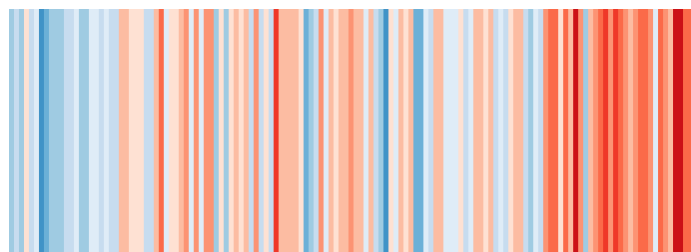


Fortschreibung
Endenergie- Treibhausgasbilanz 2020
Berechnung CO₂-Budget
Stadt Nürnberg



Wolfgang Seitz, Dipl.-Ing. (FH)

Fürther Straße 244 a
90429 Nürnberg
Fon: 0911/ 99 43 96-0
Fax: 0911/ 99 43 96-6
E-Mail: nuernberg@ea-nb.de

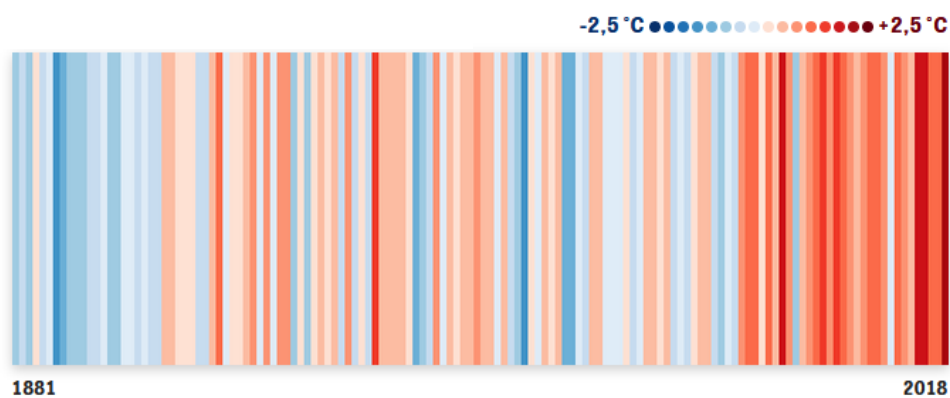
Auftraggeber:

Stadt Nürnberg, Referat für Umwelt und Gesundheit
Ansprechpartner:
Wolfgang Müller
Klimaschutzbeauftragter
Hauptmarkt 18
90491 Nürnberg
Fon: 0911/ 231 3977
www.Wir-machen-das-klima.de

Bearbeitung: September 2021 – Dezember 2021

Nürnberg, Dezember 2021

Wärmestreifen Stadt Nürnberg,
Abweichung der jährlichen Durchschnittstemperatur von der langjährigen mittleren Temperatur



Das kälteste Jahr in Nürnberg war **1956** mit durchschnittlich **6,8°C**. Das wärmste war **2018** mit **10,9°C**.

⊕ Methodik • Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), eigene Berechnungen • Inspiriert von Ed Hawkins

Quelle: ZEIT ONLINE 10.12.2019; https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-12/klimawandel-globale-erwaermung-warming-stripes-wohnort?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.startpage.com%2F; 05.11.2021

Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,
nicht zuletzt die zahlreichen Wetterextreme im Jahr 2021 haben uns nochmals deutlich vor Augen geführt, wie wichtig ein entschlossenes Handeln beim Klimaschutz ist. Die Stadt Nürnberg ist sich ihrer Verantwortung bewusst und hat deshalb im Jahr 2019 den Klimaschutz zur zentralen Zukunftsaufgabe ernannt.

Im Jahr 2020 wurde der Klimaschutzfahrplan 2020 bis 2030 erstellt, der neben konkreten Zielen und Maßnahmen auch eine Endenergie- und Treibhausgasbilanz enthält. Diese ist das zentrale Element beim Monitoring der Treibhausgas-Emissionen der Gesamtstadt Nürnberg und wird bereits seit vielen Jahren erstellt und regelmäßig fortgeschrieben. Die hier vorliegende Endenergie- und Treibhausgasbilanz zeigt, dass der Energieverbrauch in den letzten Jahren deutlich gesunken ist. Erfreulicherweise wurde im Jahr 2020 eine Treibhausgasreduzierung von ca. -45 % erreicht und damit unser Ziel vom -40 % bezogen auf das Jahr 1990 sogar übertroffen.

Dieser Erfolg ist ein Gemeinschaftswerk von vielen Beteiligten und unser Dank gilt deshalb allen Akteurinnen und Akteuren, die hierzu aktiv beigetragen haben. Das bisher Erreichte ist jedoch kein Grund zum Ausruhen, sondern lediglich eine Zwischenetappe auf dem Weg zur Klimaneutralität. Dies verdeutlichen vor allem die hier erstmals vorliegenden Berechnungen zum verbleibenden CO₂-Budget, das uns noch zusteht, um das 1,5°C-Ziel des Pariser Klimaabkommens einzuhalten.

Der Stadt Nürnberg ist bewusst, dass wir und die gesamte Gesellschaft stärker ins Handeln kommen und deutlich mehr für den Klimaschutz machen müssen. Entsprechend werden wir auch unsere Klimaschutzziele anpassen und dem Stadtrat zur Entscheidung vorlegen.

Da Klimaneutralität nicht allein durch kommunales Handeln erreicht werden kann, werden wir uns zusätzlich auf Landes- und Bundesebene für bessere Rahmenbedingungen und mehr Tempo beim Klimaschutz einsetzen.

Klimaschutz ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und kann nur erfolgreich sein, wenn alle ihren Beitrag leisten und aktiv mitwirken. Ich lade Sie deshalb herzlich dazu ein, den anstehenden Weg zu einem klimaneutralen Nürnberg gemeinsam zu gehen.

Nürnberg, im Januar 2022



Britta Walthelm

Referentin für Umwelt und Gesundheit der Stadt Nürnberg



Bild: Christine Dierenbach/Stadt Nürnberg

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Zusammenfassung	5
2 Monitoringsystem der Stadt Nürnberg	6
3 Fortschreibung Endenergie- und THG-Bilanz bis 2020.....	7
4 CO ₂ -Budget	17
4.1 Nationales CO ₂ -Budget.....	17
4.2 CO ₂ -Budget der Stadt Nürnberg	17
4.3 Szenarien zur Klimaneutralität.....	18
5 Abbildungsverzeichnis.....	20

1 Zusammenfassung

Fortschreibung Energie und Treibhausgas-Bilanz bis 2020

- Das Treibhausgas-Reduktionsziel der Stadt Nürnberg für 2020 mit -40 % in Bezug auf das Jahr 1990 wurde mit einer Reduktion um -44,9 % deutlich erreicht. Hierbei spielen jedoch auch die Sondereffekte aufgrund der Corona-Pandemie eine große Rolle. Da bereits im Jahr 2019 eine Reduktion von -39,3 % erreicht wurde, kann davon ausgegangen werden, dass das Reduktionsziel auch ohne Sondereffekte erreicht worden wäre. In einer Simulation wird die potenzielle Entwicklung für 2020 ohne Corona-Sondereffekte dargestellt. Es ergibt sich ein Rückgang der Treibhausemissionen (THG-Emissionen) um -41,7 % gegenüber dem Basisjahr 1990. D.h. auch ohne Corona wären die Klimaziele der Stadt Nürnberg erreicht worden.
- Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch Nürnbergs ist bis 2020 bezogen auf 1990 um -24,2 % gesunken.
- Von 2019 auf 2020 reduzierten sich sowohl Energieverbrauch (-5,7 %) als auch THG-Emissionen überdurchschnittlich (-9,2 %) aufgrund der Coronapandemie. Ohne diesen Sondereffekt wäre der Energieverbrauch vermutlich lediglich um -0,5 % und die THG-Emissionen um -4,0 % gesunken.
- Der Rückgang von 1990 auf 2020 ergibt sich vor allem aus der Entwicklung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (Energieverbrauch -35,5 %, TGH-Emissionen - 51,9 %) und der privaten Haushalte (Energieverbrauch -7,4 %, TGH-Emissionen -42,2 %).
- Der Sektor Verkehr verzeichnet von 1990 bis 2019 einen Anstieg beim Energieverbrauch (+8,7 %) und einen geringen Rückgang der THG-Emissionen (-0,8 %). Bis 2020 ergibt sich coronabedingt eine deutliche Reduktion bei Energieverbrauch (-8,8 %) und THG-Emissionen (-16,9 %).
- Für den Rückgang der THG-Emissionen sind, neben den Effizienzgewinnen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie und bei den privaten Haushalten, vor allem die deutliche Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom, durch einen veränderten Strommix aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung und der Rückgang der Kohleverstromung, ursächlich.

CO₂-Budget der Stadt Nürnberg

Das auf Basis der Einwohnerzahl berechnete CO₂-Budget der Stadt Nürnberg beträgt, ausgehend von der Einhaltung des globalen 1,5°C-Ziels, 23,0 Millionen Tonnen und wäre bei dem aktuellen Niveau der Emissionen in 7,4 Jahren (ab 2020) aufgebraucht. Das Budget für das 1,75°C-Ziel beträgt 37,3 Millionen Tonnen und wäre bei den aktuellen Emissionen in 12,0 Jahren aufgebraucht. Durch eine Verringerung der jährlichen Emissionen verlängern sich die angegebenen Zeiten entsprechend.

2 Monitoringsystem der Stadt Nürnberg

Die Stadt Nürnberg führt seit langem ein Monitoring der Energieverbräuche und der Treibhausgasemissionen durch, um das Erreichen der THG-Reduktionsziele überprüfen zu können. Seit 2010 wird die Bilanzierung mit einer standardisierten Softwarelösung durchgeführt. Im Jahr 2016 wurde auf das Bilanzierungstool „Klimaschutzplaner“ des „Klimabündnisses der europäischen Städte“ umgestellt. Damit ging auch eine Umstellung der Bilanzierungssystematik auf den BSKO-Standard (Bilanzierungssystematik kommunal) einher, der eine standardisierte und vergleichbare Bilanzierung von Kommunen ermöglicht. Neben einem geänderten Berechnungsansatz erfolgte auch eine Umstellung von CO₂-Emissionen auf CO_{2eq}-Emissionen (CO_{2eq} = CO₂-Äquivalente).

Rahmenbedingungen

Der Energieverbrauch und die daraus resultierenden THG-Emissionen stehen immer im Kontext der für diese Entwicklung relevanten Parameter. So ist z.B. ein Rückgang von Energieverbrauch und THG-Emissionen im Sektor private Haushalte bei gleichzeitigem Rückgang der Einwohner anders zu bewerten als bei steigenden Einwohnerzahlen. Ebenso ist die Entwicklung des Energieverbrauchs im gewerblichen Sektor immer auch vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Entwicklung zu sehen. Es ist anzustreben, durch eine Steigerung der Energieeffizienz und den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien einen Rückgang der Emissionen zu erreichen. Wichtige Parameter für die Entwicklung der einzelnen Sektoren sind Einwohnerzahl, Wohnfläche und Bruttoinlandsprodukt (BIP) der Stadt Nürnberg. Das BIP hat sich seit 1990 verdoppelt, die absolute Wohnfläche nahm um +25 % zu und die Einwohnerzahl um +5 %. Dennoch gingen Energieverbrauch (-19,6 %) und THG-Emissionen (-39,3 %) bis 2019 deutlich zurück.

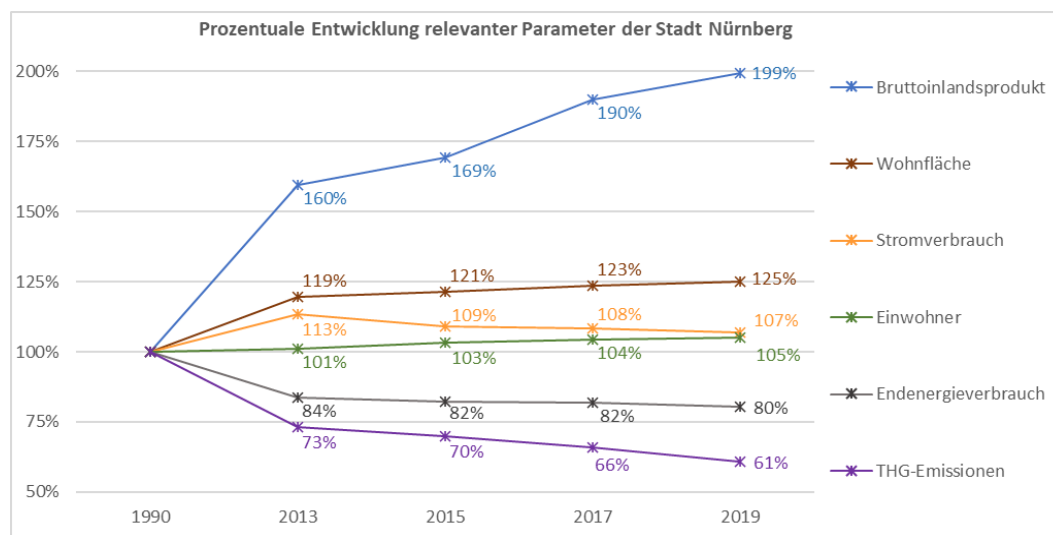


Abbildung 1: Entwicklung relevanter Parameter der Stadt Nürnberg 1990-2019

3 Fortschreibung Endenergie- und THG-Bilanz bis 2020

Die nachfolgenden Grafiken stellen die Fortschreibung der THG-Bilanz bis zum Jahr 2020 dar. Die Werte in den Grafiken sind in ihren witterungsabhängigen Anteilen witterungsbereinigt. Für die Berechnung der stromseitigen Emissionen wurde der Bundesstrommix angesetzt.

Bei der Bilanz für das Jahr 2020 sind die Sondereffekte aufgrund der Coronapandemie enthalten. In einer eigenständigen Simulation wird eine Abschätzung für 2020 dargestellt, wie sich Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen ohne Coronapandemie entwickelt hätten.

Energieträger; Entwicklung 1990, 2015 bis 2020

Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch der Stadt Nürnberg ist von 1990 bis 2020 um -24,2 % und die THG-Emissionen sind um -44,9 % zurückgegangen. Von 2019 auf 2020 erfolgte eine sehr deutliche Reduktion sowohl beim Energieverbrauch als auch bei den THG-Emissionen aufgrund der Coronapandemie.

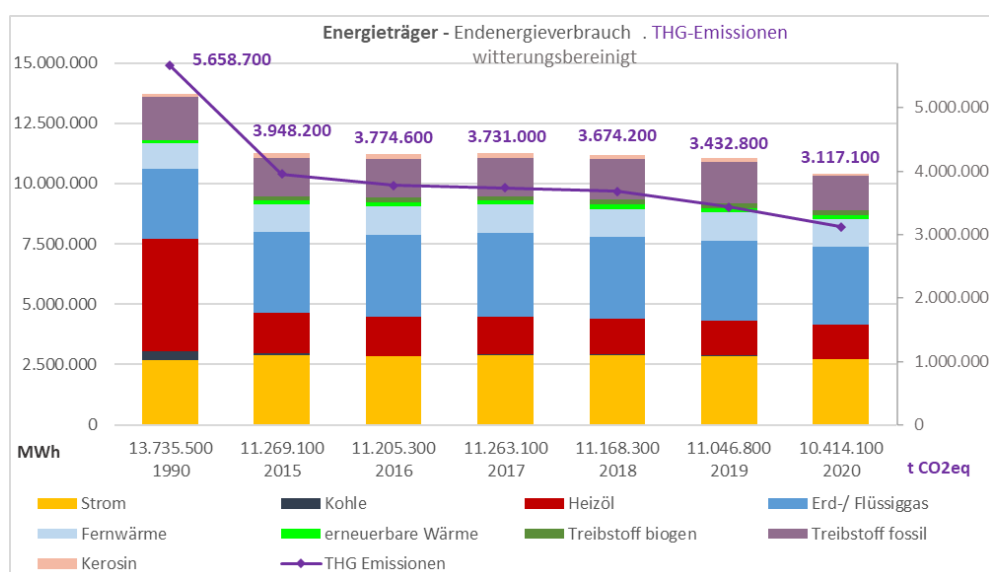


Abbildung 2: Energieträger – Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020

Der Rückgang der THG-Emissionen im Jahr 2020 in Bezug zu 1990 ergab sich vor allem durch die geringeren Emissionen beim Strom (-49 %) aufgrund des gestiegenen Anteils an regenerativer Stromerzeugung und durch den Rückgang des Verbrauchs von fossilen Energieträgern wie Heizöl (-66 %) und Kohle (-97 %).

Ab 2017 geht der Endenergieverbrauch leicht zurück, trotz wachsender Bevölkerung, Zuwachs an Wohnfläche und deutlicher Steigerung des BIP. Das heißt, in diesem Zeitraum überwiegt die Steigerung der Energieeffizienz. Die THG-Emissionen haben sich von 2018 zu 2019 um -6,6 % und von 2019 zu 2020 um -9,2 % verringert. Dies liegt in erster Linie an der Verbesserung des Stromemissionsfaktors und für 2020 auch am niedrigeren Energieverbrauch aufgrund der Coronapandemie.

Der spezifische Verbrauch pro Einwohner beträgt 2020 20,2 MWh/EW und die spezifischen THG-Emissionen betragen 6,0 t CO_{2eq}/EW.

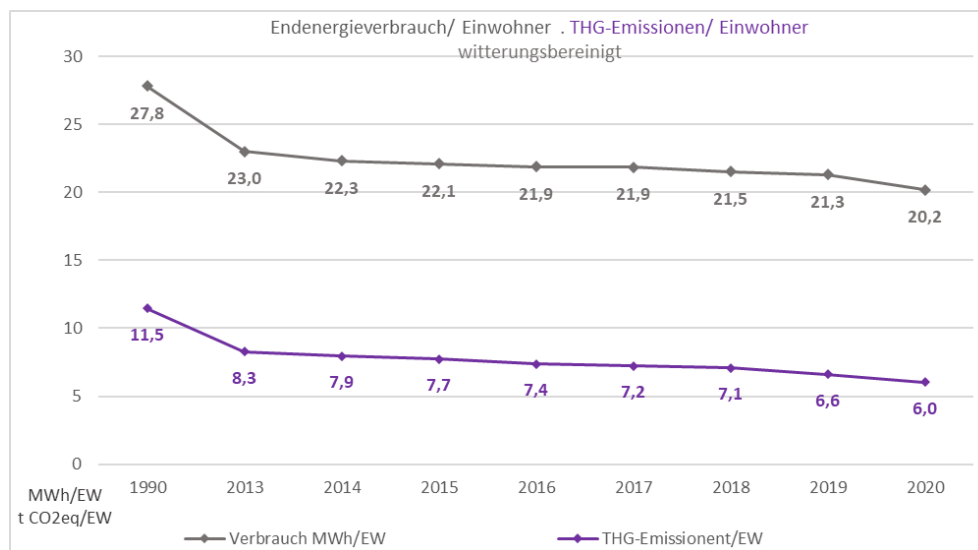


Abbildung 3: Endenergieverbrauch/ Einwohner THG-Emissionen/ Einwohner

Zum Vergleich: Der Endenergieverbrauch pro Einwohner in Deutschland liegt 2020 bei 27,9 MWh/EW und die daraus resultierenden THG-Emissionen betragen 8,0 t CO_{2eq}/EW.

Entwicklung Emissionsfaktor Strom

Großen Einfluss auf den Rückgang der THG-Emissionen hat die Entwicklung des Emissionsfaktors für Strom. Durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung haben sich die THG-Emissionen pro MWh verbrauchten Stroms von 1990 bis 2020 annähernd halbiert.

Neben dem Zubau von Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung spielen auch die Witterungsverhältnisse des jeweiligen Jahres eine wichtige Rolle. So gab es im Jahr 2020 sehr hohe Erträge bei Windkraft und Photovoltaik. Bundesweit lag im Jahr 2020 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bei 50,5 %. Im Jahr 2021 liegt der Anteil bis Ende November lediglich bei unter 48 %.

Sektoren; Entwicklung 1990, 2015 bis 2020

Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHDl) ist von 1990 bis 2020 um -35,5 % und die THG-Emissionen sind um -51,9 % zurückgegangen. Bei den privaten Haushalten (pHH) betrug der Rückgang des witterungsbereinigten Endenergieverbrauchs -7,4 % und der THG-Emissionen -42,2 %. Beim Verkehr (Ve) stieg der Endenergieverbrauch um 8,7 % bis 2019, bis 2020 fiel er dann auf -8,8 % bezogen auf 1990. Die THG-Emissionen verringerten sich bis 2019 um -0,8 % und bis 2020 auf -16,9 % in Bezug auf 1990. Der geringe Rückgang der THG-Emissionen bis 2019 ergibt sich aus dem biogenen Anteil des Treibstoffes, der starke Rückgang von 2019 auf 2020 ist größtenteils coronabedingt.

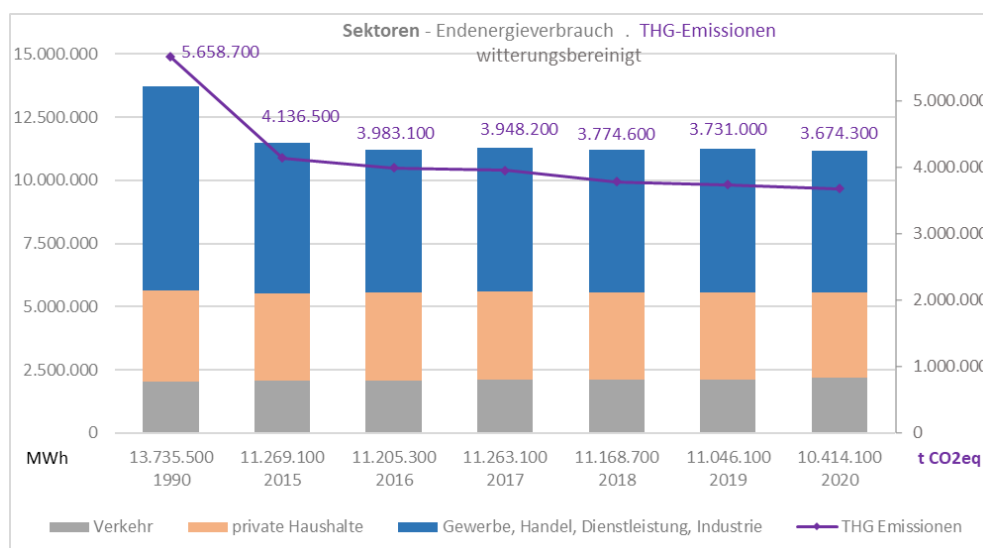


Abbildung 4: Sektoren- Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hat der Sektor GHDl (50 %) vor den privaten Haushalten (32 %) und dem Verkehr (18 %). Während die Anteile von pHH und Verkehr 2020 um 6 % bzw. 3 % im Vergleich zu 1990 zugenommen haben, ging der Anteil von GHDl um -9 % zurück.

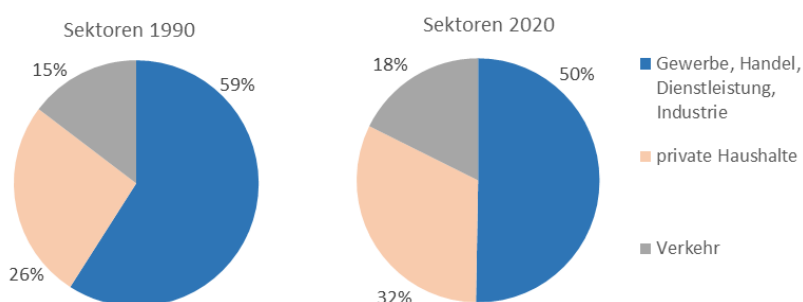


Abbildung 5: Sektoren – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020

Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie; Entwicklung 1990, 2015 bis 2020

Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie ist von 1990 bis 2020 um -35,5 % und die THG-Emissionen sind um -51,9 % zurückgegangen.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHDI ab 1990 ist geprägt von einem starken Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl (-73 %) und Kohle (-99 %). Ab 2015 erfolgt der Rückgang der THG-Emissionen überwiegend aufgrund der Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom.

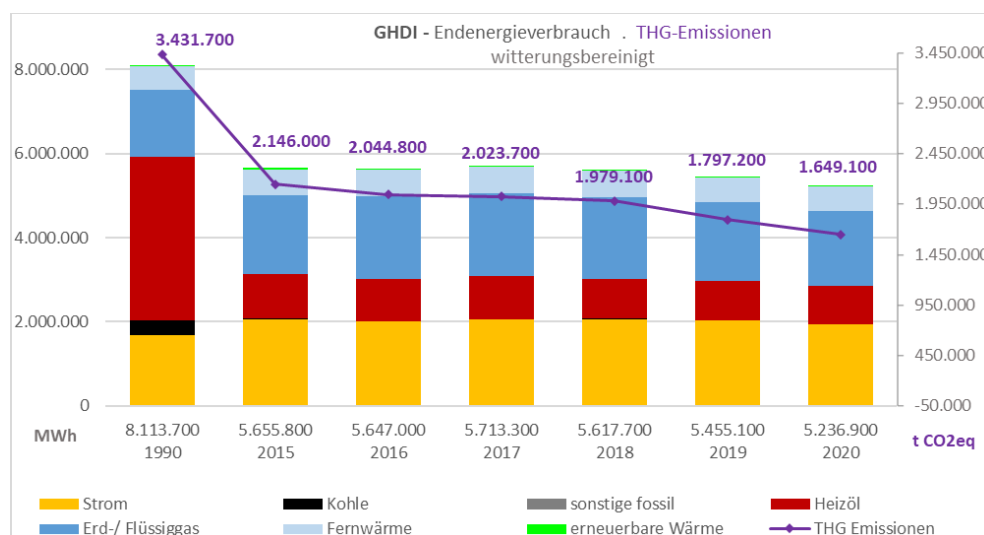


Abbildung 6: GHDI – Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020

Seit 2017 sinkt der Endenergieverbrauch im Sektor GHDI leicht (-8%), im gleichen Zeitraum haben sich auch die THG-Emissionen deutlich reduziert (-19 %). Die Reduktion resultiert überwiegend aus dem gestiegenen Anteil erneuerbarer Energien beim Strom.

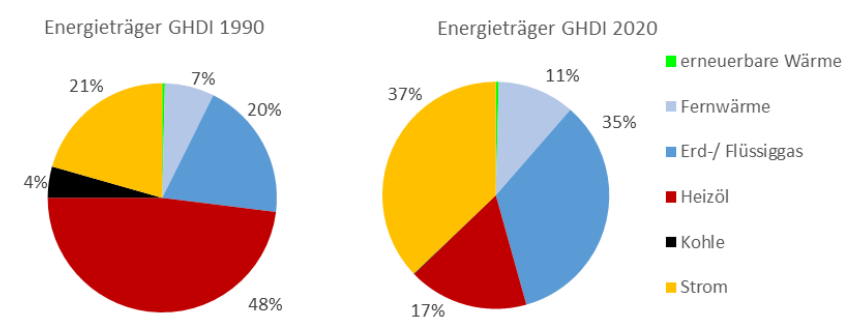


Abbildung 7: GHDI – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020

Der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl und Kohle ist seit 1990 von 52 % auf 17 % massiv zurückgegangen. Für die reinen Wärmeanwendungen wird vermehrt Erdgas eingesetzt. Die Optimierung der Produktionsmethoden und die Auslagerung von Produktionsprozessen sowie der Wandel hin zu Verwaltung, Dienstleistung und Handel haben die Gewichtung von Wärmeanwendungen hin zu Stromanwendungen verschoben. Die wichtigsten Energieträger sind nun Strom mit 37 % und Erdgas mit 35 %. Der Anteil erneuerbarer Energieträger ist mit 0,5% unbedeutend.

Von 2017 auf 2018 geht der Endenergieverbrauch um -1,7 % zurück, von 2018 auf 2019 um -2,9 % und von 2019 auf 2020 um -4,0 %. Beim Rückgang des Endenergieverbrauchs von 2019 zu 2020 sind Sondereffekte aufgrund der Coronapandemie enthalten.

Ursächlich für den starken Rückgang von Endenergieverbrauch und THG-Emissionen von 1990 bis 2020 sind die Umsetzung wirtschaftlicher, sich schnell amortisierender Effizienzmaßnahmen sowie der Übergang von energieintensiver Produktion zu mehr Dienstleistung. Die deutlich höhere Reduktion der THG-Emissionen basiert auf einem veränderten Energiemix (geringere Anteile von Kohle und Heizöl sowie höhere Anteile von Erdgas und Fernwärme) und der signifikanten Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom. Ein direkter Einsatz von erneuerbaren Energien findet kaum statt. Dies könnte jedoch der weitere Ausbau der Fernwärme bei gleichzeitiger Dekarbonisierung bewerkstelligen. Zukünftige Energieeinsparungen werden immer schwerer zu verwirklichen sein und bedürfen größerer Anstrengungen, da die „low hanging fruits“ bereits umgesetzt wurden. Die aktuell positive Entwicklung bei der Reduktion der THG-Emissionen ist dem Zuwachs erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung zu verdanken. Eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien würde die Emissionen weiter reduzieren, die begrenzten vorhandenen Potenziale für erneuerbare Energien erfordern jedoch auch eine massive Reduktion des Energieverbrauchs, um diesen regenerativ decken zu können.

Private Haushalte; Entwicklung 1990, 2015 bis 2020

Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch der privaten Haushalte ist von 1990 bis 2020 um -7,4 % und die THG-Emissionen sind um -42,2 % zurückgegangen.

Der Rückgang des Endenergieverbrauchs erfolgt trotz eines Zuwachses der Einwohner um 5 % und der Wohnfläche um 25 %. Der Wohnraum pro Einwohner erhöhte sich seit 1990 von 34 m²/EW auf 41 m²/EW. Für die Reduktion des Energieverbrauchs sind der höhere energetische Standard im Neubaubereich und die energetischen Sanierungen verantwortlich.

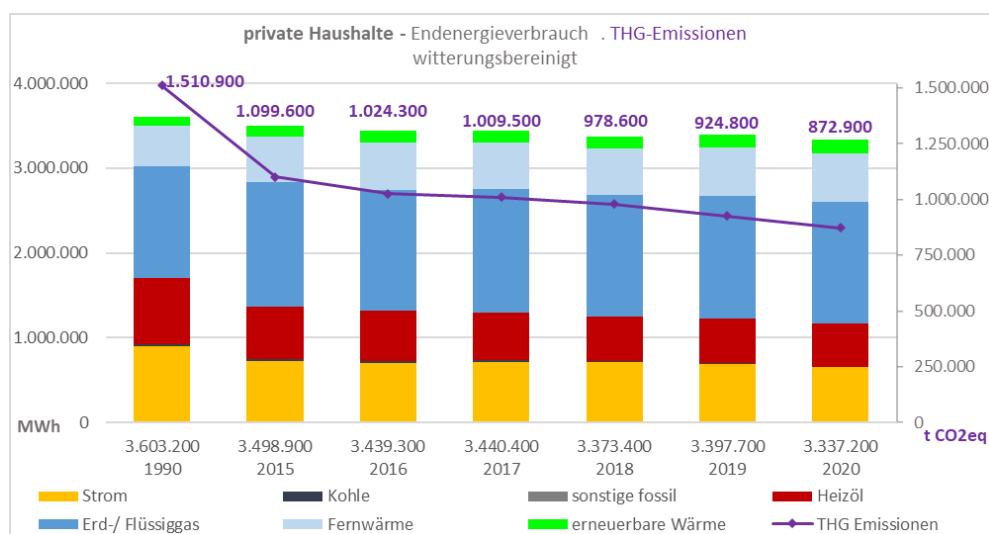


Abbildung 8: private Haushalte – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020

Der Anteil des Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasserbereitung beträgt 80 %. Die restlichen 20 % des Energieverbrauchs setzen sich aus Strom für Beleuchtung, Haushaltsgeräte und Anwendungen im Informations- und Kommunikationsbereich zusammen.

Ab 2015 sinkt der Endenergieverbrauch um insgesamt -4,6 % und die THG-Emissionen um -20,6 %. Neben der Verbesserung des Stromemissionsfaktors ist dafür der Rückgang des Heizölverbrauchs und der Anstieg der erneuerbaren Energien verantwortlich. Die wichtigsten Energieträger sind Erd-/Flüssiggas (43 %) vor Strom (20 %), Fernwärme (17 %) und Heizöl (15,0 %). Der Anteil erneuerbarer Energien liegt bei 5 %.

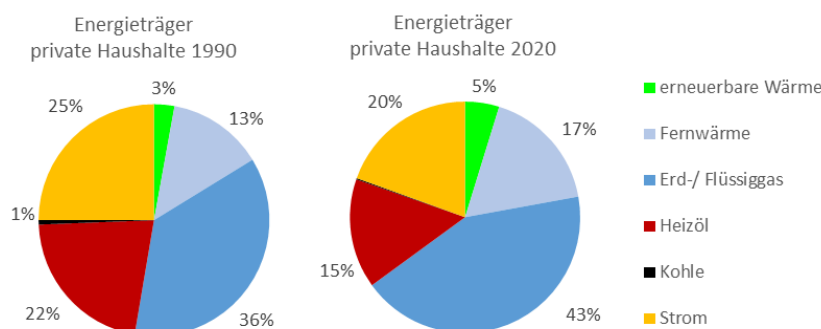


Abbildung 9: private Haushalte - Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020

Die Effizienzsteigerung im Sektor private Haushalte ergibt sich beim Neubau durch die gestiegenen Anforderungen und im Bestand vor allem durch die energetische Sanierung von vorhandenen Wohngebäuden. In beiden Bereichen werden jedoch nicht die langfristig wirtschaftlichen und klimapolitisch notwendigen Effizienzstandards verwirklicht. Eine zukünftige Erhöhung der Energieeffizienz ist in erster Linie von den Vorgaben des GebäudeEnergie-Gesetzes (GEG) abhängig und in zweiter Linie von der entsprechenden Förderkulisse. Während die Erhöhung der Förderquoten für effizienten Neubau und Sanierungen in die richtige Richtung weist, bleiben die Vorgaben des GEG hinter dem Notwendigen und Möglichen zurück. Für 2022 ist eine Aktualisierung des GEG angekündigt. Im Bereich der Wärmeversorgung von Bestandsgebäude wird der Umstieg von Heizöl auf erneuerbare Energieträger massiv gefördert, sodass eine deutlich höhere Reduktion der THG-Emissionen erwartet werden kann. Die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom wird diesen Effekt weiter bestärken. Auch im Sektor Wohnen muss die (dekarbonisierte) Fernwärme eine wichtige Rolle spielen und weiter ausgebaut werden.

Verkehr; Entwicklung 1990, 2015 bis 2020

Der Energieverbrauch im Sektor Verkehr ist von 1990 bis 2019 um 8,7 % gestiegen und bis 2020 auf -8,8 % zurückgegangen, die THG-Emissionen sind bis 2019 um -0,8 % und bis 2020 auf -16,9 % bezogen auf 1990 zurückgegangen. Im Sektor Verkehr sind die Auswirkungen der Coronapandemie am größten.

Die günstigere Entwicklung der THG-Emissionen im Vergleich zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs ist auf den gestiegenen biogenen Anteil bei den Treibstoffen zurückzuführen.

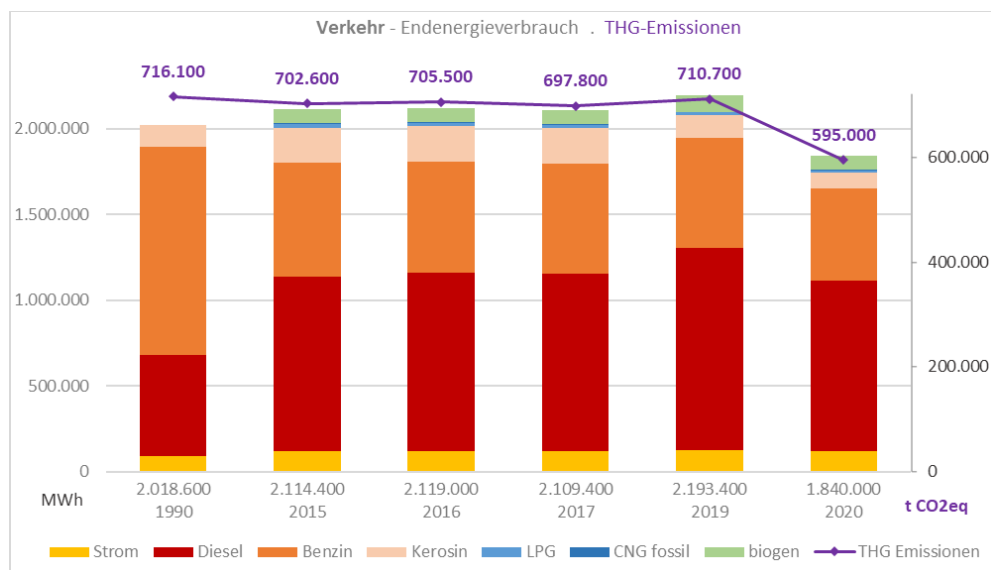


Abbildung 10: Verkehr - Endenergieverbrauch 1990; 2015 bis 2020

Die Verbrauchswerte und die daraus resultierenden THG-Emissionen für das Jahr 2020 wurden wegen mangelnder Primärdaten aus den Werten von 2019 und der Entwicklung im Verkehrsbereich für Deutschland (siehe AG Energiebilanzen e.V. Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990-2020) fortgeschrieben. Der Verkehr ist der einzige Sektor, bei dem bis 2019 keine Reduktion des Energieverbrauchs stattgefunden hat und nur eine geringe Reduktion der THG-Emissionen. Während bei allen anderen Sektoren die höheren Anforderungen (mehr Wohnfläche, höhere Produktion, mehr Beschäftigte, höheres Bruttoinlandsprodukt, etc.) durch Effizienzsteigerungen ausgeglichen werden konnten, ist dies im Sektor Verkehr nicht gelungen. Die deutliche Reduktion von 2019 zu 2020 liegt in der eingeschränkten Mobilität im Coronajahr begründet.

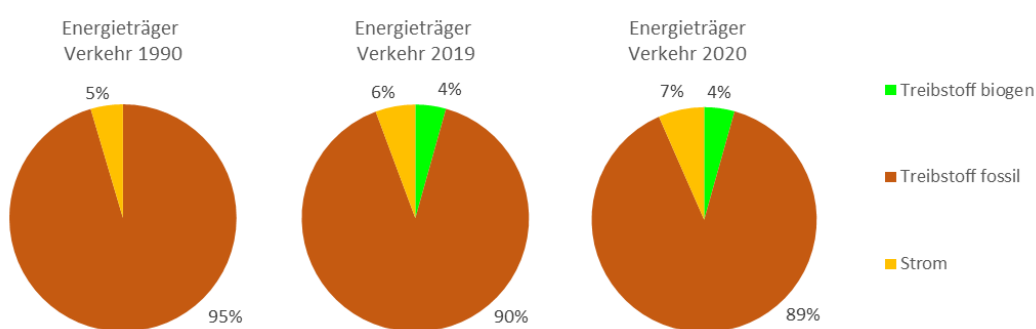


Abbildung 11: Verkehr - Energieträger Anteile 1990, 2019 sowie 2020

Die fossilen Kraftstoffe dominieren 1990 den Sektor Verkehr mit 95 % gegenüber 5 % Strom. 2019 und 2020 ging der Anteil der fossilen Treibstoffe zurück zu Gunsten von biogenen Treibstoffen (überwiegend als Zuzusammensetzung zu den fossilen Treibstoffen) und einem leicht gestiegenen Anteil von Strom.

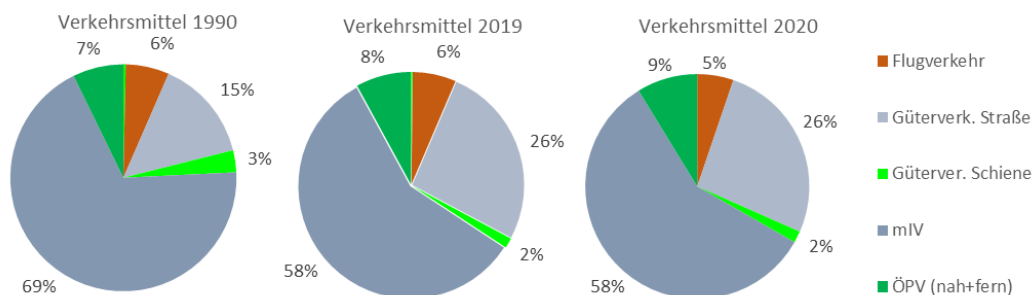


Abbildung 12: Verkehr - Verkehrsmittel Anteile 1990, 2019 sowie 2020

Bei den eingesetzten Verkehrsmitteln überwiegt 2019/2020 beim Personenverkehr der motorisierte Individualverkehr (mIV) trotz deutlichem Rückgang gegenüber 1990 und beim Güterverkehr der Straßengüterverkehr mit einem Zuwachs gegenüber 1990. In Summe blieb der Anteil des Straßenverkehrs am Energieverbrauchs des Sektors Verkehr mit 84 % gleich und ist das dominierende Verkehrsmittel. Der öffentliche Personenverkehr hat einen geringen Zuwachs, der Schienengüterverkehr verliert von seinem geringen Anteil ein Drittel und der Flugverkehr bleibt gleich. Die nicht motorisierten Verkehrsarten Fuß- und Radverkehr sind beim Vergleich der Anteile am Energieverbrauch systembedingt nicht enthalten.

Der Energieverbrauch im Sektor Verkehr wird dominiert vom motorisierten Individualverkehr (mIV) und Straßengüterverkehr mit überwiegend fossilen Treibstoffen. Effizienzsteigerungen in der Antriebstechnik wurden durch höheres Fahrzeuggewicht und stärkere Motorisierung der Fahrzeuge zum Teil kompensiert. Die Elektromobilität spielt bis 2020 im Individualverkehr noch keine relevante Rolle. Vor allem der seit 1990 massiv gestiegene Güterverkehr sorgt für eine Erhöhung des Energieverbrauchs. Der Nürnberg zugeordnete Energieverbrauch des Flugverkehrs ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen und der Energieverbrauch des motorisierten Individualverkehrs (PKW, Motorräder) leicht. Dagegen ist der Energieverbrauch des Schienenpersonenverkehrs etwas gestiegen. Inwieweit der Rückgang des mIV dem Ausbau des Umweltverbundes zuzuordnen ist, wird sich in Zukunft zeigen.

Simulation 2020 ohne Sondereffekte durch Corona

Die Entwicklung von Endenergieverbrauch und THG-Emissionen im Jahr 2020 ist in den einzelnen Sektoren unterschiedlich beeinflusst von der Coronapandemie. In einer Simulation wird das Jahr 2020 entsprechend der Entwicklung der zwei vorhergehenden Jahre fortgeschrieben.

Insgesamt ist der Corona bereinigte Endenergieverbrauch um 5,1 % und die Corona bereinigten THG-Emissionen um 5,4 % höher als die realen Werte.

Ohne die Sondereffekte aufgrund der Coronapandemie wäre der Energieverbrauch in Bezug auf 1990 um -20,3 % statt -24,2 % zurückgegangen und die THG-Emissionen um -41,9 % statt -44,8 %. Die Klimaziele der Stadt Nürnberg wären demzufolge ohne die Coronapandemie auch erreicht worden.

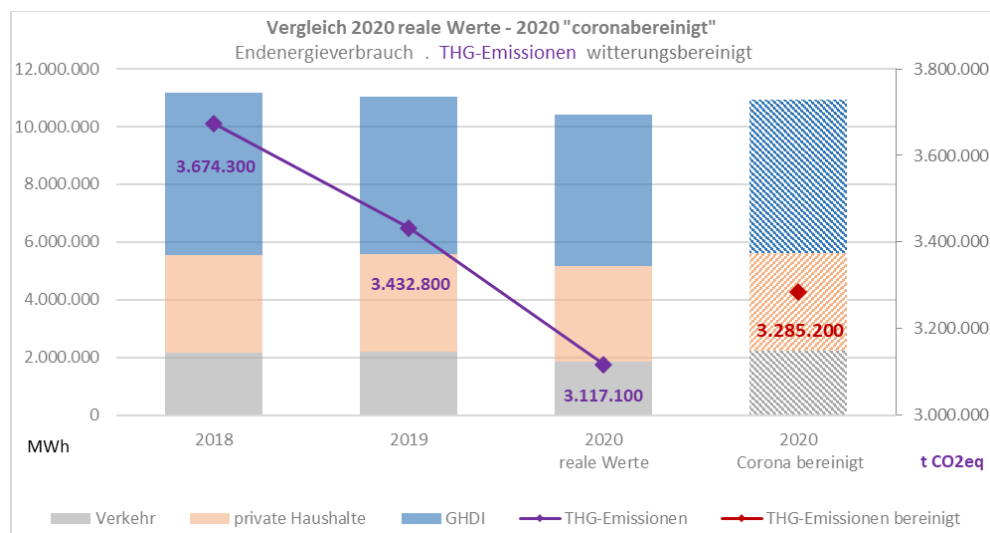


Abbildung 13: Vergleich reale Werte 2020 - 2020 „coronabereinigt“

Erneuerbare Energien beim Wärmeverbrauch

Der Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmebereitstellung in Nürnberg erfolgt einerseits dezentral auf Basis von Biomasse, Umweltwärme und Solarthermie und andererseits zentral durch den erneuerbaren Anteil der Fernwärme. Hier kommen Biomasse und Abwärme aus der Müllverbrennung zum Einsatz. Abfall wird bilanztechnisch zu den erneuerbaren Energien gezählt.

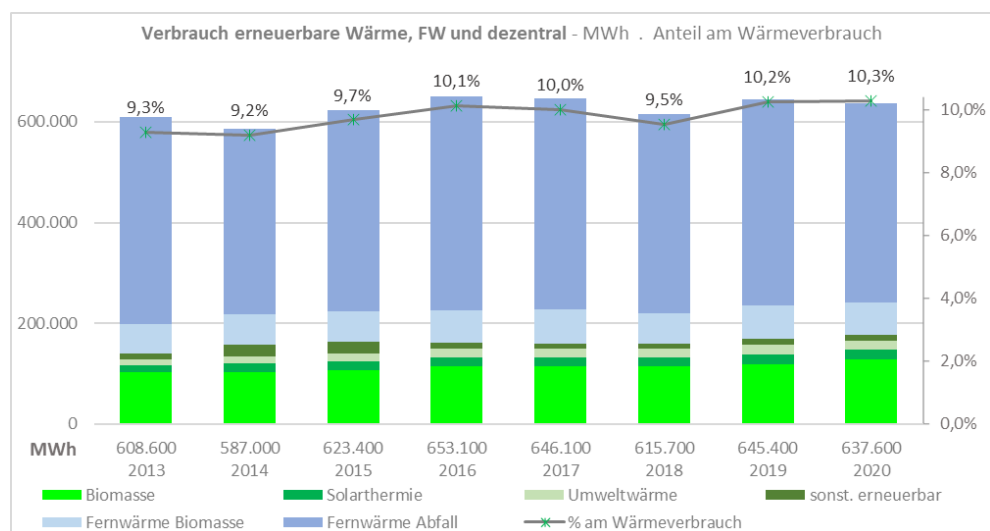


Abbildung 14: Verbrauch erneuerbare Wärme, Fernwärme und dezentral, 2013 bis 2020

Die gesamte erneuerbare Wärmebereitstellung hat 2013 einen Anteil von 9,3 % und 2020 von 10,3 %. Der größte Anteil (74 %) stammt aus der Fernwärme (Biomasse und Abfall), gefolgt von dezentral genutzter Biomasse (18 %). Die restlichen Energieträger (Solarthermie, Umweltwärme, sonstige Erneuerbare) haben eine nachgeordnete Bedeutung (8 %).

Erneuerbare Energien in der Fernwärme

Die Nürnberger Fernwärme wird mit Erdgas, erneuerbaren Energien (Biomasse; Abfall) und mit sehr geringen Mengen Heizöl erzeugt. Biomasse hatte 2020 einen Anteil von 7 % und Abfall einen Anteil von 23 % am Energieeinsatz der Fernwärme. Der wichtigste Energieträger ist immer noch Erdgas mit 70 %.

Erneuerbare Energien (EE) bei der Stromerzeugung

Die erneuerbare Stromerzeugung im Stadtgebiet von Nürnberg beruht auf acht Wasserkraftanlagen, einigen Biogasanlagen in den Außenbezirken, den Faulgasanlagen in der Kläranlage (Eigenverbrauch) und dem großen Biomasseheizkraftwerk in Sandreuth sowie einer Vielzahl von Photovoltaik-Dachanlagen. Insgesamt gibt es ca. 3.240 EE-Anlagen mit einer Gesamtleistung von knapp 66.000 kW, die nach dem EEG einspeisen und vergütet werden. Im Jahr 2020 betrug die Einspeisung von erneuerbarem Strom ins öffentliche Stromnetz 95.000 MWh. Der selbstverbrauchte Strom ist dabei nicht berücksichtigt.

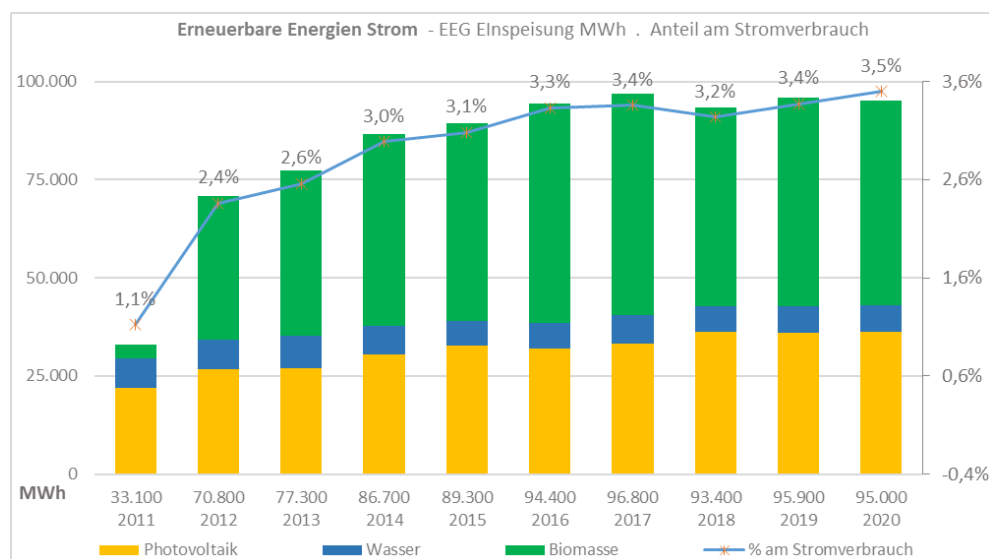


Abbildung 15: Erneuerbare Energien Strom - EEG Einspeisung 2011 bis 2020

Den größten Anteil an der Stromerzeugung hatte mit 55 % die Biomasse, gefolgt von Photovoltaik mit 38 % und Wasserkraft mit 7 %. Das Biomasseheizkraftwerk in Sandreuth hat mit einer elektrischen Leistung von 6 MW den entscheidenden Anteil an der Stromerzeugung. Im Jahr 2020 liegt der Anteil des Stromverbrauchs, der in Nürnberg regenerativ erzeugt wird, bei 3,5 %.

4 CO₂-Budget

Im Klimaschutzabkommen von Paris 2015 hat sich Deutschland völkerrechtlich verpflichtend zu den vereinbarten Klimaschutzzielen bekannt. Demnach soll die Erwärmung der Atmosphäre auf deutlich unter 2°C, möglichst auf maximal 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter begrenzt werden. Eine Klimaneutralität soll bis spätestens 2050 erreicht werden. Die Erderwärmung muss auf das beschriebene Maß beschränkt werden, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu begrenzen, die mehr oder weniger vorhandene geopolitische Stabilität zu behalten und Kipppunkte im klimatischen System nicht zu überschreiten. Für die Einhaltung der Vereinbarungen von Paris sind nicht nur die Klimaschutzziele relevant, sondern auch der Weg dahin. Es gilt die Gesamtmenge der Emissionen zu begrenzen, die bis zum Erreichen der Klimaneutralität noch emittiert werden, um das globale CO₂-Budget nicht zu überschreiten. Im Abkommen von Paris wurde die Definition der nationalen CO₂-Budgets den einzelnen Ländern überlassen, sodass es keine international verbindlichen nationalen CO₂-Budgets gibt.

Abweichend von der Endenergie- und THG-Bilanz der Stadt Nürnberg wird das CO₂-Budget, wie auch im Klimaschutzabkommen von Paris, auf Basis der CO₂-Emissionen und nicht der CO_{2eq}-Emissionen beschrieben. Für den Vergleich mit dem CO₂-Budget wurden aus den Energieverbräuchen der Stadt Nürnberg die CO₂-Emissionen berechnet.

4.1 Nationales CO₂-Budget

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat gemäß dem Anteil Deutschlands an der Weltbevölkerung ein nationales CO₂-Budget für Deutschland berechnet. So stehen Deutschland ab 2020 für die Einhaltung des 1,5°C-Ziels noch 4,2 Gigatonnen und für die Einhaltung des 1,75°C-Ziels noch 6,7 Gigatonnen zur Verfügung. Würden historische Emissionen oder der in Zukunft schwindende Anteil Deutschlands an der Weltbevölkerung berücksichtigt, würde sich das CO₂-Budget noch verringern. Bei der Endenergie- und THG-Bilanz werden jedoch lediglich energetisch-bedingte Emissionen betrachtet. Emissionen aus der Landwirtschaft (Viehhaltung, Düngemitelesatz, etc.) oder sonstige nicht-energetische Emissionen werden nicht berücksichtigt. Diese haben in etwa einen Anteil von 11 % an den nationalen CO₂-Emissionen. Reduziert man das CO₂-Budget um diesen Anteil, stehen zur Einhaltung des 1,5°C-Ziels noch 3,7 und für das 1,75°C-Ziel noch 6,0 Gigatonnen zur Verfügung.

4.2 CO₂-Budget der Stadt Nürnberg

Das CO₂-Budget der Stadt Nürnberg kann entweder anteilig über die Einwohnerzahl vom nationalen Budget abgeleitet werden oder es wird für jeden Sektor getrennt, entsprechend dem Anteil von Einwohnern und Erwerbstätigen, bestimmt. Bei der Beschreibung der Szenarien wird das etwas niedrigere, Einwohner basierte CO₂-Budget verwendet.

CO₂-Budgetberechnung nach Einwohnern

Die Berechnung des CO₂-Budgets nach Einwohneranteil an der Gesamtbevölkerung ist eine verbreitete Methode kommunale Budgets zu ermitteln. Nürnberg hat im Durchschnitt der letzten 5 Jahre einen Anteil an der Bevölkerung Deutschlands von 0,622 %. Der Anteil am CO₂-Budget beträgt somit 0,622 %. Dies entspricht 23,0 Millionen Tonnen bezogen auf das 1,5°C-Ziel und 37,3 Millionen Tonnen auf das 1,75°C-Ziel. Bei den aktuellen jährlichen CO₂-Emissionen von 3,1 Millionen Tonnen (2019) ist das Budget in **7,4 Jahren** bzw. **12,0 Jahren** aufgebraucht.

	CO ₂ -Budget D	Bezugsgröße	Anteil Nbg	CO ₂ -Budget Nbg
1,5°-Ziel	3,700 Gt	Einwohner	0,622%	23,018 Mt
1,75°-Ziel	6,000 Gt	Einwohner	0,622%	37,327 Mt

Abbildung 16: kommunales CO₂-Budget nach Einwohnern

CO₂-Budgetberechnung nach Sektoren

Bei Kommunen mit einem höheren Anteil an CO₂-Emissionen im gewerblichen Sektor als im Bundesdurchschnitt, wie auch Nürnberg, kommt es bei einer Budgetberechnung nur nach dem Einwohneranteil zu niedrigeren Budgets als bei einer zusätzlichen Berücksichtigung der Erwerbstätigen.

Deshalb wurde in einer alternativen Budgetberechnung das Budget nach Sektoren aufgeteilt und neben den Einwohner auch die Erwerbstätigen entsprechend dem jeweiligen Wirtschaftszweig berücksichtigt.

	CO ₂ -Budget D	Bezugsgröße	CO ₂ -Budget Nbg
1,5°-Ziel	3,700 Gt	Einwohner, Erwerbstätige	27,632 Mt
1,75°-Ziel	6,000 Gt	Einwohner, Erwerbstätige	44,808 Mt

Abbildung 17: kommunales CO₂-Budget nach Einwohner und Erwerbstätigen

Das so berechnete CO₂-Budget Nürnbergs für das 1,5°C-Ziel beträgt 27,6 Millionen Tonnen und ist bei den aktuellen Emissionen in **8,9 Jahren** (ab 2020) aufgebraucht. Das CO₂-Budget für das 1,75°C-Ziel beträgt 44,8 Millionen Tonnen und wäre bei den aktuellen Emissionen in **14,4 Jahren** (ab 2020) aufgebraucht.

4.3 Szenarien zur Klimaneutralität

Das Ziel der Klimaschutzanstrengungen ist das Erreichen der Klimaneutralität, d.h. es werden nur noch so viele Treibhausgase emittiert wie durch Senken gebunden werden. Ein Grundstock an Emissionen bleibt trotz Klimaneutralität also weiterhin vorhanden. Da auch erneuerbaren Energien Emissionen für den nicht regenerativen Anteil zugeordnet werden, verbleiben selbst bei einer Energieversorgung, die zu 100 % auf erneuerbaren Energien basiert Restmengen an Emissionen, die dann von CO₂-Senken aufgenommen werden müssen.

Im **Szenario Durchschnitt 29 Jahre** wurde die durchschnittliche jährliche CO₂-Reduktion von 1990 bis 2019 ermittelt und auch für die weitere Entwicklung angesetzt. Im **Szenario Durchschnitt 6 Jahre** („weiter so“) wurde die

weitere Entwicklung mit der durchschnittlichen CO₂-Reduktion von 2013 bis 2019 fortgeschrieben. Die Szenarien **Klimaneutralität 2030, 2035, 2037, 2040, 2045 und 2050** ergeben sich aus einer linearen Reduktion der Emissionen bis zur Klimaneutralität im jeweilig angesetzten Jahr.

Reduktionspfad	Jährliche Reduktion	Budget 1,5°C Ziel aufgebraucht	Budget 1,75°C Ziel aufgebraucht	Klimaneutralität
Durchschnitt 29 Jahre	72.526	2030	2040	2056
Klimaneutralität 2050	84.620	2030	2043	2050
Klimaneutralität 2045	101.544	2031	eingehalten	2045
Durchschnitt 6 Jahre	118.908	2032	eingehalten	2042
Klimaneutralität 2040	126.930	2032	eingehalten	2040
Klimaneutralität 2037	148.214	eingehalten	eingehalten	2037
Klimaneutralität 2035	169.240	eingehalten	eingehalten	2035
Klimaneutralität 2030	253.860	eingehalten	eingehalten	2030

Abbildung 18: Parameter der Reduktionsszenarien

Um das 1,5°C-Budget einzuhalten, muss die Klimaneutralität, bei linearer Reduktion, bis spätestens 2037 erreicht werden. Bei den Reduktionspfaden, die die Klimaneutralität später erreichen, ist das Budget schon vorher aufgebraucht. Das 1,75°C-Budget wird nur bei den Szenarien Durchschnitt 29 Jahre und Klimaneutralität 2050 nicht eingehalten

Eine größere Reduktion der Emissionen zu Beginn des Reduktionspfades erhöht den Spielraum im späteren Verlauf, wenn Reduktionen deutlich schwerer zu verwirklichen sind. Während in den nächsten Jahren eine Reduktion der Emissionen noch „relativ einfach“ mit Maßnahmen, wie dem Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, erreicht werden kann, wird dies später immer schwieriger. Maßnahmen zur massiven Reduktion des Energieverbrauchs, deren Wirtschaftlichkeit oft schwierig darzustellen ist, müssen dann unterstützend hinzukommen. Je früher damit begonnen wird, desto einfacher lassen sich diese Maßnahmen in den Sanierungs- und Innovationszyklus integrieren. Es ist für die Wirtschaftlichkeit der Energiewende von entscheidender Bedeutung, Effizienzmaßnahmen dann durchführen zu können, wenn sowieso Investitionen in die Infrastruktur anstehen. Letztlich werden jedoch auch Veränderungen unseres Lebensstils unumgänglich sein. Um die Akzeptanz dieser Notwendigkeiten in der Bevölkerung breit zu verankern, sind positive Bilder und Zielvorstellungen zu entwickeln, die die zukünftigen Chancen in den Mittelpunkt stellen.

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung relevanter Parameter der Stadt Nürnberg 1990-2019	6
Abbildung 2: Energieträger – Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020	7
Abbildung 3: Endenergieverbrauch/ Einwohner THG-Emissionen/ Einwohner	8
Abbildung 4: Sektoren- Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020	9
Abbildung 5: Sektoren – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020	9
Abbildung 6: GHDI – Endenergieverbrauch, THG-Emissionen witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020	10
Abbildung 7: GHDI – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020	10
Abbildung 8: private Haushalte – Endenergieverbrauch witterungsbereinigt 1990; 2015 bis 2020	11
Abbildung 9: private Haushalte - Endenergieverbrauch witterungsbereinigt Anteile 1990 und 2020	12
Abbildung 10: Verkehr - Endenergieverbrauch 1990; 2015 bis 2020	13
Abbildung 11: Verkehr - Energieträger Anteile 1990, 2019 sowie 2020	13
Abbildung 12: Verkehr - Verkehrsmittel Anteile 1990, 2019 sowie 2020	14
Abbildung 13: Vergleich reale Werte 2020 - 2020 „coronabereinigt“	15
Abbildung 14: Verbrauch erneuerbare Wärme, Fernwärme und dezentral, 2013 bis 2020	15
Abbildung 15: Erneuerbare Energien Strom - EEG Einspeisung 2011 bis 2020	16
Abbildung 16: kommunales CO ₂ -Budget nach Einwohnern	18
Abbildung 17: kommunales CO ₂ -Budget nach Einwohner und Erwerbstätigen	18
Abbildung 18: Parameter der Reduktionsszenarien	19