

Stadt Erfurt

Fortschreibung Energie- und THG-Bilanz

Bilanzjahr 2021



Stadtverwaltung Erfurt

Umwelt- und Naturschutzamt



Impressum

Herausgeber:

Stadtverwaltung Erfurt
Umwelt- und Naturschutzamt
Stauffenbergallee 18
99085 Erfurt

Redaktion, Satz und Gestaltung:

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig

Stand bzw. Redaktionsschluss:

13.11.2023

Bildnachweis Titelseite:

seecon Ingenieure

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für beide Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz	4
2 Liegenschaften der Stadt Erfurt	17
Anlage 1: Energie- und THG-Bilanz.....	20

1 Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz

Im Folgenden ist zunächst das Hauptergebnis der Bilanz dargestellt, welches einen Vergleich mit anderen Gebietskörperschaften zulässt. Dieses betrachtet sowohl den stationären Bereich der Sektoren Haushalte, GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen), Industrie und der kommunalen Verwaltung, als auch den Verkehr. Es erfolgt eine Darstellung des Endenergieverbrauchs sowie der Emissionen in Form von CO₂-Äquivalenten. Entsprechend der BSKO-Methodik erfolgt keine Witterungskorrektur der Verbrauchswerte im Wärmebereich und der Stromverbrauch wird emissionsseitig komplett mit dem Bundesstrommix bewertet.

Der gesamte Endenergieverbrauch der Stadt Erfurt betrug in dem 2021-er Bilanzjahr 4.917.385 Megawattstunden. Daraus hervor geht ein Gesamtausstoß an THG-Emissionen von 1.360.212 Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-eq). Ein erstes Bild für die Zusammensetzung von Endenergieverbrauch und Emissionen innerhalb der Stadt Erfurt zeigt die nachfolgende Abbildung. Für das aktuelle Bilanzjahr 2021 wird in dieser die Verteilung der gesamten Bilanzergebnisse, jeweils für Endenergieverbrauch sowie Emissionen, auf einzelne Energieträger dargestellt. Die farbigen Balken geben ein Gefühl für die Einordnung der Energieträger in die Kategorien fossil, erneuerbar oder als ein Mix beider.

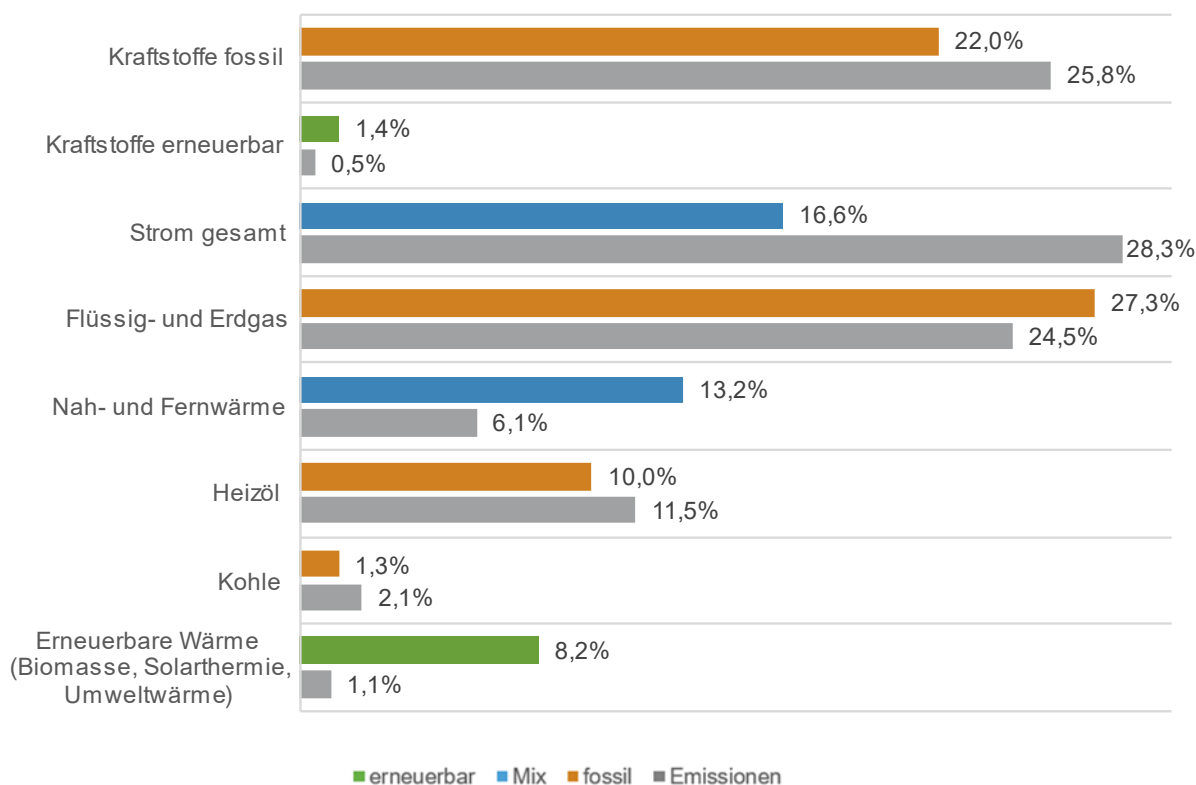


Abb. 1 Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen nach Energieträgern, 2021
 oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen

Zunächst wird ersichtlich, dass sich mit Blick auf die Emissionsverteilung eine andere Gewichtung als in der Endenergiebetrachtung zeigt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bereitstellung der konsumierten Endenergie aus dem jeweiligen Energieträger mit unterschiedlich hohen Energieaufwendungen in den jeweiligen Vorketten verbunden ist (Förderung, Raffination, Aufbereitung, Umwandlung, Transport etc.). Besonders fällt dies beim Energieträger Strom ins Gewicht, der entsprechend dem Bundesstrommix bewertet wird. Mit 16,6 % des Endenergieverbrauchs weist Strom hier den drittgrößten Anteil auf, emissionsseitig gehen jedoch 28,3 % der THG-Emissionen auf den Stromverbrauch zurück. Dies stellt den höchsten Einzelanteil aller Energieträger dar und zeigt, dass neben generellen Einsparmaßnahmen vor allem ein möglichst hoher Anteil erneuerbarer Stromerzeugung eminent wichtig für zukünftige Emissionsreduktionen ist. Dies ist besonders deshalb zu betonen, da im Rahmen der BSKO-Bilanzierung lokale Anstrengungen im Zubau erneuerbarer Stromerzeugung durch die Verwendung des Bundesstrommix nur in einem verschwindend geringen Anteil sichtbar werden. Nichtsdestotrotz sind diese für erfolgreichen Klimaschutz von höchster Bedeutung und dürfen nicht vernachlässigt werden.

Hinsichtlich der Emissionen von nahezu gleicher Bedeutung wie der Stromverbrauch sind mit einem Anteil von 25,8 % die fossilen Kraftstoffe. Im Bereich des Endenergieverbrauchs zeichnen sich diese für nahezu ein Fünftel der Energieverbräuche verantwortlich und weisen damit den zweithöchsten Anteil sowohl beim Endenergieverbrauch als auch bei den Emissionen auf. Entsprechend des Territorialprinzips der BSKO-Bilanz ist hierbei auch reiner Transitverkehr durch das städtische Verwaltungsgebiet enthalten, welcher aufgrund der zentralen Lage Erfurts inmitten der Bundesrepublik nicht zu vernachlässigen ist. Dementsprechend findet im weiteren Verlauf noch eine detailliertere Auseinandersetzung mit den Emissionen des Verkehrssektors statt.

Im Bereich der Wärmebereitstellung dominiert eindeutig die Versorgung durch Erd- und Flüssiggas, die als einzelner Energieträger mit 24,5 % den drittgrößten Anteil an den städtischen Emissionen aufweist. Die besonders klimaschädliche Wirkung der Wärmeerzeugung durch Heizöl und Kohle wird dadurch deutlich, dass deren summierter Anteil an den Emissionen (13,6 %) höher ausfällt als am Endenergieverbrauch (11,3 %). Somit zeigt sich, dass eine Substitution dieser Energieträger, möglichst durch erneuerbare Energieerzeuger, ein sehr hohes Potenzial zur Emissionsreduktion aufweist.

Besonders hinzuweisen ist auf die Vorteilhaftigkeit der erneuerbaren Energien sowie auf die positive Wirkung der Fernwärme. Durch die effiziente zentrale Erzeugung von Strom und Wärme kann die Wärmeerzeugung deutlich emissionsärmer erfolgen als durch fossile Einzelversorgungsanlagen. Dies zeigt sich darin, dass 13,2 % des Endenergieverbrauchs auf die Fernwärmeversorgung zurückzuführen sind, aber dem nur 6,1 % der Emissionen gegenüberstehen. Noch deutlicher fällt dieser positive Effekt im Bereich der erneuerbaren Wärmeerzeugung aus. Ein Anteil von 8,2 % des Endenergieverbrauchs verursacht durch die erneuerbaren Energieträger lediglich 1,1 % Emissionen. Da, unabhängig aller Bestrebungen zu Verbrauchsreduktionen, auch zukünftig immer ein Wärmebedarf bestehen wird, ist es für eine umfassende Emissionsminderung erforderlich, den Anteil der fossilen Brennstoffe deutlich zu reduzieren. Dabei kann ein Ersatz lokaler Wärmeerzeuger durch Fernwärme bereits für eine deutliche

Reduktion sorgen. Langfristig muss aber der Anteil erneuerbarer Erzeugung wesentlich erhöht werden.

Die nachfolgende Abbildung stellt die Verteilung von Endenergieverbrauch und Emissionen nach Verbrauchssektoren dar.

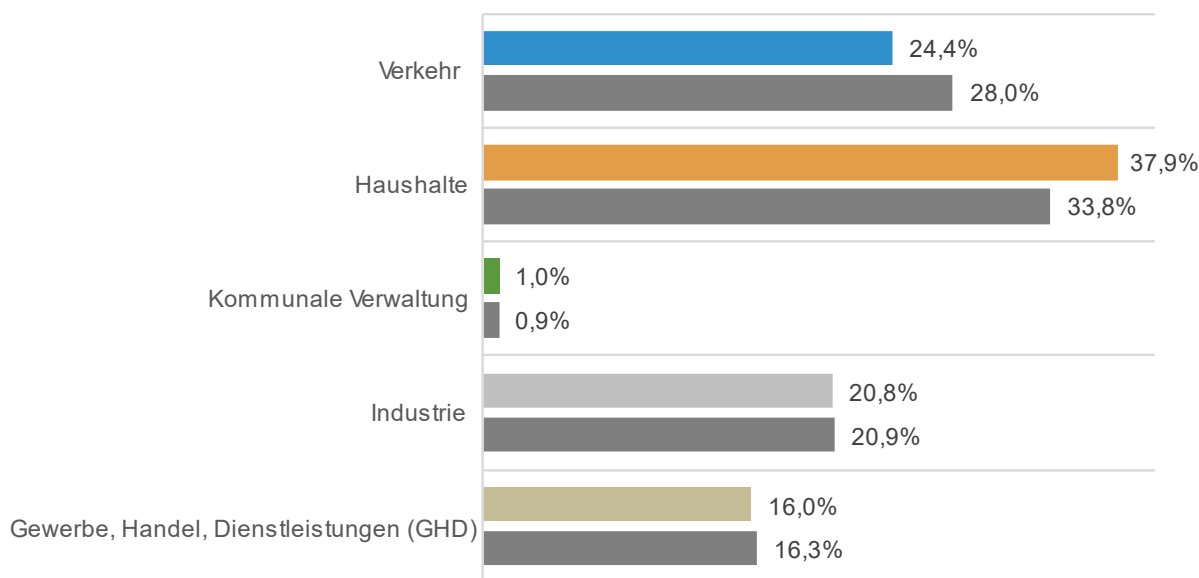


Abb. 2 Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen der Verbrauchssektoren, 2021
farbige Balken: Endenergieverbrauch; graue Balken: THG-Emissionen

Es zeigt sich, dass der Haushaltssektor sowohl verbrauchs- als auch emissionsseitig den höchsten Anteil aufweist. Dass der Anteil an den Emissionen dabei geringer ausfällt als am Endenergieverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass im Endenergieverbrauch der Haushalte die Wärmeversorgung deutlich dominanter ist als der Stromverbrauch. Dieses Verhältnis zwischen Strom- und Wärmeverbrauch fällt in den Sektoren Industrie und GHD stromlastiger aus und wie sich bereits in Abb. 1 zeigte, geht der Verbrauch von Strom mit besonders hohen Emissionen einher. Weiterhin profitieren die Haushalte von der verhältnismäßig emissionsarmen Fernwärme.

Infolgedessen sind die Emissionsanteile von Industrie und GHD nahezu identisch zu den Endenergieverbrauchsanteilen. Die Trennung zwischen diesen beiden Sektoren ist in der Realität häufig nicht ganz eindeutig, weshalb es sich anbietet, diese Sektoren bei Bedarf gemeinsam als Wirtschaft zu betrachten. Dieser Logik folgend, ist der Bereich der Wirtschaft (Industrie und GHD) aktuell für etwa 37,2 % für die aktuell höchsten Emissionsanteile in der Stadt Erfurt verantwortlich.

Überschlägig kann eingeschätzt werden, dass die drei Sektoren (Verkehr, Haushalte und Wirtschaft) jeweils für etwa ein Drittel der Emissionen verantwortlich sind. Der Anteil des Verkehrssektors ist dabei am geringsten, der Anteil der Wirtschaft am höchsten.

Der Anteil der Emissionen durch die kommunale Verwaltung beträgt aktuell nur ein Prozent. Auch wenn diese Emissionen im Absoluten gering ausfallen, sind sie dennoch von hoher Bedeutung, da die Verwaltung direkten Einfluss auf sie hat und durch gezielte Maßnahmen zur Emissionsreduktion eine Vorbildfunktion für die Stadtgesellschaft erfüllt. Im Sektor kommunale Verwaltung sind die Energieverbräuche der kommunalen Gebäude sowie der Straßenbeleuchtung enthalten. Nicht enthalten sind die Emissionen von kommunalen Beteiligungen und Tochtergesellschaften (Wirtschaft).

In einem zeitlichen Verlauf der Bilanzjahre 2017 bis 2021 stellt die folgende Darstellung den gesamten bilanzierten Endenergieverbrauch der Stadt Erfurt dar. Neben dem tatsächlichen Energieverbrauch ist dabei auch vergleichend der witterungskorrigierte Wert dargestellt. Die Berücksichtigung der Witterungskorrektur ist für das Hauptergebnis nach BSKO-Standard nicht vorgesehen, wird hier aber dennoch zur Interpretation der Ergebnisse herangezogen.

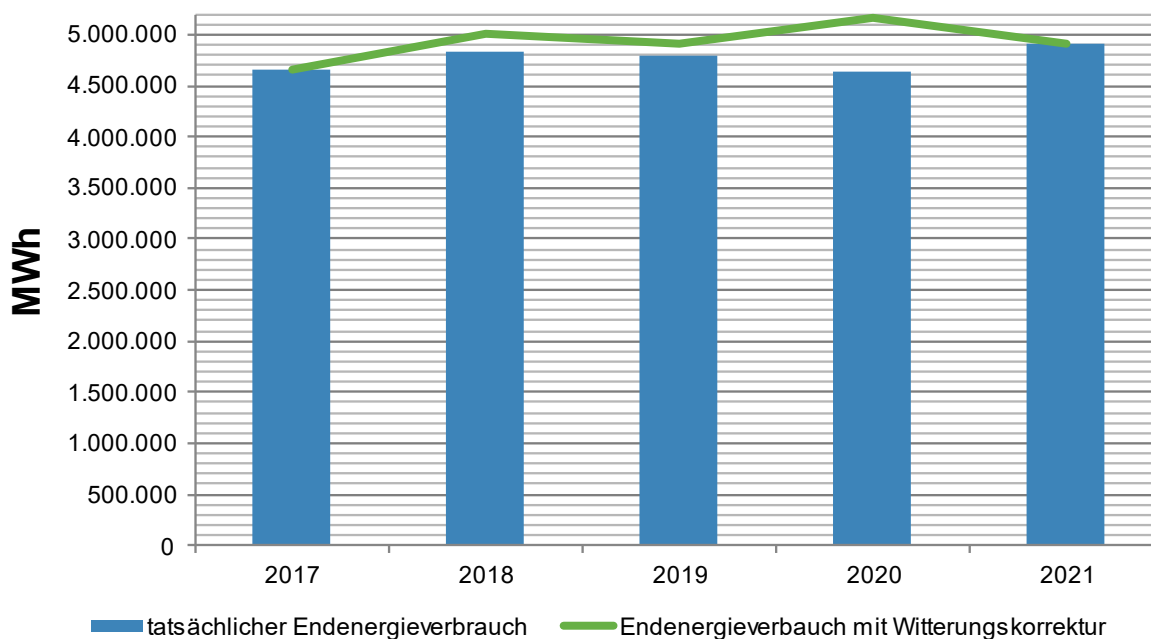


Abb. 3 Tatsächlicher und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch, 2017 bis 2021

Mit Fokus auf die blauen Balken des tatsächlichen Endenergieverbrauchs zeigt sich, dass dieser im Jahr 2021 höher ausfällt als noch 2017 (+5,8 %). Dies ist vor allem auf einen Anstieg im Wärmebereich zurückzuführen. Im Detail zeigt sich, dass der Anstieg des Endenergieverbrauchs von 2020 zu 2021 vor allem auf den steigenden Absatz von Erd- und Flüssiggas sowie der Fernwärme zurückzuführen ist. Da diese Werte auf realen Absatzdaten beruhen, ist davon auszugehen, dass dieser Anstieg auch real stattgefunden hat.

Durch Zuhilfenahme der Witterungskorrektur lässt sich interpretieren, dass der Anstieg zwischen 2020 und 2021 teilweise auf die Witterung zurückgeführt werden kann. Mit dem Ziel einer Vergleichbarkeit unterschiedlich warmer Jahre korrigiert die Witterungskorrektur den Endenergieverbrauch in warmen Jahren nach oben und in kalten Jahren nach unten. Das Jahr

2020 fiel in Erfurt wärmer aus, weswegen die grüne Trendlinie in Abb. 3 deutlich weiter über dem blauen Balken des tatsächlichen Endenergieverbrauchs liegt als für 2021. Somit ist in Betrachtung der witterungskorrigierten Endenergieverbräuchen eine Senkung von -4,5 % zu beobachten. Der reale Anstieg des Wärmeverbrauchs lässt sich somit teilweise durch die Witterung begründen.

Mit Blick auf das Jahr 2020 zeigt sich jedoch auch eine Schwäche der Witterungskorrektur und bekräftigt, dass im Rahmen eines Monitorings stets reale Energieverbräuche priorisiert für eine Bewertung herangezogen werden sollten. Das Jahr 2020 fiel besonders warm aus, womit die Witterungskorrektur hier stärker wirkt und in gewissen Maße die stattgefundenen Verbrauchsreduktion relativiert. Im Detail zeigt sich jedoch, dass der Ursprung für die Verbrauchsreduktion im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr vor allem auf reduzierte Energieverbräuche im Verkehrssektor (mutmaßlich bedingt durch die COVID-19-Pandemie) zurückgeht, die unbeeindruckt von Witterungseffekten stattgefunden haben.

Der Kennwert, der eine Vergleichbarkeit mit anderen Kommunen herstellt, ist der spezifische Wert der Treibhausgasemissionen je Einwohner. Dieser ist frei von Störfaktoren, wie der Witterungskorrektur und bezieht die Entwicklung der Bevölkerung mit ein. Im Bilanzierungszeitraum hat ein Bevölkerungsanstieg von etwa 0,23 % stattgefunden.

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf der spezifischen THG-Emissionen im Bilanzierungszeitraum und stellt dabei ebenso den Bezug zum bundesdeutschen Durchschnitt der BSKO-Methodik dar.

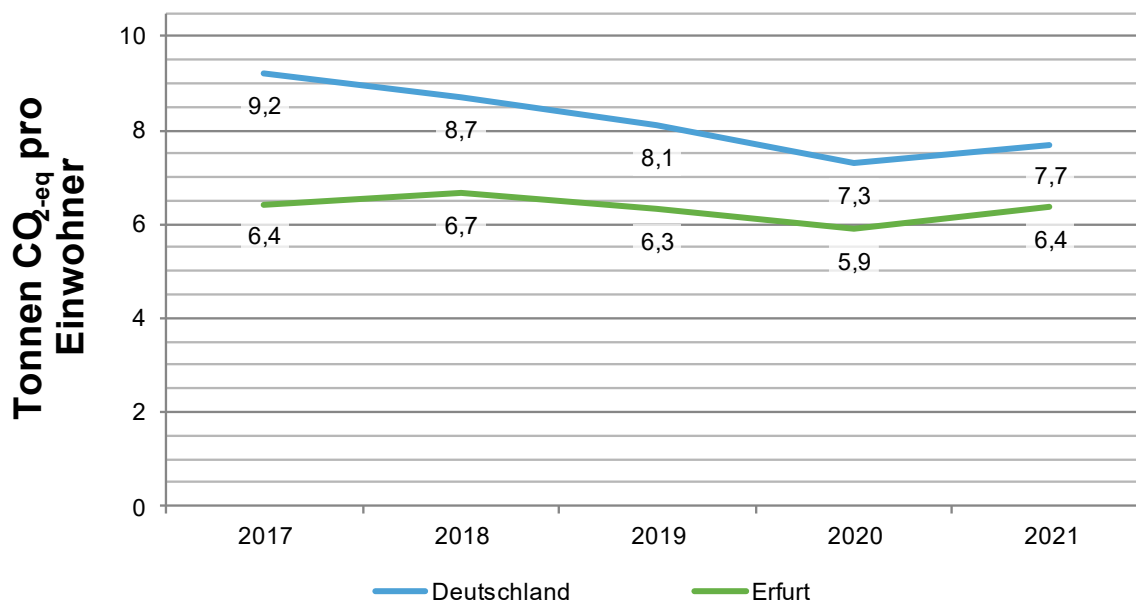


Abb. 4 Entwicklung des spezifischen Emissionsausstoßes in Erfurt und Deutschland, 2017 bis 2021

Mit Blick auf die spezifischen Emissionen Erfurts zeigt sich innerhalb des Betrachtungszeitraumes eine leichte Reduktion um 0,07 Tonnen CO₂-Äquivalente je Einwohner (t_{CO₂-eq}/EW) und Jahr. Dies entspricht einer Minderung um etwa 1 %. Im Unterschied zu den bundesweiten Emissionen, die um 1,5 t_{CO₂-eq}/EW und Jahr sinken, ist diese Reduktion vergleichsweise gering. Der bundesweite Trend der spezifischen Emissionen pro Einwohner ist als blaue Trendlinie in Abb. 4 dargestellt.

Positiv ist zu erwähnen, dass die spezifischen Emissionen je Einwohner in Erfurt noch unter dem Bundesdurchschnitt liegen. Der Abstand wird jedoch immer geringer. Die spezifischen Emissionen Erfurts waren 2017 noch 30 % unter den gesamtdeutschen, 2021 waren es nur noch 17 %.

Im Folgenden werden die Ergebnisse nach Sektoren dargestellt, die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr detaillierter betrachtet und ein Vergleich zu deutschlandweiten Benchmarks angeführt.

Die Abb. 5 zeigt die sektorale Aufteilung der Emissionen je Einwohner und Jahr der Stadt.

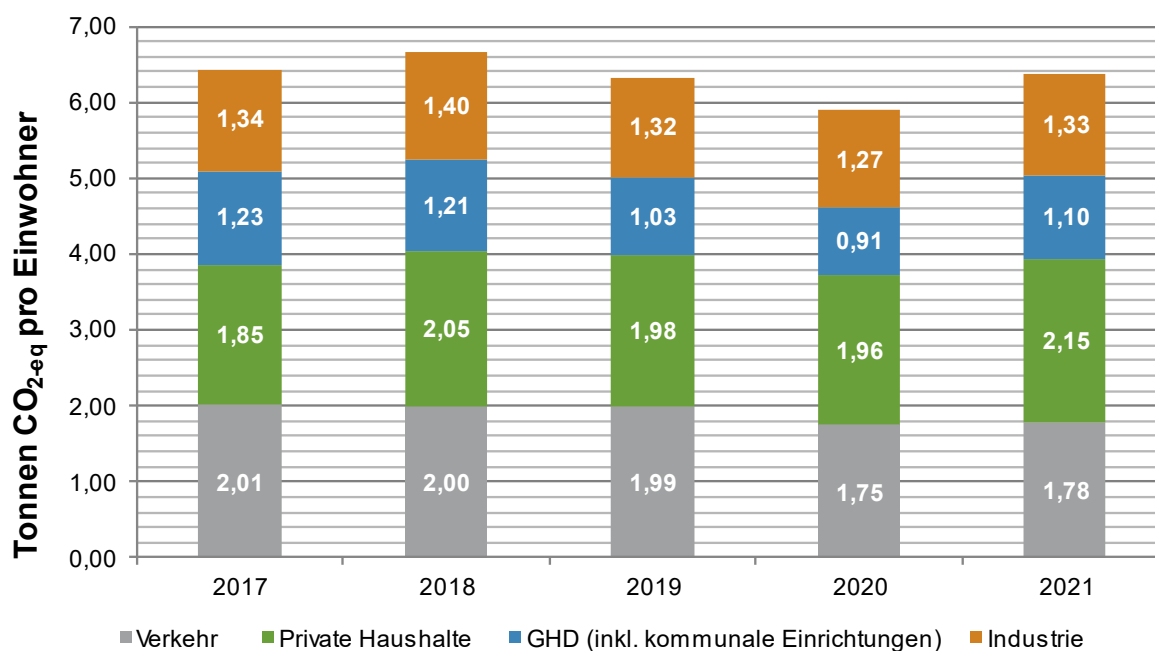


Abb. 5 Verlauf der spezifischen Emissionen, Aufteilung nach Sektoren, 2017 - 2021

Es wird deutlich, dass der gesamtbilanzielle Anstieg der Emissionen vor allem auf den Bereich der Haushalte zurückzuführen ist. Einzig der Verkehrssektor zeigt darüber hinaus insgesamt einen Rückgang.

Die spezifischen Emissionen der Industrie sind zwischen 2017 und 2021 nur geringfügig zurückgegangen. Im Bereich der Privaten Haushalte gab es in diesem Zeitraum einen Anstieg, vor allem in den Jahren 2018 und 2021. Dieser Anstieg geht in Teilen auch auf den bereits zuvor benannten Anstieg im Endenergieverbrauch (höherer Erdgas-, Flüssiggas-, und Fernwärmeabsatz) zurück. Des Weiteren gehen hier auch Variationen innerhalb der Thüringer Energiebilanz des Länderarbeitskreises ein, da diese für die Quantifizierung von Teilen der nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl und Kohle) zu Rate gezogen werden musste.

Um die Erfurter THG-Bilanz auch von diesem überregionalen Effekt zu entkoppeln, bietet sich zukünftig die Einbindung der Daten gewarteter Feuerungsstätten der Schornsteinfeger an. Im Rahmen dieser Fortschreibung lagen diese Daten nicht vor.

Detailbetrachtung lokale Wärmeversorgung

Im Jahr 2021 war die Wärmeversorgung für 45,3 % der THG-Emissionen Erfurts verantwortlich. Es ist somit von immenser Bedeutung für den Klimaschutz, wie die Wärmeversorgung zukünftig aussieht. Um einen Ansatzpunkt für konkrete Handlungsschritte in diesem Bereich zu erhalten, erfolgt hier eine Darstellung der Energieträger, die zur lokalen Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

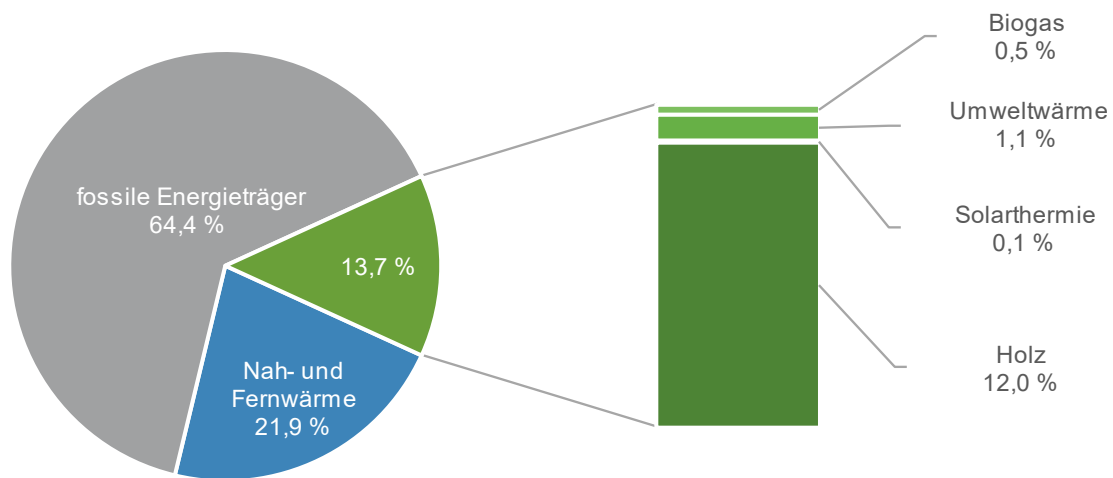


Abb. 6 Verteilung der Wärmeerzeugung der Stadt Erfurt, 2021

Mit 64,4 % wird der Wärmebedarf noch immer zu fast zwei Dritteln durch fossile Energieträger in lokalen Wärmeerzeugern gedeckt. Zusätzlich werden 21,9 % der Wärme in Erfurt über die Fernwärme bereitgestellt. Diese ist zwar, wie Abb. 1 bereits zeigte, deutlich emissionsärmer als die fossile Einzelversorgung, beruht jedoch derzeit fast vollständig auf der Verbrennung fossiler Energieträger (Erdgas).

Aktuell werden 13,7 % des Wärmebedarfs in Erfurt durch erneuerbare Energien gedeckt. Allen voran sind dabei die biogenen Energieträger (Biogas und Biomasse) zu nennen. Durch Umweltwärme (Einsatz von Wärmepumpen), wird etwas mehr als 1 % der Wärme erzeugt. Die Solarthermie ist von geringer Bedeutung.

Der detaillierte Blick auf die Wärmeerzeugung der Haushalte in Abb. 7 zeigt ein ähnliches Bild. Hierbei sei aber besonders auf die etwa 20 % der Wärme hingewiesen, die noch durch Heizöl oder, mit minimalem Anteil, durch Kohle erzeugt werden. Diese Energieträger weisen die höchsten spezifischen Emissionen auf, woraus sich mit dem Ziel der Emissionsreduktion ein wichtiger Handlungsschwerpunkt im Austausch dieser Anlagen durch Anlagen auf Basis erneuerbarer Energieträger oder den Anschluss an die Fernwärme ergibt. Aktuell weisen erneuerbare Energieträger und Fernwärme summiert einen Anteil von etwa 33 % der privaten Wärmeversorgung auf, während der Anteil der direkten Gasversorgung mit 46,7 % noch deutlich höher ausfällt.

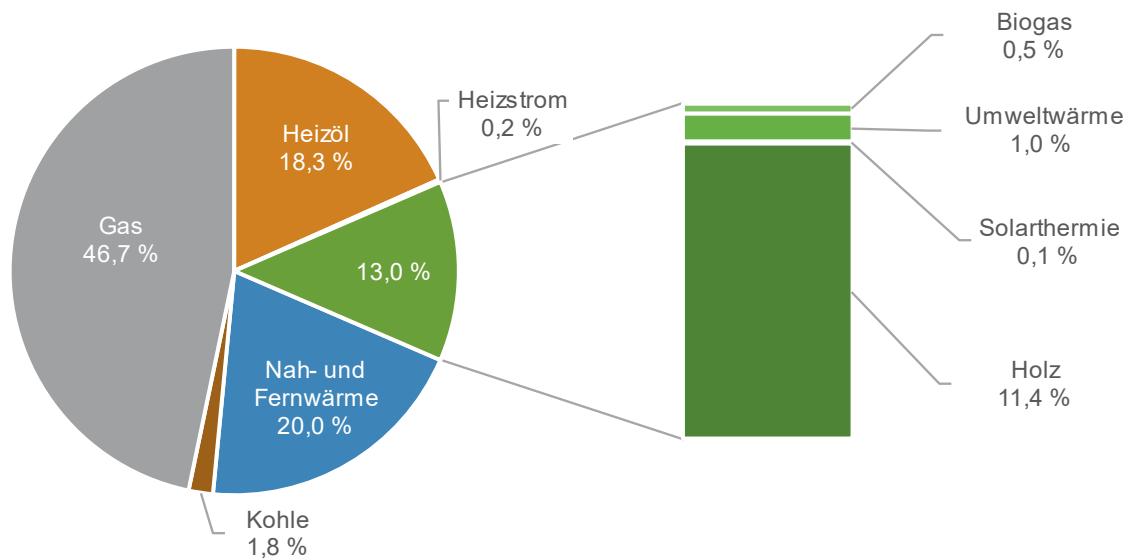


Abb. 7 Verteilung der Wärmeerzeugung Private Haushalte, Stadt Erfurt 2021

Detailbetrachtung lokaler Strommix

Die Hauptbilanz wird – um einerseits die Vergleichbarkeit zwischen den Bilanzen verschiedener Kommunen zu gewährleisten und andererseits aufgrund der Tatsache, dass jeder Stromverbraucher seinen Energieversorger frei wählen kann – mit dem Emissionsfaktor für den deutschen Strommix berechnet. Demgegenüber wird an dieser Stelle informativ dargestellt, welcher Teil des bilanzierten Stromverbrauchs zumindest theoretisch über lokale erneuerbare Stromerzeugung auf dem Gebiet der Stadt Erfurt gedeckt werden kann. Die Volatilität der

erneuerbaren Stromerzeugung wird dabei nicht beachtet, weswegen folgend die Spezifizierung „bilanziell“, zum Beispiel für den notwendigen Stromimport, genutzt wird.

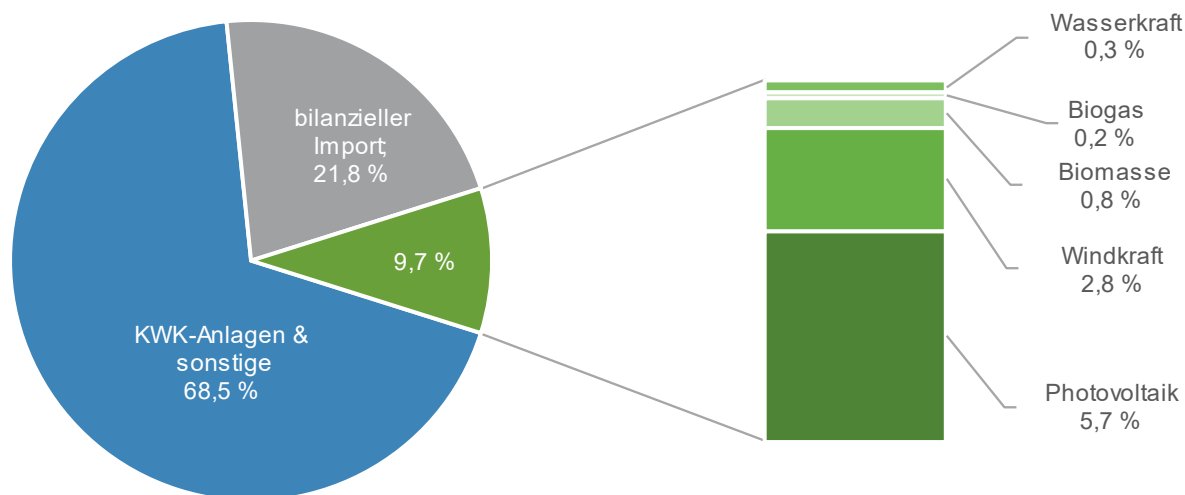


Abb. 8 Deckungsgrade des Stromverbrauchs durch lokale Stromerzeugung, Stadt Erfurt 2021

Als Datengrundlage dienen Informationen der Erfurter Stadtwerke bezüglich der vorhandenen Erzeugungsanlagen, sowie deren Einspeisung in das Stromnetz. Die Betrachtung zeigt, dass im Jahr 2021 bilanziell ca. 78 % des Stromverbrauchs durch Stromerzeuger im Stadtgebiet gedeckt werden konnte. Rein bilanziell war somit ein Stromimport von mindestens 22 % nötig. Mit einer erzeugten Strommenge von etwa 79,5 GWh konnten EEG-Anlagen circa 9,7 % des Stromverbrauchs der Stadt Erfurt decken. Mehr als die Hälfte dieser Erzeugung geht dabei auf PV-Anlagen zurück, in Ihrer Bedeutung gefolgt von Windkraft-Anlagen. Der mit Abstand dominante Stromerzeuger der Stadt Erfurt ist das GuD-Kraftwerk der Stadtwerke im Erfurter Norden. Dieses allein konnte bilanziell nahezu 67 % des Erfurter Strombedarfs decken.

Detailbetrachtung Verkehr

Die gesamtbilanziellen Ergebnisse zeigen, dass nahezu ein Drittel der Emissionen auf den Verkehrssektor zurückzuführen sind. Dafür stellt das Verkehrsmodell TREMOD, mit dessen vorliegenden Fahrleistungen je Fahrzeugkategorie für das Gemeindegebiet, die hauptsächliche Grundlage dar. Mit bundesweiten Kennwerten erfolgt die Berechnung der Energieverbräuche. Außerdem fließt die Fahrleistung der Linienbusse sowie der Straßenbahnen mit ein. Auf diese beiden geht summiert ein Endenergieverbrauch (EEV) von 35.823 MWh zurück, beziehungsweise 14.875 tCO₂-eq (3,9 % der Emissionen des Verkehrssektors).

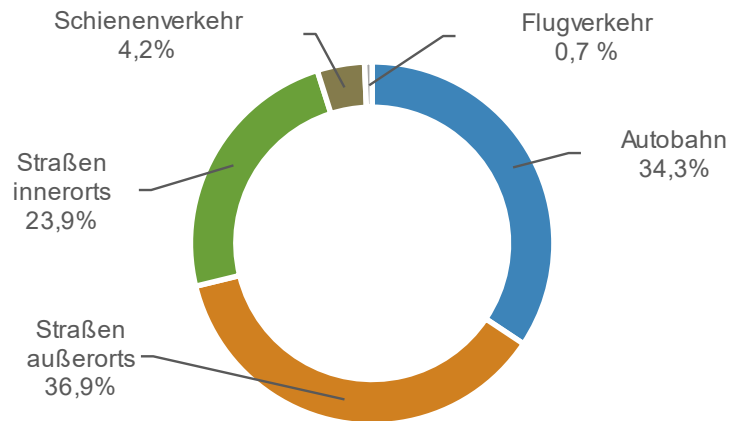


Abb. 9 Anteil am EEV Verkehr, Stadt Erfurt 2021

Wie Abb. 9 zeigt, dominiert der Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs den Verkehrssektor. Ein Drittel des Endenergieverbrauchs im Verkehr ist auf den Autobahnverkehr zurückzuführen, auf den die Stadt kaum Einfluss hat. Doch auch ohne diesen verursacht der Verkehr auf Straßen inner- und außerorts noch knapp 61 % des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Dieser Anteil ist in Abb. 10 weiter für die einzelnen Fahrzeugklassen spezifiziert, wobei sich erwartungsgemäß der überwiegende Anteil des PKW-Verkehrs zeigt.

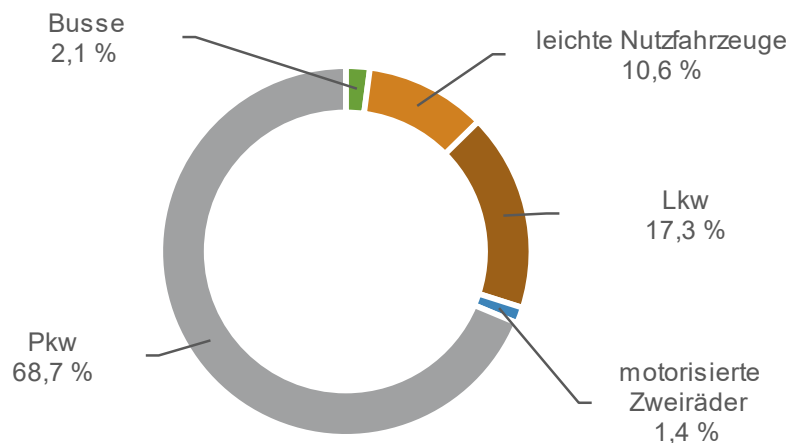


Abb. 10 Anteile am EEV Straßenverkehr ohne Autobahn, Stadt Erfurt 2021

Benchmarkvergleich und Fazit

Als finale Zusammenstellung und Einordnung der Erfurter Bilanzergebnisse zu bundesdeutschen Durchschnittswerten findet ein Benchmarkvergleich statt. Die Referenzwerte des Bundesschnitts entstammen dabei der Bilanzierungssoftware Klimaschutz-Planer, die zwar nicht für diese Bilanzierung verwendet wurde, jedoch diese Vergleichswerte zur Verfügung stellt.

Tab. 1 Benchmark Bilanzierung im Vergleich zu Deutschland

Indikator	Erfurt (2021)	Bundesschnitt (2021)	Einheit
THG-Emissionen gesamt je Einwohner	6,4	7,7	t/EW
THG-Emissionen Haushalte je Einwohner	2,1	2,1	t/EW
Endenergieverbrauch Haushalte je Einwohner	8.706	8.045	kWh/EW
Anteil Erneuerbarer Energien an Strom- / Wärmeverbrauch			
EEG-Stromerzeugung	9,7 %	41 %	-
EEG-Stromerzeugung inkl. KWK & Sonstige	78,2 %	-	-
EE-Wärme (ohne KWK)	13,7 %	16 %	-
Anteil KWK am Wärmeverbrauch	21,9 %	10 %	-
Endenergieverbrauch je SV-pflichtigen Beschäftigten (Wärme & Strom)			
Sektor GHD (inkl. kommunale Verwaltung)	7.462	14.249	kWh/EW
Wirtschaft (GHD, kommunale Verwaltung, Industrie)	16.616	-	kWh/EW

Zur weiteren Veranschaulichung der Ergebnisse sind folgend die spezifischen Emissionen für das aktuelle Bilanzjahr 2021 entsprechend der Sektoren, sowie für die Bereiche Strom, Wärme und Kraftstoffe, dargestellt.

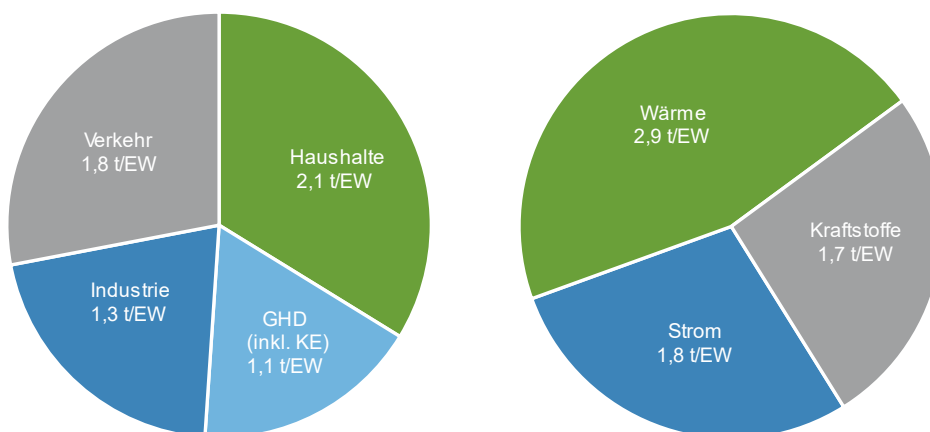


Abb. 11 Verteilung spez. Emissionen 2021 auf Sektoren und Verbrauchsbereiche



Die Energie- und Treibhausgas-Bilanz dieser Fortschreibung betrachtet die Jahre 2017 bis 2021 und entspricht dem BSKO Standard. Es existieren methodische Unterschiede zu vorherigen Bilanzierungen in Erfurt, da für eine möglichst valide Darstellung des Status Quos weitere regionalspezifische Datenquellen eingebunden wurden.

Im Verlauf der fünf bilanzierten Jahre zeigt sich ein schwankender, insgesamt leicht steigender Endenergieverbrauch. Die Gesamtemission der Stadt Erfurt ist, vor allem aufgrund des Anstiegs des Wärmeverbrauchs im Sektor Haushalte im Jahr 2021, steigend.

Mit Blick auf die spezifischen Emissionen je Einwohner*in liegt Erfurt unter dem bundesdeutschen Durchschnitt, wobei dieser Vorsprung zu schwinden beginnt.

Die Sektoren der Privaten Haushalte und des Verkehrs sind jeweils für etwa ein Drittel der Emissionen verantwortlich. Die verbliebenen Emissionen sind der Wirtschaft zuzuweisen. Mit einem Anteil von 1 % der Emission sind dabei die kommunalen Gebäude und die Straßenbeleuchtung im Absoluten von eher untergeordneter Rolle. Sie sind allerdings direkt von der kommunalen Verwaltung beeinflussbar und Reduktionen in diesem Bereich somit von hoher Relevanz, um der kommunalen Vorbildfunktion gerecht zu werden.

Im Bereich der Energieträger weist der Stromverbrauch die höchsten Emissionen auf. Mit der stetigen Verbesserung des Bundesstrommix, durch den Zubau erneuerbarer Energien, werden diese Emissionen zukünftig durch einen überregionalen Effekt sinken. Nichtsdestotrotz ist auch lokal der Zubau erneuerbarer Stromerzeuger voranzutreiben.

Wird der Wärmesektor in Gänze betrachtet, so zeigt sich, dass dieser den größten Anteil an den spezifischen Emissionen aufweist. Im Detail wird die Wärme noch überwiegend durch fossile Energieträger, allen voran Erdgas, bereitgestellt. Ein zukünftiger Fokus sollte vor allem auf den zeitnahen Ersatz der Heizöl- und Kohle-Erzeuger, bestenfalls durch erneuerbare Energieträger, sein. Die Fernwärme, erzeugt durch das GuD-Kraftwerk, weist einen deutlich positiven Effekt auf, beruht letztlich jedoch auch auf einem fossilen Energieträger.

Im Verkehrsbereich ist ein Drittel des Endenergieverbrauchs auf die Autobahn zurückzuführen. Allgemein dominiert erwartungsgemäß der motorisierte Individualverkehr. Der Flug- und Schienenverkehr ist im Verhältnis dazu von eher untergeordneter Bedeutung.

2 Liegenschaften der Stadt Erfurt

Auf einige Bereiche der Bilanz der gesamten Stadt Erfurt hat die kommunale Verwaltung keinen oder nur indirekten Einfluss. Anders verhält sich dies für die Emissionen und Energieverbräuche der eigenen Liegenschaften sowie der Straßenbeleuchtung. Folgend wird auf diese deshalb ein besonderes Augenmerk gelegt und die Ergebnisse der Fortschreibung und Evaluierung der Energie- und THG-Bilanz um die Energieverbräuche des Jahres 2022 ergänzt.

Als Einordnung ist nachfolgend das Ergebnis der kommunalen Verwaltung des Jahres 2021 der BSKO-Bilanz dargestellt. In diese sind die konkreten Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften sowie der Straßenbeleuchtung eingegangen.

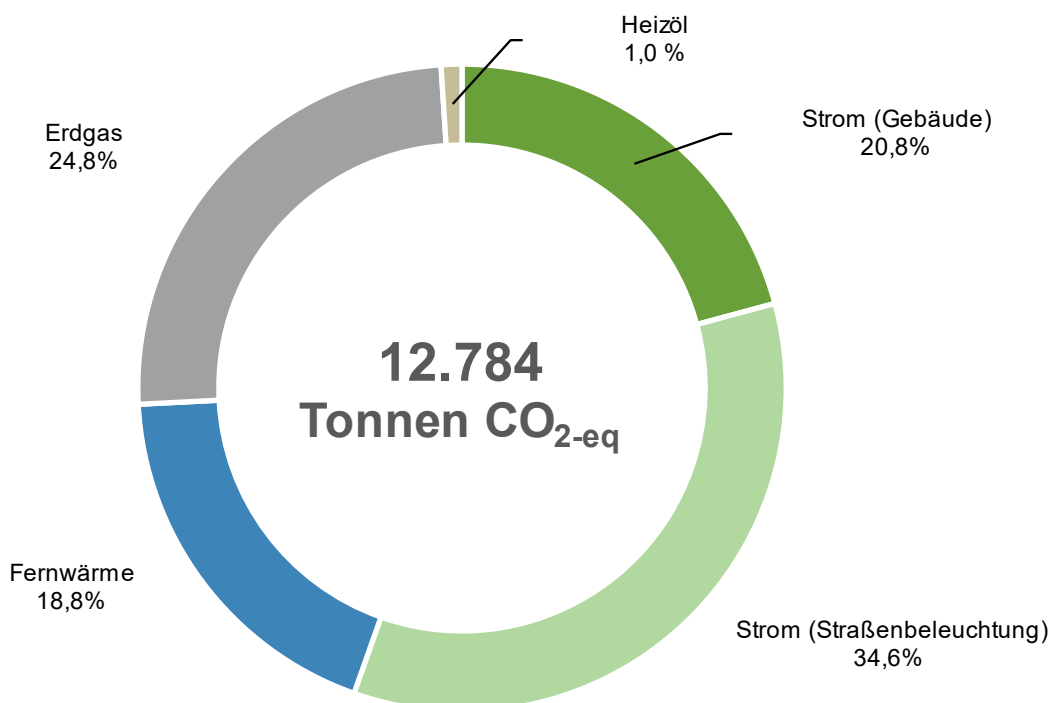


Abb. 12 Emissionen der kommunalen Verwaltung entsprechend 2021er Bilanz

Es wird ersichtlich, dass in Bezug auf die Emissionen der Stromverbrauch dominiert und sich für mehr als die Hälfte der Emissionen verantwortlich zeigt. Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung stellt dabei den größten Einzelanteil dar. Der Bereich der Wärmeversorgung sorgt für beinahe 45 % der Emissionen. Dabei wird die Wärmeversorgung vor allem über Erdgas und Fernwärme bereitgestellt, wobei Erdgas leicht dominiert und in einzelnen Gebäuden werden noch Heizöl-Feuerungsstätten betrieben.

Im Nachfolgenden sind die Energieverbräuche der kommunalen Gebäude und der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2018 bis 2022 dargestellt. Neben den absoluten Werten sind dabei auch die Anteile am Endenergieverbrauch aufgezeigt. Dabei ist auffällig, dass der Anteil der Fernwärme am Endenergieverbrauch 2021 mit 40 % deutlich höher ausfällt als noch bei dem Blick auf die Emissionsanteile. Es zeigt sich also der Vorteil der emissionsarmen Fernwärmeversorgung. Ebenso stellt sich heraus, dass in Gebäuden mit Heizöl-Versorgung neue Heizsysteme eingerichtet worden sind und somit Heizöl als Energieträger wegfällt. Durch den hohen Emissionsfaktor des Bundesstrommix ist der Anteil der Stromversorgung bei den Emissionen höher als beim Endenergieverbrauch.

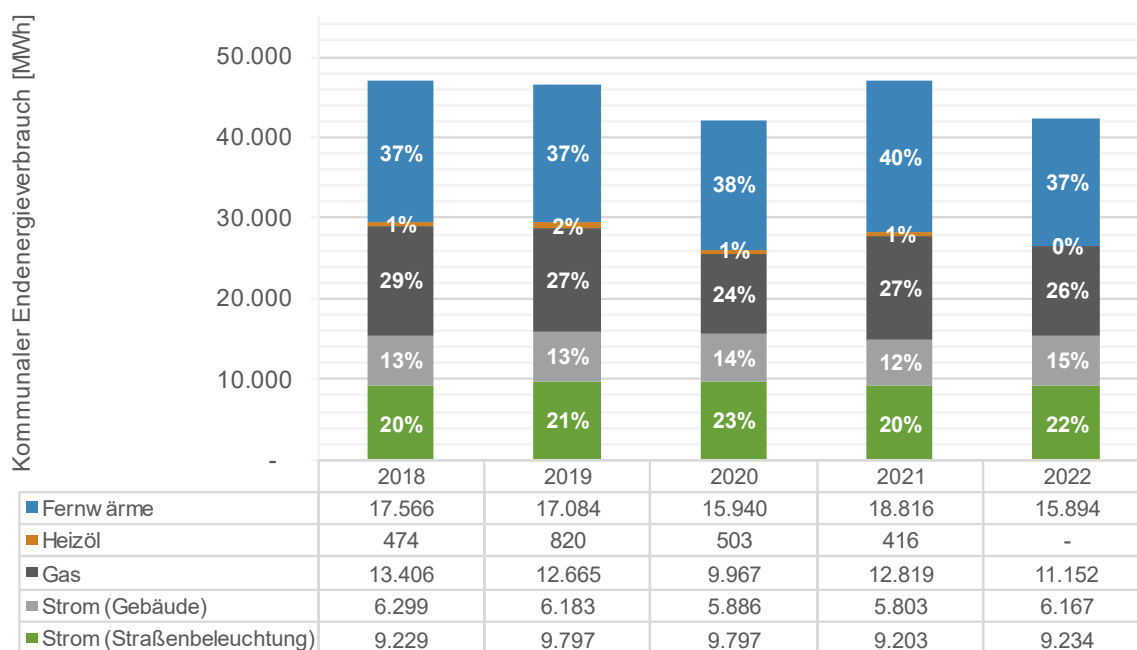


Abb. 13 Verlauf des kommunalen Endenergieverbrauchs, 2018 – 2022

Der Verlauf zeigt einen stetigen Endenergieverbrauch von 2018 bis 2022 mit einem Rückgang im Jahr 2022, in dem sich der Endenergieverbrauch dem Jahr 2020 ähnelt. Die Absenkung im Jahr 2020 ist vor allem auf den reduzierten Wärmeverbrauch zurückzuführen. Eine Erklärung dafür könnte die COVID-19-Pandemie sein, durch welche temporär mehr Homeoffice-Tätigkeit notwendig war und somit der Bedarf nach Gebäudewärme zurück ging. Der anschließend erhöhte kommunale Energieverbrauch im Jahr 2021 ist vergleichbar zu den Jahren vor der Pandemie. Die Zunahme des Fernwärmeanteils von 2020 zu 2021 wird vor allem durch steigende Absätze bei fast allen Gebäudetypen bewirkt, die nach der Pandemie wieder einen höheren Betrieb hatten. Dass der Endenergieverbrauch im Jahr 2022 wieder gesunken ist, könnte mit den geopolitischen Entwicklungen und der daraus folgenden Gaskrise in diesem Jahr zusammenhängen.

Der Verbrauch der Straßenbeleuchtung ist als näherungsweise konstant festzustellen, wobei die Zuordnung der realen Verbräuche auf die Jahre 2019 und 2020 nicht eindeutig erfolgen

konnte und somit eine gleichmäßige Verteilung auf beide Jahre erfolgte. Zum Ableiten von Handlungsschwerpunkten ist nachfolgend eine Verteilung der Gebäudeenergieverbräuche auf die einzelnen Gebäudekategorien angeführt.

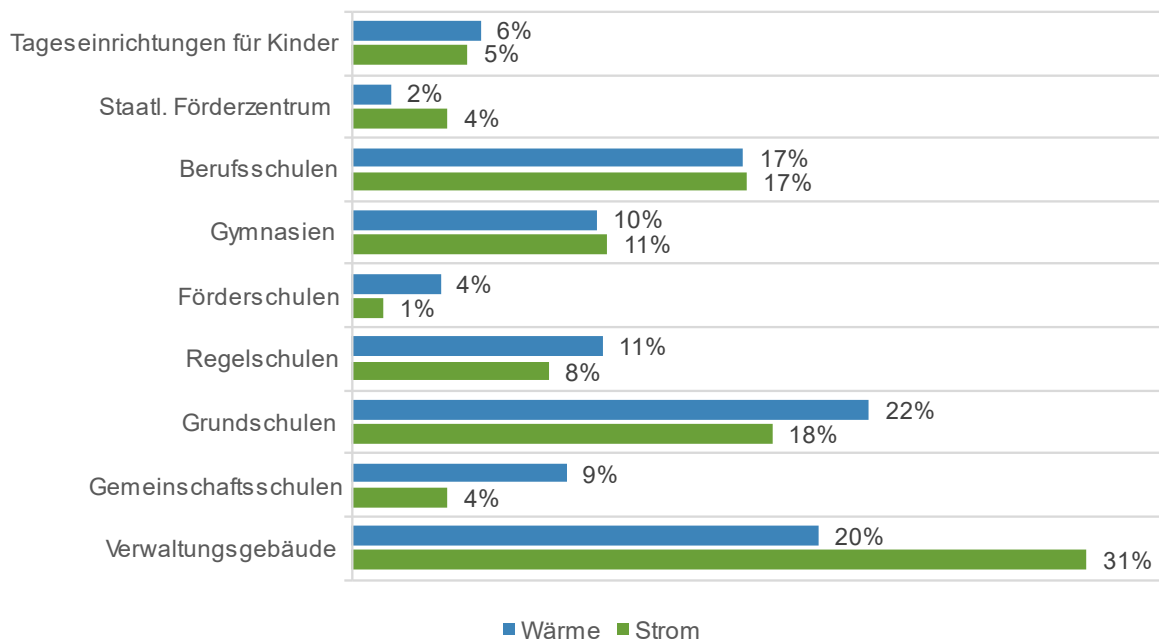


Abb. 14 Verteilung des kommunalen Strom- und Wärmeverbrauchs auf Gebäudekategorien, 2022

Anlage 1: Energie- und THG-Bilanz

Allgemeine Beschreibung der Methodik

Die Bilanzierung erfolgte unter Zuhilfenahme der webbasierten Software Ecospeed REGION. Diese stützt sich auf den BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), der unter Federführung des IFEU-Instituts Heidelberg entwickelt wurde. Die Erstellung von Energie- und CO₂-Bilanzen soll durch die neue Methodik deutschlandweit vereinheitlicht werden und somit eine bessere Vergleichbarkeit der Kommunen untereinander erreicht werden.

Alle in Tab. 2 aufgelisteten Energieträger werden in Ecospeed, damit auch dieser Bilanzierung, berücksichtigt und können in die kommunale Bilanz einfließen, insofern diese vor Ort emittiert werden. Um die Übersichtlichkeit der Ergebnisse zu verbessern, gibt es die Möglichkeit, die Energieträger einzeln oder gruppiert darzustellen.

Tab. 2 Auflistung aller Energieträger, die mit Ecospeed REGION bilanziert werden können

gruppiert	einzel
Energieträger erneuerbar	Biogas, Biomasse, Solarthermie, sonstige Erneuerbare, Umweltwärme ¹
Nah- und Fernwärme	Nahwärme, Fernwärme
Gas fossil gesamt	Erdgas, Flüssiggas
Heizöl	Heizöl
sonstige Fossile gesamt	Braunkohle, Steinkohle, sonstige Konventionelle
Strom gesamt	Strom, Heizstrom
Kraftstoffe erneuerbar	Biobenzin, Diesel biogen, CNG bio
Kraftstoffe fossil	Benzin fossil, Diesel fossil, CNG fossil, LPG
Flugtreibstoff	Kerosin

Für die Bilanzierung auf kommunaler Ebene wird das endenergiebasierte Territorialprinzip verfolgt. Dabei werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie berücksichtigt. Dies bedeutet, dass nur die Endenergie bilanziert wird, die innerhalb der Grenzen des Betrachtungsgebiets verbraucht wird. Vor allem im Bereich Verkehr stellt diese Systematik einen Gegensatz zur ebenfalls in der Vergangenheit oft verwendeten Verursacherbilanz dar, bei der die von den in der Gemeinde gemeldeten Personen verursachten Energieverbräuche bilanziert wurden, z. B. auch durch Flugreisen. Abb. 15 verdeutlicht das Territorialprinzip für den Sektor Verkehr.

¹ Wärmegewinn aus Wasser, Luft und Boden sowie Wärmepumpen, Geothermie und Abwärme

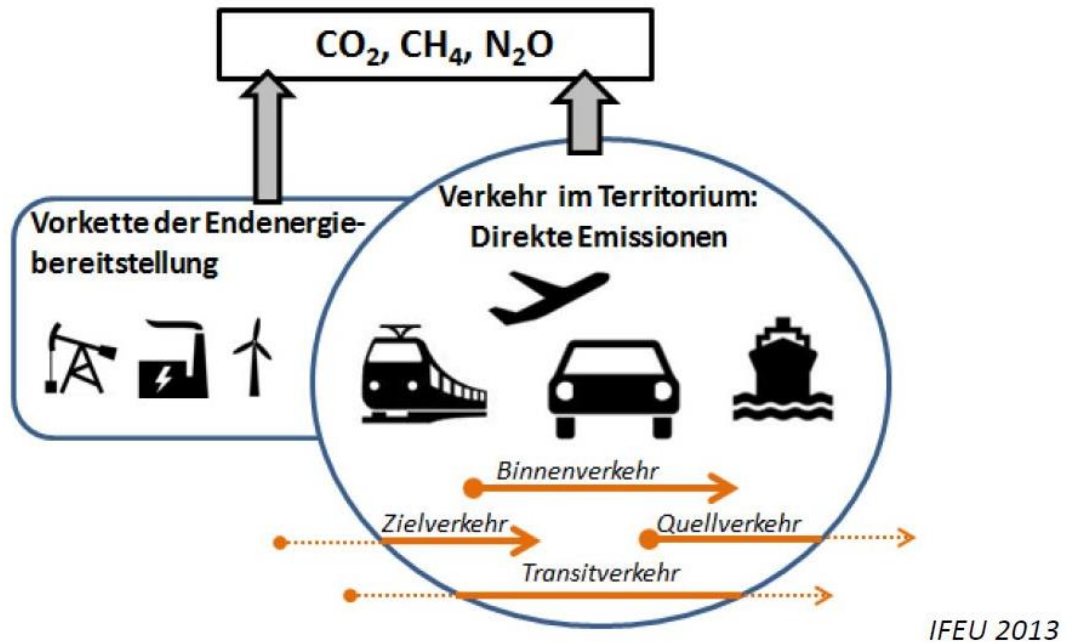


Abb. 15 Bilanzierungssystematik im Verkehr (IFEU, 2013)

In die Bilanz der Stadt Erfurt fließen keine Emissionen aus dem Schiffverkehr ein, da es vor Ort keinen Schifffahrtsverkehr gibt. Der Flugverkehr wird nur für die Start- und Landephase in Kommunen bilanziert, auf deren Territorium (zumindest anteilig) ein Flughafengelände liegt. Die Emissionen aus dem Transit-, Ziel- und Quellverkehr fließen hingegen anteilig anhand der Wegestrecken innerhalb der Gemeindegrenze in die Bilanz ein.

Bilanziert werden für die verschiedenen Energieträger (siehe Tab. 2) die Energieverbräuche bzw. die mit dem Energieverbrauch verknüpften $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ -Emissionen nach den zwei Teilbereichen „stationär“ und „Verkehr“. Von den insgesamt fünf zu bilanzierenden Bereichen werden die Sektoren private Haushalte, Industrie, kommunale Einrichtungen und GHD dem stationären Bereich zugeordnet (Tab. 3).

Tab. 3 Erläuterung der Verbrauchssektoren

Sektor	Erläuterung
private Haushalte	gesamte Verbräuche/Emissionen der privaten Haushalte für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowie den Betrieb elektrischer Geräte
Industrie	Betriebe des verarbeitenden Gewerbes (Industrie und verarbeitendes Handwerk) von Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten.
kommunale Einrichtungen	öffentliche Einrichtungen der Kommune (Bsp.: Rathaus, Verwaltung, Schulen, Kindertagesstätten, Feuerwehren, Straßenbeleuchtung etc.)
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen/Sonstiges (GHD)	alle bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem Verarbeitenden Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe)
Verkehr	Motorisierter Individualverkehr (MIV), Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), Güterverkehr, Flugverkehr

Über spezifische Emissionsfaktoren (Tab. 4) können die Treibhausgasemissionen berechnet werden. Neben den reinen CO₂-Emissionen werden weitere Treibhausgase (N₂O und CH₄) in die Betrachtung einbezogen und in Summe als CO₂-Äquivalente ausgegeben.

Tab. 4 Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO₂-Äquivalenten

Energieträger	Emissionsfaktor (t/MWh)	Quelle	Prozessbezeichnung
Erdgas	0,250	GEMIS 4.94	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,320	GEMIS 4.94	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,027	GEMIS 4.94	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10 kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,267	GEMIS 4.94	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,444	GEMIS 4.94	Kohle Brikett Heizung DE (Endenergie)
Braunkohle	0,434	GEMIS 4.94	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,025	GEMIS 4.94	Solarkollektor Flach DE

Dabei werden die energiebezogenen Vorketten (u. a. Infrastruktur, Abbau und Transport von Energieträgern) bei den Emissionsfaktoren berücksichtigt. Beim Strom wird mittels eines bundesweit gültigen Emissionsfaktors (sog. Bundesstrommix) bilanziert (Tab. 5).

Tab. 5 Zeitreihe Strom Bundesmix (Quelle: ifeu-Strommaster) in t/MWh in CO₂-Äquivalenten

Jahr / Faktor	Jahr / Faktor	Jahr / Faktor	Jahr / Faktor	Jahr / Faktor	Jahr / Faktor
1990 0,872	1997 0,752	2003 0,732	2009 0,620	2015 0,600	2021 0,472
1992 0,830	1998 0,738	2004 0,700	2010 0,614	2016 0,581	
1993 0,831	1999 0,715	2005 0,702	2011 0,633	2017 0,554	
1994 0,823	2000 0,709	2006 0,687	2012 0,645	2018 0,544	
1995 0,791	2001 0,712	2007 0,656	2013 0,633	2019 0,478	
1996 0,774	2002 0,727	2008 0,656	2014 0,620	2020 0,429	

Der lokale Strommix wird als Zusatzinformation im Vergleich zum Bundesstrommix dargestellt.

Im Verkehrsbereich werden alle Fahrten innerhalb des Territoriums der Kommune betrachtet. Dazu gehören sowohl der Binnenverkehr, der Quell-/Zielverkehr als auch der Transitverkehr.

In Deutschland liegen mit dem Modell TREMOD21 harmonisierte und regelmäßig aktualisierte Emissionsfaktoren für alle Verkehrsmittel vor, die zentral für alle Kommunen als nationale Kennwerte bereitgestellt werden. Die Werte sind analog zu den stationären Sektoren in CO₂-Äquivalenten (CO₂, CH₄, N₂O) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung angegeben.

Nicht bilanziert werden:

- nichtenergetische Emissionen, wie z.B. aus Landwirtschaft oder Industrieprozessen
- graue Energie, die z.B. in konsumierten Produkten steckt und Energie, die zur Befriedigung der Bedürfnisse der Bürger außerhalb der Gemeindegrenzen benötigt wird

Weitere Informationen zur Bilanzierungsmethodik finden sich in den „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“.

Zur Einordnung der BSKO-Bilanzierungsmethodik dient die nachfolgende Abb. 16. Vergleichend sind in dieser die spezifischen Emissionen des bundesdeutschen Durchschnitts dargestellt. Die Berechnung erfolgte einerseits anhand des CO₂-Rechners des Umweltbundesamtes (UBA), der die persönlichen Emissionen einer Privatperson bilanziert und andererseits entsprechend der BSKO-Methodik in der Form einer kommunalen Bilanz. Daraus wird ersichtlich, dass zwischen diesen beiden Bilanzierungsansätzen keine direkte Vergleichbarkeit existiert. Zwar werden zum Teil ähnliche Bereiche bilanziert (Mobilität vs. Verkehr), doch weichen die Zielsetzung und zu Grunde liegende Methodik stark voneinander ab. Die Aussage, die sich als Ergebnis einer kommunalen BSKO-Bilanz entsprechend des Territorialprinzips ergibt, ist somit nicht vergleichbar mit der Berechnung einer persönlichen Emission anhand des UBA CO₂-Rechners.

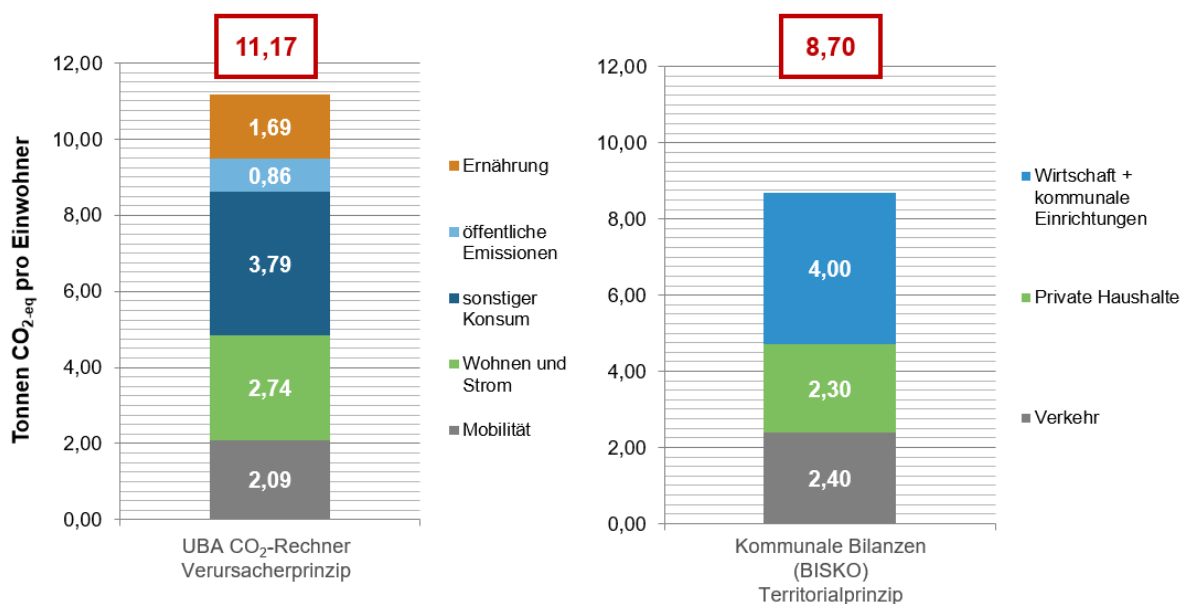


Abb. 16 Vergleich der Methodik des UBA CO₂-Rechners und des BISKO Standard kommunaler Bilanzen; Zahlenwerte entsprechend des deutschen Bundesschnitts 2018

Datengrundlage der kommunalen Bilanz

Tab. 6 Zusammenfassung aller Vorgabedaten im Klimaschutz-Planer

Datenname	Datenquelle
Einwohnerzahlen	Statistisches Landesamt
Endenergieverbräuche des verarbeitenden Gewerbes auf Kreisebene	Statistisches Landesamt
sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Kommune)	Agentur für Arbeit
sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Landkreis)	Agentur für Arbeit
Haushaltsgrößen	Zensus 2011
Gebäude nach Baujahr und Heizungsart	Zensus 2011
Wohnflächen	Zensus 2011
Gradtagszahl des Bilanzjahres	DWD; IWU
Gradtagszahl des langjährigen Mittels	DWD; IWU
Endenergieverbrauch Binnenschifffahrt	TREMOM (IFEU)
Endenergieverbrauch Flugverkehr	TREMOM (IFEU)
Fahrleistungen des Straßenverkehrs (= MZR, Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw, Busse)	Umweltbundesamt (UBA)
Endenergieverbräuche des Schienenpersonenfernverkehrs (SPFV), Schienengüterverkehrs (SGV) und Schienenpersonennahverkehrs (SPNV)	Deutsche Bahn

Im Sektor Verkehr ist ein Großteil der Daten bereits erfasst, lediglich der lokale ÖPNV und die kommunale Flotte müssen vor Ort erfasst werden (Tab. 7).

Tab. 7 Übersicht aller zu bilanzierenden Verkehrsmittel und deren Datenherkunft

Verkehrsmittel	Datenherkunft
Linienbus	Über ÖPNV-Anbieter erfasst
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	Über ÖPNV-Anbieter erfasst
Binnenschifffahrt	automatisch hinterlegt (nicht vorhanden im Gemeindegebiet)
Flugverkehr	automatisch hinterlegt
Straßenverkehrsmittel	automatisch hinterlegt
Schienerverkehr	automatisch hinterlegt
kommunale Flotte	aufgrund gering Relevanz nicht erfasst

Wie die erfassten Daten im Verkehr verarbeitet werden, verdeutlicht Tab. 8

Tab. 8 Übersicht Bilanzierungsgrundlage Verkehr

Verkehrsträger	welche Daten?	Kommunenbezug	Datenquellen
Straßenverkehr	Fahrleistungen	kommunenspezifisch	Umweltbundesamt, TREMOD
	spezifische Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionsfaktoren	nationale Durchschnittswerte	TREMOD
Schienerverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch	Deutsche Bahn AG
Binnenschiff	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch (nicht vorhanden und bilanziert im Gemeindegebiet)	TREMOD
Flugverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch	TREMOD
alle	THG-Emissionsfaktoren der Kraftstoffe	nationale Durchschnittswerte	TREMOD

Im stationären Bereich bilden die Absatzdaten der netzgebundenen Energieträger Erdgas, Strom und Nah-/Fernwärme die Basis der Bilanz, da sie am genauesten erfasst werden können. Die nicht netzgebundenen Energieträger zur Wärmebereitstellung werden auf Grundlage der Energiebilanz des Länderarbeitskreises berechnet. Dafür wird je Sektor ein Verhältnis zwischen nicht-leitungsgebundenen Energieträger und dem Erdgas-Absatz berechnet. Diese Berechnung erfolgt für: Flüssiggas, Kohle, Heizöl und Biomasse.

Im Betrachtungsgebiet wird aufgrund der im Osten Deutschlands, im Speziellen in Brandenburg, vorhandenen Abbaugelände angenommen, dass der gesamte Kohleverbrauch auf Braunkohle entfällt und keine Steinkohle eingesetzt wird. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der Thüringer Energiebilanz des Länderarbeitskreises Energiebilanzen.

Tab. 10 zeigt eine Übersicht der verwendeten Daten und deren Quellen. Ebenfalls relevant ist die Datengüte auf einer Skala von 0 bis 1, wobei 1 der bestmöglichen Qualität der Daten entspricht.

Tab. 9 verdeutlicht die Bedeutung der einzelnen Werte der Datengüte. Um Datenlücken zu vermeiden und die deutschlandweite Vergleichbarkeit der Methodik aufrechtzuerhalten, werden in Bereichen für die keine spezifischen Daten vorliegen, bundesweite Durchschnittswerte herangezogen.

Tab. 9 Einteilung der Datengüte

Datengüte	Beschreibung	Wert
A	regionale Primärdaten	1
B	Hochrechnung regionaler Primärdaten	0,5
C	regionale Kennwerte und Statistiken	0,25
D	bundesweite Kennzahlen	0

Tab. 10 kommunenspezifische Datenquellen und erhobene Daten

Datenquelle	Inhalt	Datengüte
SWE Stadtwerke Erfurt GmbH	Strom-, Fernwärme- und Gasabsatz einzeln ausgewiesen nach Konzessionsklassen; Absatz in Stromtarifen für Nachtspeicherheizungen; Absatz in Stromtarifen für Wärmepumpen; Stromeinspeisung im Rahmen des EEG und KWKG	1,0
Stadtverwaltung Erfurt	Verbrauch Strom- und Wärme Kommunale Gebäude; Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	1,0
EVAG Erfurt Erfurter Verkehrsbetriebe AG	Stromverbrauch der Straßenbahnen	1,0
EVAG Erfurt Erfurter Verkehrsbetriebe AG	Fahrleistung der Linienbusse	0,5
BAFA	Förderdaten für Solarthermie im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP)	0,5

Ergebnisse

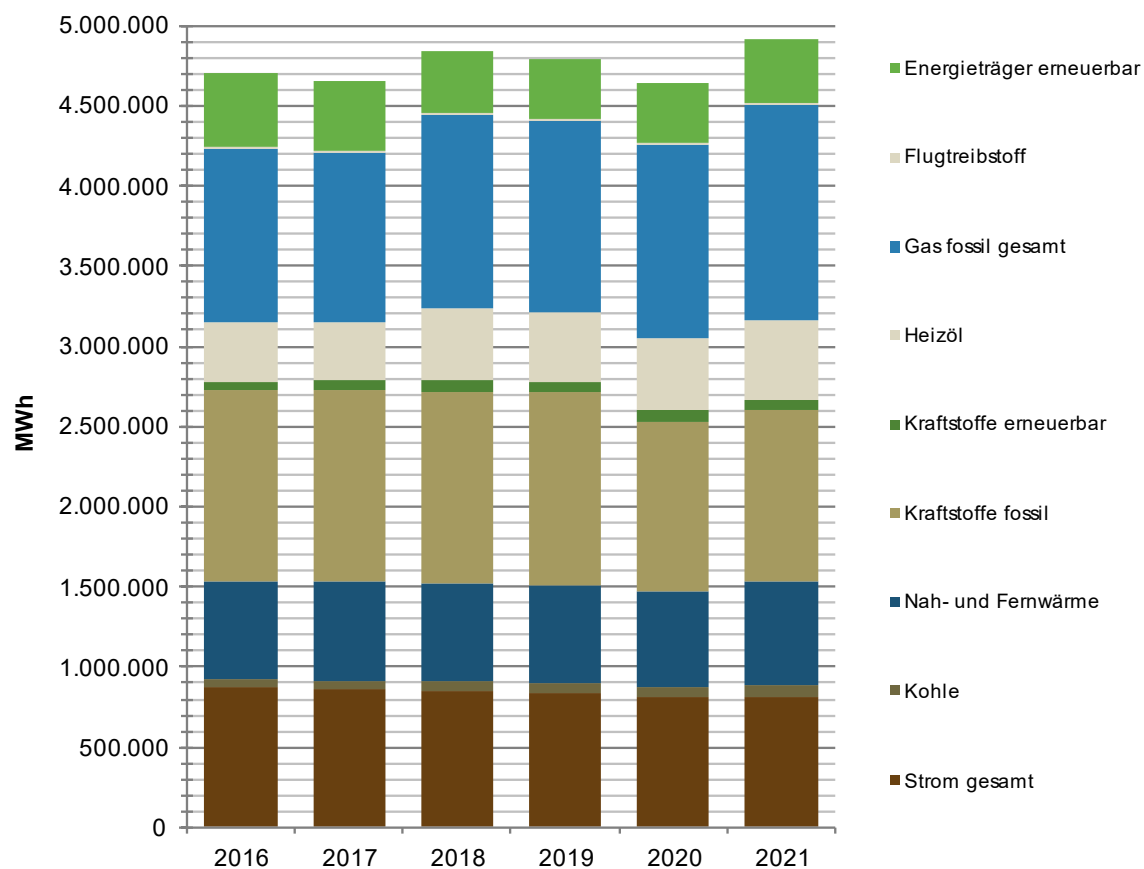


Abb. 17 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2016 - 2021

Tab. 11 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2016 - 2021

Endenergieverbrauch [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieträger erneuerbar	457.539	431.094	382.698	374.326	382.011	403.691
Flugtreibstoff	13.770	15.653	15.419	13.089	10.018	8.061
Gas fossil gesamt	1.075.787	1.055.097	1.211.450	1.183.681	1.203.856	1.344.041
Heizöl	368.375	360.033	448.687	433.264	448.255	493.641
Kraftstoffe erneuerbar	59.086	59.493	64.409	63.216	74.179	66.478
Kraftstoffe fossil	1.189.712	1.201.622	1.203.004	1.210.761	1.059.716	1.071.706
Nah- und Fernwärme	606.046	613.469	600.123	603.190	588.462	647.744
Kohle	53.714	54.814	66.779	70.435	62.700	65.577
Strom gesamt	873.184	862.096	849.996	834.795	815.469	816.446
Gesamt	4.697.213	4.653.371	4.842.565	4.786.757	4.644.666	4.917.385

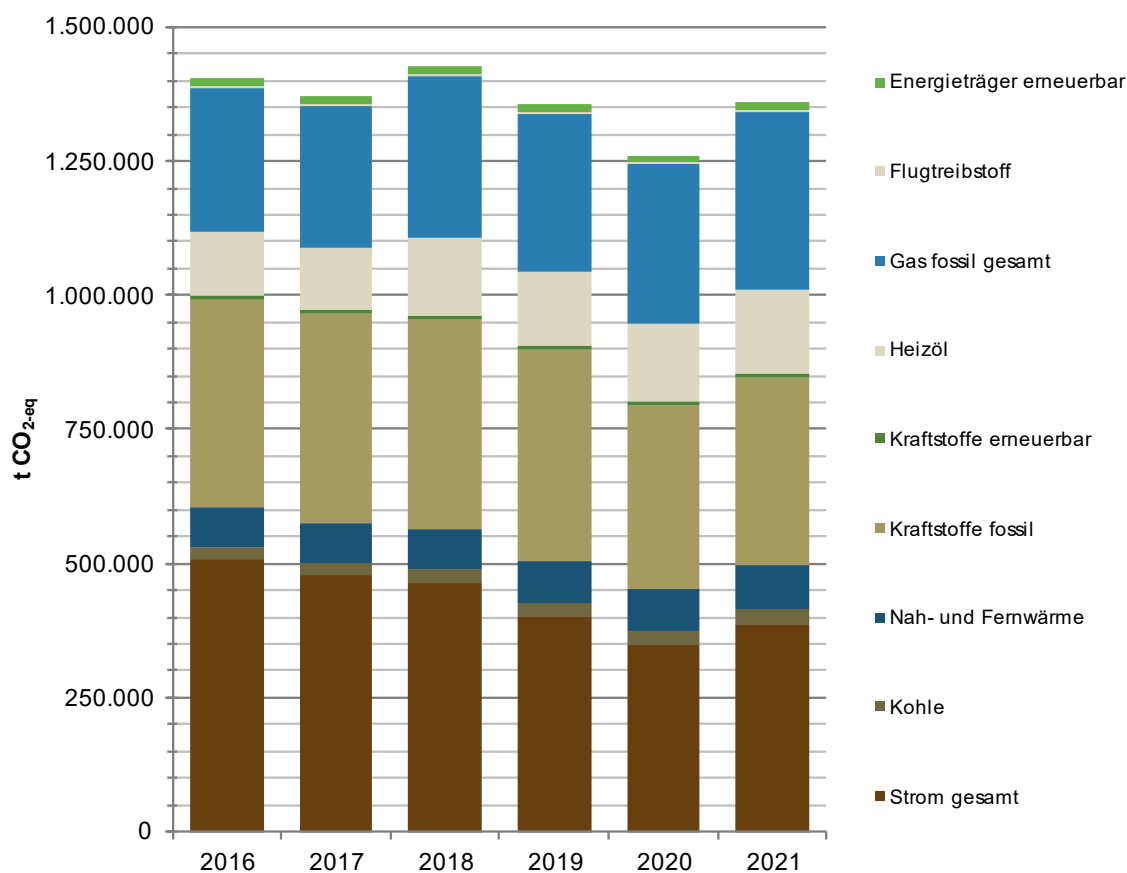


Abb. 18 CO_{2-eq}-Emissionen nach Energieträgern 2016 - 2021

Tab. 12 CO_{2-eq}-Emissionen nach Energieträgern 2016 - 2021

CO ₂ -Äquivalente [Tonnen]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieträger erneuerbar	15.753	15.125	13.942	13.353	12.949	14.378
Flugtreibstoff	4.434	5.043	4.969	4.219	3.230	2.599
Gas fossil gesamt	267.224	261.822	300.527	293.568	298.512	333.303
Heizöl	117.143	114.490	142.683	137.778	142.545	156.978
Kraftstoffe erneuerbar	7.787	7.647	7.439	7.415	8.207	7.149
Kraftstoffe fossil	386.398	390.520	390.758	393.468	344.575	348.551
Nah- und Fernwärme	77.154	76.498	75.633	78.140	75.202	82.710
Kohle	22.076	22.529	27.446	28.949	25.770	29.182
Strom gesamt	507.319	477.602	462.398	399.030	349.893	385.362
Gesamt	1.405.288	1.371.276	1.425.795	1.355.920	1.260.883	1.360.212

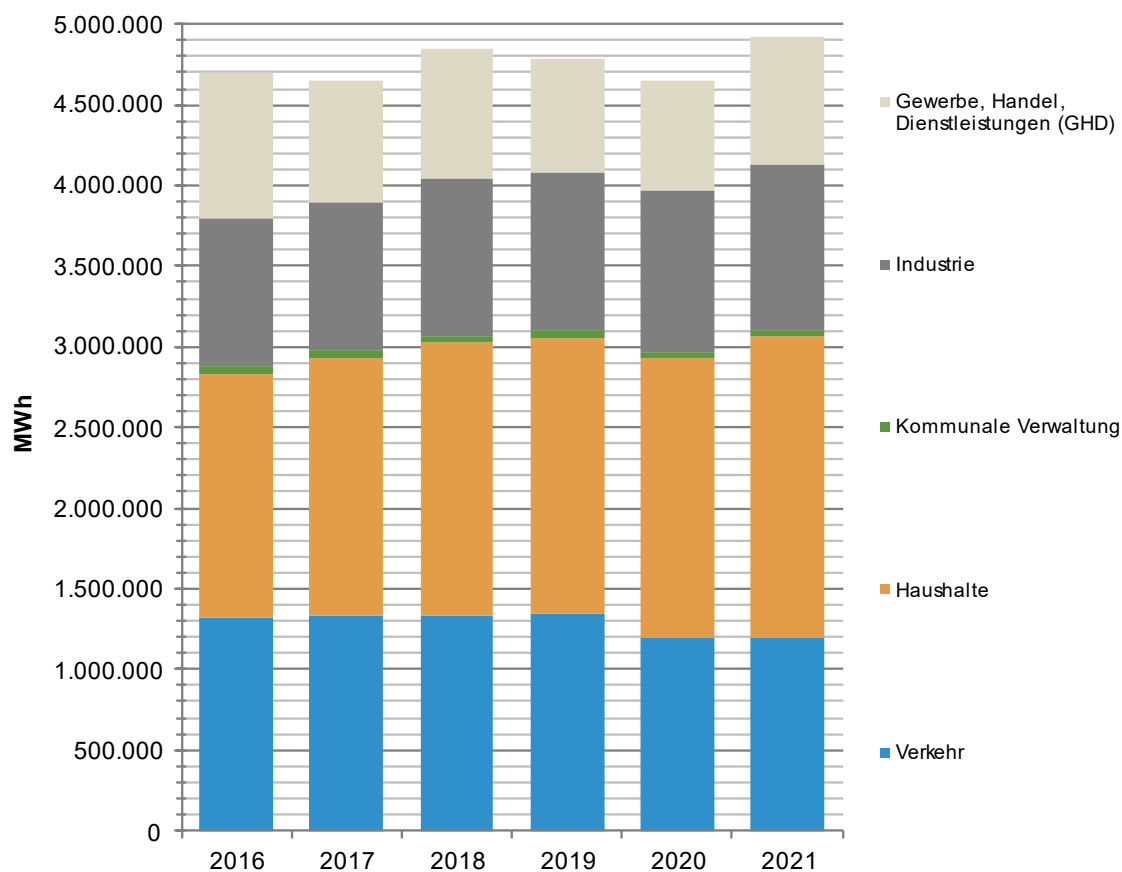


Abb. 19 Endenergieverbrauch nach Sektoren 2016 - 2021

Tab. 13 Endenergieverbrauch nach Sektoren 2016 - 2021

Endenergieverbrauch [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	900.851	761.183	793.678	705.759	676.526	786.864
Industrie	912.924	917.687	978.658	976.883	1.002.191	1.022.889
Kommunale Verwaltung	48.718	48.961	46.974	46.549	42.093	47.057
Verwaltung	1.517.913	1.597.170	1.689.391	1.719.502	1.730.562	1.861.678
Verkehr	1.316.807	1.328.370	1.333.864	1.338.064	1.193.294	1.198.896
Gesamt	4.697.213	4.653.371	4.842.565	4.786.757	4.644.666	4.917.385

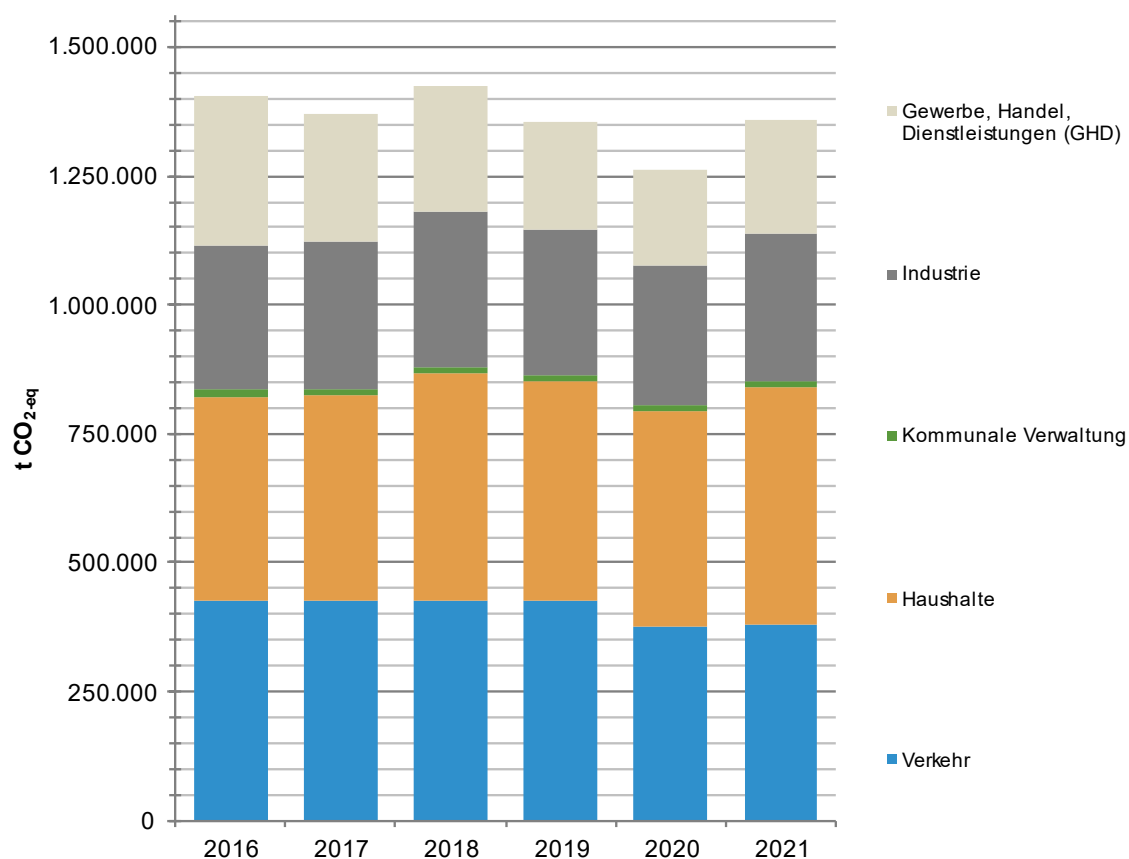


Abb. 20 CO₂-eq-Emissionen nach Sektoren 2016 - 2021

Tab. 14 CO₂-eq-Emissionen nach Sektoren 2016 - 2021

CO ₂ -Äquivalente [Tonnen]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	290.448	247.507	244.827	208.019	182.559	222.138
Industrie	280.095	285.579	300.801	283.127	271.201	284.889
Kommunale Verwaltung	15.040	14.697	14.123	13.240	11.387	12.784
Verwaltung	393.651	395.193	438.289	424.430	420.157	459.395
Verkehr	426.054	428.300	427.755	427.104	375.579	381.006
Gesamt	1.405.288	1.371.276	1.425.795	1.355.920	1.260.883	1.360.212

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die Gesamtmenge aller Energieverbräuche ist die Entwicklung der Einwohnerzahlen im Stadtgebiet. Für die bilanzierten Jahre fand ein kontinuierliches Einwohnerwachstum statt, welches über den gesamten Betrachtungszeitraum einem Zuwachs um 1,06 % entspricht (vgl. Tab. 15).

Tab. 15 Entwicklung der Einwohnerzahlen 2016 - 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Einwohner	211.590	213.354	214.109	214.417	214.174	213.835

Um die Aussage zur Bilanz auch um diesen Einfluss zu „bereinigen“, werden spezifische Werte je Einwohner gebildet.

Die folgenden Werte, in der Form von spezifischen THG-Emissionen, ermöglichen eine direkte Vergleichbarkeit zu den Ergebnissen anderer kommunaler Treibhausgasbilanzen, die mit dem BSKO-Standard erstellt wurden. Des Weiteren ermöglichen diese eine Aussage zur Trendentwicklung, die um den Faktor der Einwohnerentwicklung bereinigt ist. Eine Witterungsbereinigung hat für die nachfolgenden Werte nicht stattgefunden.

Tab. 16 spezifische CO₂-eq-Emissionen nach Energieträgern 2016 - 2021

spez. Emissionen [t_CO ₂ -eq/EW]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Energieträger erneuerbar	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07
Flugtreibstoff	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Gas fossil gesamt	1,26	1,23	1,40	1,37	1,39	1,56
Heizöl	0,55	0,54	0,67	0,64	0,67	0,73
Kraftstoffe erneuerbar	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
Kraftstoffe fossil	1,83	1,83	1,83	1,84	1,61	1,63
Nah- und Fernwärme	0,36	0,36	0,35	0,36	0,35	0,39
sonstige Fossile gesamt	0,10	0,11	0,13	0,14	0,12	0,14
Strom gesamt	2,40	2,24	2,16	1,86	1,63	1,80
gesamt	6,64	6,43	6,66	6,32	5,89	6,36

Tab. 17 spezifische CO₂-eq-Emissionen nach Sektoren 2016 - 2021

spez. Emissionen [t_CO ₂ -eq/EW]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	1,37	1,16	1,14	0,97	0,85	1,04
Industrie	1,32	1,34	1,40	1,32	1,27	1,33

spez. Emissionen [t_CO2-eq/EW]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kommunale Verwaltung	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06
Verwaltung	1,86	1,85	2,05	1,98	1,96	2,15
Verkehr	2,01	2,01	2,00	1,99	1,75	1,78
Gesamt	6,64	6,43	6,66	6,32	5,89	6,36

Abschließend stellen die nachfolgenden beiden Tabellen eine detailliertere Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor dar. Wie bereits im Vorfeld erwähnt, stellt das TREMOD-Verkehrsmodell die Basis für deren Berechnung dar. Ergänzt wird dieses um lokale Daten des ÖPNV.

Tab. 18 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2016 – 2021

Endenergieverbrauch [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Benzin	415.153	414.327	414.411	419.809	370.087	364.354
Biobenzin	18.033	17.466	18.635	18.103	16.894	17.335
CNG bio	491	576	512	755	677	616
CNG fossil	2.125	1.915	1.969	1.986	2.458	3.503
Diesel	774.558	787.294	788.595	790.952	689.629	707.352
Diesel biogen	41.054	42.027	45.773	45.111	57.285	49.143
Kerosin	13.770	15.653	15.419	13.089	10.018	8.061
LPG	10.821	10.072	9.330	8.722	7.097	6.584
Strom	40.801	39.041	39.221	39.536	39.149	41.949
gesamt	1.316.806	1.328.371	1.333.865	1.338.063	1.193.293	1.198.896

Tab. 19 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2016 - 2021

Endenergieverbrauch [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Flugzeug	13.770	15.653	15.419	13.089	10.018	8.061
leichte Nutzfahrzeuge	94.252	98.452	102.803	105.075	100.693	107.293
Linienbus	12.762	12.639	12.797	12.951	12.809	12.748
Lkw	291.553	295.406	298.659	299.658	288.164	296.133
motorisierte Zweiräder	12.624	12.677	12.707	12.797	12.696	11.281

Endenergieverbrauch [MWh]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Pkw	823.281	826.985	825.136	829.126	710.440	703.963
Reise-/Fernbusse	14.985	14.605	14.287	14.208	9.334	8.812
Schienengüterverkehr	5.705	5.650	5.624	5.565	4.858	5.176
Schienenpersonenfernverkehr	23.295	23.164	23.536	22.866	21.357	22.353
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	24.580	23.138	22.898	22.729	22.924	23.075
gesamt	1.316.807	1.328.369	1.333.866	1.338.064	1.193.293	1.198.896