

# Final assignment - CO2 emissions

Niels van Garderen

7-Juli, 2023

## Introductie

Dit is de eindopdracht voor de opleiding "Data Analytics with Python".

Voor de opdracht mag ik elke dataset gebruiken die ik kan vinden op de website [ourworldindata.org](https://ourworldindata.org).

Ik moet een 3 tal vragen beantwoorden:

1. What is the biggest predictor of a large Co2 output per capita of a country?
2. Which countries are making the biggest strides in decreasing Co2 output?
3. Which non-fossil fuel energy technology will have the best price in the future?

**Wat is de grootste factor voor de co2 uitstoot per inwoner van een specifiek land?**

**Welke landen maken de meeste vooruitgang in het verlagen van hun co2 uitstoot?**

**Welke non-fossil energie technologie zal in de toekomst de beste prijs hebben?**

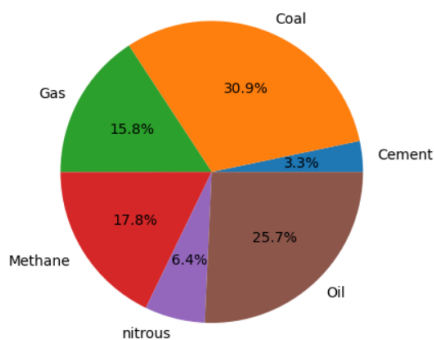
## 1 Biggest predictor of CO2 output.

Ik ben begonnen met überhaupt een beeld te vormen van de data.

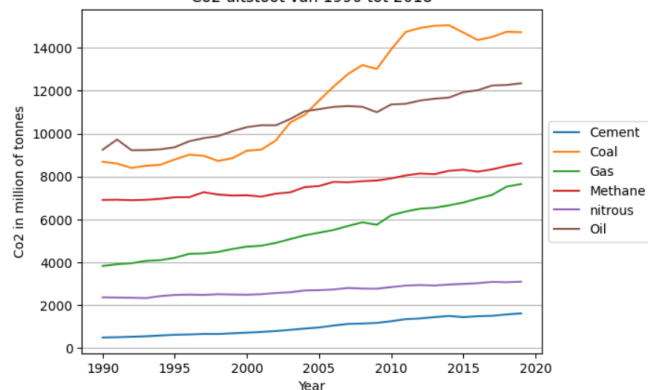
De meest recente data van de website is van 2018, de totale co2 uitstoot in 2018 was ruim 36 miljard ton.

Ik heb vervolgens de data in een pie chart gezet per categorie, alle data kleiner dan 1% heb ik in dit geval weggelaten.

Percentage co2 uitstoot in 2018 per categorie



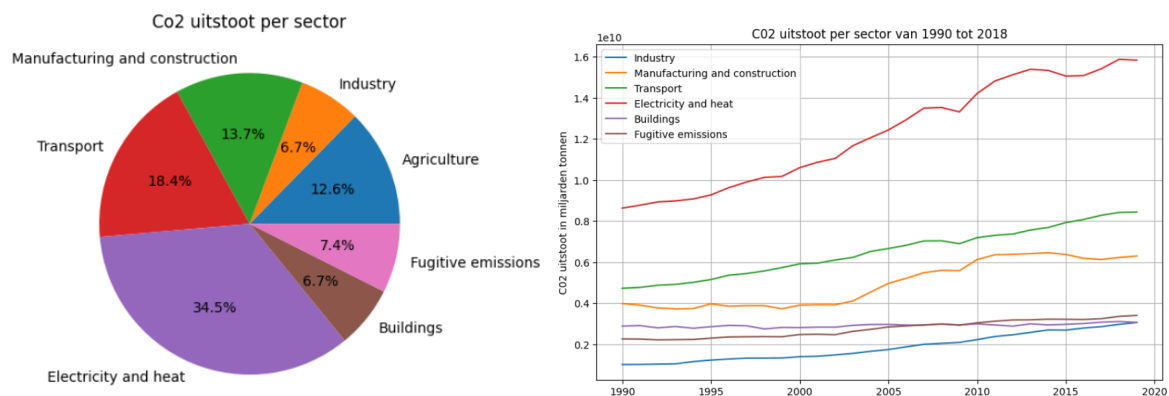
Co2 uitstoot van 1990 tot 2018



En rechts de uitstoot in miljoenen tonnen vanaf 1990 tot 2018 per categorie.

Alles heeft een lichte stijgende lijn, behalve Coal, die is in de laatste 20 jaar met ruim 60% gestegen.

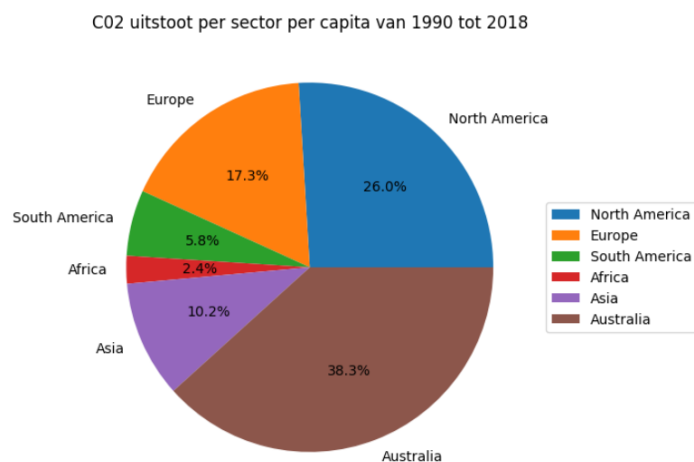
Als we verder gaan kijken per sector komen we uit op de volgende pie chart, ook hier heb ik de data kleiner dan 1 procent weggelaten om de pie chart duidelijker over te laten komen.  
En aan de rechterkant een line chart om de ontwikkelingen te zien vanaf 1990 tot 2018



Het is hier wel duidelijk wat de grootste factoren zijn, energy staat met kop en schouders bovenaan en lijkt voorlopig in groei ook niet af te nemen, met vervolgens de sector "Transport" en op 3 komen we uit bij "manufacturing and Construction"

Om de vraag te beantwoorden moeten we alleen gaan kijken per capita van een land.

Hieronder een overzicht van de uitstoot per capita per continent, wat voor mij wel een onverwachte resultaten met zich meebracht had verwacht dat asia wel een stuk hoger zou eindigen, en ik had überhaupt niet eens gedacht aan Australia.



Maar als ik het gaat googlen, wordt de reden al vrij snel duidelijk.

[Bron](#) "Most of Australia's energy relies on traditional sources — non-renewable fossil fuels. Coal and gas accounted for around 70% of electricity generation in 2021."

Ze zijn wel bezig met plannen om de uitstoot te verlagen met 43% vergeleken met 2005 in 2030, ze hebben de laatste 10 jaar renewable energy al verhoogd van 10.5% naar 29% in 2021, ze hebben echter nog een lange weg te gaan.

Ik heb vervolgens een lijst gegenereerd welke sector het hoogste co2 uitstoot heeft per land, hieronder de top 10 ik heb in de bijlage de gehele lijst van alle landen toegevoegd.

Wat hiervan opvalt is dat voor de meeste landen de “highest sector” “Electricity and heat” is en de tweede hoogste “Agriculture” is. Vermoedelijk is er een relatie tussen GDP en en wat de hoogste sector is maar heb mij hier verder niet in verdiept.

Eerste 10 resultaten, wat is sector met de hoogste co2 uitstoot per land.

Country	Highest Sector
Afghanistan	Agriculture
Albania	Agriculture
Algeria	Fugitive emissions
Angola	Agriculture
Antigua and Barbuda	Industry
Argentina	Agriculture
Armenia	Transport
Australia	Electricity and heat
Austria	Transport

## 2. Biggest strides in decreasing co2 output.

Het antwoord zal relatief moeten zijn, ik mis alleen wat afbakening bij deze vraag.

Gezien de beschikbare data tot 2018, zullen we ons richten op de afgelopen 10 jaar voor deze analyse. We willen inzicht krijgen in de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de CO<sub>2</sub>-uitstoot per hoofd van de bevolking van een land.

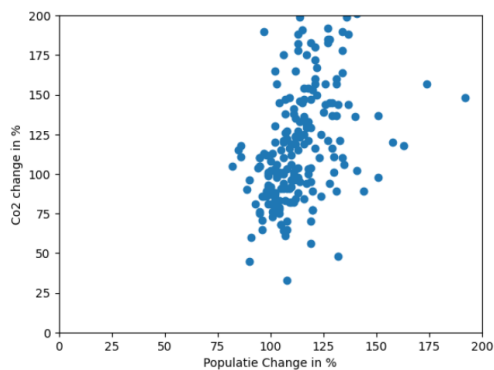
Naast het onderzoeken van de CO<sub>2</sub>-uitstoot, is er ook een suggestie om te kijken naar de bevolkingsomvang van een land. Het is redelijk om aan te nemen dat het aantal inwoners van een land invloed kan hebben op de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit betekent dat we de gegevens moeten analyseren met betrekking tot de veranderingen in de bevolking in de afgelopen 10 jaar.

Daarnaast hebben we al vastgesteld dat de "Electricity and heat" sector de grootste bijdrage levert aan de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarom is het van belang om specifiek te kijken naar de ontwikkelingen in het stroomverbruik per land gedurende deze periode.

Ik heb wat berekeningen erop los gelaten, hieronder zie je een Scatter diagram.

Het gaat hier dus om de relatieve veranderingen van bevolkingsgroei en co<sub>2</sub> uitstoot van 2008 tot 2018 in procenten.

Voorbeeld: een land dat bijvoorbeeld sinds 2008 exact hetzelfde bevolkingsaantal heeft en waar de co<sub>2</sub> ook exact hetzelfde is zal dus een stip krijgen op 100, 100.



Vervolgens heb ik een Pearson Correlation berekening gedaan, hier kwam 0.29 uit.

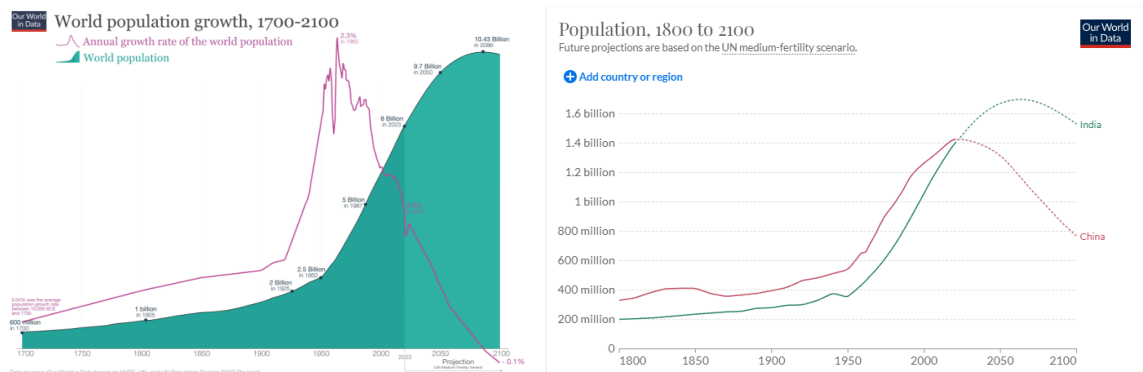
Dit houdt in dat er een redelijke overeenkomst is tussen de bevolkingsgroei en de co<sub>2</sub> uitstoot.

Maar dan ben ik wel benieuwd als er een redelijke overeenkomst is tussen de co2 uitstoot en de bevolkingsgroei zou er een moment zijn wanneer dit probleem relatief uit zichzelf opgelost zou worden?

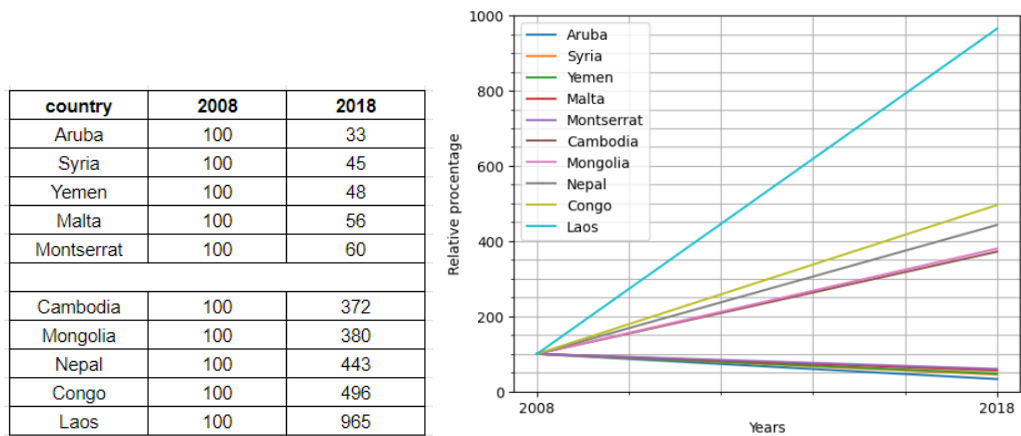
Hieronder zie je een grafiek rechtstreeks van de website “our world in Data”, waarin je terug ziet dat de bevolkingsgroei het hoogst was in 1963, echter zal volgens deze data de bevolking pieken tot 10,4 miljard in 2086 en dan pas zal de eerste daling terug te zien zijn.

Daarnaast nog een grafiek ook rechtstreeks van de website met de bevolkingsgroei van de 2 grootste landen, sinds kort is India China voorbij gegaan met de bevolkingsaantal, wat hier wel opvalt is dat China vanaf 2025 al begint met het dalen van de bevolking, waar vermoedelijk de grootste vergrijzing ter wereld gaat plaatsvinden, terwijl India zijn piek bereikt in 2065.

Oftewel het duurt nog wel even voor de bevolking stabiliseert, en aangezien de vraag naar energie flink blijft toenemen zal er dus actief naar oplossingen gekeken moeten worden.



Tot slot de relatieve resultaten:  
Links een overzicht van de 5 grootste en minst grootste resultaten met betrekking tot co2 uitstoot.  
33 houdt dus in dat er nog maar 33% van de uitstoot in dat land is, terwijl 965 betekent dat de uitstoot bijna 10x zo hoog is.

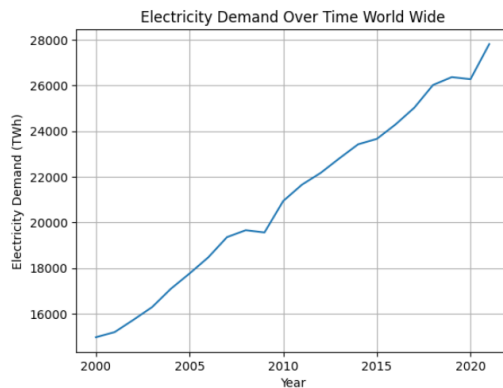


### 3. Which non-fossil fuel energy technology will have the best price in the future?

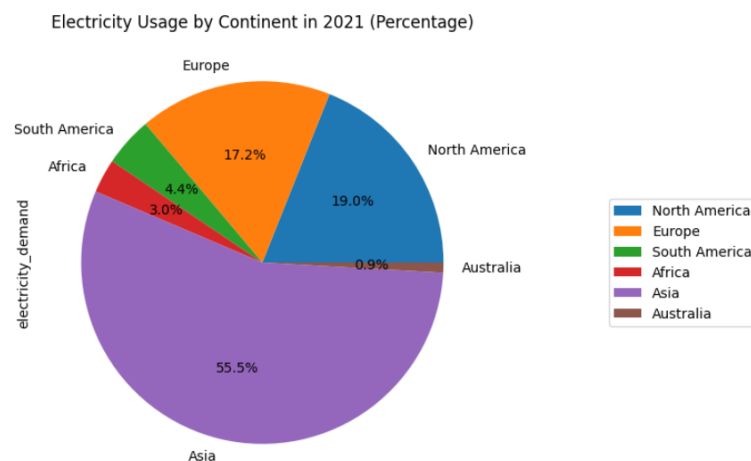
Laten we eerst eens kijken welke data we hebben.

We hebben praktische van de meeste landen het energieverbruik vanaf 2000 tot 2021 in Twh.

Hieronder het verbruik wereldwijd vanaf 2000 tot 2019.

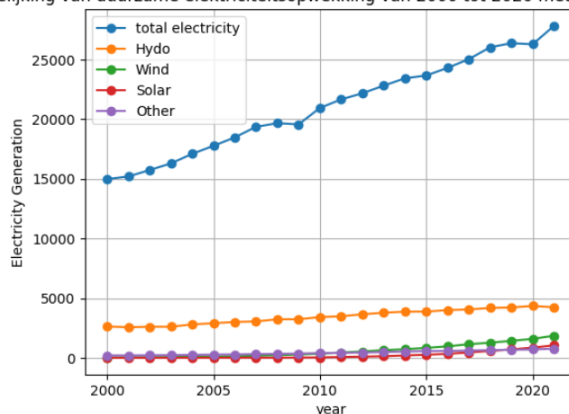


En hieronder wordt het totale verbruik per continent weergegeven in procenten. Het is belangrijk op te merken dat dit een vertekend beeld kan geven, aangezien het grootste deel van de wereldbevolking in Azië woont.



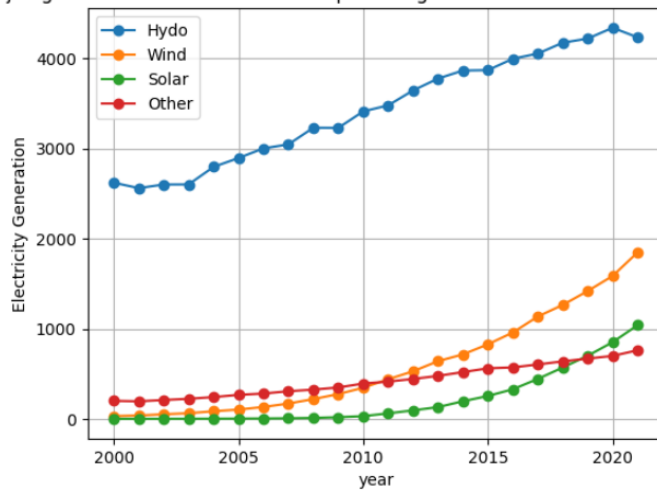
Verder zijn we gaan kijken naar de renewable energie soorten in vergelijking met de totale elektriciteitsvraag. Hierin zien we duidelijk dat de “renewable” energie maar echt een fractie is van de totale vraag, volgens de webstie [ourworldindata.org](https://ourworldindata.org) was in 2019 de totale renewable energie maar 11% van de totale opwekking.

Vergelijking van duurzame elektriciteitsopwekking van 2000 tot 2020 met de totale vraag

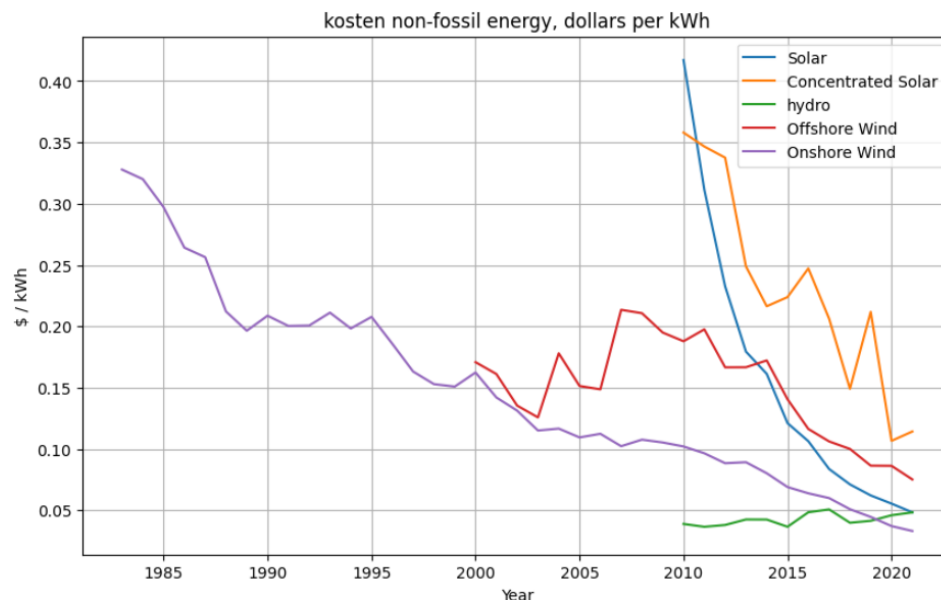


Hieronder dezelfde grafiek maar zonder het totale verbruik, en dan zien we een stuk duidelijker dat "hydropower" al een stuk langer wordt gebruikt, maar dat ook "wind", "Solar" vanaf 2010 flink aan het groeien zijn.

Vergelijking van duurzame elektriciteitsopwekking van 2000 tot 2020 met de totale vraag



Hieronder de actuele prijzen per renewable energie soort, dit is in dollar per kWh. De oorspronkelijke prijzen komen van de website "irena.org".



Hieronder de resultaten, ik heb geprobeerd de toekomstige prijzen te berekenen met een prediction model (zie code), Wat me opvalt is dat na een paar jaar de prijzen gigantische afvlakken en sommige prijzen gaan zelfs negatief.

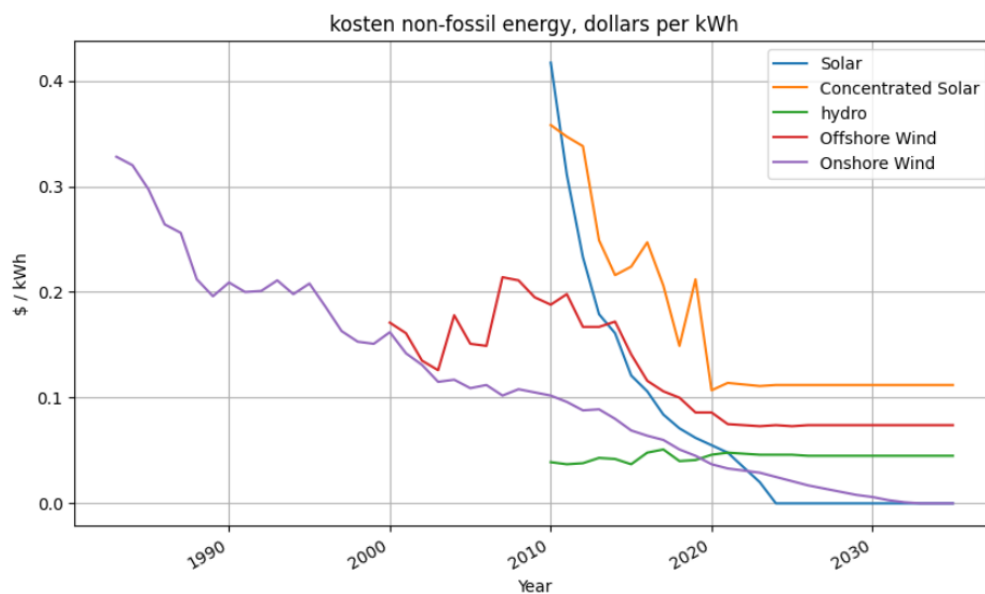
Alleen onshore Wind lijkt wat meer accuraat te zijn, waarschijnlijk ook omdat er meer gegevens bekend zijn waarop de prediction gemaakt kan worden.

Ik ga me hier verder in verdiepen, maar lijkt me momenteel buiten de scope van de vraag.

Maar om antwoord te geven op de vraag welk non-fossil fuel energiesoort het goedkoopst wordt in de toekomst neigt mijn antwoord toch richting solar, met onshore Wind op nummer 2.

Dit antwoord is globaal en zal waarschijnlijk erg verschillen per land, ook hierin is de oorlog die momenteel gaande is met Oekraïne niet in mee genomen.

Zeker het laatste maakt de economie erg onstabiel en is het praktisch voor mij onmogelijk een accuraat antwoord hierop te geven.





Bijlage:

Hieronder de volledige lijst voor vraag 1, ik heb de lijst niet verderop opgeschoond, er zit ook data tussen qua continenten of samenwerking tussen landen etc.

Country	Highest Sector
Afghanistan	Agriculture
Albania	Agriculture
Algeria	Fugitive emissions
Angola	Agriculture
Antigua and Barbuda	Industry
Argentina	Agriculture
Armenia	Transport
Australia	Electricity and heat
Austria	Transport
Azerbaijan	Electricity and heat
Bahamas	Electricity and heat
Bahrain	Electricity and heat
Bangladesh	Agriculture
Barbados	Electricity and heat
Belarus	Electricity and heat
Belgium	Transport
Belize	Transport
Benin	Transport
Bhutan	Transport
Bolivia	Agriculture
Bosnia and Herzegovina	Electricity and heat
Botswana	Agriculture
Brazil	Agriculture
Brunei	Electricity and heat
Bulgaria	Electricity and heat
Burkina Faso	Agriculture
Burundi	Agriculture
Cambodia	Agriculture
Cameroon	Industry
Canada	Electricity and heat
Cape Verde	Transport

Central African Republic	Agriculture
Chad	Agriculture
Chile	Electricity and heat
China	Electricity and heat
Colombia	Agriculture
Comoros	Agriculture
Congo	Fugitive emissions
Costa Rica	Transport
Cote d'Ivoire	Agriculture
Croatia	Transport
Cuba	Electricity and heat
Cyprus	Electricity and heat
Czechia	Electricity and heat
Democratic Republic of Congo	Agriculture
Denmark	Transport
Djibouti	Agriculture
Dominica	Electricity and heat
Dominican Republic	Electricity and heat
Ecuador	Transport
Egypt	Electricity and heat
El Salvador	Transport
Equatorial Guinea	Fugitive emissions
Eritrea	Agriculture
Estonia	Electricity and heat
Eswatini	Agriculture
Ethiopia	Agriculture
Fiji	Transport
Finland	Electricity and heat
France	Transport
Gabon	Fugitive emissions
Gambia	Agriculture
Georgia	Transport
Germany	Electricity and heat
Ghana	Agriculture
Greece	Electricity and heat
Grenada	Electricity and heat
Guatemala	Agriculture
Guinea	Agriculture
Guinea-Bissau	Agriculture
Guyana	Agriculture
Haiti	Agriculture
Honduras	Agriculture

Hungary	Transport
Iceland	Transport
India	Electricity and heat
Indonesia	Electricity and heat
Iran	Fugitive emissions
Iraq	Fugitive emissions
Ireland	Agriculture
Israel	Electricity and heat
Italy	Electricity and heat
Jamaica	Manufacturing and construction
Japan	Electricity and heat
Jordan	Electricity and heat
Kazakhstan	Electricity and heat
Kenya	Agriculture
Kiribati	Transport
Kuwait	Electricity and heat
Kyrgyzstan	Buildings
Laos	Electricity and heat
Latvia	Transport
Lebanon	Electricity and heat
Lesotho	Agriculture
Liberia	Transport
Libya	Fugitive emissions
Lithuania	Transport
Luxembourg	Transport
Madagascar	Agriculture
Malawi	Agriculture
Malaysia	Electricity and heat
Maldives	Transport
Mali	Agriculture
Malta	Electricity and heat
Marshall Islands	Transport
Mauritania	Agriculture
Mauritius	Electricity and heat
Mexico	Electricity and heat
Micronesia (country)	Transport
Moldova	Electricity and heat
Mongolia	Agriculture
Montenegro	Electricity and heat
Morocco	Electricity and heat
Mozambique	Agriculture
Myanmar	Agriculture

Namibia	Agriculture
Nauru	Electricity and heat
Nepal	Agriculture
Netherlands	Electricity and heat
New Zealand	Agriculture
Nicaragua	Agriculture
Niger	Agriculture
Nigeria	Agriculture
North Korea	Manufacturing and construction
North Macedonia	Electricity and heat
Norway	Electricity and heat
Oman	Electricity and heat
Pakistan	Agriculture
Palau	Transport
Panama	Transport
Papua New Guinea	Fugitive emissions
Paraguay	Agriculture
Peru	Agriculture
Philippines	Electricity and heat
Poland	Electricity and heat
Portugal	Electricity and heat
Qatar	Electricity and heat
Romania	Electricity and heat
Russia	Electricity and heat
Saint Kitts and Nevis	Electricity and heat
Saint Lucia	Electricity and heat
Saint Vincent and the Grenadines	Transport
Samoa	Agriculture
Sao Tome and Principe	Electricity and heat
Saudi Arabia	Electricity and heat
Senegal	Agriculture
Serbia	Electricity and heat
Seychelles	Electricity and heat
Sierra Leone	Agriculture
Singapore	Electricity and heat
Slovakia	Electricity and heat
Slovenia	Transport
Solomon Islands	Transport
Somalia	Agriculture
South Africa	Electricity and heat
South Korea	Electricity and heat
South Sudan	Agriculture

Spain	Transport
Sri Lanka	Transport
Sudan	Agriculture
Suriname	Electricity and heat
Sweden	Transport
Switzerland	Transport
Syria	Electricity and heat
Tajikistan	Agriculture
Tanzania	Agriculture
Thailand	Electricity and heat
Timor	Fugitive emissions
Togo	Agriculture
Tonga	Transport
Trinidad and Tobago	Electricity and heat
Tunisia	Electricity and heat
Turkey	Electricity and heat
Turkmenistan	Fugitive emissions
Tuvalu	Agriculture
Uganda	Agriculture
Ukraine	Electricity and heat
United Arab Emirates	Electricity and heat
United Kingdom	Transport
United States	Electricity and heat
Uruguay	Agriculture
Uzbekistan	Electricity and heat
Vanuatu	Agriculture
Venezuela	Fugitive emissions
Vietnam	Electricity and heat
World	Electricity and heat
Yemen	Agriculture
Zambia	Agriculture
Zimbabwe	Agriculture