



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

SOCIETÀ, TERRITORIO E TRANSIZIONE ENERGETICA
Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali

FONDAMENTI TEORICI ED ECO-WELFARE

FONDAMENTI TEORICI, PARTE II: ENERGIA, TERRITORIO E SCIENZE SOCIALI

L'APPROCCIO SOCIOLOGICO ALLE ENERGIE RINNOVABILI E AI CONSUMI ENERGETICI

Lorenzo De Vidovich

lorenzoraimondo.devidovich@dispes.units.it

LEZIONE 4

19 MARZO 2024



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

ENERGIA, SISTEMA SOCIO-TECNICO DI PRODUZIONE E CONSUMO

SVILUPPO E CIVILIZZAZIONE:

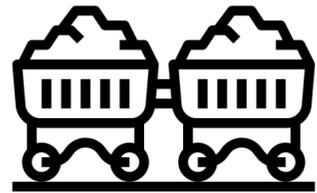
- reti di distribuzione tubature
- trasformazioni di aree costiere e spazi agricoli
- aree urbane e suburbane

MUTAMENTI INFRASTRUTTURALI



METABOLISMO URBANO

RIPASSO: FONTI FOSSILI



Carbone



Petrolio



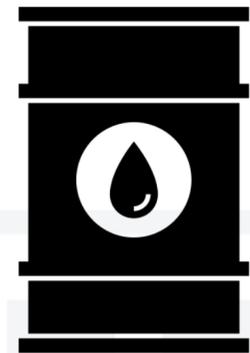
Gas



GNL, Gas Naturale Liquefatto



RIPASSO: FONTI FOSSILI



Carbone

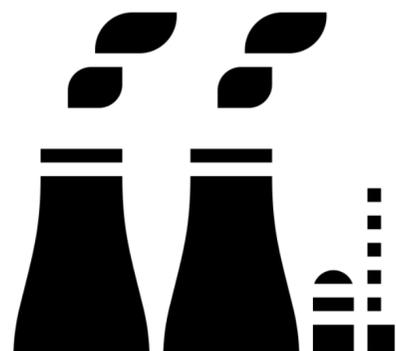
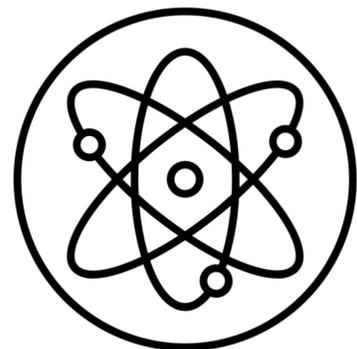
Petrolio

Perforazione del suolo laddove si trovano giacimenti

Fracking
Sfruttamento di giacimenti non convenzionali per estrarre idrocarburi imprigionati in strutture argillose (scisti)

ALTRA FORMA DI ENERGIA CHE SI AFFERMA NEL '900

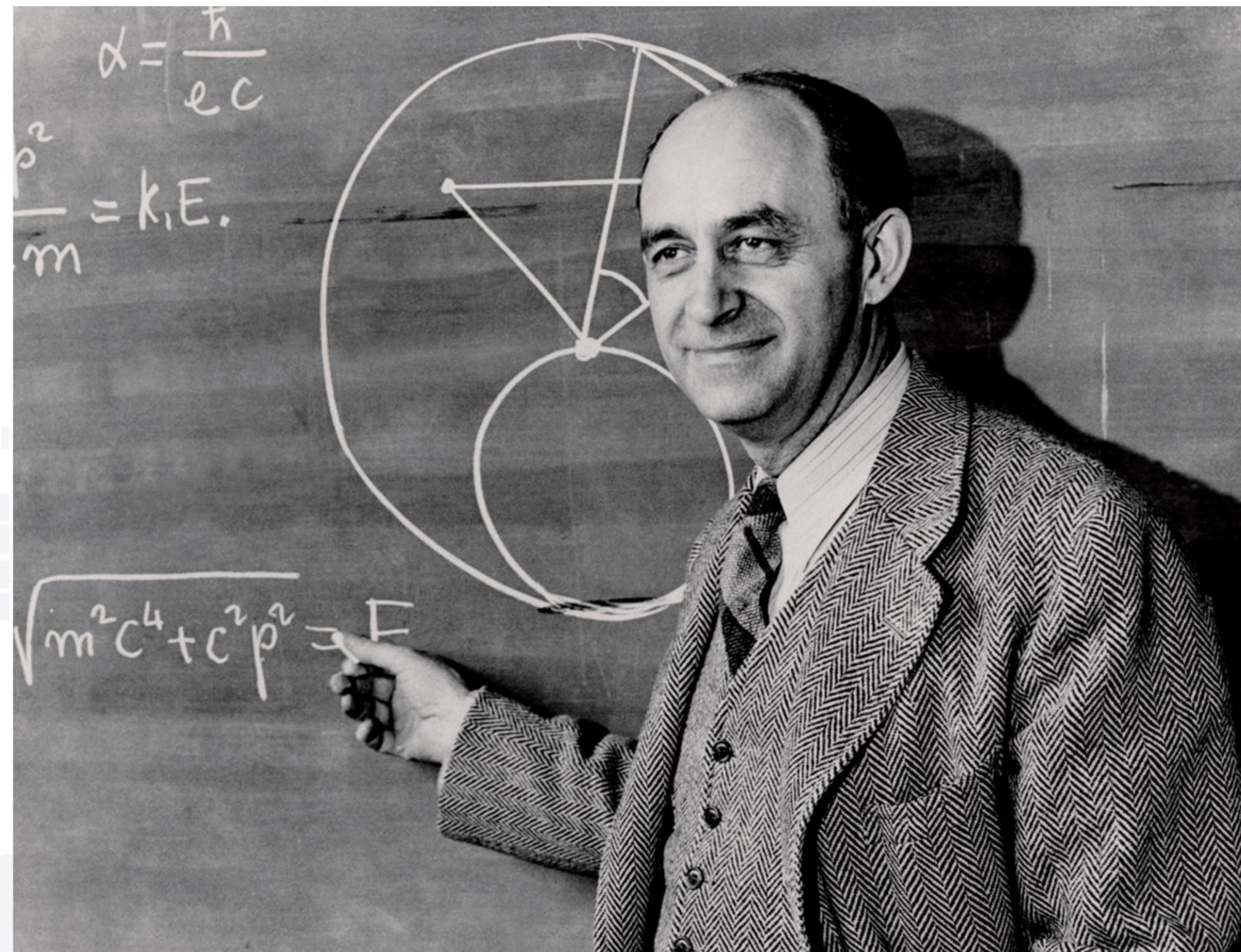
ENERGIA NUCLEARE



Se stuzzico il nucleo di un **atomo** (la più piccola parte di ogni elemento esistente in natura) si può generare energia.

Enrico Fermi se ne accorge utilizzando l'uranio, l'elemento chimico più pesante in natura

Armaroli e Balzani (2017), pp. 137-142

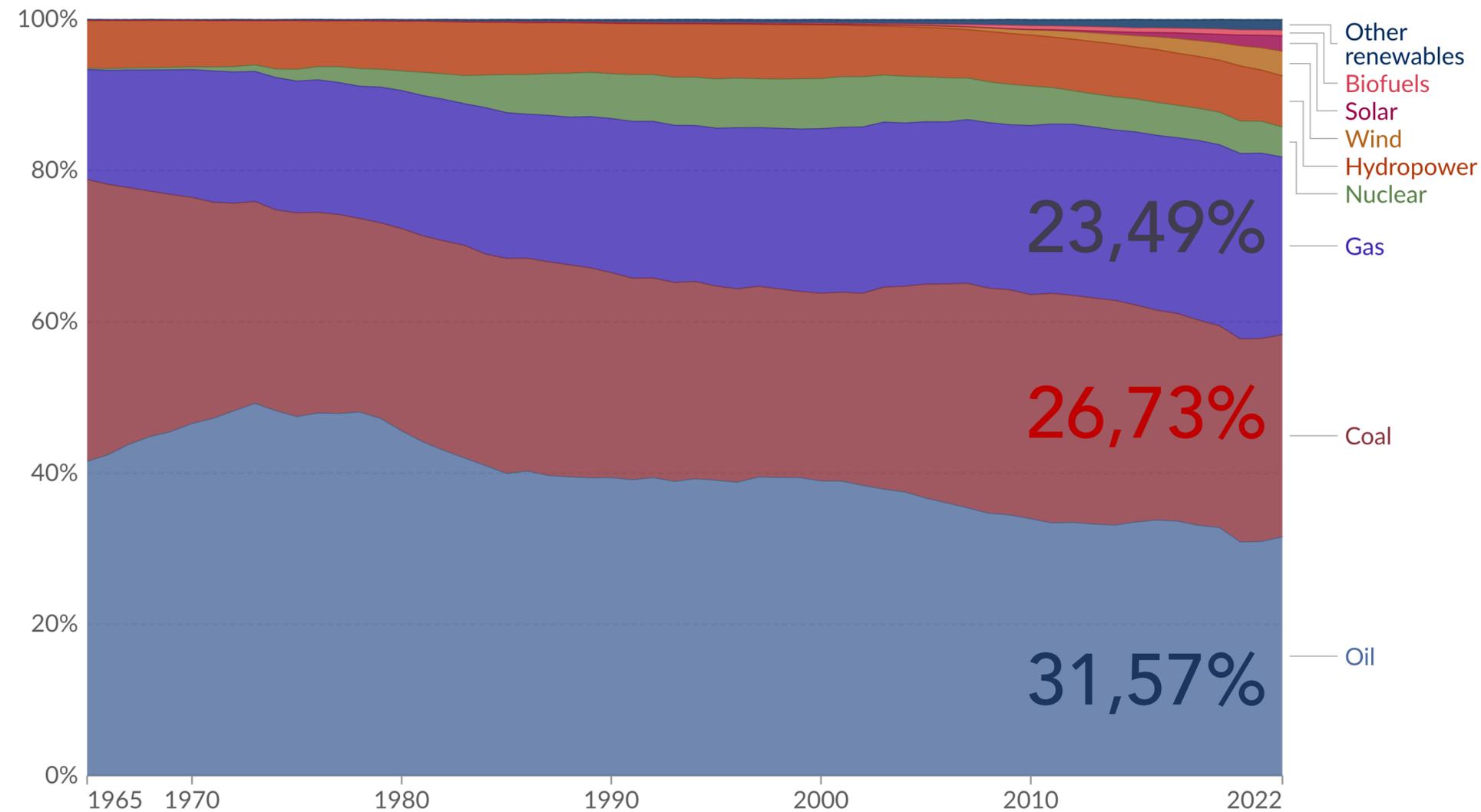


CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, World

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Our World
in Data



Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio

Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

OurWorldInData.org/energy | CC BY

CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, World

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Our World
in Data

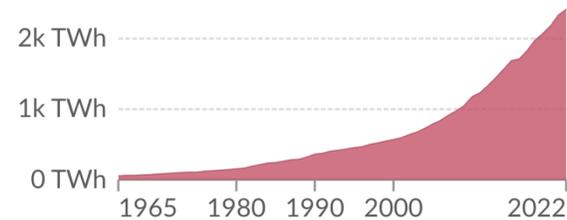
■ World

Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

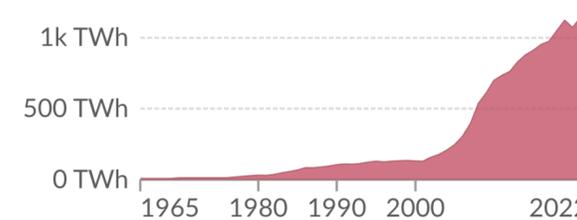
Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio

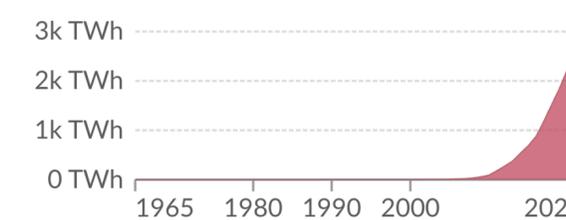
Other renewables



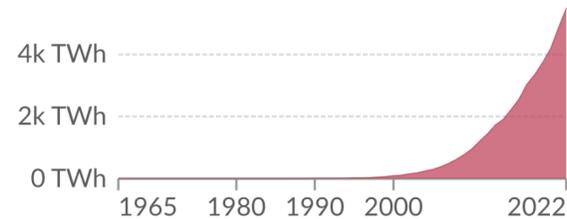
Biofuels



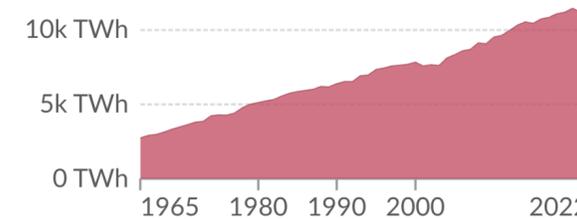
Solar



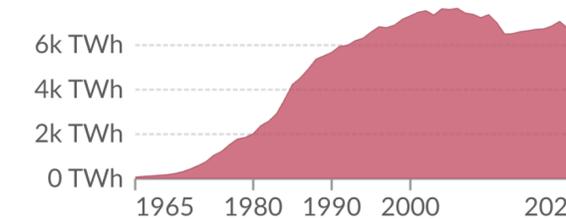
Wind



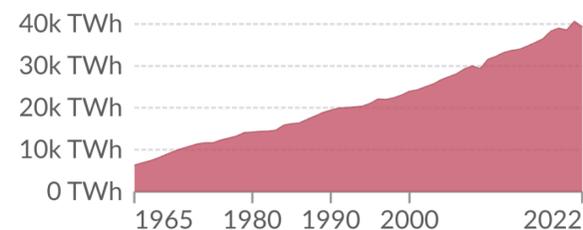
Hydropower



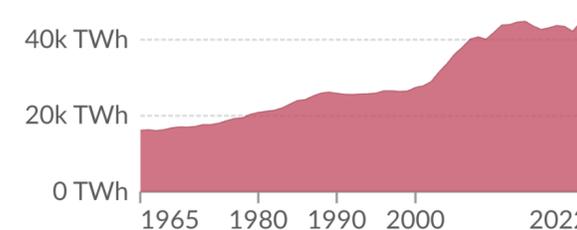
Nuclear



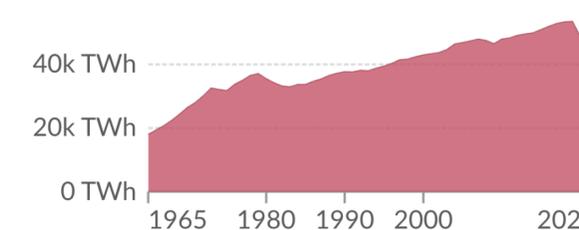
Gas



Coal



Oil



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

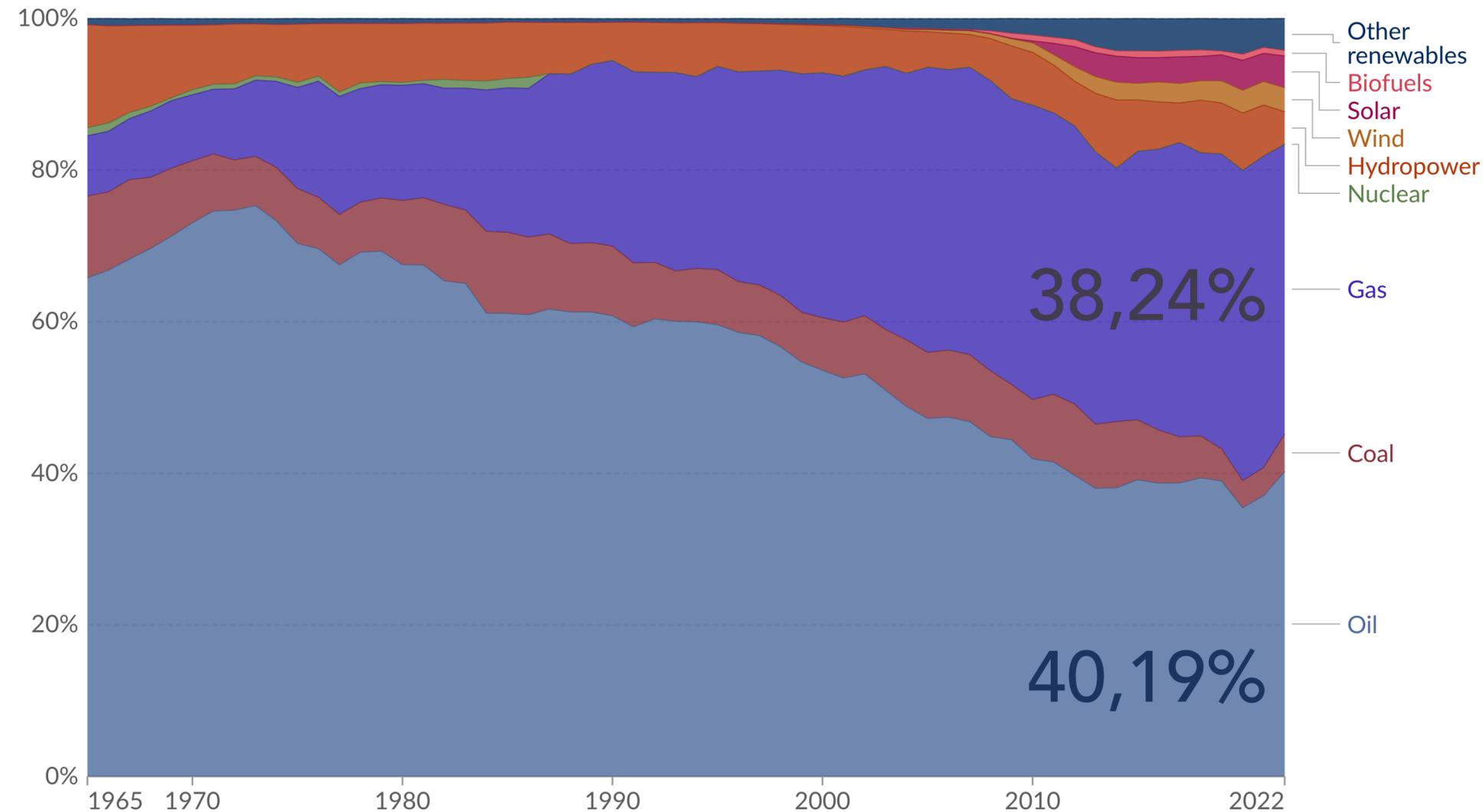
OurWorldInData.org/energy | CC BY

CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, Italy

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Our World
in Data



Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio

Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

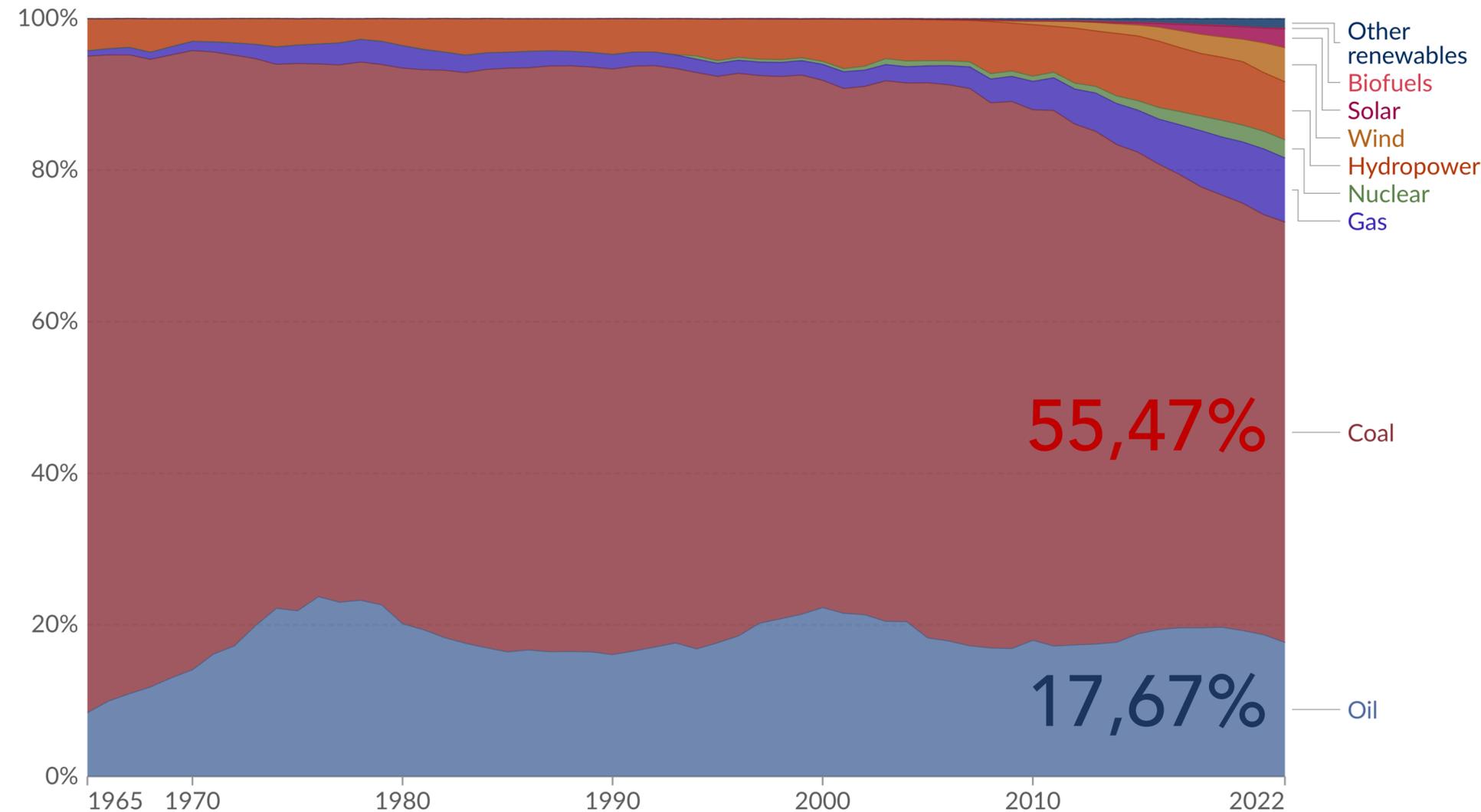
OurWorldInData.org/energy | CC BY

CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, China

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Our World
in Data



Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio

Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

OurWorldInData.org/energy | CC BY

CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, **SCOPRI IL PAESE**

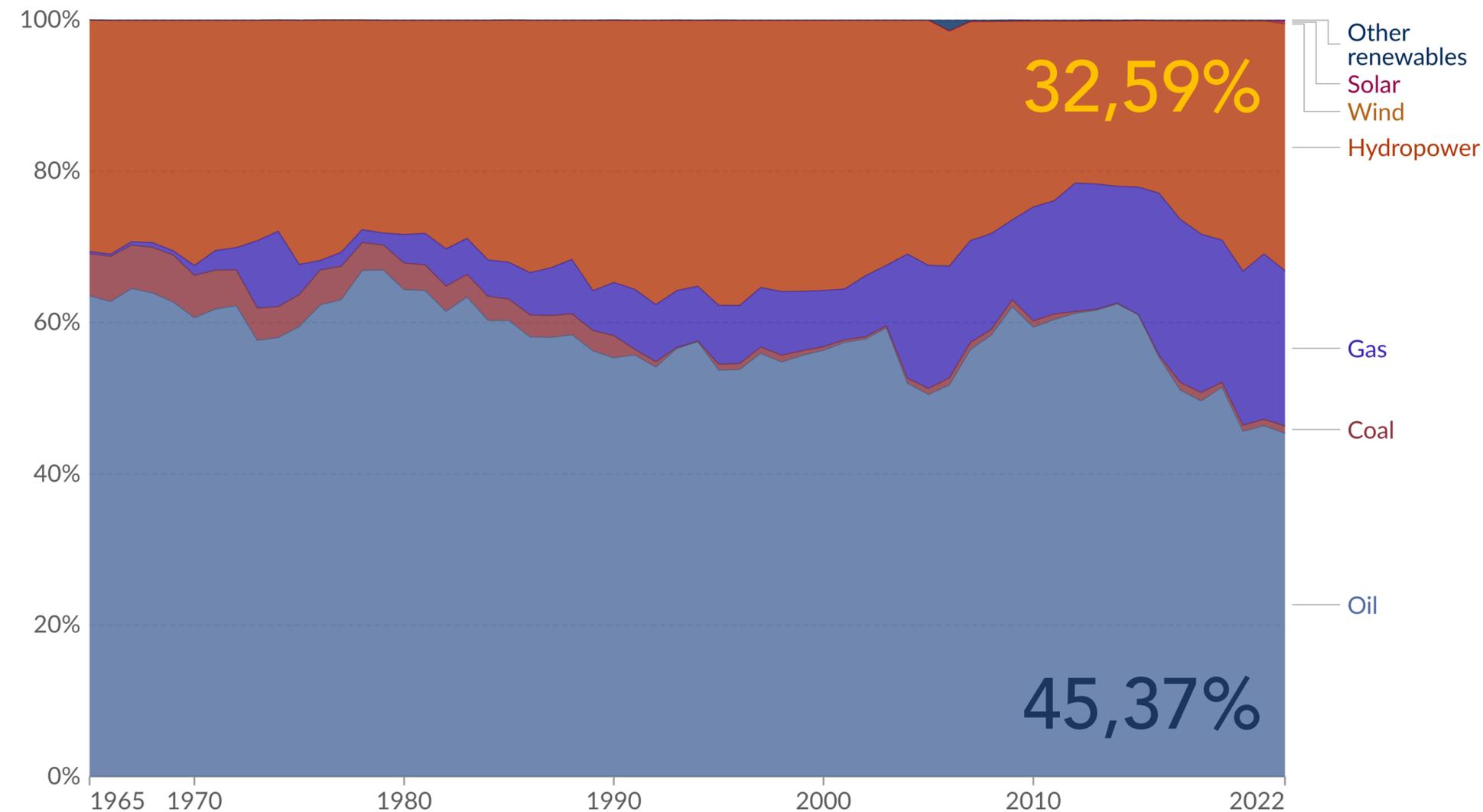
Our World
in Data

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

OurWorldInData.org/energy | CC BY

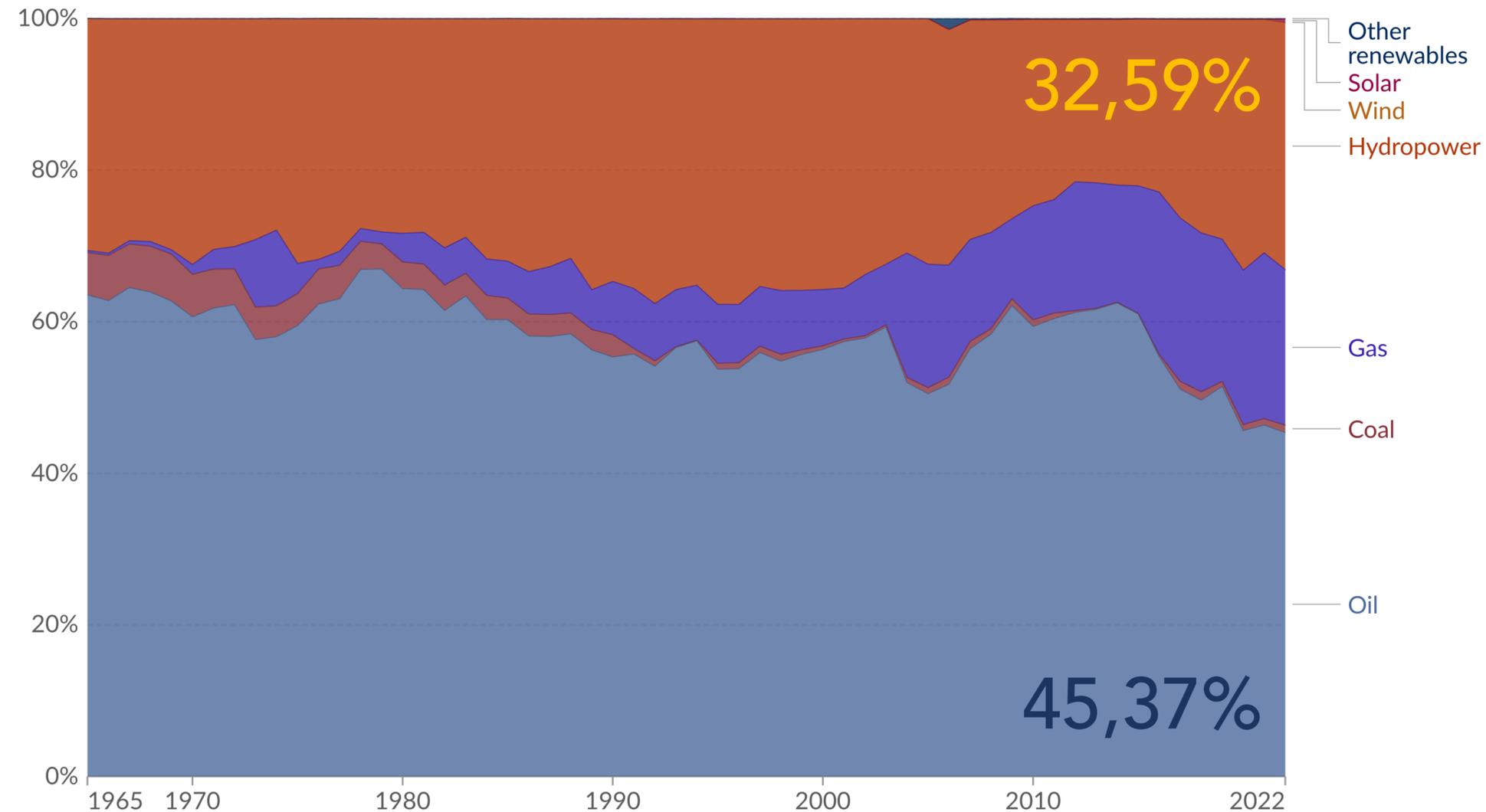
Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

CONSUMI ENERGETICI E DIPENDENZA DA FONTI FOSSILI

Energy consumption by source, Middle Africa (EI)

Measured in terms of primary energy using the substitution method.

Our World
in Data



Misurata in termini di «energia primaria», prima di ogni trasformazione.

Esempi:

- Barile
- Carbone prima di essere bruciato
- Uranio

Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Other renewables include geothermal, biomass and waste energy.

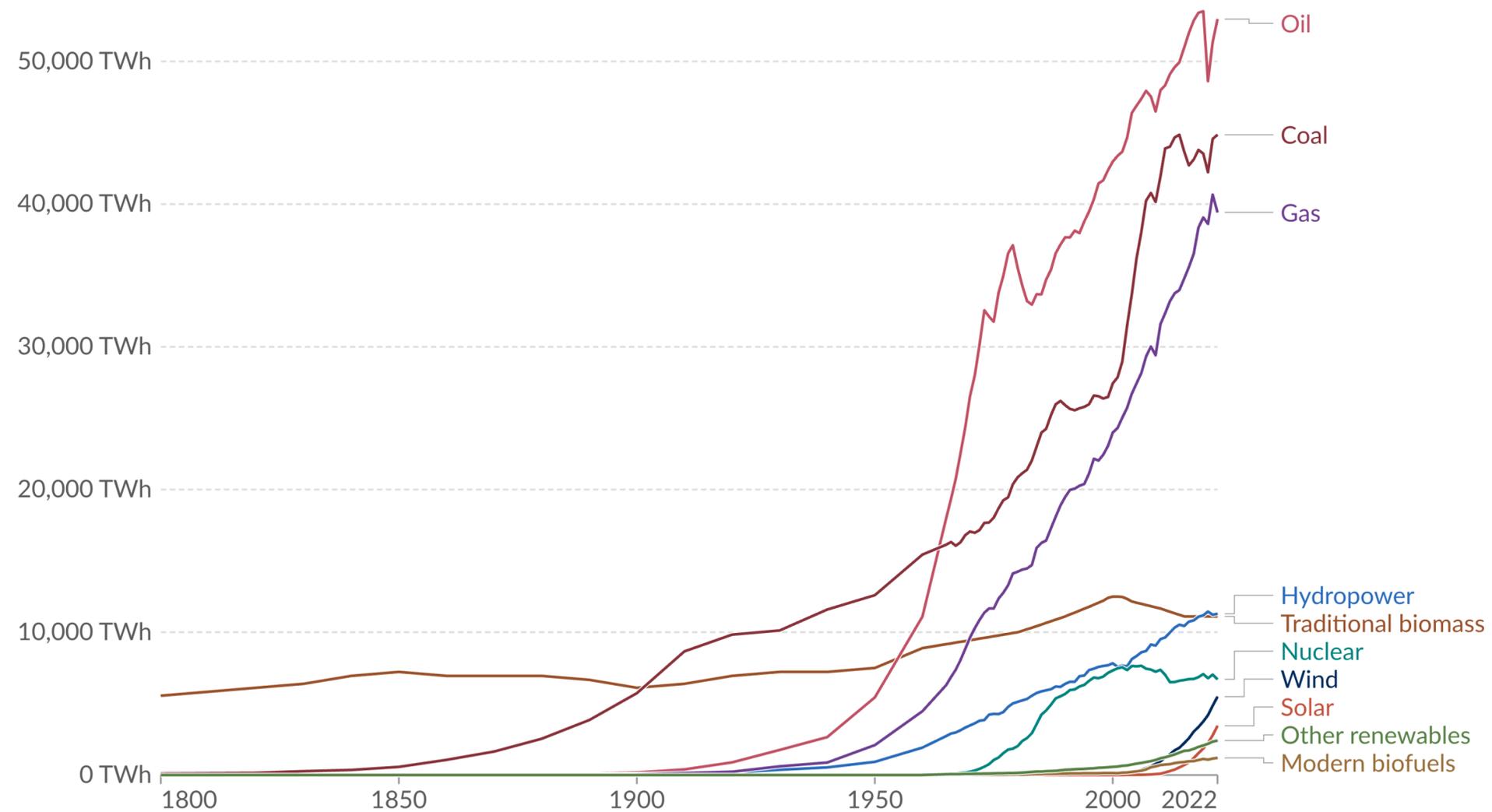
OurWorldInData.org/energy | CC BY

CONSUMI ENERGETICI NEL TEMPO (1900-2022)

Global primary energy consumption by source

Primary energy consumption is measured in terawatt-hours, using the substitution method.

Our World
in Data



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Smil (2017)

Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

OurWorldInData.org/energy | CC BY

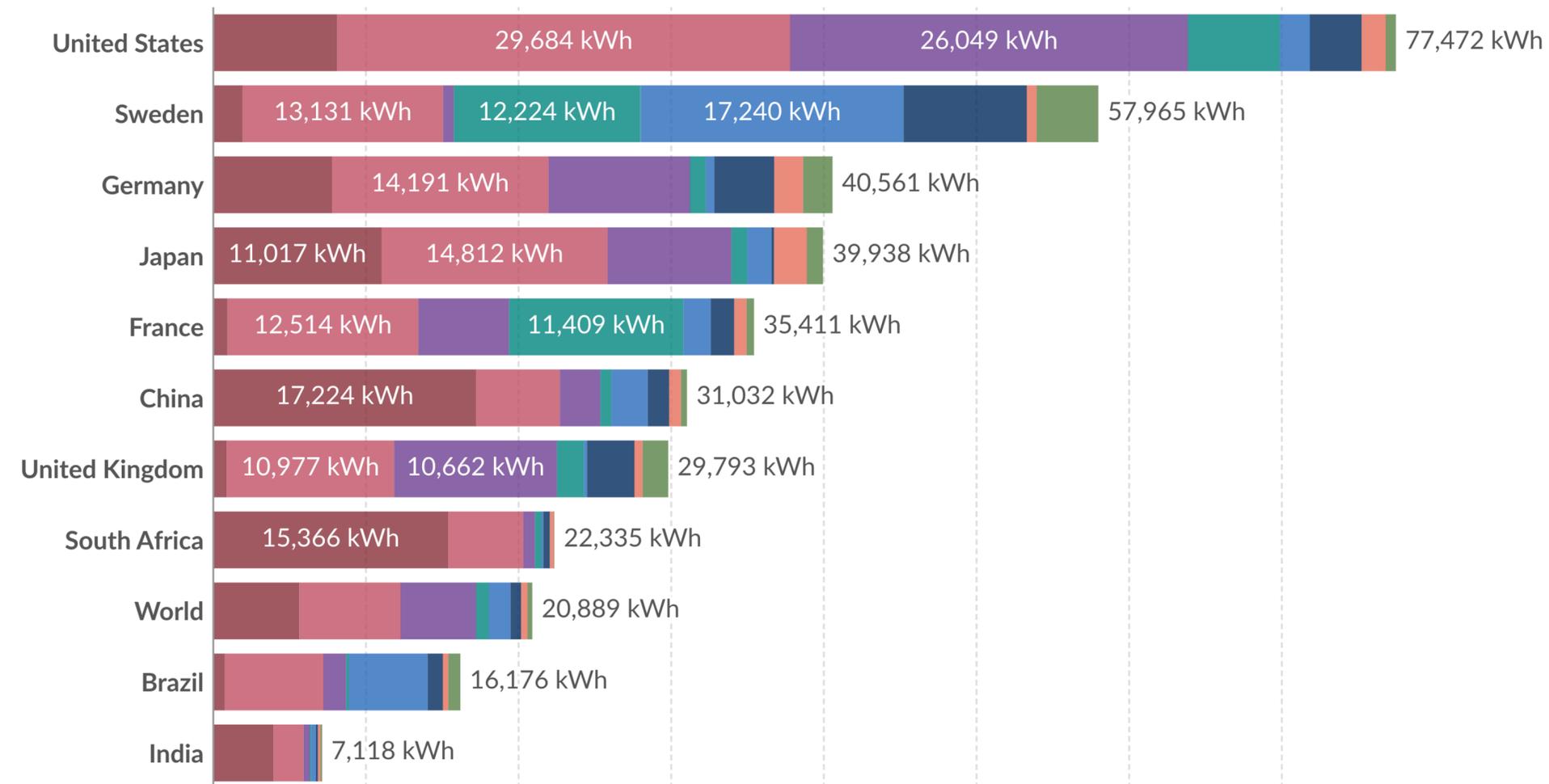
CONSUMI ENERGETICI PRO-CAPITE IN 11 PAESI E NEL MONDO

Per capita primary energy consumption by source, 2022

Our World
in Data

Primary energy is measured in kilowatt-hours per person, using the substitution method.

■ Coal ■ Oil ■ Gas ■ Nuclear ■ Hydropower ■ Wind ■ Solar ■ Other renewables



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)

OurWorldInData.org/energy-mix | CC BY

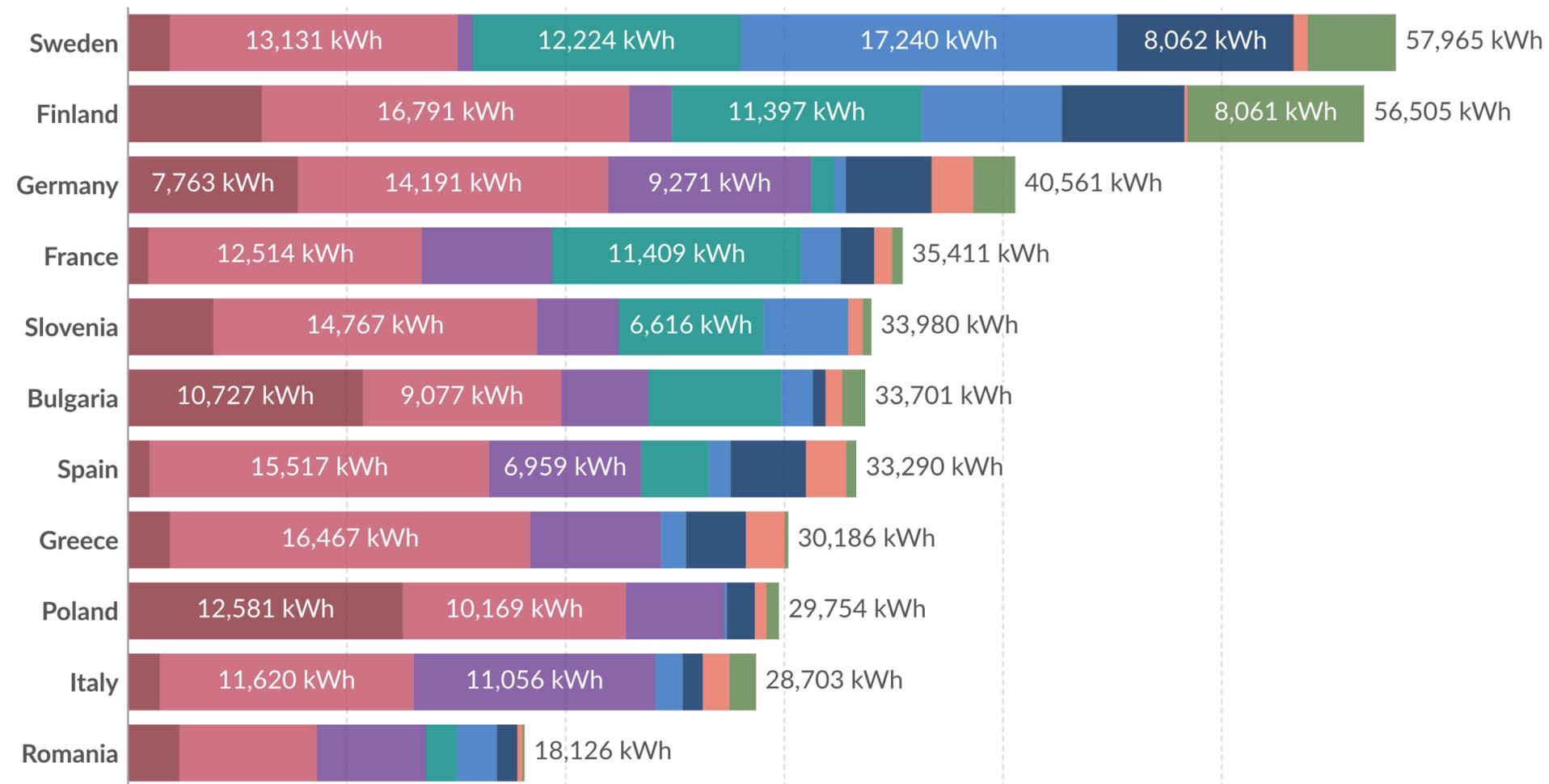
CONSUMI ENERGETICI PRO-CAPITE IN 11 PAESI EUROPEI

Per capita primary energy consumption by source, 2022

Our World
in Data

Primary energy is measured in kilowatt-hours per person, using the substitution method.

■ Coal ■ Oil ■ Gas ■ Nuclear ■ Hydropower ■ Wind ■ Solar ■ Other renewables



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)

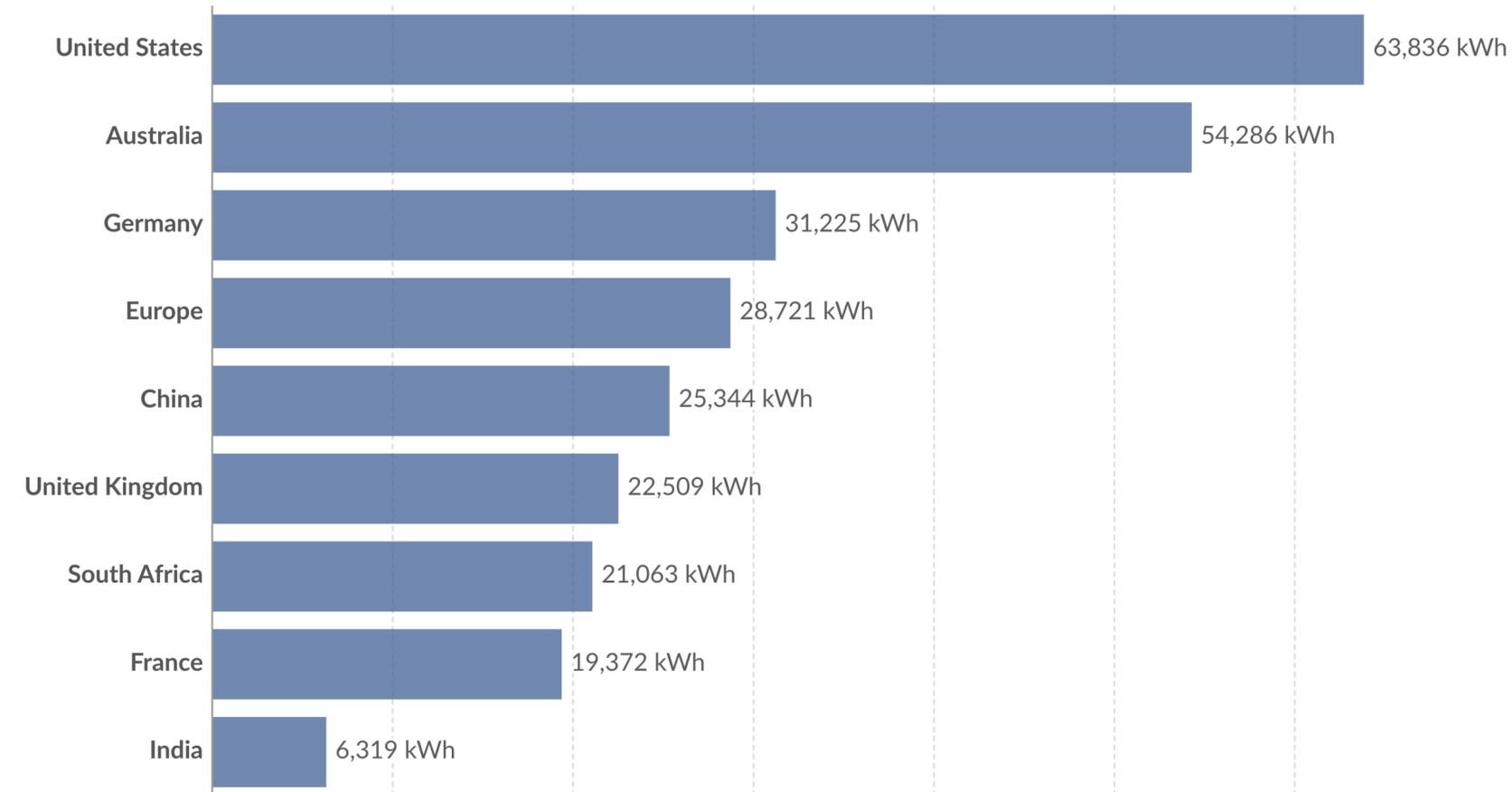
OurWorldInData.org/energy-mix | CC BY

CONSUMI ENERGETICI DA FONTI FOSSILI PRO-CAPITE

Fossil fuel consumption per capita, 2022

Our World
in Data

Fossil fuel consumption per capita is measured as the average consumption of energy from coal, oil and gas, in kilowatt-hours¹ per person.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)
OurWorldInData.org/energy | CC BY

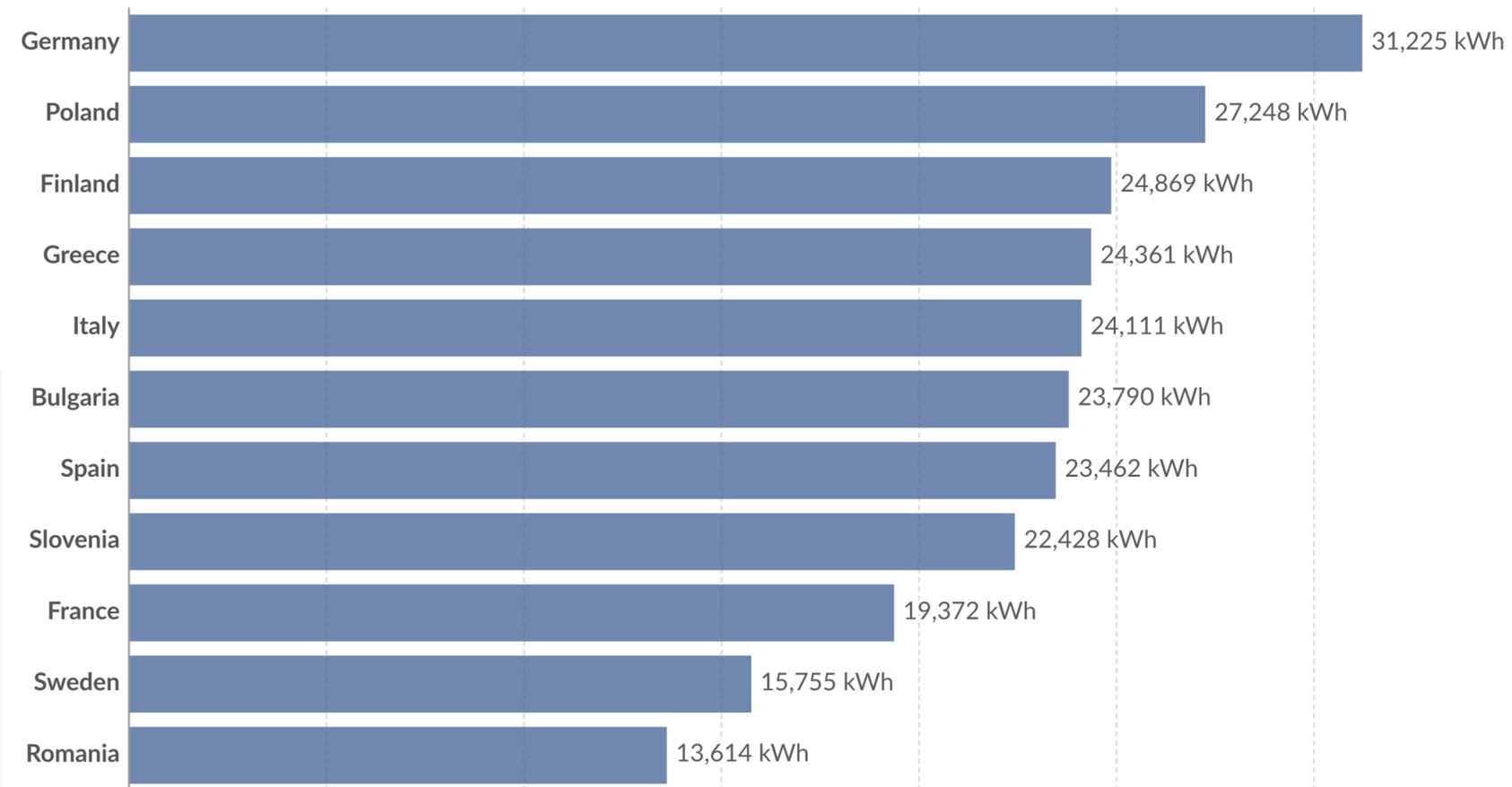
1. **Watt-hour:** A watt-hour is the energy delivered by one watt of power for one hour. Since one watt is equivalent to one Joule per second, a watt-hour is equivalent to 3600 Joules of energy. Metric prefixes are used for multiples of the unit, usually: - kilowatt-hours (kWh), or a thousand watt-hours. - Megawatt-hours (MWh), or a million watt-hours. - Gigawatt-hours (GWh), or a billion watt-hours. - Terawatt-hours (TWh), or a trillion watt-hours.

CONSUMI ENERGETICI DA FONTI FOSSILI PRO-CAPITE

Fossil fuel consumption per capita, 2022

Our World
in Data

Fossil fuel consumption per capita is measured as the average consumption of energy from coal, oil and gas, in kilowatt-hours¹ per person.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)
OurWorldInData.org/energy | CC BY

1. **Watt-hour:** A watt-hour is the energy delivered by one watt of power for one hour. Since one watt is equivalent to one Joule per second, a watt-hour is equivalent to 3600 Joules of energy. Metric prefixes are used for multiples of the unit, usually: - kilowatt-hours (kWh), or a thousand watt-hours. - Megawatt-hours (MWh), or a million watt-hours. - Gigawatt-hours (GWh), or a billion watt-hours. - Terawatt-hours (TWh), or a trillion watt-hours.

Coal production and imports in the United Kingdom

Coal production and imports in the United Kingdom, measured in tonnes per year.

VERSO UN MUTAMENTO

PRODUZIONE
E IMPORTAZIONE
DI CARBONE IN UK
(1700-2019)



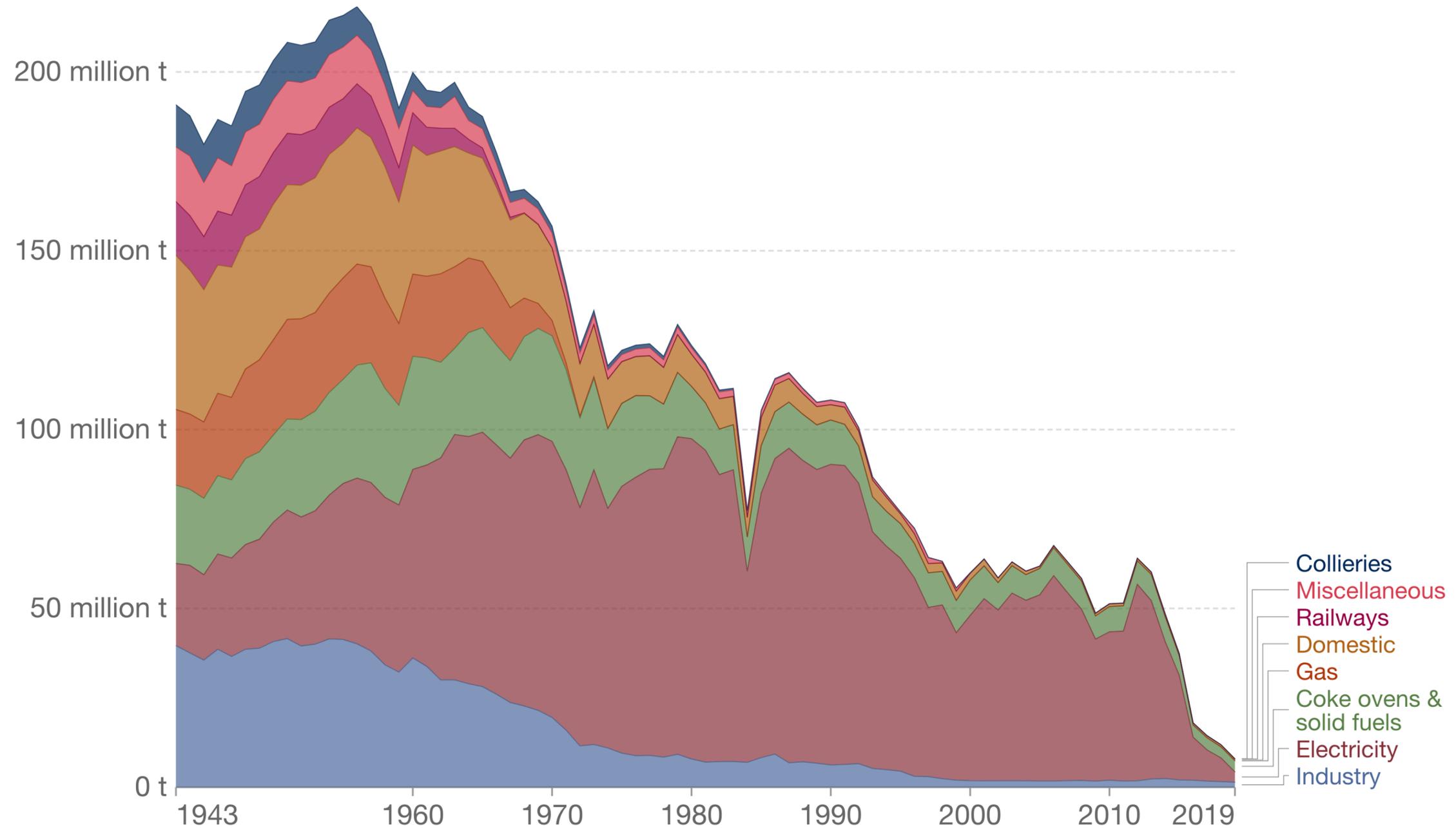
Source: UK Department for Energy and Climate Change (DECC)

OurWorldInData.org/death-uk-coal • CC BY

Coal by end user in the United Kingdom

Coal use differentiated by its end use category. This is measured in tonnes per year.

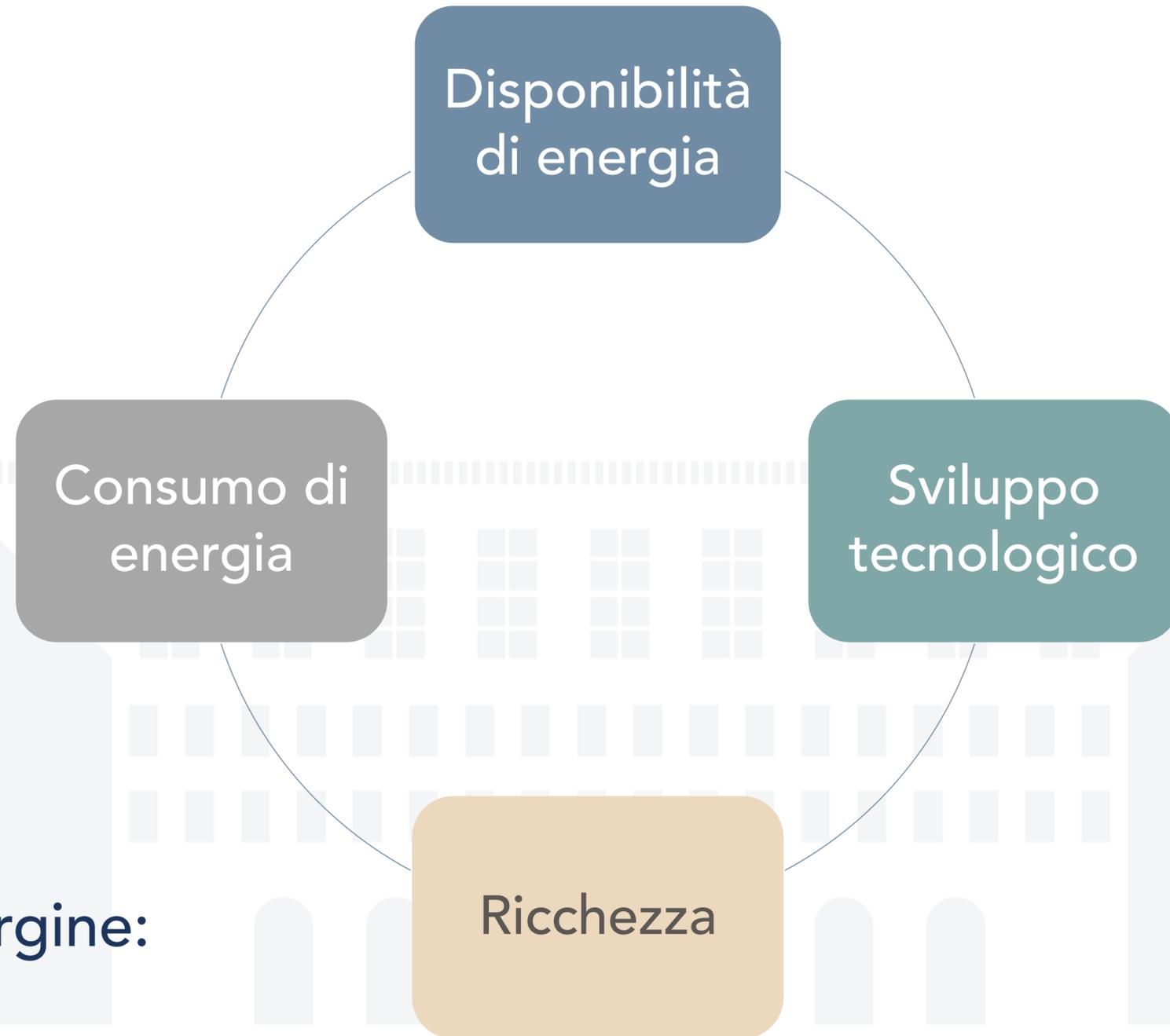
«ONCE A DIVERSE
ENERGY SUPPLIER,
COAL IS NOW PRIMARILY
USED FOR ELECTRICITY»



Source: Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS)

OurWorldInData.org/death-uk-coal • CC BY

UNA SPIRALE



Un problema a margine:
diseguaglianze

USO DI COMBUSTIBILI FOSSILI

DUE FATTORI DI CRITICITÀ

1. Distribuzione geografica non omogenea dei giacimenti
2. Distanza tra luogo di produzione e bacini di consumo

USO DI COMBUSTIBILI FOSSILI

UN TERZO ASPETTO, DI TIPO ECONOMICO: COSTI

1. Petrolio: costi di estrazione
2. Petrolio: variazione prezzo del derivato del combustibili fossili (es: petrolio al barile)
3. Gas e aspetti attuali: aumento prezzo del gas naturale

ESTRAZIONE DEL PETROLIO

VARIAZIONE DEL PREZZO AL BARILE

Crude Oil WTI



source: tradingeconomics.com

Fonte: Trading Economics ©; Armaroli e Balzani | Unità di misura: \$

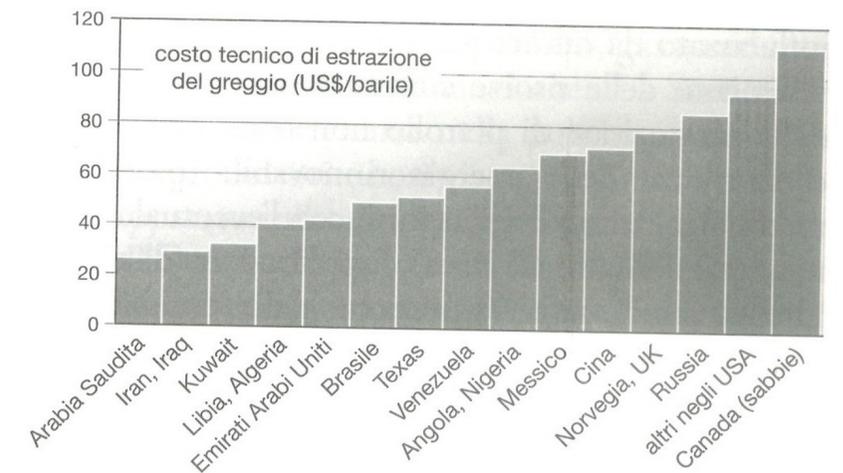


Figura 7. Il costo tecnico di estrazione del petrolio nei diversi Paesi produttori. Fonte dei dati: Alliance Bernstein, 2014

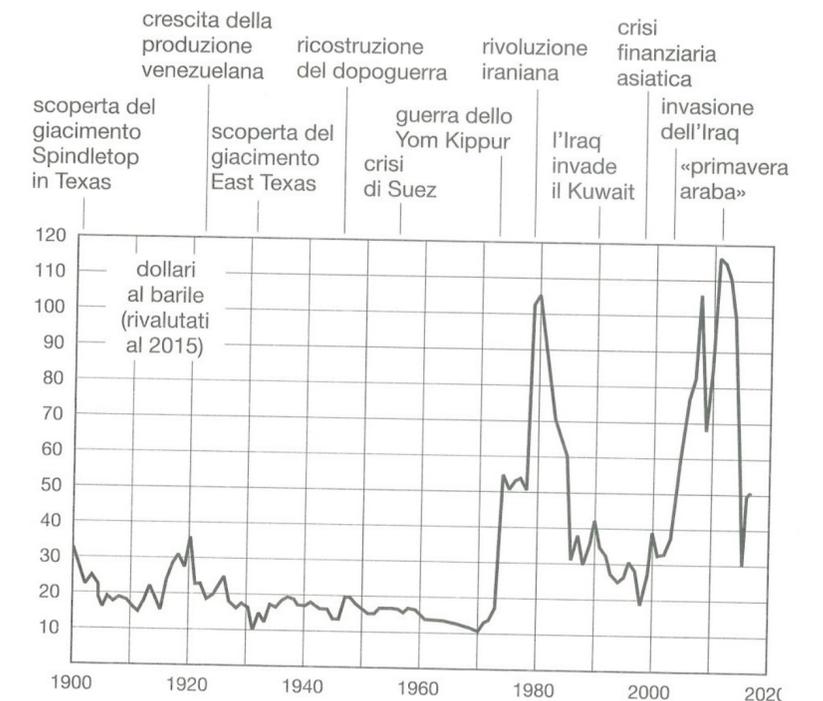


Figura 8. L'evoluzione del prezzo del petrolio nell'ultimo secolo, con alcuni eventi storici di rilievo. Fonte dei dati: BP Statistical Review of World Energy, 2016

ESTRAZIONE DEL PETROLIO

VARIAZIONE DEL PREZZO AL BARILE

Crude Oil WTI



source: tradingeconomics.com

Fonte: Trading Economics ©; Armaroli e Balzani | Unità di misura: \$

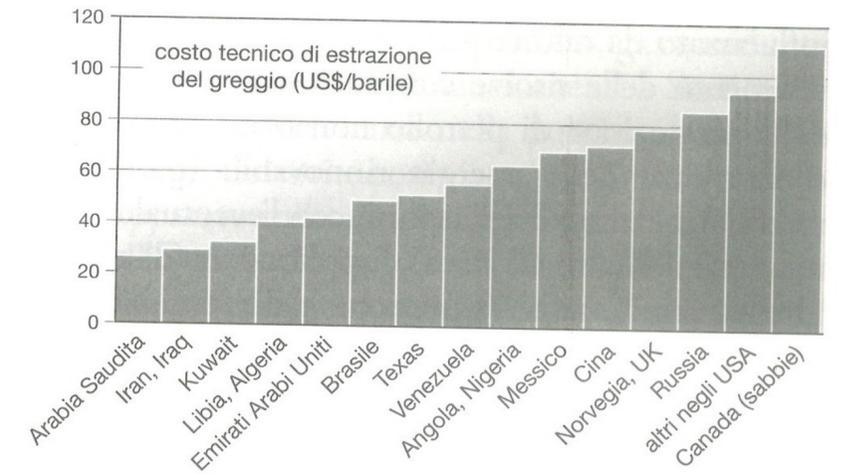


Figura 7. Il costo tecnico di estrazione del petrolio nei diversi Paesi produttori. Fonte dei dati: Alliance Bernstein, 2014

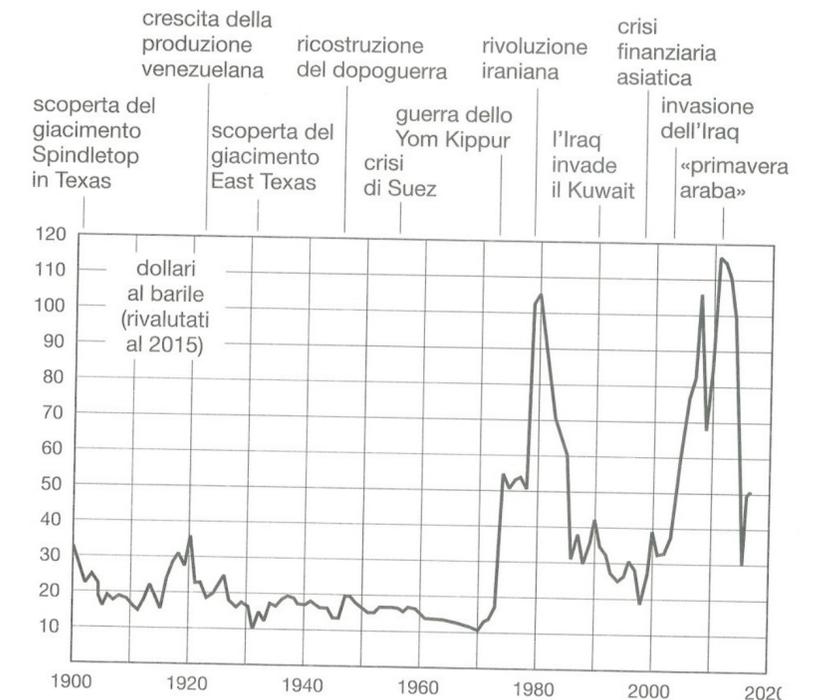


Figura 8. L'evoluzione del prezzo del petrolio nell'ultimo secolo, con alcuni eventi storici di rilievo. Fonte dei dati: BP Statistical Review of World Energy, 2016

CAMBIAMENTI E NUOVI PARADIGMI

DAL VENTESIMO AL VENTUNESIMO SECOLO

1. Svolta nucleare negli anni '50 e '60, nonostante i rischi e i costi
 2. Anni '70: Privatizzazione e liberalizzazione del mercato elettrico
 3. Carenze infrastrutturali che causano blackout e inefficienze nelle reti di fornitura
 4. **Dagli anni 2000: nuovo paradigma energetico:**
 5. Aumento prezzo del petrolio e del gas
 6. Protezionismo nazionale di scorte energetiche (tipico dei paesi del medio oriente con i giacimenti petroliferi)
 7. Modernizzazione degli impianti e nuove tecnologie
 8. Politica estera sulla sicurezza energetica
- Permane un certo ottimismo: modernizzazione ecologica

TRANSIZIONE ENERGETICA

VERSO LA SOSTENIBILITÀ

Che cos'è la transizione energetica?

Un cambiamento di lungo periodo nel modo in cui funzioni sociali fondamentali vengono realizzate (per esempio: produzione di cibo, energia, acqua, trasporti).

Back to the roots: L'energia come un sistema socio-tecnico

network di attori (individui, imprese, organizzazioni), istituzioni (norme sociali e tecniche, regolamentazioni, standard di buone pratiche), artefatti tecnologici e competenze

Magnani (2018, p. 33)

TRANSIZIONE ENERGETICA E SCIENZE SOCIALI

La sociologia dell'ambiente si è spesso interrogata sulla maniera in cui strutture sociali alternative e nuovi processi sociali emergono.

Il dibattito sulla transizione energetica si focalizza sul tentativo di dimostrare che le energie rinnovabili possono essere una soluzione veloce ed economica al problema energetico, impedendo il ritorno all'era del carbone

Gross e Mautz (2015), *Renewable Energies*, in Magnani (2018, pp. 34-35)

RIPASSO: FONTI RINNOVABILI

FER (Fonti di Energia Rinnovabile): fonti energetiche alternative alle fonti fossili:

- Sole
- Energia meccanica generata dal vento
- Acqua, onde e maree
- Energia geotermica, originata dal calore della terra e dal decadimento radioattivo di minerali negli strati più sotterranei del pianeta
- Biomassa

TRANSIZIONE ENERGETICA E CARATTERI SOCIO-TECNICI

STS (Science and Technology Studies):

«le tecnologie non sono solo oggetti materiali, ma anche componenti *embedded* dei sistemi socio-tecnici, in cui produttori, infrastrutture, utenti, consumatori, regolatori e altri intermediari sono tutti imbrigliati»

Bijker e Law (1992)

Quattro differenti modelli socio-tecnici per organizzare la produzione di energia fossile e rinnovabile:

- Modello della **public utility**: anni '70, grandi impianti a gestione pubblica
- Modello del **fornitore privato**: consumatori visti come clienti
- Modello **familiare**: prosuming, coesistenza di produzione-consumo
- Modello **comunitario**: azione collettiva verso il bene energia (aree rurali)

TRANSIZIONE ENERGETICA E TERRITORIO

Dove accade la transizione energetica?

Luoghi, territori e paesaggi giocano un ruolo chiave, se intesi come «assemblaggi» di caratteristiche culturali, sociali e geografiche relative alla produzione di energia e al suo consumo attraverso lo spazio e nello spazio

Devine-Wright (2011), Bridge et. al., (2013), Magnani (2018, p. 61)

Esempio: la sfruttamento della risorsa forestale, virtuoso in Trentino-Alto Adige fra tutela e gestione del territorio, e fabbisogno energetico, nella filiera bosco-energia

DIFFERENZA TRA FONTI RINNOVABILI E FONTI FOSSILI

FONTI	CARATTERISTICHE	TIPOLOGIE
RINNOVABILI	FONTI DI FLUSSO, LA CUI VELOCITÀ DI RICOSTRUZIONE È UGUALE O SUPERIORE A QUELLA CON CUI SONO CONSUMATE	SOLARE, EOLICA, IDRICA, DA BIOMASSE, GEOTERMICA, MAREE
NON RINNOVABILI	FONTI DI STOCK ESAURIBILI NELLA SCALA DEI TEMPI UMANI	FOSSILI (CARBONE, GAS NATURALE, PETROLIO) MINERALI (URANIO)*

*l'UE ha inserito il nucleare nella «tassonomia verde»

Puttilli (2014, p. 17)

TRANSIZIONE ENERGETICA E FER

DUE ELEMENTI DI TENSIONE

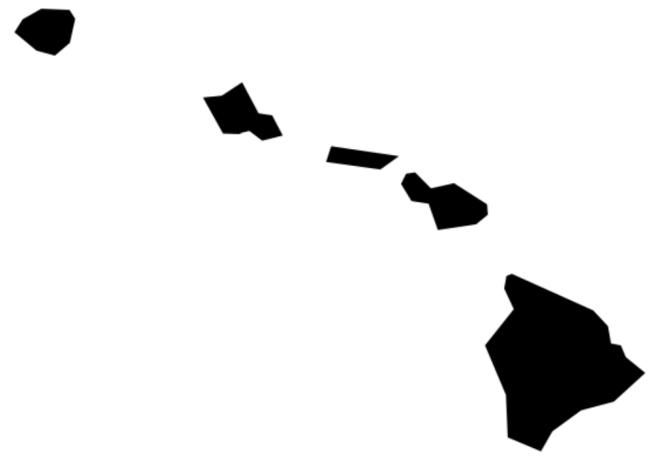
1. Complessità ecologico-ambientale:

importante chiave di lettura territoriale attraverso cui analizzare le modalità di utilizzo delle diverse FER.

Se, ed in quale misura, i processi di produzione di energia messi in atto a partire dalle differenti FER prendano in considerazione la complessità eco-sistemica, puntando ad una **effettiva sostenibilità ambientale**.

Diventano prioritari aspetti come la diminuzione della CO₂ emessa dall'intera filiera energetica

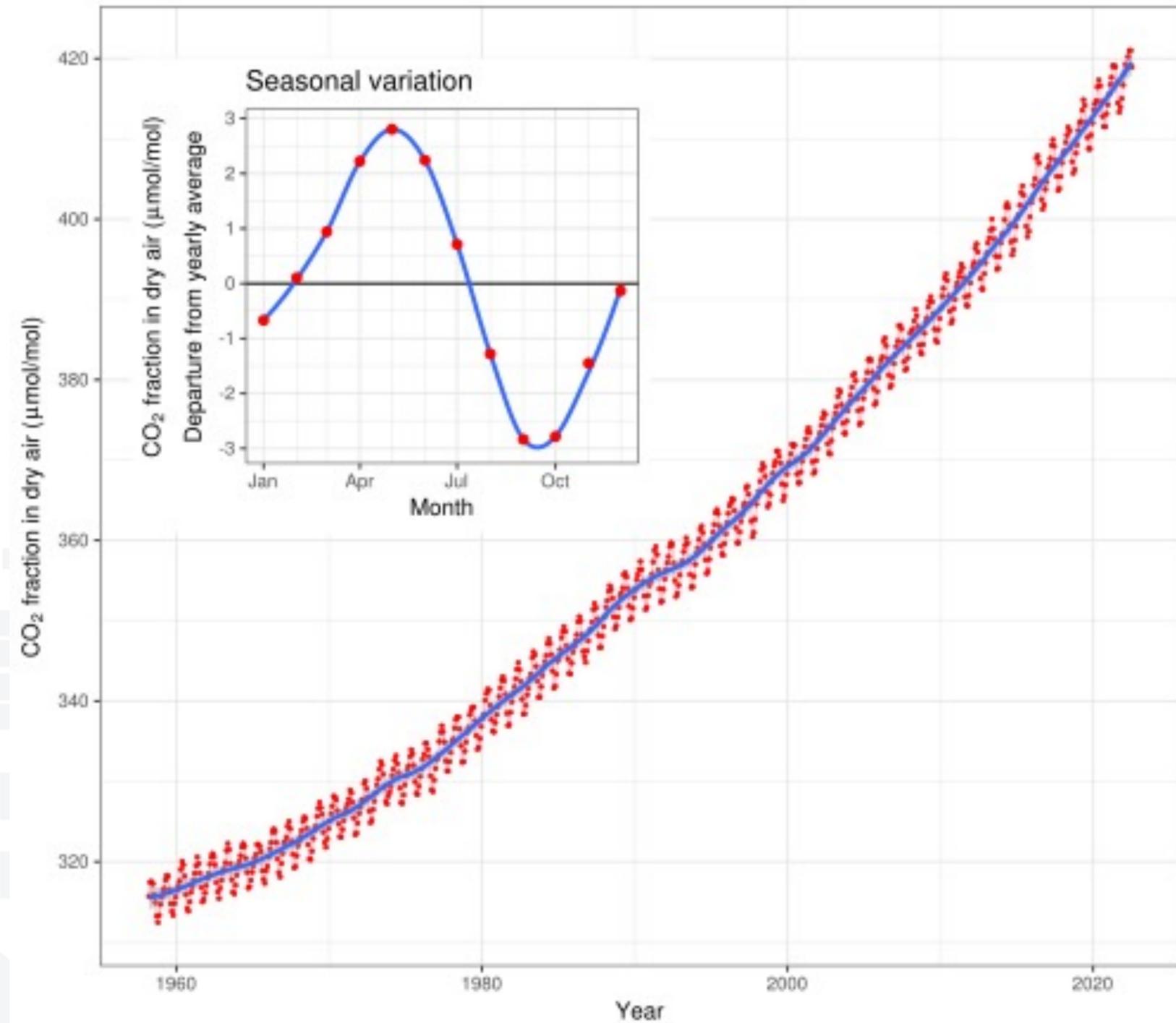
Bagliani, Dansero e Puttilli (2012, p. 300)



CO₂ (ANIDRIDE CARBONICA) NELL'ATMOSFERA

CURVA DI KEELING

Monthly mean CO₂ concentration
Mauna Loa 1958 - 2022



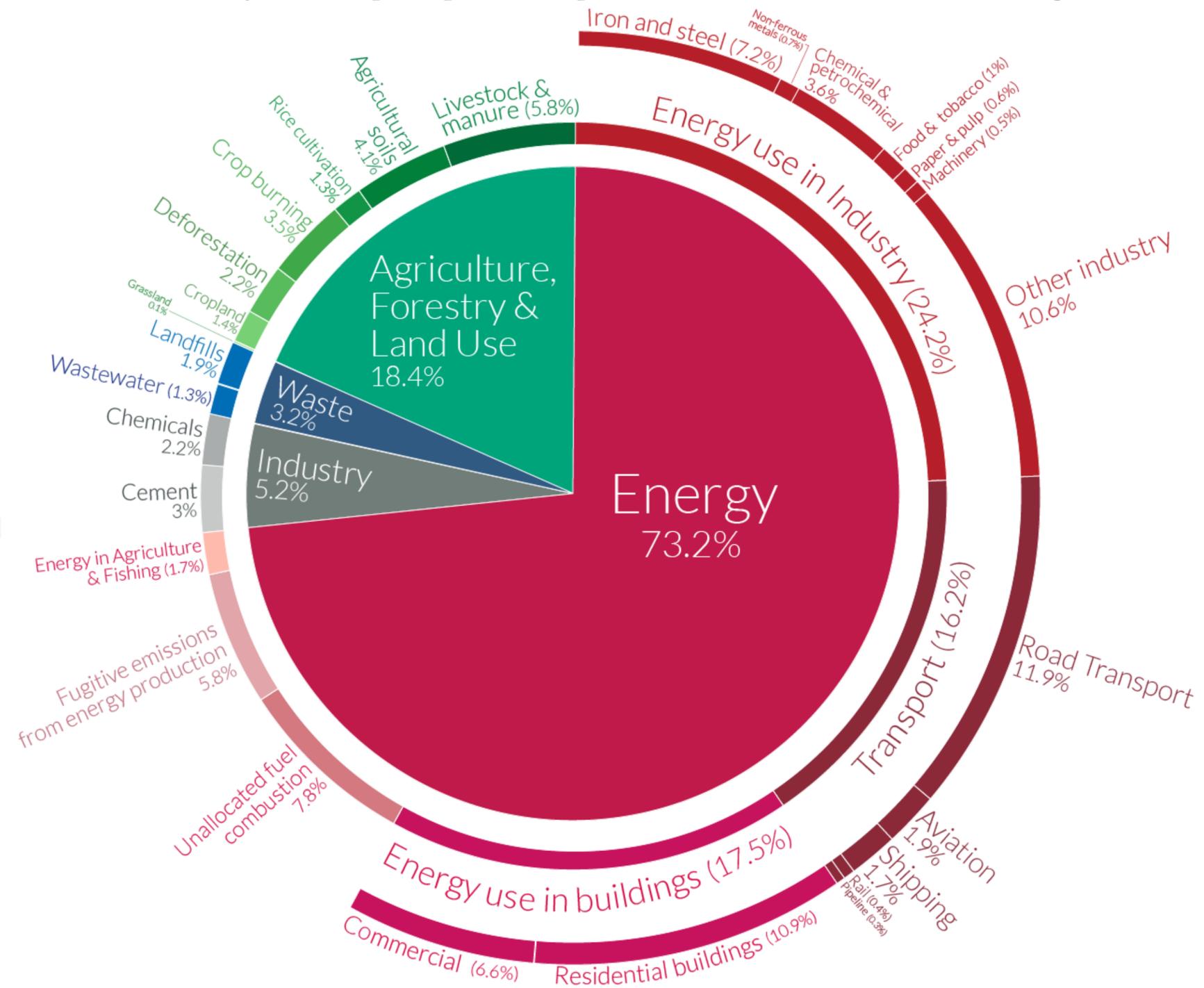
Data : Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>) and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography (<https://scrippsco2.ucsd.edu/>). Accessed 2022-05-15 <https://www.wiki/4ZWh>

Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.

EMISSIONI DI GAS SERRA* NELL'ARIA, PER SETTORE

*gas nell'atmosfera che incidono sul bilancio energetico della terra, incluso il biossido di carbonio (CO₂), generati da attività umana



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

TRANSIZIONE ENERGETICA E FER

DUE ELEMENTI DI TENSIONE

1. Complessità socio-economica:

tipologie di **relazioni** tra gli attori, locali e non, che l'utilizzo di una FER mette in gioco.

Le fonti **fossili** vedono il **territorio** come semplice **supporto materiale** delle proprie attività, rendendo impossibile un coinvolgimento del tessuto economico locale nella filiera energetica.

L'utilizzo delle **FER** può essere concepito come **un'opportunità per stimolare forme di auto-organizzazione** da parte degli attori locali, sino ad un comportamento del territorio come attore collettivo (Salone, 2005)

Bagliani, Dansero e Puttilli (2012, p. 302)

CONSUMI ENERGETICI E PRATICHE ENERGETICHE

Le scienze sociali si sono spesso rivolte alle modalità attraverso cui promuovere la riduzione di consumi energetici o identificare atteggiamenti più o meno favorevoli a tale riduzione

Rosa et. al. (1988), in Magnani (2018, p. 73)

Il tema del **risparmio energetico** prende forma dopo la crisi energetica degli anni '70 per ridurre la dipendenza dall'import di energia.

La rilevanza della pratiche energetiche

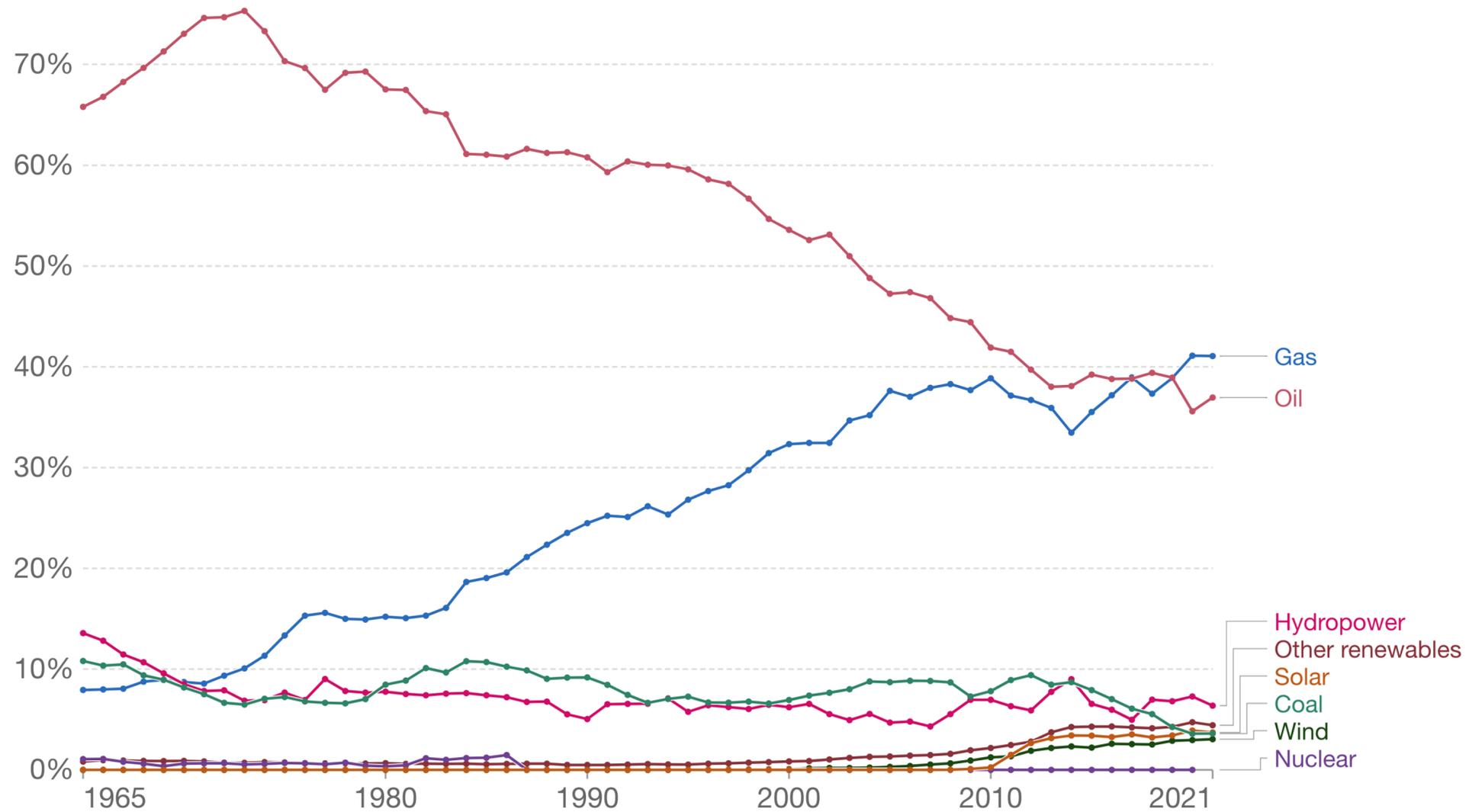
L'ingegneria, così come le scienze naturali e le politiche energetiche, tende a **dare per scontato il «bisogno» di energia per le società**, concentrandosi sui metodi di efficientamento e soddisfacimento della domanda, vedendo l'energia come se fosse una sostanza uniforme (Shove e Walker, 2014)

CONSUMI ENERGETICI PER FONTE, ITALIA (1965-2021)

Share of energy consumption by source, Italy

To convert from primary direct energy consumption, an inefficiency factor has been applied to fossil fuels (i.e. the 'substitution method').

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

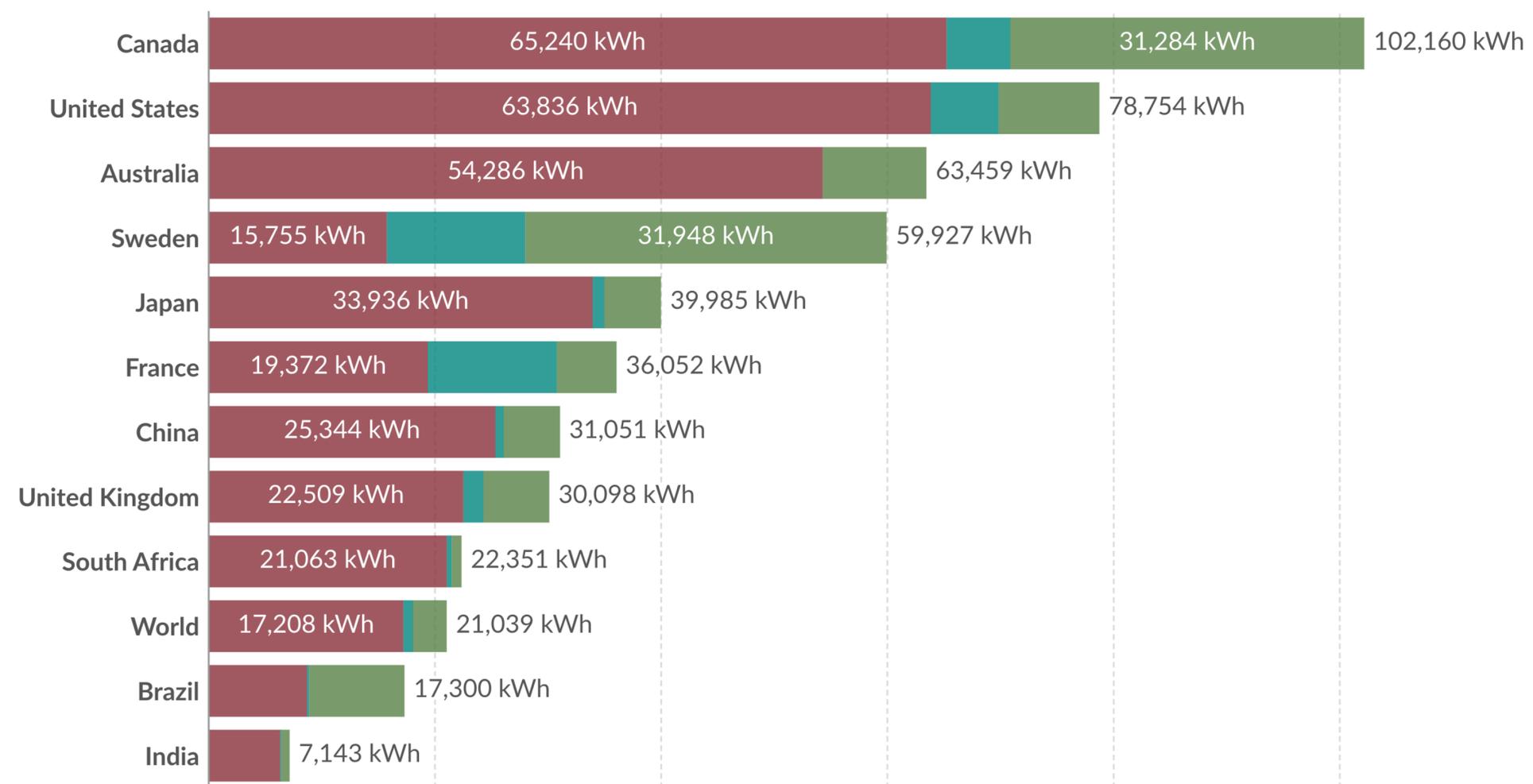
FONTI FOSSILI E RINNOVABILI, VERSO LA TRANSIZIONE

Per capita energy from fossil fuels, nuclear and renewables, 2022

Measured in kilowatt-hours of primary energy consumption per person, using the substitution method.



■ Fossil fuels ■ Nuclear ■ Renewables



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)
 OurWorldInData.org/energy-mix | CC BY

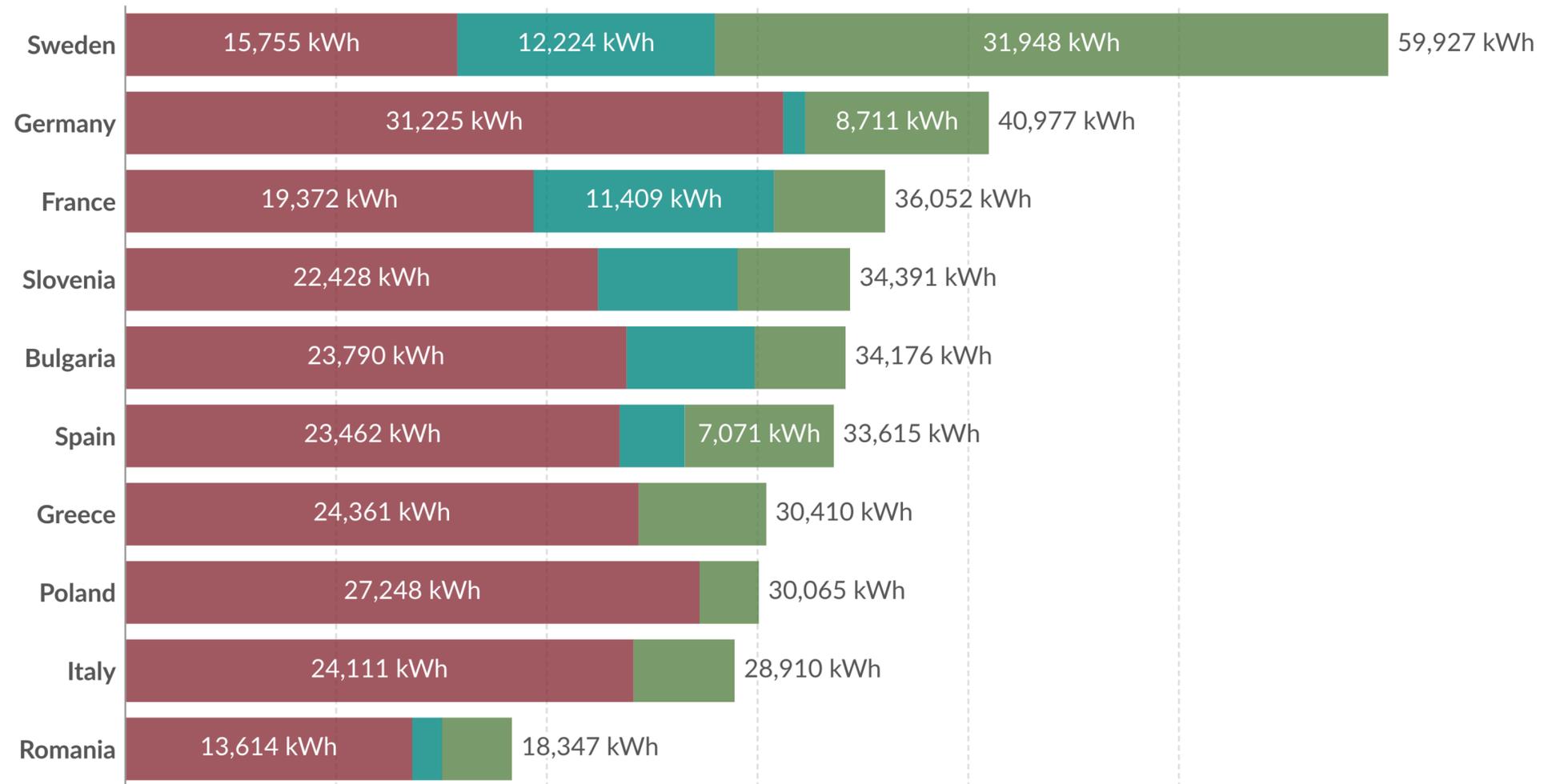
FONTI FOSSILI E RINNOVABILI, VERSO LA TRANSIZIONE

Per capita energy from fossil fuels, nuclear and renewables, 2022

Measured in kilowatt-hours of primary energy consumption per person, using the substitution method.

Our World
in Data

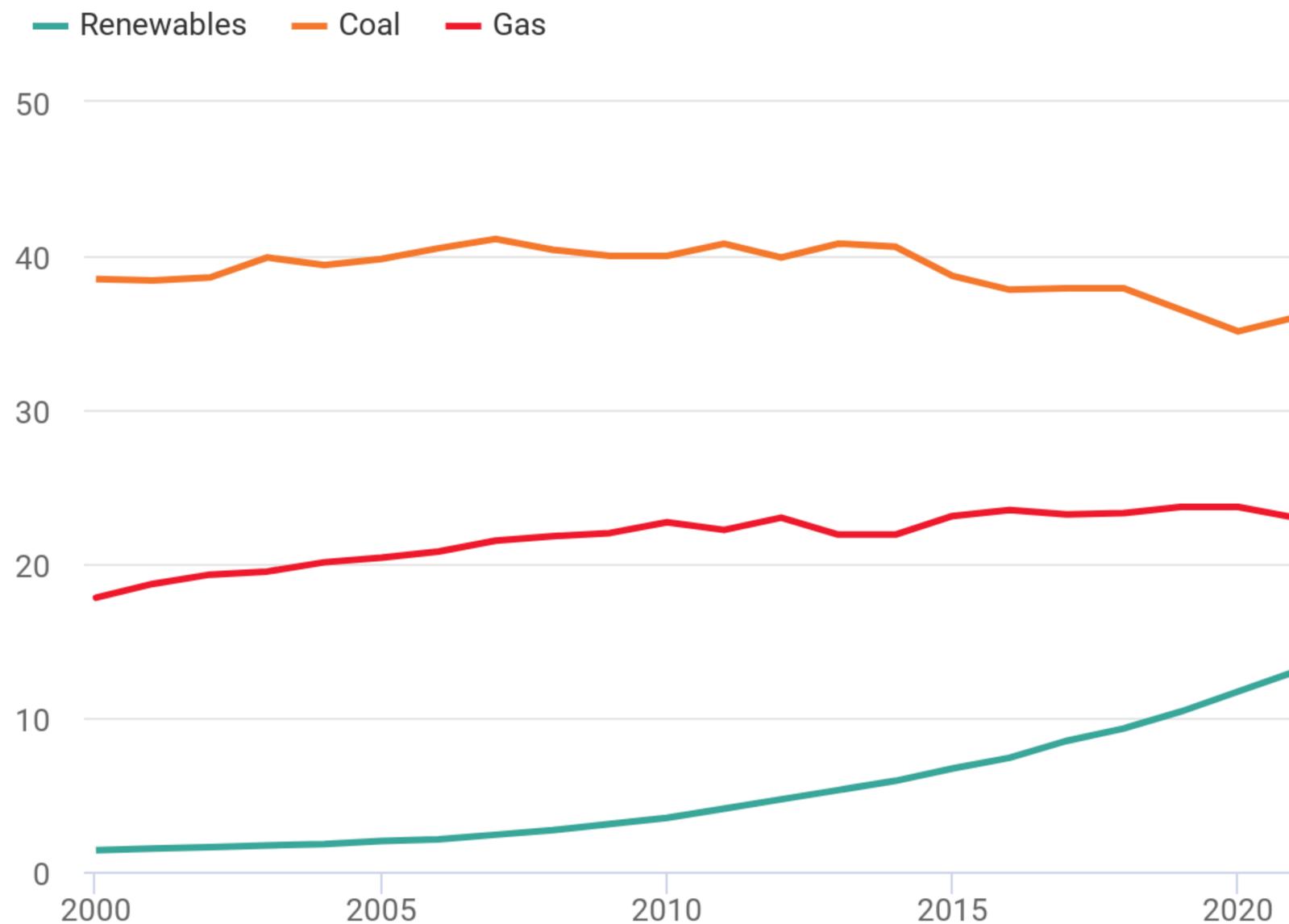
■ Fossil fuels ■ Nuclear ■ Renewables



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Population based on various sources (2023)
OurWorldInData.org/energy-mix | CC BY

L'INVESTIMENTO SULLE FER NEL MONDO (2000-2020)

Shares of coal, gas and renewables in global power generation



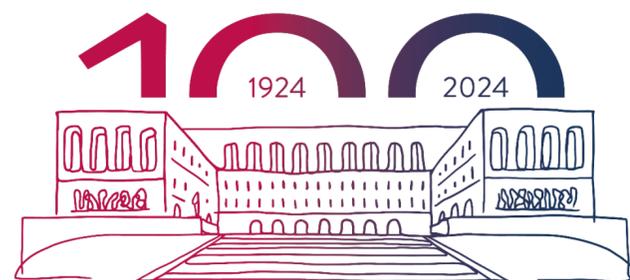
© BP p.l.c. 2022

DECARBONIZZAZIONE

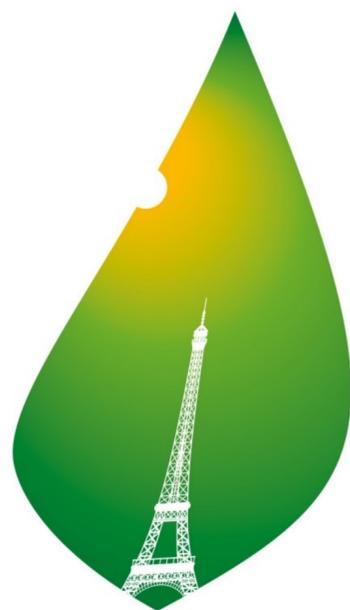
- Riduzione del rapporto carbonio-idrogeno nelle fonti di energia
- Riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) nell'atmosfera
- Transizione nella produzione e nel consumo di energia da fonti fossili a fonti rinnovabili

Circa il 30% delle emissioni di CO₂ nell'atmosfera deriva dall'uso del carbone

Primi dati sull'aumento della concentrazione di CO₂ risalgono al 1957, ma le Nazioni Unite creano un organismo per affrontare il problema solo 31 anni dopo: IPCC (International Panel On Climate Change)



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



COP21 • CMP11
PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Accordi di Parigi 2015 Paris UN Climate Conference (COP 21)

Mantenere il riscaldamento medio del globo sotto ai 2 °C rispetto all'epoca pre-industriale limitando tale sogli sotto il 1.5 °C

www.units.it

