
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2021



Prof. Dr. Bruno Burger

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Freiburg, den 14.02.2022

www.ise.fraunhofer.de

www.energy-charts.info

Nettostromerzeugung im Jahr 2021

Erneuerbare Energien: Solar und Wind

Photovoltaikanlagen haben im Jahr 2021 ca. 48,4 TWh Strom erzeugt. Davon wurden ca. 44,6 TWh in das öffentliche Netz eingespeist und 3,8 TWh selbst verbraucht. Die Produktion hat sich gegenüber dem Vorjahr um ca. 0,7 TWh bzw. 1,5% erhöht. Die installierte PV-Leistung lag Ende Oktober bei ca. 58,4 GW. Der Zubau im Jahr 2021 betrug bis Oktober ca. 4,4 GW. Die maximale Solarleistung betrug ca. 37,8 GW am 27.04.2021 um 13:00 Uhr. Der maximale Anteil der Solarenergie an der gesamten Stromerzeugung lag bei 60,9% am 27.06.2021 um 13:30 Uhr. Der maximale Anteil der Solarenergie an der gesamten Tagesenergie aller Stromquellen lag am 30. Mai bei 30%. Von März bis August 2021 war die monatliche Stromerzeugung von PV-Anlagen höher als die von Steinkohlekraftwerken und von April bis Oktober höher als die von Gaskraftwerken.

Die **Windenergie** produzierte im Jahr 2021 ca. 113,5 TWh und lag ca. 12% unter der Produktion im Jahr 2020. Der Grund dafür waren die geringeren Windgeschwindigkeiten. Die Windenergie war wieder die stärkste Energiequelle, gefolgt von Braunkohle, Kernenergie, Gas, Solar, Steinkohle, Biomasse und Wasserkraft. In neun Monaten übertraf die Windstromproduktion die Erzeugung aus Braunkohle und in allen zwölf Monaten lag die Windenergie vor der Steinkohle und vor Gas. Die maximal erzeugte Leistung betrug ca. 47 GW am 30.11.2021 um 07:30 Uhr. Der Anteil von **Wind onshore** betrug ca. 89,5 TWh und **Wind offshore** erzeugte ca. 24 TWh. In der **Nordsee** wurden ca. 18,5 TWh erzeugt. Die offshore Produktion in der **Ostsee** lag bei ca. 3,5 TWh. Ende Oktober 2021 lag die installierte Leistung von Wind onshore bei 56,3 GW und von Wind offshore bei 7,77 GW.

Gemeinsam produzierten **Solar- und Windenergieanlagen** im Jahr 2021 ca. 162 TWh, 15 TWh weniger als 2020. Der Rückgang war witterungsbedingt. Während 2020 ein überdurchschnittliches Windjahr war, war 2021 eher unterdurchschnittlich. Bei der Solarenergie war 2020 durchschnittlich und 2021 unterdurchschnittlich.

1 TWh = 1 Terawattstunde = 1000 Gigawattstunden (GWh) = 1 Million Megawattstunden (MWh) = 1 Milliarde Kilowattstunden (kWh)

Nettostromerzeugung im Jahr 2021

Erneuerbare Energien: Wasserkraft und Biomasse

Die **Wasserkraft** produzierte ca. 19,4 TWh gegenüber 18,2 TWh in 2020. Die installierte Leistung liegt bei ca. 4,8 GW. Sie hat sich gegenüber den Vorjahren kaum verändert.

Aus **Biomasse** wurden ca. 43 TWh produziert. Die Produktion ist damit um 1 TWh niedriger als 2020. Die installierte Leistung liegt fast unverändert bei 8,6 GW.

In Summe produzierten die **Erneuerbaren Energiequellen** Solar, Wind, Wasser und Biomasse im Jahr 2021 ca. 225 TWh. Sie liegen damit 6% unter dem Niveau des Vorjahres mit 240 TWh. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, d.h. dem Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt, lag bei 45,7% gegenüber 50% in 2020.

Die gesamte Nettostromerzeugung beinhaltet neben der öffentlichen Nettostromerzeugung auch die Eigenerzeugung von Industrie- und Gewerbebetrieben. Diese erfolgt hauptsächlich mit Gas.

Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der gesamten Nettostromerzeugung einschließlich der Kraftwerke der „Betriebe im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“ liegt gemäß den Berechnungen der AGEb bei ca. 41,8% gegenüber 45,1% in 2020.

1 TWh = 1 Terawattstunde = 1000 Gigawattstunden (GWh) = 1 Million Megawattstunden (MWh) = 1 Milliarde Kilowattstunden (kWh)

Nettostromerzeugung im Jahr 2021

Nicht erneuerbare Erzeugung

Die Nettostromproduktion aus **Kernkraftwerken** betrug 65,4 TWh und lag damit ca. 7% über dem Vorjahresniveau von 60,9 TWh. Grund für die geringere Erzeugung im Jahr 2020 waren längere Betriebsunterbrechungen von Gundremmingen C.

Braunkohlekraftwerke produzierten 99 TWh netto. Das sind ca. 17 TWh mehr als 2020, aber 3 TWh weniger als 2019. Die geringe Erzeugung 2020 war hauptsächlich Pandemiebedingt. Aufgrund des 2021 gestiegenen Verbrauchs hat die Stromerzeugung aus Braunkohle wieder das Niveau von 2019 erreicht.

Die Nettoproduktion aus **Steinkohlekraftwerken** betrug 46,4 TWh. Sie war um 11 TWh höher als im Jahr 2020, aber 3 TWh unter der Erzeugung von 2019. Durch die hohen Gaspreise Ende 2021 gab es einen Brennstoffwechsel (fuel shift) von Gas zu Steinkohle, der zur Steigerung gegenüber 2020 beitrug.

Gaskraftwerke haben 51 TWh netto für die öffentliche Stromversorgung produziert. Sie lagen damit 6 TWh unter dem Niveau des Vorjahres. Gründe für den Rückgang sind u.a. die hohen Gaspreise Ende 2021.

Neben den Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung gibt es auch Gaskraftwerke im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe zur Eigenstromversorgung. Diese produzierten zusätzlich ca. 35 TWh für den industriellen Eigenbedarf, der in dieser Veröffentlichung nicht berücksichtigt wird.

1 TWh = 1 Terawattstunde = 1000 Gigawattstunden (GWh) = 1 Million Megawattstunden (MWh) = 1 Milliarde Kilowattstunden (kWh)

Nettostromerzeugung Jahr 2021

Exportüberschuss

Im Jahr 2021 wurde ein **Exportüberschuss** (physikalische Flüsse) von ca. 19 TWh erzielt. Das entspricht ungefähr dem Wert von 2020. Der Großteil der Exporte floss in die Schweiz (12,6 TWh), gefolgt von Polen (8,4 TWh), Österreich (7,5 TWh) und Luxemburg (3,1 TWh). Deutschland importierte 5,6 TWh Strom aus Frankreich. Die physikalischen Stromflüsse liefern keine Auskunft darüber, ob der Strom tatsächlich im Land verbraucht wurde, oder ob er an Nachbarländer weitergeleitet wurde.

Beim **geplanten Stromhandel** ergibt sich ein anderes Bild. Hier zeigen sich Exporte nach Österreich (18,5 TWh), Frankreich (6,5 TWh), Luxemburg (3,9 TWh), Schweiz (1,8 TWh) und Niederlande (1,6 TWh). Importe erfolgen aus Dänemark (9 TWh), Norwegen (3,2 TWh), Schweden (2 TWh) und Polen (1,8 TWh).

Die 90 km lange Gleichstromleitung ALEGrO verbindet seit dem 25.09.2020 Belgien mit Deutschland und die Gleichstromleitung NordLink verbindet seit dem 20.10.2020 Norwegen mit Deutschland. Dadurch hat Deutschland elektrisch gesehen zwei zusätzliche Nachbarländer zum Stromaustausch.

1 TWh = 1 Terawattstunde = 1000 Gigawattstunden (GWh) = 1 Million Megawattstunden (MWh) = 1 Milliarde Kilowattstunden (kWh)

Nettostromerzeugung Jahr 2021

Last, Börsenstrompreise und Marktwert

Die **Last** betrug 504 TWh. Das sind ca. 29 TWh mehr als 2020 bzw. 19 TWh mehr als 2019.

Die Last beinhaltet den Stromverbrauch und die Netzverluste, aber nicht den Pumpstromverbrauch und den Eigenverbrauch der konventionellen Kraftwerke.

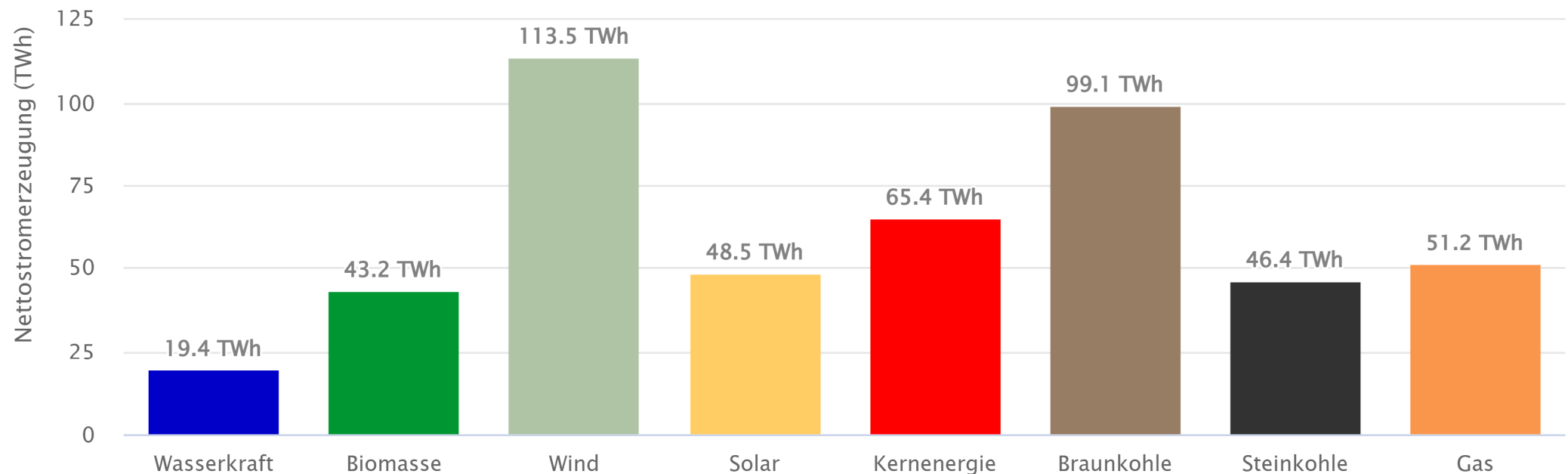
Der durchschnittliche volumengewichtete **Day-Ahead Börsenstrompreis** lag bei 93,35 €/MWh bzw. 9,335 Cent/kWh. Das ist mehr als das Dreifache von 2020 (29,52 €/MWh) und das 2,5-fache von 2019 (36,64 €/MWh). Das Handelsvolumen lag 2021 bei 196 TWh.

Der durchschnittliche volumengewichtete **Intraday Stundenpreis** betrug 99,20 €/MWh bzw. 9,92 Cent/kWh. 2020 waren es 32,53 €/MWh und 2019 38,49 €/MWh. Das Handelsvolumen betrug 46 TWh.

1 TWh = 1 Terawattstunde = 1000 Gigawattstunden (GWh) = 1 Million Megawattstunden (MWh) = 1 Milliarde Kilowattstunden (kWh)

Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung

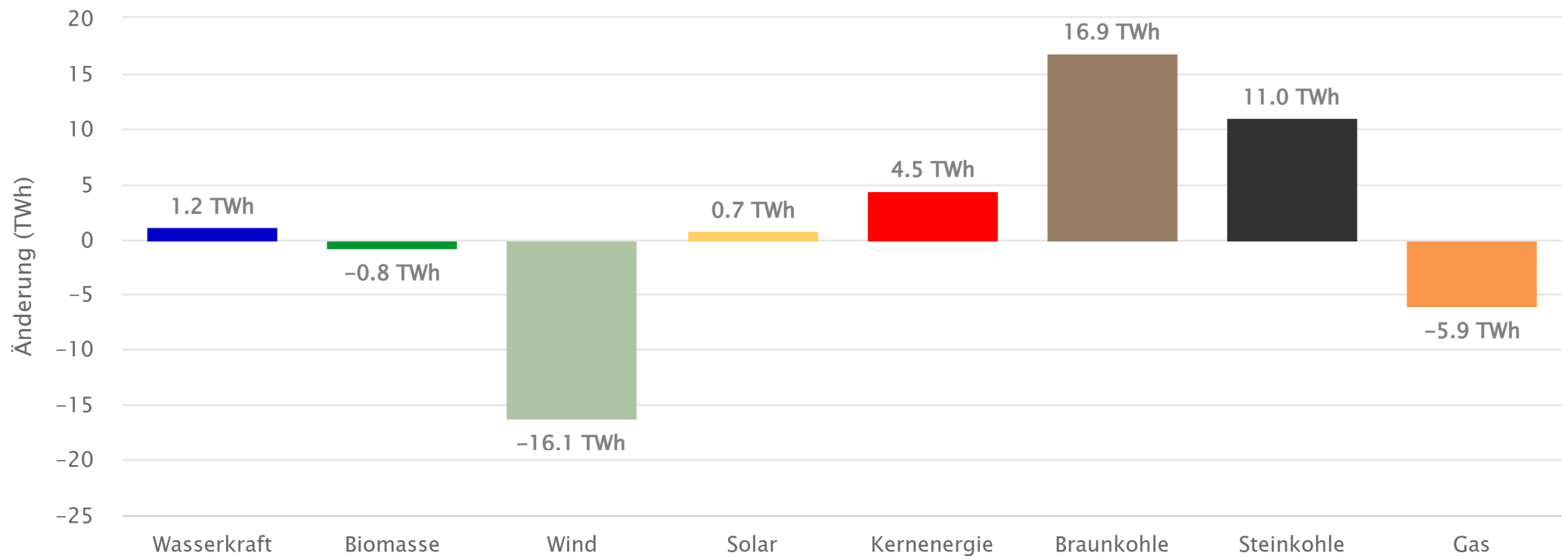
Jahr 2021



Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. 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.

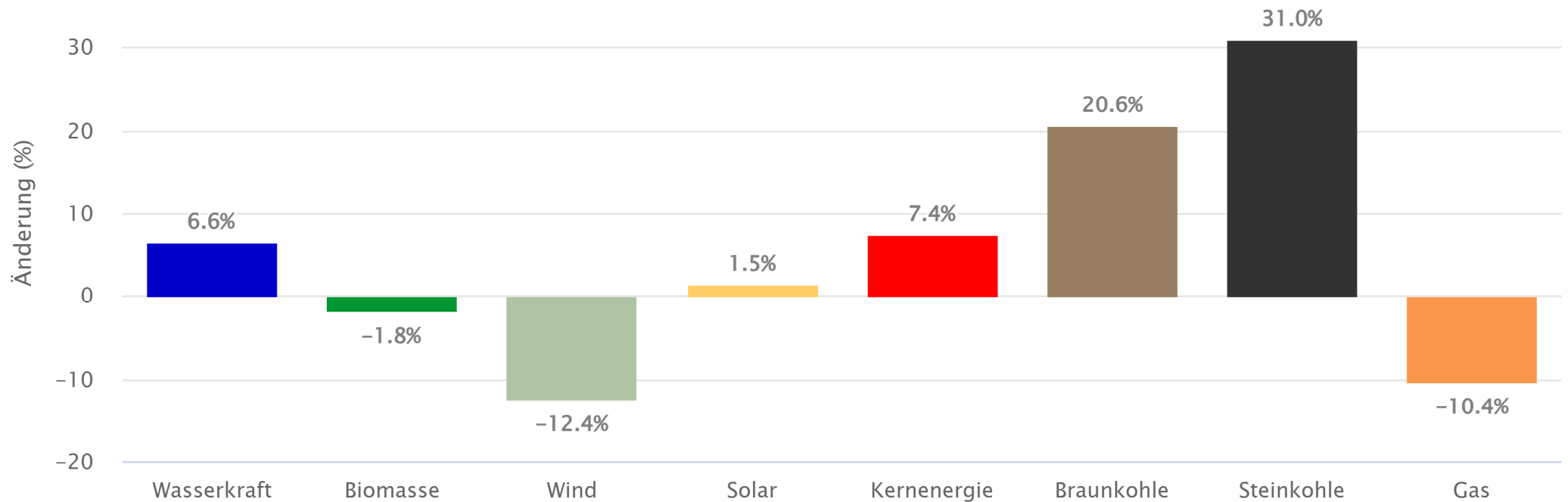
Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year>

Absolute Änderung der Nettostromerzeugung Jahr 2021 gegenüber Jahr 2020



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

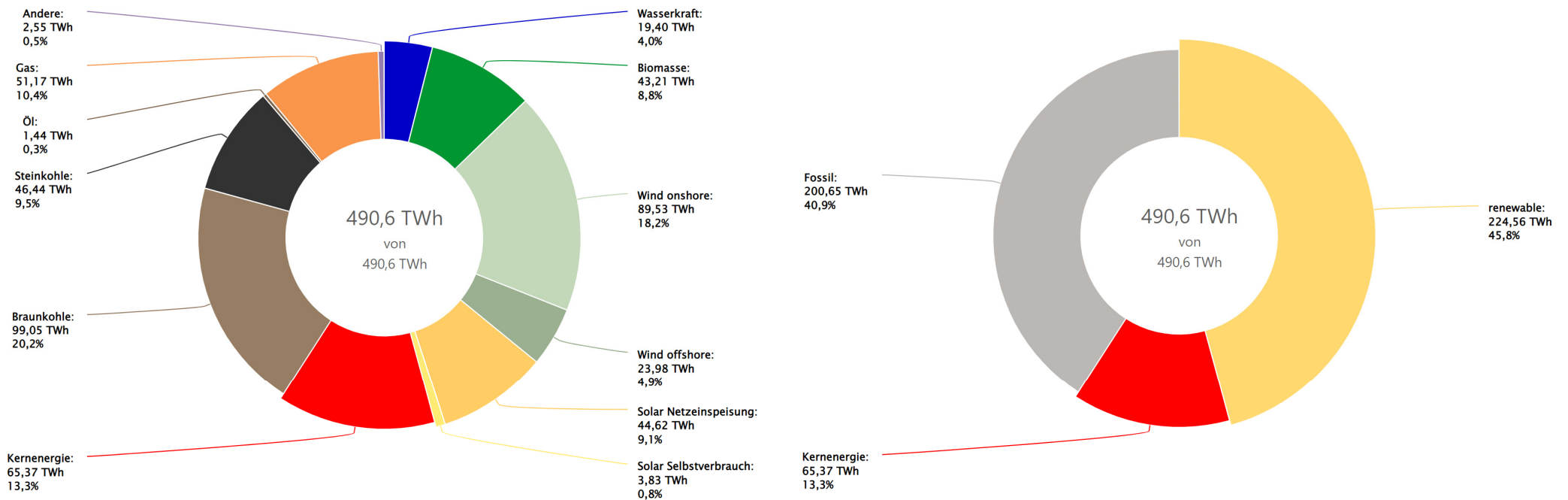
Relative Änderung der Nettostromerzeugung Jahr 2021 gegenüber Jahr 2020



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

Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung

Jahr 2021



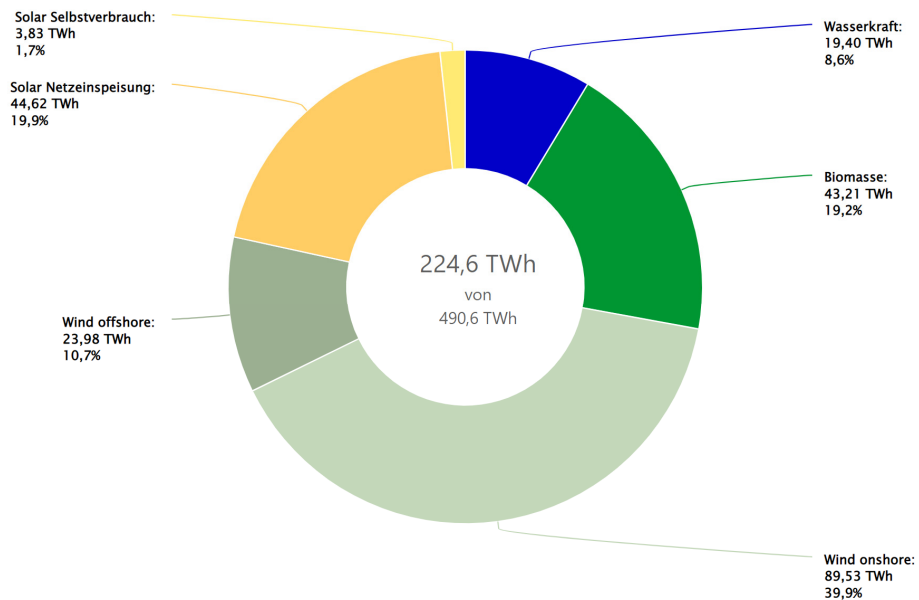
Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle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

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2021

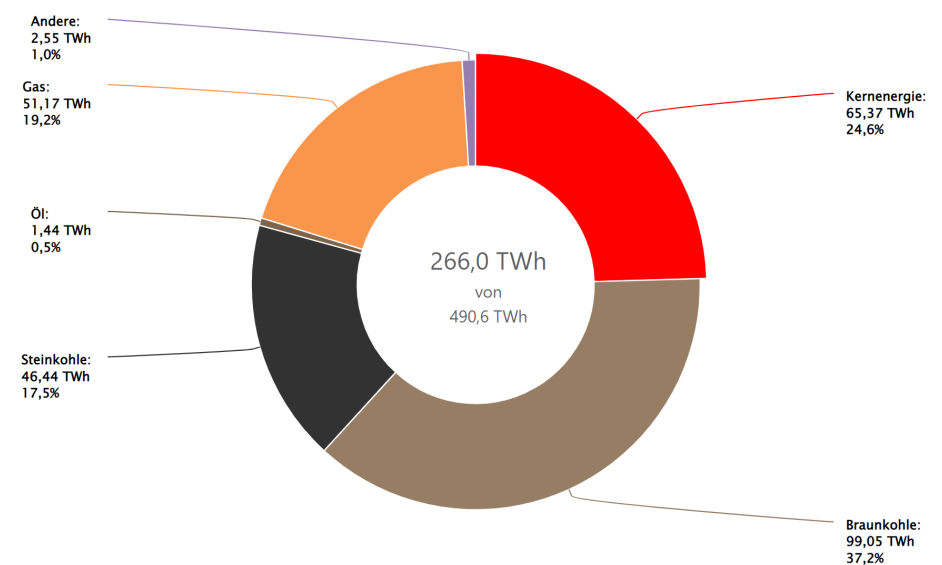
Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung

Jahr 2021

Erneuerbare Energien



Nicht erneuerbare Energien

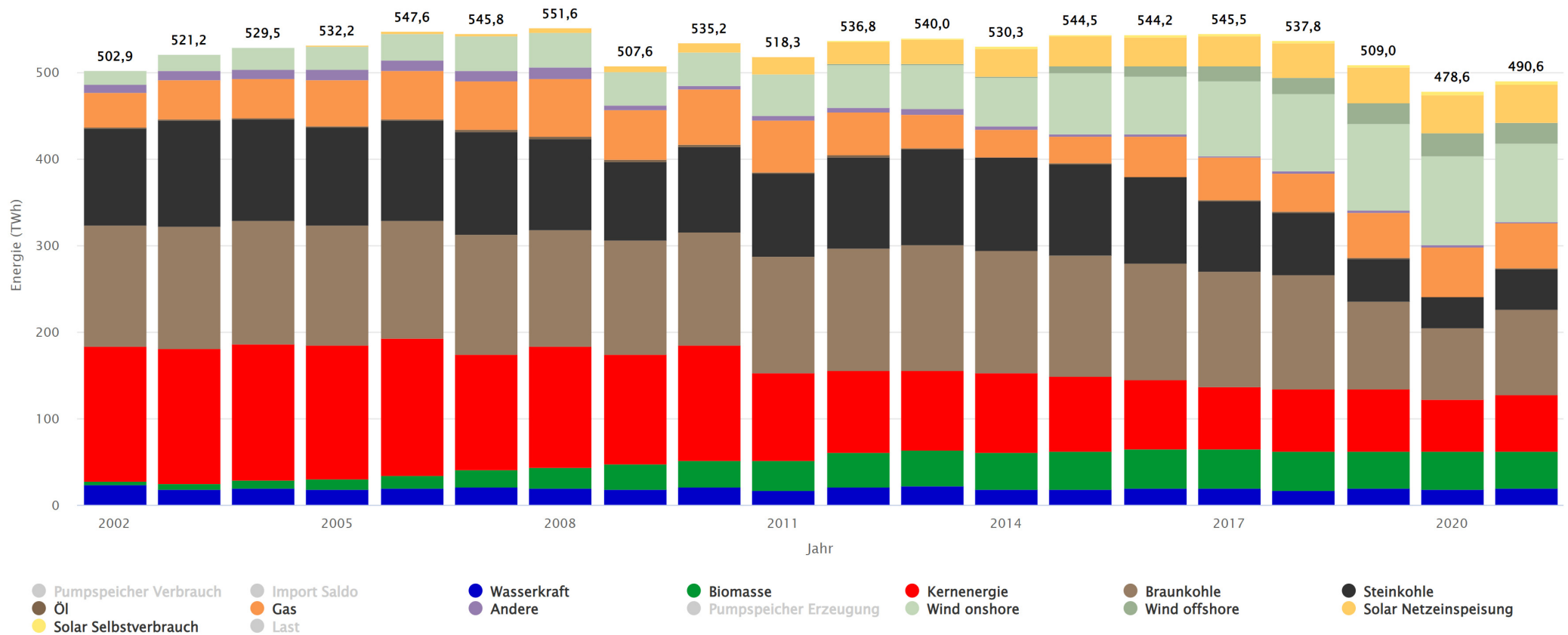


Die Grafiken zeigen die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle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

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2021

Nettostromerzeugung

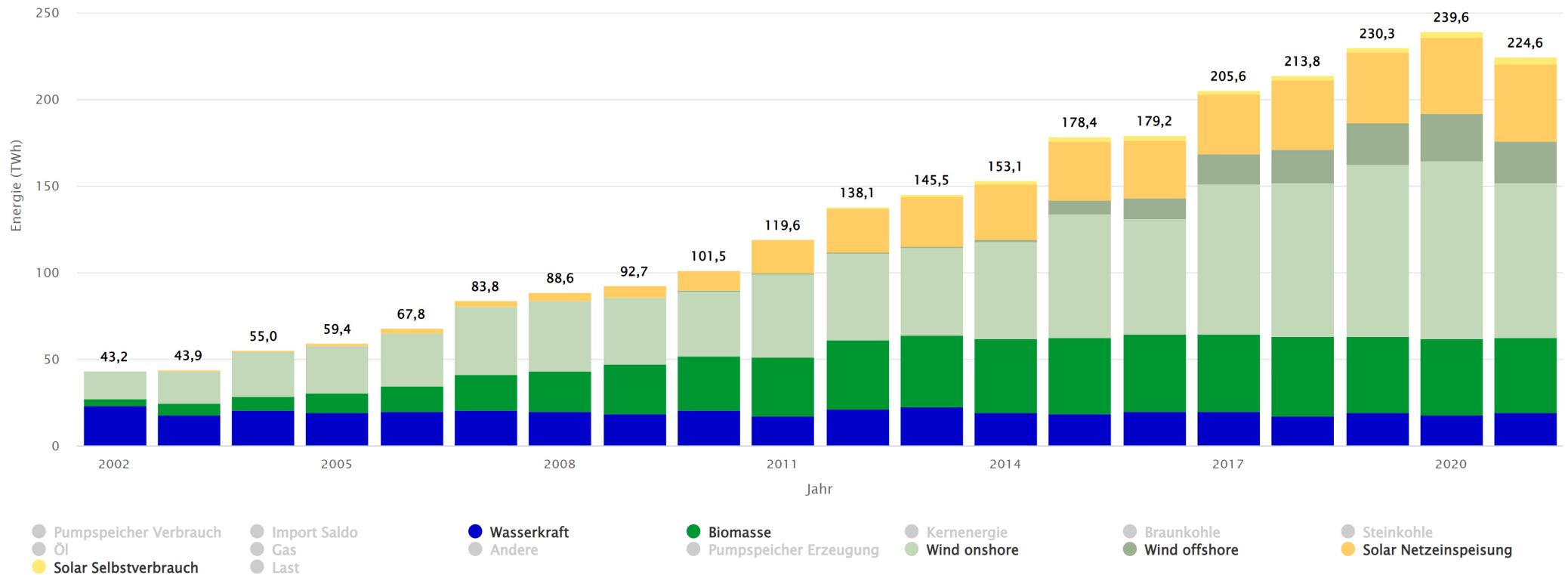
Jahr 2002 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=stacked_absolute&interval=year&sum=1

Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

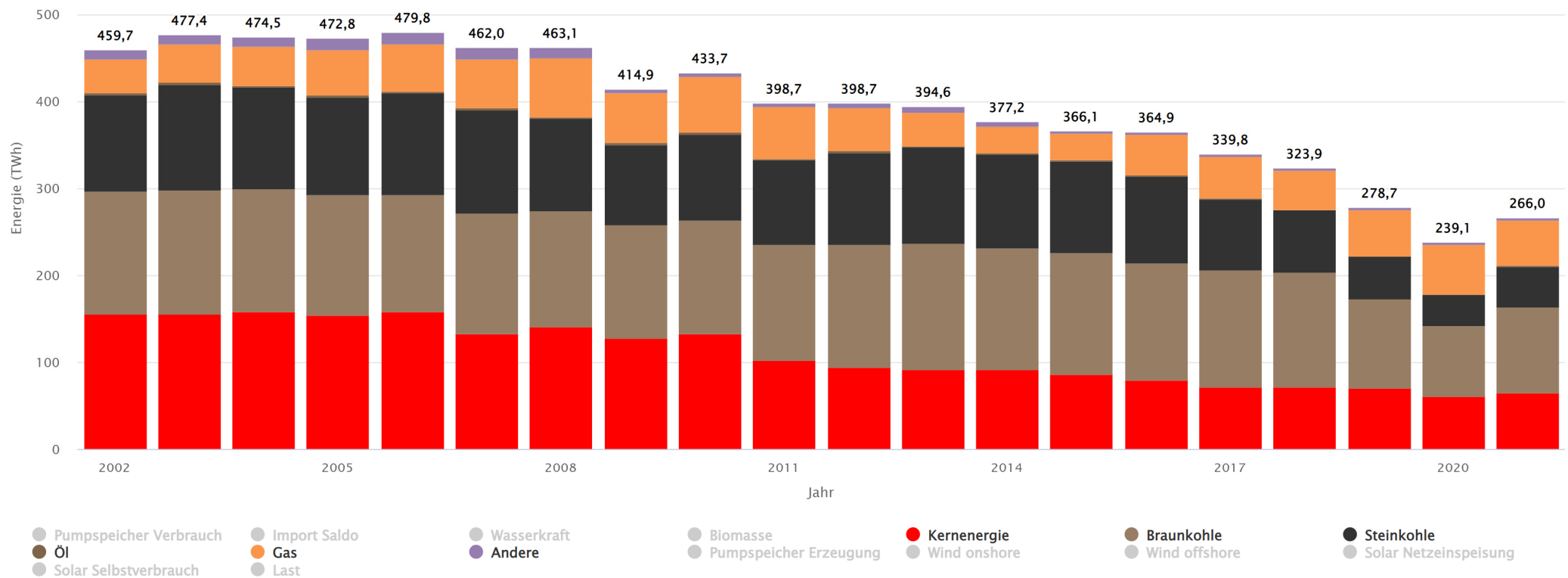
Jahr 2002 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.html?l=de&c=DE&year=-1&stacking=stacked_absolute&interval=year&sum=1&legendItems=0011000000011110

Nettostromerzeugung aus nicht erneuerbaren Quellen

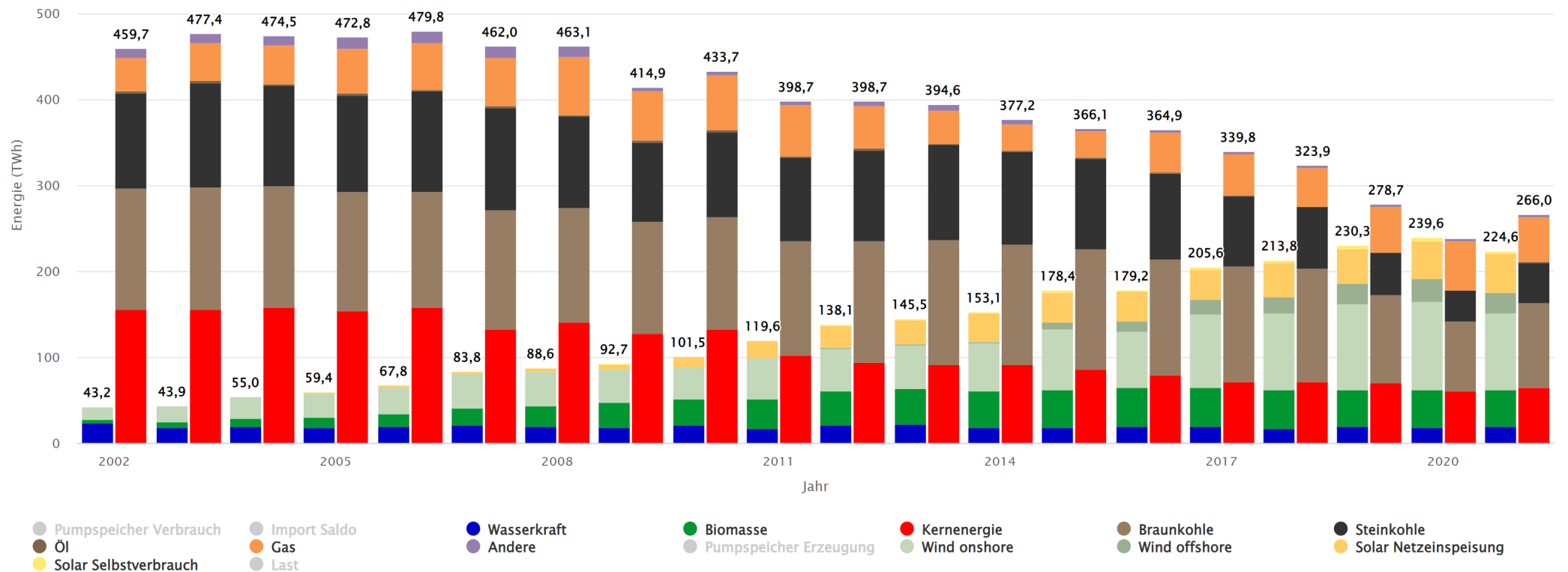
Jahr 2002 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=stacked_absolute&interval=year&sum=1&legendItems=0000111111000000

Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen

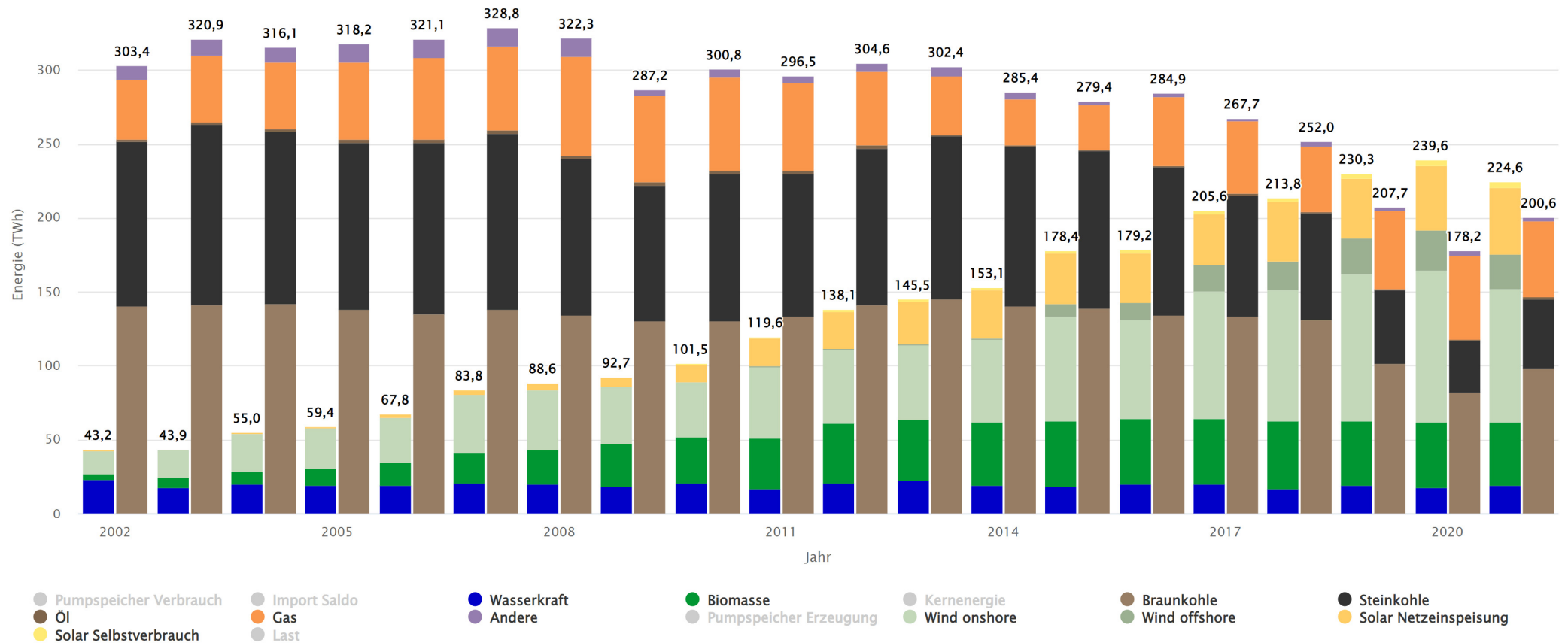
Jahr 2002 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=sorted&interval=year&sum=1>

Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und fossilen Quellen

Jahr 2002 - 2021

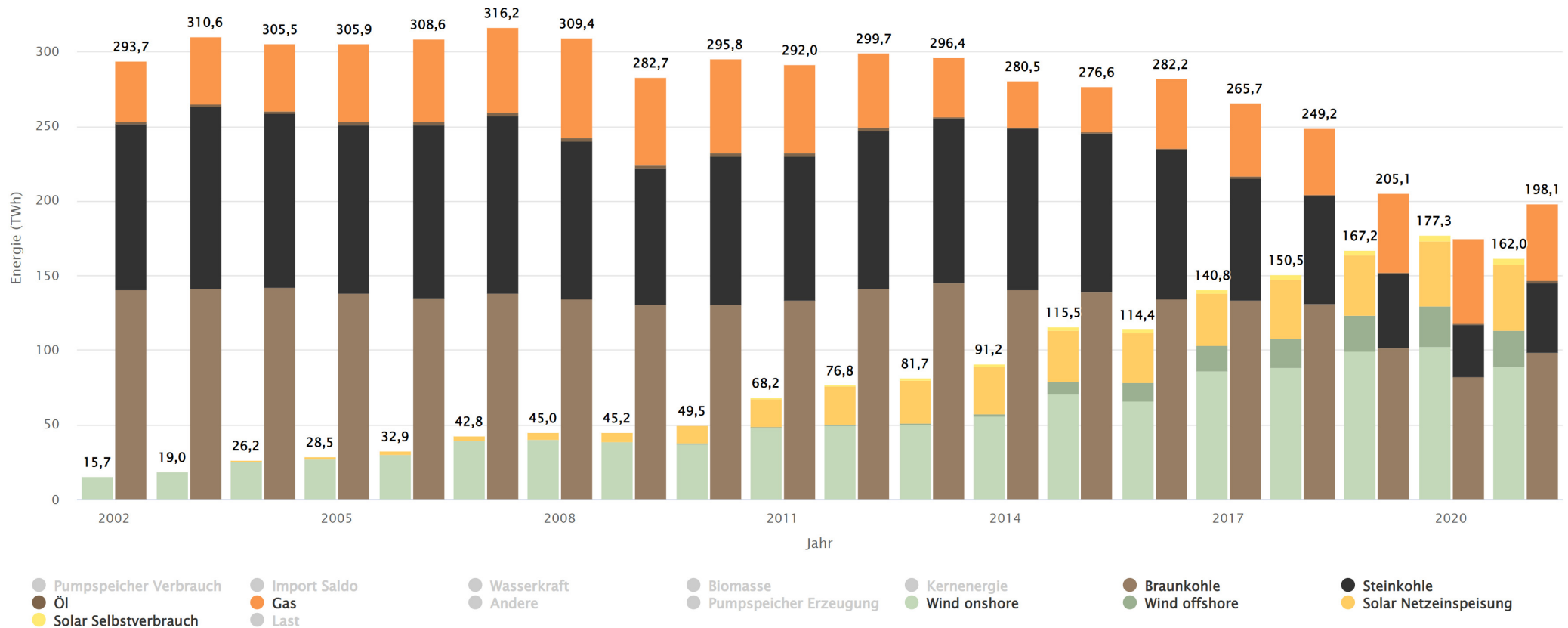


Die erneuerbare Stromerzeugung war 2019 erstmals größer als die fossile Stromerzeugung.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=sorted&interval=year&sum=1&legendItems=0011011110011110>

Nettostromerzeugung aus Solar und Wind im Vergleich zu fossilen Quellen

Jahr 2002 - 2021

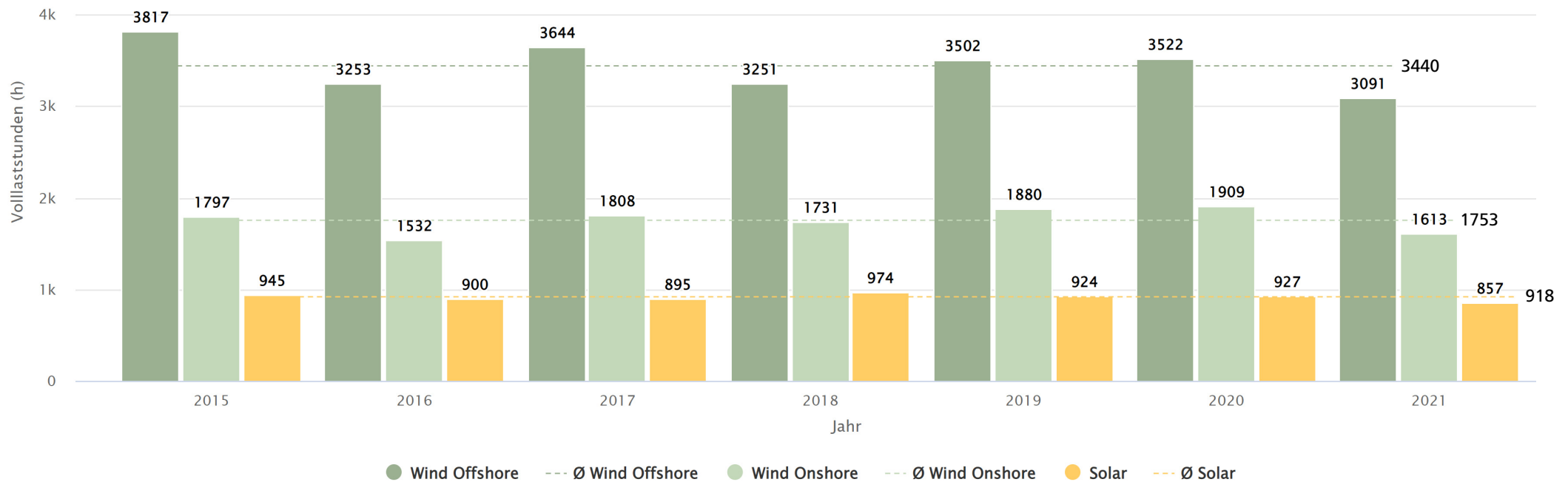


Die Erzeugung aus Solar und Wind war 2020 größer als die Erzeugung aller fossilen Quellen (Braunkohle, Steinkohle, Öl, Gas), 2021 nicht mehr.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=sorted&interval=year&sum=1&legendItems=0111100111100000>

Volllaststunden von Wind offshore, Wind onshore und Solar

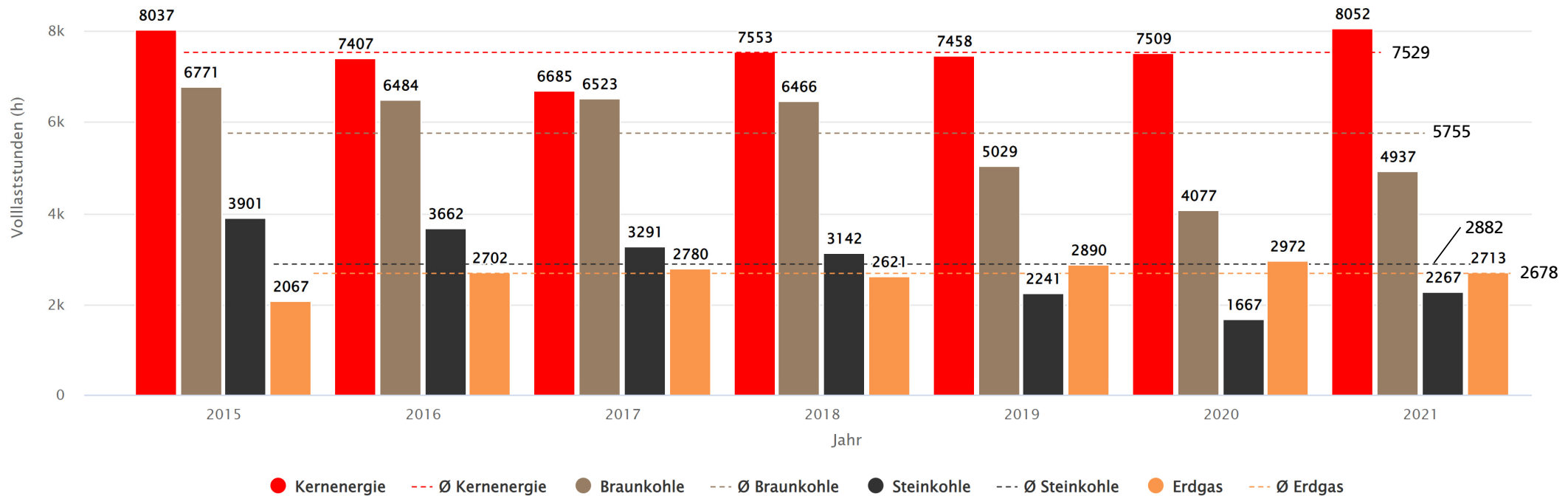
Jahr 2015 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

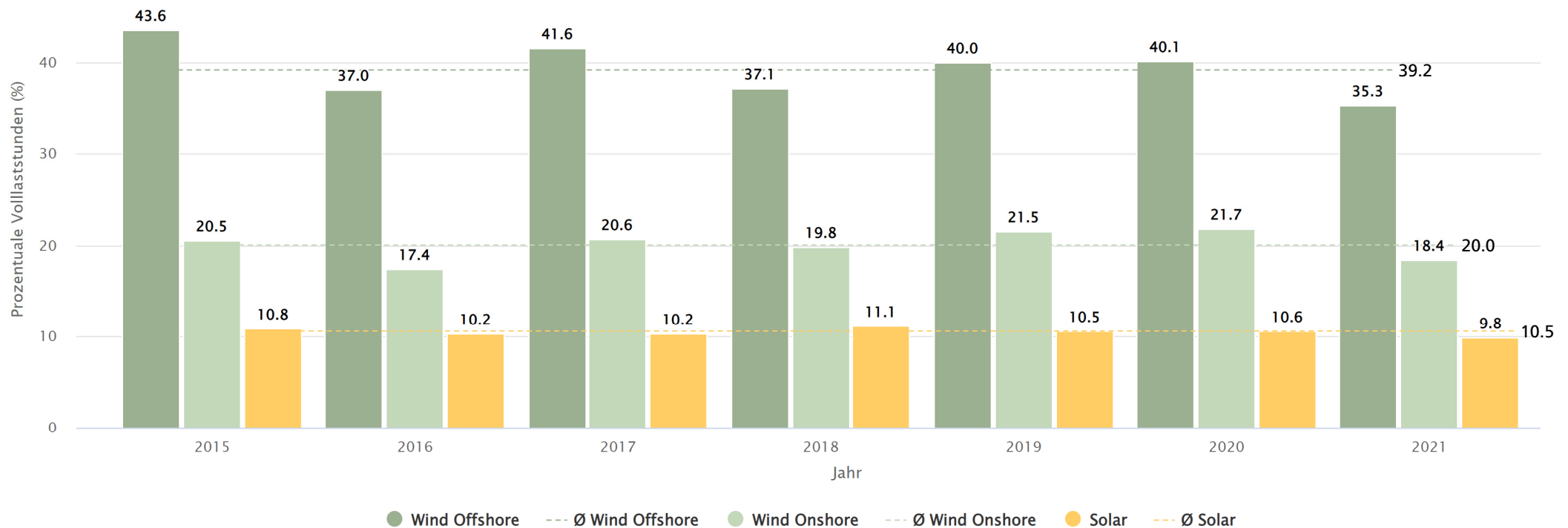
Volllaststunden von Kernenergie, Braunkohle, Steinkohle und Erdgas

Jahr 2015 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

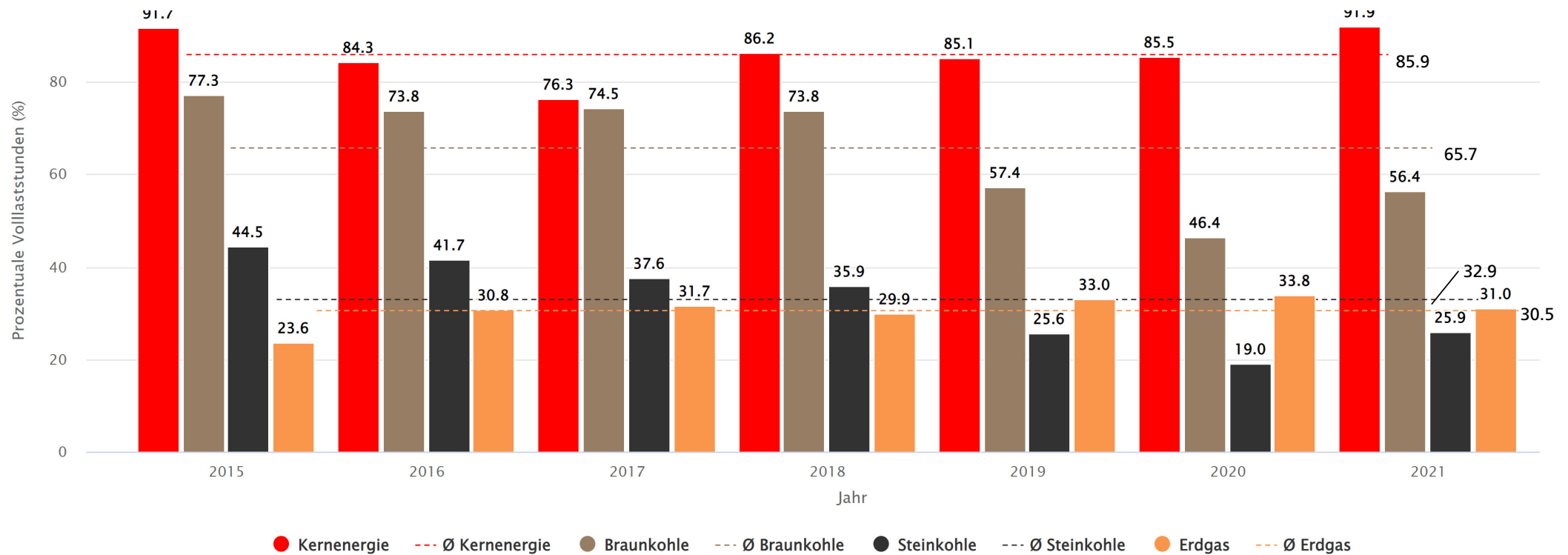
Prozentuale Volllaststunden von Wind offshore, Wind onshore und Solar Jahr 2015 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

Prozentuale Volllaststunden von Kernenergie, Braunkohle, Steinkohle und Erdgas

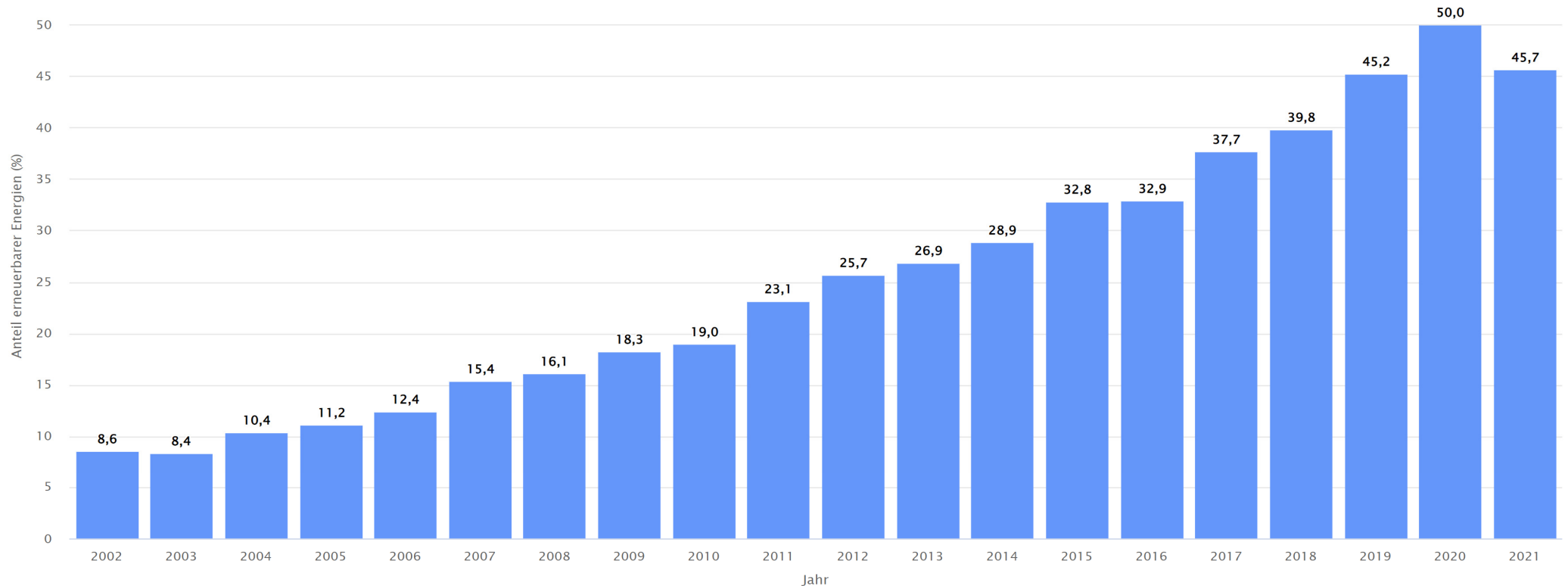
Jahr 2015 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung

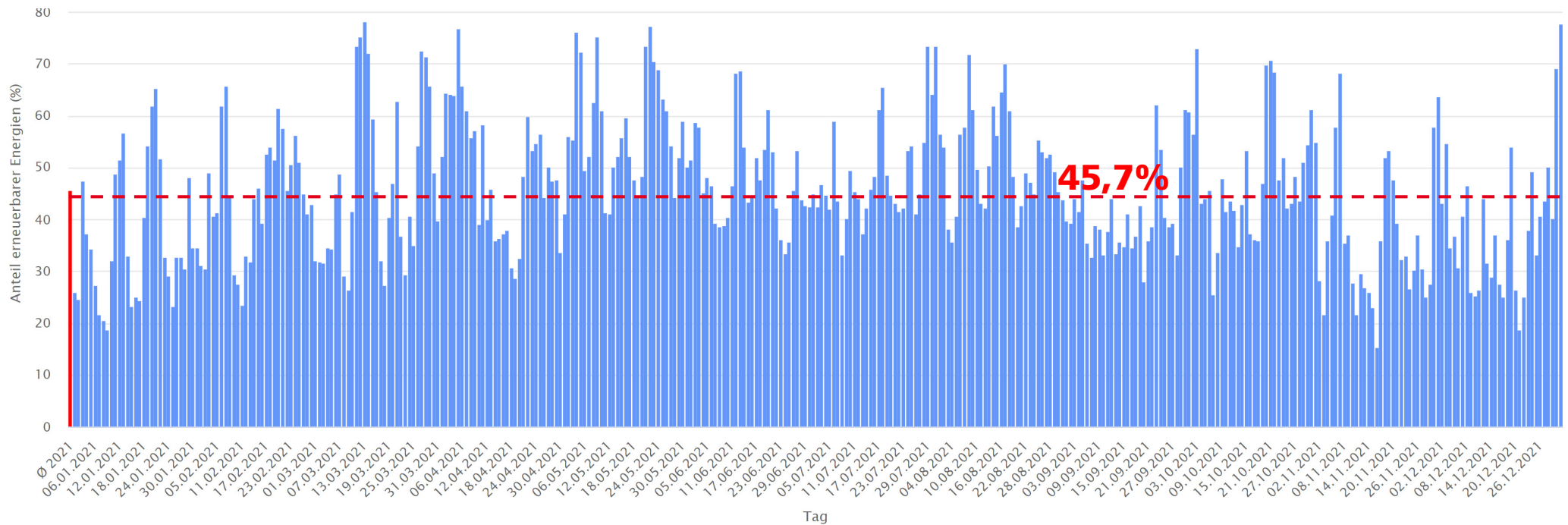
Jahr 2002 - 2021



Die Grafik zeigt die Anteile erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung. 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.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&partsum=1

Täglicher Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, **Jahr 2021**

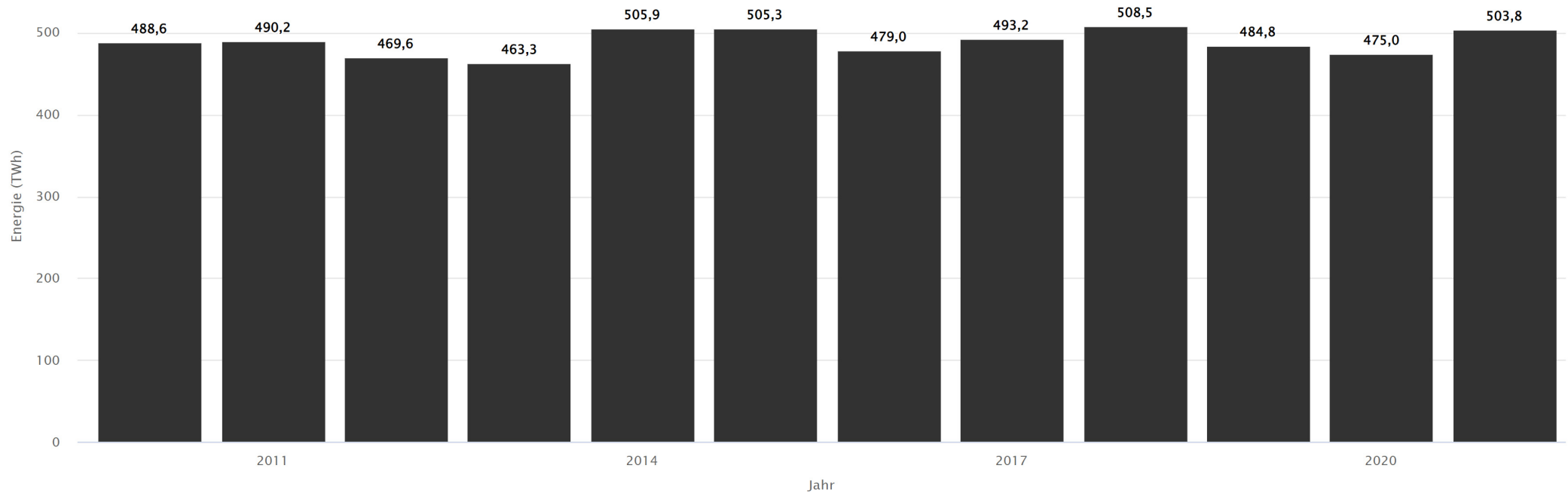


Der tägliche Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung lag 2021 zwischen 15,3% am 16.11.2021 und 78,2% am 13.03.2021.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.html?l=de&c=DE&interval=day&partsum=0&year=2021

Last

Jahr 2010 - 2021



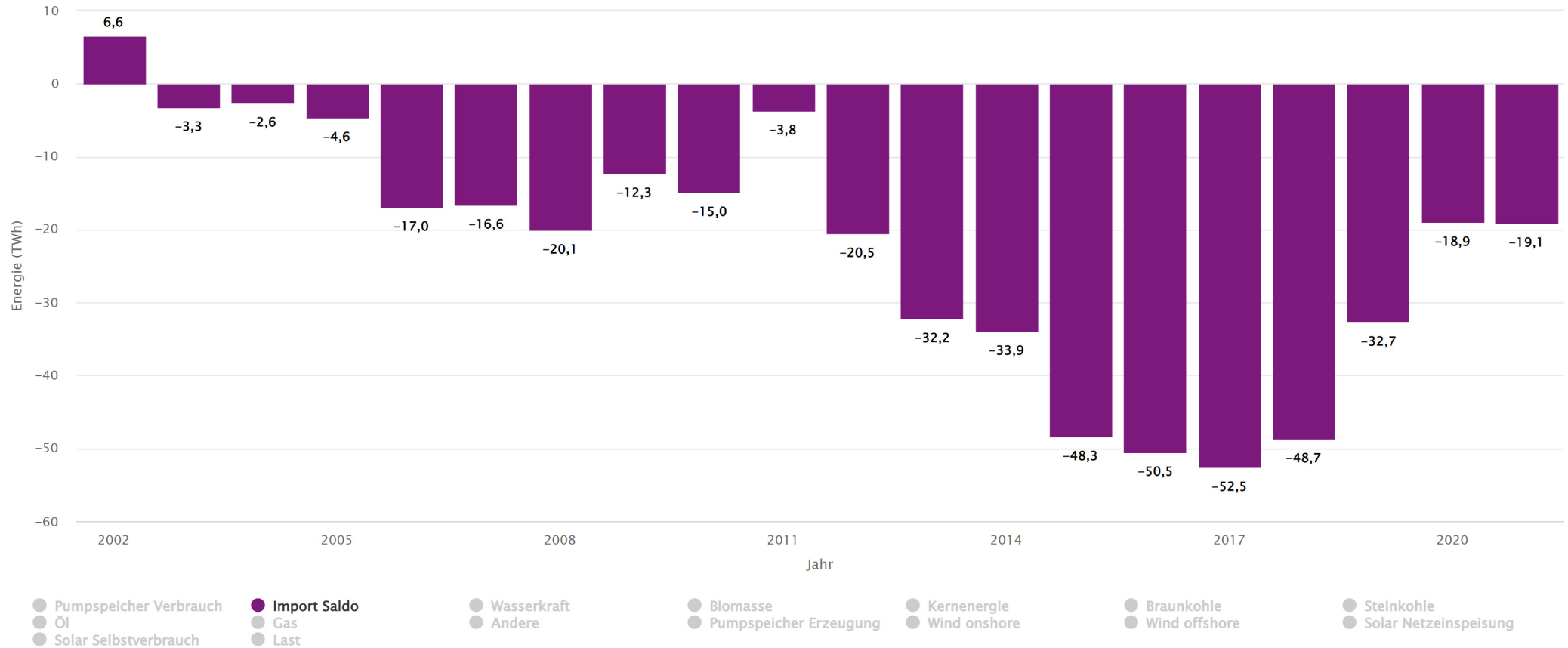
- Pumpspeicher Verbrauch
- Öl
- Solar Selbstverbrauch
- Import Saldo
- Gas
- Last
- Wasserkraft
- Andere
- Biomasse
- Pumpspeicher Erzeugung
- Kernenergie
- Wind onshore
- Braunkohle
- Wind offshore
- Steinkohle
- Solar Netzeinspeisung

Die Last beinhaltet den Stromverbrauch und die Netzverluste, aber nicht den Pumpstromverbrauch und den Eigenverbrauch der konventionellen Kraftwerke.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=grouped&interval=year&legendItems=0000000000000001&partsum=1>

Stromaustauschsaldo

Jahr 2002 bis 2021

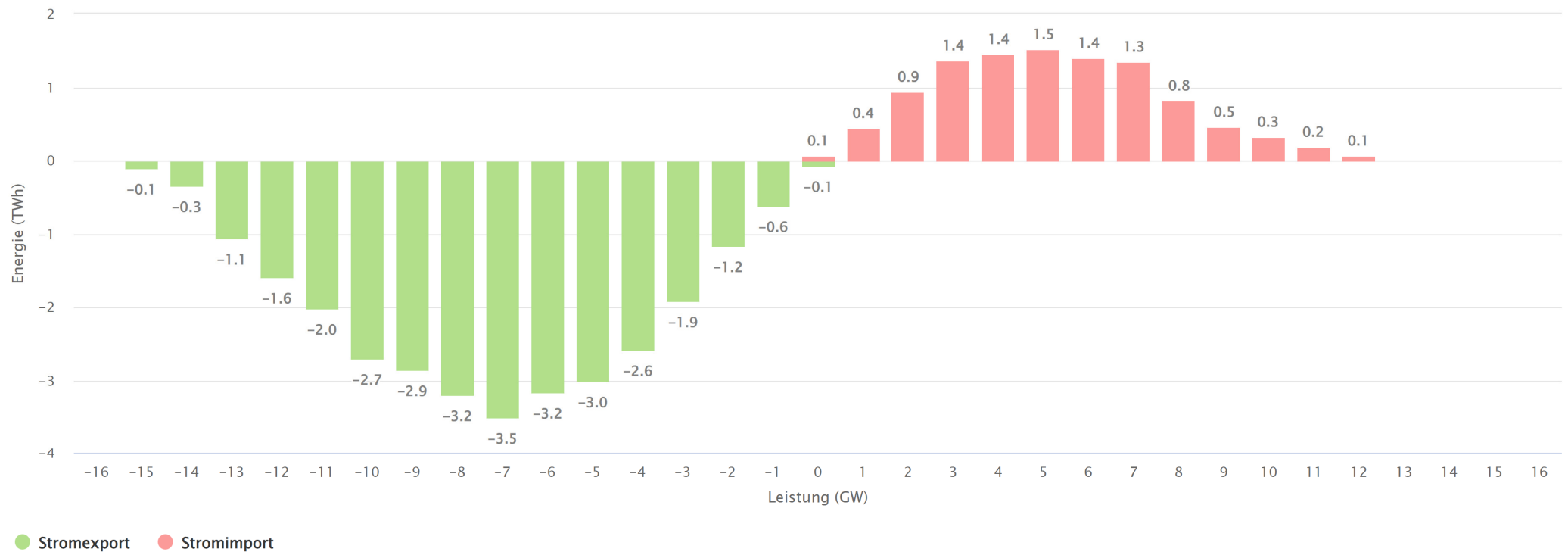


Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=grouped&interval=year&legendItems=0100000000000000&partsum=1>

Stromexport und -import, Histogramm

Jahr 2021

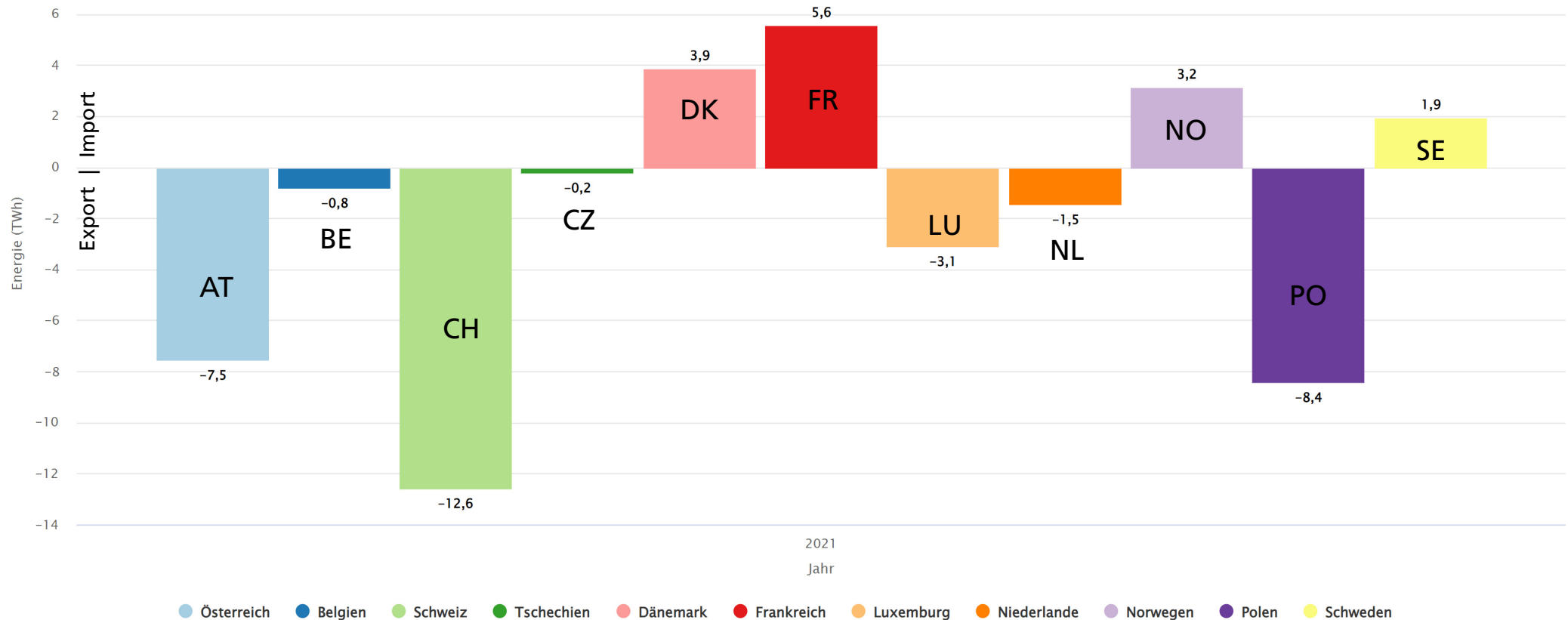


Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

Stromimport und –export, physikalische Stromflüsse

Jahr 2021

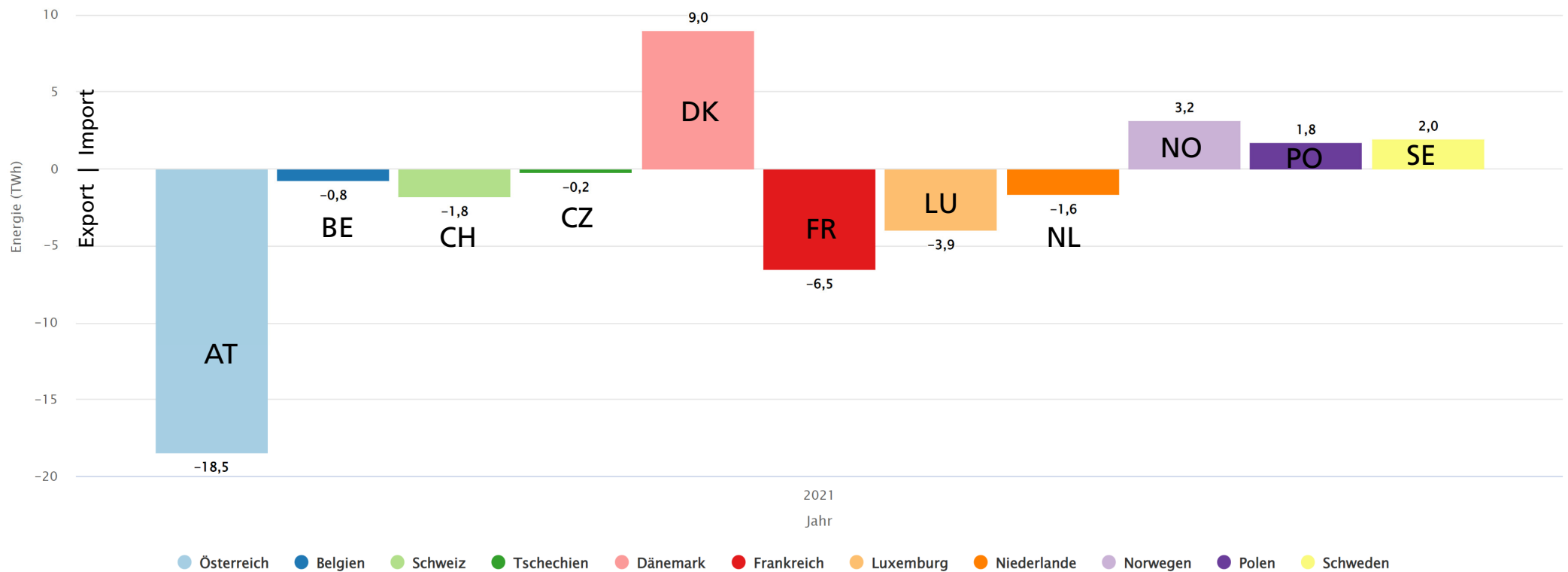


Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year&source=cbpf_saldo&partsum=1

Stromimport und –export, geplanter Stromhandel

Jahr 2021



Geplanter Stromhandel. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year&source=tcs_saldo&partsum=1

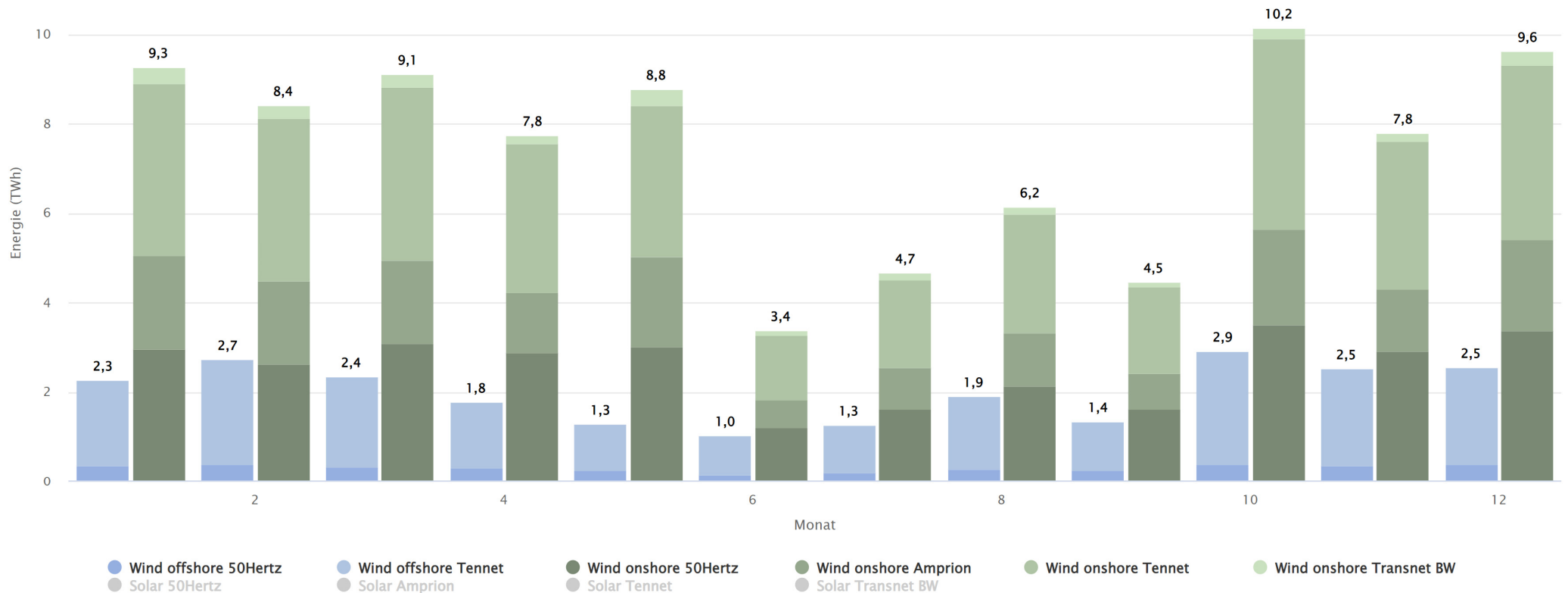
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle : https://energy-charts.info/charts/percentage_full_load/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&interval=year&source=wind_offshore_unit&legendItems=111111111111111111&partsum=1

Monatliche Windstromerzeugung onshore und offshore

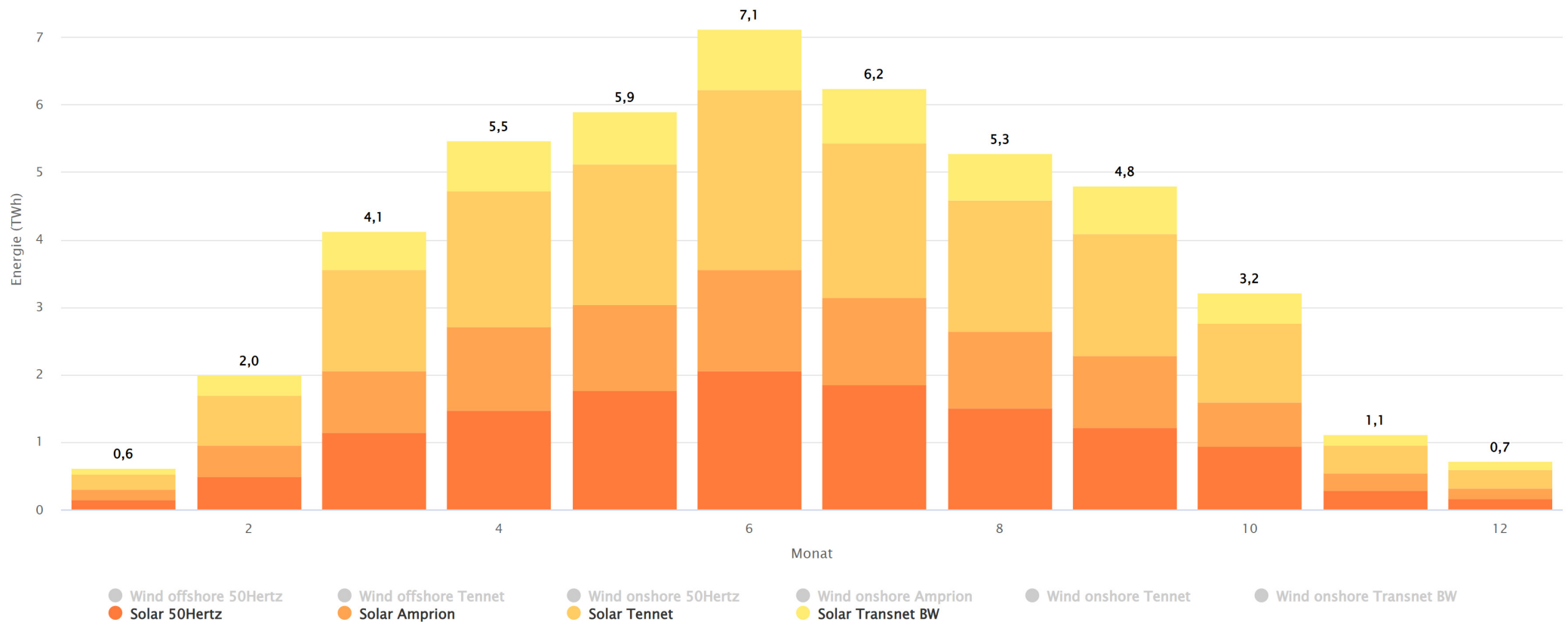
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=sorted&interval=month&month=-1&source=sw&legendItems=1111110000&partsum=0&sum=1>

Monatliche Solarstromerzeugung

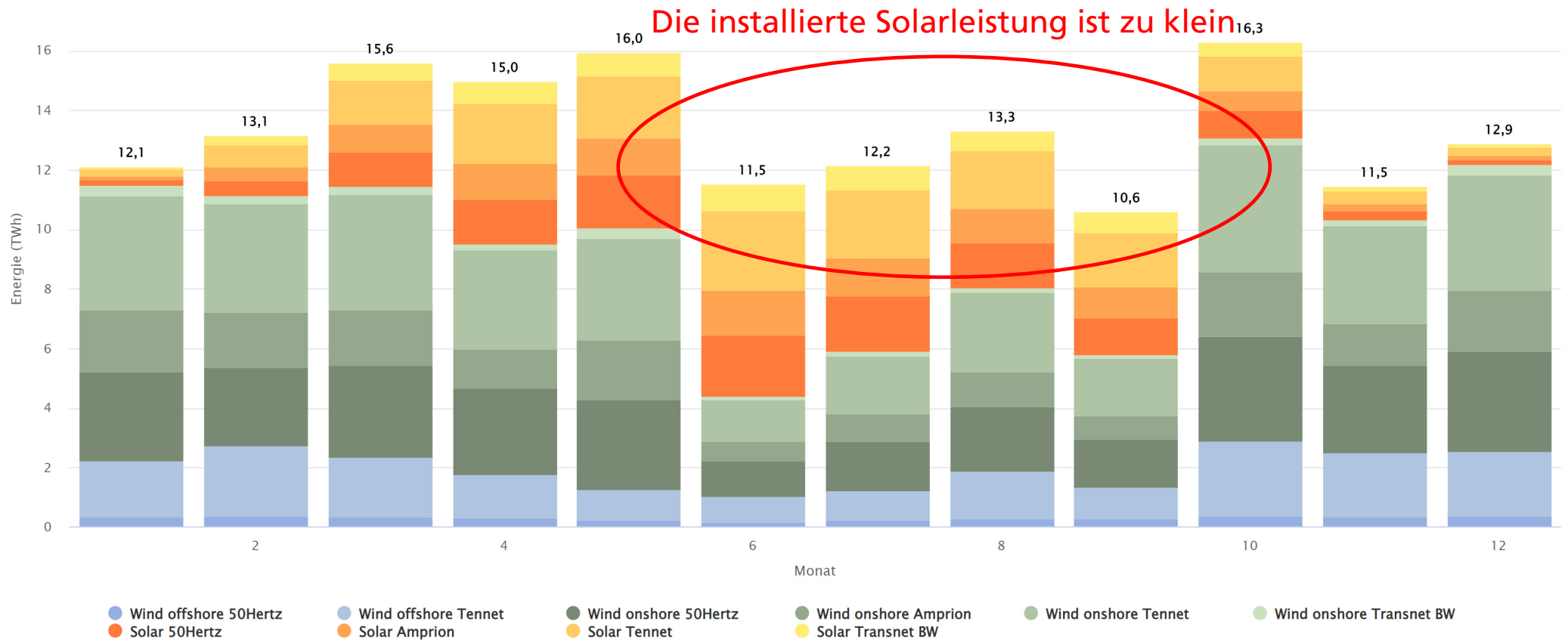
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=sorted&interval=month&month=-1&source=sw&legendItems=0000001111&partsum=0&sum=1>

Monatliche Wind- und Solarstromerzeugung

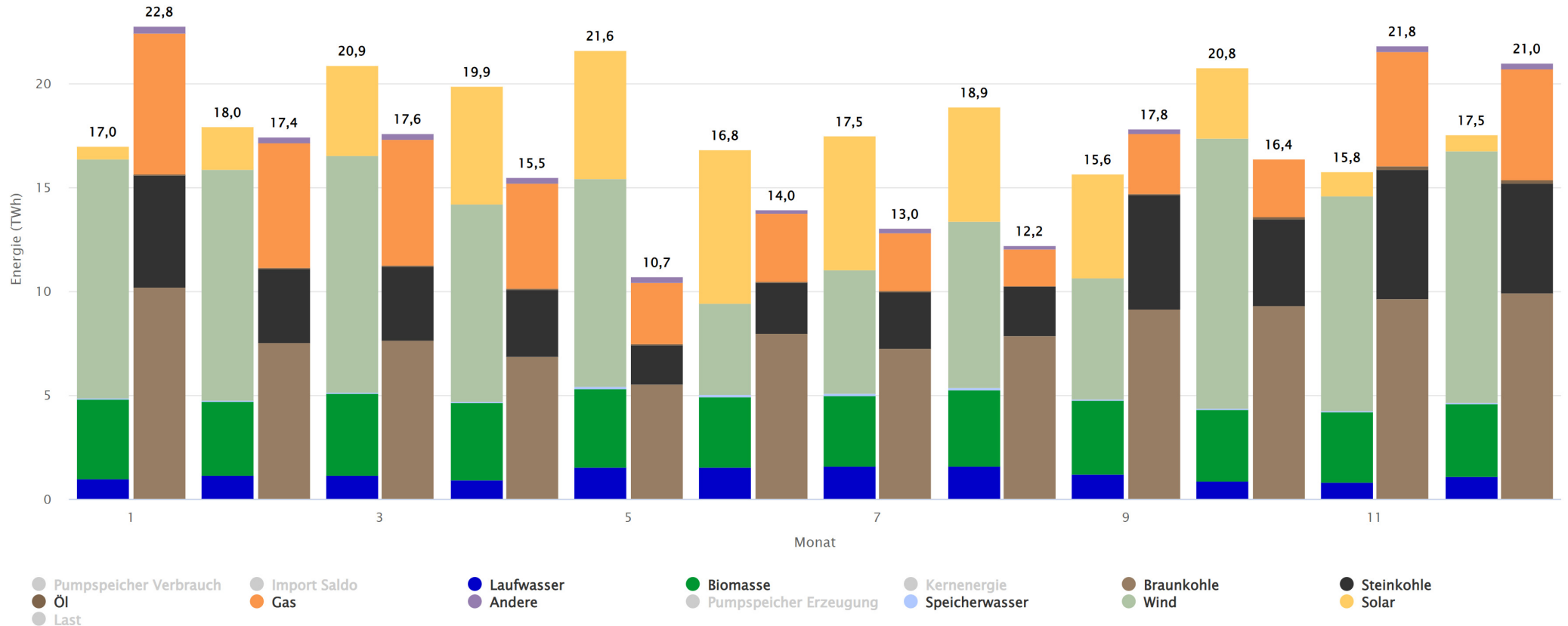
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=stacked_absolute&interval=month&month=-1&source=sw&partsum=0&sum=1

Monatliche erneuerbare und fossile Stromerzeugung

Jahr 2021

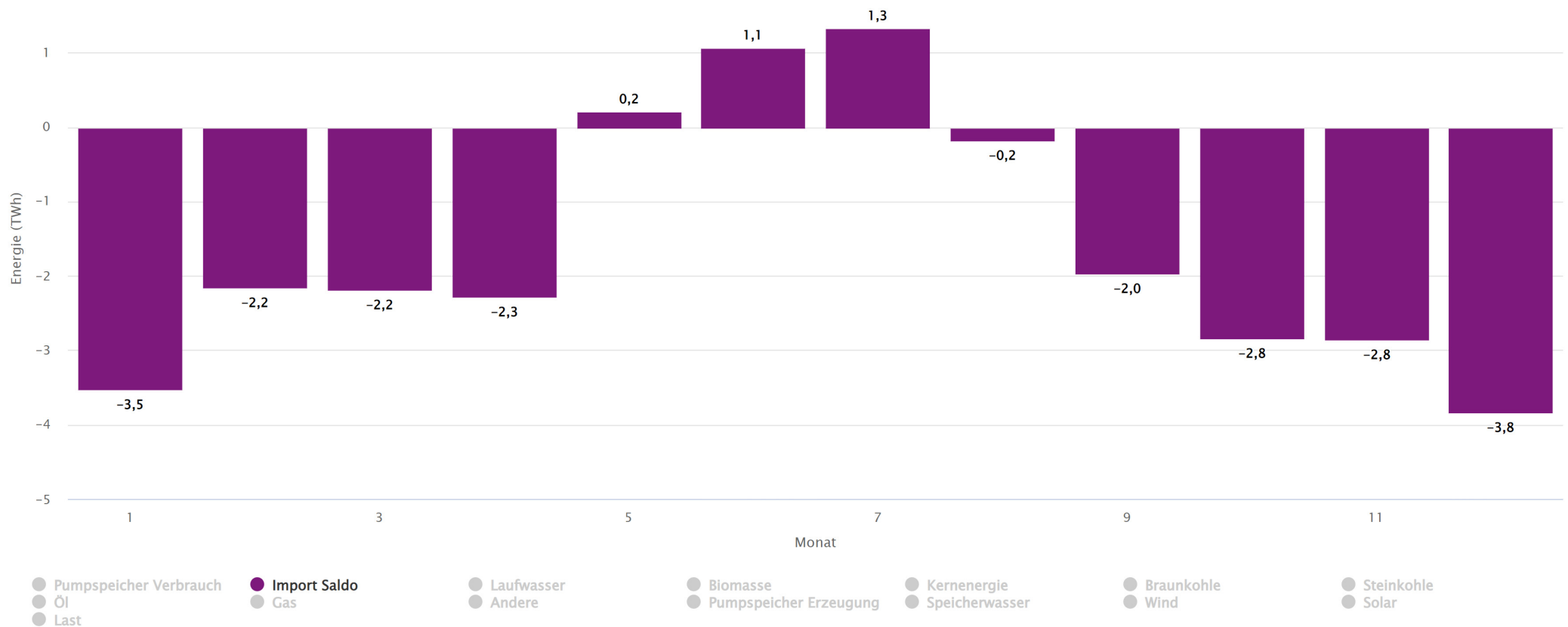


In acht Monaten war die Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien höher als aus fossilen Energien.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=sorted&interval=month&month=-1&source=all&partsum=0&sum=1&legendItems=001101111001110>

Monatliche Importe und Exporte

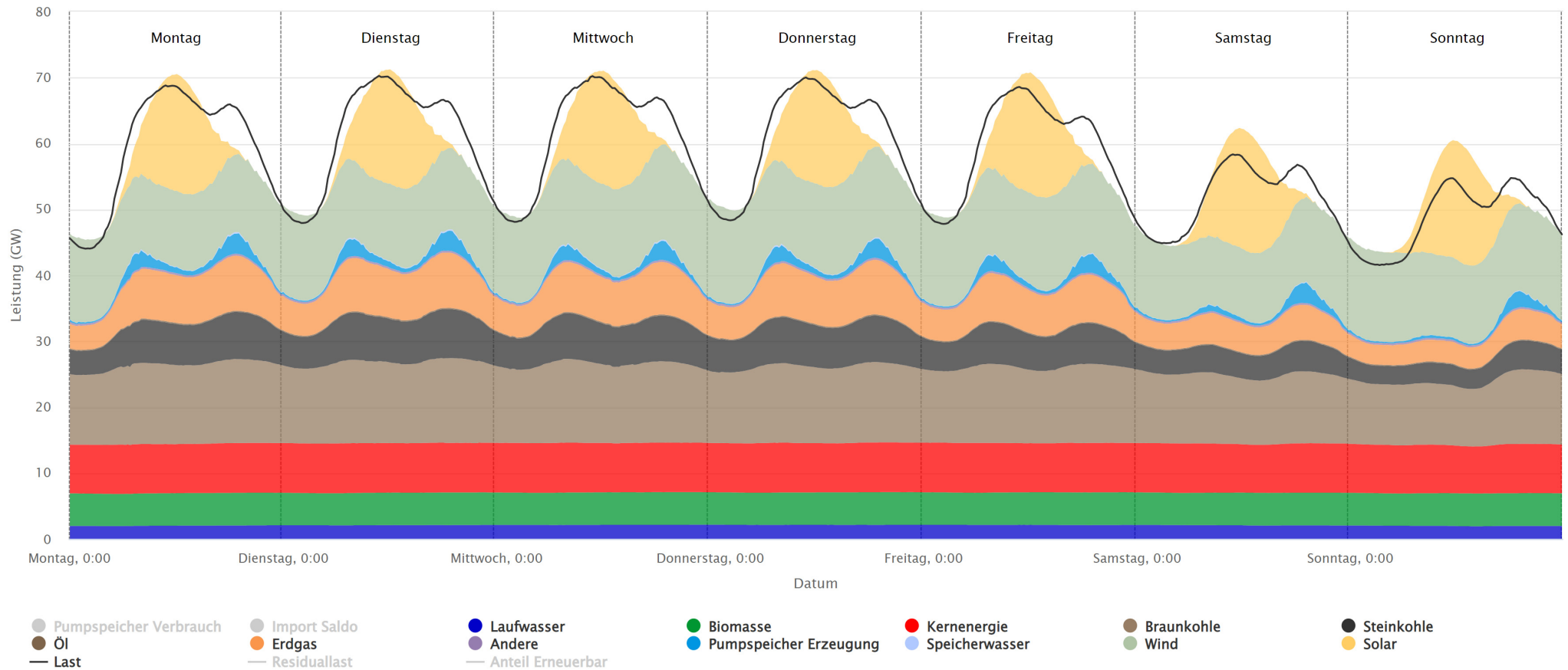
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&stacking=sorted&interval=month&month=-1&source=all&partsum=0&sum=1&legendItems=001101111001110>

Durchschnittliche Stromerzeugung in einer Woche

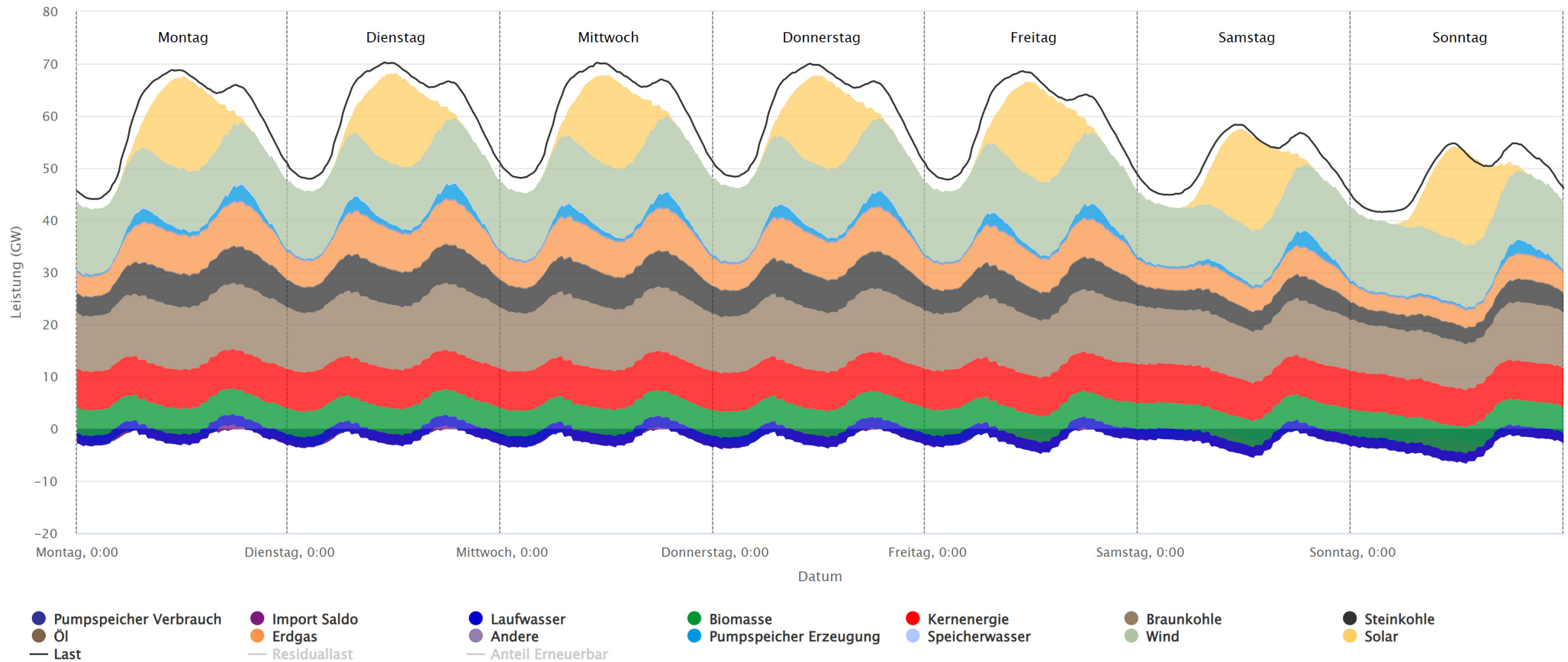
Ohne Import/Export und Pumpspeicher



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area&week=-2&year=2021

Durchschnittliche Stromerzeugung in einer Woche

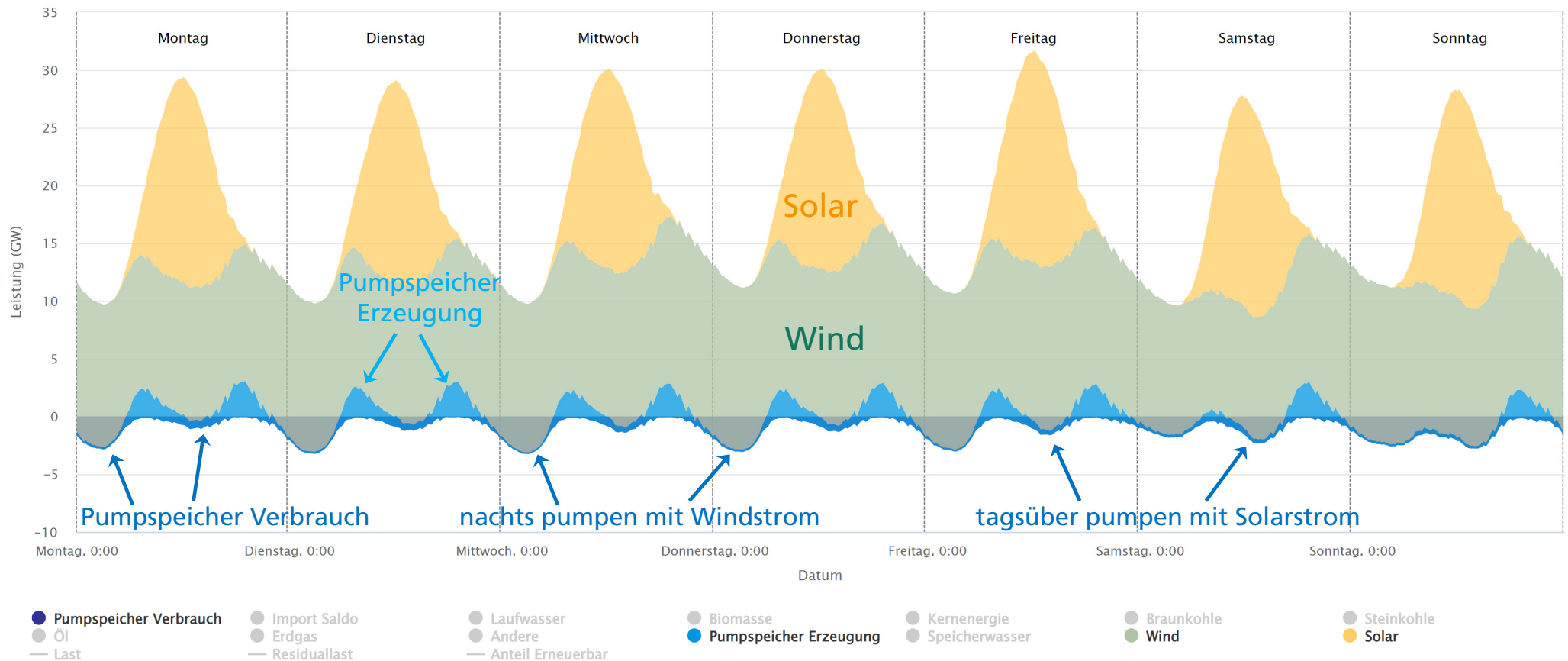
Mit Import/Export und Pumpspeicher



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area&week=-2&year=2021&legendItems=1111111111111100

Durchschnittliche Stromerzeugung in einer Woche

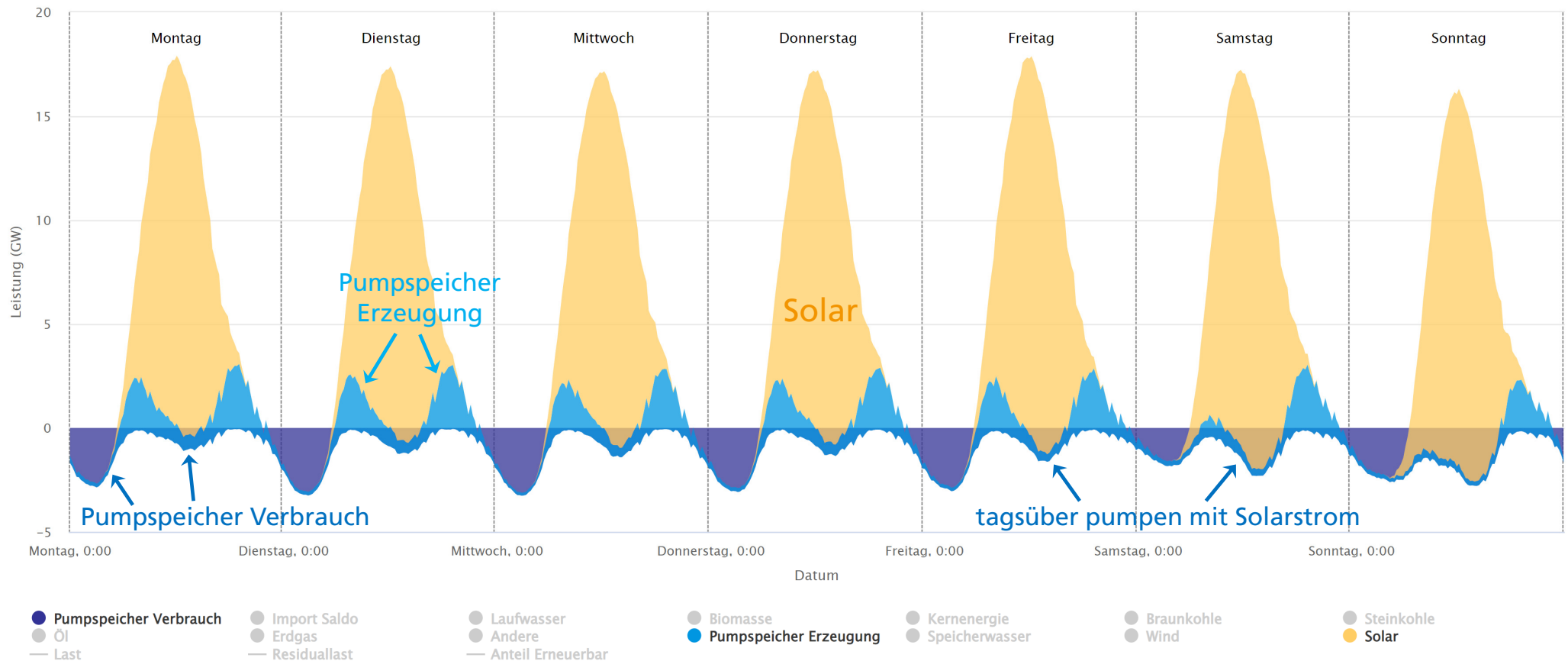
Solar, Wind, Pumpspeicher Erzeugung und Pumpspeicher Verbrauch



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area&week=-2&year=2021&legendItems=10000000001011000

Durchschnittliche Stromerzeugung in einer Woche

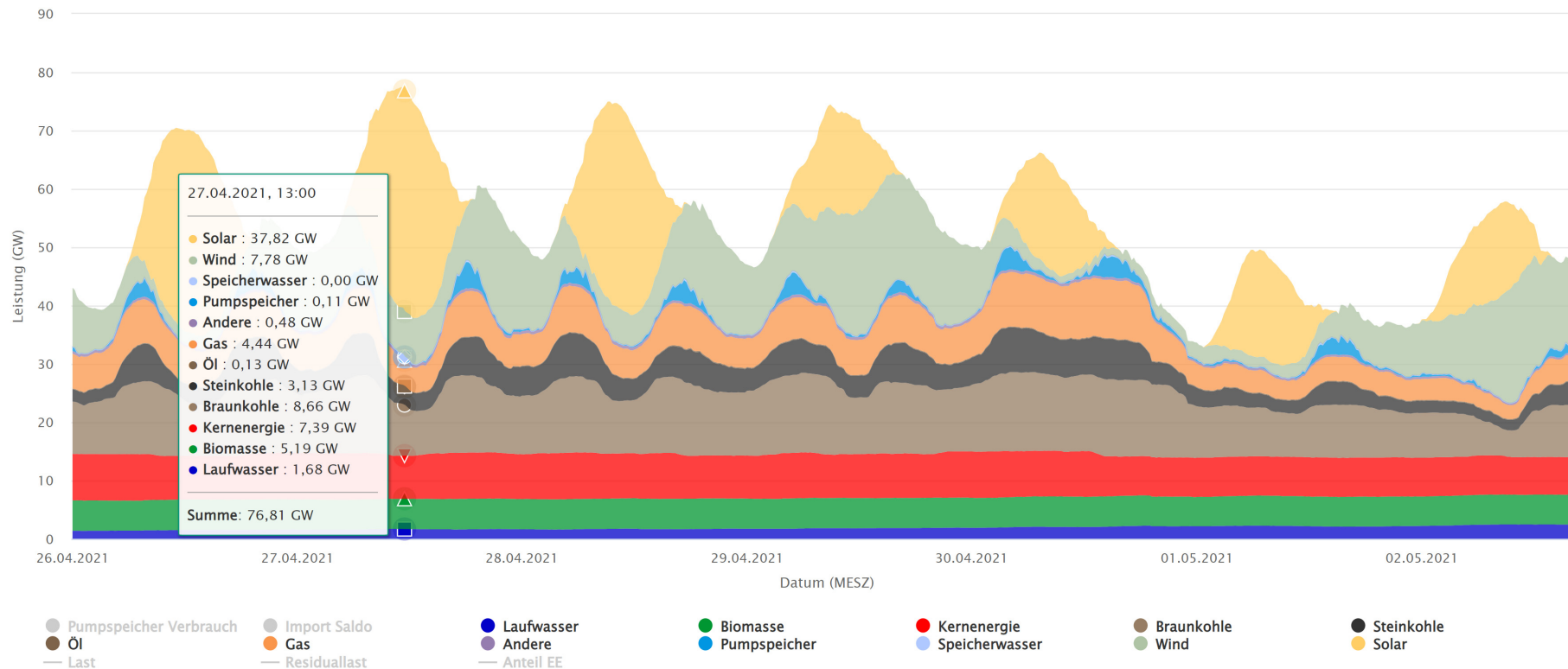
Solar, Pumpspeicher Erzeugung und Pumpspeicher Verbrauch



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area&week=-2&year=2021&legendItems=10000000001001000

Höchste Stromerzeugung aus Solarenergie

Woche 17 2021

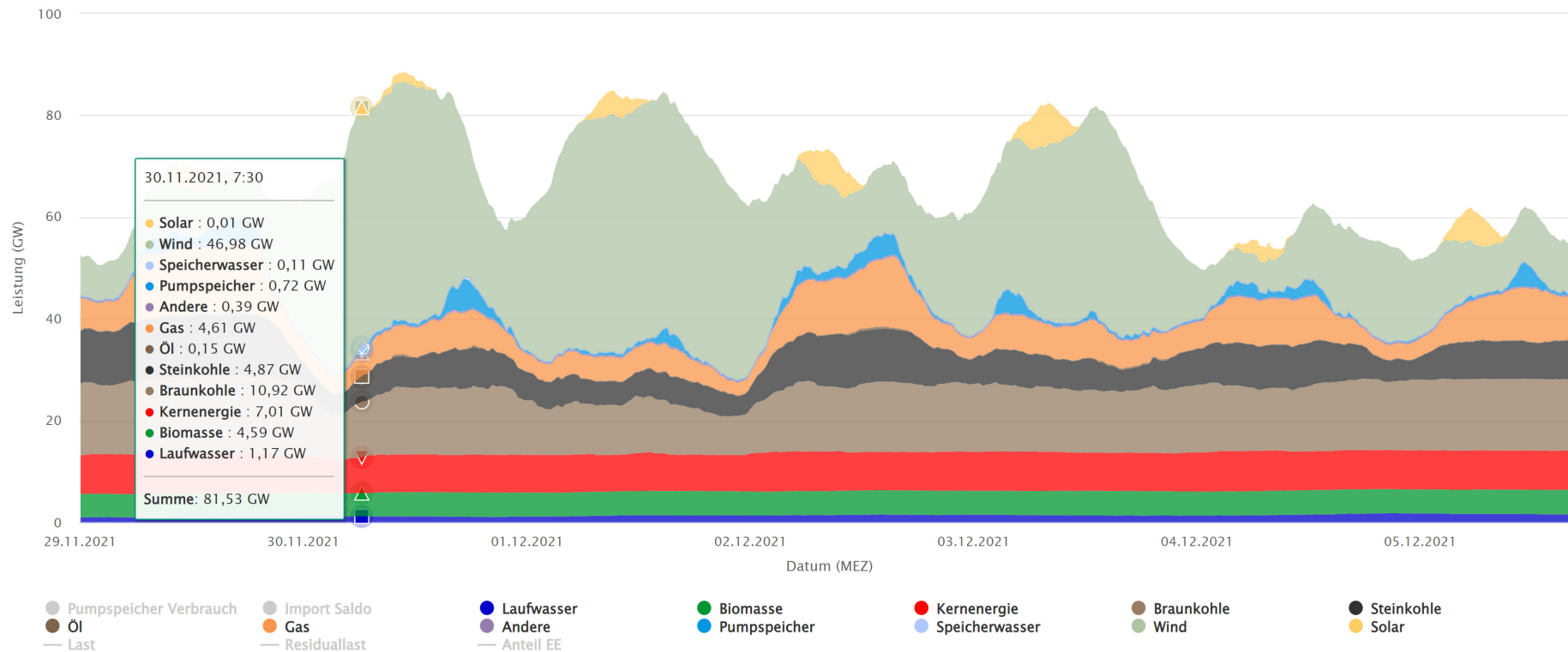


Die maximale Solarleistung betrug ca. 37,8 GW am 27.04.2021 um 13:00 Uhr. Zu diesem Zeitpunkt kamen 49% der gesamten Stromerzeugung aus Photovoltaik.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&week=17&source=all&year=2021>

Höchste Stromerzeugung aus Windenergie

Woche 48 2021

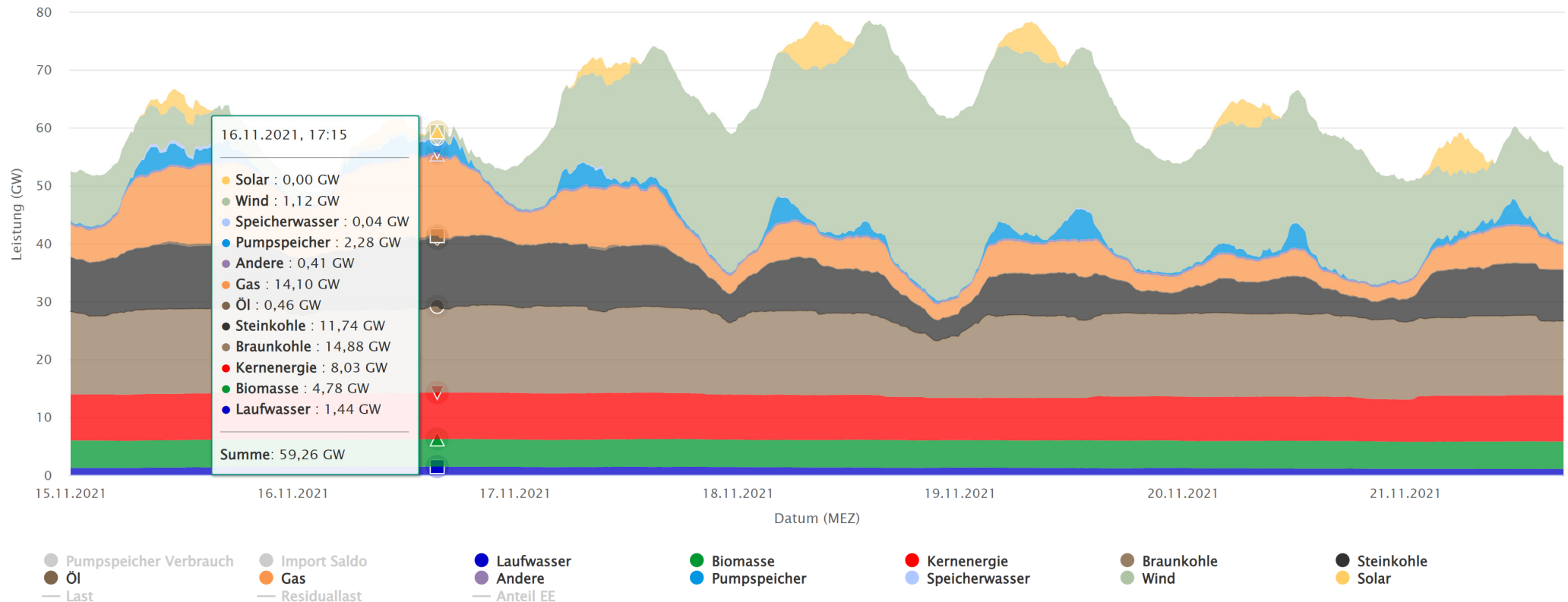


Die maximale Windleistung betrug ca. 47 GW am 30.11.2021 um 07:30 Uhr. Zu diesem Zeitpunkt kamen 57.6% der gesamten Stromerzeugung aus Windenergie.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: <https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&week=48&source=all&year=2021>

Höchste fossile Stromerzeugung

Woche 46 2021

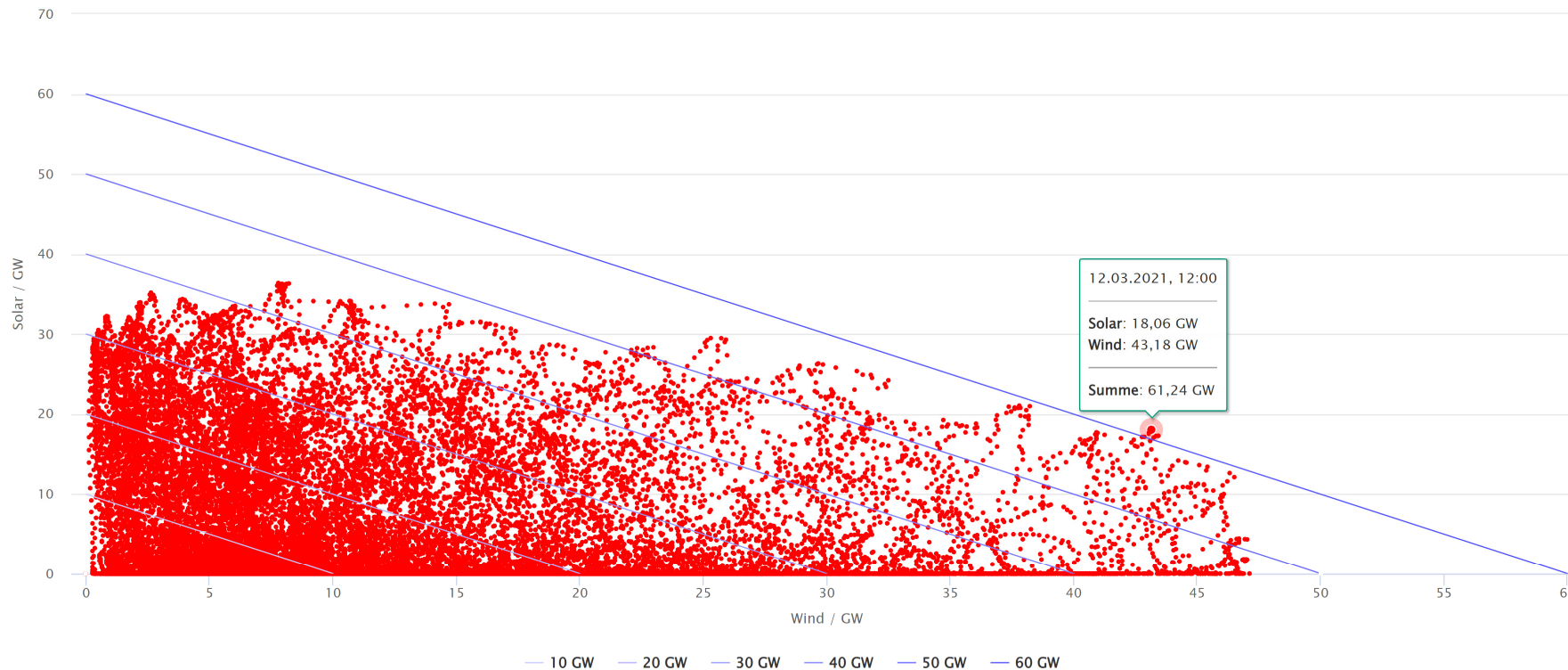


Die maximale Anteil der fossilen Energieträger an der Stromerzeugung lag am 16.11.2021 bei 72%.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area&week=46&legendItems=0011111111111000&year=2021

Punktediagramm zur Solar- und Windleistung

Viertelstundenwerte von 2021

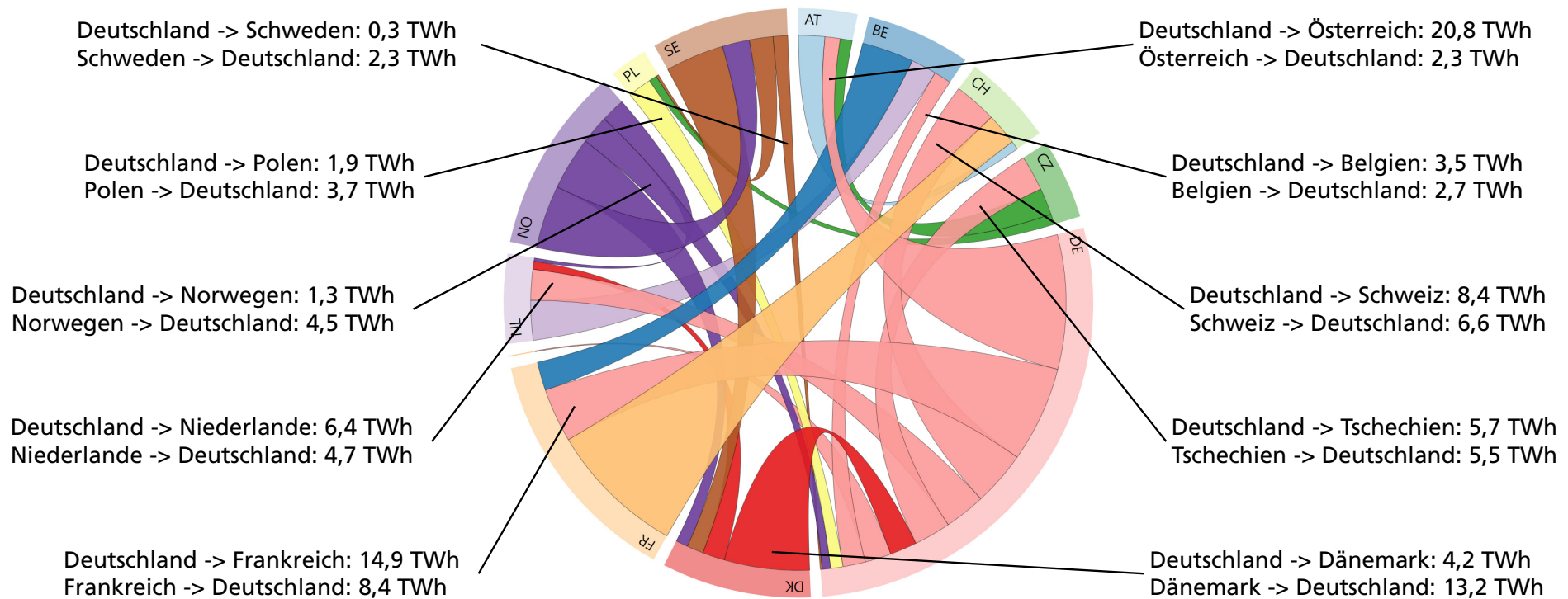


Die Grafik zeigt ca. 35 Tausend Viertelstundenwerte der Solarleistung über der Windleistung im Jahr 2021. Die maximale Summe von Solar- und Windleistung betrug 61.2 GW am 12.03.2021. Davon entfielen 18,1 GW auf Solar und 43,2 GW auf Wind. Das sind nur 50% der installierten Leistung von 122 GW (58,4 GW Solar und 64,1 GW Wind).

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_scatter/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&year=2021

Stromimport und -export, kommerzieller Stromhandel

Jahr 2021

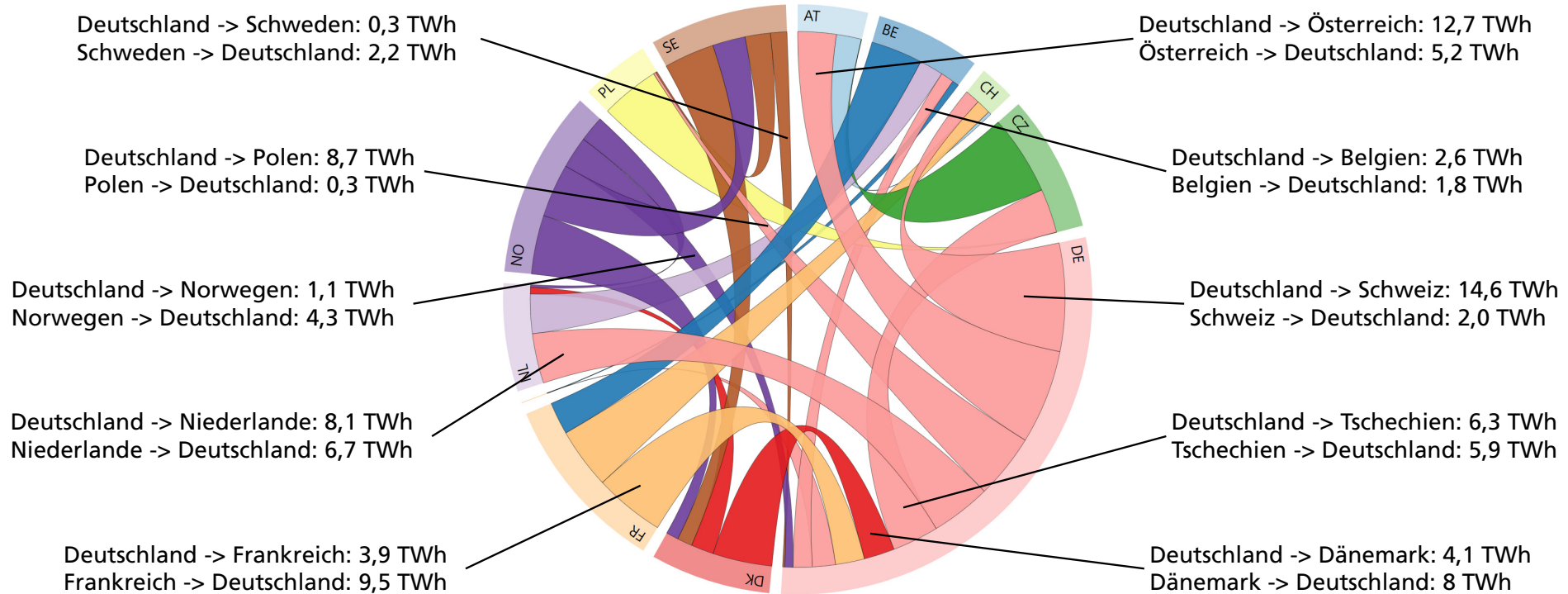


Kommerzieller Stromhandel. Datenquelle: Entso-e

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/import_export/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&flow=scheduled_commercial_exchanges_de

Stromimport und –export, physikalische Flüsse

Jahr 2021

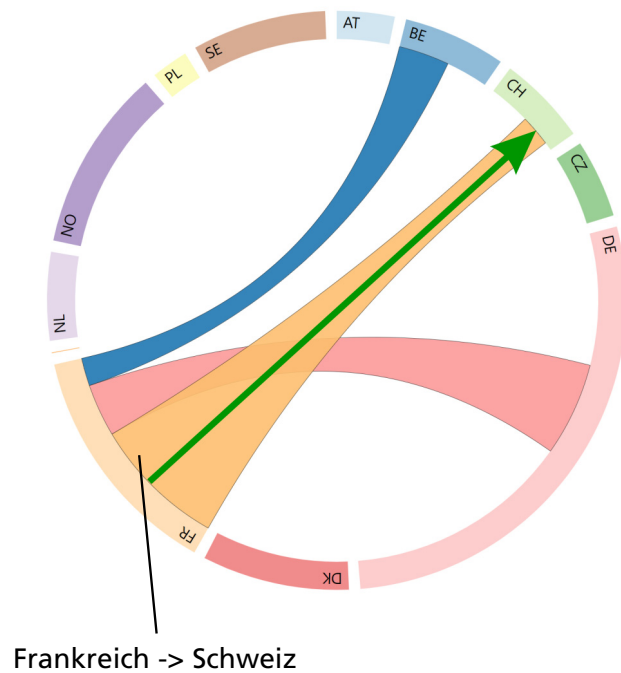


Physikalische Flüsse. Datenquelle: Entso-e

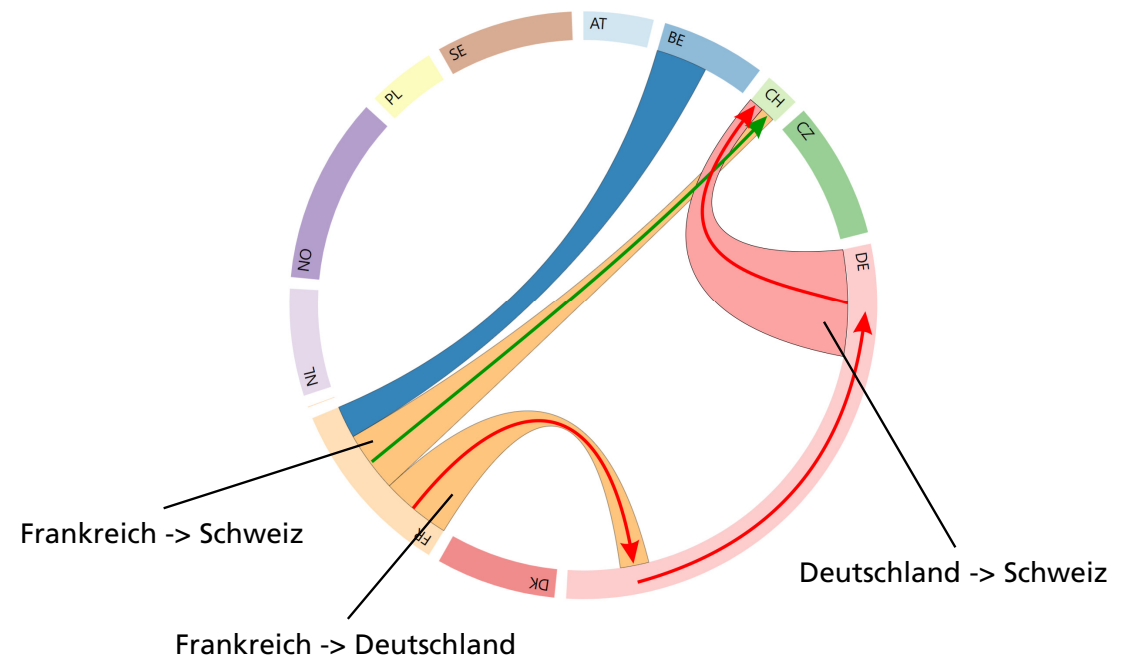
Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/import_export/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021

Stromimport und -export, Vergleich von Stromhandel und Stromflüssen Jahr 2021

Stromhandel



Stromflüsse

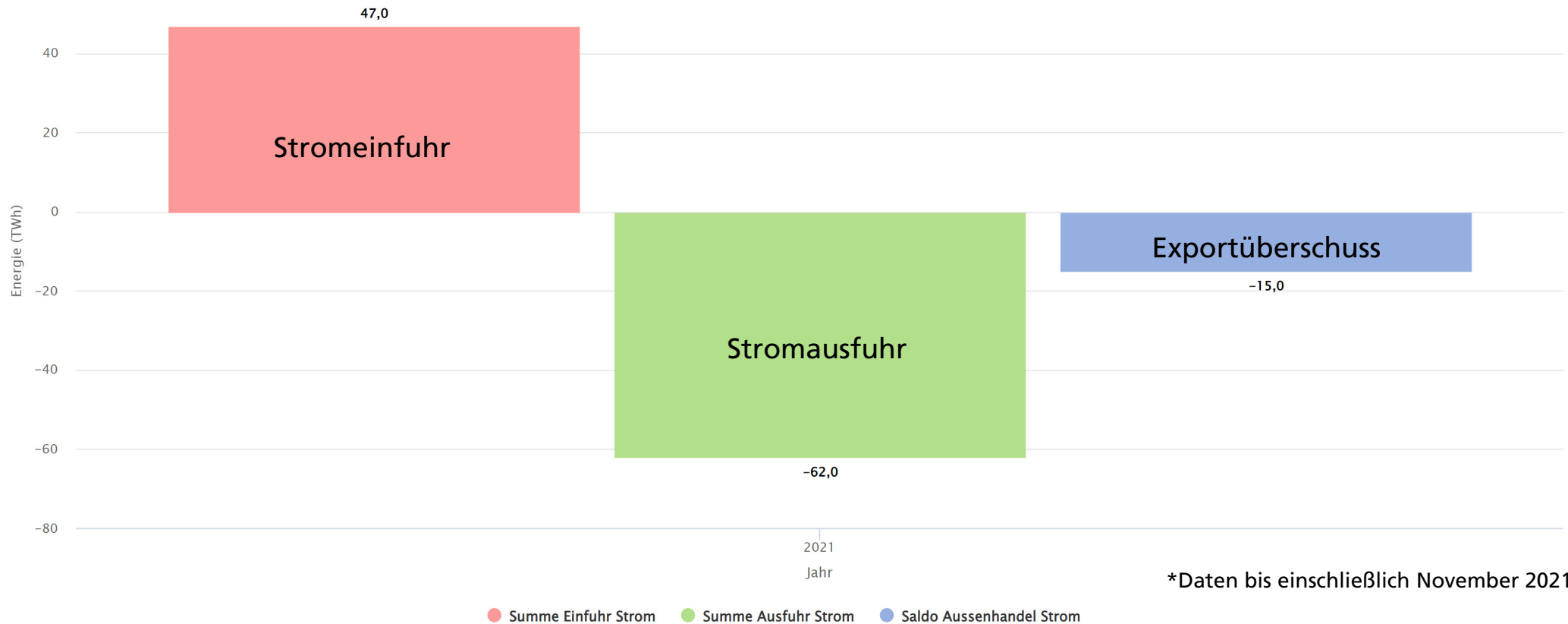


Der gehandelte Strom (links) kann aufgrund von Leitungsimpedanzen auf verschiedenen Wegen zum Ziel fließen (rechts).

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/import_export/chart.htm?l=de&c=DE&year=2021&flow=scheduled_commercial_exchanges_de

Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in TWh

Jahr 2021



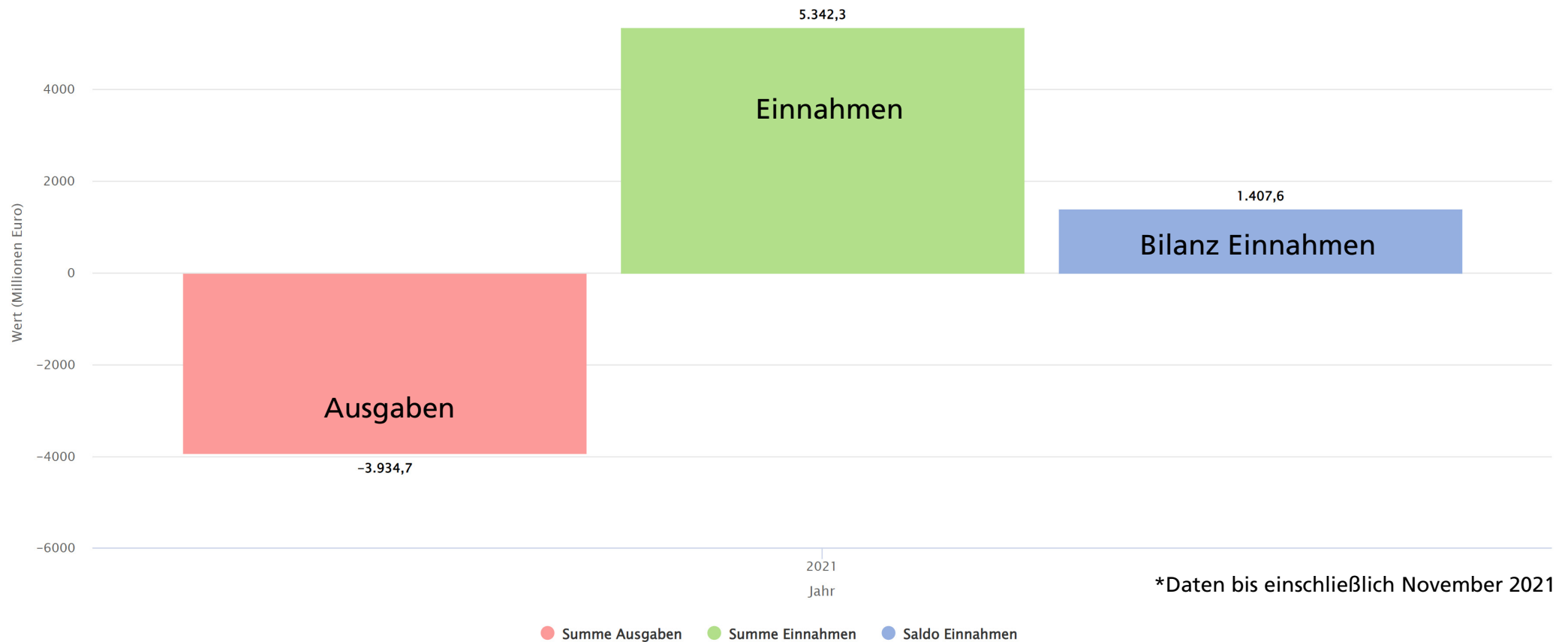
*Daten bis einschließlich November 2021

Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_trading/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year&dataBase=trade_sum_twh&partsum=1

Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in Euro

Jahr 2021

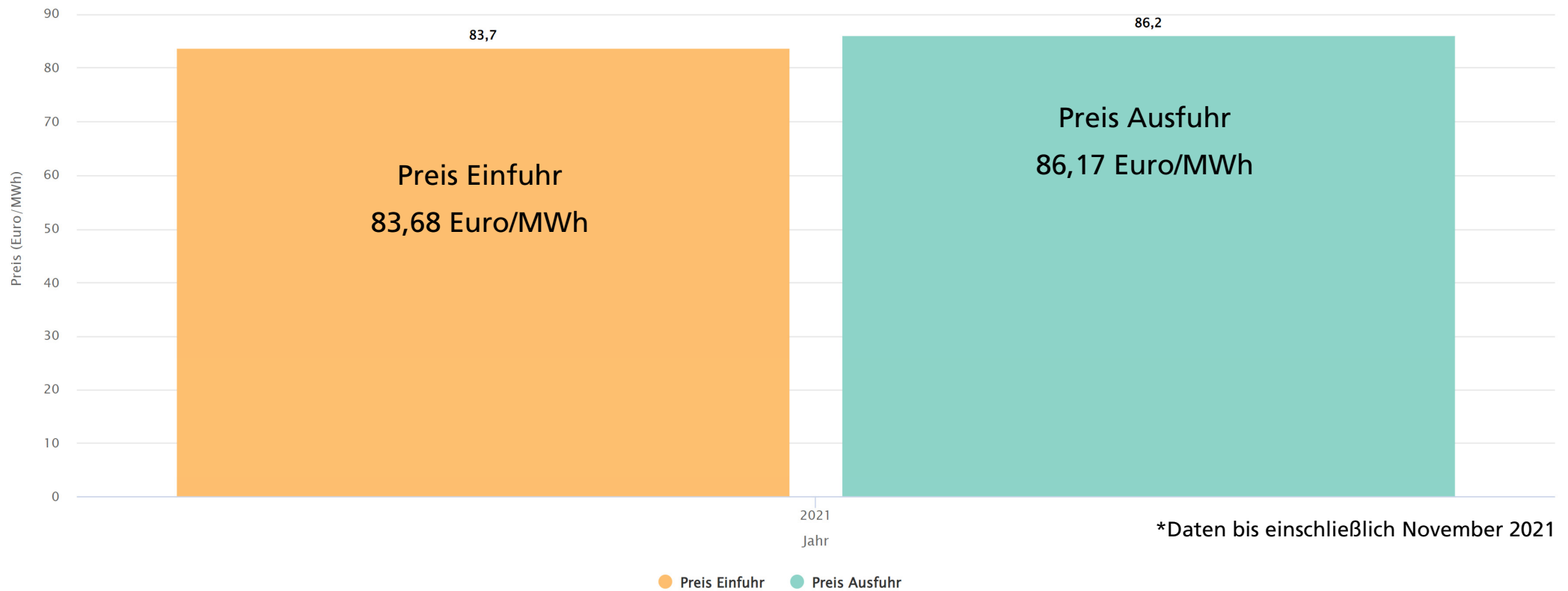


Positive Werte bedeuten Einnahmen. Negative Werte bedeuten Ausgaben.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_trading/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year&dataBase=trade_sum_euro&partsum=1

Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in Euro/MWh

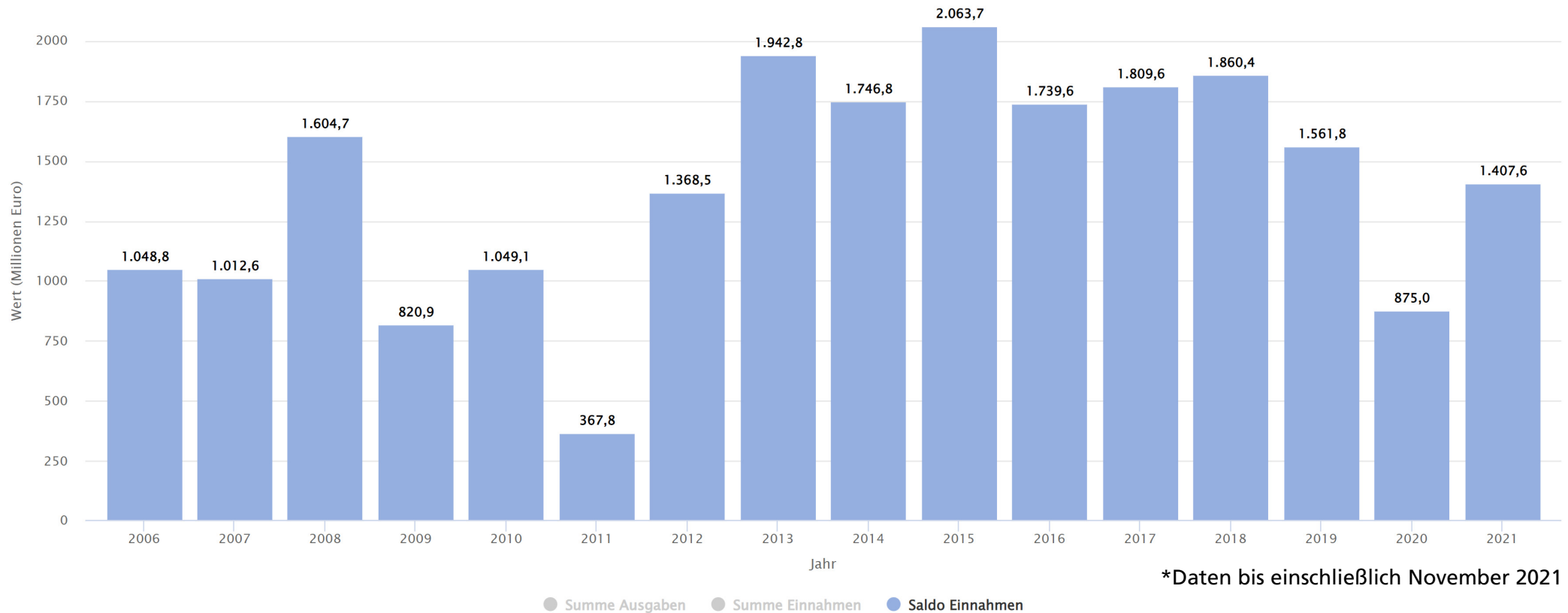
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_trading/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&stacking=grouped&interval=year&dataBase=trade_sum_euro_mwh&partsum=1

Außenhandel Strom

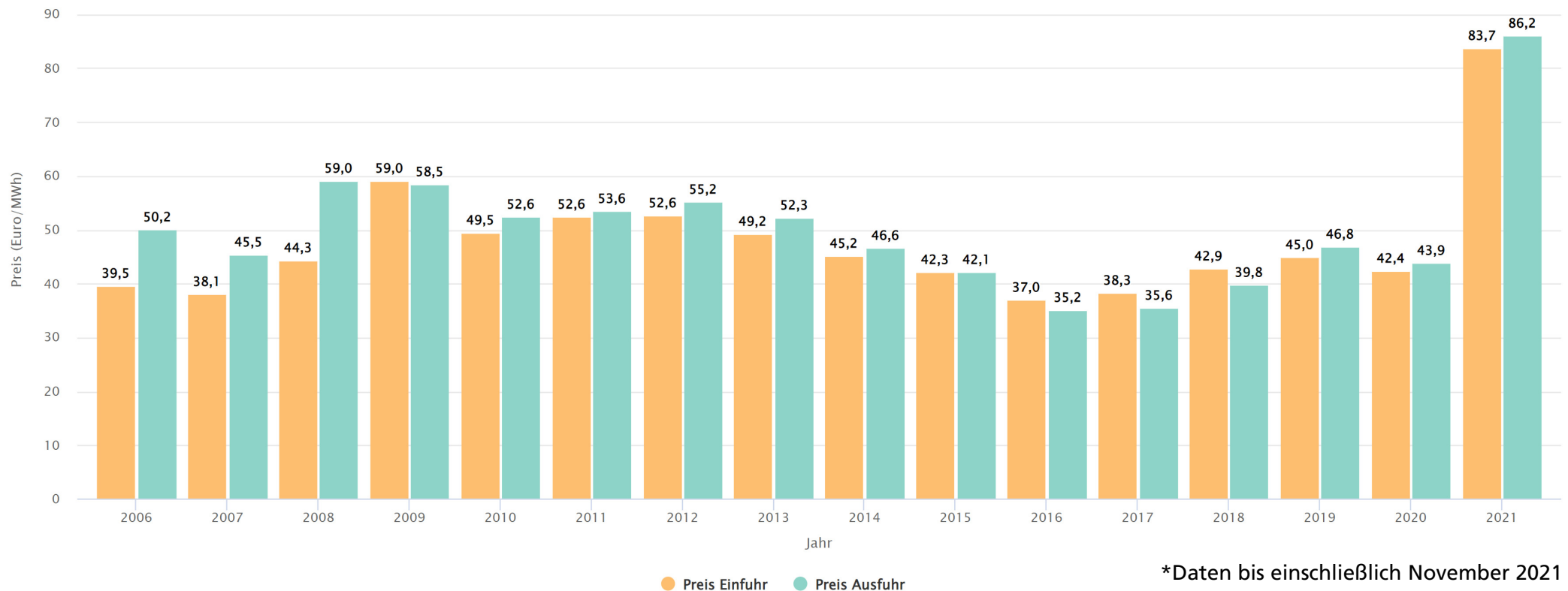
Saldo Einnahmen 2006 bis 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_trading/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&stacking=grouped&interval=year&dataBase=trade_sum_euro&partsum=1

Außenhandel Strom

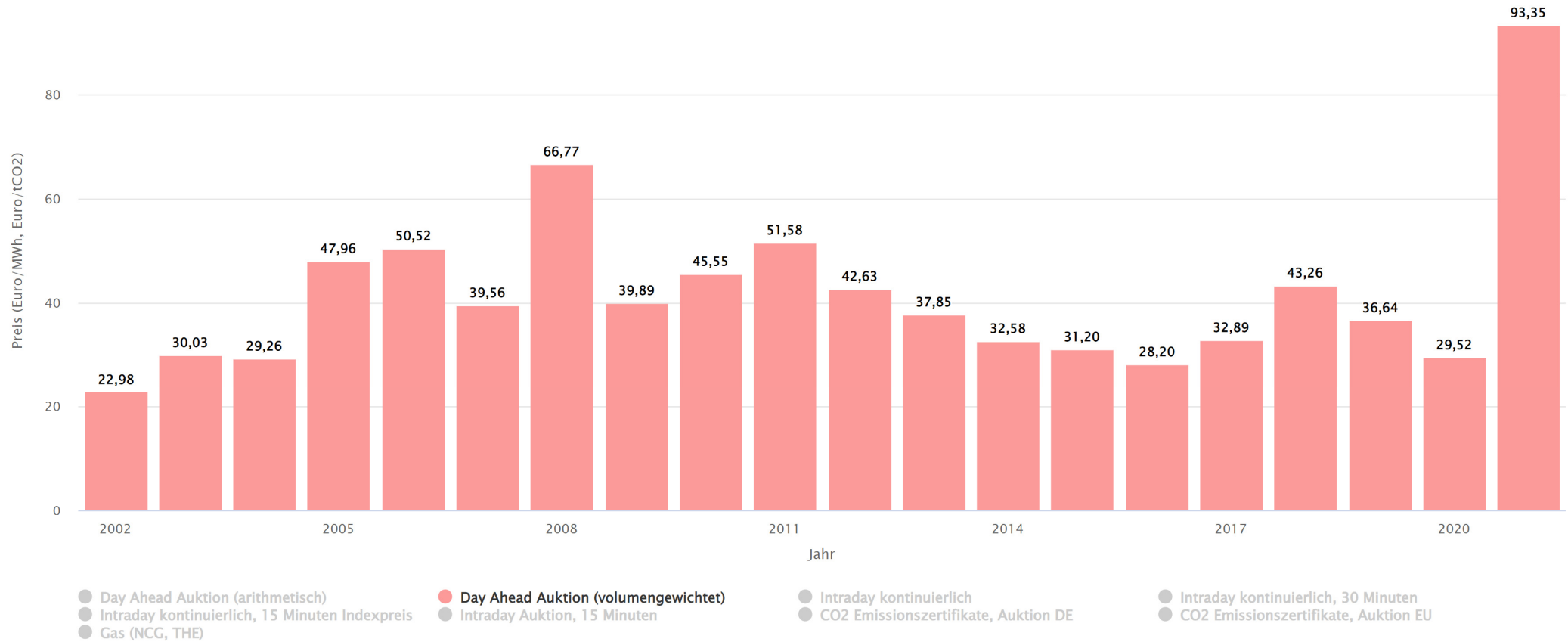
Volumengewichtete Durchschnittspreise für Einfuhr und Ausfuhr



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/power_trading/chart.html?l=de&c=DE&year=-1&stacking=grouped&interval=year&dataBase=trade_sum_euro_mwh&partsum=1

EPEX Spotpreis Day Ahead

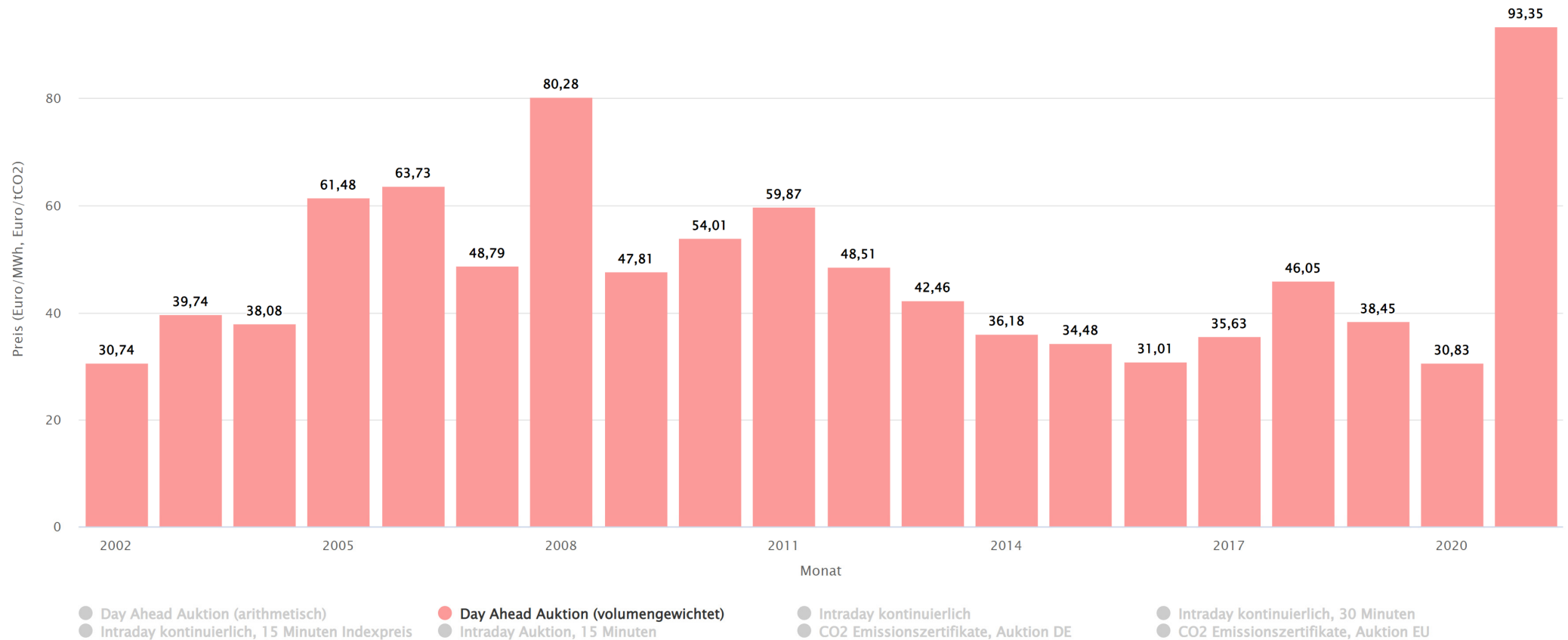
Volumengewichtet, nicht inflationsbereinigt



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&interval=year&legendItems=010000000&partsum=1

EPEX Spotpreis Day Ahead

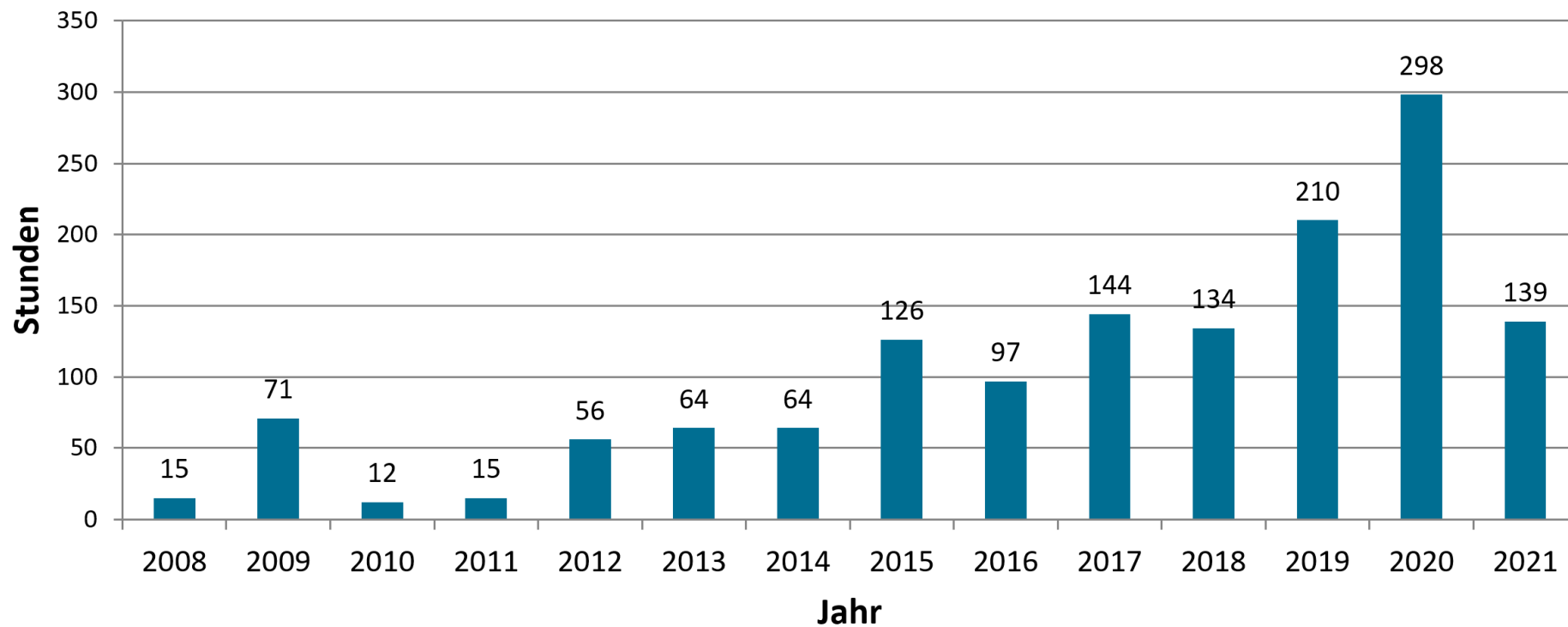
Volumengewichtet, inflationsbereinigt



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=de&c=DE&year=-1&interval=year&legendItems=01000000&partsum=1&nominal_real=real

Negative Day Ahead Börsenstrompreise

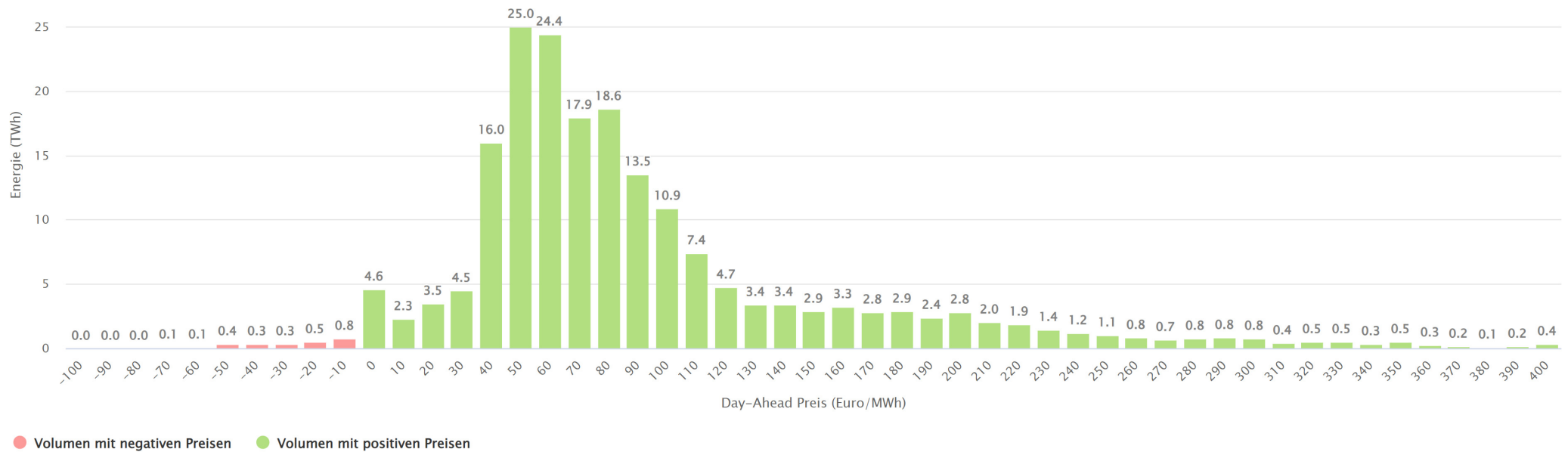
Stunden pro Jahr



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

Volumen am Day Ahead Markt, Histogramm

Jahr 2021

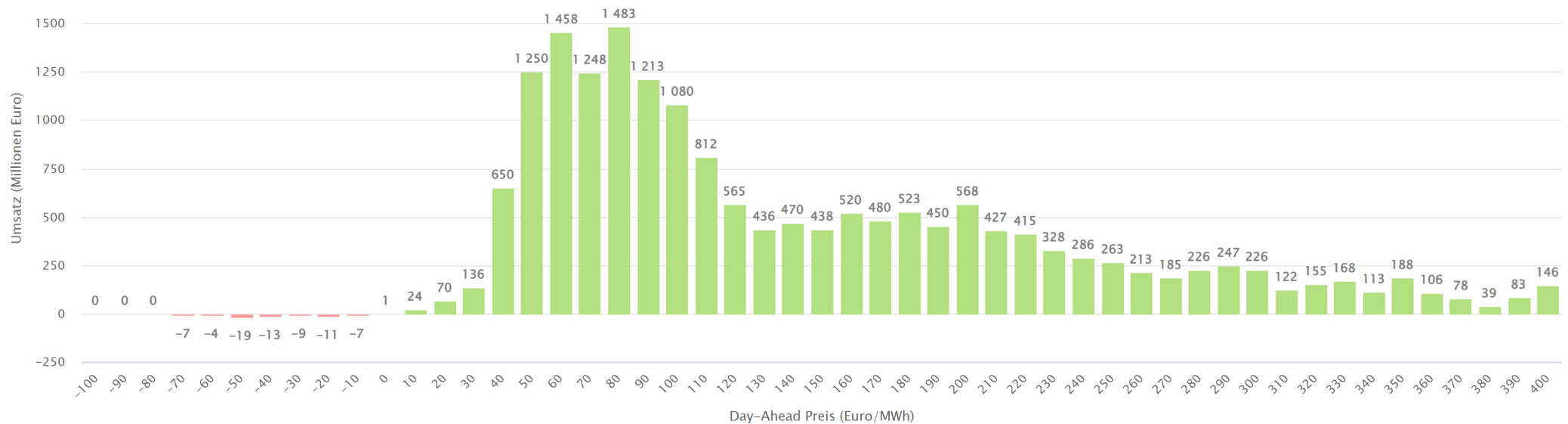


Das gehandelte Volumen mit positiven Preisen betrug 191,3 TWh (97.9%), mit negativen Preisen 4.1 TWh (2,1%).

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

Umsatz am Day Ahead Markt, Histogramm

Jahr 2021



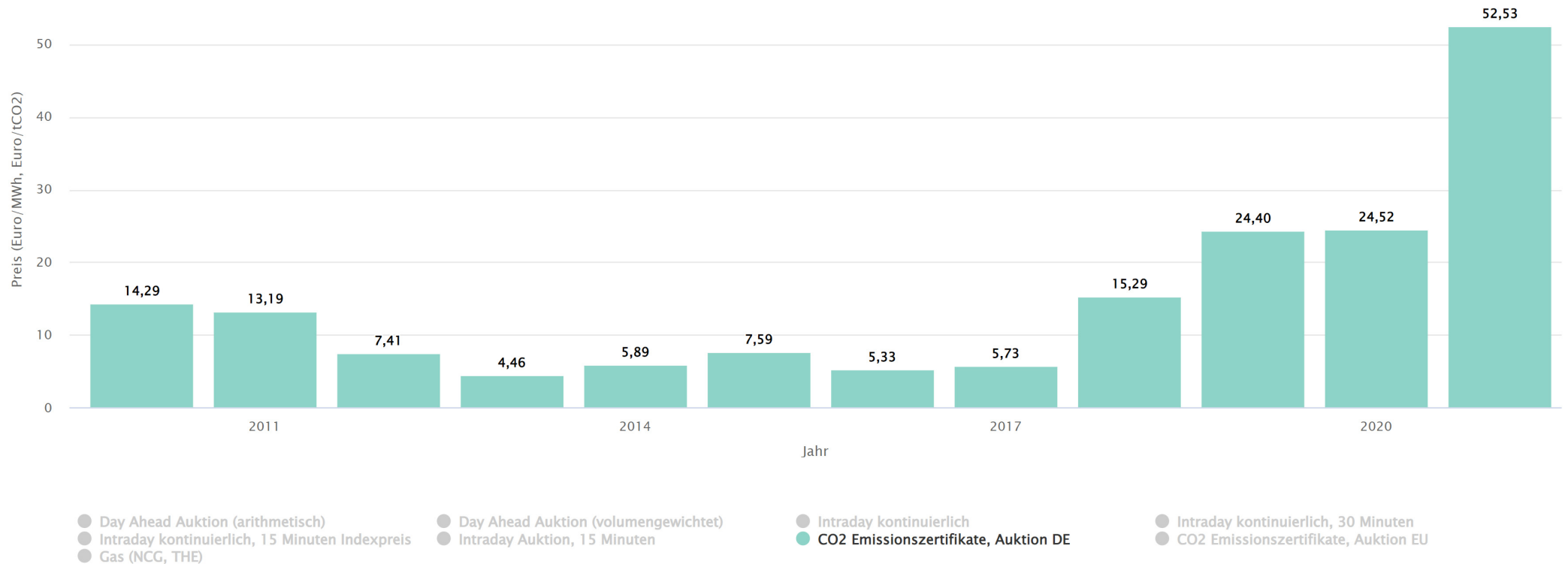
● Day-Ahead Umsatz mit negativen Preisen ● Day-Ahead Umsatz mit positiven Preisen

Der Umsatz mit positiven Preisen lag bei 18325 Mio. Euro (99,6%), mit negativen Preisen bei 73 Mio. Euro (0,4%).

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

Preis CO2-Emissionszertifikate (EUAs)

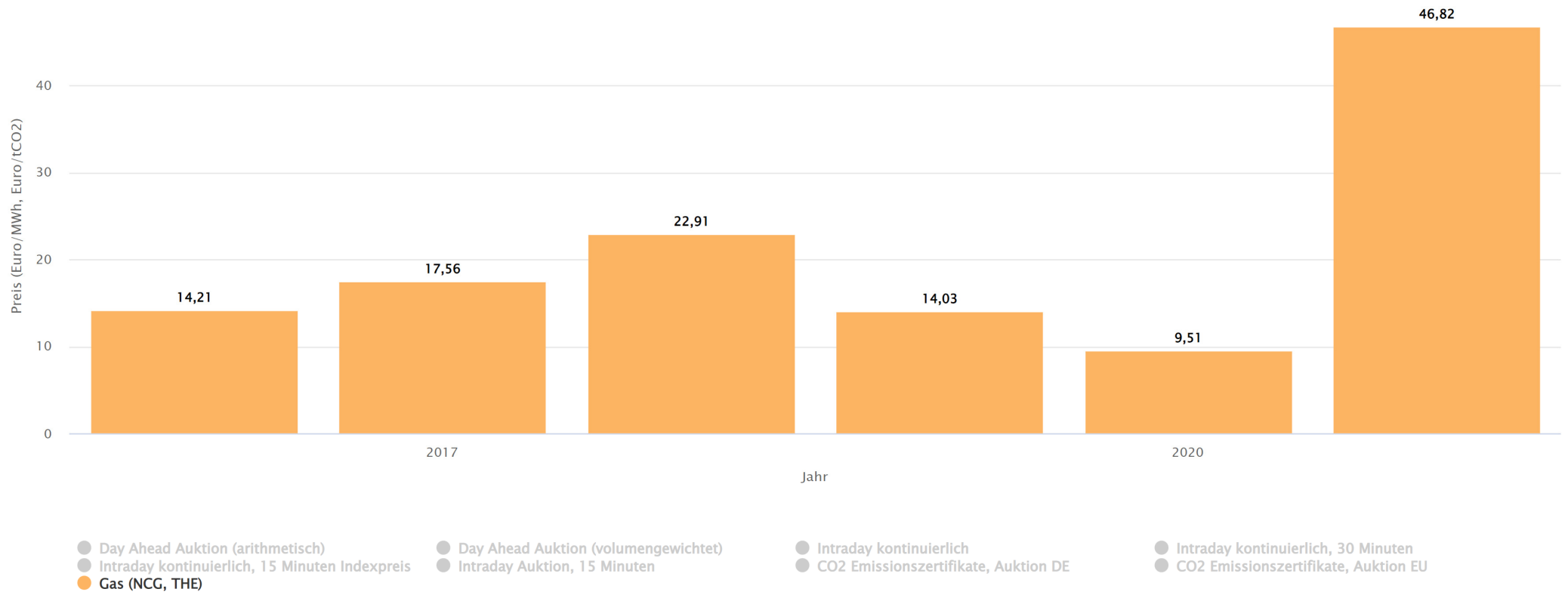
Jährlich seit 2010



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.htm?l=de&c=DE&year=-1&interval=year&legendItems=000000100&partsum=1

Preis für Erdgas (NCG, THE)

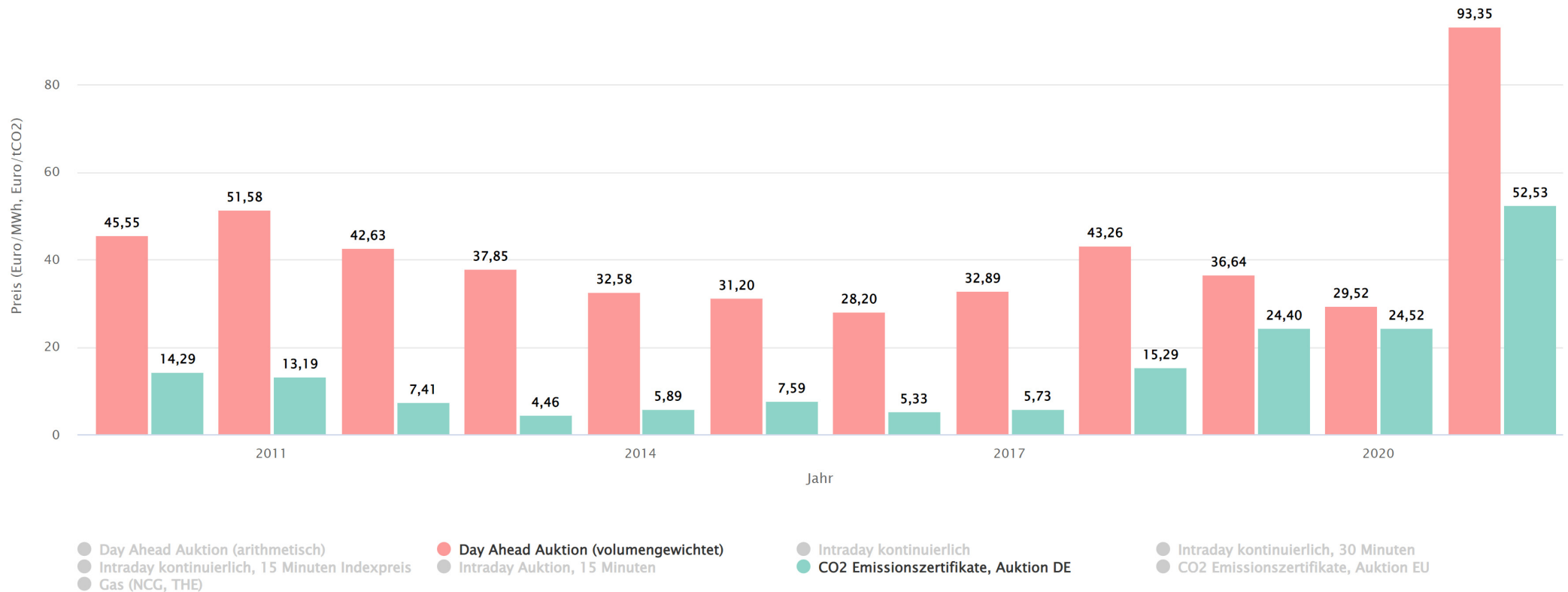
Jährlich seit 2016



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=de&c=DE&year=-1&interval=year&legendItems=000000100&partsum=1

Day Ahead Strompreis und CO2-Zertifikatspreis

Jährlich seit 2010



Bei der Stromerzeugung aus Braunkohle wird ca. 1 Tonne CO₂ pro MWh_{el} emittiert. Liegen Strompreis und CO₂-Zertifikatspreis auf dem selben Niveau, wird die Stromerzeugung aus Braunkohle unwirtschaftlich.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=de&c=DE&year=-1&interval=year&partsum=1

Day Ahead Strompreis und CO2-Zertifikatspreis

Monate in 2021

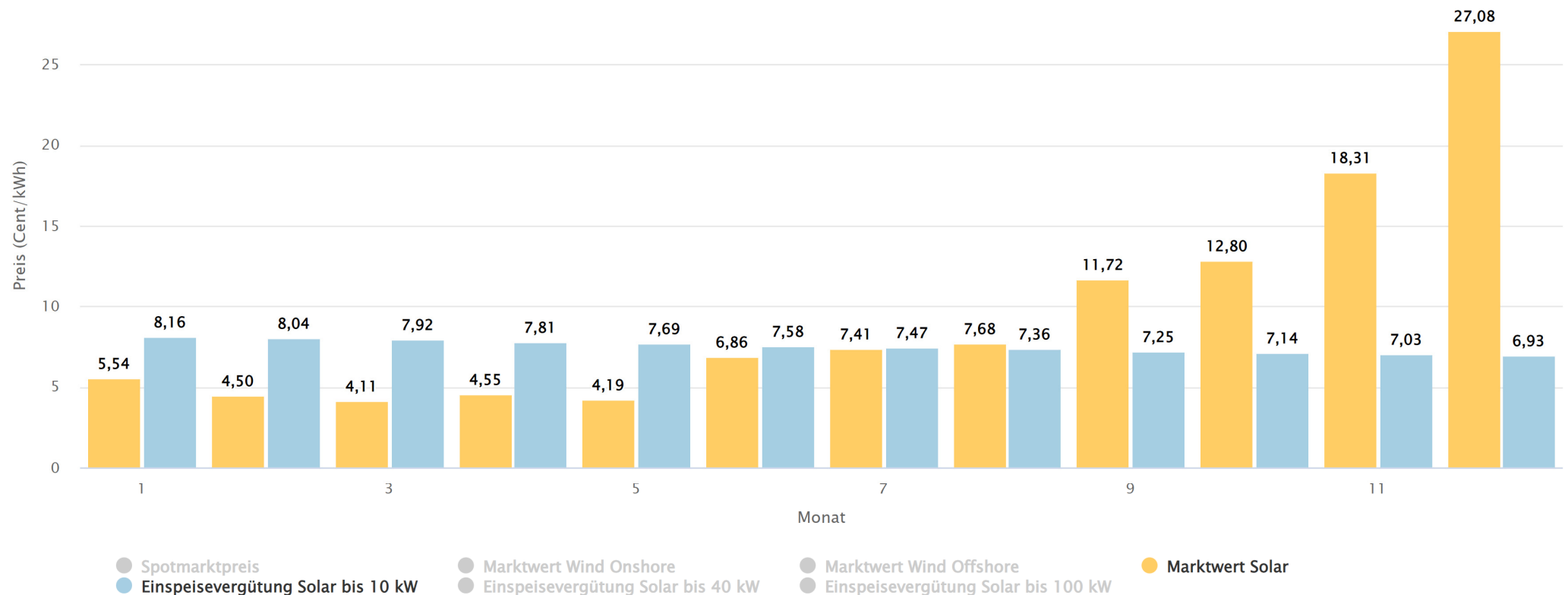


Die Strompreise sind aufgrund hoher Gaspreise schneller gestiegen, als die CO2-Zertifikatspreise.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=de&c=DE&year=2021&interval=month&month=-1&legenditems=010000101&partsum=1

Marktwert Solar und EEG-Vergütung von Neuanlagen

Monate in 2021

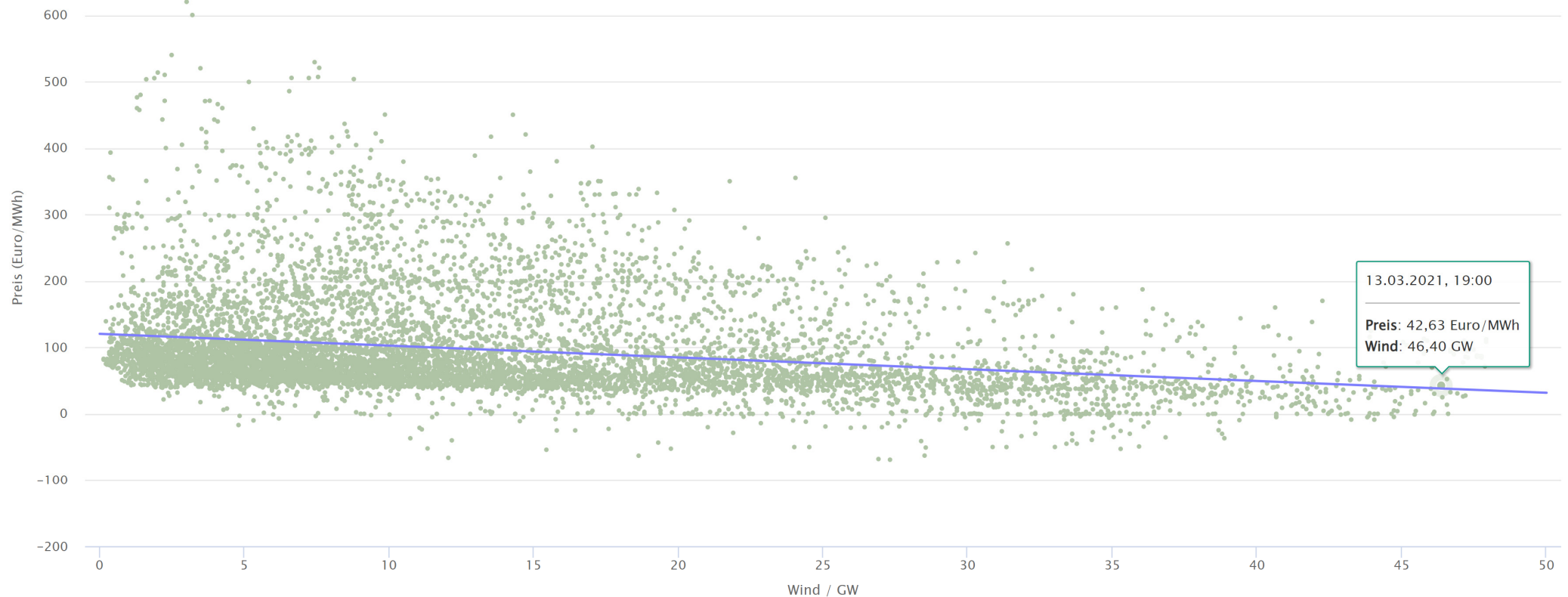


Seit August 2021 liegt die Einspeisevergütung für Solaranlagen kleiner 10 kW unter dem Marktwert für Solarstrom.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Netztransparenz, Quelle: <https://energy-charts.info>

Day Ahead Börsenstrompreis über der Windleistung

Stundenwerte im Jahr 2021

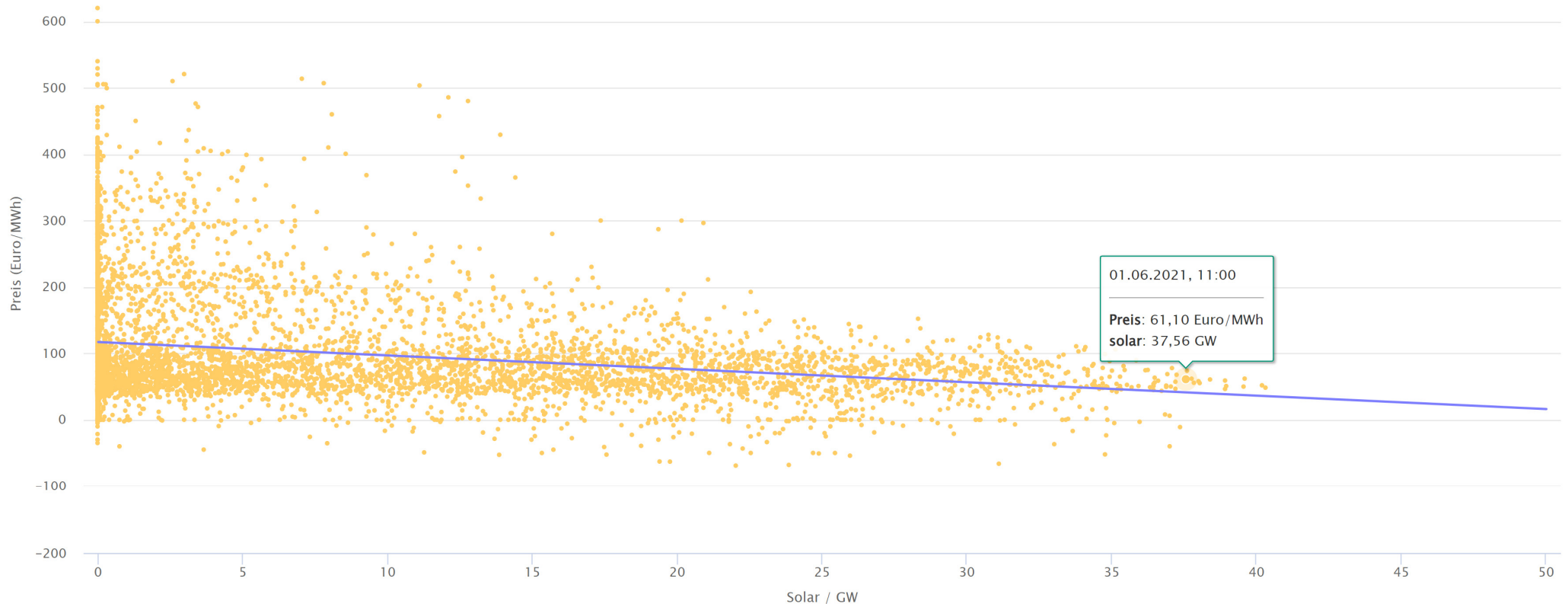


Die Windeinspeisung senkt den Day Ahead Börsenstrompreis. Jedes zusätzliche GW Windeinspeisung senkt der Preis um 1,77 Euro/MWh.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_scatter/chart.htm?l=de&c=DE&enemy=wind&year=2021

Day Ahead Börsenstrompreis über der Solarleistung

Stundenwerte im Jahr 2021

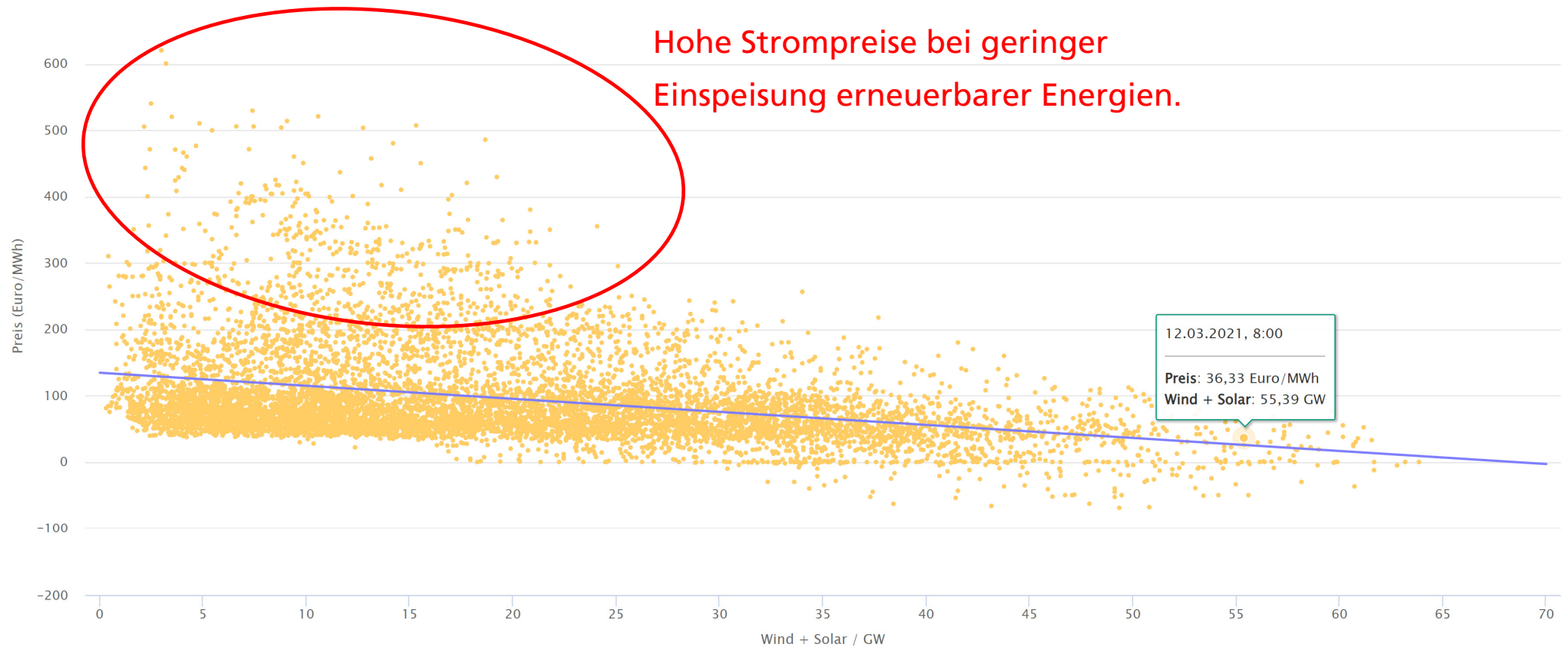


Die Solareinspeisung senkt den Day Ahead Börsenstrompreis. Jedes zusätzliche GW Solareinspeisung senkt der Preis um 2,02 Euro/MWh.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_scatter/chart.htm?l=de&c=DE&enemy=solar&year=2021

Day Ahead Börsenstrompreis über der Summe von Wind und Solar

Stundenwerte im Jahr 2021

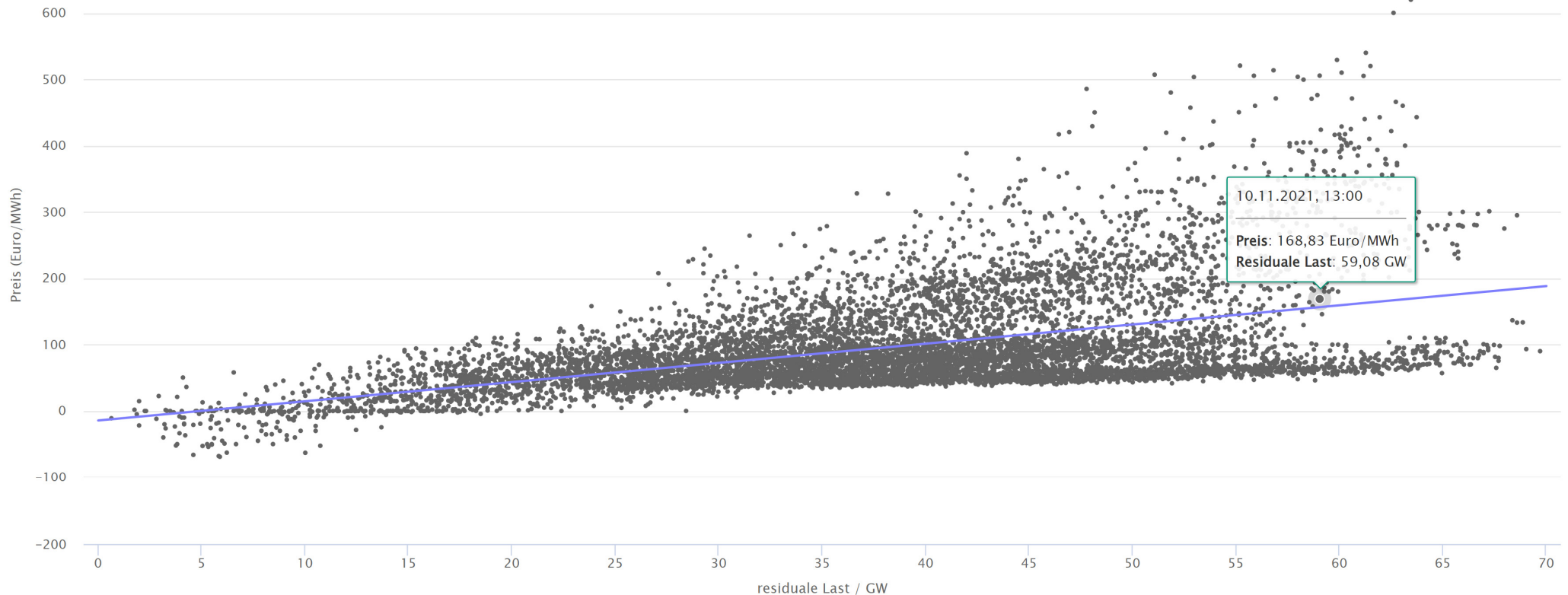


Die Summe aus Wind und Solar senkt den Day Ahead Börsenstrompreis. Jedes zusätzliche GW Einspeisung senkt der Preis um 1,96 Euro/MWh.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_scatter/chart.html?l=de&c=DE&enemy=solar&year=2021

Day Ahead Börsenstrompreis über der residualen Last

Stundenwerte im Jahr 2021

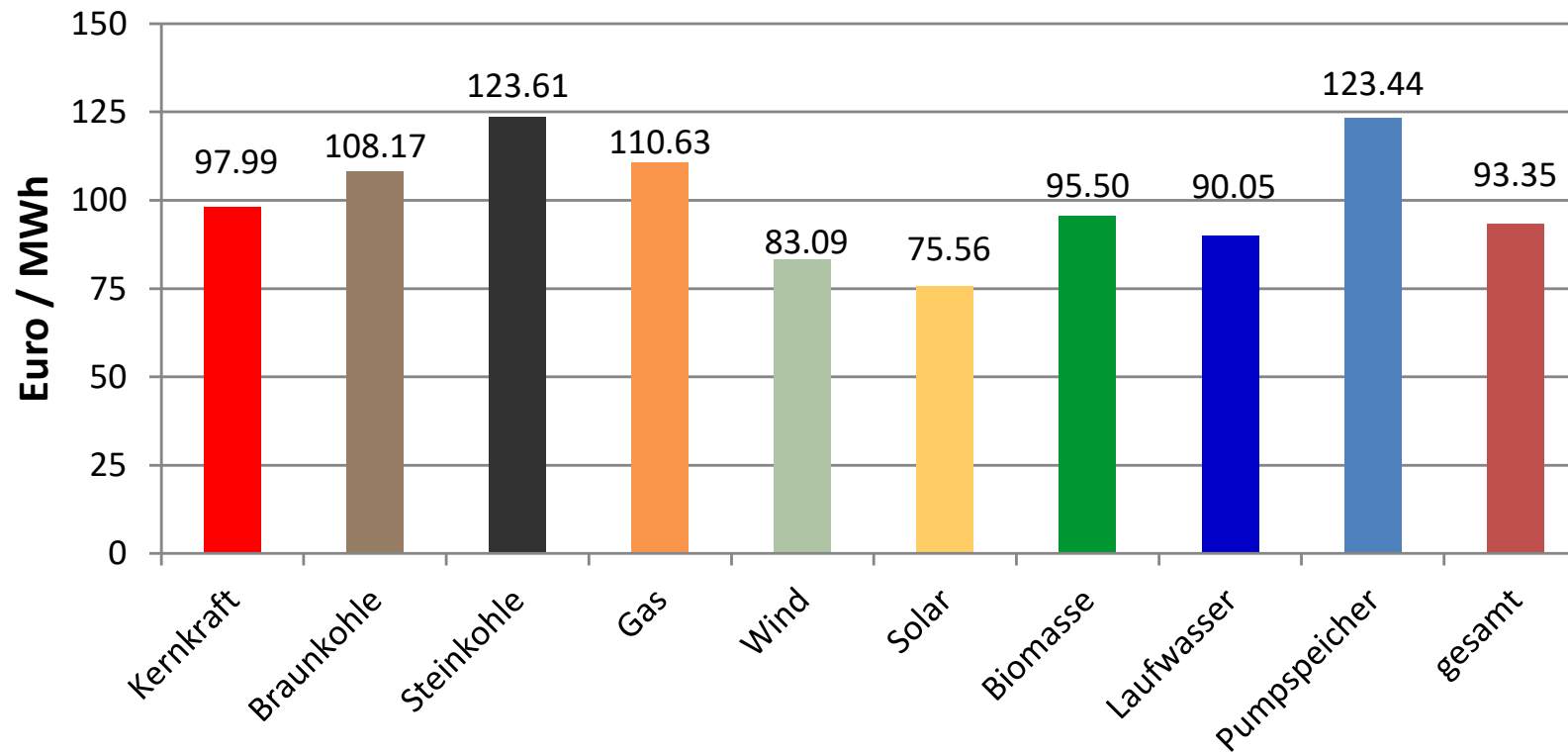


Die residuale Last (= Last – Wind – Solar) erhöht den Day Ahead Börsenstrompreis um 2,89 Euro/MWh pro GW zusätzlicher Last.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_scatter/chart.htm?l=de&c=DE&enemy=residual_load&year=2021

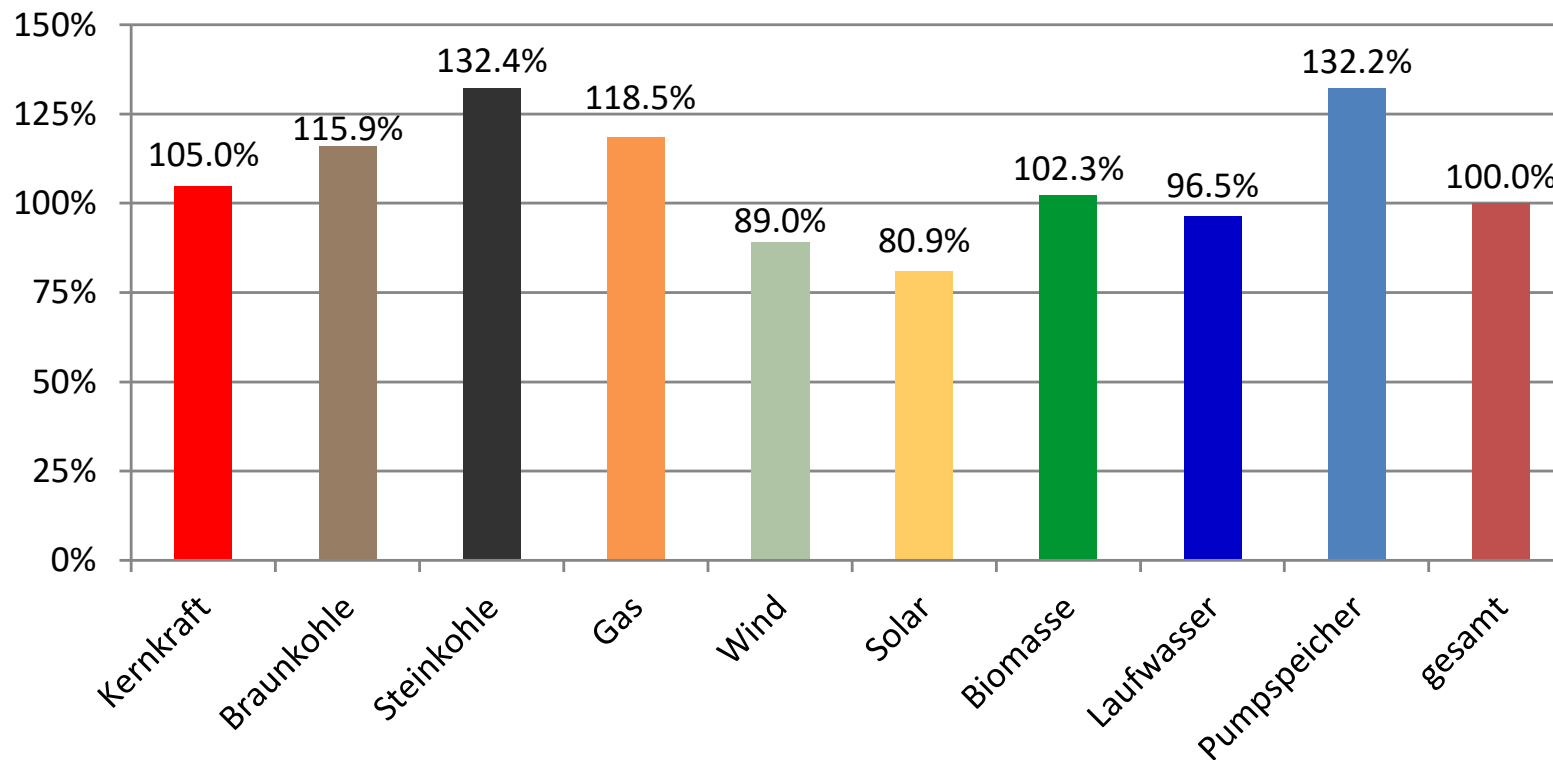
Marktwerte Day Ahead, volumengewichtet

Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

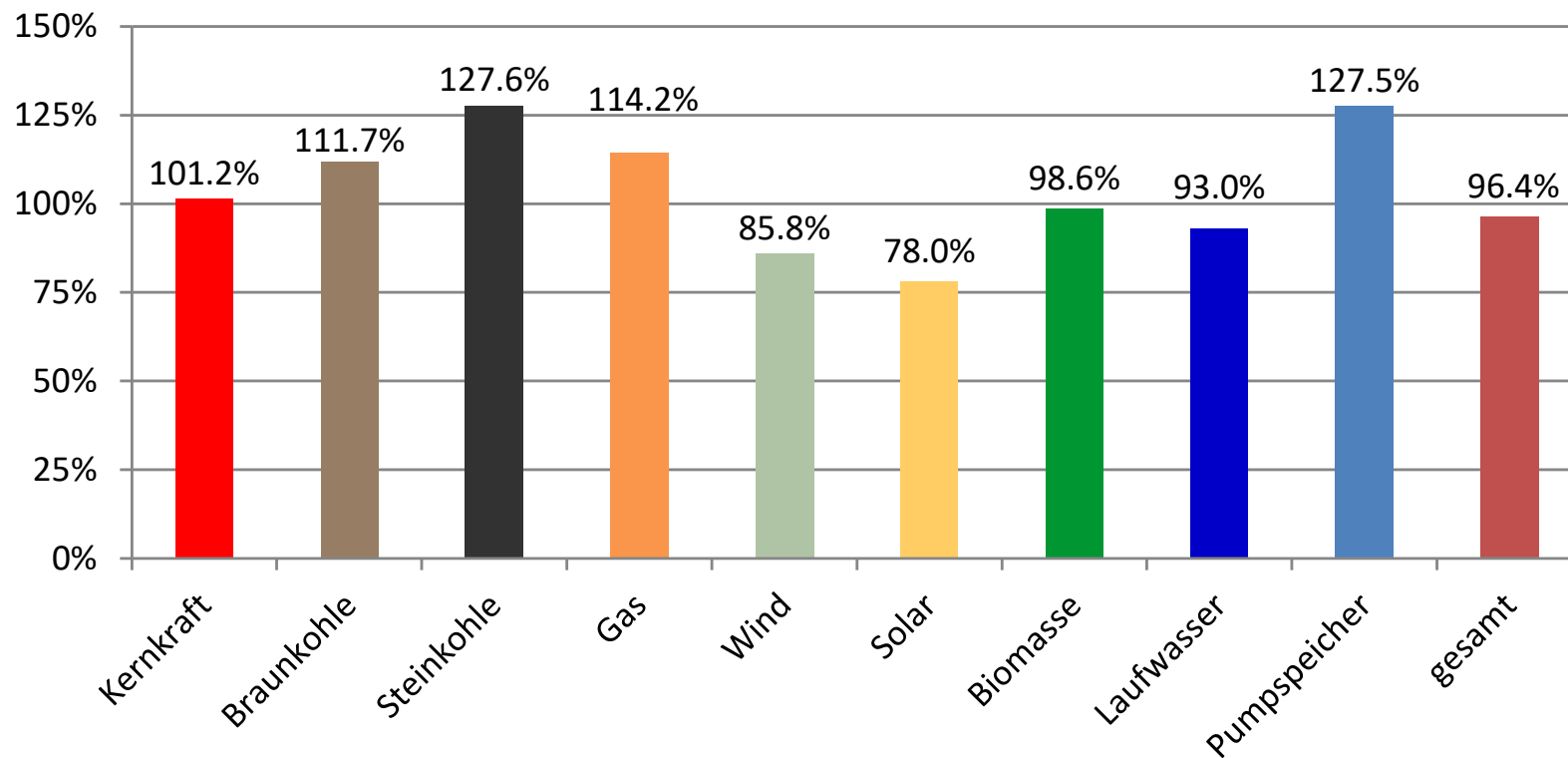
Relative Marktwerte Day Ahead, volumengewichtet Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

Marktwertfaktoren

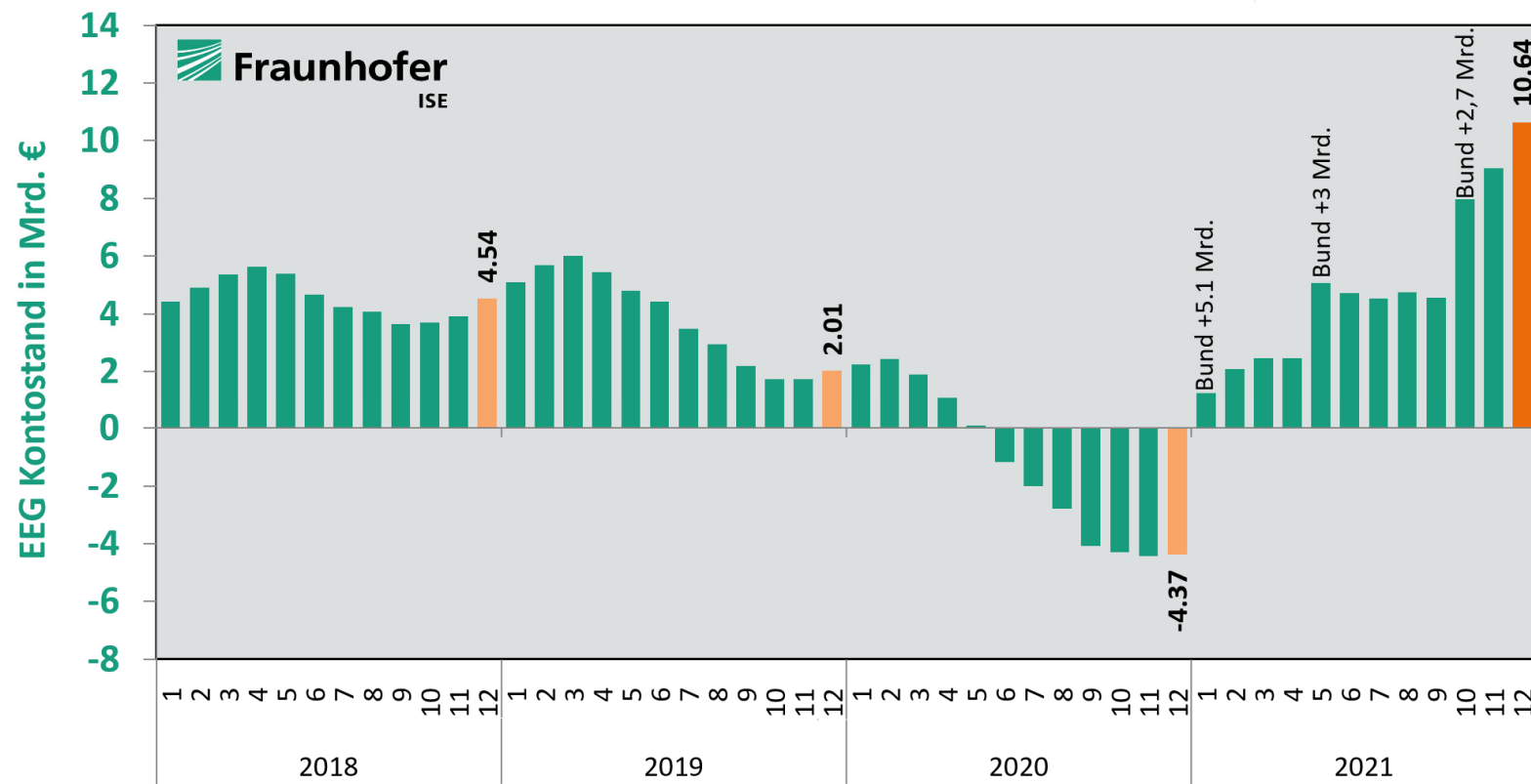
Jahr 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

Kontostand EEG-Konto

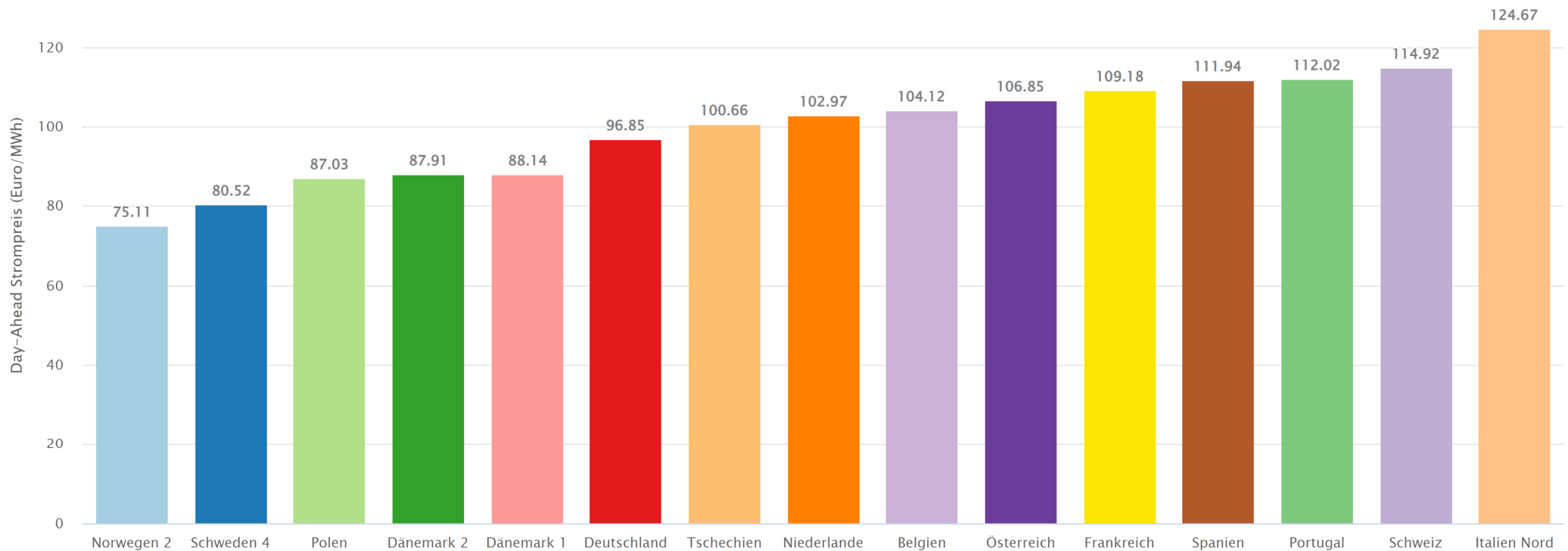
Monatsdaten 2018 - 2021



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

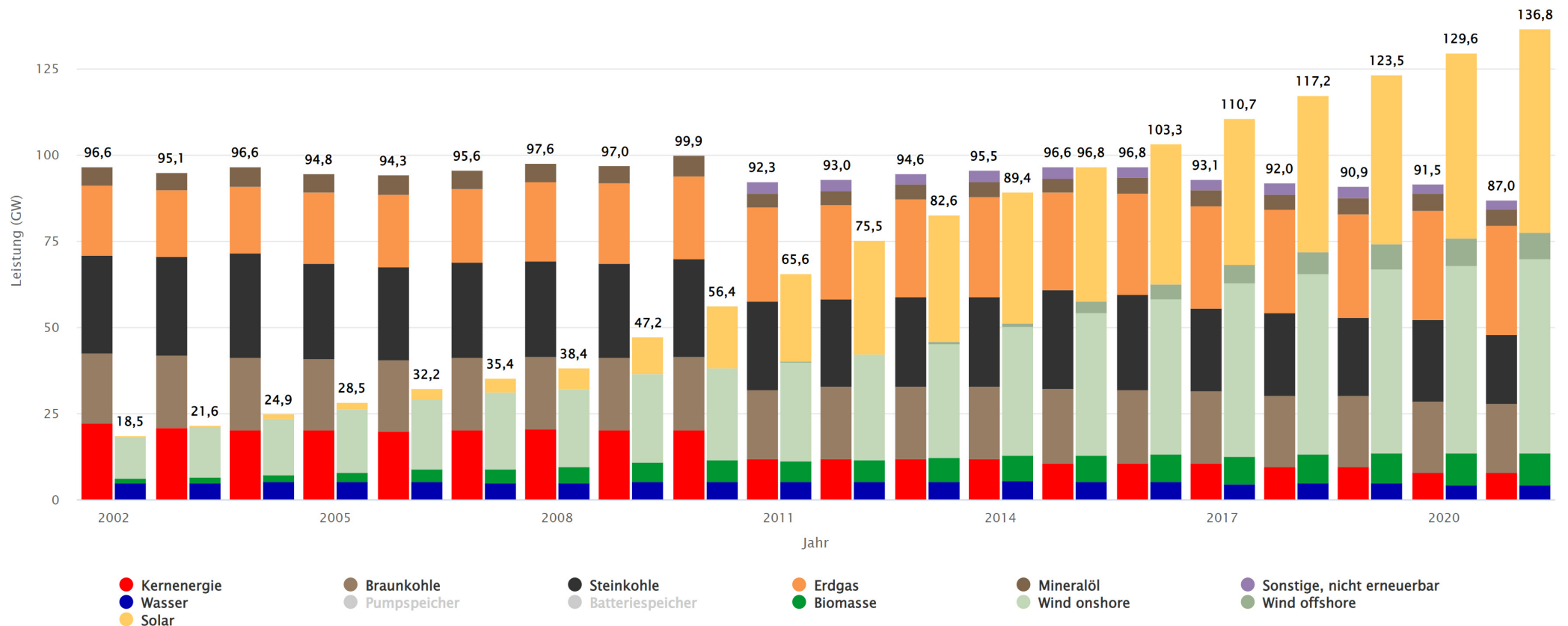
Europäische Day-Ahead Strompreise

Jahr 2021, arithmetische Mittelwerte



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?l=en&c=EU&year=2021&interval=year

Installierte Leistung zur Stromerzeugung fossil/nuklear (linke Balken) und erneuerbar (rechte Balken)

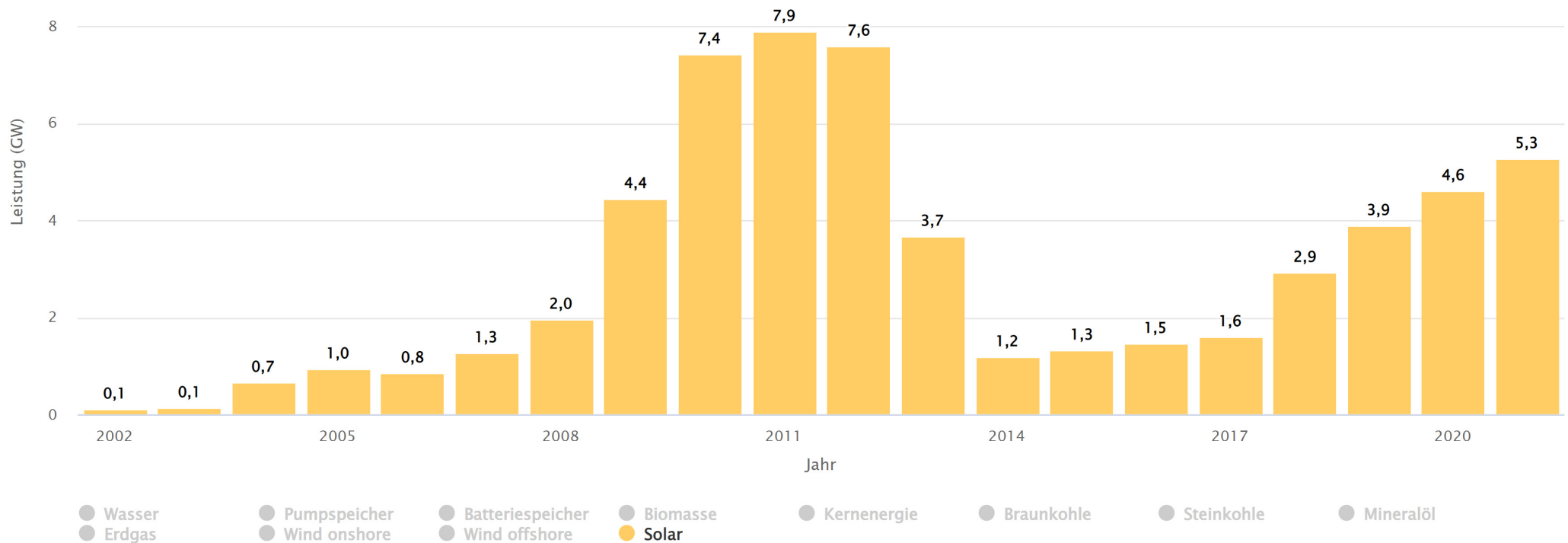


Seit 2015 ist die installierte Leistung der erneuerbaren Energien größer als die fossile/nukleare Leistung.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur, Quelle: https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=sorted&year=-1&sum=1

Jährlicher Zubau an installierter Leistung

Solar

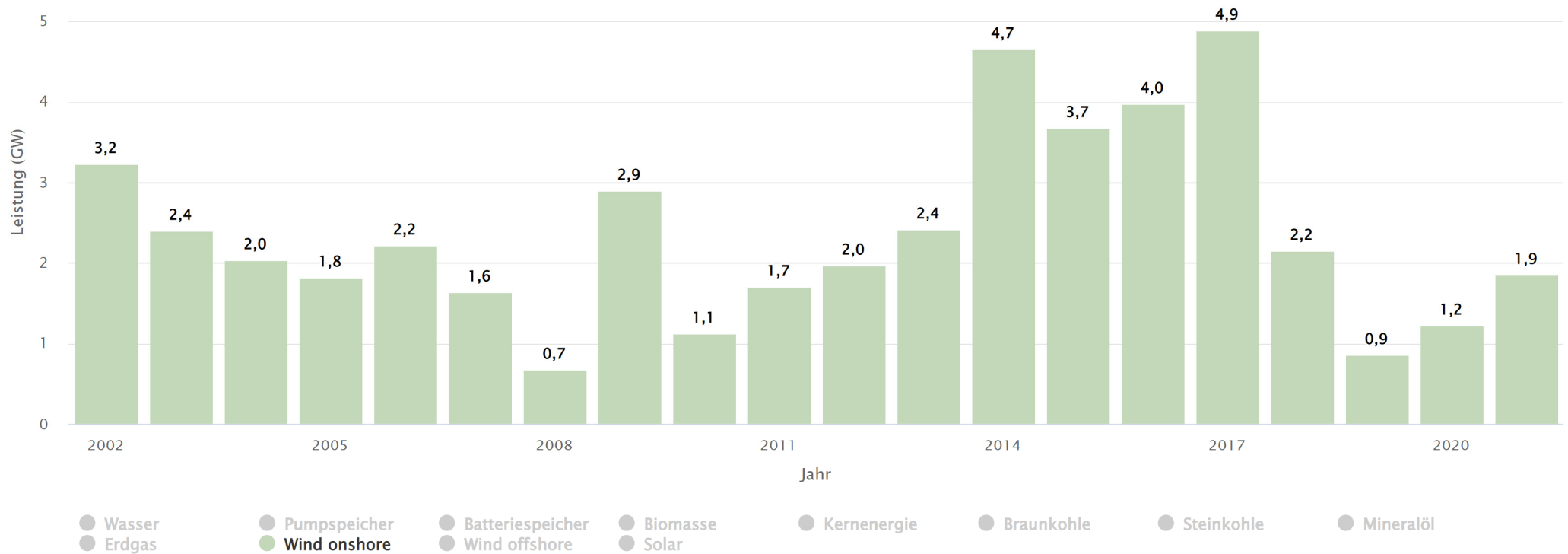


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur,

Quelle: https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=sorted&year=-1&sum=1&expansion=installation_decommission&legendItems=0000000000000001

Jährlicher Zubau an installierter Leistung

Wind onshore

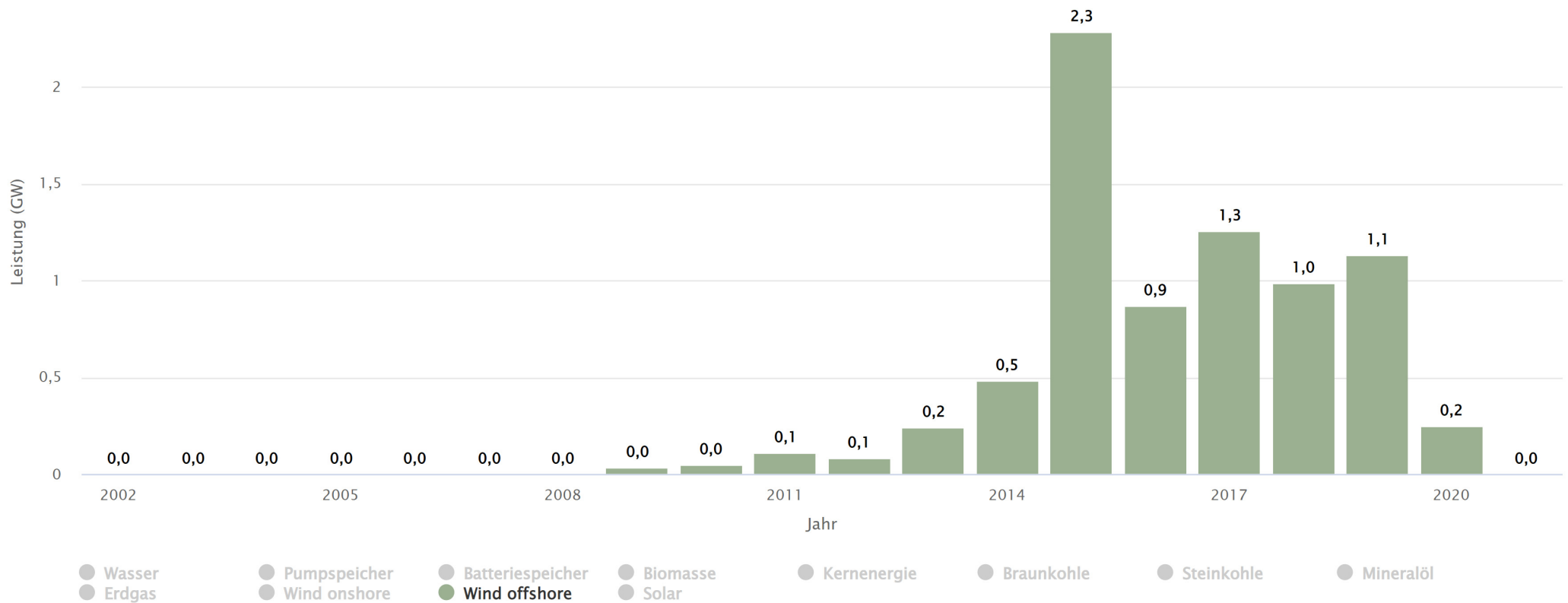


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur,

Quelle: https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.html?l=de&c=DE&stacking=sorted&year=-1&sum=1&expansion=installation_decommission&legendItems=00000000000100

Jährlicher Zubau an installierter Leistung

Wind offshore

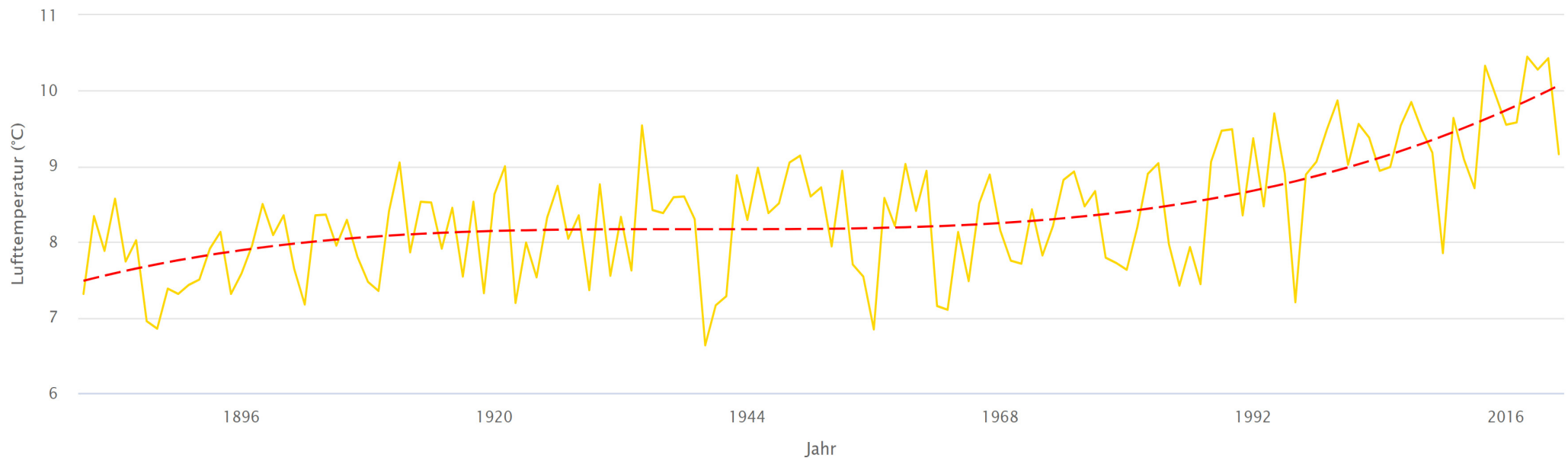


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur,

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

Mittlere Lufttemperatur in Deutschland

1881 bis 2021

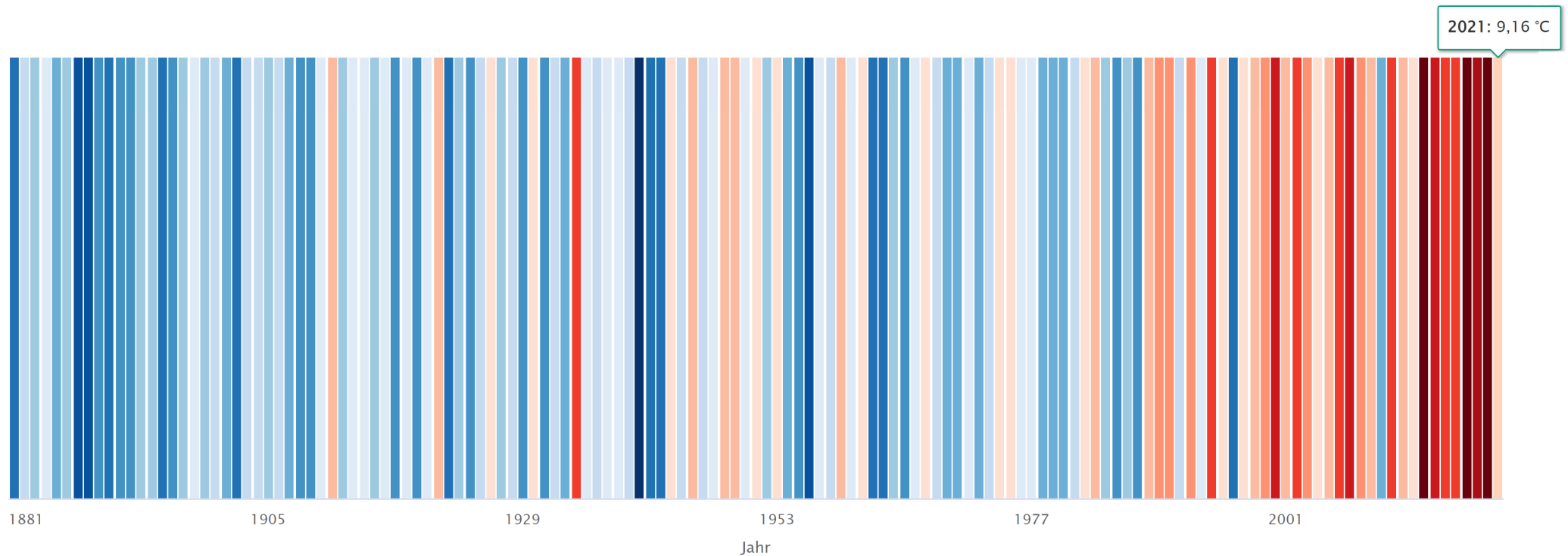


Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/climate_annual_average/chart.htm?l=de&c=DE&source=air&legendItems=0000000000000000100000000000000010

Mittlere Lufttemperatur in Deutschland

Temperaturstreifen von 1881 bis 2021



Temperaturstreifen nach einer Idee von Ed Hawkins. Die Farbskala reicht von 6.63°C in 1940 (dunkelblau) bis 10.45°C in 2018 (dunkelrot), Mittelwert von 1881 bis 2021: 8.34°C. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst DWD

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/climate_annual_average/chart.html?l=de&c=DE&source=air_color_flat

Anhang und Erläuterungen

Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2020

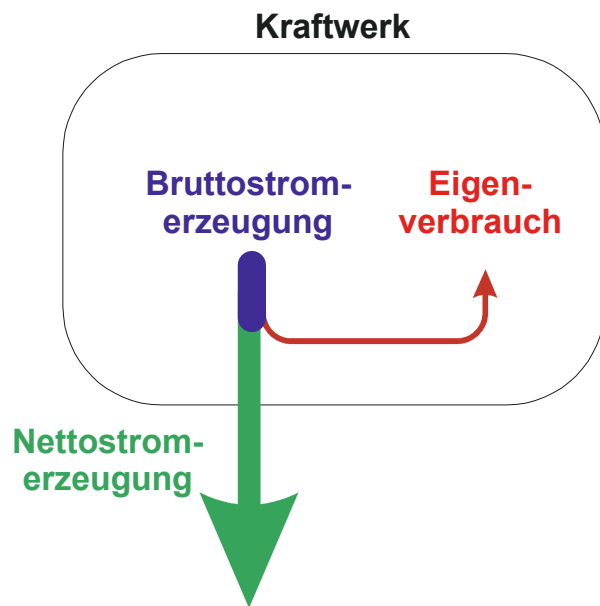
Die **erste Version** der Jahresauswertung 2021 vom 03.01.2021 berücksichtigt alle Stromerzeugungsdaten der Leipziger Strombörse EEX bis einschließlich 31.12.2021. Über die verfügbaren Monatsdaten des Statistischen Bundesamtes (Destatis) zur Elektrizitätserzeugung bis einschließlich September 2021 und die Monatsdaten zur Ein- und Ausfuhr von Elektrizität bis einschließlich Oktober 2021 wurden die Stundenwerte der EEX energetisch korrigiert. Für die restlichen Monate wurden die Korrekturfaktoren auf Basis von zurückliegenden Jahresdaten abgeschätzt. Die hochgerechneten Werte unterliegen größeren Toleranzen.

Stündlich aktualisierte Daten finden Sie auf den Energy-Charts:

<https://www.energy-charts.info>

Nettostromerzeugung im Jahr 2020

Unterschied zwischen Netto- und Bruttostromerzeugung



In diesem Bericht werden die Daten zur deutschen **Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung** dargestellt. Bei der Verwendung von Nettogrößen wird der Eigenverbrauch eines Kraftwerks direkt aus der Bruttostromerzeugung des Kraftwerks versorgt. Die Differenz zwischen Bruttostromerzeugung und Eigenverbrauch ist die Nettostromerzeugung, die in das Netz eingespeist wird. Nach dieser Konvention wird z.B. eine Kohlemühle im Braunkohlekraftwerk direkt aus der Stromerzeugung des Kraftwerks versorgt und damit ausschließlich mit Braunkohlestrom betrieben.

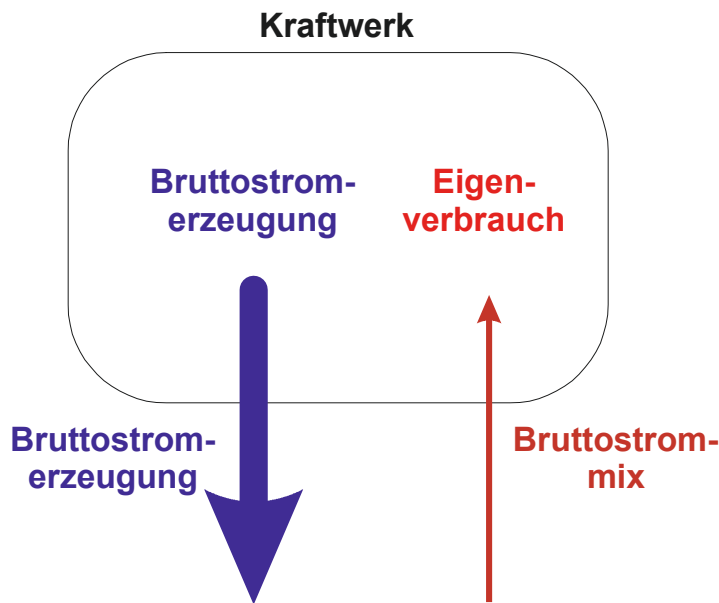
Die komplette Stromwirtschaft rechnet mit Nettogrößen, z.B. für den Stromhandel, die Netzberechnung, Netzauslastung, Kraftwerkseinsatzplanung usw.

An der deutschen Strombörse EEX wird ausschließlich die Nettostromerzeugung gehandelt, die Übertragungsnetzbetreiber rechnen mit Nettoströmen und bei den grenzüberschreitenden Stromflüssen werden auch nur Nettozahlen gemessen.

Die Nettostromerzeugung repräsentiert den Strommix, der tatsächlich zu Hause aus der Steckdose kommt und der im Haushalt verbraucht wird bzw. mit dem auch Elektrofahrzeuge öffentlich geladen werden. Der Stromzähler im Haus misst auch den Nettostrom, der verbraucht oder eingespeist wird.

Nettostromerzeugung im Jahr 2020

Unterschied zwischen Netto- und Bruttostromerzeugung

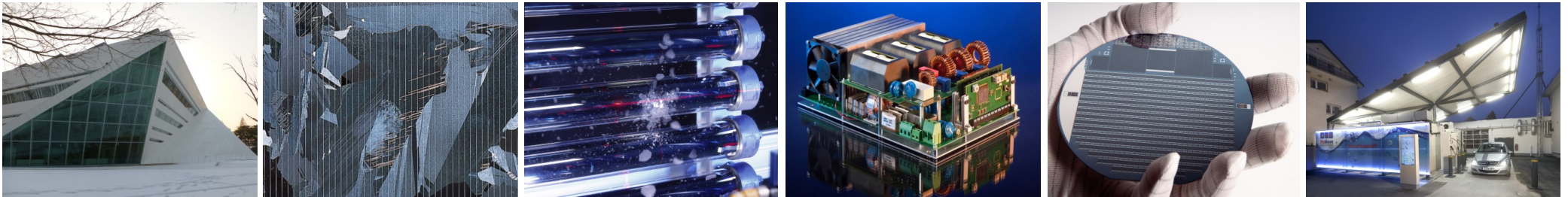


Die **Bruttostromerzeugung** beinhaltet auch den Eigenverbrauch der Kraftwerke, der direkt im Kraftwerk verbraucht wird und physikalisch gar nicht in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Auf der Verbrauchsseite wird der Eigenverbrauch der Kraftwerke dem Bruttostrom-verbrauch zugerechnet, damit die Bilanz wieder stimmt. Nach dieser Konvention wird z.B. eine Kohlemühle im Braunkohlekraftwerk mit dem Bruttostrommix und damit mit ca. 45% erneuerbaren Energien betrieben.

Außerdem ist in der Bruttostromerzeugung auch die Eigenstromerzeugung der Industrie, den sogenannten „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“ enthalten. Diese Eigenerzeugung wird direkt in den Betrieben verbraucht und auch nicht in das öffentliche Netz eingespeist. Bruttozahlen werden nur zu statistischen Zwecken erhoben, finden aber in der täglichen Stromwirtschaft keine Anwendung.

Die Daten zur **öffentlichen Nettostromerzeugung** und zur **gesamten Bruttostromerzeugung** unterscheiden sich deutlich. Dadurch ergeben sich auch deutlich unterschiedliche Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bzw. am Stromverbrauch.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Prof. Dr. Bruno Burger

bruno.burger@ise.fraunhofer.de

www.energy-charts.info

https://twitter.com/energy_charts_d