



# Transformation der Energiesysteme 2010-2050

## Teil VII

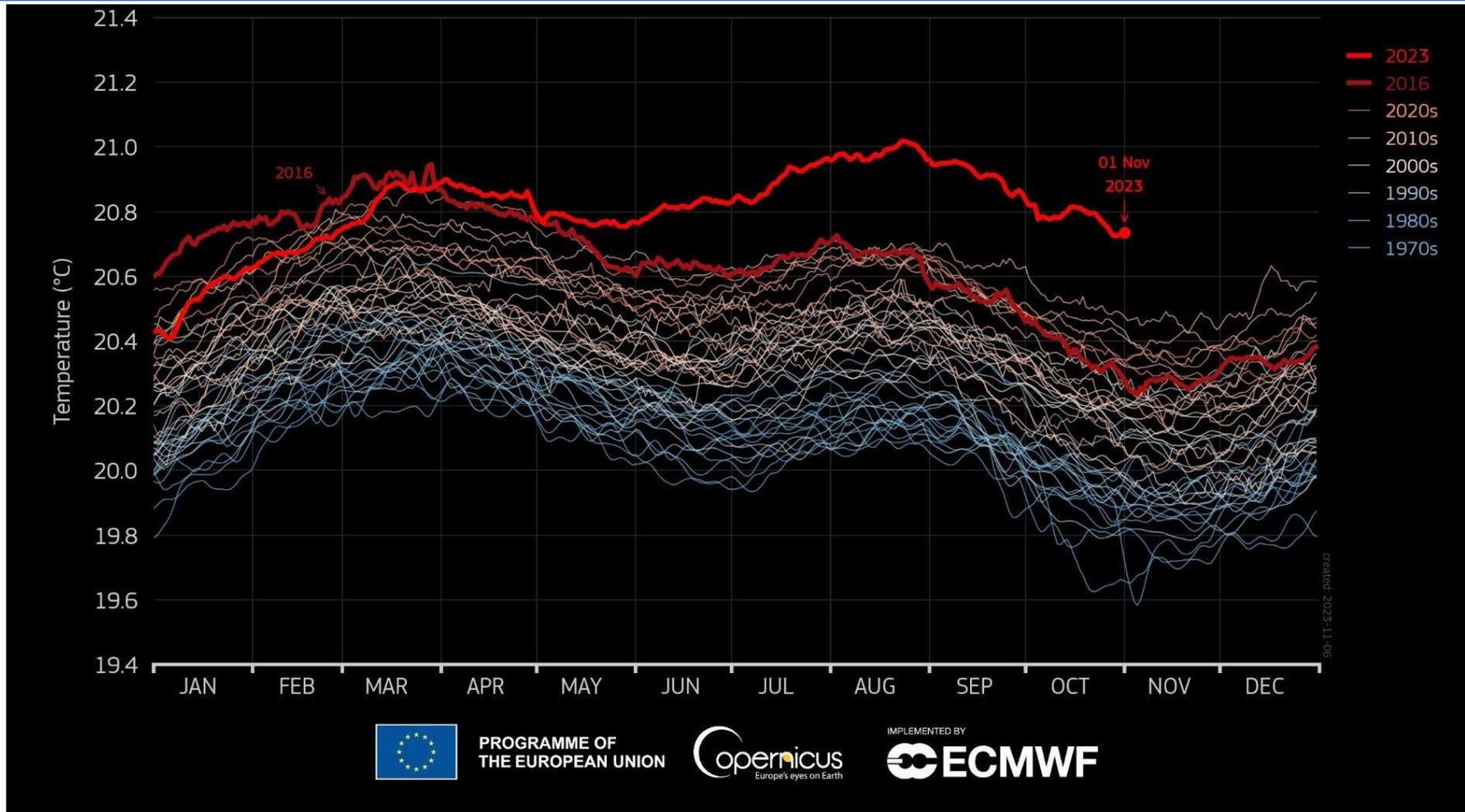
- Ausblick: neue Trends und die wichtigsten Unbekannten
- Nachhaltigkeitskonflikte der Atomenergie (Fortsetzung von Teil VI)



# Übersicht

- **Ausblick: Trends, Preise, Innovationen**
  - **Klima**
  - **Windkraft**
  - **PV**
  - **Stromerzeugung**
  - **Elektrofahrzeuge**
  - **Speicher**
- **Atomenergie in Konflikt mit Nachhaltigkeit**

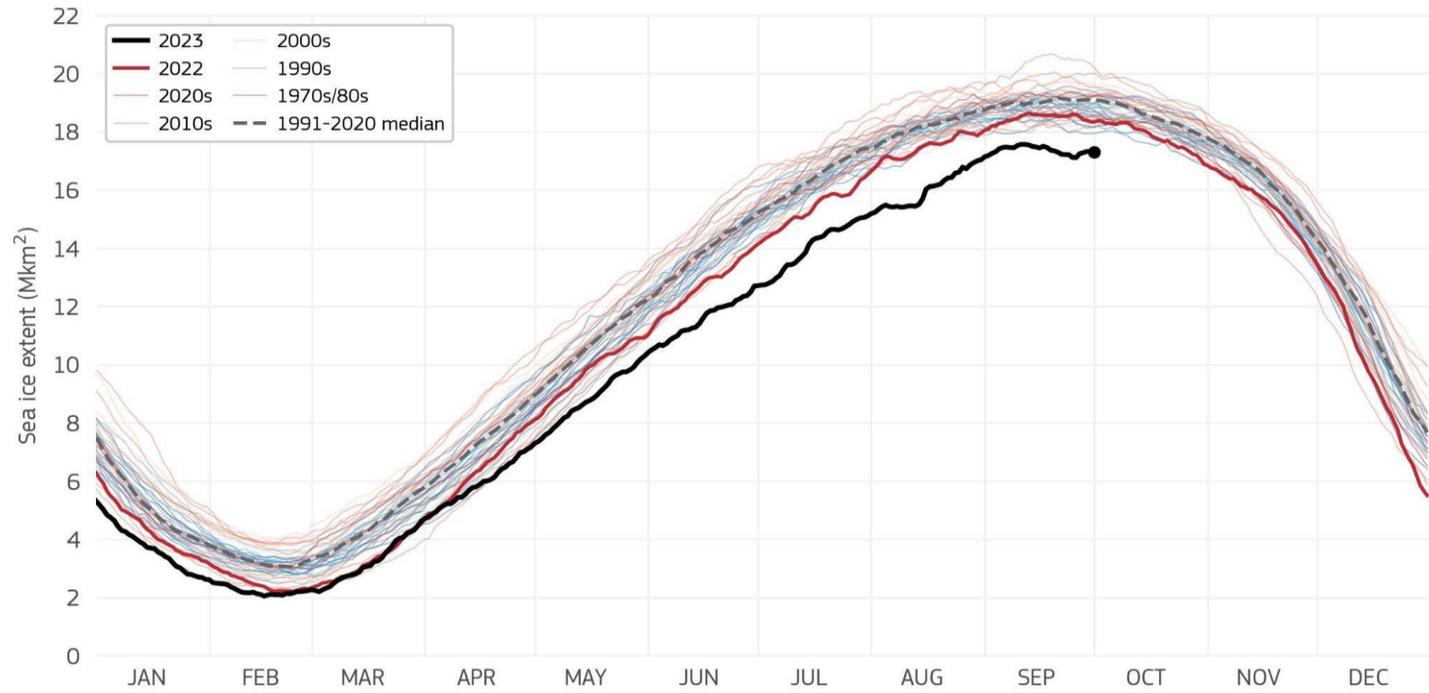
# Das Jahr 2023 ist extrem: Temperatur an der Meeresoberfläche



# Das Jahr 2023 ist extrem: Meereis in der Antarktis

## DAILY ANTARCTIC SEA ICE EXTENT

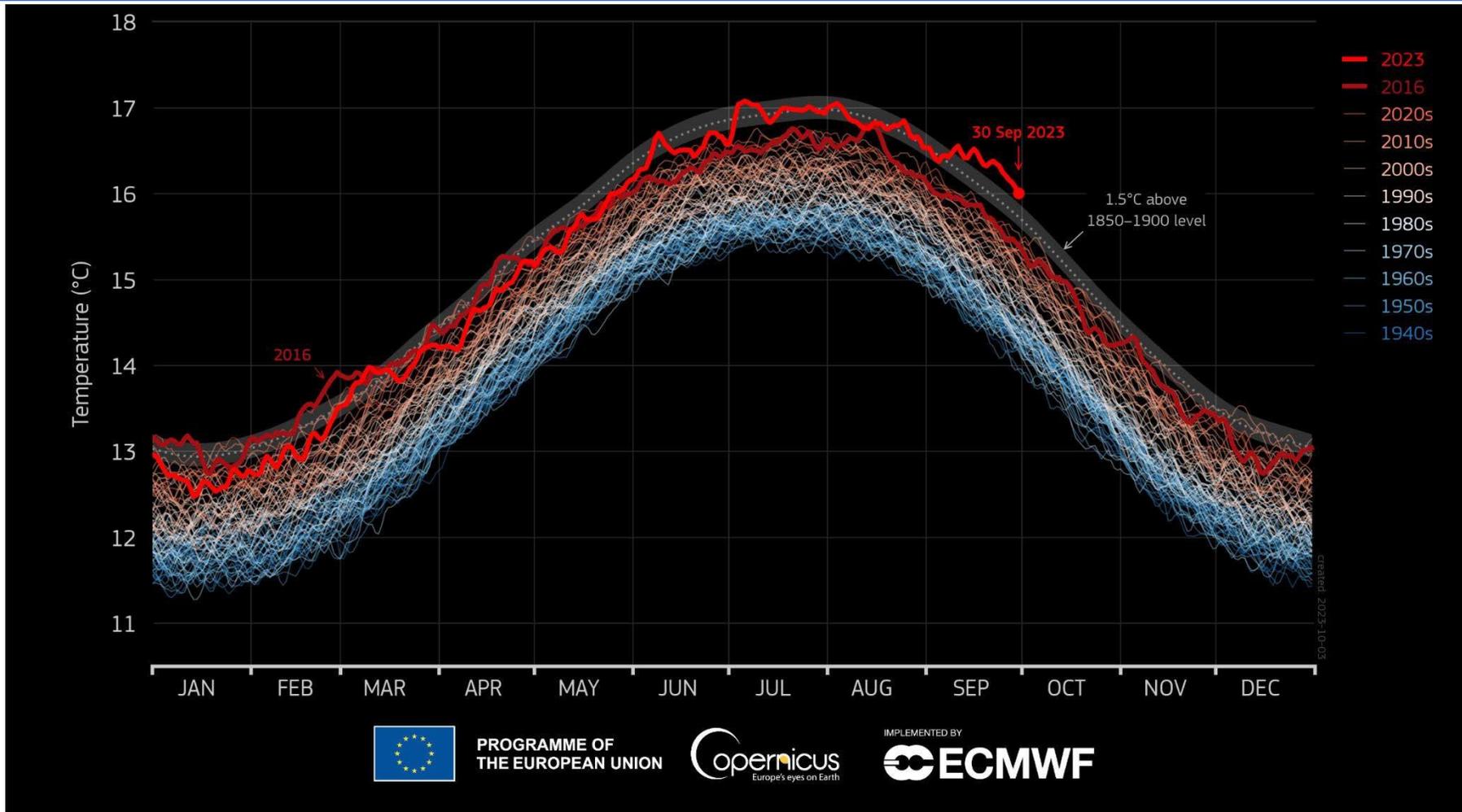
Data: OSI SAF Sea Ice Index v2.2 • Last data: 01 Oct 2023 • Credit: C3S/ECMWF/EUMETSAT



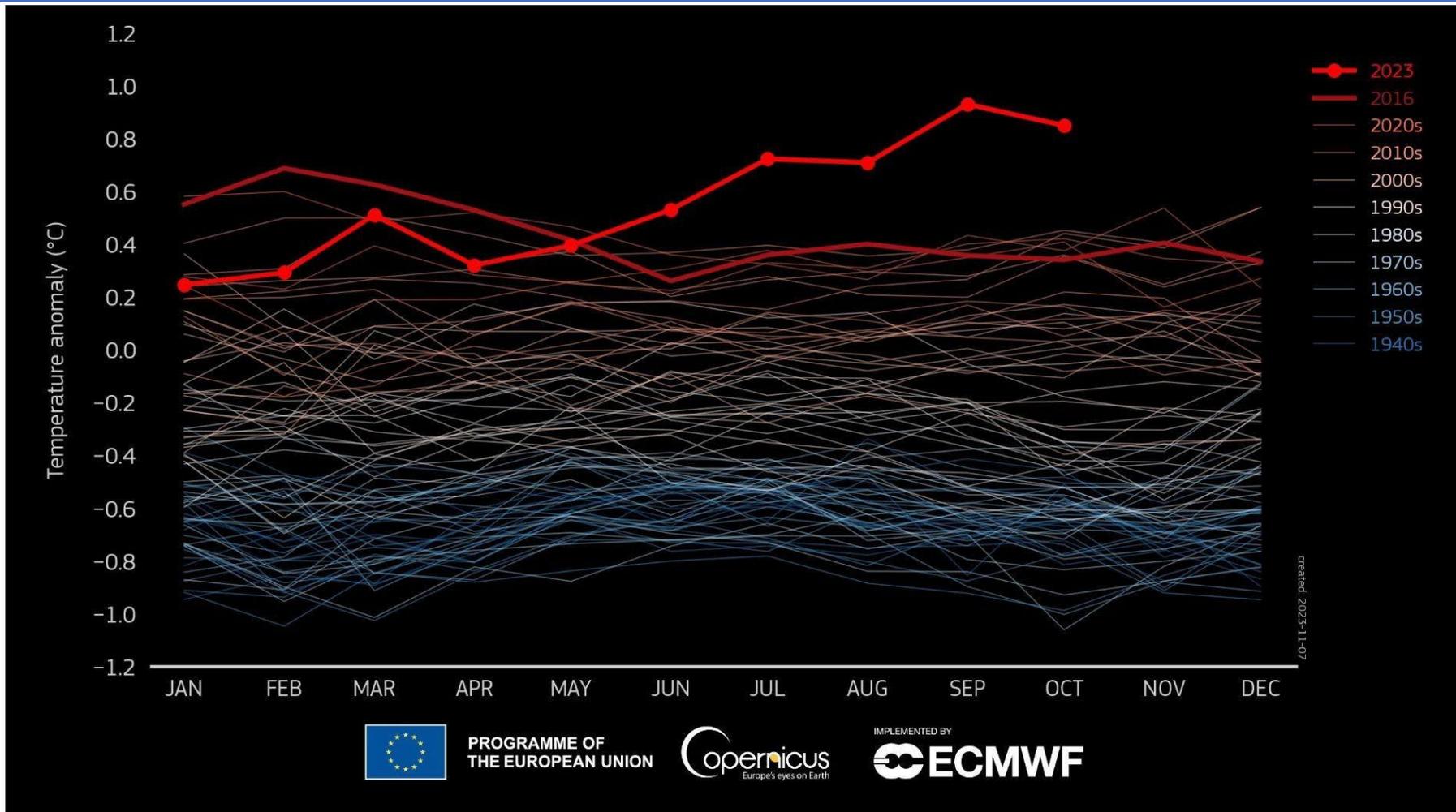
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



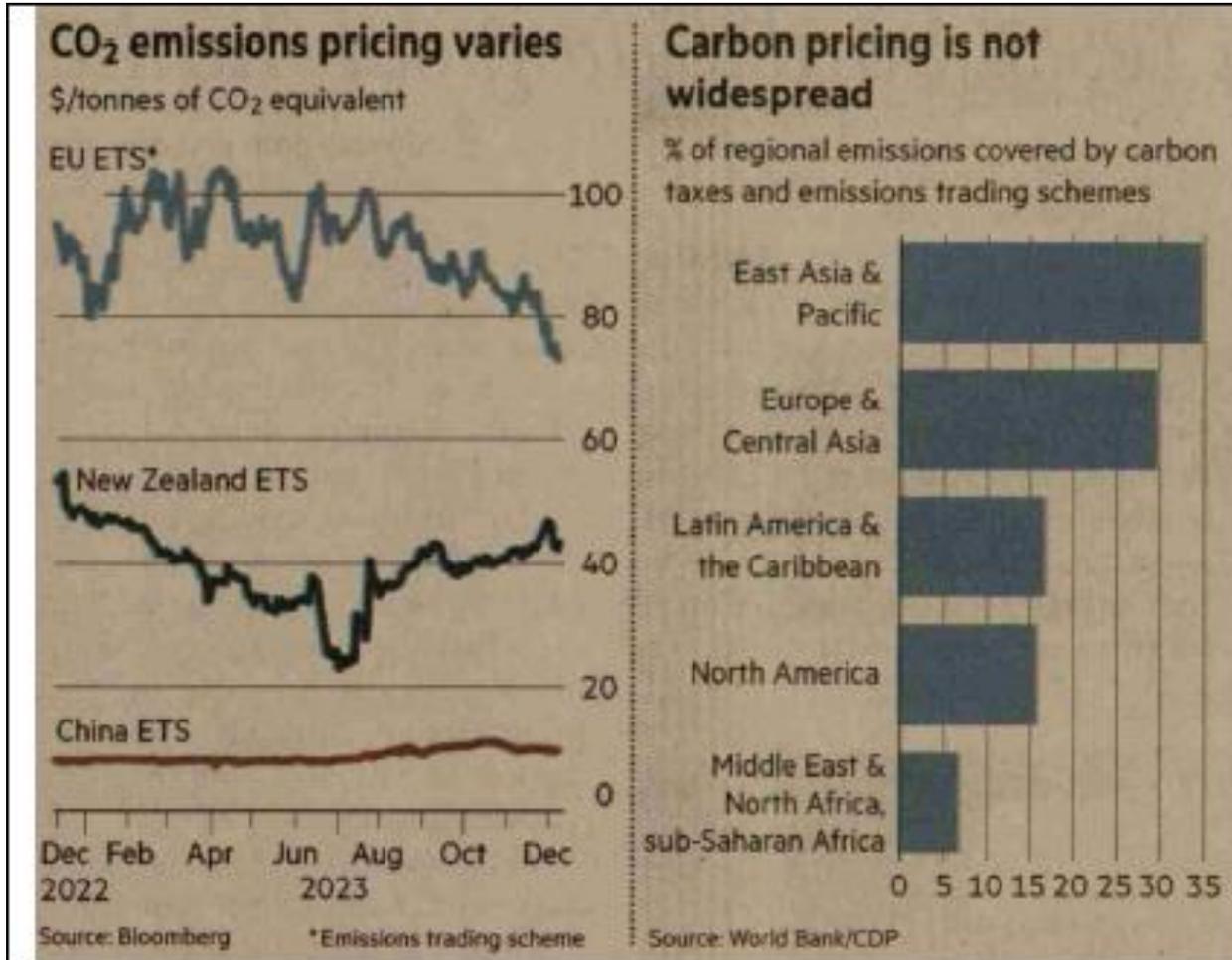
# Das Jahr 2023 ist extrem: Global Tagesmitteltemperatur



# Das Jahr 2023 ist extrem: Globale Monatsmitteltemperatur



# Allen Unkenrufen zum Trotz: Immer mehr Länder setzen auf CO<sub>2</sub>-Abgaben oder Emissionshandel



Die Trends sind folgende:

- Importländer von Öl und Gas wollen unabhängig werden und die Wertschöpfung ins eigene Land zurückholen
- Unterschiedliche Wirtschaftssektoren werden aber unterschiedlich behandelt:
- Sektoren mit erneuerbaren Energien zahlen zu Beginn tendenziell höhere Preise
- Sektoren im internationalen Wettbewerb erhalten Ausnahmen

# Lessons learnt

- Die Erhitzung beschleunigt sich.

# Übersicht

- **Ausblick: Trends, Preise, Innovationen**
  - Klima
  - **Stromerzeugung**
  - Elektrofahrzeuge
  - Speicher
- **Atomenergie in Konflikt mit Nachhaltigkeit**

# Drei Treiber der Windenergie

- **Repowering: deutliche Steigerung der installierten Leistung an bisherigen Standorten**
- **Neue Zonen, steigende Akzeptanz dank unerschwinglicher Atomkraft**
- **International koordinierter Ausbau offshore Windkraft mit hohem Handelspotenzial**

# Windkraft onshore: Repowering ermöglicht Verdoppelung der installierten Leistung, Halbierung Turbinenzahl

## Früher

Windpark Simonsberg  
(Schleswig-Holstein)

14 Mio. kWh Jahresertrag



## Heute

48 Mio. kWh Jahresertrag – Verdreifachung!

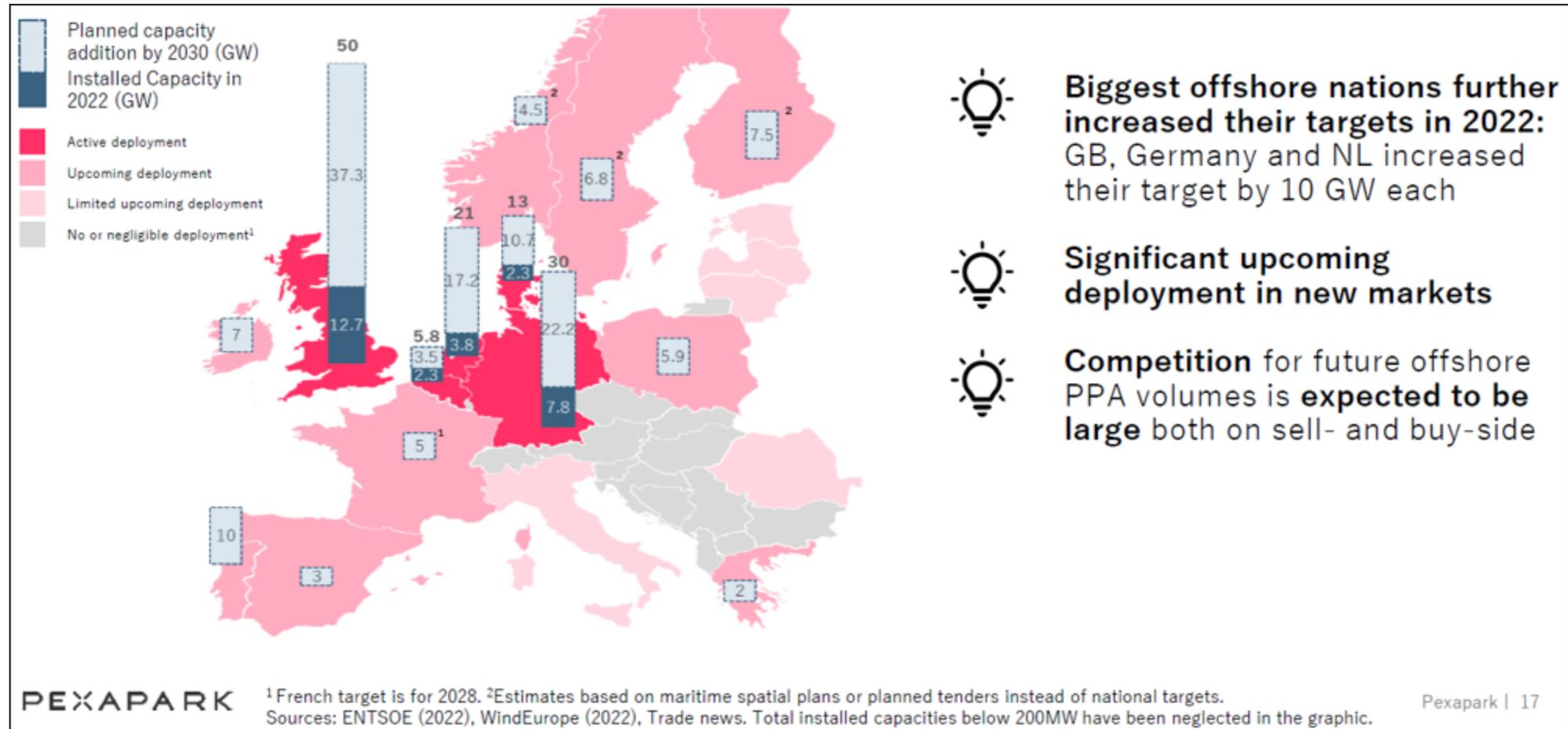


Betrifft die «alten» Windländer

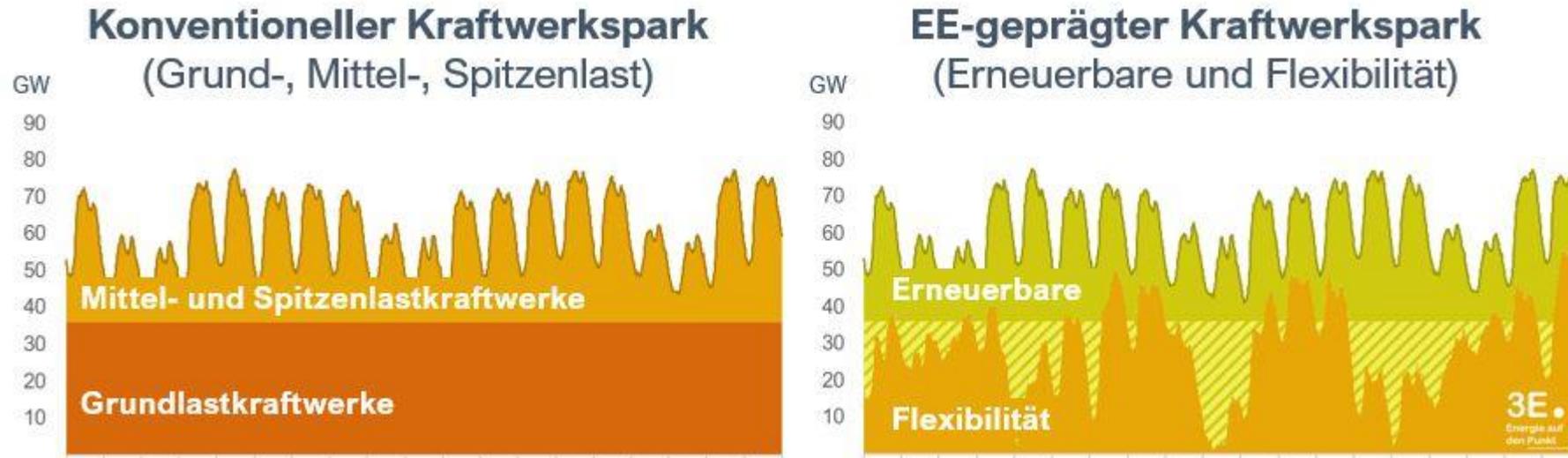
- Widerstand an bestehenden Standorten minimal
- Leistungserhöhung oft Faktor 3 bis 4
- reduzierte Kosten dank bereits bestehendem Netzanschluss

# Mehr offshore Wind in allen Küsteanrainer-Ländern

ca. +100 GW bis 2030 in der Nordsee? (NL/D/DK/GB/S)

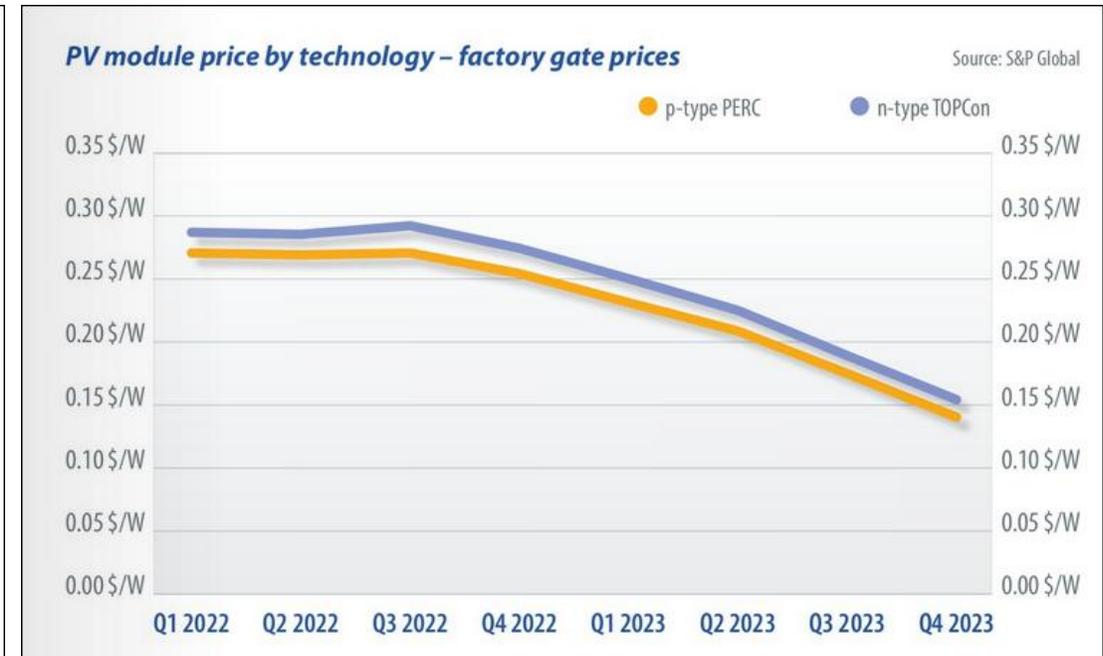
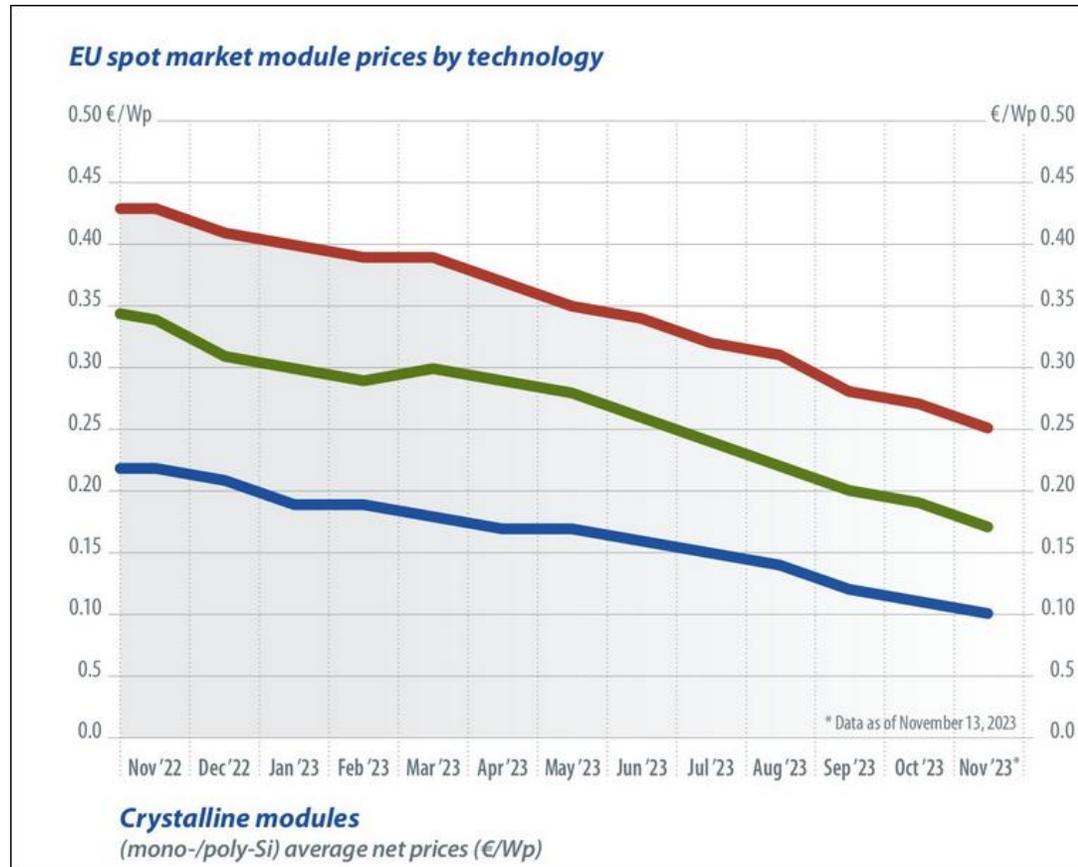


# Photovoltaik-Trends



- **Kostensenkungen, trotz (oder wegen) enormem Wachstum**
- **Wachstum: +15% bis 50%/a bei neu installierter Leistung**
- **Globalisierung der Nutzung dank Rentabilität**
- **Diversifikation der Hersteller**
- **Nullpreis am Strommarkt**
  - zerstört die Wettbewerber, ausser Windkraft (Strom im Winter, und nachts)
  - zerstört das Geschäftsmodell Bandenergie (Bild).

# PV-Preise erneut auf steilem Sinkflug

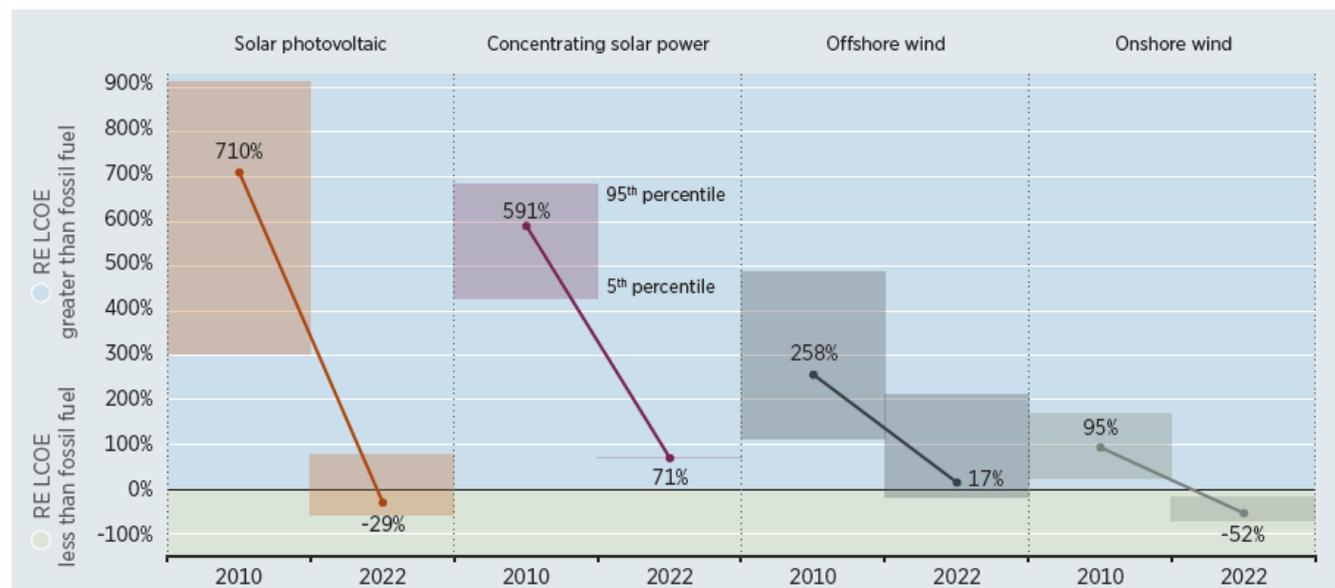


- **Preiserfall chinesischer Module erschwert Markteintritt neuer Länder**
- **Starker Anreiz für Fortsetzung des Installationswachstums**
- **Senkung der BOS-Kosten\* immer wichtiger (Wechselrichter, Aufständerung, Netzanschluss, Speicher, Pachtzinsen usw.)**

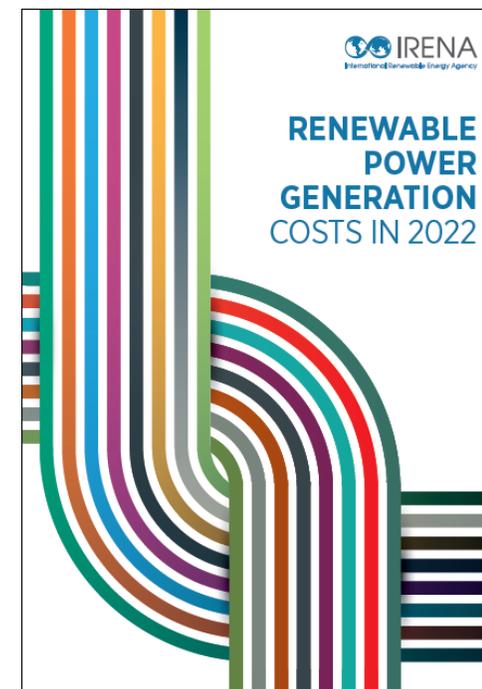
\*BOS-Kosten = balance of system cost

# Solar- und Windstrom durchschnittlich 29% bzw. 52% billiger als fossiler Strom

**Figure S.1** Change in competitiveness of solar and wind by country based on global weighted average LCOE, 2010-2022



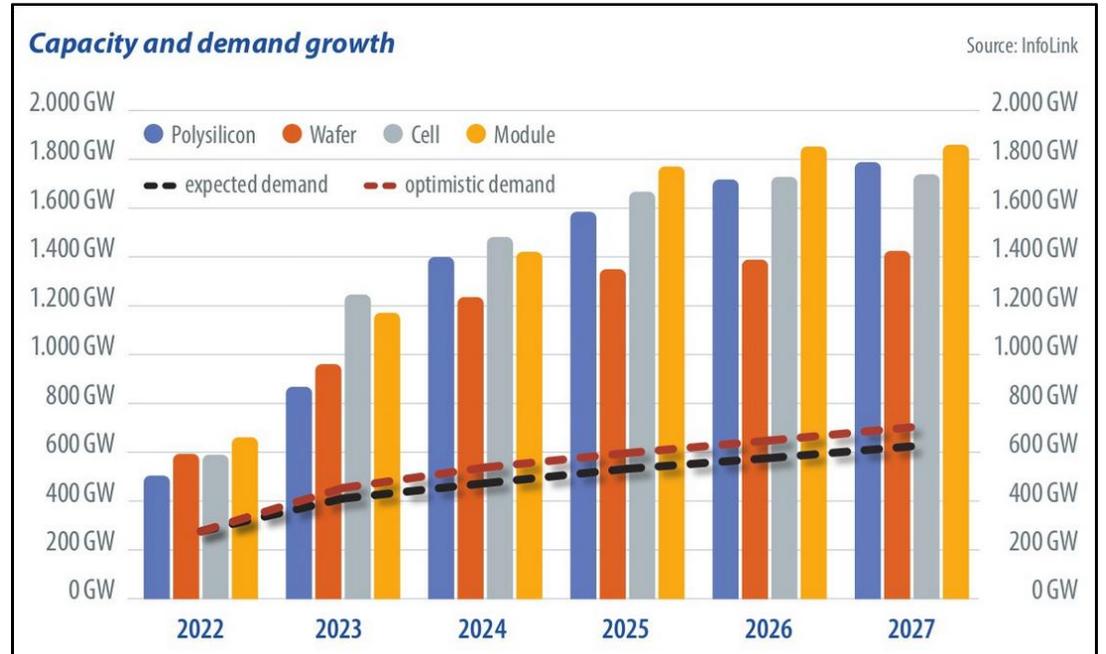
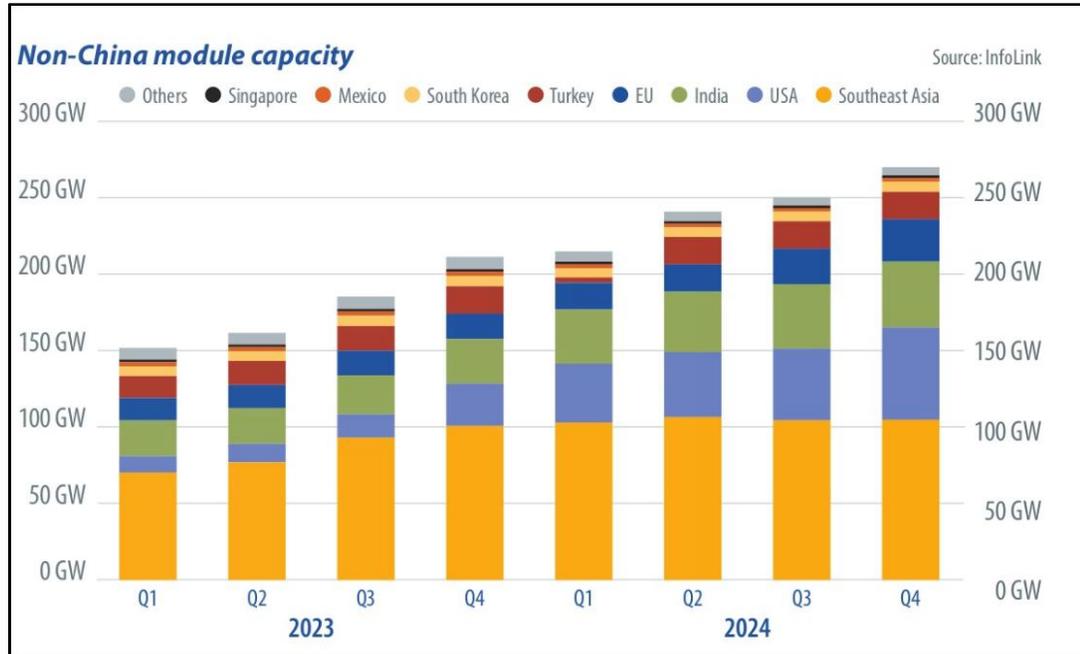
**Note:** The global weighted average LCOE data by technology and the fossil fuel LCOE data used to derive this chart is presented in detail in Chapter 1; RE = renewable energy.



For newly commissioned onshore wind projects, the global weighted-average levelised cost of electricity (LCOE) fell by 5% between 2021 and 2022, from USD 0.035/kWh to USD 0.033/kWh. For utility-scale solar PV projects, the global weighted-average LCOE decreased by 3% year-on-year in 2022, to USD 0.049/kWh. For offshore wind, the cost of electricity of new projects increased by 2%, in comparison to 2021, rising from USD 0.079/kWh to USD 0.081/kWh in 2022.

Aus dem Vorwort des Berichts der Internationalen Agentur für erneuerbare Energien IRENA

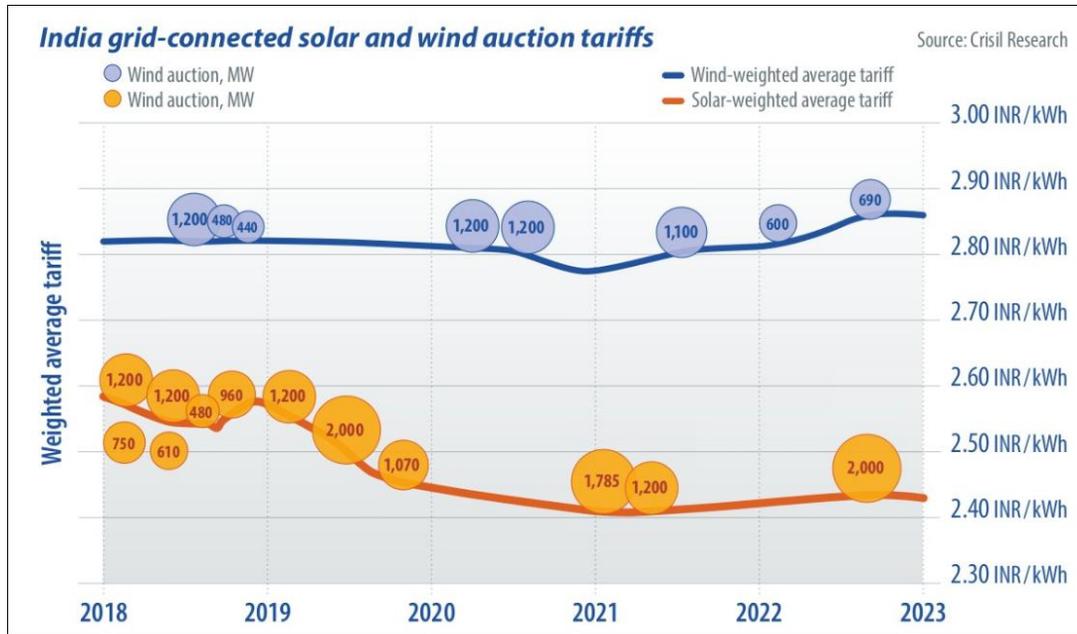
# Keinerlei Knappheit an Solarmodulen: China liefert...



**Die nicht-chinesische Modul-Produktion legt zu. Kritisch bleibt aber die nicht-chinesische Produktion der Vorläufer-Materialien: Silizium-Wafer und Silizium-Zellen.**

**PV-Herstellungs-Kapazitäten sind derart gross, dass eine Verknappung in den nächsten Jahren nicht zu erwarten ist-**

# Wichtige Schwellenländer erreichen dank PV und Wind erstaunlich tiefe Erzeugungskosten

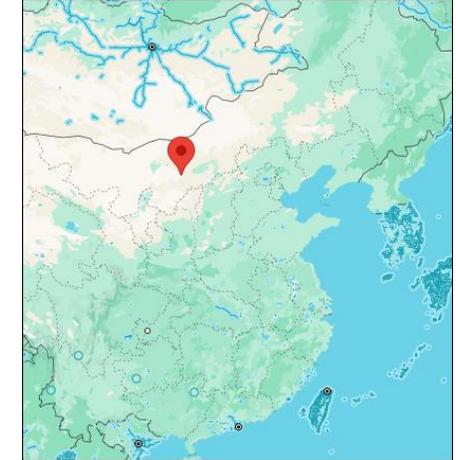


Power tariffs arising from solar and wind auctions held by Solar Energy Corp. of India (SECI) have ranged from INR 2 (**\$0.024**)/kWh to INR 2.71/kWh and INR 2.69/kWh to 3.22/kWh respectively in the last five years. Under the new regime, first movers in a pooling mechanism will always be concerned about the risk of



**Das bedeutet:  
Auch Kohle ist in Indien nicht mehr wettbewerbsfähig.**

# Wüstengebiete werden zu Standorten für unerschöpfliche Energie Ressourcen



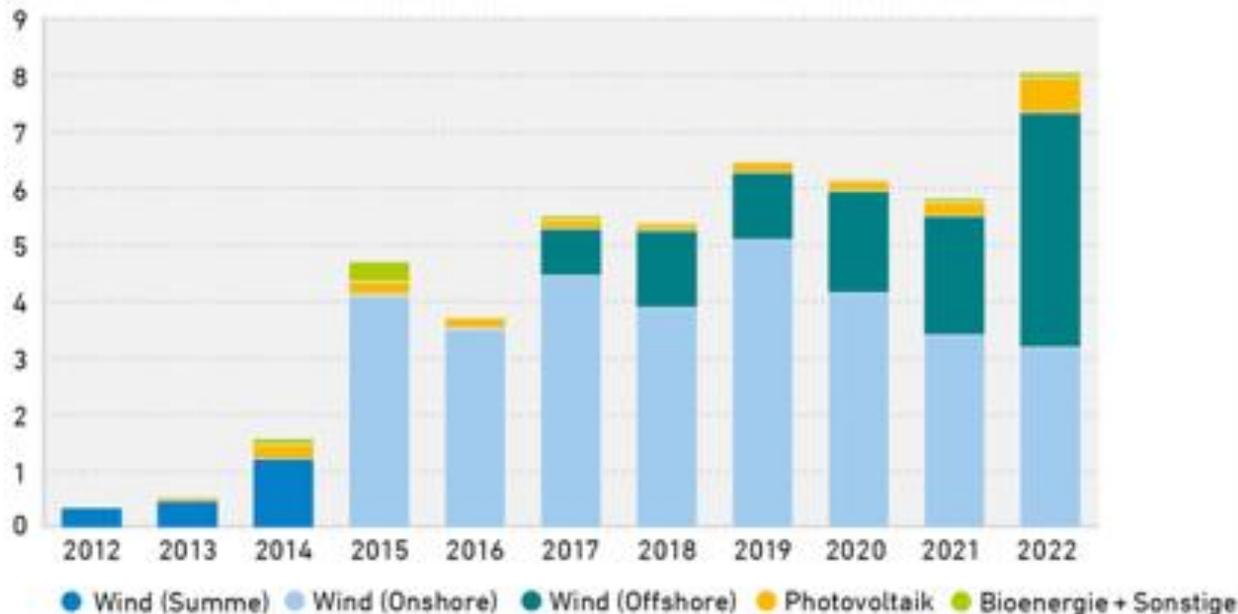
*China plans to use big PV projects, like the Dalat array in the Kubuqi Desert, to control sand and wind, limiting desertification in various regions.*

# Abregelung von erneuerbarer Energie in Deutschland steigt, aber Netzbetrieb stabil

## Durch Einspeisemanagement verlorene Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Statt Anlagen abzuregulieren, wäre es sinnvoller, den Strom zu speichern oder in anderen Anwendungen, zum Beispiel zum Heizen einzusetzen („Sektorenkopplung“).

Milliarden Kilowattstunden



Quelle: Bundesnetzagentur; Stand: 7/2023

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Vorwiegend Offshore Windkraft wird abgeregelt.

Indiz, dass es an Übertragungsleitungen mangelt.

## Unterbrechungen der Stromversorgung in Deutschland und Anteil Erneuerbarer Energien 2006–2022

Der wachsende Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland hat keine negativen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit.



## In Ländern ohne AKW-Lobby entsteht Konsens

## Bayerns neue Hauptschlagader

Der Südostlink sollte längst in Betrieb sein. Doch der Widerstand von CSU und Freien Wählern verzögerte die Stromautobahn. An diesem Montag ist nahe dem früheren Atomkraftwerk Isar 2 Baubeginn.

Die Konflikte haben sich verschoben.

Neue Stellschrauben bestimmen das Tempo der Transformation

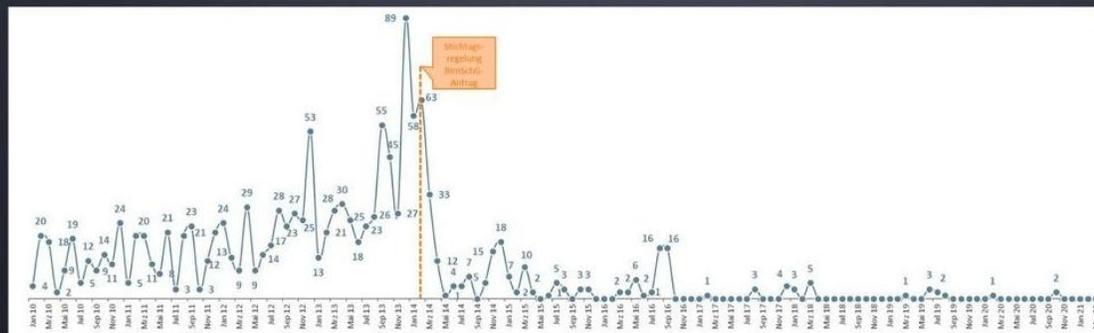
- Genehmigungsfristen
- Netzplanung & Netzausbau
- Faire Netzanschlusskosten
- Funktionierende Justiz bei Beschwerden (Entscheidfrist < 1 Jahr)

und maßgebliche Politiker wie der frühere Ministerpräsident Horst Seehofer (CSU) und der heutige Vizeministerpräsident und Energieminister Hubert Aiwanger (Freie Wähler) haben das Projekt lange kategorisch abgelehnt. Aiwanger sagte noch vor drei Jahren, als er schon Energieminister war: „Meine Aussage ist, ich will keine dieser Trassen.“ Erst vor gut einem Jahr bekannte sich Aiwanger dann öffentlich zum Südostlink.

An diesem Montag, beinahe ein Dreivierteljahr nach der Abschaltung des Kernkraftwerks Isar 2, startet endlich der Bau des Südostlinks. Für den Bauherrn der Stromautobahn in Bayern, den Netzbetreiber Tennet, ist es ein freudiger Tag. „Der Baustart ist ein Meilenstein auf dem Weg zu einer sicheren, unabhängigen und kosteneffizienten Stromversorgung in Bayern“, sagt Tennet-Chef Tim Meyerjür-

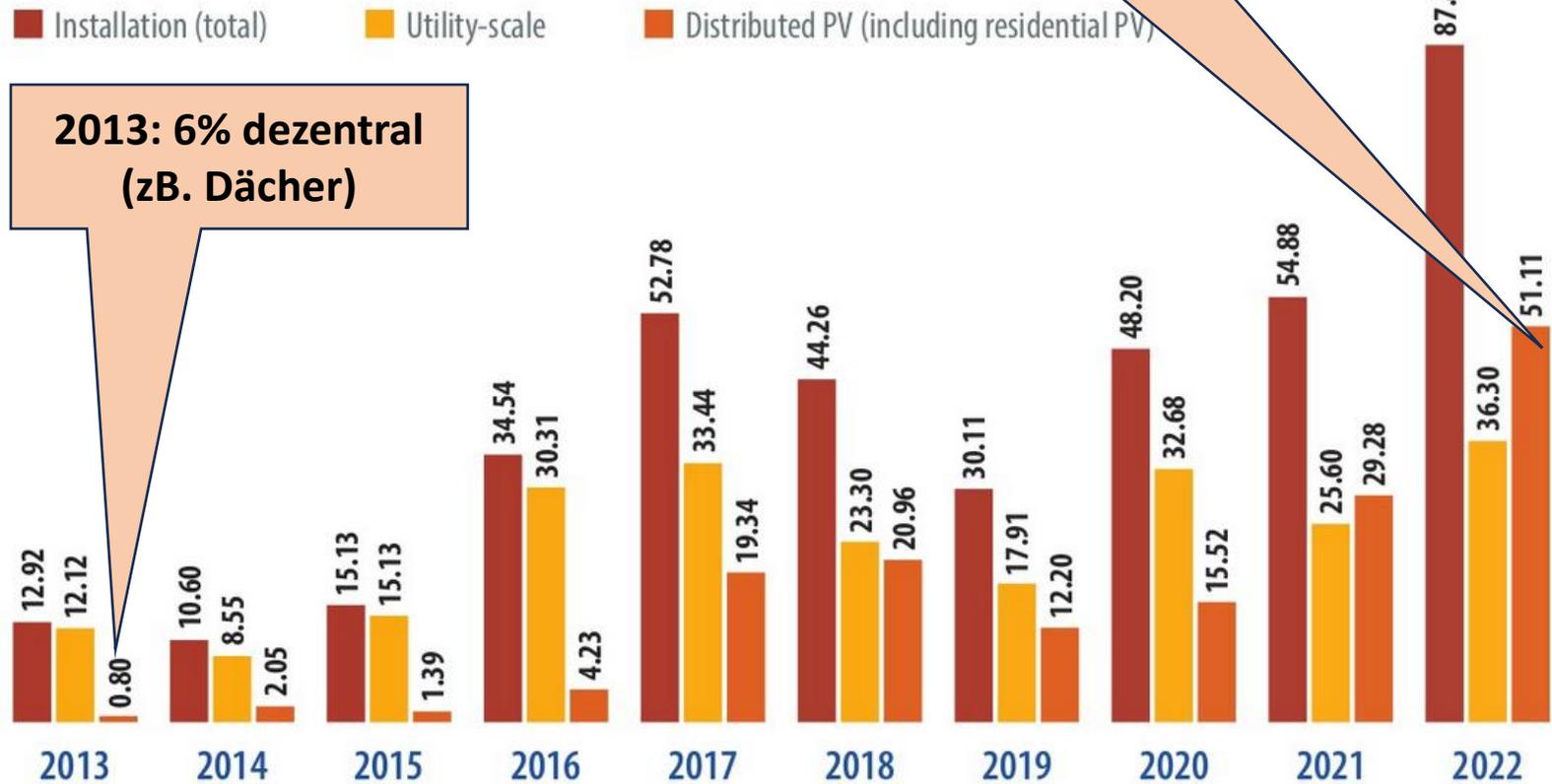
### Anträge auf Genehmigung neuer Windenergieanlagen in Bayern

MONATLICH BEANTRAGTE WINDENERGIEANLAGEN  
JANUAR 2010 – MÄRZ 2021



# Beispiel China: «distributed PV» entwickelt sich zur Königsklasse

China PV installations 2013–2022 (GW)



Residential PV: Rooftop solar, BIPV

- Spart Übertragungskosten
- Umschifft Netzengpässe
- Entlastet Netze
- Ermöglicht Sektorkopplung vor Ort
  - Dezentrale Speicher
  - E-Mobile
  - Wärmeboiler
  - Industrie

# Solarfassaden mit variabler Farbgebung: Schweizer Hersteller (Megasol)



Ersatzneubau in Zürich-Altstetten mit umlaufender Photovoltaik (Bild Megasol Energie AG)

Schweizer Hersteller wie «Megasol» stellen Solarmodule in fast jedem Design und in unterschiedlicher Farbgebung her. Deshalb stellt sich heute die Frage der «ästhetischen Zumutbarkeit» von Fassadenanlagen ganz anders als noch vor zehn Jahren. Fassadenanlagen, angemessen integriert, sollten von allen Bewilligungspflichten entbunden werden. Ein einfaches Meldeverfahren wie für Dachanlagen muss genügen. Die Behörden können den Vollzug vereinfachen, indem sie Musterfassaden im Rahmen von Pilotprogrammen fördern und bekannt machen. Als Finanzierung dafür eignen sich die Zuwendungen an die Kantone aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe.

# Elegance and architecture

Transforming  
building and cities

Based on low cost c-Si modules, ....





Zuttion  
paci



**Schweizer**

**Solrif®**

Suisse 2018

r  
i  
x  
S  
o  
l  
a  
i  
r  
e



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

## Ecuvillens

- One of the Terra-cotta tones
- With ISSOL, Solstis, Userhuus, SFOE
- Soutien des Service de l'énergie et des biens culturels de Fribourg



Prix solaire  
Suisse 2019

With support of







SOLAXESS<sup>+</sup>  
white solar technology

3S Solar Plus

SOLAXESS<sup>+</sup>  
white solar technology

3S Solar Plus

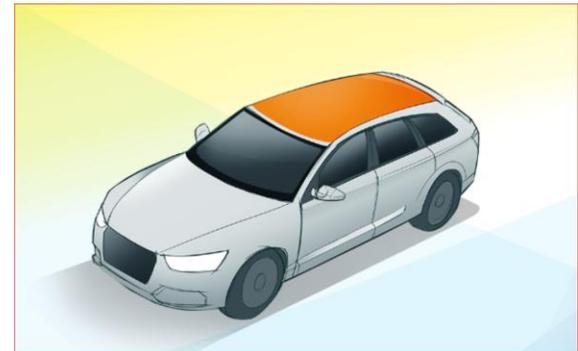








# Immer mehr Standort-Optionen



Preiserfall macht auch aus einer suboptimaler  
Aufständigung einen rentablen business case



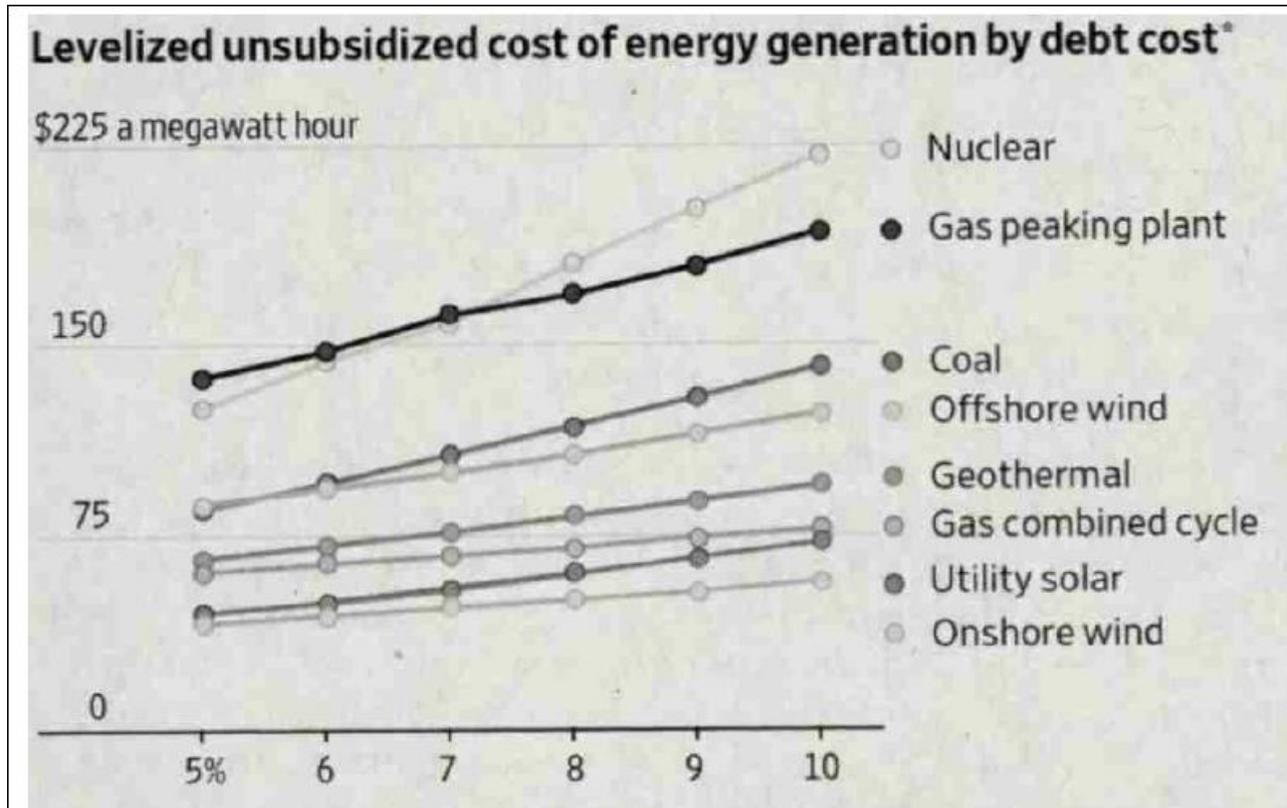
# Klima-Notstand und schwindende Gletscher: Steigende Akzeptanz in der freien Fläche



## PV-Farmen mit Nachführung

- Mehrertrag
- reduzierter Flächenverbrauch
- Kostensenkung
- 10 - 35 % mehr Ertrag bei 5-10 % Mehrkosten in Grossanlagen

# Zinsanstieg hat ungleiche Auswirkungen: Atomkraft und Gas-Spitzenkraftwerke verteuern sich am meisten



The Wall Street Journal 12.11.2023

Wenn Kraftwerke keine oder nur vergleichsweise geringe Brennstoffkosten aufweisen, dann sind die Kapitalkosten für die Wettbewerbsfähigkeit massgebend.

Kapitalkosten (=Zinsen und Abschreibungen) sind für nukleare Anlagen und Kohlekraftwerke am höchsten.

Gaskraftwerke unterliegen der Volatilität der Erdgaspreise und der CO<sub>2</sub>-Zertifikate, was hohe Preisrisiken verursacht.

Solar- und Windkraft sind inzwischen auch bei steigender Zinshöhe die billigste Technik. Weil keine Brennstoffe im Spiel sind, gibt es auch kein Brennstoffpreisrisiko.

# Verdreifachung von Wind- und Solarstrom bis 2030 Wegbereiter für CO2-armen Verkehr - crowding out im Strommarkt

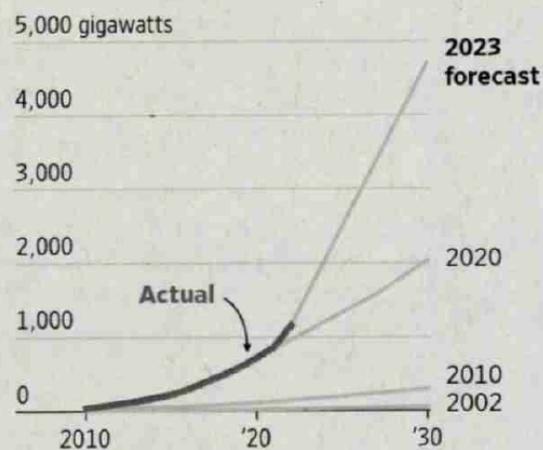
Datum: 27.11.2023

THE WALL STREET JOURNAL.

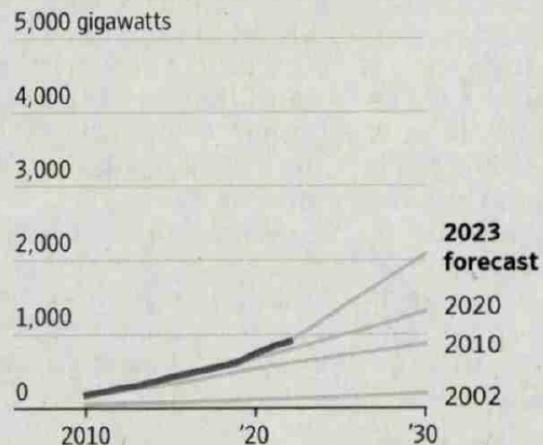
## Renewable-Energy Growth Explodes

How the growth of key global green technologies has outpaced forecasts

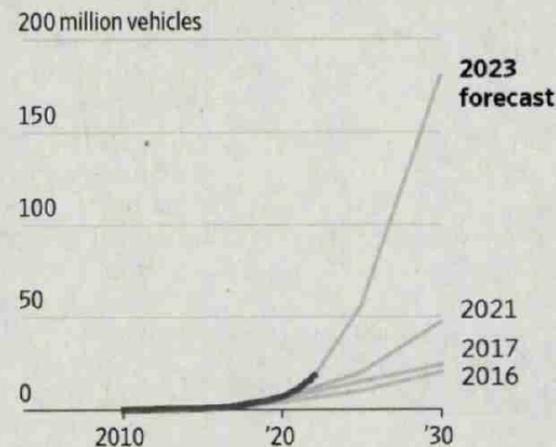
Solar capacity



Wind-power capacity



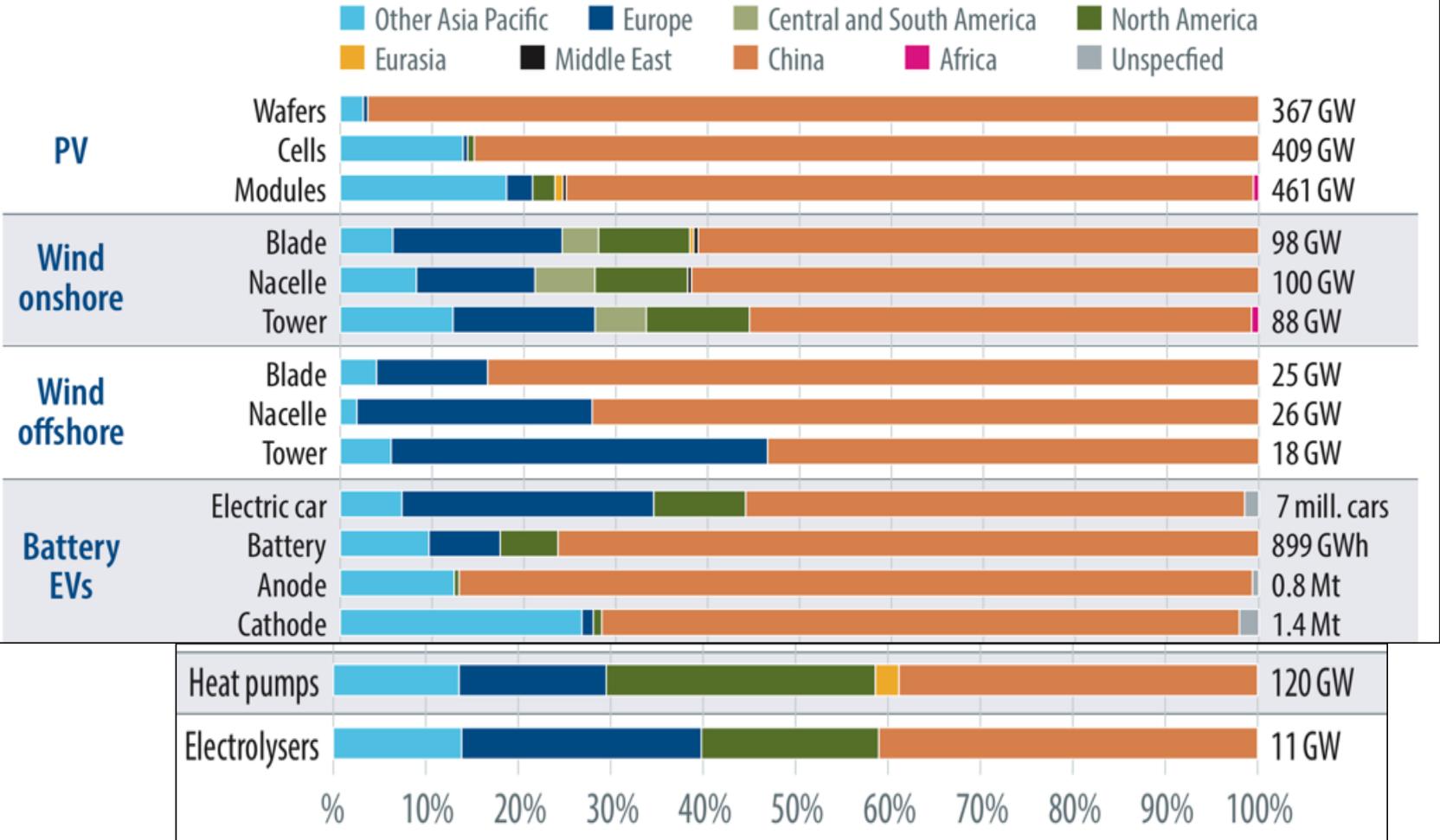
Global stock of battery-electric vehicles



# China hat als einzige Industrienation Bedeutung der erneuerbaren Energien strategisch erkannt und umgesetzt

**Regional shares of manufacturing capacity for selected mass-manufactured clean energy technologies and components, 2021**

Source: Alexa Capital / company reports



## 4. DEZEMBER 2023 VINCENT SHAW

HIGHLIGHTS DER WOCHE

INSTALLATION

CHINA



Solarpark von Trina Solar in Dachaidan, China. mit 670-Watt-Modulen der Vertex-Familie

# Indien folgt China auf dem Fusse

## Adani Green Energy sets up new subsidiaries

By Uma Gupta on Dec 14 2023, 3:05pm



“The main objective of the new subsidiaries is to generate, develop, transform, distribute, transmit, sell, supply any kind of power or electrical energy using wind energy, solar energy or other renewable sources of energy,” said the company.

# Solarstrom begründet neue Form kombinierter Landwirtschaft

9. NOVEMBER 2023 SANDRA ENKHARDT

INSTALLATION

POLITIK

DEUTSCHLAND

EUROPA



Baywa re errichtet sechs Agri-Photovoltaik-Anlagen in mehreren europäischen Ländern

## Researchers shed light on mysterious, higher energy yields in vertical PV systems

Scientists in the Netherlands have sought to understand the reason for unexpected gains in vertical PV systems and found that these installations have a much higher heat transfer coefficient than their horizontally deployed counterparts.

NOVEMBER 10, 2023 EMILIANO BELLINI

COMMERCIAL & INDUSTRIAL PV

MODULES & UPSTREAM MANUFACTURING

TECHNOLOGY AND R&D

UTILITY SCALE PV

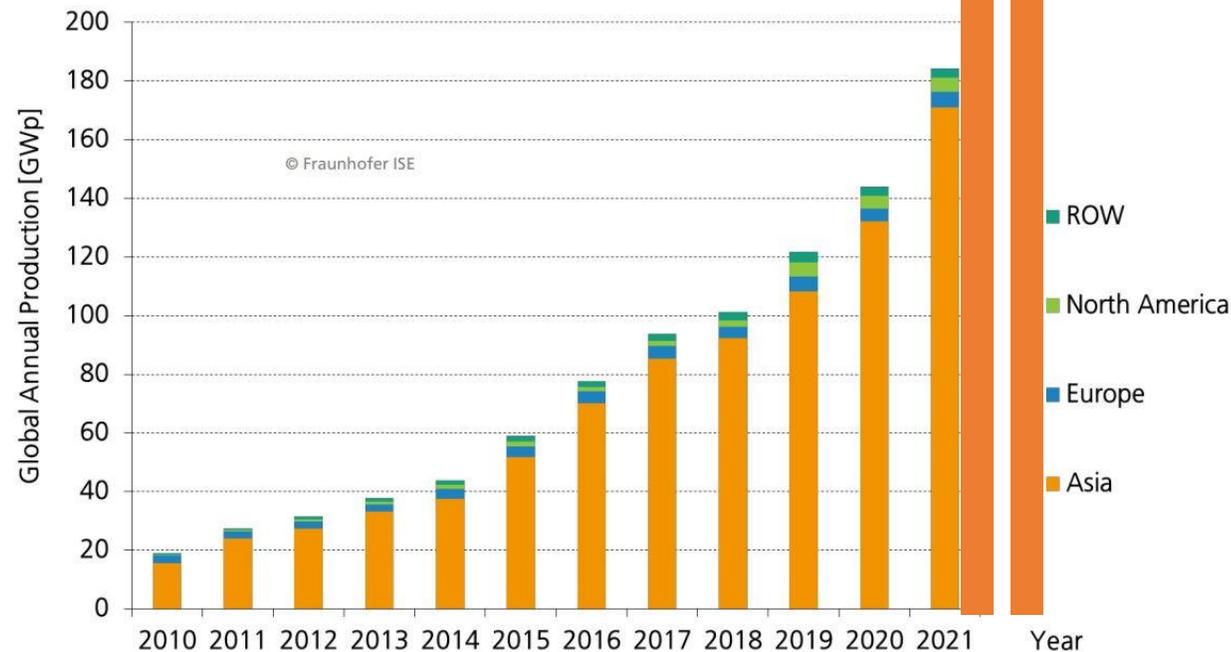
NETHERLANDS



**höhere Erträge mit vertikaler PV dank verstärkter Belüftung/Kühlung**

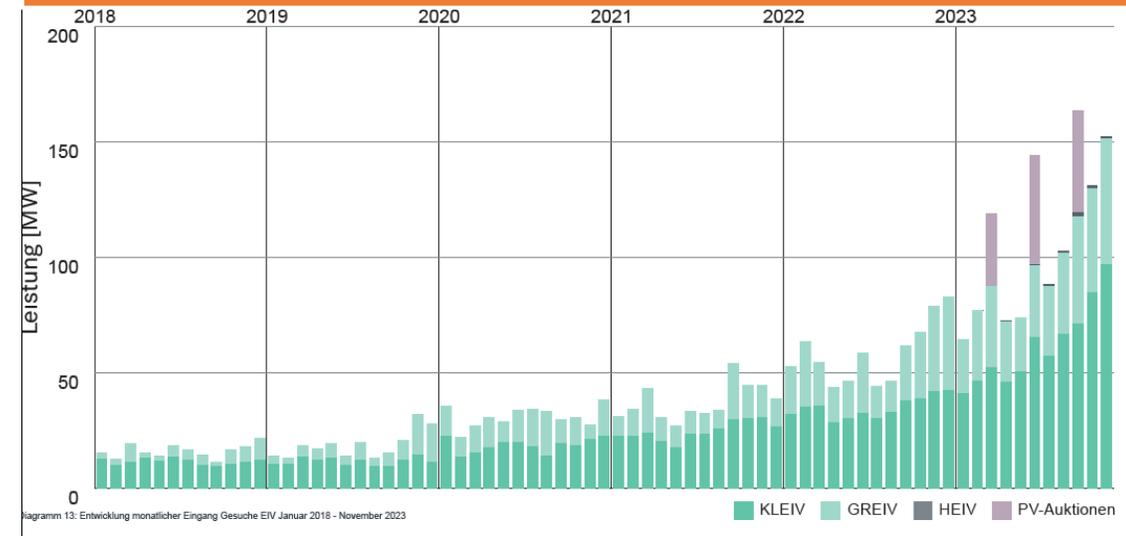
# Photovoltaik weltweit: Explosives Wachstum

2021 180 GW  
2022 260 GW  
2023 430 GW prognostiziert  
(n.b. > 50% China)



Data: Until 2020 IHS Markit; IEA 2021. Graph: PSE 2021; Date of data: 31-July 2022

## Schweiz: Versechsfachung der Installationen pro Jahr seit 2017



Faustregel: 8 GW solar entspricht Stromproduktion von 1 GW (1 AKW «Gösgen»)

# Lessons learnt

- Die Erhitzung beschleunigt sich.
- **Die Techniken für sauberen Strom sind da.**
- **Sie sind kostenminimal**
- **Sie stossen aber auf erbitterten Widerstand.**

# Übersicht

- **Ausblick: Trends, Preise, Innovationen**
  - Klima
  - Stromerzeugung
  - **Elektrofahrzeuge**
  - Speicher
- **Atomenergie in Konflikt mit Nachhaltigkeit**

# Vermeidung, Verlagerung, Dekarbonisierung, Siegeszug des E-Bikes

Das billigste Verkehrsmittel ist jenes, das man nicht braucht.

## Pyramide einer klimaneutralen und nachhaltigen Mobilität



**3** Auch der verbleibende Verkehr muss verbessert werden, um den Energieverbrauch zu reduzieren. Von entscheidender Bedeutung ist dabei der energieeffiziente Elektroantrieb.

**2** Verkehr und Transport, der sich nicht vermeiden lässt, sollte auf umweltfreundliche Verkehrs- und Transportmittel (zum Beispiel Fahrrad, Bus und Bahn) verlagert werden.

**1** Der umweltfreundlichste Verkehr und Transport ist jener, der ganz vermieden werden kann. Mit einer nachhaltigen Standort- und Raumplanung der kurzen Wege, aber auch mit Telearbeit oder der Bildung von Fahrgemeinschaften, sowie durch regionale Produktions- und Handelsverflechtungen mit kurzen Transportwegen, lässt sich

# EU-Ziele werden von Automobilwirtschaft unterstützt: Milliarden-Investments

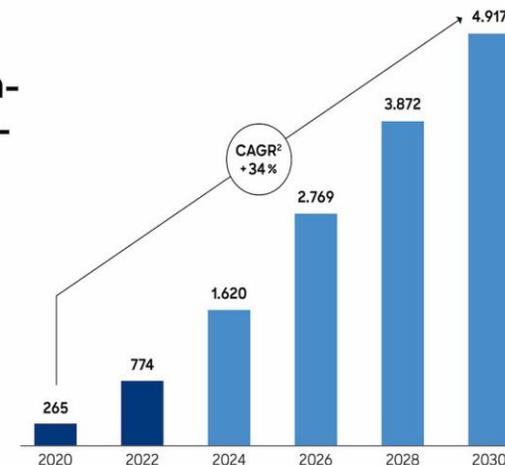
## “FIT FOR 55” REGULIERUNGSPAKET DER EU TIEFERE CO<sub>2</sub>-ZIELE FÜR PW, LIEFERWAGEN



Source: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541)  
 Factsheet: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869687/Transport\\_Fact\\_sheet\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869687/Transport_Fact_sheet_EN.pdf)

- Ab 2035 nur noch emissionsfreie Zulassungen
- Revival der städtischen Lebensqualität
- E-Bike: steigende Bedeutung
- Sharing-Angebote

### Erwartete globale Marktnachfrage nach Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Batterien<sup>1</sup> [GWh]

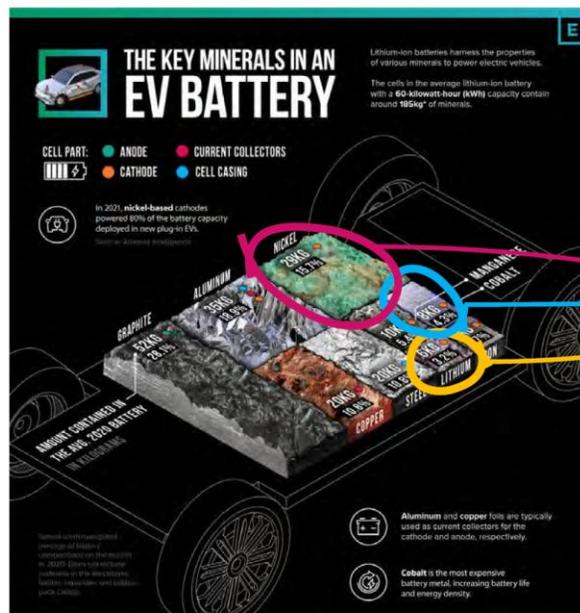


<sup>1</sup> Natrium-Ionen Marktdurchdringung im Basis-Szenario  
<sup>2</sup> BEV (batterieelektrische Fahrzeuge), 2- & 3-Räder und ESS (Stationärspeicher); CAGR bezieht sich auf Gesamtbedarfsbedarf, inklusive Bedarf durch Natrium-Ionen

Quelle IHS, SMM, Roland Berger

# Trotz hohem Wachstum 2021-2023 keine Materialknappheit

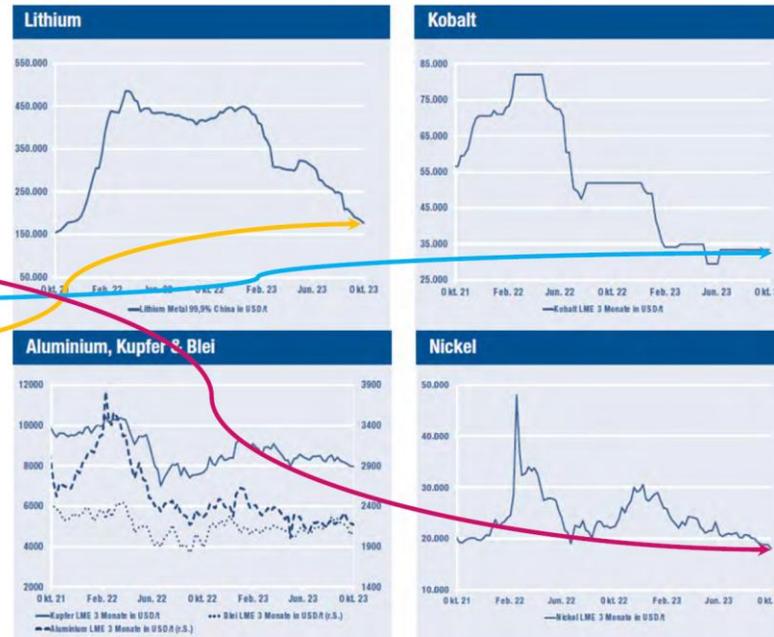
Preise stabil für  
Lithium,  
Kobalt,  
Nickel,  
Kupfer,  
Aluminium  
Blei  
bei hoher Volatilität (Covid).



**Lithium:**  
990 US\$

**Cobalt:**  
264 US\$

**Nickel:**  
535 US\$



Quelle: Visual Capitalist, 02.05.2022, The Key Minerals in an EV Battery  
<https://elements.visualcapitalist.com/the-key-minerals-in-an-ev-battery/>

Quelle: MBI e-mobility materials 27. März 2023 | Nr. 6

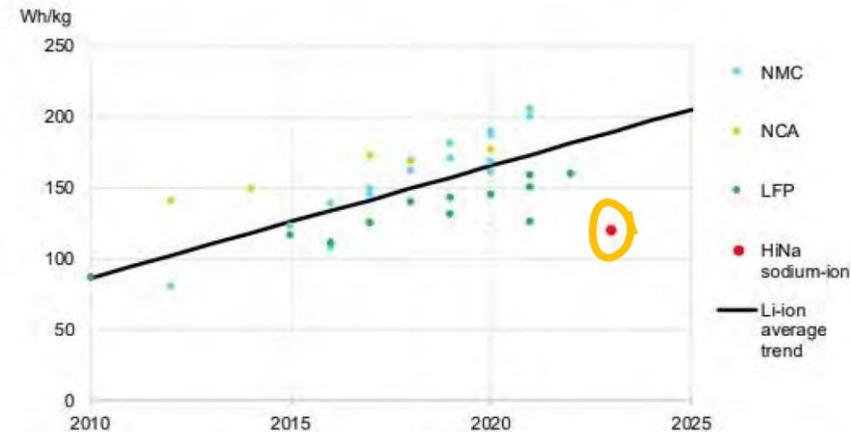
# Neue Batterien ohne seltene Metalle: LFP, Natrium

## EINE ZUKUNFT OHNE LITHIUM (UND KOBALT)



Quelle: Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-21/electric-vehicle-batteries-of-the-future-may-be-lithium-less>

Figure 1: Gravimetric energy density of lithium-ion and sodium-ion battery packs



Source: BloombergNEF, HiNa Battery. Note: LFP is lithium iron phosphate, NCA is nickel cobalt aluminum oxide, NMC is nickel manganese cobalt oxide, and these are types of lithium-ion batteries.

Kürzere Ladezyklen (15 Minuten?)  
begünstigen Reduktion der Speichergröße  
und senken Fahrzeuggewicht.

Preise stationärer Batterien konvergieren

### Prices Converge Across Sectors

Historical average pack prices by sector

/ E-bus & commercial (China)    / Passenger BEV  
/ Stationary storage    / E-bus & commercial (ex. China)



Source: BloombergNEF 2023 Lithium-Ion Battery

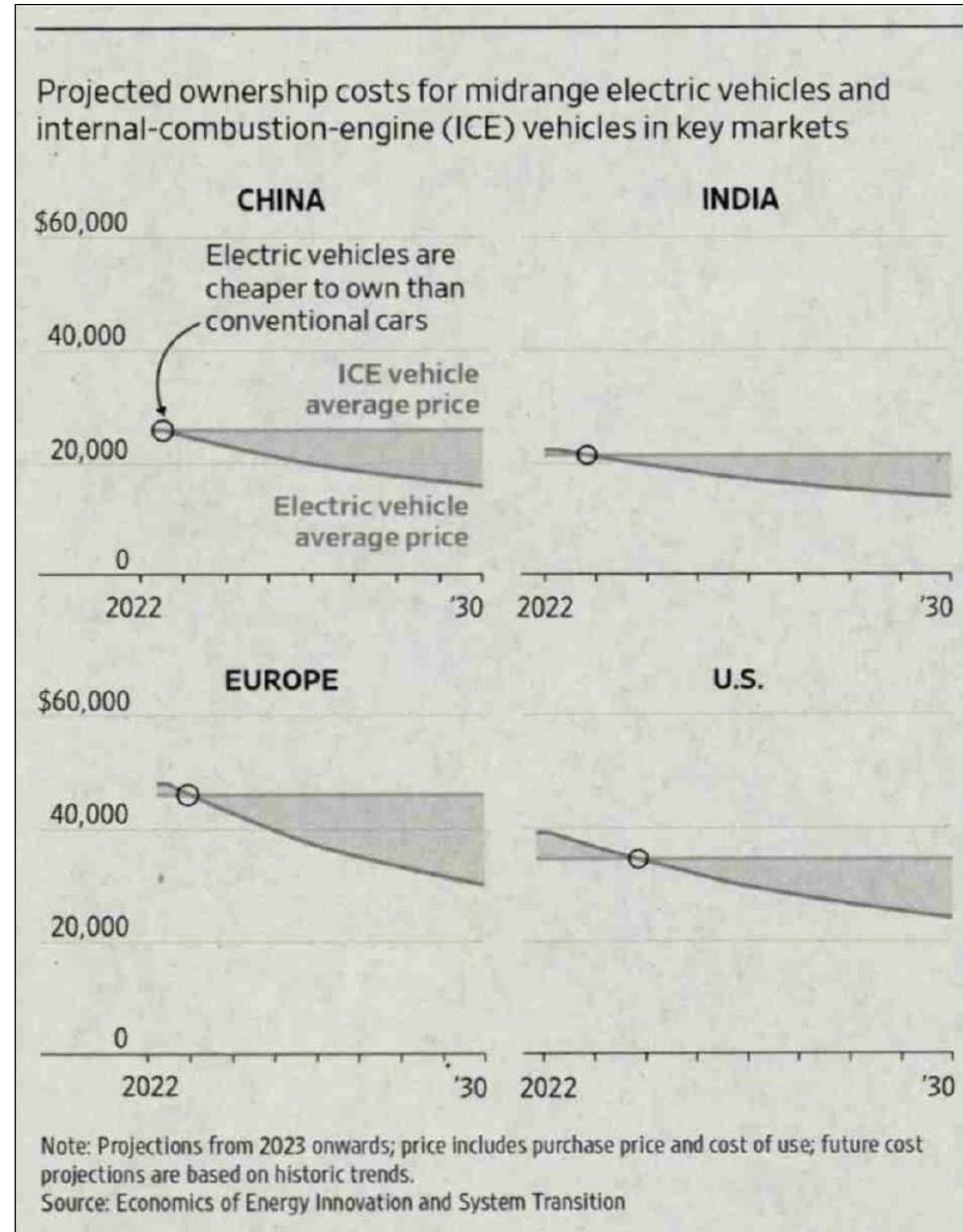
Elektrofahrzeuge im Betrieb bereits am billigsten.

Nun sinken auch die Anschaffungskosten

Benziner werden zur teuersten Fahrzeugvariante

Minimalkosten bereits heute in China.

Protektionismus kann Transition verzögern.

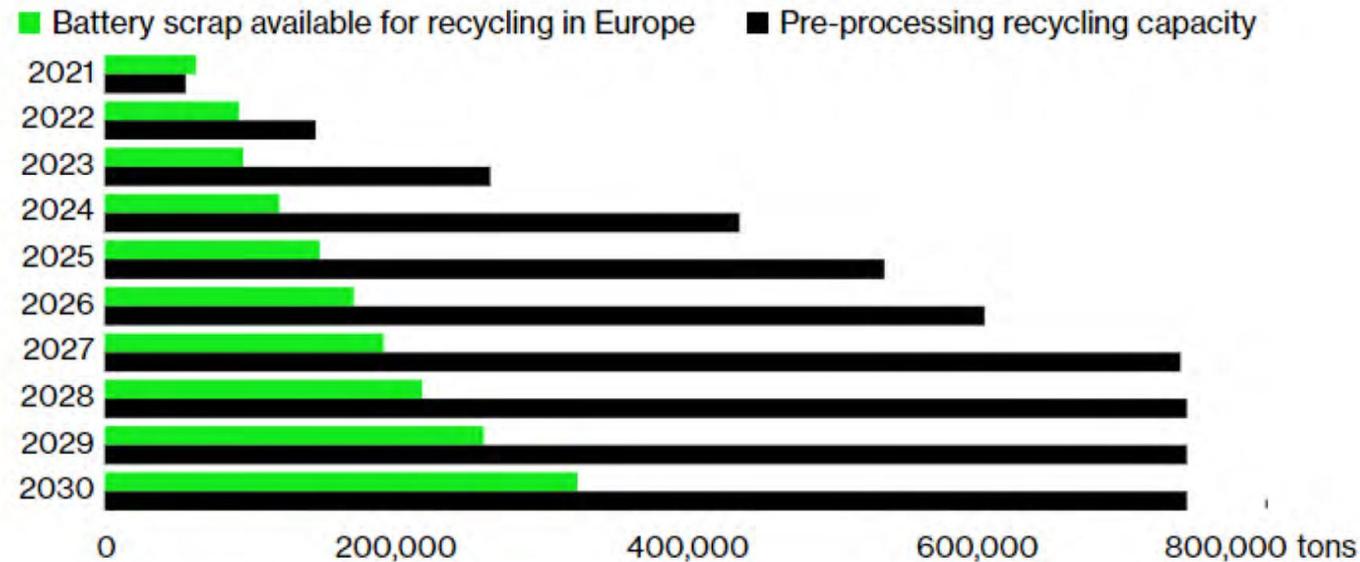


# Recyclingkapazität übersteigt Bedarf

## BATTERIERECYCLING RECYCLINGKAPAZITÄTEN ÜBERSTEIGEN NACHFRAGE

### Battery Recyclers Face a Supply Crunch

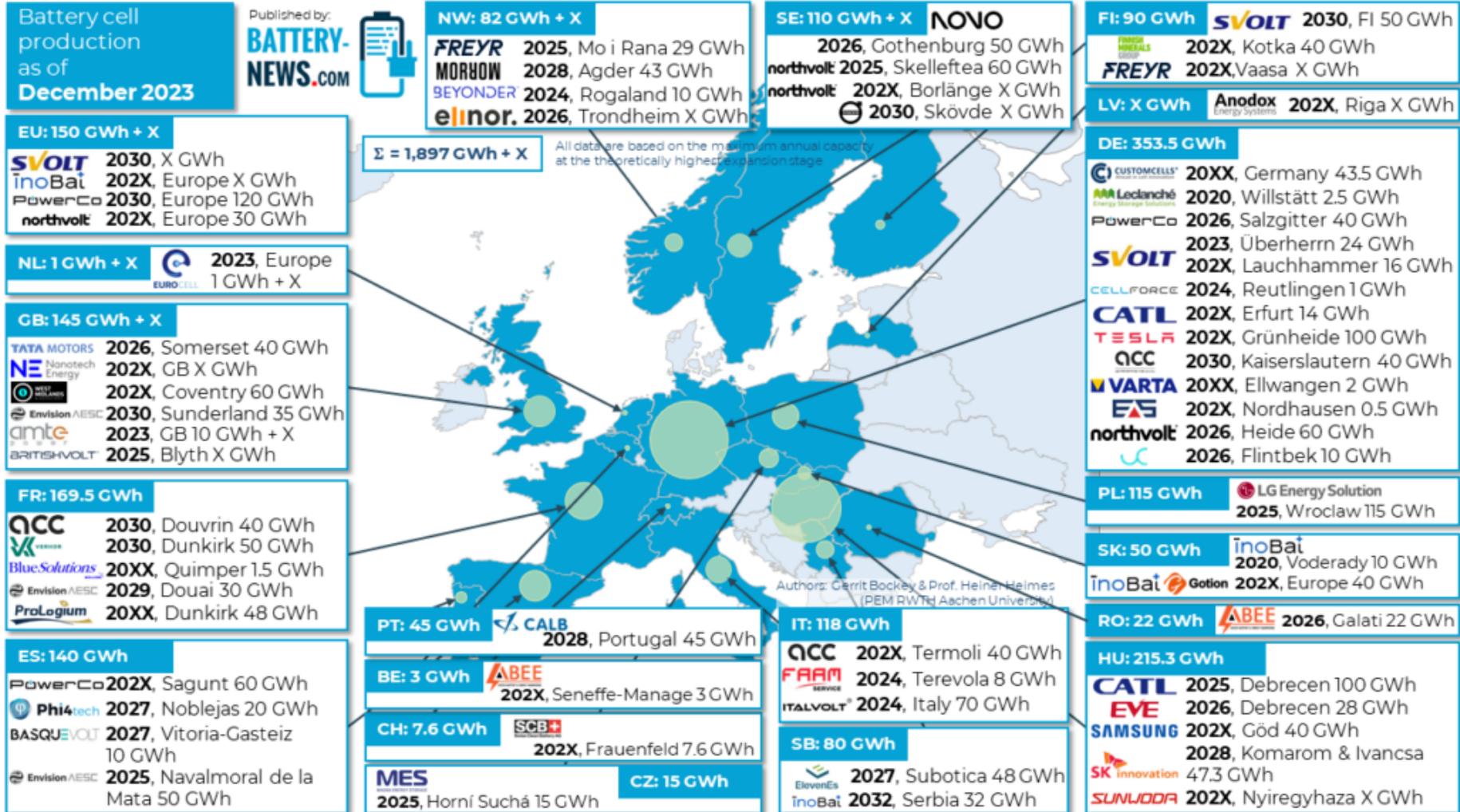
Recycling capacity is set to grow far faster than the supply of battery scrap



Source: Circular Energy Storage

Quelle: Bloomberg 1. September 2022:  
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-01/the-next-big-battery-material-squeeze-is-old-batteries>

# Explosives Wachstum der Batterieherstellung weltweit und in Europa



# Lessons learnt

- Die Erhitzung beschleunigt sich.
- Die Techniken für sauberen Strom sind da.
- Sie sind kostenminimal
- Sie stossen aber auf erbitterten Widerstand.
- **Elektrofahrzeuge beschleunigen Innovationen und Speicher, Effizienz und Digitalisierung. Grosse Zahlungsbereitschaft.**

# Übersicht

- **Ausblick: Trends, Preise, Innovationen**
  - Klima
  - Stromerzeugung
  - Elektrofahrzeuge
  - **Speicher**
- **Atomenergie in Konflikt mit Nachhaltigkeit**

# Speichertechniken: die wichtigen Fragen

- **Schwarzstartfähigkeit: Inbetriebnahme ohne fremde Energiezufuhr**
- **Ramping-Zeit (vom Start bis Vollast)**
- **Wirkungsgrad**
- **Reichweite in h, Tage**
- **Dauerhaftigkeit (Anzahl Zyklen)**
- **Kosten? Lernkurve?**
- **Degression der Leistung über Jahre**
- **Offenheit für Sektorkopplung**
  - **Nutzung der Abwärme? Kundennähe?**
  - **Standorte zentral oder dezentral?**
- **Platzbedarf**

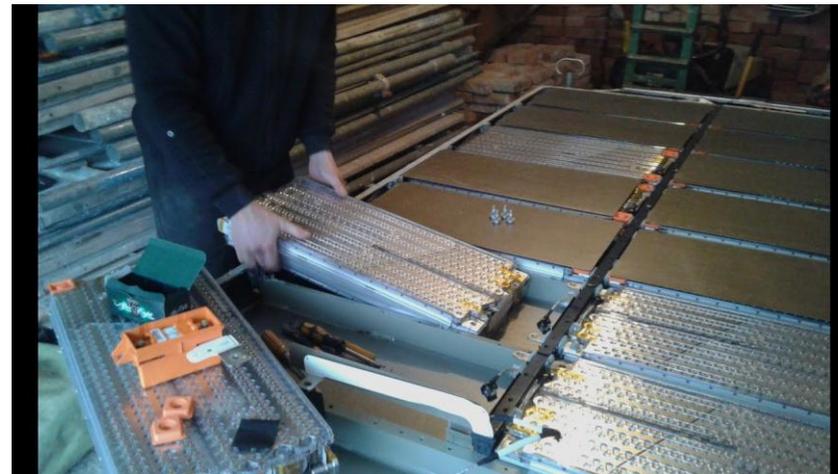
# Neue Speicherdesigns & Massenfabrikation



Li-Ion-Batterie von Tesla  
Gigafab 1 in  
Fremont/Nevada

Weitere «Gigafabs»:

- Grünheide D
- Schanghai China
- Texas USA

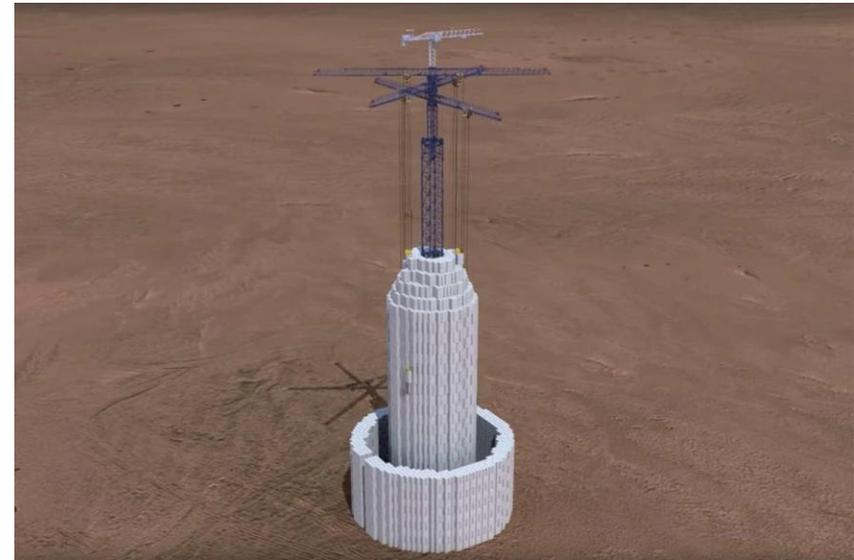


# Neue Speichertechniken

## Turmspeicher – kinetische Energie



Energy Vault: ein 120 Meter hoher Turm ermöglicht Speicherung von 35 MWh elektrische Energie.



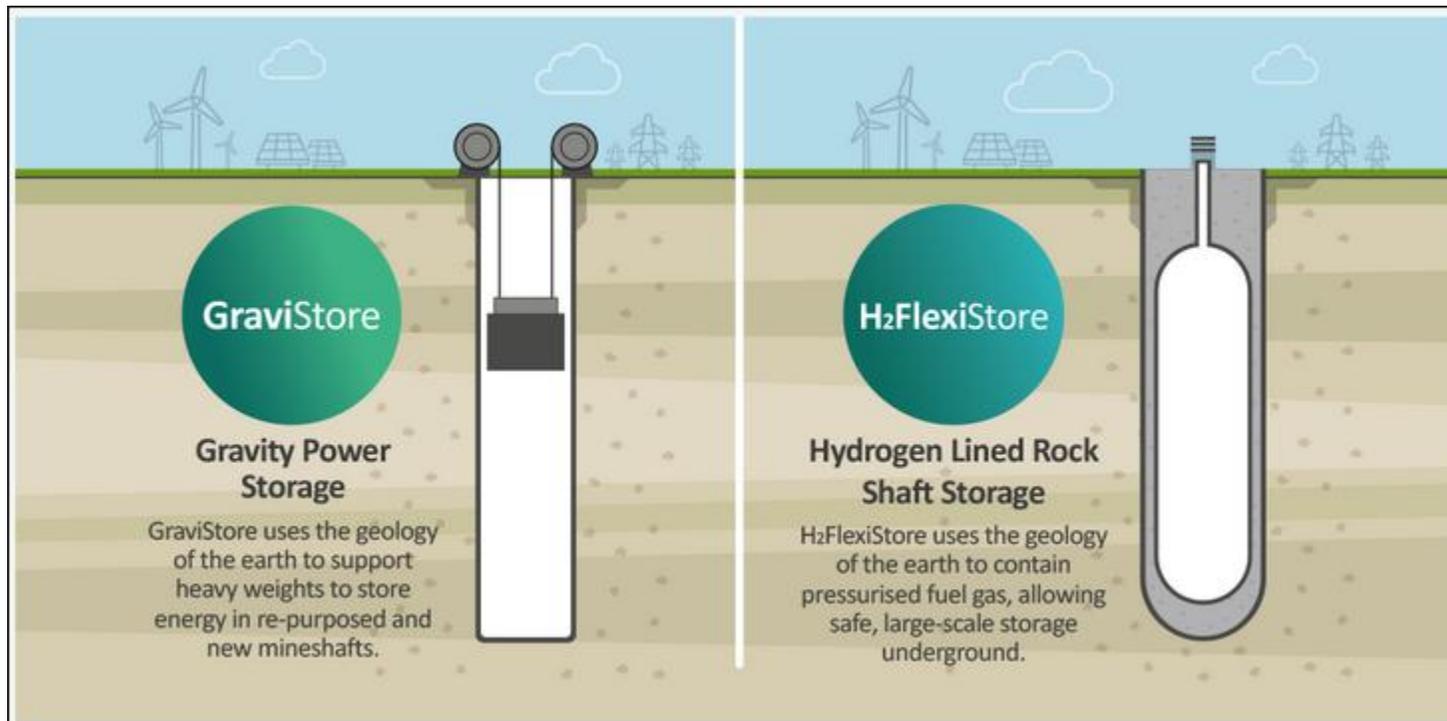
Kinetische Energie  
35-Tonnen-Blöcke werden  
wiederkehrend auf und abgebaut.  
Testanlage

Energy Vault (Tessin/CH)

Neue Speichertechniken

# Diversifikation der Technologien nach Funktion und Laufzeit

**ABB treibt Entwicklung von unterirdischem  
Schwerkraftspeicher voran**



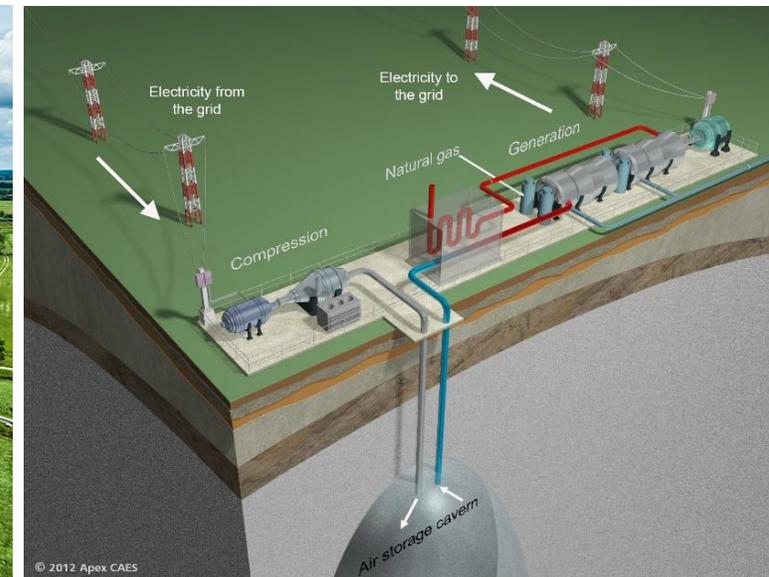
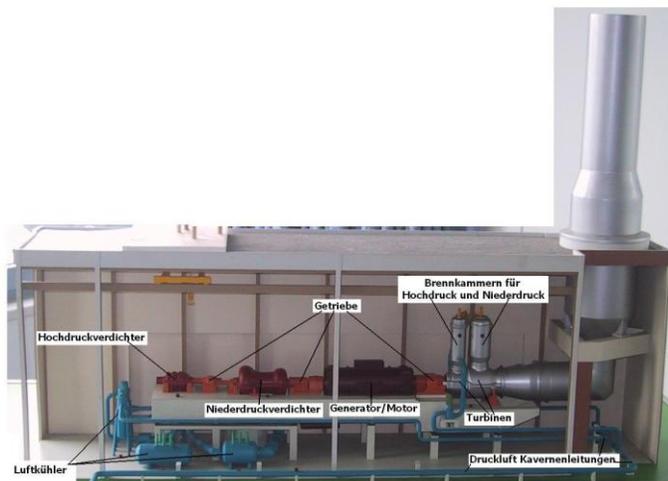
# Neue Speichertechniken Druckluft-Kombi

Druckluftspeicher  
Huntorf BRD seit 1978

321 MW maximale Leistung  
Ca. 5 h Laufzeit  
72 bar in 600 m Tiefe  
Kombination mit Erdgas



Hydrostor's  
Goderich CAES  
facility in Ontario.



# Neue Speichertechniken Luftverflüssigung



liquid-air storage

Highview Power's 5MW/15MWh  
Pilsworth pilot project in Greater  
Manchester, northern England.

Photo: Highview Power



# Neue Speichertechniken Redox Flow (Vanadium)



Redox-Flow-Batterie bei Fraunhofer in Dfrestel

**Redox Flow Batterie**  
**Forschungsanlage (links)**  
**Kommerzielle Anlagen (links unten)**

## Vorteile und Nachteile von Redox-Flow-Batterien:

- **Unabhängige Skalierbarkeit von Leistung und Kapazität**
- **Gute Sicherheit (nicht brennbar)**
- **Gute Recyclingfähigkeit, einfache Rückgewinnung der Aktivsubstanzen**
- **Hohe Lebensdauer: 15 bis 20 Jahre wahrscheinlich**
- **Energiedichte geringer als bei Lithium-Ionen-Speichern**
- **Vanadium unterliegt hohen Preisschwankungen, kritischer Rohstoff**



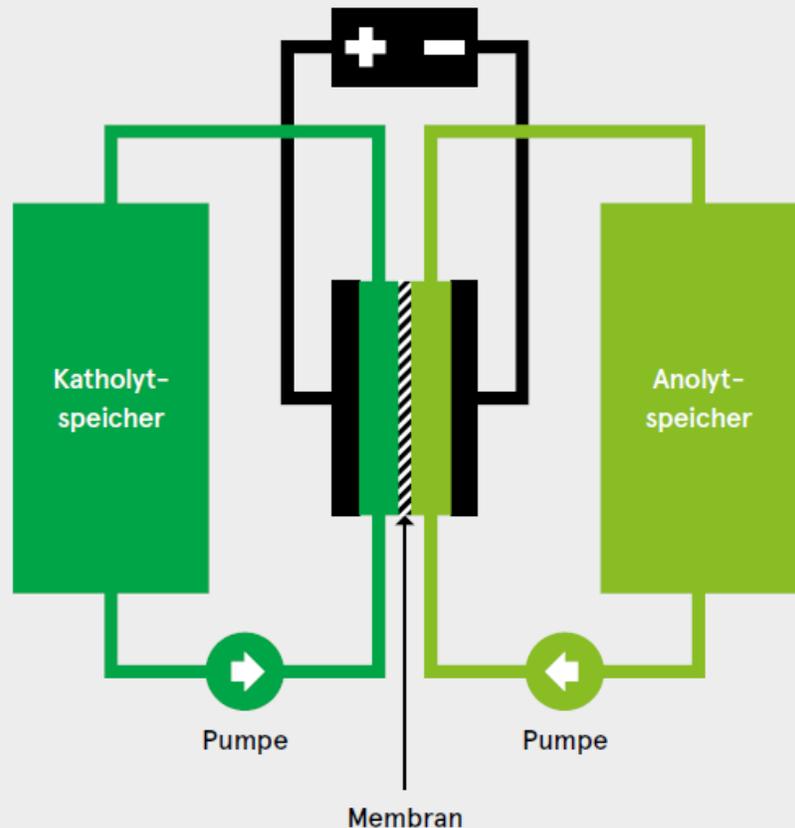
*Vanadium-Redox-Flow-Batterie  
VoltStorage Smart für Privathaushalte.*

# Neue Speichertechniken

## Redox Flow Salz-Batterie

### Salzbatterie «Jena Batterie»

So funktioniert die metallfreie Redox-Flow-Batterie von JenaBatteries



Die metallfreie Redox-Flow-Batterie von JenaBatteries im Vergleich

	Blei-Akku	Lithium-Ionen-Akku	Vanadium-RFB	JenaBatteries RFB
Rohstoffverfügbarkeit	○	—	○	+
Ausweichstoffe	—	—	—	+
Skalierbarkeit	—	—	+	+
Gesamtkosten über Lebensdauer	—	○	○	+
Einkaufspreis	+	—	—	○
Wartung	—	○	+	+
stationäre Anwendung	+	○	+	+
mobile Anwendung	—	+	—	—
Brennbarkeit	+	—	+	+
Entwicklung entzündlicher Gase	—	—	—	+
rapide Überhitzung	+	—	+	+
Lebensdauer	—	○	+	+

# Neue Speichertechniken Hochtemperatur-Wärmespeicher



Siemens Hochtemperaturspeicher  
(links): Wärme in Steinen  
gespeichert  
Rückverstromung via Dampfturbine

Mehrtagespeicher  
Warmwasser:  
bewährt, billig



## Der neue Wärme- speicher

Nach einer intensiven Bauphase steht der Wärmespeicher betriebsbereit. Im Sommer wurde der Speicher mit Wasser gefüllt und seit Mitte August ist der Wärmespeicher in Betrieb.



Hochtemp  
Speicher  
Kraftblock

# Lithiumbatterien obsiegen gegenüber Wasserstoff, und Fördermengen sind erstaunlich klein



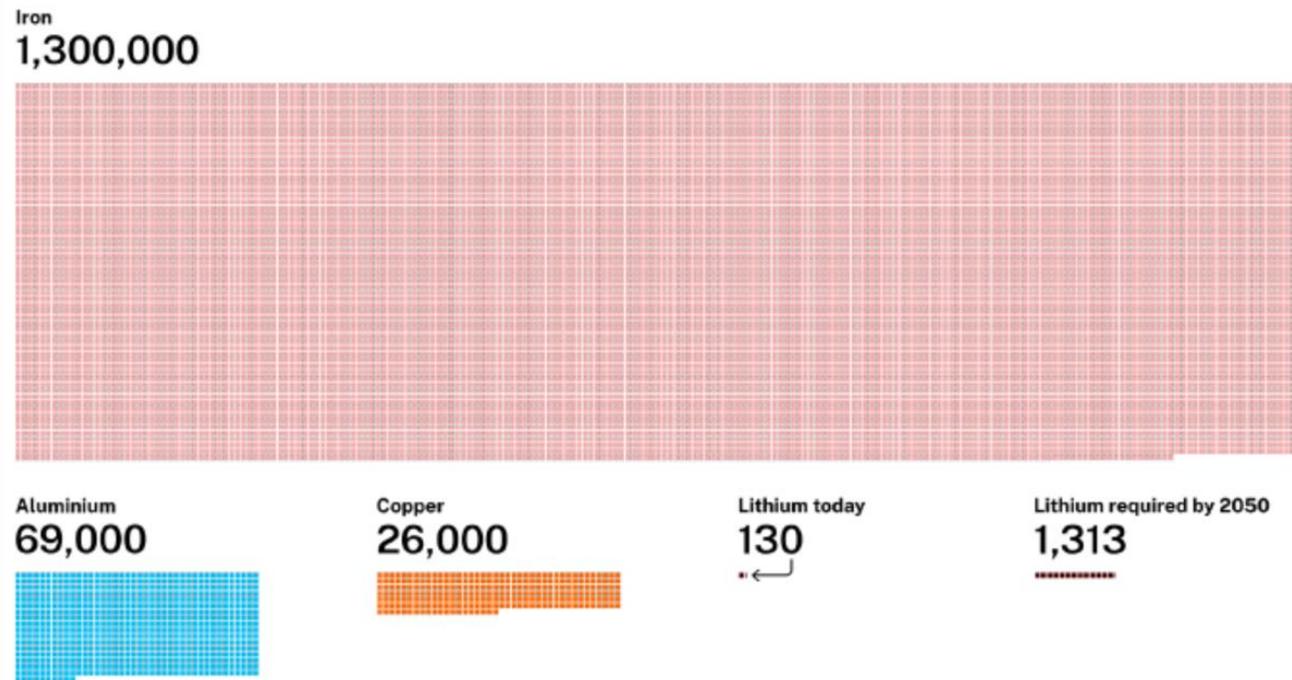
## Global hydrogen car sales continue to fall amid collapse in South Korean market, despite surge in China and US

Sales for first seven months of 2023 are down 9.6% year on year, according to data from South Korea's SNE Research

12 September 2023 7:45 GMT UPDATED 12 September 2023 8:00 GMT  
By Polly Martin

Worldwide sales of hydrogen-powered fuel-cell electric vehicles (FCEVs) dropped 9.6% year-on-year over the first seven months of 2023, amid a downturn in their largest market, South Korea, according to Korean consultancy SNE Research.

Figure 22: Metals we mined in 2022, in kilotonnes

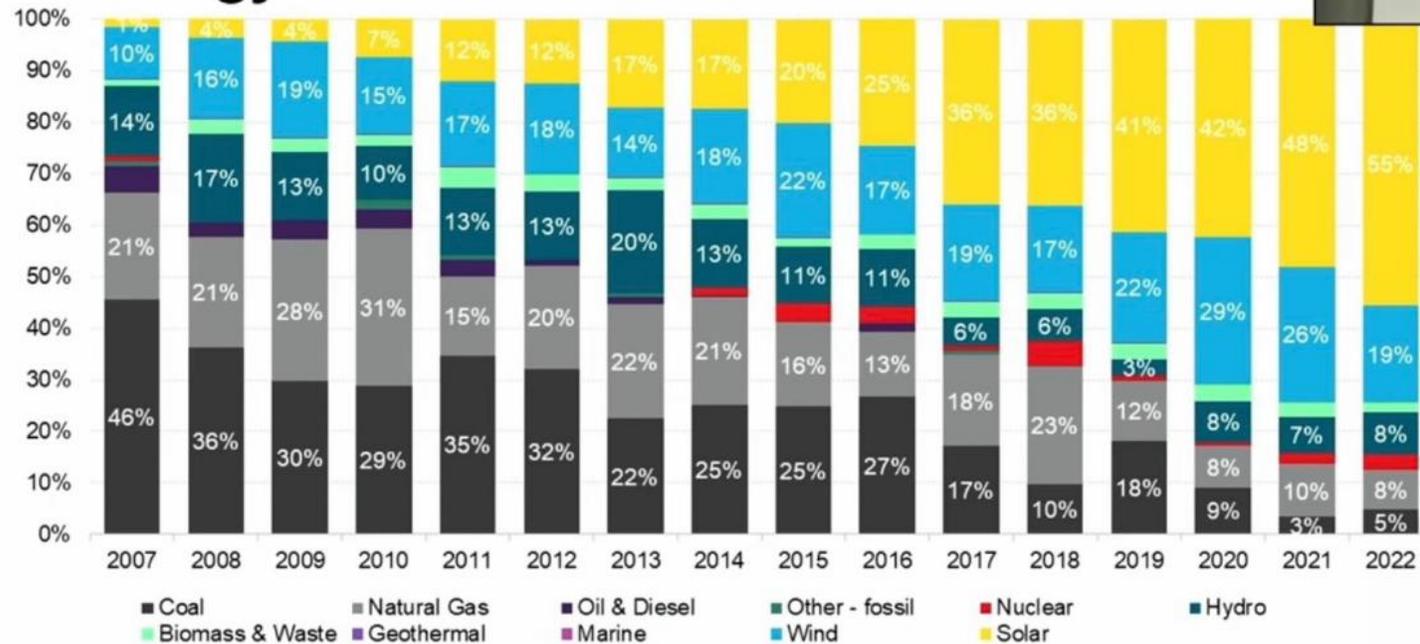


Large increases in the production of critical minerals will be required for the energy transition. The chart element at bottom right shows a forecast by the International Energy Agency of lithium demand in 2050, for example. The rest of the graph shows current production levels of various metals, leading us to believe that future lithium demand can be met.

Source: USGS and the IEA

# Sonne und Wind erobern den Weltmarkt an neu installierter Leistung Jahr für Jahr

## Share of global capacity additions by technology

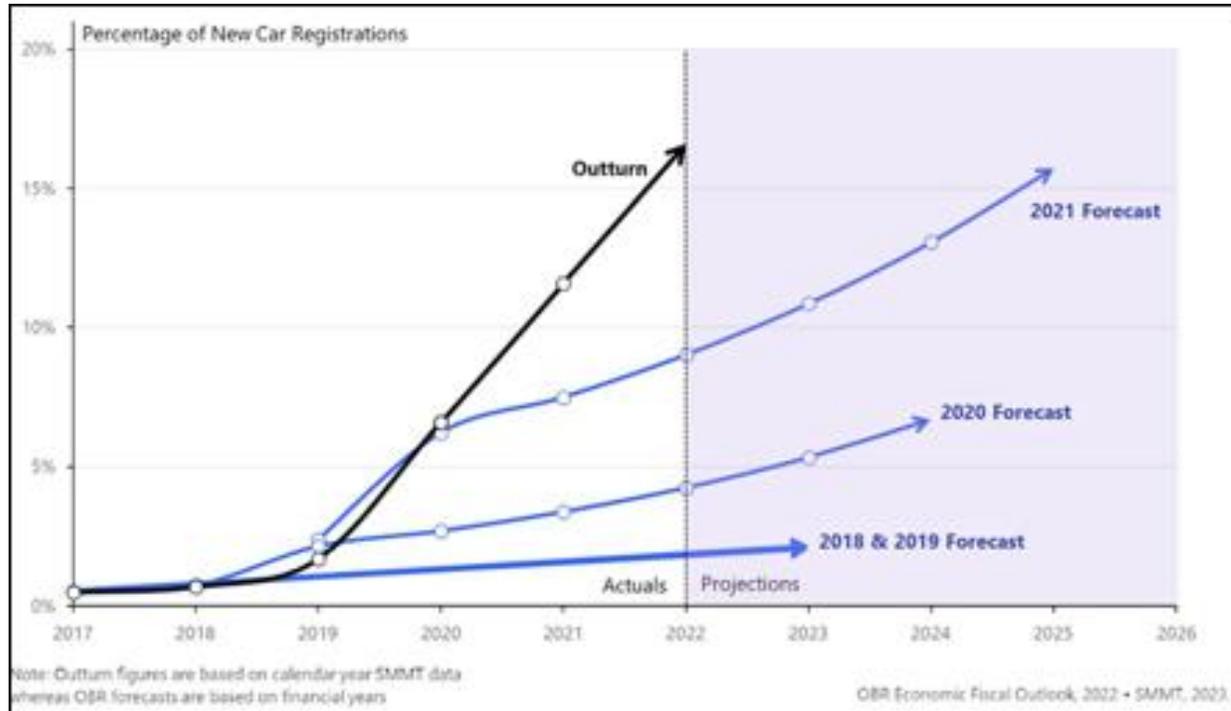


74%  
wind & solar

Global capacity additions excluding retirements

Source: BloombergNEF

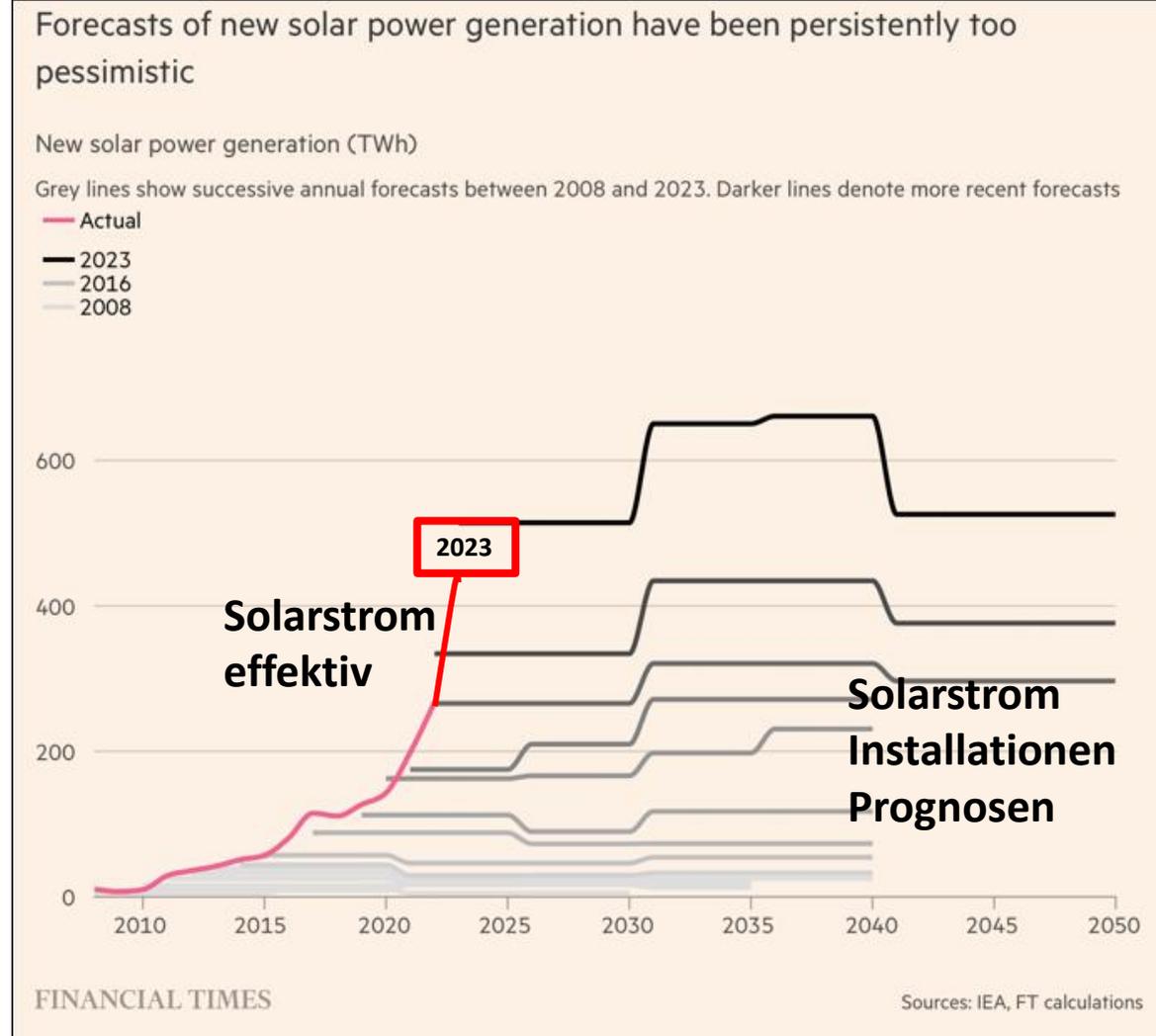
# Das Tempo der Transition wird aus strategischen Gründen gezielt unterschätzt



Die fossilen Lobbies und die Atomlobby verfolgt seit Jahrzehnten eine Strategie des Kleinredens der Bedeutung von sauberen erneuerbaren Energien.

Dadurch verspäten sich die begleitenden Infrastrukturen:

- Ladestationen
- Netzausbau
- Atomausstieg



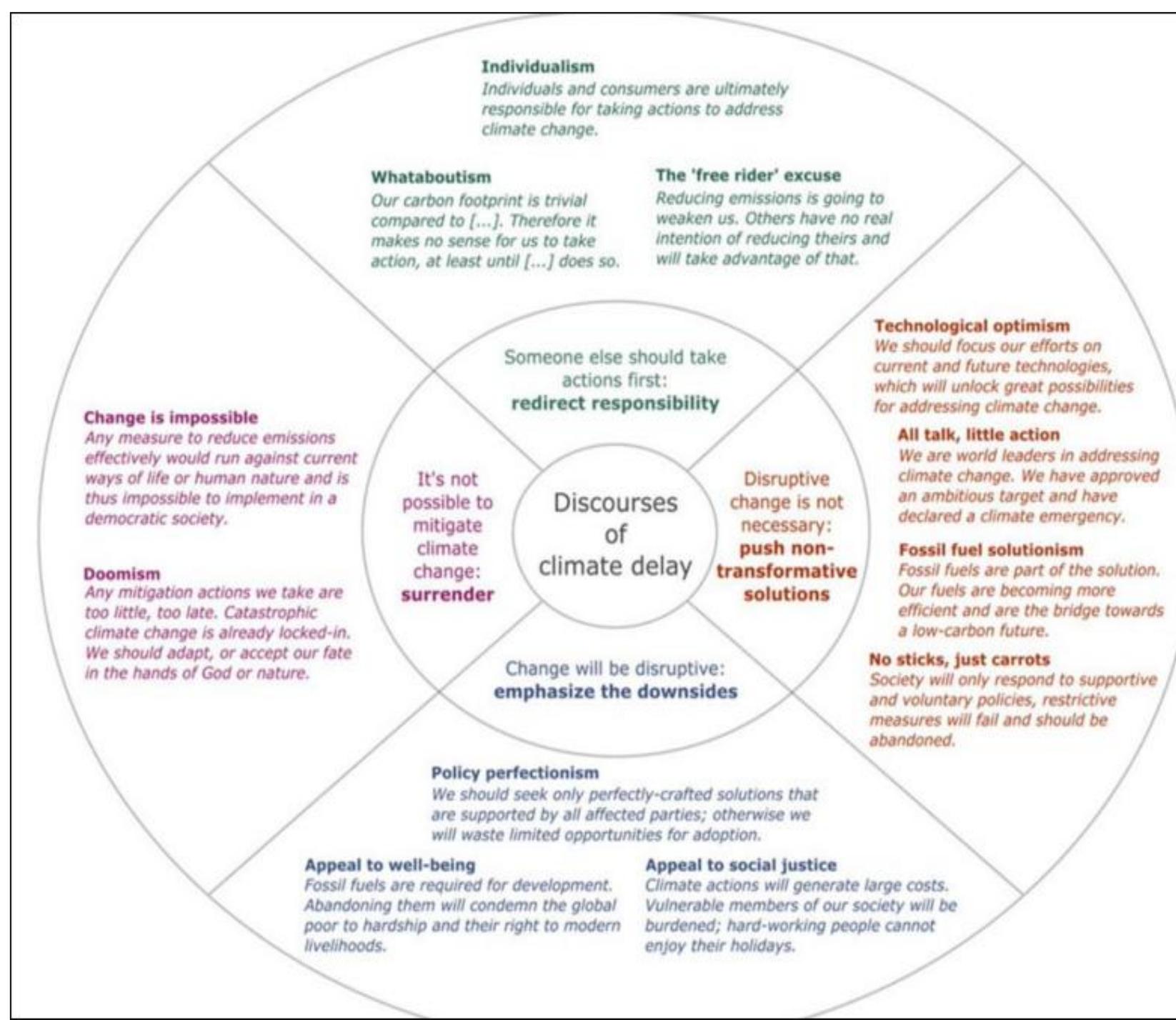
# Wenn der Preis kein Hindernis mehr ist, wie kann man die Transition dann beschleunigen?

- 1. Beseitigung der Bewilligungspflicht für PV-Anlagen auf versiegelten Flächen**
- 2. Solarpflicht für Neubauten, Altbauten, Infrastrukturen (Dächer, Fassaden)**
- 3. Vereinfachung und Verkürzung Bewilligungsverfahren für alle übrigen**
- 4. Auktionen für Vergütungen mit Zinsschwankungsklausel versehen**
- 5. Netzanschlusspflicht der Netzbetreiber an Fristen binden**
- 6. Windzonen festlegen**
- 7. Planung & Bau von transnationalen Gleichstrom- und Offshore-Wind-Netzen**
- 8. Bau von Netzanschlüssen mit tatsächlichen Investments verknüpfen**
- 9. Einführung von Intraday-, Termin- und PPA-Märkten, wo nicht geschehen**
- 10. «Connect and manage» Schema anstelle von Wartefristen**

# Verschiebung des Diskurses

Nicht mehr die Existenz der Klimaerhitzung wird bestritten, sondern bestritten wird

- die Möglichkeit der Bekämpfung
- die Notwendigkeit der Bekämpfung
- die Rezepte zur Bekämpfung
- die Verantwortung für die Bekämpfung



# Lessons learnt

- Die Erhitzung beschleunigt sich.
- Die Techniken für sauberen Strom sind da.
- Sie sind kostenminimal
- Sie stossen aber auf erbitterten Widerstand.
- Elektrofahrzeuge beschleunigen Innovationen und Speicher, Effizienz und Digitalisierung. Grosse Zahlungsbereitschaft.
- Unterschiedliche Speichertechniken erleichtern Integration von witterungsbedingt fluktuierender Energie und Dekarbonisierung dank Sektorkopplung.
- **Netto-Null ist eine Frage des Wollens. Und sie ist überlebenswichtig.**

# Übersicht

- Ausblick: Trends, Preise, Innovationen
  - Klima
  - Stromerzeugung
  - Elektrofahrzeuge
  - Speicher
- **Atomenergie in Konflikt mit Nachhaltigkeit**

# Argumente der Atomlobby gegen erneuerbare Energien

Die drei Vorsitzenden der Atomkonzerne (bis 2012):  
Heinz Karrer, CEO Axpo bis 2014  
Giovanni Leonardi, CEO Alpiq bis 2012 (früher Atel)  
Kurt Rohrbach, CEO Bernische Kraftwerke bis 2013 (BKW)



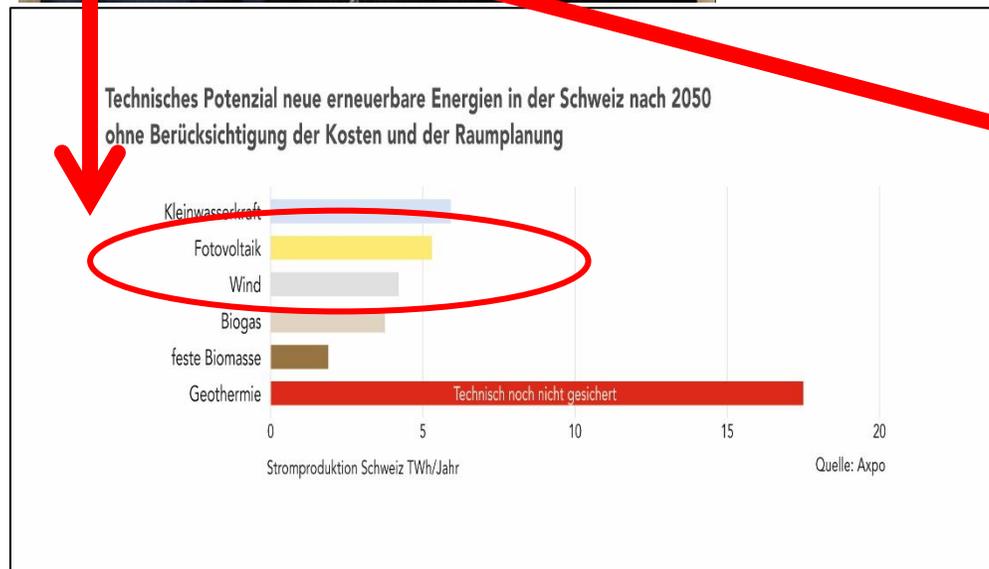
## Das BKW-Märchen (Originalgrafik)

**Technologien**

- **Neue erneuerbare Energien**  
noch nicht konkurrenzfähig,  
fehlendes Potenzial
- **Neue Technologien**  
wie Kernfusion, Brennstoffzellen,  
H<sub>2</sub>, Deep Heat Mining
- **Wasserkraft**  
weitgehend ausgeschöpft

Schliessen der  
Energielücke  
Schweiz:  
zwei Optionen:  
• Gaskraftwerke  
• Kernkraftwerke

Partner for  
ItoI  
energy



## Das Axpo-Märchen (Originalgrafik)

**atel**

### Energiepotenzial: Dezimalstellen und Proportionen

**00,00**

Für die beiden Dezimalstellen vor dem Komma benötigen wir in der Schweiz und in Europa neue grosse Kraftwerke.

Neue erneuerbare Energien sind wichtig. Aber: Sie lösen das Problem auf den beiden Dezimalstellen hinter dem Komma.

Aare-Tessin AG für Elektrizität | Mediengespräch 30.11.2006 | Page 12 |

## Das Alpiq-Märchen (Originalgrafik)

# Atomkraft und Atomwaffen sind extrem etatistische (staatsnahe) Techniken

Bild vom 30.10.2013 Ankündigung Schliessung des AKW Mühleberg:  
Verzicht auf Nachrüstung, Schliessung terminiert 20.12.2019



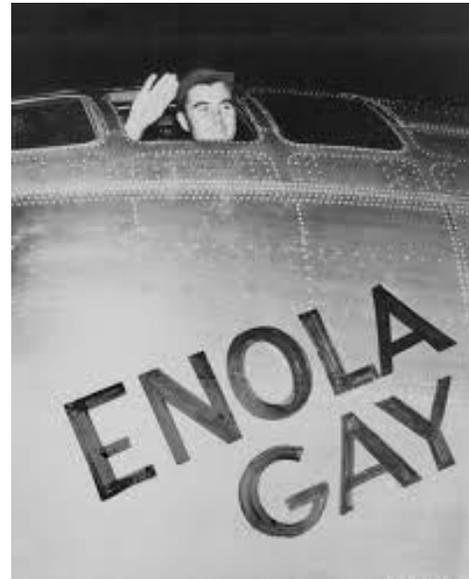
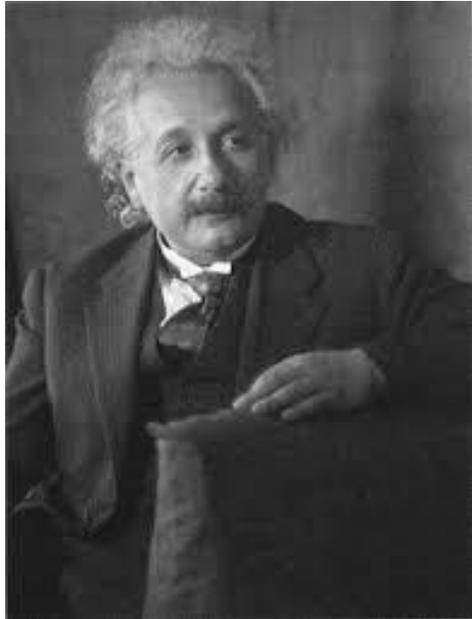
Susanne Thoma,  
CEO BKW

Ehemaliger  
Regierungsrat Urs  
Gasche, Präsident  
BKW

(BKW, Bernische  
Kraftwerke)

# Am Anfang stand Wettlauf um Kriegstechnik

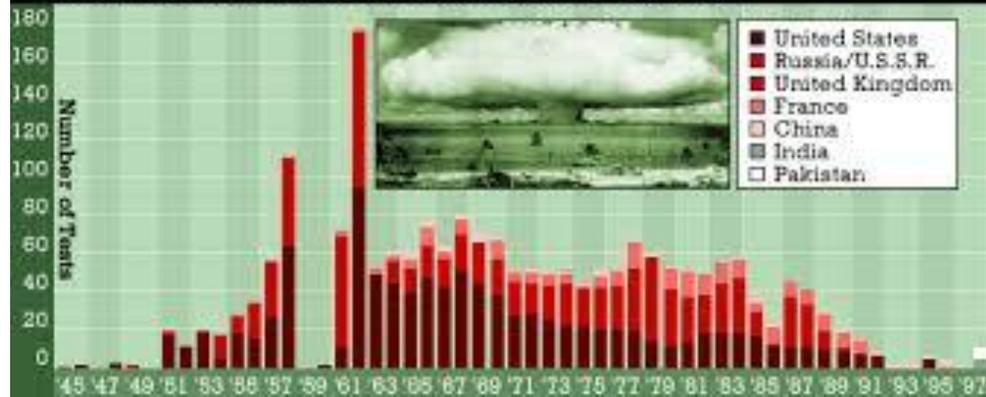
USA, Russland, China, Frankreich, UK, Israel, Nordkorea, Indien, Pakistan, Japan (?)



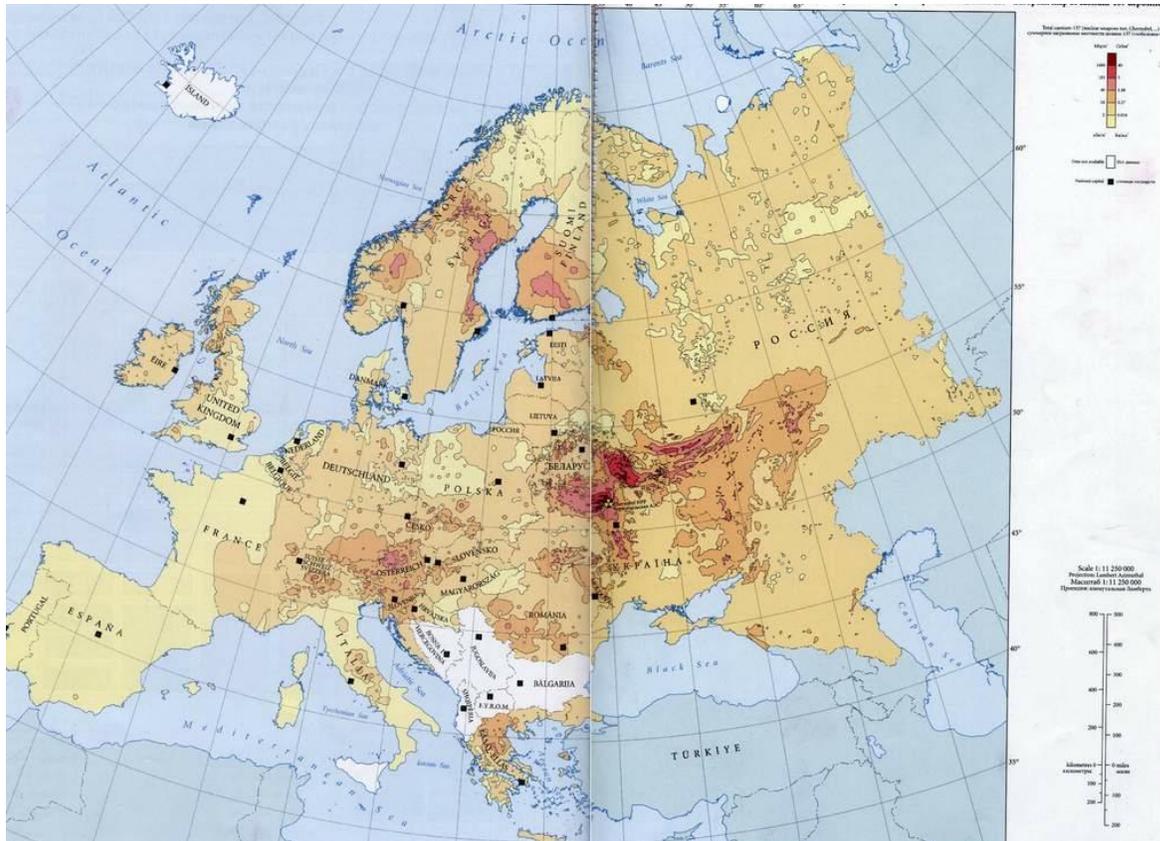
Bis Ende 1945  
140'000 Tote



Known Nuclear Tests Worldwide 1945-98

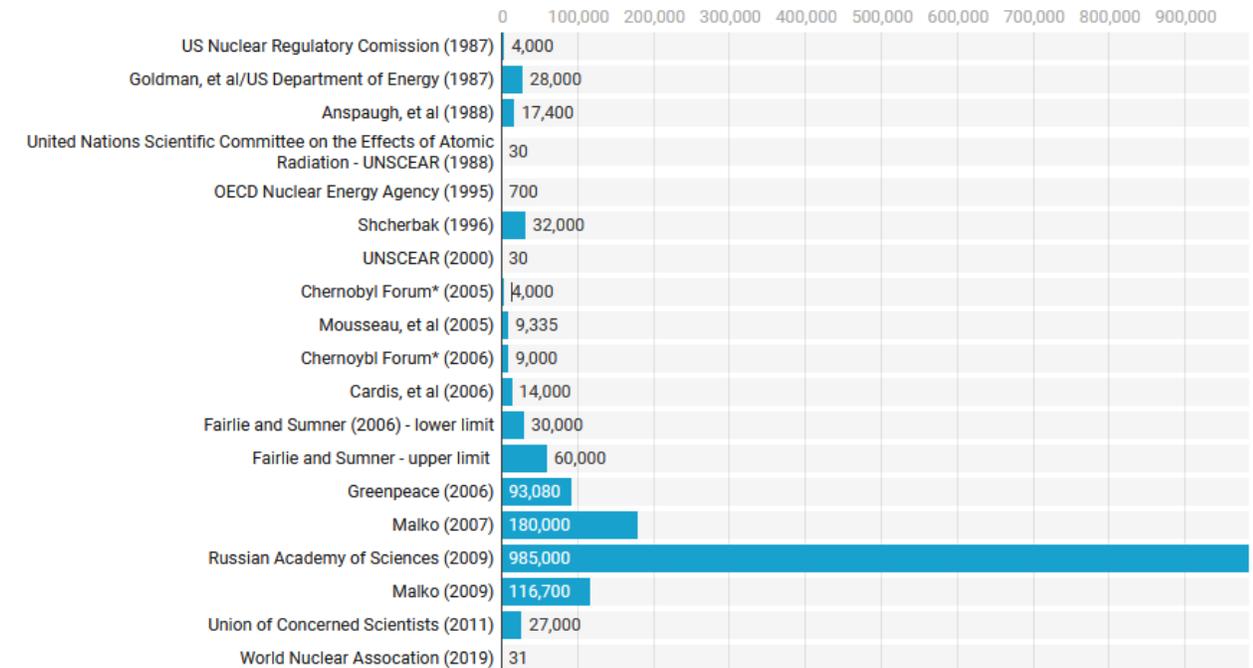


# Schätzungen über vorzeitige Todesfälle in Tschernobyl: Zwischen 30 (unmittelbar) bis mehr als 1 Million (langfristig)



## Predicted Total Deaths

Listed chronologically.



\*The Chernobyl Forum represents eight groups including the pro-nuclear IAEA, UN, WHO, and UNSCEAR.

[Get the data](#) · Created with [Datawrapper](#)

## Verstrahlung in Europa

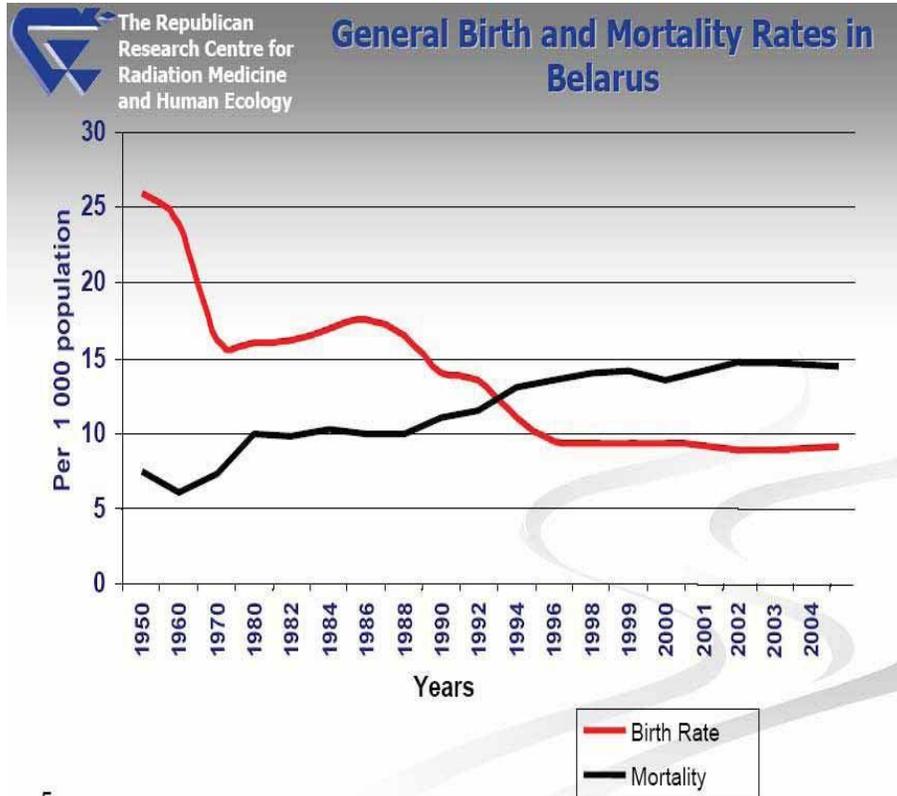
[Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident, 1998]

<https://ds-pages.swarthmore.edu/reactor-room/projects/conflicting-casualties>

Janette D. Sherman-Nevinger, «Chernobyl. Consequences of the catastrophe for people and the environment», Annals of the New York Academy of Science, Volume 1181

# Erhöhte Mortalität

## Viele Opfer und keine Gerechtigkeit



- 400'000 km<sup>2</sup> kontaminiert
- Verseuchte Lebensmittel (Cs137, Sr<sup>90</sup>)
- Zunahme**
  - **der Radioaktivität in menschlichen Körpern**
  - der Morbidität
  - der Hospitalisationen
- Neue Krankheitsbilder
- Vernachlässigung der Opfer
- Schikanen gegen kritische Strahlenmedizin, zB. Inhaftierung Prof. Bandashevsky (Belarus)

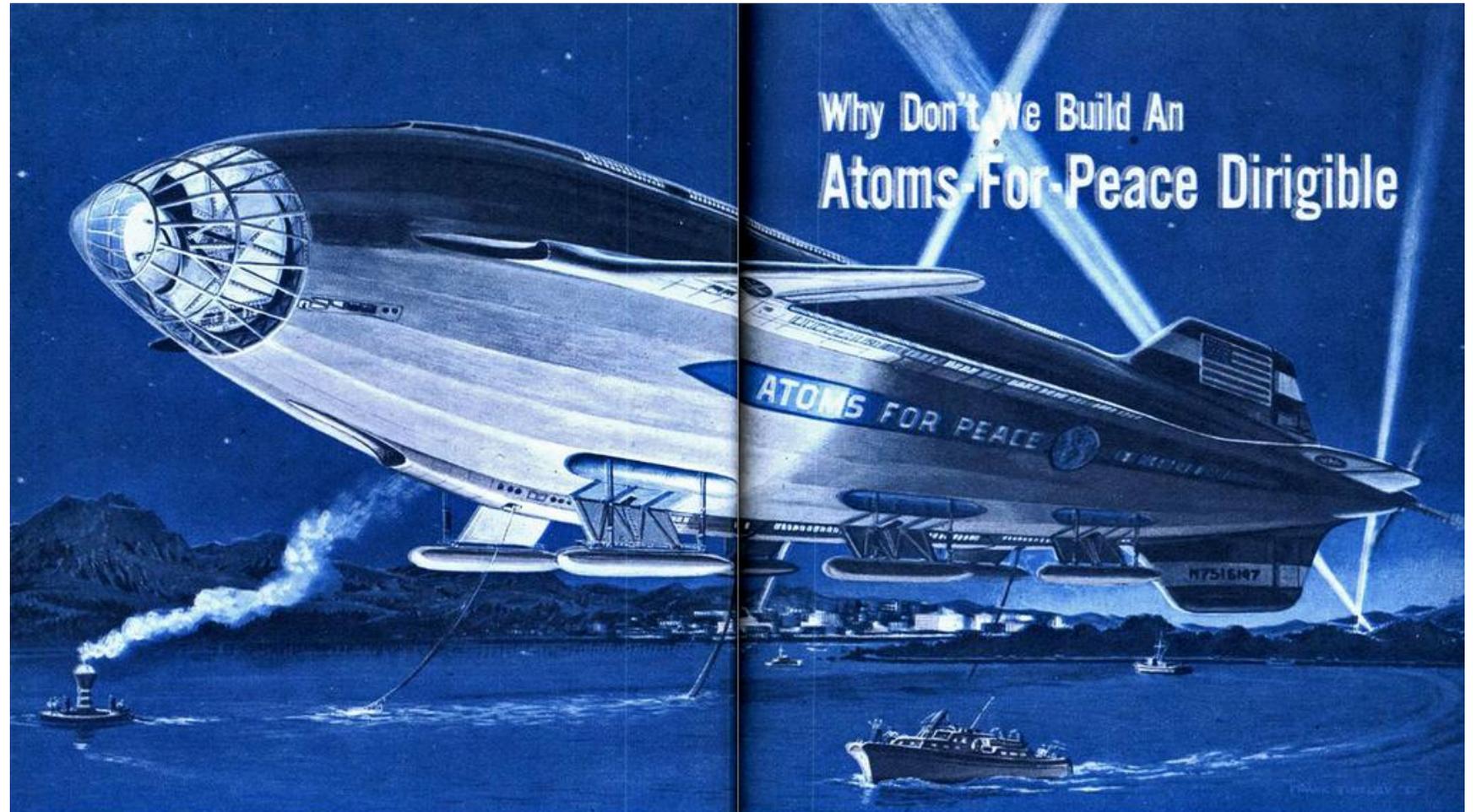
# Messianisches Versprechen: «Atoms for Peace»



Dwight D. Eisenhower

«Friedliche  
Kernenergie» zum  
Nullpreis  
(«too cheap to meter»)

geboren aus einem  
Schuldkomplex



Here's how MI's atomic dirigible would look hovering. The huge radar-domed craft has

retractable pontoons which would enable it to land in harbors of countries it visited.

# Widerstand gegen Risiken der Atomtechnik & der Atomwaffen

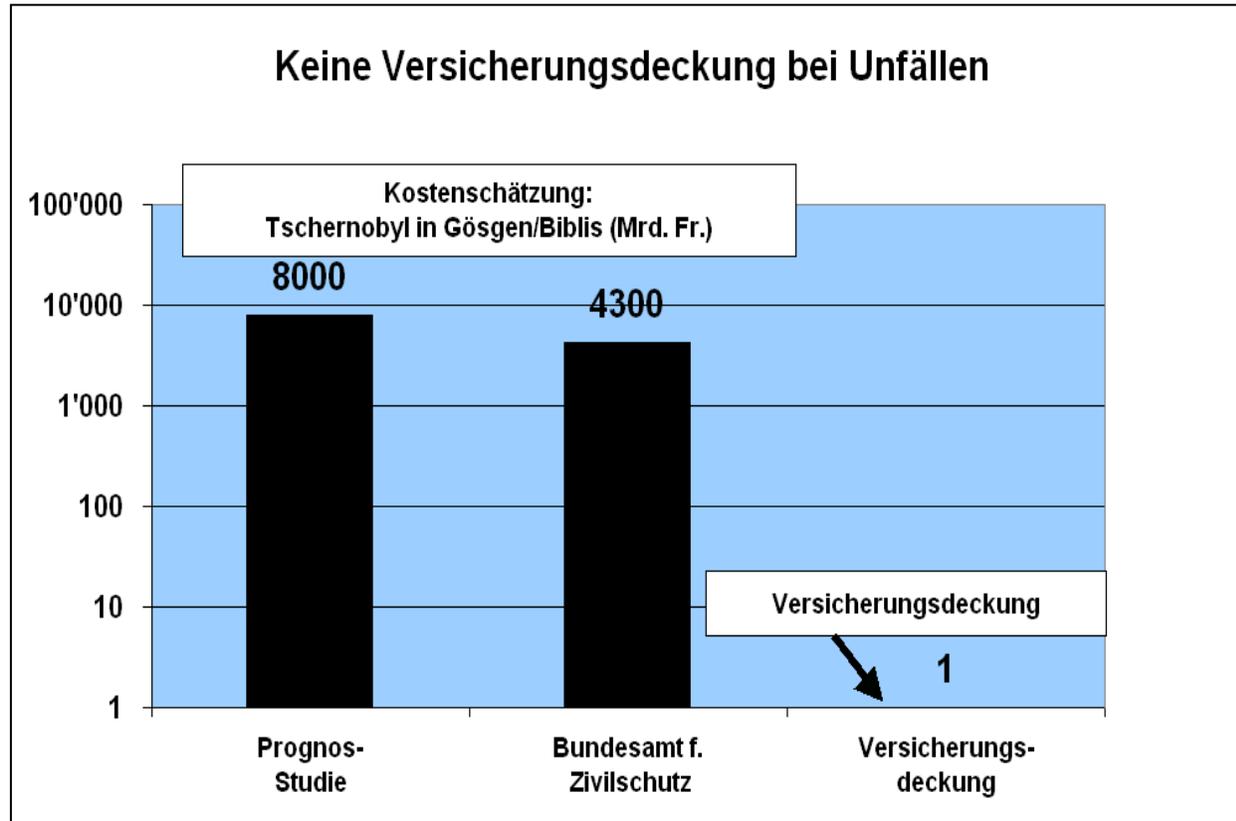


D/CH: Widerstand gegen Kaiseraugst und Wyhl 1974/1975  
brachte eine Wende: statt geplante 10 letztlich nur 5  
Atomreaktoren in der Schweiz

# Zahlreiche völlig irrationale Privilegien für Atomstrom

- 1. Fehlende Haftpflicht-Versicherung bei grossen Unfällen**
  - Kosten von Tschernobyl / Fukushima: Hunderte Milliarden CHF Folgekosten
  - Fehlende Krebsregister in den Standortkantonen (bis 2010) zwecks Verwedelung
  - Verzögerte Krankheitsbilder (Krebs, Immunschwäche usw.)
- 2. Forschung, Entwicklung und Markteinführung auf Staatskosten – auch nach 60 Jahren**
  - Erste Reaktoren direkt aus dem Bundesbudget finanziert (ETH),
  - CH kumuliert > 4, international >1000 Mrd.\$, versteckte Subventionen in Militärbudgets
- 3. Ungedeckte Entsorgungskosten**
  - Verzögerte Finanzierung,
  - Ungenügende Mittel
- 4. Quersubventionen innerhalb des Stromsektor**
  - Wasserkraft subventionierte die Atomkraft («Mischtarif«)
  - CH-Strommarkt nicht geöffnet
- 5. Kapitalaufnahme mit staatlichen Garantien, grosszügige Förderung**
  - Staatsgarantie verschafft billige Zinsen, Preisgarantien sorgen für abgesicherten Absatz

# Versicherungstechnische Unterdeckung grösste indirekte Subvention



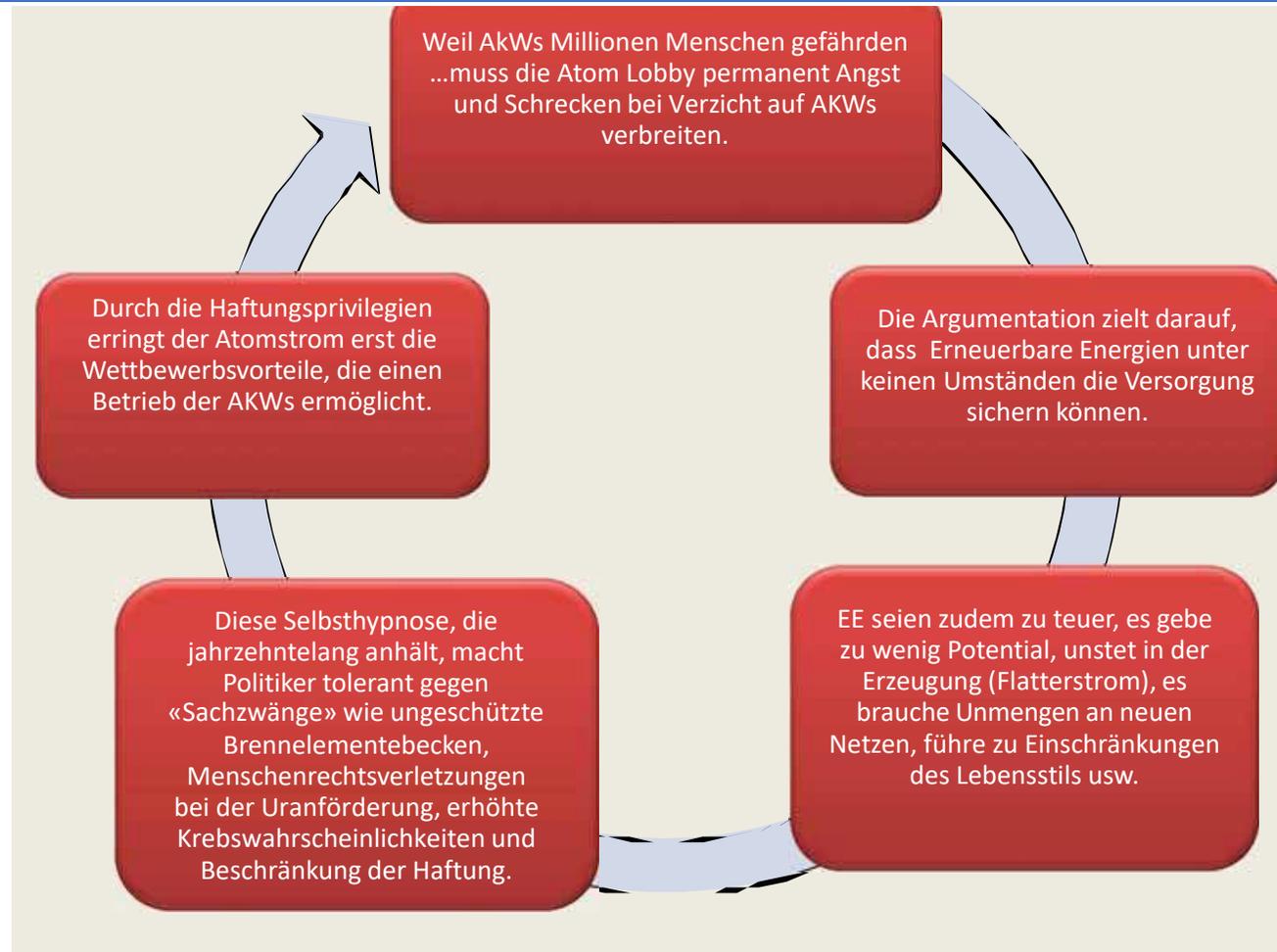
**Bundesamt für Zivilschutz: Katanos 1995**

**«Atomunfall „= grösstes Risiko der Schweiz»**

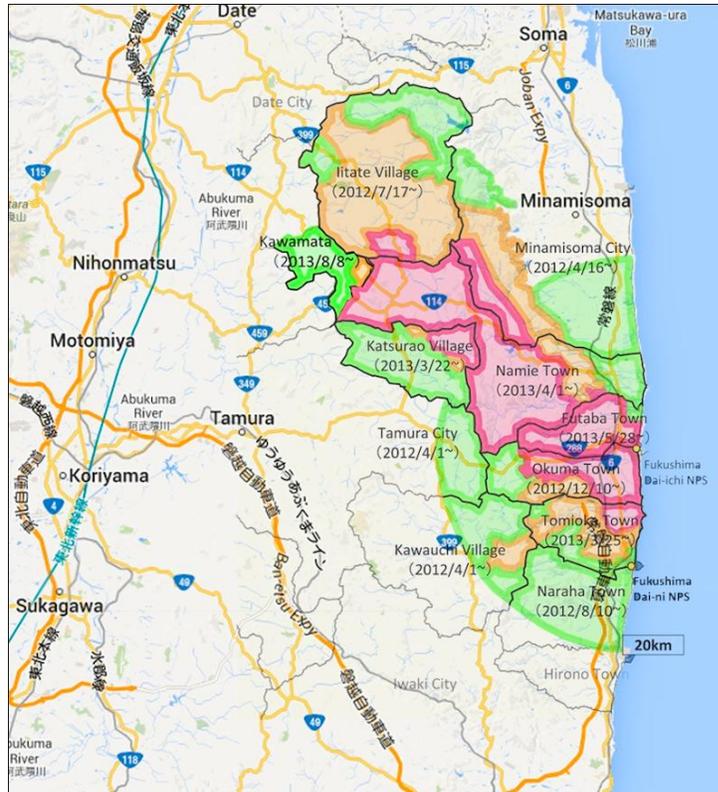
**Bundesamt für Bevölkerungsschutz  
2020:**

**Strom-Mangellage = grösstes Risiko der Schweiz**

# «Fluch der bösen Tat»: Blockierung der Erneuerbaren wird zur Notwendigkeit



# Unfälle bestimmten Tempo des Ausbaus



**11. März 2011: drei  
Kernschmelzen in Fukushima**



# Unfälle bestimmten den Ausbau der Atomtechnik: Telefon 79-86-11: Unfälle verursachten entscheidende Neuorientierung

- **1979 Three Mile Island – erste Kernschmelze**
  - **Neue Sicherheitsmassnahmen - Kostenschub**
  - Ausbau der AKWs in USA kam zum Erliegen
- **1986 Tschernobyl – erster Super-GAU**
  - Grossunfall mit Wirkung in ganz Europa
  - Schäden wurden «hinter den eisernen Vorhang weggeschwiegen»
  - **Beginn der seriösen Erforschung von EE**
- **2011 Fukushima – 3 Super-GAUs**
  - Hoch industrialisiertes Land,
  - hohe Zugänglichkeit zu Information (im Unterschied zu Sowjetunion 1986)
  - transparente Messungen, weltweite Stresstests, verschärfte Kontrollen
  - 54 jap. AKWs abgeschaltet: industrielle Kapitalvernichtung der Extraklasse,
  - **faktischer Teilausstieg Japans**
  - Weltweite **Bremse des nuklearen Ausbaus**, aber vorerst wenig Einfluss auf Anlagen in Betrieb

# Permanente Leugnung des Risikos durch die Behörden des Bundes



Hans Wanner, ENSI Chef: «alles ist sicher, wir lernen ständig dazu...» = *nichts ist sicher*

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

ENSI  
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Medienstelle | Kontakt DE | FR | IT | EN

Dossiers Kernanlagen Notfallschutz Dokumente Dienstleistungen Entsorgung Das ENSI

Suchen

[Startseite](#) » „Die Schweizer Kernanlagen sind sicher“

## „Die Schweizer Kernanlagen sind sicher“

News, Top | 31. Oktober 2011, 18.28

Gefällt mir

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI hat am Montag, 31.10.2011, seinen dritten Bericht zum Unfall in Fukushima veröffentlicht, die „Lessons Learned“. Insgesamt 37 Punkte hat das ENSI identifiziert, die genauer geprüft werden müssen. ENSI-Direktor Hans Wanner erläutert im Interview, weshalb die Kernkraftwerke in der Schweiz trotz der offenen Fragen sicher sind.

Herr Wanner, Sie sind überzeugt, dass die Schweizer Kernkraftwerke sicher sind. Dennoch listen Sie in Ihrem Bericht 37 Prüfpunkte auf. Ein Widerspruch?

Entscheid des  
Bundesverwaltungsgerichts  
zum KKW Mühleberg



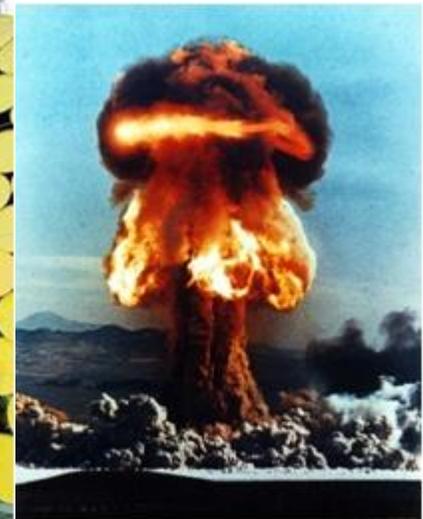
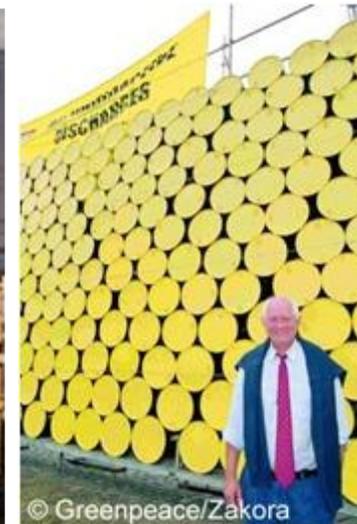
# Wahrscheinlichkeit eines Super-Gaus

In den letzten 40 Jahren gab es in 435 in Betrieb stehenden Reaktoren statistisch fünfmal einen Super-Gau mit Kernschmelze ( $p=1,15$  Prozent).

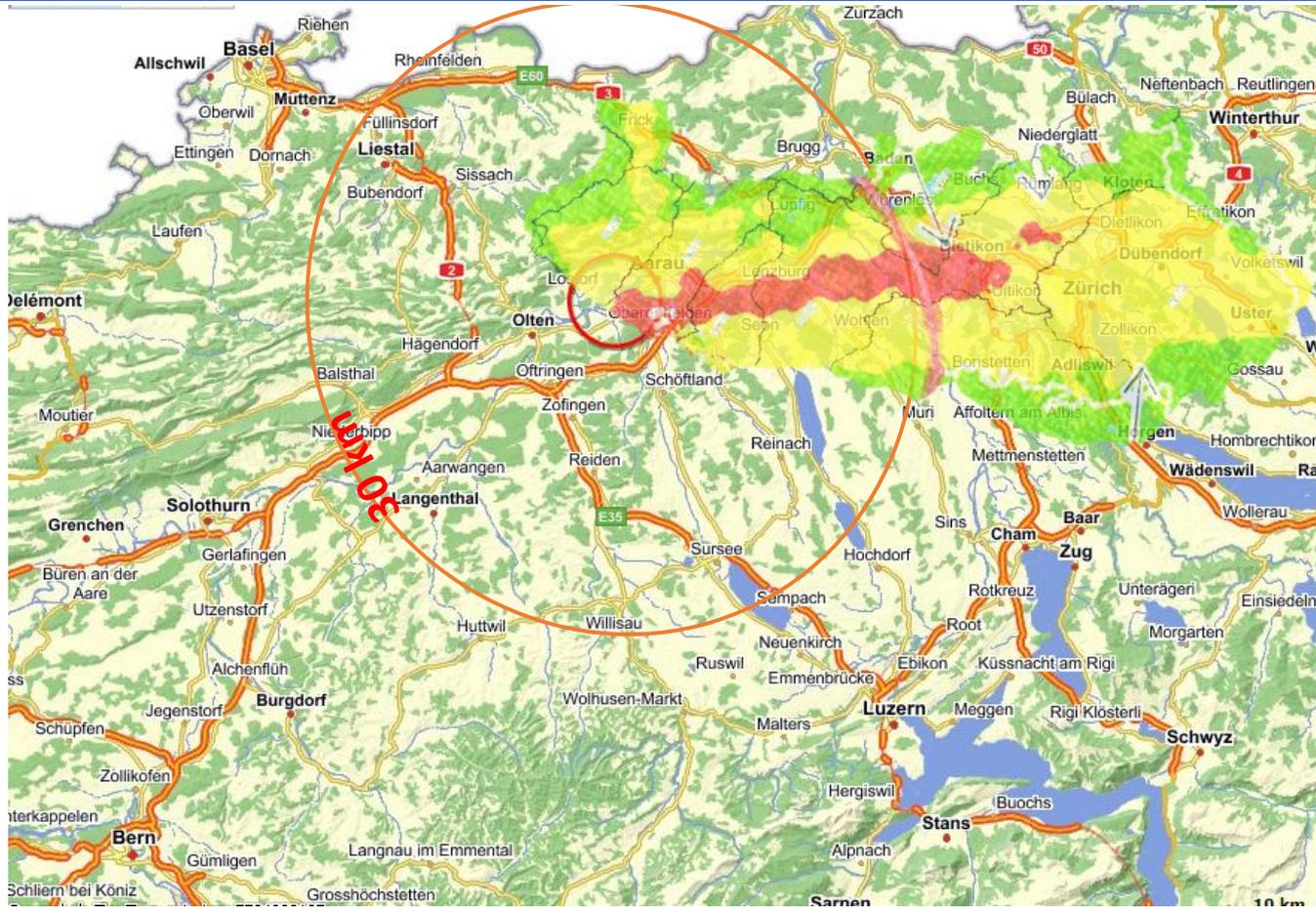
- Für die Schweiz mit vier Reaktoren beträgt  
 $p = 4 \times 1,15 \text{ Prozent} = 4,6 \text{ Prozent}$  oder  $1:21,7$
- Statistisch ist eine Kernschmelze ca. 10 Jahre eingetreten.
- Zum Vergleich: Das Risiko, in der Schweiz innert vierzig Jahren Opfer eines tödlichen Verkehrsunfalls zu werden liegt derzeit bei  $1:787$ . (2022: 270 Tote auf 8,5 Millionen Bev.).  
Das Risiko, Opfer eines Supergaus zu werden, **liegt 36 mal höher als das Risiko eines tödlichen Verkehrsunfalls.**
- Das Krebsrisiko durch Niedrigdosis-Strahlung ist darin noch nicht berücksichtigt.

# Wo stehen Atomkraftwerke mit Nachhaltigkeitskriterien in Konflikt?

- Stark umwelt-belastender Uranabbau
- Unfallrisiko im Betrieb, Niedrigstrahlung,
- keine Haftpflichtversicherung => verfälschter Preis
- Strahlenbelastung bei Brennstoff-Wiederaufbereitung
- Unmöglichkeit der sicheren Lagerung von radioaktiven Abfällen
- Reale Risiken bzgl. waffenfähigem Plutonium
- Keine langfristige Versorgungssicherheit
- Hohe Kosten

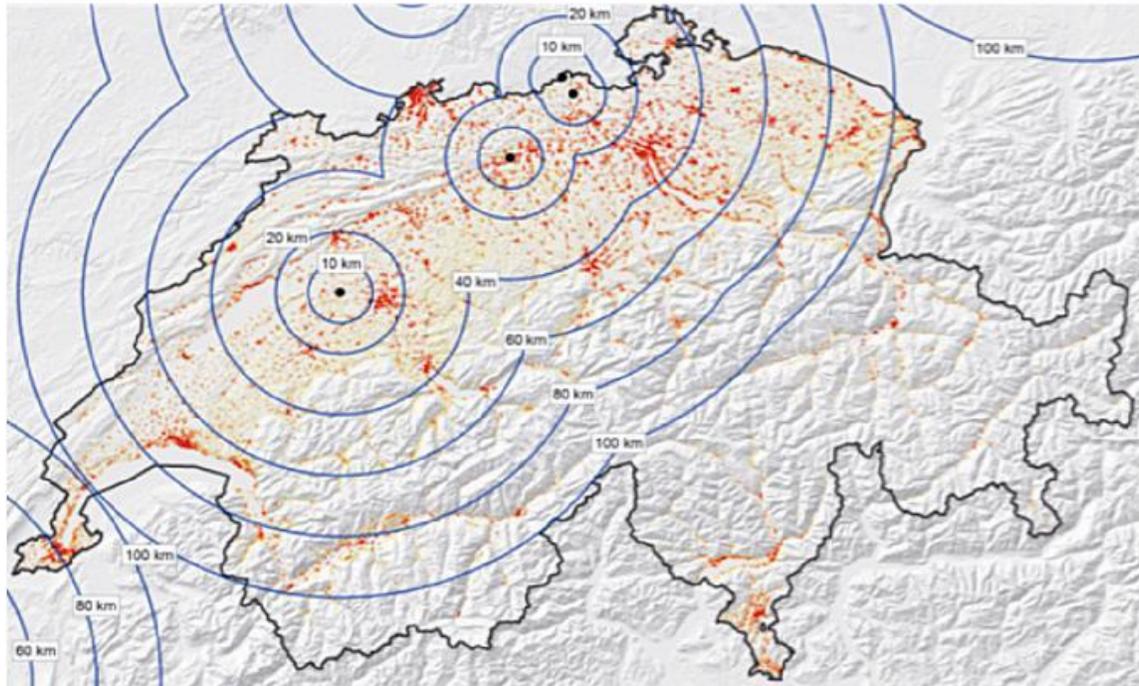


# Zum Vergleich: Fukushima Exkursion, Westwind, 30 km Zone rund um Gösgen



# CH: Fünfmal höhere Bevölkerungsdichte als in Ost-Japan, 600'000-900'000 Evakuierungen (CH) statt 140'000 (Japan)

## Bevölkerungsdichte in der Umgebung von Atomkraftwerken



Quelle: Straumann (2011)

		Empfohlener Evakuierungsradius			
		<i>CH Zone 2, JPN nah USA nah</i>	<i>JPN mittel</i>	<i>JPN weit, Greenpeace</i>	<i>USA weit</i>
		20 km	30 km	40 km	80 km
Kernkraftwerk	Beznau	303'402	960'731	1'722'639	3'831'780
	Gösgen	411'916	877'973	1'686'747	4'369'025
	Leibstadt	187'723	589'515	1'457'360	3'742'970
	Mühleberg	545'058	887'447	1'248'491	3'229'652
	Fessenheim (F)	0	0	215'926	1'279'780
	Bugey (F)	0	0	0	174'461

Tabelle 1: Betroffene Bevölkerung innerhalb bestimmte empfohlener Evakuierungsradii.

# «Radioaktive Quelle chronischer Niedrigdosisstrahlung auch heute»



*Schweizerische Ärztezeitung Nr. 3/2005: über Tschernobyl:*

## «interne Cäsium-137-Kontamination führt zu

- Kardiomyopathie,
- plötzlichem Herztod,
- Hypertonie,
- autoimmunen und allergischen Krankheiten,
- chronischen Infektionen, Augenleiden,
- Magendarmkrankheiten,
- endokrinen Störungen, Sterilität,
- Missbildungen und hereditären Krankheiten,
- ferner zu malignen Tumoren.»



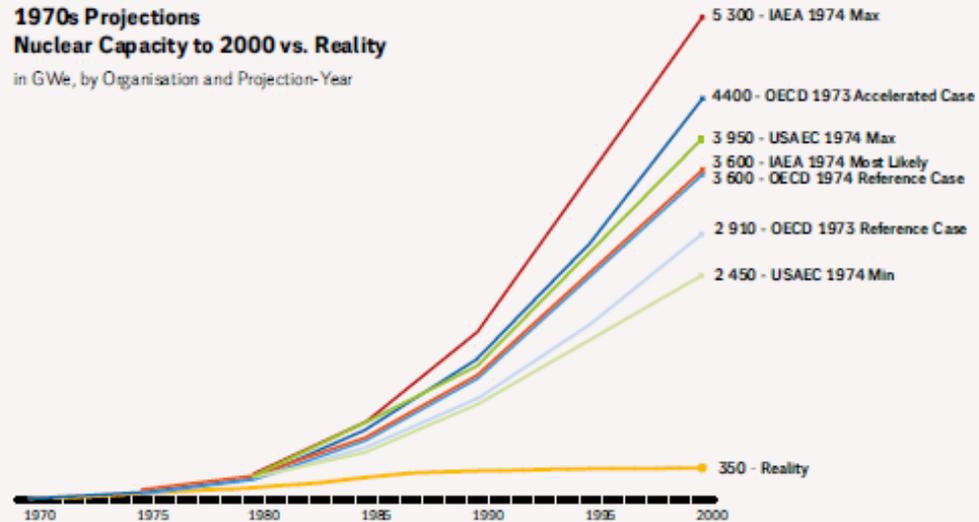
«Alle diese Pathologien sind bittere Realität für die Bevölkerung. Kinder sind besonders gefährdet, da die wachsenden Organe Cäsium in erhöhtem Masse akkumulieren.»

# Kernenergie weit unter den Erwartungen

Figure 2 | Forecasted and Real Expansion of Nuclear Capacity in the World

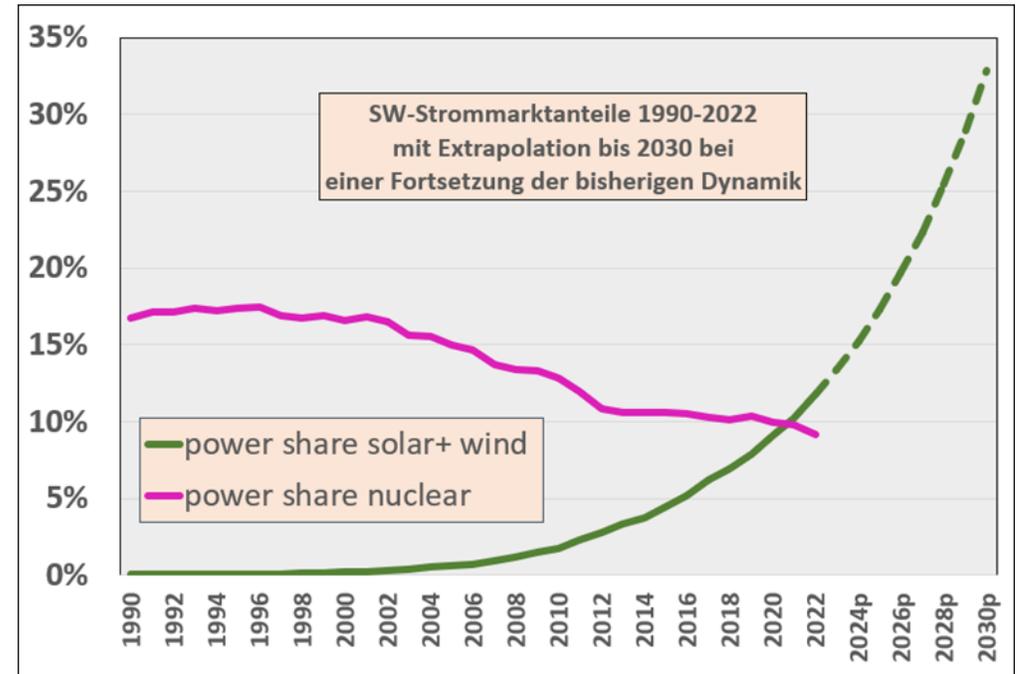
## 1970s Projections Nuclear Capacity to 2000 vs. Reality

in GWe, by Organisation and Projection-Year



© WNIER - MYDLK SCHNIEDER CONSULTING

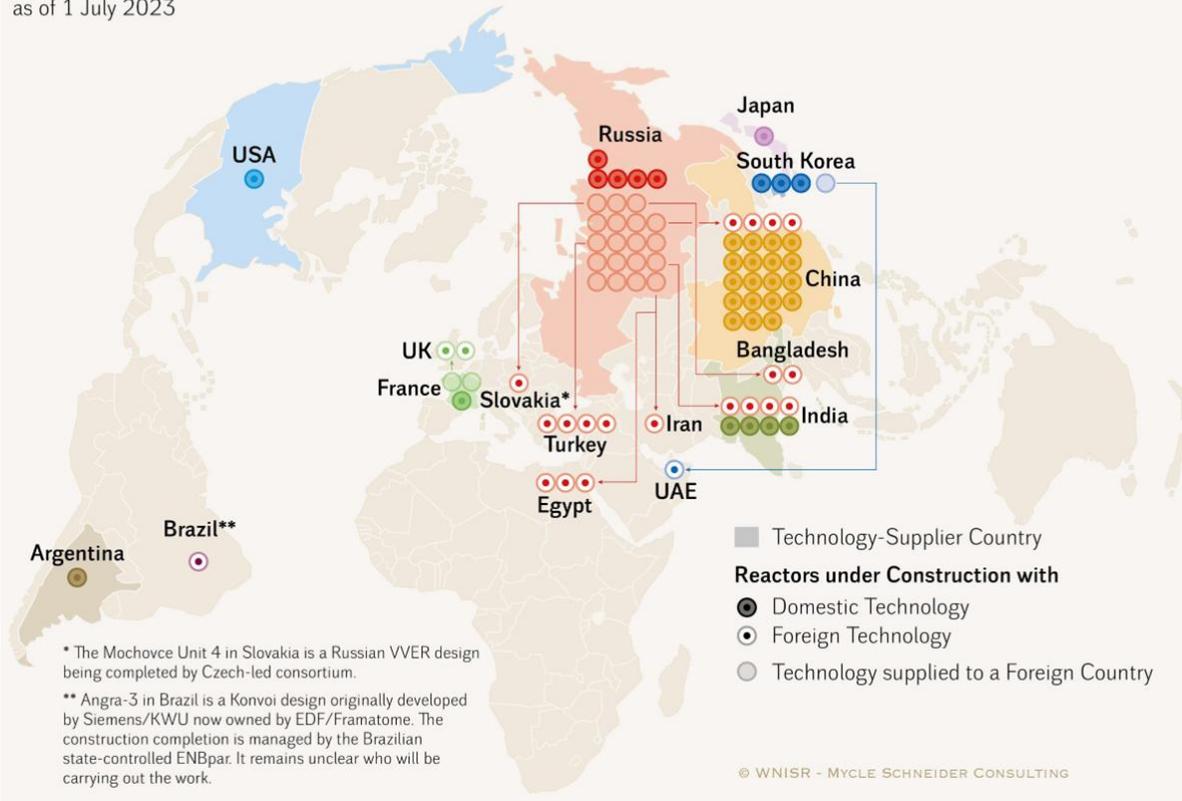
Source: Klaus Guffler, "Short and Mid-term Trends of the Development of Nuclear Energy", June 2013



# Vereinzelte Neubauten spiegeln oft militärische Ambition (Streben nach Atombomben) Alte Anlagen (> 30 Jahre) dominieren > 80% des Bestands

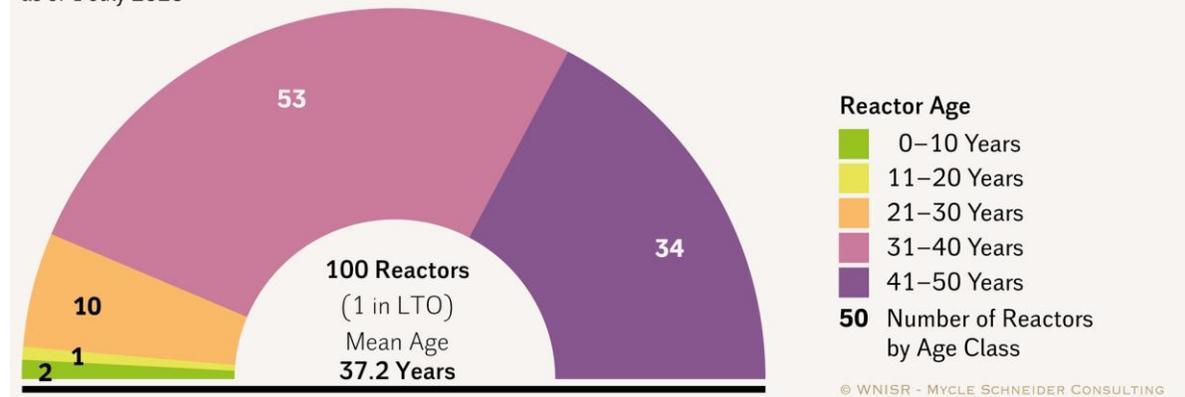
## Nuclear Power Reactors under Construction in the World

Units by Technology-Supplier Country and Construction Country  
as of 1 July 2023



## Age of Nuclear Fleet in the EU27

as of 1 July 2023

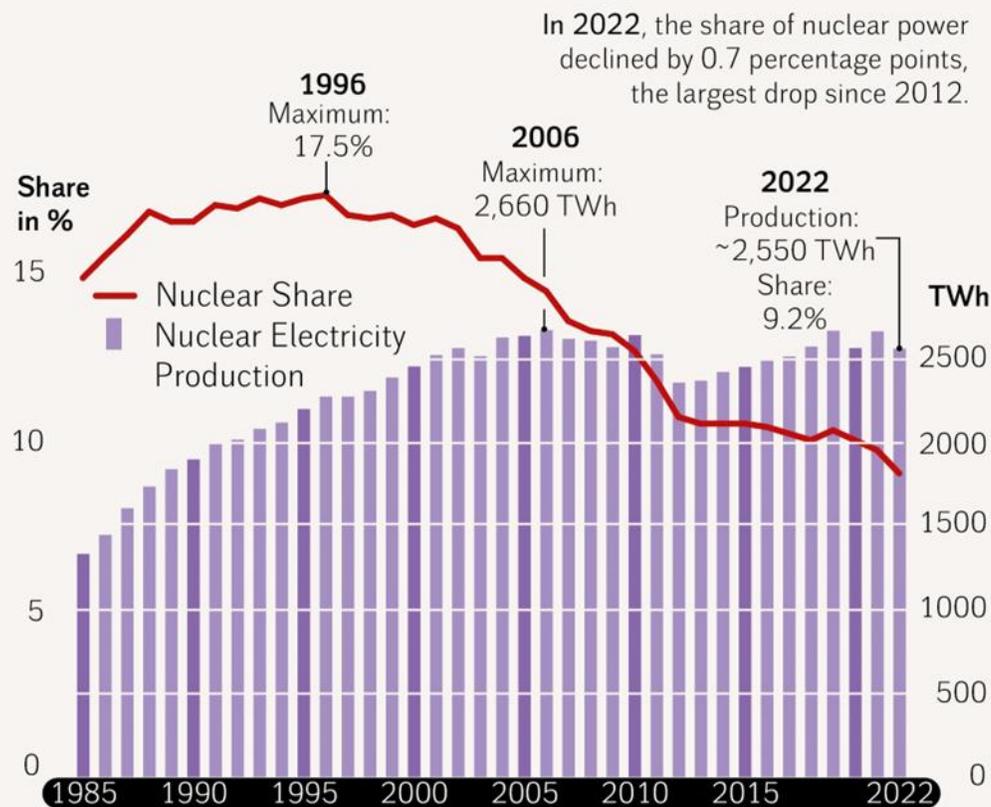


**Schliessung der meisten Altanlagen > 30 Jahre alt ist in den nächsten zwei Jahrzehnten zu erwarten.  
 Damit verschwindet 80% des bisherigen Bestands.  
 Der Anteil von Atomstrom dürfte bis 2050 unter 2% des Strom-Weltverbrauchs sinken.  
 Eine «Renaissance ist in weiter Ferne.**

# Status der Kernenergie weltweit: Stagnation Rückläufige Bedeutung (9,2% Stromerzeugung)

## Nuclear Electricity Production 1985–2022 in the World...

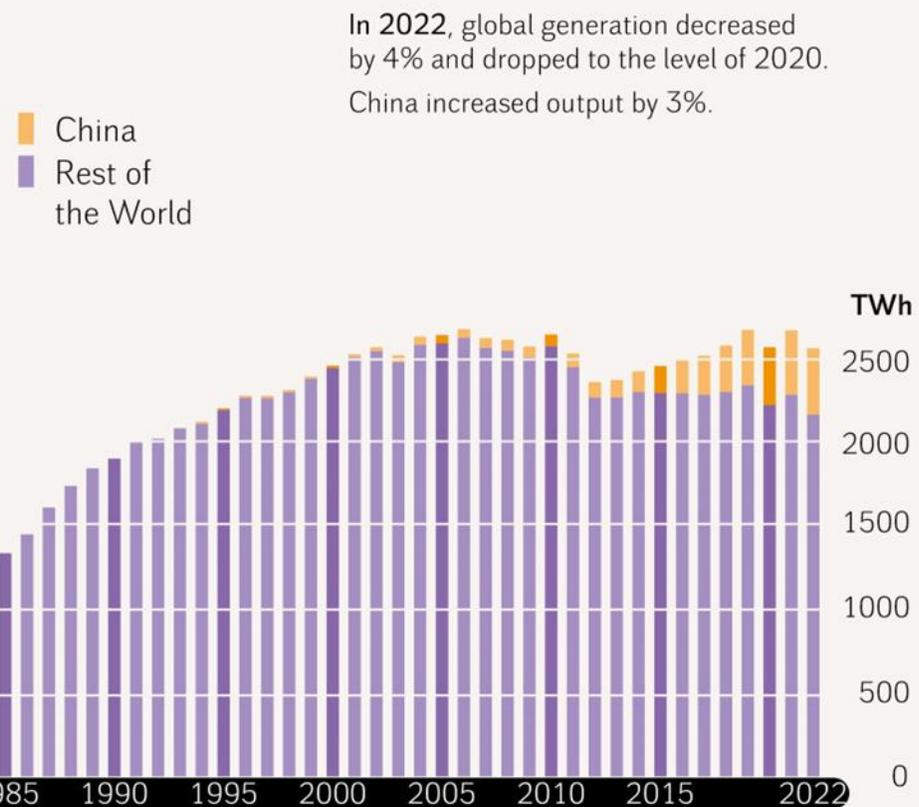
in TWh (net) and Share in Electricity Generation (gross)



© WNISR - MYCLE SCHNEIDER CONSULTING

## ...and in China and the Rest of the World

in TWh (net)



© WNISR - MYCLE SCHNEIDER CONSULTING

# Nur wenige Länder verfügen über technologische Kompetenz zum AKW-Bau

Nuclear Reactors Under Construction (as of 1 July 2023)

Country	Units (Domestic Design)	Other Vendor	Capacity (MW net)	Construction Start	Grid Connection	Units Behind Schedule
China	23 (19)	Russia: 4	24 398	2016 – 2023	2023 – 2028	1
India	8 (4)	Russia: 4	6 028	2004 – 2021	2024 – 2027	6(a)
Russia	5 (5)	–	2 760	2018 – 2022	2023 – 2027	-
Turkey	4 (0)	Russia: 4	4 456	2018 – 2022	2024 – 2027	1
Egypt	3 (0)	Russia: 3	3 300	2022 – 2023	2028 – 2030	-
South Korea	3 (3)	–	4 020	2013 – 2018	2023 – 2025	3
Bangladesh	2 (0)	Russia: 2	2 160	2017 – 2018	2024	1
UK	2 (0)	France: 2	3 260	2018 – 2019	2027 – 2028	2
Argentina	1 (1)	–	25	2014	2027	1
Brazil	1 (0) <sup>(b)</sup>	–	1 340	2010	2028	1
France	1 (1)	–	1 630	2007	2024	1
Iran	1 (0)	Russia: 1	974	1976	2024	1
Japan	1 (1)	–	1 325	2007	2025?	1
Slovakia	1 (0)	Russia: 1 <sup>(c)</sup>	440	1985	2024	1
UAE	1 (0)	South Korea: 1	1 310	2015	2023	1
USA	1 (1)	–	1 117	2013	2023	1
<b>Total</b>	<b>58</b>		<b>58 543</b>	<b>1976 – 2023</b>	<b>2023 – 2030</b>	<b>25</b>

Total per Vendor Country: Russia: 24 - China: 19 - India: 4 - South Korea: 4 - France: 3 - USA: 1 - Argentina: 1 - Japan: 1

Sources: WNIIR, with IAEA-PRIS, 2023

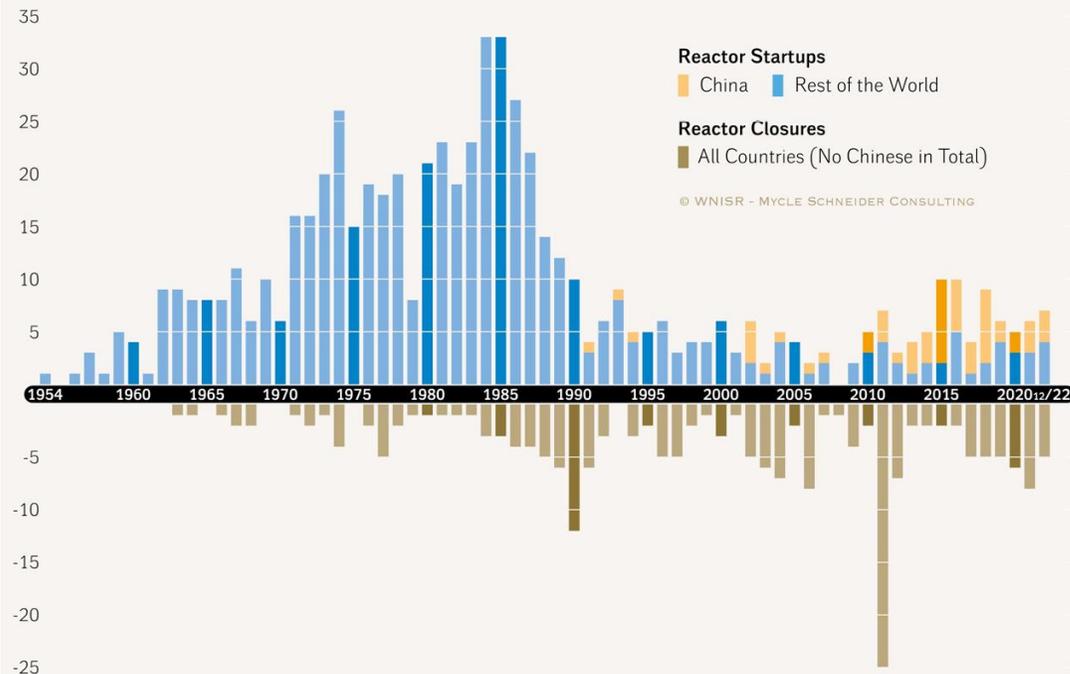
Die grosse Zahl von «Anlagen in Bau» täuscht Dynamik nur vor:

- lange Bauzeiten vermehren Zahl der Neubauten
- nur wenige Inbetriebnahmen pro Jahr finden tatsächlich statt
- Zahl der Neuanlagen und die Schliessungen halten sich die Waage
- «Anlagen im Bau» beziffern teilweise Projektleichen mit technischen oder Finanzproblemen und Verzögerungen

# Die industrielle Dynamik weltweit liegt bei den erneuerbaren Energien

## Reactor Startups and Closures in the World

in Units, from 1954 to 31 December 2022



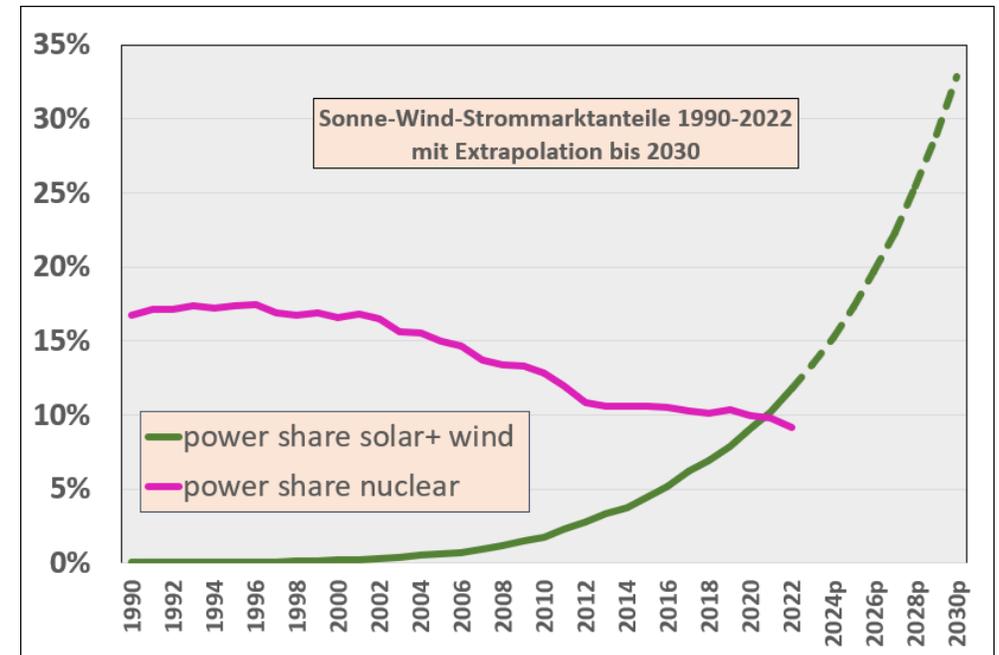
### 2003–2022

#### World

- 99 Startups,
- 105 Closures

#### China

- 49 Startups
- No Closure



**Der Erfolg der Erneuerbaren beruht auf ihren kompetitiven Vorteilen:  
kurze Bauzeiten, tiefere Kosten, einfach Technik, leichte Zugänglichkeit, Speicherproblematik gelöst dank billigen Batterien, Stromhandel und weiteren neuen Technologien**

# Wahrscheinlichkeit eines Super-Gaus

- In den letzten 40 Jahren gab es in 435 in Betrieb stehenden Reaktoren statistisch fünfmal einen Super-Gau mit Kernschmelze ( $p=1,15$  Prozent).
  - Für die Schweiz mit fünf Reaktoren beträgt  
 **$p= 4 \times 1,15 \text{ Prozent} = 4,6 \text{ Prozent}$**
- Statistische Häufigkeit eines Super-Gaus lag stets um Dimensionen höher als die Schätzungen der Atomindustrie und der Atomaufsicht. («1 Unfall auf 1 Million Jahre»)
  - Statistisch ist eine Kernschmelze seit 1970 ca. 10 Jahre eingetreten.
- Zum Vergleich: Das Risiko, **in der Schweiz innert vierzig Jahren Opfer eines tödlichen Verkehrsunfalls zu werden liegt derzeit bei 0,12%** . (2022: 241 Tote auf 8 Millionen Bev.).
- Das Risiko, Opfer eines Supergaus zu werden, liegt 38 mal höher als das Risiko eines tödlichen Autoverkehrsunfalls.

# Ab 2007: politischer Druck für neue Atomkraftwerke



## Axpo will neue Atomkraftwerke

Publiziert: 03.07.2007

[Drucken](#) · [E-Mail](#)

**ZÜRICH – Der Stromkonzern Axpo macht Druck auf den Bau neuer Atomkraftwerke in der Schweiz. Er stellt seine Projekte für Gas-Kombikraftwerke wegen der politischen Rahmenbedingungen zurück. Ab 2012 drohten Stromknappheit und Preisdruck.**

# Aus Atomrenaissance ist nichts geworden

- **EPR (Frankreich)**
  - Taishan 1 und 2 (China) stehen zeitweise still.
  - **Olkiluoto: Baubeginn 2003: kommerzieller Betrieb seit 2023** <https://www.nuklearforum.ch/de/news/olkiluoto-3-kommerzielle-stromzeugung-hat-begonnen>
  - **Flamanville: Baubeginn 2007: noch nicht in Betrieb**
- **USA: 2 AP1000 Vogtle (Georgia):**
  - **30 Milliarden \$ Kosten, Inbetriebnahme verzögert**

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Further-delay-in-startup-of-Vogtle-AP1000s>

[https://www.news4jax.com/business/2022/05/08/georgia-nuclear-plants-cost-now-forecast-to-top-30-billion/?vz=medium%3Dsharebar&fbclid=IwAR2Uypra2jpmfrcJjWM01\\_b8-btQxEuzmJIGVqOWGx7uyEwZkS3Lt8QW-Pc](https://www.news4jax.com/business/2022/05/08/georgia-nuclear-plants-cost-now-forecast-to-top-30-billion/?vz=medium%3Dsharebar&fbclid=IwAR2Uypra2jpmfrcJjWM01_b8-btQxEuzmJIGVqOWGx7uyEwZkS3Lt8QW-Pc)

- **Korea: Bestechung, Datenfälschungen, Hin und Her um Atomausstieg** <https://www.technologyreview.com/2019/04/22/136020/how-greed-and-corruption-blew-up-south-koreas-nuclear-industry/>
- **Russland & China: Fatale Abhängigkeit des Westens**
  - SMRs nur mit russischen, hoch angereicherten Brennstäben zu beschicken
  - Chinesische Technik nicht beliebt

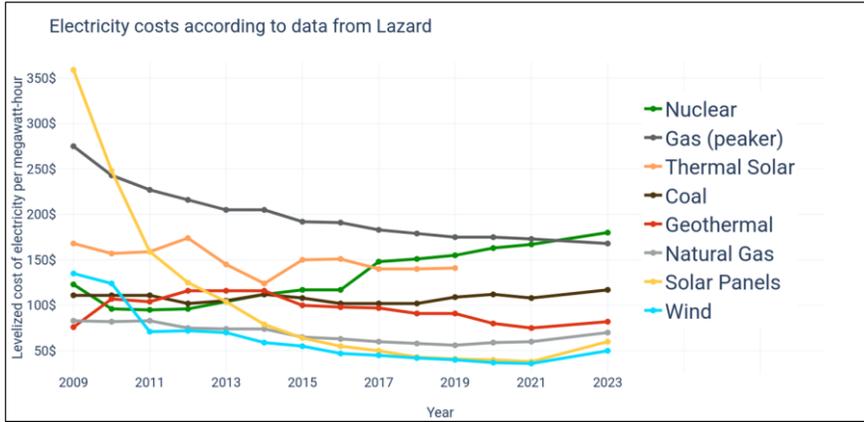
## EDF de plus en plus inquiet pour son parc nucléaire, en raison de problèmes de corrosion

Des fissures sur des tuyauteries, en particulier sur le système d'injection de sécurité, ont été détectées sur plusieurs réacteurs de France. Les investigations se poursuivent alors que mercredi dernier à peine 30 réacteurs sur 56 étaient en fonctionnement



Pour l'année en cours, EDF s'attend à un niveau historiquement bas de production nucléaire, entre 295 et 315 térawattheures (TWh). — © Pascal Rossignol / Reuters

# Unfallrisiken, Bauzeiten, Kosten, Niedrigstrahlung & Obsoleszenz von Bandenergie in einem System mit erneuerbarer fluktuierender Erzeugung sprechen gegen AKWs



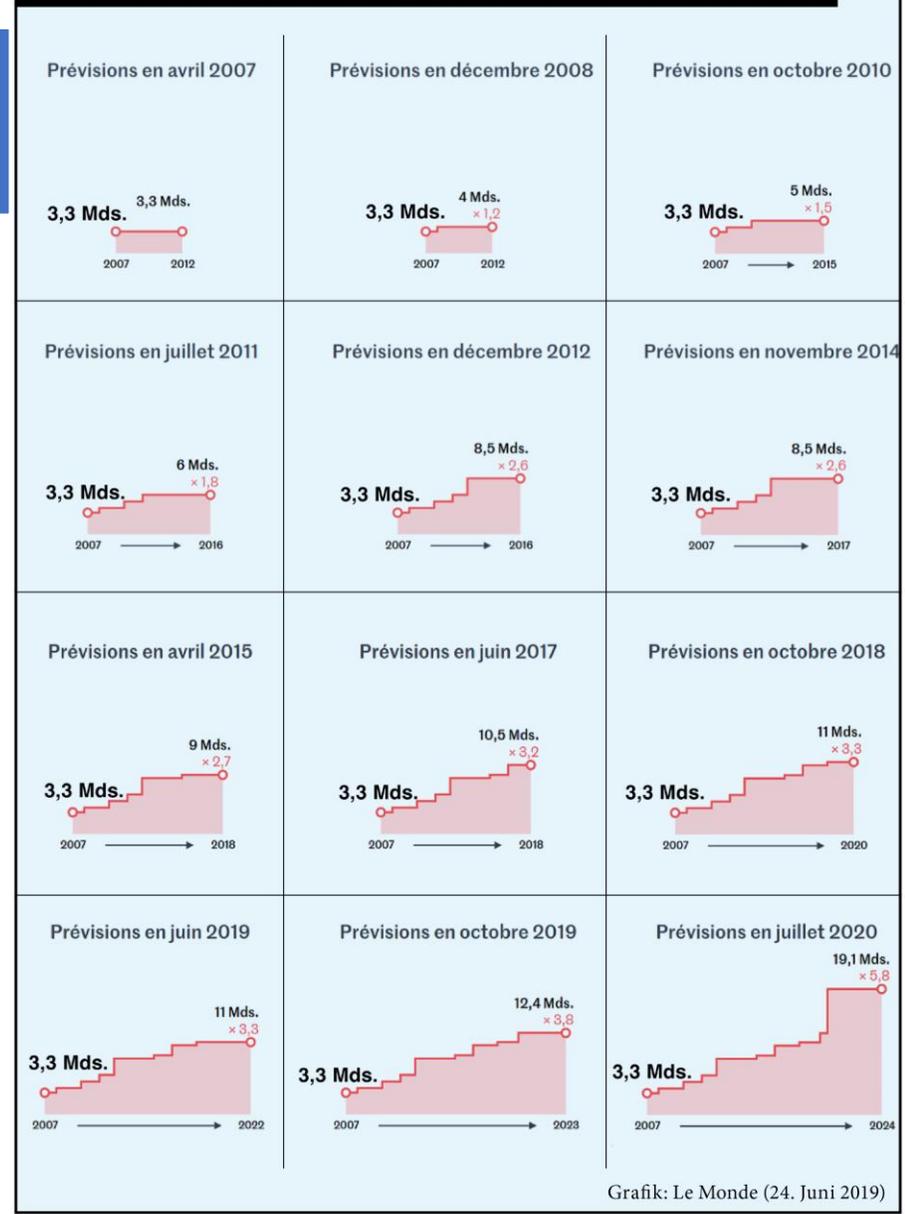
[https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized\\_cost\\_of\\_electricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_electricity)  
<https://www.lazard.com/media/451881/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>

Grafik: Le Monde, zitiert in Rechsteiner, Energiewende im Wartesaal (2021)

Aktuelle AKW-Projekte in Europa	Flamenville Block 3	Hinkley Point Block C	Olkiuloto Block 3
Reaktor-Typ	EPR	EPR	EPR
Kraftwerksbauer	Areva	Areva	Areva
Anzahl Reaktoren	1	2	1
Leistung	1.6 GW	2 x 1.6 GW	1.6 GW
Baubeginn	2007	2017	2005
Veransch. Fertigstellung	2013	2023	2009
Vorauss. Fertigstellung	2024	frühestens 2027	2023
Bauzeit	17 J.	mind. 10 J.	18 J.
Verzögerung	11 J.	mind. 4 J.	14 J.
Veranschlagte Kosten	3.3 Mia. €	19 Mia. €	3.0 Mia. €
Voraussichtliche Kosten *	13.2 Mia. €	38 Mia. €	11.0 Mia. €
Kosten pro MW	8.25 Mio. €	11.88 Mio. e	6.88 Mio. €
Kostenüberschreitung	400%	200%	367%

\* exkl. Finanzierungskosten  
 Datenquelle: Wikipedia

## Kosten und Bauzeit des «Euro-Reaktors» in Flamanville 2007–2019

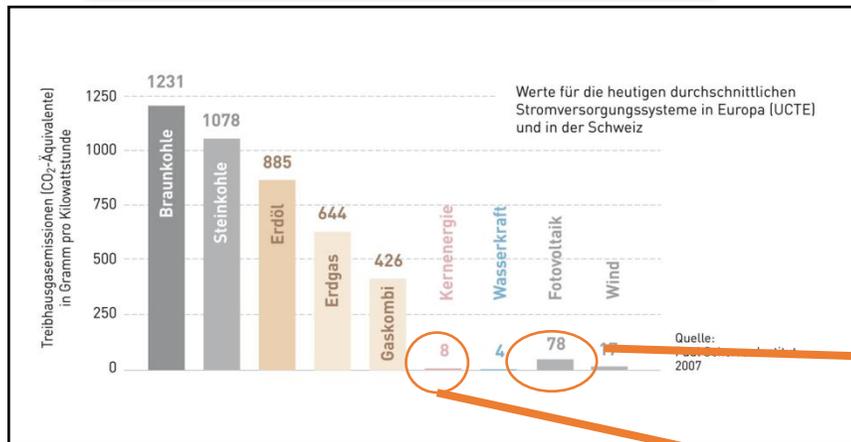


Grafik: Le Monde (24. Juni 2019)

Der «Euro-Reaktor» in Flamanville (Normandie) wurde 2007 von den Medien als angebliches Meisterwerk moderner Technik bejubelt. Kostenüberschreitungen führten zu einer Verteuerung der Investitionen von 3,3 auf 19,1 Mrd. Euro – um das 5,8Fache. Die angekündigte Bauzeit von fünf Jahren (2007 bis 2012) stieg auf 17 Jahre.

# «Wissenschaftler» reden den Solarstrom schlecht – und relativieren die Risiken von AKW

Quelle: Swissnuclear, 2009/PSI



**Die Monothematik der CO<sub>2</sub>-Emissionen glich dem Versuch, die Gefährdung durch Radioaktivität zu übertünchen. Die Gross-Unfälle und die Kosten für Sicherheit riefen dann das Problem der Radioaktivität jeweils wieder in Erinnerung**

**Table 8**  
Lifecycle estimates for electricity generators<sup>a</sup>

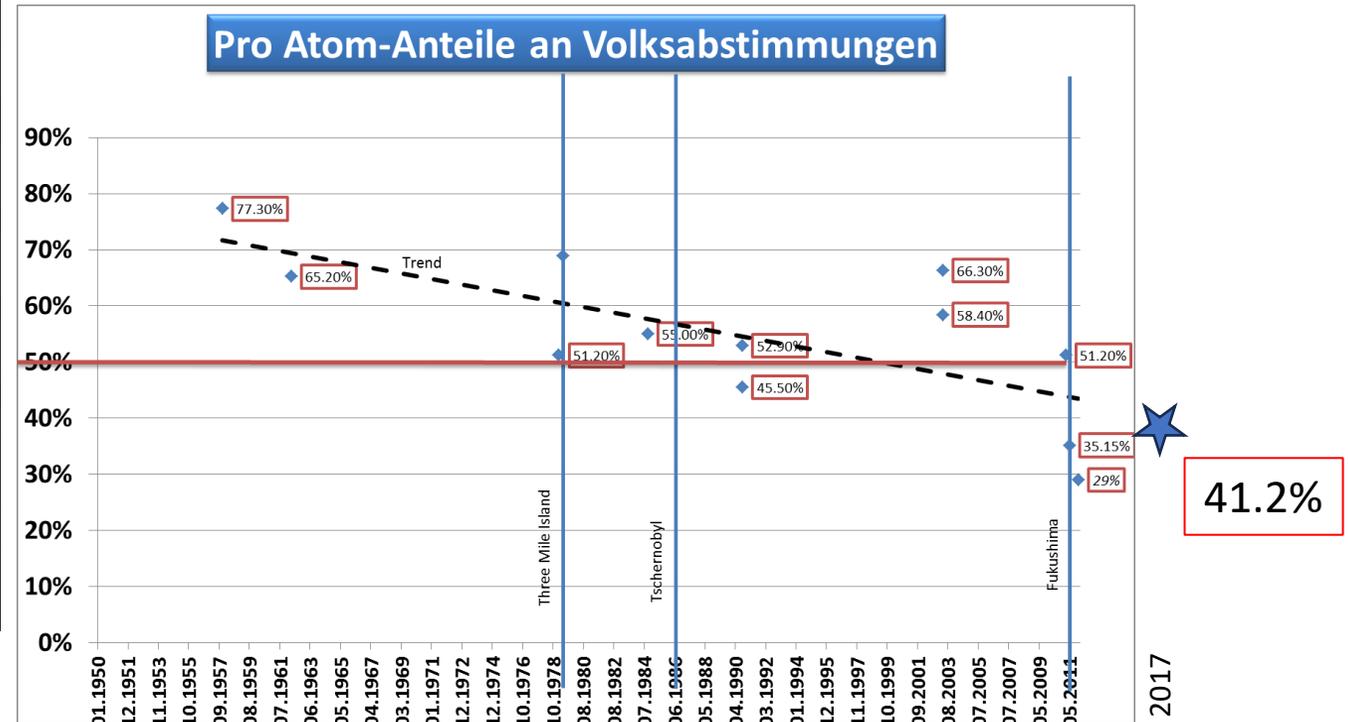
Technology	Capacity/configuration/fuel	Estimate (gCO <sub>2</sub> e/kWh)
Wind	2.5 MW, offshore	9
Hydroelectric	3.1 MW, reservoir	10
Wind	1.5 MW, onshore	10
Biogas	Anaerobic digestion	11
Hydroelectric	300 kW, run-of-river	13
Solar thermal	80 MW, parabolic trough	13
Biomass	Forest wood Co-combustion with hard coal	14
Biomass	Forest wood steam turbine	22
Biomass	Short rotation forestry Co-combustion with hard coal	23
Biomass	FOREST WOOD reciprocating engine	27
Biomass	Waste wood steam turbine	31
Solar PV	Polycrystalline silicone	32
Biomass	Short rotation forestry steam turbine	35
Geothermal	80 MW, hot dry rock	38
Biomass	Short rotation forestry reciprocating engine	41
Nuclear	Various reactor types	66
Natural gas	Various combined cycle turbines	443
Fuel cell	Hydrogen from gas reforming	664
Diesel	Various generator and turbine types	778
Heavy oil	Various generator and turbine types	778
Coal	Various generator types with scrubbing	960
Coal	Various generator types without scrubbing	1050

Sovacool, B. (2008). Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. *Energy Policy*, 36(8), 2950-2963. doi:10.1016/j.enpol.2008.04.017

<sup>a</sup> Wind, hydroelectric, biogas, solar thermal, biomass, and geothermal, estimates taken from Pehnt (2006). Diesel, heavy oil, coal with scrubbing, coal without scrubbing, natural gas, and fuel cell estimates taken and Gagnon et al. (2002). Solar PV estimates taken from Fthenakis et al. (2008). Nuclear is taken from this study. Estimates have been rounded to the nearest whole number.

# Die Zustimmung zu AKWs sinkt im langfristigen Trend unter 50%

Datum	Abstimmung	JA-Stimmen-Anteil
24.11.1957	Bundesverfassung Artikel 24quinquies betreffend die Atomenergie und den Strahlenschutz	77,3 %
01.04.1962	Eidgenössische Volksinitiative «für ein Verbot der <b>Atomwaffen</b> »	34,8 %
18.02.1979	Eidgenössische Volksinitiative «zur Wahrung der Volksrechte und der Sicherheit beim Bau und Betrieb von Atomanlagen»	48,8 %
20.05.1979	Bundesbeschluss zum Atomgesetz	68,9 %
23.09.1984	Eidgenössische Volksinitiative «für eine Zukunft ohne weitere Atomkraftwerke»	45,0 %
23.09.1990	Eidgenössische Volksinitiative «für den <b>Ausstieg aus der Atomenergie</b> »	47,1 %
23.09.1990	Eidgenössische Volksinitiative «Stopp dem <b>Atomkraftwerkbau</b> (Moratorium)»	54,5 %
18.5.2003	Volksinitiative «Strom ohne Atom –schrittweise <b>Stilllegung der Atomkraftwerke</b> »	33,7 %
18.5.2003	Volksinitiative «Moratorium Plus – Für die Verlängerung des <b>Atomkraftwerk</b> -Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos (MoratoriumPlus)»	41,6 %
13.02.2011	Konsultativabstimmung Kanton Bern Mühleberg II	51.20%
17.05.2011	Konsultativabstimmung Kanton Waadt Endlager	35.15%
21.5.2017	Energiestrategie – <b>Bauverbot für neue Atomkraftwerke</b>	58.2%



# Herausforderungen der Atomenergie

- **Kosten = grösste spezifische Herausforderung:**
  - Wettbewerb im liberalisierten Markt erschwert Quersubventionierung
  - Unfallvorsorge führt zu Kostenexplosion, Lernkurve verläuft negativ
  - Atommüll-Kosten sorgen für Spätlasten, die schwer zu beziffern sind
- **Systemische Herausforderungen**
  - Atomenergie ist kaum mit fluktuierenden Energien kombinierbar.
  - Lange Bauzeiten erschwerend und teuer.
- **Gesellschaftliche Herausforderungen**
  - Für grosse Teile der Bevölkerung ist die Technik zu riskant.
  - Referenden sind schwieriger zu überwinden als Volksinitiativen
    - Nein-Parolen schlagen Ja-Parolen.
  - Dezentrale erneuerbare Energien sind resilienter

# Atomrenaissance in der Schweiz?

Datum: 17.10.2021

**SonntagsZeitung**

Christoph Mäder  
Präsident  
Economiesuisse



## «AKW-Verbot war ein Fehler»

Die akute Gefahr einer Stromlücke schreckt Christoph Mäder auf. Der Economiesuisse-Präsident fordert eine neue Energiestrategie



Soll die Atomenergie helfen, drohende Stromlücken zu schliessen? AKW Leibstadt im Kanton Aargau

Mehr noch: Mäder dreift jetzt öffentlich wurde den Alarmismus

- **Atomrenaissance ist nicht völlig ausgeschlossen**
  - SVP, Économiesuisse und einige Milliardäre setzen weiter auf diese Karte
- **Atomrenaissance ist aber unwahrscheinlich**
  - Kosten
  - Bauzeit
  - Fehlende Lieferanten
  - Fehlende Investoren
  - Geltendes Verbot für Neubauten
  - Hoher Subventionsbedarf schreckt ab
- **Aber: Entscheidend bleibt die Versorgungssicherheit**

Axpo warnt:

«neue AKWs  
zu teuer

...doppelt so teuer  
wie Photovoltaik»

BZ Basel 23. Oktober 2021



Christoph Brand,  
CEO Axpo

# bz

## Schweiz am Wo

Samstag, 23. Oktober 2021

5

Mal treffen sie nur Aluminium. Dennoch siegen die Schweizerinnen gegen Rumänien.

Sport



AZ 4410 Liestal | Nr. 247 | 41 | 5. Jahrgang | Fr. 3.90 | € 4.- | bzbasel.ch

## Absage an neue Schweizer AKW

Axpo-Chef Christoph Brand hält nichts von den Forderungen der Wirtschaft. Kernkraft sei zu teuer.

Florence Vuichard, Lucien Fluri und Fabian Hock

Er ist Chef des grössten Schweizer Stromkonzerns und damit auch an den Atomkraftwerken Beznau, Leibstadt und Gösgen beteiligt. Doch Axpo-Lenker Christoph Brand hält nichts vom Bau neuer Atomkraftwerke in der Schweiz. «Die Kernkraft ist schlicht zu teuer», sagt er und wehrt so die Forderungen aus der Wirtschaft ab, neue Kernkraftwerke zu bauen. Fotovoltaikanlagen in Frankreich kosteten halb so viel, ergänzt Brand im Interview mit der «Schweiz am Wochenende». Festhalten will die Axpo vorderhand jedoch an den bestehenden Kernkraftwerken. Axpo rechnet nun mit einer Laufzeit von 60 Jahren; bisher

ging man von 50 aus. Die zehn Zusatzjahre sollen der Schweiz mehr Zeit geben, um die erneuerbaren Energien auszubauen. Dies geschieht heute viel zu langsam.

Grosses Potenzial erkennt Brand in der Fotovoltaik, die zu einer tragenden Säule der hiesigen Stromversorgung werden soll. Dazu will der Axpo-Chef etwa die 250 Quadratkilometer Dachflächen, die Autobahnschallwände oder Parkplatzüberdachungen nutzen. «Es wird auch ein paar grössere Freiflächenanlagen brauchen. Ohne wird es nicht gehen.»

Ausserhalb der Schweiz keimt bei den Befürwortern der Kernkraft allerdings derzeit neue Hoffnung. Das hat vor allem mit Emmanuel Macron zu tun. **Wirtschaft, Ausland, Meinung**

# Alpiq-Präsident Johannes Teyssen

NZZ 8. März 2022



## **Könnten neue Atomkraftwerke gebaut werden?**

Dazu fehlt es an zu vielem: am gesellschaftlichen Konsens und an der industriellen Kompetenz. Kein Energieversorger möchte eines bauen, keine Bank es finanzieren. Es wird in Deutschland keinen Neueinstieg in die Kernenergie geben. Wir sollten aufhören, mit dem Thema Kernenergie alle anderen notwendigen Diskussionen zu verdrängen. Am Schluss werden dann wieder nur Powerpoint-Folien vollgeschrieben.

## **Und in der Schweiz?**

Da gilt für mich dasselbe. Wir sollten unsere Energie besser für die anderen Diskussionen einsetzen als für Debatten um neue Kernkraftwerke.

# Was stoppt die Atomkraft?

- **Natürliche Alterung**
  - Ersatzbauten < Bestand
- **Wettbewerb**
  - Kosten verursachen Bankrott der Betreiber
- **«Concorde» Schicksal**
  - Ein grosser Unfall / Zwischenfall, vor dem Hintergrund hoher Kosten, Defizite
  - Finale Stilllegung der Atomtechnik zur Stromerzeugung

# Wie könnte sich Widerstand gestalten?

- **Normativ:**

- Atomenergie und Atombomben sind nicht beherrschbar.
- Radioaktiver Fall-out sollte als Verbrechen gegen die Menschlichkeit geahndet werden.

- **Wirtschaftlich**

- Internalisierung aller Kosten: Versicherungspflicht, Kosten für Abfälle
- Fairer Wettbewerb, technologieneutrale Ausschreibungen

- **Rechtlich**

- Klagen vor Gericht betreffend Schutz vor gesundheitsgefährdender Dosis
- Forderung nach finanzieller Haftung der Verursacher