

Vorlagennummer: FB 36/0532/WP18
Öffentlichkeitsstatus: öffentlich
Datum: 27.09.2024

CO₂-Bilanz der Stadt Aachen für 2023

Vorlageart: Kenntnisnahme
Federführende Dienststelle: FB 36 - Fachbereich Klima und Umwelt
Beteiligte Dienststellen:
Verfasst von: FB 36/700

Beratungsfolge:

Datum	Gremium	Zuständigkeit
05.11.2024	Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz	Kenntnisnahme

Erläuterungen:

1. Einleitung

Seit 1993 wird regelmäßig, seit 2010 jährlich eine CO₂-Bilanz für die Stadt Aachen erstellt. Als Basisjahr wurde das internationale Referenzjahr 1990 ausgewählt. Die Bilanz umfasst eine Endenergiebilanz, Primärenergiebilanz (Life Cycle Assessment-Methode, LCA) sowie eine CO₂-Emissionsbilanz (LCA) zur Bewertung der Entwicklung im Sinne der Zielerreichung. Die Berechnungen werden mit dem Bilanzierungstool ECORegion der Fa. Ecospeed AG (Schweiz) durchgeführt.

Basis der Bilanzierung sind die jährlich erhobenen Daten zur Energieeinspeisung in die städtischen Versorgungsnetze (Regionetz/Stadtwerke Aachen (STAWAG), Verbrauchsdaten des Gebäudemanagements und des Stadtbetriebs, Schornsteinfegerdaten und Daten aus der Stadtstatistik (Grundgerüst: Einwohner, Fahrzeugkilometer, Arbeitsstatistik und Bundesstatistik, sowie vom Land NRW bereitgestellte Daten).

Erfasst werden dabei die Endenergiebedarfe bzw. -verbräuche innerhalb des Bilanzierungsraums Stadt Aachen, im Kern also der örtliche Strom-, Gas- Fernwärme-, Heizöl- und Kraftstoffverbrauch. Die darauf aufbauende Primärenergiebilanz (LCA) umfasst darüber hinaus die sog. Vorkettenanteile der jeweils genutzten Endenergieträger, also den Aufwand, der zur Gewinnung bzw. Herstellung und zum Transport der Energie zum Endverbraucher in Aachen erforderlich ist. Auf Basis der LCA Bilanz wird abschließend die CO₂-Bilanz erstellt.

2. Endenergiebezug der Stadt Aachen nach Energieträgern

Der Endenergiebedarf (nicht witterungsbereinigt) über alle Verbraucherbereiche liegt 2023 mit 5.273 GWh (Gigawattstunden) ca. 2,2 % unter dem des Vorjahres 2022 (5.392 GWh) und ca. 25 % unter dem des Basisjahres 1990 (6.958 GWh).

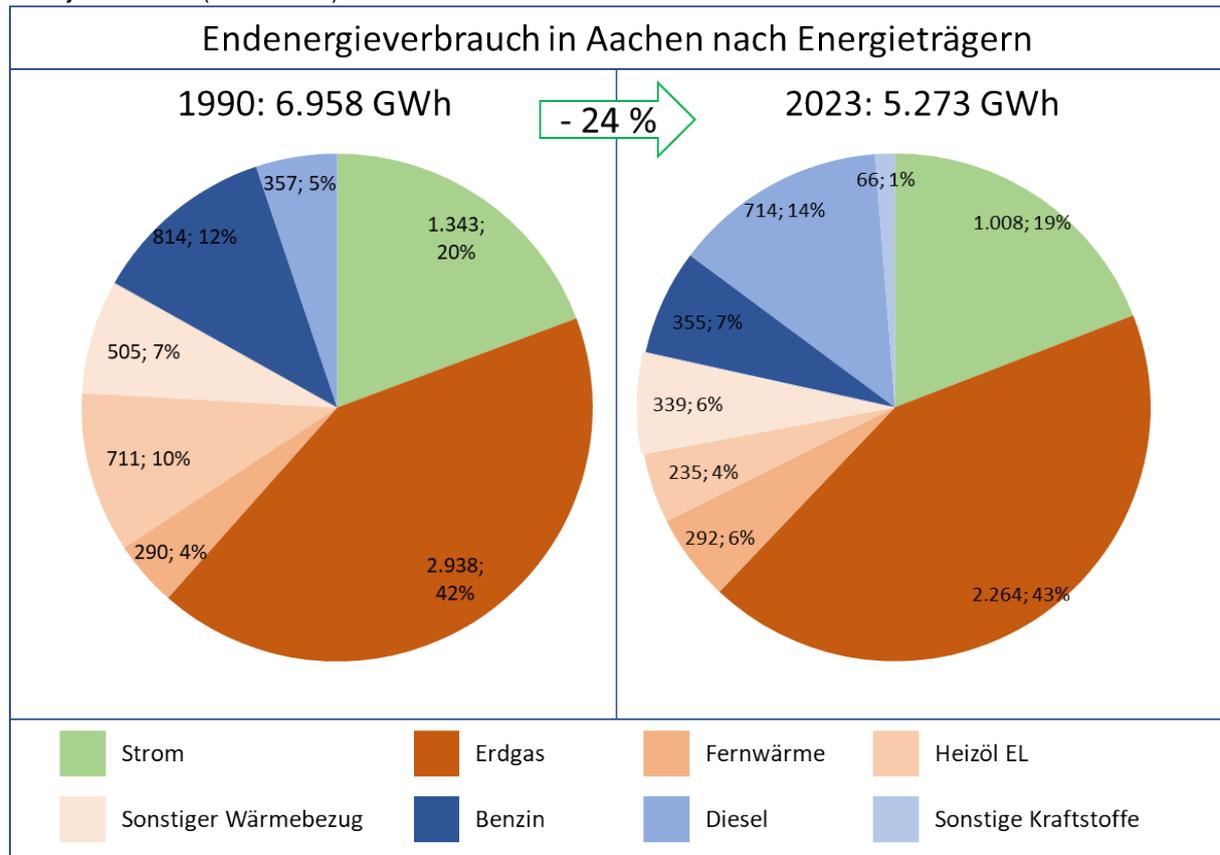


Abbildung 1: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 1990 und 2023 nach Energieträgern

In Abbildung 1 ist der Endenergiebezug der Stadt Aachen für die Jahre 1990 und 2023 nach Energieträgern dargestellt. Anteilig stark verändert haben sich insb. der Bezug von Dieselmotorkraftstoff (mehr), Benzin (weniger) und Heizöl (weniger).

Der Endenergieverbrauch in GWh nach Energieträgern zeigt für 2023 folgende Verteilung auf die Energieträger (s. Abbildung 1):

Wärme inkl. gasbasierter lokaler Stromerzeugung (orange).

Den größten Anteil am Endenergiebezug hat heute mit ca. 59 % die Wärmeversorgung. Diese wird durch die Energieträger Erdgas (2.264 GWh; 43 %), Fernwärme (292 GWh; 6 %) und Heizöl (235 GWh; 4 %) bereitgestellt. Der Anteil regenerativer Wärmeerzeugung (Solarwärme, Umweltwärme), anteilmäßig im Bereich „Sonstiger Wärmebezug“ zusammengefasst, liegt etwas über dem Niveau von Heizöl, und wächst kontinuierlich durch den Zubau stromgeführter Heizungen in Neubau und Gebäudebestand. Festbrennstoffe wie Holz oder Kohle haben für den Wärmebezug heute faktisch keine Bedeutung mehr.

Im Vergleich zum Jahr 1990 ist deutlich erkennbar, dass insbesondere der Heizölbedarf bis 2023 deutlich um ca. 2/3 gesunken ist. Der insgesamt deutliche Rückgang des Wärmebedarfs lässt sich u.a. mit besser gedämmten Gebäuden und effizienterer Wärmeerzeugung, aber auch mit dem deutlichen Rückgang der energieintensiven Industrie (Philipps/Glas, Continental/Reifen) in Aachen begründen.

Strom (grün):

Die Stromeinspeisung in das Aachener Stromnetz ist seit 1990 deutlich gesunken und betrug in 2023 1.008 GWh. Anzunehmen ist jedoch, dass aktuell zusätzliche ca. 250 GWh Strom durch Eigenerzeugung in Industrie und Gewerbe bereitgestellt und dort direkt verbraucht werden. Mangels genauer Kenndaten sind die Gasbedarfe der Stromeigenerzeugung bilanziell dem Bereich Wärme (Erdgas) zugeordnet (s.o.). Berücksichtigt man die gasbasierte Stromeigenerzeugung in Aachen, so hält sich der Strombedarf Aachens bis dato stabil bei etwa 1.300 GWh.

Von der gesamten Stromeinspeisung wurden 163 GWh durch regenerative Energiequellen im Aachener Stadtgebiet erzeugt und 845 GWh aus dem überregionalen Stromnetz nach Aachen transportiert. Der Anteil der örtlichen erneuerbaren Energien an der gesamten Stromeinspeisung in das Aachener Netz wächst langsam aber stetig und setzt sich heute aus 112 GWh Wind (= 11 %), 24 GWh Solarstrom (= 2,4 %), 26 GWh Biomassestrom (= 2,6 %) und 0,6 GWh Wasserkraftstrom (= 0,06 %) zusammen.

Kraftstoffe (blau):

Der örtliche Kraftstoffverbrauch für Fahrzeuge hatte in 2023 einen Anteil von 22 % am Endenergiebedarf der Stadt. Den größten Anteil davon machten Dieselfahrzeuge mit 714 GWh und Benzinfahrzeuge mit 355 GWh aus. Im Vergleich zu 1990 (17 %) hat sich der prozentuale Anteil der Kraftstoffe signifikant am Endenergieverbrauch erhöht und auch absolut haben sich die Werte kaum verändert bzw. reduziert.

Zu den sonstigen Kraftstoffen zählen ergänzend Biodiesel und -benzin. Flugkraftstoffe werden durch die territoriale Bilanzierung nicht in der Bilanz berücksichtigt.

3. Endenergieverbrauch der Stadt Aachen nach Sektoren

Abbildung 2 zeigt die Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen (Sektoren). Es dominieren 2023 die Haushalte (1.817 GWh, 34 %), die Industrie (1.277 GWh, 24 %) und der Verkehrssektor (1.164 GWh, 22 %), gefolgt vom Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) (923 GWh, 18 %). Der Anteil der kommunalen Verwaltung am Endenergieverbrauch liegt bei 92 GWh. Dies entspricht etwa 2 % des Gesamtverbrauchs ausmacht (Hinweis: 1990 gab es dazu noch keine genaue Erfassung). Eine separate Erfassung der Verbrauchsdaten der Hochschulen bzw. Landeseinrichtungen ist aktuell nicht möglich; schätzungsweise liegt dieser Anteil bei 5-10 %. Deutlich erkennbar ist weiterhin der sowohl relativ als auch absolut deutlich geringere Endenergiebezug der Industrie heute gegenüber 1990.

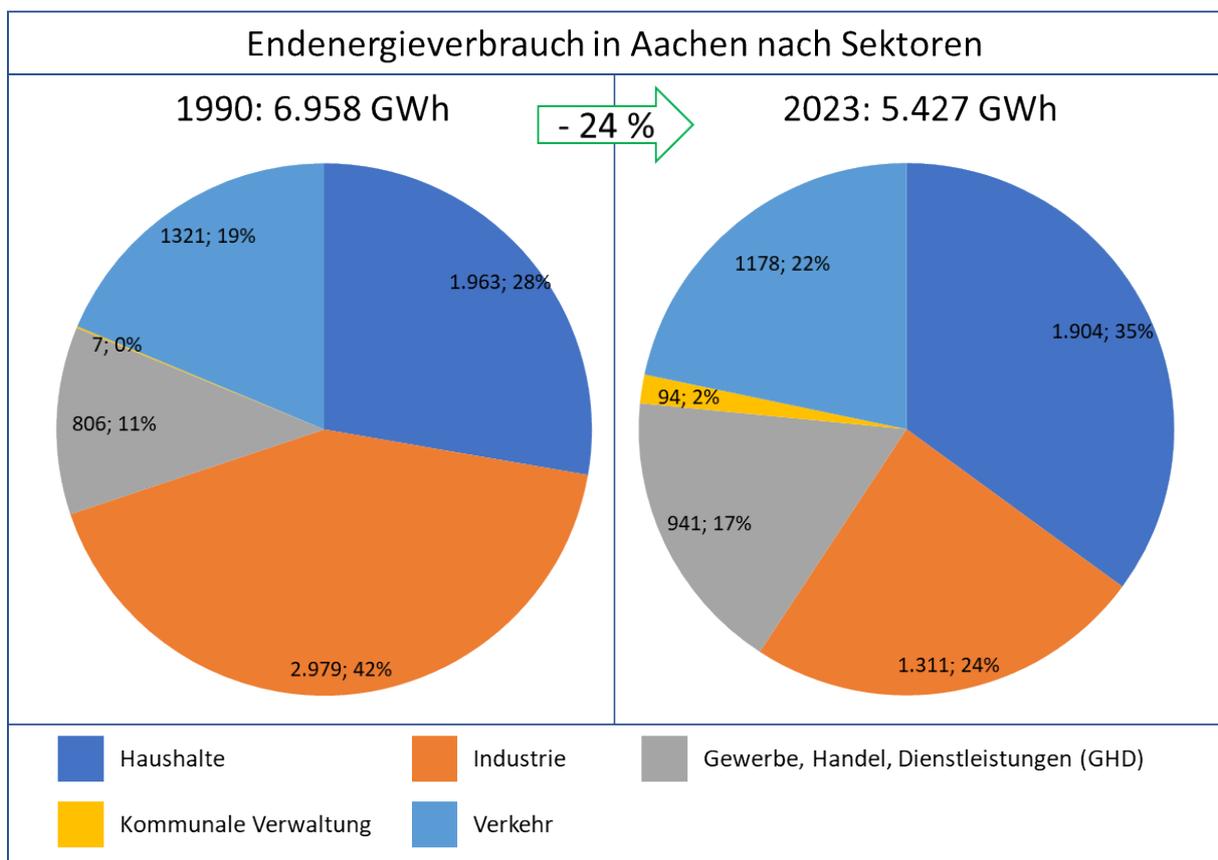


Abbildung 2: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 1990 und 2023 nach Verbrauchssektoren

4. CO₂-Emissionen der Stadt Aachen

Für die Bilanzierung der CO₂-Emissionen werden bundesweit unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Als Standardverfahren hat sich das sog. BSKO-Verfahren etabliert, das neben den Emissionen durch örtlich gut mess- oder abschätzbare Energieträger (Gas, Öl, Fernwärme Kraftstoffe, etc., siehe Punkt 3) für den Stromsektor davon ausgeht, dass überall dort, wo Netzstrom eingesetzt bzw. verbraucht wird, dieser emissionsseitig dem Bundesmix entspricht.

Bei der Bilanzierung der CO₂-Emissionen für die EU-Mission „100 climate neutral and smart cities“ (100 CNSC) wird der Stromsektor abweichend vom BSKO-Standard in 3 Bereiche differenziert:

- lokal erzeugter Strom auf Basis von Wind, Photovoltaik etc.,
- von STAWAG in Aachen vermarkteter und sehr CO₂-armer Strom, der das (langjährige) Investment der STAWAG in den Ausbau der Erneuerbaren Energien würdigt.
- Strom von Drittanbietern, die in Aachen Kunden versorgen; für diesen Strom wird mangels detaillierter Informationen von dem Bundesmix ausgegangen.

Diese Bilanzierung macht also das städtische Engagement (u.a. Förderprogramme, Positivplanung Wind, städt. Solardachprogramm) sicht- und messbar und würdigt darüber hinaus das frühzeitige Engagement der STAWAG, bundesweit in erneuerbare Energieprojekte zu investieren.

4.1. Bilanzierung nach dem BSKO-Verfahren (Standardverfahren)

Die durch den Primärenergieverbrauch der Stadt Aachen ausgelösten CO₂-Emissionen liegen bei diesem Verfahren für 2023 mit 1.576 Tsd. t CO₂ (Tausend Tonnen CO₂) 39 % unter denen des Basisjahres 1990 (2.579 Tsd. t CO₂).

Abbildung 3 und Abbildung 4 stellen die Verteilung der CO₂-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchssektoren und Energieträger dar. Diese zeigen weitestgehend ein analoges Bild zur Verteilung der Endenergiebedarfe der einzelnen Sektoren. Von den 1.576 Tsd. t CO₂ gesamtstädtische Emissionen (100 %) entfallen auf die Sektoren örtlicher Verkehr 395 Tsd. t CO₂, 25 %, Industrie 339 Tsd. t CO₂, 21 %, Gewerbe 265 Tsd. t CO₂, 17 % und Haushalte 549 Tsd. t CO₂, 35 %. Weitere 26 Tsd. t CO₂, also ~2 % der gesamtstädtischen CO₂-Emissionen, sind den kommunalen Gebäuden zuzuordnen.

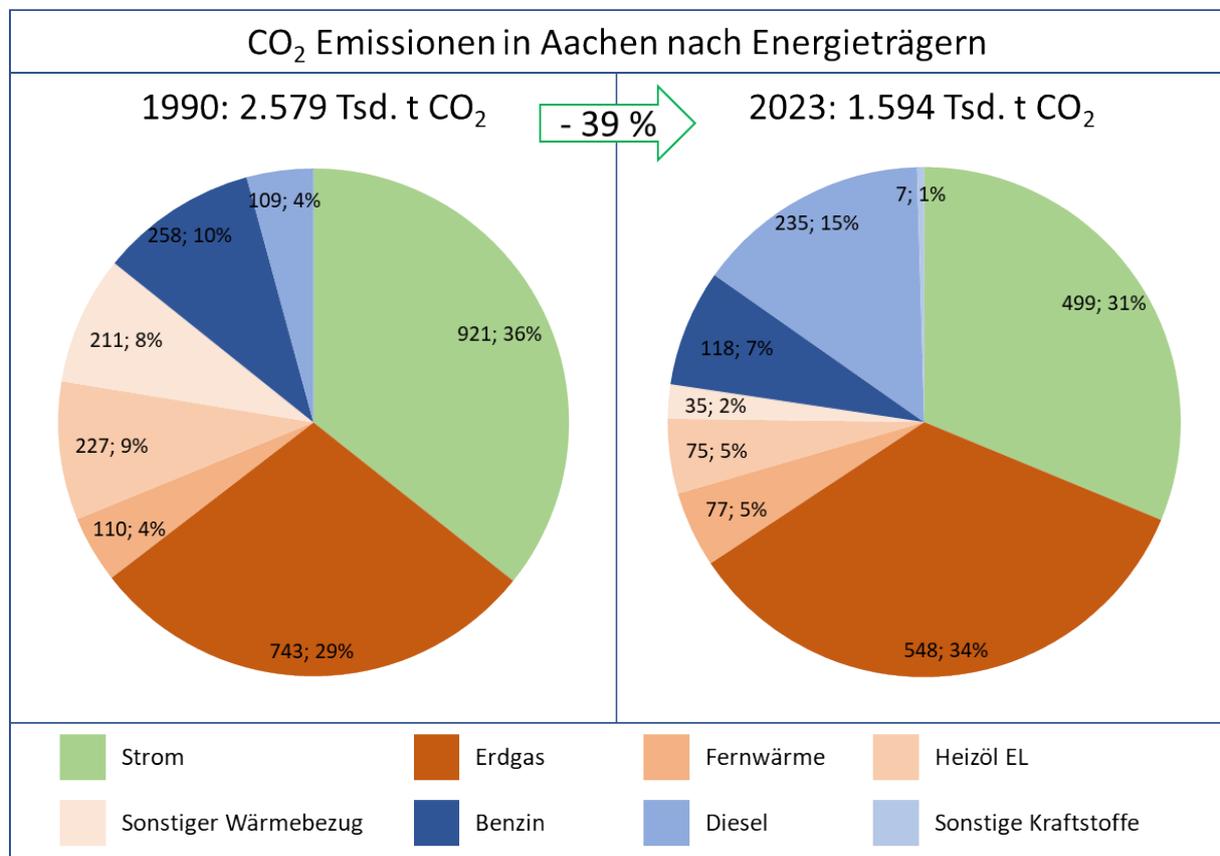


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Stadt Aachen in 1990 und 2023 nach Energieträgern gemäß BSKO-Verfahren

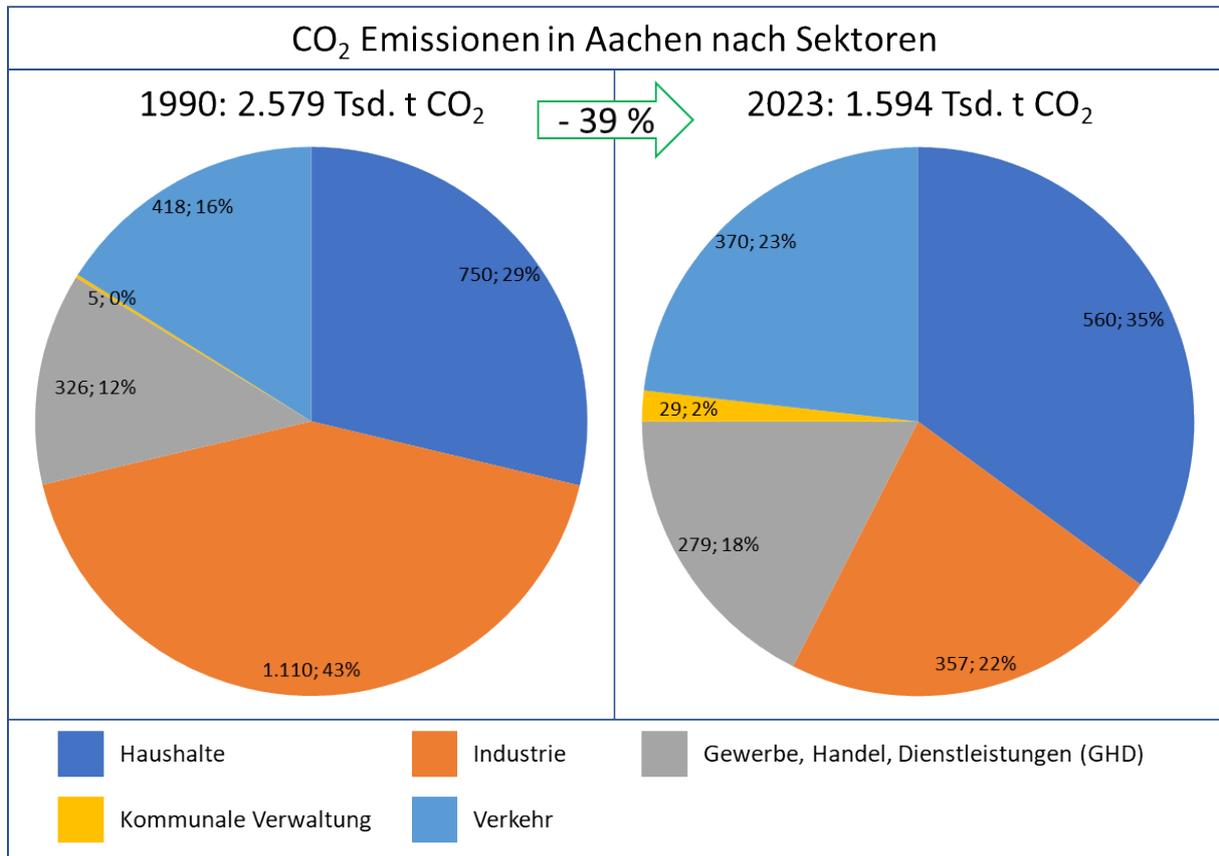


Abbildung 4: CO₂-Emissionen der Stadt Aachen in 1990 und 2023 nach Verbrauchssektoren gemäß BSKO-Verfahren

Zudem ist in Abbildung 4 ein deutlicher Rückgang der Emissionen im Bereich Strom erkennbar (473 Tsd. t CO₂, 51 %). Dies ist primär dem deutlich verbesserten CO₂-Faktor für den nationalen Strommix (Rückgang der Kohleverstromung und Ausbau der Erneuerbaren) geschuldet.

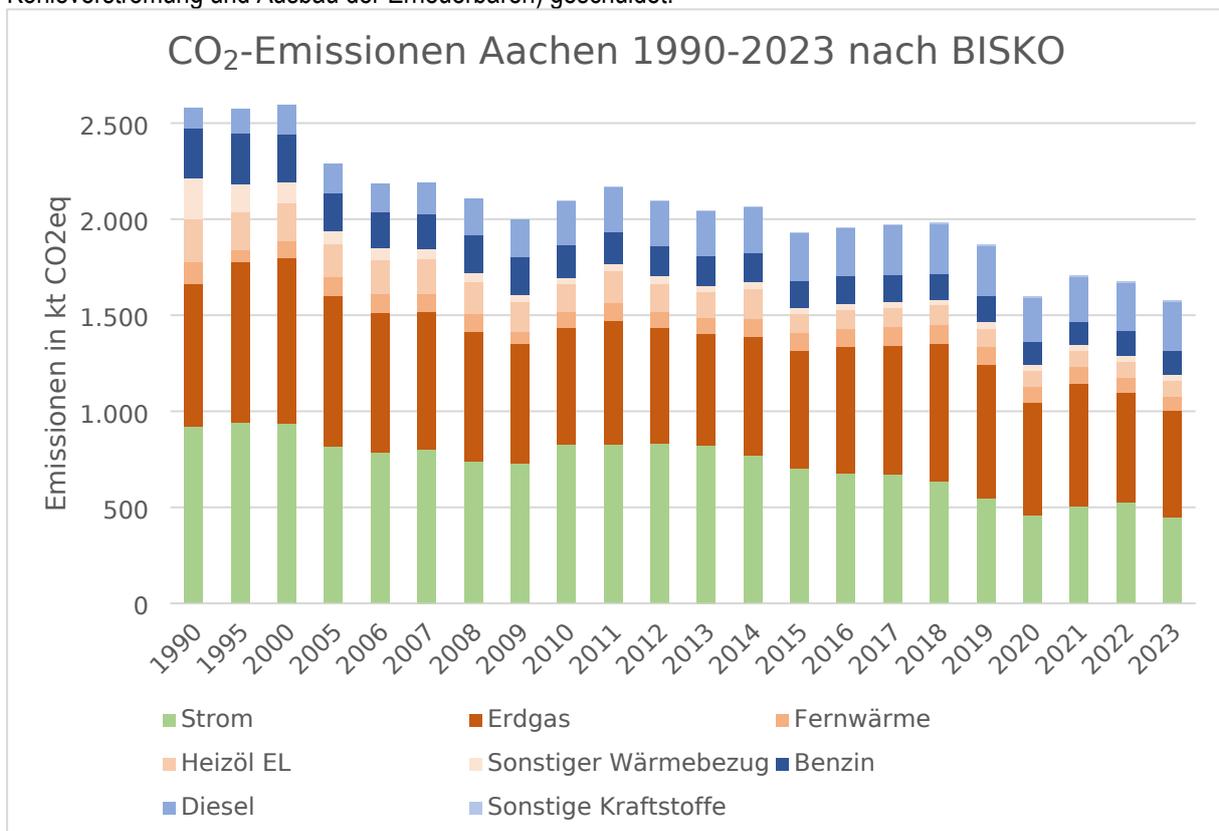


Abbildung 5: Verlauf der CO₂-Emissionen seit 1990 gemäß BSKO-Verfahren

Abbildung 5 stellt den Verlauf der CO₂ Emissionen seit 1990 dar. Diese liegen 2023 mit 1.576 Tsd. t CO₂ etwa 102 Tsd. t CO₂ entsprechend 6,1 % unter dem Wert des Vorjahrs. Pro Einwohner betragen die CO₂-Emissionen in 2023 damit etwa 6,0 t CO₂. Dies entspricht einer Verringerung der Pro-Kopf-Emissionen um ca. 40 % seit 1990 (damals 10,2 t CO₂).

Allein im Stromsektor sanken die Emissionen witterungsbereinigt um 79 Tsd. t CO₂ (-15 %) im Vergleich zum Vorjahr. Dies ist einerseits auf einen geringeren Strombezug aber vor allen Dingen auf einen deutlich verbesserten deutschen Emissionsfaktor zurückzuführen. Im Wärmebereich sind die Emissionen witterungsbereinigt um 3 % gesunken. Der Kraftstoffverbrauch ist nahezu auf dem gleichen Level wie im Vorjahr geblieben. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass für das Jahr 2023 zur Berechnung der Emissionen im Verkehrssektor noch nicht alle benötigten Daten zur Verfügung stehen. Daher wurde hier in Teilen auf Daten von 2022 zurückgegriffen. Daten für die Berechnung der Emissionen im Verkehrssektor stehen voraussichtlich im Herbst 2025 zur Verfügung.

4.2 Bilanzierung unter Berücksichtigung der lokalen Stromerzeugung und des STAWAG-Strommix (für die EU-Mission 100 CNSC)

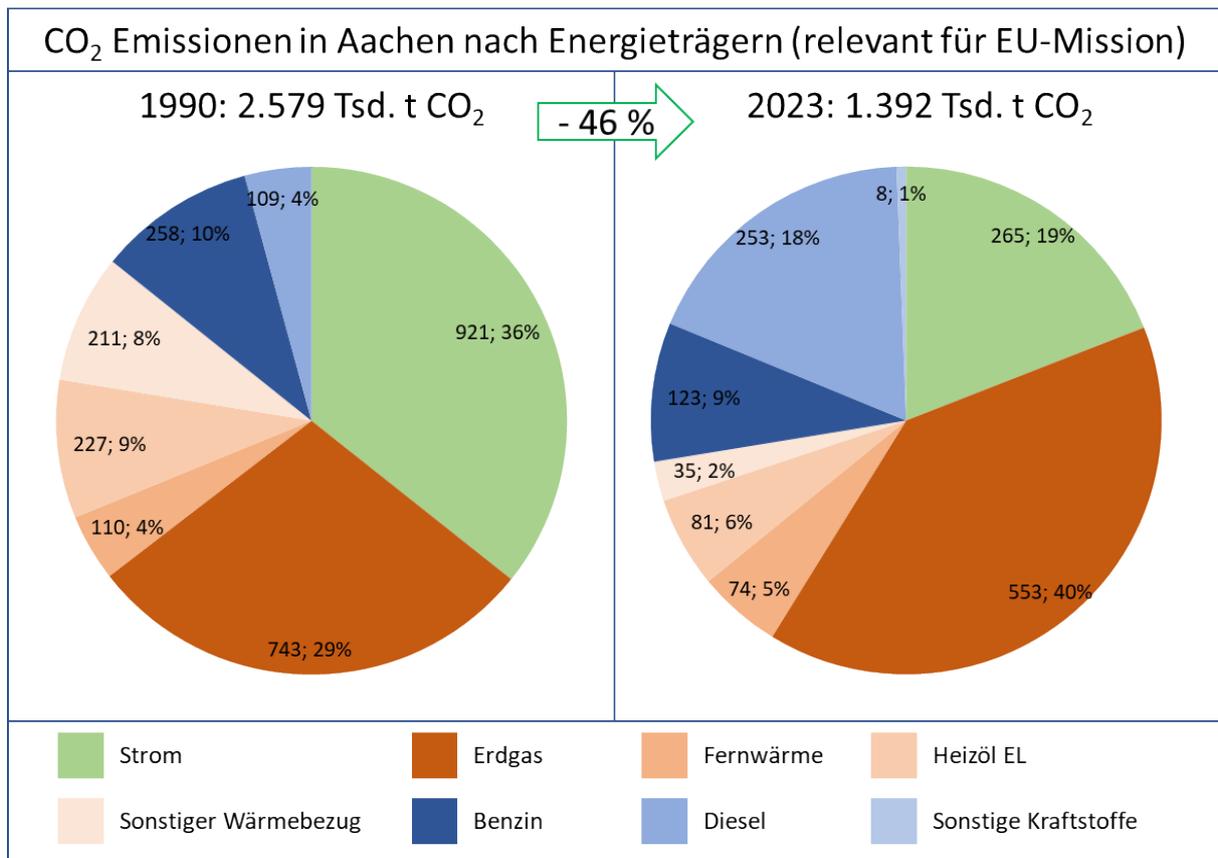


Abbildung 6: CO₂-Emissionen der Stadt Aachen in 1990 und 2023 nach Energieträgern (Bilanzierung EU-Mission 100 CNSC)

Berücksichtigt man den STAWAG-Strommix und die erneuerbare lokale Stromerzeugung, reduzieren sich die Emissionen im Strombereich gegenüber der BSKO Betrachtung von 448 Tsd. t auf dann nur noch 265 Tsd. t im Jahr 2023. In der Folge sinken die städtischen Emissionen in der Gesamtbilanz von 1.576 Tsd. t auf 1.392 Tsd. t CO₂.

Bezogen auf das Basisjahr 1990 entspricht dies einer Reduktion von 46 %. Die Pro-Kopf Emissionen sinken deutlich von 10,2 t CO₂ in 1990 auf 5,3 t CO₂ in 2023. Dies entspricht einer Reduktion um 48 %, damit also um fast die Hälfte.

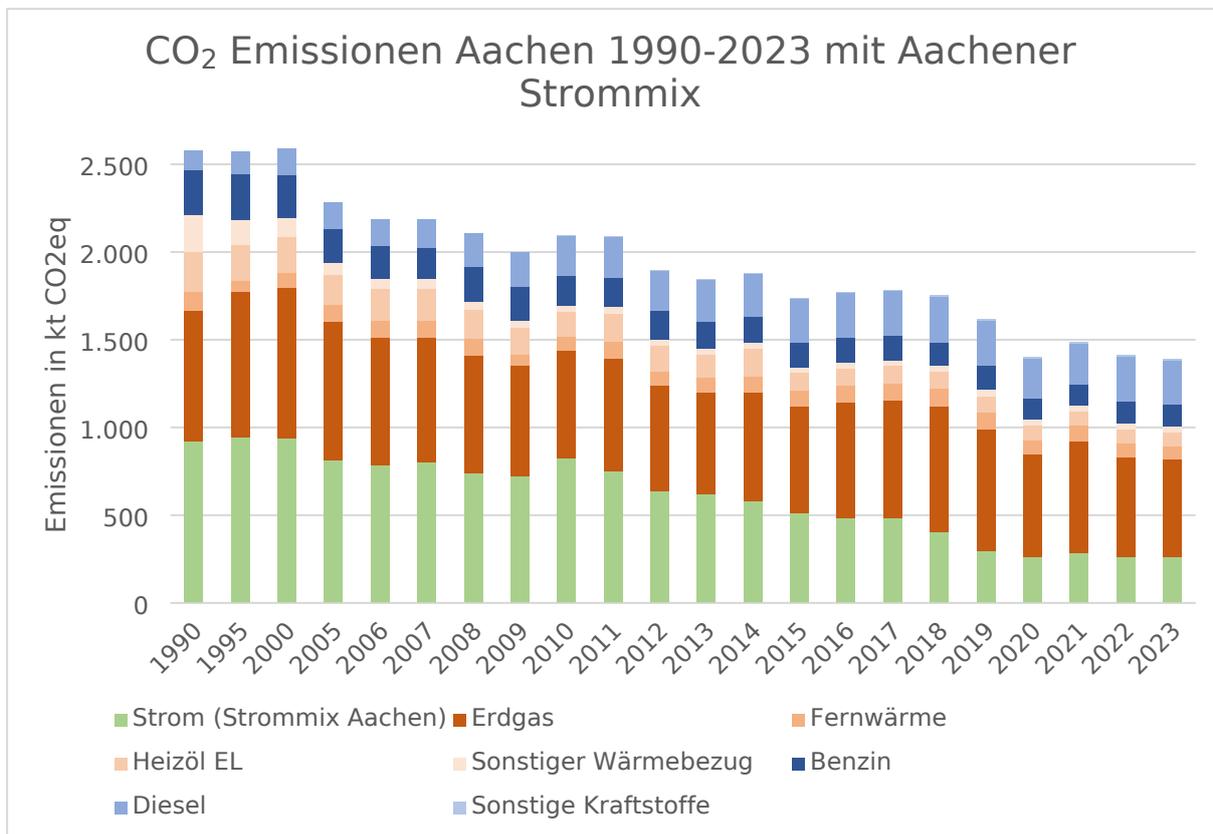


Abbildung 7 Verlauf der CO₂-Emissionen seit 1990 unter Berücksichtigung der lokalen Erzeugung (ab 2015) und des STAWAG-Strommix (ab 2011); (Bilanzierung EU-Mission 100 CNSC)

Der Verlauf der Emissionen seit 1990 mit Berücksichtigung der erneuerbaren lokalen Stromerzeugung und des STAWAG-Strommix ist in Abbildung 7 dargestellt.

Der Ausbau des klimafreundlichen Produktions- und Angebotsportfolios der STAWAG und die Maßnahmen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien der Stadt Aachen leisten damit auch weiterhin einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in der Stadt Aachen. Für die Zielerreichung der EU-Mission 100 CNSC ist dies ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Der Bilanzierungsstand 2023 versteht sich auch als Mutmacher, denn die anhaltenden Megatrends „Erneuerbare Energien“, „Elektromobilität“ und „Zukunftstechnologien“, sowie wachsende Synergien zwischen diesen Feldern erlauben auch in Zukunft eine wachsende Dynamik im Bereich der CO₂-Minderung.

5. Volkswirtschaftliche Kosten der Aachener CO₂-Emissionen

Das Umweltbundesamt berechnet die aktuellen gesellschaftlichen Folgekosten für die Umweltbelastung durch den Ausstoß von CO₂ für das Jahr 2023 auf 254 € pro Tonne CO₂. Bei einem CO₂-Ausstoß in Höhe von 1.576 Tsd. t CO₂ gemäß BSKO-Bilanz ergeben sich Folgekosten in Höhe von rund 400 Mio. €. Die Folgekosten, die z.B. durch Luftverschmutzung bei der Stromerzeugung oder im Verkehrssektor entstehen, sind dabei noch nicht berücksichtigt. Tendenziell werden die spezifischen Kosten weiter steigen, da z.B. der Wert von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen steigt, die durch Extremwetter gefährdet sind. Dies belegt, dass zügig Maßnahmen zur weiteren Reduktion der Emissionen umgesetzt werden müssen, um die jährlichen gesellschaftlichen Folgekosten durch CO₂ und weiterer Luftschadstoffe nachhaltig zu verringern.

6. Das Wichtigste in Kürze

- 1) Der Endenergieverbrauch der Stadt ist seit 1990 um 25 % gesunken. Insbesondere in den Sektoren Wärme und Mobilität werden die Effizienz- und Sparpotentiale nur langsam und in nicht ausreichendem Maße gehoben.
- 2) Die Aachener CO₂-Emissionen sinken weiter, bleiben aber dennoch erkennbar hinter den beschlossenen Zielen zurück. Gegenüber dem Basisjahr 1990 liegt die Einsparung nach BSKO-Bilanz heute bei 39 %. Bei Berücksichtigung des lokal erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien und des STAWAG-Strommix erhöht sich die Einsparung auf 46 %. Die mittlere jährliche Einsparung hat sich dabei in den zurückliegenden 4 Jahren erkennbar auf ca. 3 % erhöht; dabei spielen insbesondere auch Einflüsse wie die Corona-Krise, der Ukrainekrieg und der deutlich verbesserte Emissionsfaktor im Stromsektor durch den Ausbau erneuerbarer Energien eine wichtige Rolle.
- 3) Die absolute CO₂-Einsparung gegenüber 2022 liegt in der BSKO-Betrachtung bei 102 Tsd. t CO₂. Das im Klimaschutzkonzept von 2020 (IKSK) verankerte durchschnittliche CO₂-Einsparziel von durchschnittlich 77 Tsd. t CO₂ pro Jahr wurde für den Zeitraum 2019 – 2023 im Mittel leicht verfehlt. Pro Jahr wurden für die letzten 4 Jahre etwa 73 Tsd.t CO₂/Jahr eingespart. Um eine Klimaneutralität in 2030 zu erreichen, sind die jährlichen Einsparungen deutlich zu steigern.
- 4) Die mit 51 % in der BSKO Methode und sogar 71 % bei Berücksichtigung des Aachener Strommix höchste relative Absenkung der Emissionen seit 1990 erfolgte im Sektor Strom (Einsparung: BSKO 473 Tsd. t CO₂, Aachener Strommix 656 Tsd. t CO₂), gefolgt vom Bereich Wärme (Einsparung: 548 Tsd. t CO₂). Der Verkehrssektor hängt im Klimaschutz nach wie vor zurück. Hier wurden im Vergleich zu 1990 ca. 17.000 t CO₂ mehr ausgestoßen (siehe Abbildung 8). Hier sei jedoch darauf hingewiesen, dass im Mobilitätsbereich keine kommunalen Daten vorliegen und daher in der Bilanz auf bundesdeutsche Daten zurückgegriffen werden muss. Diese werden final für das Jahr 2023 erst im Herbst 2025 veröffentlicht. Daher können sich im Ergebnis noch Änderungen ergeben.

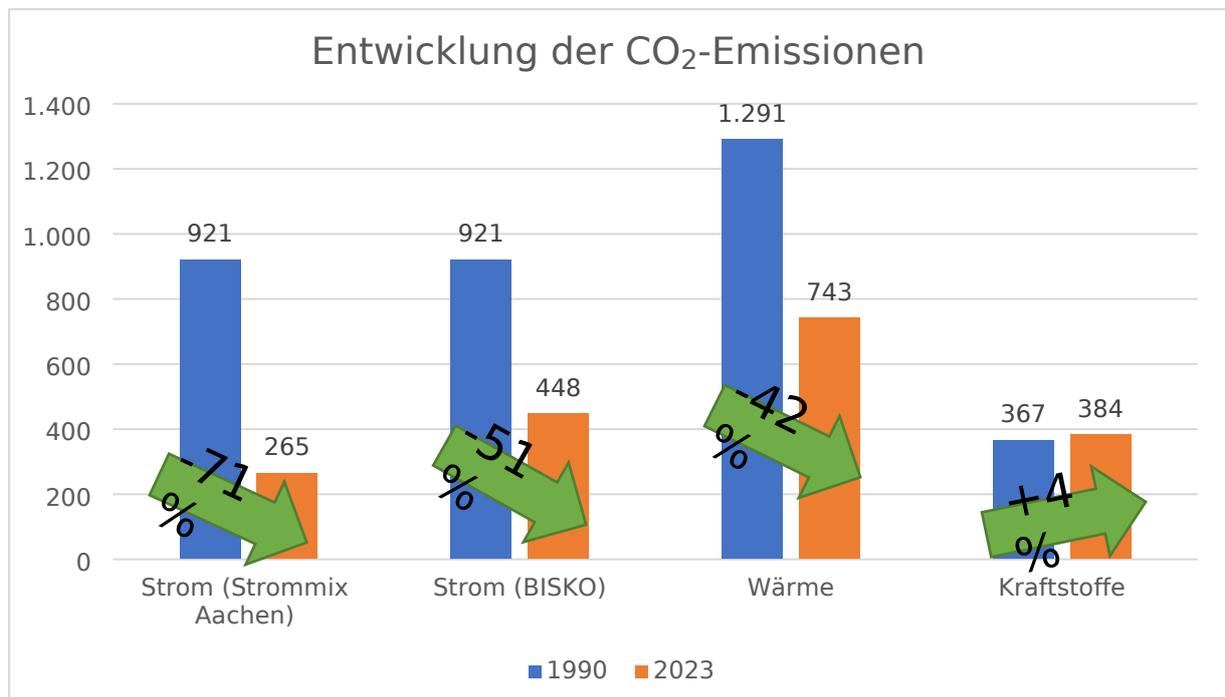


Abbildung 8: Entwicklung der Emissionen seit 1990 nach den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr (Kraftstoffe)

- 5) Der Anteil an erneuerbaren Energien an der lokalen Stromerzeugung beträgt im Jahr 2023 16 % - für eine Großstadt ein guter, aber für die vorhandenen Möglichkeiten innerhalb des Aachener Stadtgebiets noch deutlich steigerungsfähiger Wert. Den höchsten Beitrag steuert schon heute mit 111 GWh die Windenergie bei.

7. Schlussfolgerungen

Der Klimaschutz kommt in Aachen weiter voran, bleibt aber trotz erheblicher Anstrengungen und einer Vielzahl wichtiger und notwendiger Einzelmaßnahmen (u.a. aus dem IKSK und IKSK 2.0) noch hinter den Erwartungen zurück.

Die großen Zukunftsherausforderungen, aber auch Chancen für Aachen auf dem Weg in Richtung CO₂-Neutralität (Ziel: Aachen klimaneutral 2030) liegen im zügigen Ausbau der Wind- und Solarenergie, in der „Wärmewende“, der Sanierung von Bestandsgebäuden und der zu intensivierenden Transformation des Verkehrsbereiches.

Anlage/n:

Keine