

| | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Vorlage | | Vorlage-Nr: FB 36/0228/WP18 |
| Federführende Dienststelle: FB 36 - Fachbereich Klima und Umwelt | | Status: öffentlich |
| Beteiligte Dienststelle/n: | | Datum: 17.11.2022 |
| | | Verfasser/in: FB 36/700 |
| Energie- und CO²-Bilanz der Stadt Aachen für das Jahr 2021 | | |
| Ziele: | | |
| Beratungsfolge: | | |
| Datum | Gremium | Zuständigkeit |
| 06.12.2022 | Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz | Kenntnisnahme |
| 12.01.2023 | Mobilitätsausschuss | Kenntnisnahme |

Beschlussvorschlag:

Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz:

Der Ausschuss nimmt die Energie- und CO²-Bilanz der Stadt Aachen für das Jahr 2021 zur Kenntnis.

In Vertretung

Heiko Thomas
(Beigeordneter)

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 |
| 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 |
| 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> |
|--------------|----------------|----------------|------------------------|
| | | | |

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

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, Kraftfahrzeuge, Arbeitsstatistik und Bundesstatistik, sowie vom Land NRW bereitgestellten Daten).

Grundlagen der CO₂-Bilanzierungen sind zunächst die Endenergiebedarfe innerhalb des Bilanzierungsraums Stadt Aachen. Die darauf aufbauende Primärenergiebilanz (LCA) umfasst darüber hinaus die Vorkettenanteile der jeweils genutzten Endenergieträger. Auf Basis der LCA Bilanz wird abschließend die CO₂-Bilanz erstellt; durch Witterungskorrekturen für die Wärmeenergieträger wird ergänzend die CO₂ Bilanz eines Normjahres ermittelt.

Energie und CO₂-Bilanz

Endenergiebezug der Stadt Aachen

Der Endenergiebedarf (nicht witterungsbereinigt) liegt 2021 mit 6.604 GWh (Gigawattstunden) lediglich ca. 8 % unter dem des Basisjahres 1990 (7.200 GWh). Der Primärenergieeinsatz verbesserte sich dagegen um 27 % auf 8.136 GWh gegenüber 1990 (11.120 GWh).

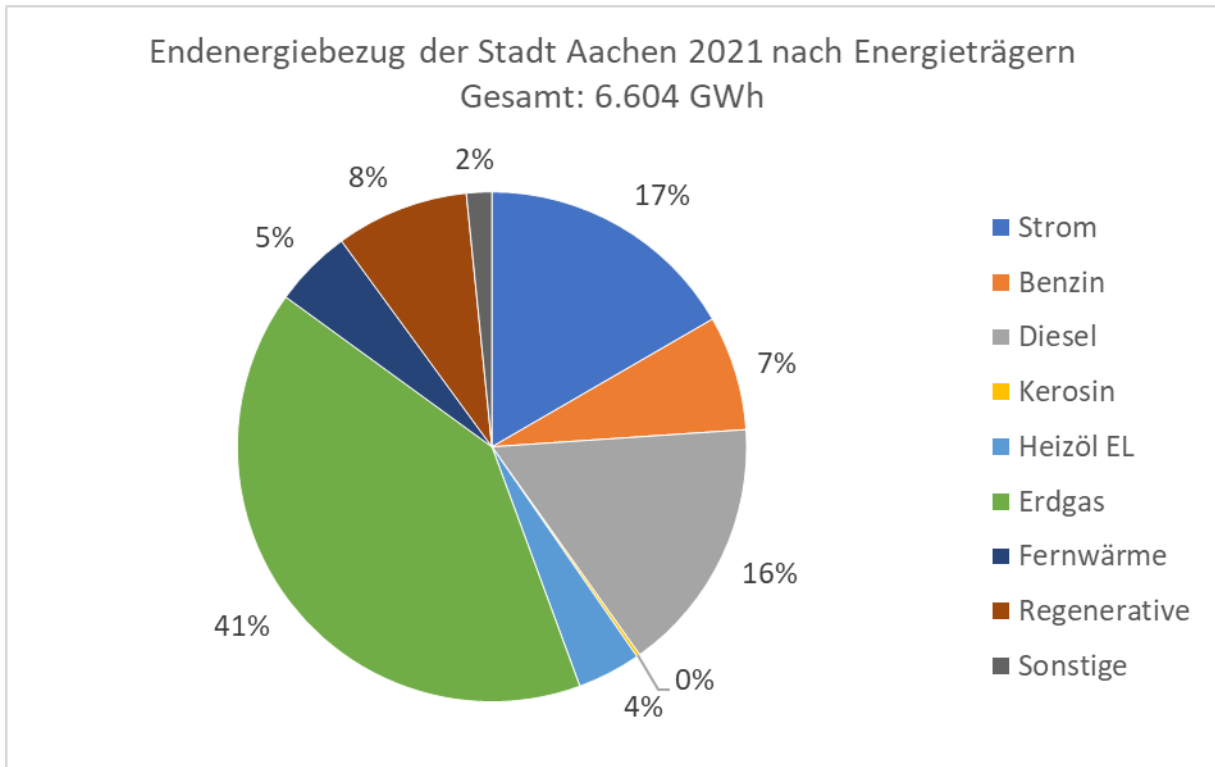


Abbildung 1: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 2021 nach Energieträgern

In *Abbildung 1* ist der Endenergiebezug der Stadt Aachen im Jahr 2021 nach Energieträgern dargestellt. Der Endenergieverbrauch in GWh/a nach Energieträgern zeigt für 2021 folgende Verteilung auf die Energieträger.

Wärme: Den größten Anteil am Energiebezug hat mit ca. 50 % die Wärmeversorgung, diese wird durch die Energieträger Erdgas (2.682 GWh; 41 %), Fernwärme (327 GWh; 5 %) und Heizöl (266 GWh; 4 %) bereitgestellt. Der Anteil regenerativer Wärmeerzeugung (Solarwärme, Umweltwärme) bleibt auf einem niedrigen Niveau, wächst aber kontinuierlich durch den Zubau in Neubaugebieten oder bei energetischer Sanierung von Gebäuden. Festbrennstoffe wie Holz oder Kohle haben für den Wärmeverbrauch keine Bedeutung mehr.

Strom: Die Stromeinspeisung in das Aachener Stromnetz betrug 1.062 GWh, anzunehmen ist jedoch, dass ca. 300 GWh Strom durch Eigenerzeugung in Industrie und Gewerbe bereitgestellt werden. Bilanziell sind sie dem Bereich Wärme (Erdgas) zugeordnet. Davon wurden 153 GWh durch regenerative Energiequellen im Aachener Stadtgebiet erzeugt und 909 GWh aus dem überregionalen Stromnetz nach Aachen transportiert. Der Anteil der örtlichen erneuerbaren Energien an der Gesamten Stromeinspeisung des Aachener Netzes ist im Folgenden dargestellt:

- Wasser: 0,9 GWh 0,08 % (2020: 0,9 GWh)
- Biomasse: 29,4 GWh 2,8 % (2020: 26,2 GWh)
- Wind 103,3 GWh 11,7 % (2020: 129,1 GWh)
- Photovoltaik; 19,5 GWh 1,8 % (2020: 17,5 GWh)

Kraftstoffe: Kraftstoffe für Fahrzeuge und Flugverkehr hatten in 2021 einen Anteil von 23 % am Endenergiebedarf der Stadt; insbesondere der Flugverkehr aber auch der Kfz Verkehr verzeichnen auf Grund der Pandemiebedingten Einschränkungen einen drastischen Einbruch.

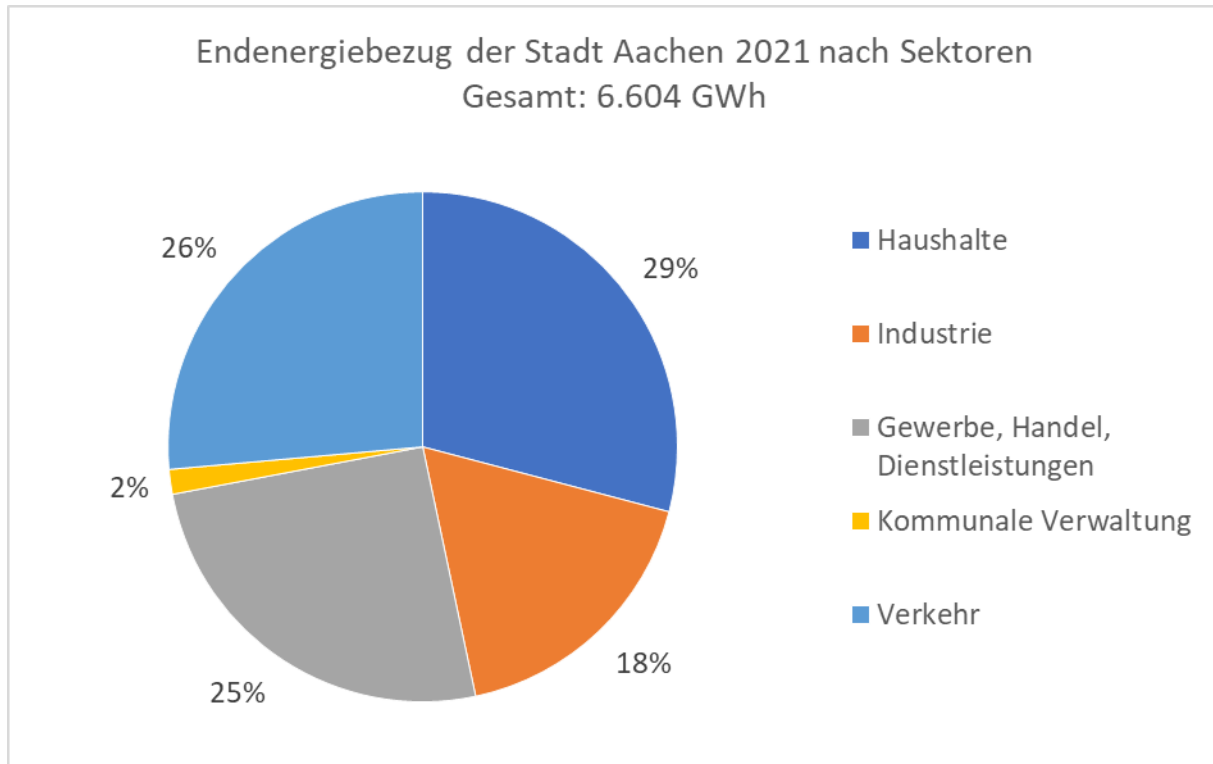


Abbildung 2: Endenergiebezug der Stadt Aachen in 2021 nach Verbrauchssektoren

Abbildung 2 zeigt die Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen (Sektoren). Es dominieren dabei die Haushalte (1.922 GWh, 29 %) der Verkehrssektor (1.744 GWh, 26 %) und das n Gewerbe (1.675 GWh, 25 %) gefolgt von der Industrie (1.160 GWh, 18 %). Der Anteil der kommunalen Verwaltung und der kommunalen Fahrzeugflotte liegt bei lediglich (104 GWh, 2 %).

CO₂ Emissionen der Stadt Aachen

Die durch den Primärenergieverbrauch der Stadt Aachen ausgelösten CO₂ Emissionen liegen 2021 mit 1.921 Tsd. t CO₂ (Tausend Tonnen CO₂) 31 % unter denen des Basisjahres 1990 (2.801 Tsd. t CO₂).

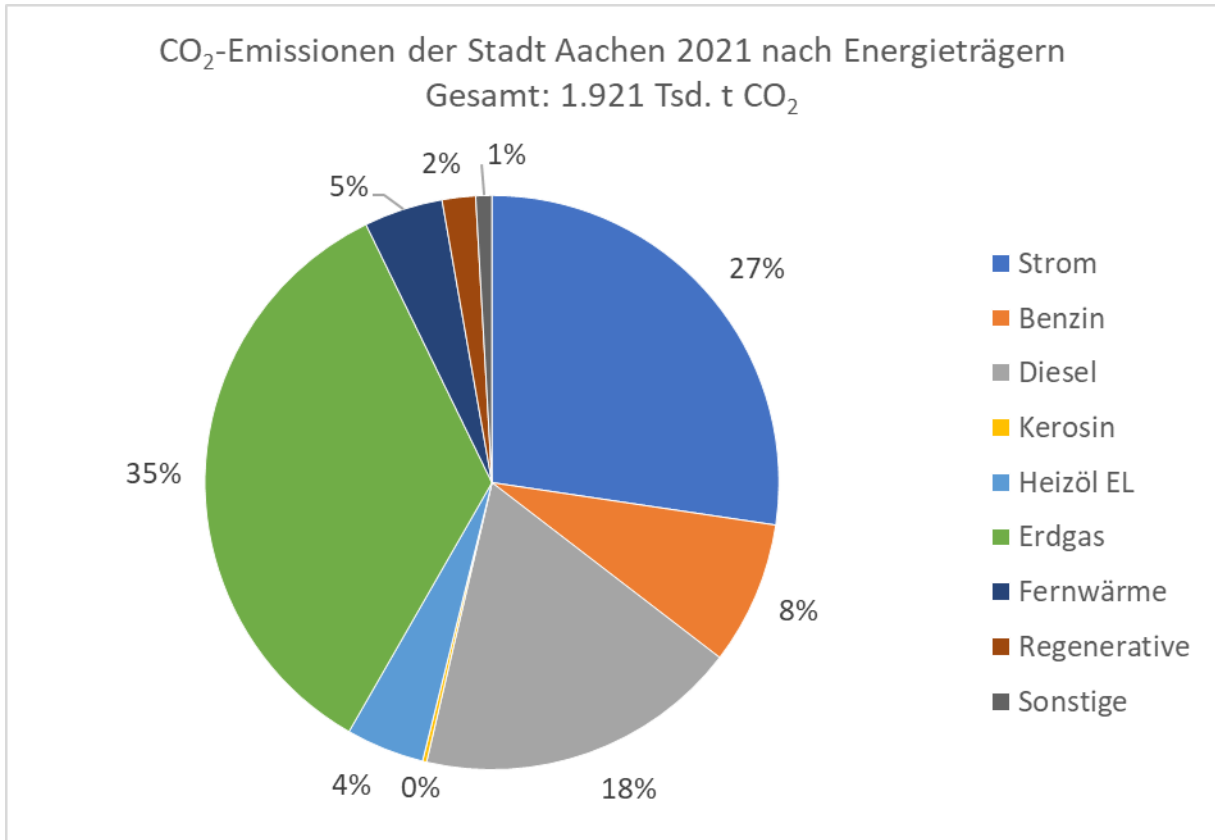


Abbildung 3: CO₂ Emissionen der Stadt Aachen in 2021 nach Energieträgern

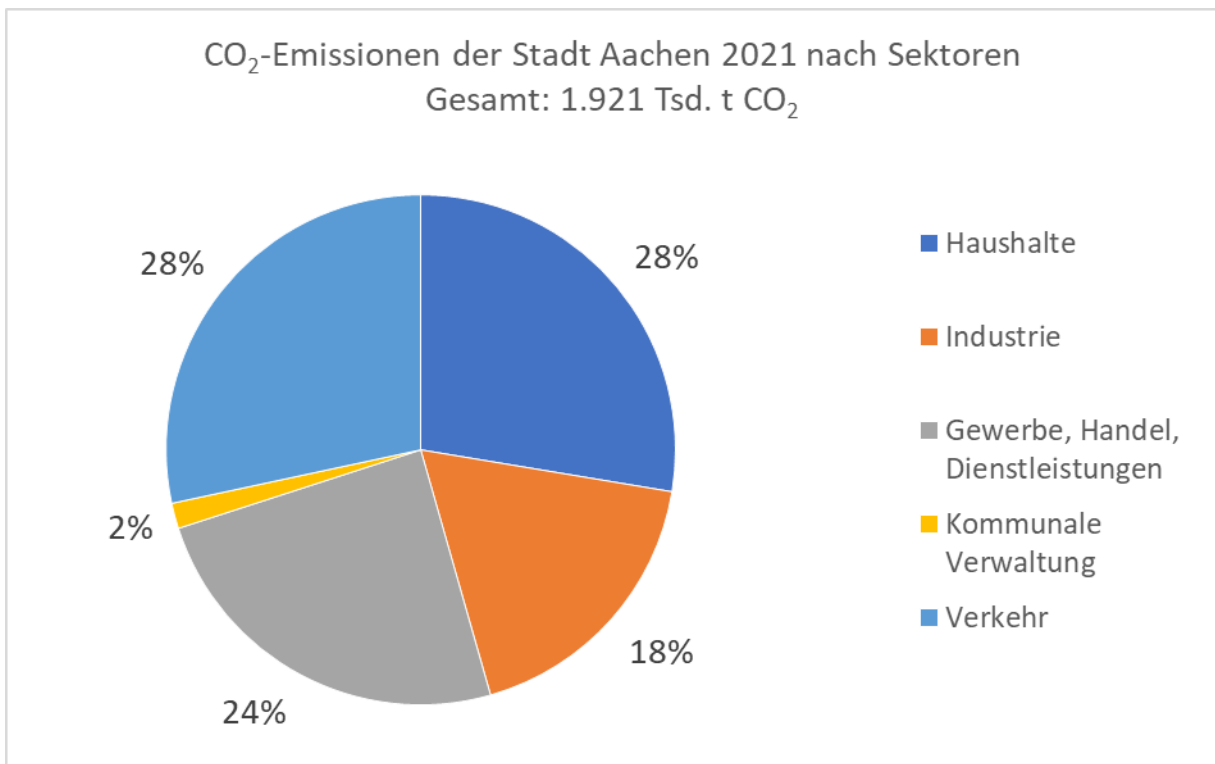


Abbildung 4: CO₂ Emissionen der Stadt Aachen in 2021 nach Verbrauchssektoren

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. 1.890 Tsd. t CO₂ (98 %) der gesamtstädtischen Emissionen entfallen auf die Sektoren Verkehr (545 Tsd. t CO₂, 28 %), Industrie (345 Tsd. t CO₂, 18 %), Gewerbe (469 Tsd. t CO₂, 21,9 %) und Haushalte (521 Tsd. t CO₂, 26,5 %). Weitere 31 Tsd. t CO₂, also 2 % der gesamtstädtischen CO₂-Emissionen, sind den kommunalen Gebäuden und der kommunale Kfz-Flotte zuzuordnen.

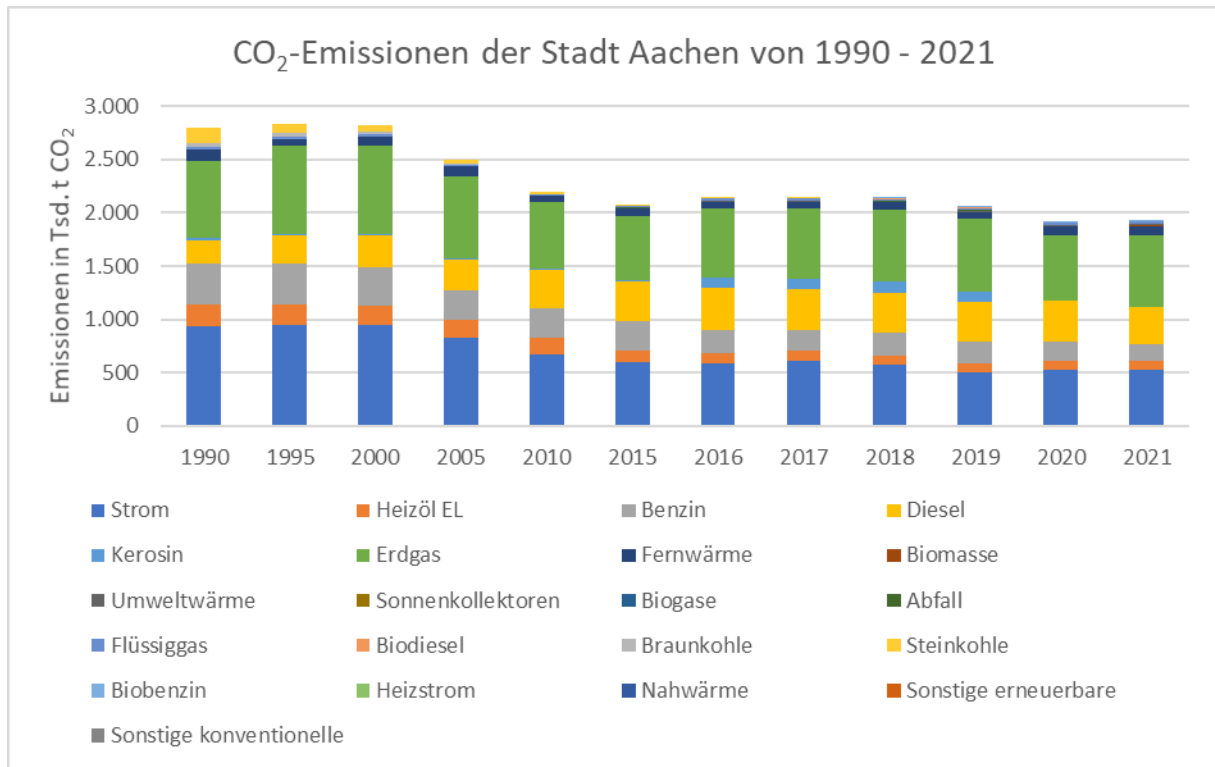


Abbildung 5: Verlauf der CO₂ Emissionen seit 1990

Abbildung 5 zeigt den Verlauf der CO₂ Emissionen seit 1990 nach. Diese liegen 2021 mit 1.931 Tsd. t CO₂ etwa 10 Tsd. t CO₂ über dem Wert des Vorjahres und 115 Tsd. t CO₂ unter dem Wert von 2019. Pro Einwohner betragen die CO₂ Emissionen in 2021 etwa 7,5 t CO₂. Dies entspricht einer Verringerung der Pro-Kopf-Emissionen um 32 % seit 1990 (11 t CO₂).

Die durchaus positive Entwicklung der letzten drei Jahre stark durch im Verkehrssektor erkennbaren Sondereffekte der Pandemie „getrieben“. Auf Grund eines erhöhten Erdgasbezug sind hier die entsprechenden Emissionen leicht gestiegen. Dies ist auf eine kältere Witterung und die längere Heizperiode als im Vorjahr zurückzuführen.

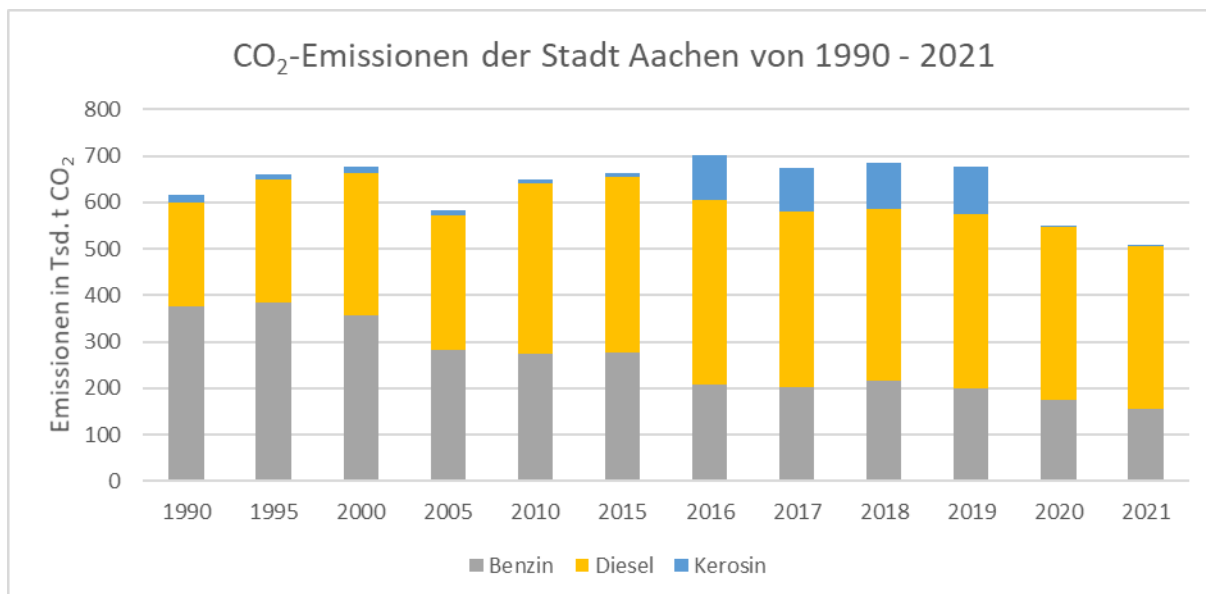


Abbildung 6: Verlauf der Emissionen durch Kraftstoffe seit 1990

In *Abbildung 6* sind, zur Veranschaulichung der Sondereffekte der letzten Jahre, die Emissionen durch Kraftstoffe seit dem Jahr 1990 dargestellt. Im Jahr 2021 ist nochmals weniger CO₂ freigesetzt worden. Ursache ist der pandemiebedingte Einbruch der Flugreisen und der damit verbundene geringere Bedarf an Kerosin. Die Emissionen durch den Straßenverkehr fallen im Jahr 2021 etwa wie im Vorjahr weiter.

Schlussfolgerungen

- 1) Der Energieverbrauch der Stadt ist seit 1900 nur um 8 % gesunken.
- 2) Unter Betrachtung der Bereiche Wärme, Strom und Verkehr, resultieren die meisten Emissionen (Stand 2021) nach wie vor aus dem Energiebedarf zur Wärmebereitstellung, nämlich 44 %. Als Emissionsverursacher folgten der Verkehrsbereich und der Strombereich jeweils mit ca. 27 %.
- 3) Die absolute Absenkung der Emissionen um 31 % seit 1990 erfolgt hauptsächlich im Sektor Wärme (Einsparung: 403 Tsd. t CO₂), gefolgt vom Bereich Strom (Einsparung: 357 Tsd. t CO₂) und dem Verkehr (Einsparung: 91 Tsd. t CO₂), siehe Abbildung 7.

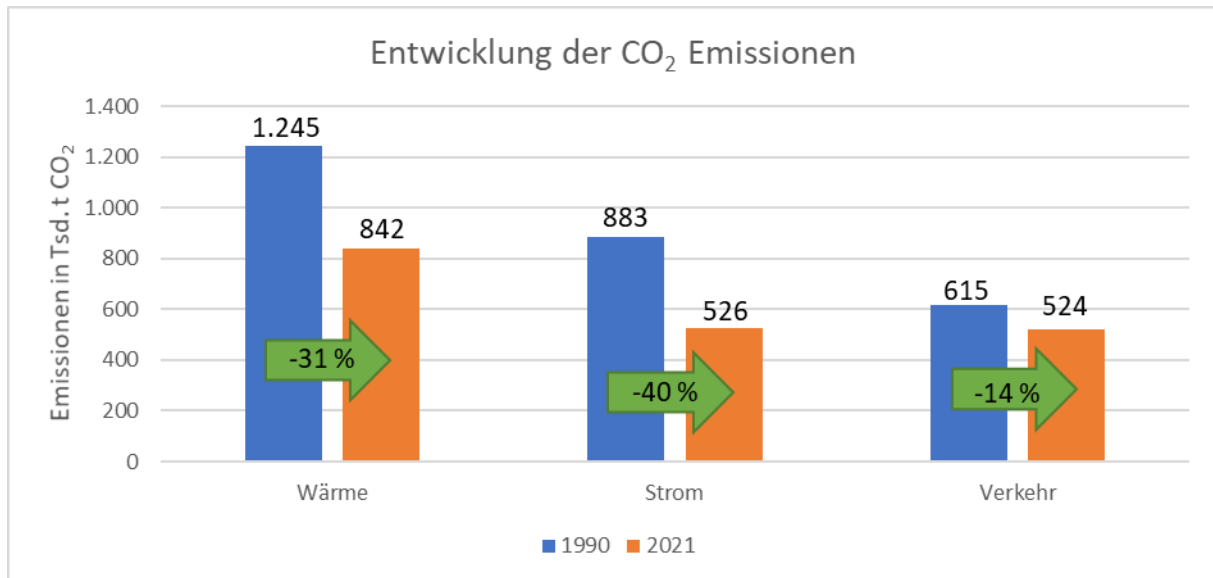


Abbildung 7: Entwicklung der Emissionen nach den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr

- 4) Prozentual sind die Einsparungen im Stromsektor im 40 % am höchsten. Ausschlaggebend ist hier die deutliche Verbesserung (Halbierung) des CO₂ Faktors für Strom aus dem Bundesmix seit 1990, an dem maßgeblich der Ausbau regenerativen Stroms (42 %) im Netz beteiligt ist. Zusätzlich wurden in Industrie und Gewerbe bzw. beim Energieversorger zunehmend eigene gasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) eingesetzt, die bei effizienter Erzeugung (hoher Wirkungsgrad) einen hohen Anteil des Eigenbedarfs von Strom und Wärme decken. In der aktuellen Gaskrise wird deutlich, dass diese Entwicklung sich nicht tragfähig und nachhaltig erweist. Schon seit etwa 10 Jahren reduziert die örtliche Stromerzeugung in KWK Anlagen den Anteil der Netzeinspeisung aus überregionalen Kraftwerken.
- 5) Die Emissionen im Bereich Verkehr waren im Jahr 2021 14 % geringer als im Basisjahr 1990. In 2019 wurde noch ein Anstieg von 17,1 % im Verkehrsreich verzeichnet. Die Reduzierung der letzten Jahre ist der Corona-Pandemie und dem damit verbundenen geänderten Mobilitätsverhalten, Im Jahr 2021 sind nicht nur die Emissionen durch Flugverkehr, sondern auch die Emissionen durch Benzin und Diesel deutlich gesunken. Dieser Effekt wird voraussichtlich nicht von Dauer sein.

Fazit: Der aktuellen Bilanz lässt sich entnehmen, dass die größten Herausforderungen für Aachen auf dem Weg in Richtung CO₂-Neutralität in dem zügigen Ausbau der Erneuerbaren Energien, in der „Wärmewende“, der Sanierung von Bestandsgebäuden und der Transformation des Verkehrsbereiches liegen.

Der Anteil an erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung betrug im Jahr 2021 14,4 %. Den höchsten Beitrag steuerte hierfür die Windenergie mit 103 GWh bei. Es gilt weiterhin den Ausbau der Erneuerbaren Energien kraftvoll und konsequent voranzubringen.

Insgesamt wurden in Aachen im Jahr 2021 10 Tsd. t CO₂ mehr CO₂ ausgestoßen als im Vorjahr und 115 Tsd. t CO₂ weniger als im Jahr 2019. Das jährliche Einsparziel des Integrierten Klimaschutzkonzeptes von 77 Tsd. t CO₂ pro Jahr wurde verfehlt. Die Steigerung der Emissionen ist insbesondere auf den witterungsbedingt erhöhten Wärmebedarf, dem zurückhaltenden Ausbau der erneuerbaren Energien und die geringen Effizienzsteigerungen zurückzuführen.

Das Umweltbundesamt schätzt die aktuellen Gesellschaftlichen Folgekosten für die Umweltbelastung durch den Ausstoß von CO₂ für das Jahr 2021 auf 201 € pro Tonne CO₂.¹ Bei einem CO₂ Ausstoß in Höhe von 1.921 Tsd. t CO₂ ergeben sich Folgekosten in Höhe von 386,121 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 Infrastruktur steigt, die durch Extremwetter gefährdet sind. Dies zeigt, dass zügig Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen umgesetzt werden müssen, um die Jährlichen gesellschaftlichen Folgekosten durch CO₂ und Luftschadstoffe nachhaltig zu verringern.

¹ Vgl.: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen>