

Landeshauptstadt Dresden
Stabsstelle für Klimaschutz und
Klimawandelanpassung



Dresden.
Dresdner

Städtische Treibhausgasbilanz nach BSKO

Bilanzjahre: 2019 – 2022

Inhalt

1	Einführung.....	3
2	Hintergrund und Methodik	4
3	Zentrale Aussagen der Dresdner Bilanz	7
4	Erläuterung der BSKO-Bilanz Dresden 2013 - 2022	9
4.1	Endenergieverbrauch	9
4.2	Treibhausgas-Emissionen (endenergiebedingt).....	11
4.3	Ergänzende Betrachtungen zur THG-Bilanz.....	13
4.4	Vergleich mit Bundesdurchschnittswerten	16
5	Nebenbilanzen.....	18
5.1	Landwirtschaft	18
5.2	Lokaler Strommix	18

Dieser Bericht wurde erstellt durch:

mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

Humboldtstraße 15

04105 Leipzig

November 2024

1 Einführung

Die Klimaschutzstrategie der Landeshauptstadt Dresden basiert auf dem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEuKK) von 2013, später fortgeschrieben als Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK) von 2023. Diese Konzepte bilden die Grundlage für das städtische Klimaschutzengagement und setzen den Rahmen für die strategische Ausrichtung und Umsetzung von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Die jährliche Treibhausgasbilanz ist ein zentrales Element, um die Entwicklungen im Bereich Klimaschutz sichtbar zu machen. Sie zeigt auf, wie sich die Gesamtemissionen über die Jahre verändern, und ermöglicht es, langfristige Trends zu erkennen. Dabei stellt die Bilanz eines von mehreren Steuerungselementen der Klimaschutzstrategie dar. Ihre Ergebnisse fließen in die Bewertung der Wirksamkeit der Strategie ein und unterstützen die Planung zukünftiger Maßnahmen.

Die regelmäßige Erstellung der Treibhausgasbilanz ist nicht nur für die strategische Arbeit der Stadtverwaltung bedeutend, sondern auch für die Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Sie schafft Transparenz über die Fortschritte und Herausforderungen beim Klimaschutz und unterstreicht die Bedeutung einer kontinuierlichen und gemeinsamen Anstrengung aller Beteiligten auf dem Weg zur Erreichung der Klimaschutzziele.

Die THG-Bilanz der Stadt Dresden kann über den folgenden Link aufgerufen werden:

www.dresden.de/treibhausgasbilanz

2 Hintergrund und Methodik

Die Energie- und Treibhausgasbilanz stellt ein zentrales Element für das quantitative Monitoring der städtischen Klimaschutzstrategie Dresdens dar. Durch ein regelmäßiges Fortschreiben lassen sich langfristige Entwicklungen im Energieträgereinsatz, dem Endenergieverbrauch und der Treibhausgas (THG)-Emissionen im Stadtgebiet darstellen. Dieses Ergebnis ermöglicht es, die Wirksamkeit und den Erfolg des kommunalen Klimaschutzes messbar und somit sichtbar zu machen.

Der regelmäßige Aktualisierungsprozess der städtischen Energie- und THG-Bilanz Dresdens wurde im Jahr 2024 überarbeitet und somit die Grundlage für eine jährliche Berichterstattung der THG-Emissionen geschaffen. Dabei fungierte die letztmalig veröffentlichte städtische Bilanz, mit Ergebnissen bis einschließlich des Jahres 2018, als Grundlage. In Zusammenarbeit mit allen relevanten Datenlieferanten wurde von der mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH als Auftragnehmer der Landeshauptstadt Dresden die damalige Datenbasis aktualisiert und ein standardisierter Prozess der jährlichen Datenlieferung abgestimmt. Auch wurden Details der Bilanzierung an aktualisierte Datenquellen angepasst. Dabei aufgetretene Änderungen sind auch historisch wirksam, sodass, wie auch bei früheren Bilanzfortschreibungen, einige bereits zuvor veröffentlichte Daten aktualisiert wurden.

Als methodische Grundlage der Bilanzierung dient die bundesweit einheitliche „Bilanzierungssystematik Kommunal“, kurz BSKO. Diese wurde federführend vom ifeu – Institut erstellt und ist ausführlich in einer Veröffentlichung des Difu¹ beschrieben. Das Erstellen der Bilanz erfolgte unter Zuhilfenahme der webbasierten Software „Klimaschutz-Planer“, die vom Klima-Bündnis e. V. betrieben wird. Aufgrund der verzögerten Verfügbarkeit von Daten und Statistiken ist in der Regel die „aktuelle“ Bilanz nur für das vorletzte Jahr erstellbar. Somit umfasst die aktuelle städtische Bilanz die Jahre 2013 bis 2022.

Die grundsätzlichen Prinzipien einer Energie- und THG-Bilanz nach BSKO zeigt folgende Darstellung:

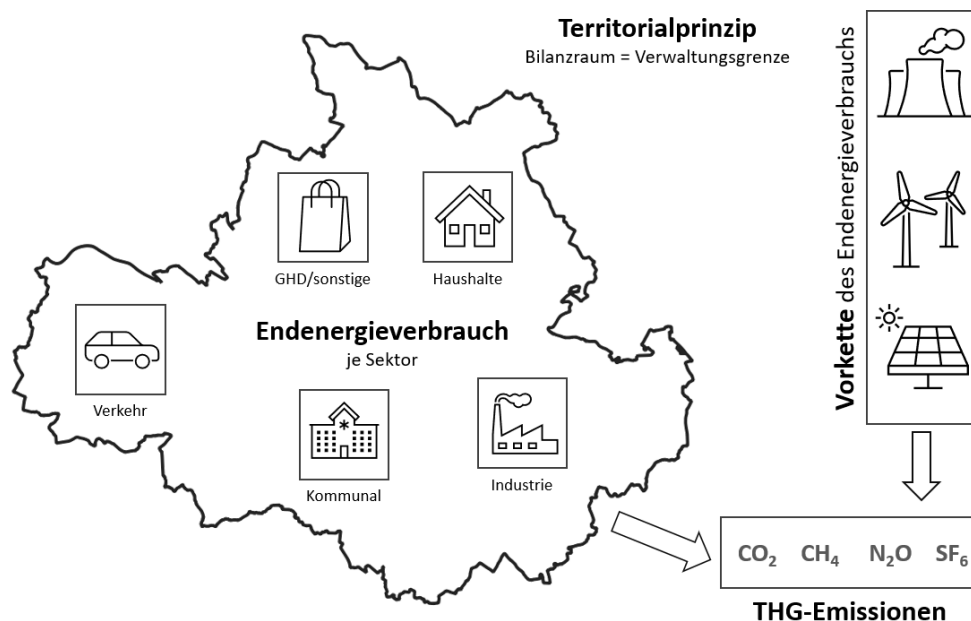


Abbildung 1: Visualisierung des Bilanzierungsprinzips nach BSKO (eigene Darstellung mellon)

¹ https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_Juli-24.pdf

Ausformuliert sind diese zentralen Grundsätze der Bilanz nach BSKO:

1. Der Endenergieverbrauch wird nach dem Territorialprinzip bilanziert. Das bedeutet es wird der Endenergieverbrauch erfasst, der innerhalb der Grenzen der Kommunen anfällt. Dies unterscheidet sich grundlegend von einer personen- oder unternehmensbezogenen Bilanzierung (Verursacherbilanz), bei der unabhängig vom Ort des Energieverbrauchs bilanziert wird.
2. Treibhausgasemissionen (THG) werden als CO₂-Äquivalente bilanziert. Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden demnach beispielsweise auch Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxid/Lachgas (N₂O) berücksichtigt.
3. Die Vorkette wird bei der Berechnung der THG-Emissionen auf Basis des Endenergieverbrauchs berücksichtigt. Zur Vorkette gehören u. a. die Förderung, der Transport und die Bereitstellung der Anlagentechnik zur Gewinnung der Energieträger. Dadurch haben auch erneuerbare Energieträger einen Emissionsfaktor größer Null.
4. Die Treibhausgasemissionen des Stromverbrauchs werden für eine einheitliche und standardisierte Berechnung anhand des deutschen Strommix bilanziert.
5. Das Hauptergebnis wird ohne Witterungskorrektur der Verbrauchswerte für Wärme ausgegeben. Eine gesonderte Darstellung mit Berücksichtigung der Witterungskorrektur ist möglich und wird folgend zur Einordnung der Ergebnisse auch vorgenommen.

Als Datengrundlage wurde eine Vielzahl an Quellen kombiniert. Im Bereich der leitungsgebundenen Energieversorgung (Erdgas, Strom, Fernwärme) ist die SachsenEnergie der primäre Datenlieferant. Je Energieträger wurde hier ein Datensatz bereitgestellt, der den Endenergieverbrauch im Gesamten, aber auch nach Nutzung separiert, beziffert. Für die Fernwärme ist weiterhin bekannt durch den Einsatz welcher Energieträger die Wärmeerzeugung stattfindet und welchen Umfang die parallele Stromerzeugung aufweist. Im Bereich der nicht-leitungsgebundenen Energieversorgung (Heizöl, Biomasse, Kohle, etc.) sind keine konkreten Energieverbräuche bekannt. Diesen wird sich anhand der installierten Feuerungsstätten angenähert. Informationen zu diesen hat das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie per Abfrage bei lokalen Schornsteinfegern zusammengetragen und als Datensatz für zwei Jahre veröffentlicht.² In Ergänzung für die nicht-leitungsgebundene Energieversorgung, wurden ebenso die geförderten Solarthermie-Anlagen aus dem Marktanreizprogramm³ beachtet. Der Einfluss strombetriebener Wärmeerzeuger (Nachtspeicherheizungen, Wärmepumpen) wird auf Basis gesonderter Stromtarife beziffert.

Der Verkehrsbereich wird hauptsächlich über das bundesweit vorliegende Transport Emission Model (TREMOM)-Verkehrsmodell abgebildet. Dessen lokal spezifische Informationen sind bereits in der Bilanzierungssoftware enthalten, sodass nur wenig eigenständige Ergänzungen für ein Bilanzieren des Verkehrsbereichs nötig sind. Die dafür notwendigen Informationen entstammen aus Veröffentlichungen und Abfragen (bei) der DVB.

Zur Einordnung der Bilanz nach BSKO ist festzustellen, dass diese ausschließlich auf dem Erfassen energiebasierter Emissionen beruht. Nicht-energetische Emissionen, beispielsweise aus den Bereichen Abwasser, Abfall, Landwirtschaft oder Industrieprozessen finden keine Beachtung und sollten zukünftig durch Nebenbilanzen ergänzt werden. Somit ist die BSKO-Bilanz allein nicht geeignet, den Weg zur THG-Neutralität zu verfolgen, sondern sollte um weitere Indikatoren ergänzt werden.

² <https://www.luft.sachsen.de/kleinfuerungsanlagen-bestand-und-emissionen-22480.html>

³ <https://www.solaratlas.de/>

Da aktuell der überwiegende Teil der deutschen THG-Emissionen energetischer Natur ist (2022: 85 %⁴), ermöglichen die Ergebnisse der BSKO-Bilanz dennoch eine aussagekräftige Darstellung zum Status Quo der emittierten Treibhausgase im Dresdner Stadtgebiet.

⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>

3 Zentrale Aussagen der Dresdner Bilanz

Bevor im Folgenden die Ergebnisse der städtischen Treibhausgasbilanz im Detail beleuchtet werden, sind folgend die zentralen Ergebnisse mit Fokus auf das Bilanzjahr 2022 zusammengefasst:

- Der gesamte Endenergieverbrauch in Dresden betrug im Jahr 2022 10,20 TWh und fluktuierte leicht in den Vorjahren. Im Vergleich zum Jahr 2013 ist der Endenergieverbrauch um 3 % gesunken.
- Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs geht auf den Sektor der Wirtschaft zurück (43 %), gefolgt von den Privaten Haushalten (32 %) und dem Verkehr (23 %). Die kommunalen Einrichtungen sind nur für 2 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich, nehmen aber eine besondere Rolle ein, da auf diese durch das kommunale Handeln direkt Einfluss genommen werden kann.
- Die THG-Emissionen in Dresden betrugen im Jahr 2022 3,30 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und fielen damit um 8 % niedriger aus als noch 2013.
- Der Emissionsverlauf unterscheidet sich zum Teil stark vom Verlauf des Endenergieverbrauchs. Nach einem Rückgang der Emissionen bis 2020 stiegen diese in den Jahren 2021 und 2022 wieder an, was vor allem auf die Entwicklung der Emissionsfaktoren zurückzuführen ist. Die dominanteste Rolle spielt dabei der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes
- Die Energieträgerverteilung im stationären Bereich, also ohne den Bereich des Verkehrs, wird dominiert vom Erdgas (über 40 %), gefolgt von Strom (etwa ein Drittel) und Fernwärme (ca. 21 %). Der Anteil erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung bleibt unter 2 %. Der Einfluss lokaler erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen fließt per Definition in diese Bewertung nicht ein und kann nur über Nebenbilanzen sichtbar gemacht werden.
- Eine ergänzende Analyse unter Beachtung von Witterung und Bevölkerungswachstum (im Zeitraum von 2013 bis 2022 um etwa 6 %) wurde vorgenommen und liefert Ansätze zur Begründung der Verläufe von Endenergieverbrauch und Treibhausgasen. Die Reduktion der Treibhausgase in Dresden, bereinigt um diese beiden Einflüsse, fällt mit 9 % ähnlich aus wie die tatsächlichen Werte.
- Die spezifischen, nicht witterungskorrigierten THG-Emissionen in Dresden lagen 2022 bei 5,8 Tonnen pro Einwohner, was 24 % unter dem bundesweiten Durchschnitt innerhalb der BSKO-Methodik liegt. Ursachen für dieses Ergebnis finden sich in den geringen spezifischen Endenergieverbräuchen des motorisierten Individualverkehrs, dem geringen Endenergieverbrauch im Bereich der privaten Haushalte sowie dem hohen Anteil der Fernwärme mit Kraft-Wärme-Kopplung an der Dresdener Energieversorgung.

Prioritär für die Umsetzung umfassender Klimaschutzmaßnahmen sollte dabei vorrangig Energiesparen sein, welches vor allem beim Reduzieren fossiler Verbräuche stets direkt mit relevanten Emissionsreduktionen einhergeht, aber auch die vorzuhaltenden Anlagenkapazitäten reduziert und damit kostensenkend wirkt. Darüber hinaus gilt es, den aktuellen Energieträgermix zu transformieren und fossile Energieträger mit emissionsarmen zu ersetzen. Eine wichtige Rolle nimmt dabei die Stromversorgung ein. Bereits heute weist diese signifikante Anteile am Energieträgermix auf und wird durch eine zunehmende Sektorenkopplung weiter an Bedeutung gewinnen. Welchen großen Anteil dabei die Art der Erzeugung des Stromes auf die Emissionen aufweist, ist auch in den Ergebnissen der städtischen Bilanz Dresdens ersichtlich. Auch wenn in die BSKO-Bilanz lokale Stromerzeugungsanlagen nicht direkt eingehen, ist ein Heben lokaler erneuerbarer Potenziale zur Stromerzeugung eine der wichtigsten Stellschrauben für eine zukünftige THG-Neutralität. Neben einer Reduktion der Emissionen im Strommix wirkt dabei auch das Erhöhen des Eigenverbrauchsanteils von erneuerbar erzeugtem Strom positiv. Dies wird über die sogenannten Nebenbilanzen sichtbar gemacht, so dass auch die lokalen

Anstrengungen gewürdigt werden. Eine weitere Chance findet sich in dem Ausbau der Fernwärmeversorgung, die vor allem für aktuell fossil beheizte Gebäude bereits heute eine emissionsarme Alternative ist und zukünftig weiter dekarbonisiert werden muss.

4 Erläuterung der BSKO-Bilanz Dresden 2013 - 2022

4.1 Endenergieverbrauch

Im aktuellen Bilanzjahr 2022 beträgt der gesamte Endenergieverbrauch innerhalb der Dresdener Stadtgrenzen 10,20 TWh und ist damit ursächlich für eine Emissionsmenge von 3,30 Mio. Tonnen Treibhausgasen in Form von CO₂-Äquivalenten. Die folgende Abbildung stellt den bilanzierten Endenergieverbrauch über den gesamten Bilanzierungszeitraum dar und beinhaltet ergänzend eine Aufteilung des jährlichen Endenergieverbrauchs auf die verursachenden Verbrauchssektoren.

Wird der Blick zunächst auf den Verlauf des gesamten **Endenergieverbrauchs** gerichtet, so zeigt sich, dass dieser zwar innerhalb des Betrachtungszeitraumes leicht fluktuiert, sich im Absoluten jedoch kaum substantiell verändert hat. Im Vergleich zum Jahr 2013 fällt der Endenergieverbrauch des aktuellen Bilanzjahres 2022 lediglich 3 % geringer aus, sodass gesamtbilanziell nur eine minimale Reduktion des Endenergieverbrauchs feststellbar ist.

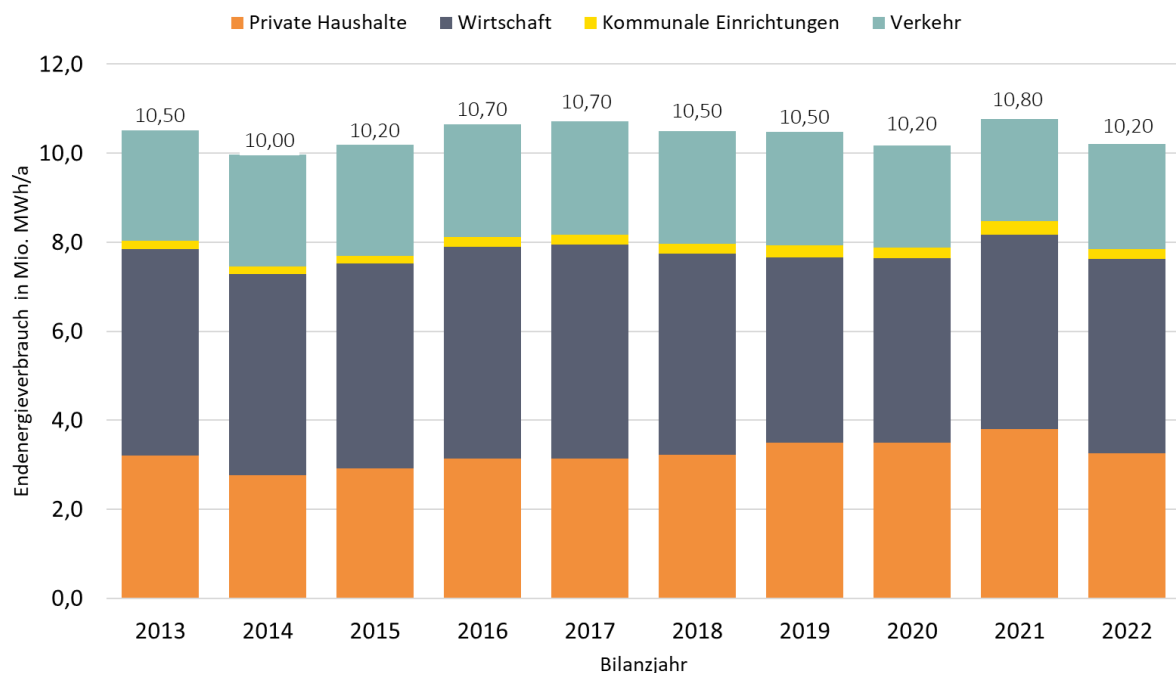


Abbildung 2: Endenergieverbrauch Dresden nach Sektoren, 2013 bis 2022

Wie Abbildung 2 zeigt, ist neben der gesamtbilanziellen Betrachtung auch eine **Analyse je Verbrauchssektor** möglich. Dafür wurden in der Bilanzerstellung die erfassten Energieverbräuche bestmöglich den einzelnen Sektoren zugeordnet. Der Sektor ‚Private Haushalte‘ umfasst dabei die Energieverbräuche der Haushalte für Raumwärme und Warmwasser sowie den Betrieb elektrischer Geräte. Im Bereich ‚Wirtschaft‘ ist der Energieverbrauch wirtschaftlich agierender Unternehmen zusammengefasst. Oft wird bei diesem Bereich in BSKO-Bilanzen zwischen der Industrie und den restlichen Betrieben des Gewerbes, Handels und Dienstleistungen unterschieden. Aufgrund der vorliegenden Datenlage kann diese Unterscheidung für die Dresdner BSKO-Bilanz jedoch nicht valide und mit vertretbarem Aufwand vorgenommen werden, sodass eine gemeinsame Darstellung als Wirtschaft notwendig ist. Gesondert ausgewiesen sind die Energieverbräuche ‚Kommunaler Einrichtungen‘. Im Bereich Verkehr

sind die Energieverbräuche der diversen Verkehrsmittel (Straßen- und Schienenverkehr, Binnenschifffahrt, Flugverkehr) zusammengefasst.

In Ergänzung zu Abbildung 2 ist nachfolgend die Sektorenverteilung für das aktuelle Bilanzjahr 2022 im Detail dargestellt. Der obere Balken stellt dabei je Sektor den Anteil am Endenergieverbrauch dar, der untere Balken den Anteil an den THG-Emissionen.

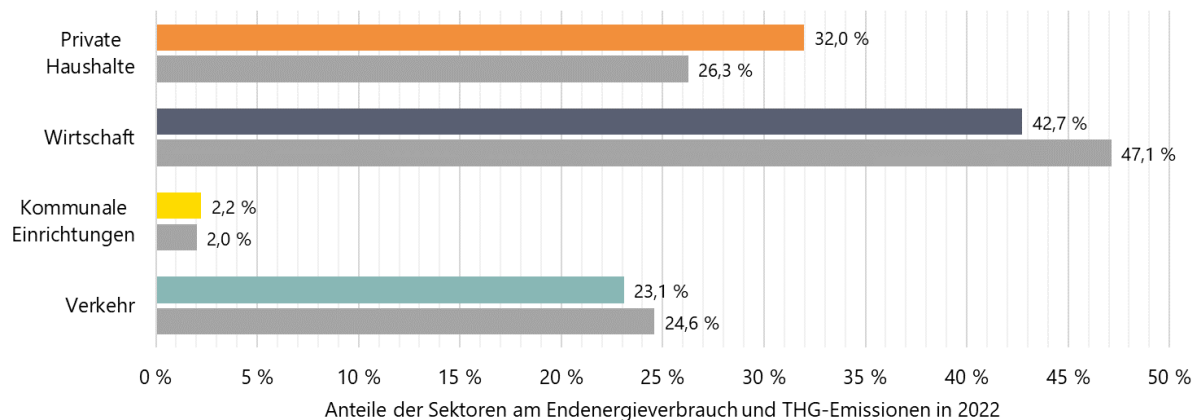


Abbildung 3: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch (oberer Balken) und THG-Emissionen (unterer Balken), 2022

Mit Fokus auf den Endenergieverbrauch zeigt sich eine dominierende Rolle der Wirtschaft, welche im Jahr 2022 für über 42 % des Endenergieverbrauchs ursächlich ist. Etwa ein Drittel des Endenergieverbrauchs ist auf die Haushalte zurückzuführen, knapp ein Viertel auf den Verkehr. Der Anteil der kommunalen Einrichtungen ist mit etwa 2 % verhältnismäßig gering. Aufgrund der Möglichkeit einer direkten kommunalen Einflussnahme, jedoch von spezieller Bedeutung. Im zeitlichen Verlauf (Abbildung 2) weisen die Anteile der Sektoren keine maßgeblichen Veränderungen auf und die in Abbildung 3 dargestellte Sektorenverteilung des Endenergieverbrauchs ist nahezu deckungsgleich zu der des Jahres 2013.

Dennoch finden sich im Detail unterschiedliche **Entwicklungen im Endenergieverbrauch** je Sektor. So ist beispielsweise der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr zunächst im Zeitraum von 2013 bis 2019 relativ konstant. Unter dem Einfluss der COVID-19-Pandemie fällt er jedoch im Jahr 2020 um etwa 8 % niedriger aus als noch im Vorjahr und ist seitdem nur marginal wieder angestiegen. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte weist im Jahr 2022 nahezu denselben Wert wie noch 2013 auf und fluktuierte dabei in den Zwischenjahren besonders stark. Dies lässt sich vor allem mit dem äußeren Einfluss der Umgebungstemperatur begründen und wird im Weiteren noch unter dem Begriff der Witterungskorrektur erörtert. Auch die Wirtschaft unterliegt einem jährlich variierenden Verlauf, weist jedoch seit dem Jahr 2017 eine sinkende Tendenz auf. Der bilanzierte Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen ist seit 2013 leicht angestiegen, was auf in den Jahren variierende Systemgrenzen⁵ zurückzuführen ist, beträgt in der Größenordnung jedoch konstant etwa 2 %.

⁵ Damit ist gemeint, dass in den Jahren unterschiedliche Verwaltungseinheiten/Gebäude in die Betrachtungen einfließen. Erst mit der Aktualisierung der Datenquellen durch den Auftragnehmer mellon bzw. die LHD wurde vereinbart, welche Gebäude standardmäßig in die Betrachtung einfließen.

4.2 Treibhausgas-Emissionen (endenergiebedingt)

Im Folgenden werden die **THG-Emissionen** genauer betrachtet. Für deren Berechnung wurden die einzelnen Endenergieverbräuche, die alle eindeutig einem Energieträger sowie einem Verbrauchssektor zugeordnet wurden, mit dem jeweils zugehörigen Emissionsfaktor je Energieträger multipliziert. Die einzelnen Emissionsfaktoren sind durch die BSKO-Methodik klar definiert. Sie beinhalten die gesamte Vorkette, die zum Decken des jeweiligen Endenergieverbrauchs notwendig ist, und sorgen damit für eine möglichst umfassende und faire Emissionsberechnung. Somit sind auch die erneuerbaren Energieträger mit Emissionen unterlegt, denn auch ein solarthermischer Kollektor muss beispielsweise zunächst gebaut, installiert und auch betrieben werden, bevor er Wärme bereitstellen kann. Die Berechnung der strombedingten Emissionen erfolgt mit einem bundesweit einheitlichen Emissionsfaktor. Für die Fernwärme wird nach dem Carnot-Prinzip ein lokaler Emissionsfaktor berechnet, der neben den eingesetzten Energieträgern zur Wärmebereitstellung auch die parallel erzeugte Strommenge berücksichtigt.

Analog zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Abbildung 1 sind folgend die THG-Emissionen in Dresden für den gesamten Bilanzzeitraum von 2013 bis 2022 dargestellt.

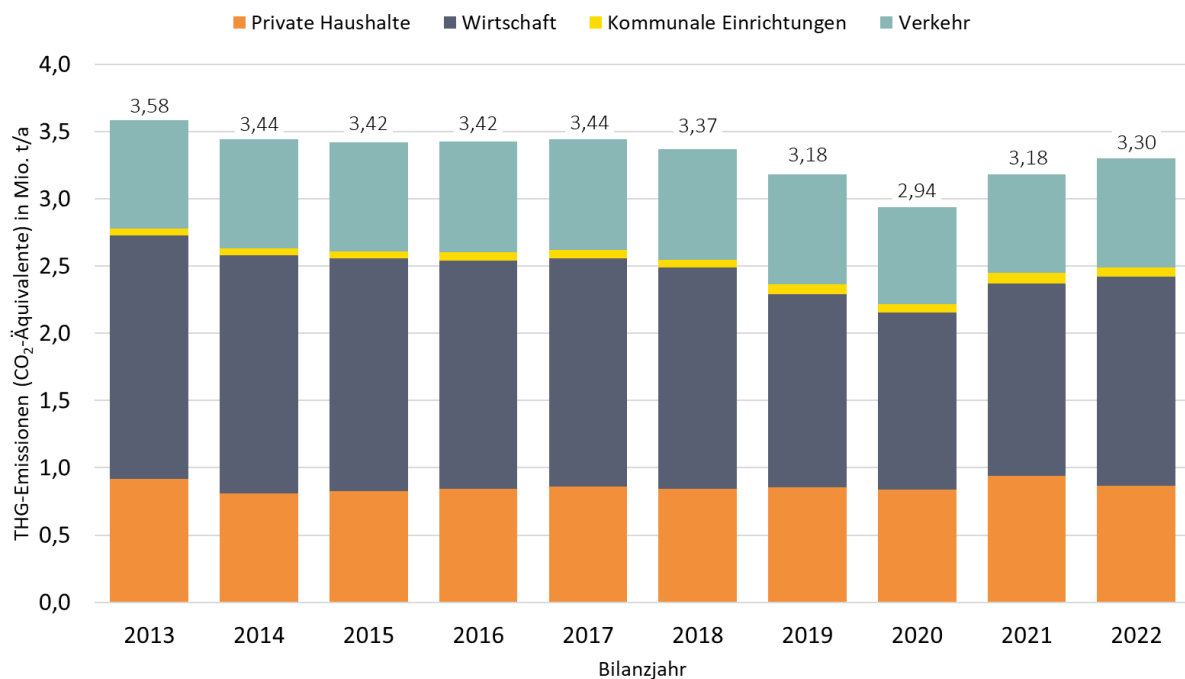


Abbildung 4: THG-Emissionen Dresden nach Sektoren, 2013 bis 2022

Besonders auffällig im Vergleich zum Verlauf des Endenergieverbrauchs ist, dass sich bei den THG-Emissionen ein gänzlich anderer Verlauf einstellt. Nach einer reduzierten THG-Emission im Jahr 2014 gegenüber dem Jahr 2013, die vor allem auf einen sich ebenso reduzierenden Endenergieverbrauch zurückzuführen ist, verbleiben die THG-Emissionen über mehrere Jahre konstant. Mit dem Jahr 2018 beginnen sie zu sinken und erreichen im Jahr 2020 ihren, aus heutiger Sicht, Minimalwert (18 % geringer als noch 2013). Anschließend steigen die Emissionen jedoch wieder deutlich an und fallen im Jahr 2022 nur noch etwa 8 % geringer aus als noch 2013. Ein vergleichender Blick auf Abbildung 1 zeigt, dass die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nicht ursächlich für dieses auffällige Emissionsverhalten sein kann und somit nicht, wie eventuell zunächst vermutet, ein direkter Zusammenhang mit den Einflüssen der COVID19-Pandemie festgestellt werden kann.

Die hauptsächliche Ursache für dieses Emissionsverhalten findet sich in der **Entwicklung der Emissionsfaktoren**. Nahezu alle Emissionsfaktoren sind über die Jahre hinweg sehr konstant. Eine deutliche Ausnahme stellt hierbei jedoch der Emissionsfaktor Strom dar. Dieser gestaltet sich variabel entsprechend der Anteile der einzelnen Energieträger an der bundesweiten Stromerzeugung. Die folgende Tabelle stellt für die Jahre 2016 bis 2022 den Emissionsfaktor Strom den bilanzierten THG-Emissionen von Dresden gegenüber. Da, abseits des Verkehrs, etwa ein Drittel des Endenergieverbrauchs in Dresden auf Stromverbräuche zurückgeführt werden kann, ist der starke direkte Zusammenhang zwischen Änderungen am Emissionsfaktor Strom und bilanzierten THG-Emissionen naheliegend und kann auch anhand der Werte in Tabelle 1 nachempfunden werden.

Tabelle 1: Vergleich der bilanzierten THG-Emissionen zu den Emissionsfaktoren von Strom und Erdgas, 2016 bis 2022

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
THG-Emissionen [Mio. t/a]	3,42	3,44	3,37	3,18	2,94	3,18	3,30
Emissionsfaktor Strom [t/MWh]	0,581	0,554	0,544	0,478	0,429	0,472	0,505
Emissionsfaktor Erdgas [t/MWh]	0,247	0,247	0,247	0,247	0,247	0,247	0,257

Mit einem steigenden Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung, vor allem dank Windkraft- und PV-Anlagen aber auch durch die Verstromung von Biomasse, reduzierte sich der Emissionsfaktor des Stromes über viele Jahre hinweg. Aus diesem Grund sind beispielsweise die gesamtbilanziellen Emissionen Dresdens der Jahre 2016 und 2017, trotz steigender Endenergieverbräuche, jeweils auf dem Vorjahresniveau verblieben. Besonders stark zeigt sich der Effekt jedoch in den Jahren 2019 und 2020, in denen sinkende Endenergieverbräuche parallel zu einer Reduktion des Emissionsfaktors Strom stattfinden und somit zu deutlich geringeren Emissionen als noch in den Vorjahren führen.

Mit einer wirtschaftlichen Erholung nach der COVID19-Pandemie und aufgrund der 2021 einsetzenden Energiekrise und stark ansteigender Bezugskosten für Erdgas nahm die Kohleverstromung in Deutschland in den Jahren 2021 und 2022 wieder zu. Außerdem stellte sich vor allem das Jahr 2021 als relativ windarmes Jahre heraus. Dies führte dazu, dass der Emissionsfaktor des Bundesstrommix jeweils in den Jahren 2021 und 2022 höher ausfiel als noch im Vorjahr.⁶ In Kombination mit dem 2021 höher ausfallenden Endenergieverbräuchen in Dresden geht ein deutlicher Anstieg in den bilanzierten Emissionen einher. Zusätzlich wird im Jahr 2022 eine weitere Besonderheit in der Entwicklung der Emissionsfaktoren wirksam. Infolge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine mussten alternative Bezugsquellen für die Erdgasversorgung etabliert werden. In ihrer Lieferkette sind diese Alternativen jedoch emissionsseitig weniger günstig als die vorrangegangene Versorgung mit russischen Erdgas, sodass im Jahr 2022 erstmals ein Anstieg im Emissionsfaktor Erdgas festzustellen ist (siehe Tabelle 1).

In einem stark vereinfachenden Vergleich, wird folgend der **Einfluss der 2022 veränderten Emissionsfaktoren** mit dem 4 %-igen Anstieg der insgesamt bilanzierten Emissionen zwischen den Jahren 2021 und 2022 verglichen. Dabei zeigt sich, dass der Anstieg im Emissionsfaktor des Erdgases für Emissionen in der Größenordnung von etwa einem Viertel des gesamtbilanziellen Anstieges verantwortlich ist. Zusätzlich bewirkt der gestiegene Emissionsfaktor des Stromes einen Anstieg der bilanzierten Emissionen um 70 % des gesamten Emissionsanstieges, sodass im Ergebnis der Unterschied der Emissionen von

⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-stiegen-in>

2022 zu 2021 nahezu vollständig mit einem Ansteigen dieser nationalen Emissionsfaktoren begründet werden kann.

Der hohe Einfluss des Energieträgers Strom zeigt sich auch bei der Verteilung der **THG-Emissionen je Sektor**. Deren Anteile sind in Abbildung 3 als untere Balken dargestellt. Generell zeigt sich dabei eine ähnliche Verteilung wie bereits beim Endenergieverbrauch, wobei im Detail Verschiebungen stattgefunden haben. Diese sind auf die Zusammensetzung der Energieträger zurückzuführen, die je Sektor zum Decken des Endenergieverbrauchs eingesetzt werden. Wie bereits zuvor erörtert, ist dabei vor allem der Stromanteil am Endenergieverbrauch dominierend für das Emissionsverhalten. Dieser Anteil beträgt im Jahr 2022 im Sektor Private Haushalte 16 %, während er im Sektor Wirtschaft etwa 44 % beträgt. Da der Emissionsfaktor Strom im Jahr 2022 den höchsten Wert aller Energieträger aufweist, fällt folglich auch der Anteil des Sektors Wirtschaft an den Emissionen noch einmal höher aus als der Anteil an den Energieverbräuchen. Ein leichter Anstieg im Emissionsanteil ist auch beim Sektor Verkehr festzustellen. Dessen Endenergieverbrauch wird vor allem durch fossile Energieträger gedeckt. Die Entwicklung der Anteile an den THG-Emissionen je Sektor, sichtbar in Abbildung 4 wird nicht weiter beleuchtet. Diese ist vor allem getrieben durch die bereits diskutierten Entwicklungen im Endenergieverbrauch sowie durch den Einfluss der strombedingten Emissionen.

4.3 Ergänzende Betrachtungen zur THG-Bilanz

Eine weitere Betrachtungsebene kann mit dem Blick auf den **Anteil der Energieträger** zum Decken des Endenergieverbrauchs etabliert werden. Um die Komplexität zu verringern, werden dafür folgend die Endenergieverbräuche des Sektors Verkehrs ausgeklammert, da sich diese auf eine Vielzahl an Energieträgern verteilen. Die verbliebenen Energieverbräuche der Sektoren Private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Einrichtungen werden summiert als stationärer Bereich zusammengefasst und vereinen dabei etwa drei Viertel aller Endenergieverbräuche. Für den stationären Bereich ist in folgender Abbildung der Verlauf des Endenergieverbrauchs, inklusive einer Aufteilung auf die Energieträger, dargestellt.

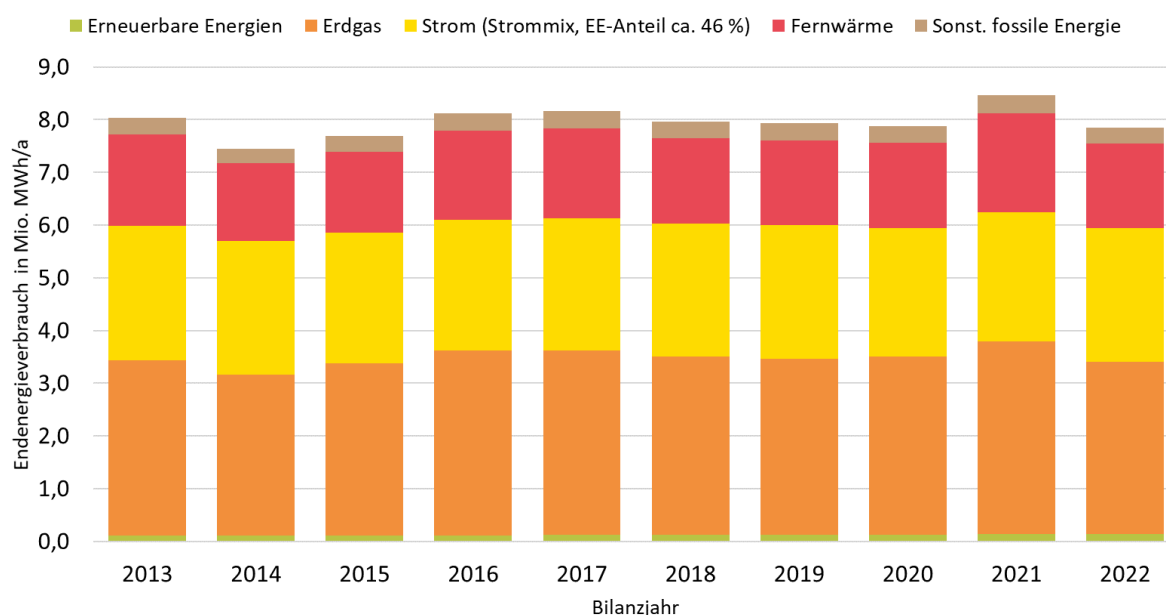


Abbildung 5: Endenergieverbrauch stationärer Bereich Dresden nach Energieträgern, 2013 bis 2022

Zunächst zeigt sich dabei mit Blick auf den Verlauf des summierten Endenergieverbrauchs im stationären Bereich, dass dieser über die Jahre hinweg fluktuiert und dabei auch erwartungsgemäß einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs (Abbildung 2) ausübt. Die Verteilung der Anteile am Endenergieverbrauch ist im stationären Bereich als konstant zu bezeichnen. Im direkten Vergleich der Jahre 2013 und 2022 ist eine nahezu identische Verteilung festzustellen und auch in den Zwischenjahren verändern sich die Anteile nur marginal. Den dabei stets höchsten Anteil am stationären Endenergieverbrauch weist Erdgas mit leicht über 40 % auf. Etwa ein Drittel ist auf den Stromverbrauch zurückzuführen und die Fernwärme nimmt einen Anteil von etwa 21 % ein. Von deutlich geringerer Bedeutung sind die etwa 4 % der Endenergieverbräuche von sonstigen fossilen Energieträgern (Kohle, Heizöl, Flüssiggas). Dass dieser Anteil gering ausfällt, ist auf die stark urbanisierte Siedlungsstruktur Dresdens zurückzuführen, bei der eine leitungsgebundene Wärmeversorgung durch entweder Fernwärme oder Erdgas den Standard darstellt und somit der Einfluss nicht-leitungsgebundener Energieträger reduziert ist. Dies zeigt sich ebenso im Bereich der erneuerbaren Energien (Biomasse, Solarthermie, Umweltwärme) deren Anteil am Endenergieverbrauch zwar über die Jahre hinweg leicht steigt, insgesamt jedoch einen Wert von unter 2 % aufweist. Einordnend ist hierzu jedoch festzustellen, dass die erneuerbare Stromversorgung nicht in diesen Werten enthalten ist und allgemein in einer BSKO-Bilanz nicht gesondert ausgewiesen wird (vgl. Abschnitt 5.2).

Für eine weitere Interpretation wird der Betrachtungshorizont nun erneut auf alle Sektoren, also den stationären Bereich und den Verkehr, erweitert. Anschließend wird der Einfluss der externen Faktoren des Bevölkerungswachstums sowie der Außentemperatur eingeschätzt. Dafür wird zunächst eine **Witterungskorrektur der Endenergieverbräuche** durchgeführt. Mit der Witterungskorrektur erfolgt eine Anpassung des Heizenergieverbrauchs der Wärmeversorgung (also ohne Warmwasser und Kochen) durch. Dieser wird gemäß VDI 2067 je Bilanzjahr mit dem jahresspezifischen Gradtagszahlverhältnis zum langjährigen Mittel multipliziert, sodass im Ergebnis der Einfluss unterschiedlich warmer Jahre auf den Endenergieverbrauch möglichst minimiert wird. Der Heizenergieverbrauch warmer Jahre wird dadurch nach oben korrigiert, während in kalten Jahren eine Korrektur nach unten stattfindet und somit über die Jahre hinweg theoretisch immer ein identisch warmes Jahr die Grundlage der Bilanzierung darstellt. Da dies jedoch ein stark vereinfachtes Verfahren ist, wird es lediglich zur Interpretation angewandt.

Um den Einfluss des Bevölkerungswachstums auf die Entwicklung der Energieverbräuche und THG-Emissionen zeigen zu können, wird folgend eine Darstellung in Form von **einwohner-spezifischer Werten** gewählt. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse pro Bilanzjahr durch die jeweilige Bevölkerungszahl Dresdens geteilt werden. Als Datenquelle wird hierfür die wohnberechtigte Bevölkerung mit Hauptwohnsitz Dresdens entsprechend der statistischen Daten zur Bevölkerung und Haushalte gewählt. Über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2013 bis 2022 stieg die Bevölkerung Dresdens um etwa 6 % an. Mit Ausnahme der Jahre 2020 und 2021, in denen ein leichter Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen war, nahm die Bevölkerungszahl in jedem Jahr zu. Im Ergebnis zeigt sich der folgende Verlauf an witterungskorrigierten Endenergieverbräuchen in der Form einwohner-spezifischer Werte.

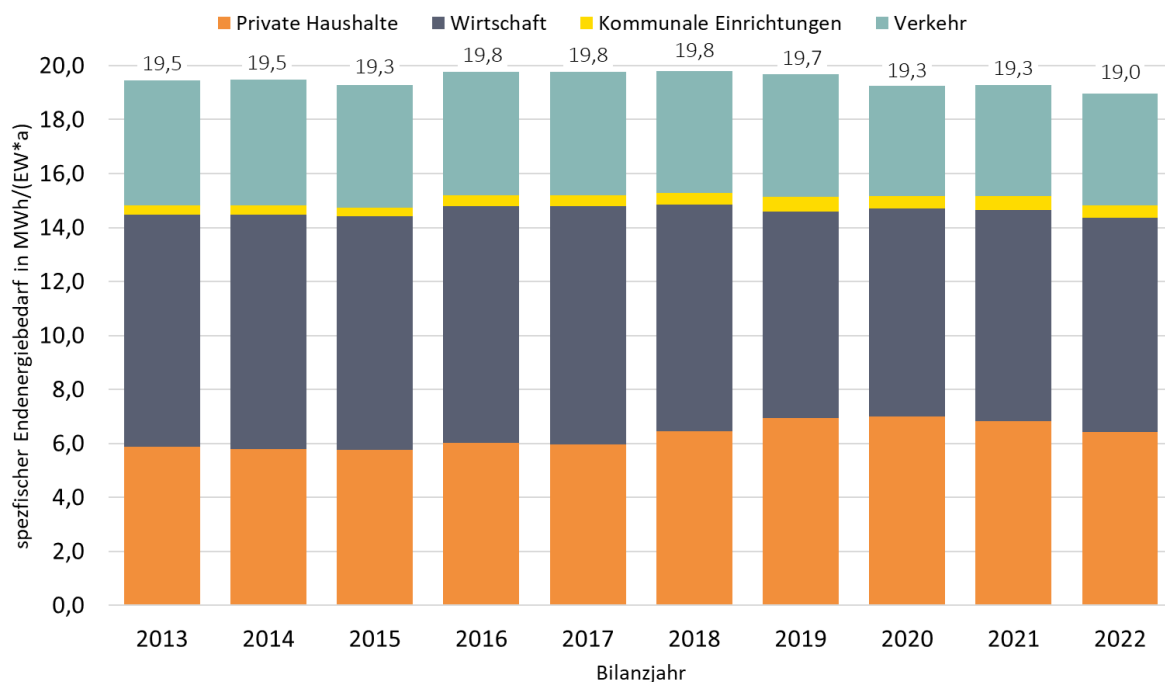


Abbildung 6: spezifischer Endenergieverbrauch Dresden nach Sektoren, witterungskorrigiert, 2013 bis 2022

Im direkten Vergleich zur Abbildung 2 zeigt sich ein geglätteter Verlauf im Endenergieverbrauch, der sich durch Korrektur der Faktoren Bevölkerungswachstum und Witterung ergibt. Die Unterschiede im Übergang von Jahr zu Jahr fallen in Abbildung 6 zumeist geringer aus als es noch in Abbildung 2 zum Endenergieverbrauch Dresden nach Sektoren, 2013 bis 2022 der Fall war. So ist festzustellen, dass vor allem in den Jahren 2013 bis 2017 relevante Änderungen am Endenergieverbrauch von diesen äußeren Faktoren abhängig sind. Nach der hier vorgenommenen Korrektur ist eine maßgebliche Änderung lediglich im Übergang des Jahres 2015 zu 2016 zu sehen. Besonders auffällig ist das Jahr 2021, welches einen deutlichen Anstieg im tatsächlichen Endenergieverbrauch (Abbildung 2) aufweist, der im spezifischen witterungskorrigierten Verlauf nicht festzustellen ist. Dies kann eindeutig auf die Witterungskorrektur zurückgeführt werden. Das Jahr 2021 war ein kälteres als die umliegenden Jahre, sodass 2021 mehr geheizt werden musste und der Endenergieverbrauch höher ausfällt.

Über den gesamten Bilanzzeitraum zeigte sich eine Reduktion des tatsächlichen Endenergieverbrauchs um etwa 3 %. Der Kontext des Bevölkerungsanstieges um 6 % im selben Zeitraum suggeriert zunächst ein positiveres Bild. Immerhin konnte der Endenergieverbrauch, trotz des deutlichen Bevölkerungsanstieges, reduziert werden. Wird jedoch ebenso der Einfluss der Witterungskorrektur in die Bewertung aufgenommen, so relativiert sich diese Aussage wieder. Das Jahr 2013 war deutlich kälter als das Jahr 2022, sodass ein nicht unerheblicher Teil des reduzierten Endenergieverbrauchs allein auf den geringeren Bedarf an Heizwärme durch unterschiedliche warme Jahre zurückzuführen ist. Infolgedessen zeigt sich mit Blick auf Abbildung 6, dass auch die Reduktion der spezifischen witterungskorrigierten Endenergieverbräuche im Betrachtungszeitraum lediglich in einer Größenordnung von etwa 3 % ausfällt.

Die abschließende Darstellung der spezifischen witterungskorrigierten THG-Emissionen zeigt im Vergleich zu den tatsächlichen Emissionen (Abbildung 4) einen ähnlichen Verlauf. Besonders auffällig sind die Jahre 2019 bis 2022, deren Verlauf vor allem auf den Emissionsfaktor des Bundesstrommix zurückzuführen ist. Mit Blick auf die Jahre 2014 bis 2018 zeigt sich jedoch in dieser Darstellung eine etwas stärkere Tendenz zu sinkenden Emissionen. In geringen Maße spiegelt sich dies auch beim Vergleich

der Emissionsreduktion über den gesamten Zeitraum hinweg wider. So zeigen die tatsächlichen Emissionen von 2022 einen um 8 % niedrigeren Wert als noch 2013, während die Emissionsreduktion unter Beachtung des Einflusses der Witterung und Bevölkerungswachstums mit 9 % leicht höher ausfällt.

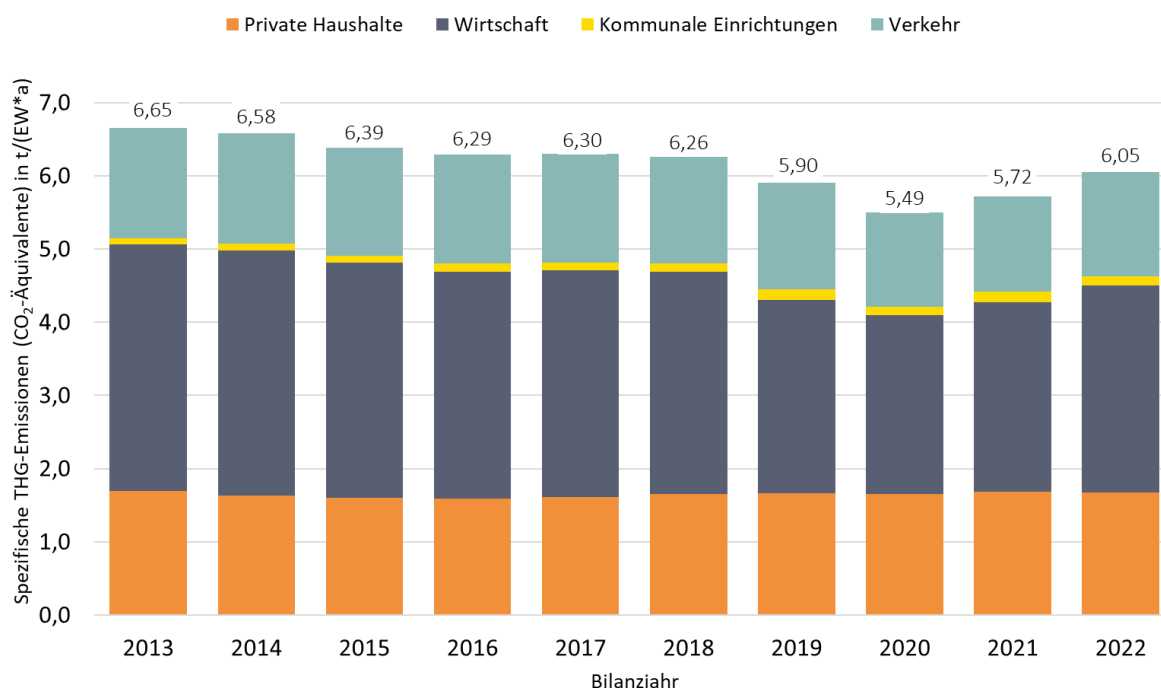


Abbildung 7: spezifische THG-Emissionen Dresden nach Sektoren, witterungskorrigiert, 2013 bis 2022

4.4 Vergleich mit Bundesdurchschnittswerten

Ein zentraler Vorteil einer deutschlandweit einheitlichen Bilanzierungsmethodik wie BISKO liegt in der Möglichkeit, einen **Vergleich mit überregionalen Durchschnittswerten** vornehmen zu können. Für diese bietet die Bilanzierungssoftware „Klimaschutz-Planer“ in ausgewählten Bereichen Vergleichswerte an. An erster Stelle wird hierbei ein Vergleich der spezifischen, nicht witterungskorrigierten, THG-Emissionen angestellt. Im Jahr 2022 beträgt dieser Wert in Dresden 5,8 Tonnen je Einwohner und ist damit um 24 % niedriger als der bundesweite Durchschnitt mit 7,6 Tonnen je Einwohner. In der Tendenz zeigt sich dieses Ergebnis auch über alle Bilanzjahre, wenngleich dieser Vorteil gegenüber dem bundesweiten Durchschnitt im Laufe der Jahre leicht rückläufig ist.

Im Bereich Verkehr findet sich eine der Ursachen für dieses positive Ergebnis. Hier weist die BISKO-Bilanz, genauer das im Sektor Verkehr zugrundeliegende Verkehrsmodell TREMOD, mit etwa 2.400 kWh je Einwohner nur etwa halb so hohe spezifische Endenergieverbräuche des motorisierten Individualverkehrs auf als im Bundesschnitt. Dies ist allerdings nur sehr eingeschränkt auf konkret lokal durchgeführte Maßnahmen zum Klimaschutz zurückzuführen. Ein wirksamer Faktor ist die stark urbane Struktur der Stadt Dresden, bei der im Vergleich zu ländlichen Region und Kleinstädten relevante Anteile der Wege zu Fuß, per Rad oder mit dem ÖPNV durchgeführt werden können. Weiterhin dominiert diesen Wert stark, wie hoch der Anteil des Transitverkehrs ist, der einem jeden Einwohner zugeordnet wird. So befinden sich mit der A4 und A17 beispielsweise zwei Autobahnen nahe Dresden. In die BISKO-Bilanz der Landeshauptstadt Dresden geht von diesen Autobahnen jedoch nur der Verkehrsanteil ein, der direkt auf den Streckenabschnitten innerhalb der Dresdener Verwaltungsgrenzen stattfindet. Aufgrund der hohen Bevölkerungszahl Dresdens verteilen sich diese Verkehrsanteile auf relativ

viele Personen und fallen somit deutlich weniger stark ins Gewicht als bei anderen Gemeinden mit ähnlich langen Autobahnabschnitten aber einer geringeren Bevölkerungszahl.

Weitere Vergleichswerte bietet die BSKO-Methodik für den Sektor Private Haushalte. Auf Seiten des Endenergieverbrauchs ergibt sich hier in der Dresdner Bilanz des Jahres 2022 ein spezifischer Endenergieverbrauch von 5.700 kWh je Einwohner. Dieser Wert liegt knapp 30 % unter dem bundesdeutschen Durchschnitt und ist somit ein weiterer Erklärungsansatz für die gesamtbilanziell geringen spezifischen THG-Emissionen Dresdens. Begründet werden kann dieser niedrige Energieverbrauch einerseits durch die urbane Struktur Dresdens, in der generell eine etwas niedrigere Wohnfläche je Person vorherrscht als in ländlicheren Regionen. Weiterhin ist der Sanierungszustand der Gebäude in Dresden als gut einzuschätzen und geht daher mit einem geringeren mittleren Wärmebedarf als im Bundesschnitt einher.

Infolge des niedrigen spezifischen Endenergieverbrauchs des Sektors Private Haushalte, fallen auch die spezifischen Emissionen des Sektors geringer aus als der Bundesschnitt. Mit einem Wert von 1,5 Tonnen je Einwohner beträgt der Wert dabei nur 66 % des Bundesschnittes. Im Vergleich zum Endenergieverbrauch fällt dieser Wert prozentual noch einmal niedriger aus, sodass in der Zusammensetzung der Energieträger ein weiterer Emissionen reduzierender Effekt festzustellen ist. Dabei ist vor allem auf den Einfluss der Fernwärme hinzuweisen. Mit einem Anteil von 21 % an allen bilanzierten Energieverbräuchen und sogar 31 % an den Endenergieverbräuchen im Sektor Private Haushalte ist diese von außerordentlich hoher Relevanz für die Energieversorgung in Dresden. Die Wärmebereitstellung erfolgt an mehreren Kraftwerksstandorten. Von höchster Relevanz sind dabei das Heizkraftwerk Nosseener Brücke sowie der Kraftwerksstandort in Dresden Reick. Aufgrund der parallelen Wärme- und Stromerzeugung ergibt sich ein positiver Effekt auf die der Wärme zugeschriebene Emissionsmenge aufgrund der besseren Brennstoffnutzung als bei alleiniger Wärmeerzeugung. So beträgt der Emissionsfaktor der Fernwärme lt. BSKO im Jahr 2022 0,166 Tonnen je MWh. Dieser Wert liegt deutlich unter denen anderer fossiler Energieträger und verdeutlicht, dass das Dresdner Emissionsverhalten positiv von der Fernwärme beeinflusst wird. Deren zunehmende Dekarbonisierung wird auch zukünftig ein relevanter Hebel für das Erreichen einer THG-Neutralität der Landeshauptstadt Dresden sein.

5 Nebenbilanzen

5.1 Landwirtschaft

Hauptsächlich bei Rindern entstehen Methan und Lachgas bei der Verdauung. In der Landwirtschaft bestimmt das Nährstoffmanagement (Jauche, Gülle, Kunstoffdünger, Kalkung) die Höhe der THG-Emissionen. Auch das Wassermanagement kann entscheidend sein. So sind entwässerte Moore und Feuchtgebiete eine Quelle von CO₂. Derzeit werden die Emissionen dieses Handlungsfeldes nicht in der städtischen Bilanz mittels BSKO erfasst. In einer ersten groben Bewertung wurde im IEK für den Viehbestand in 2020 eine THG-Emission von etwa 3.800 t/a und für die Landwirtschaft (gemessen an einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von 4.973 ha) von rund 13.000 t/a abgeschätzt. Damit liegen die nicht-energetischen Emissionen für die **landwirtschaftliche Nutzung deutlich unter 20.000 t_{CO2,äq}/a**, was im Vergleich zu den derzeit emittierten energiebedingten THG von mehr als 3 Mio. t_{CO2,äq}/a sehr gering ist. In Zukunft werden aber auch diese THG-Emissionen für die Erreichung von THG-Neutralität im Stadtgebiet eine zunehmende Rolle spielen. In den nächsten Jahren werden diese nicht-energiebedingten THG-Emissionen zukünftig nachrichtlich im Rahmen der THG-Bilanz regelmäßig ausgewiesen.

5.2 Lokaler Strommix

In der BSKO-Methodik wird per Definition der Endenergiebedarf von Strom mit dem THG-Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommixes beaufschlagt. Aus physikalischer/technischer Sicht ist dies die korrekte Vorgehensweise, da sich eine Kommune niemals autark vom übergeordneten Stromnetz versorgen kann. Aufgrund des Mehr- oder Minderangebots der Stromerzeugung und schwankendem Strombedarf werden zu unterschiedlichen Zeiten Strommengen aus dem übergeordneten Netz bezogen oder eingespeist. Dies kann in der kommunalen Treibhausgasbilanz nicht abgebildet werden, da für eine korrekte Berechnung auch die Zusammensetzung des Bezugsstroms (spezifische THG-Emissionen) zu den jeweiligen Zeiten für jede Kommune bekannt sein müsste.

Die lokalen Anstrengungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien können mit der Zusammensetzung des lokalen Strommixes sichtbar gemacht werden. Hierfür werden zunächst die lokal erzeugten Strommengen erfasst. Im Jahr 2022 wurde mit 1,4 TWh in Dresden Strom in der Größenordnung von 56 % des gesamtbilanziellen Stromverbrauches erzeugt. Den höchsten Anteil, 93 % der lokalen Stromerzeugung, weisen dabei die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) an den zentralen Kraftwerksstandorten der SachsenEnergie auf. Die verbliebenen 7 % werden durch Erneuerbare-Energien-Anlagen erzeugt und verteilen sich dabei zu gleichen Teilen auf PV-Anlagen und mit Biogas betriebene Stromerzeuger. Ein minimaler Anteil, weniger als 1 % der Erneuerbaren Erzeugung, geht auf Wasserkraftwerke zurück. Die einzelnen Anteile am lokalen Strommix, zuzüglich des bilanziell notwendigen Stromimports, sind links in Abbildung 8 aufgeführt.

Zur Berechnung des lokalen Strommix werden diesen erzeugten Strommengen entsprechende spezifische Emissionen zugeordnet. Für die Erneuerbaren Energien gelten dabei die jeweiligen Emissionsfaktoren zur Stromerzeugung der BSKO-Methodik, die strombedingten Emissionen der KWK-Anlagen werden in Einklang mit der Wärmeerzeugung nach der Carnot-Methode berechnet. Die Strommenge, welche nicht bilanziell durch die lokale Erzeugung gedeckt werden kann, wird mit dem Bundesstrommix bewertet. Für das Bilanzjahr 2022 ergibt sich ein lokaler Strommix von 0,494 t/MWh. Da der überwiegende Teil der lokalen Erzeugung in den vor allem mit Erdgas betriebenen KWK-Anlagen stattfindet,

fällt der lokale Strommix lediglich etwa 2 % niedriger als der Bundesstrommix aus. Somit fallen auch die Gesamtemissionen aus der BISCO-Bilanz bei einer Bewertung mit dem lokalen Bundesstrommix mit 3,27 Mio. Tonnen nur etwa 0,9 % geringer aus als bei einer Bewertung mit dem Bundesstrommix. Vergleichend ist dies in der rechten Hälfte von Abbildung 8 visualisiert. Eine zukünftige Emissionsreduktion lässt sich vor allem durch einen Ausbau der emissionsarmen lokalen Erneuerbaren Stromerzeugung erzielen. Auch die Dekarbonisierung des aktuell überwiegend fossil betriebenen KWK-Anlagenparks hätte einen positiven Effekt, insofern dieser auch dann eine relevante Stromerzeugung gewährleisten kann.

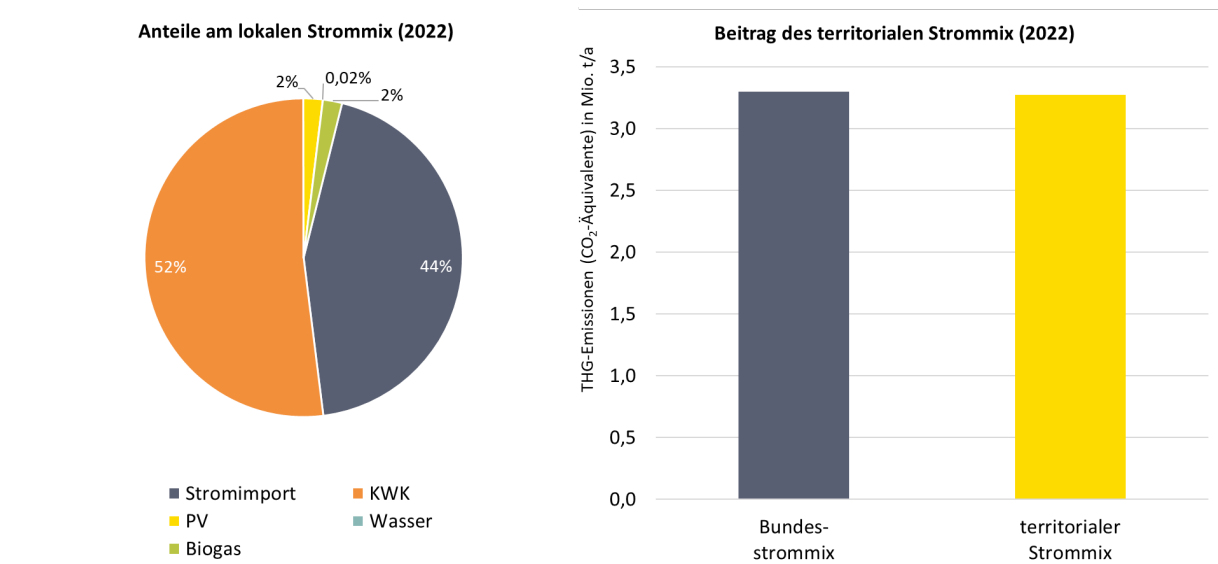


Abbildung 8: links: Anteile am lokalen Strommix 2022 | rechts: Effekt des lokalen Strommix 2022

Impressum

Herausgeber:

Landeshauptstadt Dresden

Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung | SG Klima

Telefon (03 51) 4 88 22 18

E-Mail klimaschutz@dresden.de

Postfach 12 00 20

01001 Dresden

www.dresden.de

www.dresden.de/social-media

Erstellt durch:

mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

Humboldtstraße 15

04105 Leipzig

November 2024

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt Dresden mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden. Weitere Informationen hierzu stehen unter www.dresden.de/kontakt.

Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.

www.dresden.de/treibhausgasbilanz