



Klimawandel verhindern - Lösungsansätze

The Pale Blue Dot

Source: NASA

#SGE ... #StudyGreenEnergy



TH Rosenheim, Studiengang Energie- und Gebäudetechnik
Rosenheimer Energiedialoge an der FOS BOS Rosenheim am 17. Januar 2024

Mike Zehner

Wie können wir den Klimawandel verhindern – welche Lösungsansätze kristallisieren sich?

1) Notwendige Differenzierungen

Gesamtgesellschaftliche Aufgaben | private Handlungsverantwortung
Begriffe wie NIMBY, LULU,

2) Notwendiges Hintergrundwissen

Energiewende | Status Quo
Mythen zur Energiewende
Fake News

3) Aktuelle gesamtgesellschaftliche Strategien und weltweites Handeln

Energiewende | ...

4) Private Handlungsansätze

In unserer Gesellschaft | im privaten Umfeld

5) Kann eine Krise auch Chancen bieten?

Folien und Grafiken von folgenden Freunden und Kollegen

Volker Quaschnig, Michael Sterner und Bruno Burger



Wie bekommen wir unsere Mitmenschen aktiviert? Bürgergesellschaftliche Streitformen

1) Aktuelle Diskussionen und Protestkultur

Mitmenschen - Gefühl aktuell drangsaliert zu werden

Reaktion – Diffamierung, Beispiele ...

- F4F - Bezeichnung als Klimasekte
- Umweltschutz - Bezeichnung als Ideologie
- Begriffe wie ... Verbotskultur, Moralapostel, ethisch überhöhte Position, ...
- Förderprogramme – Bezeichnung als Planwirtschaft



Source: Cole Burston - Toronto Star

2) Nimbyism oder zu Deutsch das ...

'St. Florians'-Prinzip als Handlungscodex

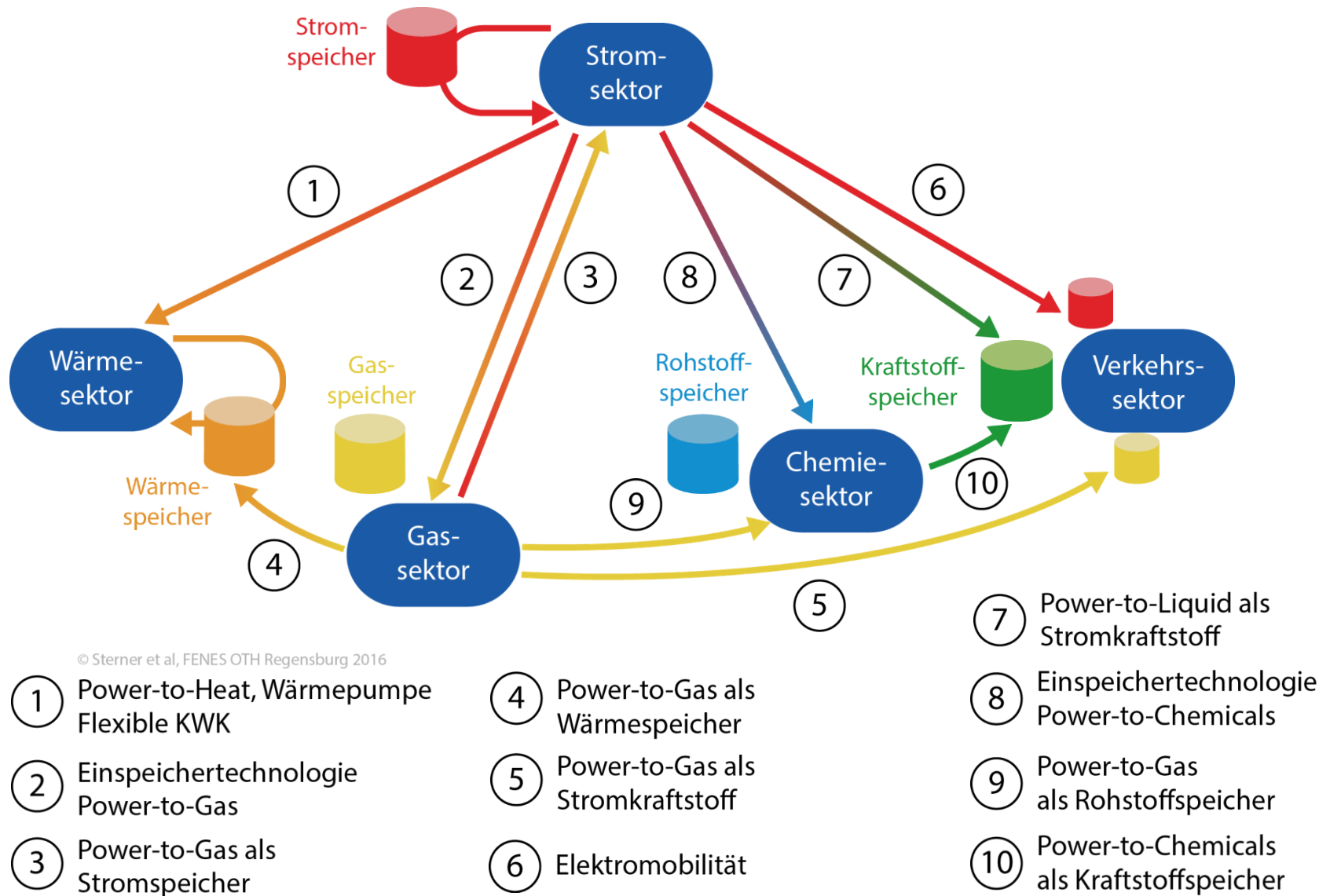


Source: ZEIT-Magazin - Fengel

3) Zurück zu einer würdigen und integrierenden Diskussionskultur, gemeinsamen Zielen und Visionen

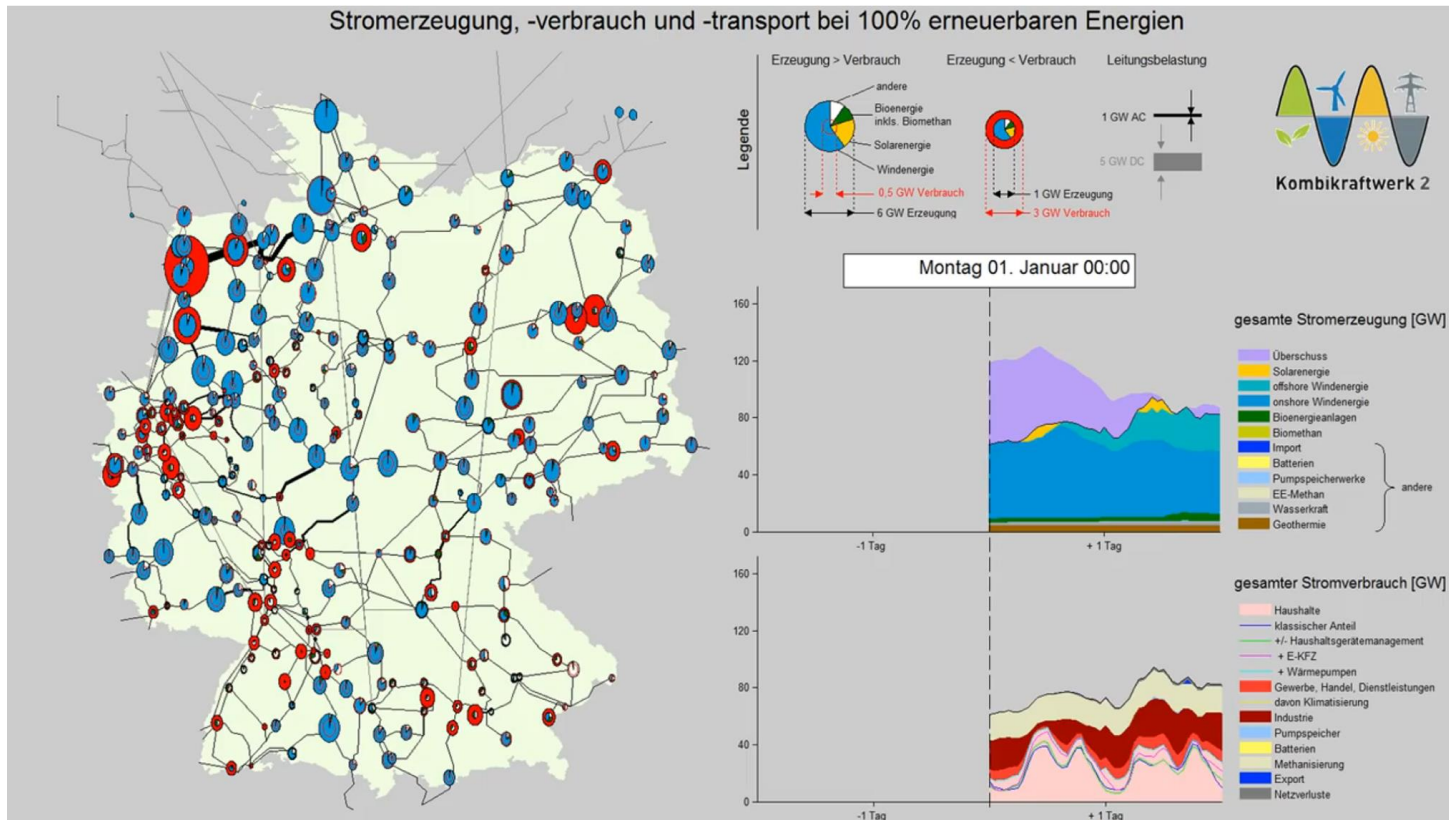
4) Vertrauen in die Arbeit unserer Ingenieure und Physiker

Definition Sektorkopplung, sektorenkoppelnde Energiespeicher

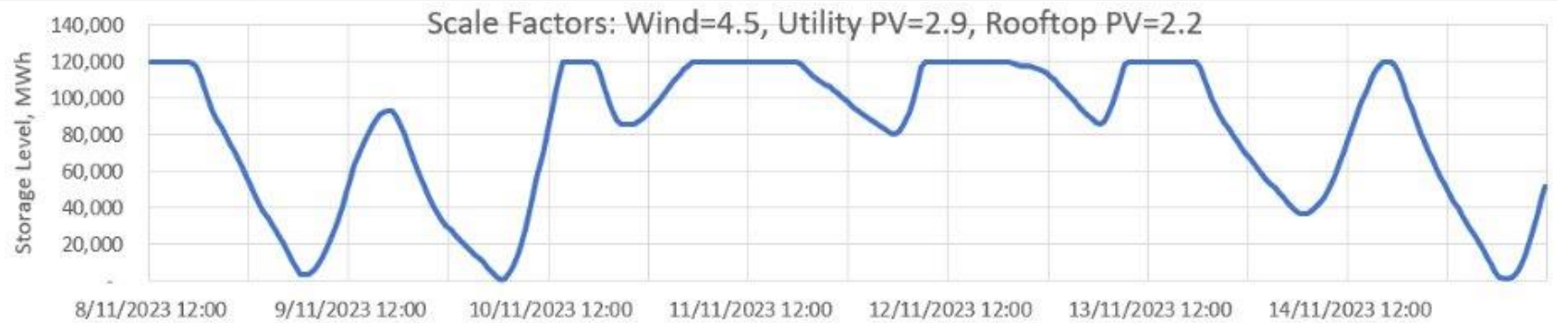
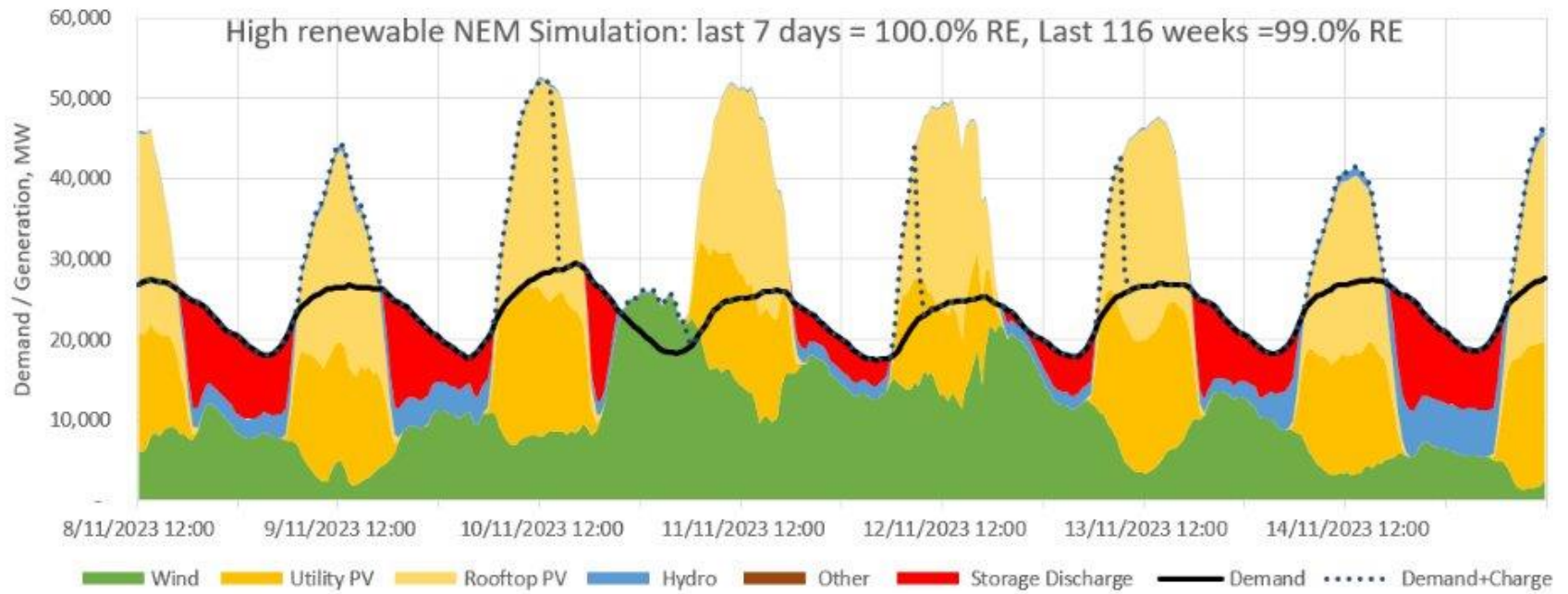


Filmzuschnitt
 Modellierung der Leistungsflüsse in einem 100%-EE-Szenario

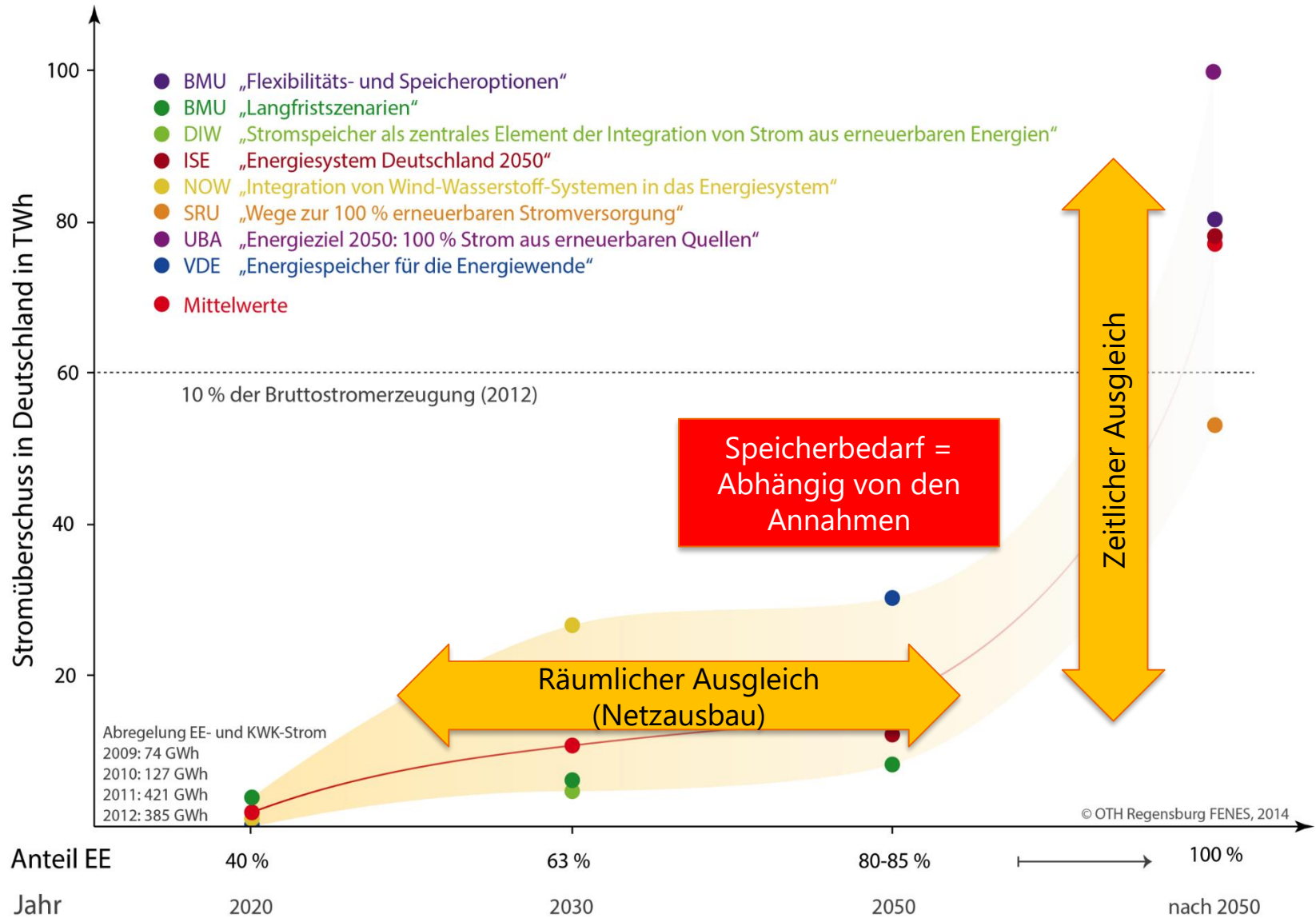
... etwa 29:00 min



Hintergrundwissen – Szenarien der Energiewende: Modellierung 100%-EE-Szenario für Australien



Entwicklung der Stromüberschüsse bis 100 % EE aus 10 Studien



Wind & Solar schaffen Energiewende nicht alleine

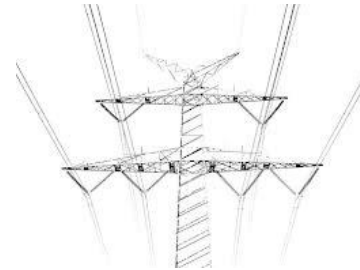
Wir brauchen Flexibilitäten

1. Hoch flexible Kraftwerke



2. Flexible Verbraucher

3. Stromnetze



4. Speicher

Kurzzeit

(Pumpsp., Batterien, Druckluft)

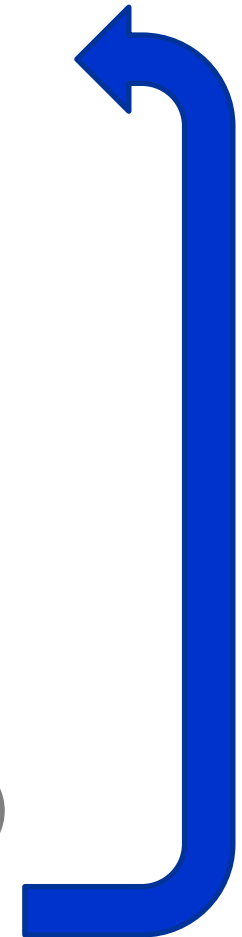
Langzeit

(Pumpsp., Gasnetz & -speicher)

Wind

Solar

→ Power-to-Gas → Gasspeicher



Energiewende

Hintergrundwissen – Szenarien der Energiewende : Künstliche Energieinseln in Nord- und Ostsee



Notwendiges Hintergrundwissen – Wasserstoff (Ausbaupläne, Einsatzschwerpunkte)



Wasserstoff-Kernnetz



Gasspeicherpotenziale für Energiewende ausreichend

4,4 Mrd m³ Gaspeicher
Erdgasbehden

2 Wochen komplette
Stromversorgung





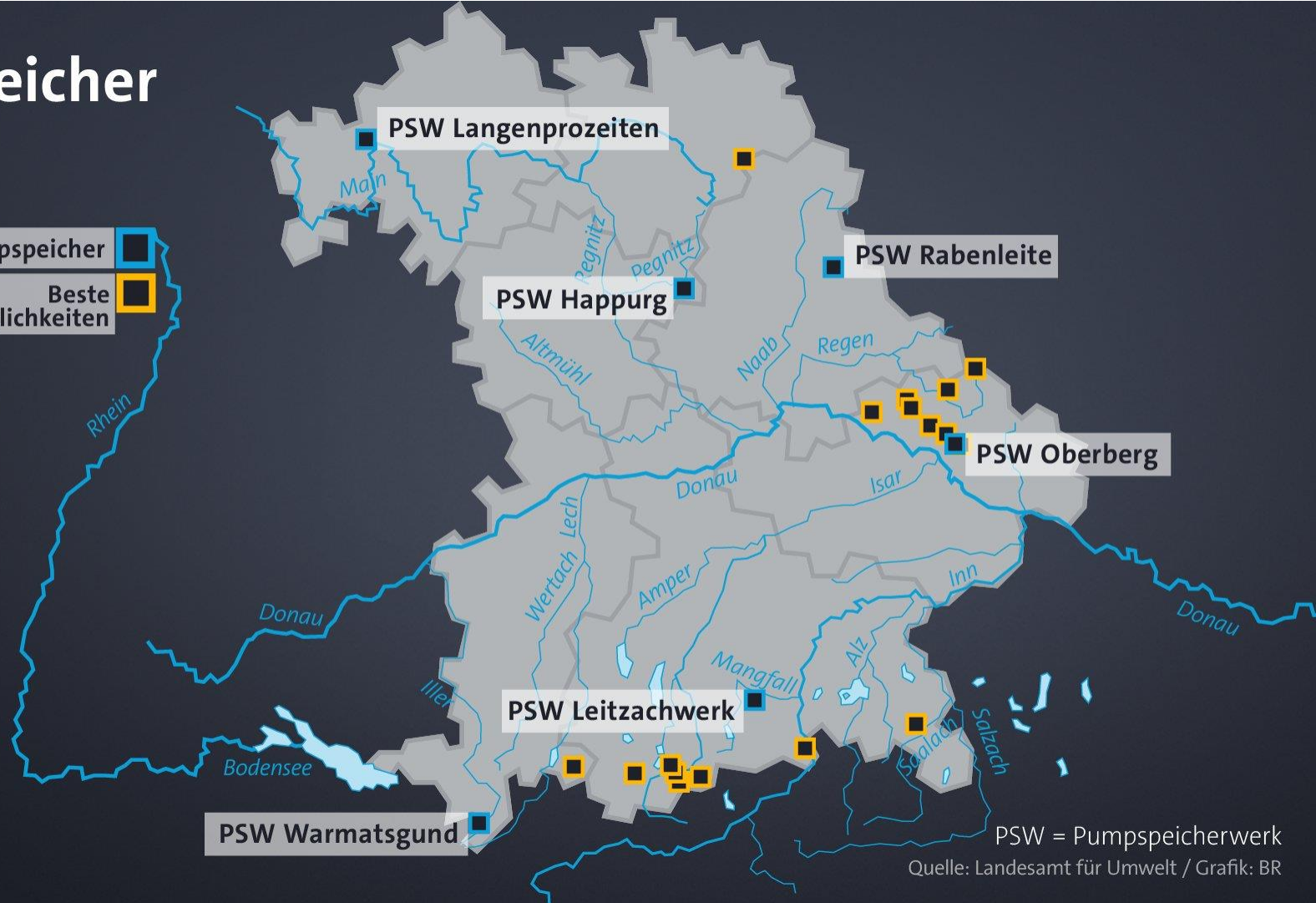
Source: Volker Quaschnig (HTW Berlin)

Foto: © astora GmbH & Co. KG, Kassel

Pumpspeicher

in Bayern

- bestehende Pumpspeicher 
- Beste Pumpspeicher-Möglichkeiten 



PSW = Pumpspeicherwerk
Quelle: Landesamt für Umwelt / Grafik: BR

Aufgegebene Projekte

- **Atdorf:** **Pumpspeicherkraftwerk Atdorf** im Hotzenwald (Schluchseewerke AG).^[31] Es wäre bei planmäßiger Fertigstellung im Jahre 2018 mit 1400 MW maximaler Leistung das größte in Europa gewesen. Die beiden Becken mit einem Höhenunterschied von 600 m sollen ein Stauvolumen von 9 bis 10 Millionen Kubikmeter erhalten. Das entspricht einem Arbeitsvermögen von ca. 13 GWh.^[32]
- **Blautal:** Die **Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm** planen ein **Pumpspeicherkraftwerk Blautal** mit einer Leistung von 60 MW und einem Speichervermögen von netto 370 MWh.^{[33][34][21]} Das Projekt wurde 2016 aufgegeben.^[35]
- **Bremm:** **Pumpspeicherwerk Bremm** mit 1300 MW, ab Ende der 1960er-Jahre in der **Südeifel** von **RWE** projektiert; war 1991 Hintergrund des Drehbuches für den legendären **Tatort: Tod im Häcksler**; 2012 griffen die rheinland-pfälzischen Grünen die 40 Jahre alten Pläne im Zuge der **Energiewende** wieder auf.
- **Jochberg:** Die **Energieallianz Bayern** plant am **Jochberg** das **Pumpspeicherkraftwerk Jochberg** mit 700 MW Leistung. Nach fünf Jahren Planung^[veraltet] und fünf Jahren Bau soll die Inbetriebnahme 2023 erfolgen.^[36]
- **Lippe:** Hochtief stellte im Juli 2013 erste Planungen für ein Pumpspeicherwerk im **Mörth** im Kreis Lippe vor; geplante Inbetriebnahme 2021, geplante Leistung etwa 300 MW.^{[37][38]} Im Juli 2015 werden die Planungsarbeiten wegen Unwirtschaftlichkeit eingestellt.^[39]
- **Nethe:** Das **Pumpspeicherkraftwerk Nethe** in **Beverungen** und **Höxter** mit 390 MW.^[40]
- **Rursee:** Das Energieversorgungsunternehmen **Trianel** plante das **Pumpspeicherkraftwerk Rur** am **Rursee** (159 Millionen Kubikmeter) in der Eifel mit einer Leistung von 640 MW,^[41] zog seine Pläne aber auch aufgrund lokalen politischen Widerstands zurück.^{[42][43][44]}
- **Schleicherberg:** **Pumpspeicherkraftwerk Schleicherberg** mit 700 MW, ab Ende der 1960er Jahre an der **Mosel** vom **RWE** projektiert;
- **Schmalwasser:** **Pumpspeicherkraftwerk Schmalwasser** im Thüringer Wald (**Trianel & Thüringer Fernwasserversorgung**) mit einer geplanten maximalen Leistung 1000 MW.^[45] Im April 2013 wurden die Antragsunterlagen zum **Raumordnungsverfahren** eingereicht.^[46] Im Juli 2018 wurde das Projekt wegen der zu hohen Kosten gestoppt.^[47]

Beispiel Desinformation und Diskussion: Kleinwasserkraftwerke



WWF BLOG

MEER KLIMA TIERE ERNÄHRUNG WALD WILDEREI WIRTSCHAFT

KLIMA WASSER

Warum kleine Wasserkraftwerke viel schaden, aber wenig nutzen

SIGRÜN LANGE 9. NOVEMBER 2021



Kleinwasserkraftwerke sind ökologisch schädlich und ökonomisch Dümme © Andreas Volz

ENERGIE-ATLAS BAYERN

Analyse Auswahl Mehr...

Energiewende
Beispiele, ...
Energie
Strahlung, ...
WK, Potenziale aus Holz, ...
Energie
Lebensstile, Standortertrag, ...
Energie
Modernisierungspotenzial, ...
Energie
Potenziale für Wärmepumpen, ...



VDI nachrichten

VN+ AUS DEM VDI NEWSLETTER E-PAPER LOGIN

Artikel drucken

Literatur, ...

**SCHNELL
GEFUNDEN.
FRÜHER
BESTELLT.**

Widerstand in der Öffentlichkeit 27. Feb 2015 Von Ralf Roman Rossberg Lesezeit: ca. 3 Minuten

Wasserkraft in Bayern: Ausbau mit gebremstem Schaum

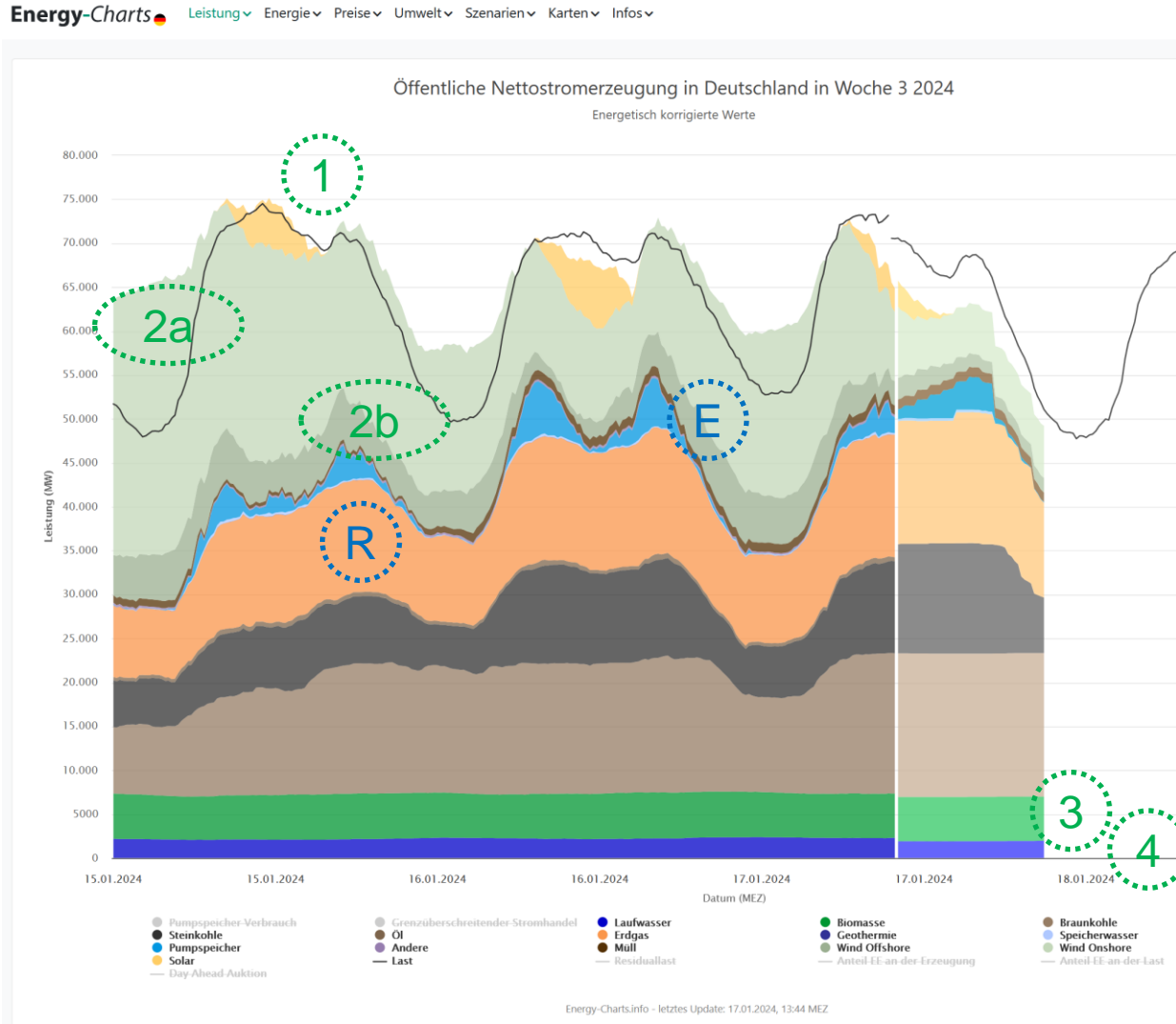
Stromerzeugung aus Laufwasser und Pumpspeichern ist vor allem in Bayern eine etablierte Ökostromerzeugung. Ihr weiterer Ausbau hat Grenzen und stößt auch in der Öffentlichkeit auf großen Widerstand.




Wasserkraft in Bayern: Anlagen wie das Walchenseekraftwerk (im Bild die Rohrleitungen) erzeugen im Freistaat 1,3 Mrd. kWh Strom jährlich.
Foto: Jens D. Billerbeck

Neubaupotenzial an bestehenden Querbauwerken

Was sind die relevanten Säulen der EE-Erzeugung – was muss ausgebaut werden?



Trends - die für 2024 Hoffnung machen

- 1) Erneuerbare in  immer öfter bei 100%
- 2) Wärmepumpen-Absatz steigt global rasant an.
- 3) E-Auto-Verkauf wächst global fast exponentiell.
- 4) Windkraftgenehmigungen dauern nicht mehr 5 bis 7 Jahre
> nur noch 6 Monate bei digitalem Antrag
- 5) PV-Flächen neben Autobahnen und Bahnlinien können nun mit einfachen Anträgen gebaut werden und Agri-PV ist für alle Höfe erlaubt
- 6) SüdLink ist im Bau und zwar von SH bis BW
- 7) Die H₂-Gas-Pipelines sind genehmigt und im Bau
- 8) PV-Industrie in Deutschland fährt hoch
- 9) Dt. Stahlindustrie ist durch Förderung der EU finanziell für die Umrüstung auf H₂ getragen und bleibt in Deutschland erhalten
- 10) Balkon-Solar wurde per Gesetz erlaubt
- 11) RWE und die EnBW haben zugesagt 8 bzw. 10 Jahre früher aus der Kohle auszusteigen als bisher geplant
- 12) Verträge mit mehreren Nationen geschlossen, um H₂ zu liefern
- 13) Energieversorger bauen bereits H₂-fähige Gaskraftwerke
- 14) Etliche Umweltschutzprojekte, Schutz von Mooren
- 15) Anteil des Radverkehrs steigt in vielen Städten an

Trends - die für 2024 Hoffnung machen

Weltweiter Solarenergiezubau

2004 1 Gigawatt / **Jahr**

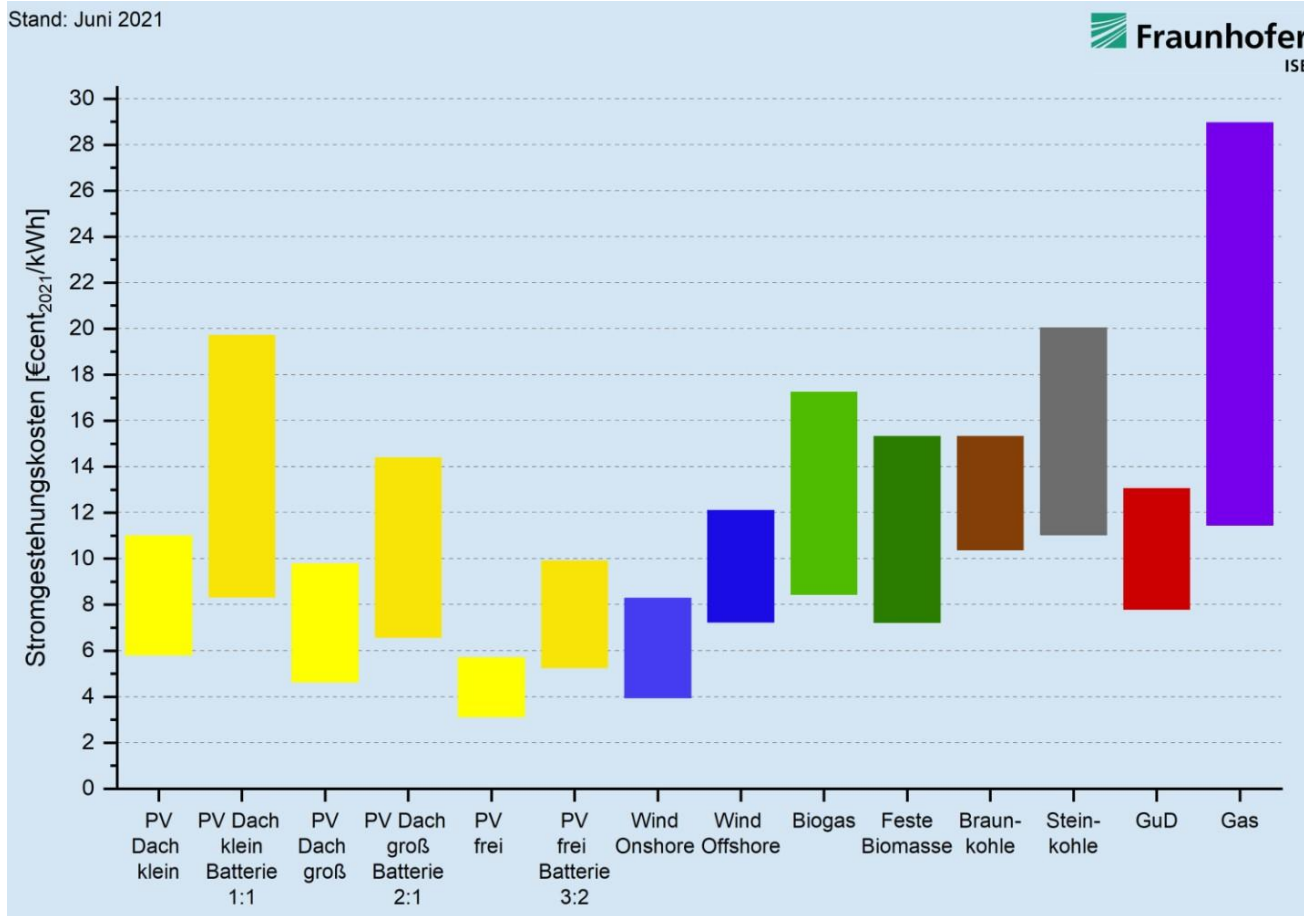
2010 1 Gigawatt / **Monat**

2015 1 Gigawatt / **Woche**

2023 1 Gigawatt / **Tag**

Trends - die für 2024 Hoffnung machen

Stromgestehungskosten unterschiedlicher Erzeugungsarten

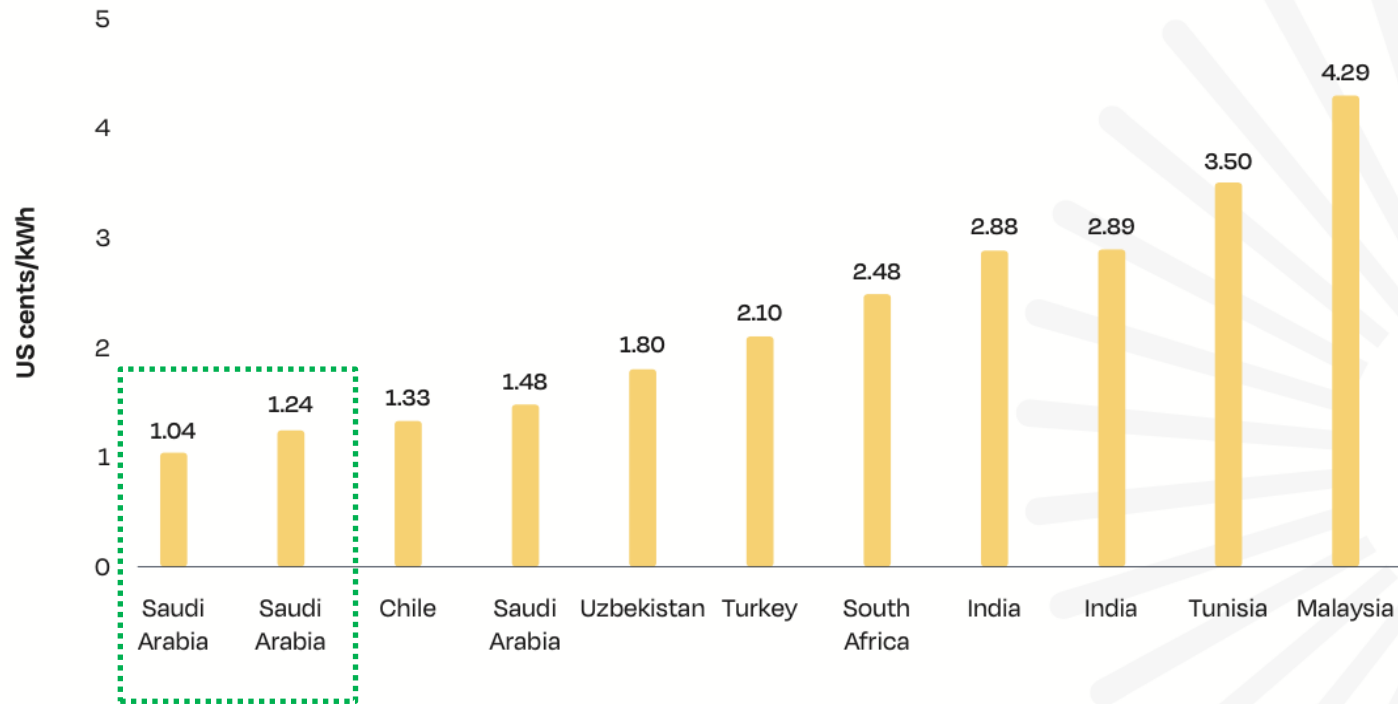


Source: Bruno Burger mit den Energy-Charts (Fraunhofer ISE)

Trends - die Hoffnung machen

Erzielte Stromgestehungskosten von Angebotsverfahren 2021

FIGURE 5 SELECTION OF LOWEST SOLAR AUCTION BIDS AROUND THE WORLD IN 2021



© SOLARPOWER EUROPE 2022

Trends - die für 2024 Hoffnung machen

 **pv magazine** @pvmagazine · 8. Juni 2023

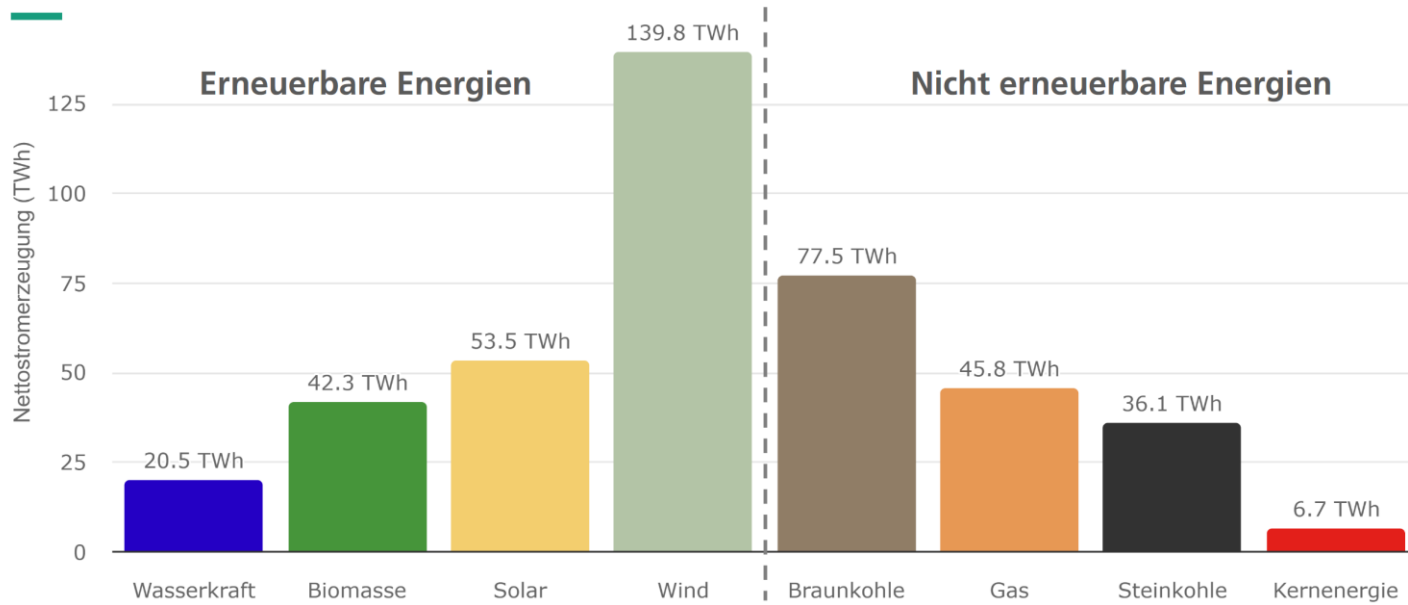
Dubai's tender for 6th phase of giant solar park attracts lowest bid of \$0.0162154/kWh: DEWA said it will announce the preferred bidder for the 1,800 MW 6th phase of the Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar...
[#renewableenergy](#) [#solarenergy](#) [#sustainability](#) dlvr.it/SqLF9X



3 11 22 4.457

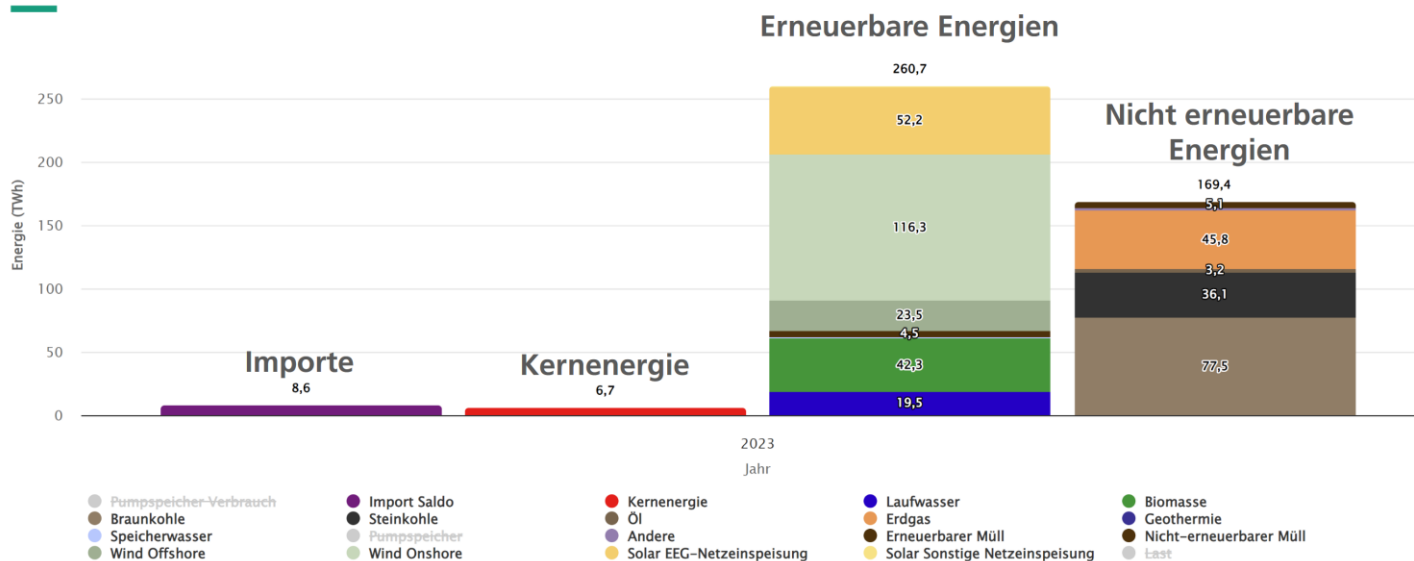
Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023



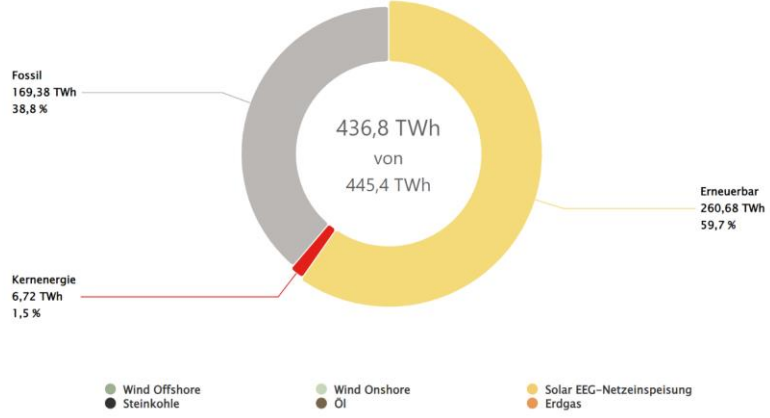
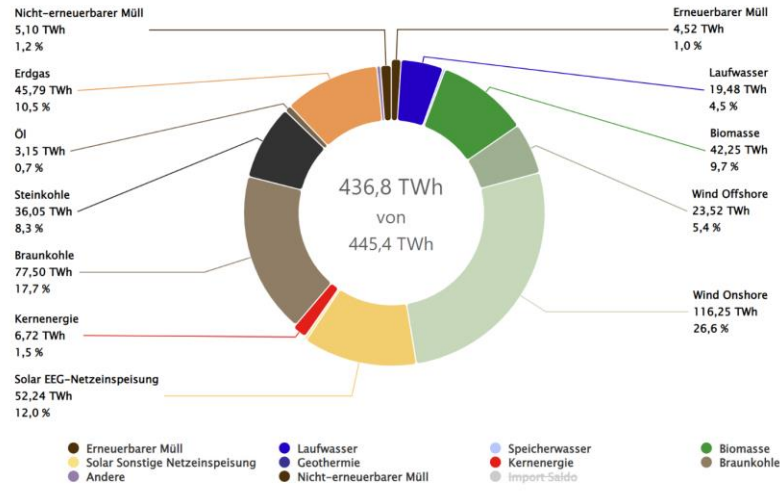
Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023



Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023

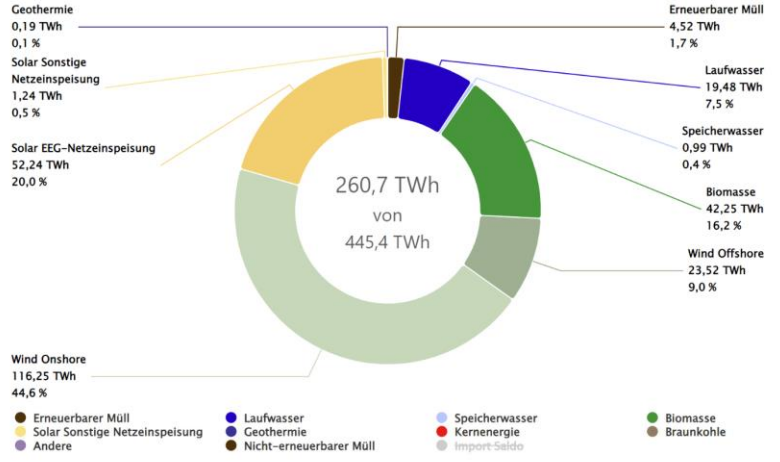


Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 10:46 MEZ

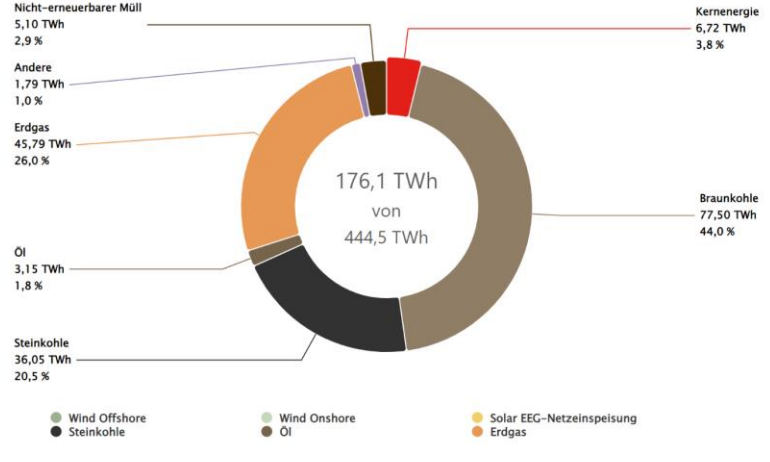
Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023

Erneuerbare Energien



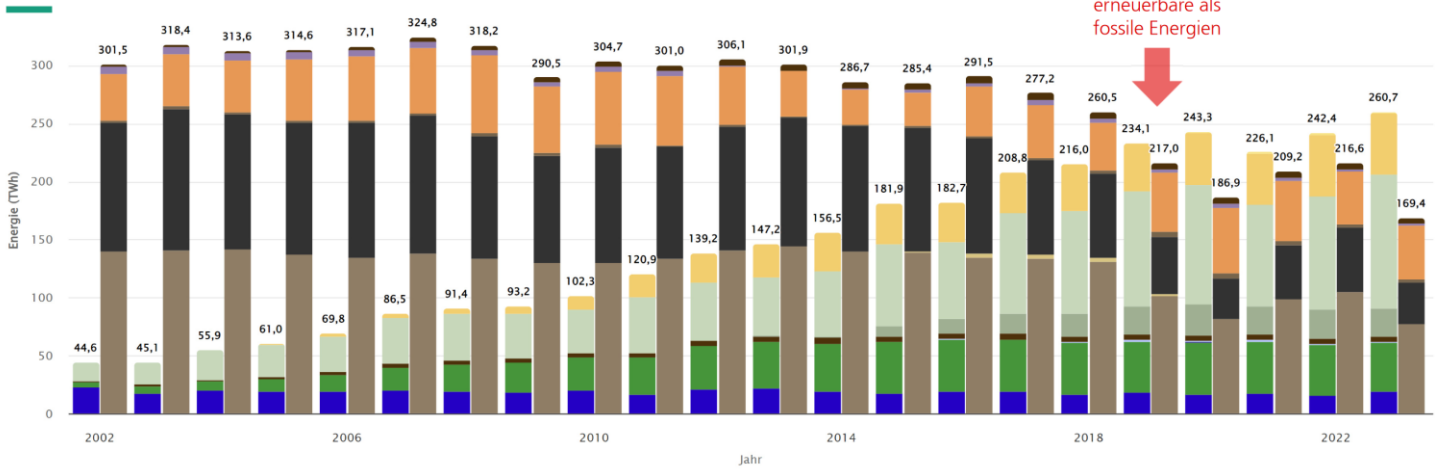
Nicht erneuerbare Energien



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 17:44 MEZ

Öffentliche Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und fossilen Quellen

Jahr 2002 - 2023

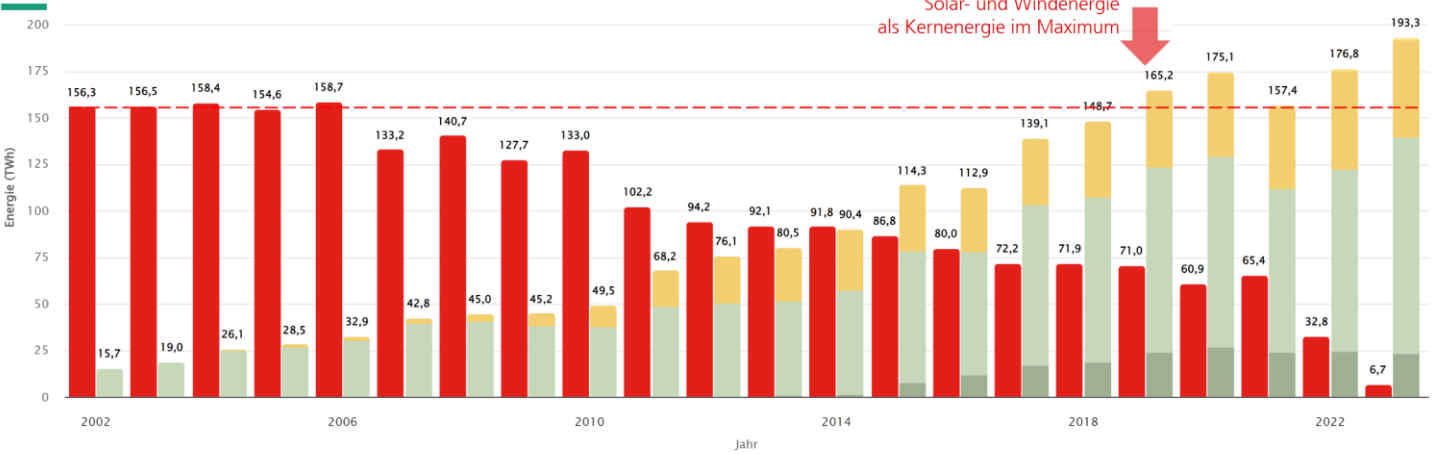


- Pumpspeicher-Verbrauch
- Kohlegas
- Pumpspeicher
- Solar EEG-Netzeinspeisung
- Import-Saldo
- Steinkohle
- Anderer
- Solar Sonstige Netzeinspeisung
- Kernenergie
- Öl
- Erneuerbarer Müll
- Last
- Laufwasser
- Erdgas
- Nicht-erneuerbarer Müll
- Biomasse
- Geothermie
- Wind Offshore
- Braunkohle
- Speicherwasser
- Wind Onshore

Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 09:46 MEZ

Öffentliche Nettostromerzeugung aus Kernenergie, Solar- und Windenergie

Jahr 2002 - 2023

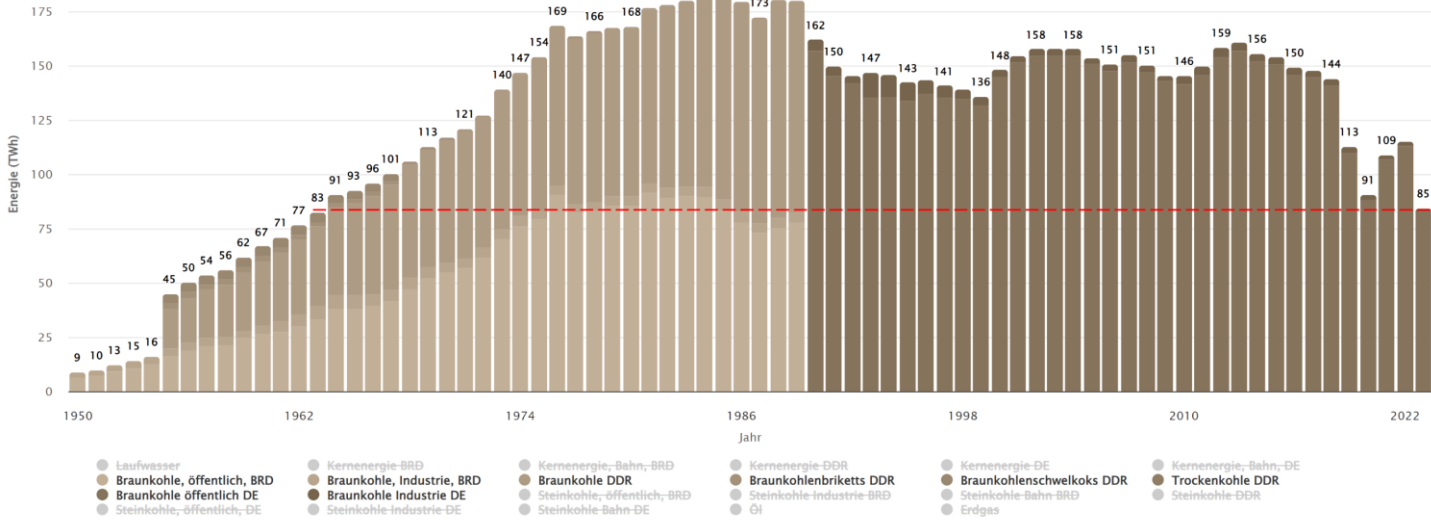


- Pumpspeicher-Verbrauch
- Kohlegas
- Pumpspeicher
- Solar EEG-Netzeinspeisung
- Import-Saldo
- Steinkohle
- Anderer
- Solar Sonstige Netzeinspeisung
- Kernenergie
- Öl
- Erneuerbarer Müll
- Last
- Laufwasser
- Erdgas
- Nicht-erneuerbarer Müll
- Biomasse
- Geothermie
- Wind Offshore
- Braunkohle
- Speicherwasser
- Wind Onshore

Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 10:46 MEZ

Bruttostromerzeugung aus Braunkohle

Jahr 1950 bis 2023

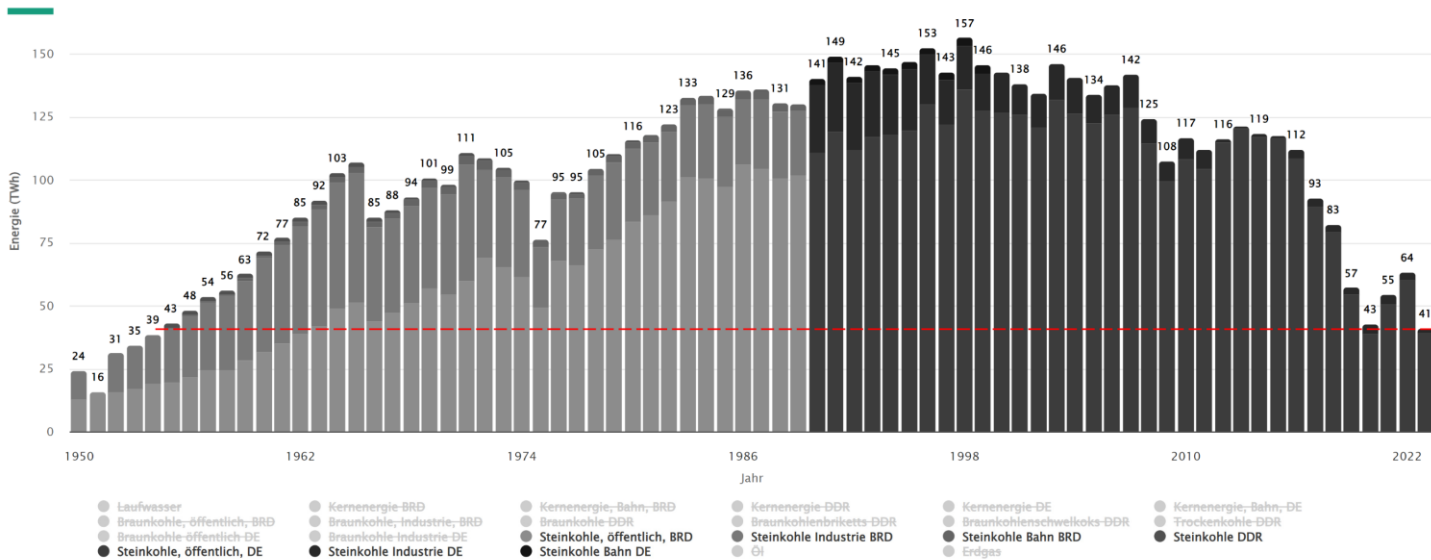


Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 19:52 MEZ

Achtung: Fake News #1

Bruttostromerzeugung aus Steinkohle

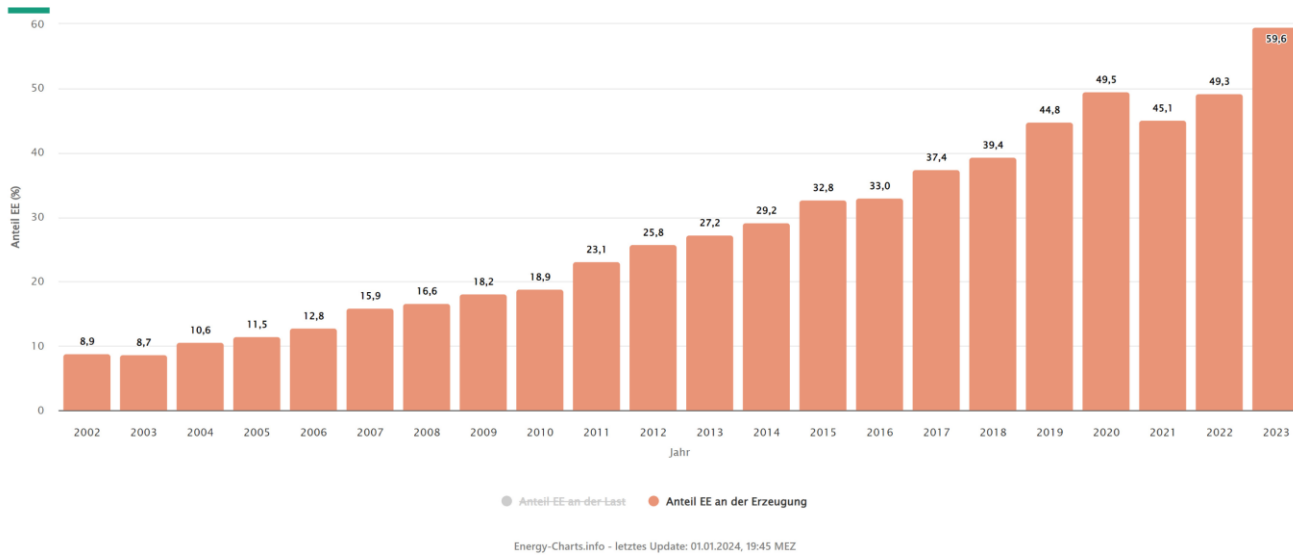
Jahr 1950 bis 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 19:52 MEZ

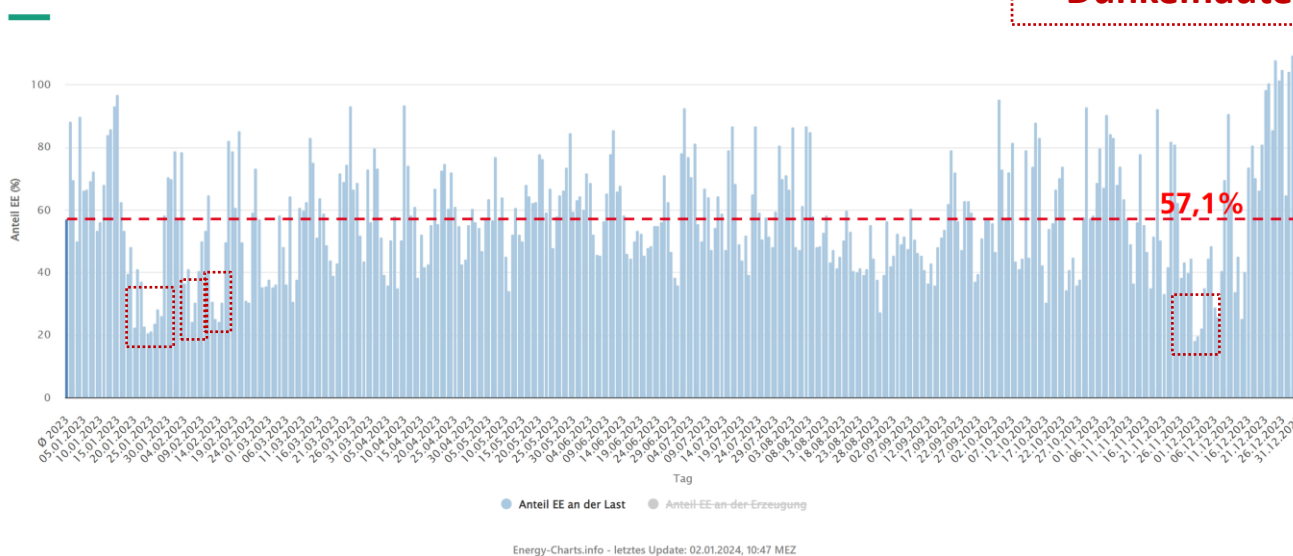
Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung

Jahr 2002 bis 2023



Täglicher Anteil erneuerbarer Energien an der Last

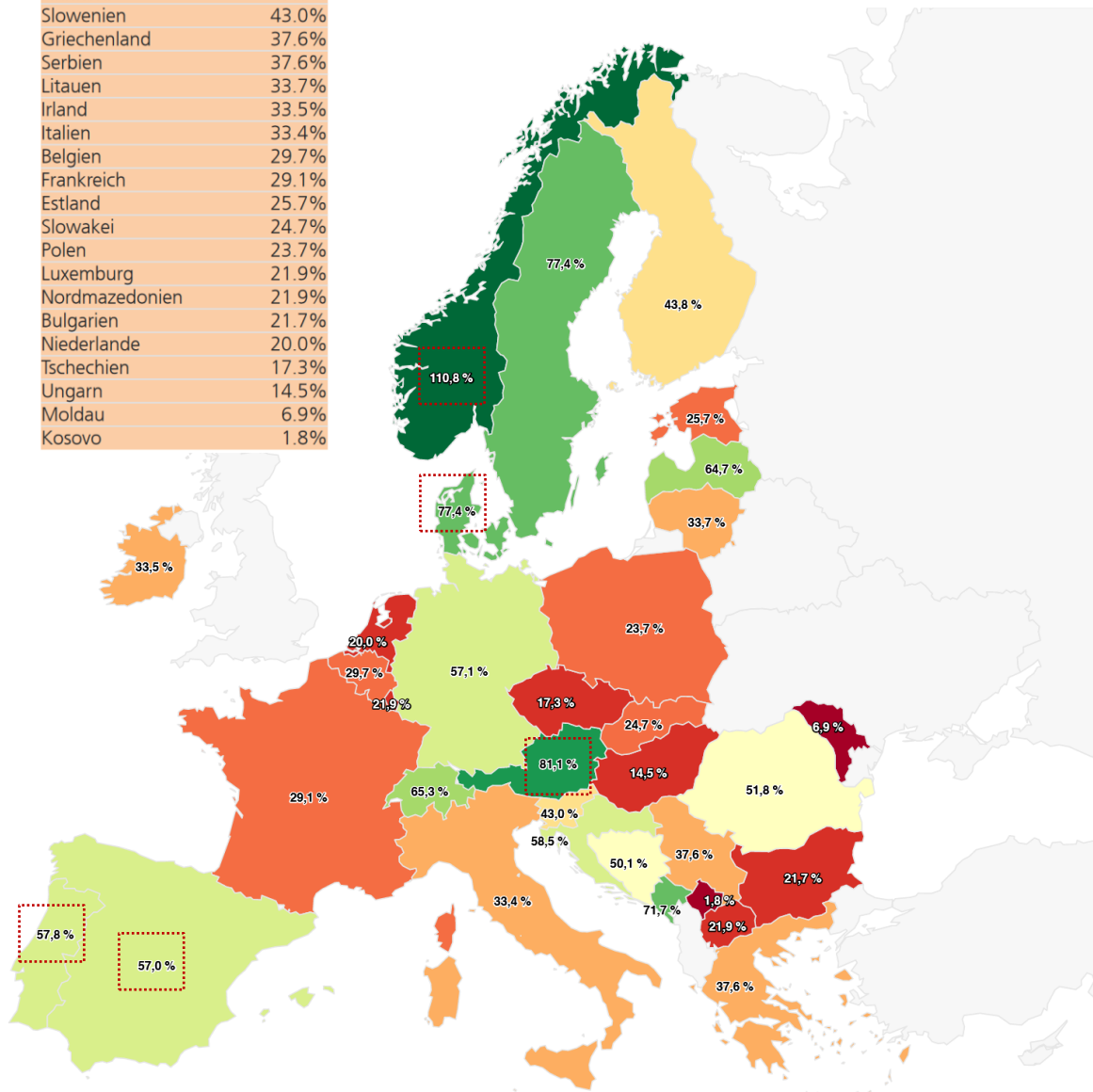
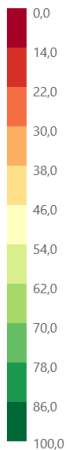
Jahr 2023



Anteil Erneuerbarer Energien an der elektrischen Last im Jahr 2023

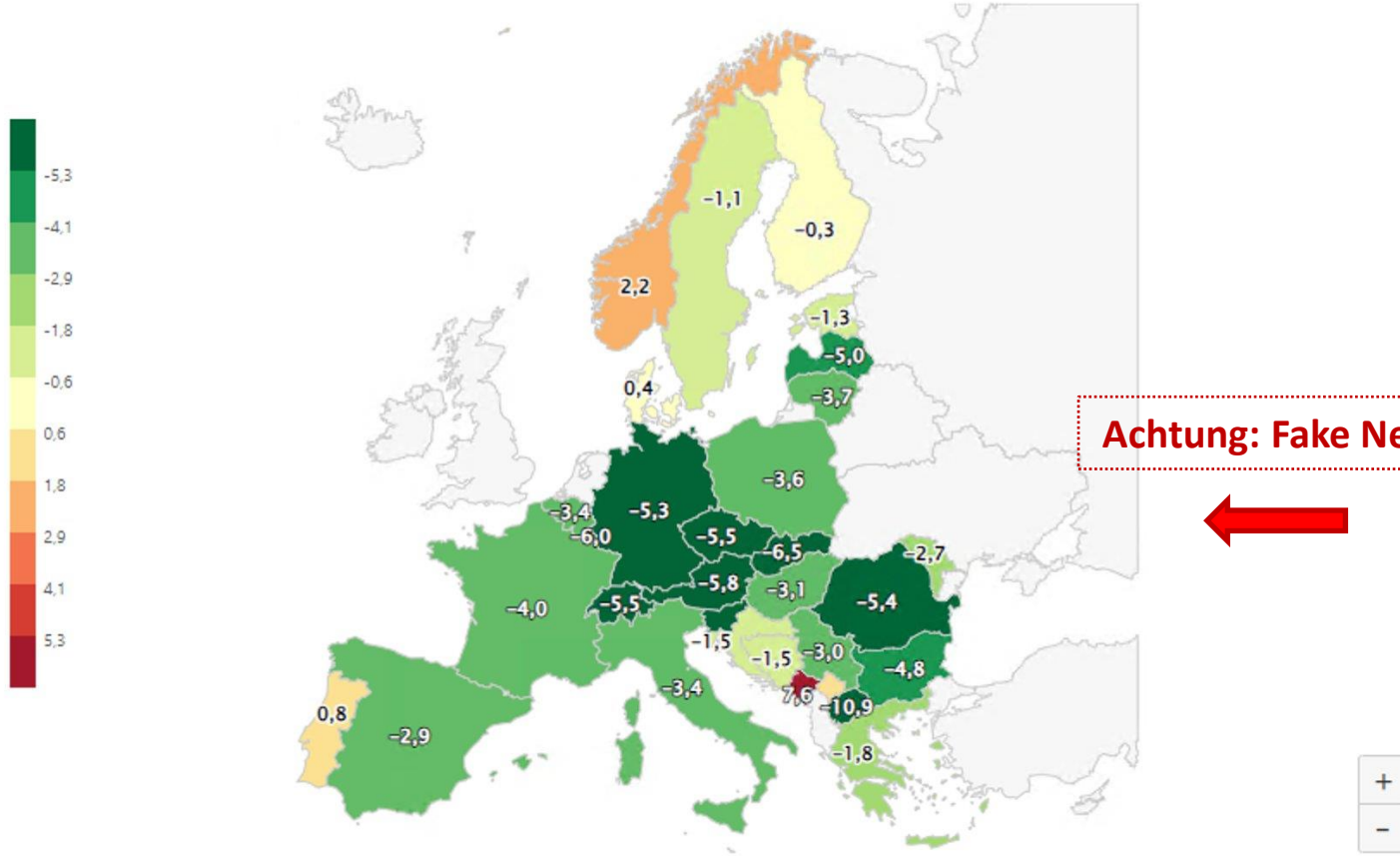
Norwegen	110.8%
Österreich	81.1%
Dänemark	77.4%
Schweden	77.4%
Montenegro	71.7%
Georgien	70.8%
Schweiz	65.3%
Lettland	64.7%
Kroatien	58.5%
Portugal	57.8%
Deutschland	57.1%
Spanien	57.0%
Rumänien	51.8%
Bosnien-Herzegovina	50.1%

Finnland	43.8%
Slowenien	43.0%
Griechenland	37.6%
Serbien	37.6%
Litauen	33.7%
Irland	33.5%
Italien	33.4%
Belgien	29.7%
Frankreich	29.1%
Estland	25.7%
Slowakei	24.7%
Polen	23.7%
Luxemburg	21.9%
Nordmazedonien	21.9%
Bulgarien	21.7%
Niederlande	20.0%
Tschechien	17.3%
Ungarn	14.5%
Moldau	6.9%
Kosovo	1.8%



Prozentuale Veränderung der Last von 2022 auf 2023

In %, positive Werte (grün) bedeuten Abnahme, negative Werte (rot) bedeuten Zunahme



Achtung: Fake News #2

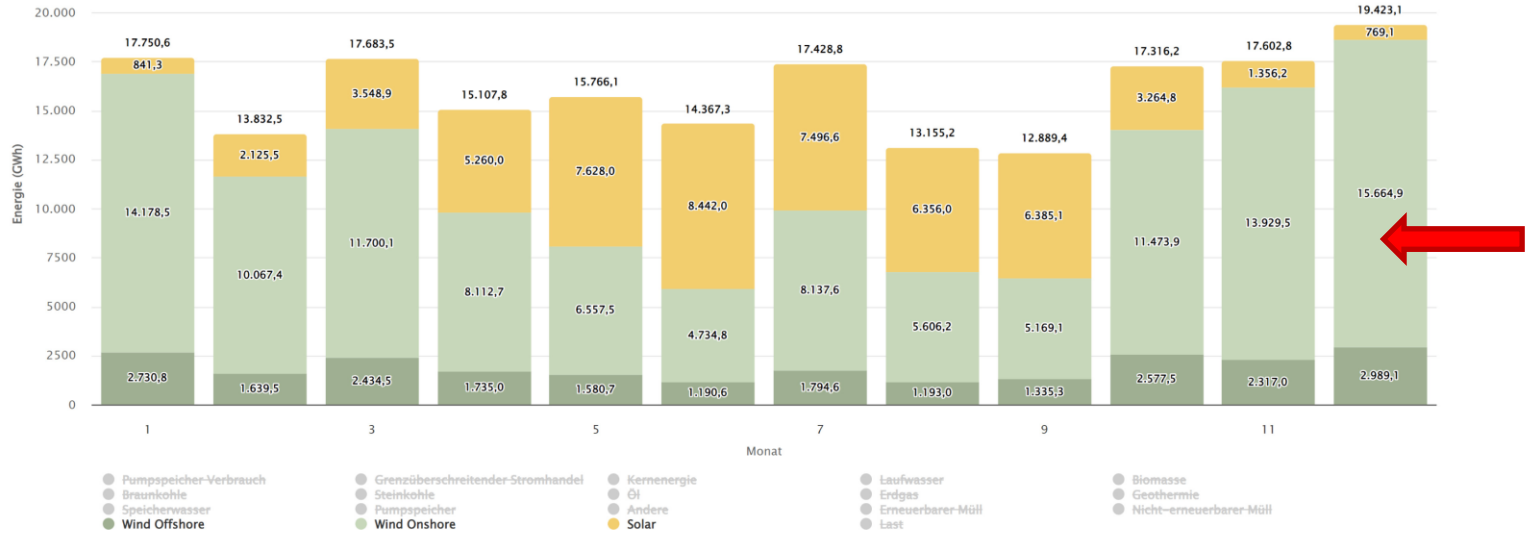


Energy-Charts.info; Letztes Update: 06.01.2024, 13:23 MEZ

Monatliche Wind- und Solarstromerzeugung

Jahr 2023

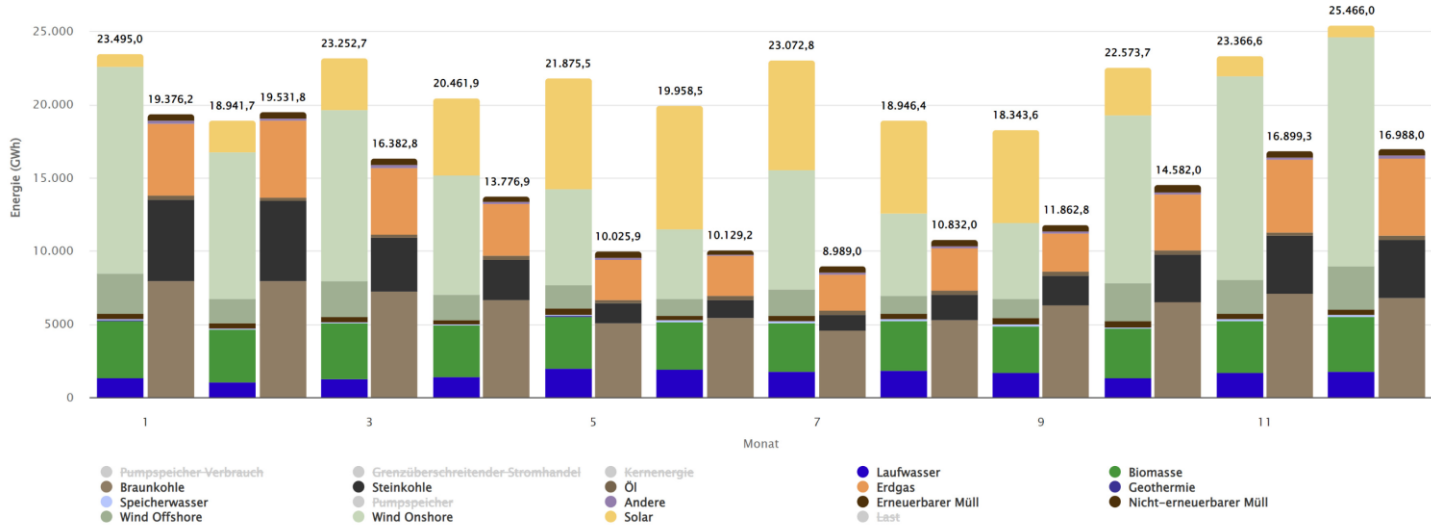
Achtung: Fake News #3



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 20:45 MEZ

Monatliche erneuerbare und fossile Stromerzeugung

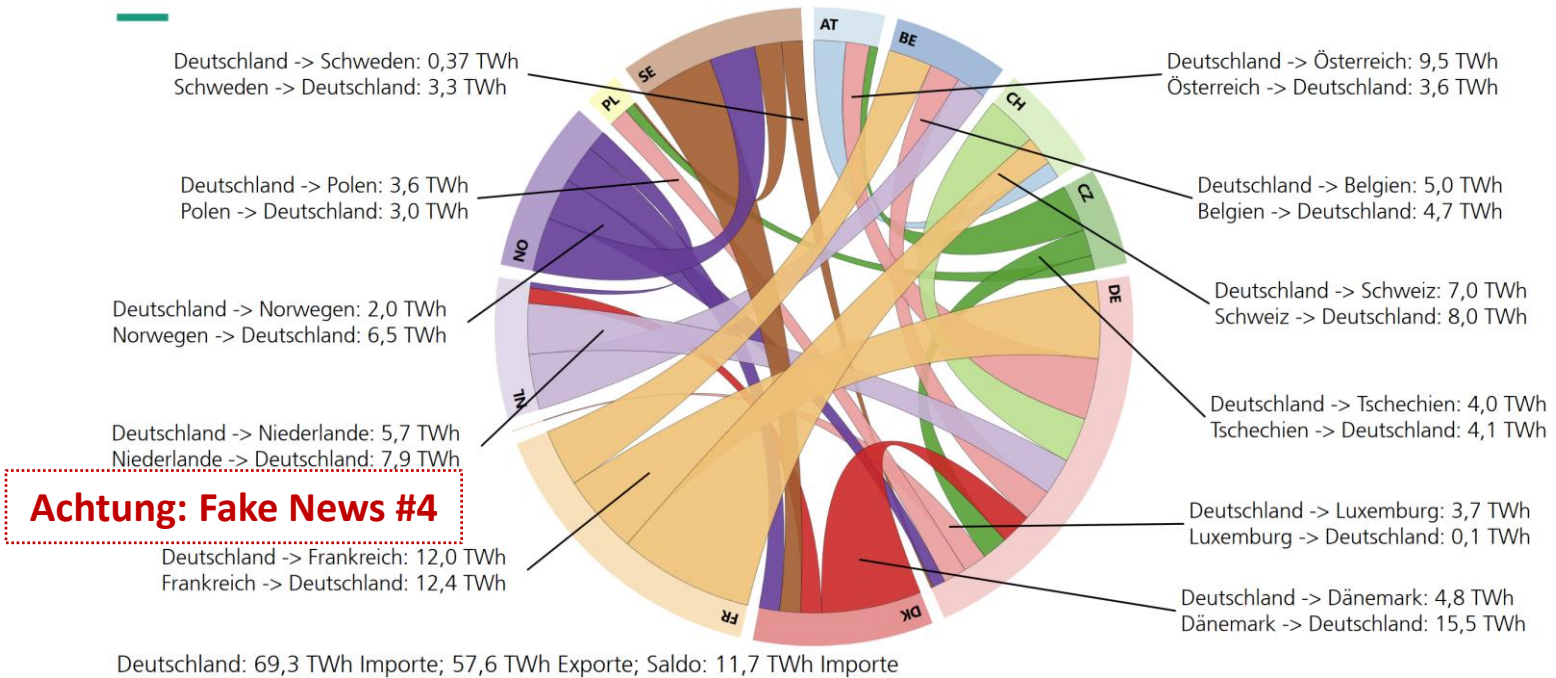
Jahr 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 20:45 MEZ

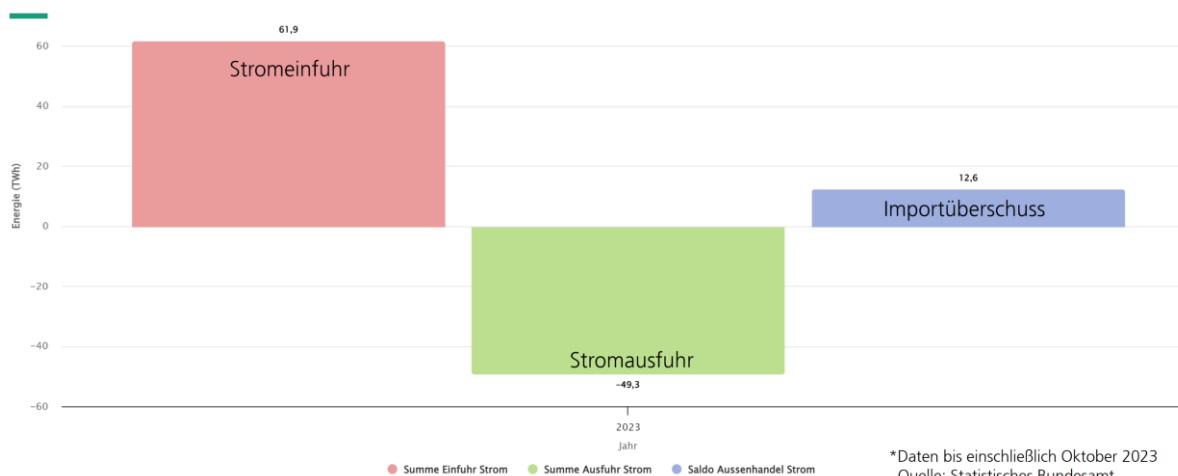
Stromimport und –export, kommerzieller Stromhandel

Jahr 2023



Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in TWh

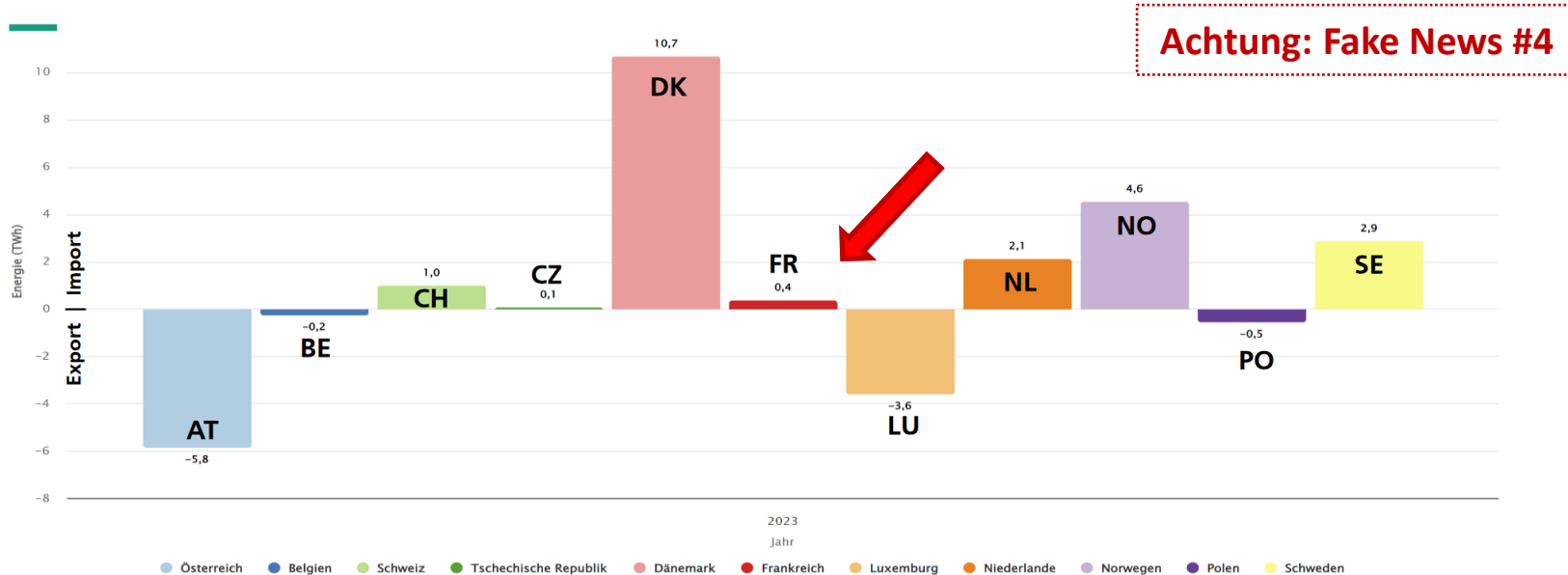
Jahr 2023



*Daten bis einschließlich Oktober 2023
Quelle: Statistisches Bundesamt

Stromimport und -export, geplanter (terminierter) Stromhandel

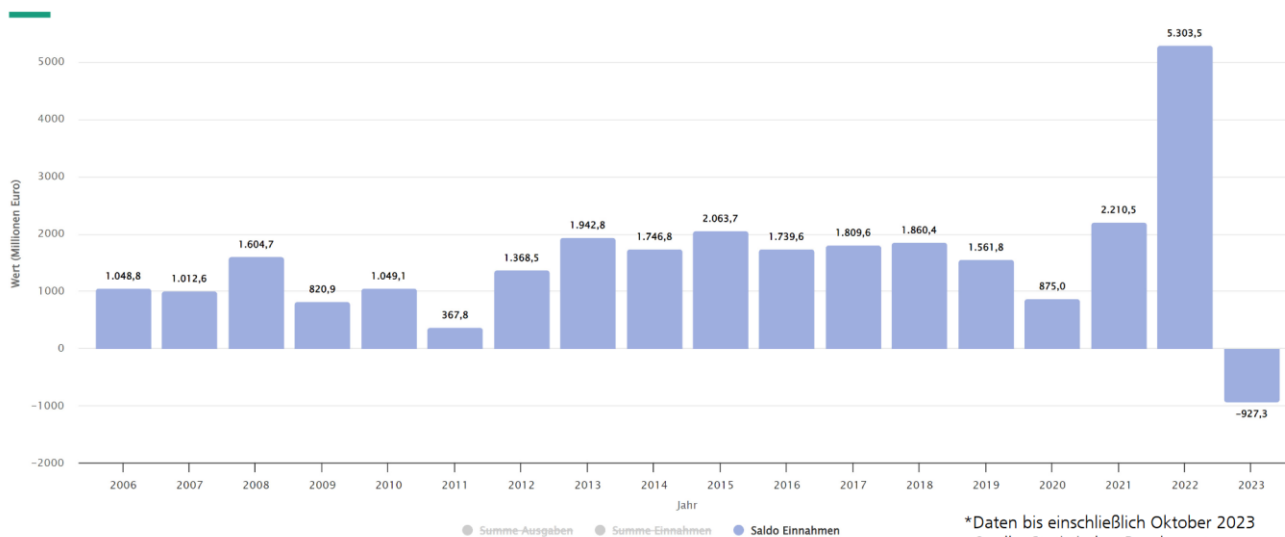
Jahr 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 21:18 MEZ

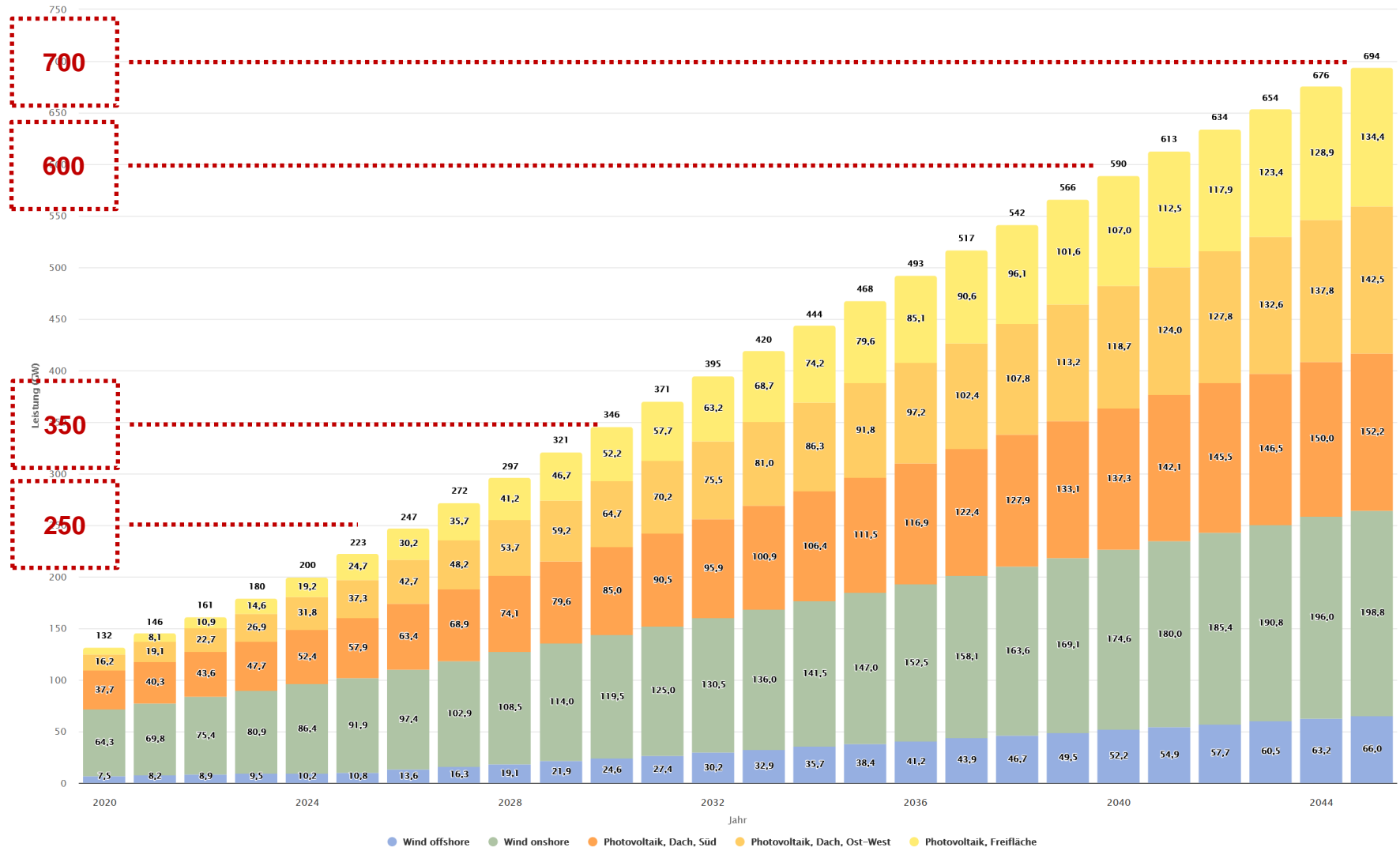
Außenhandel Strom

Saldo Einnahmen 2006 bis 2023



*Daten bis einschließlich Oktober 2023
Quelle: Statistisches Bundesamt

Wie lauten die Ziele für die Summenleistungen für die Energiewende? Fraunhofer ISE Studie: Inst. Leistung fluktuierender EE – Wind & Sonne

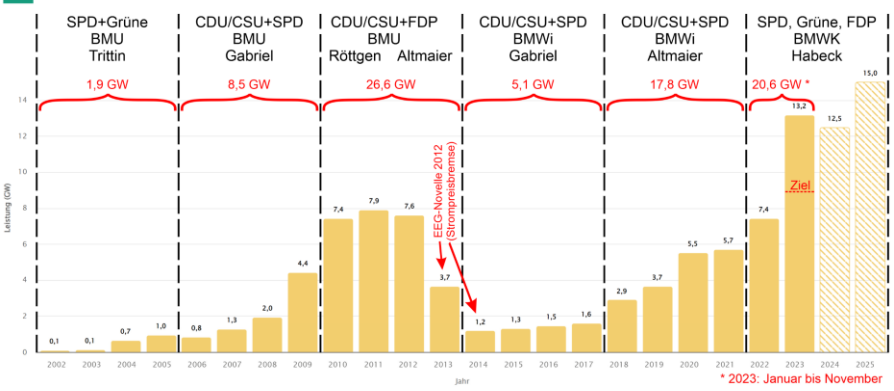


Source: Bruno Burger mit den Energy-Charts (Fraunhofer ISE)

Source: Bruno Burger mit den Energy-Charts (Fraunhofer ISE)

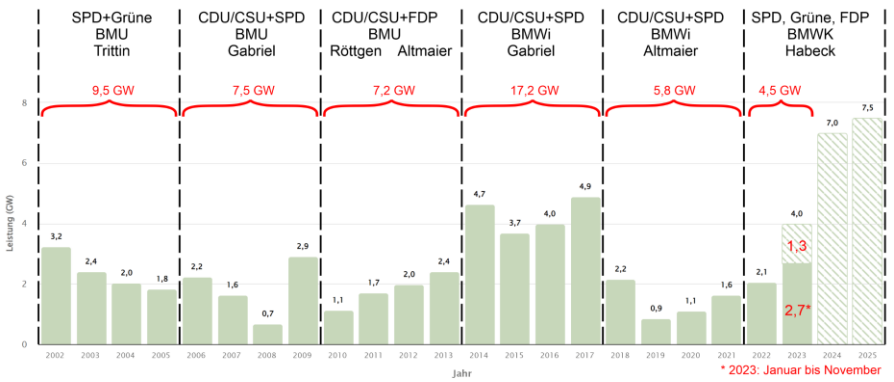
Jährlicher Zubau an installierter Solarleistung

Istwerte von 2002 bis 2023 und Planung bis 2025



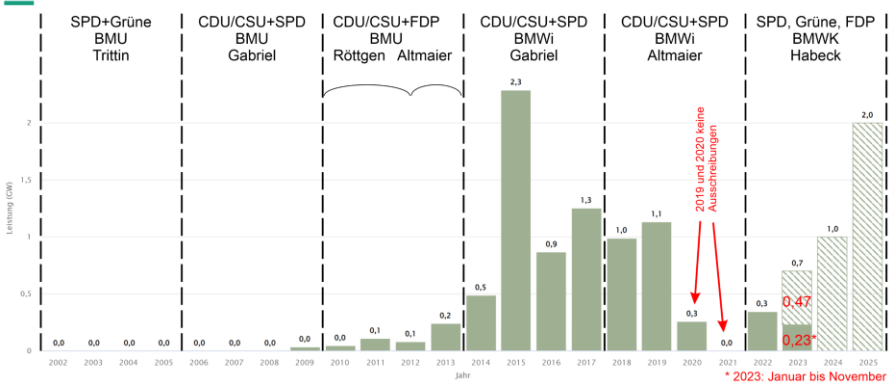
Jährlicher Zubau an installierter Leistung von Wind Onshore

Istwerte von 2002 bis 2023 und Planung bis 2025



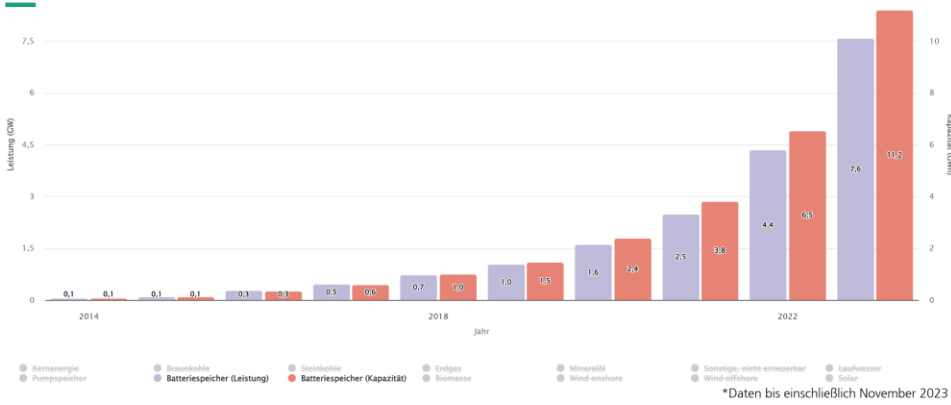
Jährlicher Zubau an installierter Leistung von Wind Offshore

Istwerte von 2002 bis 2023 und Planung gemäß Osterpaket bis 2025



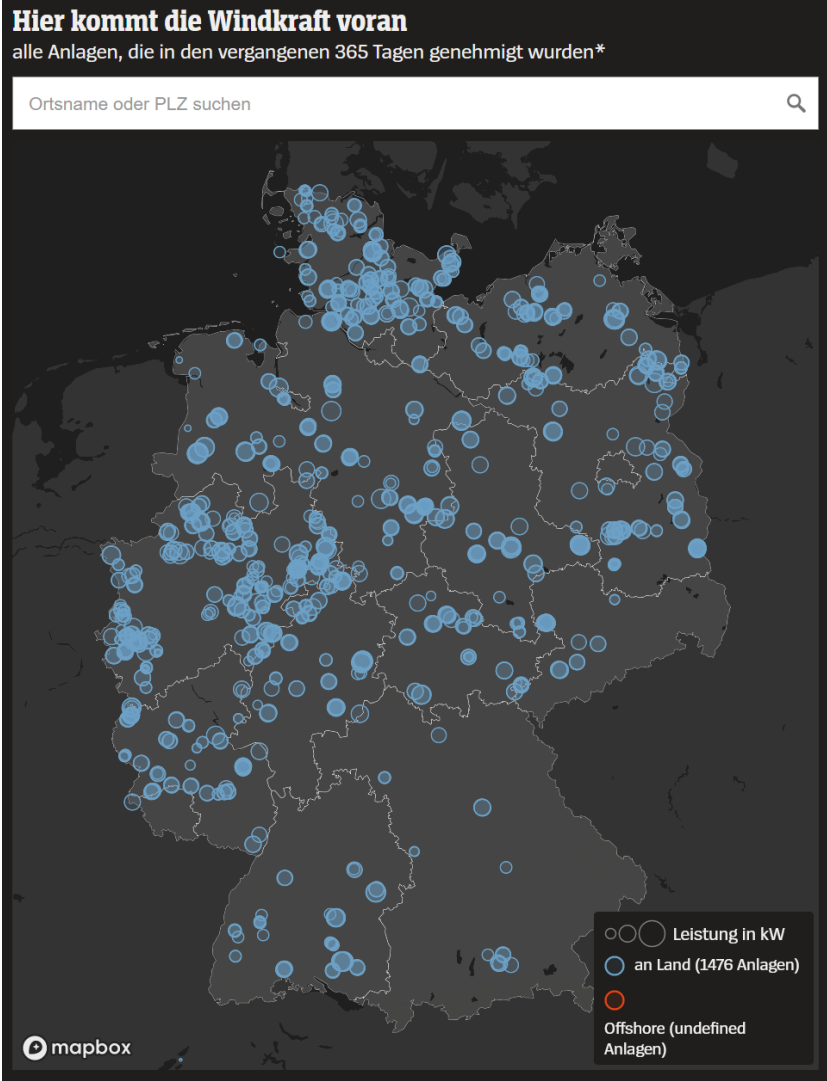
Installierte Leistung und Kapazität von Batteriespeichern

Jahr 2014 bis 2023



Legende: Kernenergie, Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Biomasse, Erneuerbare, Pumpenspeicher, Batteriespeicher (Leistung), Batteriespeicher (Kapazität), Wind-onshore, Wind-offshore, Laufwasser, Solar


Onshore – Windkraftanlagen (Bayern)



Zubau nach Bundesländern



Bundesverband WindEnergie

Jahr 2023		Brutto-Zubau		
Rang	Bundesland	Zubau Leistung	Zubau Anzahl	Anteil*
				
1	Schleswig-Holstein	1.210 MW	249 WEA	34%
2	Niedersachsen	638 MW	131 WEA	18%
3	Nordrhein-Westfalen	527 MW	114 WEA	15%
4	Brandenburg	425 MW	77 WEA	12%
5	Mecklenburg-Vorpommern	184 MW	41 WEA	5%
6	Hessen	163 MW	37 WEA	5%
7	Rheinland-Pfalz	139 MW	33 WEA	4%
8	Sachsen-Anhalt	87 MW	17 WEA	2%
9	Baden-Württemberg	59 MW	15 WEA	2%
10	Sachsen	47 MW	10 WEA	1%
11	Thüringen	32 MW	6 WEA	1%
12	Bayern	26 MW	7 WEA	1%
13	Saarland	24 MW	6 WEA	1%
14	Hamburg	4 MW	1 WEA	0%
14	Bremen	4 MW	1 WEA	0%
	Berlin	0 MW	0 WEA	0%
Deutschland		3.567 MW	745 WEA	

* Anteil des Brutto-Leistungszubaus je Bundesland am deutschlandweiten Brutto-Leistungszubau

 **Bundesverband WindEnergie e.V.** @BWEeV · 15. Jan. ...

Um das selbst gesteckte Ziel von 1.000 #Windkraftanlagen bis 2023 zu erreichen, müssten ab sofort 150 #WEA pro Jahr in #Bayern gebaut werden. In 2023 waren es 17. Irgendwie haben wir Zweifel an der Ernsthaftigkeit dieses Vorhabens @Markus_Soeder



Windkraft-Ausbau kommt überall voran - außer in Bayern

Von tagesschau.de

Netto-Windkraftzubau 01-12/2023



Saarland
24.2 MW



Bayern
23.3 MW



Daten: <https://www.windbranche.de/windenergie-ausbau/bundeslaender>

EU-Vorschläge für Strompreiszonen in Deutschland

Zwei Zonen



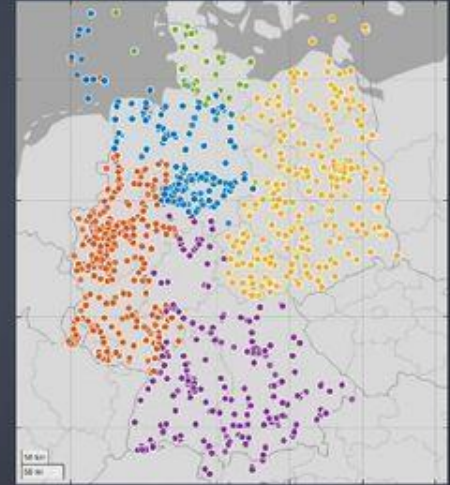
Drei Zonen



Vier Zonen



Fünf Zonen



Quelle: EU-Agentur ACER

Onshore & Offshore - WKAs

TOP 10 COUNTRIES



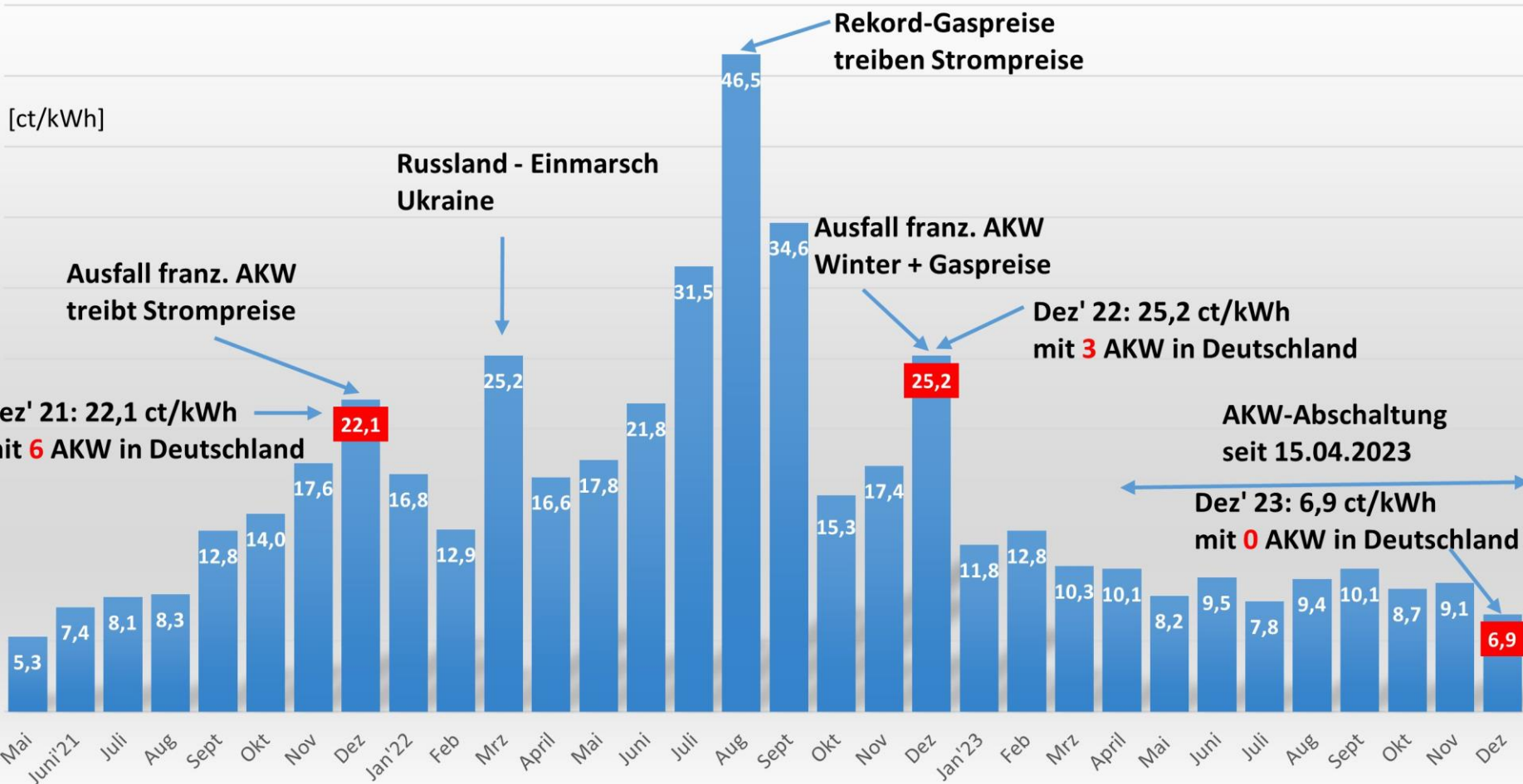
BY SHARE OF WIND ENERGY

- 1.  Denmark: 80%
- 2.  Germany: 69%
- 3.  Ireland: 67%
- 4.  Belgium: 47%
- 5.  United Kingdom: 45%
- 6.  Netherlands: 40%
- 7.  Greece: 29%
- 8.  Luxembourg: 29%
- 9.  France: 26%
- 10.  Romania: 26%

BY WIND ENERGY GENERATION

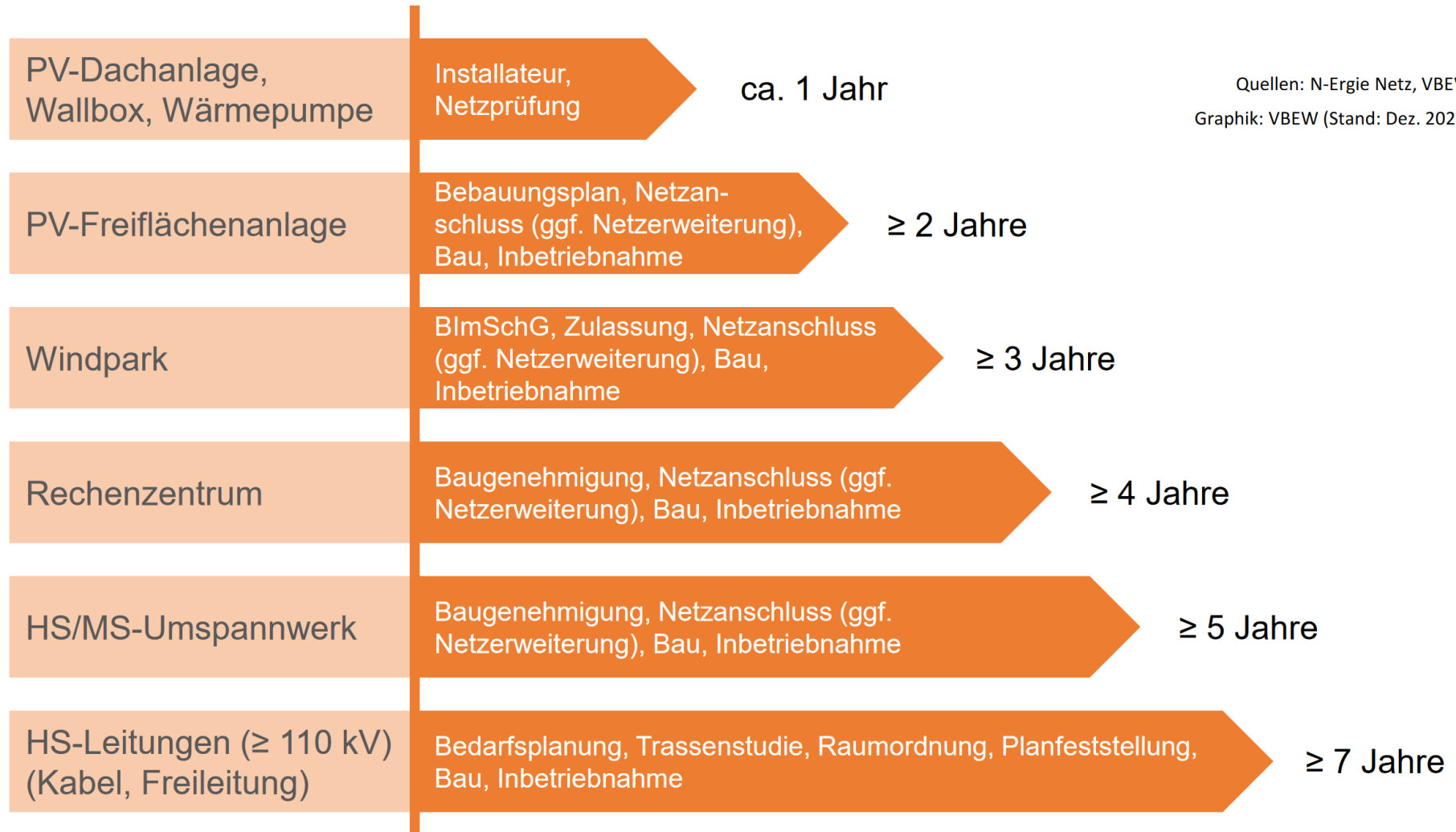
- 1.  Germany: 799 GWh
- 2.  United Kingdom: 335 GWh
- 3.  France: 280 GWh
- 4.  Netherlands: 97 GWh
- 5.  Belgium: 96 GWh
- 6.  Poland: 82 GWh
- 7.  Denmark: 81 GWh
- 8.  Italy: 73 GWh
- 9.  Ireland: 59 GWh
- 10.  Sweden: 57 GWh

Strompreise Großhandel Deutschland Mai 2021 - Dezember 2023



Daten: EPEXSpot, © IWR, 2024

Realisierungszeiträume Strominfrastrukturen



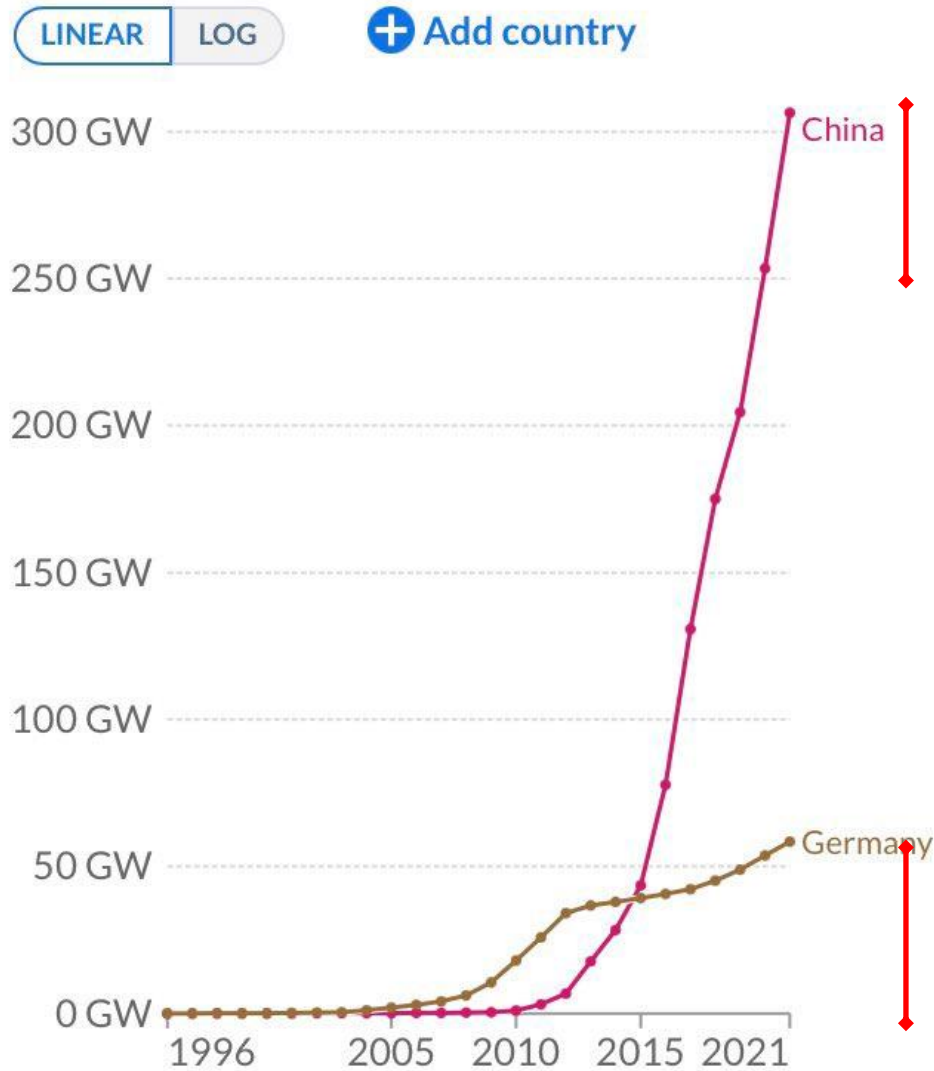
Quellen: N-Ergie Netz, VBEW
Graphik: VBEW (Stand: Dez. 2022)

#aberChina

Installed solar energy capacity

Cumulative installed solar capacity, measured in gigawatts (GW).

Our World
in Data



Source: Statistical Review of World Energy - BP (2022)
OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik

PV-Boom in Dtl's Eigenheimsiedlungen: PV-Zubau in 4a vervierfacht

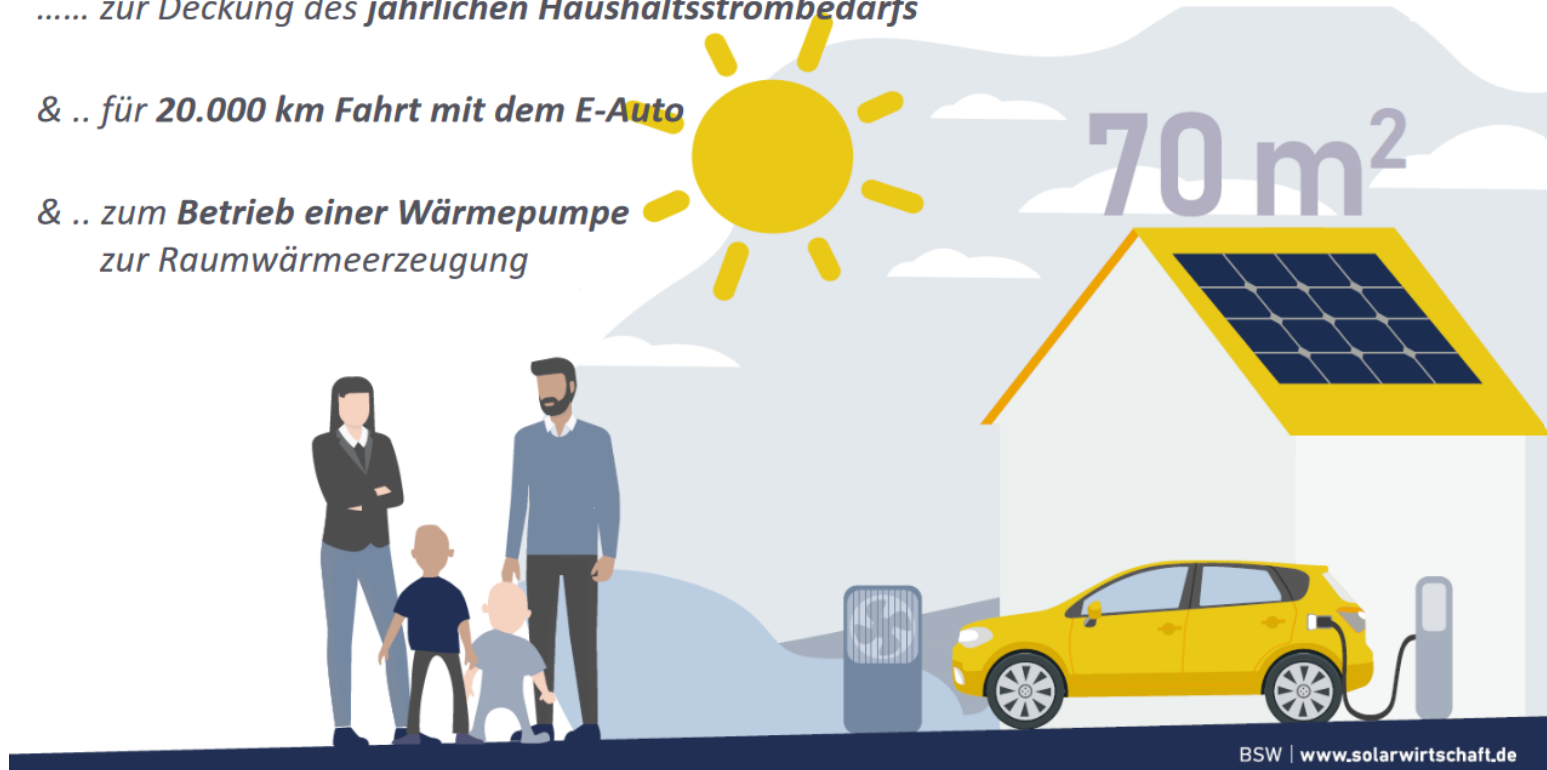
Beispiel:

PV-Dach 70qm/13 kW liefert klimafreundlich u. preiswert Strom für 4-Personenhaushalt:

*..... zur Deckung des **jährlichen Haushaltsstrombedarfs***

*& .. für **20.000 km Fahrt mit dem E-Auto***

*& .. zum **Betrieb einer Wärmepumpe**
zur Raumwärmeerzeugung*



A photograph of an astronaut in a white spacesuit standing on the moon's surface. The astronaut is wearing a helmet with a reflective visor and has an American flag patch on the right shoulder. The background shows the dark, cratered lunar landscape under a black sky. The text is overlaid in the center of the image.

**Machen wir Klimaschutz
zu unserem
Man-to-the-Moon-Projekt**