
ENERGIEWENDE IN DEUTSCHLAND

Historie und Wege zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzgesetzes bis 2045



Prof. Dr. Bruno Burger

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
ISE

29. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft
Bayrischer Solar-Initiativen – ABSI

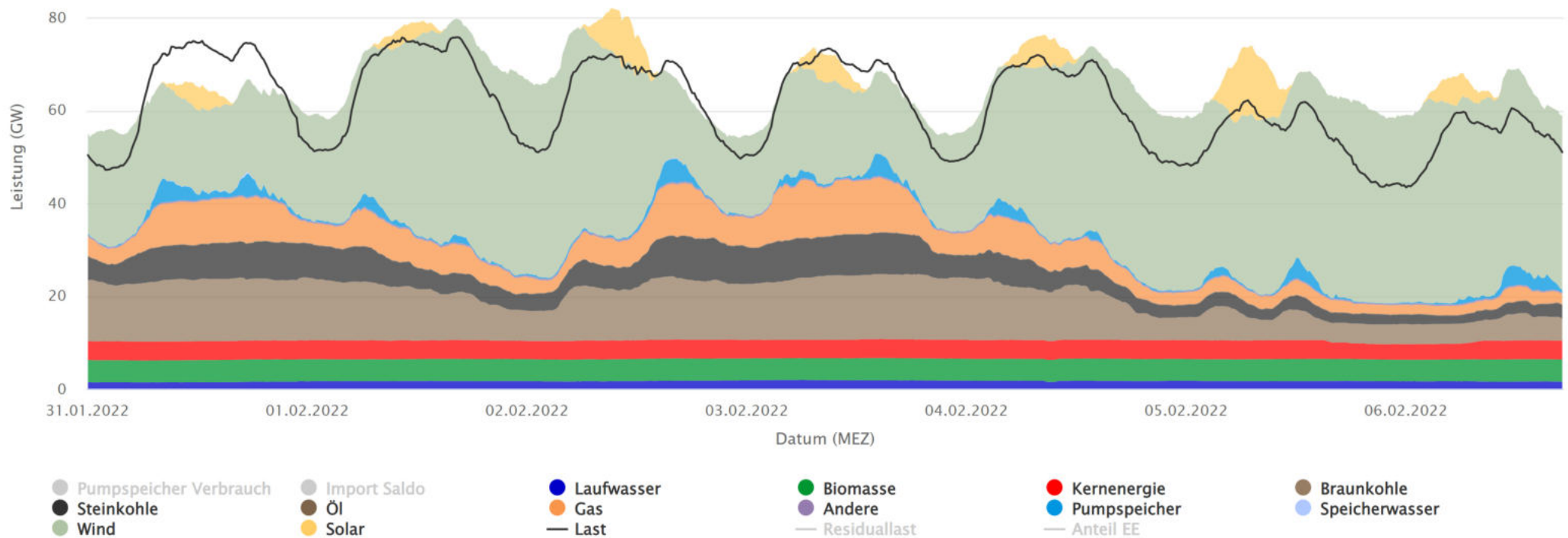
Freitag, 11. Februar 2022

AGENDA

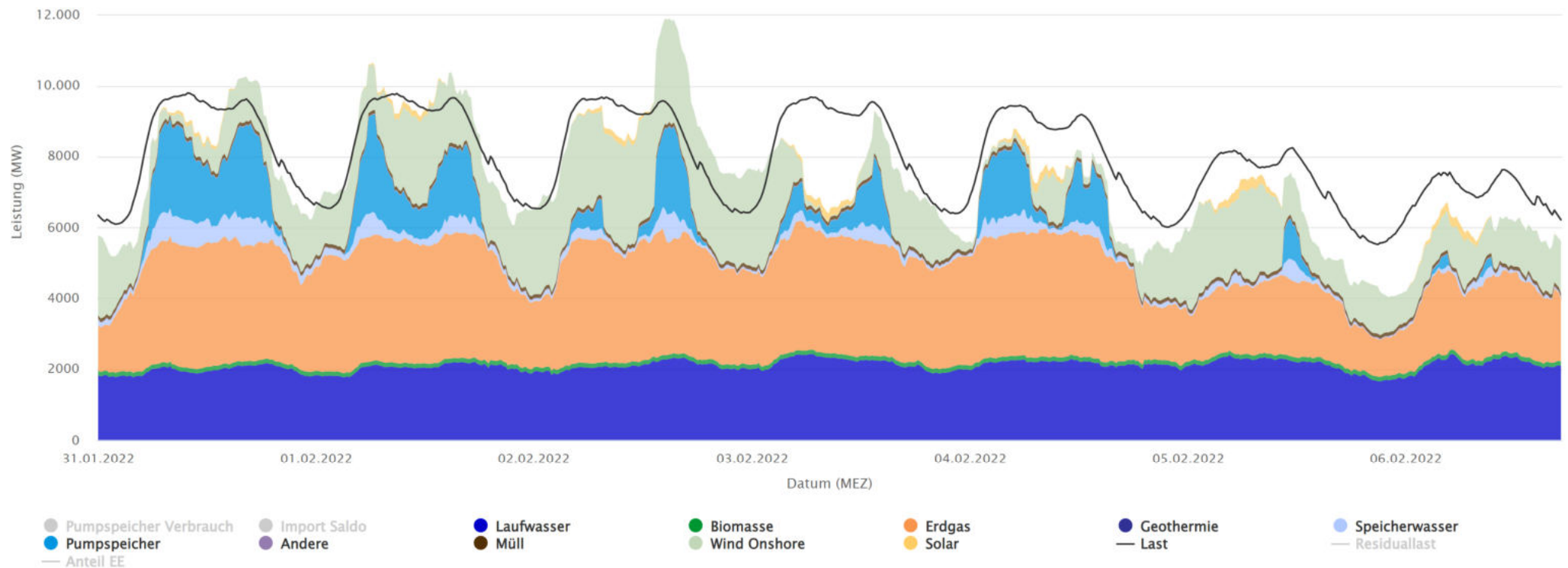
- Verlauf der Energiewende im Stromsektor von 2002 bis heute anhand der Energy-Charts
 - Jahresenergien ab 2002
 - Anteil der Erneuerbaren Energien an der Nettostromerzeugung
 - Installierte Leistungen
- Regenerative Energien Modell für Deutschland (REMod-D)
 - Installierte Leistungen
 - Heizungstechnologien, Antriebstechnologien
 - Bereitstellung und Verwendung von Strom und Wasserstoff, Energieimporte
 - Entwicklung der CO2 Emissionen
- Zusammenfassung

Energy-Charts

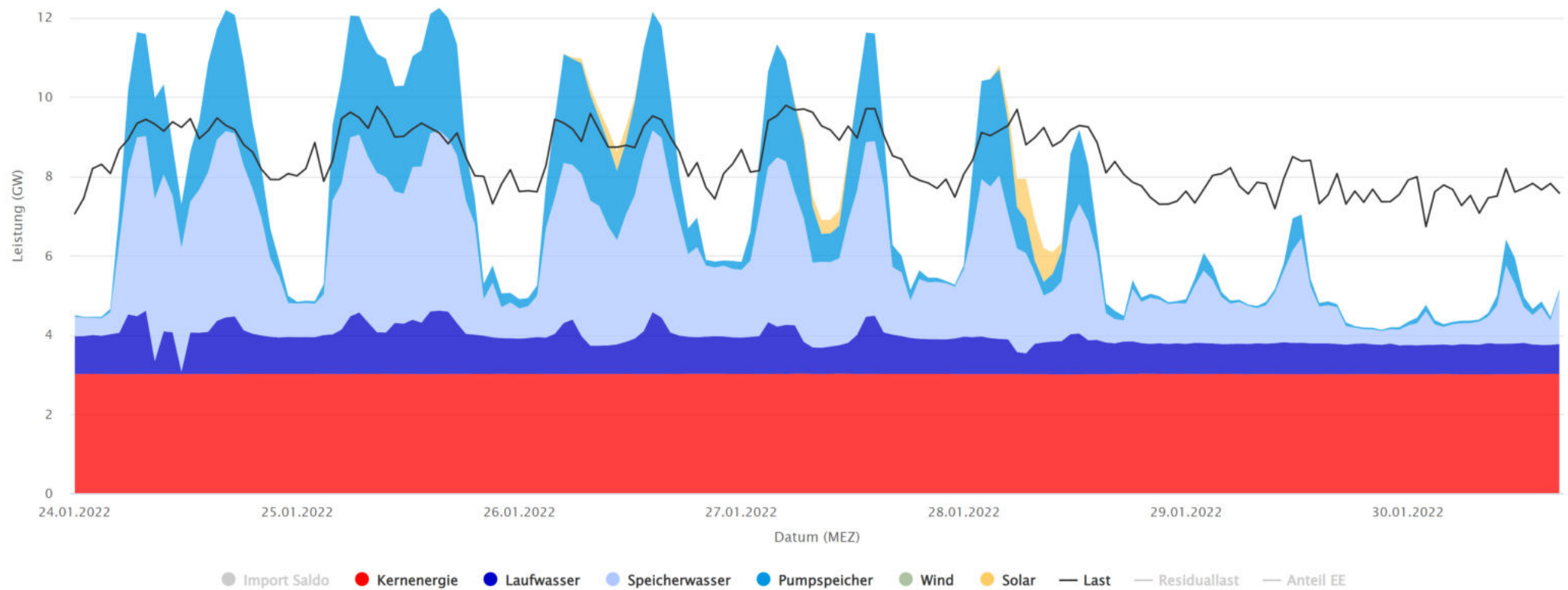
www.energy-charts.info



Stromerzeugung Österreich

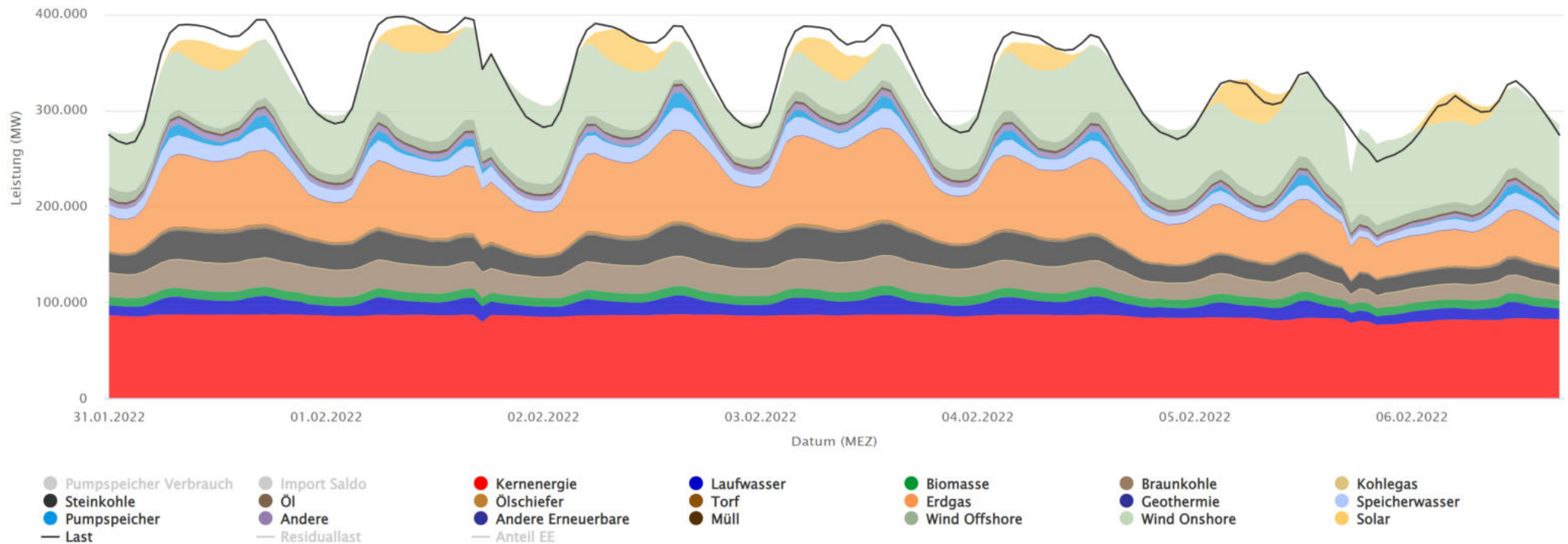


Stromerzeugung Schweiz

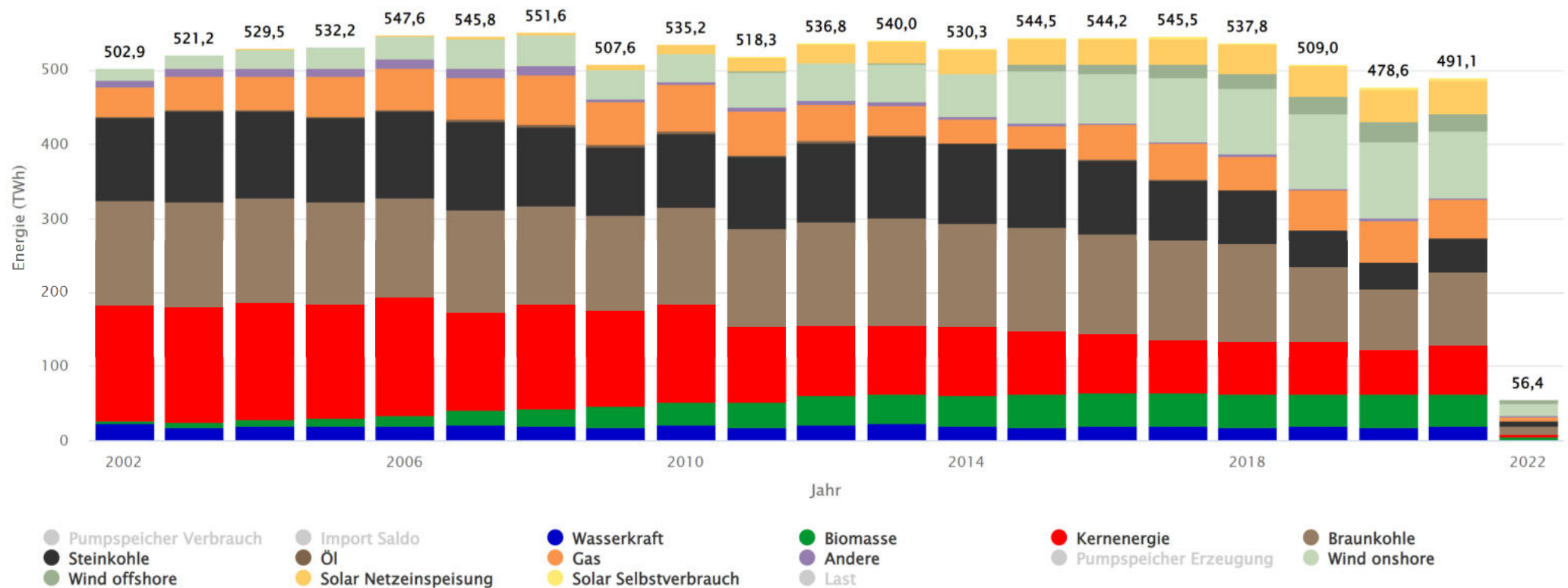


5 Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=CH&week=04&stacking=stacked_absolute_area

Stromerzeugung Europäische Union

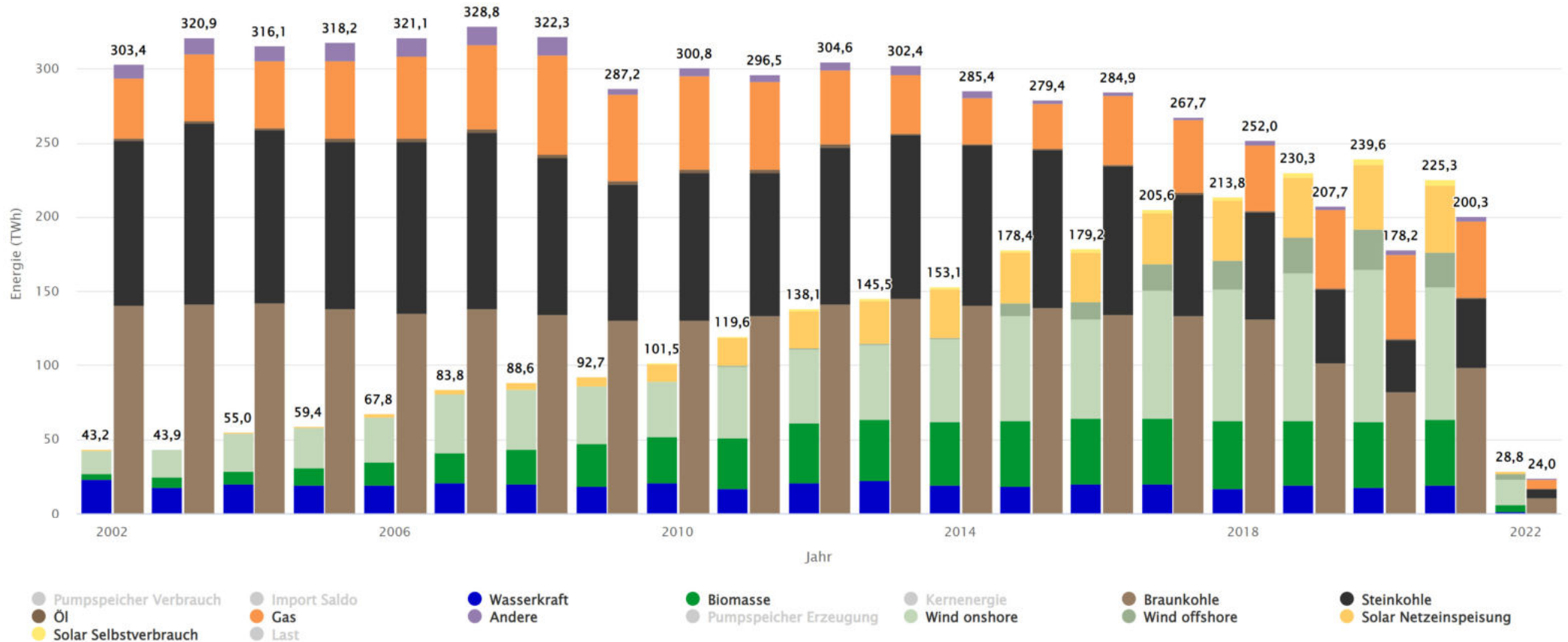


Jährliche öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland



Jährliche öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland

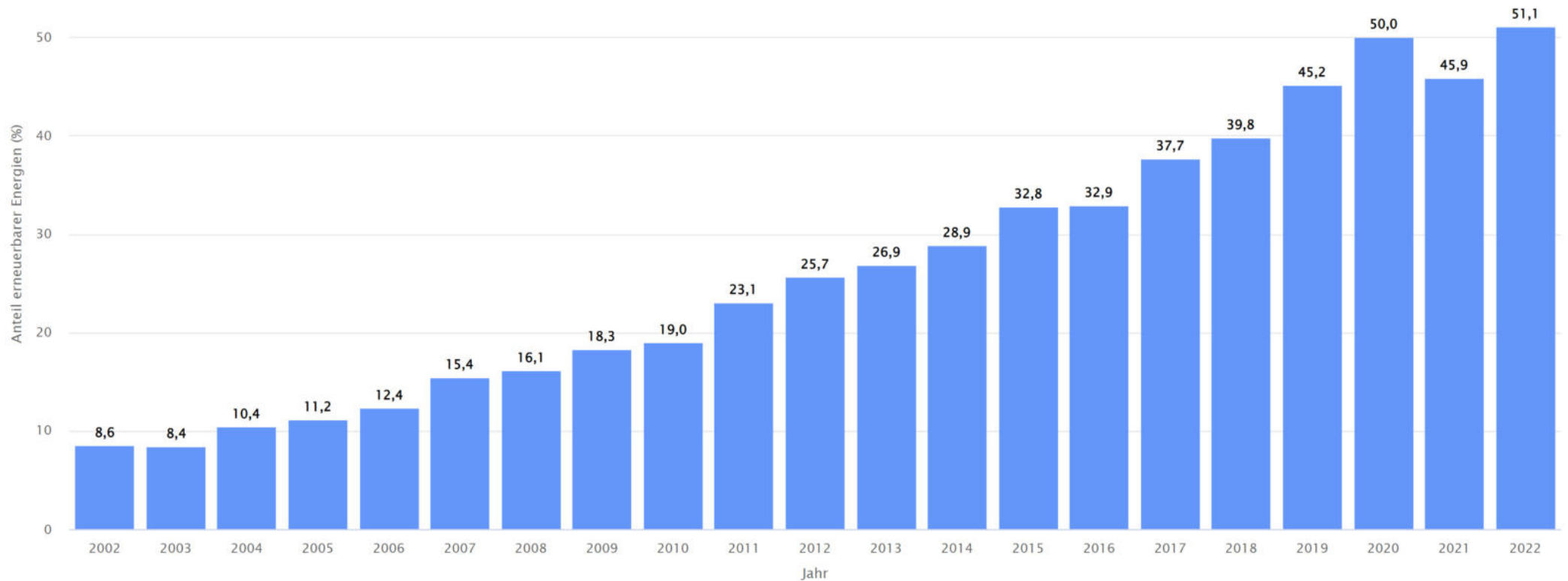
Vergleich: Erneuerbare und fossile Erzeugung



2021: Januar bis November

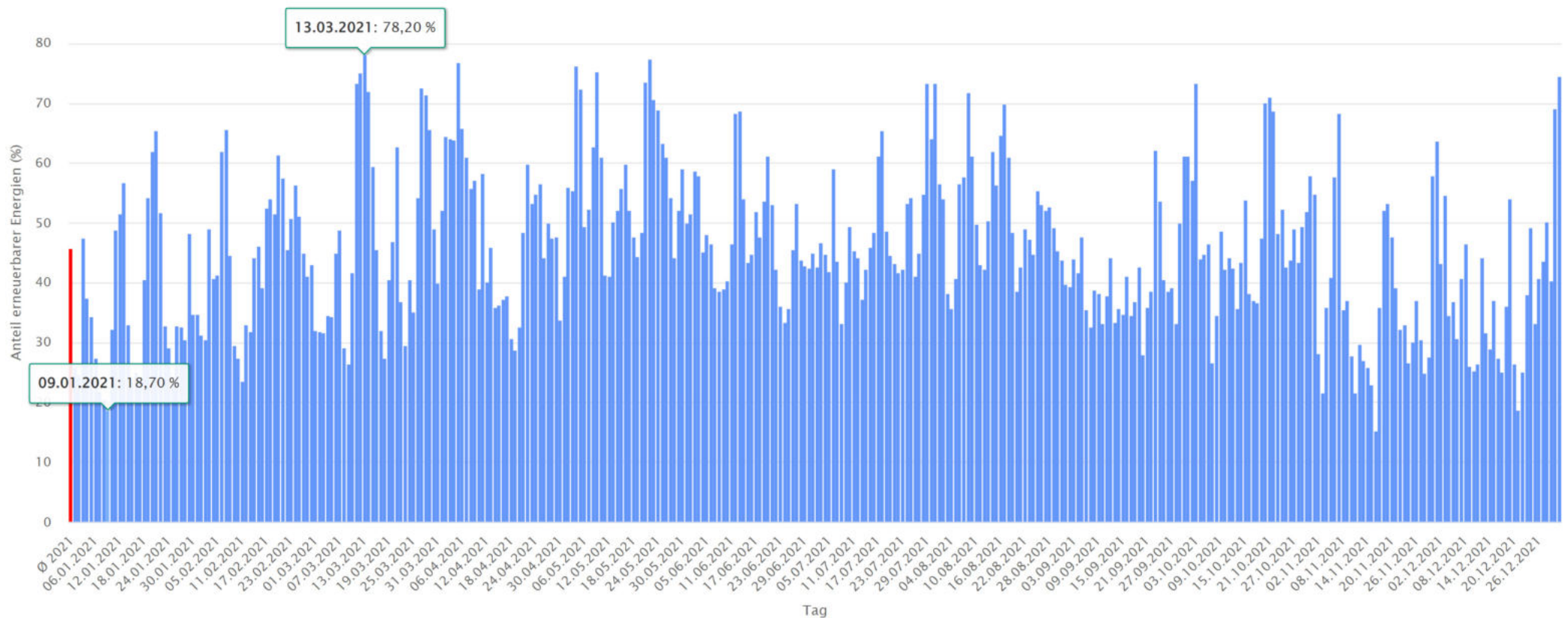
Jährliche öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland

Anteil der Erneuerbaren Energien seit 2002



Jährliche öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland

Täglicher Anteil der Erneuerbaren Energien 2021



10 Quelle: https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&interval=day

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

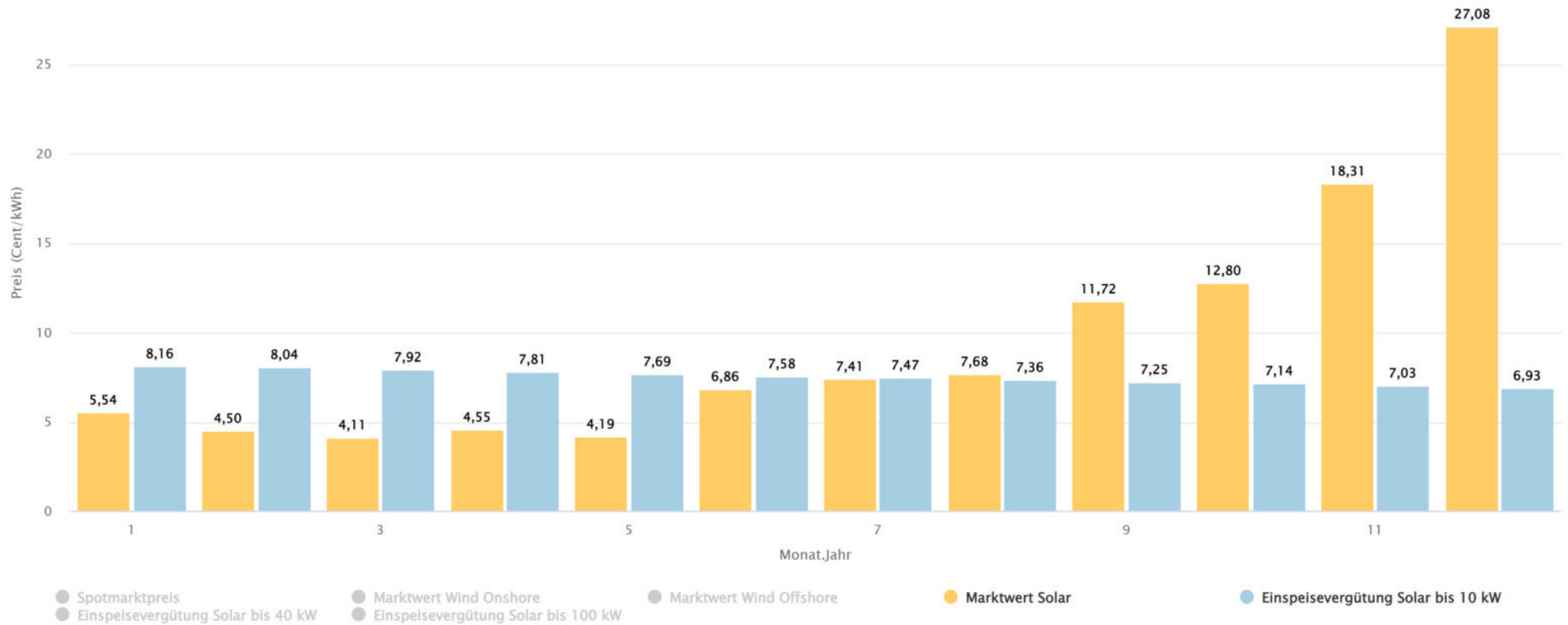
Strompreis Day-Ahead, CO2-Zertifikatspreis und Gaspreis

Alle Monate 2021



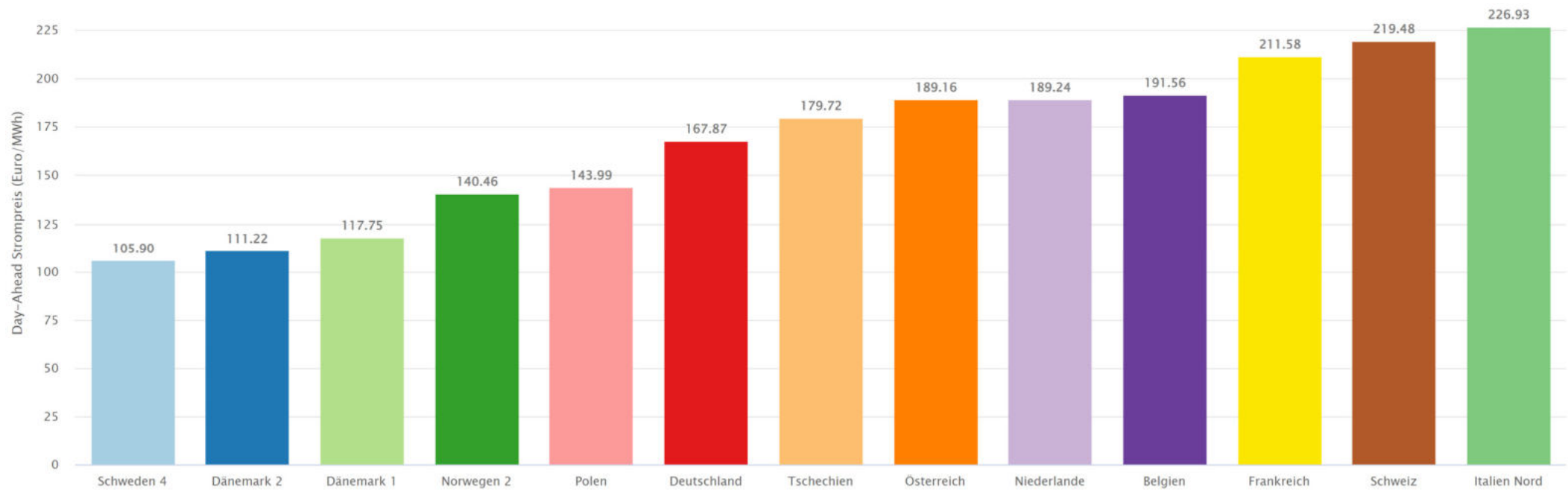
Marktwert Solar und EEG-Vergütung für neue Solaranlagen

Alle Monate 2021



Day-Ahead Strompreise, Marktwerte und EEG-Vergütung für Neuanlagen

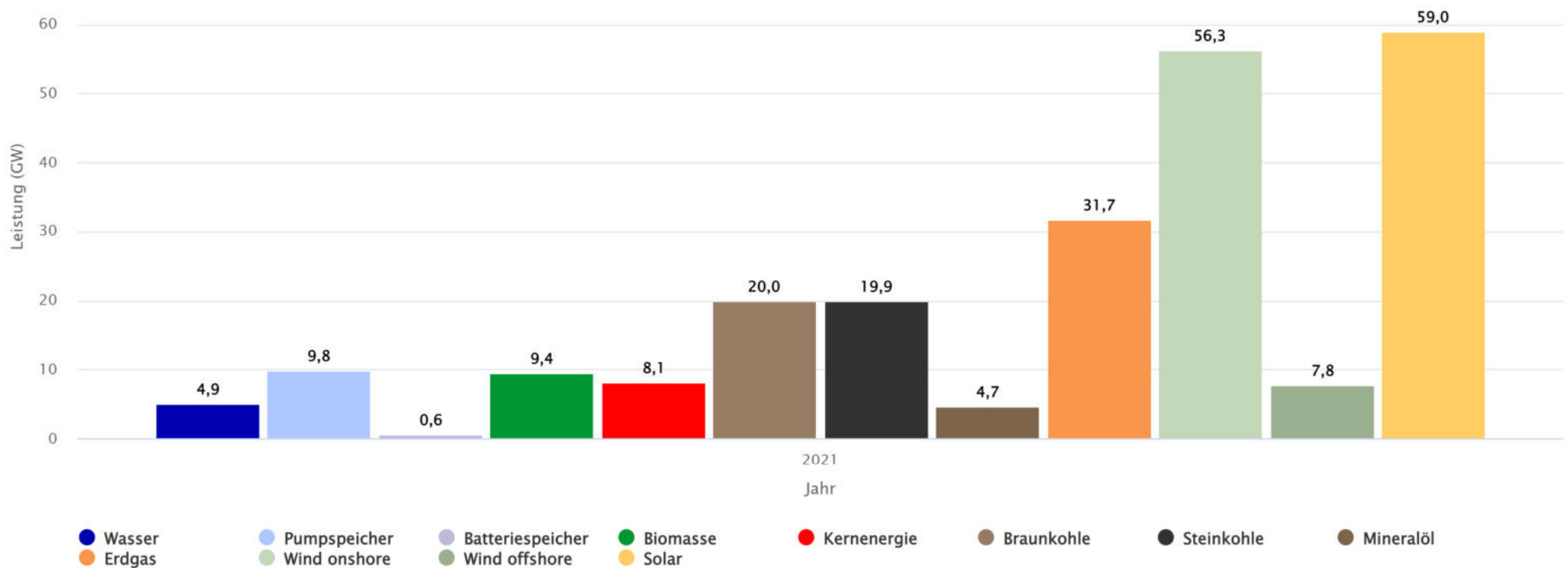
Jahr 2021



Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=de&c=ALL&year=2022&chartColumnSorting=ascending&interval=month&month=01&legendItems=110111110001000000100000001010000100000010000&partsum=1

Installierte Leistungen zur Stromerzeugung

Jahr 2021

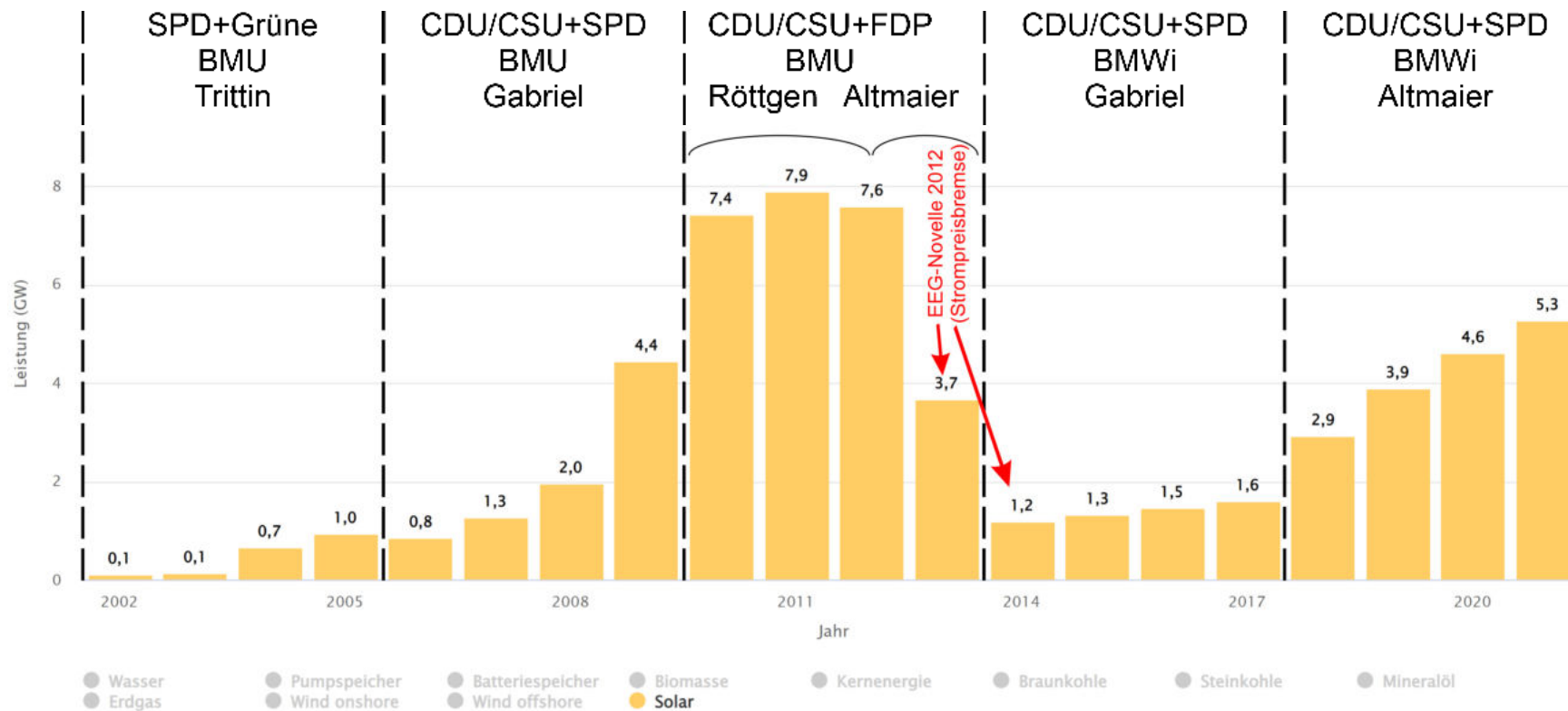


Jährlicher Zubau an installierter Leistung Solar

Kernenergieausstieg

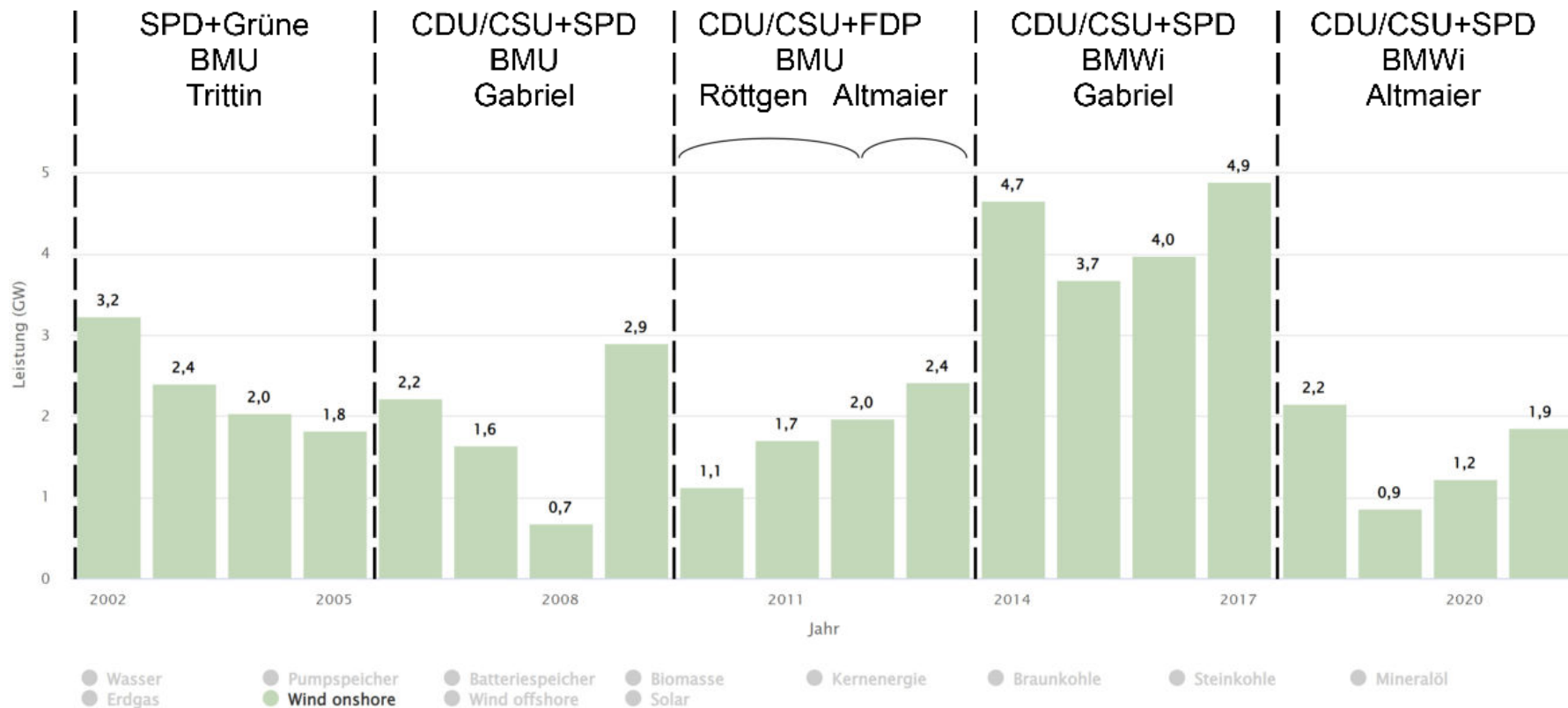


Pariser Klimaschutzabkommen



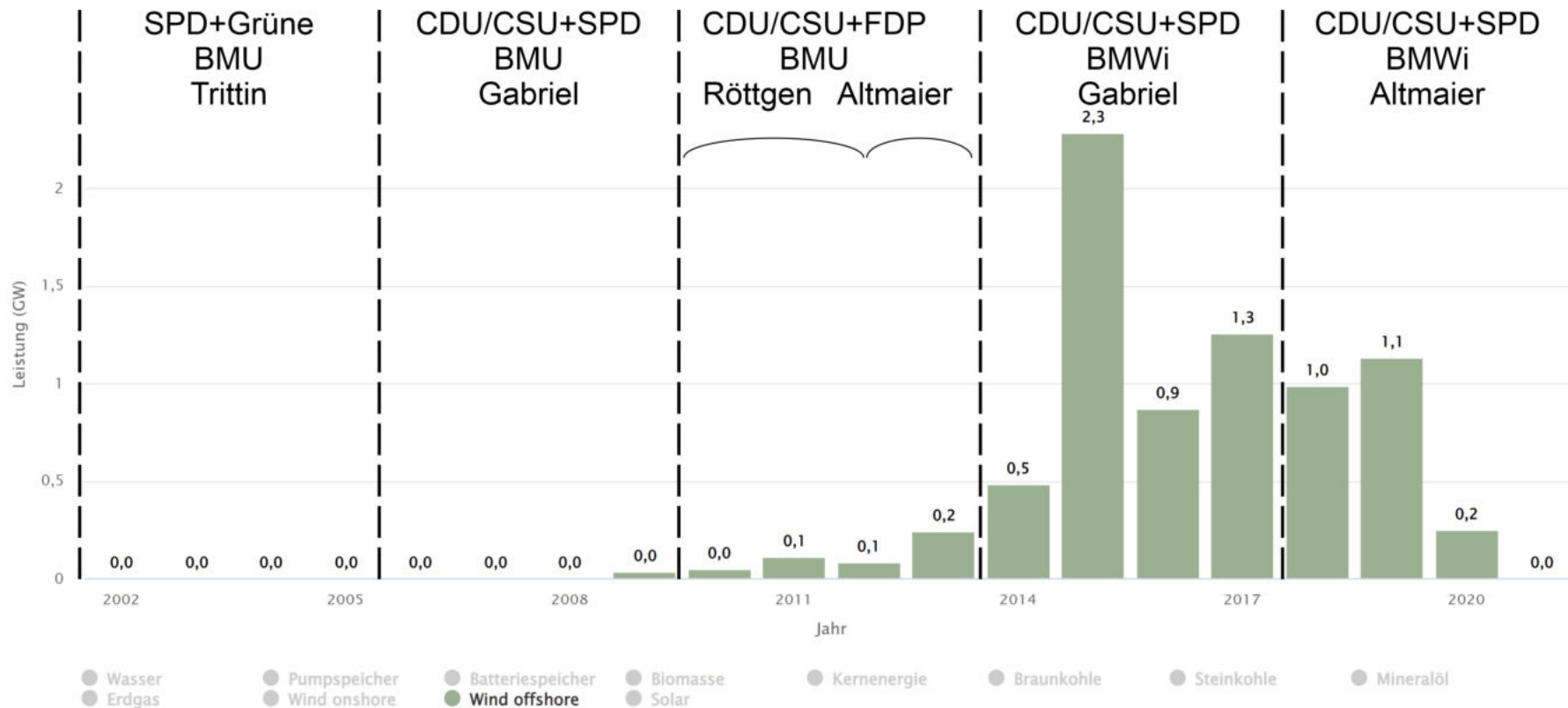
Jährlicher Zubau an installierter Leistung

Wind onshore

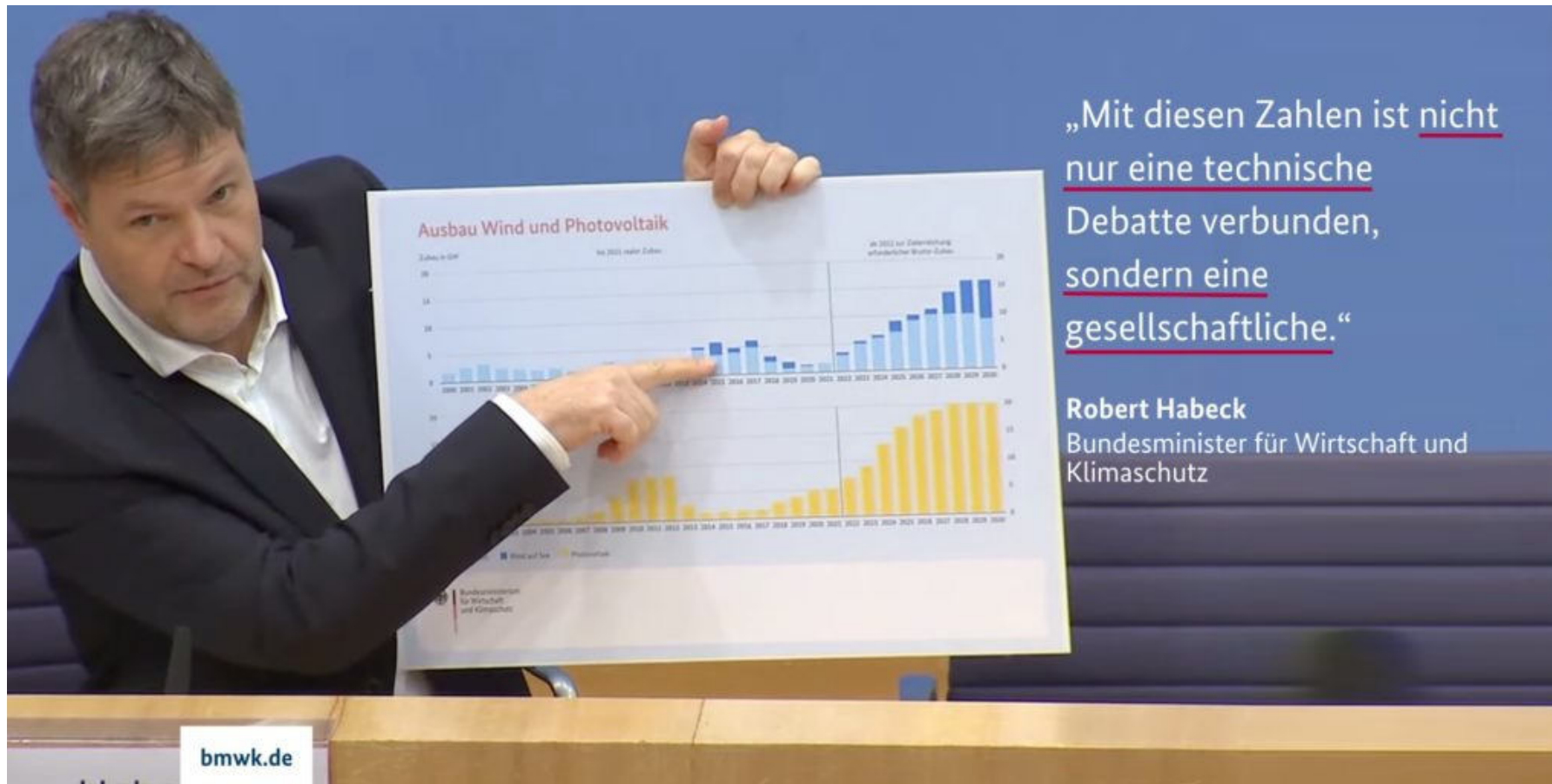


Jährlicher Zubau an installierter Leistung

Wind offshore

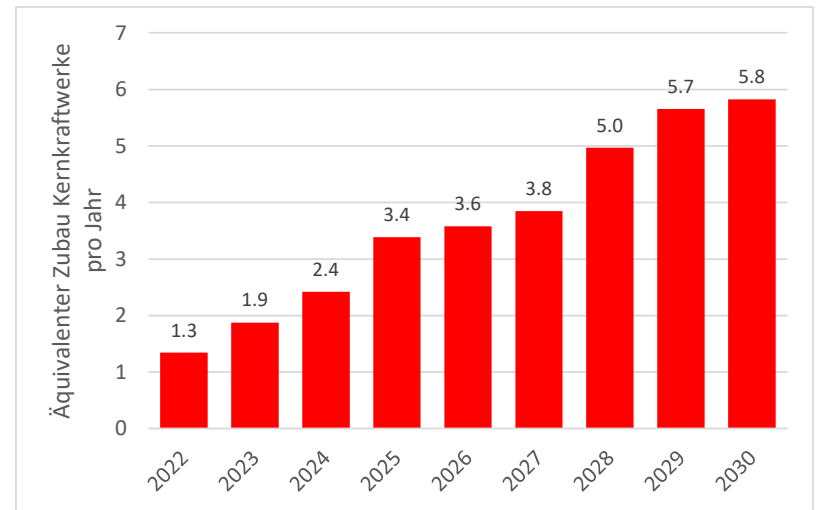
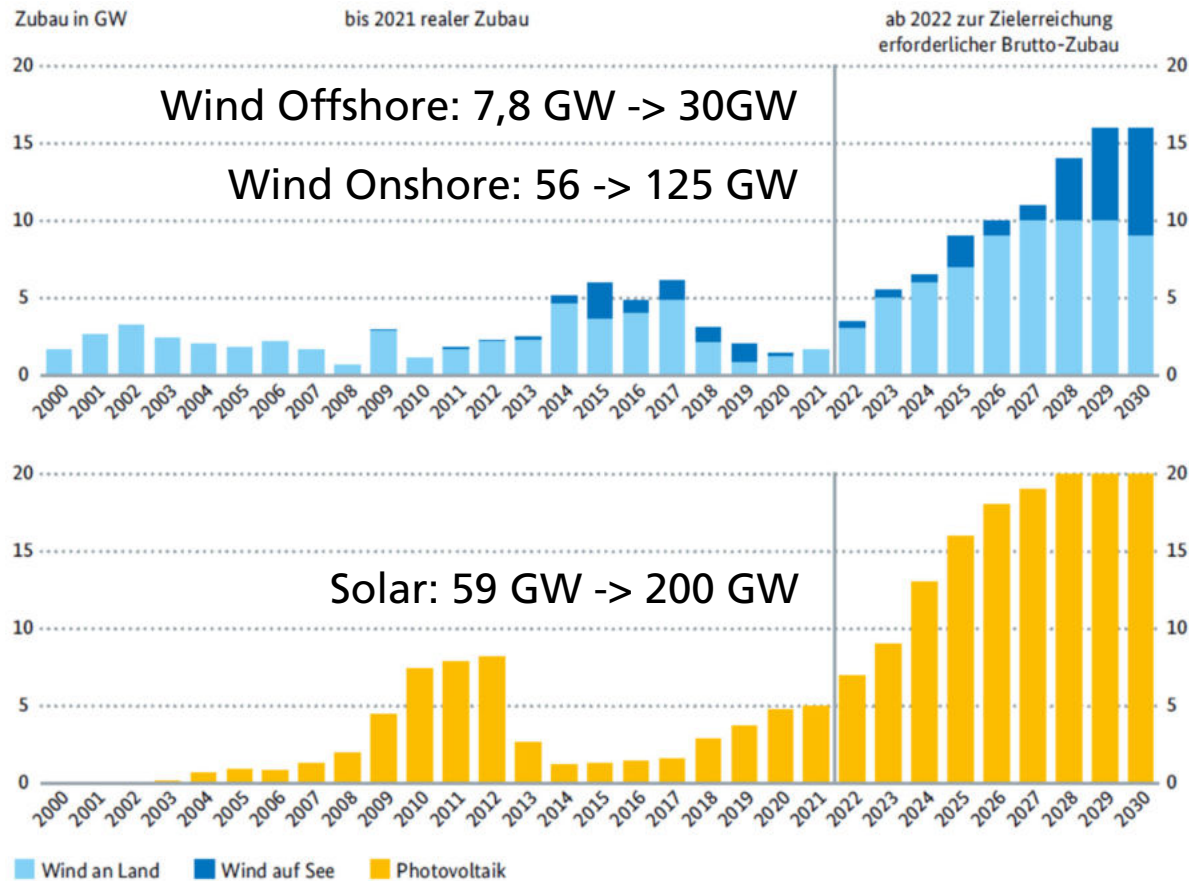


Jährlicher Zubau an installierter Leistung Planung der Bundesregierung bis 2030



Jährlicher Zubau an installierter Leistung

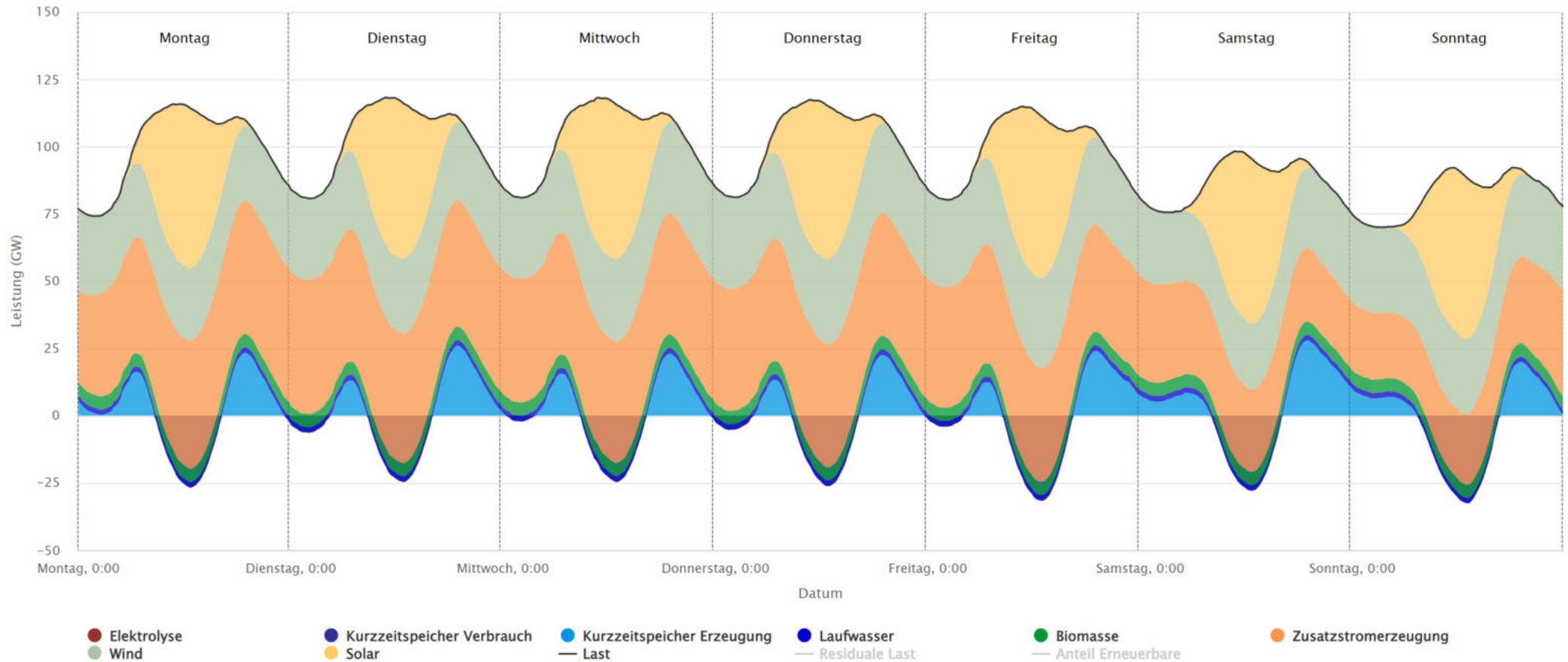
Planung der Bundesregierung bis 2030



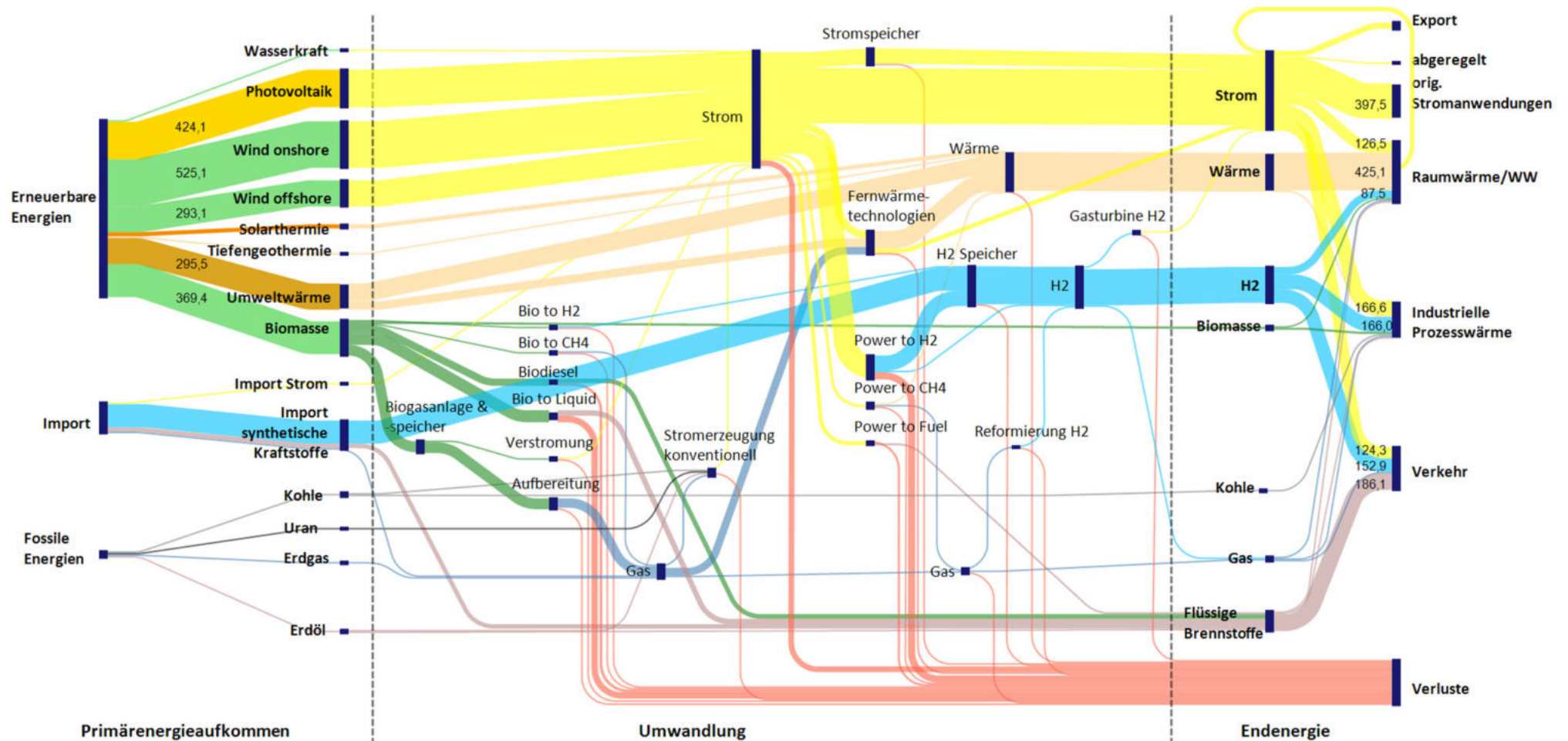
Der geplante Zubau bis 2030 erzeugt soviel Strom wie 33 Kernkraftwerke.

Simulation der Stromerzeugung

200 GW Solar; 150 GW Wind; 800 TWh Last



Das Klimaneutrale Energiesystem 2045



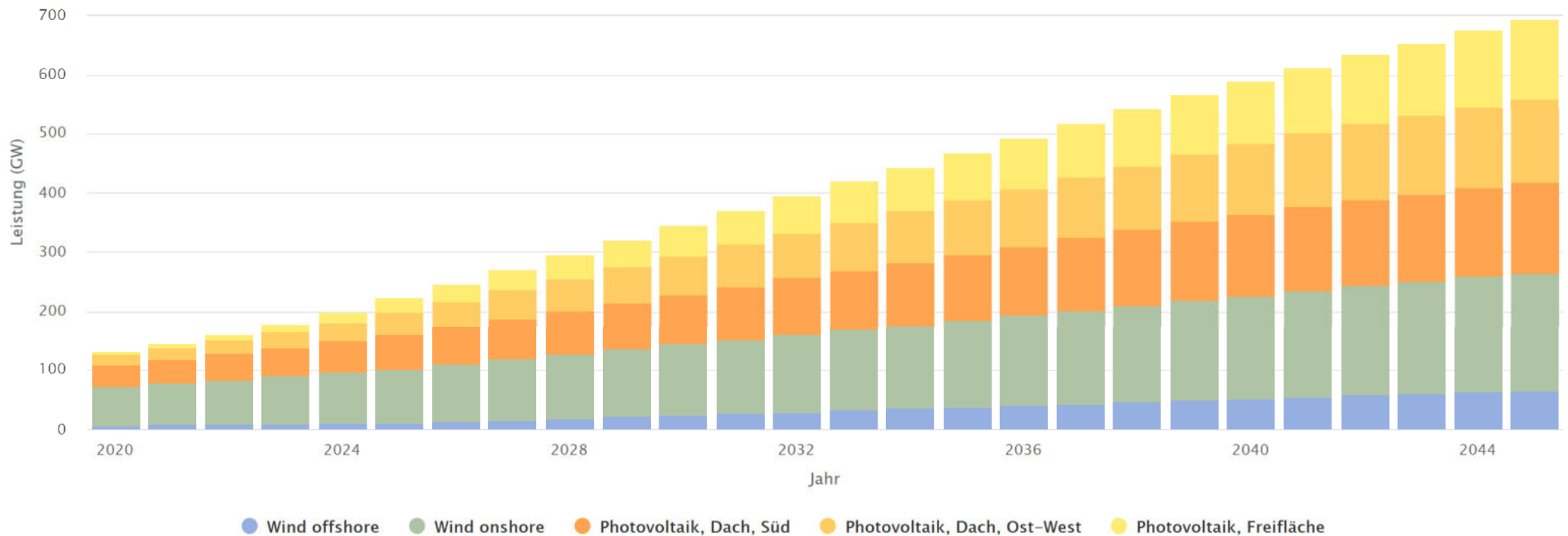
Fraunhofer ISE Studie 2021

Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem

Szenario	Beschreibung
Referenz	Das Szenario 'Referenz' dient als Grundlage für den Vergleich mit den weiteren Szenarien. Das Szenario stellt ein volloptimiertes Szenario mit Emissionsreduktion energiebedingter CO ₂ -Emissionen von <u>65% in 2030, 88% in 2040 und 100% im Jahr 2045</u> dar.
Beharrung	Das Szenario 'Beharrung' basiert auf dem Szenario 'Referenz'. Es wird jedoch von <u>stärkeren Widerständen gegen den Einsatz neuer Techniken</u> im Endanwenderbereich ausgegangen. Im Gebäudebereich wird deshalb von einer teilweisen Beharrung auf Gaskessel und einer geringeren Sanierungsrate und im motorisierten Individualverkehr von einem verbleibenden Anteil Verbrennungsantriebe ausgegangen.
Inakzeptanz	Das Szenario 'Inakzeptanz' basiert auf dem Szenario 'Referenz'. Es geht aber von einer <u>geringeren Akzeptanz von großen Infrastrukturmaßnahmen</u> aus, wie den Ausbau von Windenergieanlagen, Übertragungsnetzen und Autobahn-Oberleitungen für Lastkraftwagen.
Suffizienz	Das Szenario 'Suffizienz' basiert auf dem Szenario 'Referenz'. Es nimmt aber einen <u>gesellschaftlichen Wandel</u> hin zu einem suffizienteren Verhalten und eine Erhöhung der Effizienz in relevanter Breite an, die zu einer <u>deutlichen Reduzierung des Energieverbrauchs</u> führen.

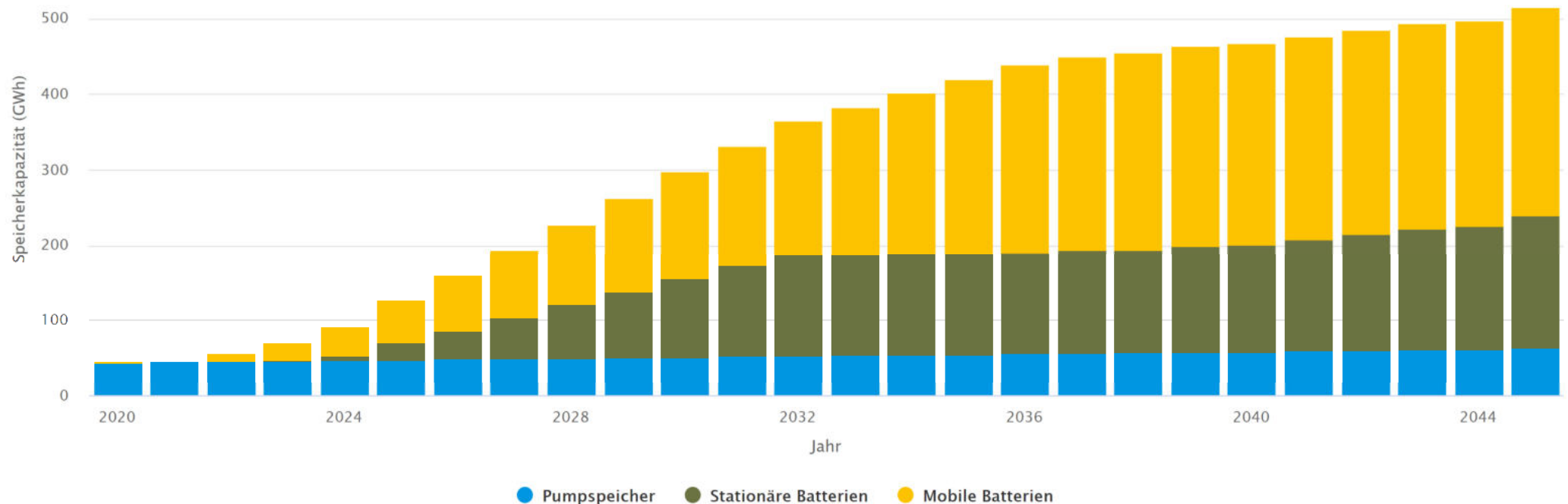
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Leistung Erneuerbarer Energien



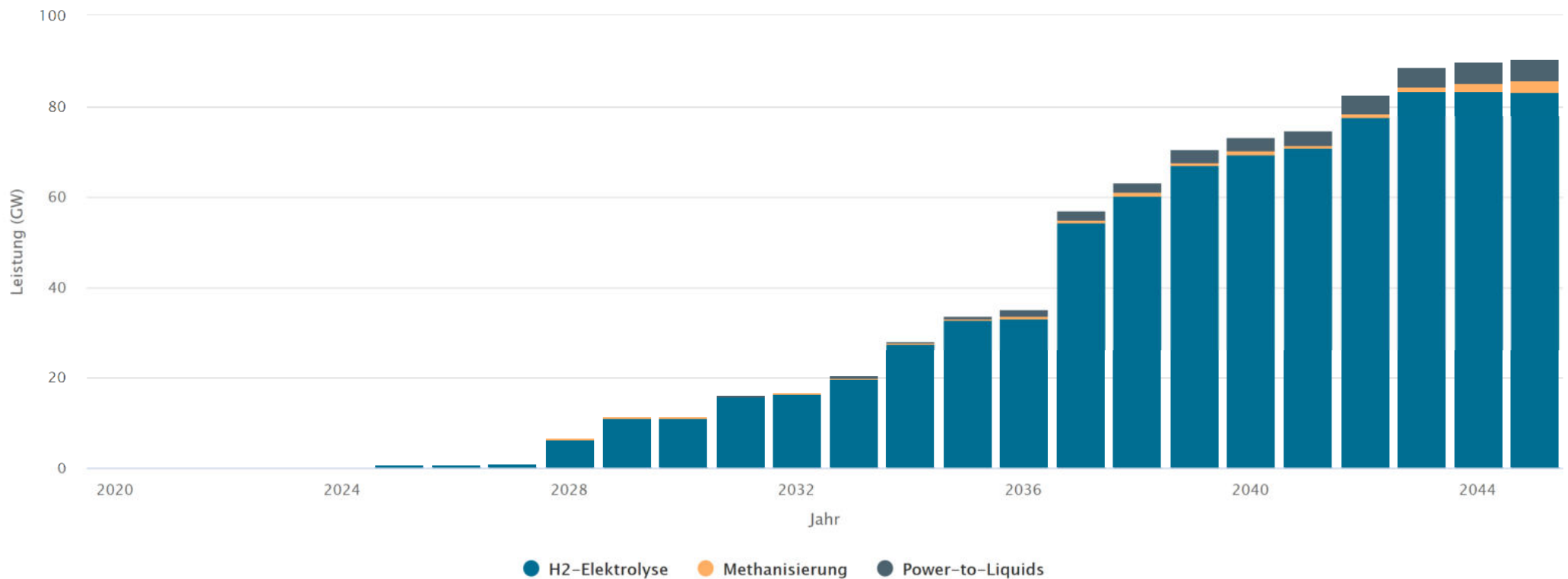
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Kapazität von Batteriespeichern



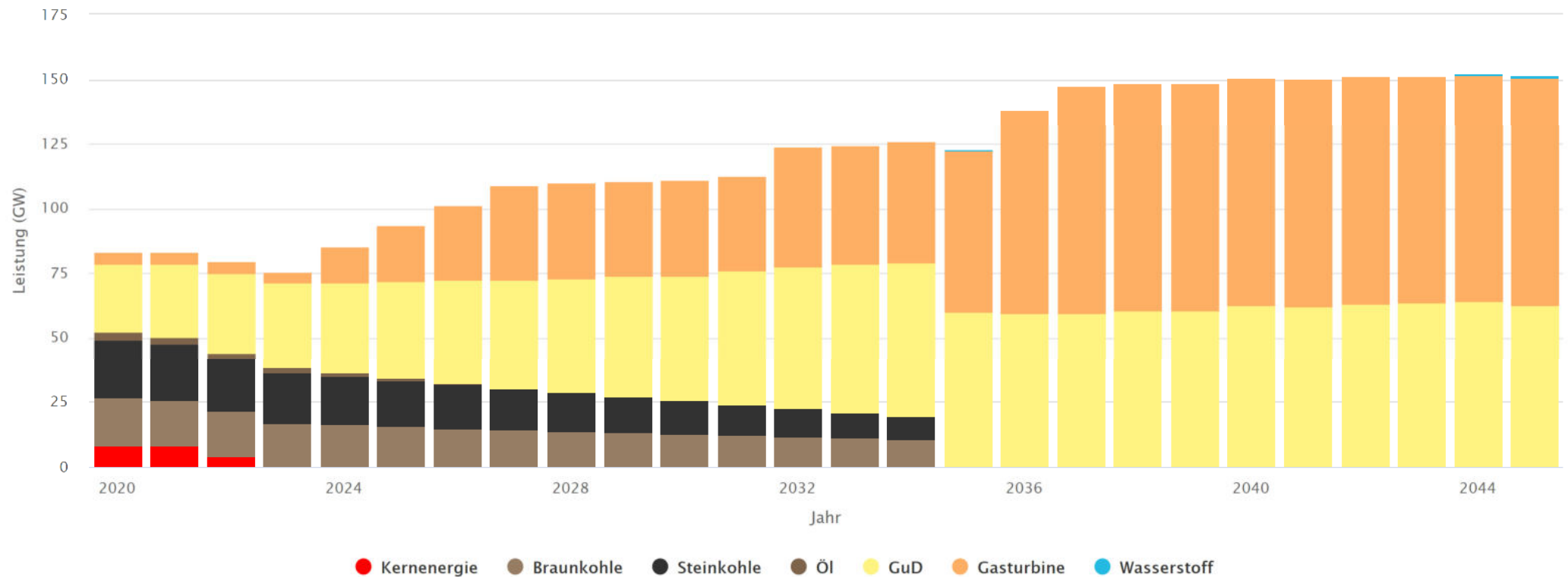
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Leistung von Energiewandlern



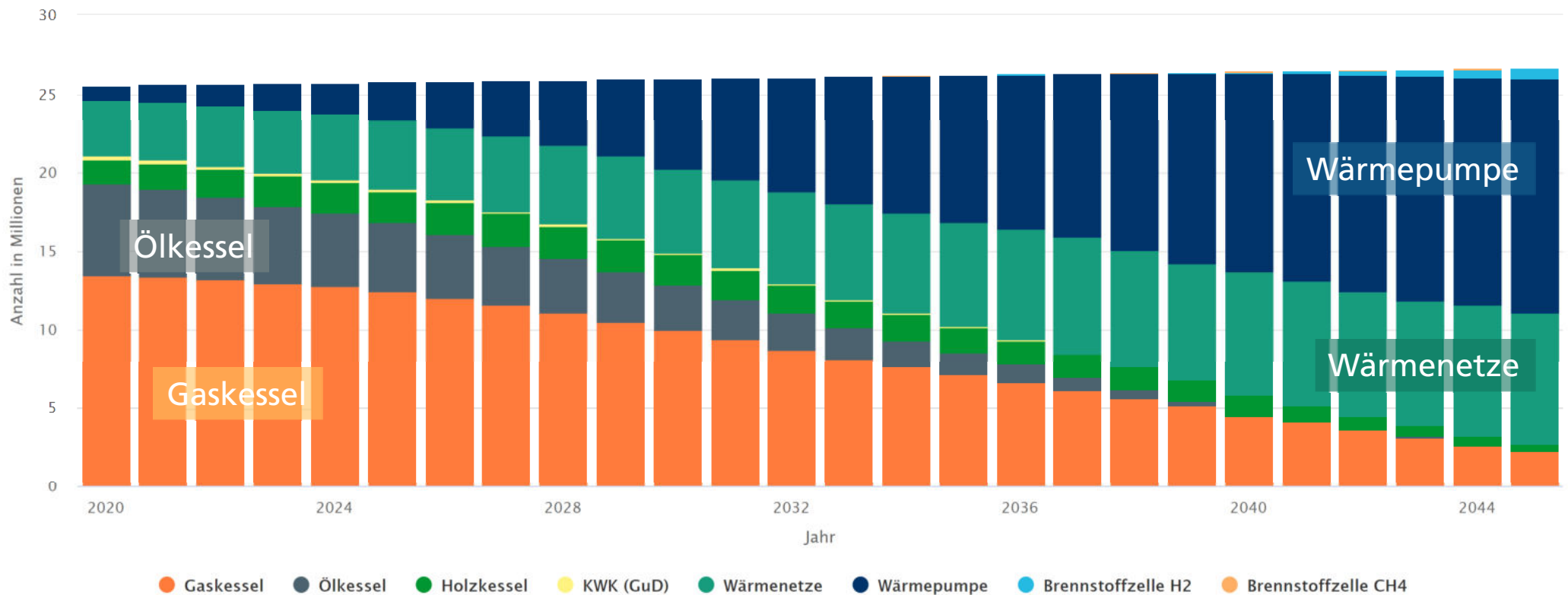
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Installierte Leistung konventioneller Kraftwerke



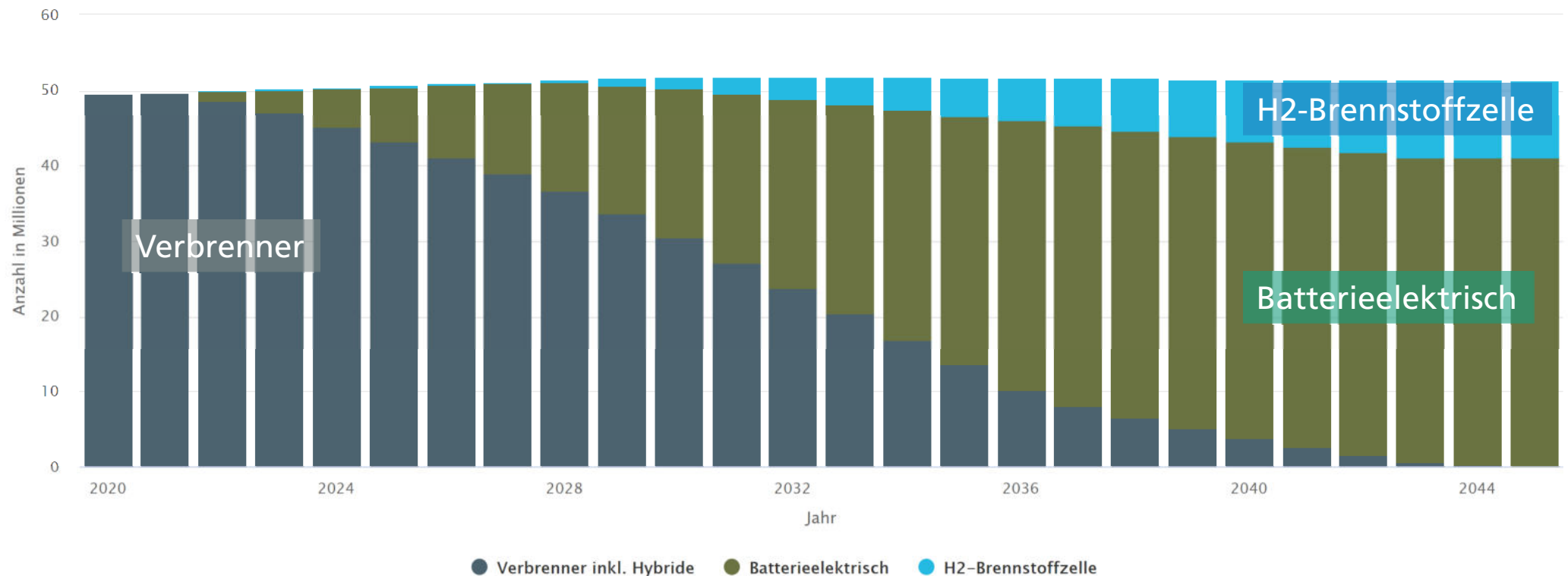
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Heizungstechnologien in der Gebäudewärme



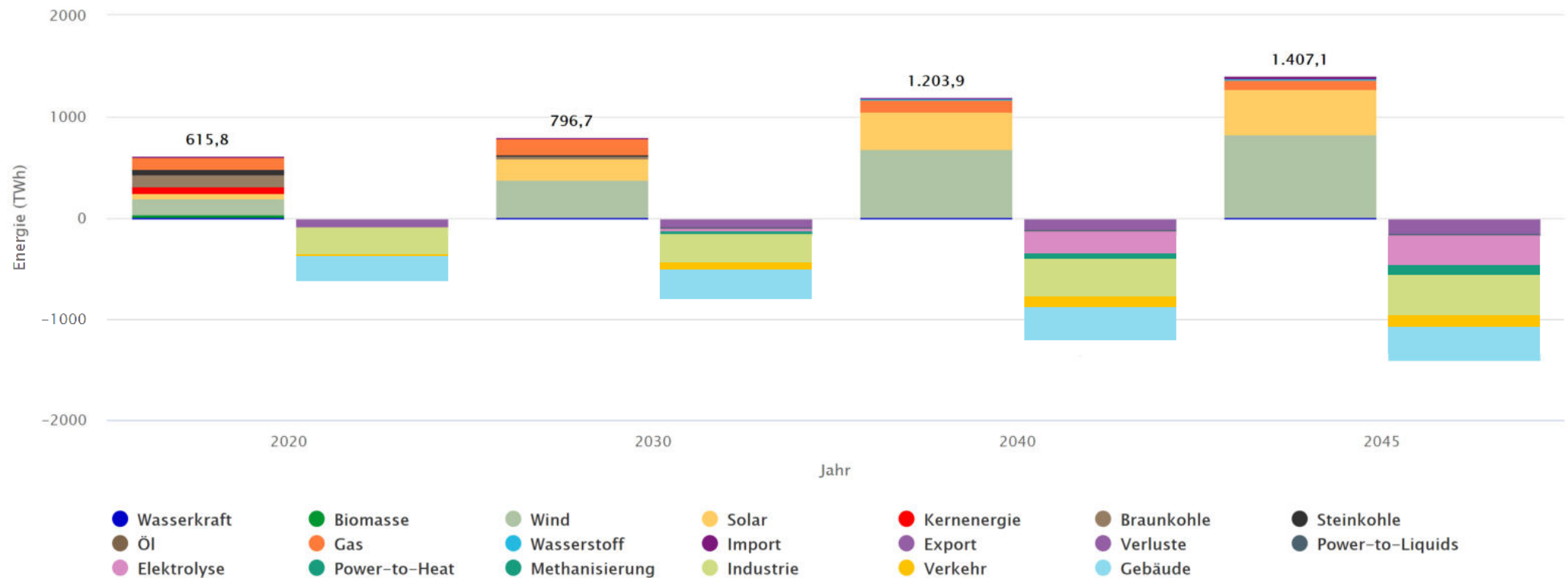
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Antriebstechnologien im PKW-Verkehr



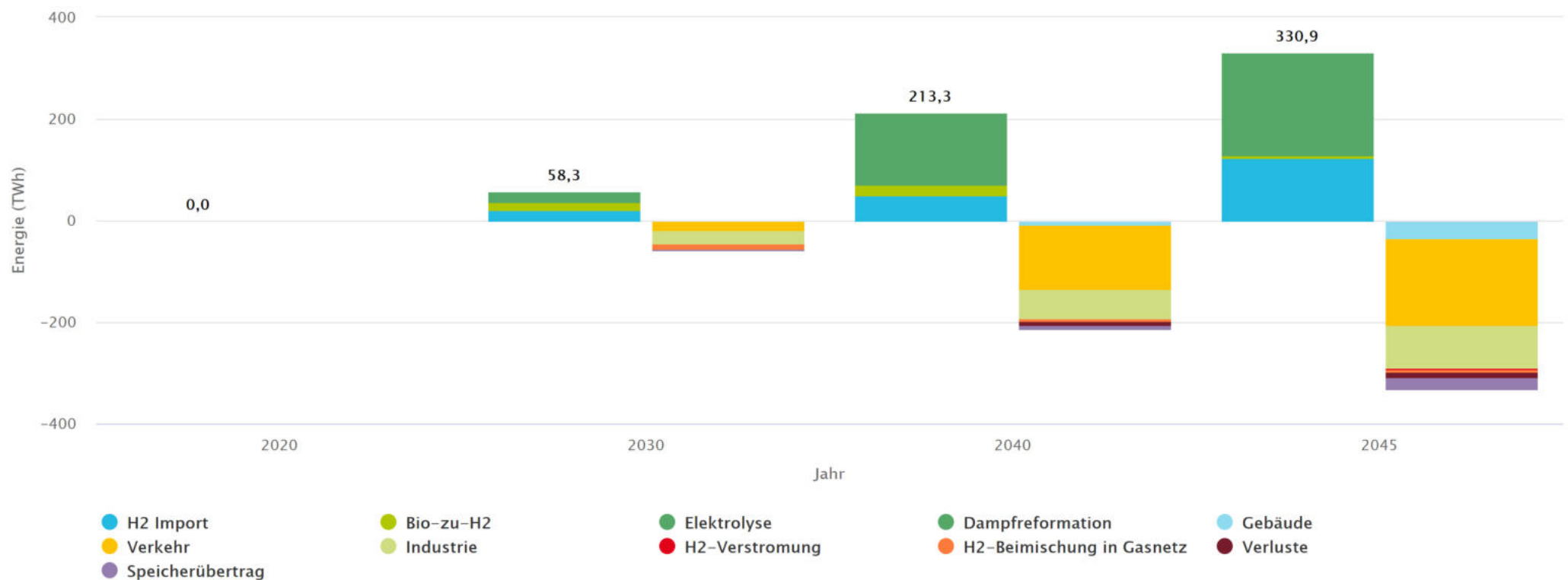
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Bereitstellung (positiv) und Verwendung (negativ) von Strom



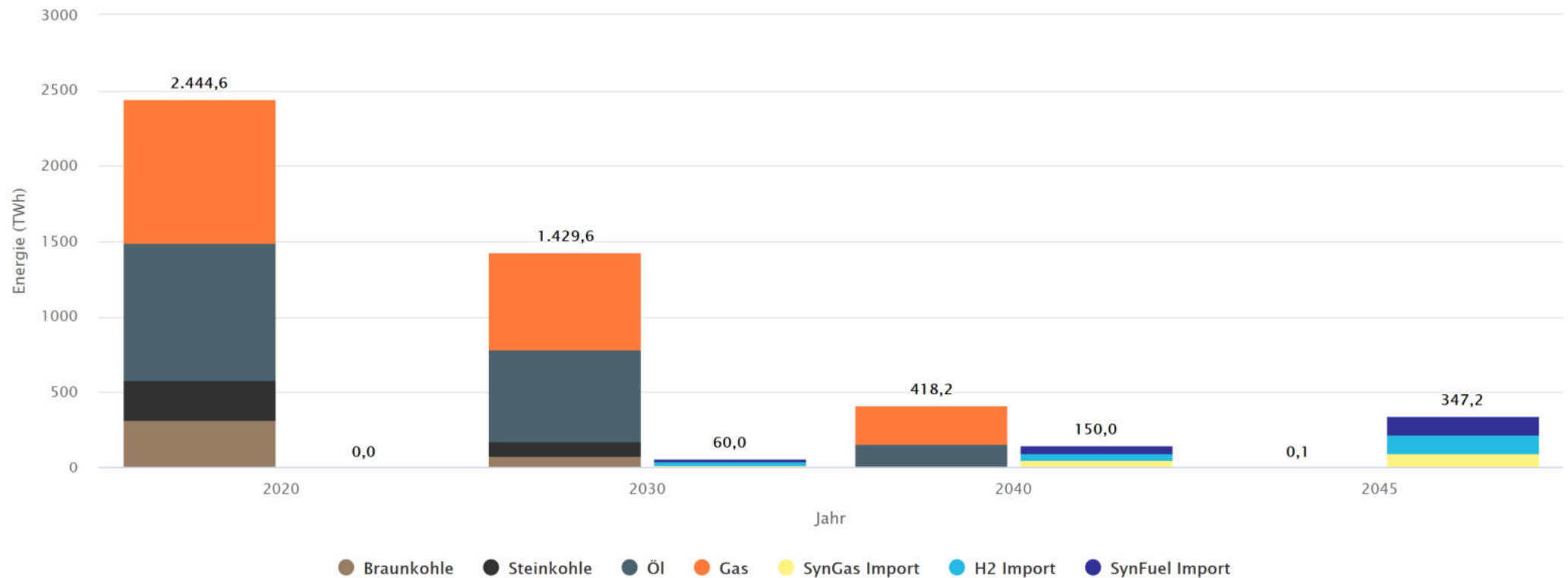
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Bereitstellung (positiv) und Verwendung (negativ) von Wasserstoff



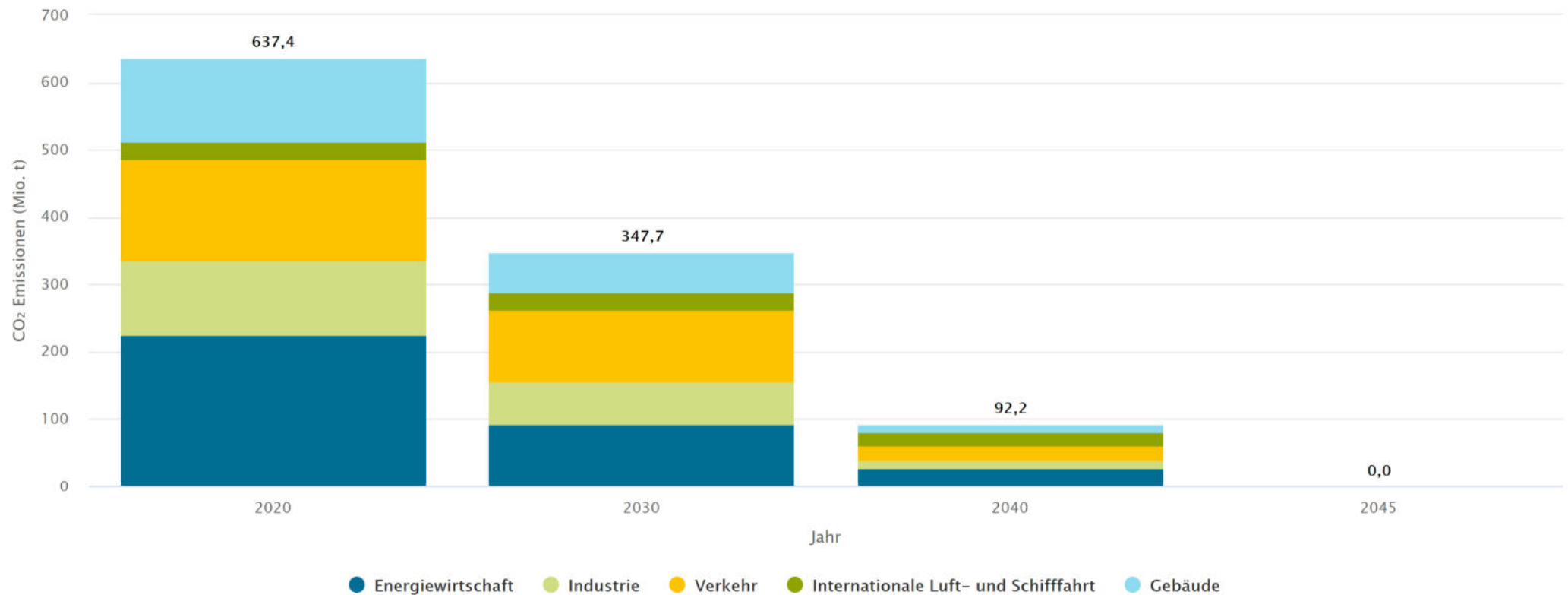
Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Fossile und importierte synthetische Energieträger



Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

Energiebedingte Kohlendioxidemissionen (CO₂)



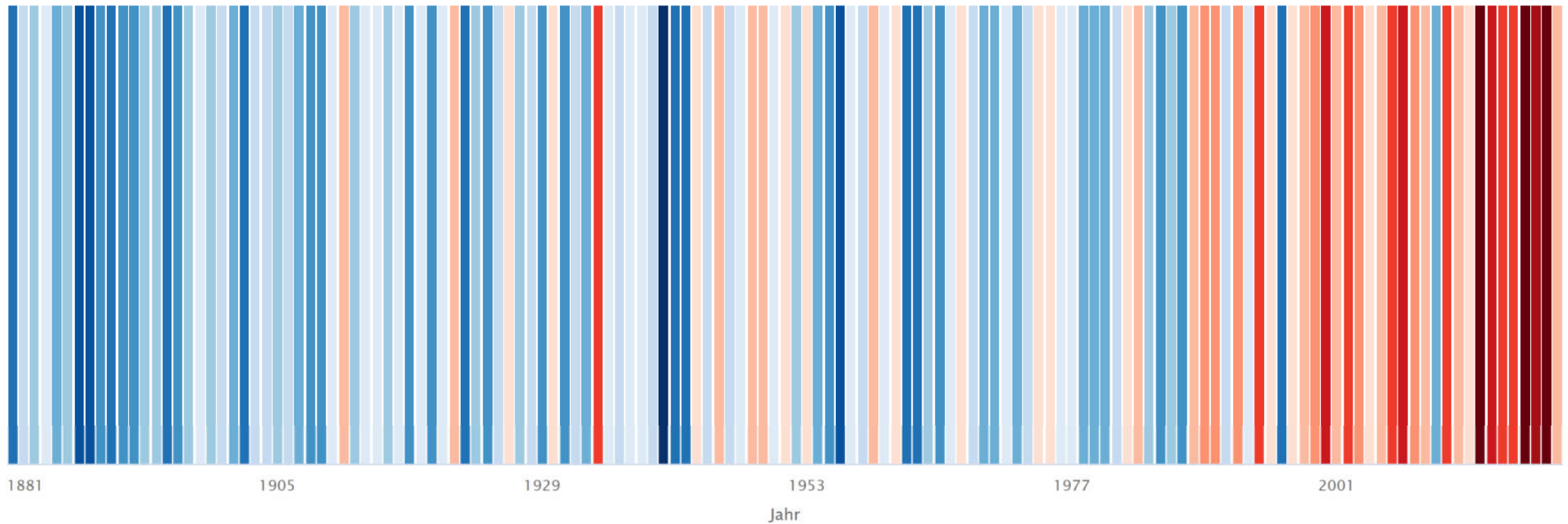
Zusammenfassung, Ausblick

- Reduktion der CO₂-Emissionen gemäß dem Klimaschutzgesetz 2021 ist möglich
- Solar- und Windenergie werden Rückgrat der Energieversorgung
- Sektorkopplung von Strom, Wärme, Verkehr und Industrie erhöht den Stromverbrauch
- 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

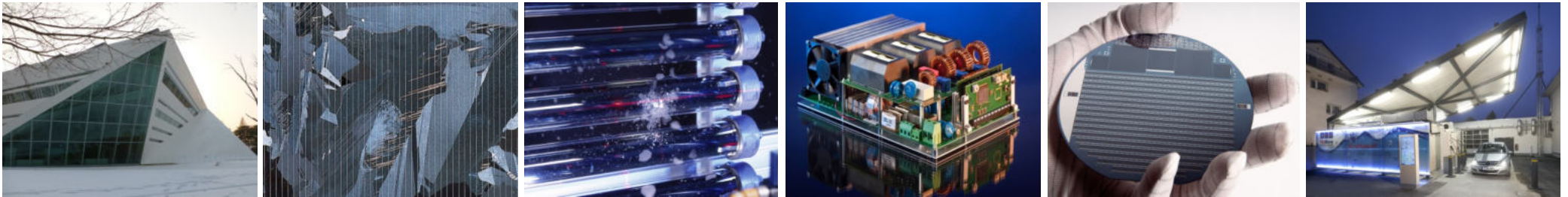
- Taten statt Worte sind jetzt nötig

Mittlere Lufttemperatur in Deutschland

1881 bis 2020



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Prof. Dr. Bruno Burger

bruno.burger@ise.fraunhofer.de

www.energy-charts.info

www.ise.fraunhofer.de

www.twitter.com/energy_charts_d