

# Fortschreibung Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Erfurt

Bilanzjahr 2022

vom 15.12.2025

ThINK –  
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit  
und Klimaschutz GmbH



*Projektleitung*

Dr. Matthias Mann

*Unter Mitarbeit von*

Sarah Rönnefarth,

Philipp Kopp

Mina Bätz

THINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Hainstraße 1a

07745 Jena

*Im Auftrag der*

Stadtverwaltung Erfurt

Umwelt- und Naturschutzamt

Stauffenbergallee 18

99085 Erfurt

Dezember 2025

*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.

# Inhalt

.....	1
1. Einführung & Aufgabenstellung .....	6
2. Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz.....	7
2.1 Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Energieträgern...7	
2.2 Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Sektoren .....	9
2.3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen 2021-2022 .....	10
2.3.1 Tatsächlicher und witterungsbedingter Endenergieverbrauch ....	10
2.3.2 Entwicklung des spezifischen Emissionsausstoßes in Erfurt und Deutschland .....	12
2.3.3 Entwicklung der spezifischen Emissionen nach Sektoren .....	12
3. Detailbetrachtungen.....	14
3.1 Verteilung der Wärmeerzeugung .....	14
3.2 Lokaler Strommix .....	15
3.3 Entwicklung der Erneuerbaren Energien .....	16
3.4 Verkehr.....	18
4. Benchmarkvergleich .....	20
5. Fazit .....	21
6. Liegenschaften der Stadt Erfurt.....	22
6.1 Emissionen der kommunalen Verwaltung .....	22
6.2 Verlauf des kommunalen Energieverbrauchs.....	23
6.3 Emissionen der Stadtverwaltung unter der Berücksichtigung von Ökostrom.....	24
7. Anlagen .....	25
Allgemeine Beschreibung der Methodik .....	25
Datengrundlage der kommunalen Bilanz .....	28

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile am Endenergieverbrauch (obere Grafiken) und den THG-Emissionen (untere Grafiken) nach Energieträgern, 2021 (links) und 2022 (rechts).....	7
Abbildung 2: Anteile am Endenergieverbrauch (links) und den THG-Emissionen (rechts) der Verbrauchssektoren, 2022 .....	9
Abbildung 3: Tatsächlicher und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch, 2021-2022 .....	11
Abbildung 4: Entwicklung des spezifischen Emissionsausstoßes in Erfurt und Deutschland, 2021 bis 2022 .....	12
Abbildung 5: Verlauf der spezifischen Emissionen, Aufteilung nach Sektoren, 2021-2022 .....	13
Abbildung 6: Verteilung der Wärmeerzeugung, Stadt Erfurt 2022 .....	14
Abbildung 7: Verteilung der Wärmeerzeugung Private Haushalte, Stadt Erfurt 2022 .....	15
Abbildung 8: Deckungsgrade des Stromverbrauchs durch lokale Stromerzeugung, Stadt Erfurt 2022.....	16
Abbildung 9: der Einspeisung der Erneuerbaren Energien von 2016-2022 .....	16
Abbildung 10: Entwicklung des Zubaus von Windkraftanlagen seit 2004. 17	
Abbildung 11: Entwicklung des Zubaus von Photovoltaikanlagen seit 2000 .....	18
Abbildung 12: Anteile am Endenergieverbrauch Verkehr, Stadt Erfurt 2022 .....	19
Abbildung 13: Anteil am Endenergieverbrauch Straßenverkehr ohne Autobahn, Stadt Erfurt 2022 .....	19
Abbildung 14: Verteilung spezifischen Emissionen 2022 auf Sektoren (links) und Verbrauchsbereiche (rechts).....	20
Abbildung 15: Emissionen der kommunalen Verwaltung entsprechend 2022er Bilanz.....	22
Abbildung 16: Verlauf des kommunalen Endenergieverbrauchs, 2016-2022 .....	23
Abbildung 17: Verteilung des kommunalen Stromverbrauchs (rechts) und Wärmeverbrauchs (links) auf Gebäudekategorien, 2022 ..	24
Abbildung 18: Emissionen der kommunalen Verwaltung entsprechend 2022er Bilanz, unter der Berücksichtigung von Ökostrom..	24
Abbildung 19: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2021-2022 ....	30
Abbildung 20: CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022.....	31
Abbildung 21: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2021-2022 .....	34
Abbildung 22: CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022.....	35

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufteilung der EE in einzelne Energieerzeuger für das Jahr 2022 .....	17
Tabelle 2: Benchmark Bilanzierung im Vergleich zu Deutschland.....	20
Tabelle 3: Auflistung aller Energieträger, die mit ECOSPEED Region bilanziert werden können .....	25
Tabelle 4: Erläuterung der Verbrauchssektoren .....	26
Tabelle 5: Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO <sub>2</sub> - Äquivalenten, Quelle: ifeu Emissionsfaktoren .....	27
Tabelle 6: Emissionsfaktoren Fernwärme (t/MWh) in CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Quelle: ECOSPEED .....	27
Tabelle 7: Zeitreihe Strom Bundesmix (Quelle: ifeu-Strommaster) in t/MWh in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten .....	27
Tabelle 8: Zusammenfassung aller Vorgabedaten im Klimaschutz-Planer ..	28
Tabelle 9: Übersicht aller zu bilanzierenden Verkehrsmittel und deren Datenherkunft .....	29
Tabelle 10: Übersicht Bilanzierungsgrundlage Verkehr.....	29
Tabelle 11: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2021-2022.....	31
Tabelle 12: CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022 .....	32
Tabelle 13: kommunenspezifische Datenquellen und erhobene Daten .....	33
Tabelle 14: Einteilung der Datengüte .....	33
Tabelle 15: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2021-2022.....	34
Tabelle 16: CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022 .....	35
Tabelle 17: Entwicklung der Einwohnerzahlen 2021-2022.....	35
Tabelle 18: Spezifische CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022 .....	36
Tabelle 19: Spezifische CO <sub>2</sub> -eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022 ...	36
Tabelle 20: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2021-2022.....	37
Tabelle 21: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2021-2022.....	37
Tabelle 22: Berechnung des CO <sub>2</sub> -Faktors für die lokale Stromproduktion 2022 .....	38

## 1. Einführung & Aufgabenstellung

Die Landeshauptstadt Erfurt hatte bereits mit dem ersten Erfurter Klimaschutzkonzept 2012 eine Treibhausgasbilanz erstellt und strebt seither an, ihren Beitrag zum Klimaschutz durch die kontinuierliche Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu leisten. Daher veranlasst die Stadt regelmäßig eine Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz.

Mit dem Konzept „Klimaschutz in Erfurt – Handlungsgrundlage der Verwaltung“ wurde im Mai 2024 die Grundlage für ein schnelles und koordiniertes Handeln im Bereich Klimaschutz geschaffen. Dieses Grundlagendokument ermöglicht der Stadtverwaltung, selbst Maßnahmen in ihrer Umsetzungsverantwortung voranzutreiben.

Für das Monitoring des Klimaschutzprozesses wird regelmäßig die Erstellung einer Energie- und Treibhausgas(THG)-Bilanz für die Stadt Erfurt erarbeitet. Im September 2024 wurde die Firma THINK mit der Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz für 2022 beauftragt. In diesem Bericht sollen die Ergebnisse präsentiert werden.

Die Stadt Erfurt nutzt für die Bilanzierung die Software ECOSPEED Region. ECOSPEED erstellt die Treibhausgasbilanzen nach der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO). Diese wurde im Rahmen eines Vorhabens der Nationalen Klimaschutzinitiative entwickelt, um in den deutschen Kommunen eine einheitliche und damit vergleichbare THG-Bilanzierung zu ermöglichen. Entsprechend der BISKO-Methodik erfolgt in dieser THG-Bilanzierung keine Witterungskorrektur der Verbrauchswerte im Wärmebereich und der Stromverbrauch wird emissionsseitig komplett mit dem Bundesstrommix bewertet.

*An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass für die Energie- und THG-Bilanz 2022, ebenso wie im überarbeiteten Bericht von 2021 eine veränderte Berechnungsmethodik als in den Vorjahren in Bezug auf die nicht-leitungsgebundenen Energieträger angewandt wurde: Bei der Ermittlung des Verbrauchs dieser Energieträger in der Stadt Erfurt konnten seit 2021 Schornsteinfegerdaten der Stadt Erfurt in die Bilanzierung einfließen, die die tatsächlichen Anteile der in Erfurt genutzten nicht-leitungsgebundenen Energieträger repräsentieren. In den Vorjahren wurde hingegen eine landesweite Statistik verwendet. Daher werden in diesem Bericht nur Bezüge und Grafiken der Jahre 2021 und 2022 genutzt.*

## 2. Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz

### 2.1 Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Energieträgern

Im Folgenden wird das Hauptergebnis der Energie- und Treibhausgasbilanz dargestellt. Dieses betrachtet sowohl den stationären Bereich der Sektoren Haushalte, GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen), Industrie und der kommunalen Verwaltung, als auch den Verkehr.

Der gesamte Endenergieverbrauch der Stadt Erfurt betrug im Bilanzjahr 2022 3.907.912 Megawattstunden. Daraus hervorgeht ein Gesamtausstoß an THG-Emissionen von 1.197.735 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-eq). In Abbildung 1 sind vier Kreisdiagramme dargestellt. In den oberen beiden Kreisdiagrammen ist die Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs für das Jahr 2022 gegenüber 2021 wiedergegeben. In den unteren beiden Abbildungen sind die daraus entstehenden Emissionen in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten für die beiden Jahre 2022 und 2021 abgebildet. Die Abbildungen gliedern Endenergieverbrauch und Emissionen für die einzelnen Energieträger auf.

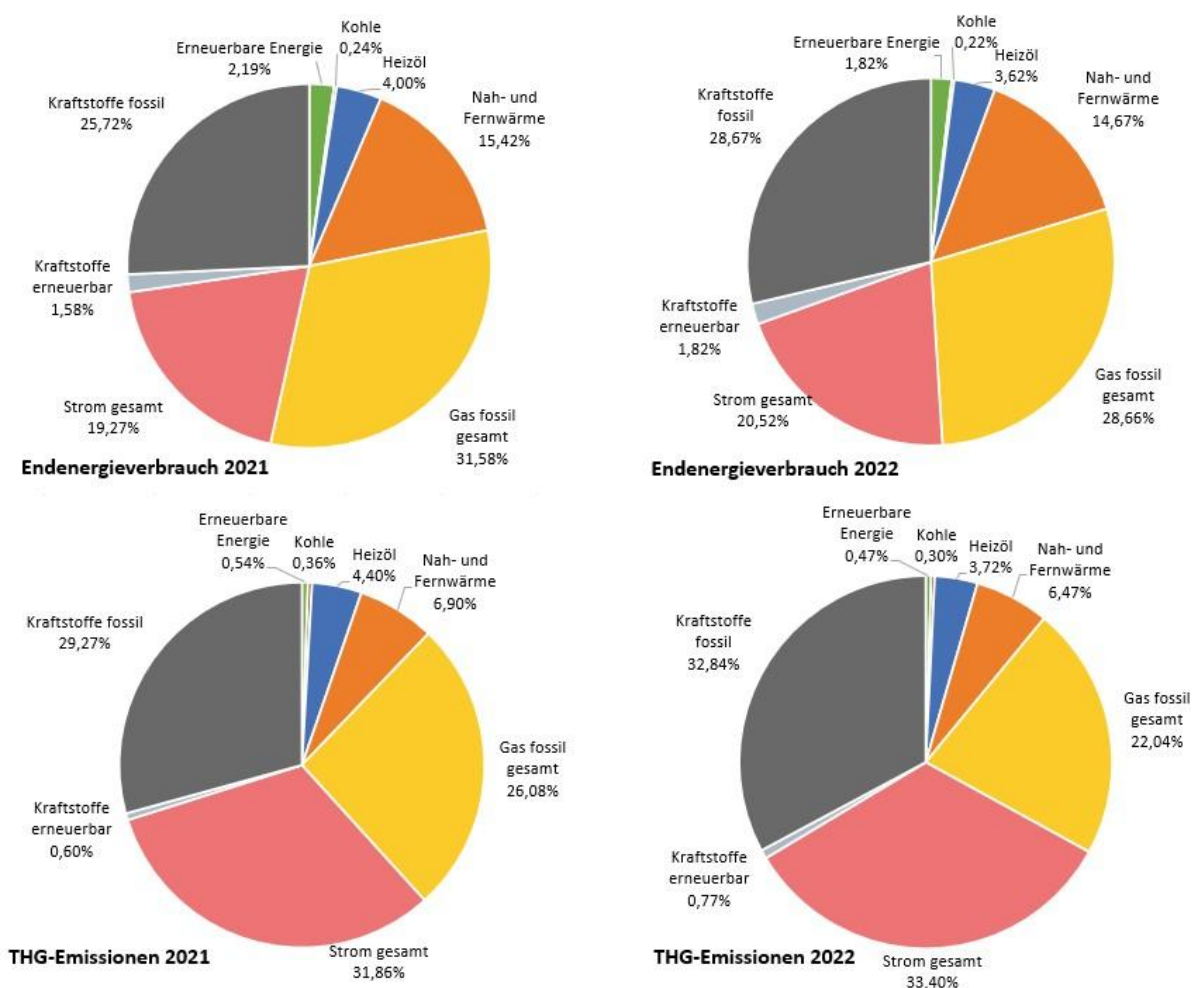


Abbildung 1: Anteile am Endenergieverbrauch (obere Grafiken) und den THG-Emissionen (untere Grafiken) nach Energieträgern, 2021 (links) und 2022 (rechts)

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 20,5 % des Endenergieverbrauchs weist Strom hier, wie in den Jahren zuvor, den drittgrößten Anteil auf. In Bezug auf die Emissionsausstöße gehen jedoch 33,4 % 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. Gleichwohl sind diese für erfolgreichen Klimaschutz von höchster Bedeutung und dürfen nicht vernachlässigt werden.

Der Verbrauch fossiler Kraftstoffe verursacht anteilig am Gesamtausstoß 32,8 % der Emissionen, womit dieser Energieform ein ähnlich hoher Stellenwert beizumessen ist wie jenem des Stromverbrauchs. Im Bereich des Endenergieverbrauchs sind diese für mehr als ein Viertel der Energieverbräuche verantwortlich und weisen damit den höchsten Anteil beim Endenergieverbrauch auf, während fossiles Gas fast einen gleich hohen Anteil hinsichtlich der Emissionen aufweist. Entsprechend des Territorialprinzips der BSKO-Bilanz ist im Verkehrssektor 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 (Gas fossil), die als einzelner Energieträger mit 22 % den drittgrößten Anteil an den städtischen Emissionen 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 diese Wärmeerzeugung deutlich emissionsärmer erfolgen als durch fossile Einzelversorgungsanlagen. Dies zeigt sich darin, dass 14,7 % des Endenergieverbrauchs auf die Fernwärmeversorgung zurückzuführen sind, aber dem nur 6,5 % der Emissionen gegenüberstehen. Noch deutlicher fällt dieser positive Effekt im Bereich der erneuerbaren Wärmeerzeugung aus. Dabei verursachen 1,8 % Erneuerbare Energien lediglich 0,5 % der THG-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.

## 2.2 Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Sektoren

Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Verteilung von Endenergieverbrauch (linkes Diagramm) und Emissionen (rechtes Diagramm) nach Verbrauchssektoren dar.

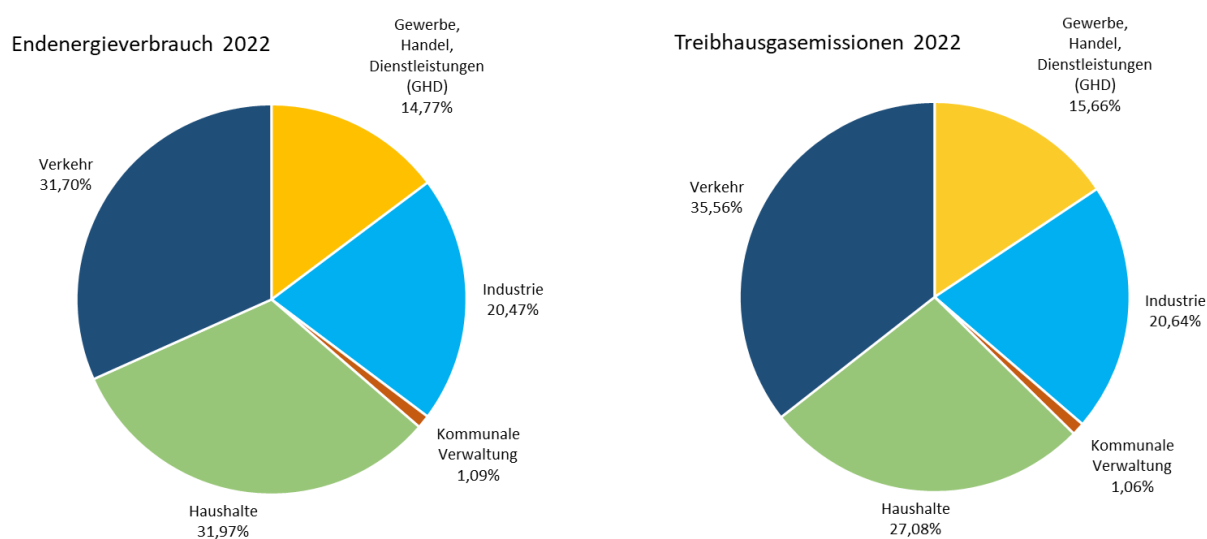


Abbildung 2: Anteile am Endenergieverbrauch (links) und den THG-Emissionen (rechts) der Verbrauchssektoren, 2022

Es zeigt sich, dass, wie im Vorjahr auch, der Haushaltssektor zwar verbrauchsseitig den höchsten Anteil aufweist, aber der Verkehrssektor anteilig an den THG-Emissionen den größten Anteil ausmacht. Eine Interpretation dieser Veränderung ist schwierig, da die Verkehrsdaten in ECOSPEED durch Daten des ifeu-Instituts hinterlegt sind und die Berechnung der Emissionen auf das Verkehrsmodell TREDMOD zurückzuführen ist. Festzuhalten ist jedoch, dass die Emissionen über alle Verkehrskategorien hinweg im Jahr 2022 deutlich gestiegen sind – insbesondere im Schienenpersonenverkehr. Der geringere Anteil der Emissionen des Haushaltssektors an den Treibhausgasemissionen ist darauf zurückzuführen, dass im Endenergieverbrauch der Haushalte die Wärmeversorgung deutlich dominanter ist als jener des Stromverbrauchs. Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, geht der Verbrauch von Strom mit besonders hohen Emissionen einher. Weiterhin profitieren die Haushalte von der verhältnismäßig emissionsarmen Fernwärme.

In den Sektoren Industrie und GHD fällt das Verhältnis zwischen Strom- und Wärmeverbrauch zugunsten des Strombedarfs aus. 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 mit 36,3 % für etwas höhere Emissionsanteile in der Stadt Erfurt verantwortlich als jeweils die Sektoren Verkehr und Haushalte. Dabei ist der Anteil des Haushaltssektors am geringsten.

Der Anteil der Emissionen durch die kommunale Verwaltung beträgt aktuell nur 1,1 %. 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).

Eine genauere Betrachtung der Emissionen durch die kommunale Verwaltung erfolgt in Kapitel 6.

## **2.3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen 2021-2022**

### **2.3.1 Tatsächlicher und witterungsbedingter Endenergieverbrauch**

In der folgenden Abbildung sind die bilanzierten Endenergieverbräuche von 2021 bis 2022 der Stadt Erfurt dargestellt. 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.

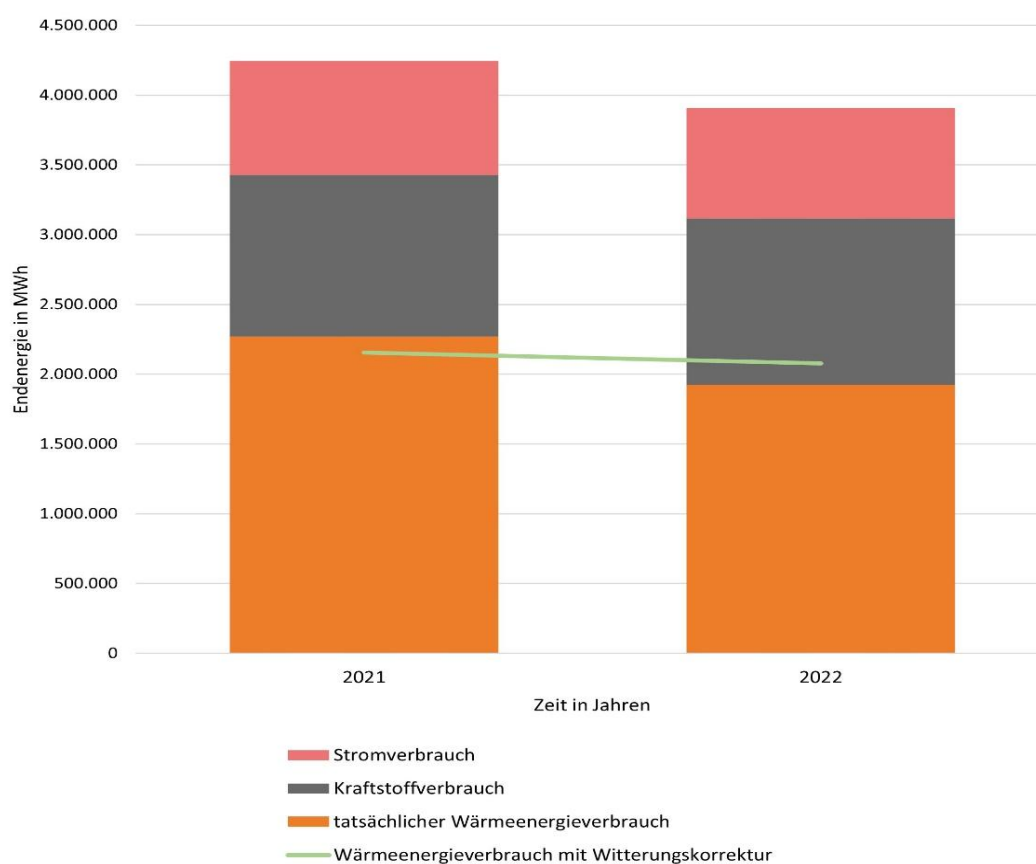


Abbildung 3: Tatsächlicher und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch, 2021-2022

Mit Fokus auf die einzelnen Balken des tatsächlichen Endenergieverbrauchs zeigt sich, dass dieser im Jahr 2022 niedriger ausfällt als 2021 (minus 7,8 %). Dies ist vor allem auf eine Abnahme im Wärmebereich zurückzuführen. Im Detail zeigt sich, dass die Abnahme des Endenergieverbrauchs von 2021 zu 2022 vor allem auf den sinkenden Absatz von Erd- und Flüssiggas sowie der Fernwärme zurückzuführen ist. Da diese Werte auf realen Absatzdaten beruhen, ist davon auszugehen, dass diese Abnahme auch real stattgefunden hat. Durch Zuhilfenahme der Witterungskorrektur lässt sich interpretieren, dass die Abnahme zwischen 2021 und 2022 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 2021 fiel in Erfurt vergleichsweise kalt aus, weswegen die grüne Trendlinie deutlich unter dem orangenen Balken des tatsächlichen Wärmeverbrauchs liegt als für 2022. Das Jahr 2022 war in Erfurt wieder ein vergleichsweise warmes Jahr, weshalb der witterungskorrigierte Wärmeverbrauch eine Zunahme von 8 % darstellt. Die reale Abnahme des Wärmeverbrauchs lässt sich somit teilweise durch die Witterung begründen. Jedoch zeigt der witterungskorrigierte Endenergieverbrauch 2022 auch, dass 2022 das Jahr mit dem geringsten Verbrauch war – real und witterungskorrigiert.

### 2.3.2 Entwicklung des spezifischen Emissionsausstoßes in Erfurt und Deutschland

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. Von 2021 auf 2022 hat ein Bevölkerungsanstieg von etwa 0,79 % 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.

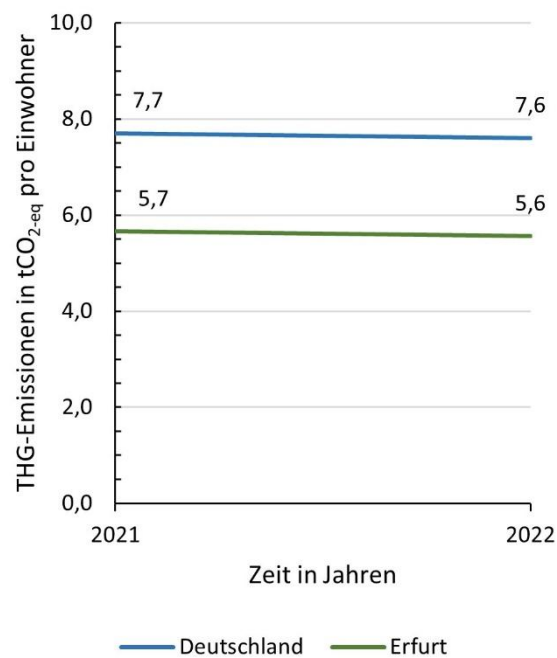


Abbildung 4: Entwicklung des spezifischen Emissionsausstoßes in Erfurt und Deutschland, 2021 bis 2022

Mit Blick auf die spezifischen Emissionen zeigt sich innerhalb des Betrachtungszeitraumes eine Reduktion um 0,1 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Einwohner (t CO<sub>2</sub>-eq/EW) in Erfurt als auch in den bundesweiten Emissionen. Der bundesweite Trend der spezifischen Emissionen pro Einwohner ist als blaue Trendlinie in Abbildung 4 dargestellt. Positiv ist zu erwähnen, dass die spezifischen Emissionen je Einwohner in Erfurt noch unter dem Bundesdurchschnitt liegen.

### 2.3.3 Entwicklung der spezifischen Emissionen nach Sektoren

Im Folgenden werden die Ergebnisse nach Sektoren dargestellt, die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr detaillierter betrachtet und ein Vergleich zu deutschlandweiten Benchmarks angeführt. Die Abbildung 5 zeigt die sektorale Aufteilung der Emissionen je Einwohner und Jahr der Stadt Erfurt.

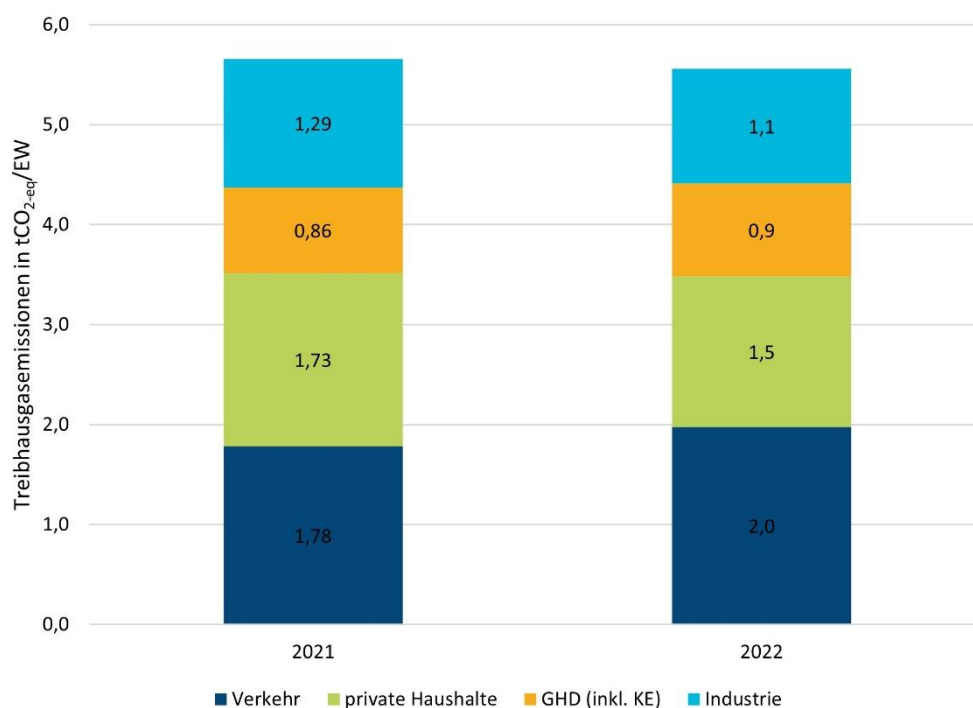


Abbildung 5: Verlauf der spezifischen Emissionen, Aufteilung nach Sektoren, 2021-2022

Gesamtbilanziell sind die Emissionen in der Stadt Erfurt von 2021 auf 2022 gesunken. Innerhalb der Sektoren gibt es zudem Verschiebungen in der Höhe der Emissionen. Während jene in den Sektoren Haushalte, GHD und Industrie geringfügig zurückgegangen sind, sind die Emissionen im Bereich Verkehr gestiegen.

### 3. Detailbetrachtungen

#### 3.1 Verteilung der Wärmeerzeugung

Im Jahr 2022 war die Wärmeversorgung für 33,4 % der THG-Emissionen Erfurts verantwortlich. Es ist somit von großer Bedeutung für den Klimaschutz, wie die Wärmeversorgung zukünftig gestaltet wird. Um einen Ansatzpunkt für konkrete Handlungsschritte in diesem Bereich zu erhalten, erfolgt hier eine Darstellung der Energieträger, die zur lokalen Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

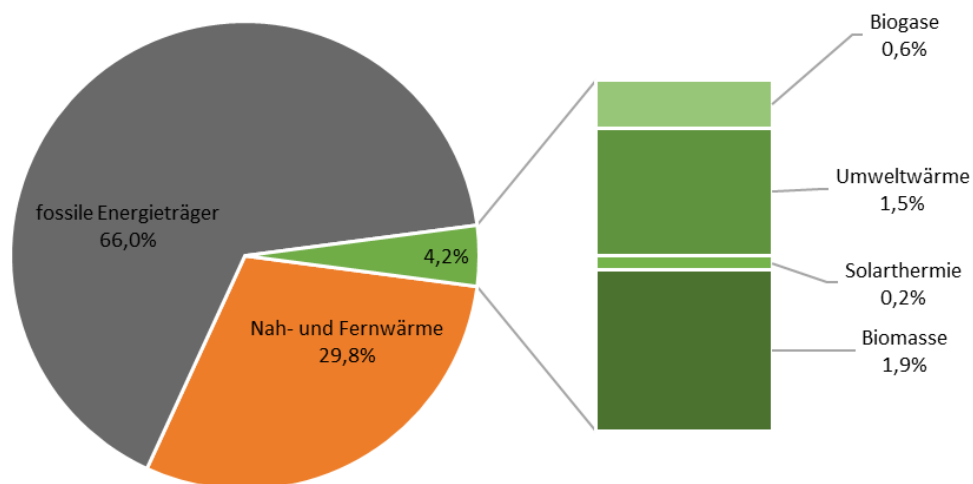


Abbildung 6: Verteilung der Wärmeerzeugung, Stadt Erfurt 2022

Mit 66,0 % wird der Wärmebedarf noch immer zu zwei Dritteln durch fossile Energieträger in lokalen Wärmeerzeugern gedeckt. Zusätzlich werden 29,8 % der Wärme in Erfurt über die Fernwärme bereitgestellt. Diese ist zwar, wie Abbildung 1 bereits zeigte, deutlich emissionsärmer als die fossile Einzelversorgung, beruht jedoch derzeit fast vollständig auf der Verbrennung fossiler Energieträger (Erdgas). Aktuell werden 4,2 % 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 1,5 % der Wärme erzeugt. Die Solarthermie ist von geringer Bedeutung. Der detaillierte Blick auf die Wärmeerzeugung der Haushalte in Abbildung 7 zeigt, dass 7,7 % der Wärme durch Heizöl erzeugt wird. Da Heizöl hohe spezifische Emissionen aufweist, ergibt 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. Aktuell weisen erneuerbare Energieträger und Fernwärme summiert einen Anteil von etwa 31,1 % der privaten Wärmeversorgung auf, während der Anteil der direkten Gasversorgung mit 60,7 % noch deutlich höher ausfällt.

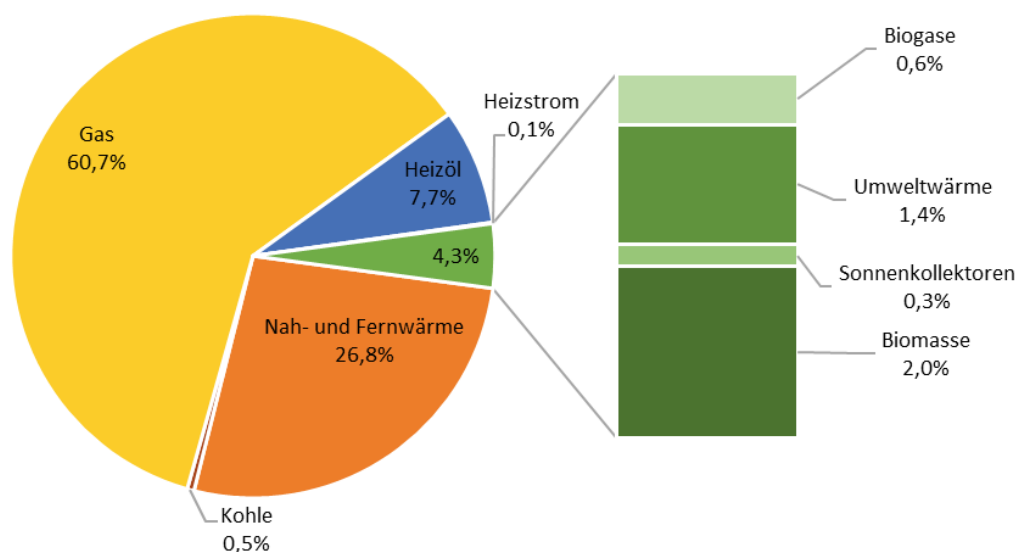


Abbildung 7: Verteilung der Wärmeerzeugung Private Haushalte, Stadt Erfurt 2022

### 3.2 Lokaler Strommix

Die Treibhausgasbilanz nach BSKO-Methodik 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.

Als Datengrundlage dienen Informationen der Erfurter Stadtwerke bezüglich der vorhandenen Erzeugungsanlagen sowie deren Einspeisung in das Stromnetz. Die Betrachtung zeigt, dass im Jahr 2022 bilanziell ca. 82 % des Stromverbrauchs durch Stromerzeuger im Stadtgebiet gedeckt werden konnten. Rein bilanziell war somit ein Stromimport von mindestens 18 % nötig. Mit einer erzeugten Strommenge von etwa 101,8 GWh konnten EEG-Anlagen circa 12,8 % 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 etwa 68,9 % des Erfurter Strombedarfs decken. Nimmt man den lokal auf dem Stadtgebiet produzierten Strom als Strommix für Erfurt an, sinken die Emissionen für Erfurt um ca. 12 % im Stromsektor. Die Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien und des Kraftwerks Erfurt Ost lassen die Berechnung eines CO<sub>2</sub>-Faktors zu, dessen Berechnung im Anhang beschrieben wird und der unter dem des deutschen Bundesstrommix liegt.

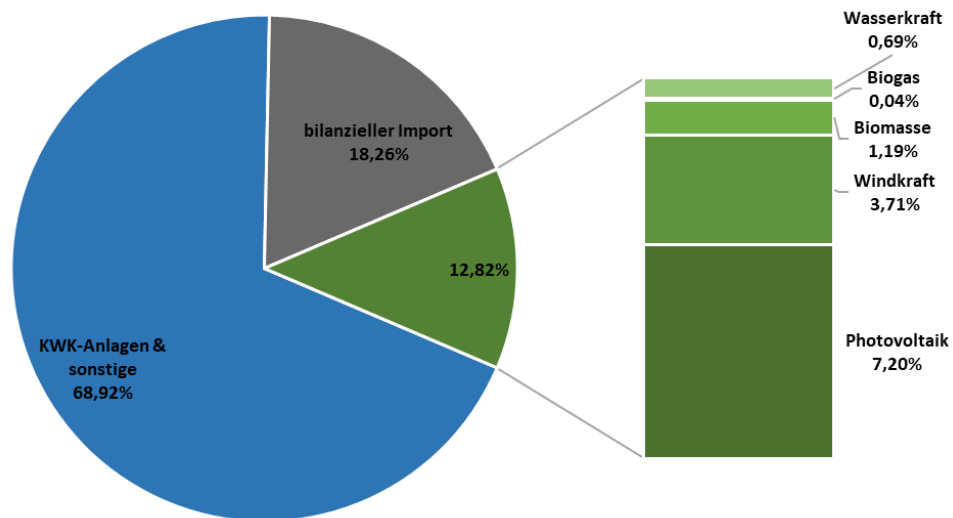


Abbildung 8: Deckungsgrade des Stromverbrauchs durch lokale Stromerzeugung, Stadt Erfurt 2022

### 3.3 Entwicklung der Erneuerbaren Energien

Die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien hat in der Stadt Erfurt seit 2016 deutlich zugenommen. In Abbildung 9 ist die Zeitreihe visuell dargestellt. Insbesondere von 2021 auf 2022 gibt es einen großen Sprung der Erneuerbaren Energien.

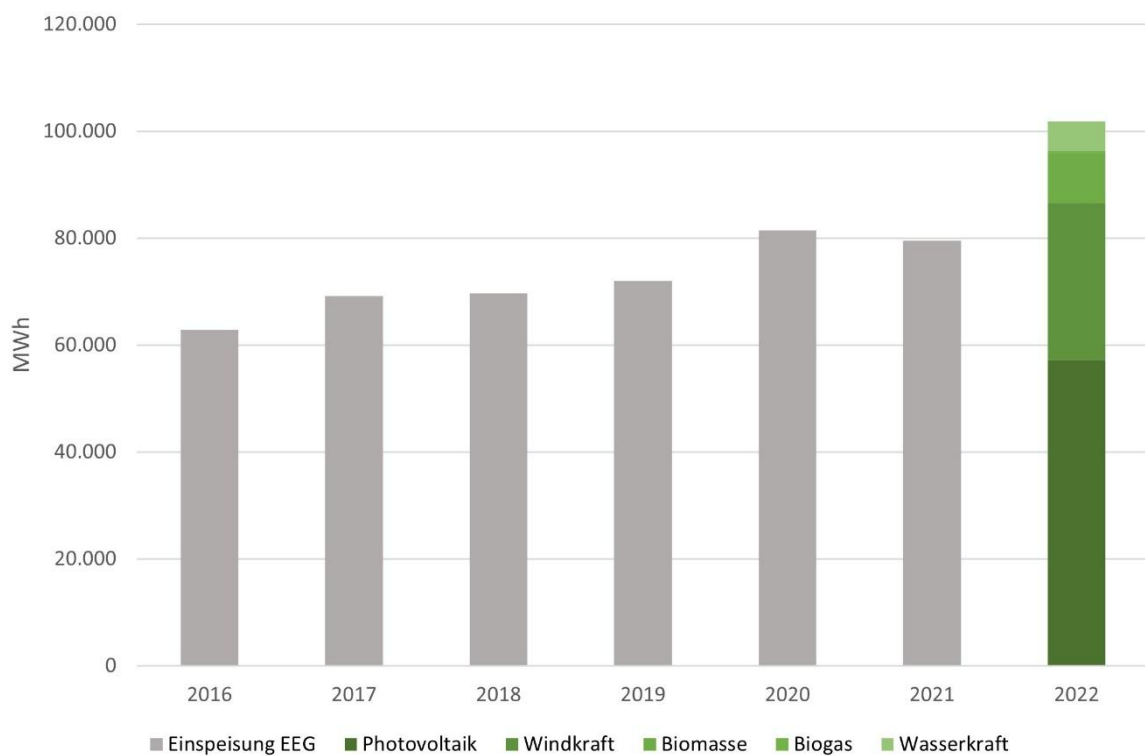


Abbildung 9: Entwicklung der Einspeisung der Erneuerbaren Energien von 2016-2022

Bei Betrachtung der Verteilung der Einspeisung der Erneuerbaren Energien wird deutlich, dass Photovoltaik- und Windkraftanlagen den EE-Strommix dominieren, wie in Tabelle 1 für das Jahr 2022 ersichtlich.

Biomasseanlagen, Wasserkraftanlagen und Deponiegas machen den geringeren Anteil der Erneuerbaren Energien in Erfurt aus. Biomasseanlagen wurden seit 2013 keine weiteren mehr zugebaut. Bei der Wasserkraft kam es jedoch 2020 noch zu einem Zubau eines Werkes am Rande des BUGA-2021-Geländes, während der Anteil vorher seit 2009 konstant blieb.

Tabelle 1: Aufteilung der EE in einzelne Energieerzeuger für das Jahr 2022

EE	Einspeisung in MWh
Biomasse	9.428
Photovoltaik	57.127
Wasser	5.462
Wind	29.439
Deponiegas	343
<b>gesamt</b>	<b>101.799</b>

In Folgendem werden die Entwicklungen der beiden Stromlieferanten Photovoltaik und Windenergie dargestellt.

## Windenergie

Wie in der Abbildung 10 dargestellt, gibt es auf dem Stadtgebiet Erfurt stufenweise einen Zuwachs von Windenergieanlagen. Mit jeder Genehmigung kommt es zu einem Anstieg der Einspeisung, zuletzt durch eine Windenergieanlage in Töttleben mit einer Leistung von 5,5 MW.

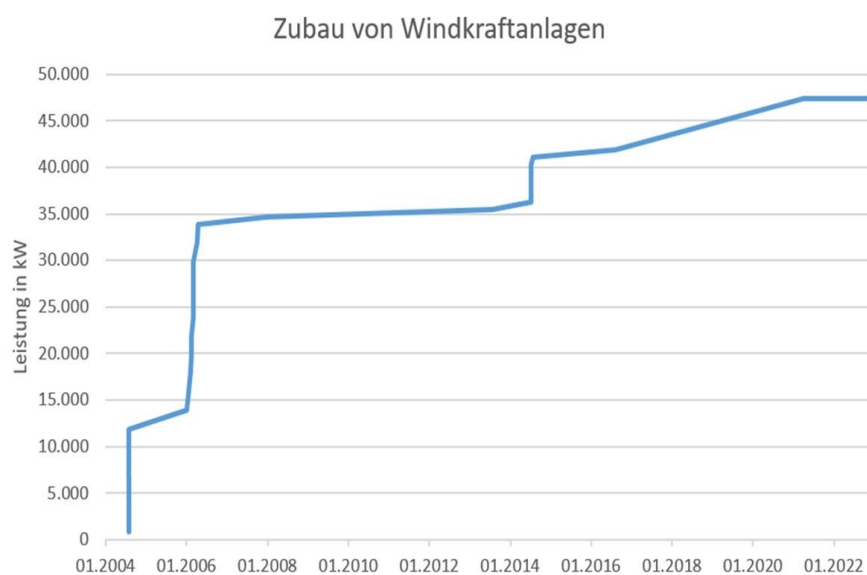


Abbildung 10: Entwicklung des Zubaus von Windkraftanlagen seit 2004

## Photovoltaik

Der Zubau von Photovoltaikanlagen findet hingegen stetig statt und macht in Erfurt den größten Anteil der Erneuerbaren Energien aus.

Wie in Abbildung 11 dargestellt, kommt es durch die Inbetriebnahme von Freiflächenanlagen bzw. durch politische Anreize und Förderprogramme auch zu sprunghaften Anstiegen der installierten Leistung.

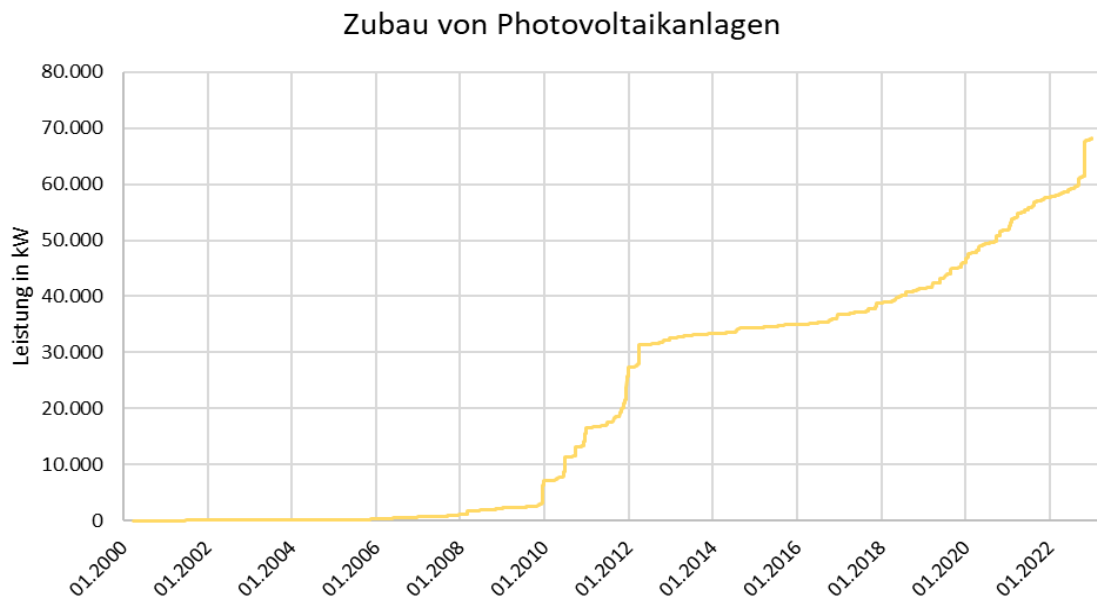


Abbildung 11: Entwicklung des Zubaus von Photovoltaikanlagen seit 2000

## 3.4 Verkehr

Die gesamtbilanziellen Ergebnisse zeigen, dass ein Drittel der Emissionen auf den Verkehrssektor zurückzuführen ist. Für die Berechnung 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 Stadtbahnen mit ein. Auf diese beiden geht summiert ein Endenergieverbrauch (EEV) von 38.087 MWh zurück, beziehungsweise 16.876 t CO<sub>2</sub>-eq (3,9 % der Emissionen des Verkehrssektors). Während die BSKO-Methodik für die Berechnung der Emissionen der Stadtbahnen den Bundesstrommix nutzt, fahren die Stadtbahnen in Erfurt mit 100 % Ökostrom. Unter der Annahme, dass die EVAG (Erfurter Verkehrsbetriebe) ihren Ökostrom aus Wasserkraft bezieht, der laut eigenen Angaben einen Emissionsfaktor von 4 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh hat, kann eine gesonderte Bilanz erstellt werden. Folglich entsprechen die Emissionen der Stadtbahnen nicht mehr 12.043 t CO<sub>2</sub>-eq, sondern nur noch 95 t CO<sub>2</sub>-eq.

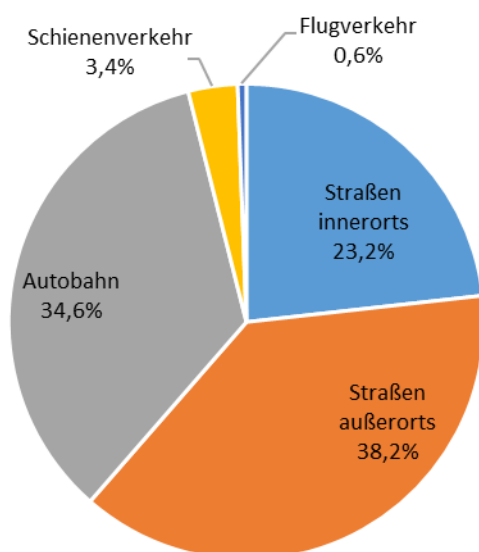


Abbildung 12: Anteile am Endenergieverbrauch Verkehr, Stadt Erfurt 2022

Wie Abbildung 12 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 61,4 % des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Dieser Anteil ist in Abbildung 13 weiter für die einzelnen Fahrzeugklassen spezifiziert, wobei sich erwartungsgemäß der überwiegende Anteil des PKW-Verkehrs zeigt. Der Anteil der reinen Elektrofahrzeuge ist im Jahr 2022 auf 1,6 % gestiegen. Um die Emissionen im Sektor Verkehr zu senken, ist ein deutlicher Anstieg von Elektrofahrzeugen notwendig.

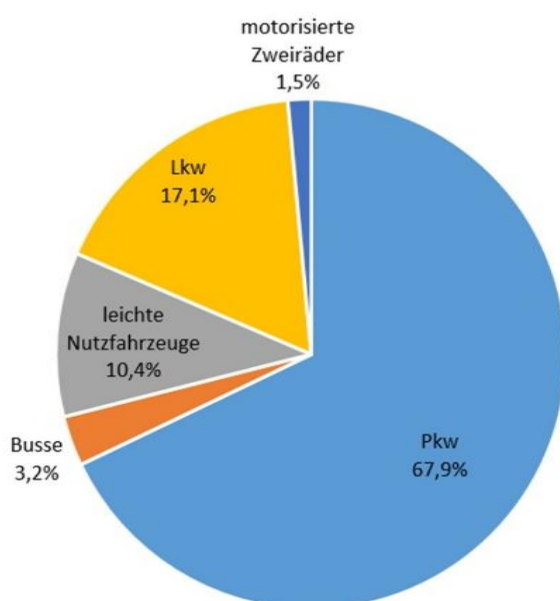


Abbildung 13: Anteil am Endenergieverbrauch Straßenverkehr ohne Autobahn, Stadt Erfurt 2022

## 4. Benchmarkvergleich

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. Die Anzahl der SV-pflichtigen Beschäftigten beruht auf Angaben des Einwohnermeldeamtes der Stadt Erfurt, welches ihre Daten wiederum von der Agentur für Arbeit bezieht.

Tabelle 2: Benchmark Bilanzierung im Vergleich zu Deutschland

Indikator	Erfurt (2022)	Bundesschnitt (2022)	Einheit
THG-Emissionen je Einwohner gesamt	5,6	7,6	t/EW
THG-Emissionen je Einwohner im Sektor Haushalte	1,5	2,3	t/EW
Endenergieverbrauch Haushalte je Einwohner	5.797	8.038	kWh/EW
Anteil Erneuerbarer Energien an Strom-/ Wärmeverbrauch:			
EEG-Stromerzeugung	12,8 %	46 %	
EEG-Stromerzeugung inkl. KWK & Sonstige	81,7 %		
EE-Wärme (ohne KWK)	4,2 %	18,2 %	
Anteil KWK am Wärmeverbrauch	29,8 %	9,1 %	
Endenergieverbrauch je SV-pflichtigen Beschäftigten (Wärme & Strom):			
Sektor GHD (inkl. Kommunale Verwaltung)	5.759	11.738	kWh/EW
Wirtschaft (GHD, kommunale Verwaltung, Industrie)	13.998	k.A.	kWh/EW

Zur weiteren Veranschaulichung der Ergebnisse sind folgend die spezifischen Emissionen für das aktuelle Bilanzjahr 2022 entsprechend den Sektoren sowie für die Bereiche Strom, Wärme und Kraftstoffe dargestellt.

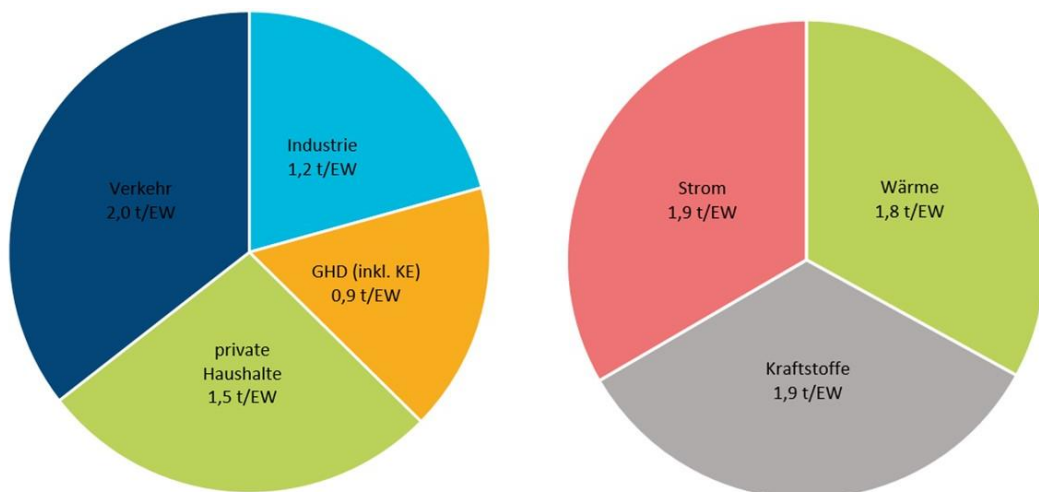


Abbildung 14: Verteilung spezifischen Emissionen 2022 auf Sektoren (links) und Verbrauchsbereiche (rechts)

## 5. Fazit

Die Energie- und Treibhausgasbilanz dieser Fortschreibung betrachtet die Jahre 2021 und 2022 und entspricht dem BSKO-Standard. Das Jahr 2022 weist einen deutlich geringeren Endenergieverbrauch auf. Dieser kann durch die Witterung begründet sein. Die geringen Emissionen des Jahres 2022 sind vor allem dem Sektor Haushalte zuzuschreiben. Mit Blick auf die spezifischen Emissionen je Einwohner liegt Erfurt unter dem bundesdeutschen Durchschnitt. 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 nur circa 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. Die Stadt Erfurt hat mit dem auf dem Stadtgebiet erfolgenden Zubau an erneuerbarer Energieerzeugung Anteil an dieser deutschlandweiten Entwicklung, so dass auch lokal der Zubau erneuerbarer Stromerzeuger vorangetrieben werden sollte.

Wird der Wärmesektor in Gänze betrachtet, so zeigt sich, dass dieser ein Drittel der spezifischen Emissionen aufweist. Im Detail wird die Wärme noch überwiegend durch fossile Energieträger, allen voran Erdgas, bereitgestellt. Ein zukünftiger Fokus sollte vor allem auf dem zeitnahen Ersatz der Heizöl- und Kohle-Erzeuger, bestenfalls durch erneuerbare Energieträger, liegen. 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.

## 6. Liegenschaften der Stadt Erfurt

### 6.1 Emissionen der kommunalen Verwaltung

Auf einige Bereiche der Bilanz der gesamten Stadt Erfurt hat die kommunale Verwaltung keinen oder nur indirekten Einfluss. Anders verhält es sich bei den Emissionen und Energieverbräuchen 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 werden um die Energieverbräuche des Jahres 2022 ergänzt. Als Einordnung ist nachfolgend das Ergebnis der kommunalen Verwaltung des Jahres 2022 gemäß der BSKO-Bilanz dargestellt. In dieses sind die konkreten Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften sowie der Straßenbeleuchtung eingegangen.

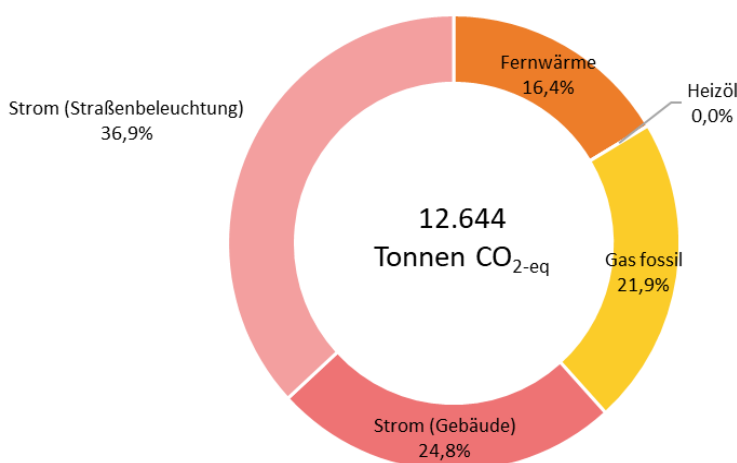


Abbildung 15: Emissionen der kommunalen Verwaltung entsprechend 2022er Bilanz

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 38,3 % der Emissionen. Dabei wird die Wärmeversorgung vor allem über Erdgas und Fernwärme bereitgestellt, wobei Erdgas leicht dominiert. Im Nachfolgenden sind die Energieverbräuche der kommunalen Gebäude und der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2016 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 2022 mit 36 % 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 Heizölversorgung 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.

## 6.2 Verlauf des kommunalen Energieverbrauchs

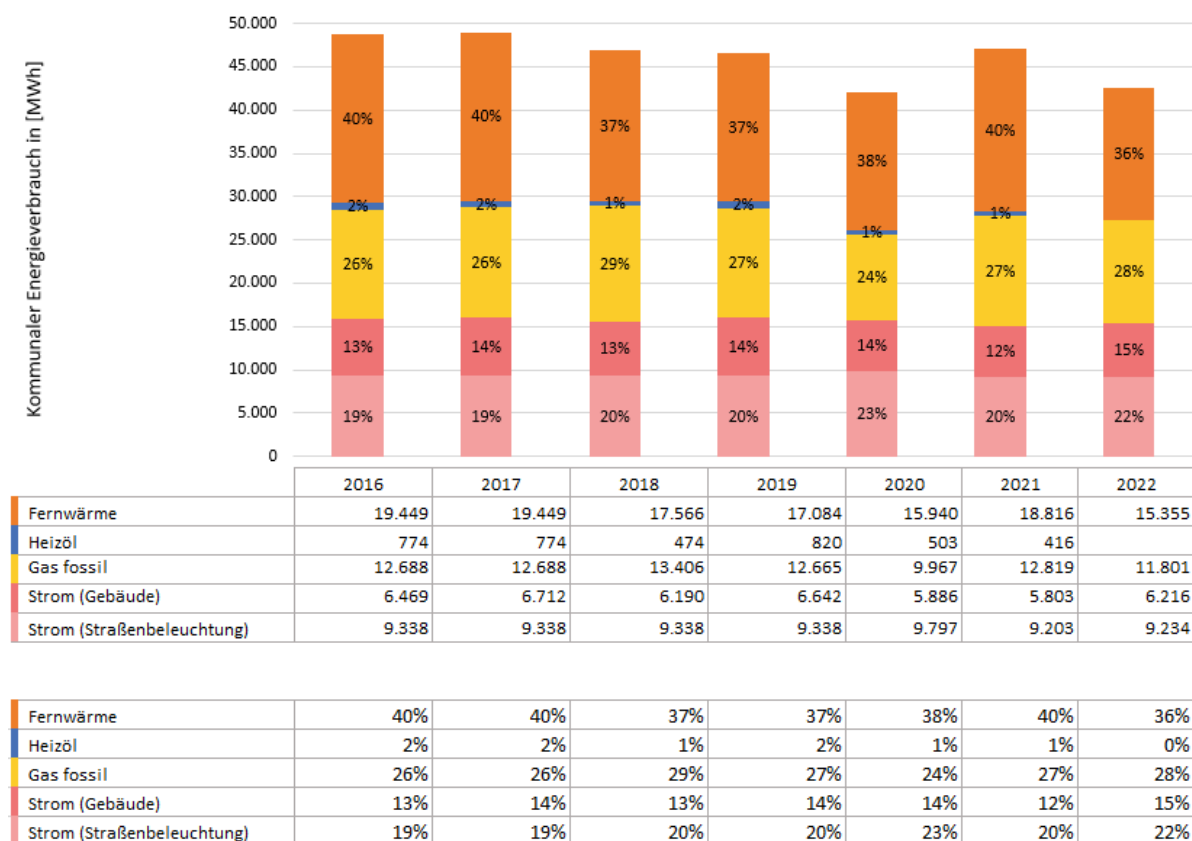


Abbildung 16: Verlauf des kommunalen Endenergieverbrauchs, 2016-2022

Der Verlauf des Endenergieverbrauchs von 2016 bis 2022 zeigt einen leichten Rückgang mit einem Ausreißer im Jahr 2021. Die stärkere Absenkung im Jahr 2020 ist hauptsächlich auf den reduzierten Wärmeverbrauch zurückzuführen. Eine Erklärung dafür könnte die COVID-19-Pandemie sein, durch welche temporär mehr Homeoffice-Tätigkeit notwendig war und Schulen und Kitas teilweise nicht in Betrieb waren und somit der Bedarf nach Gebäudewärme zurückging. Der anschließend erhöhte kommunale Energieverbrauch im Jahr 2021 ist vergleichbar mit 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. Zur Ableitung von Handlungsschwerpunkten ist nachfolgend eine Verteilung der Gebäudeenergieverbräuche auf die einzelnen Gebäudekategorien angeführt.

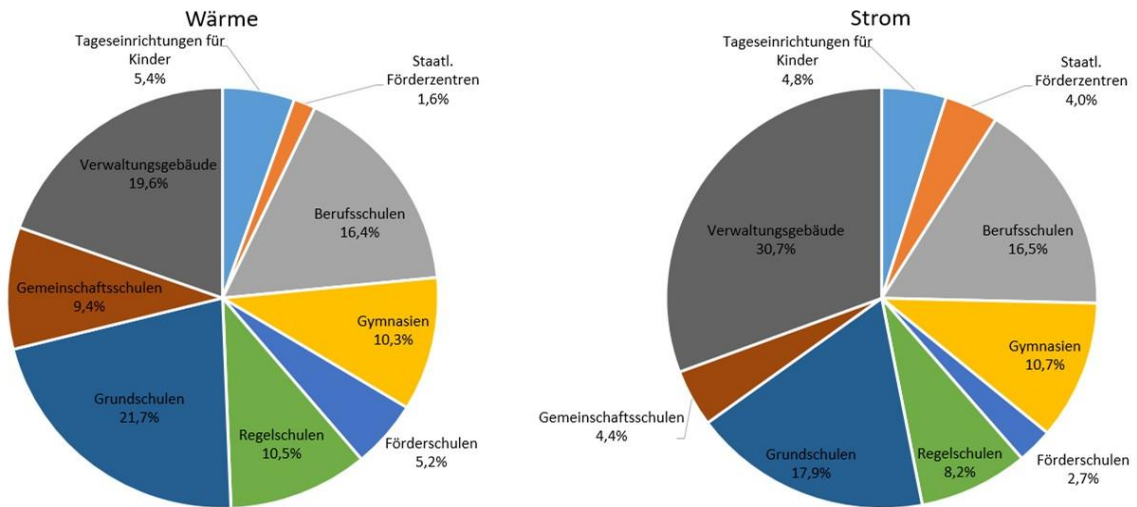


Abbildung 17: Verteilung des kommunalen Stromverbrauchs (rechts) und Wärmeverbrauchs (links) auf Gebäudekategorien, 2022

### 6.3 Emissionen der Stadtverwaltung unter der Berücksichtigung von Ökostrom

Wie bereits mehrfach im Bericht erwähnt, wird in dieser Treibhausgasbilanz nach BSKO-Standard für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen Strom der Bundesstrommix angewendet. Jedoch bezieht die Stadtverwaltung für kommunale Liegenschaften Ökostrom. Der Emissionsfaktor für Ökostrom variiert je nach Bezug des Stroms. Für die Berechnung der Emissionen der Stadtverwaltung unter der Berücksichtigung von Ökostrom nehmen wir den Emissionsfaktor der Erfurter Verkehrsbetriebe an. Der aus Wasserkraft bezogene Ökostrom hat einen Emissionsfaktor von 4 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh. Folglich machen Fernwärme und Gasversorgung 98 % der Emissionen aus.

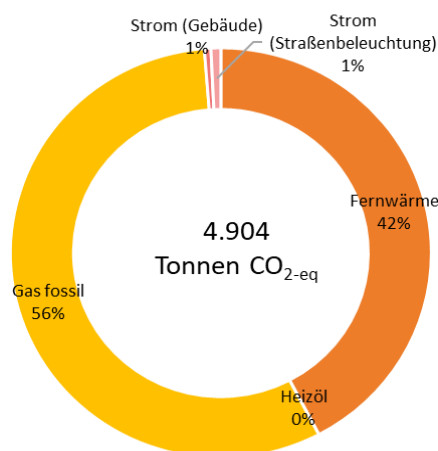


Abbildung 18: Emissionen der kommunalen Verwaltung entsprechend 2022er Bilanz, unter der Berücksichtigung von Ökostrom

## 7. Anlagen

### Allgemeine Beschreibung der Methodik

Wie bereits in den Vorjahren erfolgte die Bilanzierung unter Zuhilfenahme der webbasierten Software ECOSPEED Region. Diese stützt sich auf den BSKO-Standard, der unter Federführung des ifeu-Instituts Heidelberg entwickelt wurde. Die Erstellung von Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen soll durch diese Methodik deutschlandweit vereinheitlicht werden, um eine bessere Vergleichbarkeit der Kommunen untereinander zu erreichen.

Alle in Tabelle 3 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, werden die Energieträger häufig gruppiert dargestellt. In der Treibhausgasbilanz wird die Stromkomponente der Umweltwärme dem Energieträger Strom zugeordnet. Lediglich der emissionsfreie Anteil der Umweltwärme selbst wurde dem Energieträger „erneuerbar“ angerechnet. Die durch Umweltwärme entstandenen Emissionen durch den Stromanteil verbleiben hingegen bei der Umweltwärme, da ECOSPEED den Stromanteil bereits einrechnet.

Tabelle 3: Auflistung aller Energieträger, die mit ECOSPEED Region bilanziert werden können

gruppiert	einzel
Energieträger erneuerbar	Biogas, Biomasse, Solarthermie, sonstige Erneuerbare, Umweltwärme (ohne Stromanteil)
Nah- und Fernwärme	Nahwärme, Fernwärme
Gas fossil gesamt	Erdgas, Flüssiggas
Heizöl	Heizöl
Sonstige Fossile gesamt	Braunkohle, Steinkohle, sonstige Konventionelle
Strom gesamt	Strom, Heizstrom, Anteil Strom an Umweltwärme
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, wie in den Vorjahren, 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.

In die Bilanz der Stadt Erfurt fließen keine Emissionen aus dem Schiffsverkehr ein, da es vor Ort keinen Schiffsverkehr gibt.

Wie in den Vorjahren wird der Flugverkehr 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 Tabelle 3) die Energieverbräuche bzw. die mit dem Energieverbrauch verknüpften CO<sub>2</sub>-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 (Tabelle 4).

Tabelle 4: 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 Einrichtung	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), Schienenpersonenverkehr (Schienen-/Straßen-) Güterverkehr, Flugverkehr

Über spezifische Emissionsfaktoren (Tabelle 5) können die Treibhausgasemissionen berechnet werden. Neben den reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden weitere Treibhausgase (N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>) in die Betrachtung einbezogen und in Summe als CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgegeben.

Tabelle 5: Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, Quelle: ifeu Emissionsfaktoren

Energieträger	Emissionsfaktor (t CO <sub>2</sub> -eq/MWh)	Prozessbezeichnung
Erdgas	0,257	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,313	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,022	Holz-Pellet Holzwirt. Heizung 10 kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,276	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,433	Kohle Brikett Heizung DE (Endenergie)
Braunkohle	0,445	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,023	Solarkollektor Flach DE

Dabei werden die energiebezogenen Vorketten (u. a. Infrastruktur, Abbau und Transport von Energieträgern) bei den Emissionsfaktoren berücksichtigt. Der Emissionsfaktor für die Fernwärme wird in ECOSPEED durch die Energieproduktions-App eigens anhand des hinterlegten Kraftwerks „Erfurt Ost“ berechnet. Für das Jahr 2022 lag der Wert bei 0,135 t CO<sub>2</sub>-eq/MWh.

Tabelle 6: Emissionsfaktoren Fernwärme (t/MWh) in CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Quelle: ECOSPEED

Jahr	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Faktor	0,183	0,179	0,175	0,130	0,128	0,128	0,135

Beim Strom wird mittels eines bundesweit gültigen Emissionsfaktors (sog. Bundesstrommix) bilanziert (Tabelle 7). Der lokale Strommix wird als Zusatzinformation im Vergleich zum Bundesstrommix dargestellt.

Tabelle 7: Zeitreihe Strom Bundesmix (Quelle: ifeu-Strommaster) in t/MWh in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

Jahr	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Faktor	0,872	0,830	0,831	0,823	0,791	0,774	0,752	0,738	0,715	0,709
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Faktor	0,712	0,727	0,732	0,700	0,702	0,867	0,656	0,656	0,620	0,614
Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Faktor	0,633	0,645	0,633	0,620	0,600	0,581	0,554	0,544	0,478	0,429
Jahr	2021	2022								
Faktor	0,472	0,498								

Im Verkehrsbereich werden alle Fahrten innerhalb des Territoriums der Kommune betrachtet. Dazu gehören, wie in den Vorjahren, 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten inkl. Vorketten 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“ (ifeu, 2014).

## Datengrundlage der kommunalen Bilanz

Tabelle 8: 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	TREMOD (ifeu)
Endenergieverbrauch Flugverkehr	TREMOD (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 wird ein Großteil der Daten in ECOSPEED vorgegeben. Lediglich der lokale ÖPNV und die kommunale Flotte müssen vor Ort erfasst werden (Tabelle 9). Tabelle 10 verdeutlicht, wie die erfassten Daten im Verkehr verarbeitet werden.

Tabelle 9: Übersicht aller zu bilanzierenden Verkehrsmittel und deren Datenherkunft

Verkehrsmittel	Datenherkunft
Linienbus	Über ÖPNV-Anbieter
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	Über ÖPNV-Anbieter
Binnenschifffahrt	Automatisch hinterlegt (nicht vorhanden)
Flugverkehr	Automatisch hinterlegt
Straßenverkehrsmittel	Automatisch hinterlegt
Schienerverkehr	Automatisch hinterlegt
Kommunale Flotte	Aufgrund geringer Relevanz nicht erfasst

Tabelle 10: Übersicht Bilanzierungsgrundlage Verkehr

Verkehrsträger	Welche Daten?	Kommunenbezug	Datenquelle
Straßenverkehr	Fahrleistungen	kommunenspezifisch	UBA, TREMOD
	Spez. Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionsfaktoren	Nationale Durchschnittswerte	TREMOD
Schienerverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch	Deutsche Bahn AG
Binnenschifffahrt	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch (nicht vorhanden und bilanziert im Gemeindegebiet)	TREMOD
Flugverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch	TREMOD
Alle	THG-Emissionsfaktoren der Kraftstoffe	Nationale Durchschnittswerte	TREMOD

Wie in den Vorjahren bilden im stationären Bereich die Absatzdaten der netzgebundenen Energieträger Erdgas, Strom und Nah-/Fernwärme die Basis der Bilanz, da sie am genauesten erfasst werden können.

Da die Stromdaten vom Netzbetreiber nur in Haushalte und Wirtschaft aufgeteilt geliefert wurden, fand eine Aufteilung zwischen GHD und Industrie entsprechend des Verhältnisses im Wärmebereich statt. Die nicht netzgebundenen (nicht leitungsgebundene) Energieträger werden zur Wärmebereitstellung unter Einbindung von Daten gewarteter Feuerstellen der Schornsteinfeger berechnet. Dafür wird je Sektor ein Verhältnis zwischen nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und dem Erdgas-Absatz berechnet. Diese Berechnung erfolgt für Flüssiggas, Kohle, Heizöl und Biomasse. In den Vorjahren zur THG-Bilanz 2021 wurde der Anteil für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger auf Grundlage der Energiebilanzen des Landes Thüringen berechnet. Für die Stadt Erfurt wurden dabei die thüringenweiten Anteile der nicht-leitungsgebundenen Energieträger zugrunde gelegt, die sich in der Realität in Erfurt aber deutlich vom landesweiten Durchschnitt unterschieden. Statt Holz und Heizöl wird in Erfurt beispielsweise deutlich mehr Wärme durch die emissionsärmere Fernwärme bereitgestellt. Dadurch waren die Emissionswerte

dieser Berechnungsmethode höher als die realen. Daher gibt es zu den Berichten der Vorjahre einen deutlich zu erkennenden Sprung, auf dessen Darstellung in diesem Bericht verzichtet wird.

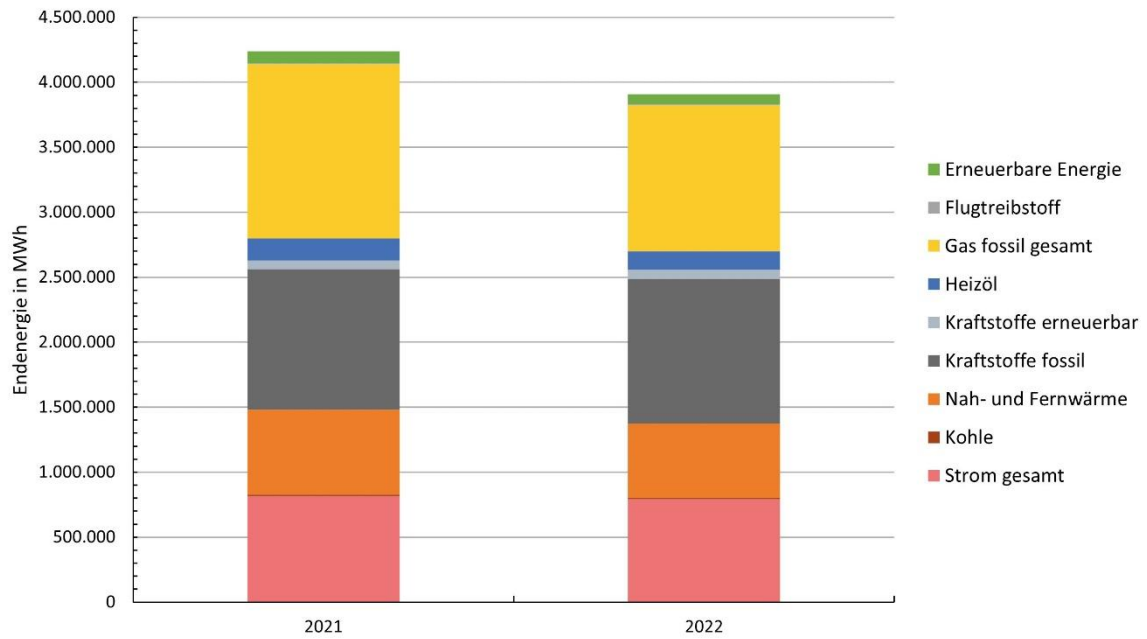


Abbildung 19: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2021-2022

Tabelle 11: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2021-2022

Endenergieverbrauch [MWh]	2021	2022
Energieträger erneuerbar	82.530	71.247
Flugtreibstoff	8.061	7.062
Gas fossil gesamt	1.338.307	1.119.874
Heizöl	169.589	141.543
Kraftstoffe erneuerbar	67.094	71.060
Kraftstoffe fossil	1.081.792	1.113.341
Nah- und Fernwärme	653.387	573.352
Kohle	10.062	8.419
Strom gesamt	826.698	802.015
<b>gesamt</b>	<b>4.237.520</b>	<b>3.907.912</b>

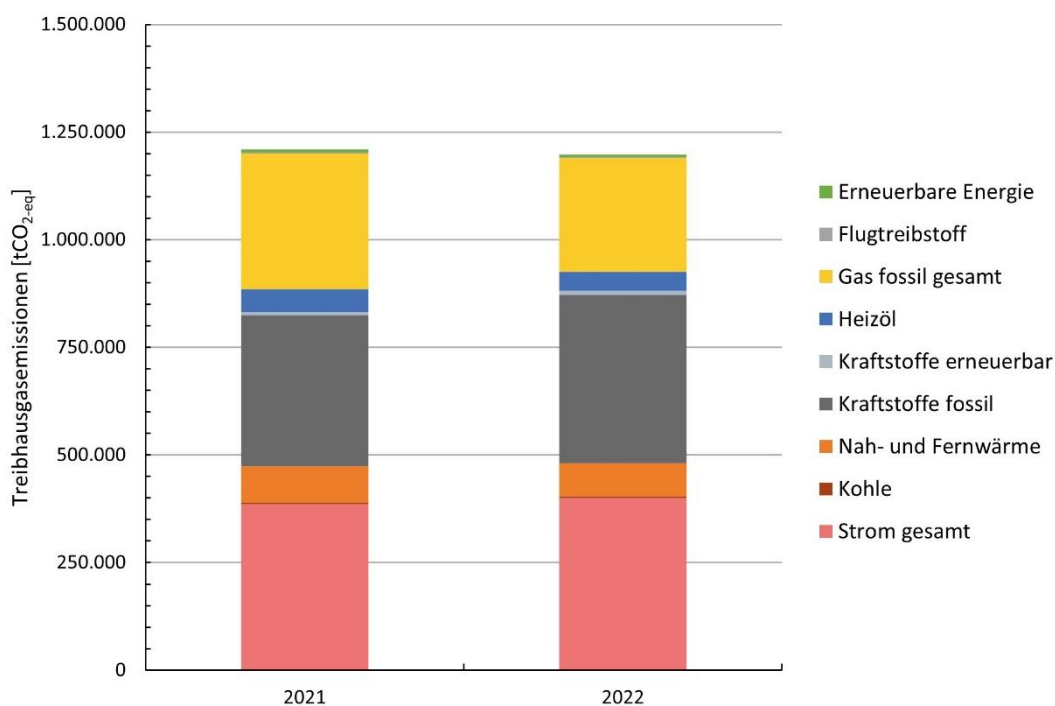
Abbildung 20: CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022

Tabelle 12: CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022

CO <sub>2</sub> -Äquivalente (t)	2021	2022
Energieträger erneuerbar	6.510	5.683
Flugtreibstoff	2.599	2.277
Gas fossil gesamt	315.484	263.992
Heizöl	53.192	44.503
Kraftstoffe erneuerbar	7.199	9.176
Kraftstoffe fossil	351.408	391.023
Nah- und Fernwärme	83.431	77.455
Kohle	4.319	3.614
Strom gesamt	385.362	400.012
<b>gesamt</b>	<b>1.209.504</b>	<b>1.197.735</b>

Im Betrachtungsgebiet wird aufgrund der im Osten Deutschlands, im Speziellen der 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 gemäß des Länderarbeitskreises Energiebilanzen.

Tabelle 13 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.

Tabelle 13: 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
Erfurter Verkehrsbetriebe AG (EVAG)	Stromverbrauch der Straßenbahnen	1,0
Erfurter Verkehrsbetriebe AG (EVAG)	Fahrleistung der Linienbusse	0,5
BAFA	Förderdaten für Solarthermie im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP)	0,5

Tabelle 14 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.

Tabelle 14: 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

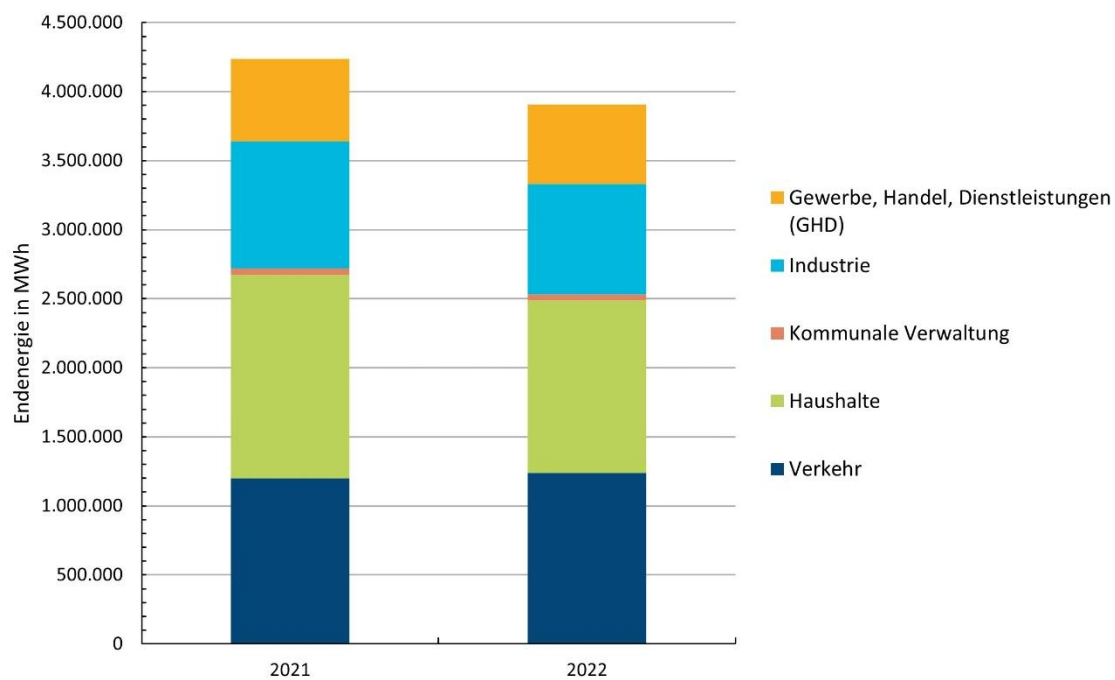
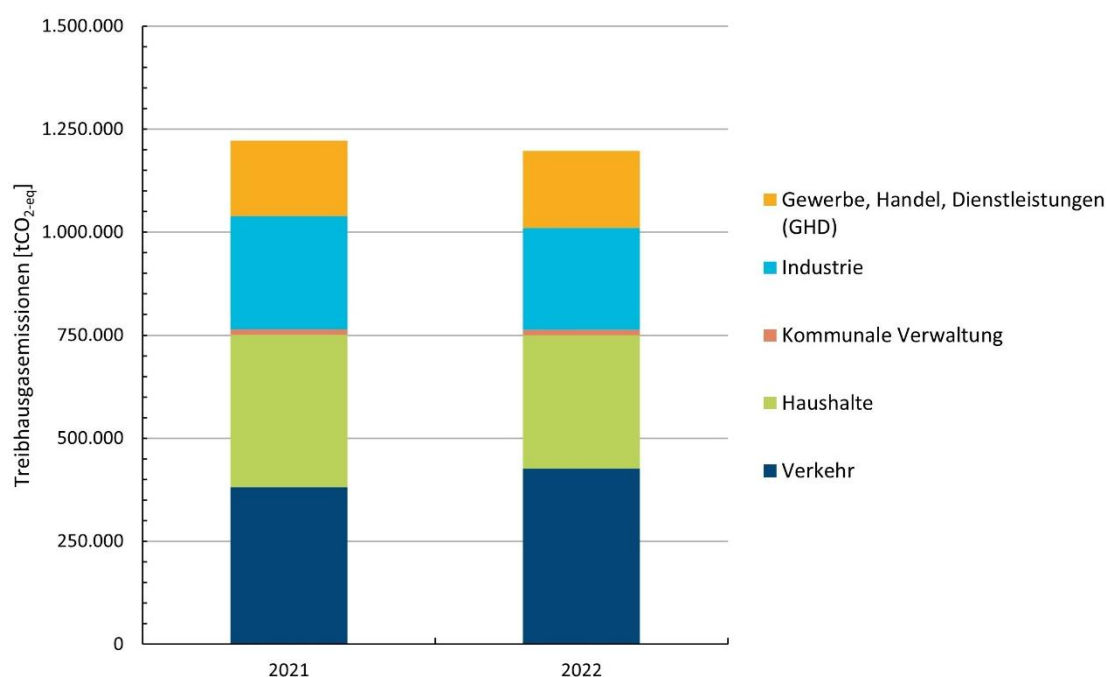


Abbildung 21: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2021-2022

Tabelle 15: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2021-2022

Endenergieverbrauch [MWh]	2021	2022
GHD	596.456	577.273
Industrie	920.733	800.004
Kommunale Verwaltung	47.057	42.605
Haushalte	1.474.378	1.249.313
Verkehr	1.198.896	1.238.717
<b>gesamt</b>	<b>4.237.520</b>	<b>3.907.912</b>

Abbildung 22: CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022Tabelle 16: CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022

CO <sub>2</sub> -Äquivalente (t)	2021	2022
GHD	170.105	187.559
Industrie	274.840	247.212
Kommunale Verwaltung	12.784	12.644
Haushalte	370.769	324.373
Verkehr	381.006	425.946
<b>gesamt</b>	<b>1.209.504</b>	<b>1.197.735</b>

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die Gesamtmenge aller Energieverbräuche ist die Entwicklung der Einwohnerzahlen im Stadtgebiet. Vom Jahr 2021 auf 2022 fand ein Einwohnerwachstum von 0,79 % statt (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17: Entwicklung der Einwohnerzahlen 2021-2022

	2021	2022
Einwohner	213.835	215.520

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.

Tabelle 18: Spezifische CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Energieträgern 2021-2022

Spez. Emissionen [[t CO <sub>2</sub> -eq/EW]	2021	2022
Energieträger erneuerbar	0,03	0,03
Flugtreibstoff	0,01	0,01
Gas fossil gesamt	1,48	1,22
Heizöl	0,25	0,21
Kraftstoffe erneuerbar	0,03	0,04
Kraftstoffe fossil	1,65	1,81
Nah- und Fernwärme	0,39	0,36
Sonstige Fossile gesamt	0,02	0,02
Strom gesamt	1,80	1,86
<b>gesamt</b>	<b>5,66</b>	<b>5,56</b>

Tabelle 19: Spezifische CO<sub>2</sub>-eq-Emissionen nach Sektoren 2021-2022

Spez. Emissionen [t CO <sub>2</sub> -eq/EW]	2021	2022
GHD	0,80	0,87
Industrie	1,29	1,15
Kommunale Verwaltung	0,06	0,06
Haushalte	1,73	1,51
Verkehr	1,78	1,98
<b>gesamt</b>	<b>5,66</b>	<b>5,56</b>

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.

Tabelle 20: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2021-2022

End- energie- verbrauch [MWh]	2021	2022
Benzin	364.354	374.516
Biobenzin	17.335	17.812
CNG bio	616	2.573
CNG fossil	3.503	2.790
Diesel	707.352	729.291
Diesel biogen	49.143	50.675
Kerosin	8.061	7.062
LPG	6.584	6.745
Strom	41.949	47.255
<b>gesamt</b>	<b>1.198.896</b>	<b>1.238.717</b>

Tabelle 21: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2021-2022

Endenergie- verbrauch [MWh]	2021	2022
Flugzeug	8.061	7.062
Leichte Nutz- fahrzeuge	107.293	112.087
Linienbus	12.748	14.241
Lkw	296.133	298.558
Motorisierte Zweiräder	11.281	12.147
Pkw	703.963	721.120
Reise-/ Fernbusse	8.812	9.710
Schiene- güterverkehr	5.176	8.436
Schiene- personen- fernverkehr	22.353	31.511
Stadt, Straßen- und U-Bahn	23.075	23.847
<b>gesamt</b>	<b>1.198.896</b>	<b>1.238.717</b>

Um für Erfurt die Emissionen aus dem lokal vor Ort produzierten Strom zu ermitteln, wurde ein lokaler CO<sub>2</sub>-Faktor für die Stromproduktion berechnet und nicht wie sonst üblich der Faktor des Strommixes für Deutschland verwendet. Hierzu dient Tabelle 22 als Grundlage. Der berechnete CO<sub>2</sub>-Faktor für Erfurt ist geringer als der Faktor für den Bundesstrommix.

Tabelle 22: Berechnung des CO<sub>2</sub>-Faktors für die lokale Stromproduktion 2022

Stromherkunft	Einspeisung [MWh]	CO <sub>2</sub> -eq-Faktor [g CO <sub>2</sub> eq /kWh]	Quelle
KWK-Anlagen & Sonstige	547.046	521,9	ECOSPEED
Bilanzieller Import	144.953	505	ECOSPEED
Wasserkraft	5.462	2,6	UBA
Biogas	343	124	UBA
Biomasse	9.428	22	UBA
Windkraft	29.439	17,8	UBA
Photovoltaik	57.127	56,1	UBA
<b>gesamt</b>	<b>793.798</b>	<b>456,9</b>	<b>eigene Berechnung</b>