



Climate Risks & Opportunities

Gernot Wagner

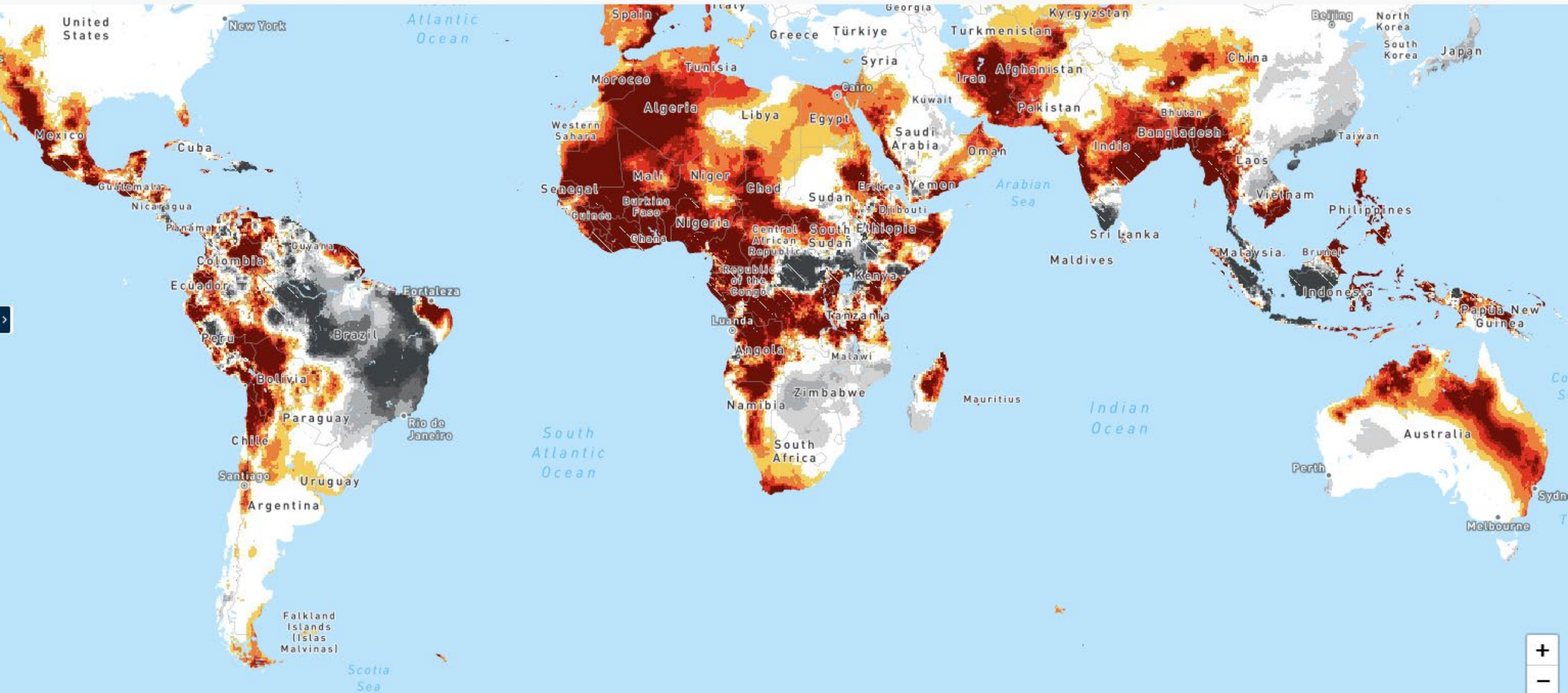
gwagner@columbia.edu

gwagner.com

Climate Shift Index [Learn more...](#)

for average temperatures, Oct 22, 2025

Change in likelihood due to climate change

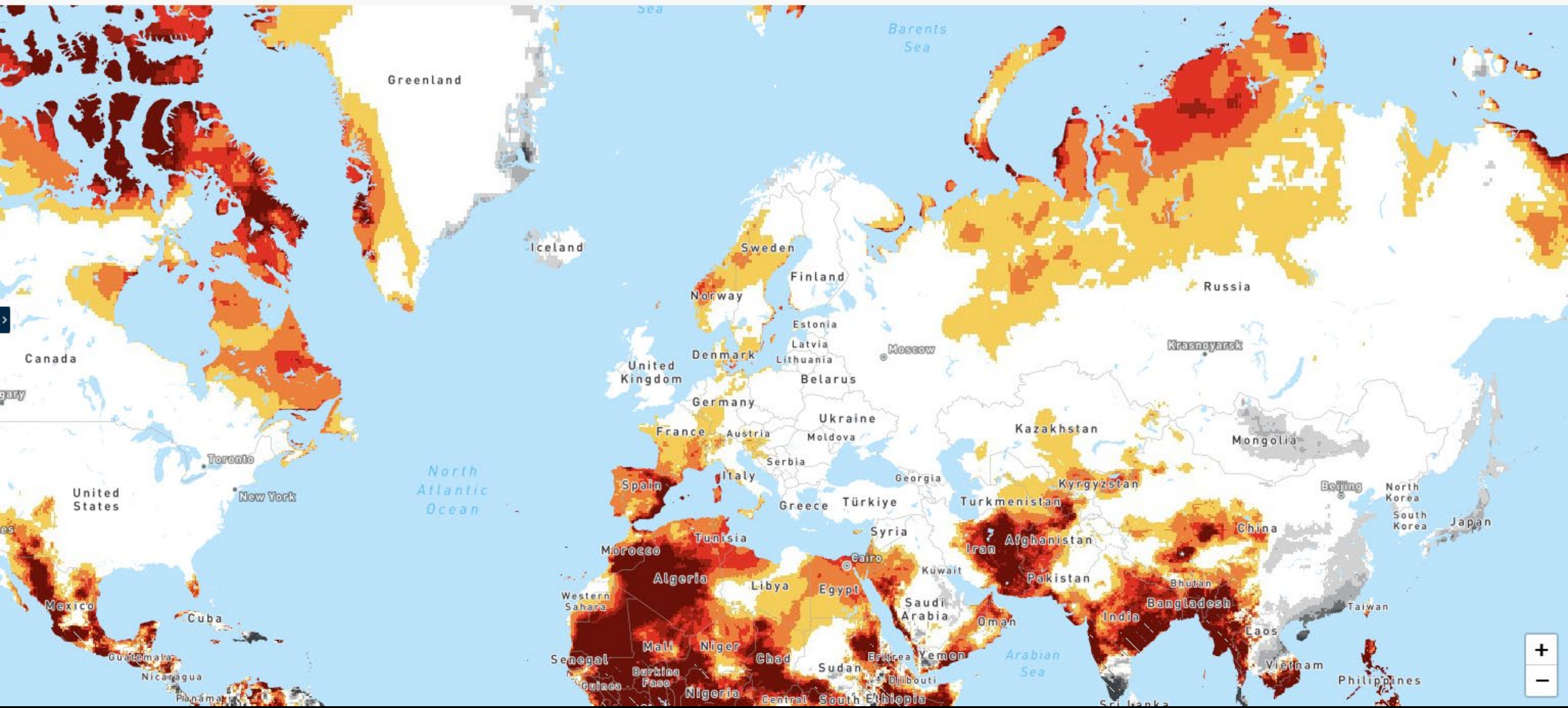


Source: climatecentral.org/climate-shift-index

Climate Shift Index [Learn more...](#)

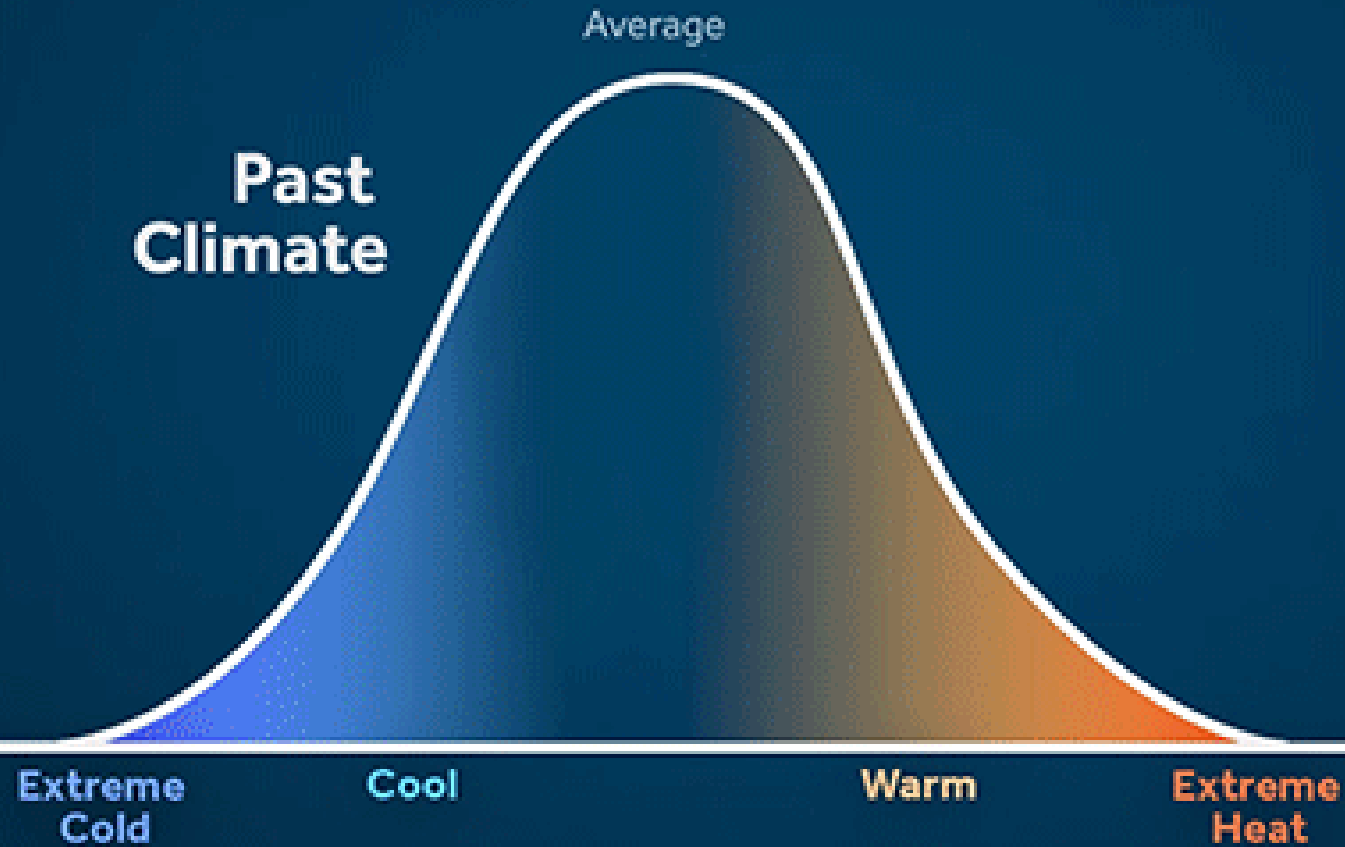
for average temperatures, Oct 22, 2025

Change in likelihood due to climate change

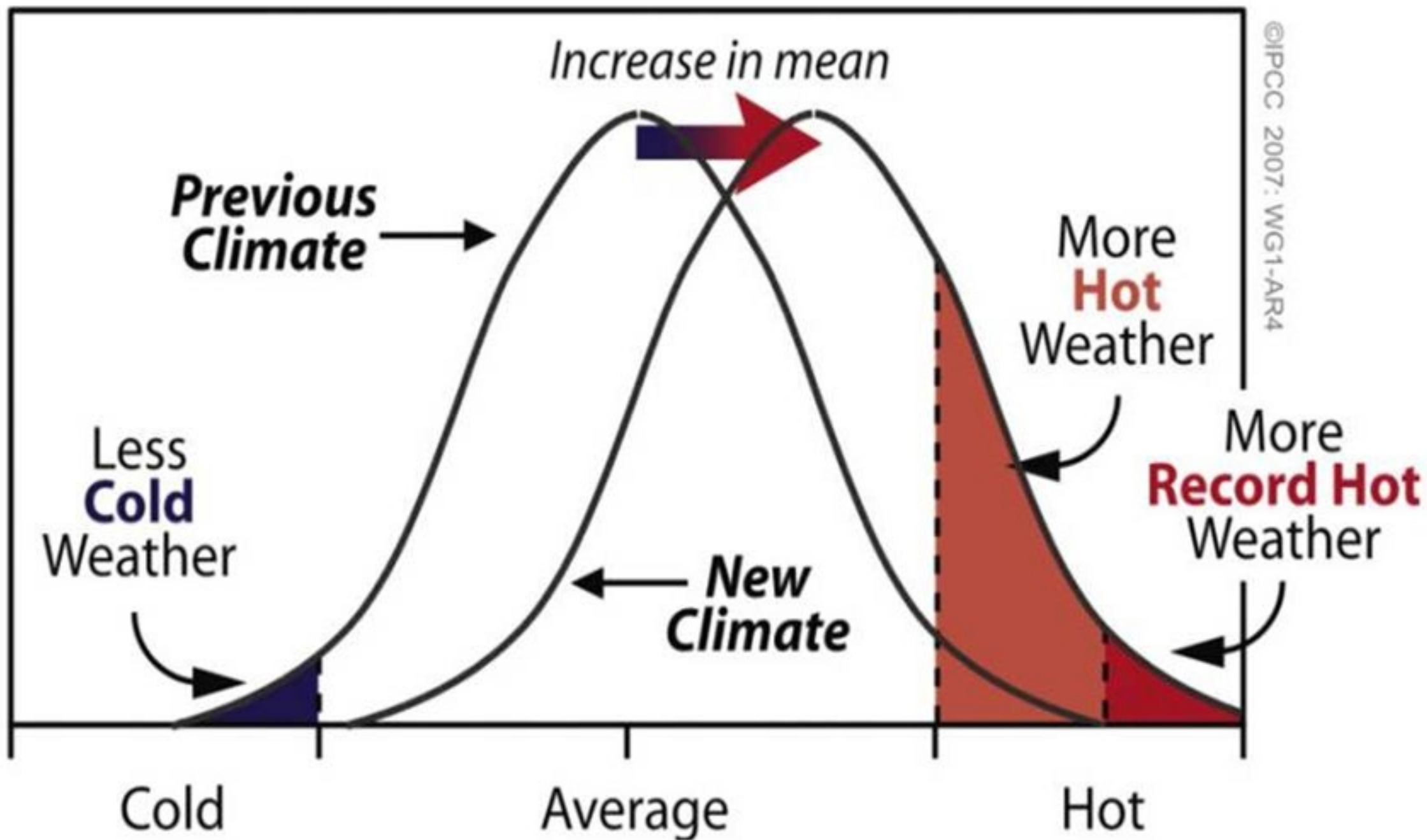


Source: climatecentral.org/climate-shift-index

SMALL CHANGE IN AVERAGE **BIG CHANGE IN EXTREMES**



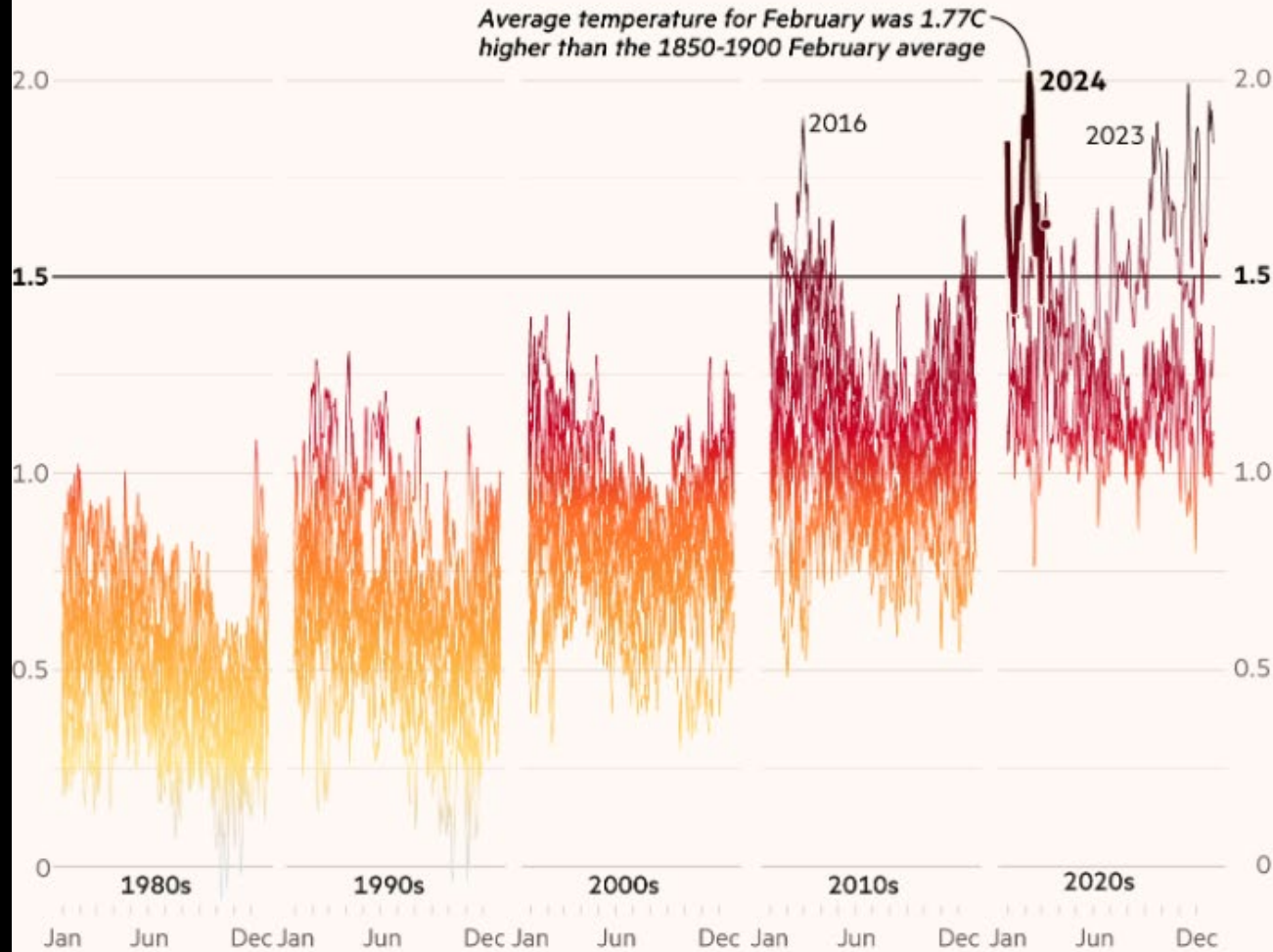
Probability of occurrence



Climate graphic of the week

Global temperatures continue run of record highs in February

Difference between global 2-metre temperatures from 1980 to 2024 and pre-industrial average (C)



**Warmer, wetter, hotter, drier –
February caps unending
stretch of record temperatures**

Global average temperature rise in February reaches 1.77C above pre-industrial levels

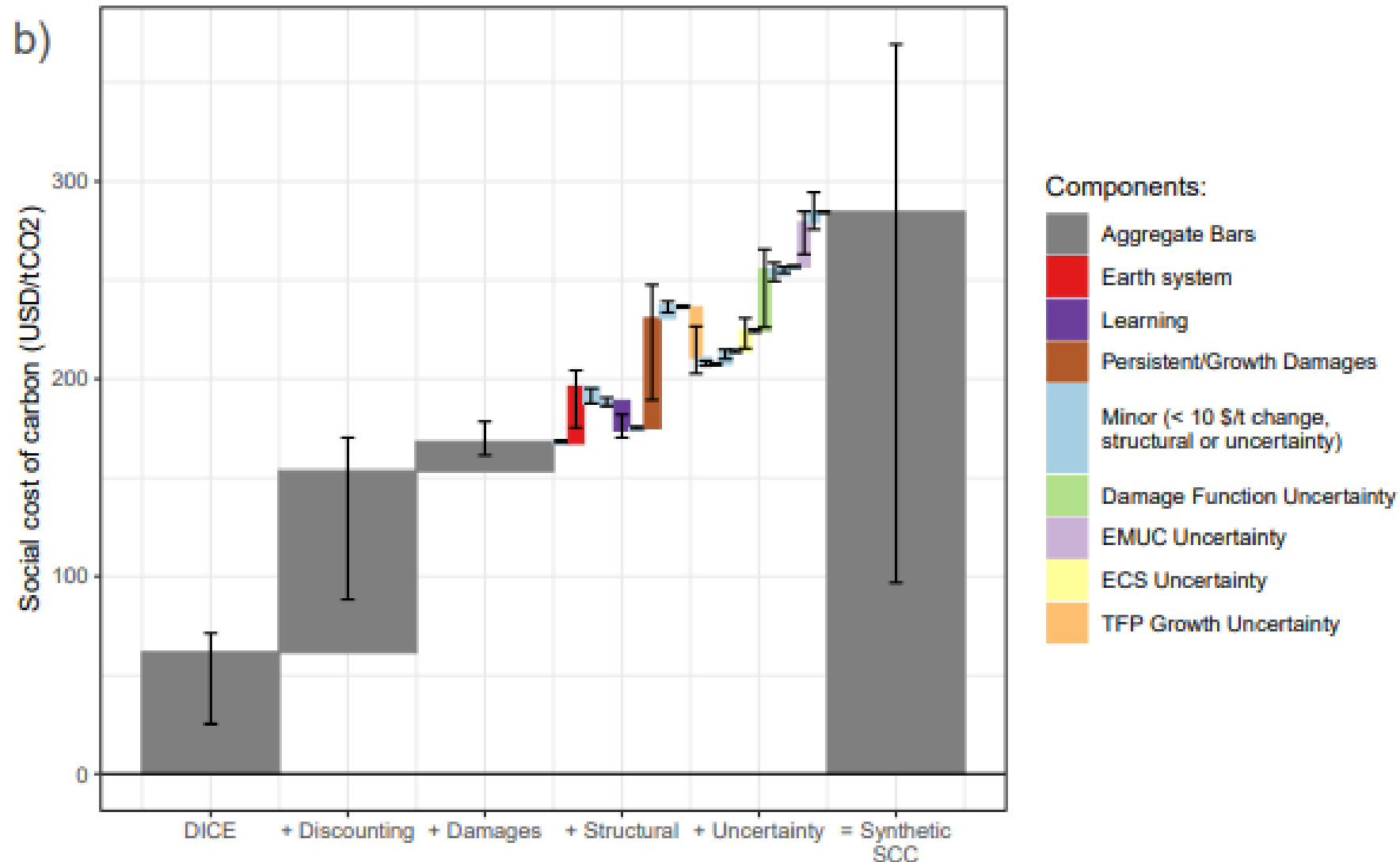
Source: C3S/ECMWF
© FT

Source: *Financial Times* (10 March 2023)

$> \$200 / \text{tCO}_2$

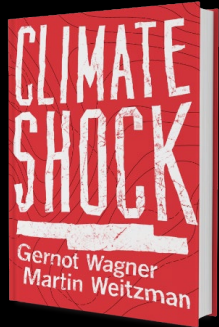
“Synthetic” Social Cost of Carbon with median = \$185 and mean = \$284

For 1 tonne of CO₂ emitted in 2020, in \$2020, with 5%–95% range of \$32–\$874(!)



> ~\$200 / tCO₂ :

Climate damage quantification
including tipping points



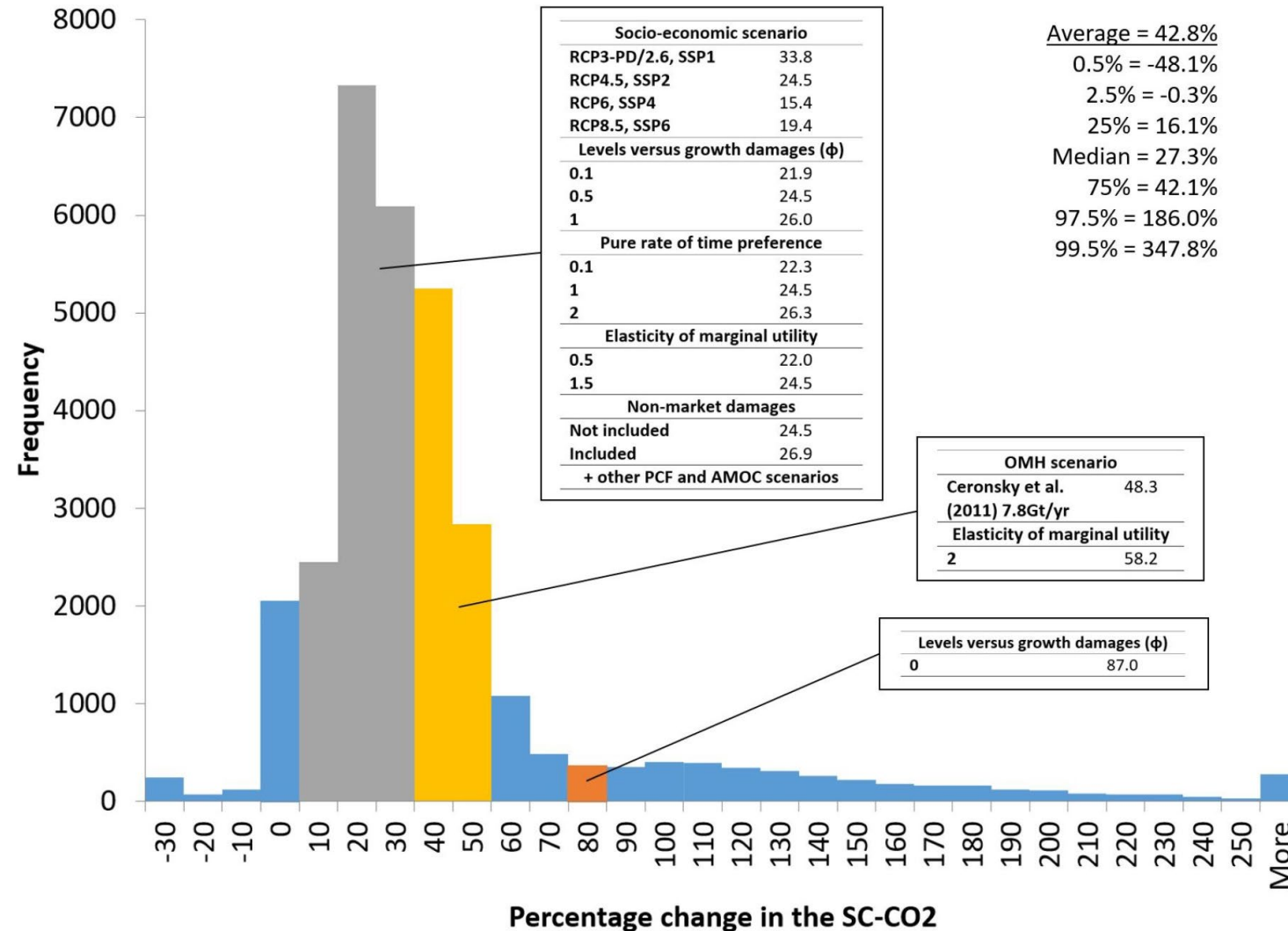
Tail risks

Discounting

Risk calibration, equity, etc.

Economic impacts of tipping points in the climate system

Tipping points increase SCC by between ~27-43%, with large, right-skewed distribution



~ \$200 / tCO₂

=

~8-10% of
global GDP

~ \$1,000 / tCO₂

=

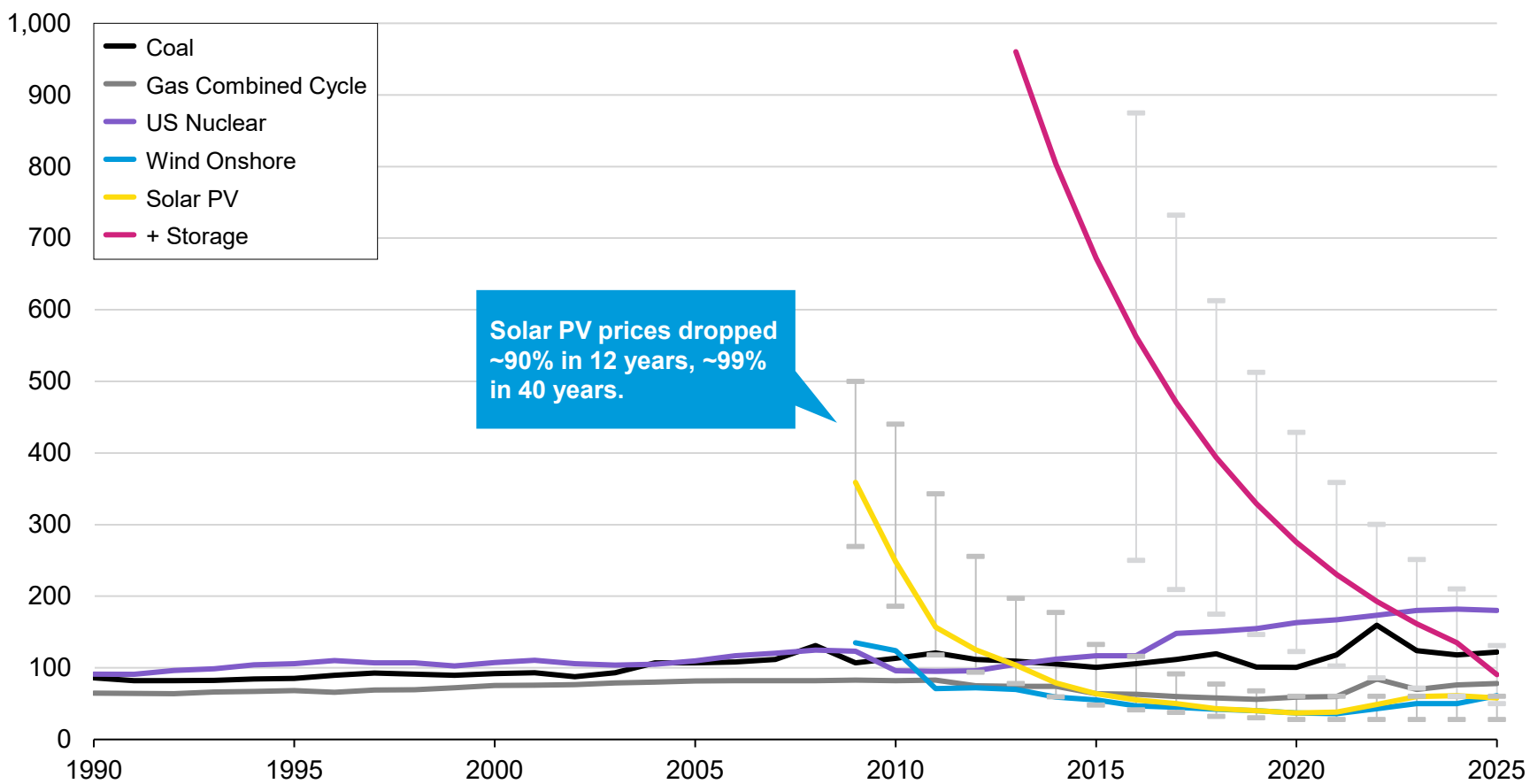
~50%(!!) of
global GDP

Not *if*, *when*



Utility-scale solar and wind now cheaper than fossil fuels, battery storage costs not far behind and falling fast

Levelized cost of electricity (LCOE) & storage (LCOS) (\$USD/MWh)



Observations

- **Solar photovoltaic (PV) prices dropped by ~80% in the past decade**, wind by ~70%, and lithium-ion battery costs by ~90%.
 - PV price drop primarily driven by **improvements in module efficiency** and **economies of scale**.
 - **Onshore wind** remained the cheapest for the longest, **now beaten by PV**.
 - Lithium-ion **battery costs fell 20% in 2023** alone.
- **Gas combined cycle power plants cheaper than coal**, more expensive than both solar and wind.
 - Rapid scale-up of utility-scale batteries “killer app” to replace gas on grid.
 - **Battery prices expected to continue falling** due to cell manufacturing overcapacity, economies of scale, and switch to lower-cost lithium-iron-phosphate (LFP) batteries.

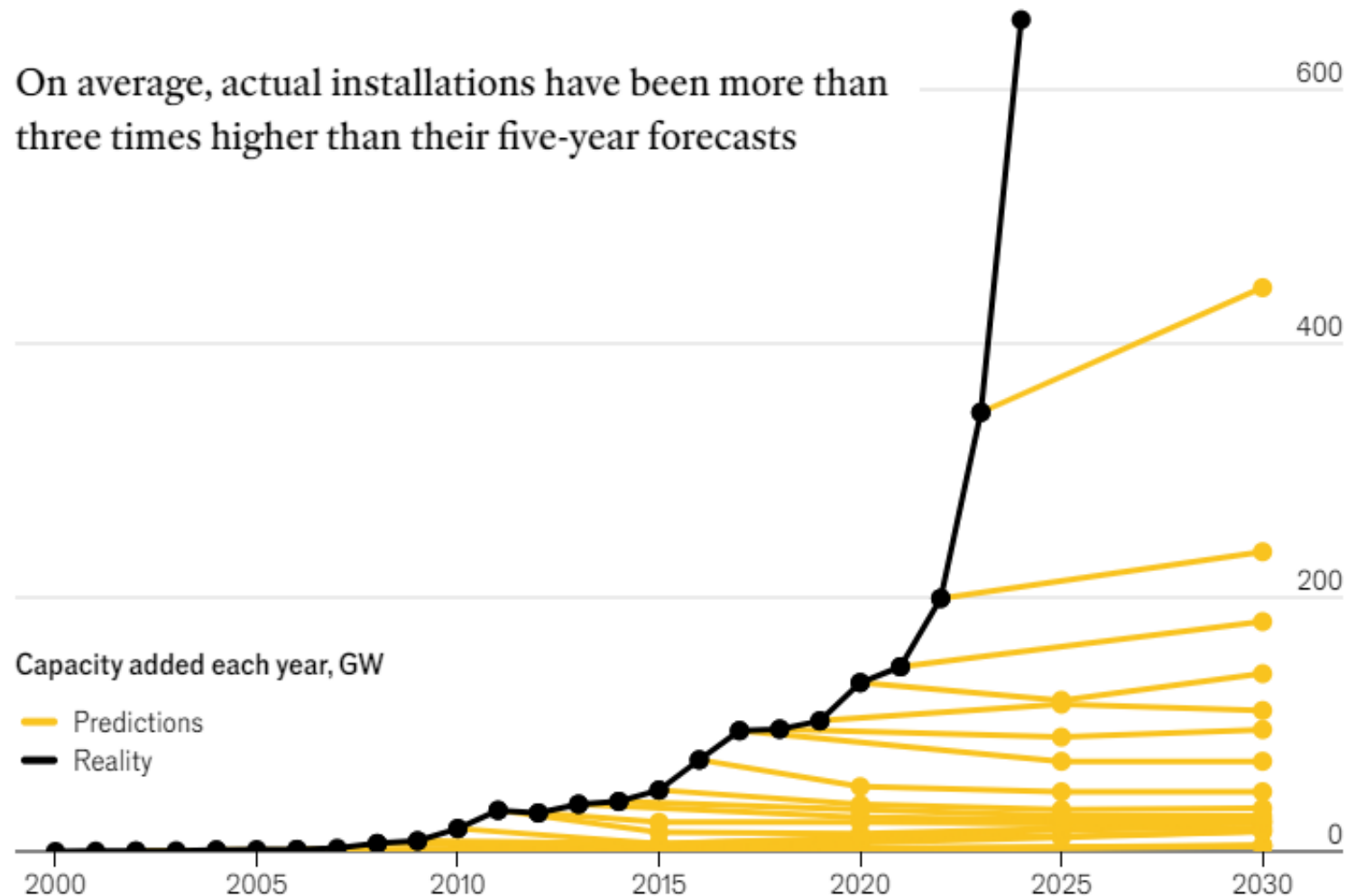
Sources: Lazard, [LCOE+](#) (2025); Our World in Data, [Our World in Data](#) (2024); Energy Institute, [Statistical Review of World Energy](#) (2024); BNEF, [Battery Price Survey](#) (2024); Kavlak *et al.*, [Evaluating the Causes of Cost Reduction in Photovoltaic Modules](#) (2018).
Credit: Hyae Ryung Kim, Xiaodan Zhu, and Gernot Wagner. [Share with attribution](#): Kim *et al.*, “[Scaling Solar](#)” (14 August 2025).

DAWN OF THE SOLAR AGE

A SPECIAL ISSUE

↓ **EASY PV** *how solar outgrew expectations*

On average, actual installations have been more than three times higher than their five-year forecasts

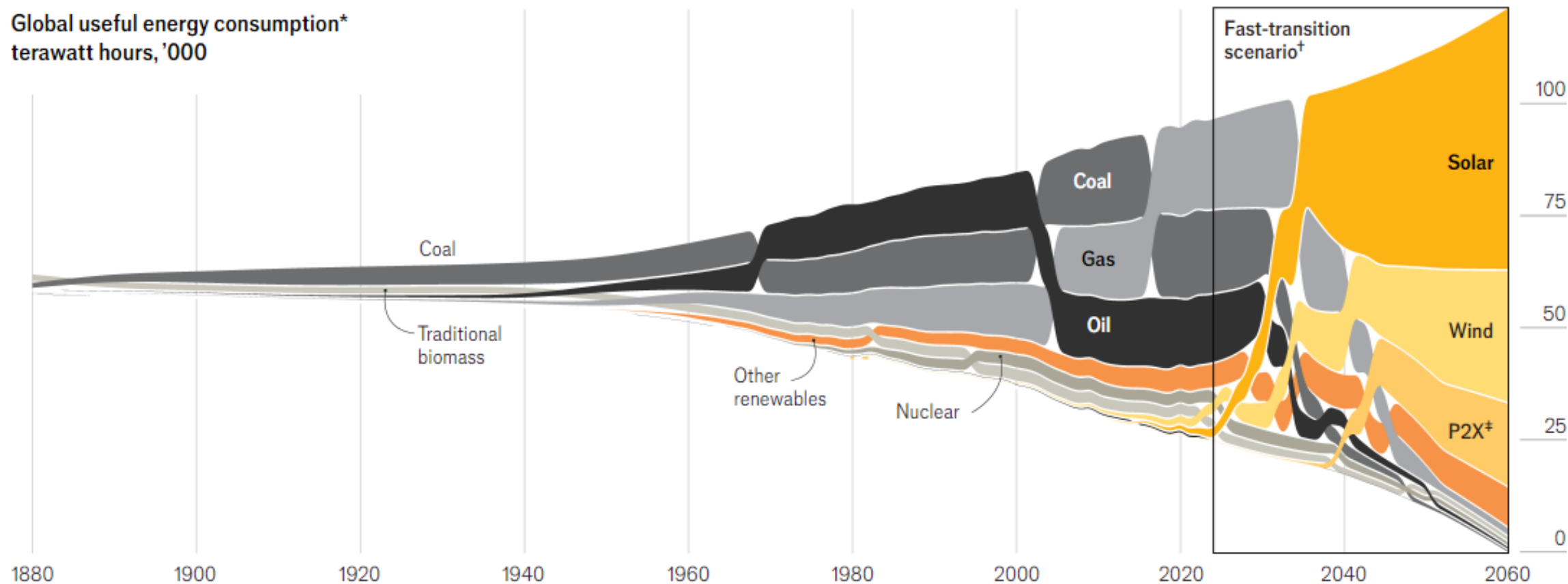


Installations for 2024 are an estimate from BloombergNEF for direct current solar capacity

Sources: IEA; Energy Institute; BloombergNEF

↓ **HERE COMES THE SUN** *the past and a possible future*

Global useful energy consumption*
terawatt hours, '000



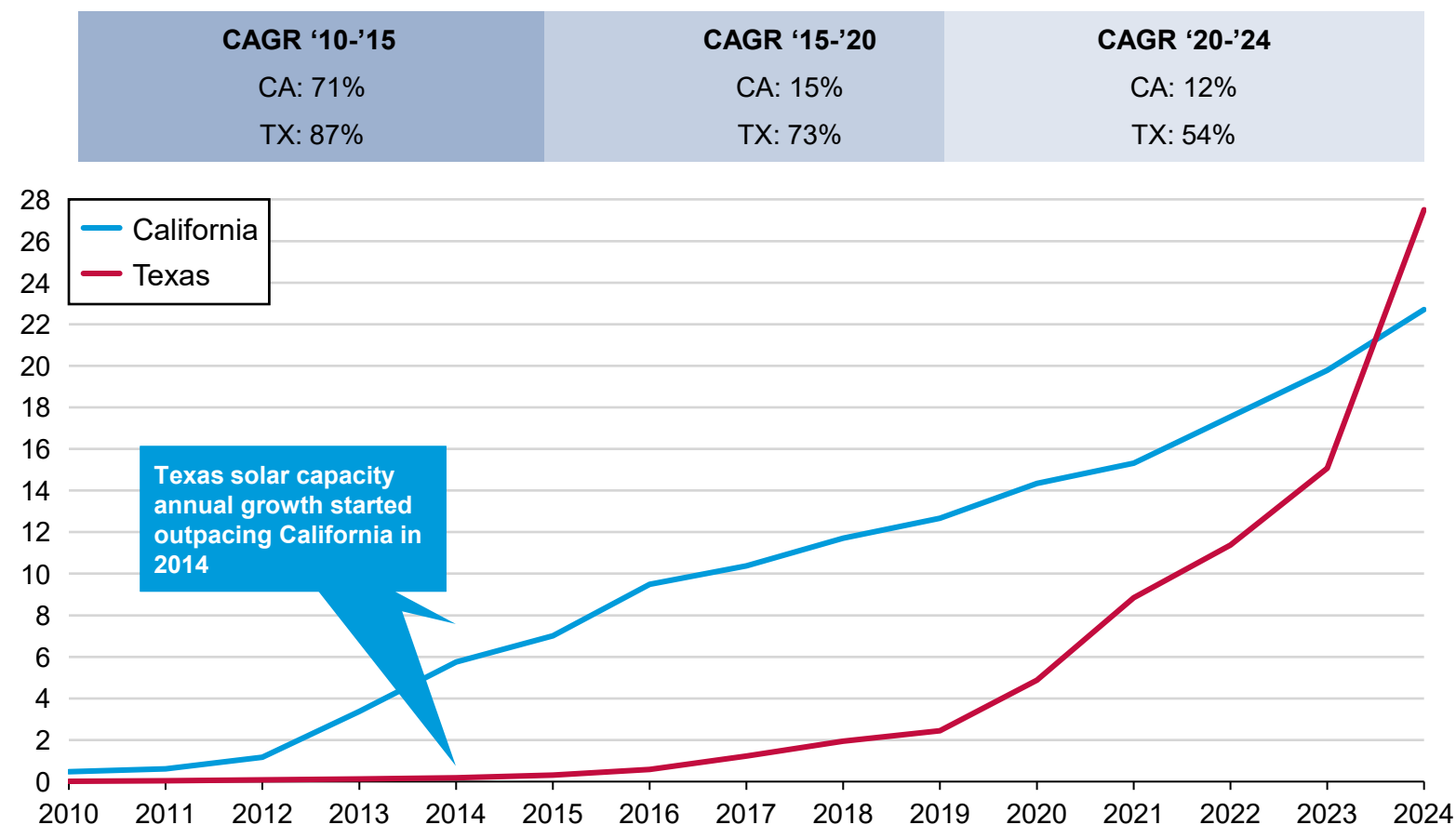
Sources: Rupert Way; Our World in Data

*Primary energy adjusted for waste-heat losses [†]From Way et al. (2022) [‡]Electricity-conversion technologies (eg green hydrogen)

Source: *Economist* "[Sun Machines](#)" (20 June 2024)

Deregulated Texas energy market boon for solar, surpassing California in 2024

Total installed utility-scale solar capacity in Texas and California (GW)

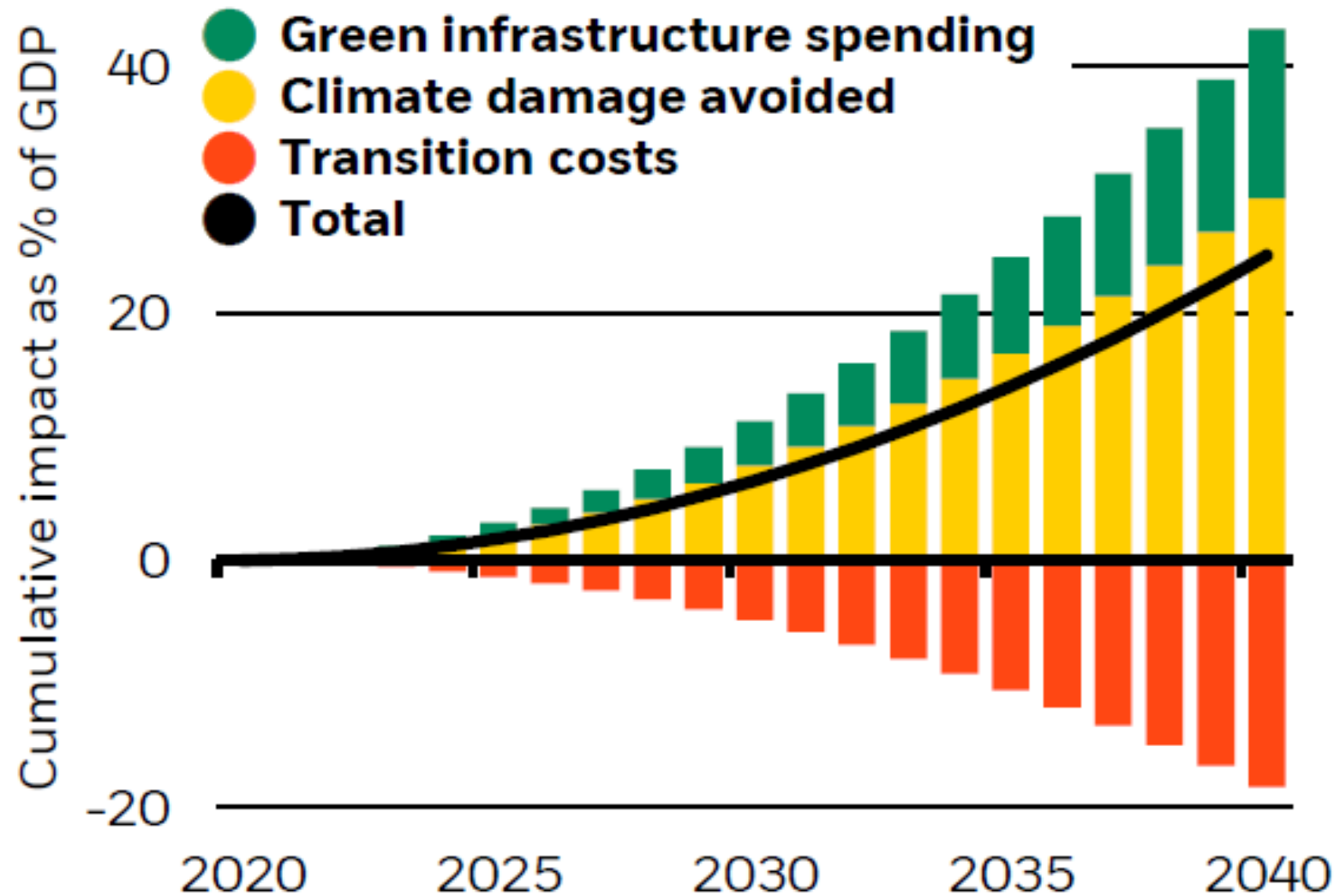


Observations

- **Texas surpassed California** as leading solar PV state after adding 1.6 GW in Q2 of 2024 (ACP).
- Texas installed nearly **9 GW of new solar by the end of 2024** – over one-fourth of the U.S. 2024 additions – for a **total capacity of 27.5 GW** (ACP).
- Texas is **expected to install 11.6 GW** new utility-scale solar in 2025 (EIA).
- **Texas' advantage:**
 - ⊕ Deregulated, electricity-only energy market
 - ⊕ Streamlined approval process
 - ⊕ Abundant land
 - ⊖ Minimal state-incentives
- **California's challenge:**
 - ⊕ Strong state incentives
 - ⊖ Strict regulations
 - ⊖ Interconnection delays

Transition results in net economic gain

Estimated cumulative GDP impact of transition, 2020-40





Wagner, "[The Climate Policy Pendulum](#)" (16 January 2025)

Sustainability Now

EN English

The Green Growth Mindset

Sep 29, 2023 | GERNOT WAGNER

Heated academic debates about the role of television, but they offer a different perspective on the demands that we achieve activity and economic s



عقلية النمو الأخضر

Sep 29, 2023 | GERNOT WAGNER

يُعتبر كل شخص يحتاج إلى شيء مغاير وبالنسبة للعديد من الذين يركزون على المناخ والاستدامة، فإن النمو الاقتصادي - الرأسمالية - يشكل هدفاً مناسباً، وهذا أمر مفهوم. إن التوسع الاقتصادي هو جوهر الضرورة الرأسمالية، لكن النمو المادي المستمر إلى ما لا نهاية على كوكب محدود الموارد هو أمر مستحيل فعلياً، ومن هنا ظهر مصطلح "تراجع النمو"، وإعطاء الأولوية لمحدود الموارد هو أمر مستحيل فعلياً، ومن هنا ظهر مصطلح "تراجع النمو"، وإعطاء الأولوية للنمو، و"ما بعد النمو"، وغير ذلك من المفاهيم التي نشأت لدعم الانتقادات المعقدة للرعاية الاجتماعية مقارنة بالنمو، و"ما بعد النمو"، وغير ذلك من المفاهيم التي نشأت لدعم الانتقادات المعقدة للنموذج الاقتصادي "القياسي".



Die grüne Wachstumsmentalität

Muss zur Bekämpfung der Klimakrise die Wirtschaft schrumpfen? Ich kann Ihnen auf Aktivitäten hinweisen, von denen wir lieber weniger hätten. Eine schnelle Dekarbonisierung gelingt so jedoch nicht.

Gernot Wagner



und ist damit praktisch gleichbedeutend mit wirtschaftlicher Produktivität, einer der Hauptkomponenten der üblichen makroökonomischen Wachstumsmodelle.

Dieser semantische Punkt ist zweischneidig. Es gibt Entwicklungsländer im globalen Süden und bestimmte Regionen in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften, die weiterhin stark von der Förderung und dem Export fossiler Brennstoffe abhängig sind. Diese Sektoren und Volkswirtschaften werden zwangsläufig schrumpfen, wenn der Rest der Welt den Übergang zu saubereren Energiequellen vollzieht, und es ist gut möglich, dass sie am Ende ärmer und destabilisierter sein werden. Aber das ist nicht das, was die meisten Befürworter von „Degrowth“ im Sinn haben.

Produktiver Weg

Ja, es gibt Unternehmen und Menschen, die massiv von der Ausbeutung der Ressourcen unseres Planeten, der Lobbyarbeit bei politischen Entscheidungsträgern und der Verschleierung der von ihnen verursachten Schäden profitiert haben. Das motiviert in vielerlei Hinsicht die vielen Überlegungen zur Wachstumskritik. Wir alle können auf bestimmte Aktivitäten hinweisen, von denen wir lieber weniger sehen würden. Aber die Frage ist, wie es am zielstrebigsten dazu kommen wird. Ich vermute stark, dass der produktive Weg nach vorn darin besteht, sich auf die Billionen Euro schweren Geschäftsmöglichkeiten zu konzentrieren, die eine schnelle Dekarbonisierung bietet, und auf die vielen positiven Geschichten der Transformation, die damit verbunden sind.

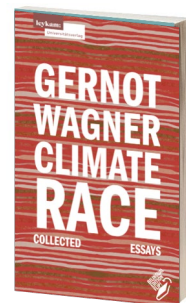
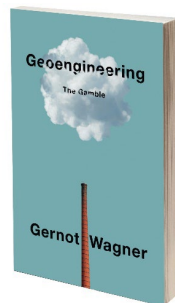
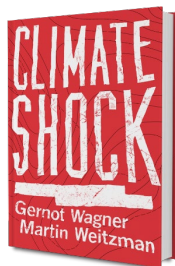
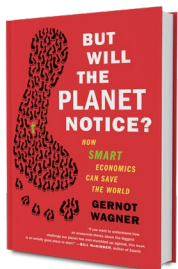
Letztlich geht es darum, eine Balance zu finden zwischen der Entfesselung des unternehmerischen „can-do“-Geistes und seiner Kanalisierung in die richtigen Bahnen; zwischen dem Silicon-Valley-Mantel „move fast and break things“ und dem ärztlichen Eid „first to do no harm“. Letzteres geht natürlich Hand in Hand mit der Übernahme der Kosten für die eigene Umweltverschmutzung. Diese Umweltverschmutzung sollte der eigentliche Gegner sein und nicht das Wirtschaftswachstum, das sich aus dem Versuch von Regierungen und Unternehmen ergibt, sie einzudämmen.

veit Lager

Die Gegenüberstellung von Wachstum durch saubere Energie einerseits und Effizienzmaßnahmen andererseits scheint die Lager „grünes Wachstum“ versus „Degrowth“ widerzuspiegeln. Das ist aber eine Illusion. Effizienz bedeutet, mit weniger mehr zu erreichen,

Übersetzung: Andreas Hubig
Copyright: Project Syndicate

GERNOT WAGNER ist Klimakonom an der Columbia Business School. Zuletzt erschienen: „Und wenn wir einfach die Sonne verdunkeln?“ (oekom, 2023) und „Stadt Land Klima“ (Brandstätter, 2021).



Gernot Wagner
gwagner@columbia.edu
gwagner.com