Europäische Stromversorgung in Krisenzeiten – die Energiewende erklärt anhand der Energy Charts

Leonhard Probst
30. ABSI-Jahrestagung 2023
Ebersberg, 24.02.2023
www.energy-charts.info

Agenda

1. Einführung in die Energy-Charts
2. Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?
3. Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022
4. Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich
5. Die Stromampel der Energy-Charts

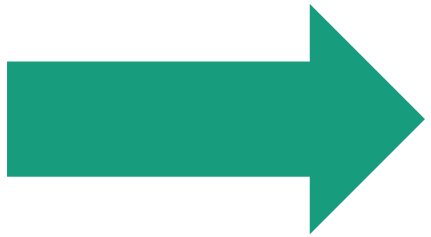
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

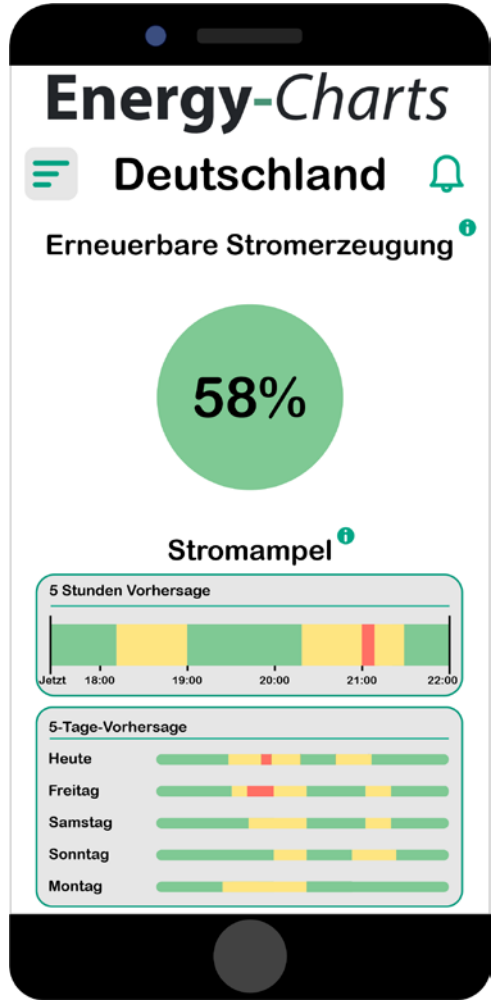
Agenda

1. **Einführung in die Energy-Charts**
2. **Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?**
3. **Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022**
4. **Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich**
5. **Die Stromampel der Energy-Charts**

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Mitmachen



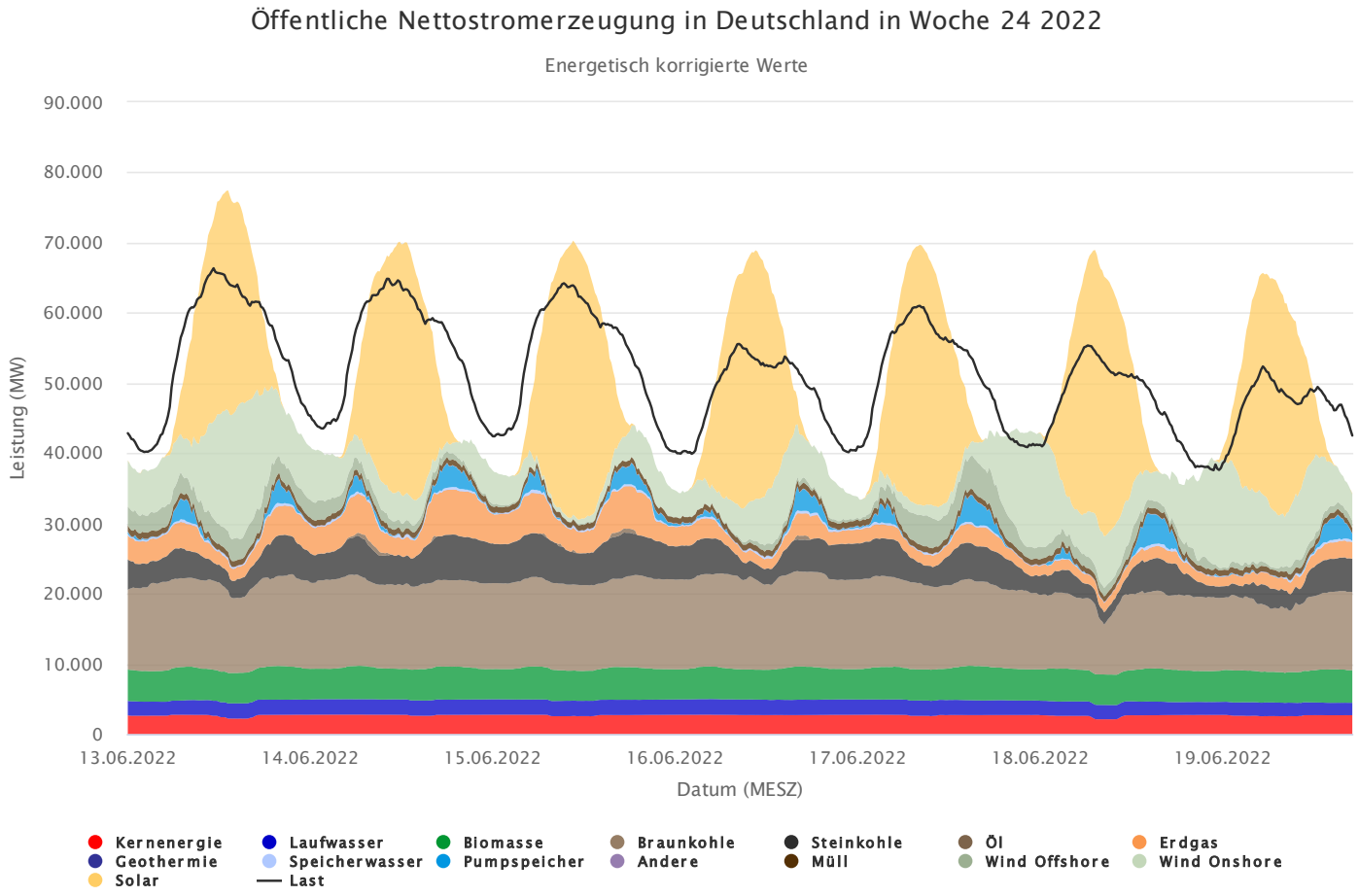


© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

* https://www.svgrepo.com/svg/402159/mobile-phone-off (Author: joypixels, Licencse: MIT)

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland

Jahr 2022; Woche 24



Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E, AGEE-Stat, Destatis, Fraunhofer ISE, AG Energiebilanzen; Letztes Update: 18.02.2023, 12:53 MEZ

www.energy-charts.info

Energy-*Charts* Talks

Bruno Burger

- Stromerzeugung im Februar 2023

Leonhard Probst

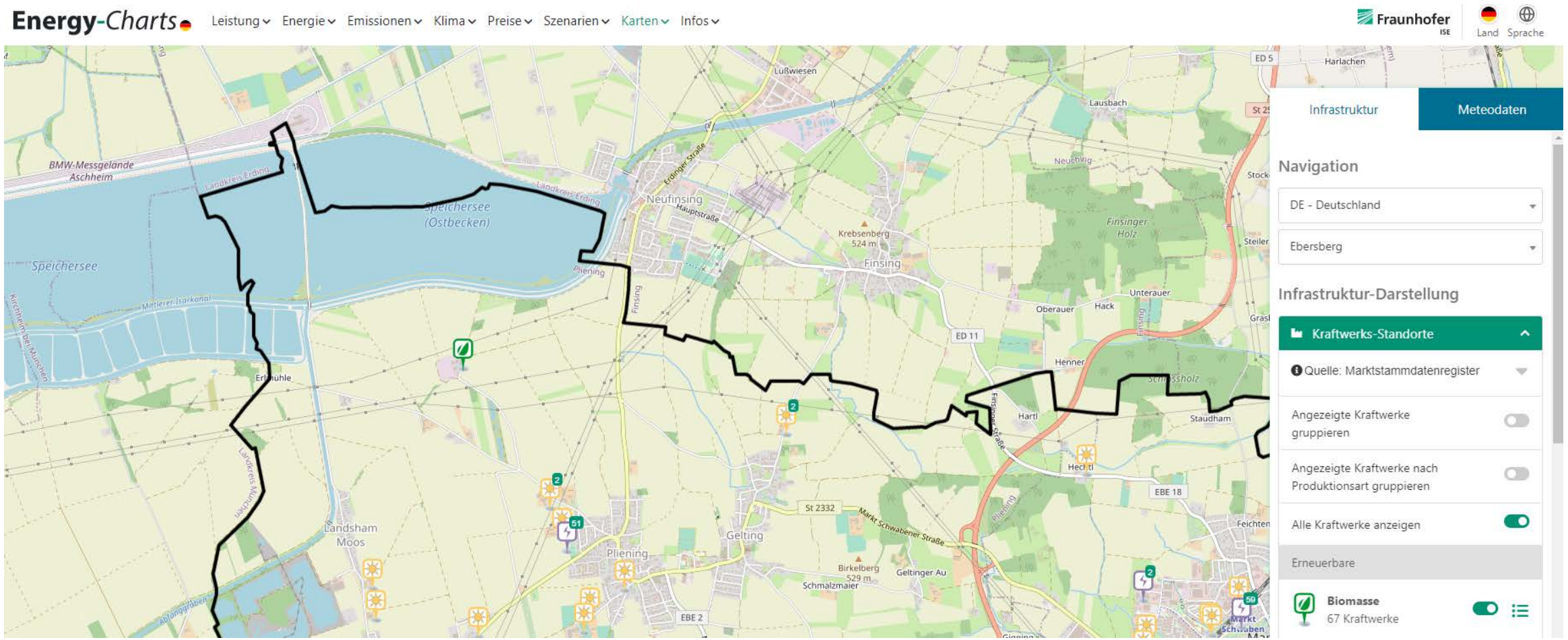
- Stromampel für Österreich

Mittwoch, 01.03.2023, Live um 17 Uhr

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=DE&week=24&year=2022

Fraunhofer ISE



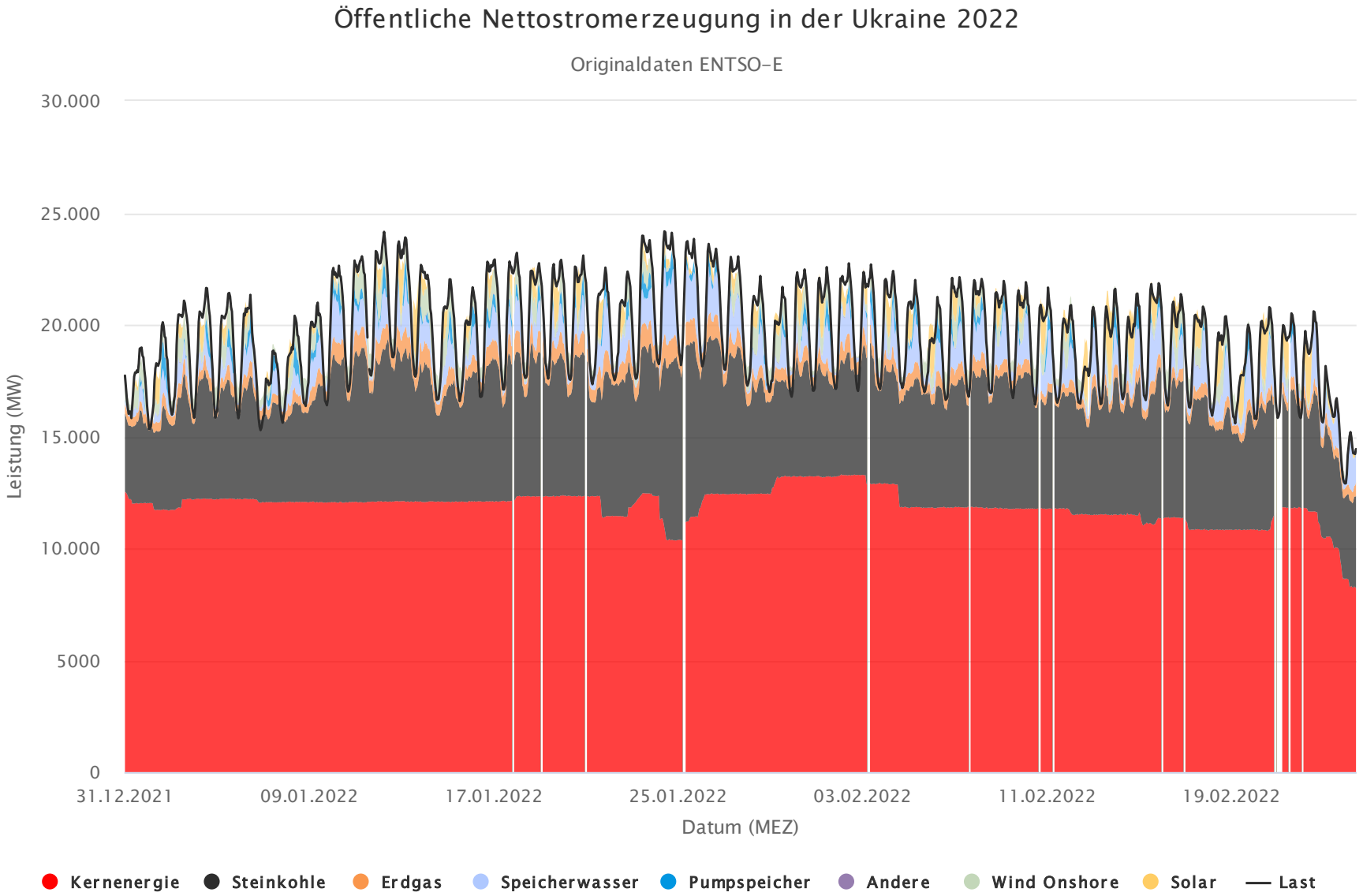
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/map/map.htm?l=de&c=DE&country=DE&zoom=14&lat=48.203&lng=11.815&state=3600929913&pp-source=mastr&pp-bitmap=all

Agenda

1. Einführung in die Energy-Charts
2. Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?
3. Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022
4. Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich
5. Die Stromampel der Energy-Charts

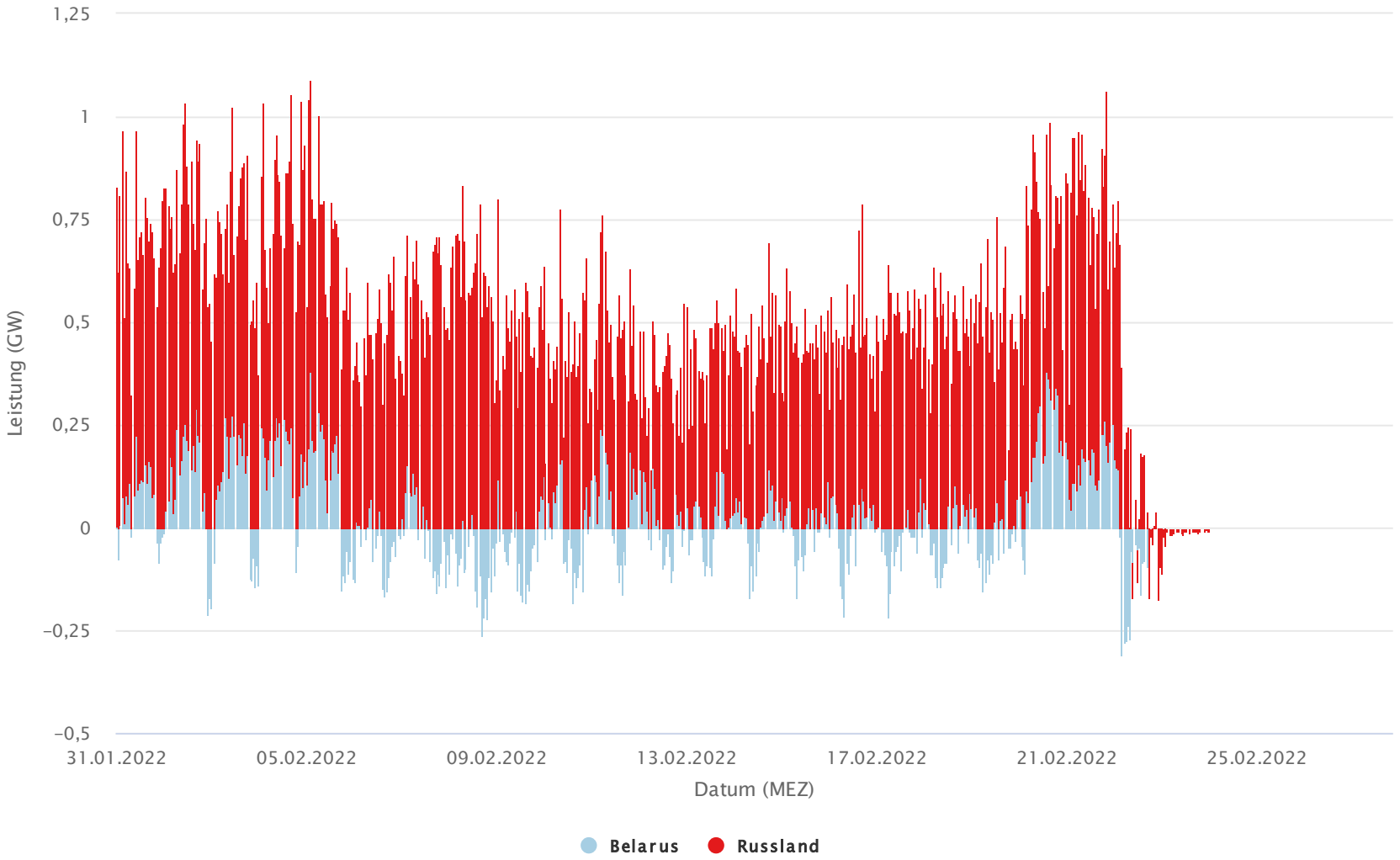
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=UA&interval=year&year=2022

Grenzüberschreitende physikalische Stromflüsse der Ukraine im Februar 2022



Energy-Charts.info; Datenquelle: Entso-e; Letztes Update: 18.02.2023, 13:36 MEZ

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=UA&interval=month&legendItems=10000100&source=cbpf_saldo&month=02&year=2022

Anschluss der Ukraine und Moldaus zum europäischen Verbundnetz

16. März 2022

1. **28. Juni 2017**: Unterzeichnung des "Agreements on the Conditions of the Future Interconnection of the Power System of Ukraine and Moldova with the Power System of Continental Europe" zwischen der ENTSO-E und Ukrenergo + Moldelectrica

2. Im Verlauf des Jahres **2022** waren zwei Test "Isolated Operation Tests" geplant. Der Beginn des ersten Tests war für den **24. Februar 2022** terminiert.

3. Ursprünglicher Plan für die Netzsynchronisation war **2023**.

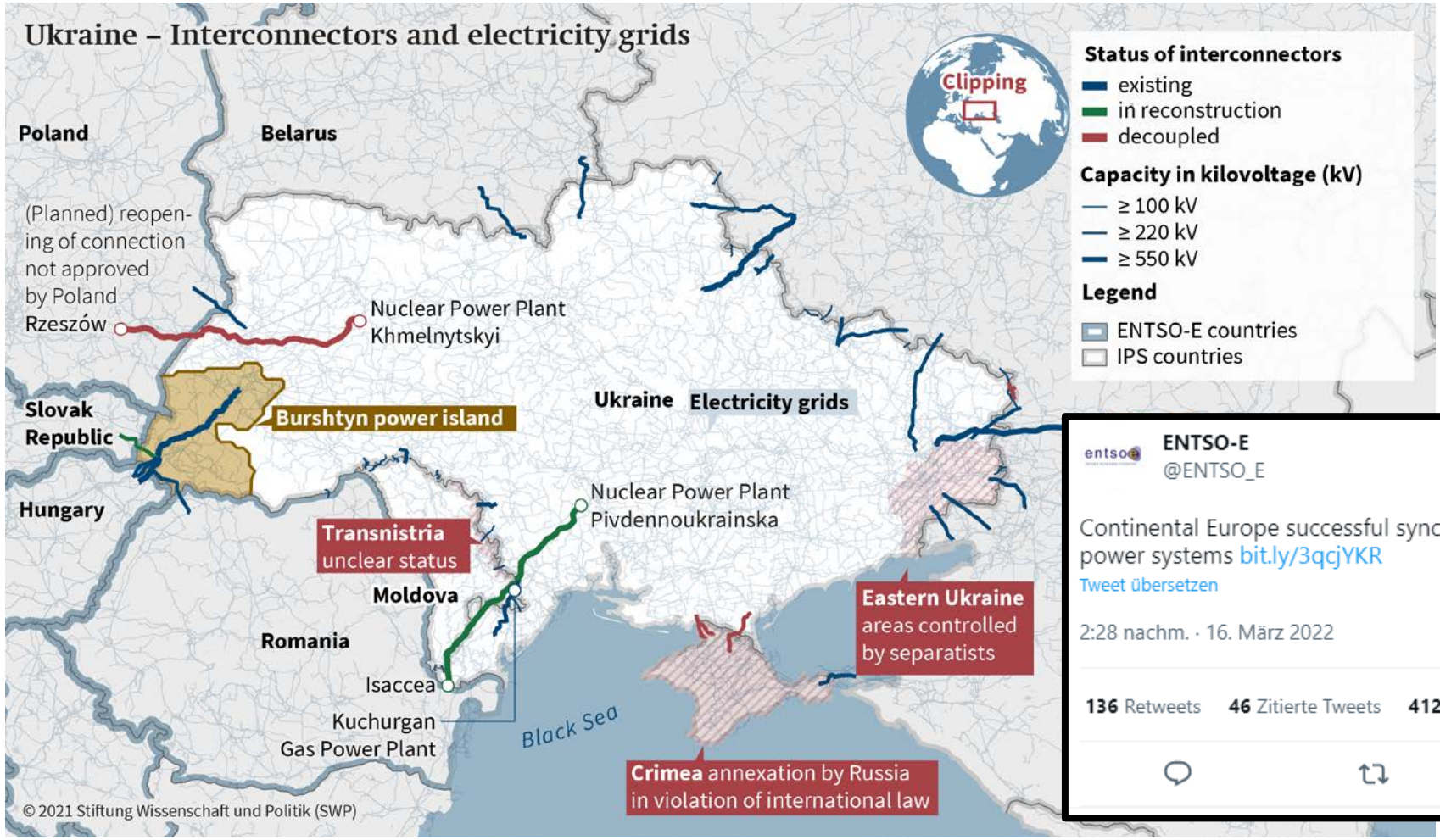
   27. Februar 2022: Anfrage von Ukrenergo für eine "emergency synchronization"

4. **16. März 2022**: Netzkopplung der Ukraine an das europäische Verbundnetz

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Anschluss der Ukraine und Moldaus zum europäischen Verbundnetz

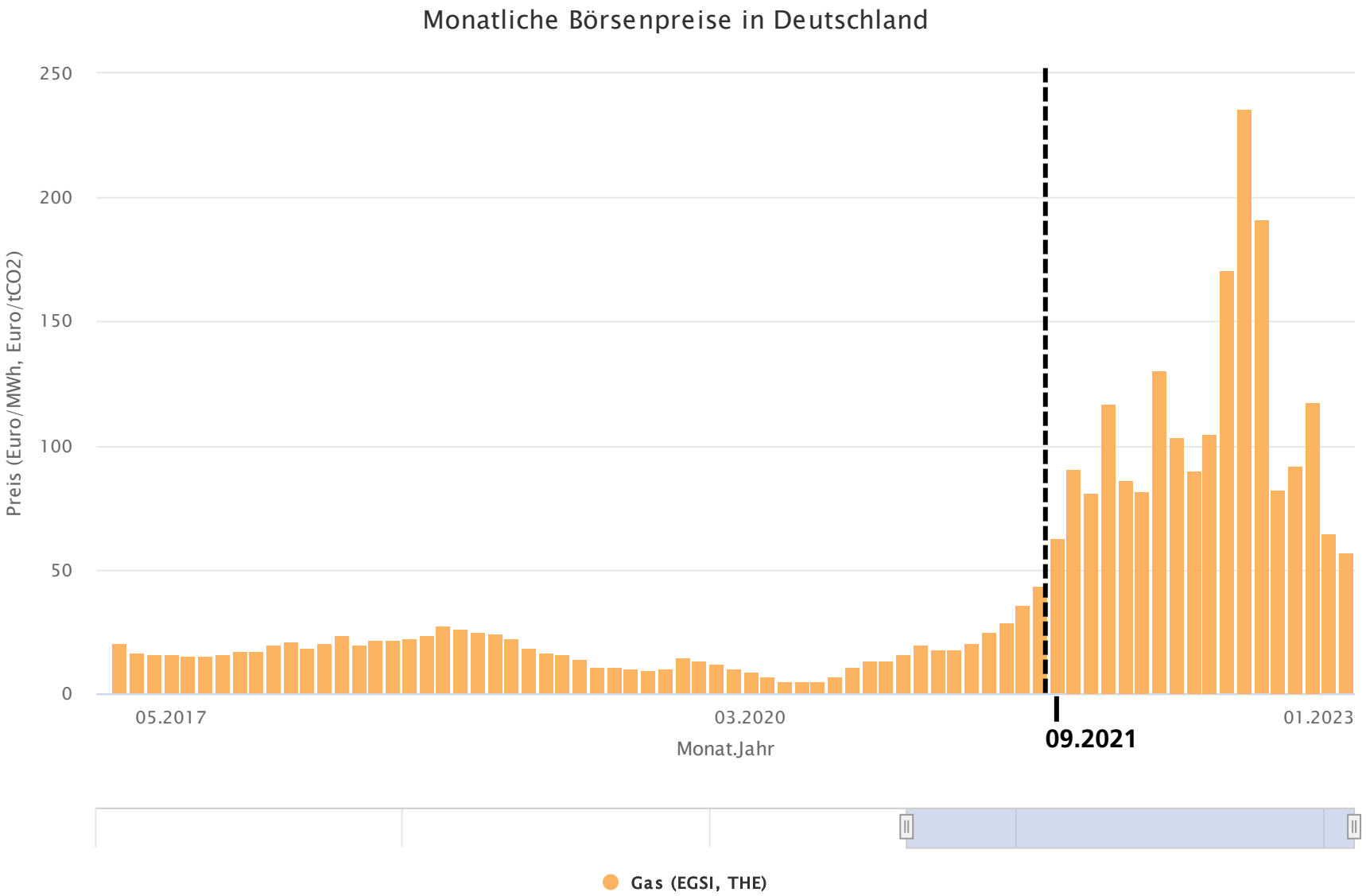
16. März 2022



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

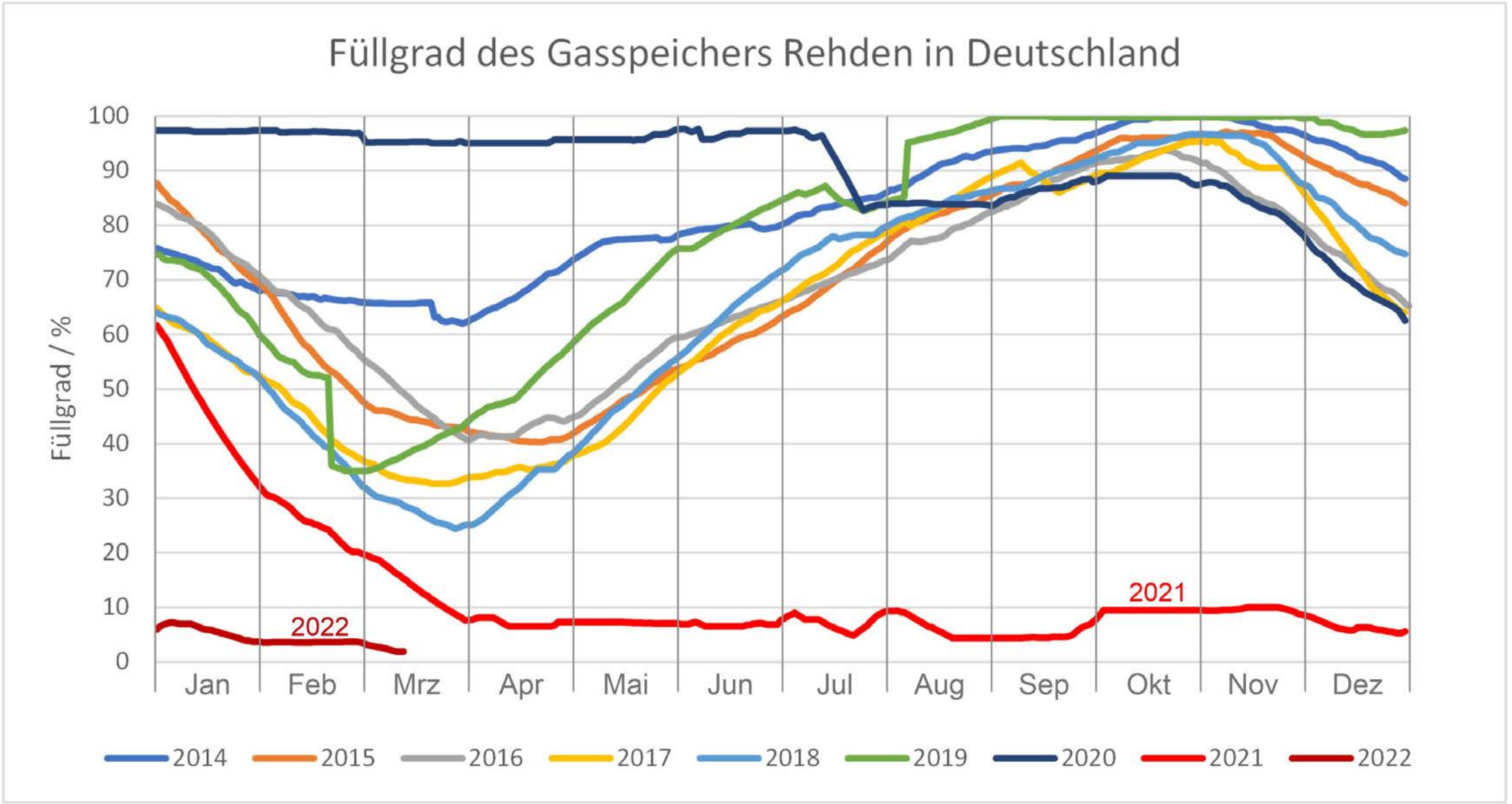
https://twitter.com/entso_e/status/1504087185414406152
https://www.swp-berlin.org/publications/assets/Comment/2021C57/images/2021C57_ConnectingUkraine_001.png

Fraunhofer ISE



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

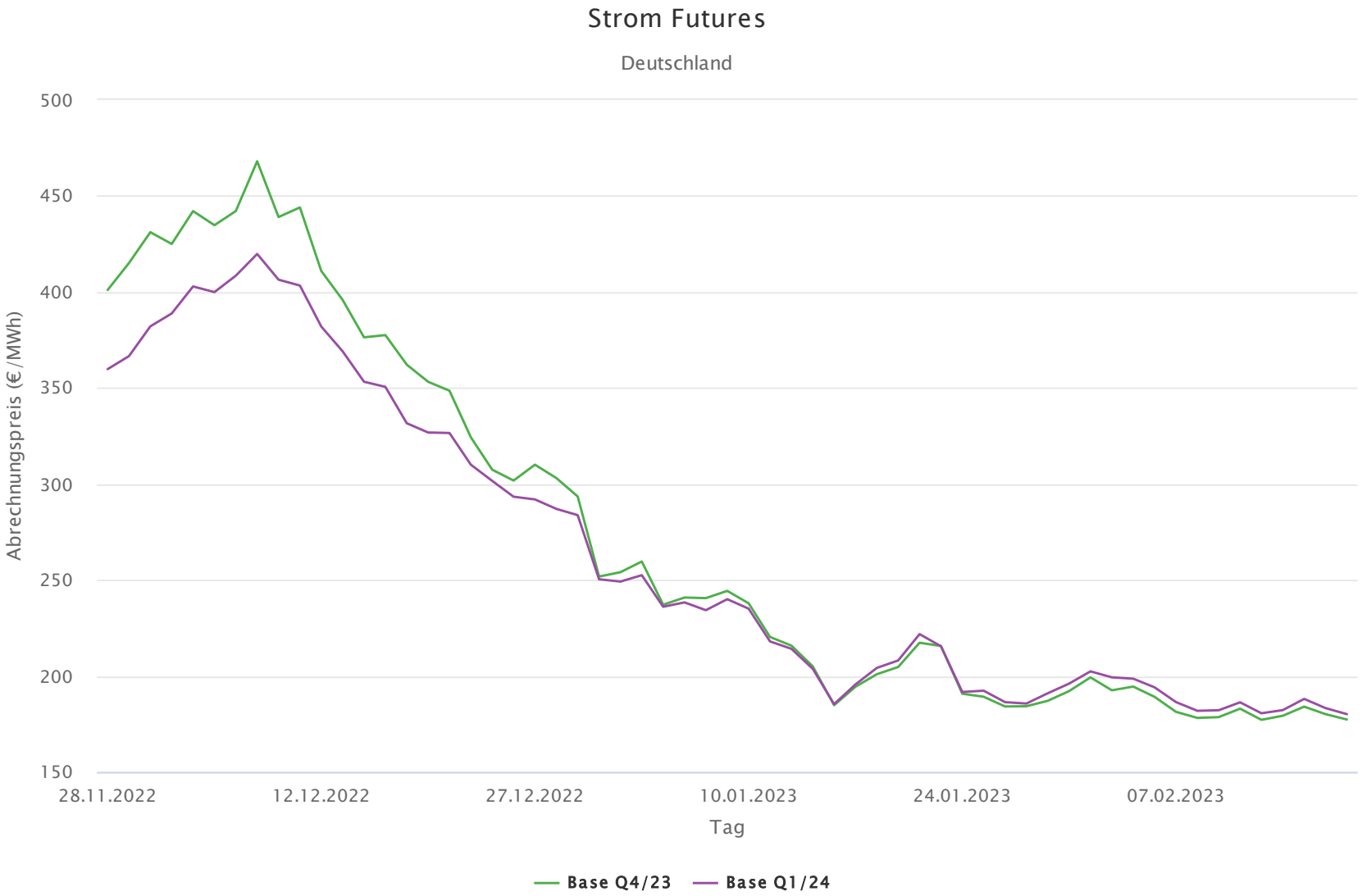
https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.htm?l=de&c=DE&interval=month&year=-1&legendItems=000000001&month=-1



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://t.co/VJCy8bCwKR https://t.co/RRxjT3C9JR

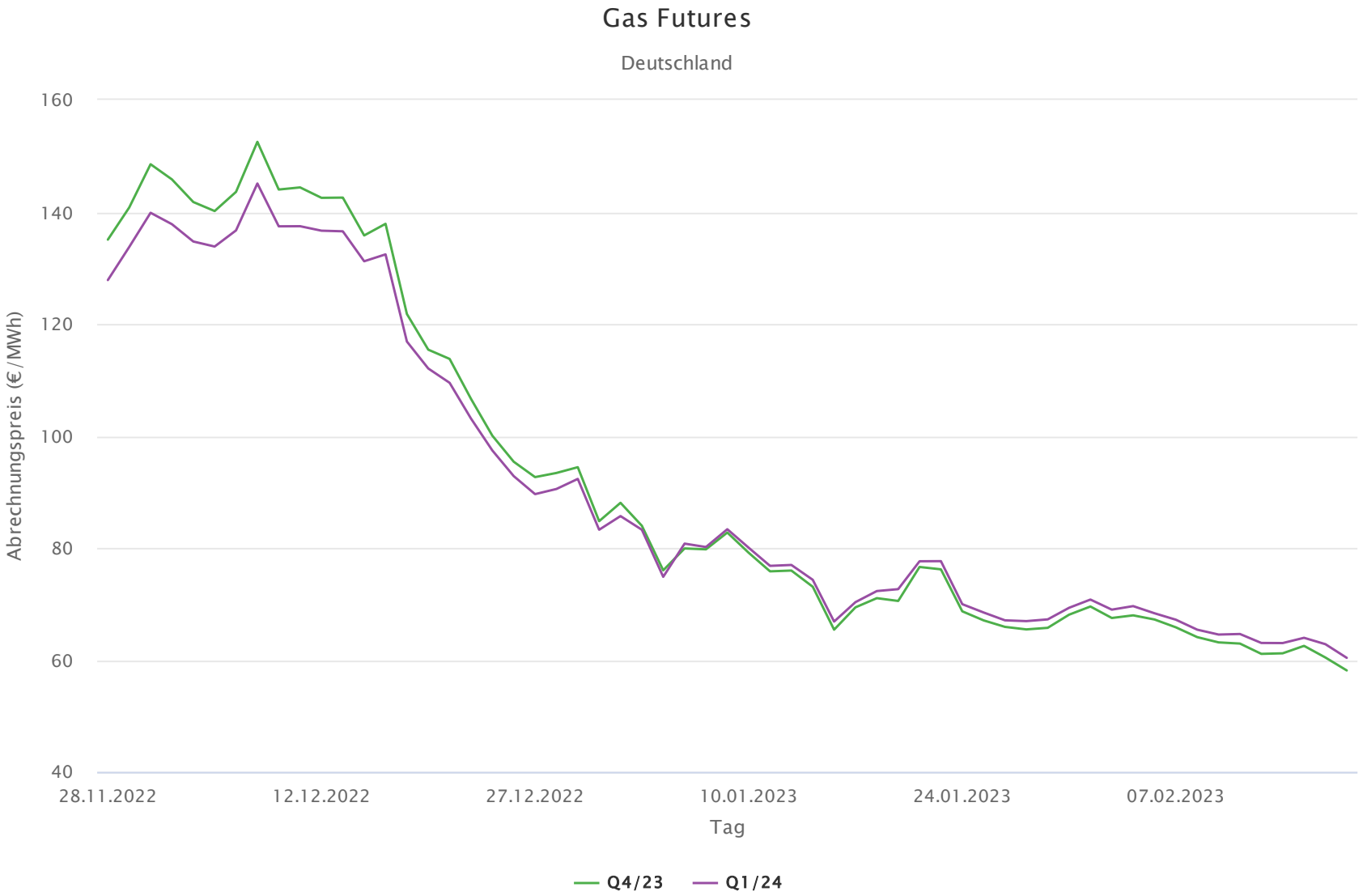
Fraunhofer ISE



Energy-Charts.info; Datenquelle: EPEX SPOT; Letztes Update: 20.02.2023, 16:32 MEZ

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/price_futures/chart.htm?l=de&c=DE&legendItems=00110000000&source=power_quarter



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/price_futures/chart.htm?l=de&c=DE&legendItems=0011000&source=gas_quarter

Bei Sondersitzung im Bundestag

Lindner: Erneuerbare Energien sind „Freiheitsenergien“ – Zustimmung von Lauterbach

Der Krieg in der Ukraine wirkt sich auch auf die Energiepolitik in Deutschland aus. Bundesfinanzminister Christian Lindner setzt auf erneuerbare Energien als „Freiheitsenergien“. Zustimmung bekommt er von Gesundheitsminister Karl Lauterbach.

27.02.2022, 15:26 Uhr

Auszug aus dem Wahlprogramm zur Bundestagswahl 2021:

Wir Freie Demokraten wollen erneuerbare Energien vollständig in den Wettbewerb überführen und die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) beenden. Gesetzlich vorgegebene Ausbaupfade für einzelne Technologien und staatlich garantierte Abnahmepreise lehnen wir ab.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.rnd.de/politik/lindner-zu-krieg-in-der-ukraine-erneuerbare-energien-sind-freiheitsenergien-lauterbach-stimmt-zu-ZQGHVBLMTJFJHBB3F3HLNE63NA.html

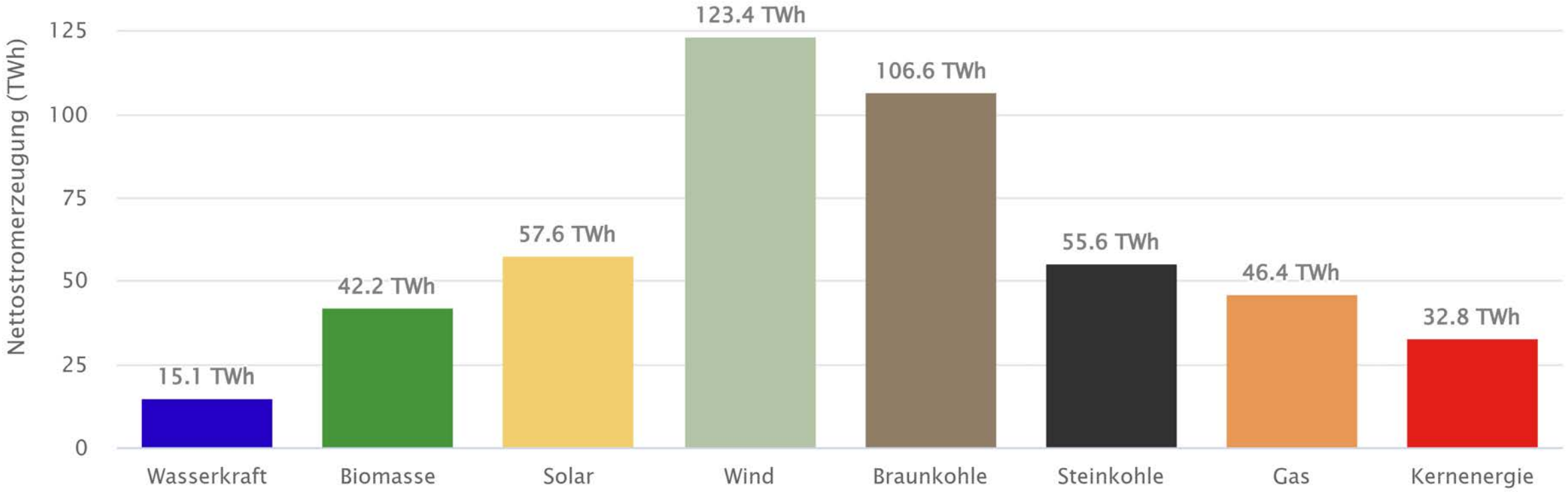
Agenda

1. Einführung in die Energy-Charts
2. Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?
3. Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022
4. Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich
5. Die Stromampel der Energy-Charts

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2022



Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung (Destatis 43311). Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle Erzeugung für den Eigenverbrauch, ist bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

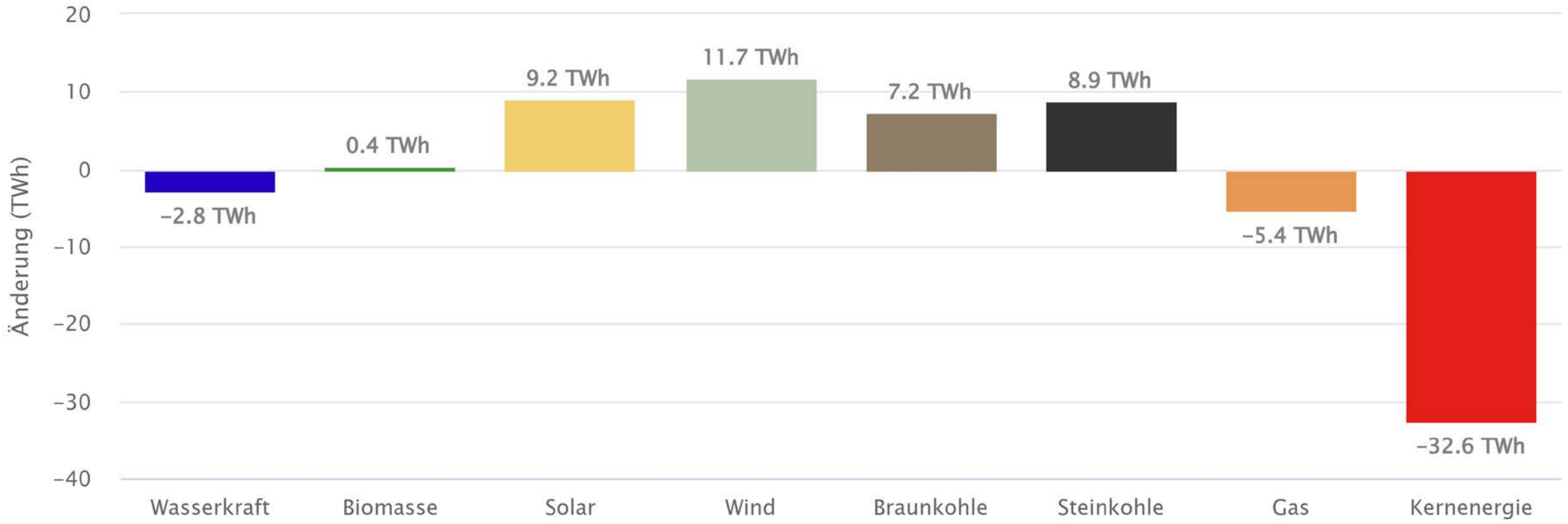
https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2022&stacking=grouped&interval=year

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Absolute Änderung der öffentlichen Nettostromerzeugung

Jahr 2022 gegenüber Jahr 2021



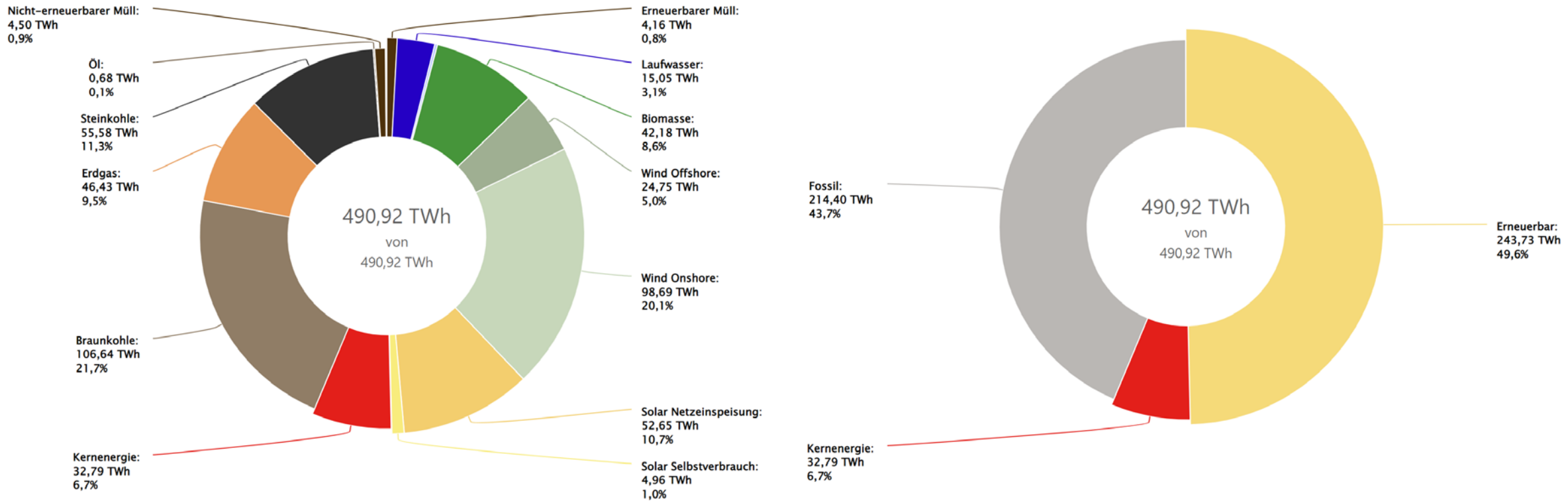
Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: DESTATIS und Leipziger Strombörse EEX, energetisch korrigierte Werte

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2022



Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung (Destatis 43311). Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle Erzeugung für den Eigenverbrauch, ist bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

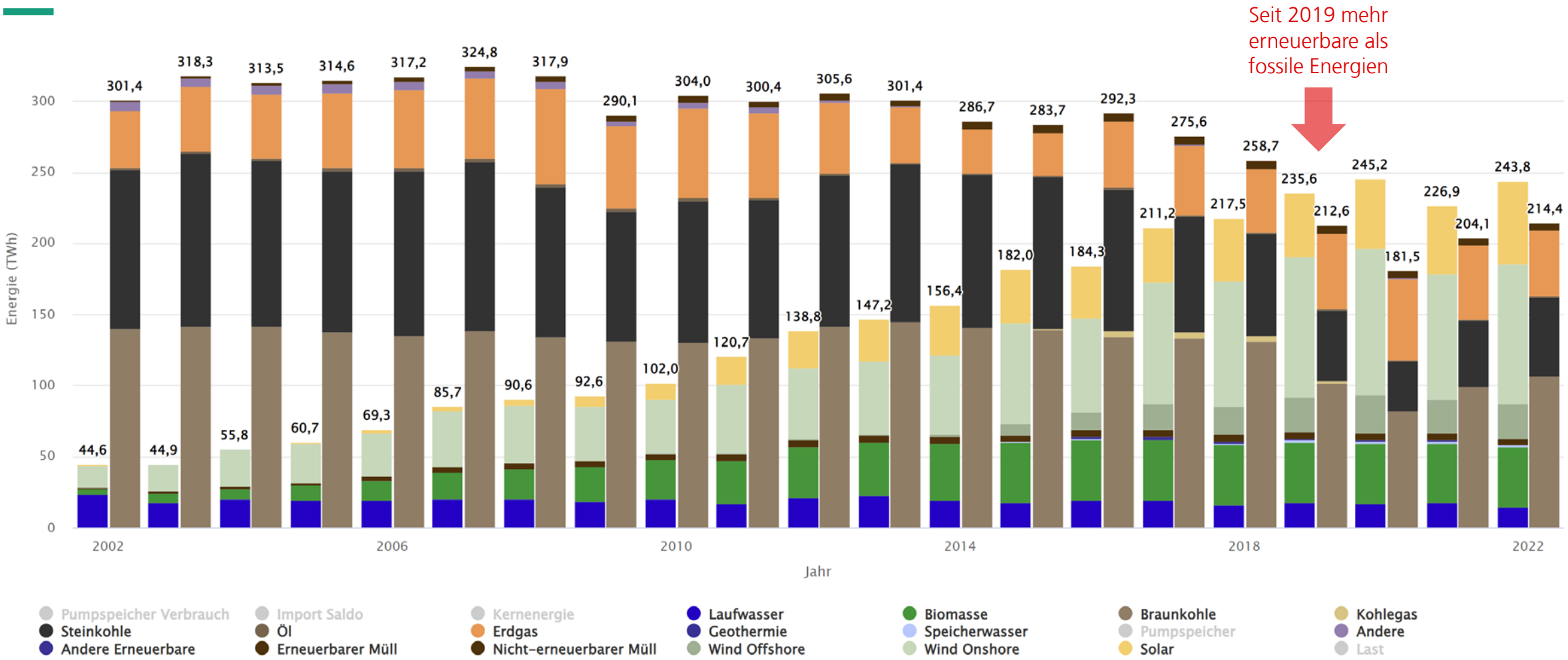
https://www.energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2022

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Öffentliche Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und fossilen Quellen

Jahr 2002 - 2022



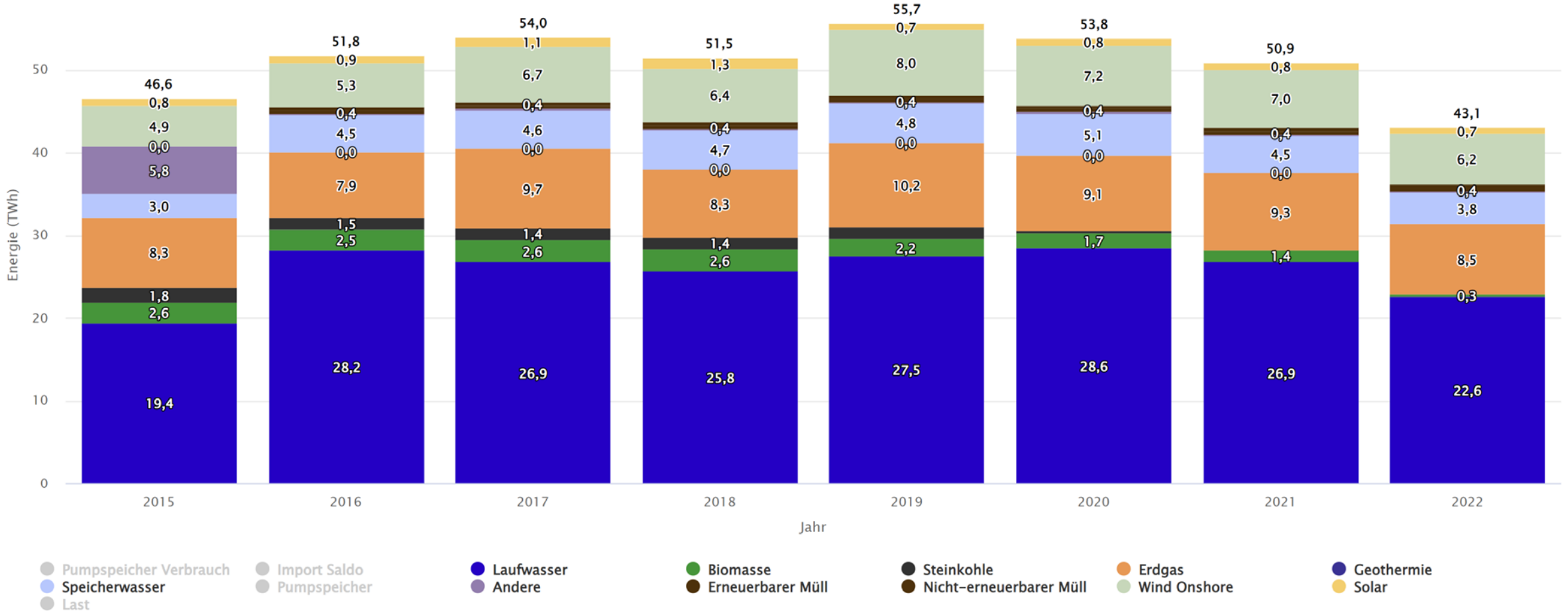
https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&sum=1&stacking=stacked_grouped

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Öffentliche Nettostromerzeugung in Österreich

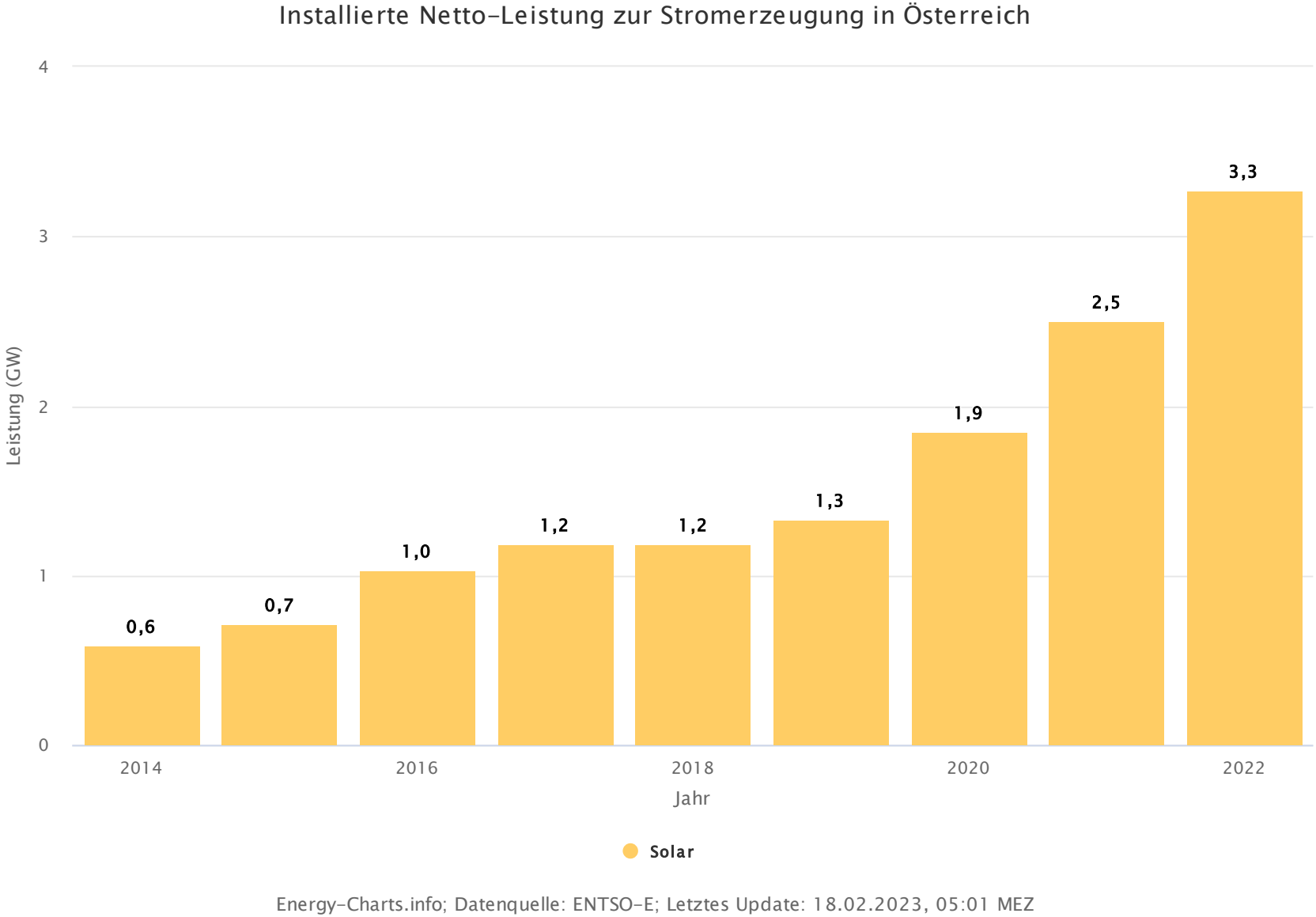
Jahr 2015 bis 2022



https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=AT&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&sum=1&partsum=1

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

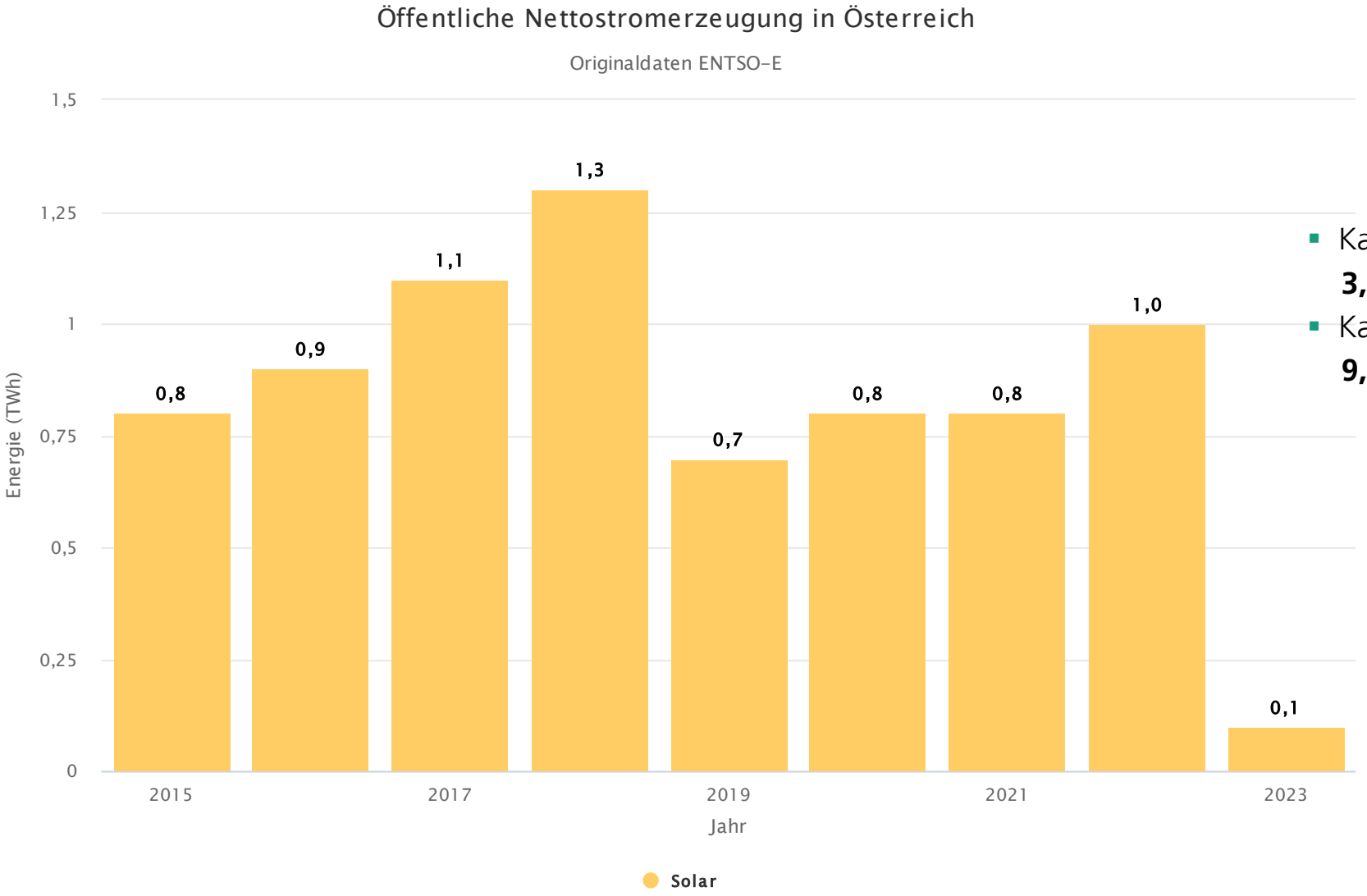
Fraunhofer ISE



Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E; Letztes Update: 18.02.2023, 05:01 MEZ

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=AT&chartColumnSorting=default&legendItems=00000000000000000001&year=-1 &sum=1

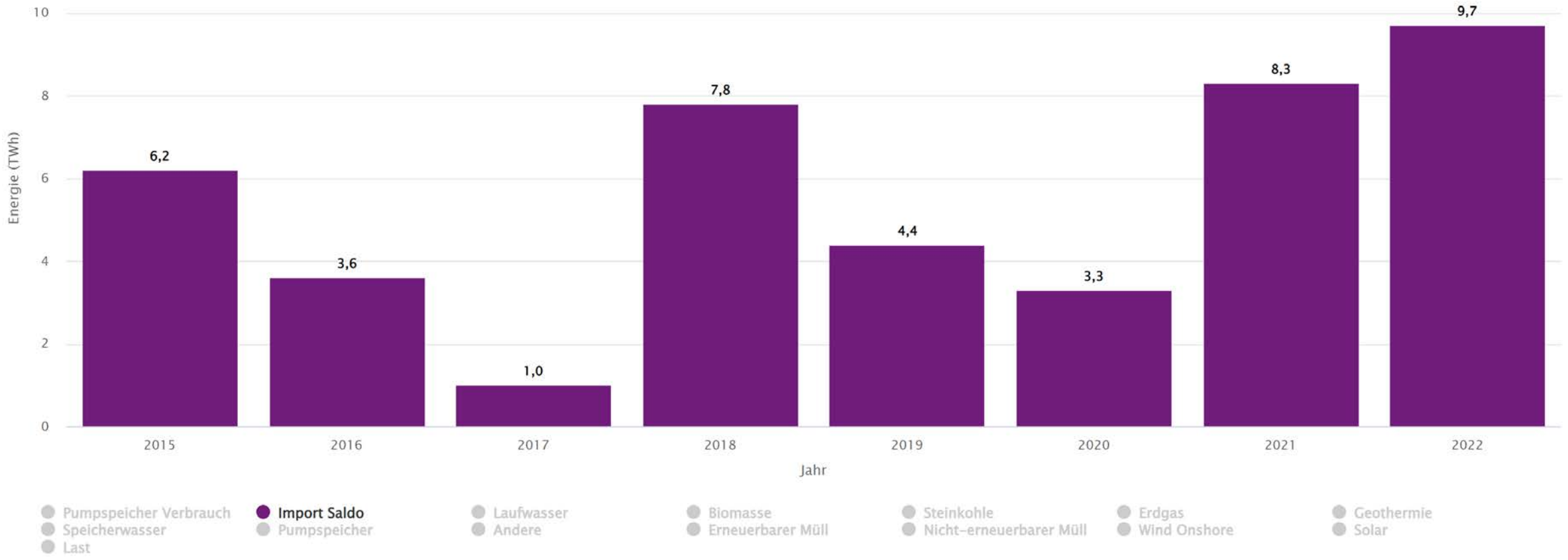


- Kapazitätsfaktor für Österreich in 2022: **3,49 %**
- Kapazitätsfaktor für Deutschland in 2022: **9,89 %**

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC
https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=AT&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&legendItems=000000000000010&sum=1

Jährlicher Stromimportsaldo von Österreich

Jahr 2015 bis 2022

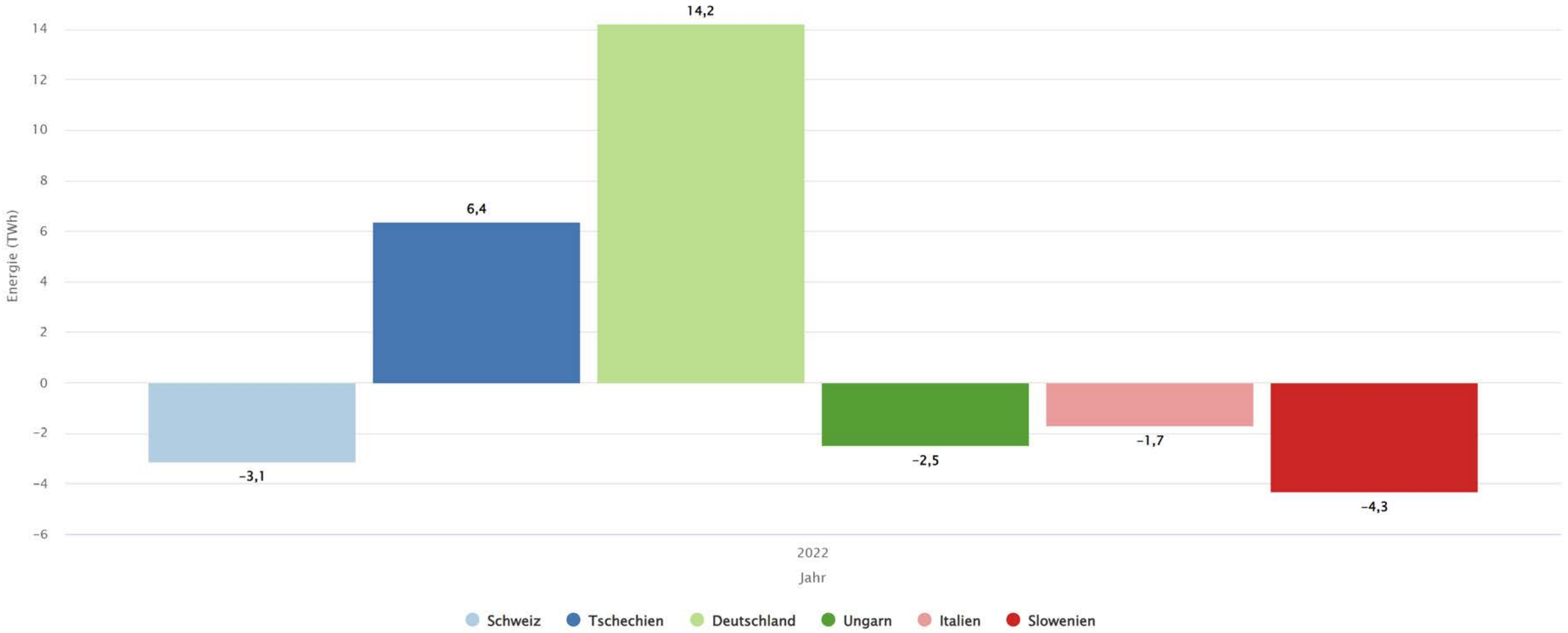


© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=AT&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&sum=1&partsum=0&legendItems=010000000000000

Jährlicher Stromhandel von Österreich

Jahr 2022

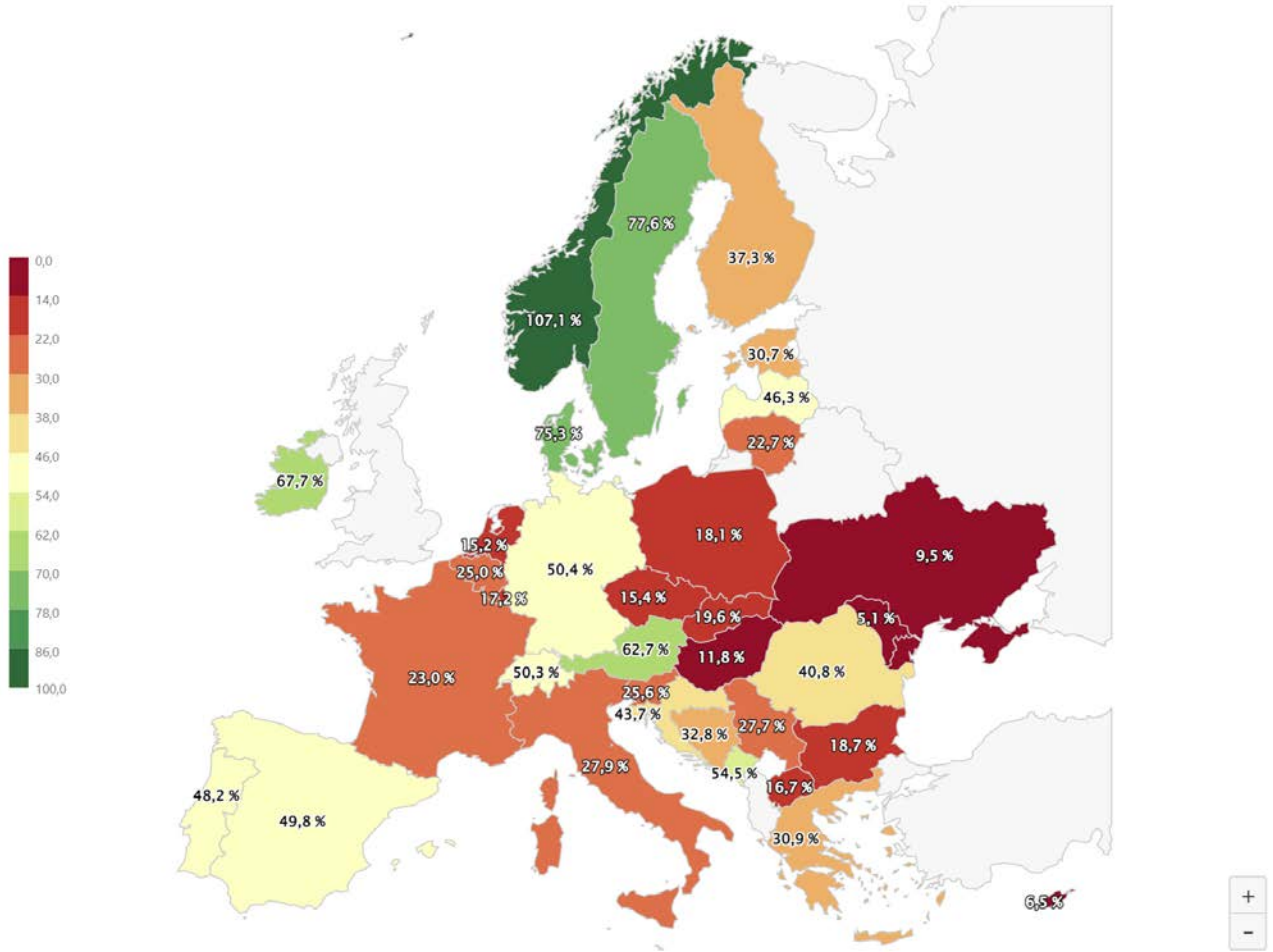


© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=AT&chartColumnSorting=default&interval=year&source=tcs_saldo&stacking=single&partsum=1

Anteil Erneuerbarer Energien an der elektrischen Last in Europa

Jahr 2022



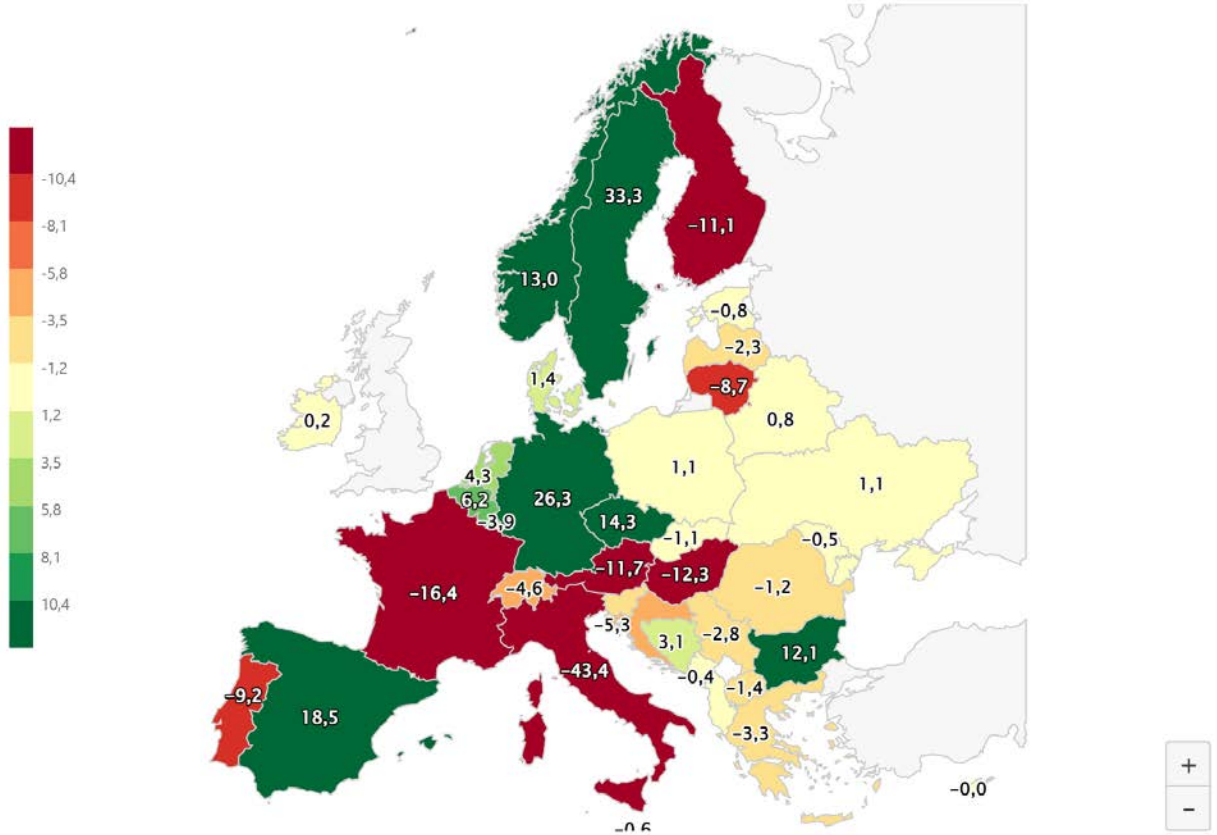
https://www.energy-charts.info/charts/renewable_share_map/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2022

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Stromimport und –export, geplanter (terminierter) Stomhandel in Europa

Jahr 2022



In TWh, positive Werte (grün) bedeuten Exporte, negative Werte (rot) bedeuten Importe.

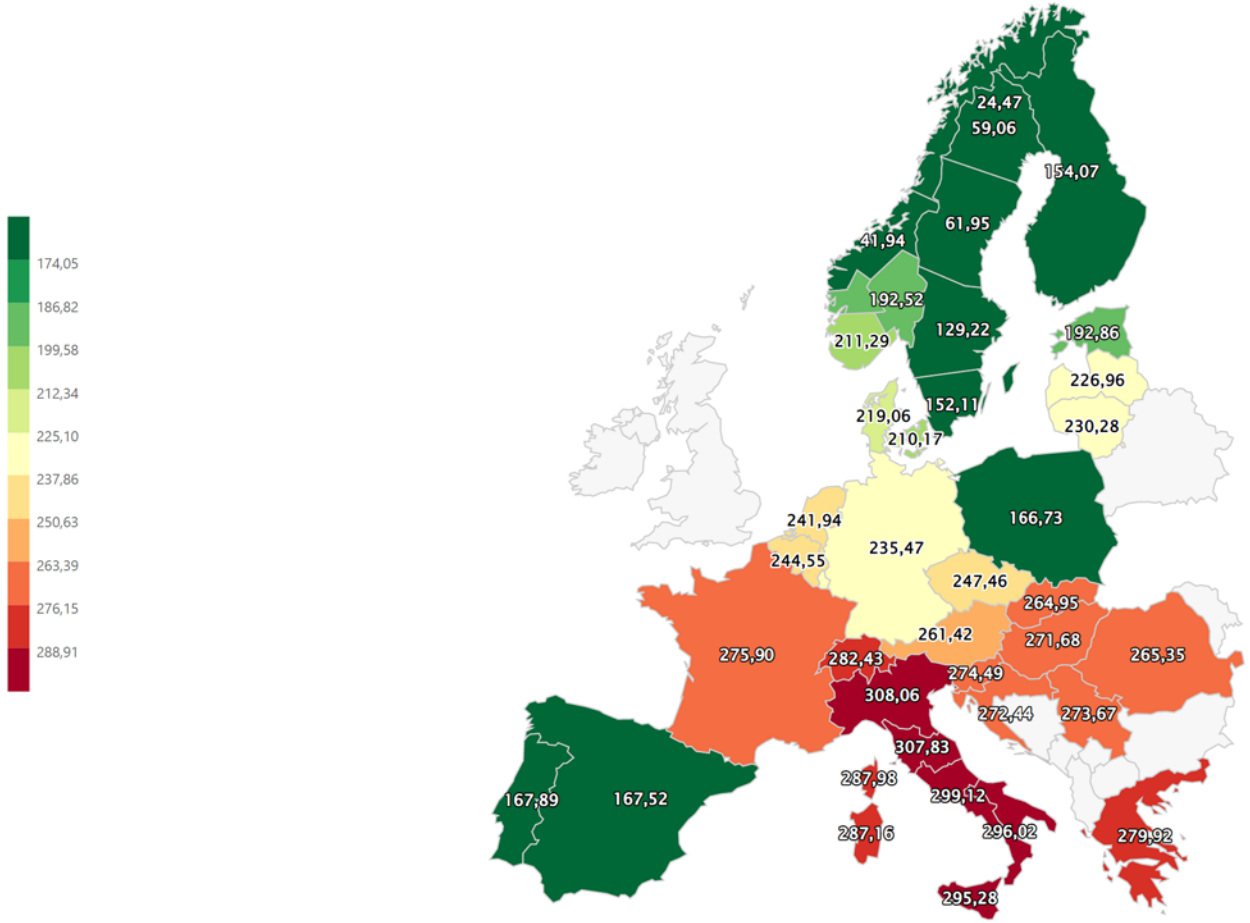
https://www.energy-charts.info/charts/import_export_map/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2022

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Europäische Day-Ahead Strompreise

Jahr 2022, arithmetische Mittelwerte



https://www.energy-charts.info/charts/price_average_map/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2022

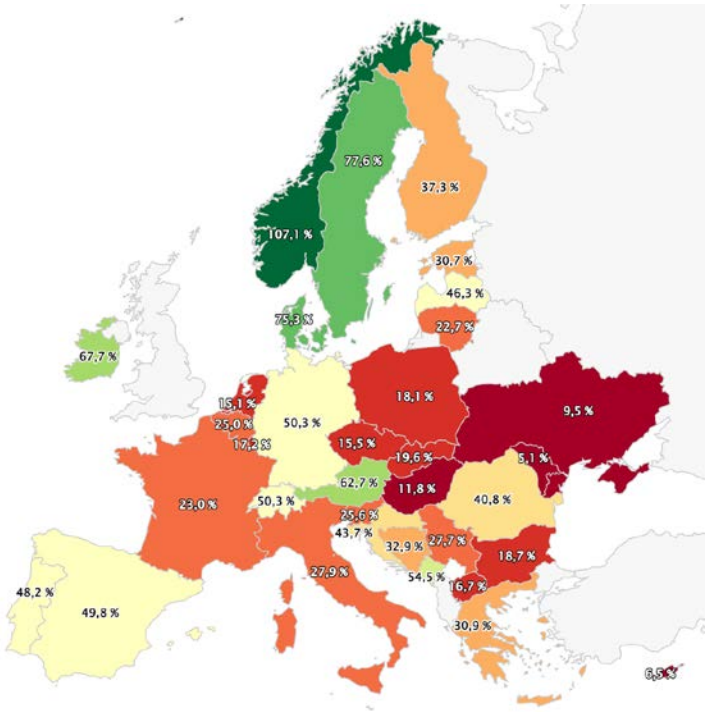
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Anteil Erneuerbarer Energien, Stromexporte und Börsenstrompreise

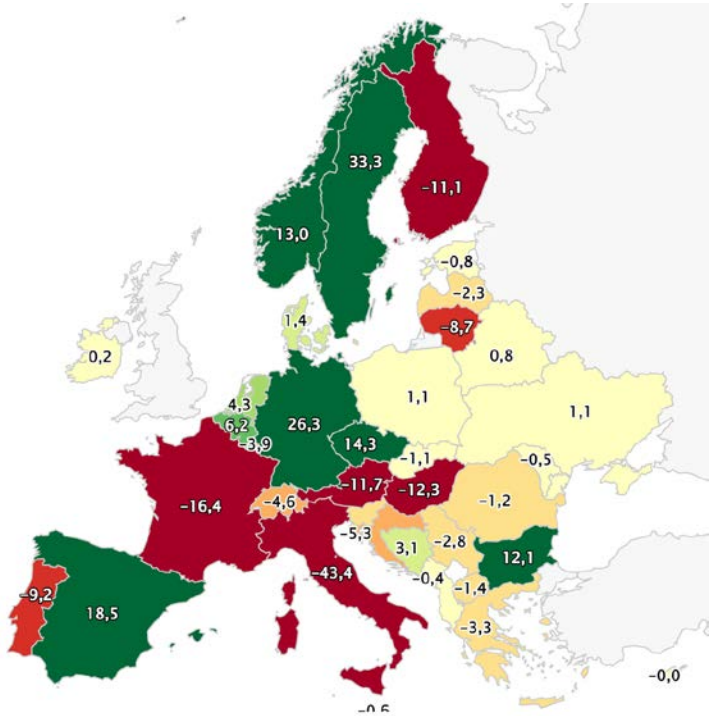
Jahr 2022

Anteil Erneuerbarer Energien



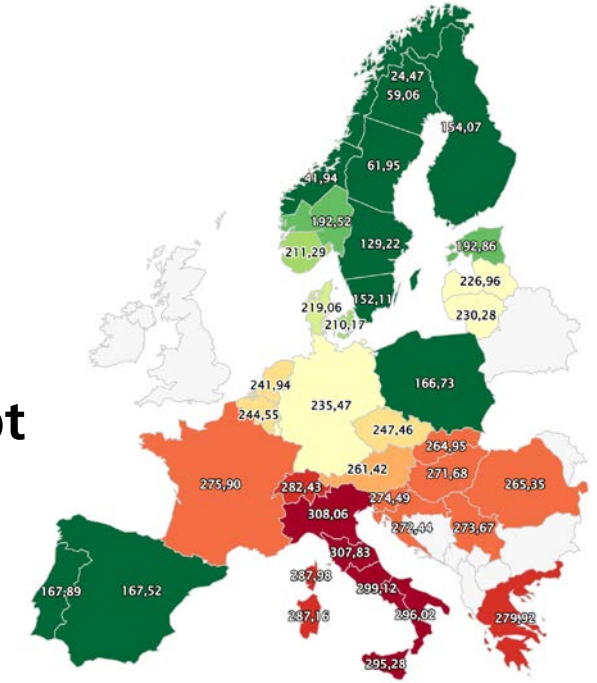
und

Stromexporte



ergibt

Börsenstrompreise



Hohe Anteile Erneuerbarer Energien und ausreichende Erzeugungskapazität bzw. Unabhängigkeit von Importen ergeben niedrige Börsenstrompreise.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

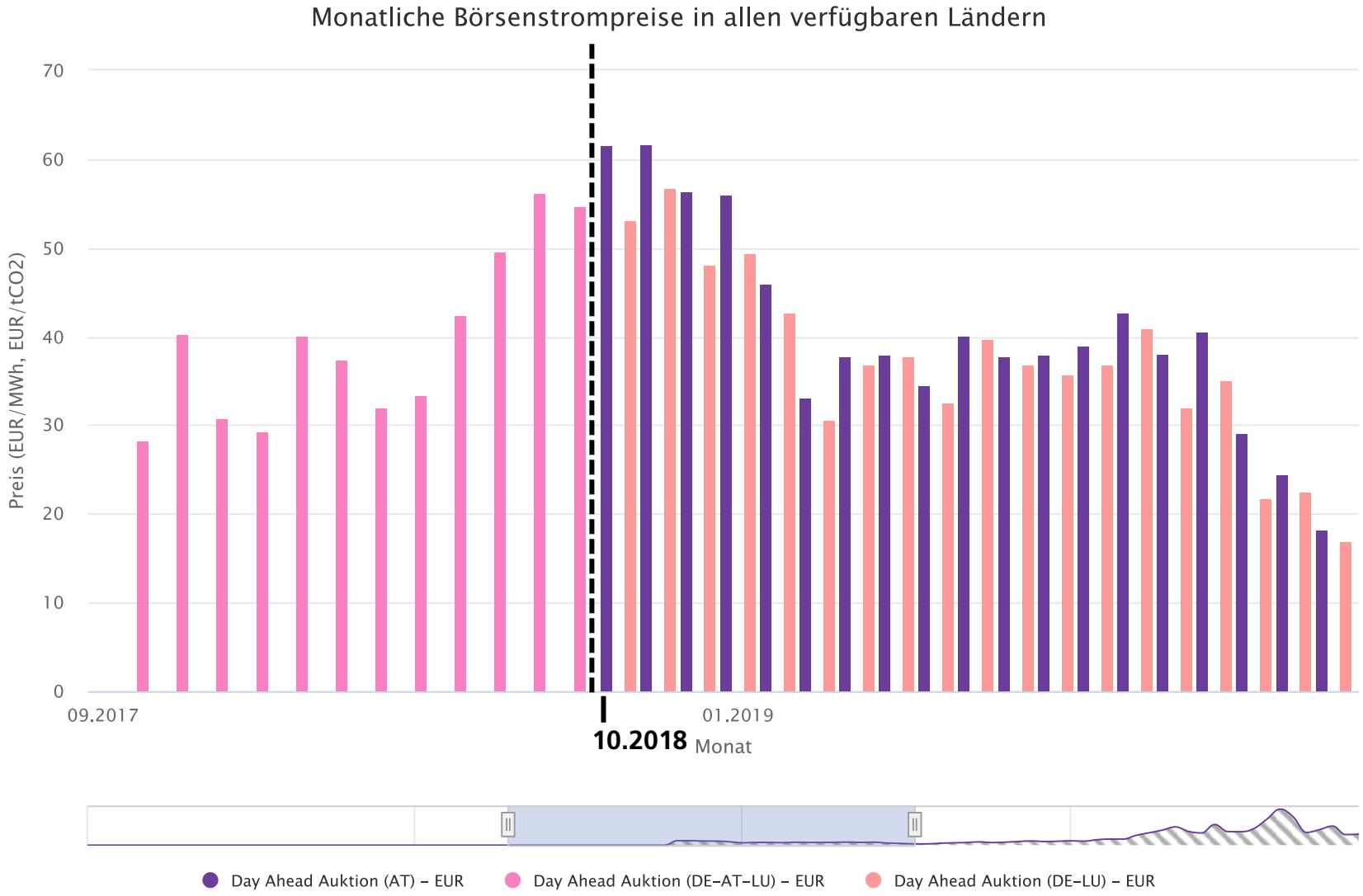
Übersicht

Jahr 2022

Ländervergleich

Länder	Anteil Erneuerbare Energien	Erzeugungskapazität	Strompreis
Norwegen, Schweden, Irland			
Dänemark, Kroatien			
Österreich			
Deutschland, Spanien			
Schweiz, Lettland, Rumänien			
Portugal			
Niederlande, Belgien, Polen, Tschechien			
Slowenien, Slowakei, Griechenland, Estland			
Italien, Frankreich, Luxemburg, Ungarn, Finnland, Litauen			

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

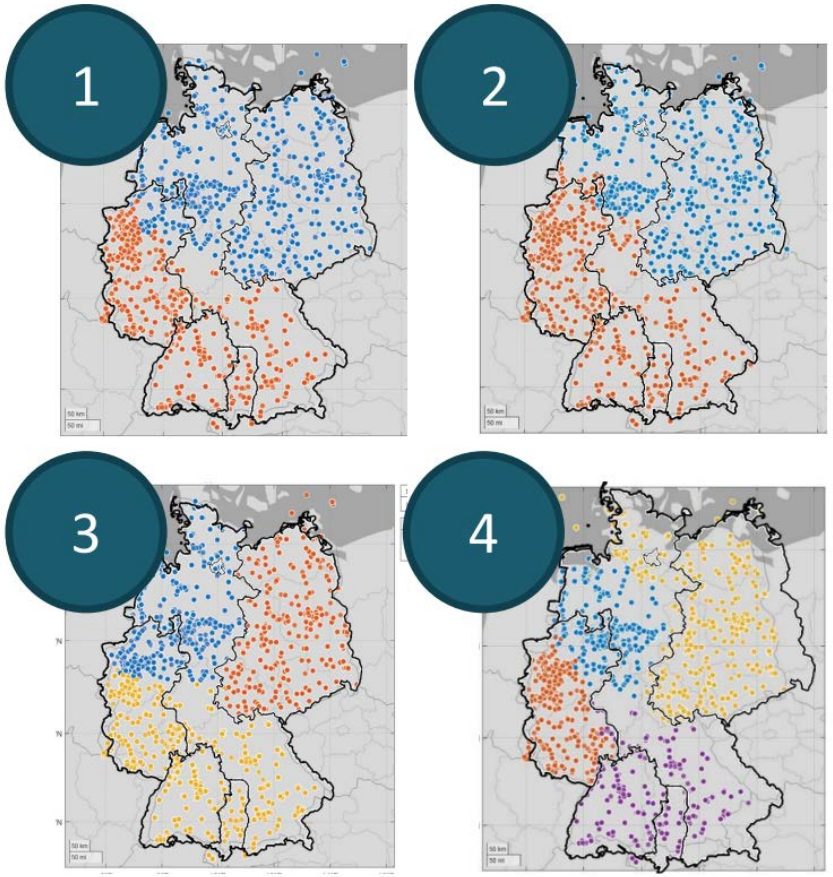


© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.htm?l=de&c=ALL&chartColumnSorting=default&interval=month&year=-1&legendItems=1000011000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000&month=-1&timeslider=1

Aufteilung innerhalb Deutschlands in unterschiedliche Gebotszonen

Mögliche Varianten mit 2-4 Gebotszonen



Mögliche Auswirkungen der Teilung von Gebotszonen

- Ortsabhängiger Wert von Elektrizität wird sichtbar
- Internalisierung von Engpassmanagementkosten (Redispatch)
- Lokale Investitionsanreize für Erzeuger und Lasten
- Preisdifferenzen: Möglicher Indikator für Netzausbau

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.netztransparenz.de/portals/1/Strommarkt-Forum%202022_Bidding-Zone%20Review.pdf

Energy-Charts Leistung Energie Emissionen Klima Preise Szenarien Karten Infos

Fraunhofer ISE Land Sprache

Gesamter geplanter Stromhandel von Deutschland in Woche 6 2023

Leistung (GW)

0
−1
−2
−3
−4
−5

2772 MW
2722 MW
800 MW
800 MW

Österreich

Schweiz

Netz-
eng-
pass

10.02.2023
10.02.2023
10.02.2023
10.02.2023
11.02.2023

Datum (MEZ)

Österreich Belgien Schweiz Tschechische Republik Dänemark Frankreich Luxemburg Niederlande Norwegen Polen Schweden Summe

Energy-Charts.info - letztes Update: 11.02.2023, 14:43 MEZ

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

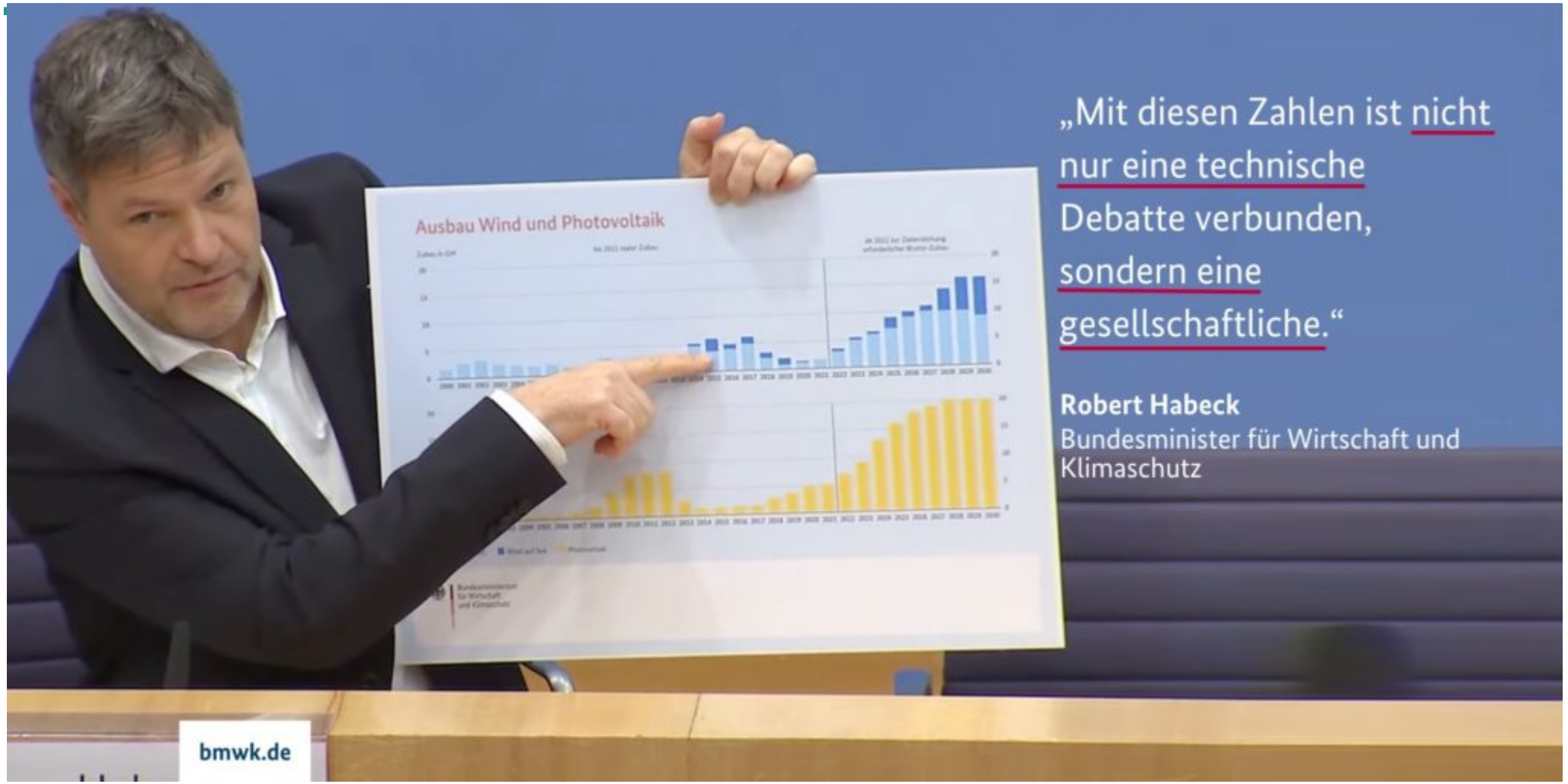
Agenda

1. Einführung in die Energy-Charts
2. Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?
3. Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022
4. Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich
5. Die Stromampel der Energy-Charts

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Jährlicher Zubau an installierter Leistung

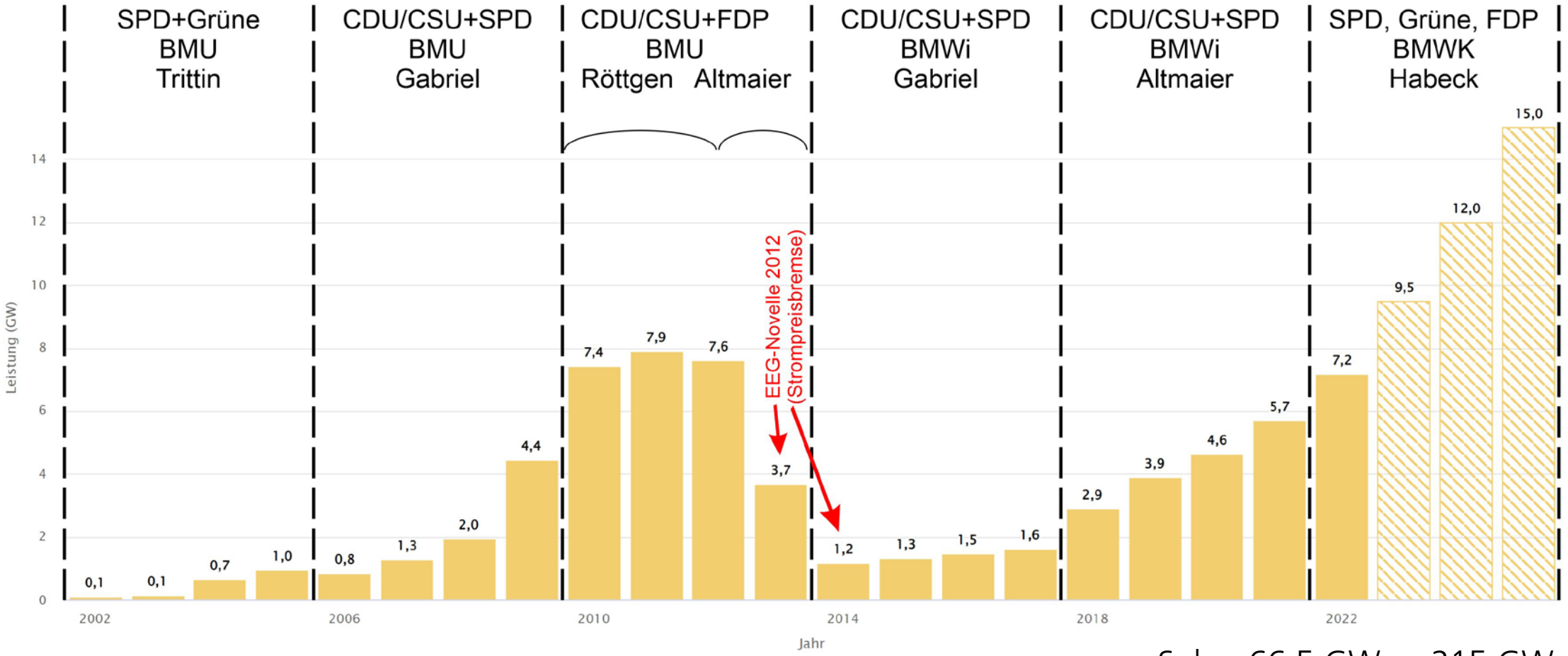
Planung der Bundesregierung bis 2030



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Quelle: https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&stacking=grouped&year=-1&expansion=installation_decommission&legendItems=00000000000010&sum=0&partsum=1

Jährlicher Zubau von Photovoltaikleistung in Deutschland

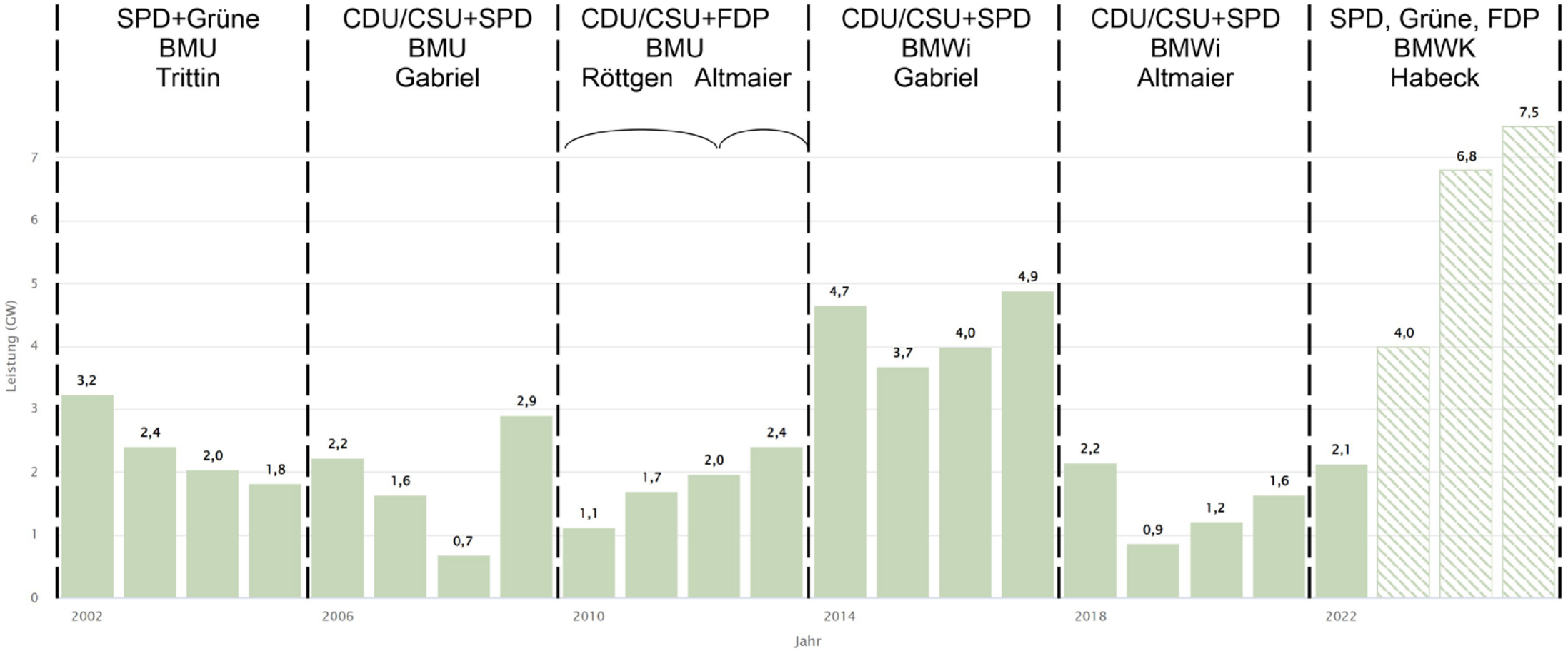


Solar: 66,5 GW -> 215 GW

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Jährlicher Zubau von Wind Onshore in Deutschland



Wind Onshore: 58,2 GW (2022) -> 125 GW (2030)

Wind Offshore: 8,1 GW (2022) -> 30 GW (2030)

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Jährlicher Zubau erneuerbarer Energien

Planungen der Bundesregierungen für 2030

Thomas Bareiß
@Thomas_Bareiss

Mit den besten Grüßen an die 🇩🇪 Bundesregierung!!
▶️Während Links-Grün nach monatelangen Debatten sich gerade mal auf Weiterbetrieb von zwei #KKW bis April 2023 einigen konnten legt #Frankreich & #Macrons vor und baut zwei neue #Kernkraftwerke. @faznet

faz.net
Frankreichs „Atomrenaissance": Macron will den AKW-Neubau forcieren
In weniger als fünf Jahren soll der Spatenstich für den ersten neuen Reaktor erfolgen. Der Zeitplan gilt als ambitioniert – und der Betreiberkonzern sucht ...

10:42 vorm. · 28. Sep. 2022 · Twitter for iPhone

30 Retweets **13** Zitierte Tweets **88** „Gefällt mir"-Angaben

Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG FAZ.NET

FRANKREICHS „ATOMRENAISSANCE"

Macron will den AKW-Neubau forcieren

VON NIKLAS ZÁBOJI, PARIS - AKTUALISIERT AM 27.09.2022 - 18:52

In weniger als fünf Jahren soll der Spatenstich für den ersten neuen Reaktor erfolgen. Der Zeitplan gilt als ambitioniert – und der Betreiberkonzern sucht händeringend Personal.

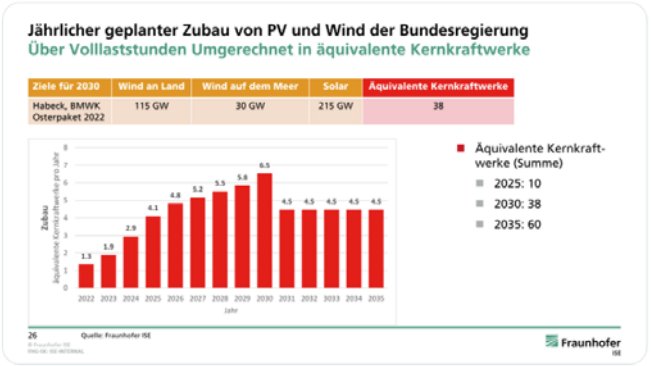
MERKEN ☆ 20 28 1 Min.

Frankreichs Präsident Emmanuel Macron will die von ihm ausgerufene „Atomrenaissance" rasch mit Leben füllen. Noch vor Ablauf seiner zweiten Amtszeit im Frühjahr 2027 und somit einige Monate früher als bislang geplant solle der Bau eines neuen Reaktors beginnen, teilte das französische Energieministerium am Dienstag mit. Ans Netz gehen sollen sechs Anlagen vom Typ Europäischer Druckwasserreaktor (EPR) dann vom Jahr 2035 an.

Bruno Burger
@energy_charts_d

Antwort an @Thomas_Bareiss und @faznet

Bis in 5 Jahren zum ersten Spatenstich für die neuen KKWs in Frankreich erzeugen die neu zugebauten Erneuerbaren Energien in Deutschland soviel Strom wie 20 KKWs.
Bis zum geplanten Start der 6 KKWs 2035 in FR erzeugt der Zubau der Erneuerbaren die DE soviel Strom wie 60 KKWs.



7:47 nachm. · 28. Sep. 2022 · Twitter Web App

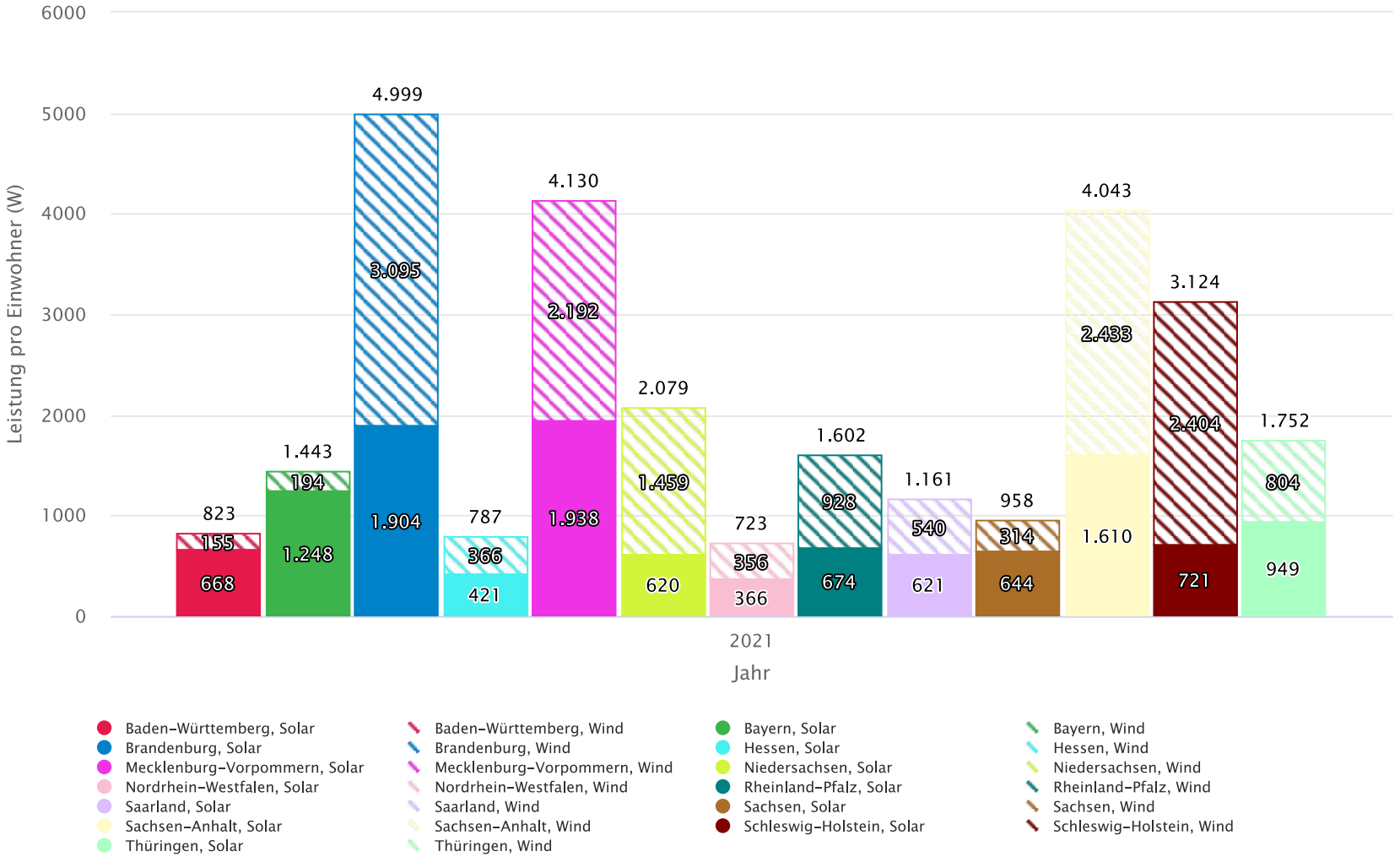
Tweet-Statistiken anzeigen

210 Retweets **18** Zitierte Tweets **954** „Gefällt mir"-Angaben

Quelle: https://twitter.com/Thomas_Bareiss/status/1575043296333897729

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Installierte Wind- und Solarleistung pro Einwohner in Deutschland in 2021



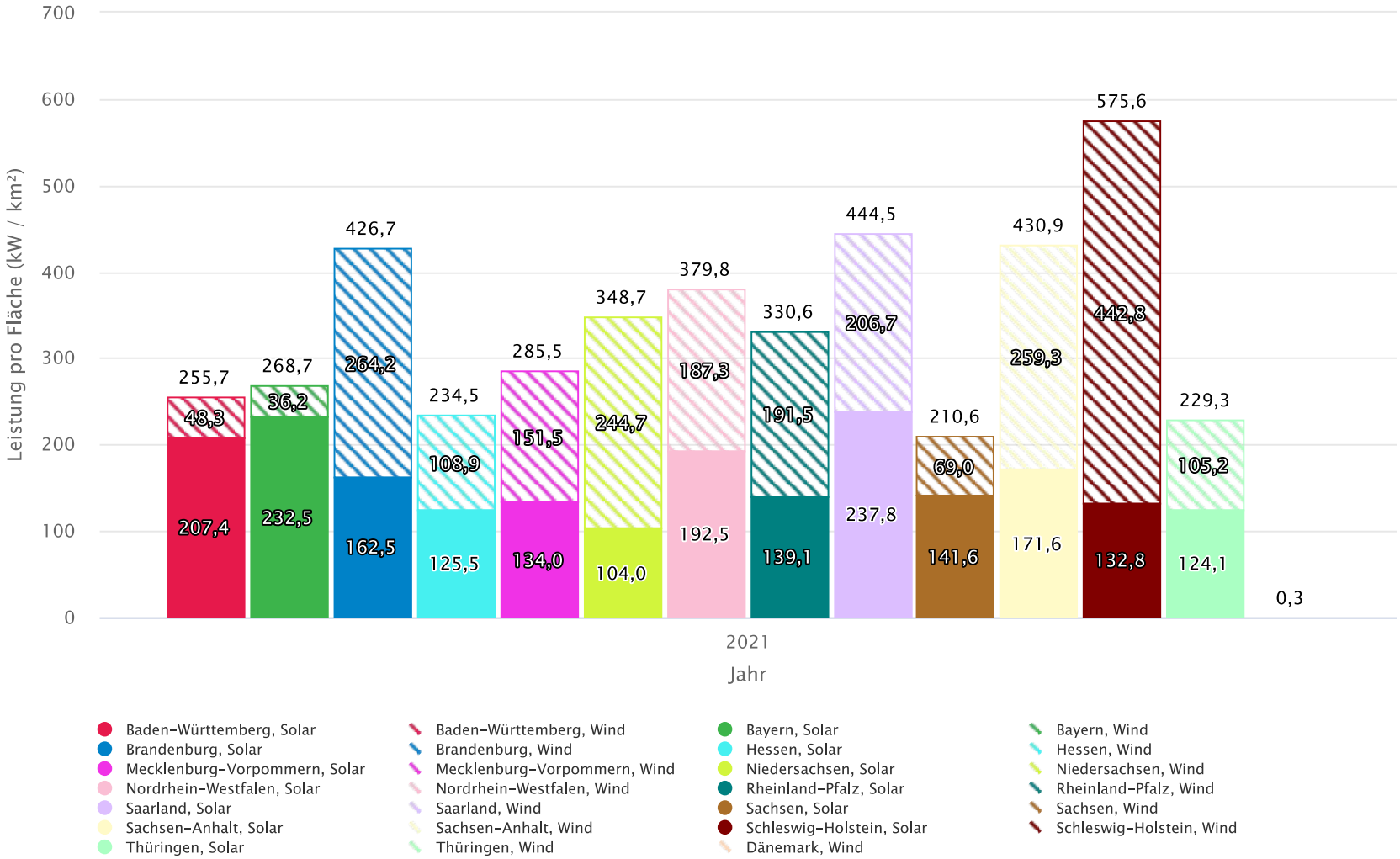
Energy-Charts.info; Datenquelle: Marktstammdatenregister (MaStR), Bundesnetzagentur; Letztes Update: 14.04.2022, 16:18 MESZ

https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&chartColumnSorting=default&expansion=p_inst_states_population&stacking=stacked_grouped

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

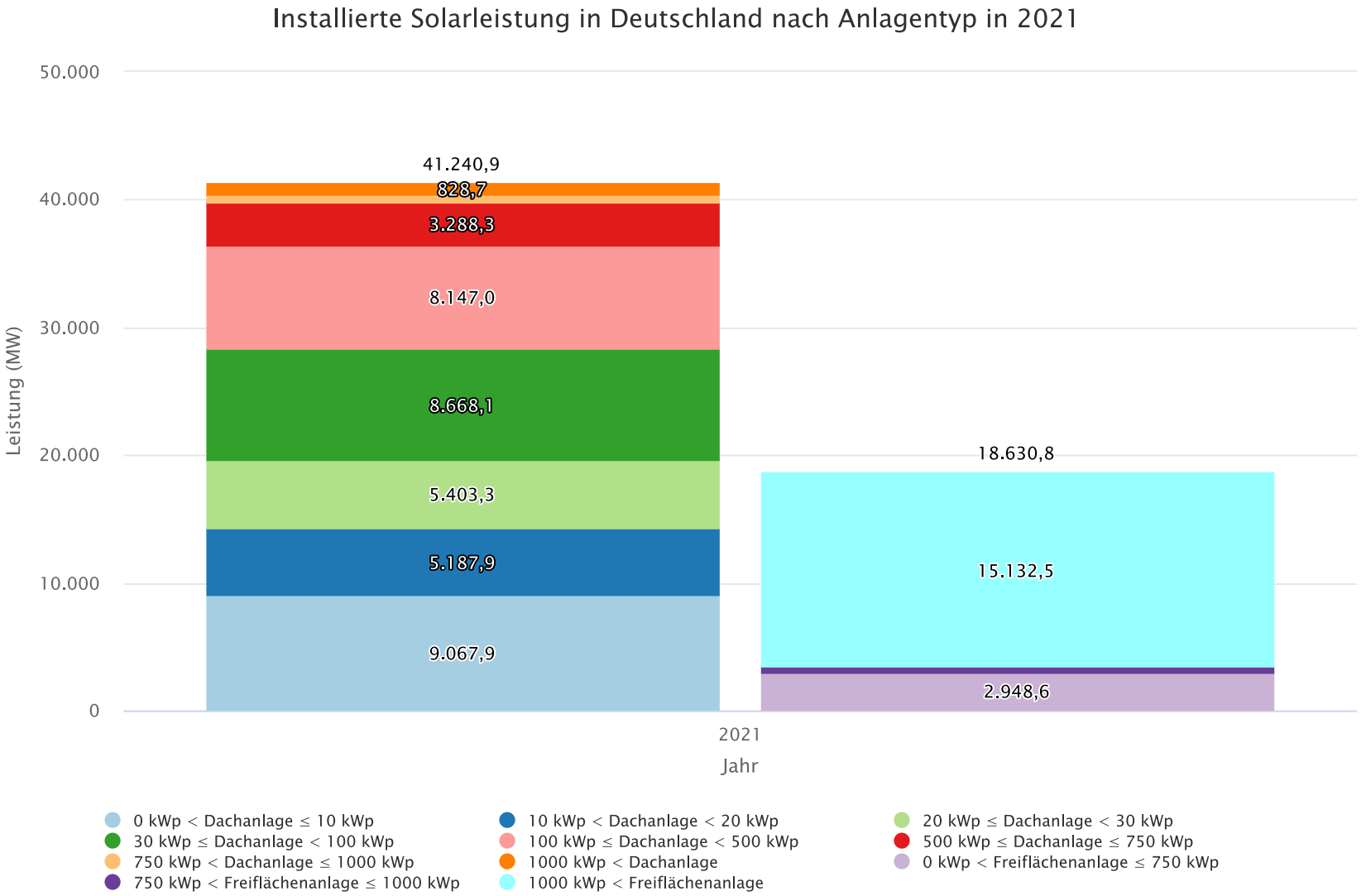
Installierte Wind- und Solarleistung pro Fläche in Deutschland in 2021



Energy-Charts.info; Datenquelle: Marktstammdatenregister (MaStR), Bundesnetzagentur; Letztes Update: 14.04.2022, 16:18 MESZ

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&chartColumnSorting=default&expansion=p_inst_states_area&stacking=stacked_grouped

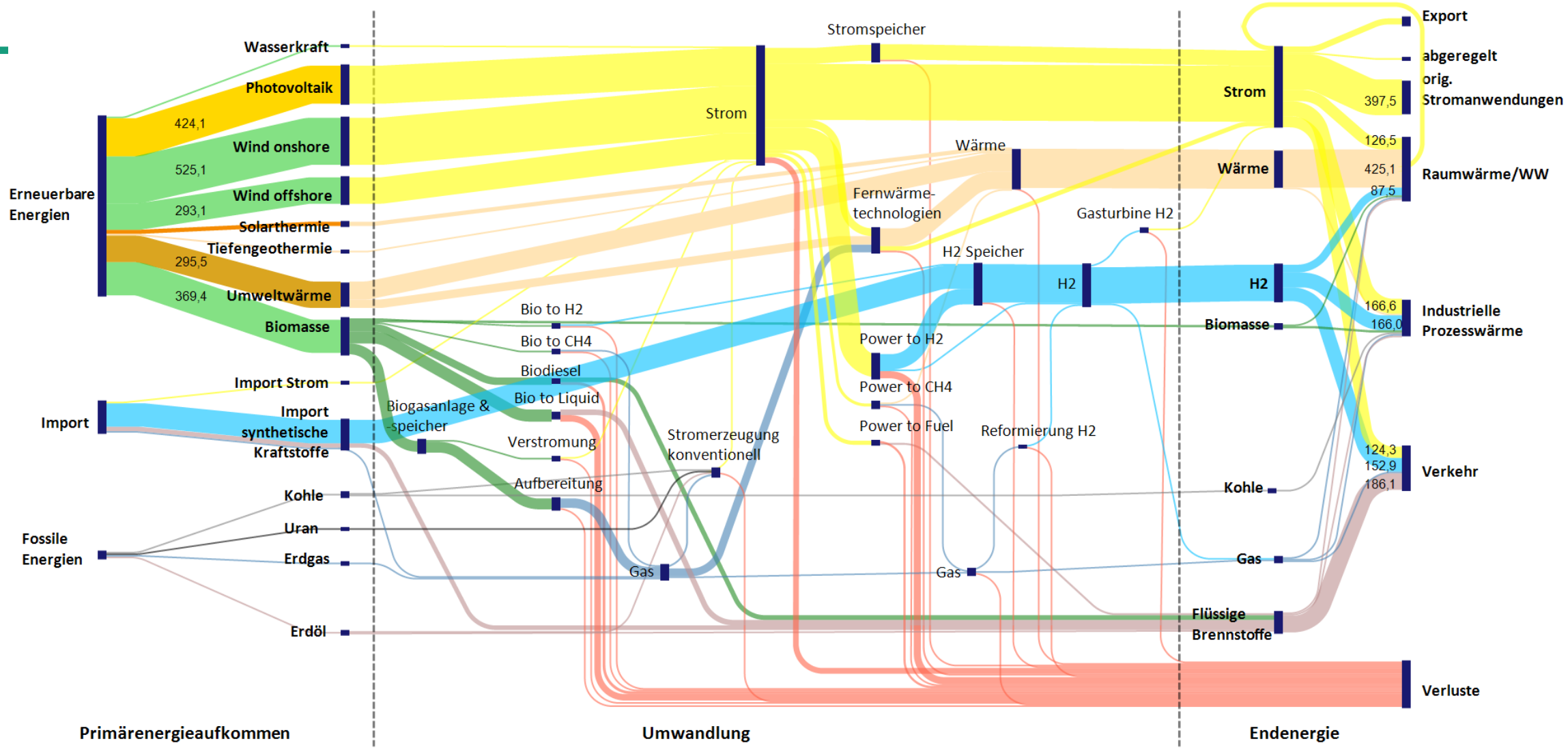


Energy-Charts.info; Datenquelle: Marktstammdatenregister (MaStR), Bundesnetzagentur; Letztes Update: 14.04.2022, 16:18 MESZ

https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&chartColumnSorting=default&expansion=p_solar_size&stacking=stacked_grouped

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Das Klimaneutrale Energiesystem 2045



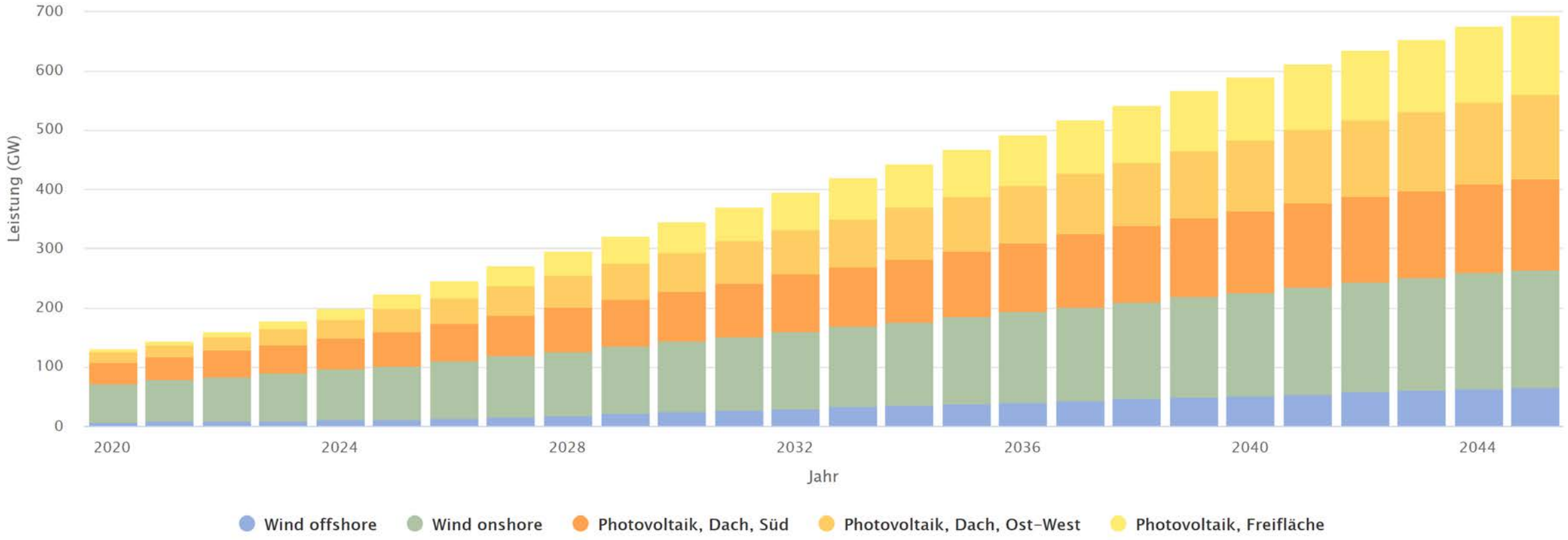
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html

Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Leistung Erneuerbarer Energien



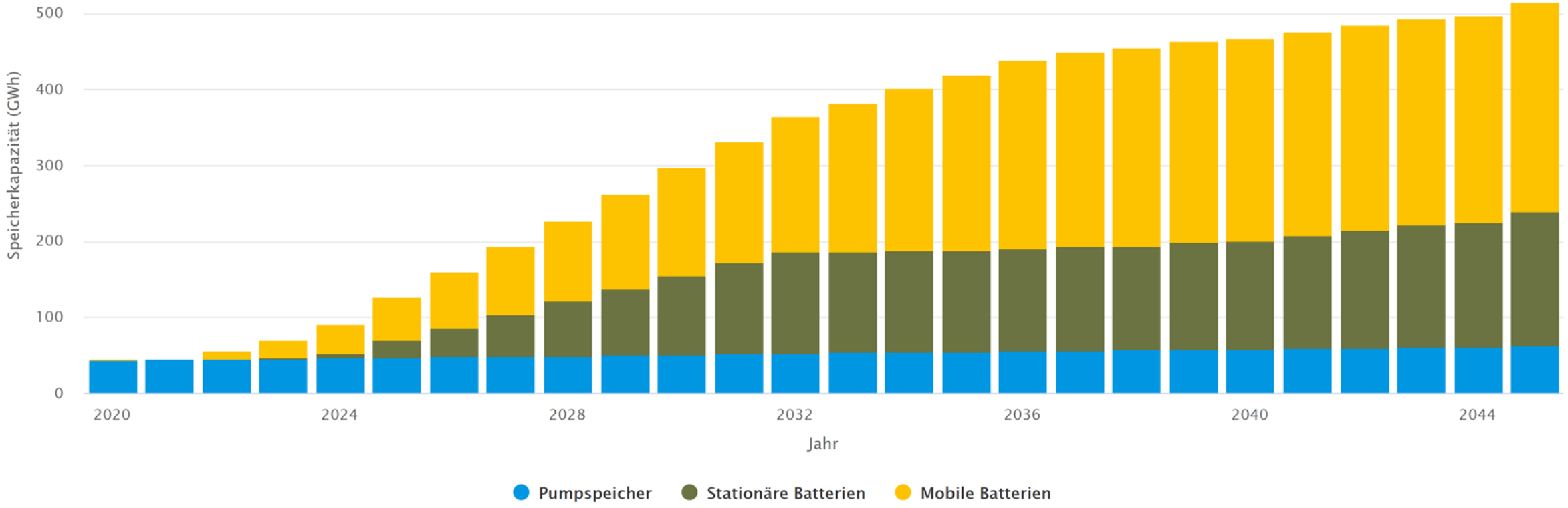
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Quelle: https://energy-charts.info/charts/remod_installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&remod_installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&source=renewable&scenario=reference

Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Kapazität von Batteriespeichern



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Quelle: https://energy-charts.info/charts/remod_installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&source=storage&scenario=reference

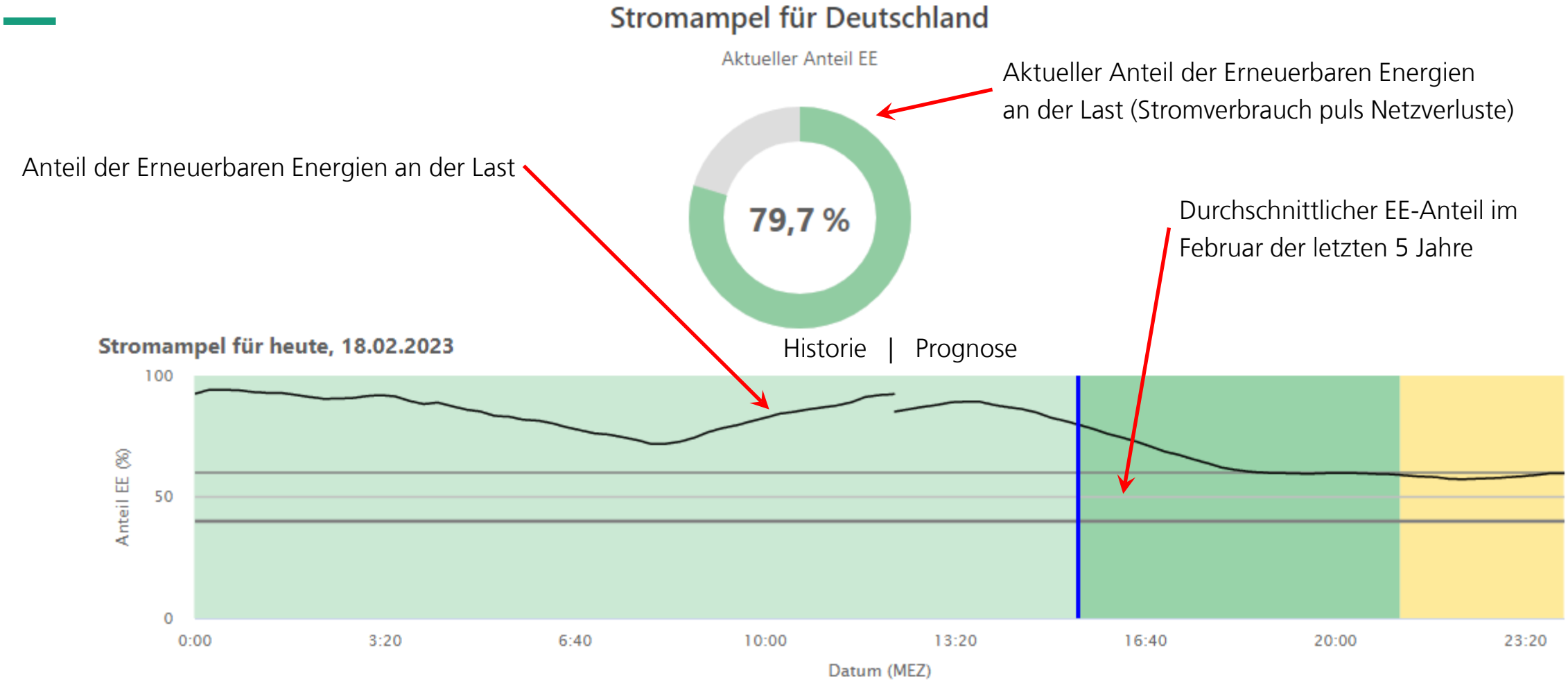
Agenda

1. Einführung in die Energy-Charts
2. Krisenzeiten in der europäischen Stromerzeugung?
3. Stromerzeugung in Europa im Jahr 2022
4. Aktueller Stand beim Zubau der Erneuerbaren Energien in Deutschland und Österreich
5. Die Stromampel der Energy-Charts

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Stromampel für Deutschland

18.02.2023



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

https://www.energy-charts.info/charts/consumption_advice/chart.htm?l=de&c=DE

Stromampel für Deutschland

Aktueller Stand und Planung

Ziel

- Stromverbrauch in Zeiten mit hohen EE-Anteilen verschieben
- Strom sparen in Zeiten mit niedrigen EE-Anteilen

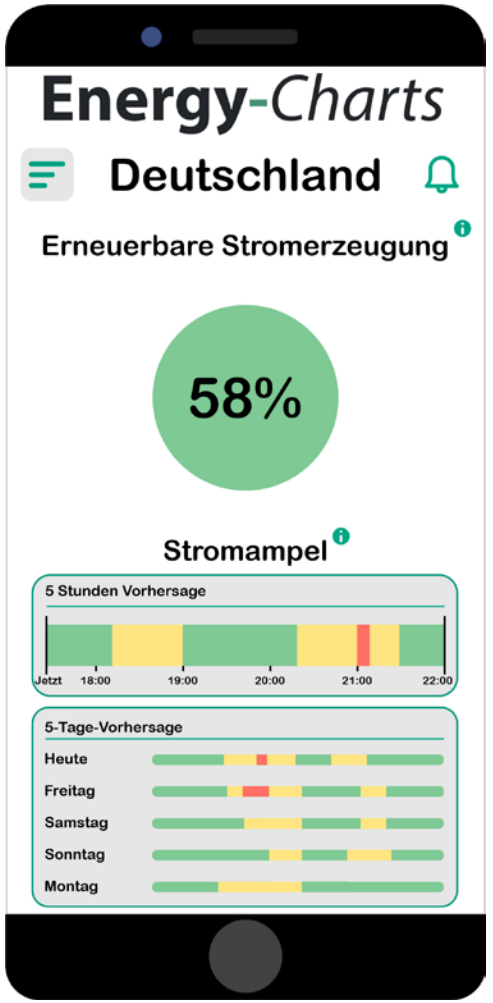
Aktueller Stand

- Verfügbar für Deutschland und Österreich
- Stündliche Aktualisierung
- Prognosehorizont 6 Stunden bis 30 Stunden
- API-Abruf der Prognosewerte verfügbar
- APP für iOS und Android in Arbeit, inklusive Widgets

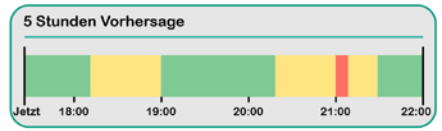
Planung

- Aufteilung auf die Gebiete der vier ÜNBs
- Längerer Prognosehorizont
- Für alle europäischen Länder

APP für iOS und Android



Kleines Widget



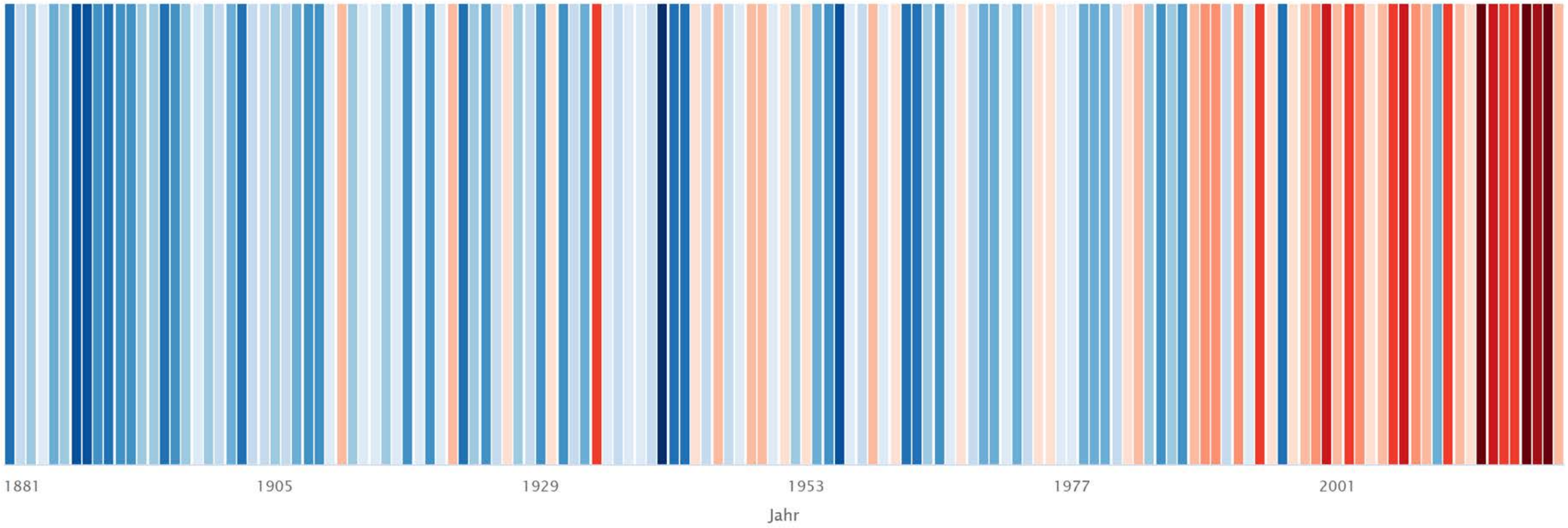
Großes Widget

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Mittlere Lufttemperatur in Deutschland

1881 bis 2021



Quelle: https://energy-charts.info/charts/climate_annual_average/chart.htm?l=de&c=DE

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Zusammenfassung, Ausblick

1. **Reduktion der CO2-Emissionen gemäß dem Klimaschutzgesetz 2021 ist möglich**

2. **Solar- und Windenergie werden Rückgrat der Energieversorgung**

3. **Höhere Zubauraten sind nötig, 20 GW Solar pro Jahr, 15 GW Wind pro Jahr:**
   Verringerte Abhängigkeit von Importen (Öl, Gas, Kohle, Uran) + Lokale Wertschöpfung und Arbeitsplätze durch Erneuerbare Energien

4. **Taten statt Worte sind jetzt nötig**

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

21. Energy-Charts Talks

Mittwoch, 01.03.2023, 17 Uhr

Energy-*Charts* Talks

Bruno Burger

- Stromerzeugung im Februar 2023

Leonhard Probst

- Stromampel für Österreich

Mittwoch, 01.03.2023, Live um 17 Uhr

https://s.fhg.de/energy-charts-talks

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Kontakt

Leonhard Probst
Tel. +49 761 4588-2059
leonhard.probst@ise.fraunhofer.de