

**Tutto quello che
avreste voluto
sapere sull'**energia**
ma non avete mai
osato chiedere**

Gianluca Ruggieri
Università dell'Insubria



L'energia un giorno
si esaurirà del tutto?



Morte termica dell'universo

- La morte termica (o morte entropica) è un possibile stato finale dell'universo in cui non vi è più energia libera per compiere lavoro. In termini fisici, l'entropia raggiunge il massimo valore, e l'universo è in equilibrio termodinamico.
- L'idea della morte termica fu proposta da Lord Kelvin a partire dal 1851, partendo da osservazioni di Sadi Carnot del 1824 sulla perdita di energia meccanica sotto forma di calore.
- **Ogni ipotesi sulla possibilità della morte termica dipende da supposizioni sulla natura dell'universo.**
- Molti hanno messo in discussione l'applicabilità dello stesso concetto di entropia e del modello termodinamico all'intero universo, o almeno la possibilità di fare previsioni considerando le scarse conoscenze sull'entropia dei campi gravitazionali e sui fenomeni quantistici.

Ciclo vitale del sole

Formazione ed evoluzione del sistema solare



WIKIPEDIA
L'enciclopedia libera

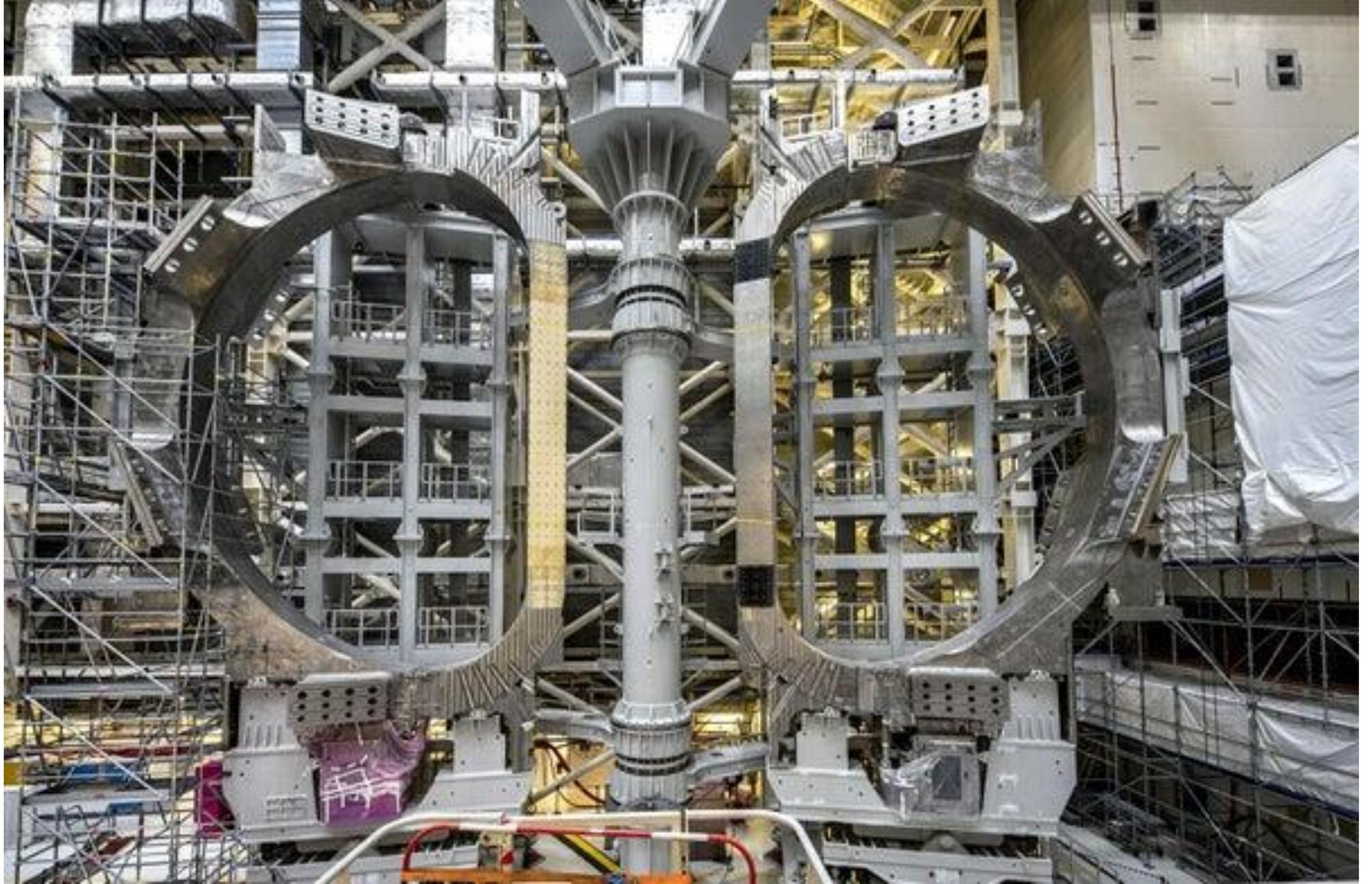
- Il Sole si trova a circa metà della propria sequenza principale. Al termine di questo periodo di stabilità, tra circa 5 miliardi di anni, il Sole entrerà in una fase di forte instabilità che prende il nome di gigante rossa: nel momento in cui l'idrogeno del nucleo sarà totalmente convertito in elio, gli strati immediatamente superiori subiranno un collasso dovuto alla scomparsa della pressione di radiazione delle reazioni termonucleari.
- Quando il Sole avrà aumentato gradualmente la propria luminosità di circa il 10% oltre i livelli attuali, **tra circa 1 miliardo di anni, l'aumento di radiazione renderà la superficie della Terra inabitabile** a causa del calore e dalla perdita di anidride carbonica, che impedirà la fotosintesi delle piante, mentre la vita potrà ancora resistere negli oceani più profondi.

Fusione nucleare:
problematiche e tempistica

Anche se la fusione
termonucleare venisse
dimostrata oggi, non
credo che saremmo in
grado di utilizzarla
commercialmente entro
il 2040

Pietro Barabaschi





ITER

International Thermonuclear Experimental Reactor

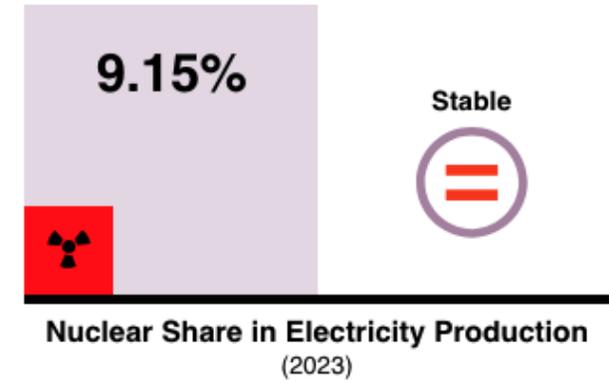
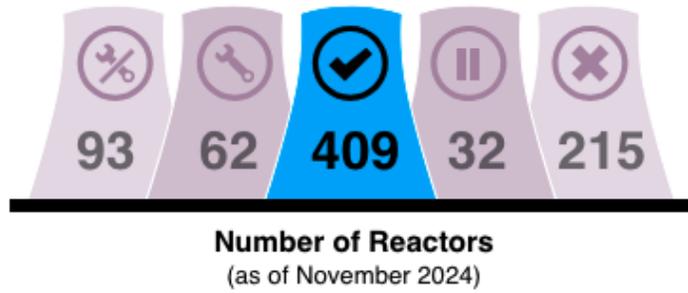


WIKIPEDIA
L'enciclopedia libera

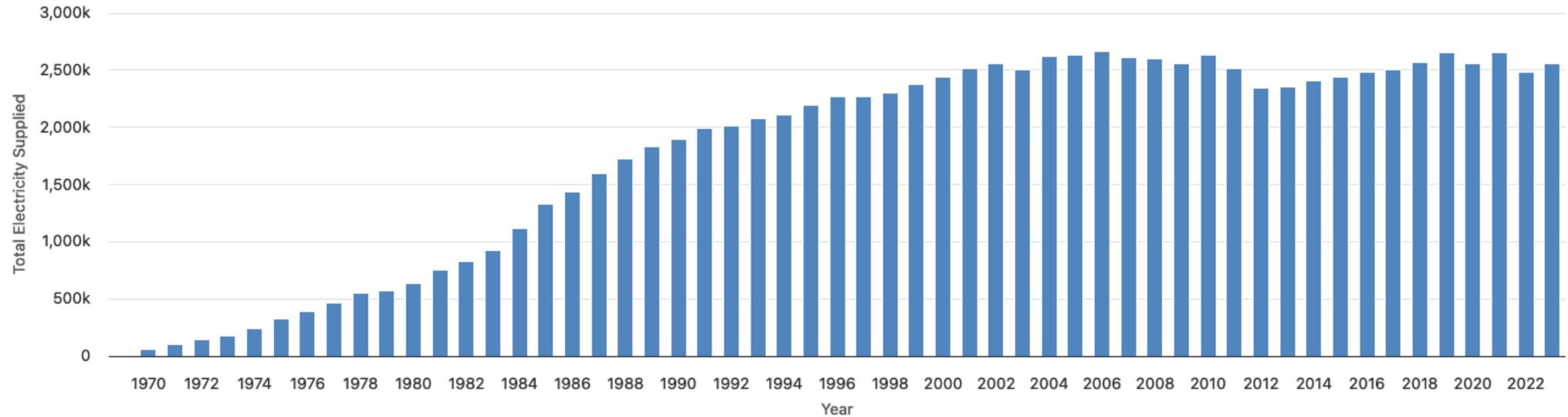
- ITER è finanziato e gestito da sette membri: Cina, Unione Europea, India, Giappone, Russia, Corea del Sud e Stati Uniti.
- Nell'aprile del 2022 ITER ha quasi raggiunto l'85% di completamento del primo plasma.
- Il primo plasma era previsto per la fine del 2025, ma nel 2023 sono stati riconosciuti dei ritardi che avrebbero influito su questo obiettivo.
- Nel luglio 2024, ITER ha annunciato un nuovo programma che prevedeva la piena corrente di plasma nel 2034, **l'inizio delle operazioni con un plasma di deuterio-deuterio nel 2035 e le operazioni di deuterio-trizio nel 2039.**

Non ho mai proteso verso le centrali nucleari, ma visto i danni provocati dalle combustioni fossili mi domando se, come ho sentito dire in certe trasmissioni televisive, a conti fatti avrebbe senso ricorrere alle centrali nucleari, **considerando anche che il tempo per ottenere sufficienti quantità di energia dalle fonti rinnovabili non è probabilmente sufficientemente rapido** per impedire i danni climatici delle fonti fossili

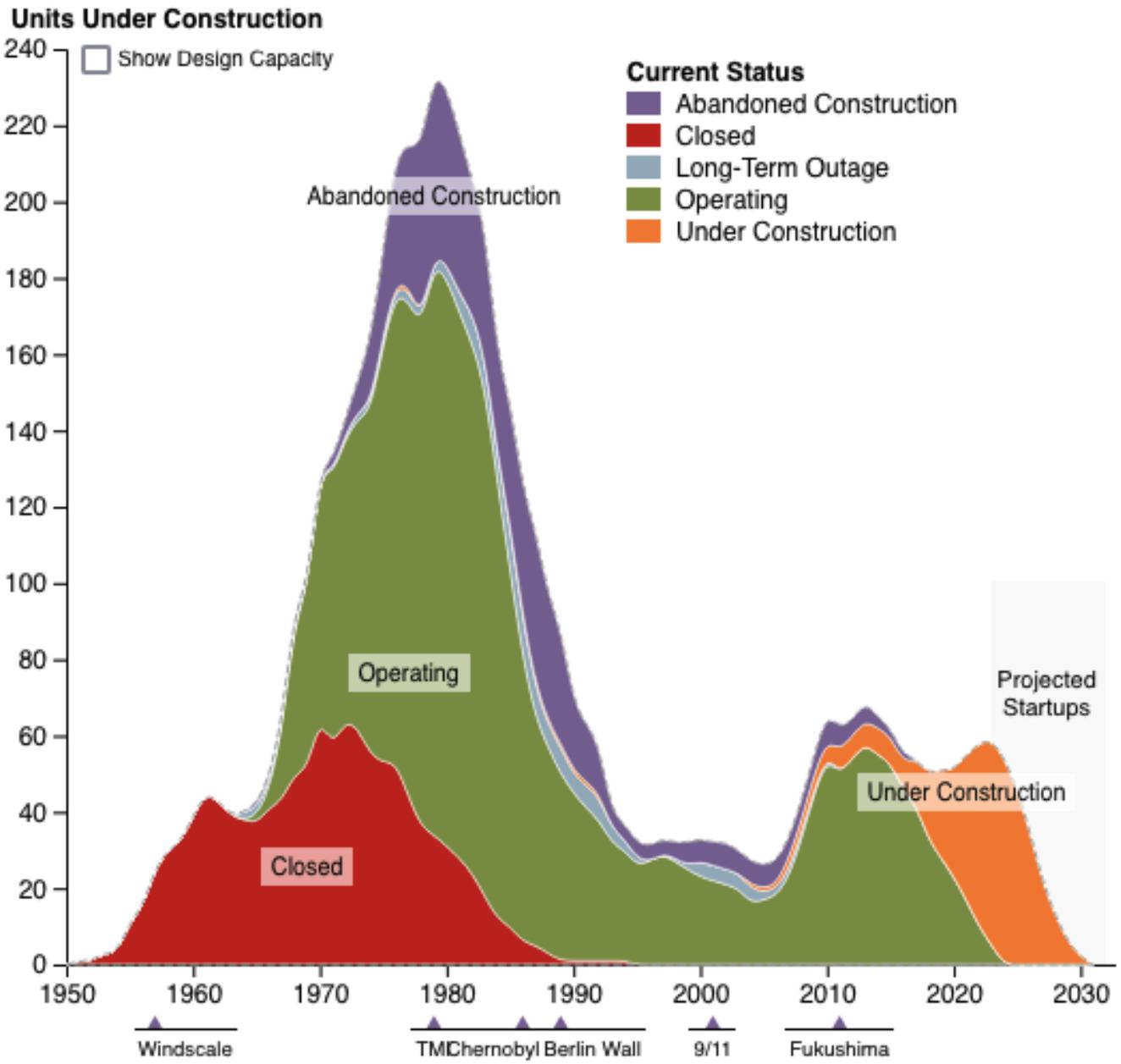
World Nuclear Power Status



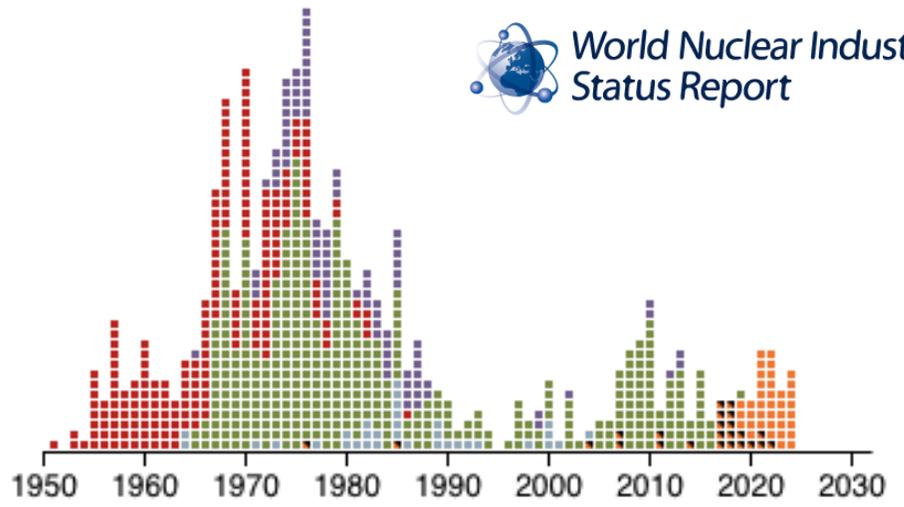
GLOBAL NUCLEAR GENERATION BY YEAR



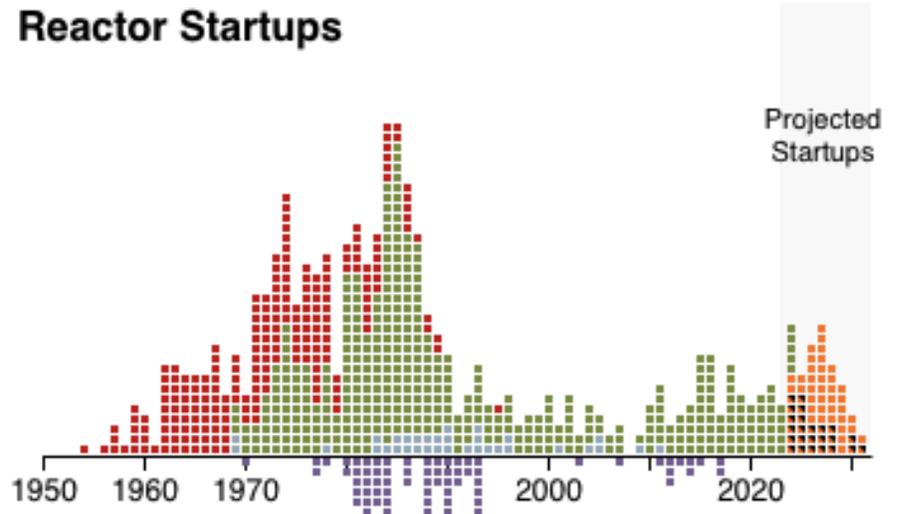
Reactors Under Construction – Year by Year



Reactor Construction Starts



Reactor Startups



Abandoned Constructions



MOST RECENT GRID CONNECTIONS

Reactor Name	Model	Process	Net Capacity (MWe)	Grid Connection	Location
Shidaowan Guohe One 1	CAP1400	PWR	1400	31/10/2024	China
Fangchenggang 4	Hualong One	PWR	1105	09/04/2024	China
Barakah 4	APR-1400	PWR	1337	23/03/2024	United Arab Emirates
Vogtle 4	AP1000	PWR	1117	01/03/2024	United States Of America
Kakrapar 4	PHWR-700	PHWR	630	20/02/2024	India
Shin Hanul 2	APR-1400	PWR	1340	21/12/2023	South Korea
Ostrovets 2	VVER V-491	PWR	1110	13/05/2023	Belarus
Vogtle 3	AP1000	PWR	1117	01/04/2023	United States Of America
Mochovce 3	VVER V-213	PWR	440	31/01/2023	Slovakia
Fangchenggang 3	Hualong One	PWR	1105	10/01/2023	China

MOST RECENT CONSTRUCTION STARTS

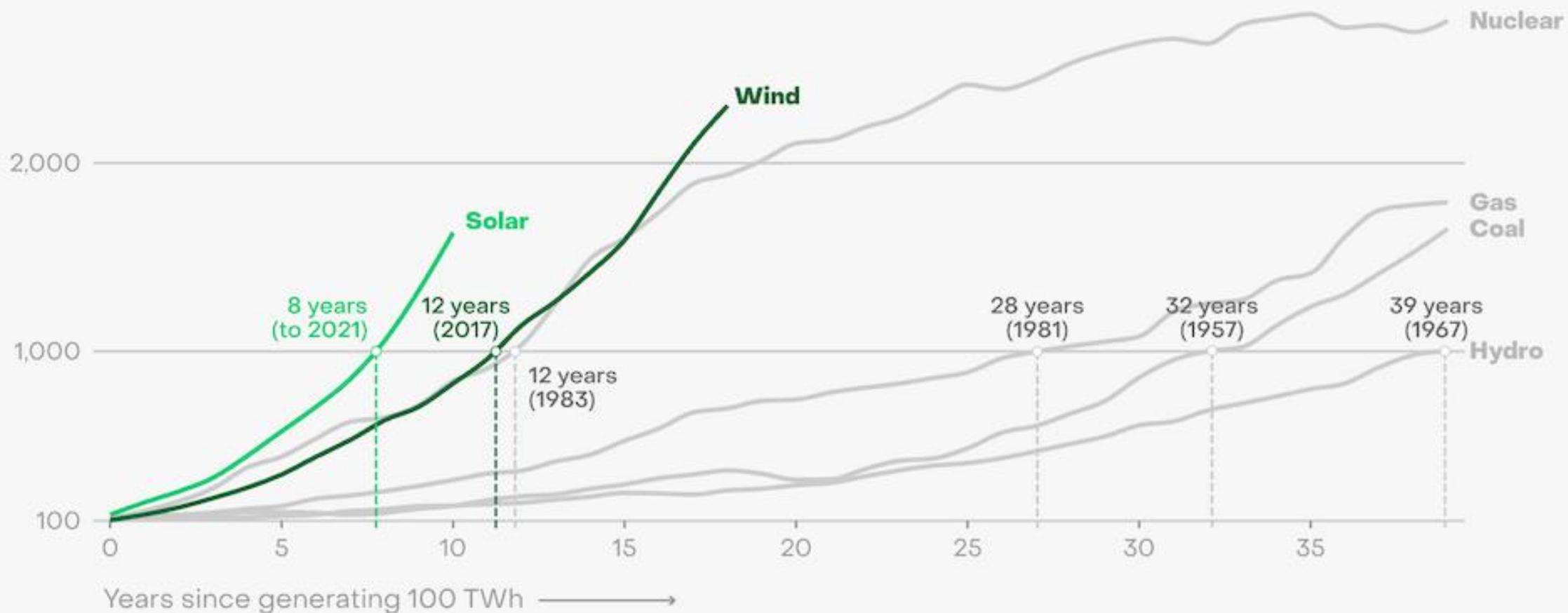
Reactor Name	Model	Process	Net Capacity (MWe)	Construction Start	Location
Zhangzhou 4	Hualong One	PWR	1129	27/09/2024	China
Ningde 5	Hualong One	PWR	1116	28/07/2024	China
Shidaowan 1	Hualong One	PWR	1134	28/07/2024	China
Xudabao 2	CAP1000	PWR	1000	17/07/2024	China
Lianjiang 2	CAP1000	PWR	1161	26/04/2024	China
Leningrad 2-3	VVER V-491	PWR	1101	14/03/2024	Russia
Zhangzhou 3	Hualong One	PWR	1129	22/02/2024	China
El Dabaa 4	VVER-1200/V-529	PWR	1100	23/01/2024	Egypt
Xudabao 1	CAP1000	PWR	1000	03/11/2023	China
Lianjiang 1	CAP1000	PWR	1161	27/09/2023	China

Il tempo per avere energia a sufficienza

- Gli ultimi 10 impianti sono stati collegati alla rete tra il 31 gennaio 2023 e il 28 novembre di quest'anno: sono 10 impianti in 22 mesi
 - Sono cinque impianti e mezzo all'anno
- Nel frattempo nel mondo secondo l'Agenzia Internazionale per l'energia nel 2023 si sono installati 510 GW di nuove rinnovabili, che in termini di energia prodotta sono qualcosa come un paio di reattori nucleari (da 800 MW) equivalenti ogni settimana
 - Sono circa un centinaio all'anno

Wind and solar have scaled up faster than any other sources of electricity in history

Global electricity generation, by technology (TWh)

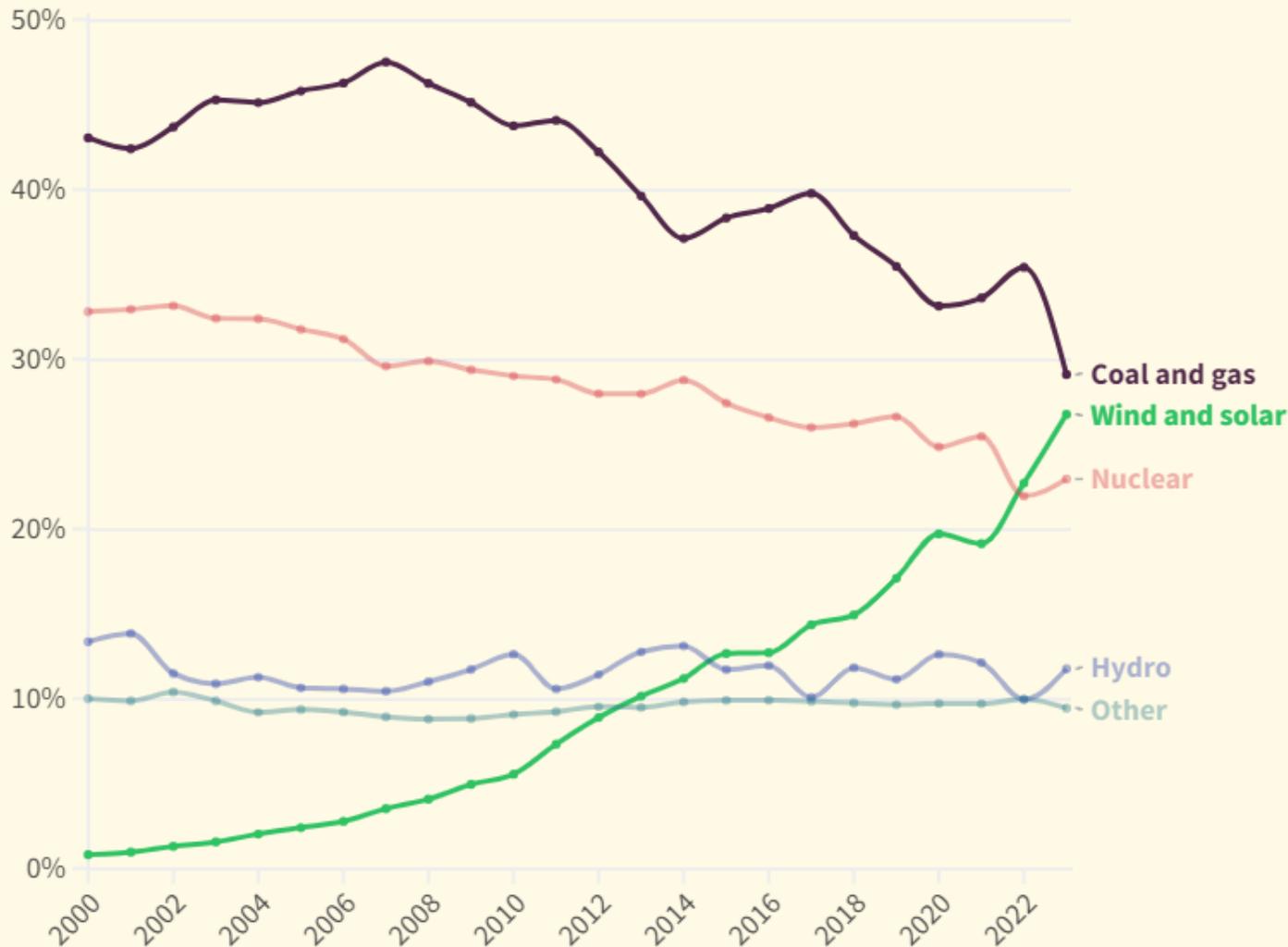


Source: Wind and solar generation data from Ember annual electricity data, nuclear, gas, coal and hydro generation data from Pinto et al. (2023)

This graphic is based on a chart by Nat Bullard <https://www.nathanielbullard.com/presentations>

Wind and solar could soon overtake coal and gas generation in the EU

Share of European Union power generation, by source, 2000-2023



Source: [Ember](#)

CANARY MEDIA

Nel 2023 le **rinnovabili** hanno complessivamente prodotto il **44% dell'elettricità** nell'Unione Europea

L'eolico ha superato
1% nel 2002
5% nel 2011
10% nel 2017
15% nel 2022
17,6% nel 2023

Il solare fino al 2000 non c'era
0,1% nel 2007
1% nel 2011
5% nel 2020
9,1% nel 2023

A changing grid

Share of electricity generation by source

Nuclear Hydro Other Coal Gas Solar Wind

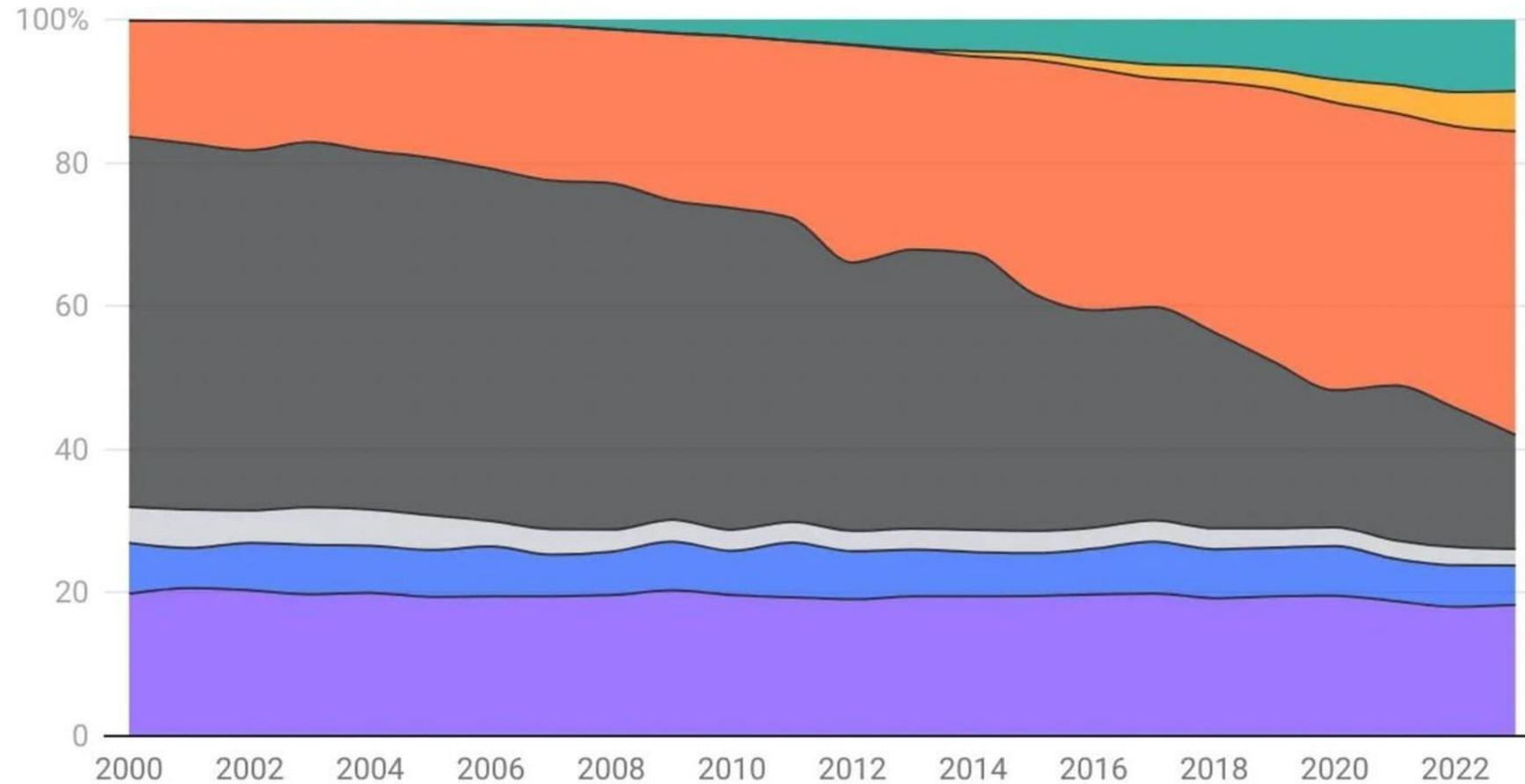
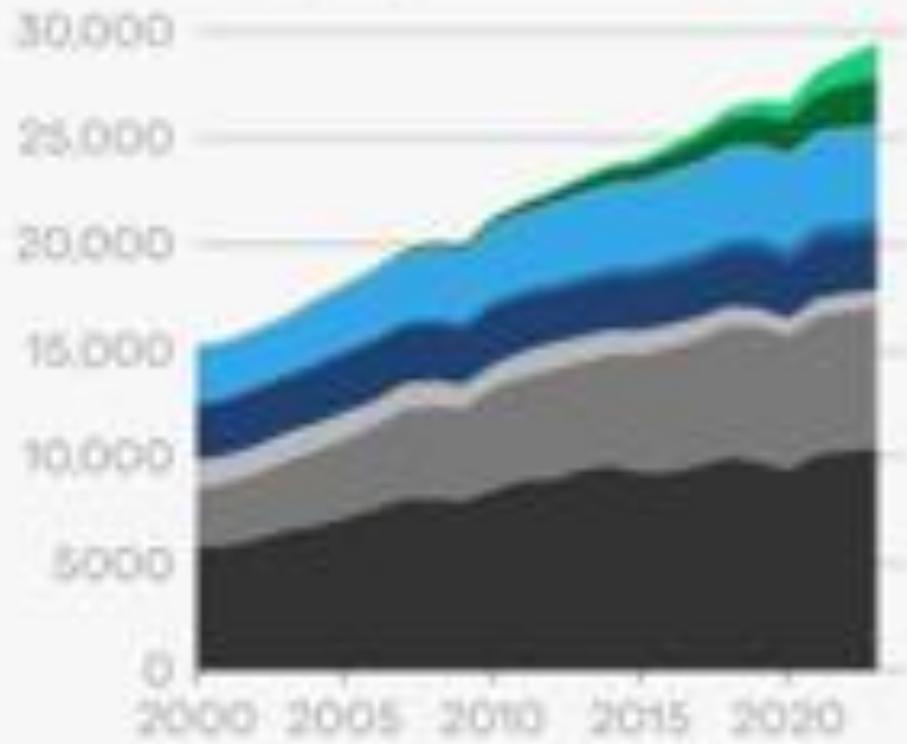


Chart: Michael Thomas / Distilled • Source: Ember • Created with Datawrapper

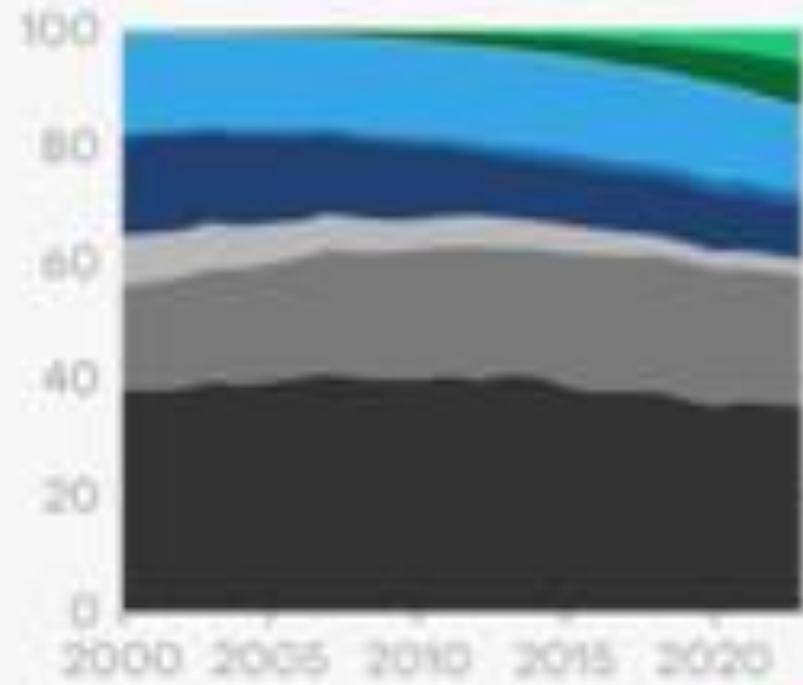
How the global electricity mix has evolved over time



Generation (TWh)



Share of generation (%)



Nel 2023, l'eolico e il solare rappresentano il 13,4% della produzione globale, rispetto allo 0,2% del 2000.

L'eolico e il solare sono cresciuti di più nei cinque anni dal 2018 (+2.092 TWh) che nei 17 anni precedenti (+1.811 TWh).

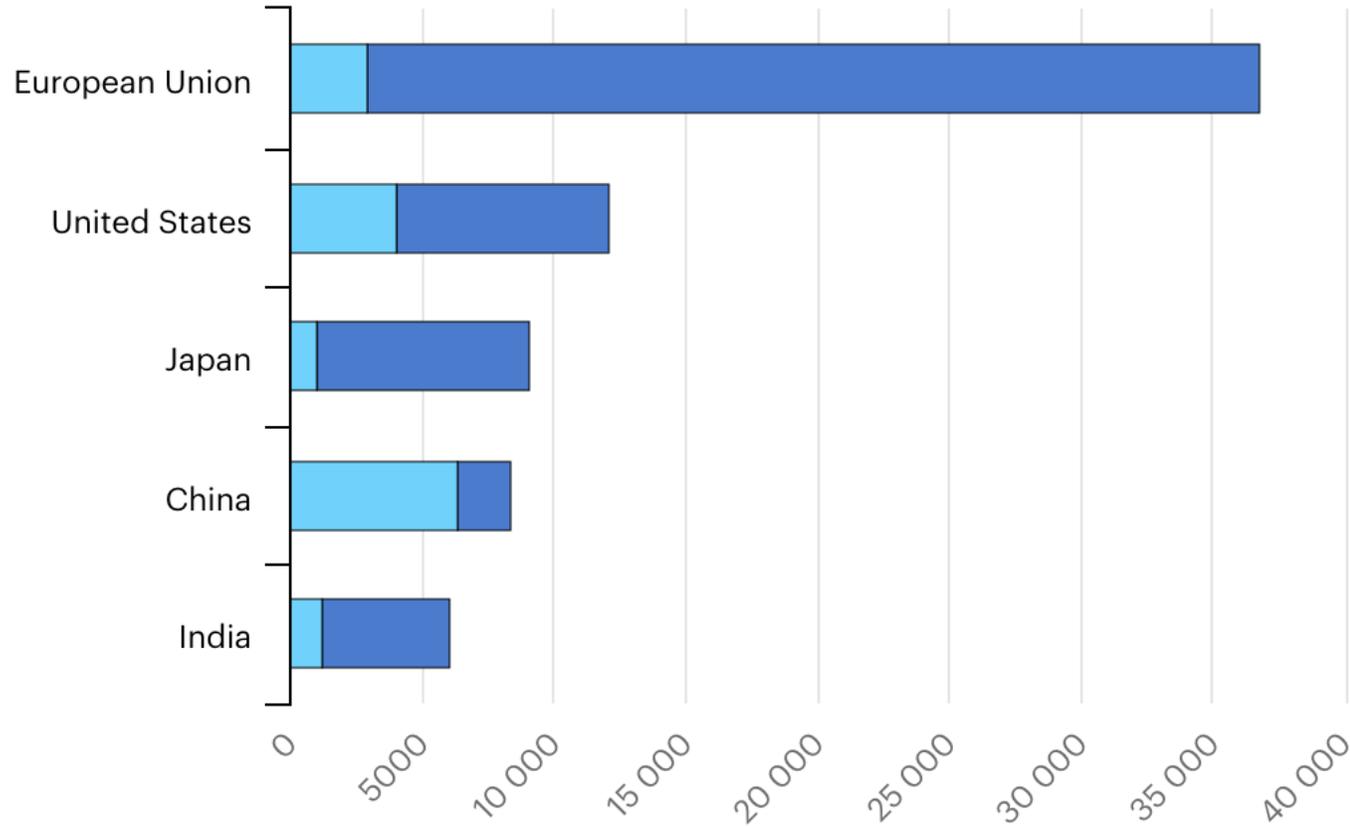
Source: Annual electricity data, Ember

Que Sera, Sera

- Se le previsioni dell'Agencia Internazionale per l'energia verranno confermate tra il 2024 e il 2030 andremo a installare nel mondo 5500 GW di nuovi impianti rinnovabili che sono in grado di produrre la stessa energia prodotta da circa **1100-1200 reattori nucleari da 800 MW**
- In totale nel mondo oggi, dopo più di 50 anni dal primo reattore, sono in funzione 440 reattori
- **In 6 anni le nuove rinnovabili faranno più del doppio di quanto fatto in 50 anni dall'industria nucleare**

L'energia da fonti rinnovabili sarà sufficiente per alimentare tutti i nostri consumi?

TWh



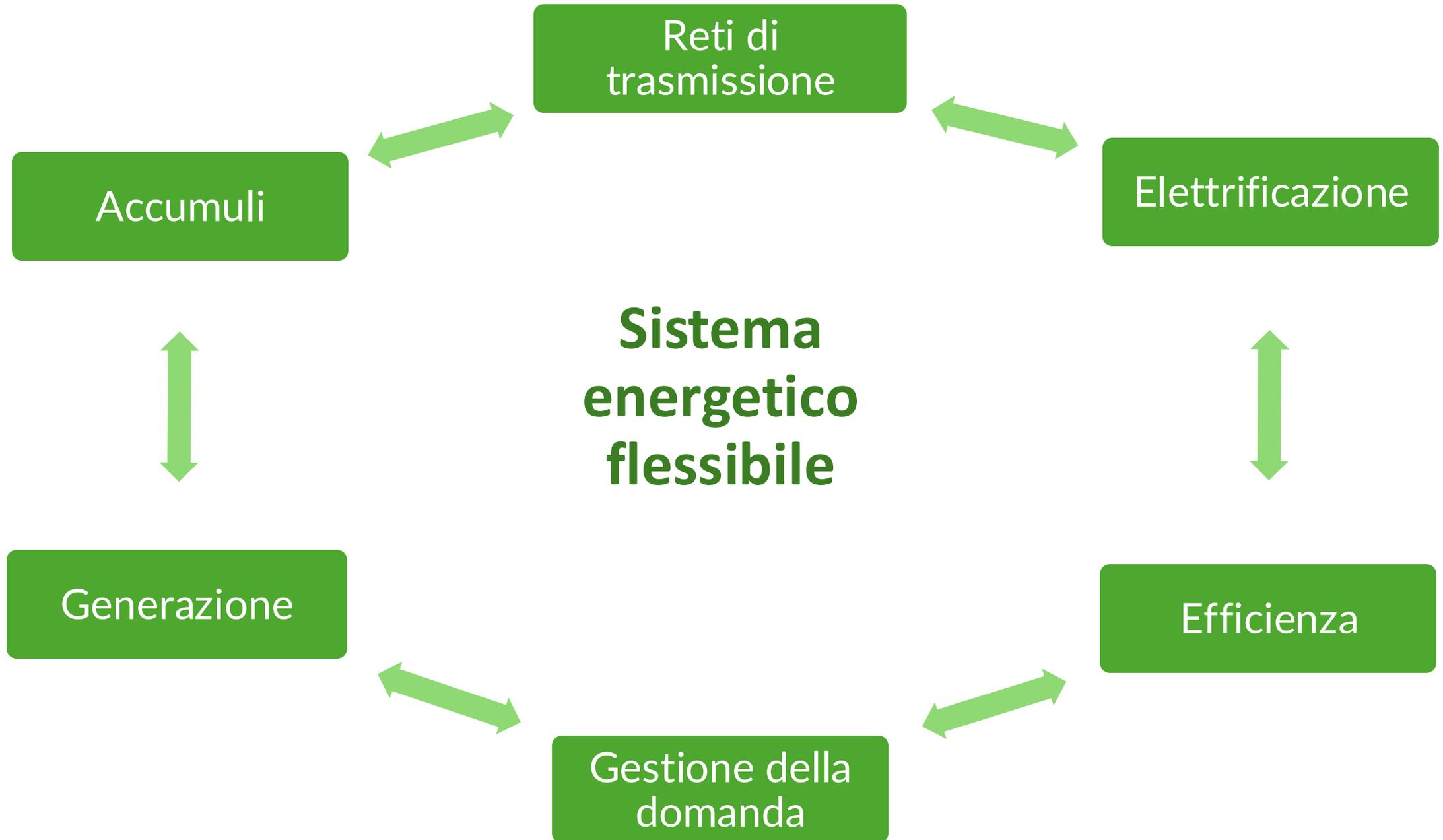
IEA. Licence: CC BY 4.0

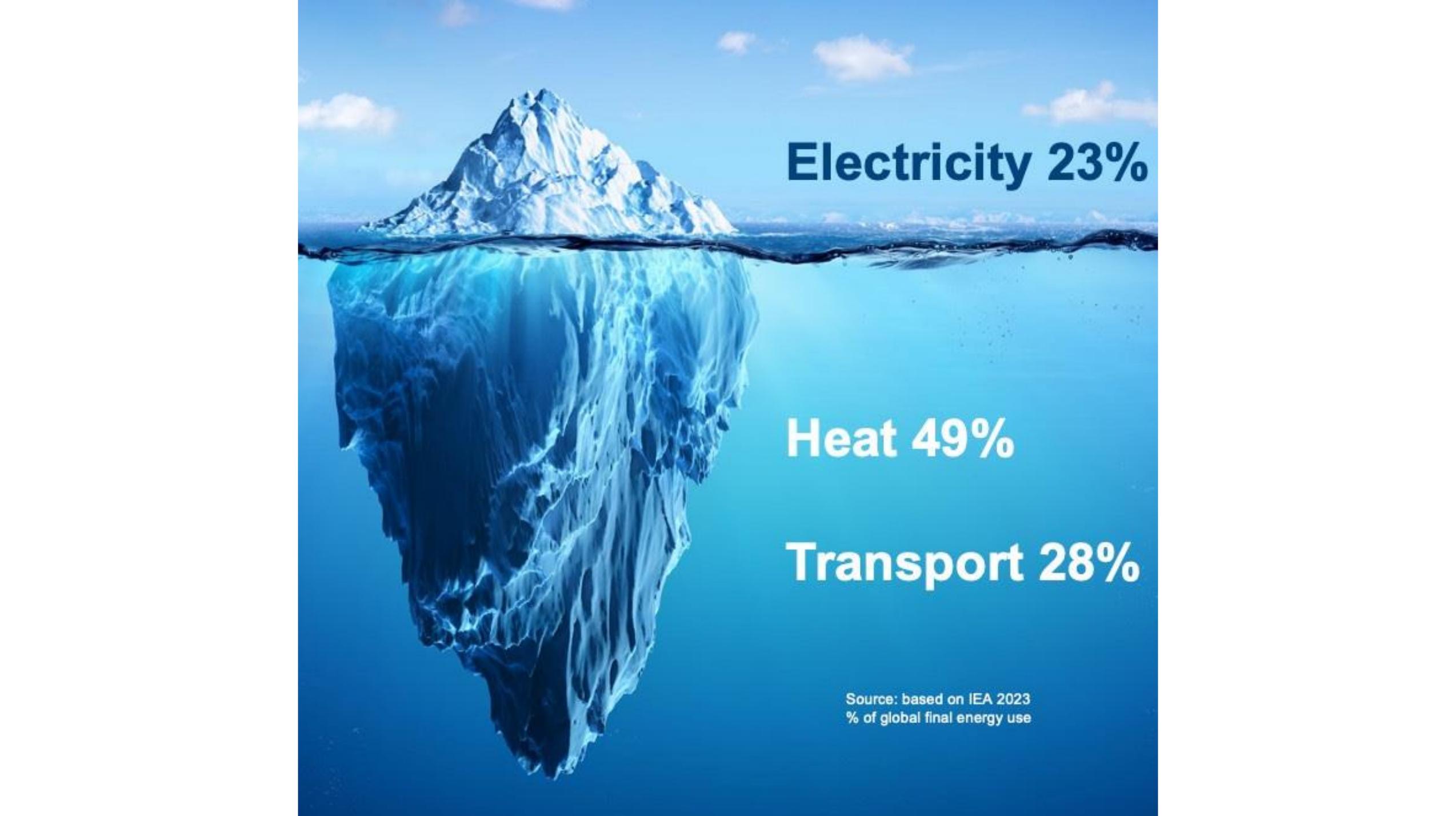
● Electricity demand ● Offshore wind potential

Tuttavia, l'attuale mercato dell'eolico offshore non è nemmeno lontanamente in grado di sfruttarne appieno il potenziale: con risorse di alta qualità disponibili nella maggior parte dei mercati principali, l'eolico offshore ha il potenziale di generare più di 420.000 TWh all'anno in tutto il mondo.

Si tratta di un valore pari a più di 18 volte la domanda globale di elettricità di oggi.





An iceberg floating in the ocean. The tip of the iceberg is above the water surface, while the much larger, jagged base is submerged. The sky is blue with some clouds, and the water is a deep blue. The text is overlaid on the right side of the image.

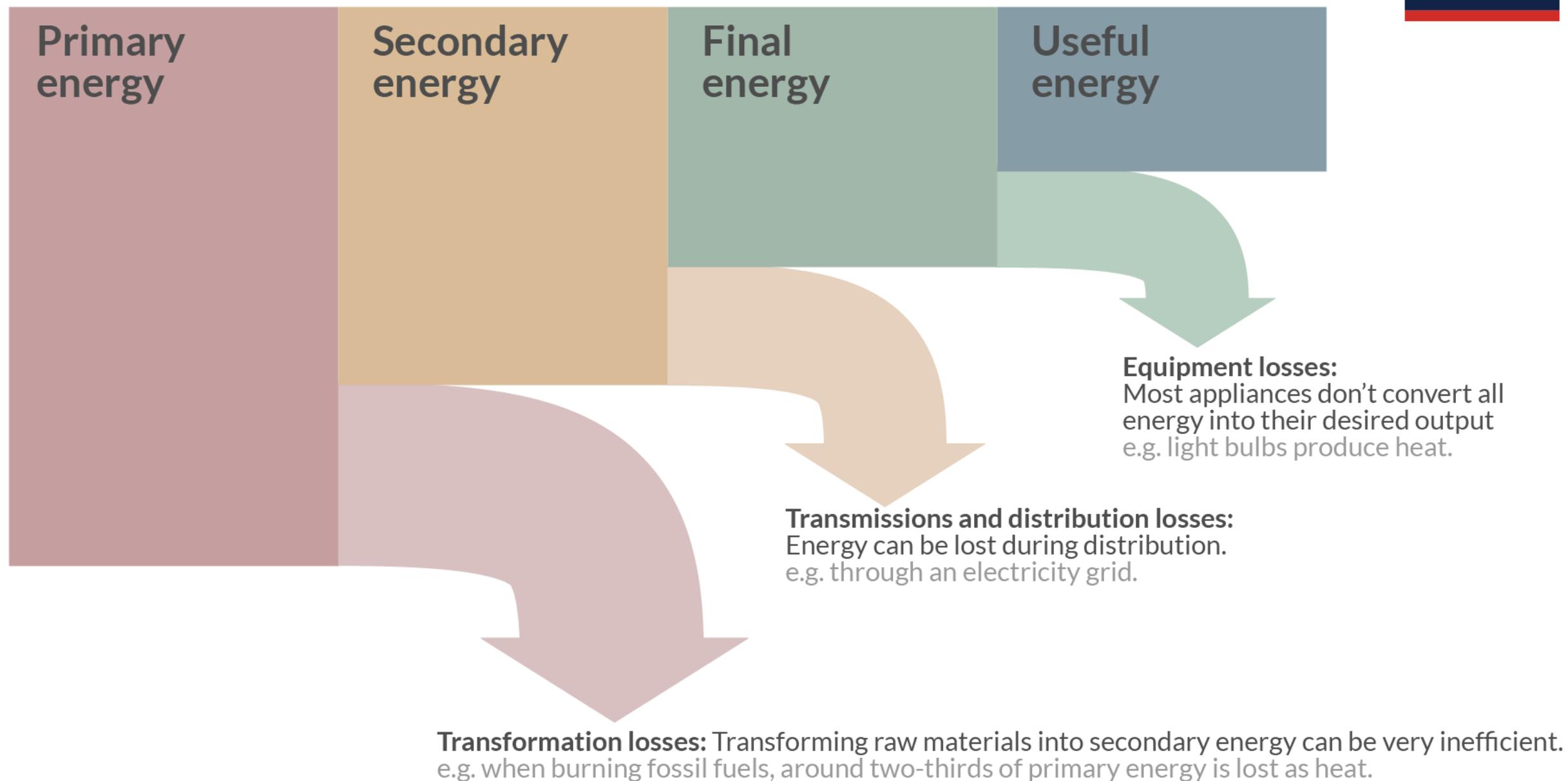
Electricity 23%

Heat 49%

Transport 28%

Source: based on IEA 2023
% of global final energy use

Useful energy is just a fraction of primary energy



Cleantech is 3 times more efficient

Cleantech is around 3x more efficient than fossil technologies across applications

Energy production

Electricity

Fossil thermal



30%–40% efficiency

Wind and solar



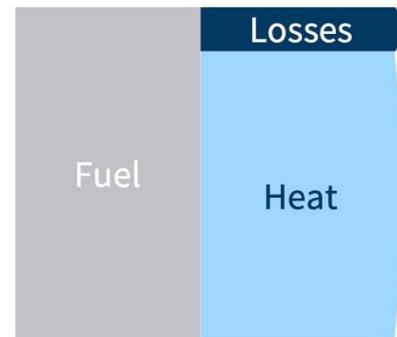
100% efficiency

2–3x
as efficient

Energy use

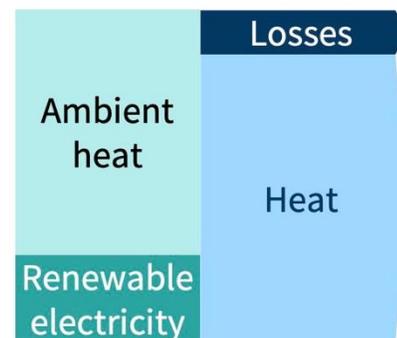
Heating

Gas boiler



85% efficiency

Heat pump



300%–400% efficiency

3–4x
as efficient

Transport

Internal combustion engine



25%–40% efficiency

Electric vehicle



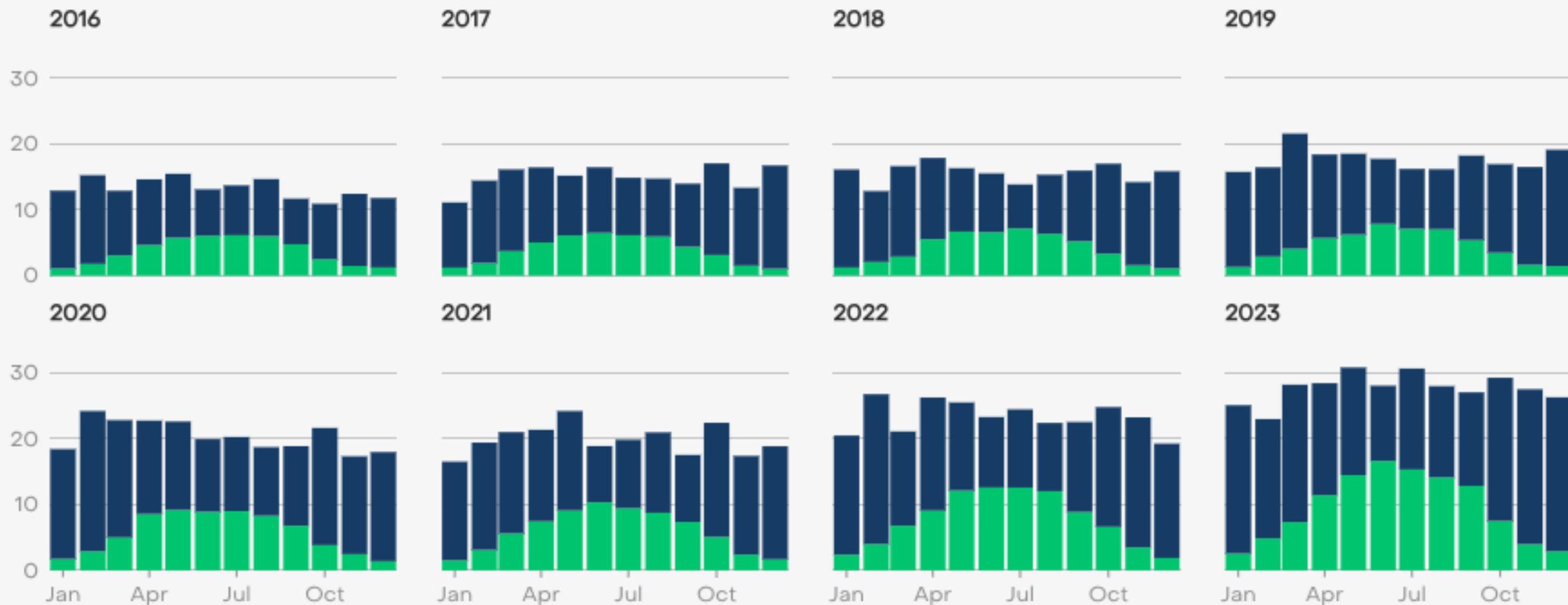
80%–90% efficiency

2–4x
as efficient

Wind and solar provide stable electricity generation across all seasons

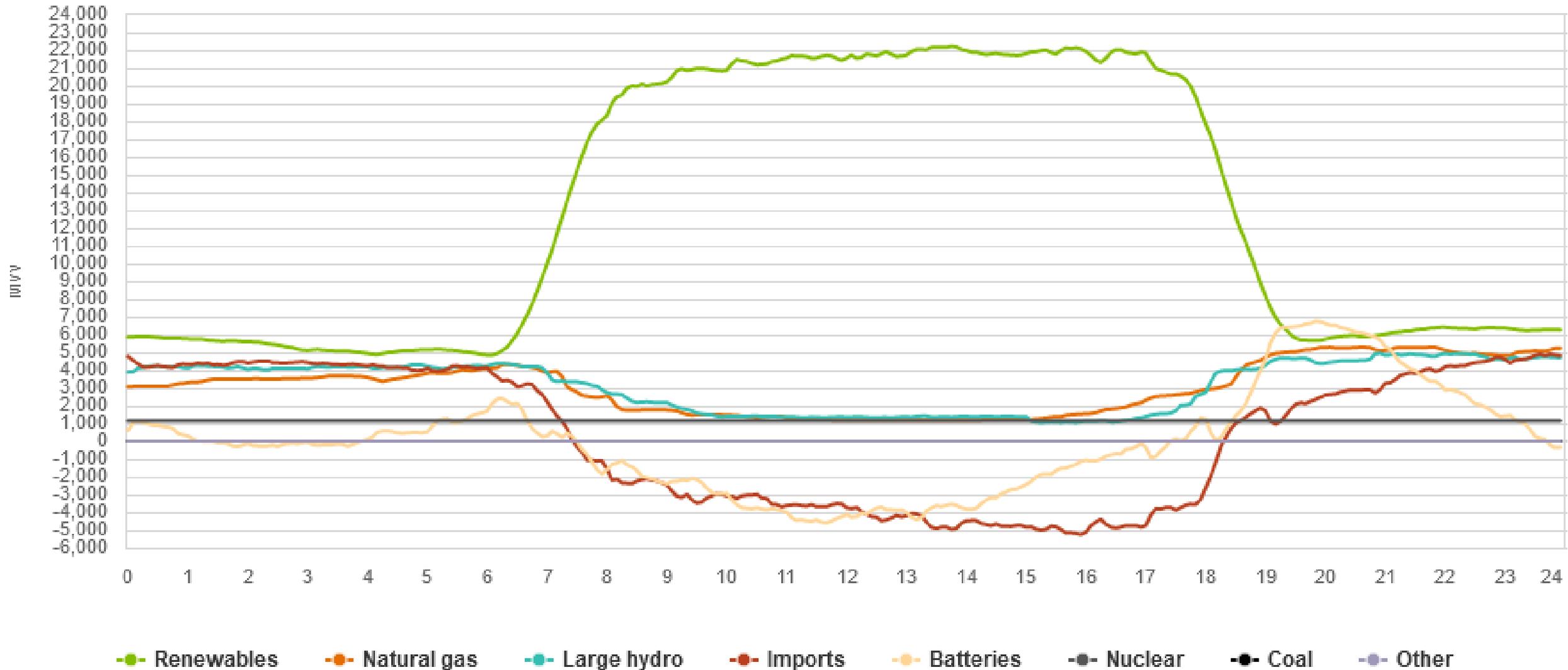
Share of EU monthly generation (%)

Solar Wind



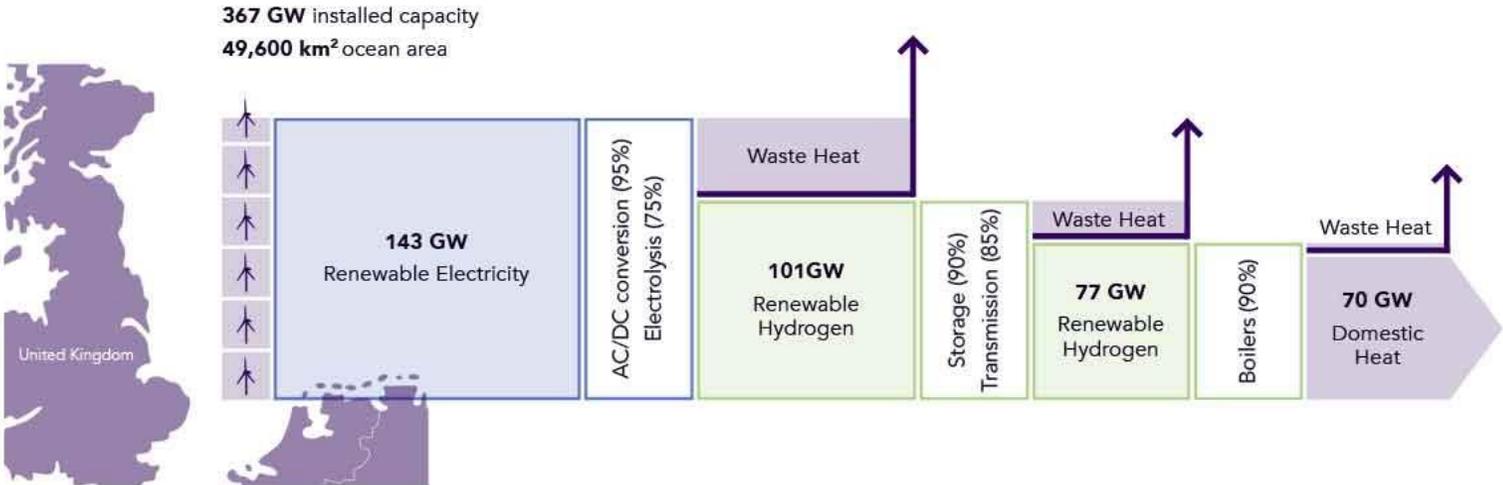
Source: Monthly electricity data, Ember

California Independent System Operator - lunedì 29 aprile 2024



Quando si prevede di poter utilizzare in Italia l'idrogeno al posto del gas naturale per il riscaldamento domestico?

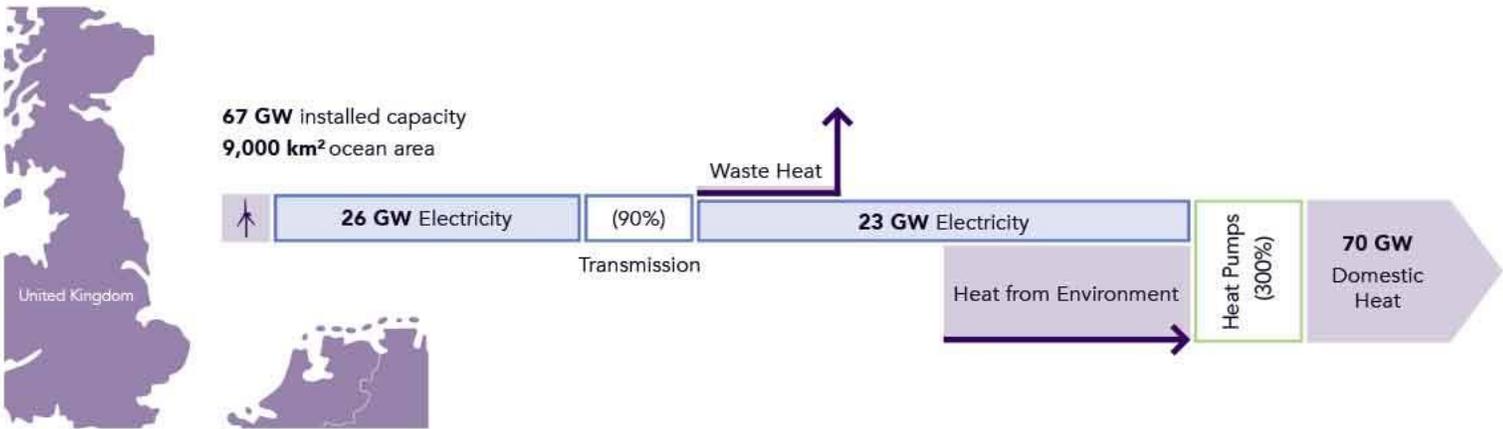
Heating the UK with Heat Pumps or Green Hydrogen



UK Housing Stock



Green Hydrogen



UK Housing Stock



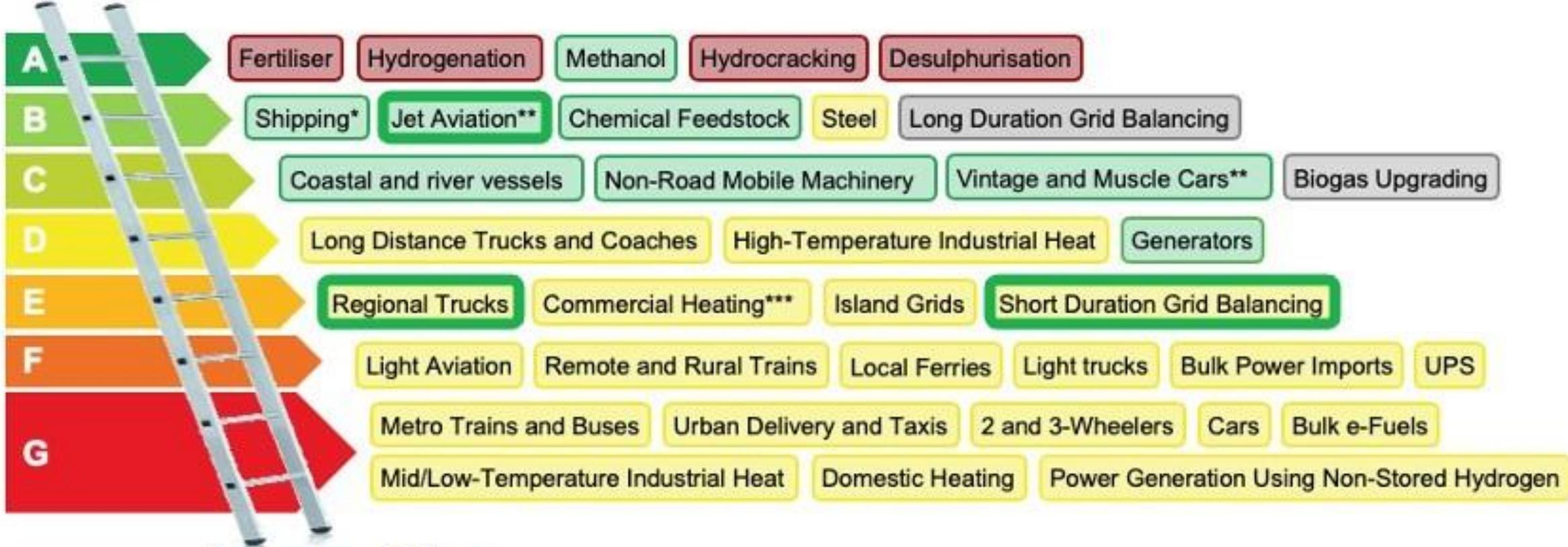
Heat Pump



Hydrogen Ladder 5.0 – Promotions (3)

Unavoidable

Key: No real alternative Electricity/batteries Biomass/biogas Other

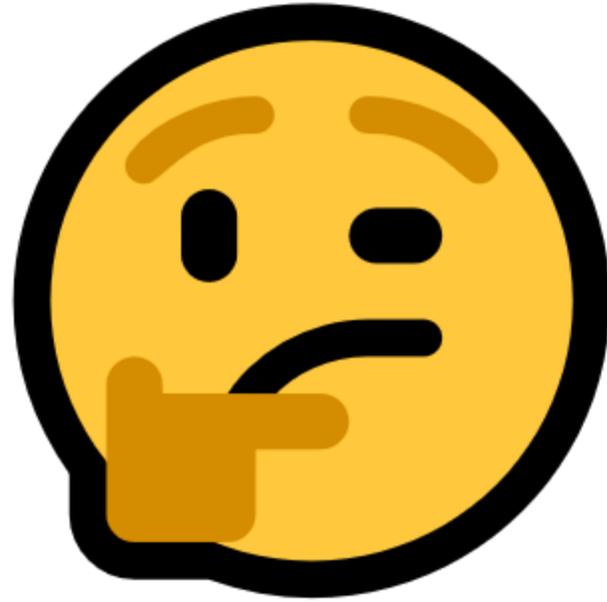


Uncompetitive

*As ammonia or methanol **As e-fuel or PBTL ***As hybrid system

Source: Michael Liebreich/Liebreich Associates, Clean Hydrogen Ladder, Version 5.0, 2023. Concept credit: Adrian Hiel, Energy Cities. [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Ci sono forme di energia ancora
non ufficiali ma sperimentate?



Ci può essere un risparmio di energia ed inquinamento evitando di mangiare carne?

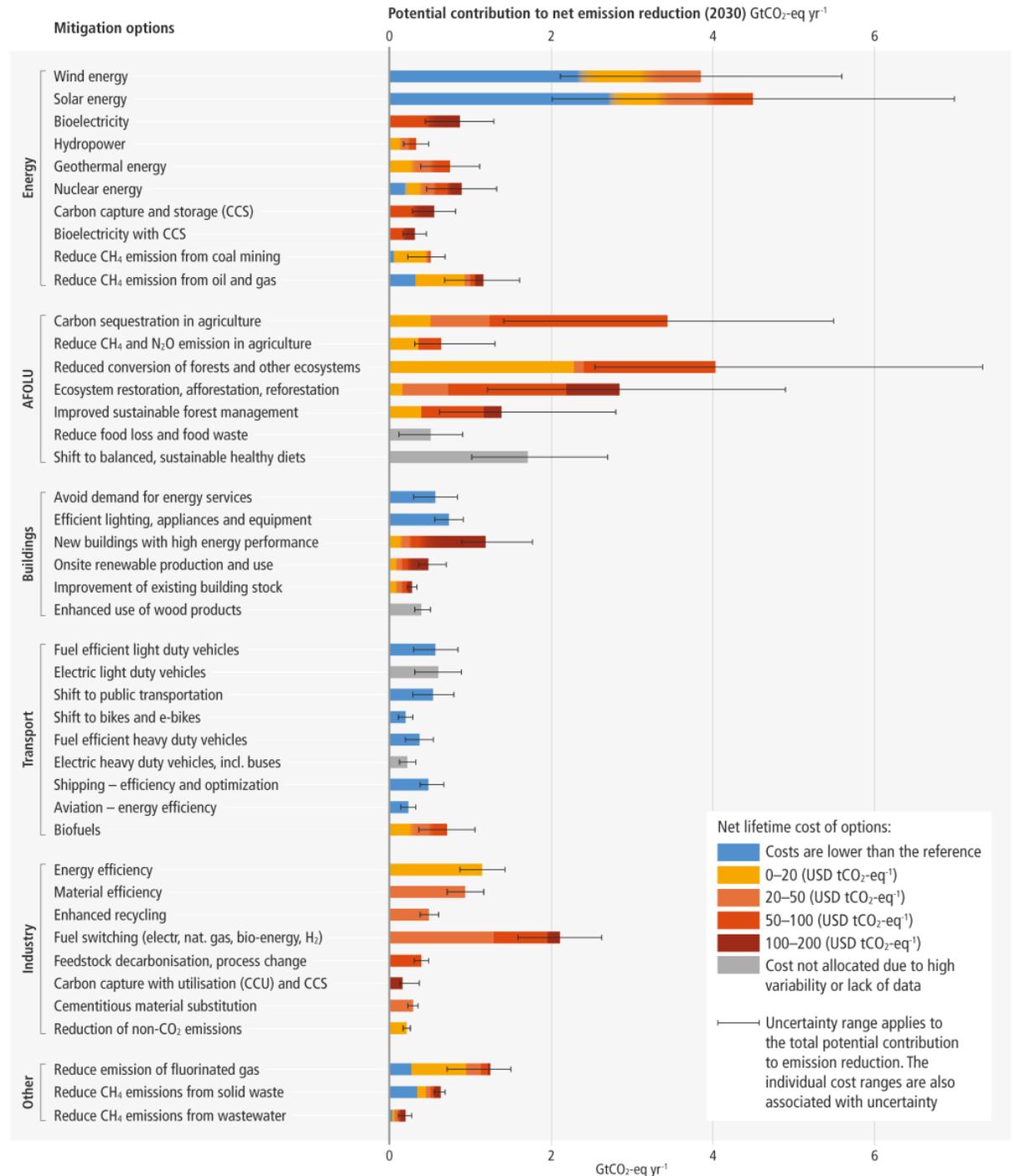
Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change

Summary for Policymakers



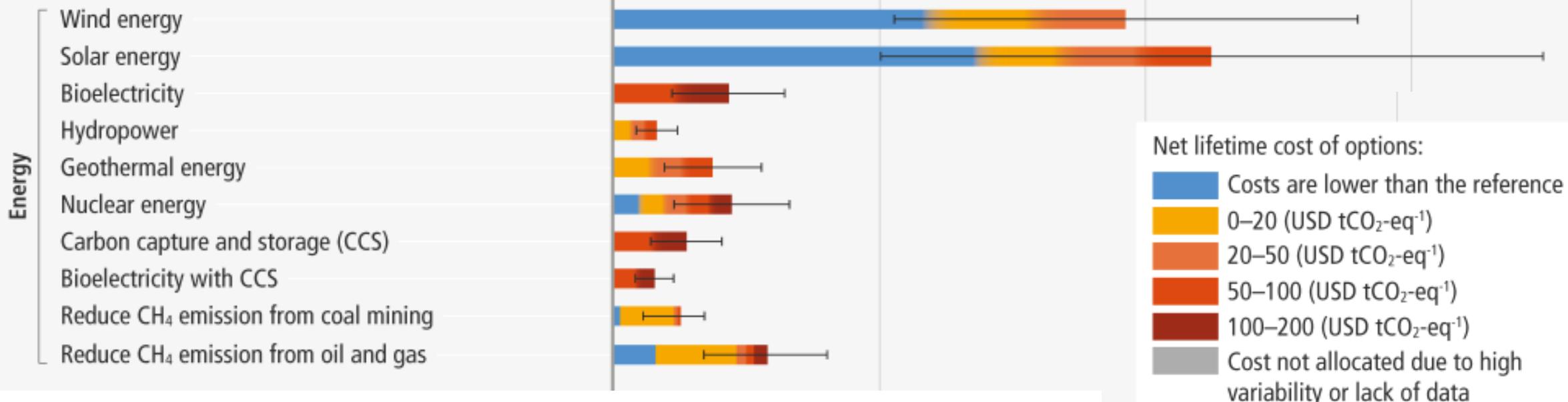
WGIII

Working Group III contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change

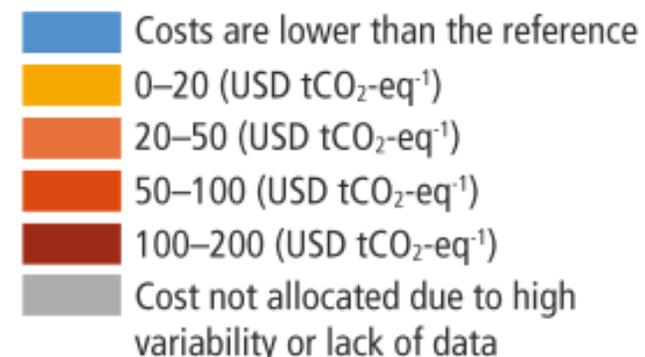


Mitigation options

Potential contribution to net emission reduction (2030) GtCO₂-eq yr⁻¹

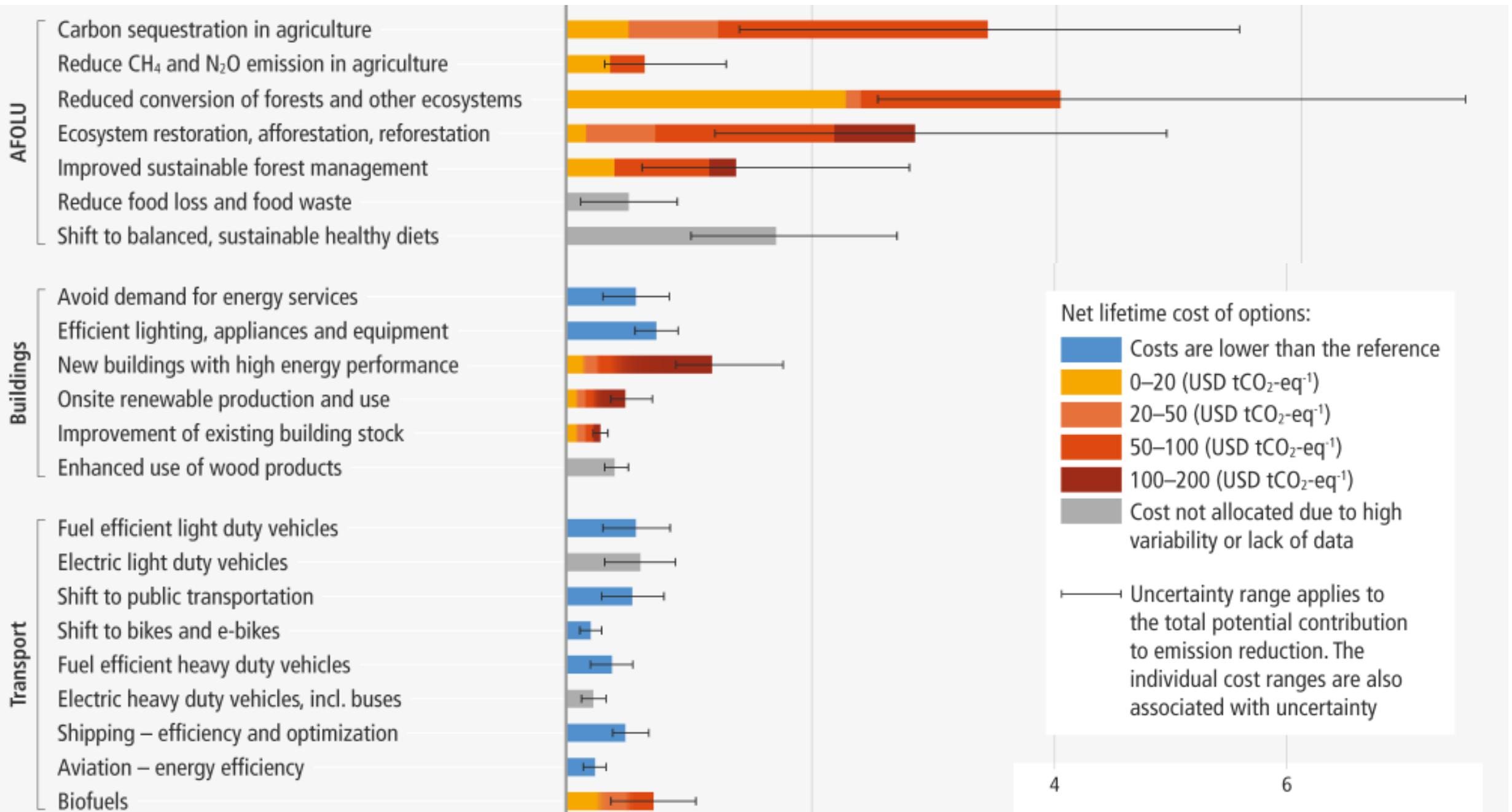


Net lifetime cost of options:

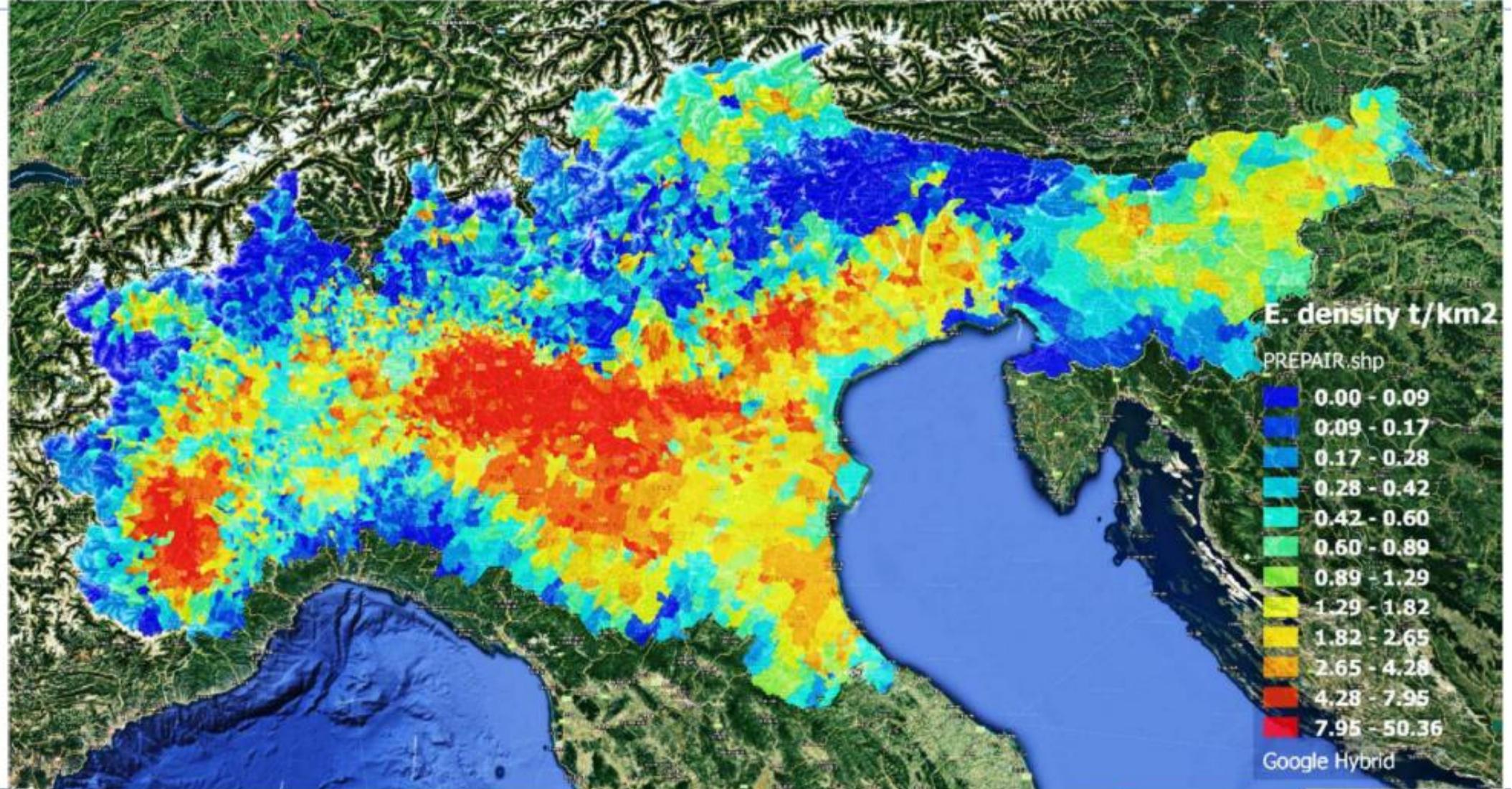


4

6



Densità di emissione di ammoniaca nel bacino padano (con Slovenia)



Nel promuovere l'uso di auto elettriche ci si chiede se la fonte energetica che andrà ad alimentarle è poco inquinante?

Le auto elettriche sono una bufala?

Decarbonisation scenario [?]

STEPS



Biofuel blending (ethanol/gasoline) share [?]

4.6% (default)



Electricity emissions [?]

90% coal



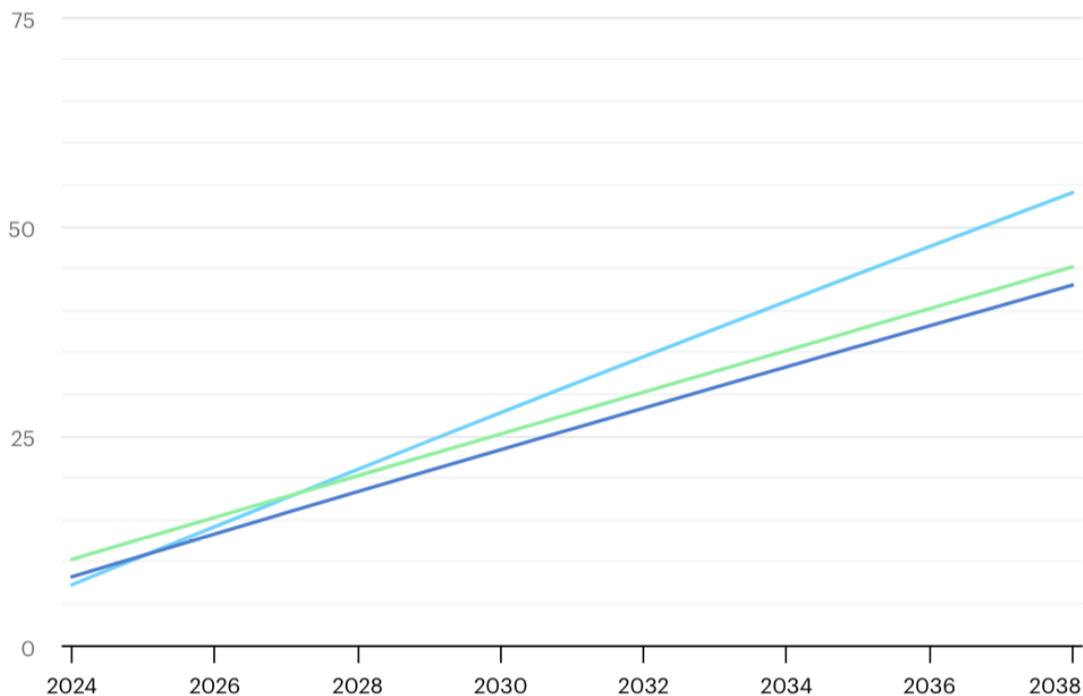
Electricity CO2 intensity

850 gCO2/KWh



Cumulative emissions

tCO2-eq

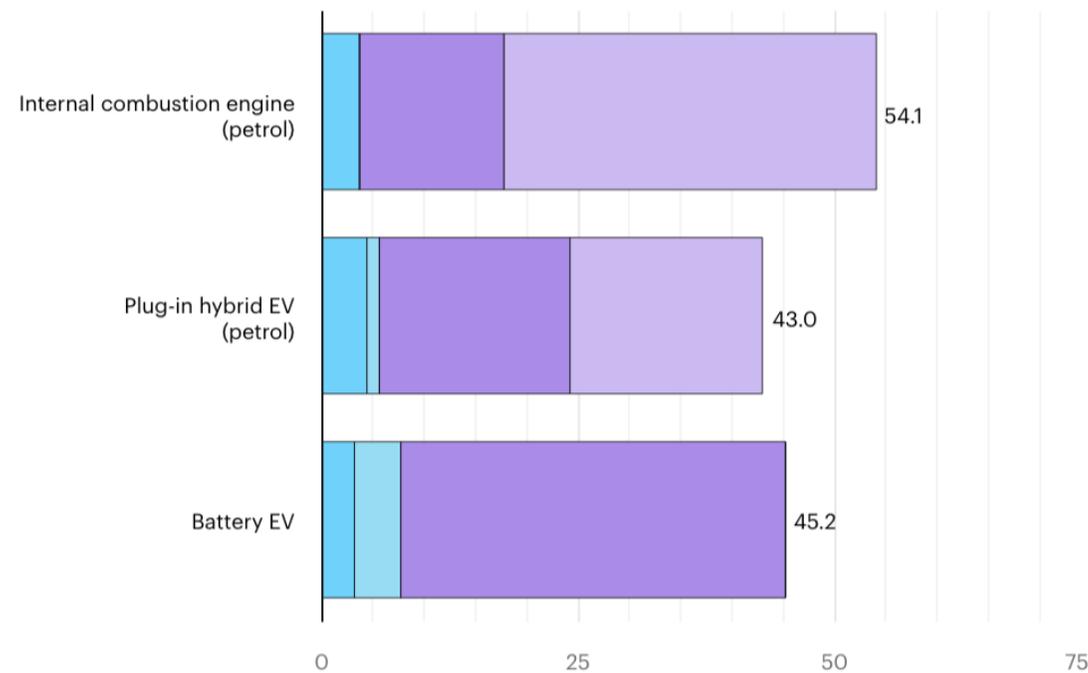


— Internal combustion engine (petrol) — Plug-in hybrid EV (petrol) — Battery EV

Breakdown of total emissions

lifetime per vehicle km

tCO2-eq/vehicle



● Car production ● Energy production (well-to-tank) ● Battery production ● Fuel combustion (tank-to-wheel)

Decarbonisation scenario [?]

STEPS



Biofuel blending (ethanol/gasoline) share [?]

4.6% (default)



Electricity emissions [?]

30% coal, 15% natural gas, 40% non-fossil



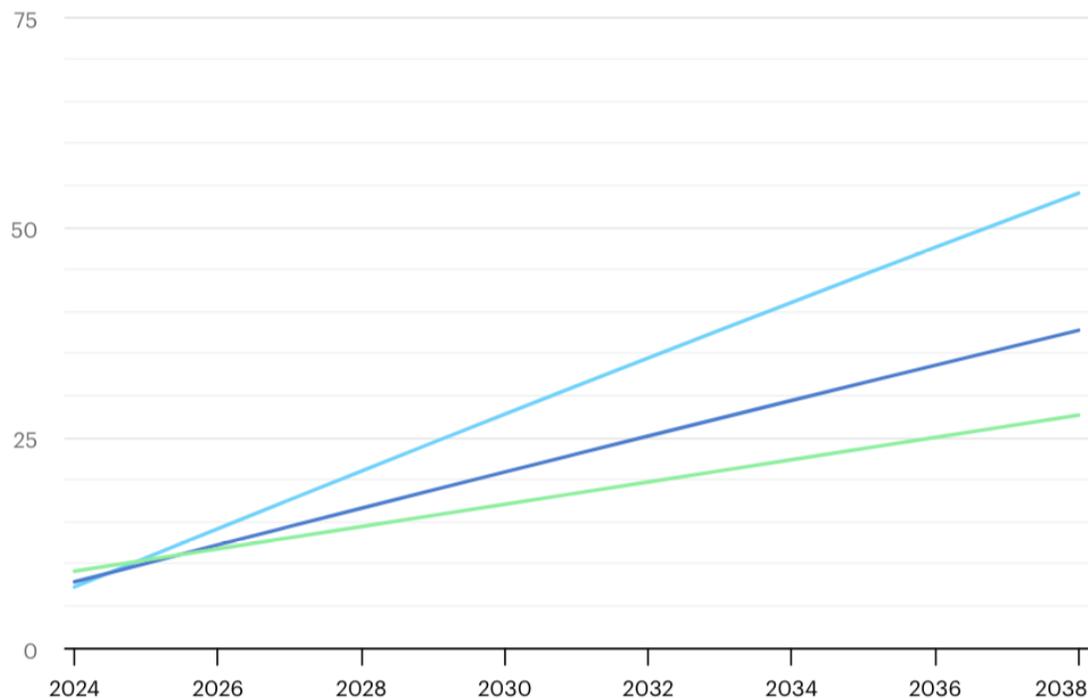
Electricity CO2 intensity

452 gCO2/KWh



Cumulative emissions

tCO2-eq

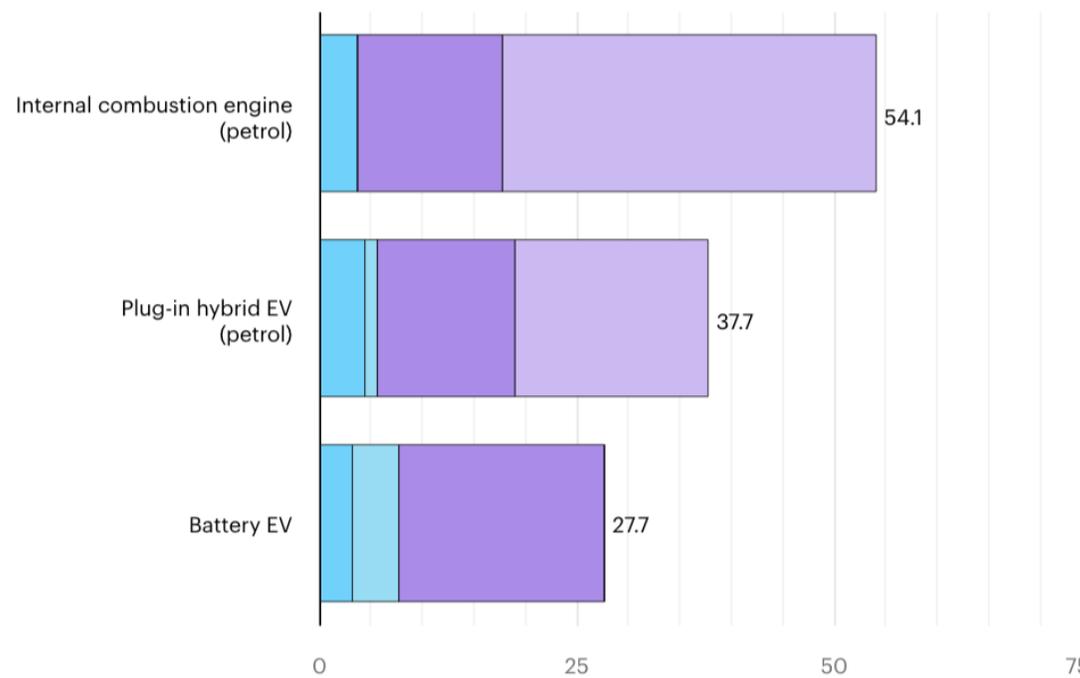


Internal combustion engine (petrol) Plug-in hybrid EV (petrol) Battery EV

Breakdown of total emissions

lifetime per vehicle km

tCO2-eq/vehicle



Car production Battery production Energy production (well-to-tank) Fuel combustion (tank-to-wheel)

Decarbonisation scenario [?]

STEPS



Biofuel blending (ethanol/gasoline) share [?]

4.6% (default)



Electricity emissions [?]

98% renewables



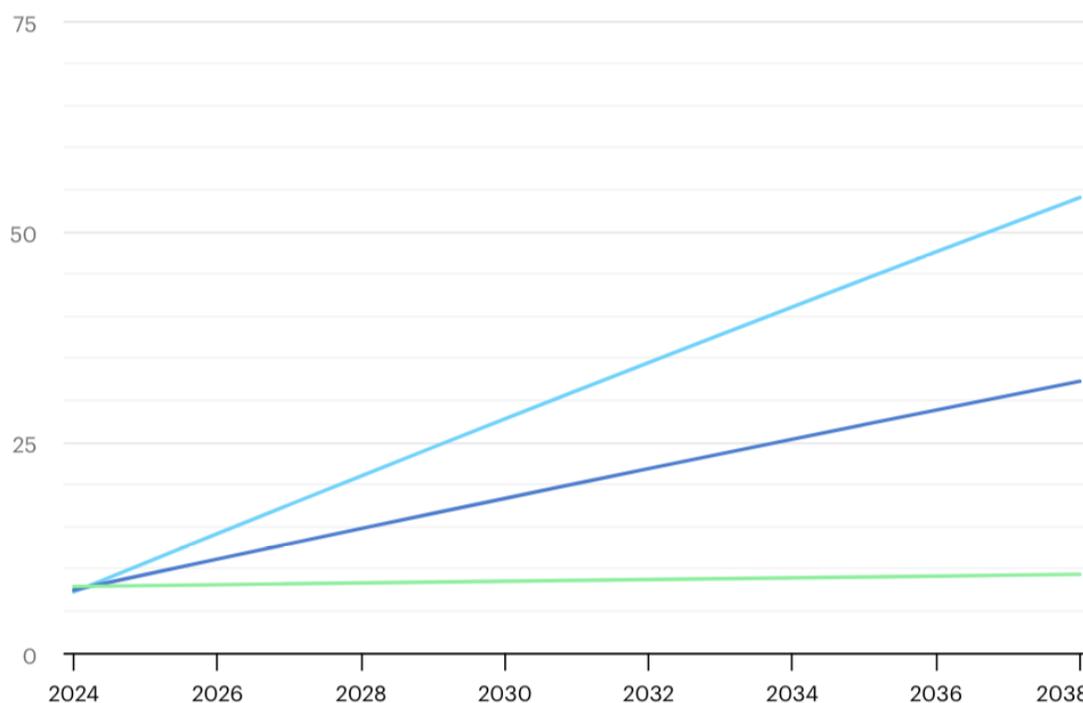
Electricity CO2 intensity

35 gCO2/KWh



Cumulative emissions

tCO2-eq

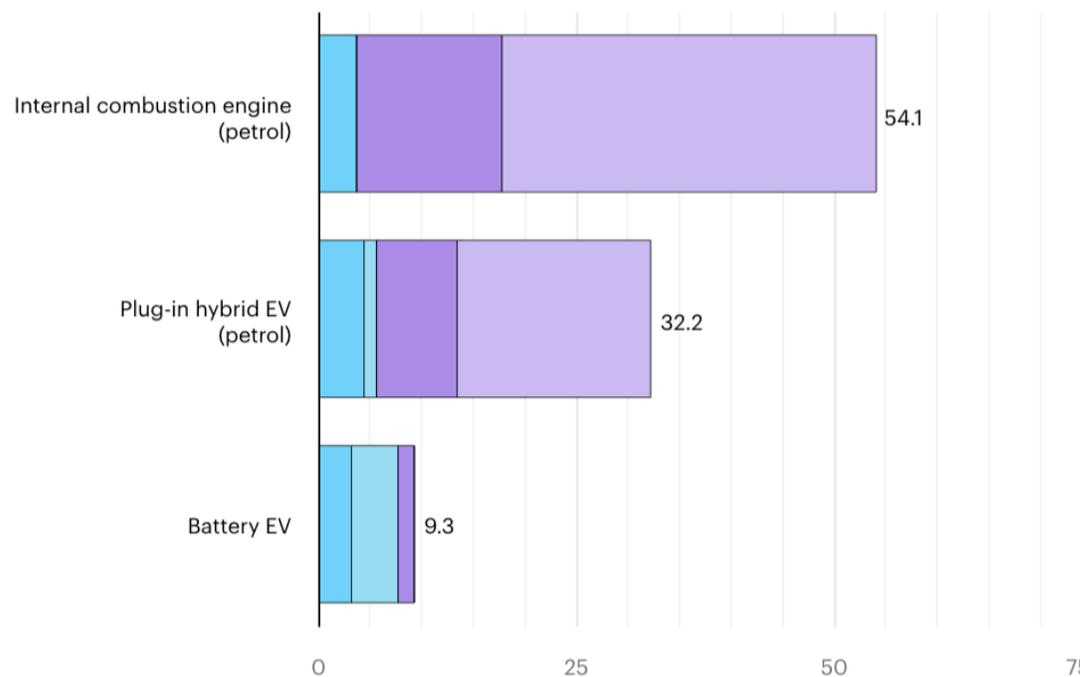


— Internal combustion engine (petrol) — Plug-in hybrid EV (petrol) — Battery EV

Breakdown of total emissions

lifetime per vehicle km

tCO2-eq/vehicle



● Car production ● Battery production
 ● Energy production (well-to-tank) ● Fuel combustion (tank-to-wheel)

Vehicle size [?]

Medium



Driving profile

Default



Average mileage

42 km/day



Vehicle lifetime [?]

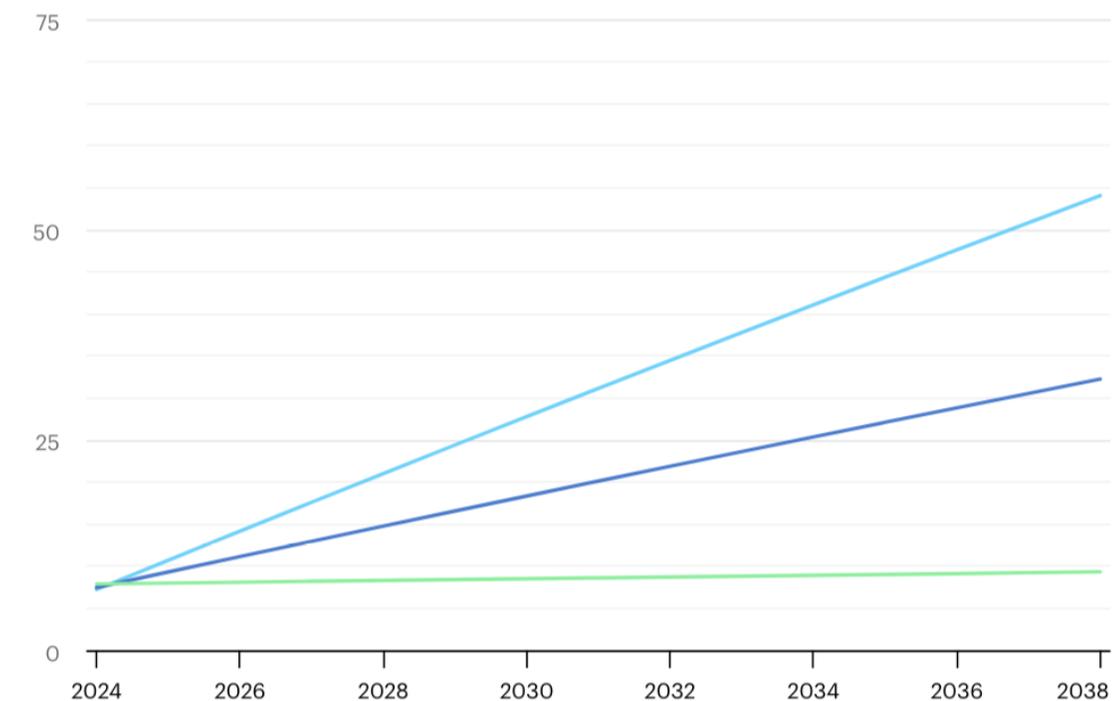
15 years



Examples: VW Lavida, VW Golf or Toyota Corolla

Cumulative emissions

tCO₂-eq

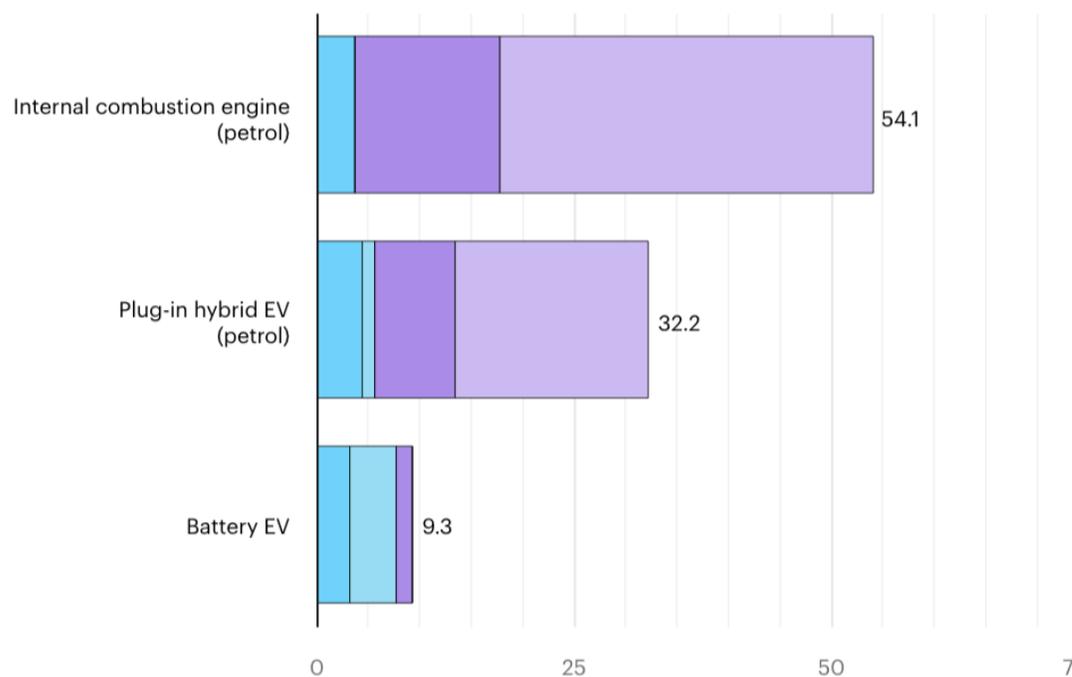


— Internal combustion engine (petrol) — Plug-in hybrid EV (petrol) — Battery EV

Breakdown of total emissions

lifetime per vehicle km

tCO₂-eq/vehicle

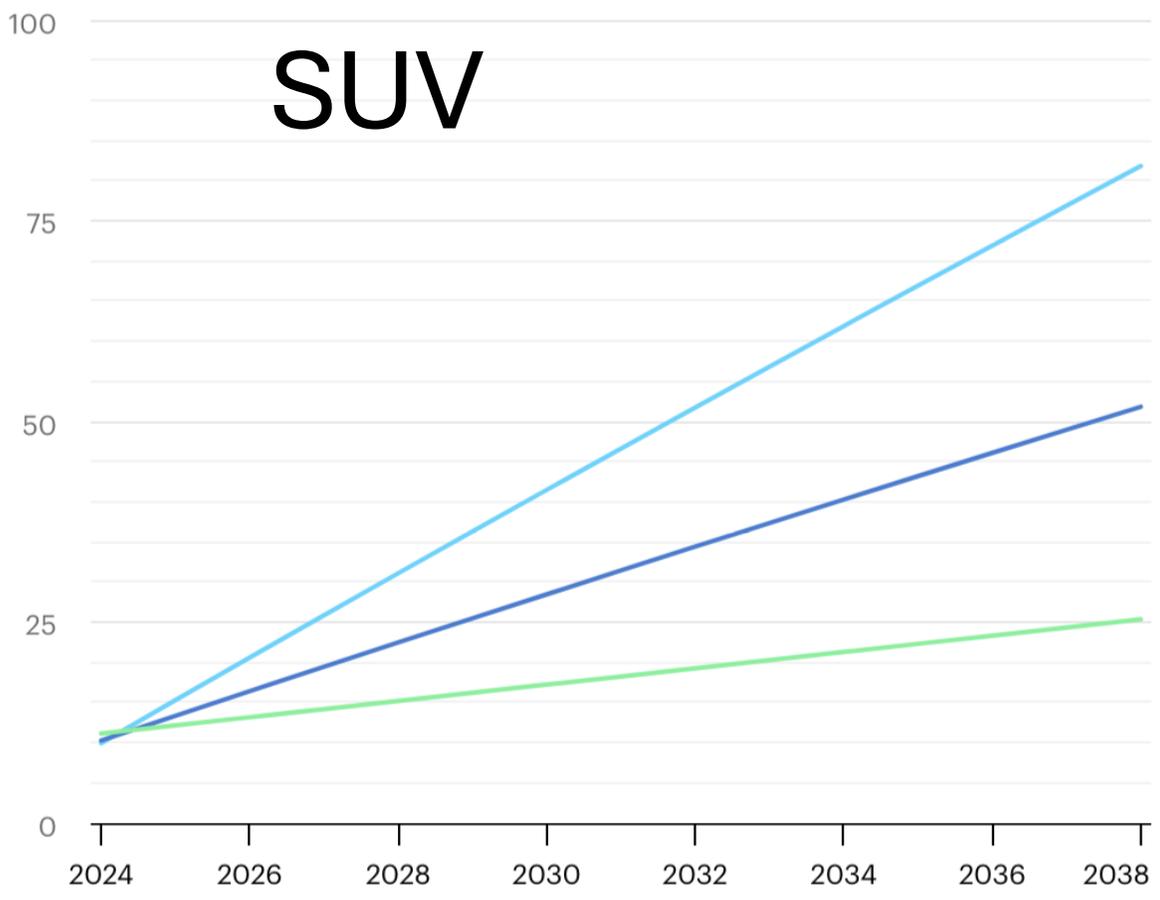


● Car production ● Battery production
● Energy production (well-to-tank) ● Fuel combustion (tank-to-wheel)

Cumulative emissions

tCO2-eq

SUV

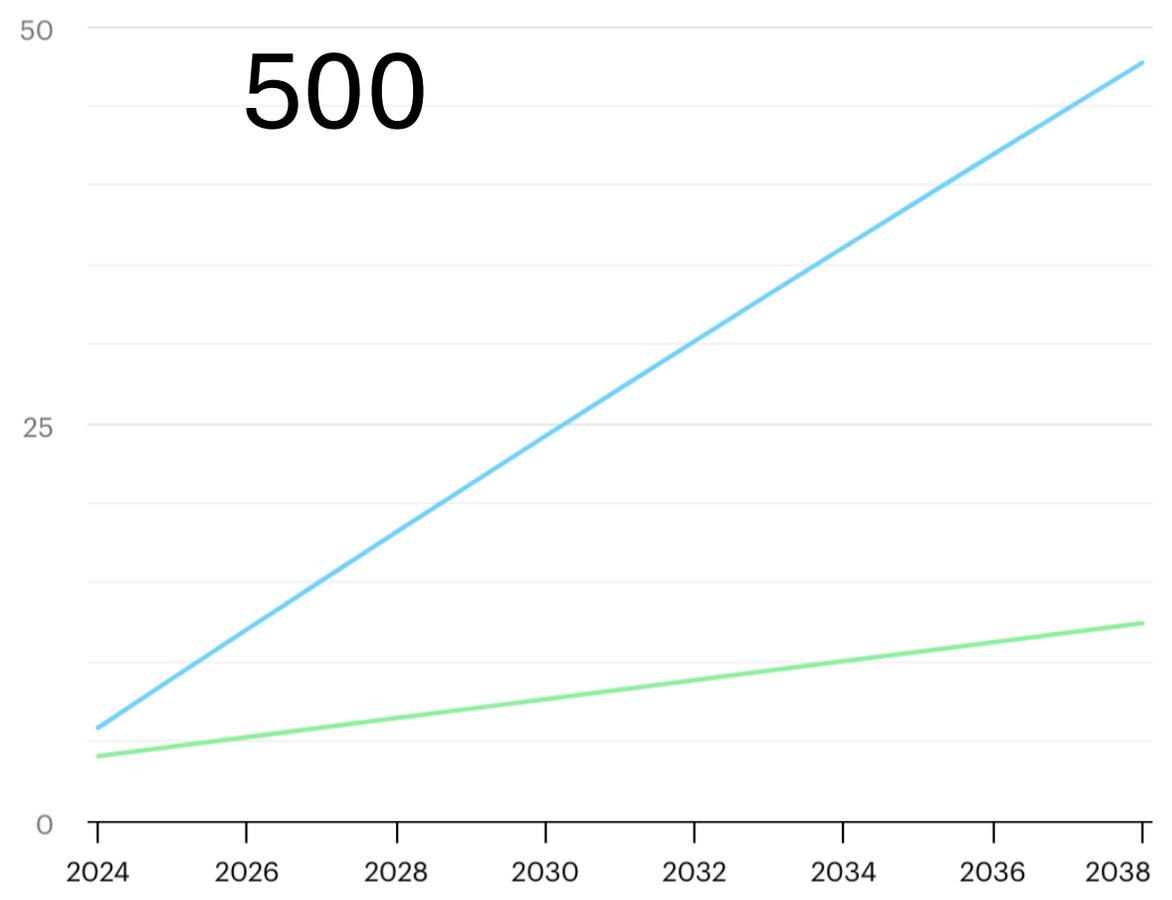


— Internal combustion engine (petrol) — Plug-in hybrid EV (petrol) — Battery EV

Cumulative emissions

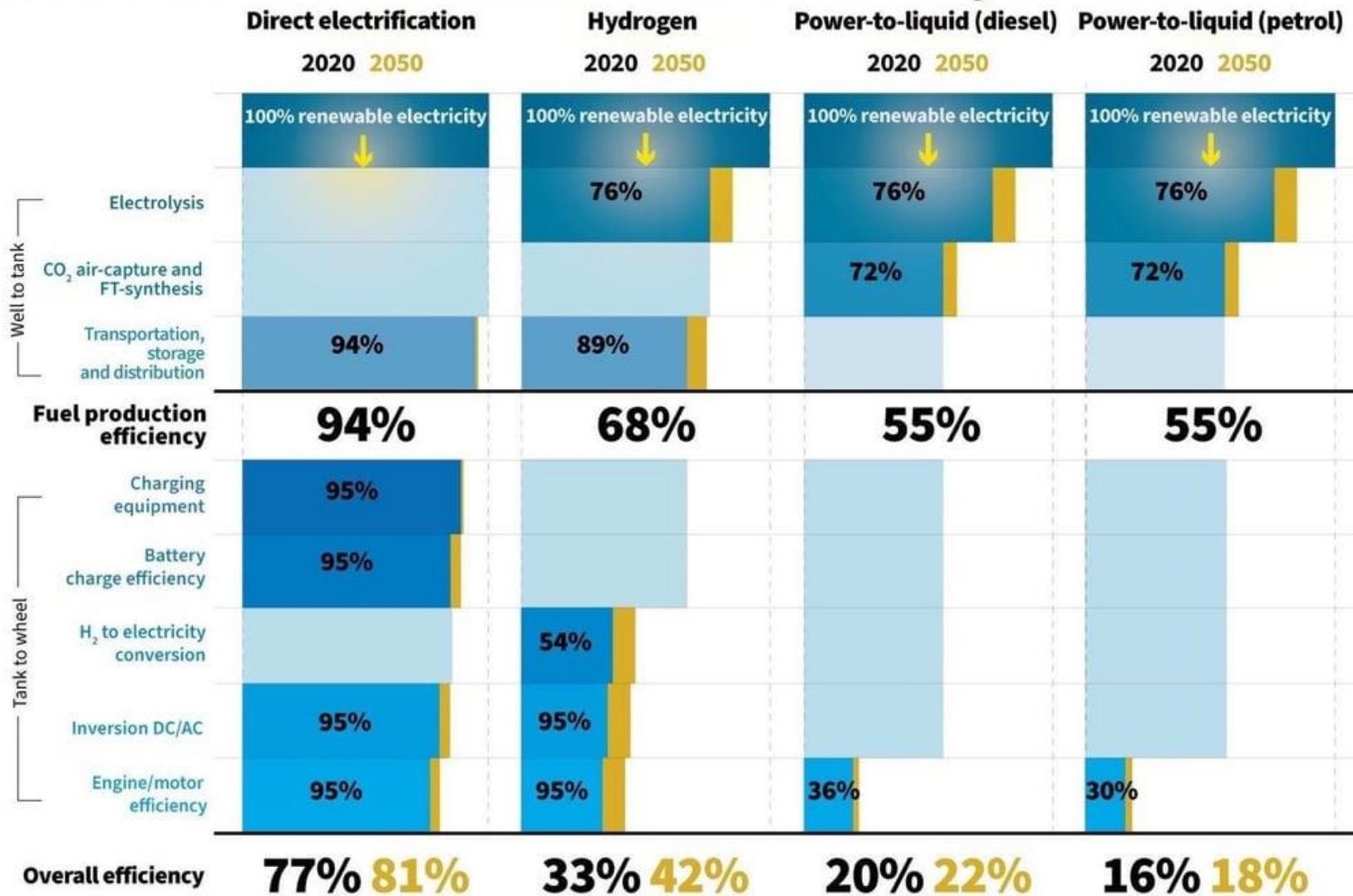
tCO2-eq

500



— Internal combustion engine (petrol) — Plug-in hybrid EV (petrol) — Battery EV

Cars: direct electrification most efficient by far

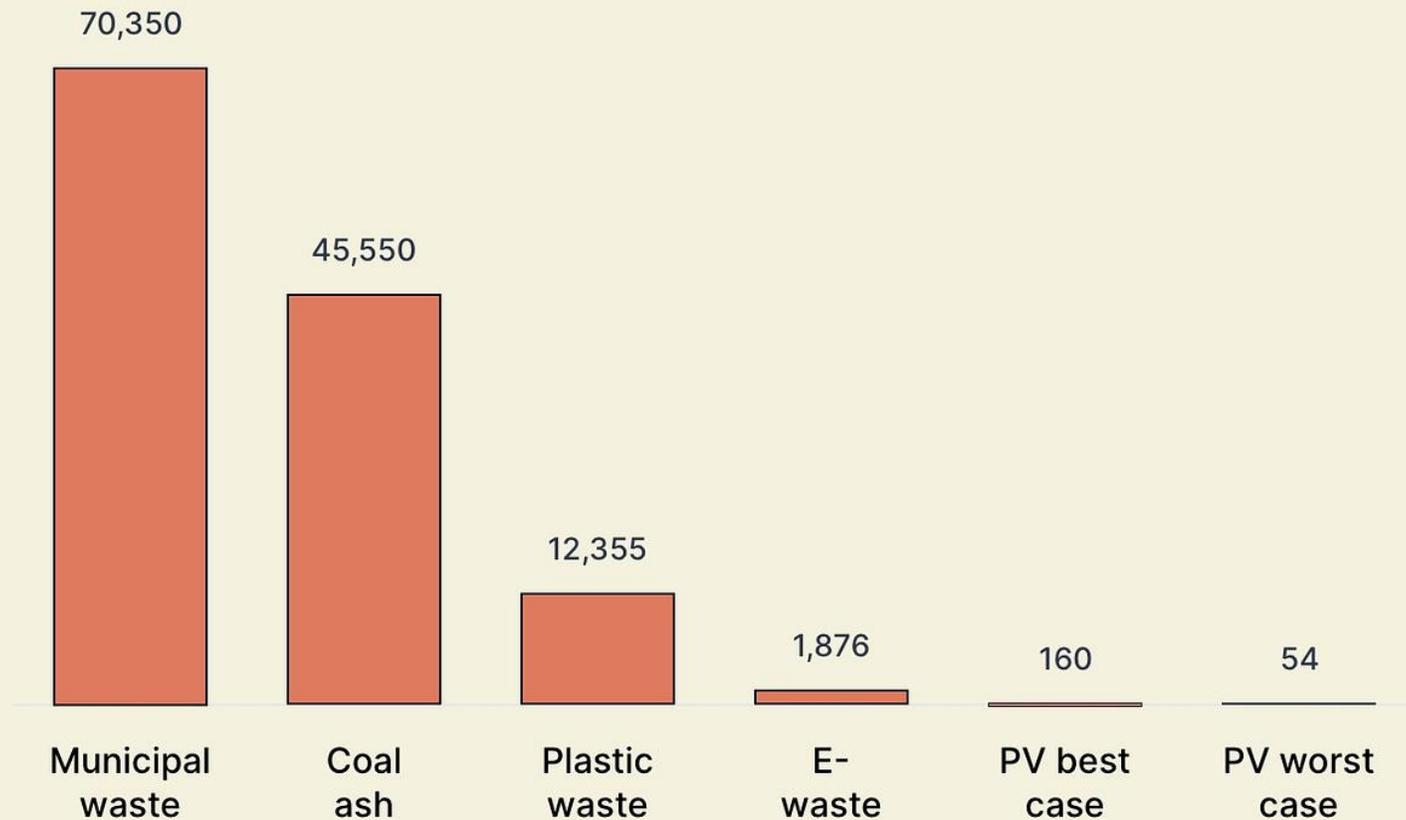


Notes: To be understood as approximate mean values taking into account different production methods. Hydrogen includes onboard fuel compression. Excluding mechanical losses.

Problema smaltimento pannelli
solari, batterie, ...

How does solar waste compare to other forms of waste?

Cumulative waste between 2016 and 2050 (million metric tons)



Source: *Unfounded concerns about photovoltaic module toxicity and waste are slowing decarbonization (Nature Physics, 2023)*

Con una vita utile di circa 20 anni, si prevede che i rifiuti in composito delle pale in pensione aumenteranno di 20 volte nei prossimi due decenni, raggiungendo un picco di circa **782.000 tonnellate** nel 2044

Rifiuti Inerti

Italia 2023	3,8 milioni di tonnellate anno
Lombardia	1,7 milioni di tonnellate anno

Rifiuti urbani

Italia 2023	29,1 milioni di tonnellate anno
Lombardia	4,7 milioni di tonnellate anno

Da 6200 kg/anno a 50 kg/anno

Saul Griffith (autore di *Electrify: An Optimist's Playbook for Our Clean Energy Future*) ricorda come oggi un cittadino statunitense medio brucia annualmente 1,6 tonnellate di carbone, 1,5 tonnellate di gas naturale e 3,1 tonnellate di petrolio.

6200 kg di combustibili fossili ogni anno che diventano poi circa 17 tonnellate di anidride carbonica (oltre che, mediamente, circa **150 kg di polveri residue dalla combustione del carbone**).

Questa massa enorme potrebbe essere sostituita dall'equivalente di **50 kg pro capite all'anno di materiali utilizzati per la produzione di turbine eoliche, moduli solari e batterie**.



International Energy Agency

<https://www.iea.org/>



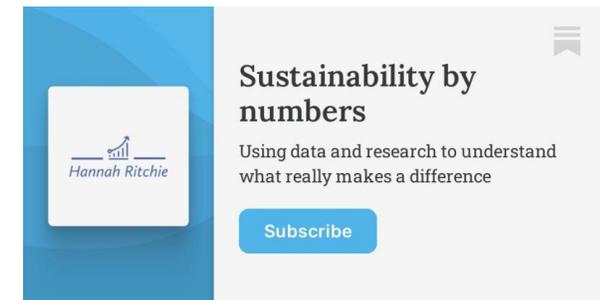
Our world in data

<https://ourworldindata.org/>



Sustainability by numbers

<https://www.sustainabilitybynumbers.com/>





Notizie e approfondimenti sul clima che cambia

 Posts RSS  Comments RSS

9 Dicembre 2024

Il fuoco amico, una forma di inattivismo climatico: 2/ l'opposizione alle auto elettriche

Categorie: [Auto elettrica](#), [Trasporti](#) - Postato da: [Climalteranti](#)

Le emissioni di CO₂ dai trasporti sono le uniche ad essere sostanzialmente aumentate in Europa nel periodo 1990-2022 (+26%). Il contributo del trasporto su strada è oggi pari al 70% delle emissioni da trasporto, e all'interno di quest'ultimo il peso delle automobili è pari al 60% (dettagli e infografiche disponibili [qua](#)). In Italia un quarto delle emissioni è dovuto ai trasporti, e le automobili italiane emettono circa 60 milioni di tonnellate di CO₂ ogni anno, una cifra pari alle emissioni



TRANSLATE:



Seleziona lingua 

Powered by [Google Traduttore](#)

Ricerca per:

Cerca

COMMENTI RECENTI

[Climalteranti.it » Il fuoco amico, una forma di inattivismo climatico: 2/ l'opposizione alle auto](#)

Il Giusto Clima



Mercoledì h.20.30 – 21.30
su Radio Popolare

Il podcast settimanale sul **cambiamento climatico** e la **transizione energetica**.

Ai microfoni: Gianluca Ruggieri e Elena Mordiglia
In redazione: Sara Milanese e Marianna Uselli

è nostra
L'ENERGIA BUONA

**Radio
Popolare**

Climitologie, la rubrica che smaschera le bufale sul cambiamento climatico

5 LUGLIO 2024 | DI REDAZIONE



“In Italia, non si potrà mai raggiungere un sistema di energia 100% rinnovabile perché sole ed eventi atmosferici non producono abbastanza energia, e la nostra richiesta è troppo alta per poterla coprire solo con fonti pulite. Sulle rinnovabili, l’Europa ci chiede obiettivi irraggiungibili”. Queste sono solo una parte delle bufale di chi cerca di frenare il ricorso alle rinnovabili e che smentiamo nella rubrica **Climitologie**, il settimanale che smaschera le falsità sul cambiamento climatico e sulla transizione energetica a cura di **Sara Milanese** e della



Podcast

Bugie!

LifeGate Radio

Segui



Informazioni

Viaggio nel mondo delle fake news sulla sostenibilità

“Con le auto elettriche si rimane a piedi”. “Ha sempre fatto così caldo”. “Le AI ci ruberanno il lavoro”. Sono solo alcune delle voci che circolano attorno al dibattito sulla sostenibilità e sul nostro futuro. Leggende metropolitane, banalità, fake news – o, per dirla meglio, bugie.