

Kommunale Treibhausgasbilanz der Stadt Essen



Bilanzierungszeitraum 1990 – 2019

STADT
ESSEN



GRÜNE HAUPTSTADT
EUROPAS

Herausgeberin	Impressum Stadt Essen Geschäftsbereich Umwelt, Verkehr und Sport, Simone Raskob Umweltamt, Angelika Siepmann
Autor*innen	Shari Rothvoß
Satz	Umweltamt, Stadt Essen
Titelfoto	Johannes Kassenberg
Stand	August 2022

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Klimaschutzziele.....	1
2	Methodische Grundlagen	3
2.1	Bilanzierungsmethodik.....	3
2.2	Datengrundlage.....	4
2.3	Aussagekraft der Treibhausgasbilanz.....	7
3	Energieverbrauch	9
3.1	Energieverbrauch nach Energieträgern.....	9
3.2	Energieverbrauch nach Sektoren.....	10
4	Treibhausgasemissionen	12
4.1	Emissionen nach Energieträgern.....	12
4.2	Emissionen nach Sektoren.....	13
5	Betrachtung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen im Kontext gesamstädtischer Entwicklungen	15
5.1	Haushalte.....	15
5.2	Wirtschaft.....	16
5.3	Verkehr.....	17
5.4	Witterungseinfluss.....	19
6	Zusatzbilanz mit lokalem Energiemix	20
6.1	Lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien.....	20
6.2	Lokale Fernwärmeerzeugung.....	21
7	Vergleich der Ergebnisse der endenergiebasierten Territorialbilanz und der Verursacherbilanz	22
7.1	Endenergieverbrauch.....	22
7.2	Treibhausgasemissionen.....	23
8	Fazit und Ausblick	25
	Quellen	26
	Anhang	28

1 Einleitung

Das Klima in unserer Erdatmosphäre entsteht im Zusammenspiel vieler Faktoren. Einer der wichtigsten ist der sogenannte Treibhauseffekt. Spurengase in der Atmosphäre sorgen dafür, dass ein Teil der Sonnenstrahlung, die von der Erdoberfläche als langwellige Wärmestrahlung zurückgestrahlt wird, in der Atmosphäre verbleibt. Auf diese Weise erwärmt sich die Luft seit Jahrtausenden ähnlich wie in einem Treibhaus. Ohne den **natürlichen Treibhauseffekt**, der zu einem erheblichen Teil durch Wasserdampf verursacht wird, würden auf der Erdoberfläche im Mittel Temperaturen unter dem Gefrierpunkt herrschen.

Neben dem Wasserdampf gelten Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) als die bedeutendsten Treibhausgase¹. Seit Beginn der Industrialisierung nehmen die Konzentration dieser Treibhausgase in der Atmosphäre und die beobachteten Luft- und Meerestemperaturen zu. Die zusätzlichen Treibhausgase werden **durch menschliche Aktivitäten**, beispielsweise bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas, freigesetzt. Seit 1988 trägt der „Weltklimarat“ (Intergovernmental Panel on Climate Change, kurz IPCC) als zwischenstaatliche Institution im Auftrag der UN regelmäßig den Stand der wissenschaftlichen Forschung zur Klimaveränderung zusammen. Die Wissenschaftler ordnen die Erwärmung der Atmosphäre, der Ozeane und der Landoberflächen eindeutig dem menschlichen Einfluss zu (IPCC 2021).

Um den menschengemachten Klimawandel einzudämmen, haben sich bei der dritten UN-Klimakonferenz in Kyoto 1997 erstmalig Staaten international verpflichtet, ihren THG-Ausstoß zu reduzieren. Darauf aufbauend wurde 2015 in Paris ein **globales Klimaschutzabkommen** geschlossen, um die mittlere Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu beschränken.

Die Stadt Essen ist bereits 1993 dem größten europäischen Städtenetzwerk Klima-Bündnis beigetreten und hat sich damit zu einem aktiven Klimaschutz verpflichtet. Mit der Gesamtstrategie des Integrierten Energie- und Klimakonzepts (IEKK) hat die Stadt Essen seit 2009 zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen vorangetrieben. Derzeit wird ein Aktionsplan für nachhaltige Energie und Klima (SECAP – Sustainable Energy and Climate Action Plan) mit einem Handlungsprogramm zur Treibhausgasreduzierung für die nächste Dekade erstellt. Die **kommunale Treibhausgasbilanz**, welche die Stadt Essen seit 2010 regelmäßig erstellt, dient dabei als Datengrundlage und Monitoring-Instrument. Mit diesem Bericht wird die Bilanz für den Zeitraum 1990 bis 2019 vorgelegt.

1.1 Klimaschutzziele

In Abbildung 1 sind die Minderungsziele für den Treibhausgasausstoß in der Europäischen Union, der Bundesrepublik Deutschland, dem Bundesland Nordrhein-Westfalen und kommunalen Initiativen dargestellt. Die **Europäische Union** hat im Jahr 2021 das europäische Klimagesetz (EU) 2021/1119 verabschiedet, welches die bisherigen Klimaziele deutlich verschärft: Bis zum Jahr 2030 wird eine Emissionsminderung von 55 % gegenüber dem Emissionsniveau 1990 angestrebt. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur (EEA) wurden in den EU-Mitgliedsstaaten inklusive Großbritannien im Jahr 2019 insgesamt 4.059,2 Mio. t CO₂e ausgestoßen (EEA 2021). Dies entspricht rund 7,9 t CO₂e pro Einwohner. Gegenüber 1990 wurde bislang eine Gesamtminderung um 28,3 % erzielt.

Die **Bundesrepublik Deutschland** hat sich mit der Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 65 % und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu senken. Bis 2045 strebt die Bundes-

¹ Die Treibhausgase haben eine unterschiedliche Erwärmungswirkung und tragen daher unterschiedlich stark zum Treibhauseffekt bei. So ist die Erwärmungswirkung von Methan 28-mal und von Lachgas 265-mal so stark wie die von Kohlenstoffdioxid. Um die Gesamtwirkung aller Einzelkomponenten darzustellen, werden die Emissionen aller Treibhausgase daher in CO₂-Äquivalente (CO₂e) umgerechnet.

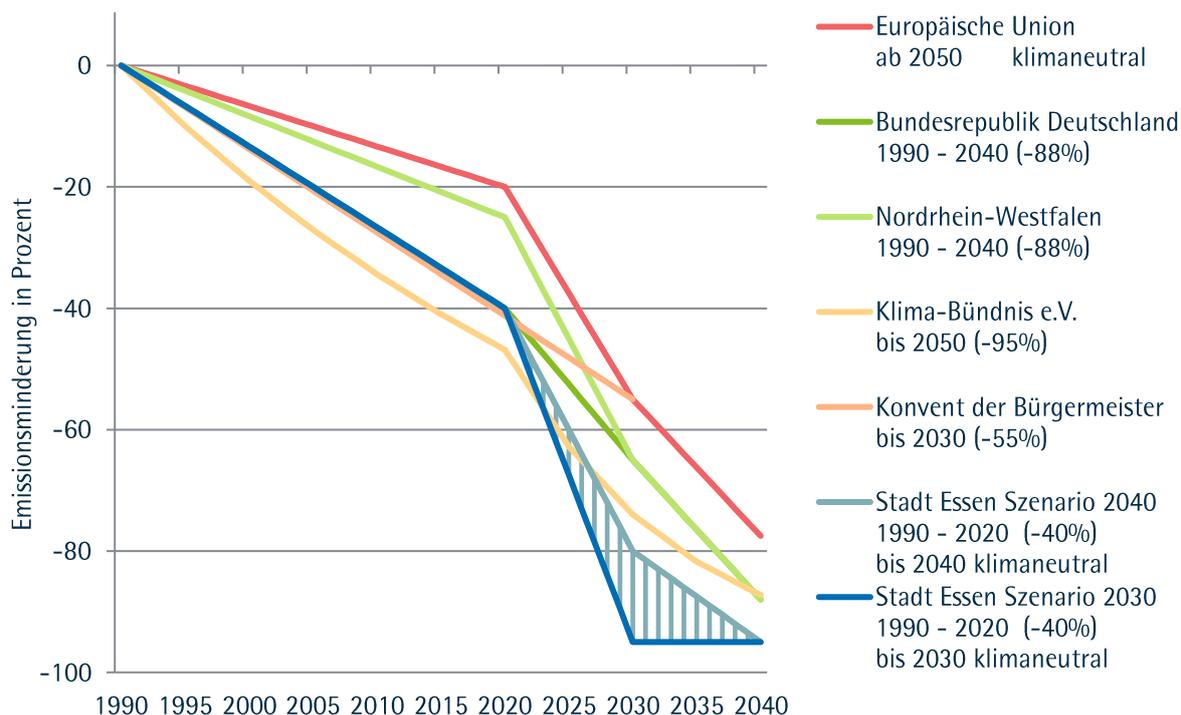


Abbildung 1: Klimaschutzziele zur Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 (eigene Darstellung).

republik Deutschland die Netto-Treibhausgasneutralität an. Nach Angaben des Umweltbundesamtes (UBA) wurden in Deutschland im Jahr 2019 insgesamt 809,8 Mio. t CO₂e freigesetzt² (UBA 2021). Bei einer Bevölkerung von 83,17 Mio. Einwohnern entspricht dies ca. 9,7 t CO₂e pro Einwohner im Jahr 2019. Gegenüber 1990 wurde eine Gesamtminderung von 35,1 % erzielt.

Mit der Neufassung des **Klimaschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen** 2021 wurden die Vorgaben des Bundes-Klimaschutzgesetzes übernommen und eine Treibhausgasemissionsminderung um mindestens 65 % bis 2030 und um mindestens 88 % bis 2040 beschlossen. Die Netto-Klimaneutralität soll NRW bis zum Jahr 2045 erreichen. Nach Angaben des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen wurden im Jahr 2019 rund 228,5 Mio. t CO₂e freigesetzt³ (LANUV 2021). Bei einer Bevölkerung von 17,95 Mio. Einwohnern entspricht dies Emissionen von ca. 12,7 t CO₂e pro Einwohner im Jahr 2019. Gegenüber 1990 wurde eine Gesamtminderung um ca. 38 % erzielt.

Wie viele Kommunen hat sich auch die Stadt Essen **kommunale Klimaschutzziele** gesetzt und mit Ratsbeschluss vom 25.08.2021 deutlich verschärft (Vorlage 0975/2021/6). So wurde beschlossen, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 80 – 90 % gemindert werden sollen, um zwischen 2030 und 2040 die Netto-Klimaneutralität zu erreichen. Dieser Korridor ergibt sich daraus, dass das CO₂-Budget, welches basierend auf dem 1,5°- bzw. 1,75°-Ziel des Pariser Klimaabkommens verbleibt, pro Einwohner ermittelt wurde. Die Überprüfung der Zielerreichung erfordert ein Monitoring, welches mit der kommunalen Treibhausgasbilanz vorgelegt wird.

² Emissionsinventar gemäß Vorgaben des IPCC; Berücksichtigung der Emissionen von CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ und NF₃ in den Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige; ohne Landnutzung, Landnutzungswandel und Forstwirtschaft (LULUCF)

³ gemäß Vorgaben des IPCC; Berücksichtigung der Emissionen von CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ und NF₃ in den Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige; ohne Landnutzung, Landnutzungswandel und Forstwirtschaft (LULUCF)

2 Methodische Grundlagen

Die Klimaziele definieren angestrebte Minderungen der THG-Emissionen gegenüber den Emissionen im Basisjahr 1990. Daher wird die kommunale Bilanz stets für den Bilanzierungszeitraum ab dem **Basisjahr 1990** erstellt. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit innerhalb der Zeitreihe zu erzielen, ist eine konsistente Bilanzierungsmethodik und Datengrundlage über den gesamten betrachteten Zeitraum unabdingbar. Dies hat zur Folge, dass stets die vollständige Zeitreihe neu berechnet werden muss, wenn neue Eingangsdaten hinzugefügt wurden oder die Berechnungsmethodik basierend auf neuen Erkenntnissen verbessert wurde. Die benötigten Eingangsdaten stehen erst mit erheblicher zeitlicher Verzögerung zur Verfügung. Daher wird hiermit die THG-Bilanz für den **Zeitraum 1990 bis 2019** vorgelegt.

Für die Bilanzierung von Energieverbräuchen und THG-Emissionen wird eine entsprechende Bilanzierungssoftware benötigt. Im deutschsprachigen Raum haben sich die internetbasierten Anwendungen ECOSPEED Region und Klimaschutz-Planer etabliert. Das Bundesland NRW hat allen Kommunen bis 2020 das Tool ECOSPEED Region zur Verfügung gestellt, welches auch für diese Bilanzierung verwendet wurde.

2.1 Bilanzierungsmethodik

Mit der vorgelegten Bilanz erfolgt eine Umstellung auf die sogenannte „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (BISKO), welche vom Klima-Bündnis e.V. gemeinsam mit dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Rahmen der Nationalen Klimaschutz Initiative (NKI) entwickelt wurde (ifeu 2016). Dieser einheitliche Standard setzt sich in Deutschland zunehmend durch und erhöht die Vergleichbarkeit kommunaler Treibhausgasbilanzen zwischen den Städten (siehe Kapitel 2.3). Die Methodik beruht auf dem Ansatz der **endenergiebasierten Territorialbilanz**. Dieser Ansatz berücksichtigt alle Endenergieverbräuche (Strom, Wärme, Kraftstoffe), die im betrachteten Territorium anfallen. Damit ist die endenergiebasierte Territorialbilanz ein Kompromiss zwischen der Quellenbilanz, welche Emissionen dem Emissionsort unabhängig vom Verbraucher und Verbrauchsort zuordnet (Emissionskataster), und der Verursacherbilanz, welche Emissionen dem Energieverbraucher unabhängig vom Emissions- und Verbrauchsort zuordnet. In der Praxis wirkt sich die methodische Umstellung von der bislang verwendeten Verursacherbilanz auf die BISKO-Methodik insbesondere auf die Abgrenzung der Energieverbräuche im Verkehrssektors aus.

Die endenergiebasierte Territorialbilanz berücksichtigt ausschließlich **energiebedingte THG-Emissionen**, während nicht energiebedingte THG-Emissionen aus industriellen Prozessen, Landwirtschaft, Abfall- und Abwasserwirtschaft nicht betrachtet wurden. Diese Vorgehensweise beruht einerseits auf der geringen Datenverfügbarkeit nicht energiebedingter THG-Emissionen auf kommunaler Ebene und wird andererseits der Tatsache gerecht, dass bundesweit über 80 % der THG-Emissionen auf den Bereich Energie entfallen (UBA 2021).

Aus der Energiebilanz wurden mittels Emissionsfaktoren THG-Emissionen für jeden Energieträger berechnet. Diese Emissionsfaktoren berücksichtigen die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Distickstoffmonoxid und die **Vorketten für die Energiebereitstellung** (u.a. Infrastruktur, Abbau und Transport der Energieträger). Die BISKO-Methodik schreibt die Verwendung einheitlicher Emissionsfaktoren vor, sodass die lokale Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien oder ein lokaler Emissionsfaktor für Fernwärme nicht berücksichtigt werden können. Die Emissionen wurden als CO₂-Äquivalente (CO₂e) ausgegeben.

Eine Unterteilung der Energieverbräuche und THG-Emissionen in **Verbrauchssektoren** dient dazu, die lokalen Entwicklungen und Effekte differenziert zu beschreiben. Die stationären Energieverbräuche wurden in die Sektoren „Haushalte“, „Gewerbe, Handel und Dienstleistung“ (GHD), „Industrie / verarbeitendes Gewerbe“ sowie „Kommunalverwaltung“ aufgeteilt. Da eine klare Abgrenzung zwischen den Sektoren GHD und Industrie / verarbeitendes Gewerbe basierend auf den Eingangsdaten nicht möglich

war, wurden diese Verbrauchssektoren als „Wirtschaft“ zusammengefasst. Zusätzlich wurde der Sektor „Verkehr“ betrachtet.

2.2 Datengrundlage

Anhand statistischer Daten und bundesweiter Kenngrößen schätzt das Bilanzierungstool die Energieverbräuche und THG-Emissionen zunächst in einer groben Startbilanz ab. Diese wird anschließend mit möglichst vielen lokalen Daten verfeinert (Abbildung 2). Eine Übersicht über die Eingangsdaten bieten Tabelle 1 und Tabelle 2 im Anhang.

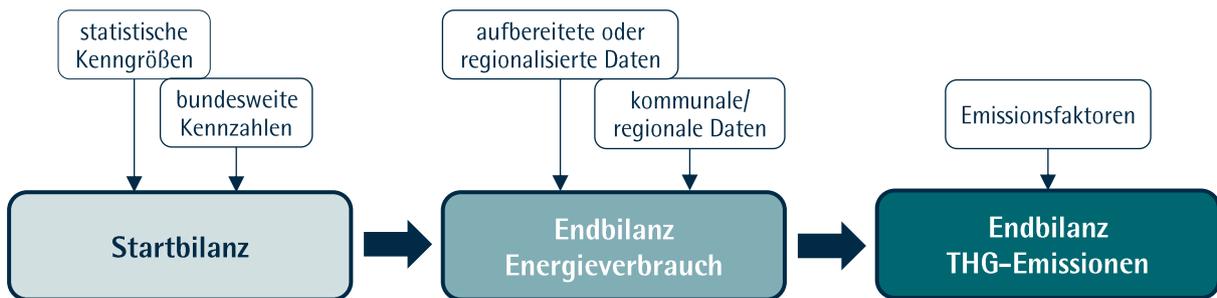


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Bilanzierungsschritte (eigene Darstellung).

Strom

Der Energieverbrauch der leitungsgebundenen Energieträger Strom, Erdgas und Fernwärme wurde durch die lokal tätigen Netzbetreiber erhoben und bereitgestellt. Der lokale Stromnetzbetreiber Westnetz GmbH hat ab dem Jahr 2007 Daten differenziert nach Nutzergruppen bereitgestellt. Für den Zeitraum 1990 – 2006 erfolgte eine entsprechende Aufteilung durch das hinterlegte Modell unter Berücksichtigung der Einwohner und Erwerbstätigen nach Branche.

Heizstrom wurde aufgrund seiner gesonderten Verwendung für Raumwärme (Nachtspeicherheizung) für den vollständigen Bilanzierungszeitraum separat betrachtet. Datenlücken zwischen den Jahren 1991 (Stadt Essen 1993) und 2007 wurden linear interpoliert.

Der Stromverbrauch von Wärmepumpen wurde herangezogen, um die daraus gewonnene Umweltwärme abzuschätzen und als separaten Energieträger auszuweisen.

Im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur sind in Essen 3.298 Anlagen zur Stromerzeugung mit einer Nettonennleistung von insgesamt 124,8 MW registriert (BNetzA 2022). Von diesen Anlagen speisen etwa zwei Drittel den produzierten Strom nur zu Teilen in das öffentliche Verteilnetz ein. Daraus ergibt sich ein Stromverbrauch aus Eigenproduktion in unbekannter Höhe. Somit kann der Gesamtstromverbrauch im Stadtgebiet nicht genau quantifiziert werden.

Erdgas

Der lokale Erdgasverteilnetzbetreiber Stadtwerke Essen AG hat die jährlichen Erdgasverbräuche zur Verfügung gestellt. Da eine Differenzierung nach den im Modell berücksichtigten Nutzergruppen nicht möglich war, erfolgt die Aufteilung durch das hinterlegte Modell unter Berücksichtigung der Einwohner und Erwerbstätigen nach Branche. Zuvor wurde jedoch der gesamtstädtische Erdgasverbrauch noch um den Erdgasverbrauch in Heizkraftwerken, welche Wärme in das lokale Fernwärmenetz einspeisen, gemindert. Auf diese Weise wurde eine Doppelbilanzierung des Erdgas- und Fernwärmeverbrauchs vermieden. Entsprechende Daten der Heizkraftwerke liegen für den Zeitraum 2012 bis 2019 vor.

Fernwärme

Der lokale Fernwärmenetzbetreiber STEAG Fernwärme GmbH hat die jährlich in das Stadtgebiet von Essen gelieferten Fernwärmemengen übermittelt. Eine routinemäßige Auswertung nach Nutzergruppen

führt der Netzbetreiber nicht durch. Beispielhaft wurden Auswertungen für die Jahre 2016 und 2020 zur Verfügung gestellt. Diese stimmen gut mit der durch das Modell vorgenommenen Aufteilung überein.

Nichtleitungsgebundene Energieträger

Der Verbrauch der nichtleitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Kohle und Holz wird auf kommunaler Ebene statistisch nicht erfasst. Es ist jedoch zu vermuten, dass die Startbilanzwerte die spezifischen Gegebenheiten von Essen (u.a. dichtes Erdgas- und Fernwärmenetz, weite Verbreitung von Speicherstromheizungen) nicht adäquat abbilden. Aus den Jahren 2008 und 2019 liegen Daten des Schornsteinfegerhandwerks zur Anzahl der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen differenziert nach Energieträgern und Kesselgrößen vor. Daraus wurde der Endenergieverbrauch nach einem Berechnungsansatz der Energieagentur NRW grob abgeschätzt. Für das Jahr 1991 lag zusätzlich die Summe des Energieverbrauchs von Heizöl und Kohle im Stadtgebiet vor (Stadt Essen 1993), anhand derer die Startbilanzwerte korrigiert wurden. Die Endenergieverbräuche in den restlichen Jahren wurden linear interpoliert. Die Daten des Schornsteinfegerhandwerks decken Feuerungsanlagen der Haushalte und des Sektors GHD ab.

Für den Sektor Industrie / verarbeitendes Gewerbe wurden die Endenergieverbräuche nichtleitungsgebundener Energieträger aus der Jahrerhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes, im Bergbau und der Gewinnung von Steinen und Erden abgeleitet (siehe Großverbraucher).

Großverbraucher

Eine Auswertung des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur zeigt, dass einzelne Unternehmen nicht an das lokale Strom- oder Gasnetz angeschlossen sind, sondern an das jeweilige Übertragungs- bzw. Fernleitungsnetz. Ein industrieller Großverbraucher ist an das Stromübertragungsnetz der Amprion GmbH angeschlossen und vier Unternehmen sind an das Gasfernleitungsnetz der Open Grid Europe GmbH angeschlossen. Ein fünfter Anschluss an die Thyssengas GmbH wird nicht berücksichtigt, da die versorgte Liegenschaft außerhalb der Stadtgrenzen von Essen liegt. Aus Geheimhaltungsgründen dürfen die Energieverbräuche nicht von den Übertragungs- bzw. Fernleitungsnetzbetreibern übermittelt werden und können daher bislang in der Bilanzierung nicht berücksichtigt werden. Die Unternehmen wurden um freiwillige Übermittlung ihrer Energieverbräuche für die THG-Bilanz gebeten. Bis zum Abschluss der Datenaufnahme für die Bilanz 1990 bis 2019 lagen die Rückmeldungen nicht vollständig vor, sodass die Energieverbräuche analog zu den Vorjahren nicht berücksichtigt werden konnten.

Für den Zeitraum 1995 bis 2019 liegt die Jahrerhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes, im Bergbau und der Gewinnung von Steinen und Erden der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder vor. Diese umfasste für das Jahr 2019 die Energieverbräuche von 162 Betrieben mit 15.223 Beschäftigten (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2022). In den Strom- und Erdgasverbräuchen sind Lieferungen über das Stromübertragungs- und Gasfernleitungsnetzes eingeschlossen. Daher können die statistischen Daten nur verwendet werden, sofern vollständige Daten zu den Anschlussstellen des Stromübertragungs- und Gasfernleitungsnetzes vorliegen, was bei Abschluss der Datenaufnahme nicht der Fall war. Die statistischen Daten zu Energieverbräuchen der nichtleitungsgebundenen Energieträger wurden unabhängig davon verwendet (siehe Nichtleitungsgebundene Energieträger). Datenlücken wurden anhand des Gesamtenergieverbrauchs und des Verbrauchs einzelner Energieträger in den Vorjahren inter- bzw. extrapoliert.

Der datenbedingte Ausschluss industrieller Großverbraucher aus der kommunalen THG-Bilanz bietet den Vorteil, dass konjunkturell bedingte Schwankungen im Energieverbrauch einzelner Unternehmen nicht die Entwicklungen des gesamtstädtischen Energieverbrauches überlagern können. Zudem ist davon auszugehen, dass in anderen Kommunen ähnliche Herausforderungen der Datenbeschaffung einzelner Großverbraucher bestehen.

Kommunalverwaltung

Die Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften wie Verwaltungsgebäude, Schulen, Kindertagesstätten, Jugend- und Kulturzentren wurden durch den Fachbereich Immobilien bereitgestellt. Zudem fallen durch Straßenbeleuchtung Energieverbräuche an. Die Stadt Essen bezieht den Strom für kommunale Liegenschaften sowie die Straßenbeleuchtung seit dem Jahr 2013 aus erneuerbaren Energien.

Verkehr

Die territoriale Bilanzierung bedeutet im Hinblick auf den Verkehrssektor, dass alle Fahrten des Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehrs innerhalb der territorialen Grenzen des Stadtgebietes berücksichtigt werden. Somit wird auch der Durchgangsverkehr auf den Bundesstraßen, Autobahnen und Wasserstraßen innerhalb Essens in die Berechnung einbezogen. Die Emissionen des Sektors Verkehr werden für die Verkehrsträger Straßenverkehr, Schienenverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), Binnenschifffahrt, Flugverkehr und weiteren Verkehr (Land- und Forstwirtschaft, Militär) berechnet. Eine Übersicht über die verwendeten Eingangsdaten bietet Tabelle 2.

Die Eingangsdaten für den Straßen- und Schienenverkehr sowie Binnenschifffahrt und Flugverkehr auf kommunaler Ebene wurden durch das ifeu für die Jahre 2010 – 2019 ermittelt und bereitgestellt. Dabei wurden für den Straßenverkehr der motorisierte Individualverkehr (Personenkraftwagen (Pkw), motorisierte Zweiräder) und der Straßengüterverkehr (leichte Nutzfahrzeuge (INf), Lastkraftwagen (Lkw)) berücksichtigt. Für den Schienenverkehr wurden Daten für den Personennah- und -fernverkehr sowie Schienengüterverkehr ermittelt. Datengrundlage bildeten regionalisierte Emissionen des Straßenverkehrs, die vom Umweltbundesamt mittels des Software-Tools GRETA (GriddingEmission Tool for ArcGIS) basierend auf den Straßenverkehrszählungen 2010 und 2015 sowie der räumlichen Bevölkerungsverteilung berechnet wurden. Das ifeu hat diese Daten wiederum mit Daten aus dem TREMOD-Modell (Transport Emission Model) zurückgerechnet, um Fahrleistungen auf kommunaler Ebene für die Jahre 2010 und 2015 zu ermitteln. Diese hat das ifeu mithilfe der gesamtdeutschen Verkehrsentwicklung inter- und extrapoliert. Basierend auf den Werten für das Jahr 2010 und bundesweiten Trends wurden die Eingangsdaten für den Zeitraum 1990 – 2009 abgeschätzt. Die Eingangsdaten für den Straßen- und Schienenverkehr sowie die Binnenschifffahrt und den Flugverkehr wurden folglich aus bundesweit verfügbaren Primärdaten abgeleitet und regionalisiert, sodass sie kleinräumige Verkehrssituationen (z.B. höhere Modal-Split-Anteile des Umweltverbundes, höhere Anteile von Elektrofahrzeugen) nur eingeschränkt abbilden.

Für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) liegen Fahrleistungen des lokalen Nahverkehrsunternehmens Ruhrbahn GmbH für Linienbussen, Straßen- und U-Bahnen vor.

Die Emissionsberechnung nach der BSKO-Methodik weicht erheblich von der zuvor verwendeten Verursacherbilanz ab: Die Verursacherbilanz bildete die Energieverbräuche und Emissionen aller Verursacher in Essen ab, unabhängig davon, ob der Energieverbrauch auf dem Territorium der Gemeinde oder außerhalb stattfindet (u.a. Pendlerverkehr, Urlaubsfahrten). Daher wurde der Energieverbrauch des Verkehrs in der bisherigen Verursacherbilanz anhand der Verbraucher (zugelassene Kraftfahrzeuge, Einwohner, Erwerbstätige nach Branche) im Stadtgebiet und bundesweiter Kenngrößen berechnet. Für den ÖPNV wurden Fahrleistungen des lokalen Nahverkehrsunternehmens zugrunde gelegt. Die Fahrleistung des Straßenverkehrs hat sich in der Territorialbilanz gegenüber der Verursacherbilanz um rund 39 – 47 % verringert. Die Energieverbräuche im Schienenpersonenverkehr und im Schienengüterverkehr wurden ebenfalls deutlich reduziert um bis zu 94 % des Dieserverbrauchs im Schienenpersonenverkehr und bis zu 94 % des Stromverbrauchs im Schienengüterverkehr. Auch der Dieserverbrauch durch die Güter-Binnenschifffahrt wurde um bis zu 96 % niedriger angesetzt, da nur noch Verkehre auf dem städtischen Territorium bilanziert werden. Dem Flugverkehr sind in der Territorialbilanz keine Energieverbräuche und Emissionen zugeordnet.

Emissionsfaktoren

Die BSKO-Methode sieht die Verwendung bundesweit einheitlicher Emissionsfaktoren vor. Diese wurden vom ifeu abgeleitet und in ECOSPEED Region zur Verfügung gestellt. Vorketten der Energie-

bereitstellung sind in den Emissionsfaktoren berücksichtigt. Im Verlauf des Bilanzierungszeitraums ändern sich die Emissionsfaktoren, da der technische Fortschritt und neue Energiequellen eine effizientere und umweltfreundlichere Energiebereitstellung ermöglichen (Abbildung 3). Während beispielsweise der Stromverbrauch 1990 noch 872 g CO₂e/kWh (inkl. Vorketten) freisetzte, waren dafür 2019 nur noch 478 g CO₂e/kWh (inkl. Vorketten) anzusetzen.

Die lokale Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien darf nach der BSKO-Methode nicht mit einem verringerten Emissionsfaktor berücksichtigt werden. Auch ein lokaler Emissionsfaktor für Fernwärme darf nicht in Anwendung gebracht werden, um die interkommunale Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

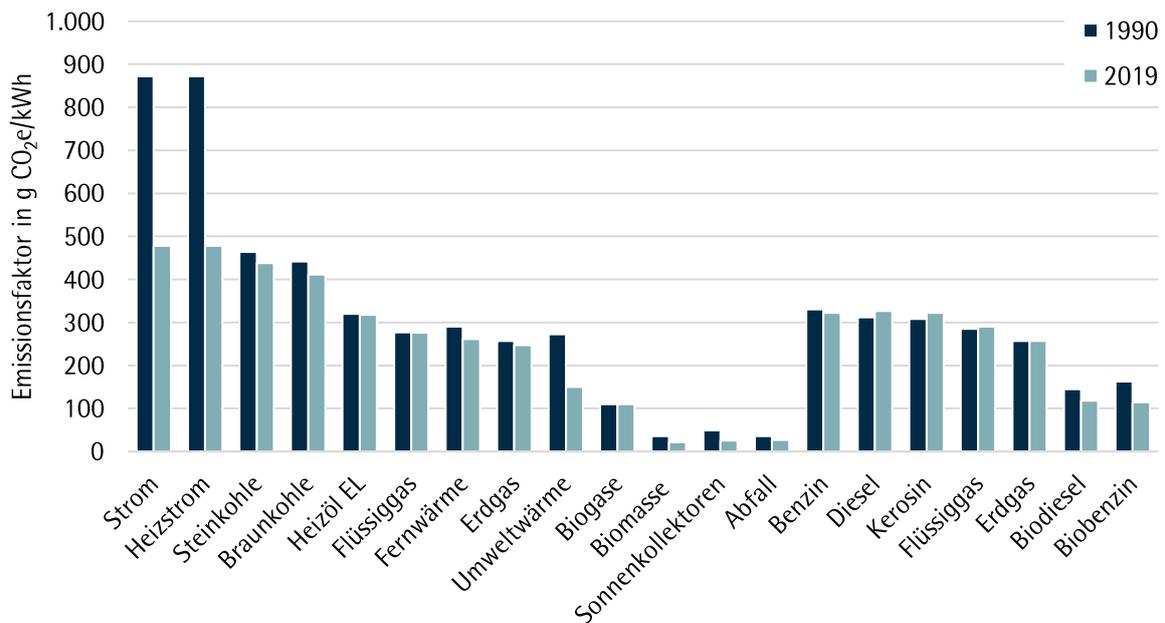


Abbildung 3: Emissionsfaktoren in g CO₂e/kWh für die Jahre 1990 und 2019 unter Berücksichtigung der Vorketten (eigene Darstellung, Daten: ifeu 2021, exportiert aus ECOSPEED Region).

2.3 Aussagekraft der Treibhausgasbilanz

Der THG-Bilanz liegt ein Modell als vereinfachte Abbildung der Realität zugrunde. Als Eingangsdaten stehen nicht für alle Energieträger lokale Daten in der gewünschten Qualität und zeitlichen Auflösung zur Verfügung. Daher sind die Bilanzierungsergebnisse insgesamt als bestmögliche Näherung zu betrachten.

Jedem Eingangsdatum wurde basierend auf der Datenquelle die jeweilige Datengüte zugeordnet. Diese bewegt sich zwischen Faktor 0 (bundesweite Kennzahlen) über Faktor 0,25 (regionale Kennwerte und Statistiken) und Faktor 0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten) bis zu Faktor 1 (regionale Primärdaten). Um die Datengüte der Gesamtbilanz zu ermitteln, wurde der Anteil des Endenergieträgers am Gesamtenergieverbrauch mit der Datengüte multipliziert und die Ergebnisse für alle Energieträger aufaddiert. Abbildung 4 stellt die Datengüte für die vorgelegte Bilanz dar und zeigt deutlich, dass die Datenqualität im Laufe des Bilanzierungszeitraumes zunimmt.

Die Einführung der BSKO-Methode soll eine gewisse Vergleichbarkeit kommunaler Treibhausgasbilanzen (z.B. THG-Emissionen pro Kopf) ermöglichen. Solche Vergleiche sind dennoch mit großer Vorsicht zu betrachten, da die Qualität der Eingangsdaten große Unterschiede aufweisen kann. Zudem sind die Ergebnisse nur im Zusammenhang mit den spezifischen räumlichen Strukturen (u.a. Bebauungsstruktur, Verkehrsinfrastruktur, Wirtschaftsstruktur) zu interpretieren.

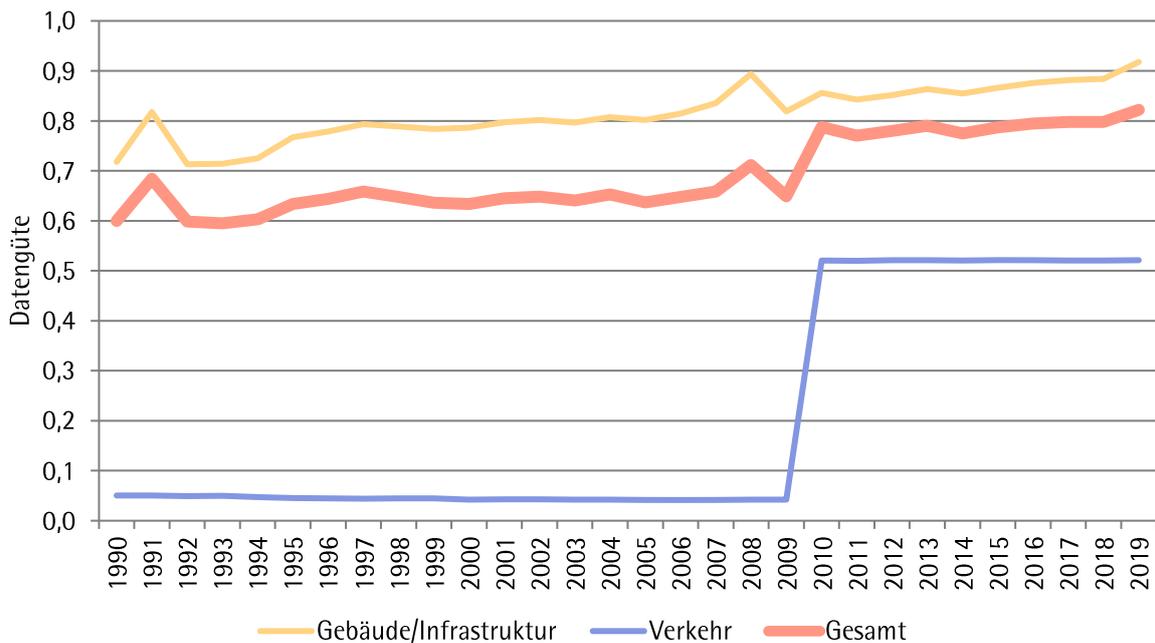


Abbildung 4: Datengüte der kommunalen Treibhausgasbilanz für die Bereiche Gebäude/Infrastruktur (Haushalte, Wirtschaft, Kommunalverwaltung) und Verkehr sowie die Gesamtbilanz (eigene Darstellung).

Darüber hinaus sind kommunale Treibhausgasbilanzen methodisch klar von Treibhausgas-Emissionsinventaren auf Landes- und Bundesebene (Vgl. LANUV 2020, UBA 2019) abzugrenzen. Bei Emissionsinventaren handelt es sich um eine Quellenbilanz, welche Emissionen strikt dem Emissionsort (z.B. Kohlekraftwerk) unabhängig vom Verbraucher und Verbrauchsort (z.B. benachbartes Bundesland) zuordnet. Zudem berücksichtigen landes- oder bundesweite Emissionsinventare üblicherweise auch Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft. Auch die umwelt-ökonomischen Gesamtrechnungen (vgl. Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder 2020, IT NRW 2020) verfolgen einen anderen methodischen Ansatz als kommunale Treibhausgasbilanzen.

Die Bilanzergebnisse der vorgelegten Bilanz sind weder klima-, noch konjunkturbereinigt. Folglich können sich Jahre mit besonders hohem oder niedrigem Heizbedarf in der Zeitreihe durch Höhen und Senken abzeichnen. Dieser Effekt wird zusätzlich durch konjunkturelle Schwankungen überlagert und ist bei der Interpretation zu berücksichtigen.

Durch Neuberechnung aller Bilanzierungsjahre wird sichergestellt, dass Änderungen in Methodik und Datengrundlage über die Zeitreihe konsistent sind. Daher ist davon auszugehen, dass der Trend der THG-Emissionen über den Bilanzierungszeitraum realitätsnah abgebildet werden kann. Unter Berücksichtigung der vorgenannten Einschränkungen bietet die kommunale THG-Bilanzierung somit die bestmögliche Grundlage für das Monitoring und die Planung von Klimaschutzaktivitäten in der Stadt Essen.

3 Energieverbrauch

Der kommunale Endenergieverbrauch der Stadt Essen lag 2019 bei 10.197 GWh/a. Im Jahr 1990 waren es noch 11.998 GWh/a (Abbildung 5). Dies entspricht einer Reduzierung um 1.713 GWh/a oder 15,0 % gegenüber dem Basisjahr 1990.

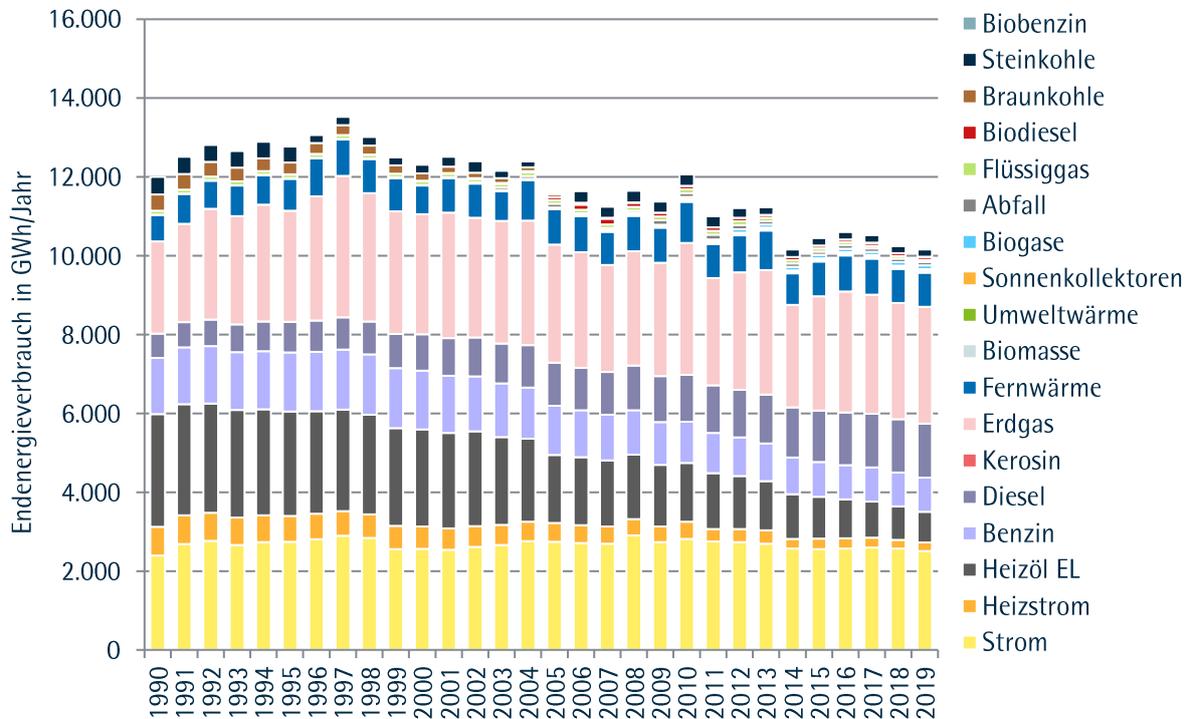


Abbildung 5: Endenergieverbrauch in GWh/a ohne Vorketten im Zeitraum 1990 bis 2019 (eigene Darstellung).

3.1 Energieverbrauch nach Energieträgern

Der Endenergieverbrauch von Erdgas stand 2019 mit 2.970 GWh/a und einem Anteil von 29,1 % in Essen an erster Stelle (Abbildung 6). Zwischen 1990 und 2019 hat der Erdgasverbrauch absolut betrachtet um 623 GWh/a (+26,6 %) zugelegt. Der ehemalige Spitzenreiter Strom rangiert mit einem Anteil von 24,6 % seit einigen Jahren an zweiter Position. Der Gesamtstromverbrauch inklusive des Heizstroms ist im Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019 absolut um rund 400 GWh/a (-12,8 %) zurückgegangen und lag 2019 bei 2.726 GWh/a. Dabei ist der Heizstromverbrauch drastisch gesunken (-70,6 %), während der restliche Stromverbrauch leicht angestiegen ist (+5 %). Die Energieträger Heizöl und Fernwärme lagen im Jahr 2019 bei Anteilen von 7,6 % und 8,4 % des Endenergieverbrauchs. Weitere 8,5 % entfielen auf Benzin und 13,4 % auf Diesel.

Bei der Erzeugung von Raum- und Prozesswärme ist ein deutlicher Einbruch des Heizölverbrauchs (-72,8 %) und eine Zunahme des Einsatzes von Erdgas (+26,6 %), Fernwärme (+28,2 %) und erneuerbarer Energieträger zu beobachten. Die erneuerbaren Energieträger Biomasse, Biogas, Sonnenkollektoren und Umweltwärme spielen mit Anteilen von jeweils unter 1 % des gesamten Endenergieverbrauchs jedoch noch immer eine untergeordnete Rolle. Der Verbrauch von Braun- und Steinkohle ist massiv eingebrochen (-99,7 % bzw. -58,9 %) und hat seine Bedeutung für die Wärmeerzeugung im Stadtgebiet verloren. Wie ergänzende Daten des Stromnetzbetreibers zeigen, ist auch die Nutzung von Nachtspeicherheizungen deutlich zurückgegangen. Während im Jahr 1991 der Stromverbrauch für Nachtspeicherheizungen schätzungsweise noch bei 734,3 GWh/a lag (Stadt Essen 1993), hat sich der Stromverbrauch in diesem Bereich auf 215,8 GWh/a im Jahr 2019 reduziert (-70,6 %). Damit betrug der Anteil von Nachtspeicherheizungen 7,9 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2019.

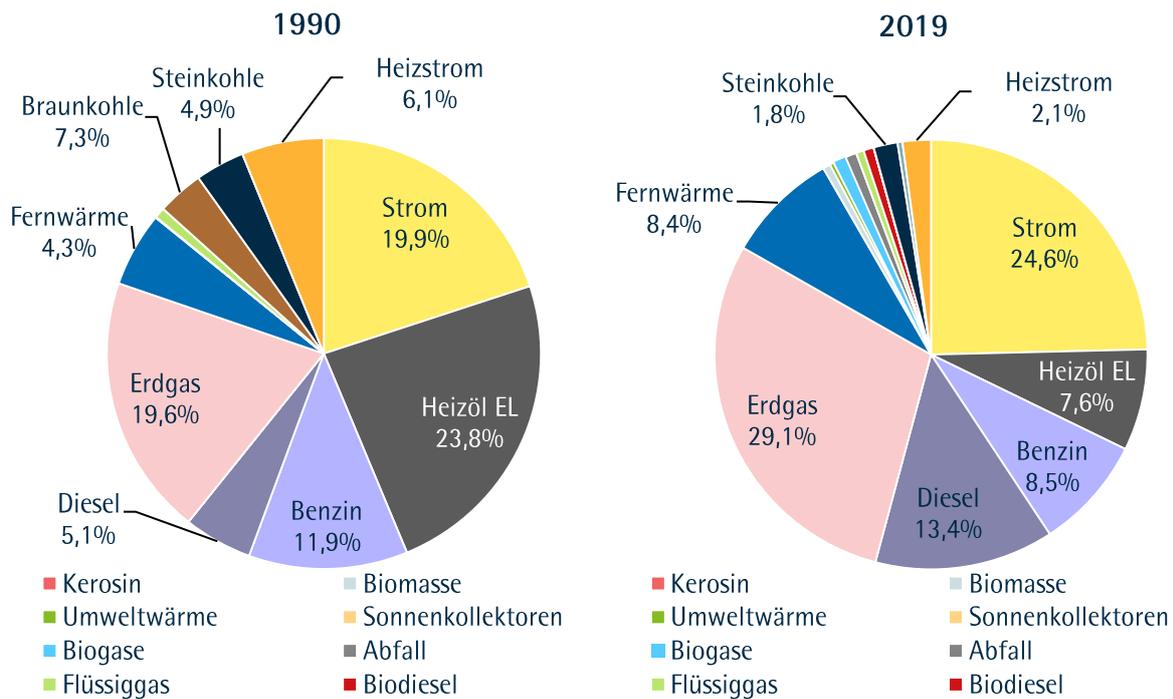


Abbildung 6: Anteil der Energieträger am Endenergieverbrauch in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr wird maßgeblich vom Benzin- und Dieserverbrauch bestimmt. Der Endenergieverbrauch von Benzin hat sich im Bilanzierungszeitraum deutlich verringert auf 867 GWh/a im Jahr 2019 (-39,0 %), während sich der Dieserverbrauch mehr als verdoppelt hat auf 1.365 GWh/a (+121,9 %). Damit weisen Benzin (8,5 %) und Diesel (13,4 %) den höchsten Endenergieverbrauch nach Strom und Erdgas auf. Im Verkehrssektor wurden zudem Erdgas (4 GWh/a) und Flüssiggas (18 GWh/a) als Kraftstoffe eingesetzt. Biobenzin sowie Biodiesel kommen mit Endenergieverbräuchen von 37 GWh/a und 78 GWh/a eine deutlich geringe Bedeutung als fossilen Kraftstoffen zu. Der Stromverbrauch liegt mit 91 GWh/a bei einem Anteil von 4 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor und entfällt zu 98 % auf den ÖPNV und Schienenverkehr. Der Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge im MIV ist aufgrund ihrer geringen Verbreitung in der aktuellen Bilanz vernachlässigbar.

3.2 Energieverbrauch nach Sektoren

Der Endenergieverbrauch verteilte sich 2019 auf die Sektoren Haushalte (39,4 %), Wirtschaft (34,5 %) und Verkehr (24,1 %). Auf die kommunale Verwaltung entfielen 1,9 % des gesamtstädtischen Endenergieverbrauchs (Abbildung 7).

Im Vergleich zum Basisjahr 1990 blieb der Anteil der Wirtschaft am Endenergieverbrauch etwa gleich, während die Haushalte ihren Verbrauchsanteil um gut vier Prozentpunkte senken konnten. Der Anteil des Verkehrssektors ist um mehr als 6 Prozentpunkte angestiegen. Die kommunale Verwaltung konnte ihren relativen Anteil von 3,0 % auf 1,9 % des gesamtstädtischen Endenergieverbrauchs senken.

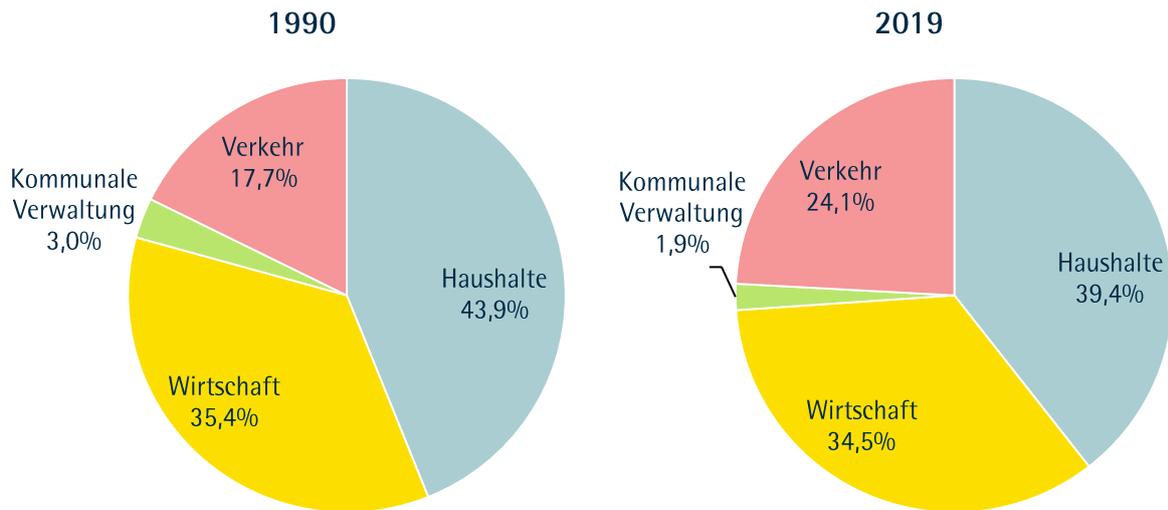


Abbildung 7: Anteil der Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

4 Treibhausgasemissionen

Die energiebezogenen THG-Emissionen wurden unter Berücksichtigung der Vorketten (LCA-Ansatz) berechnet und werden im Folgenden als CO₂-Äquivalente (CO₂e) dargestellt. Der Stadt Essen waren 1990 THG-Emissionen in Höhe von insgesamt ca. 5,52 Mio. t CO₂e zuzuordnen. In 2019 beliefen sich die THG-Emissionen noch auf 3,36 Mio. t CO₂e (Abbildung 8). Dies entspricht einer Verringerung um 2,15 Mio. t CO₂e oder 39,0 % gegenüber dem Basisjahr. Die klimarelevanten Emissionen haben sich im Mittel um 71.756 t CO₂e (-1,3 %) pro Jahr reduziert.

Die Pro-Kopf Emissionen sind zwischen 1990 und 2019 von 8,8 t CO₂e/Einwohner auf 5,8 t CO₂e/Einwohner zurückgegangen. Dies entspricht einer Minderung um 3,0 t CO₂e/Einwohner (-34,4 %).

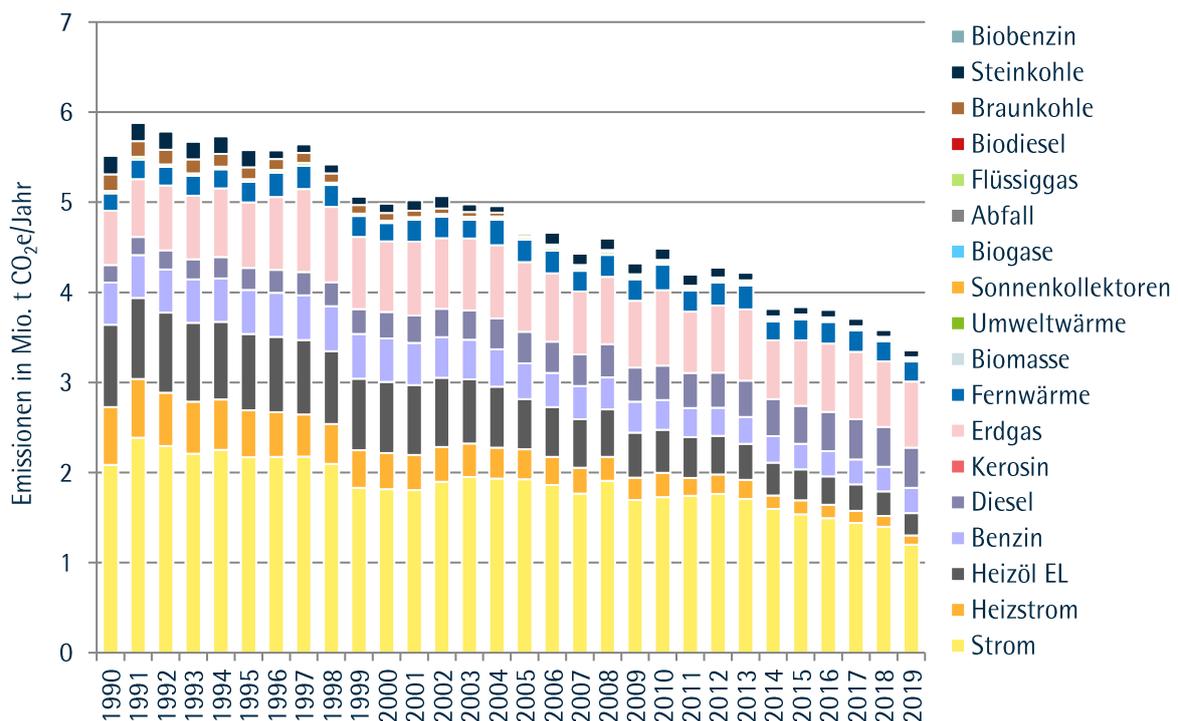


Abbildung 8: THG-Emissionen in Mio. t CO₂e/a unter Berücksichtigung der Vorketten im Zeitraum 1990 bis 2019 (eigene Darstellung).

4.1 Emissionen nach Energieträgern

Den größten Anteil am THG-Ausstoß erreichte 2019 der Stromverbrauch mit 35,7 % zuzüglich des Heizstromverbrauchs mit einem Anteil von 3,1 %. Die THG-Emissionen der Energieträger Erdgas (21,8 %), Diesel (13,3 %), Benzin (8,3 %), Heizöl (7,4 %) und Fernwärme (6,7 %) folgten mit Abstand (Abbildung 9). Die absoluten THG-Emissionen des Stromverbrauchs und des Heizstromverbrauchs sind im Bilanzierungszeitraum deutlich gesunken (-42,5 % und -83,9 %), während der Stromverbrauch leicht gestiegen (+5 %) und der Heizstromverbrauch deutlich gesunken (-70,6 %) sind. Die reduzierten THG-Emissionen sind somit primär auf den steigenden Anteil erneuerbarer Energien im Bundesstrommix zurückzuführen. Die Emissionen aus Heizöl (-72,9 %), Braun- und Steinkohlen (-99,8 % und -61,2 %) sanken insbesondere aufgrund des rückläufigen Endenergieverbrauchs dieser Energieträger. Die beobachtete Verschiebung des Kraftstoffverbrauchs von Benzin (-39,0 %) hin zu Diesel (+121,9 %) spiegelt sich in den THG-Emissionen von Benzin (-40,6 %) und Diesel (+132,4 %) wider.

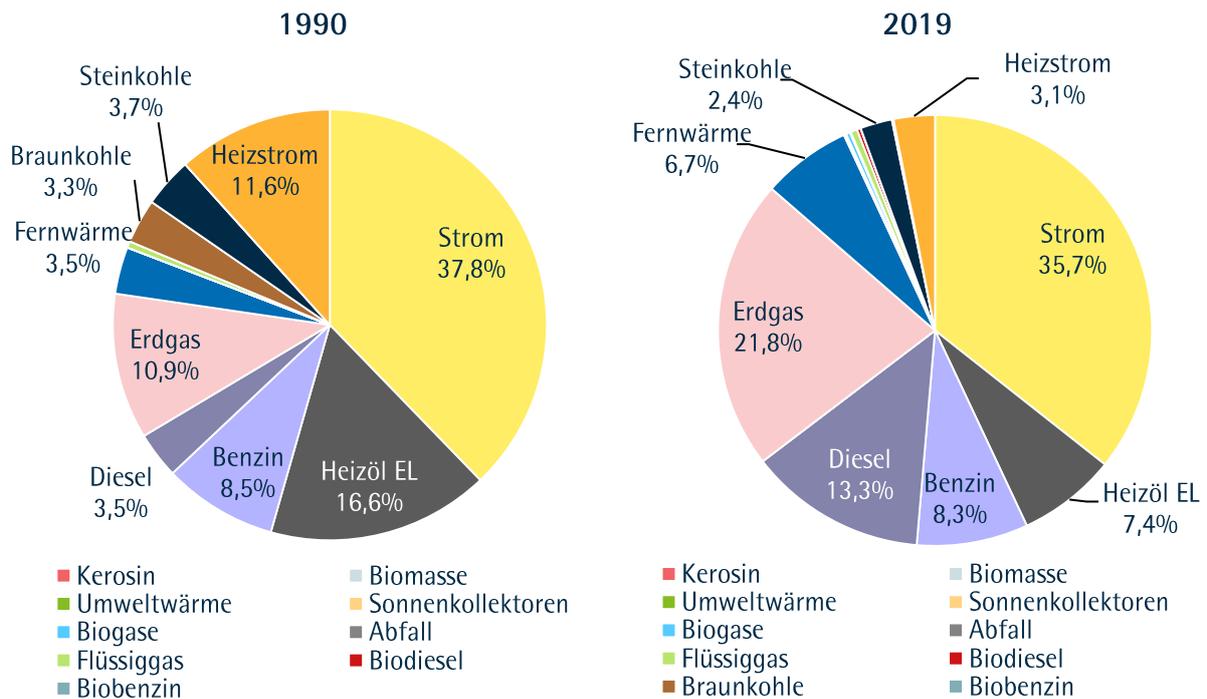


Abbildung 9: Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

4.2 Emissionen nach Sektoren

Der THG-Ausstoß der Stadt Essen von 3,36 Mio. t CO₂e in 2019 ist den Sektoren Haushalte (1,26 Mio. t CO₂e), Wirtschaft (1,25 Mio. t CO₂e), Verkehr (0,79 Mio. t CO₂e) und kommunale Verwaltung (0,06 Mio. t CO₂e) zuzuordnen (Abbildung 10).

Die Sektoren haben im Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019 unterschiedlich hohe Emissionsreduktionen erzielt. Während Haushalte (-49,1 %), Wirtschaft (-41,8 %) und Kommunalverwaltung (-58,0 %) erhebliche Verringerungen der THG-Emissionen verzeichneten, stiegen die Emissionen im Bereich Verkehr (+7,0 %) leicht an (Abbildung 11).

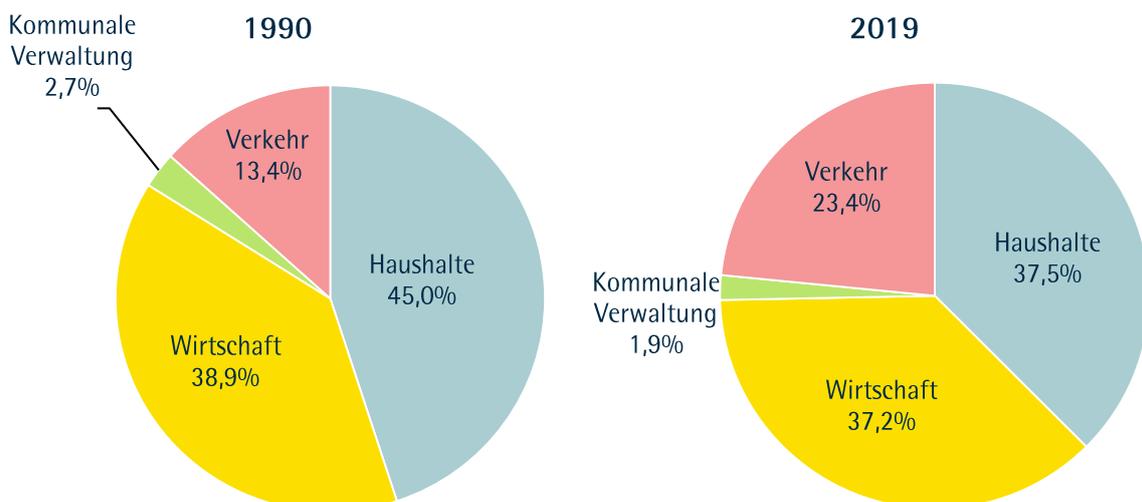


Abbildung 10: Anteil der Verbrauchssektoren an den THG-Emissionen in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

Die einzelnen Energieträger wurden in den Sektoren unterschiedlich intensiv genutzt. Bei Haushalten entfielen 2019 die höchsten THG-Emissionen auf Erdgas (35,3 %) und Strom (31,0 %), gefolgt von Heizöl (18 %) und Fernwärme (7,6 %). Bei der Wirtschaft hingegen verursachte Strom mehr als die Hälfte der Emissionen (59,0 %), gefolgt von Erdgas (21,2 %) und Fernwärme (9,4 %). In der kommunalen Verwaltung erzeugte ebenfalls der Stromverbrauch (43,2 %) die höchsten THG-Emissionen, aber auch Erdgas (36,6 %) und Fernwärme (16,9 %) trugen wesentlich zu den THG-Emissionen bei. Im Bereich Verkehr dominierte der THG-Ausstoß aus Diesel- und Benzinverbrennung (56,5 % und 35,4 %), während die Emissionen aus elektrischem Antrieb (hauptsächlich U- und Straßenbahn sowie Schienenpersonenverkehr) gering ausfielen (5,5 %).

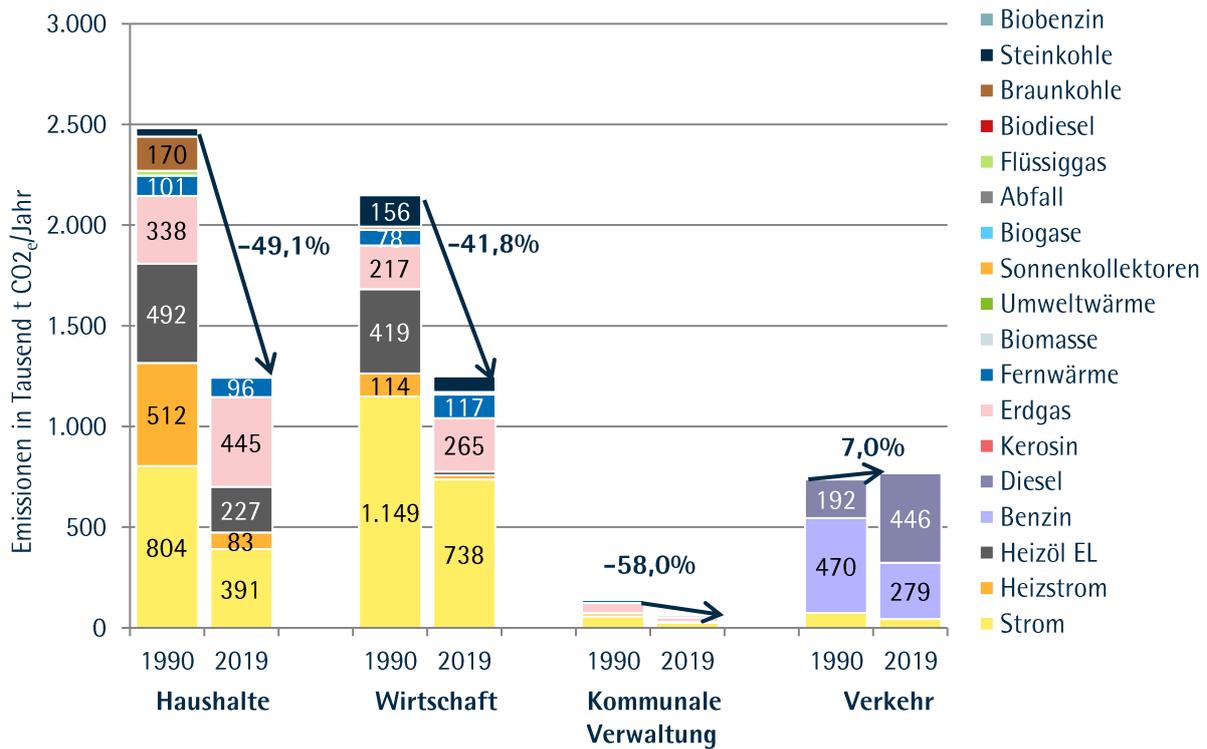


Abbildung 11: THG-Emissionen in Tausend t CO_{2e} nach Sektoren und Energieträgern in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

5 Betrachtung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen im Kontext gesamtstädtischer Entwicklungen

Die bei Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen beobachteten Entwicklungen sind stets im Kontext der gesamtstädtischen Entwicklung zu betrachten, da sich eine Vielzahl von Einflussfaktoren direkt oder indirekt auf die THG-Emissionen einer Kommune auswirken.

5.1 Haushalte

Zwischen 1990 und 2019 ist die die Bevölkerung von 626.973 Einwohnern und Einwohnerinnen auf 582.760 Einwohner und Einwohnerinnen (-7,1 %) zurückgegangen. Der Trend sinkender Einwohnerzahlen ist aktuell gestoppt. Seit 2013 wächst die Einwohnerzahl der Stadt Essen wieder leicht.

Trotz des Bevölkerungsrückgangs ist die Anzahl der Wohnungen im Wohn- und Nichtwohnbau im Zeitraum von 1990 bis 2019 um 12.203 Wohnungen (+4,0 %) gestiegen (IT NRW 2022). Die Wohnfläche ist im selben Zeitraum sogar um 2.9 Mio. m² (+13,6 %) gestiegen (Abbildung 12). Daraus ergab sich eine Zunahme der Wohnfläche pro Einwohner um 22,2 % auf durchschnittlich 41,88 m².

Trotz steigender Wohnflächen sind Endenergieverbrauch (-23,7 %) und THG-Emissionen der Haushalte (-49,1 %) deutlich gesunken (Abbildung 12). Dieser Trend wurde durch die Modernisierung von Gebäuden und Heizanlagen, energieeffiziente Haushaltsgeräte sowie durch den Einsatz erneuerbarer Energien ermöglicht.

Der einwohnerspezifische Endenergieverbrauch im Bereich Haushalte betrug jährlich 6.902 kWh/EW im Jahr 2019 und hat sich seit dem Jahr 1990 (8.407 kWh/EW pro Jahr) um 17,9 % verringert. Währenddessen haben sich die einwohnerspezifischen THG-Emissionen im Bereich Haushalte um 45,3 % verringert von 3,96 t CO₂e/EW pro Jahr in 1990 auf 2,17 t CO₂e/EW pro Jahr in 2019.

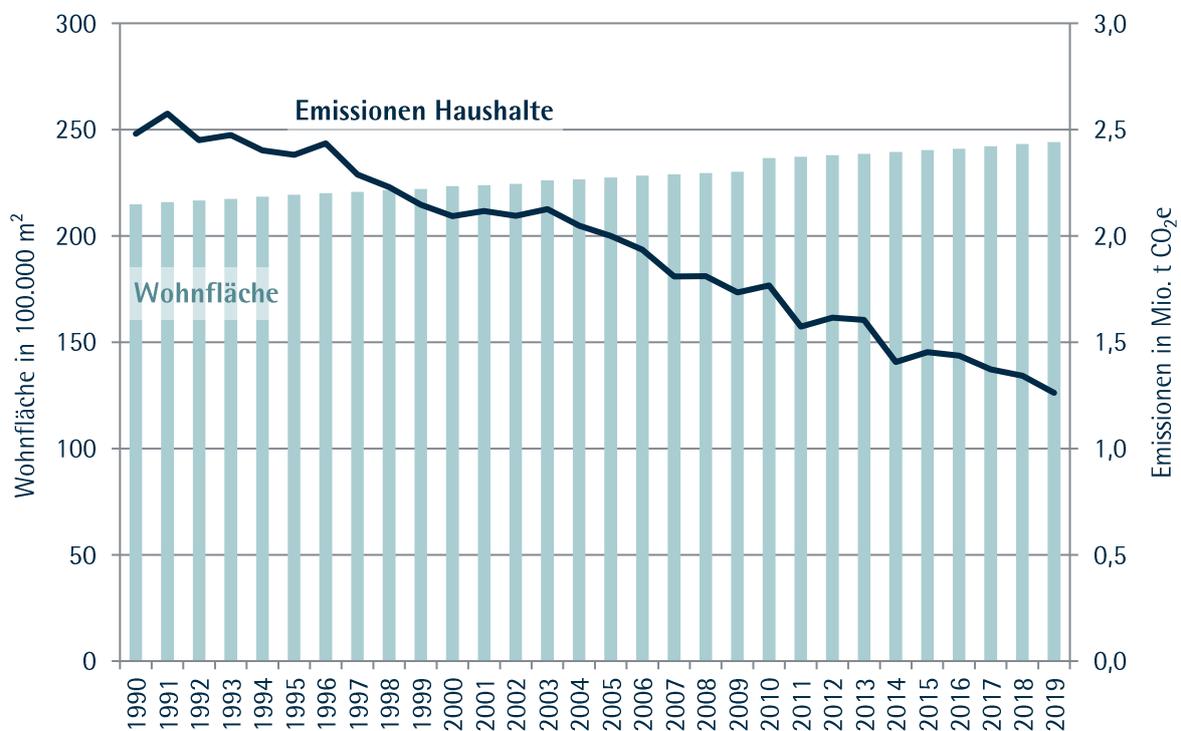


Abbildung 12: Entwicklung der Wohnfläche im Wohn- und Nichtwohnbau in 100.000 m² und der THG-Emissionen der Haushalte in Mio. t CO₂e/a im Zeitraum 1990 bis 2019 (Quelle Wohnfläche: IT NRW 2022a, eigene Darstellung).

5.2 Wirtschaft

Laut Unternehmensregister⁴ waren im Jahr 2019 in Essen 24.083 Niederlassungen mit 242.457 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gemeldet (IT NRW 2022b). Das erwirtschaftete Bruttoinlandsprodukt belief sich 2019 auf 26,2 Mrd. Euro (IT NRW 2022c).

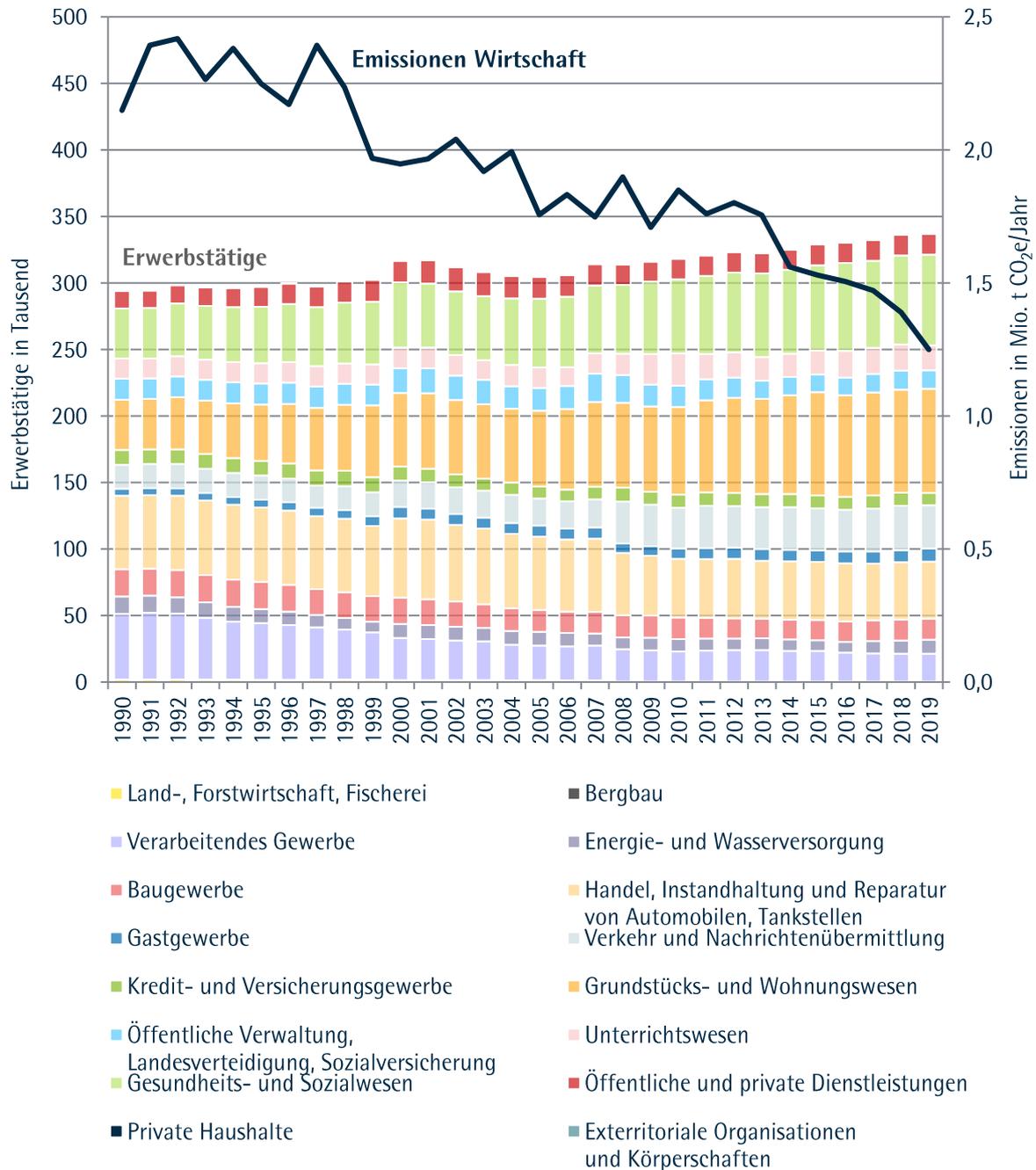


Abbildung 13: Entwicklung der Erwerbstätigen nach Branchen und der THG-Emissionen der Wirtschaft (inkl. Kommunalverwaltung) in Mio. t CO₂e im Zeitraum 1990 bis 2019 (eigene Darstellung).

⁴ Aus dem Unternehmensregister ausgenommen sind die Wirtschaftsabschnitte „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“, „Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung“, „Private Haushalte mit Haushaltspersonal, Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt“ und „Exterritoriale Organisationen und Körperschaften“ nach Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008.

Dem Wirtschaftsabschnitt „Verarbeitendes Gewerbe“ waren 1.014 Niederlassungen zugeordnet. Eine spezifische Abgrenzung energieintensiver Großverbraucher erwies sich als schwierig. Eine erste Orientierung bieten der EU-Emissionshandel für die Energiewirtschaft und die energieintensive Industrie (9 Anlagen in 2019; EC 2020) und die besondere Ausgleichsregelung bei der EEG-Umlage für Unternehmen mit einem hohen Stromverbrauch im Verhältnis zur Bruttowertschöpfung (7 Unternehmen in 2019; BAFA 2020). Wie in Kapitel 2.2 ausgeführt, beziehen einzelne Großverbraucher Strom und Erdgas über das überregionale Übertragungs- bzw. Fernleitungsnetz und finden in der Bilanzierung keine Berücksichtigung. Es ist dennoch zu vermuten, dass die kommunale THG-Bilanz gewisse konjunkturelle Schwankungen im Endenergieverbrauch widerspiegelt.

Im Zeitraum 1990 bis 2019 war ein deutlicher Anstieg der Anzahl Erwerbstätiger zu beobachten. Während 1990 noch 294.085 Personen in der Stadt einer Erwerbstätigkeit nachgingen, waren es 2019 bereits 337.378 (Abbildung 1). Dies entspricht einem Zuwachs von 43.293 Arbeitsstellen (+14,7 %).

Die Entwicklung der Erwerbstätigen nach Branchen (Abbildung 13) zeigt einen deutlichen Rückgang u.a. in der Land- und Forstwirtschaft (-78,1 %), im verarbeitenden Gewerbe (-57,6 %) sowie im Bergbau (-52,2 %). Dem steht ein noch deutlicherer Zuwachs der Erwerbstätigen in den Branchen Grundstücks- und Wohnungswesen (+107,5 %), Private Haushalte (+86,1 %), Gastgewerbe (+85,2 %), Gesundheits- und Sozialwesen (+81,7 %) sowie Verkehr und Nachrichtenübermittlung (+80,7 %) gegenüber. Hier hat sich eine Verschiebung von energieintensiven zu weniger energieintensiven und somit emissionsärmeren Branchen vollzogen. Die strukturellen Veränderungen schlugen sich zusammen mit Effizienzmaßnahmen seitens der Unternehmen und der Kommunalen Verwaltung in einer erheblichen Reduzierung der THG-Emissionen um 0,9 Mio. t CO_{2e}/Jahr (-41,8 %) im Zeitraum 1990 bis 2019 nieder (Abbildung 13).

Die CO₂-Emissionen der Energie- und Industrieanlagen im Essener Stadtgebiet, die am EU-Emissionshandel teilnehmen, wurden für 2019 auf 478.757 t CO_{2e} quantifiziert. Sofern es sich dabei um energetische THG-Emissionen handelt, wurden diese in der Bilanzierung über den Energieverbrauch des Sektors Industrie / verarbeitendes Gewerbe berücksichtigt.

5.3 Verkehr

Vor dem Hintergrund gesunkener Einwohnerzahlen und gestiegener Erwerbstätigenzahlen ist auch die Anzahl der in Essen zugelassenen Kraftfahrzeuge (Kfz) aller Kategorien gestiegen (Abbildung 14). Ab 2008 wurden in der Statistik vorübergehend stillgelegte Pkw in der statistischen Erfassung nicht mehr berücksichtigt, was zu einem Einbruch um ca. 35.000 Kfz führte. Der Pkw-Motorisierungsgrad lag 2019 bei 494 Pkw pro 1.000 Einwohner.

Die als Eingangsdatum berücksichtigte Fahrleistung des Straßenverkehrs ist in allen Fahrzeugkategorien deutlich angestiegen. Den größten Anstieg verzeichneten die leichten Nutzfahrzeuge (+120,3 %), gefolgt von Lkw (+73,0 %). Auch die Fahrleistung der mit Abstand größten Fahrzeugkategorie der Pkw (+26,4 %) sowie der motorisierten Zweiräder (+19,3 %) ist deutlich gestiegen. Die Gesamtfahrleistung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) aus Pkw und motorisierten Zweirädern lag 2019 bei rund 2.369 Mio. Fahrzeugkilometern. Weitere 333 Mio. Fahrzeugkilometer entfielen auf den Straßengüterverkehr. Im Vergleich dazu betrug die Fahrleistung im öffentlichen Personennahverkehr (Linienbus, Straßenbahn, U-Bahn) nur rund 21,7 Mio. Fahrzeugkilometer.

Wiederkehrende Haushaltsbefragungen in Essen bestätigten, dass der motorisierte Individualverkehr (Pkw als Fahrer oder Mitfahrer) mit rund 55 % das dominante Transportmittel im Zeitraum 1989 bis 2019 war (Stadt Essen 2019). Der Radverkehr verzeichnete in demselben Zeitraum einen Zuwachs von 4 % auf 7 %. Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) nahm von 12 % auf 19 % zu, während der Fußverkehr sich von 29 % auf 19 % verringerte.

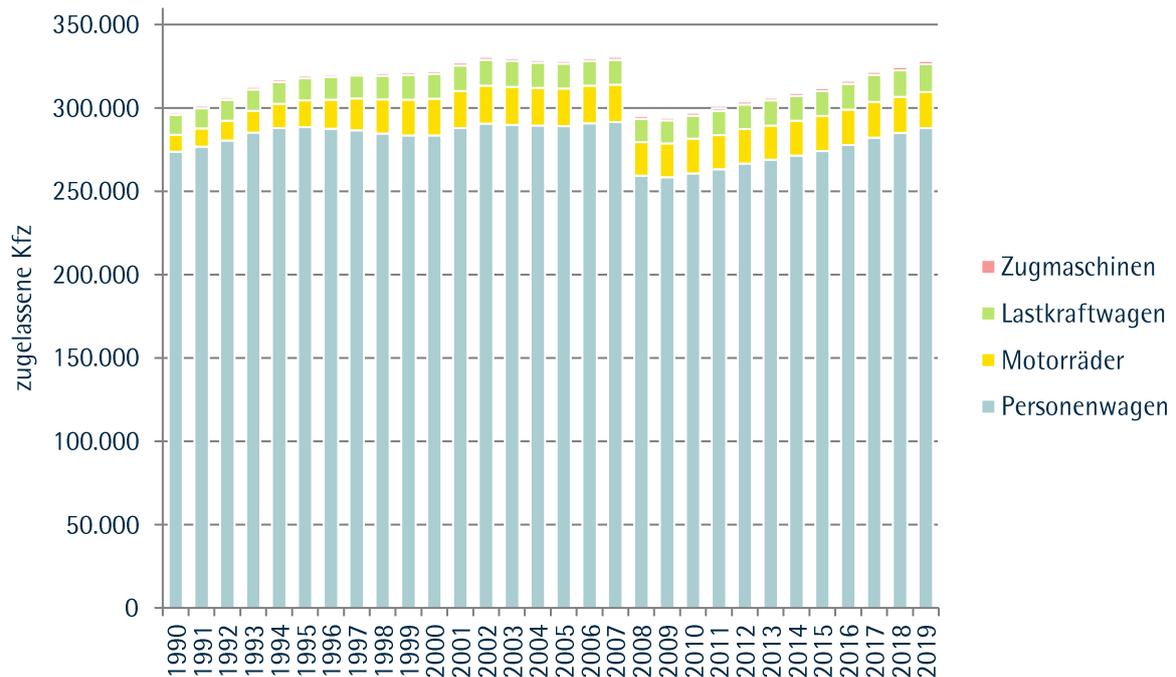


Abbildung 14: Anzahl zugelassener Kraftfahrzeuge in Essen im Zeitraum 1990 bis 2019; ab 2008 nur noch ganzjährig genutzte Pkw erfasst (eigene Darstellung, Daten: KBA 2022 (nach IT NRW 2022)).

In die Emissionsberechnung flossen neben dem Straßenverkehr auch der steigende Energieverbrauch des Schienenpersonenverkehrs (+16 %) und der sinkende Energieverbrauch des Schienengüterverkehrs (-80 %) im Zeitraum 1990 bis 2019 ein. Der Endenergieverbrauch in der Binnenschifffahrt hat sich ebenfalls verringert (-44 %). Nach der BSKO-Methode wird kein Flugverkehr im Stadtgebiet von Essen berücksichtigt.

Im Bereich Verkehr dominierte im Jahr 2019 der motorisierte Individualverkehr mit einem Anteil von ca. 69 % (0,45 Mio. t CO₂e) die THG-Emissionen deutlich (Abbildung 15). Auf dem zweiten Platz folgte der Güterverkehr auf Straße und Schiene mit ca. 24 % (0,16 Mio. t CO₂e) der Gesamtemissionen. Der ÖPNV verursachte zusammen mit dem schienengebundenen Personennahverkehr nur etwa 8 % (0,06 Mio. t CO₂e) der verkehrsbedingten Emissionen. Die restlichen Emissionen von 0,001 Mio. t CO₂e (0,1 %) entfielen auf die Binnenschifffahrt.

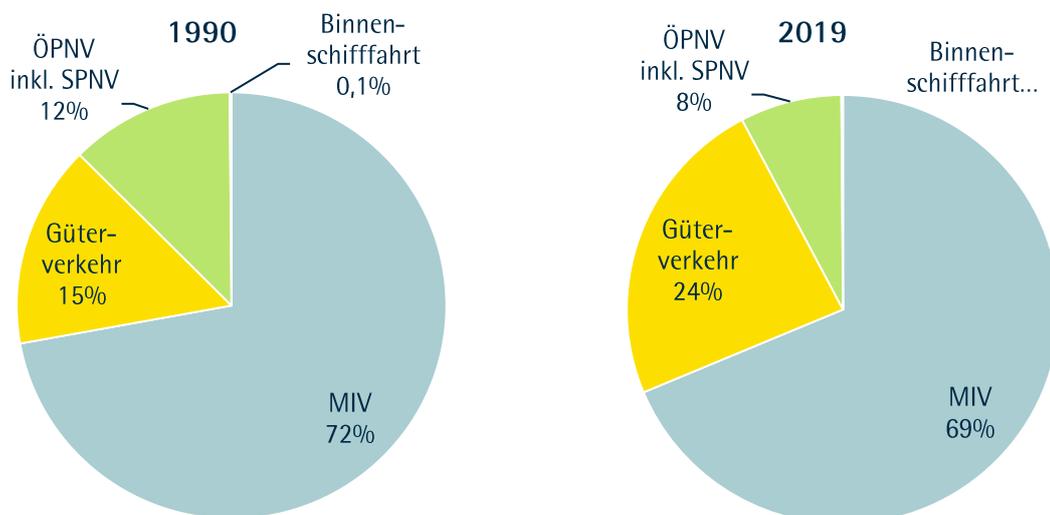


Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der THG-Emissionen im Verkehrssektor auf die Verkehrskategorien motorisierter Individualverkehr (MIV), Güterverkehr auf Straße und Schiene, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und Schienenpersonenverkehr (SPNV) sowie Binnenschifffahrt in den Jahren 1990 und 2019 (eigene Darstellung).

Der Endenergieverbrauch pro Kopf im Bereich Verkehr hat sich im Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019 um 24,7 % erhöht, während die THG-Emissionen lediglich um 15,1 % gestiegen sind.

5.4 Witterungseinfluss

In Abbildung 16 werden den gesamtstädtischen THG-Emissionen der Endenergieverbrauch und die Gradtagszahlen⁵, ein Maß für die Häufigkeit und die Intensität des Heizbedarfes einer Region, gegenübergestellt. Hohe Gradtagszahlen deuten auf Jahre mit kälteren Witterungsperioden mit höherem Heizbedarf hin, während sinkende Werte auf wärmere Phasen hinweisen. Die Abbildung zeigt einen Einfluss der Witterung auf die relative Änderung des Endenergieverbrauchs einzelner Jahre (z.B. 2010). Der Effekt wird dadurch abgeschwächt, dass der Energieverbrauch nichtleitungsgebundenen Energieträger aufgrund fehlender Daten teilweise interpoliert wurde. Zusätzlich sind konjunkturelle Einflüsse auf den Energieverbrauch möglich (siehe Kapitel 5.2).

Der Energieverbrauch wiederum bildet die Basis der THG-Emissionen, sodass der Einfluss der Witterung auf die Bilanzierungsergebnisse sichtbar wird. In der Abbildung ist außerdem gut zu erkennen, dass sich die „Schere“ zwischen sinkendem Endenergieverbrauch und noch stärker sinkenden THG-Emissionen immer weiter öffnet.

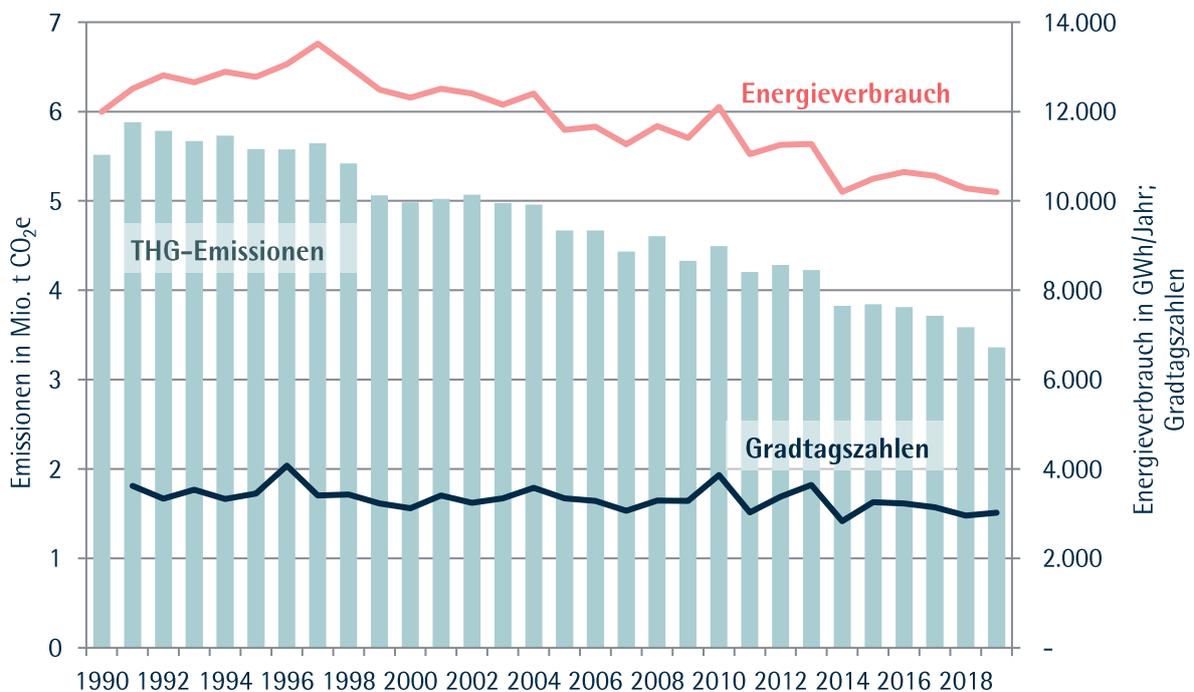


Abbildung 16: Gegenüberstellung der THG-Emissionen in Mio. t CO₂e mit dem Endenergieverbrauch in GWh/Jahr und den Gradtagszahlen im Zeitraum 1990 bis 2019 (Quelle Gradtage: DWD Climate Data Center, eigene Darstellung).

⁵ Die Gradtagszahl wird für Tage <15° C Lufttemperatur berechnet. Dabei wird angenommen, dass bis zu einer Temperatur von 20° C geheizt wird. Die Summe der Differenz von [20° C - Lufttemperatur] aller Tage eines Jahres ergibt die Gradtagszahl.

6 Zusatzbilanz mit lokalem Energiemix

Die BSKO-Methode schreibt die Verwendung der in Kapitel 2.2 erläuterten bundesweiten Emissionsfaktoren vor. Die lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien und die lokale Erzeugung von Fernwärme werden dabei nicht berücksichtigt. Daher erfolgt an dieser Stelle eine ergänzende Betrachtung unter Berücksichtigung des lokalen Energiemixes, die im Folgenden als Zusatzbilanz bezeichnet wird. Die gesamtstädtischen Emissionen aller Energieträger von 3,36 Mio. t CO₂e im Jahr 2019 wurden bei dieser Betrachtung um 3,6 % auf 3,24 Mio. t CO₂e gemindert. Wenn der Anteil lokaler Stromproduktion aus erneuerbaren Energien steigt und die Umstellung der Fernwärmeproduktion auf emissionsarme Energieträger weiter fortschreitet, kann die Zusatzbilanz die lokalen Erfolge abbilden und so als Monitoring dienen.

6.1 Lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien

Alle Stromerzeuger mit Anschluss an das lokale Stromverteilnetz sind dazu verpflichtet, ihre Anlage im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur zu registrieren. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind im Stadtgebiet von Essen 3.036 Photovoltaik-Anlagen mit einer Nettonennleistung von insgesamt 39,1 MW, sieben Wasserkraftwerksanlagen mit einer Nettonennleistung von 16,6 MW und elf mit Biomasse betriebene Anlagen mit einer Nettonennleistung von 6,5 MW installiert (Stand 03/2022).

Alle Biomasse-Anlagen und ein Teil der Solaranlagen und Wasserkraftwerke fallen derzeit unter die EEG-Einspeisevergütung. Die jährlichen Stromeinspeisemengen der EEG-Anlagen und des Wasserkraftwerks Baldeney werden durch den Stromnetzbetreiber sowie den Kraftwerksbetreiber zur Verfügung gestellt. Die Photovoltaik-Anlagen außerhalb der EEG-Einspeisevergütung sind gemessen an ihrer Nettonennleistung (von lediglich 0,1 %) vernachlässigbar. Die Stromproduktion für den Eigenverbrauch ist ebenfalls unbekannt. Unter der Annahme, dass ein Modul in Essen durchschnittlich etwa 900 kWh/kWp produziert, kann der Eigenverbrauch aus Photovoltaik-Anlagen in 2019 auf rund 9.500 kWh/a (ca. 35 %) geschätzt werden.

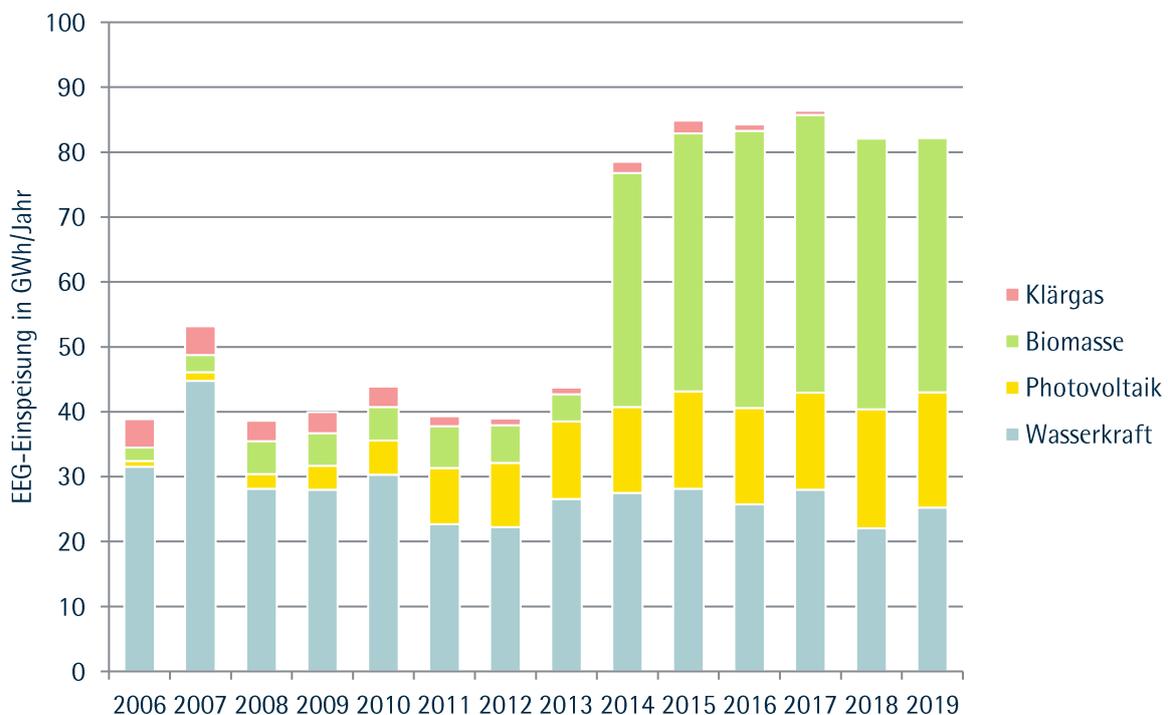


Abbildung 17: EEG-Einspeisungen in GWh/a im Zeitraum 2006 bis 2019 (Quelle: Westenergie 2021, eigene Darstellung).

Basierend auf den EEG-Einspeisedaten hat sich die lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien im Zeitraum 2006 – 2019 mehr als verdoppelt auf rund 82,3 GWh/a (+111,9 %) (Abbildung 17). Dies ist auf den kontinuierlichen Ausbau von Photovoltaikanlagen sowie insbesondere die Inbetriebnahme eines Biomasse-BHKW in 2014 zurückzuführen.

Um die lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in der THG-Bilanz sichtbar zu machen, wird vereinfacht angenommen, dass dieser Strom vollständig im Stadtgebiet verbraucht wurde. Für die Strommenge aus EEG-Anlagen sowie dem Wasserkraftwerk Baldeney wurden die Emissionsfaktoren der entsprechenden Energieträger erneuerbarer Energien angesetzt. Der darüberhinausgehende Stromverbrauch, der nicht aus der lokalen Produktion gedeckt werden konnte, wurde extern bezogen und mit dem Bundesstrommix bilanziert. Für das Jahr 2019 ergeben sich daraus Emissionseinsparungen in Höhe von 48.064 t CO₂e gegenüber dem Bundesstrommix. Die Emissionen des Stromverbrauchs (inkl. Heizstrom) würden sich bei Berücksichtigung der lokal eingespeisten Strommenge aus erneuerbaren Energien um 3,7 % verringern.

Die Möglichkeiten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind in Ballungsräumen hinsichtlich des Flächenangebotes eingeschränkt. Auch wenn alle geeigneten Flächen genutzt würden, wäre daher voraussichtlich ein Teil der benötigten Strommenge in das Stadtgebiet zu importieren. Aufgrund der Liberalisierung des Energiemarktes ist nicht bekannt, welche Haushalte und Unternehmen bei ihrem Stromanbieter einen „Ökostromtarif“ gewählt haben und somit rechnerisch Strom aus erneuerbaren Energien beziehen. Die Stadt Essen deckt die Strommenge, die in ihren städtischen Immobilien sowie durch die Straßenbeleuchtung verbraucht wird (59,6 GWh/a in 2019), seit 2013 aus erneuerbaren Energien. Der Bezug von „Ökostrom“ wurde in dieser Zusatzbilanz nicht berücksichtigt.

6.2 Lokale Fernwärmeerzeugung

Die lokale Fernwärmeversorgung erfolgt über die Fernwärmeschiene Ruhr. In das Netz speisen primär zwei Müllheizkraftwerke sowie ein Kohlekraftwerk Wärme ein. Zur Spitzenlastabdeckung und Ersatzversorgung werden weitere Heizwerke betrieben. Für jedes Fernwärmenetz ergibt sich der lokale Emissionsfaktor aus den verwendeten Wärmequellen bzw. Energieträgern.

Für das Jahr 2019 wurde der Emissionsfaktor für die Fernwärmeschiene Ruhr erstmalig unter Berücksichtigung der Vorketten und weiterer Treibhausgase berechnet und auf 174,9 g CO₂e/kWh beziffert. Für das Jahr 2019 ergeben sich daraus Emissionseinsparungen in Höhe von 74.024 t CO₂e gegenüber der Bilanzierung mit dem bundesweiten Emissionsfaktor für Fernwärme. Die Emissionen des Fernwärmeverbrauchs würden sich bei Berücksichtigung des lokalen Emissionsfaktors um 33,0 % verringern.

7 Vergleich der Ergebnisse der endenergiebasierten Territorialbilanz und der Verursacherbilanz

In den vorherigen Kapiteln wurden die Ergebnisse der endenergiebasierten Territorialbilanz (BISKO-Methodik) beschrieben. Um die Vergleichbarkeit mit den bisherigen kommunalen Treibhausgasbilanzen nach dem Ansatz des Verursacherprinzips zu gewährleisten und den methodischen Wechsel zu begleiten, wurde die Bilanz einmalig nach beiden Ansätzen berechnet. Die Ergebnisse werden im Folgenden gegenübergestellt.

7.1 Endenergieverbrauch

Entsprechend der methodischen Herangehensweise unterscheiden sich die beiden Bilanzen in Bezug auf den Endenergieverbrauch lediglich im Verkehrssektor. Abbildung 18 zeigt, dass die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip einen 14,6 – 21,0 % höheren Endenergieverbrauch bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch zugrunde legt als die Bilanzierung nach der BISKO-Methode. Somit liegt der Anteil des Verkehrssektors am gesamten Endenergieverbrauch bei 17,7 – 24,1 % in der BISKO-Bilanz und bei 30,6 – 35,6 % in der Bilanz nach dem Verursacherprinzip. Beide Bilanzen verzeichnen einen um 15,0 % (BISKO) bzw. 17,3 % (Verursacherprinzip) sinkenden Endenergieverbrauch über den Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019.

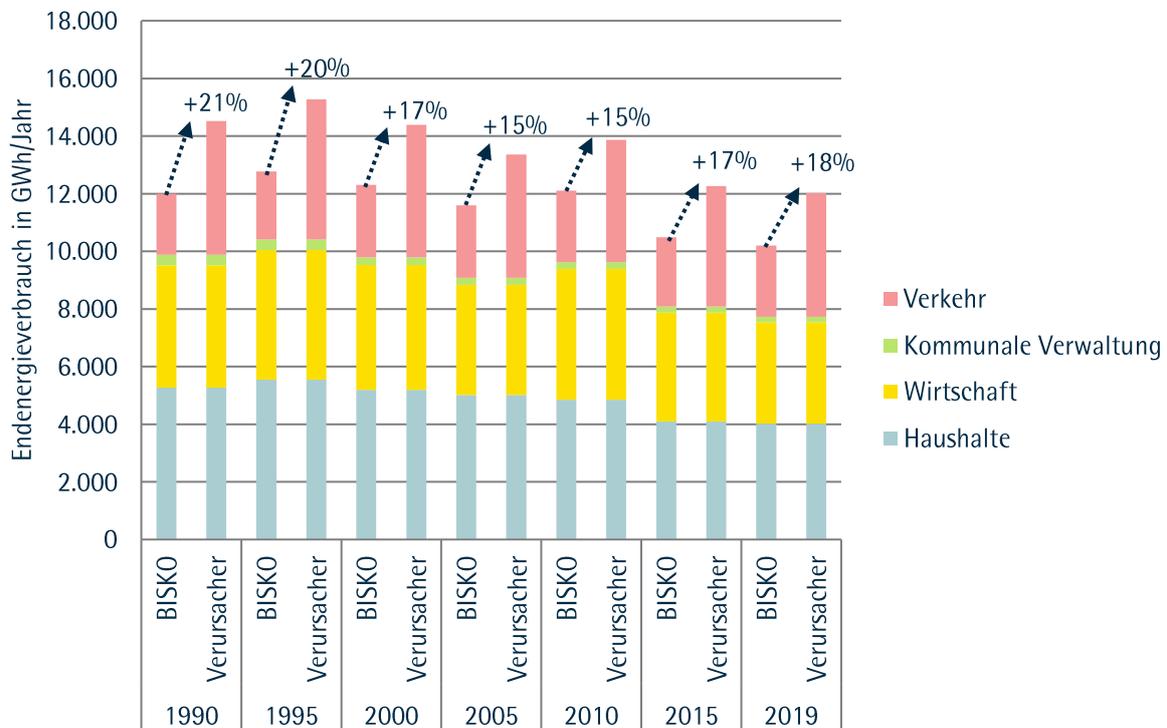


Abbildung 18: Vergleich des Endenergieverbrauchs in GWh/Jahr bilanziert nach der BISKO-Methodik und nach dem Verursacherprinzip in ausgewählten Bilanzjahren (eigene Darstellung).

Abbildung 19 stellt den Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr nach Energieträgern differenziert dar. Die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip berücksichtigt Endenergieverbräuche, welche 70 – 119 % höher liegen als bei Bilanzierung nach der BISKO-Methodik. Insbesondere der nach dem Verursacherprinzip zugrunde gelegte Dieserverbrauch beträgt zu Beginn des Bilanzierungszeitraumes etwa das Dreifache des Dieserverbrauchs nach BISKO-Methodik.

In der BISKO-Methodik wird jeglicher Verkehr innerhalb des Territoriums der Stadt Essen berücksichtigt. Dies schließt Zielverkehre, die ihre Quelle außerhalb des Territoriums der Stadt Essen haben sowie Transitverkehr, beispielsweise auf Autobahnen und Bundesstraßen, ein. In der Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip werden hingegen sämtliche Quellverkehre, die von Essener Einwohnern und durch in Essen zugelassenen Fahrzeugen verursacht werden, einschließlich der Fahrtstrecken außerhalb des

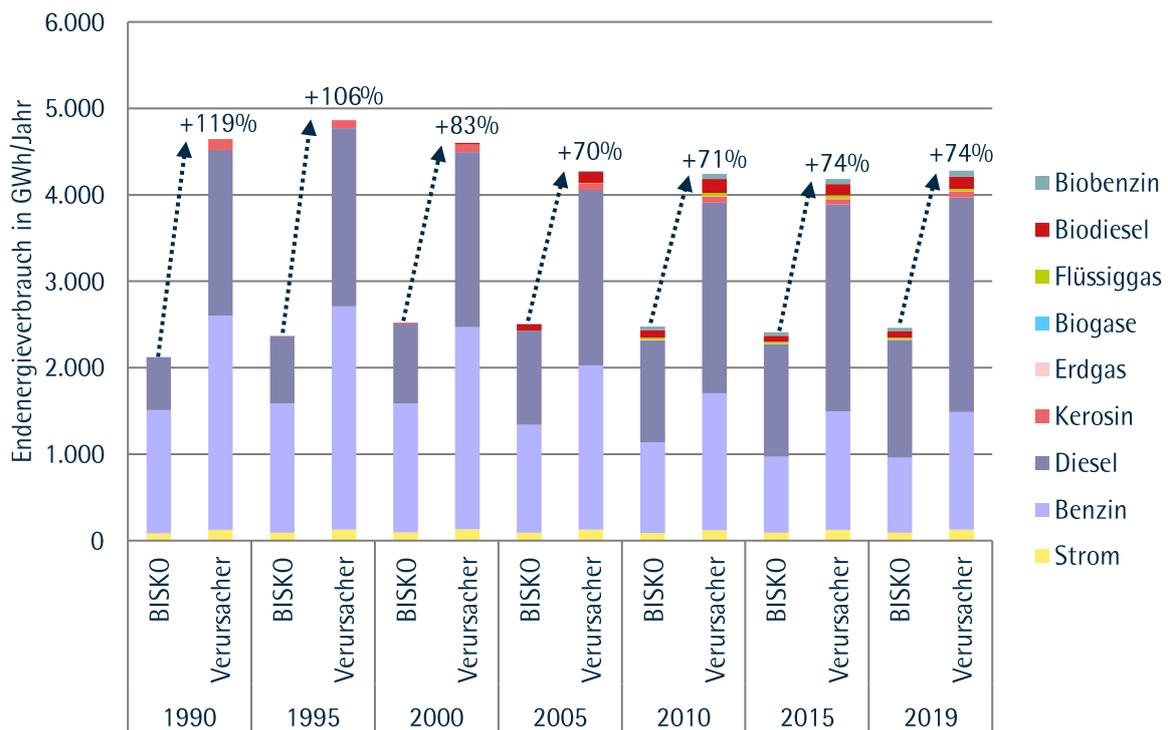


Abbildung 19: Vergleich des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors in GWh/Jahr bilanziert nach der BSKO-Methodik und nach dem Verursacherprinzip in ausgewählten Bilanzjahren (eigene Darstellung).

Essener Territoriums (u.a. Auspendler, Dienst- und Urlaubsreisen) berücksichtigt. Beide Ansätze nutzen unterschiedliche Eingangsdatenquellen, deren Gültigkeit für Essen nicht unabhängig geprüft werden kann.

Während die Bilanz nach der BSKO-Methodik einen Anstieg des Endenergieverbrauches im Verkehrssektor um 15,9 % über den Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019 verzeichnet, sinkt der nach Verursacherprinzip zugrunde gelegte Endenergieverbrauch im Verkehrssektor um 7,9 %.

7.2 Treibhausgasemissionen

Die beiden Bilanzen unterscheiden sich auch in Bezug auf die berechneten THG-Emissionen hauptsächlich im Verkehrssektor. Zusätzlich ergeben sich geringfügige Abweichungen im Hinblick auf die Emissionen des Energieträgers Strom, da die lokale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien nur nach dem Ansatz des Verursacherprinzips berücksichtigt werden darf. Abbildung 20 zeigt, dass die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip 11,9 – 15,2 % höhere Emissionen berechnet als die Bilanzierung nach der BSKO-Methode. Somit liegt der Anteil des Verkehrssektors am gesamten Endenergieverbrauch bei 13,4 – 23,4 % in der BSKO-Bilanz und bei 24,7 – 35,1 % in der Bilanz nach dem Verursacherprinzip. Beide Bilanzen verzeichnen deutlich sinkende THG-Emissionen um 39,0 % (BSKO) bzw. 38,9 % (Verursacherprinzip) über den Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019.

Abbildung 21 stellt die THG-Emissionen des Sektors Verkehr nach Energieträgern differenziert dar. Die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip bilanziert Emissionen, welche 69,0 – 112,3 % höher liegen als bei Bilanzierung nach der BSKO-Methodik. Insbesondere der nach dem Verursacherprinzip zugrunde gelegte Dieselverbrauch beträgt zu Beginn des Bilanzierungszeitraumes etwa das Dreifache des Dieselverbrauchs nach BSKO-Methodik.

Während die Bilanz nach der BSKO-Methodik einen Anstieg der THG-Emissionen im Verkehrssektor um 6,9 % über den Bilanzierungszeitraum 1990 bis 2019 verzeichnet, sinken die nach Verursacherprinzip bilanzierten THG-Emissionen im Verkehrssektor um 13,0 %.

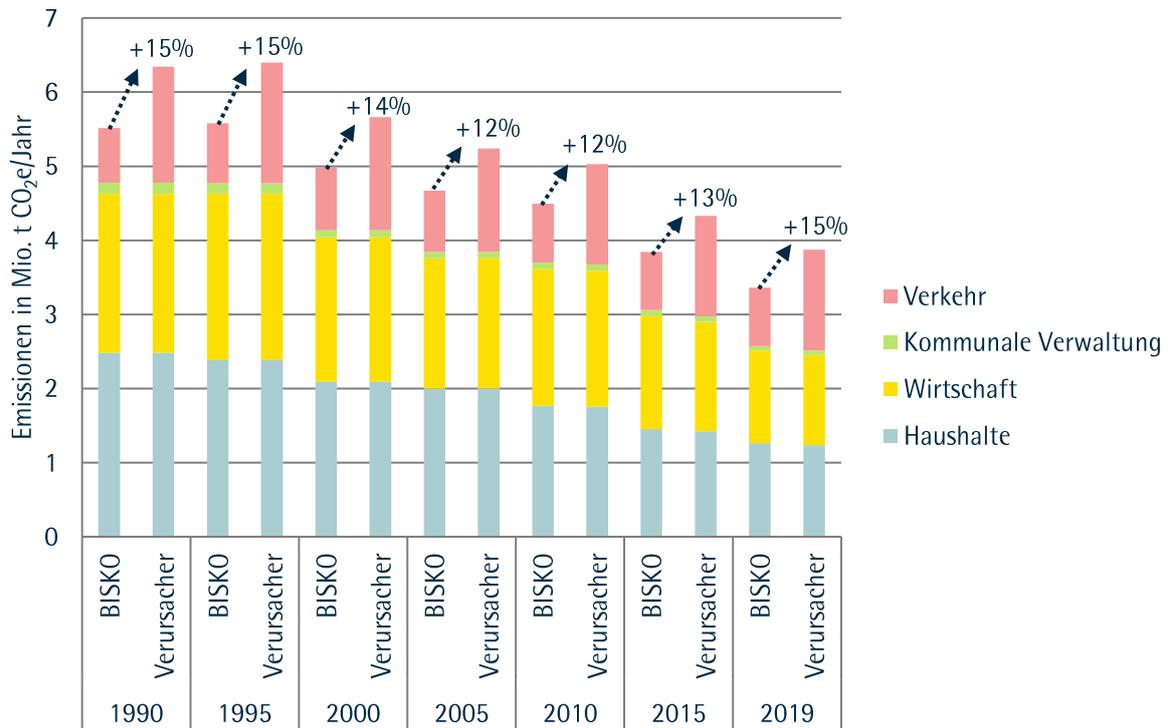


Abbildung 20: Vergleich der Treibhausgasemissionen in Mio. t CO₂e/Jahr bilanziert nach der BSKO-Methodik und nach dem Verursacherprinzip für ausgewählte Bilanzjahre (eigene Darstellung).

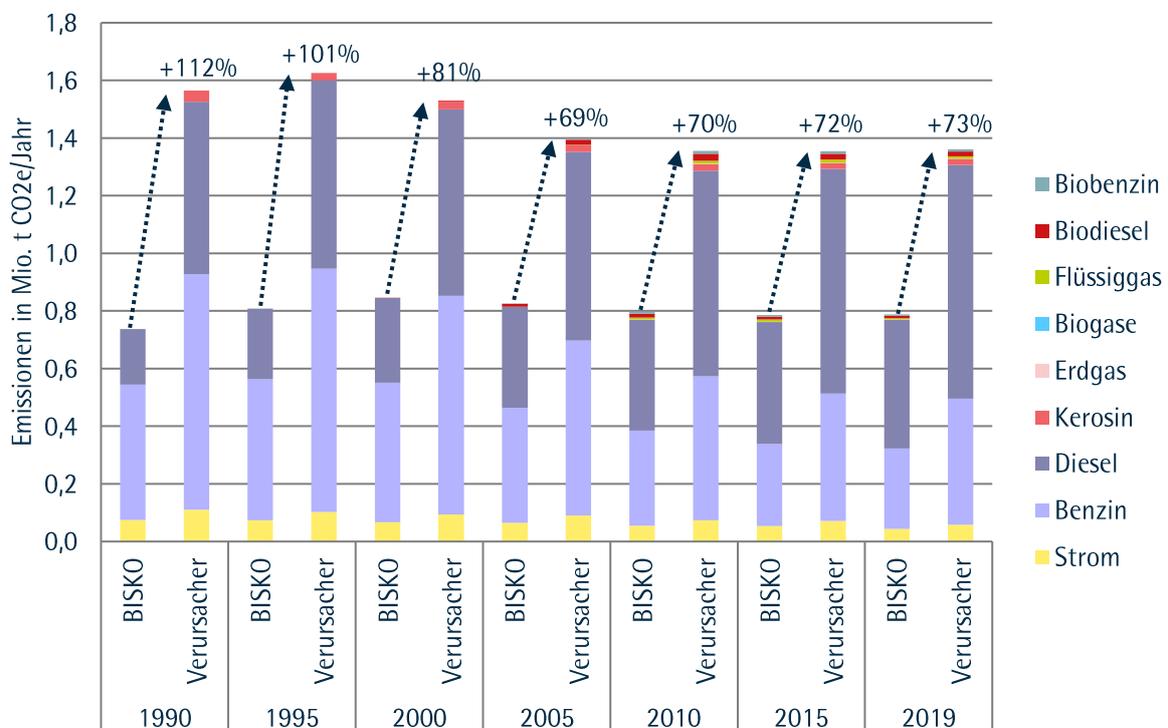


Abbildung 21: Vergleich der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors in Mio. t CO₂e/Jahr bilanziert nach der BSKO-Methodik und nach dem Verursacherprinzip für ausgewählte Bilanzjahre (eigene Darstellung).

8 Fazit und Ausblick

Über den gesamten Bilanzierungszeitraum betrachtet ist der Endenergieverbrauch deutlich abgesunken. Dies deutet auf einen geringeren Energiebedarf und eine effizientere Energienutzung hin. Die THG-Emissionen verringerten sich in stärkerem Maße als der Endenergieverbrauch. Dies weist auf den Einsatz emissionsärmerer Energieträger hin. Folglich wurde die benötigte Energie im Jahr 2019 deutlich klimafreundlicher erzeugt als 1990. Aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren unterlag die Reduktion der THG-Emissionen jedoch gewissen zwischenjährlichen Schwankungen.

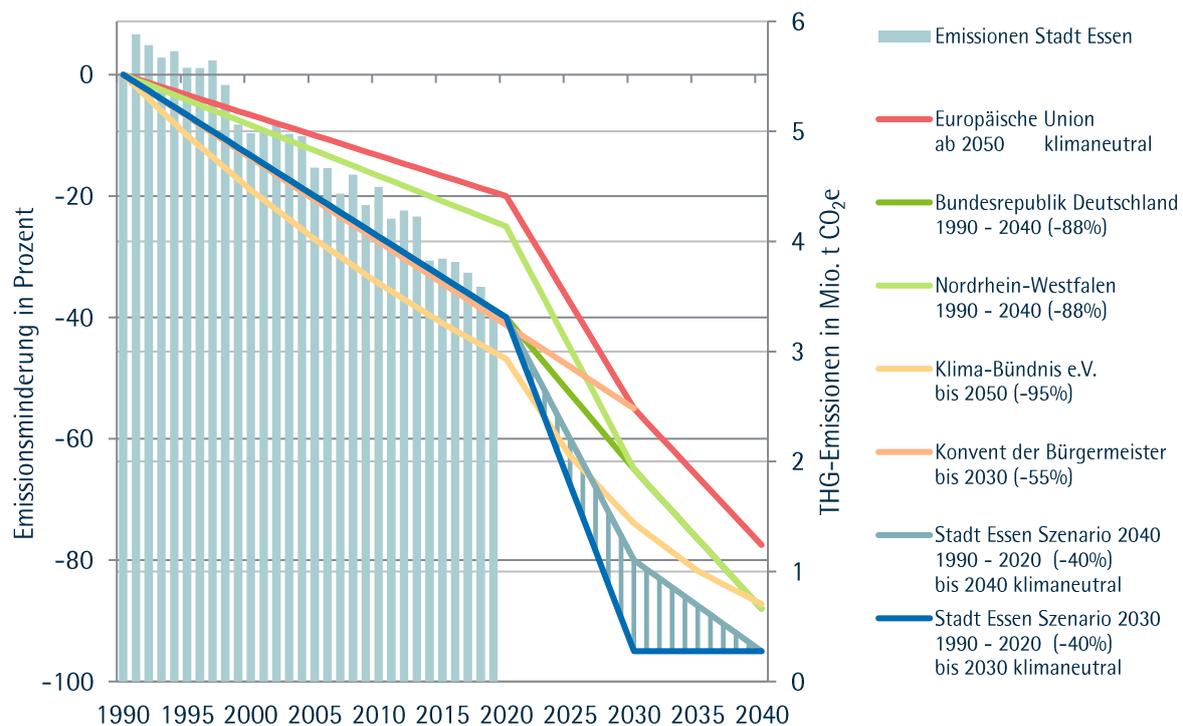


Abbildung 22: Entwicklung der THG-Emissionen der Stadt Essen im Vergleich zu den Klimaschutzziele (eigene Darstellung).

Die bisher erzielte THG-Minderung um 39,0 % im Zeitraum 1990 bis 2019 übertrifft die aktuellen Klimaziele der EU und des Klimaschutzplans NRW deutlich (Abbildung 22). Die kommunalen Klimaschutzziele sowie die Klimaschutzziele der Bundesrepublik Deutschland für 2020 sind ebenfalls in erreichbare Nähe gerückt. Um die ehrgeizigen Emissionsminderungsziele der nächsten Jahre realistisch erreichen zu können, ist eine deutlich stärkere Absenkung der THG-Emissionen notwendig (siehe Abbildung 22).

Einen Überblick über bereits durchgeführte Maßnahmen bietet der Bilanzbericht zum Integrierten Energie- und Klimakonzept (IEKK) sowie die regelmäßige Teilnahme am European Energy Award. Das IEKK wurde als Aktionsplan für nachhaltige Energie und Klima (Sustainable Energy and Climate Action Plan = SECAP) weiterentwickelt. Die kommunale THG-Bilanz bildet eine zentrale Eingangsgröße und gleichzeitig ein Monitoringinstrument für den SECAP. Folglich werden die aktuellen Ergebnisse der kommunalen THG-Bilanz in die nächste Fortschreibung des SECAP eingearbeitet werden.

Quellen

BAFA (2020): Durch die Besondere Ausgleichsregelung in 2019 begünstigte Abnahmestellen. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn. <https://www.bafa.de/DE/Energie/Besondere_Ausgleichsregelung/Hintergrundinformationen/hintergrundinformationen_node.html> (Zugriff: 20.03.2020).

BNetzA (2022): Auszug aus dem Marktstammdatenregister für die Gemeinde Essen, Auszug vom 28.03.2022. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. <<https://www.marktstammdatenregister.de>> [Zugriff 28.03.2022].

DWD Climate Data Center (o.J.): Historische monatliche Gradtage nach VDI 3807 für Deutschland. Version V001. <https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/derived_germany/techn/monthly/heating_degreedays/hdd_3807/> (Zugriff: 30.03.2021).

EC (2020): Verified Emissions for 2019. European Commission. <https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/union-registry_en#tab-0-1> (Zugriff 14.02.2022)

EEA (2021): Annual European Union greenhouse gas emission inventory 1990–2019 and inventory report 2021. Submission to the UNFCCC Secretariat. European Environment Agency, Copenhagen. <<https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory-2021>> (Zugriff 24.03.2022).

ifeu (2016): Bilanzierungs-Systematik Kommunal – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Kurzfassung. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Heidelberg. <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf> (Zugriff 22.04.2021).

ifeu (2019): Bilanzierungs-Systematik Kommunal – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Aktualisierung 11/2019. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Heidelberg. <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf> (Zugriff 22.04.2021).

IPCC (2021): Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Beitrag von Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Druck. Deutsche Übersetzung auf Basis der Druckvorlage, Oktober 2021. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien; Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT, ProClim, Bern, Februar 2022. <https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM_deutsch_barrierefrei.pdf> (Zugriff 14.07.2022).

IT NRW (2022a): Fortschreibung Wohngebäude- und Wohnungsbestand. Landesdatenbank NRW, Düsseldorf. <<https://www.landesdatenbank.nrw.de>> (Zugriff: 04.03.2022).

IT NRW (2022b): Unternehmensregister-System – Niederlassungen und deren Beschäftigte nach Wirtschaftsabschnitten der WZ 2008, Landesdatenbank NRW, Düsseldorf. <<https://www.landesdatenbank.nrw.de>> (Zugriff: 15.03.2022).

IT NRW (2022c): VGR der Länder – Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen der WZ 2008, Landesdatenbank NRW, Düsseldorf. <<https://www.landesdatenbank.nrw.de>> (Zugriff: 15.03.2022).

KBA (2022): Statistik des Kraftfahrzeug- und Anhängerbestandes – Bestand an Kraftfahrzeugen nach Kraftfahrzeugarten, Landesdatenbank NRW, Düsseldorf. <<https://www.landesdatenbank.nrw.de>> (Zugriff: 01.04.2022).

LANUV (2021): Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2019. LANUV-Fachbericht 117. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen. <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_117_web.pdf> (Zugriff: 15.03.2022).

Stadt Essen (1993): Energiekonzept Essen – Handlungskonzept zur rationellen Energieverwendung und Umweltentlastung in Essen. Informationen und Berichte zur Stadtentwicklung Nr. 81, Stadt Essen, Essen.

Stadt Essen (2019): Amt für Stadtplanung und Bauordnung: Haushaltsbefragung zum Mobilitätsverhalten in Essen 2019. Essen. <https://www.essen.de/leben/verkehr/haushaltsbefragung_zur_mobilitaet.de.html> (Zugriff: 29.01.2020).

Stadt Essen (2020): Integriertes Energie- und Klimakonzept – Bilanzbericht 2019. Stadt Essen, Essen. <https://ris.essen.de/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZatzTj6OdrCEom2nKpsKOYbVNYIsGAsseRkpDGFvYyn1/IEKK-Bilanzbericht_2020.pdf> (Zugriff: 20.04.2021).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022): Betriebe u. Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen Jahre ab 2009 mit WZ 2008, Regionaldatenbank, Deutschland. <<https://www.regionalstatistik.de>> (Zugriff: 27.04.2022).

UBA (2021): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021 - Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2019. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland-nationale-und-europaische-klimaziele>> (Zugriff: 15.03.2022).

Westenergie (2020): Kommunale Kennzahlen für Essen. Bereitstellung im Onlineportal e-Kommune.

Anhang

Tabelle 1: Beschreibung der verwendeten Eingangsdaten in den stationären Bereichen Haushalte und Wirtschaft inklusive Kommunalverwaltung.

Eingangsdatum	Datenquelle	Aufbereitung	Datengüte*
Stromverbrauch	Lokaler Stromnetzbetreiber Westnetz GmbH (vorher Innogy SE, RWE)		A
Heizstromverbrauch	Lokaler Stromnetzbetreiber, Energiekonzept Essen (Stadt Essen 1993)	Lineare Interpolation zwischen 1991 und 2007	A-B
Erdgasverbrauch	Lokaler Gasnetzbetreiber Stadtwerke Essen AG	Subtraktion des Gasverbrauchs von Heizkraftwerken, die in das Fernwärmenetz einspeisen	A
Fernwärmeverbrauch	Lokaler Fernwärmenetzbetreiber STEAG Fernwärme GmbH		A
Anzahl Feuerungsanlagen nach Energieträger und Leistungs-klasse	Landesfachverband des Schornsteinfegerhandwerks Nordrhein-Westfalen	Berechnung des Endenergieverbrauchs von Heizöl, Flüssiggas, Kohle, Holz	B
Stromverbrauch Wärmepumpen (Umweltwärme)	Lokaler Stromnetzbetreiber Westnetz GmbH (vorher Innogy SE, RWE)	Berechnung des Endenergieverbrauchs von Umweltwärme	B
Fläche der thermischen Solaranlagen	Energieagentur NRW	Berechnung Endenergieverbrauchs durch Energieagentur	B
Energieverbrauch Biogas	ECOSPEED Region Startbilanz basierend auf Bundeskenngrößen		D
Energieverbrauch Abfall	ECOSPEED Region Startbilanz basierend auf Bundeskenngrößen		D
Energieverbrauch kommunale Gebäude	Stadt Essen		A
Energieverbrauch Straßenbeleuchtung	Stadt Essen		A
Einwohner	statistisches Bundesamt (Daten-Abo)		A
Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen	statistisches Bundesamt (Daten-Abo)		B
Emissionsfaktoren Stationär	ifeu 2020 (Daten-Abo)		-

* Die Datengüte wird in die Kategorien regionale Primärdaten (A), Hochrechnung regionaler Primärdaten (B), regionale Kennwerte und Statistiken (C) und bundesweite Kennzahlen (D) eingeteilt.

Tabelle 2: Beschreibung der verwendeten Eingangsdaten im Bereich Verkehr

Daten	Datenquelle	Aufbereitung	Datengüte*
Fahrleistung motorisierter Individualverkehr (Pkw, motorisierte Zweiräder)	ifeu 2020 (Daten-Abo 2010 - 2019), Abschätzungshilfe des ifeu (1990 - 2009)	Berechnung des Endenergieverbrauchs in ECOSPEED Region	D
Fahrleistung Straßengüterverkehr (LNF, Lkw)	ifeu 2020 (Daten-Abo 2010 - 2019), Abschätzungshilfe des ifeu (1990 - 2009)	Berechnung des Endenergieverbrauchs in ECOSPEED Region	D
Fahrleistung Linienbus, Straßen- und U-Bahn	Lokales Nahverkehrsunternehmen Ruhrbahn GmbH	Berechnung des Endenergieverbrauchs in ECOSPEED Region	B
Spezifischer Energieverbrauch MIV, Straßengüterverkehr und ÖPNV	ifeu 2020 (Hintergrunddaten)		-
Treibstoffmix MIV, Straßengüterverkehr und ÖPNV	ifeu 2020 (Hintergrunddaten)		-
Energieverbräuche – Schienenpersonennahverkehr – Schienenpersonenfernverkehr – Schienengüterverkehr – Binnenschifffahrt – Flugverkehr	ifeu 2020 (Daten-Abo 2010 - 2019), Abschätzungshilfe des ifeu (1990 - 2009)		D
Emissionsfaktoren Verkehr	ifeu 2020 (Daten-Abo)		-

* Die Datengüte wird in die Kategorien regionale Primärdaten (A), Hochrechnung regionaler Primärdaten (B), regionale Kennwerte und Statistiken (C) und bundesweite Kennzahlen (D) eingeteilt.