



OST
Ostschweizer
Fachhochschule

Ohne Energiespeicher geht es nicht!

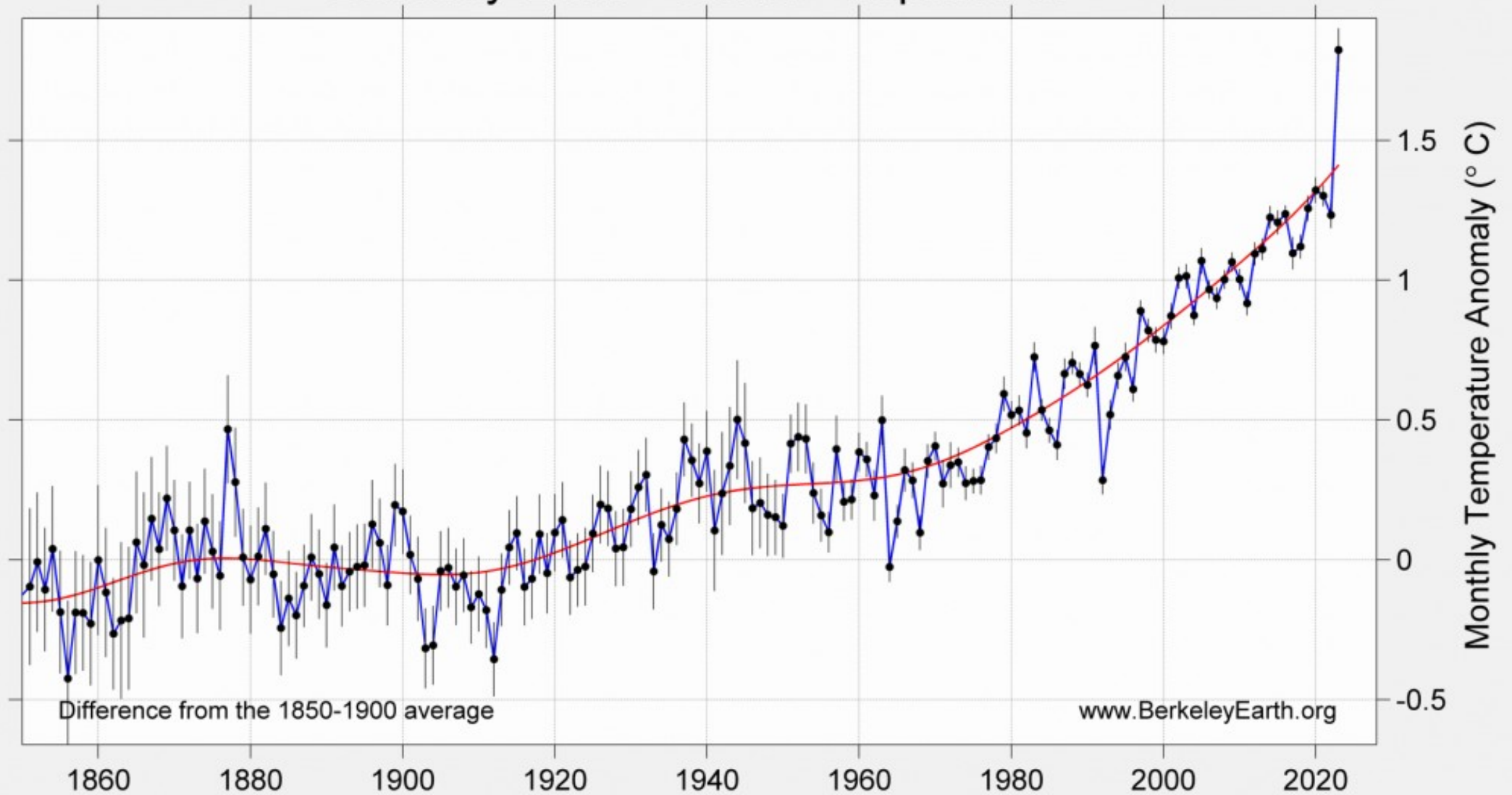
H2-Liechtenstein

Henrik Nordborg

24. Oktober 2023

Erneuerbare Energien und Umwelttechnik

Berkeley Earth - Global - September



TEMPERATURABWEICHUNG VOM KLIMAMITTEL (1991-2020)

September 2023

Schweiz



Malawi swelters in record heat with temperatures nearly 20C above average

Climate crisis blamed for extreme heat in African country, which has recorded temperatures of 43C

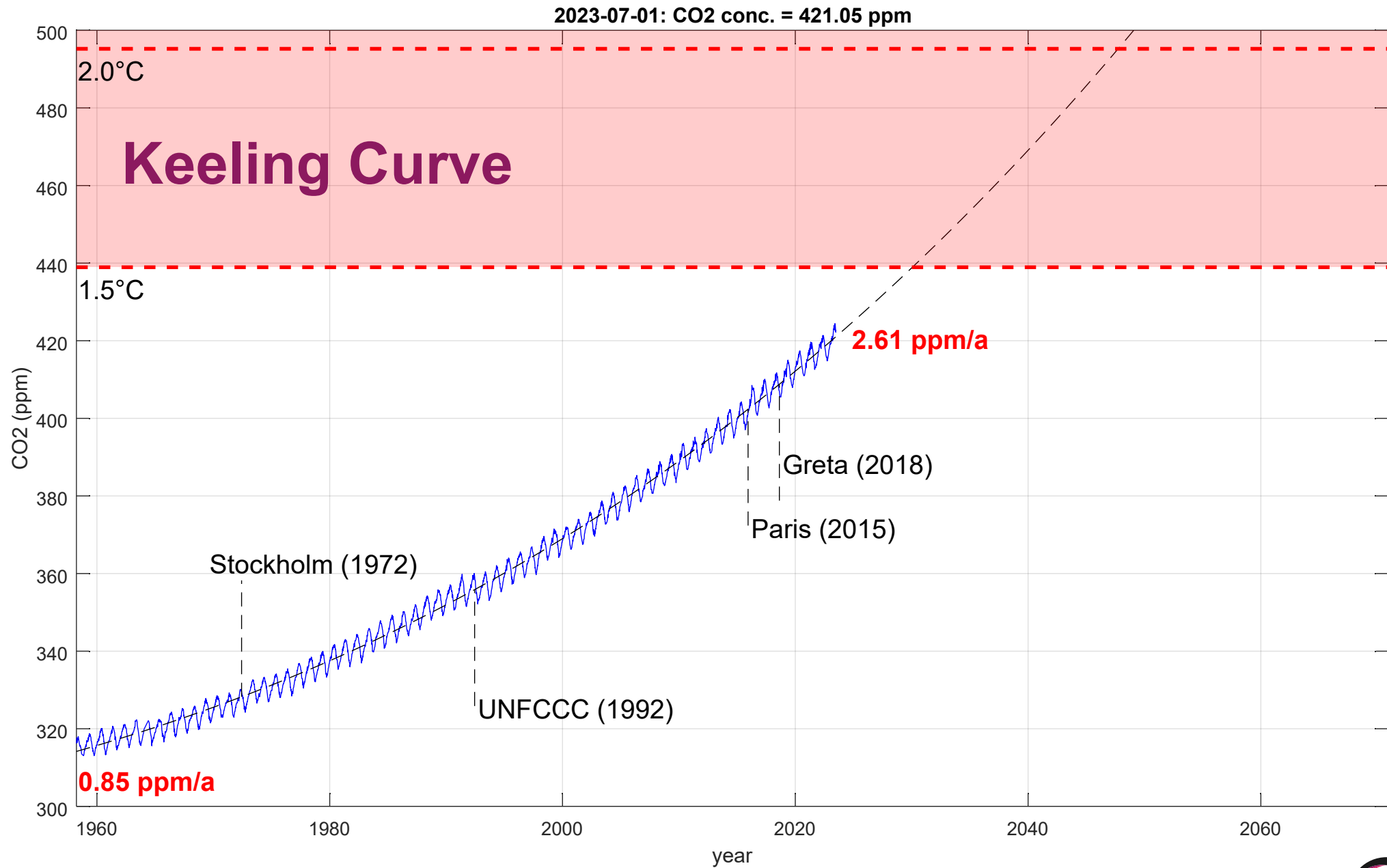


A lone man on the shore of Lake Malawi mends his fishing net. Temperatures are 6C (10.8F) hotter than the previous record, set in 2020. Photograph: Alan Bramley/Alamy

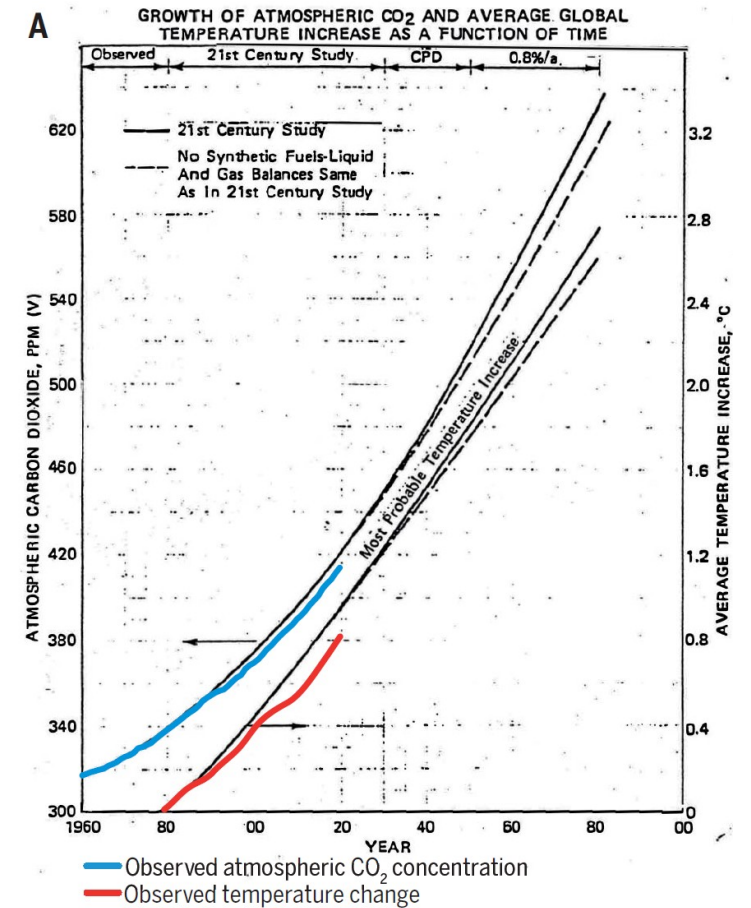
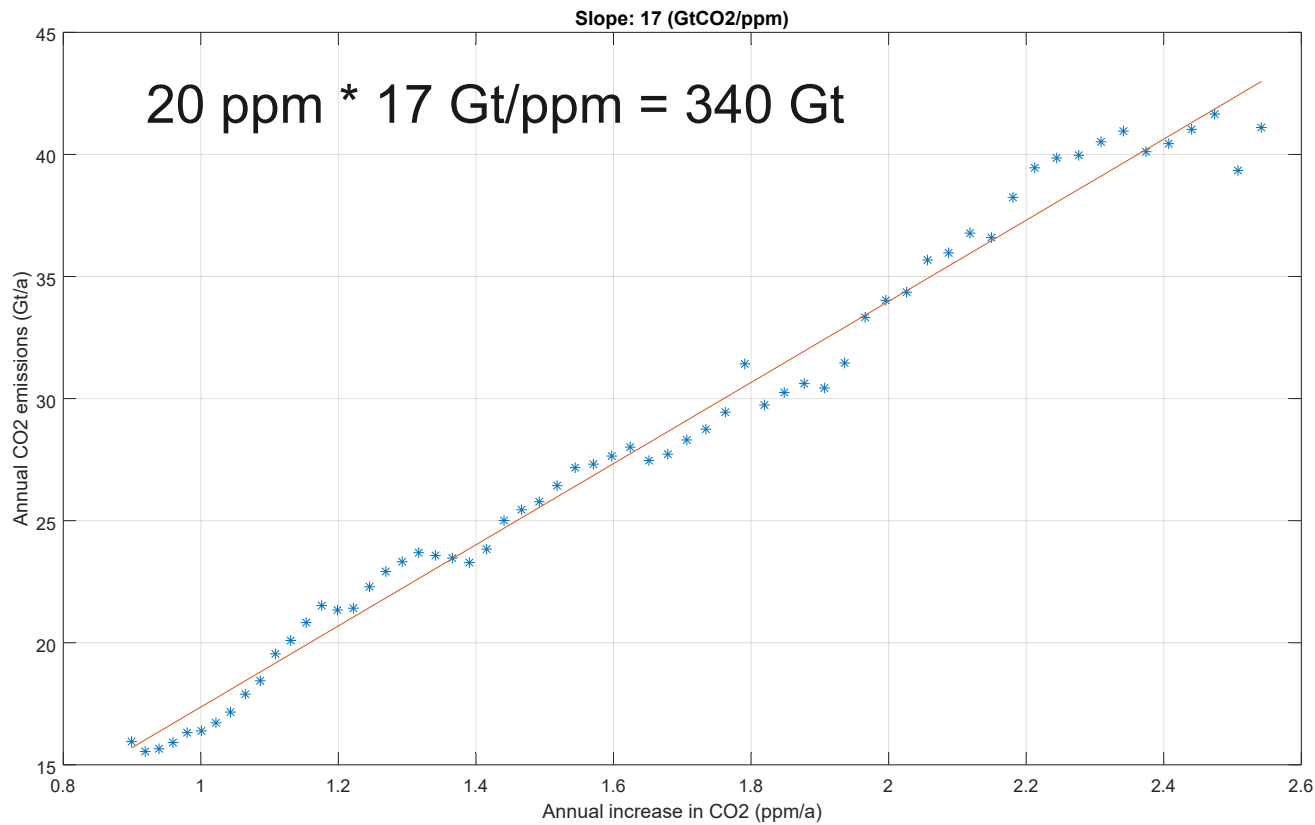


Werte: Top 10 Minima & Maxima auf Stationsbasis
Flächenstatistik [°C]: Mittel: 4.0



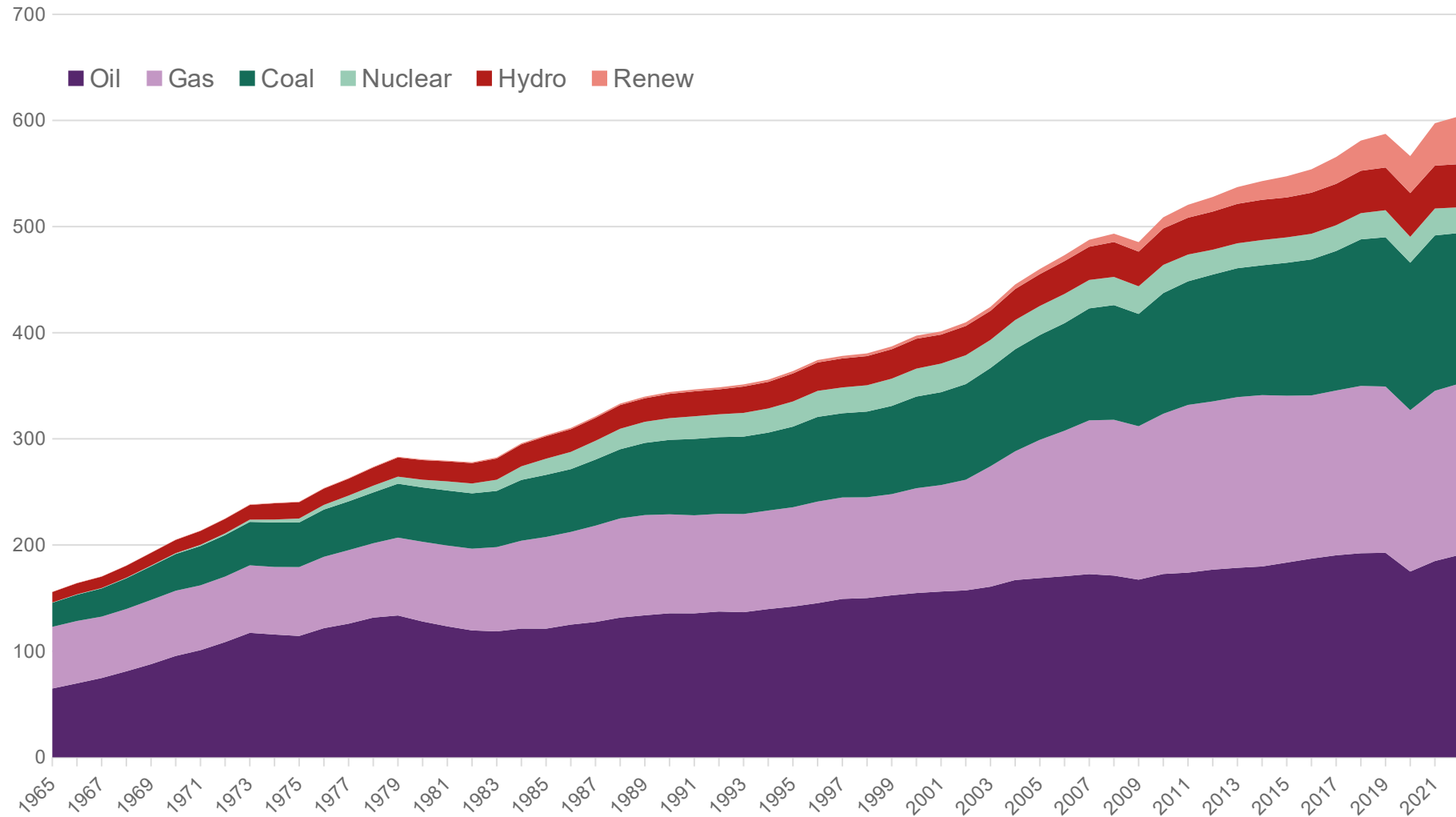


Emissionen und Konzentration

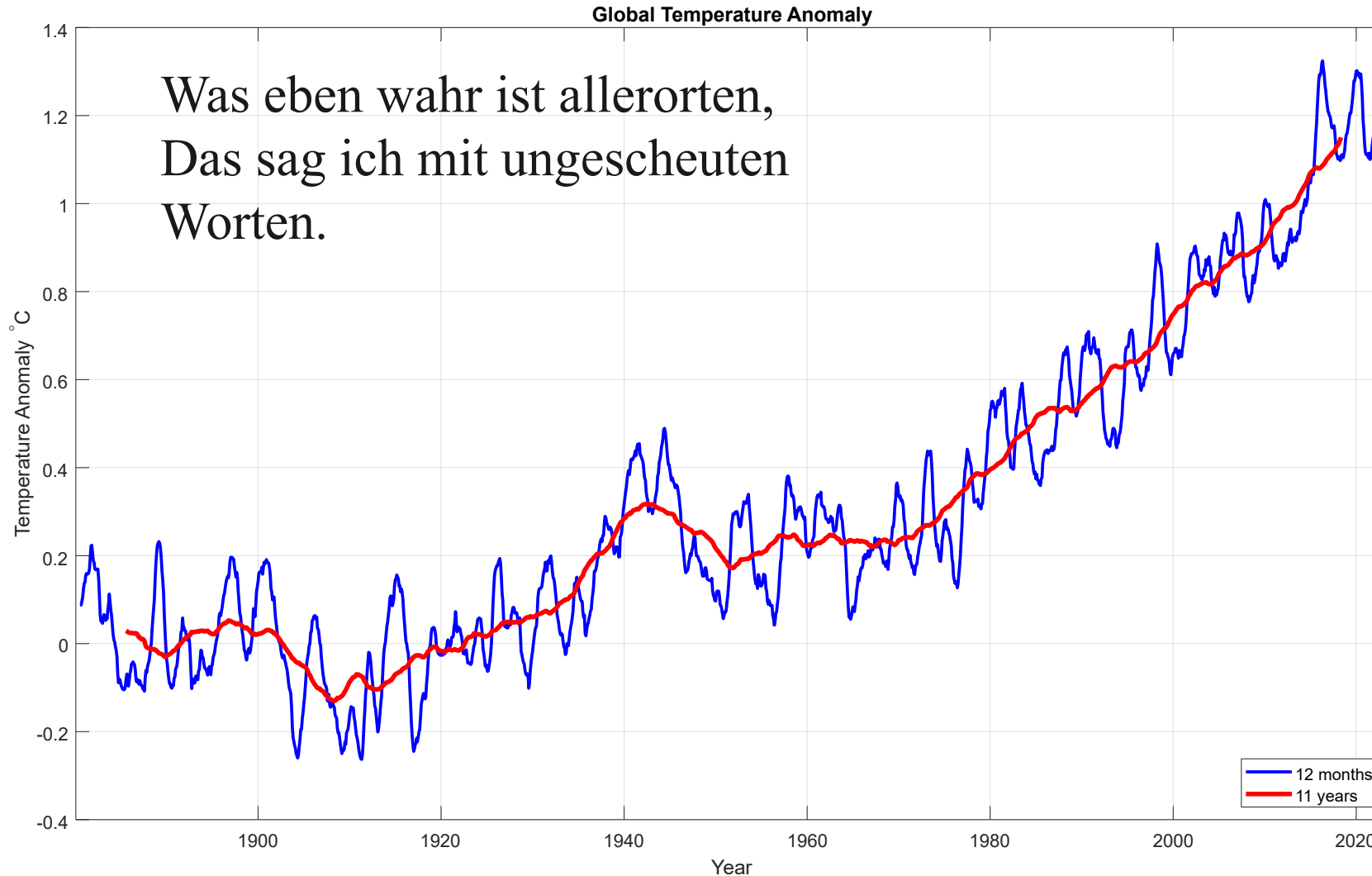


G. Supran*, S. Rahmstorf, N. Oreskes,
Assessing ExxonMobil's global warming
projections,
DOI: 10.1126/science.abk0063

Primary Energy Consumption (EJ)

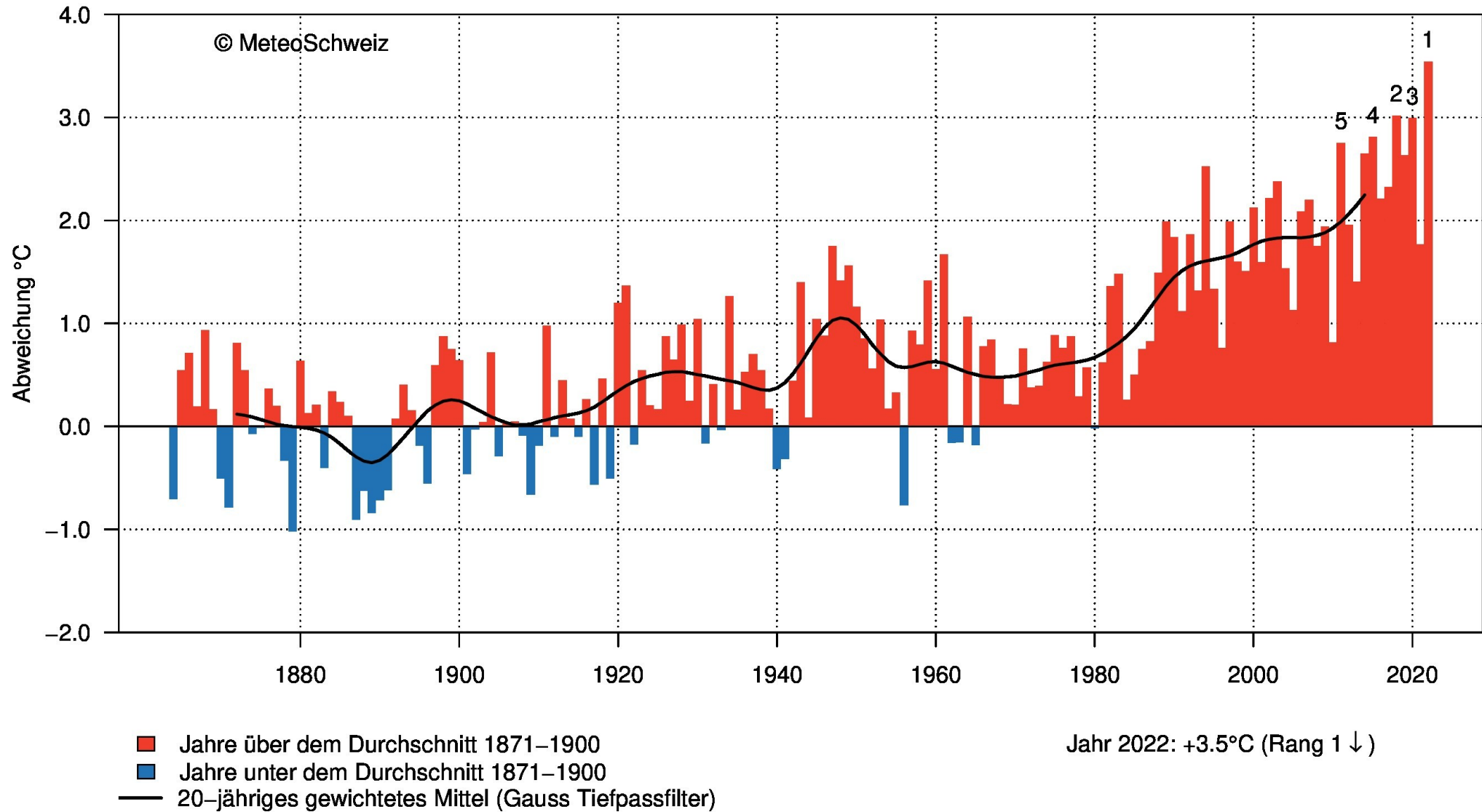


Globale Temperaturanomalie



Jahres-Temperatur – Schweiz – 1864–2022

Abweichung vom Durchschnitt 1871–1900





Lösungen?

Untertitel

Stand der Energiewende

Das Problem der
Energieerzeugung ist
grösstenteils gelöst.



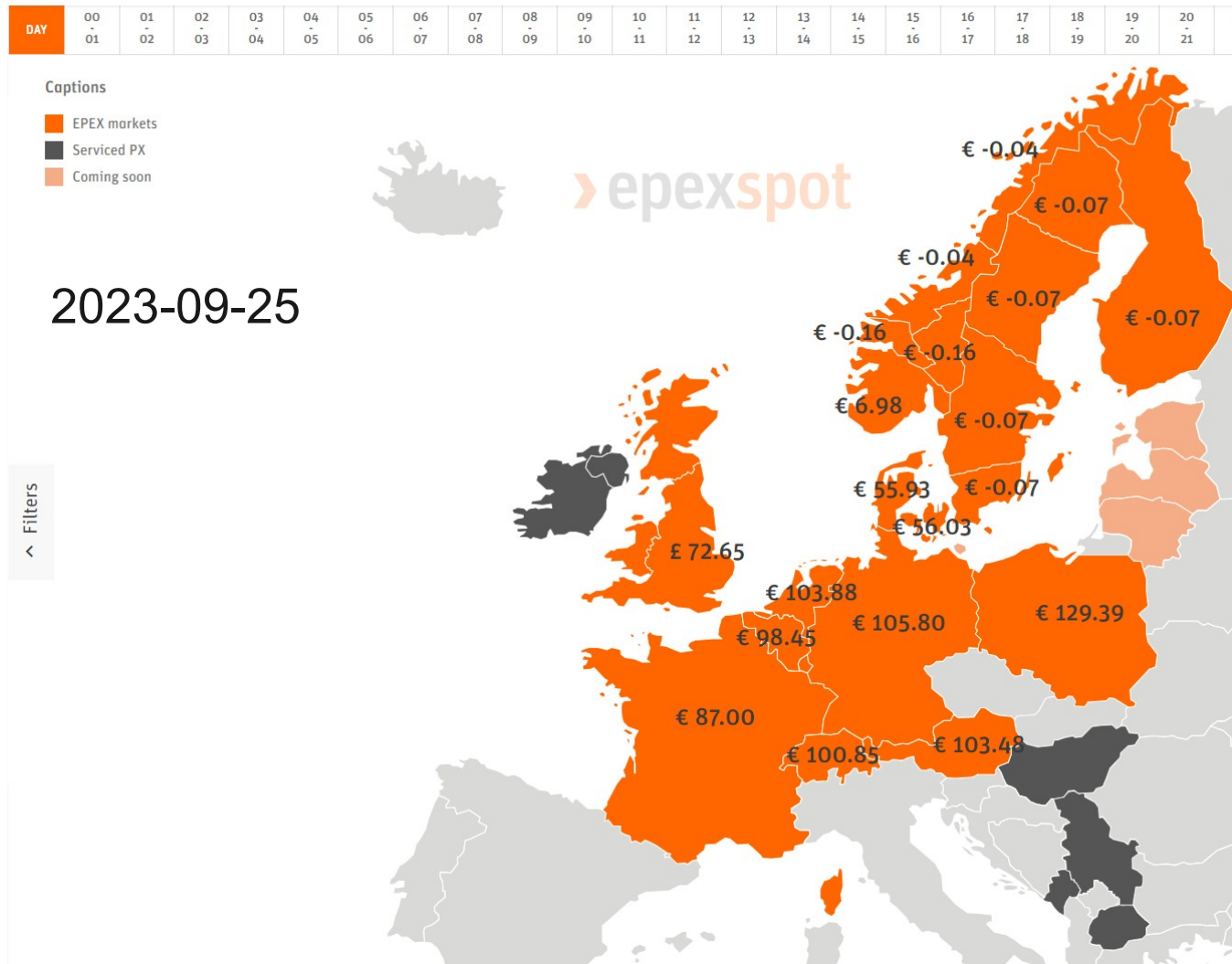
Das Problem der
Speicherung und
Verteilung ist es nicht.

Grössere Stromnetze

Energiespeicher

Smart Grid

Das Problem der Erneuerbaren: Räumlich



Bsp: Windenergie in Schweden

| | 2021 | | 2026 | |
|---------------------|------|------|------|------|
| | GW | | GW | |
| Elektrische Energie | 19.2 | 100% | 22.0 | 100% |
| Wind Prod | 3.1 | 16% | 5.9 | 27% |
| Wind Installiert | 12.2 | 64% | 17.6 | 80% |

Ausbau der Stromnetze?



iea

Electricity Grids and Secure Energy Transitions

Enhancing the foundations of resilient, sustainable and affordable power systems

Verluste:

HVAC: 7% pro 1000 km

HVDC: 3% pro 1000 km

Luftleitungen sind unbeliebt.

Kabel im Boden sind teuer.

Das Problem der Erneuerbaren: Zeitlich



Spotpreis an der nordischen Strombörse



Die zeitliche Dimension

- Langsame Quellen (> 12 Stunden)
 - Dampfturbinen (Kohle, Kernkraft)
- Mittelschnelle Quellen (10 Minuten bis 1 Stunde)
 - Verbrenner (Gasturbinen, Öl)
- Schnelle Quellen (< 10 Minuten)
 - Wasserkraft
- Erneuerbar (Sonne und Wind)
 - Unkontrollierbar aber (teilweise) vorhersagbar

Wirtschaftlichkeit?

Wer ein Kraftwerk besitzt, möchte es immer betreiben.

Quelle: IEA

Wir brauchen Energiespeicher!!!

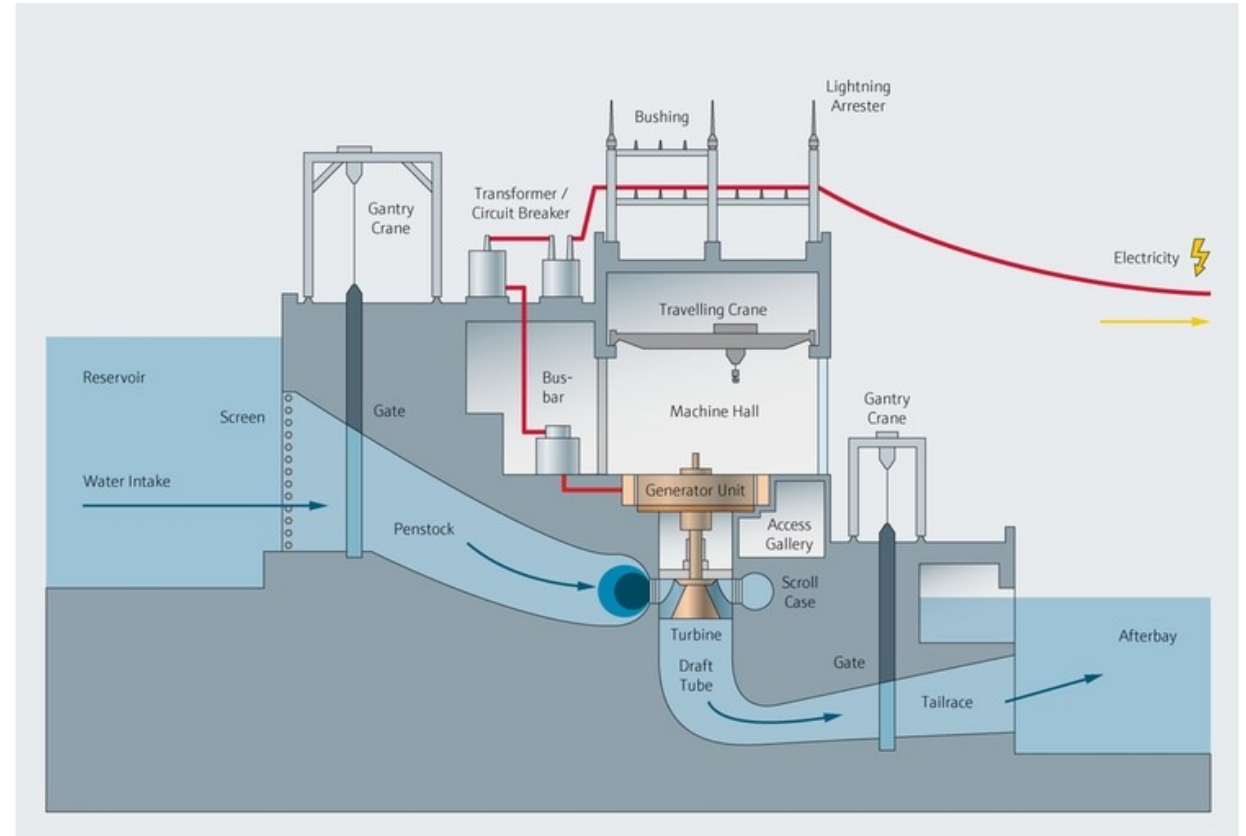


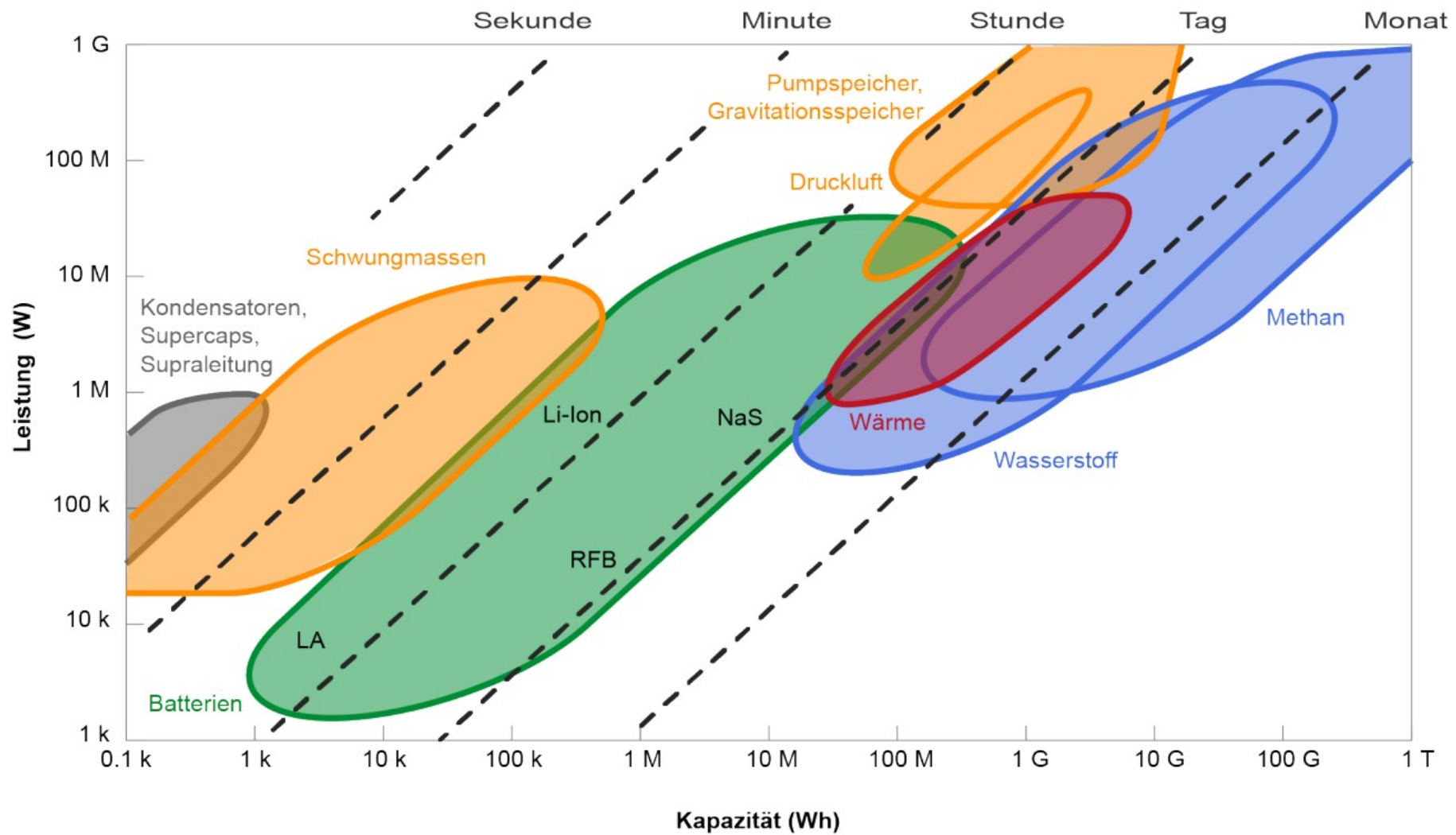
Sektorkopplung:

- Strom
- Wärme/Kälte
- Mobilität

Energie, Leistung und Wirkungsgrad

- Energie = geleistete Arbeit
 - Einheit: 1 kWh = 3.6 MJ.
 - 1 Tonne Stein 370 m heben.
 - Preis: < 10 Rp/kWh
 - Grösse des Wasserreservoirs.
- Leistung = Arbeit pro Zeit
 - Einheit: 1 kW = 1000 W
 - 1 Tonne Stein in 1 Std. 370 m heben.
 - Grösse der Turbine.
- Wirkungsgrad
 - Nützliche Energie/Verbrauchte Energie.
 - In Prozent angegeben.





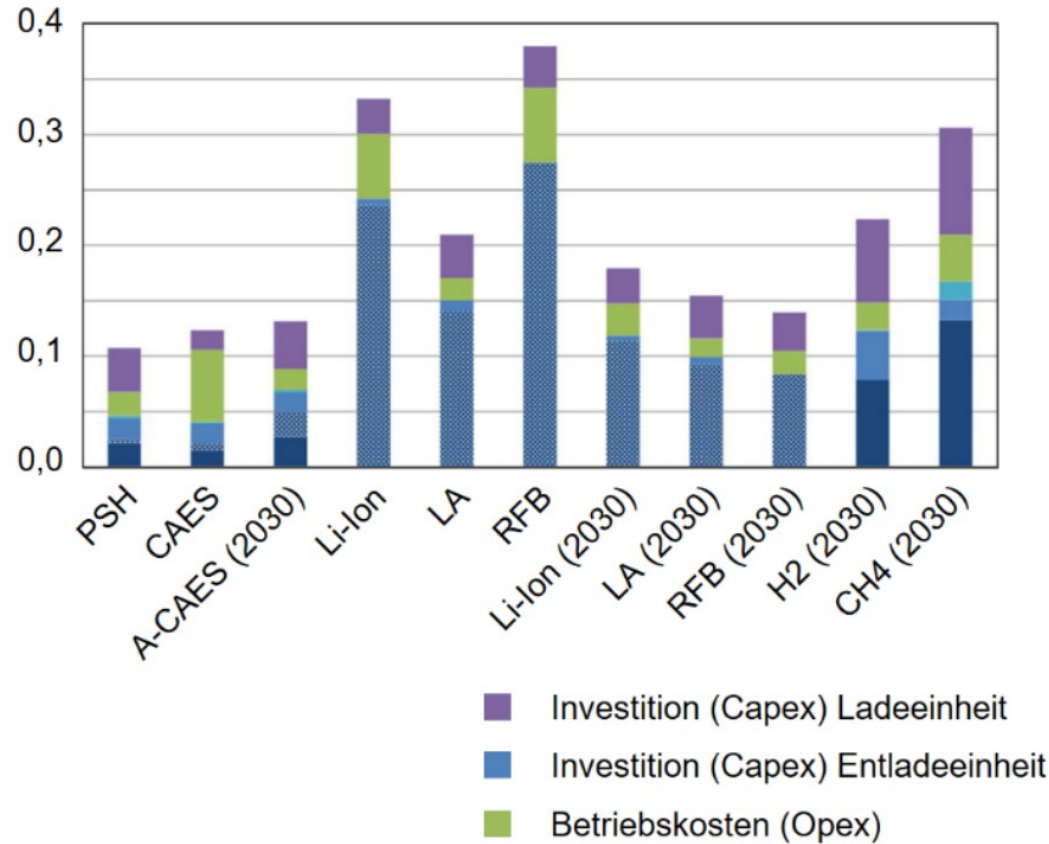
- mechanisch
- elektrochemisch
- thermisch
- chemisch
- elektrisch

Vergleich unterschiedlicher Energiespeicher

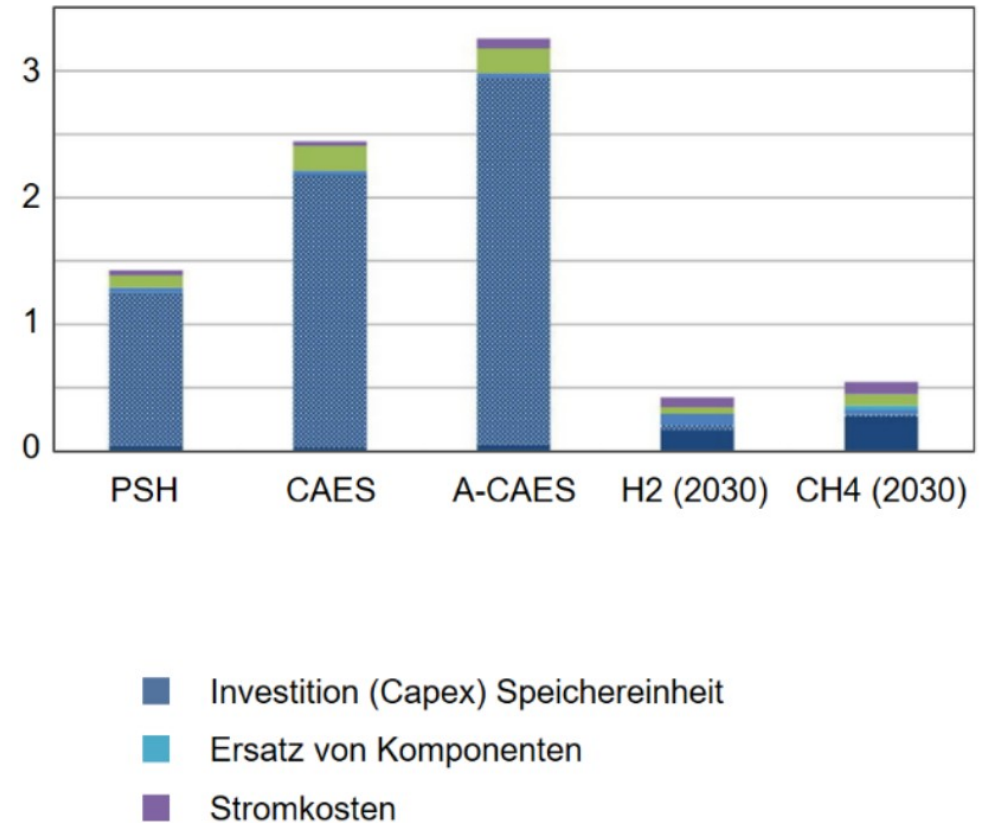
| Technologie | Wirkungsgrad | Energiedichte | Kosten |
|---------------|--------------|-----------------|--------------------|
| Batterien | 95 % | 200-700 Wh/l | 200 – 1000 CHF/kWh |
| Wasser (PSKW) | 70 – 85% | 200-700 Wh/l | 10 – 100 CHF/kWh |
| Wasserstoff | 35 – 50 % | 100 – 2000 Wh/l | |
| Power-to-X | | | |

Wasserstoff schneidet nicht schlecht ab

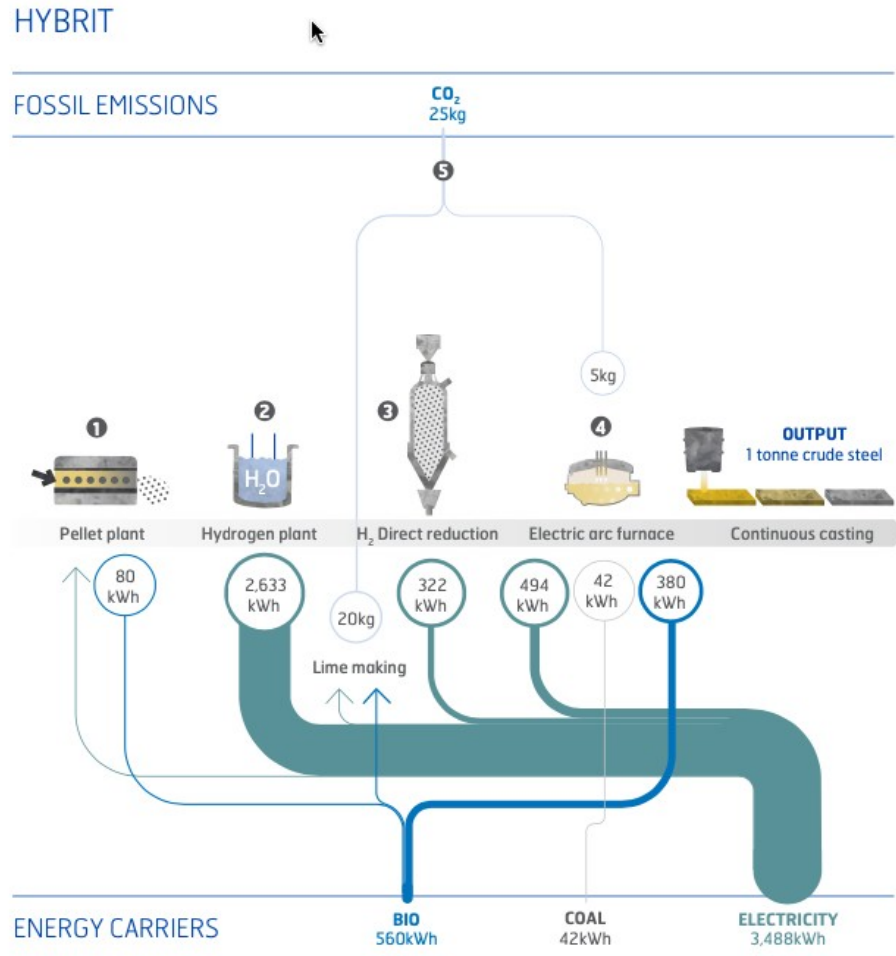
LCOS (€/kWh) für Kurzzeitspeicherung
365 Zyklen pro Jahr, Strompreis von 3 ct/kWh



LCOS (€/kWh) für Langzeitspeicherung
(1 Zyklus pro Jahr, Strompreis: 3 ct/kWh)



Wasserstoff ist sowieso nützlich



HYBRIT®. A new revolutionary steelmaking technology.

With HYBRIT® technology, SSAB aims to be the first steel company in the world to bring fossil-free steel to the market already in 2026 and largely eliminate carbon dioxide emissions from our own operations in around 2030. Together with our partners and customers, SSAB aims to create a fossil-free value chain, from the mine to the end-product.

Solarbetriebenes Luftschiff



Power-to-X an der OST



Es bleibt spannend

- Wir brauchen definitiv Energiespeicher.
- Die Elektromobilität wird vieles ändern.
- Wasserstoff wird in der Zukunft eine wichtige Rolle spielen:
 - Stationäre Anwendungen
 - Mobilität (grössere Fahrzeuge)
 - Als erster Schritt für industrielle Prozesse.
- Mit den heutigen Rahmenbedingungen sind die meisten Lösungen nicht rentabel.



Mit ihrem Buch «Das Ende des Kapitalismus» (KIWI 2022) hat die deutsche Journalistin Ulrike Herrmann den Nerv der Zeit getroffen. Sie zeigt auf, warum eine permanent wachsende Wirtschaft auf einem Planeten mit begrenzten Ressourcen nicht möglich ist und sieht nur eine Lösung für die Klimakrise: Die Wirtschaft muss schrumpfen. Denn das von Politik und Wirtschaft erhoffte «grüne Wachstum» sei eine Illusion. Herrmann beschreibt, wie die Zukunft aussieht ohne Wachstum, ohne Gewinne, ohne Autos, ohne Flugzeuge, ohne Banken, ohne Versicherungen und fast ohne Fleisch.

Am 27. November kommt Ulrike Herrmann an die OST in Rapperswil. Sie wird ihr Buch vorstellen und Fragen aus dem Publikum beantworten.

Datum: Montag, 27. November

Zeit: 17:15 bis 18:30 Uhr, anschliessend Apéro

Ort: OST – Ostschweizer Fachhochschule, Campus Rapperswil-Jona, Gebäude 4, Aula

Wir freuen uns auf eine angeregte Diskussion.

Der Anlass ist öffentlich und kostenlos, eine Anmeldung über Eventbrite ist erforderlich.

[Anmelden](#)

Ulrike Herrmann

Ulrike Herrmann ist Wirtschaftsredaktorin bei der «tageszeitung» (taz). Sie ist ausgebildete Bankkauffrau und hat ein Volontariat an der Henri-Nannen-Schule für Journalismus absolviert. Anschliessend hat sie Geschichte und Philosophie an der FU Berlin studiert.

<https://www.ost.ch/eu-seminare>

Mit der derzeitigen Energiepolitik kommt die Energiewende nur schleppend voran.

Das Problem ist nicht, dass die Erneuerbaren zu teuer sind.

Es sind die fossilen Energieträger, die zu günstig sind.

Weder die Privatwirtschaft noch die Wissenschaft kann dieses Problem lösen.

GCC

A recipe for stopping climate destruction?

Global Climate Compensation