

| | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Vorlage | | Vorlage-Nr: FB 36/0361/WP18 |
| Federführende Dienststelle: FB 36 - Fachbereich Klima und Umwelt | | Status: öffentlich |
| Beteiligte Dienststelle/n: | | Datum: 06.02.2024 |
| | | Verfasser/in: FB 36/700 |
| Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Aachen für das Jahr 2022 | | |
| Ziele: | | |
| Beratungsfolge: | | |
| Datum | Gremium | Zuständigkeit |
| 20.02.2024 | Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz | Kenntnisnahme |

Beschlussvorschlag:

Der Ausschuss nimmt die Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Aachen für das Jahr 2022 zur Kenntnis.

Finanzielle Auswirkungen

| | | | |
|--|----|------|--|
| | JA | NEIN | |
| | | X | |

| Investive Auswirkungen | Ansatz 20xx | Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx | Ansatz 20xx ff. | Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx ff. | Gesamt- bedarf (alt) | Gesamt- bedarf (neu) |
|--|---|--------------------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------|
| Einzahlungen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Auszahlungen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ergebnis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>+ Verbesserung / - Verschlechterung</i> | <i>0</i> | | <i>0</i> | | | |
| | Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden | | Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden | | | |

| konsumtive Auswirkungen | Ansatz 20xx | Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx | Ansatz 20xx ff. | Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx ff. | Folge- kosten (alt) | Folge- kosten (neu) |
|--|---|--------------------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|
| Ertrag | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Personal-/ Sachaufwand | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abschreibungen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ergebnis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>+ Verbesserung / - Verschlechterung</i> | <i>0</i> | | <i>0</i> | | | |
| | Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden | | Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden | | | |

Weitere Erläuterungen (bei Bedarf):

Klimarelevanz

Bedeutung der Maßnahme für den Klimaschutz/Bedeutung der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung (in den freien Feldern ankreuzen)

Zur Relevanz der Maßnahme für den Klimaschutz

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

| | | | |
|--------------|----------------|----------------|------------------------|
| <i>keine</i> | <i>positiv</i> | <i>negativ</i> | <i>nicht eindeutig</i> |
| | x | | |

Der Effekt auf die CO₂-Emissionen ist:

| | | | |
|---------------|---------------|-------------|--------------------------|
| <i>gering</i> | <i>mittel</i> | <i>groß</i> | <i>nicht ermittelbar</i> |
| | | | x |

Zur Relevanz der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

| | | | |
|--------------|----------------|----------------|------------------------|
| <i>keine</i> | <i>positiv</i> | <i>negativ</i> | <i>nicht eindeutig</i> |
| x | | | |

Größenordnung der Effekte

Wenn quantitative Auswirkungen ermittelbar sind, sind die Felder entsprechend anzukreuzen.

Die **CO₂-Einsparung** durch die Maßnahme ist (bei positiven Maßnahmen):

- gering unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
- mittel 80 t bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
- groß mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Die **Erhöhung der CO₂-Emissionen** durch die Maßnahme ist (bei negativen Maßnahmen):

- gering unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
- mittel 80 bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
- groß mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Eine Kompensation der zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen erfolgt:

- vollständig
- überwiegend (50% - 99%)
- teilweise (1% - 49 %)
- nicht
- nicht bekannt

Eine Kompensation der zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen erfolgt:

| | | | | | | |
|-------------|-------------------------|----------------------|-------|---|----------------|--|
| vollständig | überwiegend (50-99%) | teilweise (1-49%) | nicht | X | nicht relevant | |
|-------------|-------------------------|----------------------|-------|---|----------------|--|

Die CO₂ Bilanz ist ein Monitoring Instrument für die Klimaziele der Stadt Aachen. Der Effekt auf die CO₂ Emissionen ist nicht ermittelbar, da die Bilanz keine unmittelbaren Einspareffekte auslöst.

Es gibt keinen Effekt auf die Klimafolgenanpassung, da ausschließlich Emissionen betrachtet werden.

Erläuterungen:

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, 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.

Anpassung der Bilanz im Bereich „Mobilität“

Für das Jahr 2022 wurde der Verkehrssektor erstmals statt nach dem Verursachermodell nach dem Territorialprinzip bilanziert. Diese Anpassung wurde erforderlich, um den heute von den meisten Städten und Gemeinden bevorzugten sog. „BISKO“ (Bilanzierungs-Systematik Kommunal) Standard zu erfüllen.

Bisher wurde die Emissionsbilanz auf Basis der in Aachen angemeldeten Fahrzeuge und bundesweiten Durchschnittswerten für Fahrkilometer, Kraftstoffverbrauch u.a. des Kraftfahrzeug-Bestandes berechnet. Im Gegensatz dazu werden bei der Anwendung des Territorialprinzips ausschließlich die Emissionen mit in die Bilanz eingerechnet, die durch Fahrzeuge auf dem Aachener Stadtgebiet ausgestoßen werden (Durchgangsverkehr, Einpendlerverkehr, Verkehr in Aachen). Als Datenquelle dienen hierzu Daten des ifeu Instituts (Institut für Energie- und Umweltforschung

Heidelberg gGmbH). Diese werden jährlich pro Kommune veröffentlicht. Dies bietet für die Bilanz den Vorteil, dass mit Daten, die spezifisch auf das Stadtgebiet passen, gerechnet wird und lokal/regional wirkende Maßnahmen des Mobilitätsbereichs wie die Stärkung des Rad- oder Fußverkehrs in der Bilanz besser sichtbar werden. Nachteil ist, dass der Pro-Kopf Ausstoß an CO₂ für die Stadtgesellschaft dadurch nur unvollständig erfasst (ohne außerörtliche Fahrbewegungen, Flugverkehre).

Im Sinne von Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit bzgl. der bis dato erzielten Einsparquote wurde die Bilanz rückwirkend bis in das Referenzjahr 1990 auf die neue BSKO Systematik angepasst. Durch das Territorialprinzip ergeben sich für den Verkehrsbereich Endenergieverbräuche bzw. Emissionen, die etwa 25 bzw. 30 % geringer sind als bei der bisher eingesetzten Verursacher-basierten Bilanz. In der Folge reduziert sich auch die gesamtstädtische CO₂ Bilanz über alle Verbraucherbereiche um ca. 10 %.

Endenergiebezug der Stadt Aachen nach Energieträgern

Der Endenergiebedarf (nicht witterungsbereinigt) über alle Verbraucherbereiche liegt 2022 mit 5.427 GWh (Gigawattstunden) ca. 7,4 % unter dem des Vorjahres 2021 (5.859 GWh) und ca. 22 % unter dem des Basisjahres 1990 (6.958 GWh).

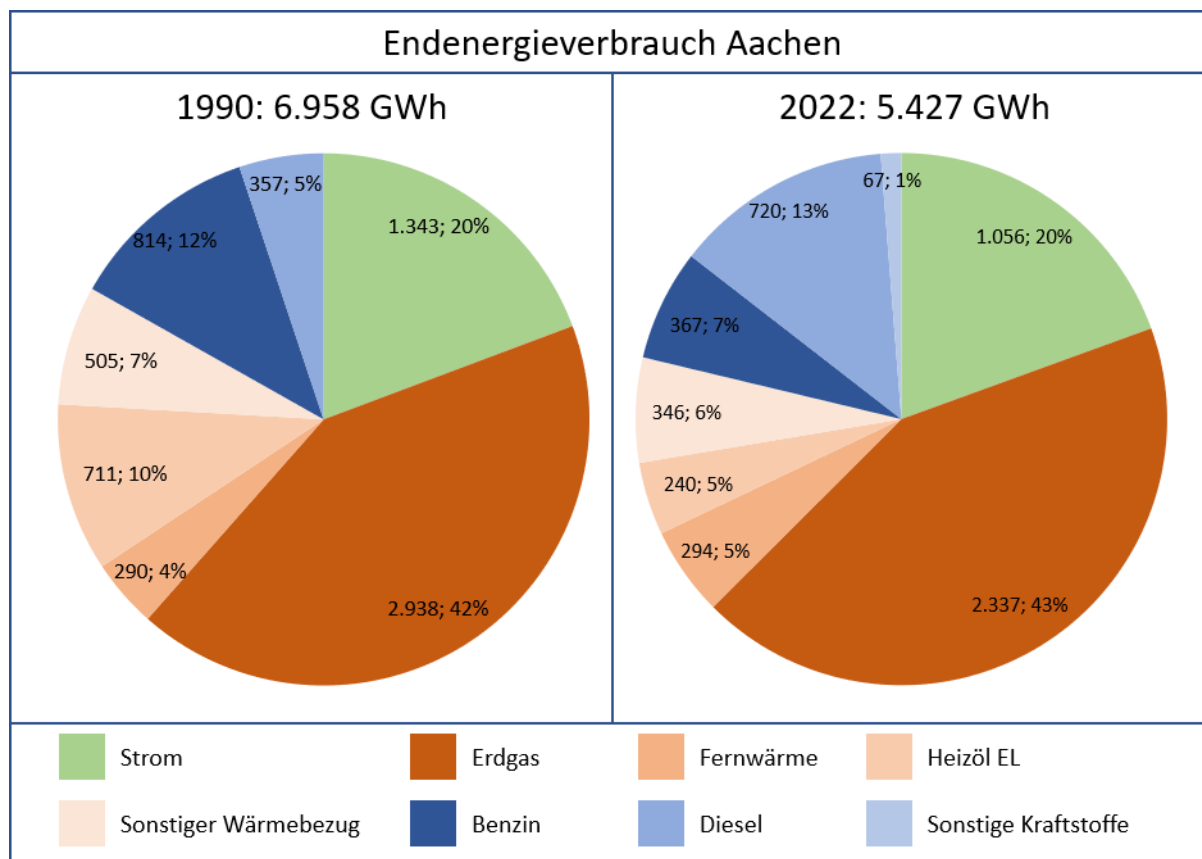


Abbildung 1: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 1990 und 2022 nach Energieträgern

In *Abbildung 1* ist der Endenergiebezug der Stadt Aachen für die Jahre 1990 und 2022 nach Energieträgern dargestellt. Anteilig stark verändert hat sich insb. Diesellostoff (mehr), Benzin (weniger) und Heizöl (weniger).

Der Endenergieverbrauch in GWh nach Energieträgern zeigt für 2022 folgende Verteilung auf die Energieträger (s. *Abbildung 2*): Wärme incl. gasbasierter lokaler Stromerzeugung (orange):

Den größten Anteil am Endenergiebezug hat heute mit ca. 59 % die Wärmeversorgung, diese wird durch die Energieträger Erdgas (2.337 GWh; 43 %), Fernwärme (327 GWh; 5 %) und Heizöl (266 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 von stromgeführten Heizungen in Neubau und Gebäudebestand. Festbrennstoffe wie Holz oder Kohle haben für den Wärmeverbrauch heute faktisch keine Bedeutung mehr.

Im Vergleich zum Jahr 1990 ist deutlich erkennbar, dass insbesondere der Heizölbedarf bis 2022 deutlich um ca. 2/3 gesunken ist. Der insgesamt geringere Wärmebedarf 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. Zudem wurde auch aufgrund der erhöhten Energiepreise wegen des Ukrainekriegs in 2022 weniger Wärme bezogen.

Strom (grün):

Die Stromeinspeisung in das Aachener Stromnetz ist seit 1990 deutlich gesunken und betrug in 2022 1.056 GWh. Anzunehmen ist jedoch, dass aktuell zusätzliche ca. 300 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 überraschend stabil bei 1.300 bis 1.400 GWh.

Von der gesamten Stromeinspeisung wurden 153 GWh durch regenerative Energiequellen im Aachener Stadtgebiet erzeugt und 903 GWh aus dem überregionalen Stromnetz nach Aachen transportiert. Der Anteil der örtlichen erneuerbaren Energien an der Gesamten Stromeinspeisung in das Aachener Netzes wächst langsam aber stetig und setzt sich heute aus 106,3 GWh Wind (=10,1 %), 23,4 GWh Solarstrom (=2,2%), 22,7 GWh Biomassestrom (=2,1%) und 0,7 GWh Wasserkraftstrom (=0,07%) zusammen.

Kraftstoffe (blau):

Der örtliche Kraftstoffverbrauch für Fahrzeuge hatten in 2022 einen Anteil von 21 % am Endenergiebedarf der Stadt. Den größten Anteil davon machten Dieselfahrzeuge mit 720 GWh und Benzinfahrzeuge mit 367 GWh aus; im Vergleich zu 1990 hat sich der Anteil des Diesels also signifikant erhöht. Zu den sonstigen Kraftstoffen zählen ergänzend Biodiesel und -benzin. Flugkraftstoffe werden durch die territoriale Bilanzierung gar nicht mehr in der Bilanz dargestellt.

Endenergiebezug der Stadt Aachen nach Energieträgern

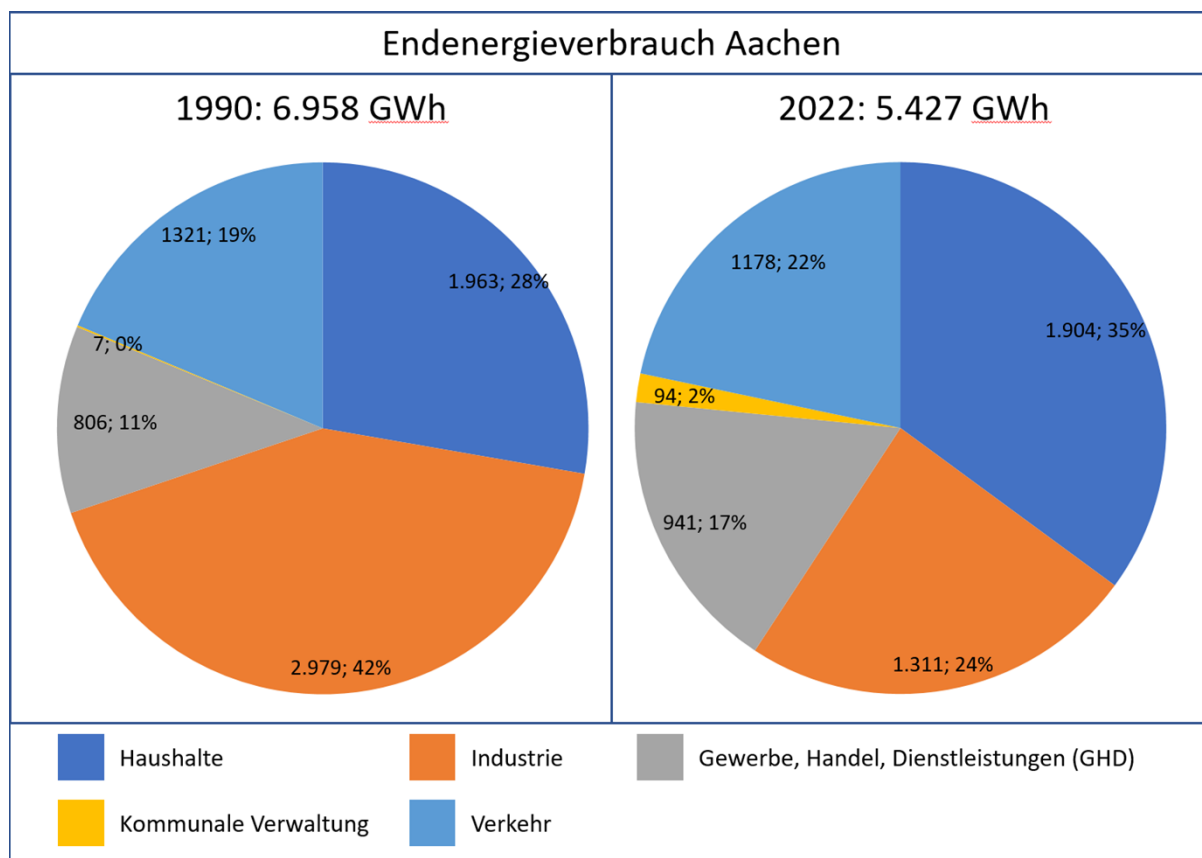


Abbildung 2: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 2022 nach Verbrauchssektoren

Abbildung 2 zeigt die Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen (Sektoren). Es dominieren dabei die Haushalte (1.904 GWh, 35 %) die Industrie (1.311 GWh, 24 %) und der Verkehrssektor (1.178 GWh, 22 %) gefolgt vom Sektor Gewerbe Handel Dienstleistungen (GHD) (941 GWh, 17 %). Der Anteil der kommunalen Verwaltung liegt bei 94 GWh, 2 % (Hinweis: 1990 gab es dazu noch keine genaue Erfassung. Der Bereich der Hochschulen bzw. Landeseinrichtungen konnte ebenfalls noch nicht separat erfasst werden, dürfte aber im Bereich von 5 – 10 % liegen).

Deutlich erkennbar ist weiterhin der sowohl relativ als auch absolut deutlich geringere Endenergiebezug der Industrie.

CO₂ Emissionen der Stadt Aachen

Die durch den Primärenergieverbrauch der Stadt Aachen ausgelösten CO₂ Emissionen liegen 2022 mit 1.594 Tsd. t CO₂ (Tausend Tonnen CO₂) 38 % unter denen des Basisjahres 1990 (2.579 Tsd. t CO₂).

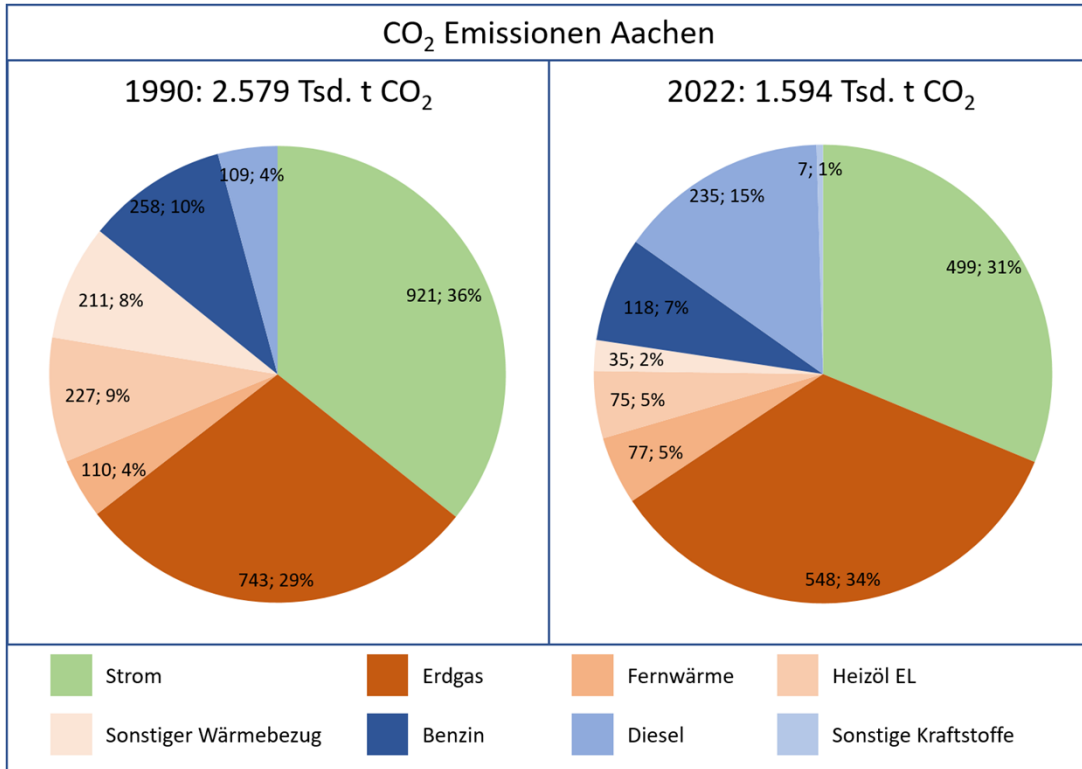


Abbildung 3: CO₂ Emissionen der Stadt Aachen in 1990 und 2022 nach Energieträgern

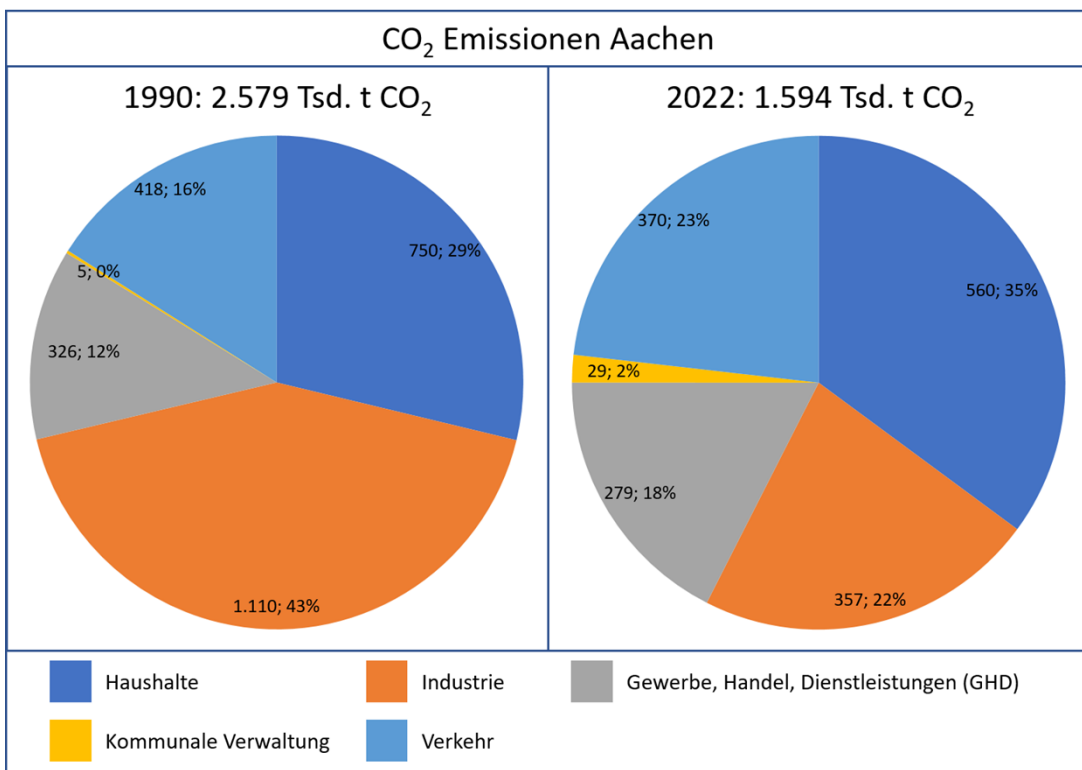


Abbildung 4: CO₂ Emissionen der Stadt Aachen in 2022 nach Verbrauchssektoren

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 1.594 Tsd. t CO₂ gesamtstädtische Emissionen (100%) entfallen auf die Sektoren örtlicher Verkehr 370 Tsd. t CO₂, 23 %, Industrie 357 Tsd. t CO₂, 22 %, Gewerbe 279 Tsd. t CO₂, 18 % und Haushalte 560 Tsd. t CO₂, 35 %. Weitere 29 Tsd. t CO₂, also ~2 % der gesamtstädtischen CO₂-Emissionen, sind den kommunalen Gebäuden zuzuordnen.

Zudem ist in Abbildung 3 ein deutlicher Einbruch der Emissionen im Bereich Strom erkennbar (422 Tsd. t CO₂, 46 %). Dies ist primär dem deutlich verbesserten CO₂-Faktor (Rückgangs der Kohleverstromung und Ausbau der Erneuerbaren) geschuldet.

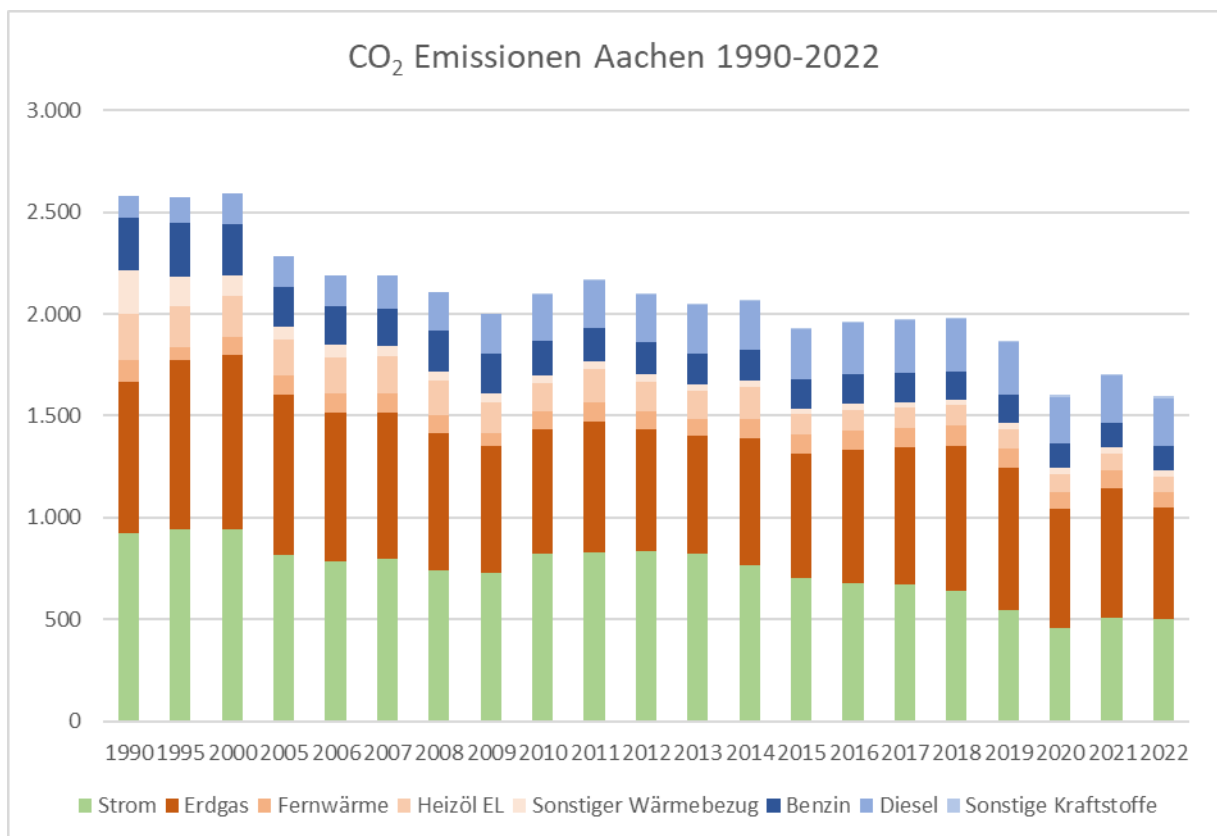


Abbildung 5: Verlauf der CO₂ Emissionen seit 1990

Abbildung 5 stellt den Verlauf der CO₂ Emissionen seit 1990 dar. Diese liegen 2022 mit 1.626 Tsd. t CO₂ etwa 118 Tsd. t CO₂ entsprechend 6,7 % unter dem Wert des Vorjahres und 7 Tsd. t CO₂ unter dem Wert des „Corona-Jahres“ 2020“. Pro Einwohner betragen die CO₂-

Emissionen in 2022 damit etwa 6,1 t CO₂. Dies entspricht sogar einer Verringerung der Pro-Kopf-Emissionen um 40 % seit 1990 (damals 10,2 t CO₂). Der zuletzt deutlich gesunkene Wärmeverbrauch (insb. Erdgas) ist dabei stark geprägt von den Auswirkungen des Ukrainekrieges und den damit einhergehenden Energiepreisentwicklungen.

Allein im Wärmesektor sanken die Emissionen witterungsbereinigt um 109 Tsd. t CO₂ (-12 %) im Vergleich zum Vorjahr. Die Emissionen im Strom und Mobilitätsbereich bleiben dagegen nahezu auf einem gleichen Level.

Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

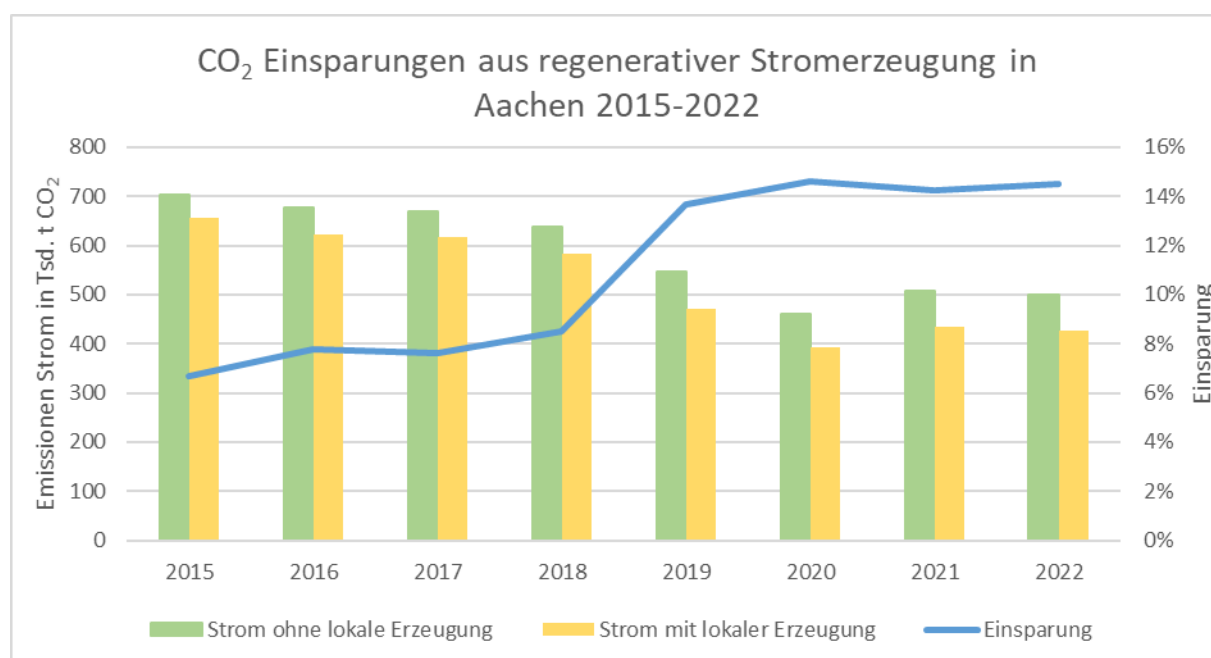


Abbildung 6: Einsparungen aus regenerativer Erzeugung in Aachen

In *Abbildung 6* sind die Emissionen im Bereich Strom mit und ohne Anrechnung der regenerativen Erzeugung (Windenergie, Photovoltaik, Wasserkraft, Biogas) auf dem Gebiet der Stadt Aachen dargestellt. Die Einsparungen durch die lokale Erzeugung in Aachen senken die gesamtstädtische Bilanz heute um deutliche 70 – 80.000 Tonne jährlich, entsprechend 4 % und liegen bezogen auf den lokalen Stromsektor bei ca. 15 %.

Volkswirtschaftliche Kosten der Aachener CO₂ Emissionen

Das Umweltbundesamt berechnet die aktuellen gesellschaftlichen Folgekosten für die Umweltbelastung durch den Ausstoß von CO₂ für das Jahr 2022 auf 237 € pro Tonne CO₂. Bei einem CO₂ Ausstoß in Höhe von 1.594 Tsd. t CO₂ ergeben sich Folgekosten in Höhe von 378 Mio. €. Die Folgekosten, die z.B. durch Luftverschmutzung bei der Stromerzeugung oder im Verkehrssektor entstehen sind dabei noch nicht enthalten. Tendenziell werden die spezifischen Kosten weiter steigen, da z.B. der Wert von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen steigt, die durch Extremwetter gefährdet sind. Dies zeigt, dass zügig Maßnahmen zur weiteren Reduktion der Emissionen umgesetzt werden müssen, um die jährlichen gesellschaftlichen Folgekosten durch CO₂ und weiterer Luftschadstoffe nachhaltig zu verringern.

Zusammenfassung

- 1) Der Endenergieverbrauch der Stadt ist seit 1990 um 22 % gesunken. Insbesondere in den Sektoren Wärme und Mobilität werden die großen Effizienz- und Sparpotentiale nur langsam und in nicht ausreichendem Maße gehoben.
- 2) Die Aachener CO₂ Emissionen sinken weiter, bleiben dennoch erkennbar hinter den beschlossenen Zielen zurück. Gegenüber dem Basisjahr 1990 liegt die Einsparung heute bei 38 %. Die mittlere jährliche Einsparung hat sich dabei in den zurückliegenden 4 Jahren erkennbar auf ca. 3 % erhöht; dabei spielen insbesondere auch nicht vorhersehbare Einflüsse wie die Corona-Krise, der Ukrainekrieg und in der Folge steigende Gas- und Heizölpreise eine wichtige Rolle.
- 3) Die absolute CO₂ Einsparung gegenüber 2021 liegt bei 118 Tsd. t CO₂ und ist damit erfreulich hoch. Das im Klimaschutzkonzept (IKSK) verankerte durchschnittliche CO₂ -Einsparziel von durchschnittlich 77 Tsd. t CO₂ pro Jahr wurde für den Zeitraum 2019 – 2022 dennoch verfehlt; im Mittel wurden für die letzten 3 Jahre nur etwa 50 Tsd.t Co₂/Jahr, damit knapp 2/3 erreicht.
- 4) Die mit 46 % höchste absolute Absenkung der Emissionen seit 1990 erfolgt im Sektor Strom (Einsparung: 422 Tsd. t CO₂), gefolgt vom Bereich Wärme (Einsparung: 556 Tsd. t CO₂). Der Verkehrssektor hängt im Klimaschutz dagegen nach wie vor zurück (Einsparung: 6 Tsd. t CO₂), siehe *Abbildung 7*.
- 5) Der Anteil an erneuerbaren Energien an der lokalen Stromerzeugung beträgt im Jahr 2022 14,5 % - für eine Großstadt ein guter aber noch deutlich steigerungsfähiger Wert. Den höchsten Beitrag steuert schon heute mit 106 GWh die Windenergie bei.

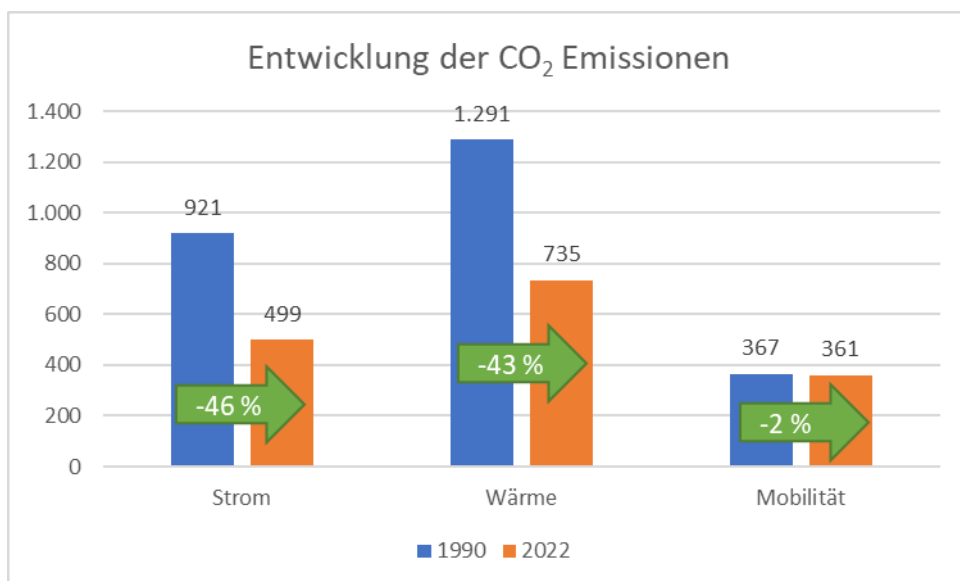


Abbildung 7: Entwicklung der Emissionen nach den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr

Schlussfolgerungen

Der Klimaschutz kommt in Aachen weiter und schneller voran, bleibt trotz erheblicher Anstrengungen und einer Vielzahl wichtiger und notwendiger Einzelmaßnahmen (u.a. IKSK) nach wie vor aber hinter den gesetzten ambitionierten Zielen 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 Transformation des Verkehrsbereiches.