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>eq)<sup>7</sup> umgerechnet, da das Treibhausgas CO<sub>2</sub> mit 87 % der durch den Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen in Deutschland das mit Abstand klimarelevanteste Gas darstellt.

Grundlage für die Berechnung der stadtweiten THG-Emissionen ist die Betrachtung von Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren). Das heißt, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie (z. B. zur Erzeugung von Strom) zu dem Endenergieverbrauch (wie am Hausanschluss abgelesen) addiert wird. Somit ist es beispielsweise möglich, der im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieform Strom „graue“ Emissionen aus seinen Produktionsvorstufen zuzuschlagen und diese in die THG-Bilanzierung mit einzubeziehen.

Die Emissionen von Großemittenten (sog. EU ETS-Anlagen), die laut nationalem Allokationsplan (NAP) am Handel mit Emissionszertifikaten teilnehmen (häufig sind dies große Wirtschafts- oder Industriebetriebe), werden – nach Empfehlung des Klima-Bündnis – in der kommunalen Energie- und THG-Bilanz nicht mitbilanziert, da diese bereits über das Emissionszertifikathandelssystem erfasst und reglementiert werden. Zudem ist der kommunale Einfluss auf betriebsbedingte Emissionen bzw. Prozessenergien als gering einzuschätzen. In der Stadt Wuppertal betrifft dies Energieverbräuche und Emissionen, die beim Kalksteinabbau sowie der Papierproduktion entstehen.

---

<sup>6</sup> Methan beispielsweise ist 21-mal so schädlich wie CO<sub>2</sub> (1 kg Methan entspricht deshalb 21 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Ein Kilogramm Lachgas entspricht sogar 300 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent.)

<sup>7</sup> Sämtliche in diesem Bericht aufgeführten Treibhausgasemissionen stellen die Summe aus CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>eq) dar.

## 2 Datengrundlage

Daten zum Strom-, Erdgas- und Fernwärmeverbrauch (für die Jahre 2010 bis 2014) innerhalb der Stadtgrenzen wurden durch die Wuppertaler Energie & Wasser AG (WSW) zur Verfügung gestellt.

Hinsichtlich der Verbräuche der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Holz, Flüssiggas sowie Kohle konnte auf Daten des Schornsteinfegerhandwerks zu Anzahl, Art und Leistung der Heizungsanlagen zurückgegriffen werden. Mittels dieser Daten war es möglich, anhand von angenommenen Vollbenutzungsstunden und Wirkungsgraden der Anlagen, die gesamtstädtischen Energieverbräuche der jeweiligen Energieträger zu errechnen.

Zur Erfassung von Daten regenerativer Energieträger wurden Förderdaten seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Informationen über Landesfördermittel im Rahmen des „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) verwendet. Mittels dieser Daten konnten z.B. solarthermische Erträge durch Sonnenkollektoren ermittelt werden.<sup>8</sup> Von der WSW konnten zudem Daten zum eingespeisten EEG-Strom aus Windenergie-, Wasserkraft-, Photovoltaik- und Biomasseanlagen zur Verfügung gestellt werden.

Darüber hinaus wurden von der Stadtverwaltung Energieverbrauchsdaten der kommunalen Infrastruktur bereitgestellt. Dies umfasst Strom- und Wärmeverbräuche der kommunalen Gebäude sowie Stromverbräuche der öffentl. Straßenbeleuchtung. Seit 2014 werden zudem Treibstoffverbräuche der kommunalen Flotte kontinuierlich ermittelt.

Über die Kfz-Zulassungsdaten für die Stadt Wuppertal (erhoben über das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)) sowie über bundesdurchschnittliche Fahrleistungen je Fahrzeugart konnte der motorisierte Individualverkehr (MIV) sowie der Straßengüterverkehr innerhalb der Bilanzierung abgebildet werden. Hierfür wurden neben den Kfz-Zulassungsdaten auch die Bevölkerungs- und Beschäftigtendaten verwendet.

Im Bereich des Personenfernverkehrs werden zudem Werte für Flugverkehr und Schienenfernverkehr berechnet und bilanziert, da bei einer Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip auch für Kommunen, die beispielsweise nicht über einen Fernbahnhof oder einen Flughafen verfügen, davon ausgegangen wird, dass die Einwohner der Kommune diese Verkehrsmittel dennoch nutzen (natürlich dann außerhalb der kommunalen Stadtgrenzen) und somit auch in diesen Bereichen einen THG-Ausstoß verursachen. Auch für den Güterverkehr per Schiff und Bahn werden deutschlandweite Durchschnittswerte verwendet. Diese können bei entsprechender Datenlage zwar geändert werden, allerdings liegen kleinräumige Daten hierzu nicht vor. Durch die Anwendung des Verursacherprinzips wird der Güterverkehr – vergleichbar mit dem Personenfernverkehr – ebenfalls anhand der Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen generiert.

Die Emissionen der Großemittenten wurden in der Zeitreihe von 2010 bis 2014 durch das LANUV auf Basis des Nationalen Allokationsplans (NAP) erfasst und von der EnergieAgentur.NRW in den ECOSPEED Region<sup>smart</sup> Account der Stadt Wuppertal eingepflegt.

---

<sup>8</sup> Anzumerken ist an dieser Stelle, dass nicht 100% aller Anlagen regenerativer Energieträger über die Programme von progres.NRW und BAFA gefördert werden. Ein Großteil dieser Anlagen kann aber mittels dieser Daten erfasst werden.

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der verfügbaren Daten sowie Angaben zur Datenherkunft und der jeweiligen Datengüte<sup>9</sup>:

Bezeichnung	Datenquelle	Jahr(e)	Datengüte
<b>Startbilanz</b>			
Einwohner	Landesdatenbank NRW (IT.NRW)	2010 – 2014	A
Erwerbstätige (nach Wirtschaftszweigen)	Bundesagentur für Arbeit (Sekundär: IT.NRW)	2010 – 2014	A
<b>Endbilanz</b>			
Gesamtstädtische Erdgasverbräuche	Wuppertaler Energie & Wasser AG	2010 – 2014	A
Gesamtstädtische Stromverbräuche	Wuppertaler Energie & Wasser AG	2010 – 2014	A
Gesamtstädtische Fernwärmeverbräuche	Wuppertaler Energie & Wasser AG	2010 – 2014	A
Verbrauch an fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern Heizöl, Holz, Flüssiggas und Kohle	Schornsteinfegerhandwerk	2016	B
Stromproduktion (Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Photovoltaik)	Wuppertaler Energie & Wasser AG	2010 – 2014	A
Energieverbräuche der kommunalen Gebäude	Stadtverwaltung Wuppertal	2010 – 2014	A
Energieverbräuche der Straßenbeleuchtung	Stadtverwaltung Wuppertal	2010 – 2014	A
Treibstoffverbräuche der kommunalen Flotte	Stadtverwaltung Wuppertal	2014	A
Wärmeerträge durch Solarthermieanlagen (anhand Daten der Förderprogramme BAFA und progres.NRW)	ECOSPEED Region <sup>smart</sup>	2010 – 2014	B
Eingesetzter Strom in Wärmepumpen als Grundlage zur Berechnung der Wärme aus Wärmepumpen	Wuppertaler Energie & Wasser AG	2010 – 2014	B
Bestand an Kraftfahrzeugen nach Kraftfahrzeugarten und Kraftfahrzeuganhängern	Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) und Zulassungsstelle Kreis Steinfurt	2010 – 2014	A
CO <sub>2</sub> -Emissionen von Großemittenten (EU ETS-Anlagen)	LANUV und Energie-Agentur.NRW auf Basis des Nationalen Allokationsplans (NAP)	2010 – 2014	A

Tabelle 1: Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die Stadt Wuppertal

Alle weiteren Daten werden zunächst von ECOSPEED Region<sup>smart</sup> bei der Erstellung der Startbilanz anhand der bereits hinterlegten Beschäftigten- und Bevölkerungszahlen automatisch generiert und beruhen auf nationalen Durchschnittswerten.

<sup>9</sup> Datengüte A: Berechnung mit regionalen Primärdaten (z. B. lokalspezifische Kfz-Fahrleistungen); Datengüte B: Berechnung mit regionalen Primärdaten und Hochrechnung (z. B. Daten lokaler ÖPNV-Anbieter); Datengüte C: Berechnung über regionale Kennwerte und Daten; Datengüte D: Berechnung über bundesweite Kennzahlen.

### 3 Endenergieverbrauch in Wuppertal

Abbildung 4 veranschaulicht zunächst die Entwicklung der gesamtstädtischen Endenergieverbräuche (dies entspricht der Summe der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr und kommunale Verwaltung) in Wuppertal zwischen den Jahren 1990 und 2014. Diese sind im Zeitraum von 1990 bis 2014, abgesehen von geringfügigen Schwankungen, nahezu kontinuierlich auf einem rückläufigen Niveau. Während die gesamtstädtischen Energieverbräuche im Jahr 1990 noch 12.056 GWh/a betragen, sind diese bis zum Jahr 2014 um 34 % auf 7.963 GWh/a zurückgegangen. Detaillierte Informationen zur zeitlichen Entwicklung der einzelnen Energieträger kann Anlage I entnommen werden.

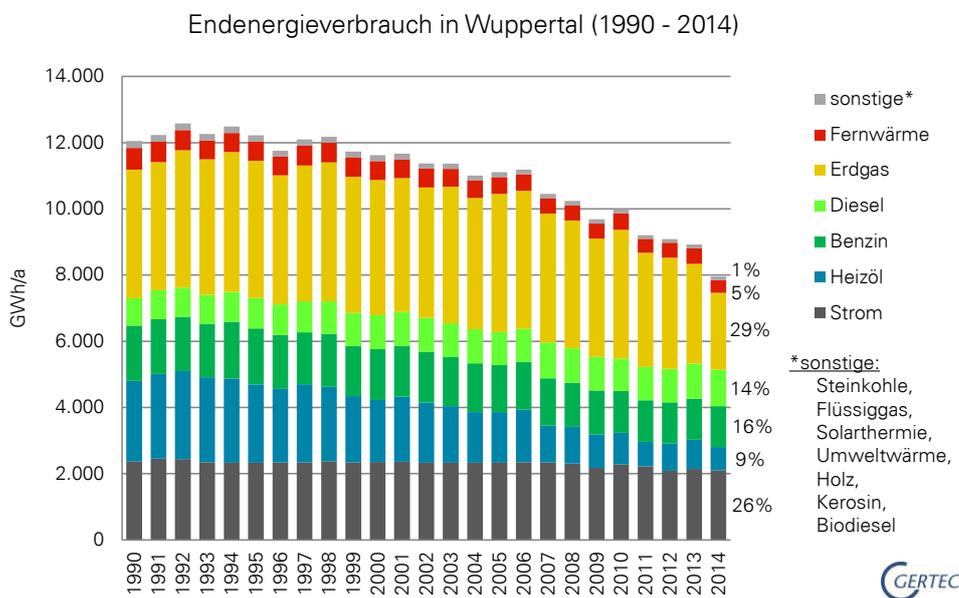


Abbildung 4: Endenergieverbrauch der Stadt Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)

Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren können unterschiedliche Gründe als Ursache haben, z. B.:

- witterungsbedingte Gegebenheiten,
- Bevölkerungsentwicklung,
- Ab- und Zuwanderung von Betrieben sowie Konjunktur,
- Veränderung des Verbrauchsverhaltens (z.B. Trend zur Vergrößerung des Wohnraums, neue strombetriebene Anwendungen).

In Abbildung 5 werden diese für Wuppertal gültigen Rahmenbedingungen aufgezeigt. So sind die erhöhten Energieverbräuche im Jahr 2010 gegenüber deutlich geringeren Energieverbräuchen im Jahr 2014 z.B. größtenteils auf witterungsbedingte Gegebenheiten zurückzuführen. Das Jahr 2010 war im Vergleich zum langjährigen Mittel ein kaltes Jahr, in dem deutlich mehr Energie z. B. zur Beheizung von Wohngebäuden verbraucht

wurde, das Jahr 2014 war hingegen ein im Schnitt sehr warmes Jahr, mit dementsprechend geringeren Heizenergieverbräuchen (vgl. „Gradtagszahl“<sup>10</sup> in Abbildung 5).

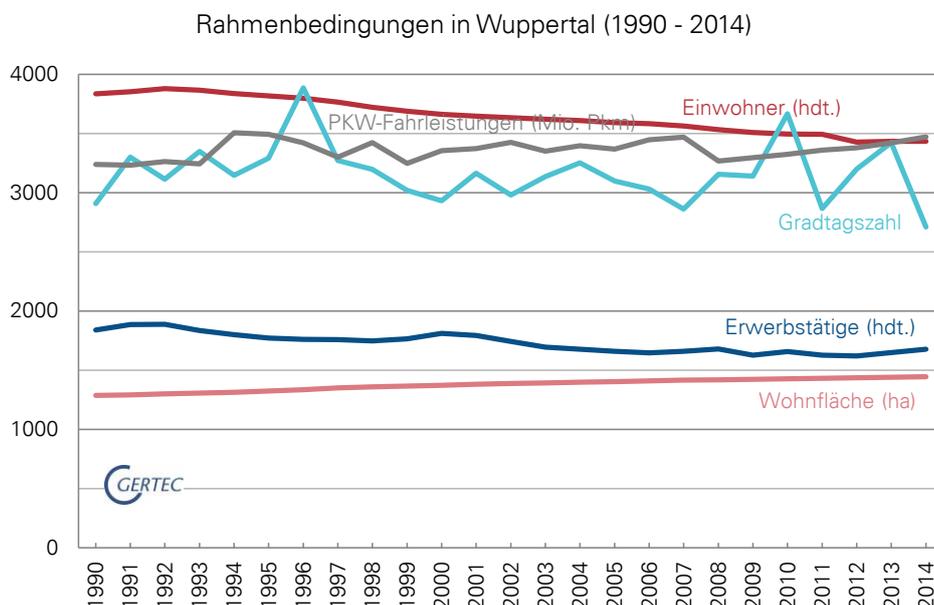


Abbildung 5: Rahmenbedingungen in Wuppertal (1990 – 2014)

Prozentual gesehen entfiel im Jahr 2014 der größte Anteil des Endenergieverbrauchs in Wuppertal auf die Energieträger Erdgas (29 %) und Strom (26 %). Die Treibstoffe Benzin (16 %) und Diesel (14 %) machten zusammen knapp ein Drittel des Endenergieverbrauchs aus. Weitere relevante Energieträger sind Heizöl (9 %) sowie Fernwärme (7 %). Die Energieträger Steinkohle, Flüssiggas, Solarthermie, Umweltwärme, Holz, Kerosin und Biodiesel spielen mit insgesamt 1 % lediglich eine untergeordnete Rolle. Abbildung 6 stellt dies veranschaulichend dar.

<sup>10</sup> Die Gradtagszahl wird zur Berechnung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes während der Heizperiode herangezogen. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur für die Heiztage eines Bemessungszeitraums dar und ist somit ein Hilfsmittel zur Bestimmung der Heizkosten und des Heizstoffbedarfs. Die Gradtagzahl wird mit der Einheit Kelvin (K, bzw. °C) angegeben, hat also dieselbe Dimension wie die Temperatur. Zudem kann sie auf eine Heizperiode oder einen Kalendermonat bezogen werden und ist dann aussagekräftig für saisonale Schwankungen. Es gibt jeweils einen Wert für das langjährige klimatische Mittel, und einen Wert für das aktuelle Wetter (meteorologische Messung).

Anteile am Endenergieverbrauch in Wuppertal (2014)

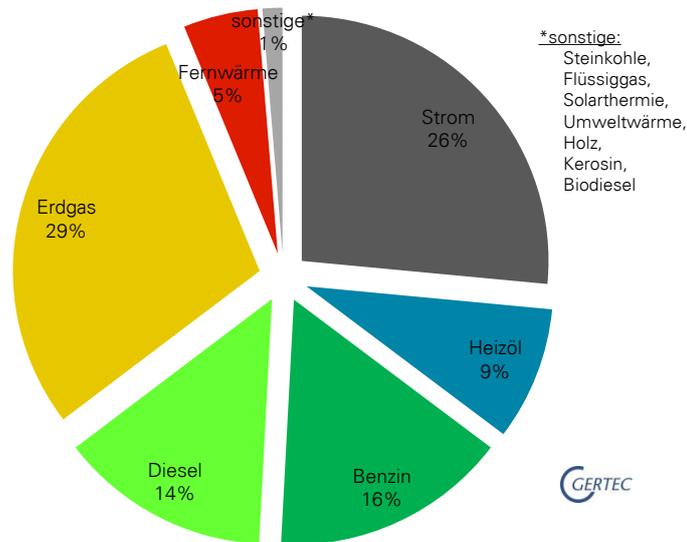


Abbildung 6: Anteile am Endenergieverbrauch in Wuppertal (2014)

Der Anteil der in Wuppertal zu Heizzwecken verwendeten erneuerbaren Energien (Holz, Sonnenkollektoren, Umweltwärme) lag im Jahr 2014 bei 1,1 %. Der Einsatz der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Kohle befinden sich insgesamt auf einem deutlich rückläufigen Niveau, liegt im Jahr 2014 aber immer noch bei 21 % (zum Vergleich: 1990 waren es noch 36 %). Beim Einsatz des Energieträgers Erdgas ist, über die gesamte Zeitreihe betrachtet, seit ca. 2008 ein Rückgang erkennbar. In deutlich abgeschwächter Form wird ein solcher Rückgang zudem beim Stromverbrauch sichtbar. Während dieser bis zum Jahr 2003 auf einem Niveau knapp über 2.300 GWh/a stagnierte, ist er seitdem (mit Ausnahme von geringen Schwankungen) rückgängig und lag im Jahr 2014 noch bei ca. 2.100 GWh/a.

Zwar beheizt aktuell noch ein bedeutender Teil der Bevölkerung den eigenen Wohnraum mittels des nicht-leitungsgebundenen Energieträgers Heizöl, im Laufe der Zeit konnte aber bereits ein leichter Rückgang verzeichnet werden. Insgesamt hat sich zwischen 1990 und 2014 die Verteilung der Energieträger in privaten Haushalten jedoch nur wenig geändert. Anhand von Abbildung 7 ist jedoch erkennbar, dass die Energieverbräuche in privaten Haushalten insgesamt auf einem leicht rückläufigen Niveau sind, wohingegen die jährlichen Witterungsbedingungen die ausschlaggebenden Faktoren beim Heizenergieverbrauch sind. Dies stellt Abbildung 8 anhand der witterungsbereinigten Endenergieverbräuche heraus. Ein Rückgang der Energieverbräuche im Sektor der privaten Haushalte kann hier über die gesamte Zeitreihe betrachtet zwar ebenfalls betrachtet werden, im Vergleich zu den tatsächlich vorliegenden Energieverbräuchen (vgl. Abbildung 7) jedoch in deutlich abgeschwächter Form.

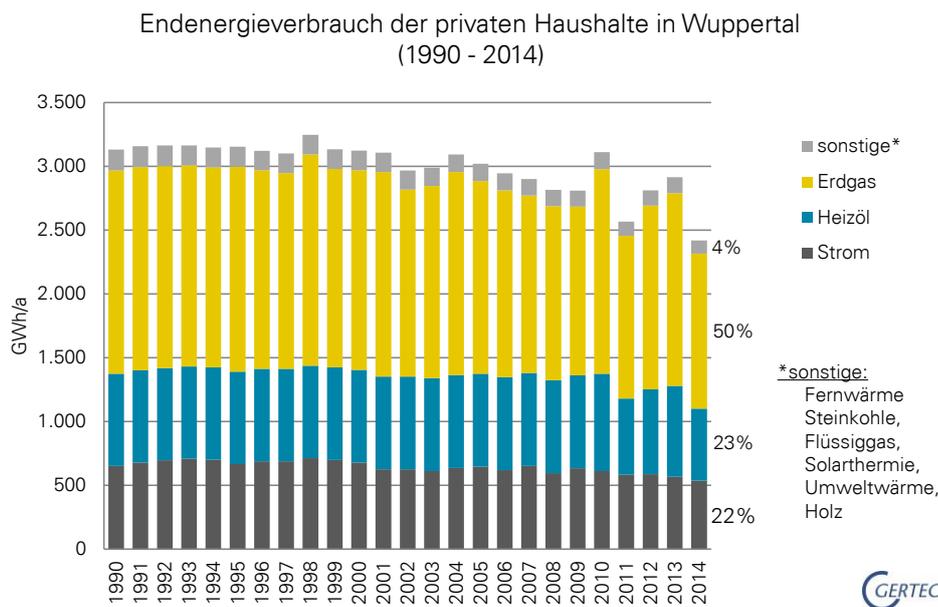


Abbildung 7: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)

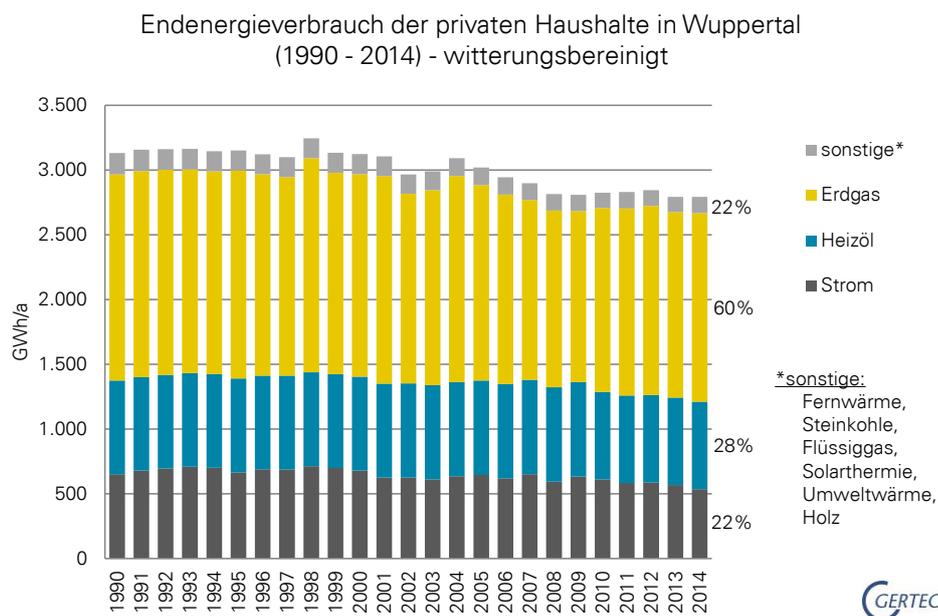


Abbildung 8: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a) – witterungsbereinigt

Im Bereich der Wirtschaft wird anhand von Abbildung 9 deutlich, dass insbesondere im Bereich der Wärmeenergieträger (Erdgas, Heizöl, Fernwärme etc.) erhebliche Rückgänge im Energieverbrauch zu verzeichnen sind. Während diese im Jahr 1990 noch bei 4.600 GWh/a lagen, sind sie bis zum Jahr 2014 um 65 % auf 1.600 GWh/a zurückgegangen. Die Stromverbräuche in der Wirtschaft sind hingegen nahezu stabil geblieben, auf einem Niveau zwischen 1.500 bis 1.700 GWh/a. Um Gründe für diese Entwicklun-

gen aufzuzeigen, bedarf es weiteren Detailuntersuchungen des Wirtschaftssektors. Möglicherweise haben Betriebe, die z.B. durch einen hohen Prozesswärmebedarf mittels Erdgas oder Heizöl gekennzeichnet sind, ihre Produktionen im Laufe der Zeit zurückgefahren, während stromintensive Betriebe in gleichem Maße wie bereits im Jahr 1990 bestehen.

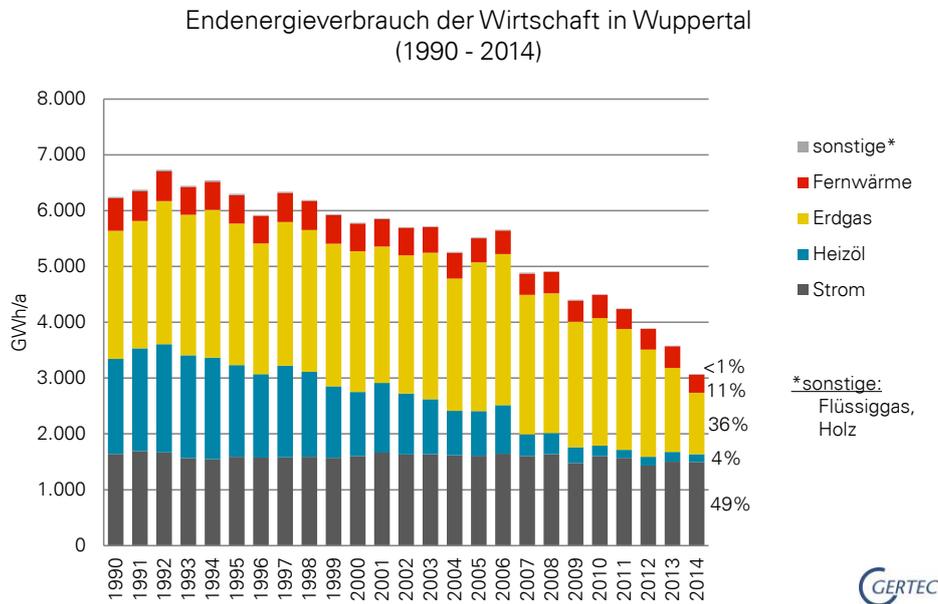


Abbildung 9: Endenergieverbrauch der Wirtschaft in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)

Hinsichtlich des Energieverbrauchs im Verkehrssektor lässt sich anhand von Abbildung 10 ein über die gesamte Zeitreihe von 1990 bis 2014 geringfügig abnehmender Energieverbrauch ablesen. Dieser ist von 2.650 GWh/a im Jahr 1990 um 8 % auf 2.435 GWh/a im Jahr 2014 gesunken. Den insgesamt leicht steigenden Fahrleistungen im Personenverkehr (vgl. Abbildung 5) stehen technologische Fortschritte mit effizienteren Fahrzeugen sowie ein wachsendes ÖPNV-Angebot entgegen.

Insgesamt ist im Verkehrssektor eine deutliche Energieträgerverschiebung vom Benzin auf Diesel zu erkennen. Strom- erdgas- oder mit Biokraftstoffen betriebene Fahrzeuge nehmen aktuell weiterhin eine untergeordnete Rolle ein.

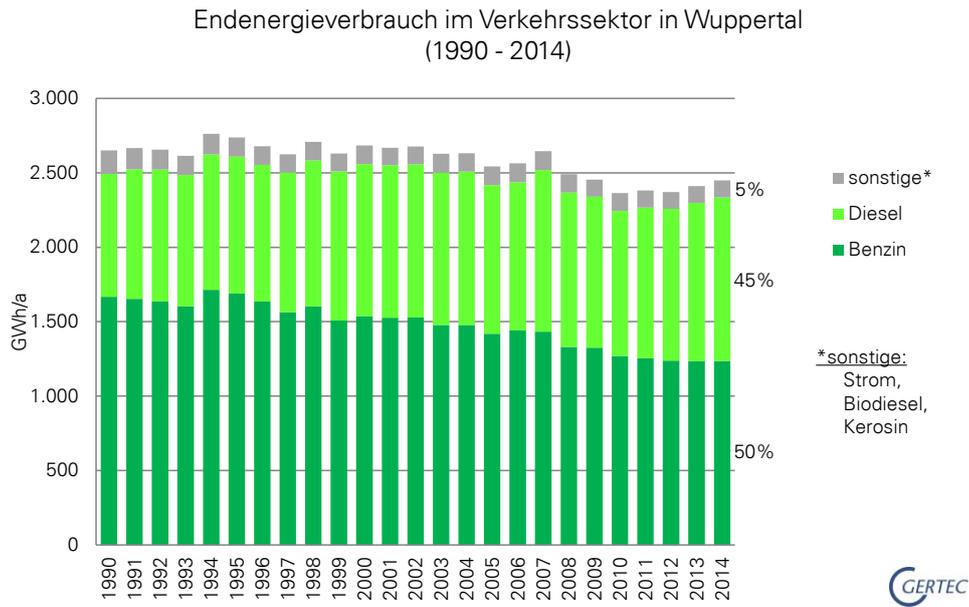


Abbildung 10: Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)

Bei der Analyse der Energieverbräuche der kommunalen Verwaltung in Wuppertal (vgl. Abbildung 11) wird deutlich, dass sowohl die Stromverbräuche als auch der Verbrauch der zu Heizzwecken genutzten Energieträger insgesamt rückläufig sind. Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften waren ab dem Jahr 2000 verfügbar, ab dem Jahr 2014 zudem Treibstoffverbräuche der kommunalen Flotte.

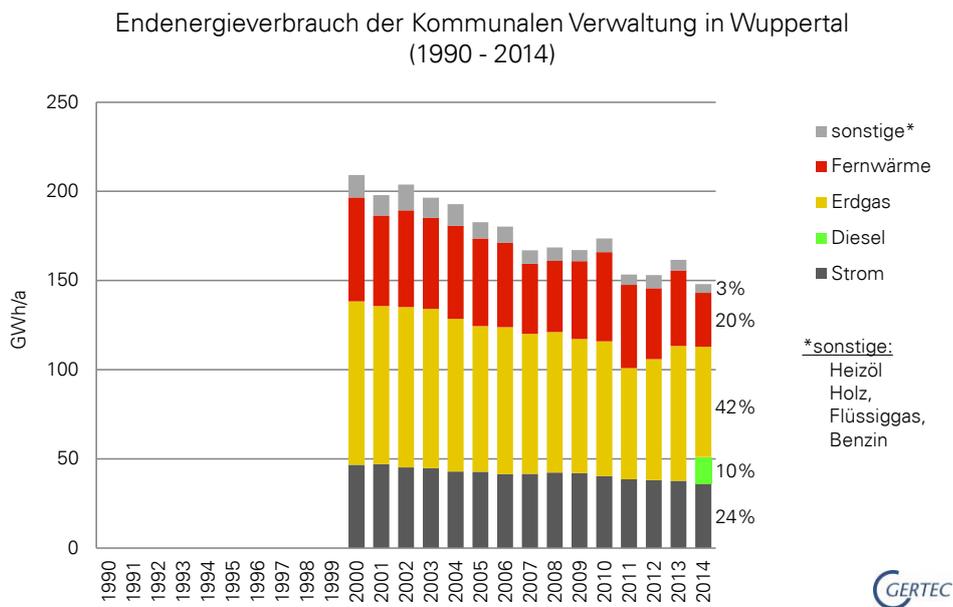


Abbildung 11: Endenergieverbrauch der kommunalen Verwaltung in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in GWh/a)

Zusammenfassend verdeutlichen Abbildung 12 und Abbildung 13 die sektorale Verteilung und Verhältnismäßigkeiten der Energieträger und Energieverbräuche in Wuppertal. Während insgesamt 37 % der gesamtstädtischen Energieverbräuche dem Wirtschaftssektor zuzuordnen sind, entfallen auf den Sektor der privaten Haushalte noch 31 % und auf den Verkehrssektor 30 %. Die kommunale Verwaltung nimmt mit ca. 1,5 % nur einen untergeordneten Teil an den gesamtstädtischen Energieverbräuchen ein.

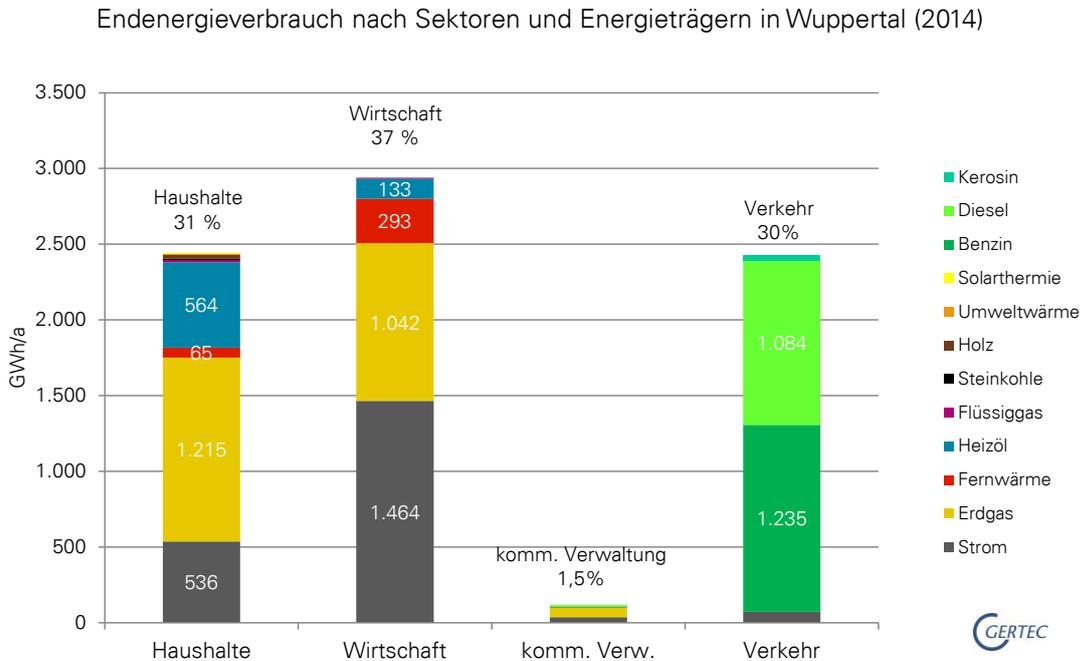


Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern in Wuppertal (in GWh/a)

prozentuale Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren in Wuppertal (2014)

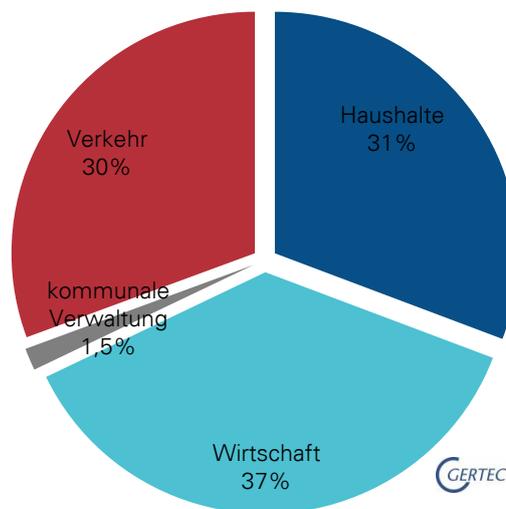


Abbildung 13: Prozentuale Aufteilung des Endenergieverbrauchs in Wuppertal (2014)

## 4 Treibhausgas-Emissionen in Wuppertal

Aus der Multiplikation der in Kapitel 3 dargestellten Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger (vgl. Abbildung 2) lassen sich die gesamtstädtischen THG-Emissionen errechnen, wie in Abbildung 14 dargestellt. Diese sind in dem gleichen Zeitraum (von 1990 – 2014 und analog zu den Energieverbräuchen) von ca. 4.440 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq um 37 % auf ca. 2.790 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq gesunken. Zu erklären ist dies z. B. aufgrund der stetig voranschreitenden Energieträgerumstellungen (weg vom Heizöl und hin zu Erdgas oder erneuerbaren Energien), da diese Energieträger teils deutlich geringere Emissionsfaktoren aufweisen als Heizöl (vgl. Abbildung 2).

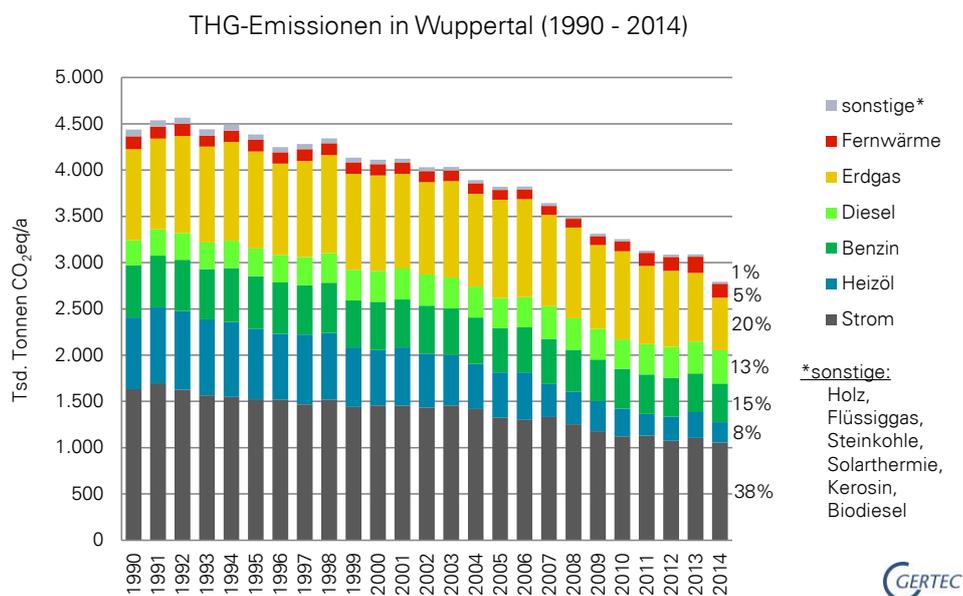


Abbildung 14: THG-Emissionen der Stadt Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a)

Prozentual gesehen entfallen mit 41 % die meisten THG-Emissionen auf den Wirtschaftssektor. Hingegen entfallen lediglich 29 % der THG-Emissionen Verkehrssektor und 28 % auf den Sektor der privaten Haushalte, was vor allem daran liegt, dass besonders in den privaten Haushalten vermehrt emissionsarme Energieträger wie Holz, Sonnenkollektoren oder Umweltwärme zum Einsatz kommen. Analog zu den Energieverbräuchen (vgl. Kapitel 3) nimmt der Sektor der kommunalen Verwaltung auch emissionsseitig mit 1,9 % nur eine untergeordnete Rolle ein (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16).

THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern in Wuppertal (2014)

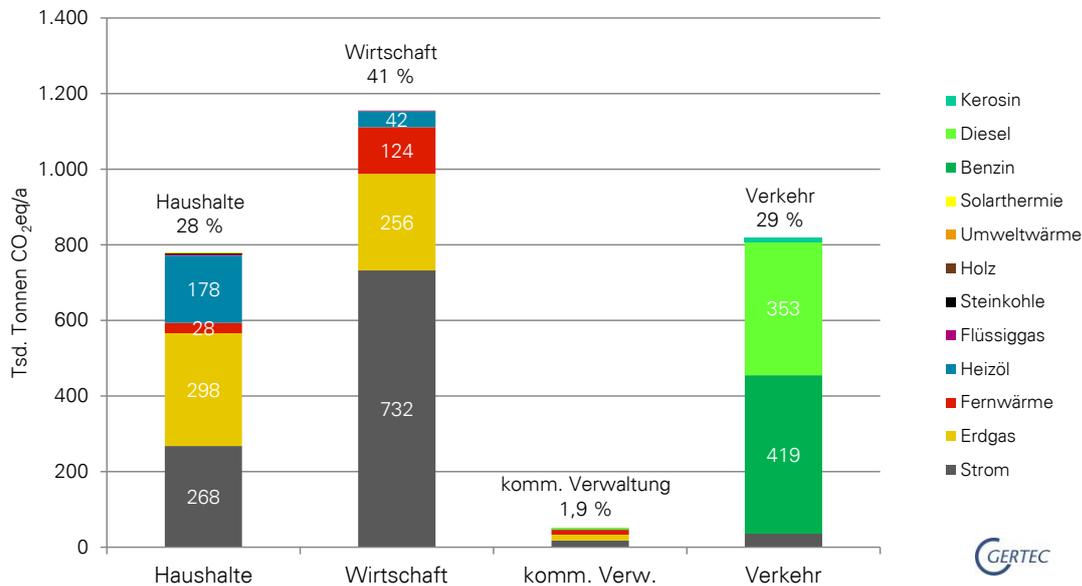


Abbildung 15: THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern in Wuppertal (in Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a)

prozentuale Aufteilung der THG-Emissionen nach Sektoren in Wuppertal (2014)

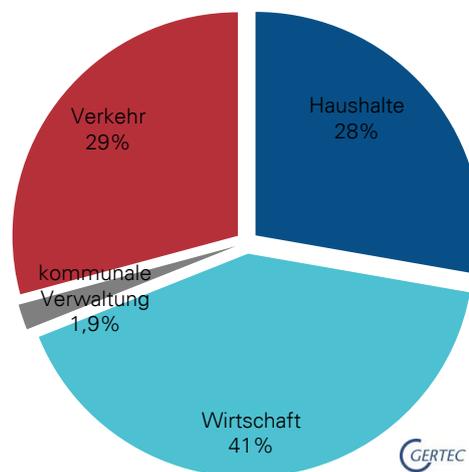


Abbildung 16: Prozentuale Aufteilung der THG-Emissionen nach Sektoren in Wuppertal (2014)

Umgerechnet auf einen einzelnen Einwohner in Wuppertal bedeutet dies einen Rückgang der THG-Emissionen von 11,6 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a im Jahr 1990 auf nur noch 8,1 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a im Jahr 2014 (vgl. Abbildung 17). Dieser Wert kann jedoch nicht direkt mit dem bundesdeutschen Vergleichswert von rund 11,5 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a je Ein-

wohner<sup>11</sup> im Jahr 2013 verglichen werden, da im Rahmen der kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung der Stadt Wuppertal keine industriellen Großemittenten in die Bilanzierung einbezogen werden, diese bei gängigen bundesweiten Angaben jedoch Berücksichtigung finden. Zudem umfasst die Wuppertaler Bilanzierung lediglich energetische Emissionen<sup>12</sup>, bei der bundesweiten Betrachtung werden hingegen zudem nicht-energetische Emissionen (z.B. durch Landwirtschaft) mit einbezogen. Ein bundesdeutscher Vergleichswert kann deshalb aktuell nicht herangezogen werden.

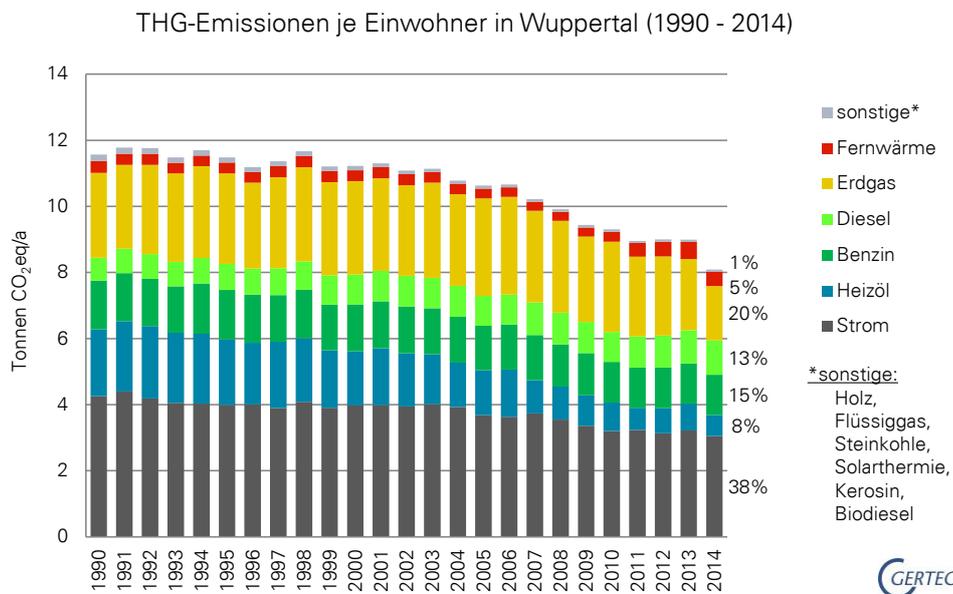


Abbildung 17: THG-Emissionen je Einwohner in Wuppertal (unterteilt nach Energieträgern in Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a)

<sup>11</sup> vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/europaeischer-vergleich-der-treibhausgas-emissionen>

<sup>12</sup> Mit dem Bilanzierungstool ECOSPEED Region<sup>smart</sup> lassen sich ausschließlich energetische Emissionen bilanzieren. Für eine Berücksichtigung von nicht-energetischen Emissionen wird eine kostenpflichtige ECOSPEED Region<sup>pro</sup> benötigt.

## 5 Exkurs: Großemittenten

Neben den in Kapitel 4 betrachteten THG-Emissionen, resultierend aus stationären Energieverbräuchen (in privaten Haushalten, den Wirtschaftssektoren und kommunalen Liegenschaften) sowie dem Verkehrsbereich, gibt es in der Stadt Wuppertal im Bereich des Kalksteinabbaus sowie der Papierproduktion Großemittenten, die – gemäß den Empfehlungen des Klima-Bündnisses – aus der kommunalen THG-Bilanz ausgeklammert werden (vgl. Kapitel 1). Im Jahr 2014 betrug die hierdurch entstandenen THG-Emissionen in Wuppertal 273 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a, was von der Gesamtmenge her ca. 10 % der Gesamtemissionen der kommunalen THG-Bilanz entspricht (vgl. Abbildung 18).

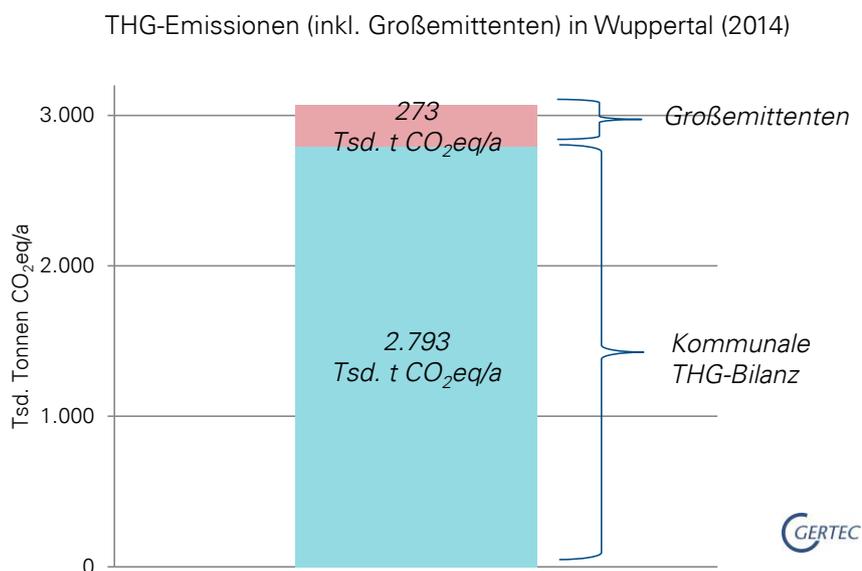


Abbildung 18: THG-Emissionen (inkl. Großemittenten) in Wuppertal (2014)

Die Höhe der bei solchen Industriebetrieben entstehenden THG-Emission ist in der Regel stark abhängig vom jeweiligen jährlichen Produktionsvolumen und kann daher stark schwanken. Abbildung 19 zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen durch Großemittenten in Wuppertal in der Zeitreihe von 2008 – 2014<sup>13</sup>. Diese bewegen sich auf einem Niveau zwischen 234 und 302 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a.

<sup>13</sup> Daten auf Basis des Nationalen Allokationsplans (NAP) seit 2008

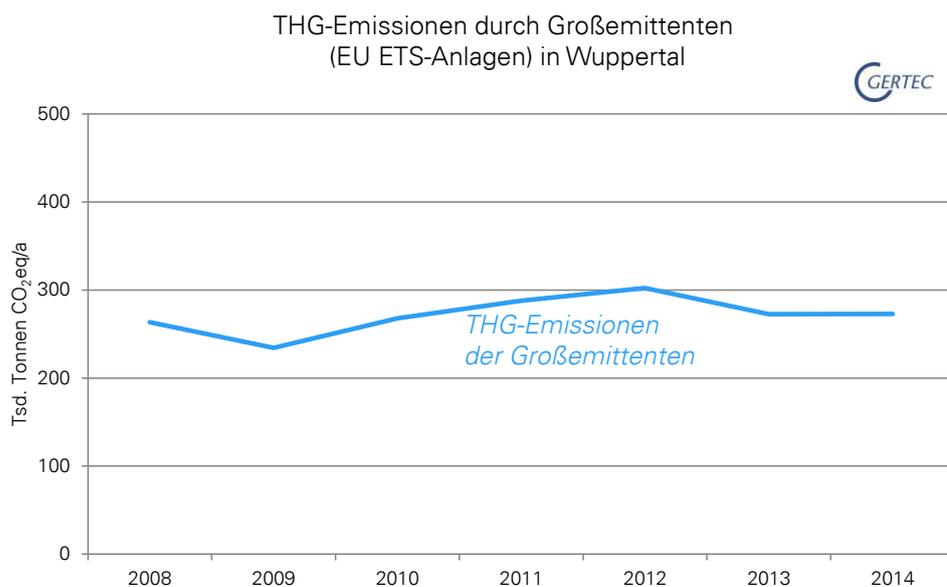


Abbildung 19: Entwicklung der THG-Emissionen durch Großemittenten (EU ETS-Anlagen) in Wuppertal in der Zeitreihe von 2008 - 2014

## 6 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien

Lokale Stromproduktionen erfolgen in Wuppertal mittels der erneuerbaren Energien Windkraft, Wasserkraft, Biomasse sowie Photovoltaik. Im Jahr 2014 haben auf dem Gebiet der Stadt Wuppertal drei Windkraftanlagen, drei Wasserkraftanlagen, fünf Biomasseanlagen sowie 1.186 PV-Anlagen insgesamt 18,1 GWh/a<sup>14</sup> erneuerbaren Strom erzeugt (vgl. Abbildung 20). Dies entspricht einem Anteil von 0,9 % am gesamten, stadtweiten Stromverbrauch (vgl. Kapitel 3).

Im Vergleich zur Bilanzierung des gesamtstädtischen Stromverbrauchs anhand des Bundes-Strommix<sup>15</sup> können durch diese lokalen, erneuerbaren Stromproduktionen aufgrund der geringen Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energien (vgl. Abbildung 2) im Jahr 2014 7,8 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a der gesamtstädtischen 1.054 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>eq/a bzw. 0,7 % eingespart werden.

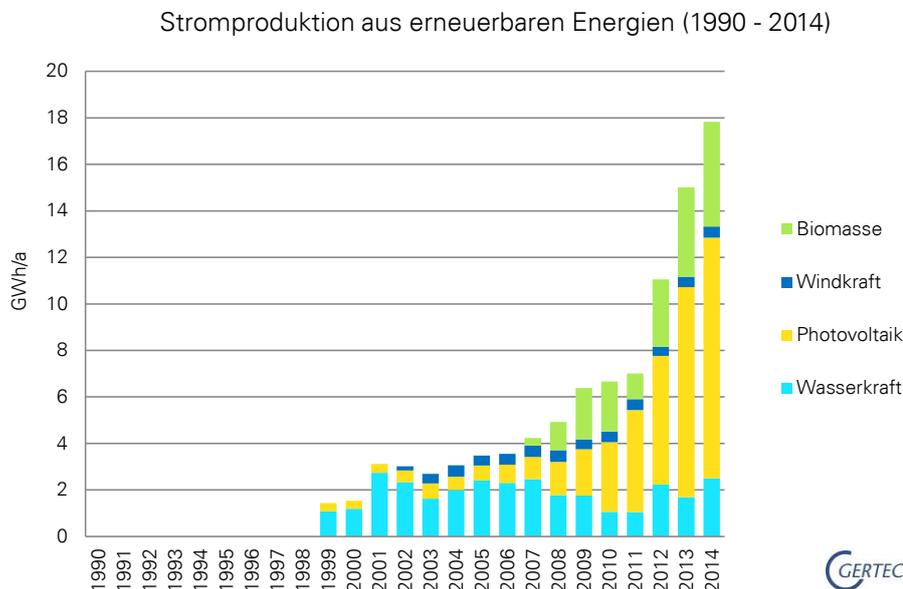


Abbildung 20: Lokale Stromproduktion durch Erneuerbare Energien in Wuppertal (1990 – 2014)

Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass bei dieser Betrachtung der lokalen Stromproduktion lediglich erzeugte Strommengen erfasst werden konnten, die ins stadtweite Stromnetz eingespeist wurden. Informationen zu Strom-Eigennutzungen (im Bereich der privaten Haushalte ist dies z. B. bei PV-Anlagen möglich) liegen an dieser Stelle nicht vor. Aktuell gibt es keine Möglichkeit, entsprechendes Datenmaterial ohne Einzelbefragungen der jeweiligen Anlagenbetreiber zu generieren. Im Hinblick auf das in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnende Thema der Speicherung von lokal erzeugtem

<sup>14</sup> Daten Wuppertaler Energie & Wasser AG

<sup>15</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sämtliche in Wuppertal zur Stromproduktion installierten Anlagen an erneuerbaren Energien bereits im Bundes-Strommix inbegriffen sind und somit bereits zu einer (wenn auch nur minimalen) Verbesserung von diesem beitragen.

Strom, welches an Dynamik zunehmen und eine wachsende Gruppe darstellen wird, gilt es zukünftig zu überlegen, wie sich entsprechendes Datenmaterial generieren lässt, um ein stadtweites Monitoring in ausreichender Qualität zu gewährleisten.

Im Zuge der Eigennutzung von lokal erzeugtem, erneuerbarem Strom sind insbesondere die Kläranlagen des Wuppertalverbandes zu nennen. Einem Gesamtstromverbrauch in den Kläranlagen von 17,1 GWh/a stehen 14,1 GWh/a Strom gegenüber, der durch Klärgasverwertung auf dem Gelände erzeugt und direkt selbst verwertet wird.

Nachrichtlich zu erwähnen ist zudem der im Müllheizkraftwerk auf den Wuppertaler Südhöhen erzeugte Strom. Von den dort jährlich durch Abfallverwertung produzierten 65 GWh Strom sind 50 % (also 32,5 GWh) biogenen Ursprungs und als erneuerbare Energie zertifiziert. Aufgrund der Abgrenzung zu den reinen, klassischen erneuerbaren Energien findet keine Darstellung dieser Strommengen in Abbildung 20 statt.

Im Bereich der lokalen Wärmeproduktion kommen die Energieträger Holz, Solarthermie sowie Umweltwärme zum Einsatz (vgl. Abbildung 21). Während über die gesamte Zeitspanne betrachtet ein (wenn auch nur geringfügiger) stetig steigender Einsatz von Solarthermie und Umweltwärme beobachtet werden kann, ist beim Energieträger Holz seit dem Jahr 2008 ein Rückgang zu verzeichnen. Gründe hierfür können z. B. in witterungsbedingten Gegebenheiten liegen sowie im Rückgang des Einsatzes von Holz z.B. im Wirtschaftssektor.

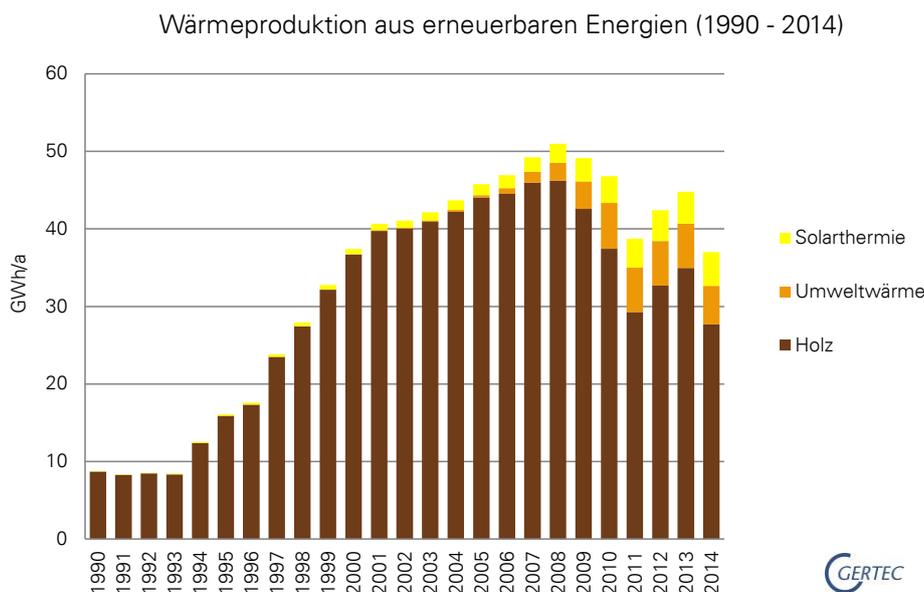


Abbildung 21: Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien in Wuppertal (1990 – 2014)

## 7 Zielsetzungen zur Reduzierung der THG-Emissionen in Wuppertal

Wie in Kapitel 4 bereits herausgestellt, konnte die Stadt Wuppertal ihre THG-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2014 bereits um 37 % reduzieren.

Bezüglich Zielsetzungen zu zukünftigen Reduzierungen der THG-Emissionen hat sich das Klima-Bündnis, dem die Stadt Wuppertal angehört, eine Halbierung der THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 gesetzt, auf Bundesebene sollen insgesamt 95 % der THG-Emissionen bis zum Jahr 2050 eingespart werden, mit einer Reduktion um 55 % bis zum Jahr 2030 als Zwischenziel<sup>16</sup>.

Mittels einer einfachen linearen Degression von 1990 bis 2030 verdeutlicht Abbildung 22, dass die bisherige Entwicklung der THG-Emissionen in der Stadt Wuppertal ziemlich exakt im Zielkorridor vom Klima-Bündnis sowie der BRD liegt. Im Jahr 2014 wurde dieser Reduktionspfad zwar sichtbar unterschritten, wie in den vorigen Kapitel jedoch bereits herausgestellt, handelt es sich beim Jahr 2014 jedoch um ein überdurchschnittlich warmes Jahr mit deutlich reduzierten Heizenergieverbräuchen. Im Jahr 2012 (einem Jahr, welches hinsichtlich der Witterung ziemlich genau dem langjährigen Klimamittel entsprochen hat) lagen die THG-Emissionen ziemlich exakt auf Höhe des angestrebten Reduktionspfades.

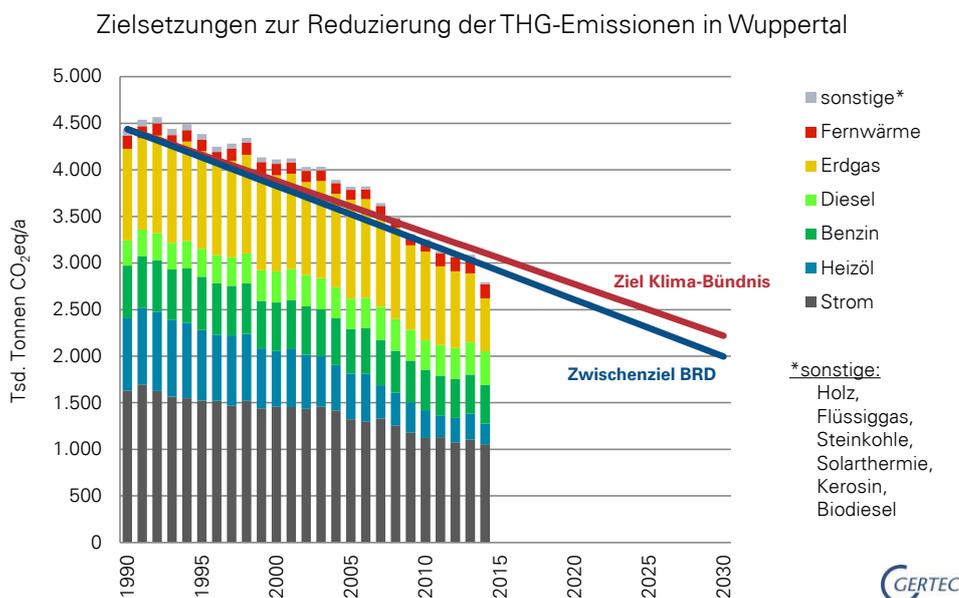


Abbildung 22: Zielsetzungen zur Reduzierung der THG-Emissionen in Wuppertal

Um ein Erreichen der langfristigen, ambitionierten Ziele der BRD und des Klima-Bündnis sicherzustellen, gilt es im Detail zu untersuchen, welche sektorübergreifenden Maßnahmen zukünftig entscheidende Beiträge zur gesamtstädtischen THG-Reduktion leis-

<sup>16</sup> vgl. Klimaschutzplan 2050 – Kabinettsbeschluss vom 14. November 2016  
([http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf))

ten und daher weiterhin verfolgt und ergriffen werden müssen. Neben Energieeinsparungen (z. B. durch energetische Gebäudesanierungen, effiziente Geräte, optimierte Prozesse in Wirtschaftsbetrieben) kann dies z. B. auch der vermehrte Ausbau von erneuerbaren Energien (zu Strom- und Wärmeproduktionen) oder eine steigende Nutzung des ÖPNV sein.

## Anlage I

gesamstädtischer Endenergieverbrauch  
(1990 – 2014) in GWh/a

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Strom	1.632	1.697	1.627	1.566	1.547	1.525	1.522	1.467	1.521	1.441	1.457	1.453	1.436	1.456	1.418	1.322	1.301	1.332	1.252	1.179	1.122	1.131	1.075	1.105	1.054
Heizöl	775	819	849	820	813	756	709	757	718	642	599	631	582	548	487	490	511	357	355	324	298	233	260	279	220
Benzin	566	561	555	544	582	573	555	531	544	512	522	518	518	501	501	481	489	486	451	450	431	426	420	419	419
Diesel	289	284	289	288	297	300	300	306	319	327	333	334	336	334	336	326	325	353	338	331	317	330	332	346	358
Kerosin	23	18	17	16	17	16	15	16	16	16	16	15	14	14	14	14	15	14	14	14	14	13	12	11	12
Erdgas	983	979	1.049	1.035	1.065	1.048	985	1.038	1.060	1.039	1.032	1.023	997	1.043	1.001	1.060	1.059	987	982	906	954	844	823	739	569
Fernwärme	139	130	129	122	123	124	122	127	127	125	121	120	121	114	114	108	105	97	96	97	105	143	151	177	151
Holz	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonnenkollektoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	14	16	17	16	17	16	14	15	14	13	13	13	11	10	9	10	9	9	9	8	9	7	8	8	6
Pflanzentöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodiesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	36	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	2	2	2	2	2	2
Summe	4.438	4.540	4.567	4.439	4.491	4.386	4.248	4.282	4.342	4.135	4.113	4.124	4.030	4.034	3.892	3.820	3.822	3.643	3.502	3.312	3.254	3.129	3.085	3.089	2.793

gesamstädtische THG-Emissionen  
(1990 – 2014) in Tsd. TonnenCO<sub>2</sub>eq/a

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Strom	1.632	1.697	1.627	1.566	1.547	1.525	1.522	1.467	1.521	1.441	1.457	1.453	1.436	1.456	1.418	1.322	1.301	1.332	1.252	1.179	1.122	1.131	1.075	1.105	1.054
Heizöl	775	819	849	820	813	756	709	757	718	642	599	631	582	548	487	490	511	357	355	324	298	233	260	279	220
Benzin	566	561	555	544	582	573	555	531	544	512	522	518	518	501	501	481	489	486	451	450	431	426	420	419	419
Diesel	289	284	289	288	297	300	300	306	319	327	333	334	336	334	336	326	325	353	338	331	317	330	332	346	358
Kerosin	23	18	17	16	17	16	15	16	16	16	16	15	14	14	14	14	15	14	14	14	14	13	12	11	12
Erdgas	983	979	1.049	1.035	1.065	1.048	985	1.038	1.060	1.039	1.032	1.023	997	1.043	1.001	1.060	1.059	987	982	906	954	844	823	739	569
Fernwärme	139	130	129	122	123	124	122	127	127	125	121	120	121	114	114	108	105	97	96	97	105	143	151	177	151
Holz	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonnenkollektoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	14	16	17	16	17	16	14	15	14	13	13	13	11	10	9	10	9	9	9	8	9	7	8	8	6
Pflanzentöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodiesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	36	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	2	2	2	2	2	2
Summe	4.438	4.540	4.567	4.439	4.491	4.386	4.248	4.282	4.342	4.135	4.113	4.124	4.030	4.034	3.892	3.820	3.822	3.643	3.502	3.312	3.254	3.129	3.085	3.089	2.793

### Endenergieverbrauch Haushalte (1990 – 2014) in GWh/a

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Strom	652	678	695	708	700	665	688	687	712	698	678	624	625	611	635	646	619	651	594	632	611	583	587	567	536	
Heizöl	723	723	723	724	724	724	725	725	725	726	726	727	727	727	728	728	729	729	729	730	763	597	666	713	564	
Erdgas	1.592	1.592	1.584	1.576	1.567	1.608	1.556	1.534	1.654	1.555	1.565	1.603	1.466	1.507	1.591	1.511	1.482	1.390	1.365	1.321	1.603	1.275	1.439	1.509	1.215	
Fernwärme	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	83	72	75	78	65
Holz	9	8	8	8	12	16	17	23	27	32	37	40	40	40	38	39	41	40	41	38	35	27	30	32	26	
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	6	6	6	6	5	
Sonnenkollektoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flüssiggas	29	33	37	38	38	37	36	37	35	33	33	32	29	30	23	23	24	23	24	22	22	19	22	23	18	
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Steinkohle	79	79	75	71	66	62	57	53	49	44	40	35	31	27	22	18	13	9	5	5	5	4	5	5	4	
Summe	3.161	3.190	3.199	3.201	3.185	3.189	3.157	3.137	3.280	3.166	3.156	3.139	2.996	3.021	3.116	3.043	2.968	2.922	2.839	2.831	3.135	2.586	2.833	2.938	2.438	

### Endenergieverbrauch Wirtschaft (1990 – 2014) in in GWh/a

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Strom	1.642	1.693	1.670	1.567	1.548	1.592	1.576	1.579	1.592	1.572	1.604	1.665	1.630	1.638	1.618	1.607	1.646	1.606	1.639	1.479	1.604	1.570	1.433	1.505	1.500	
Heizöl	1.704	1.841	1.935	1.844	1.819	1.641	1.493	1.643	1.521	1.282	1.149	1.246	1.094	986	797	801	869	386	380	283	184	144	160	171	136	
Erdgas	2.295	2.281	2.586	2.517	2.647	2.536	2.342	2.573	2.541	2.553	2.519	2.445	2.477	2.621	2.370	2.865	2.710	2.499	2.502	2.248	2.289	2.188	1.916	1.505	1.104	
Fernwärme	580	535	532	499	505	509	496	523	521	515	495	490	492	463	460	431	418	382	378	380	413	355	372	387	323	
Holz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	3	6	5	4	3	2	2	3	2
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sonnenkollektoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flüssiggas	23	25	25	20	23	20	16	18	14	13	14	14	11	7	10	12	10	9	9	7	8	7	7	8	6	
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe	6.244	6.374	6.728	6.445	6.542	6.298	5.923	6.336	6.189	5.936	5.780	5.881	5.704	5.716	5.259	5.521	5.655	4.887	4.911	4.402	4.501	4.245	3.890	3.579	3.071	

Endenergieverbrauch Verkehr  
(1990 – 2014) in GWh/a

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Strom	85	84	78	75	84	76	76	70	73	69	74	69	72	80	79	79	79	79	79	75	67	71	69	69	72	72
Benzin	1.668	1.653	1.637	1.604	1.714	1.689	1.635	1.564	1.604	1.508	1.537	1.526	1.528	1.478	1.477	1.419	1.441	1.434	1.330	1.325	1.270	1.255	1.239	1.235	1.236	
Diesel	825	872	886	882	910	920	919	939	979	1.002	1.022	1.026	1.029	1.024	1.031	1.000	996	1.084	1.038	1.015	974	1.012	1.020	1.063	1.099	
Kerosin	74	58	55	52	54	52	48	52	52	51	52	47	47	46	45	46	47	47	46	45	42	39	37	35	38	
Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biodiesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMME	2.652	2.667	2.656	2.614	2.763	2.738	2.679	2.625	2.708	2.650	2.684	2.668	2.676	2.627	2.632	2.544	2.563	2.645	2.491	2.455	2.363	2.381	2.371	2.411	2.449	

Endenergieverbrauch kommunale Verwaltung  
(1990 – 2014) in GWh/a

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Strom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	47	45	45	43	43	42	42	42	42	40	39	38	38	36	
Heizöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	14	11	12	9	9	6	6	6	5	5	4	5	4	
Benzin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kerosin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Erdgas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	89	90	89	86	82	82	79	79	79	75	76	62	68	76	62
Fernwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	51	54	51	52	49	47	39	40	40	44	50	47	40	42	30
Holz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	2	2	1	2	2
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sonnenkollektoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biogase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flüssiggas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biodiesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Steinkohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	198	204	196	193	183	180	167	169	167	174	153	153	162	148	