

# Energieversorgung in Deutschland – Ein Überblick

---

**Prof. Dr. Bruno Burger**  
**Vortrag**  
**Akademie für politische Bildung**  
**Tutzing, 01.03.2024, 15:00 Uhr**  
**[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)**

# Agenda

---

- 1. Emissionen**
- 2. Stromerzeugung in Deutschland**
- 3. Entwicklung der Strompreise**
- 4. Stromerzeugung in den Bundesländern**
- 5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland**
- 6. Szenario bis 2045**
- 7. Zusammenfassung**

# Quellen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) Emissionen



Emissionen der Industrie



Emissionen der Stromerzeugung

Emissionen vom Heizen



Emissionen von Fahrzeugen

# Jährliche Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) Emissionen

## Annual CO<sub>2</sub> emissions

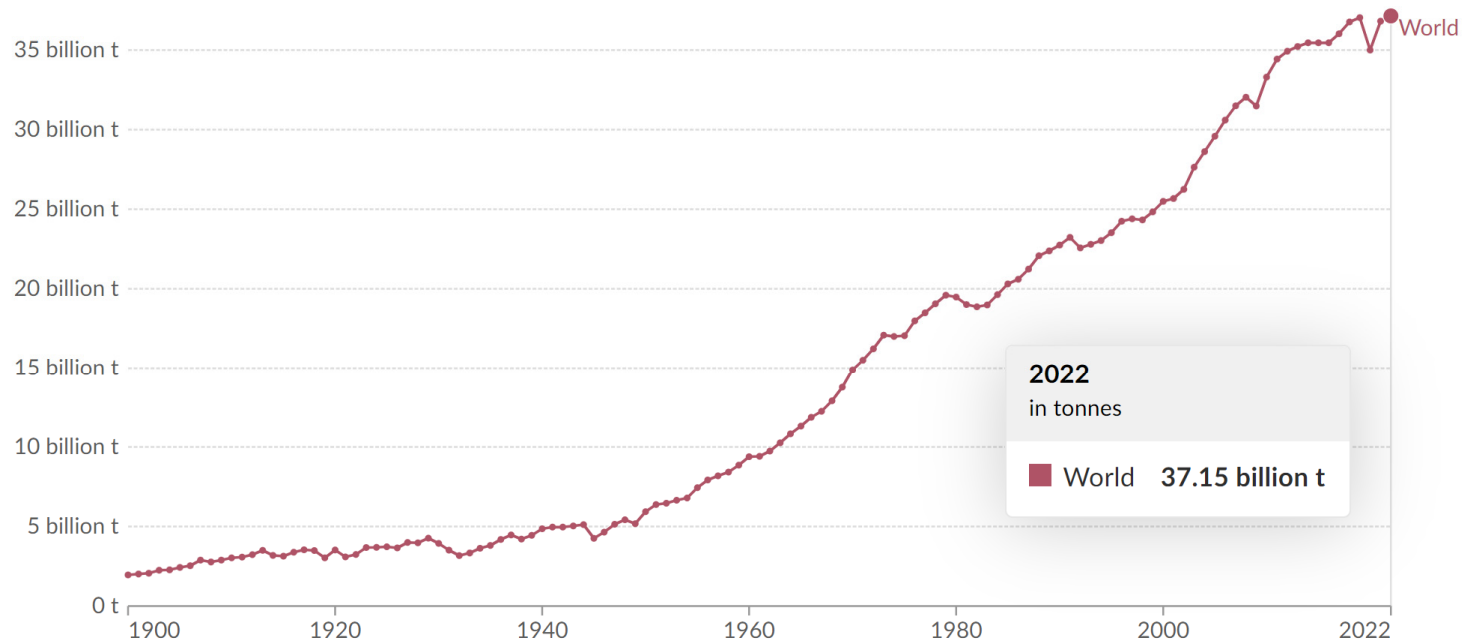
Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from fossil fuels and industry. Land-use change is not included.

Our World  
in Data

Table | Map | Chart

Edit countries and regions

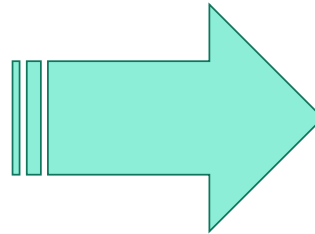
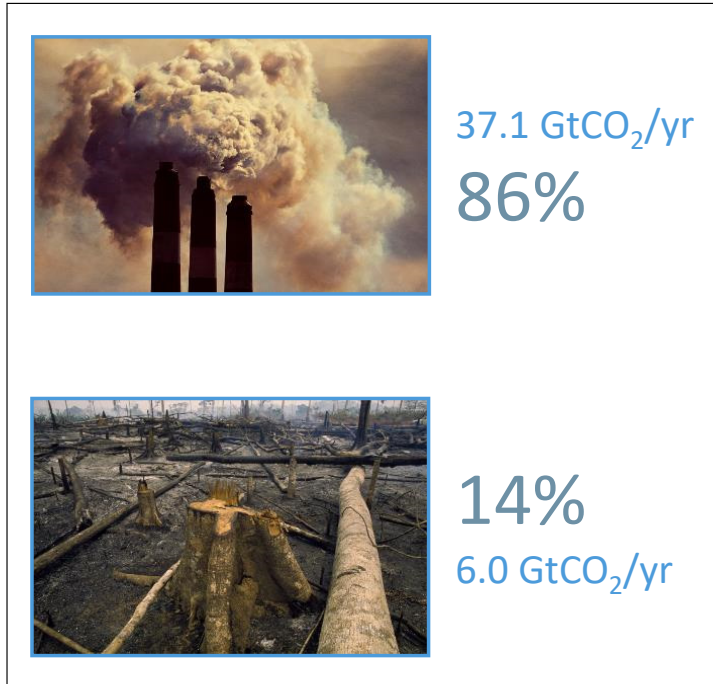
Settings



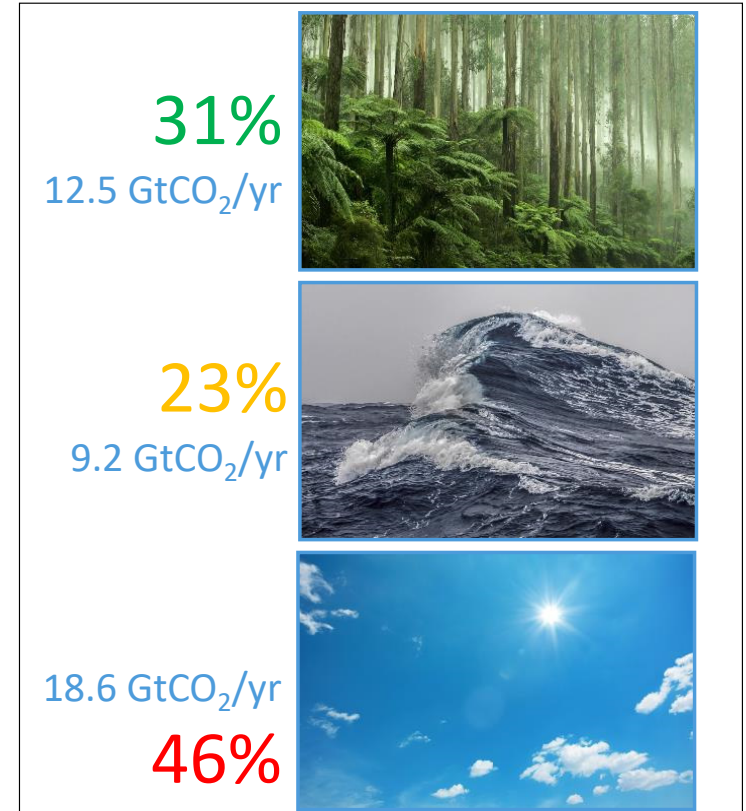


# Quellen und Senken für Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

## Quellen

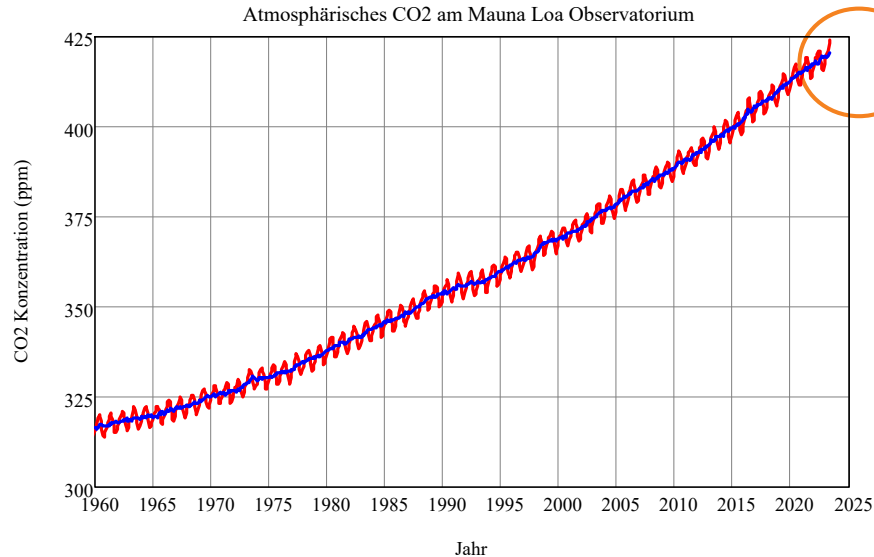


## Senken



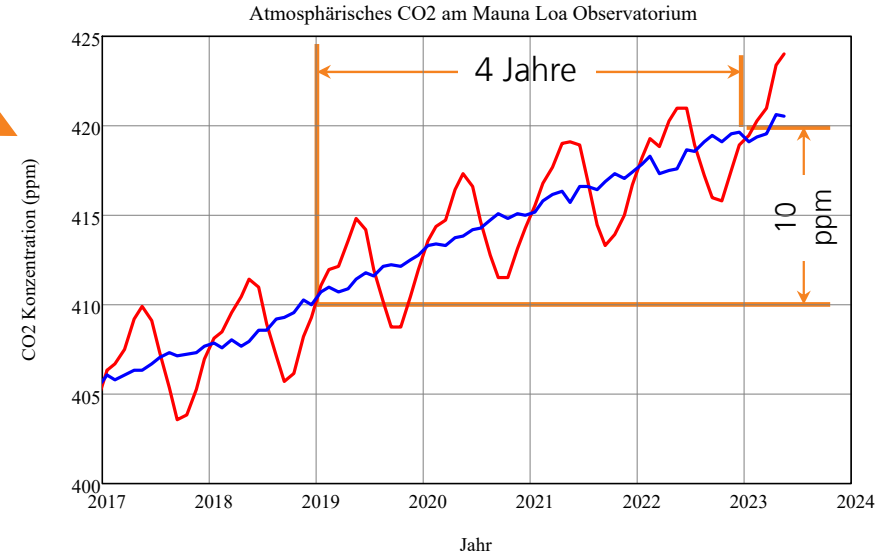
# Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre in ppm

Keeling Kurve, Mauna Loa, Hawaii



Januar 1958; 315 ppm CO<sub>2</sub>  
Januar 2024: 423 ppm CO<sub>2</sub> (+34%)

$$\text{Fit} = 315 \text{ ppm} + 0.80 \text{ ppm (Jahr} - 1958) + 0.013 \text{ ppm (Jahr} - 1958)^2$$

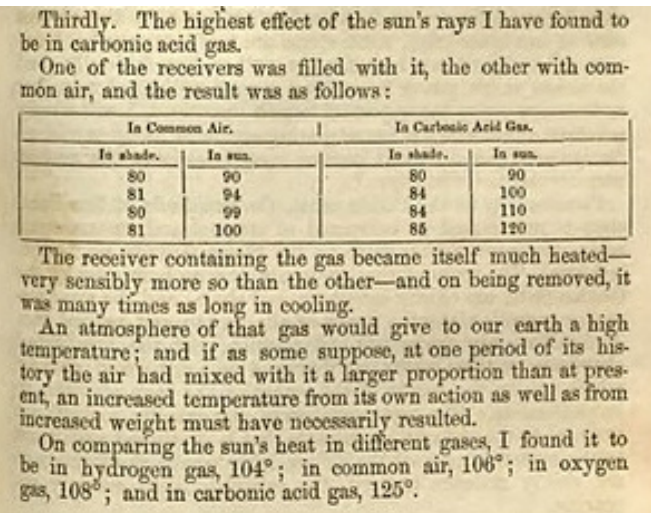


**Plus 10 ppm in vier Jahren ergibt ungefähr +0.1°C globale Temperaturerhöhung**

# Klimagas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

## Eunice Newton Foote 1856

Carbon dioxide absorbs thermal radiation.  
„if at one period of its history the air had mixed with it a larger proportion than at present, an increased temperature from its own action as well as from increased weight must have necessarily resulted.“

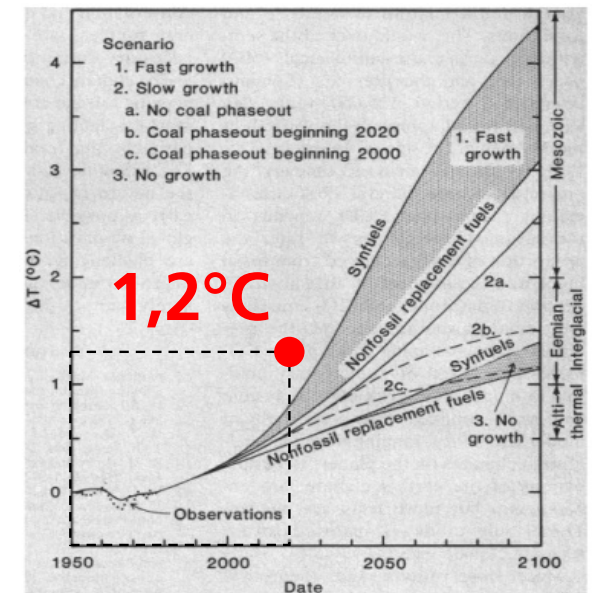


## Arrhenius 1896

Anthropogenic CO<sub>2</sub> enrichment in the atmosphere could increase the Earth's temperature.



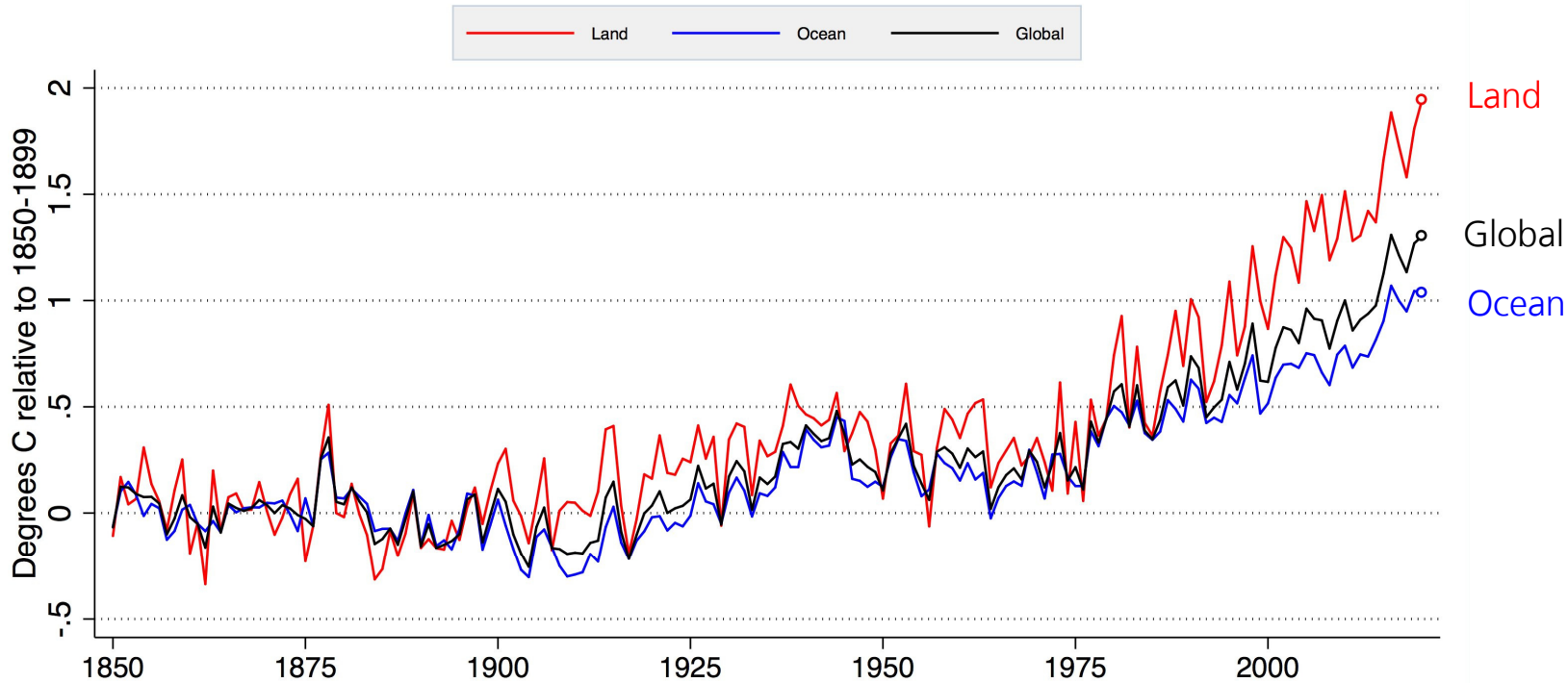
## Hansen (1981)



# Globale Erwärmung

Land, Ocean, and Global Surface Temperatures, ERA5

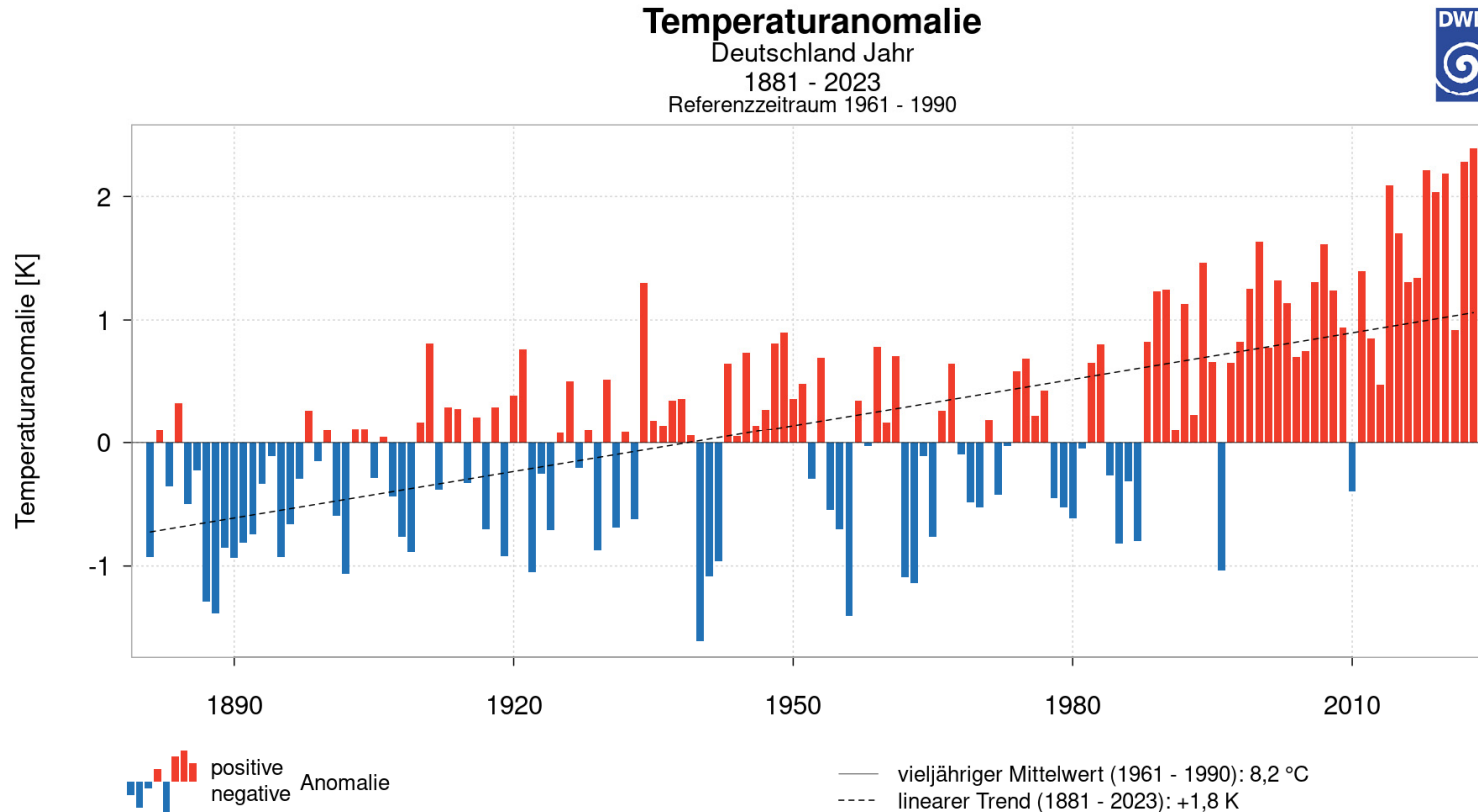
HadCRUT5 data used prior to ERA's 1979 start





# Erwärmung in Deutschland

Deutscher Wetterdienst



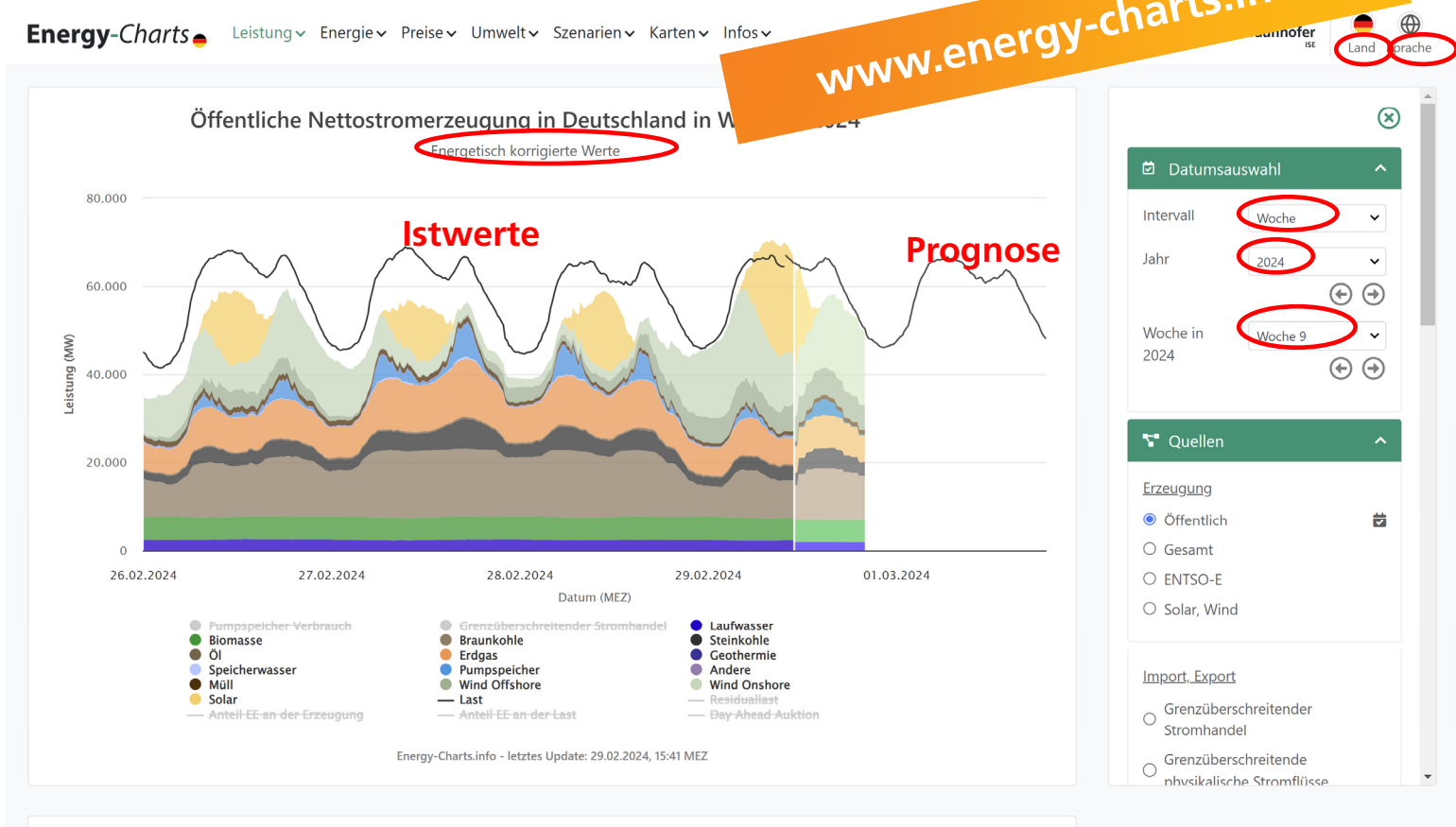
# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

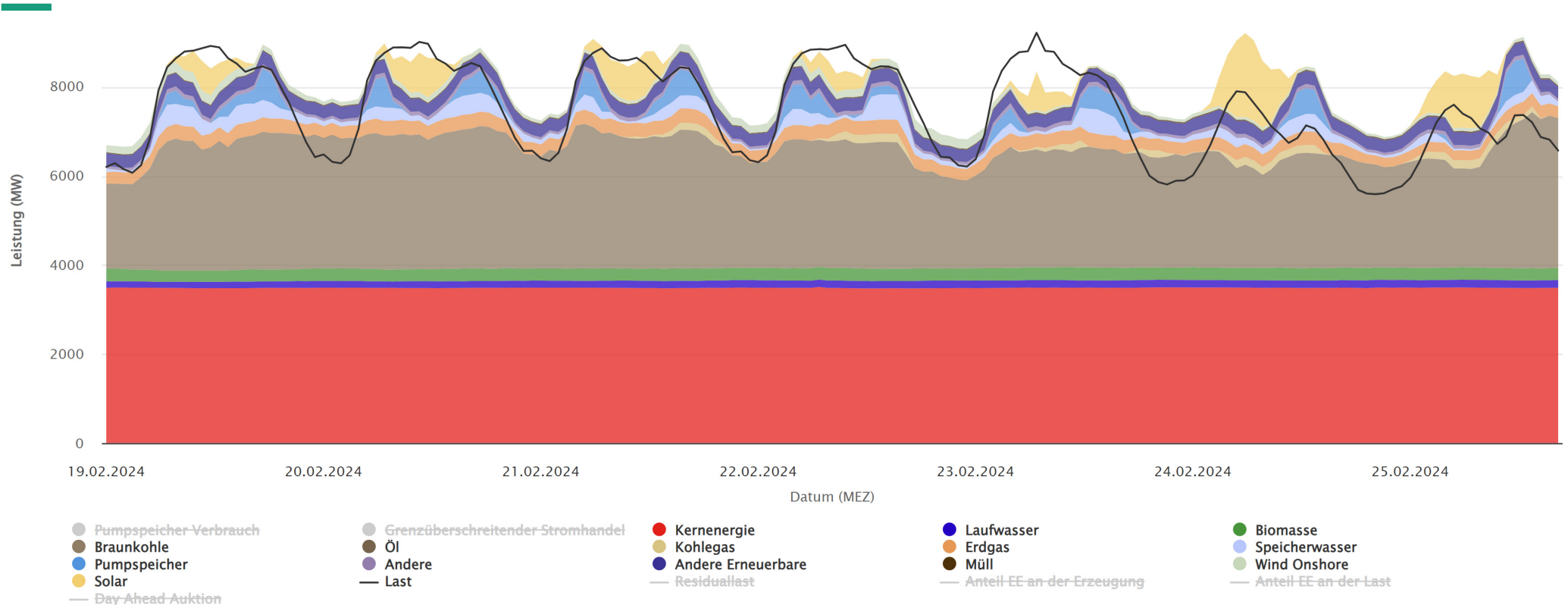
# Viertelstunden- bzw. Stundenwerte der Leistung

Deutschland, Woche 9, 2024



# Viertelstunden- bzw. Stundenwerte der Leistung

Tschechien, Woche 08, 2024

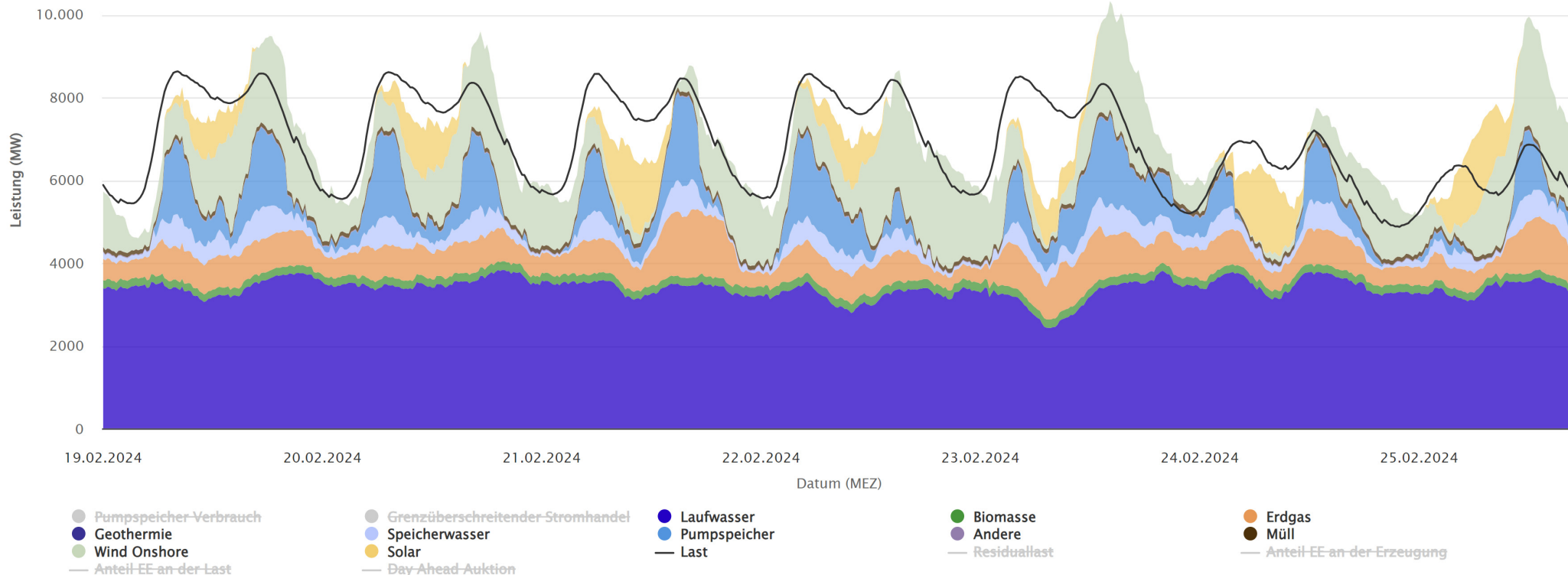


Energy-Charts.info - letztes Update: 29.02.2024, 15:37 MEZ



# Viertelstunden- bzw. Stundenwerte der Leistung

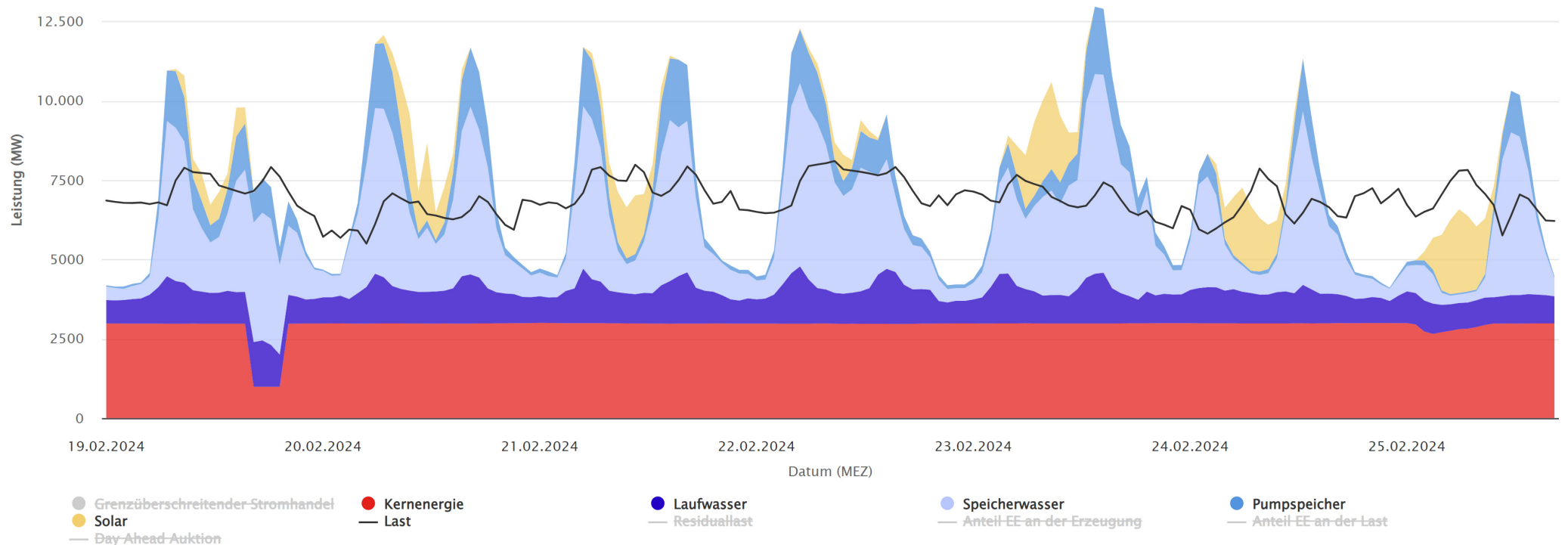
Österreich, Woche 08, 2024



Energy-Charts.info - letztes Update: 29.02.2024, 15:37 MEZ

# Viertelstunden- bzw. Stundenwerte der Leistung

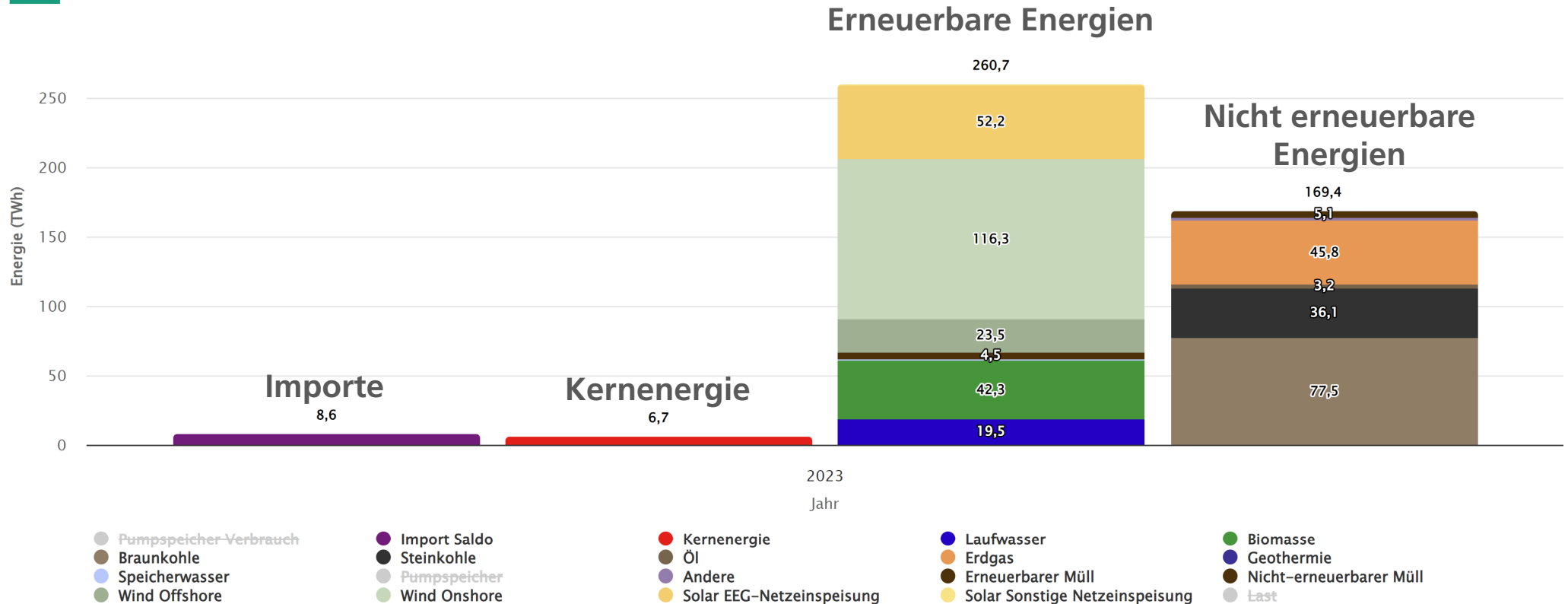
Schweiz, Woche 08, 2024



Energy-Charts.info - letztes Update: 29.02.2024, 15:50 MEZ

# Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023

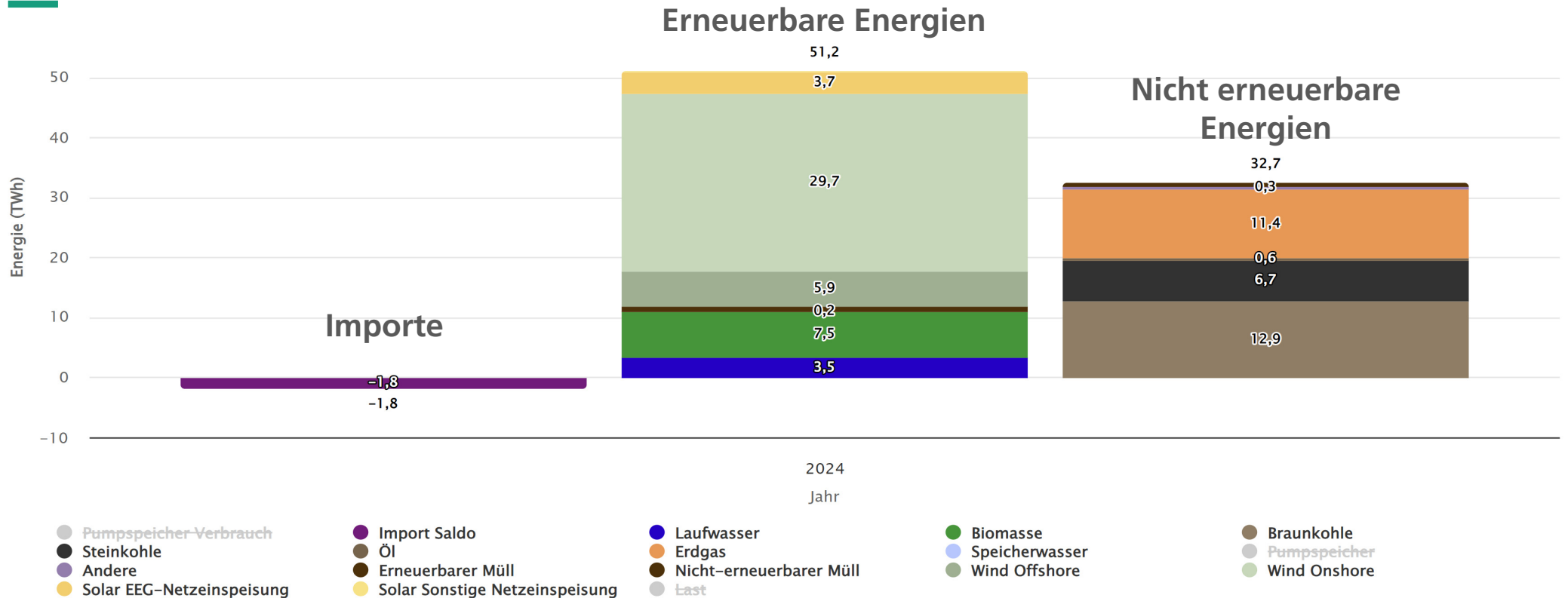


Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 09:46 MEZ

Quelle: <https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.html?l=de&c=DE&interval=year&legendItems=01111111111011111110&year=2023>

# Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2024, Januar und Februar



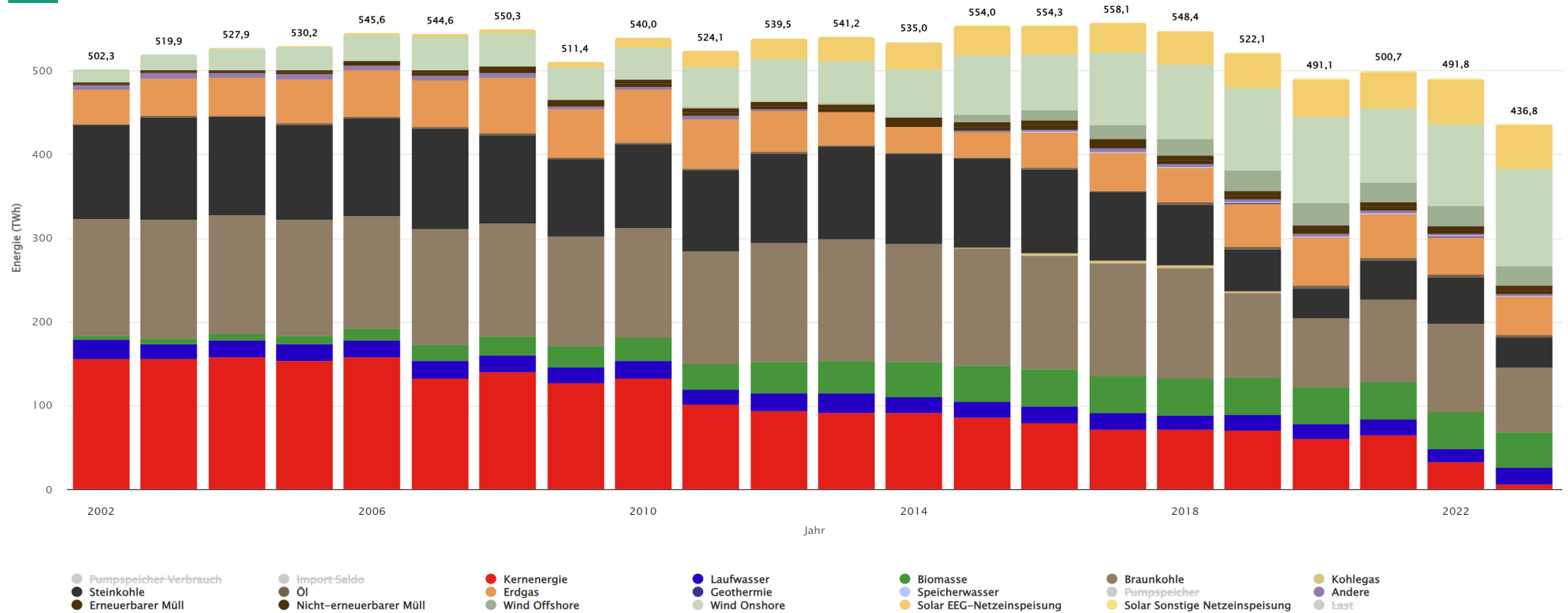
Energy-Charts.info - letztes Update: 01.03.2024, 11:32 MEZ

Quelle: <https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&legendItems=011111111011111110>



# Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2002 - 2023

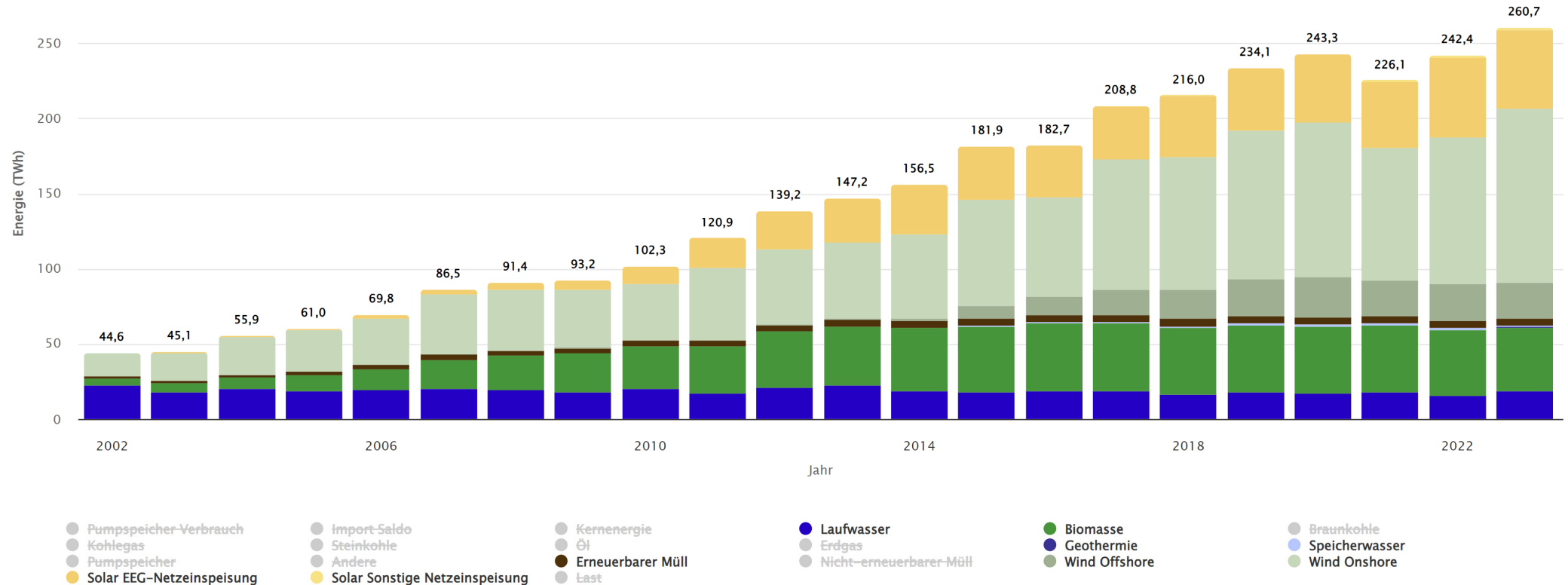


Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 09:46 MEZ

Quelle: <https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1>

# Öffentliche Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Jahr 2002 - 2023

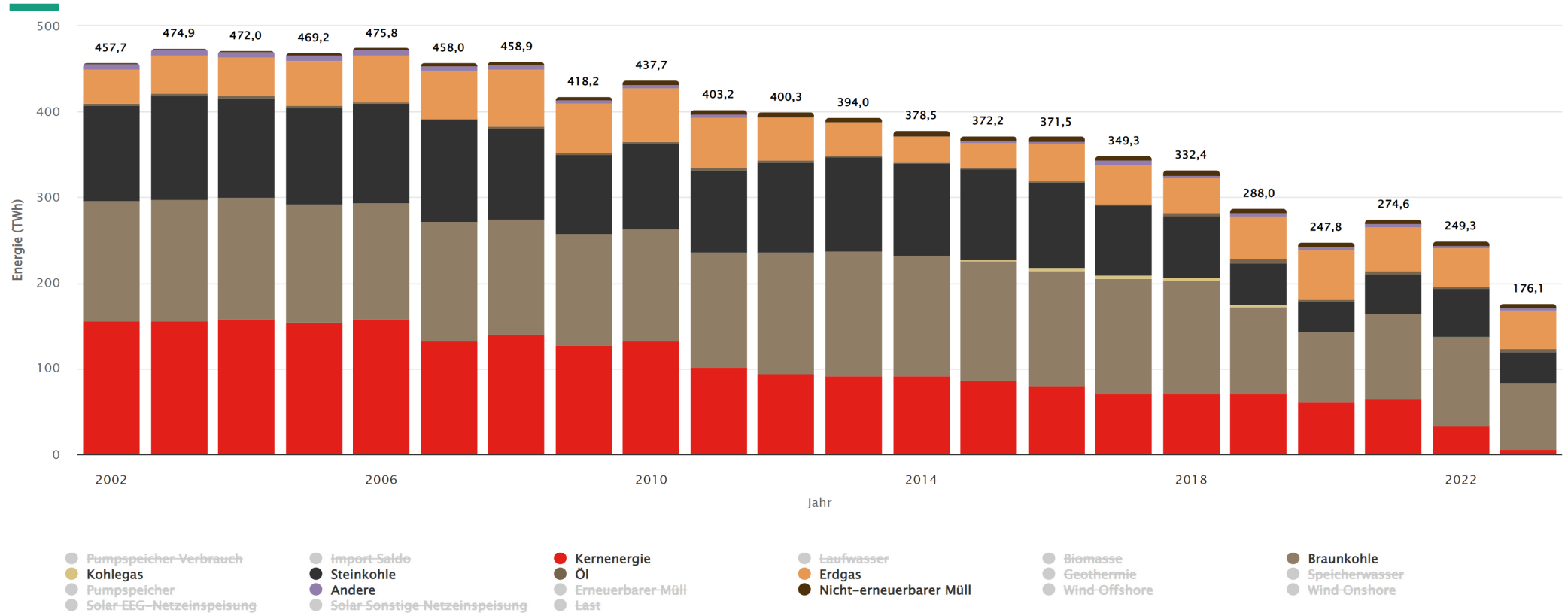


Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 09:46 MEZ

Quelle: <https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.html?l=de&c=DE&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&sum=1>

# Öffentliche Nettostromerzeugung aus nicht erneuerbaren Quellen

Jahr 2002 - 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 18:44 MEZ

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

# Öffentliche Nettostromerzeugung aus nicht erneuerbaren Quellen

Jahr 2002 - 2023



Christoph Ploß  

@christophloss

Dass die #grüne Partei von Wirtschaft wenig versteht, hat viele nicht überrascht. Sie ist aber auch für unsere Klimabilanz eine Katastrophe:


Der Anteil der klimaschädlichen Braunkohle an der Stromerzeugung ist zuletzt massiv angestiegen! @StimmtTalk



<https://twitter.com/christophloss/status/1762122735373762729>

20



Martin Huber 

@MartinHuberCSU

Ampel = #Kohle-Koalition

So dreckig wie jetzt war der deutsche #Strom seit Jahren nicht. Eine Koalition der Versager: Stromangebot verknappen (AKWs aus), Strompreis in die Höhe treiben, CO2 Ausstoß massiv steigern. Diese #Ampel kriegt nichts, aber auch gar nichts auf die Reihe.

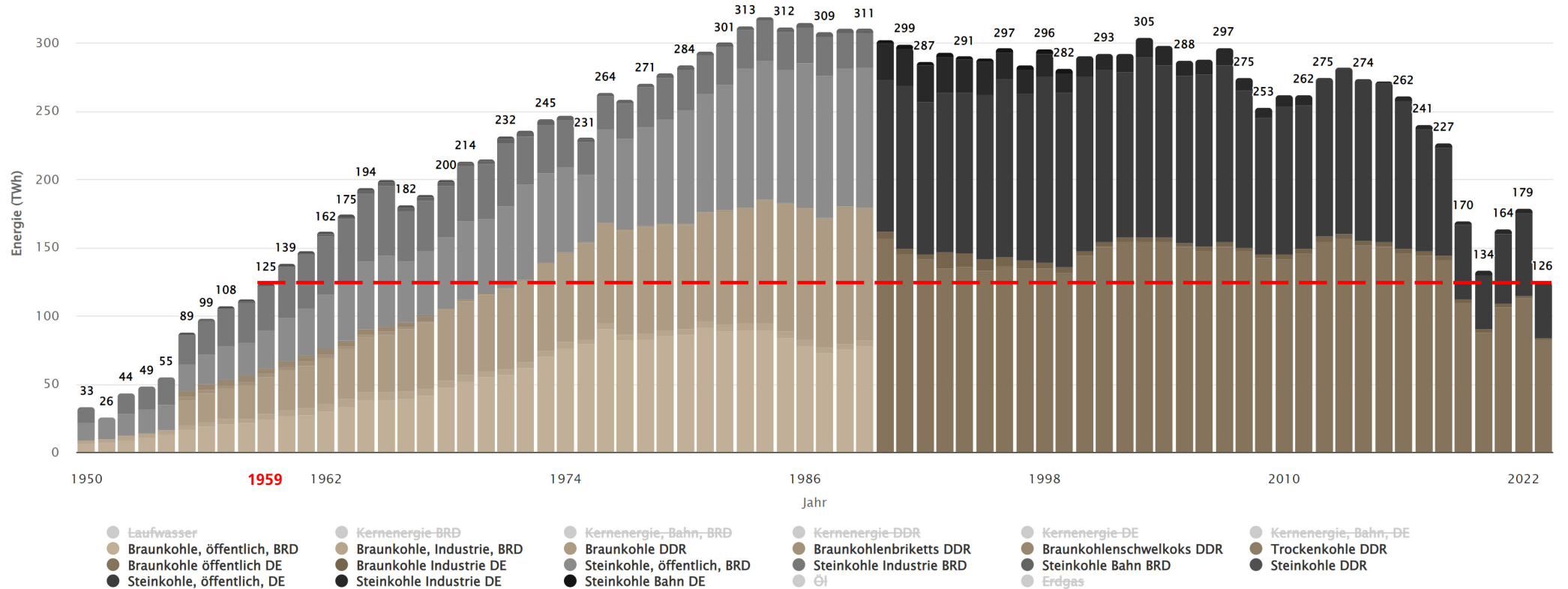


<https://twitter.com/MartinHuberCSU/status/1736837500331553088>



# Bruttostromerzeugung aus Braun- und Steinkohle

Jahr 1950 bis 2023

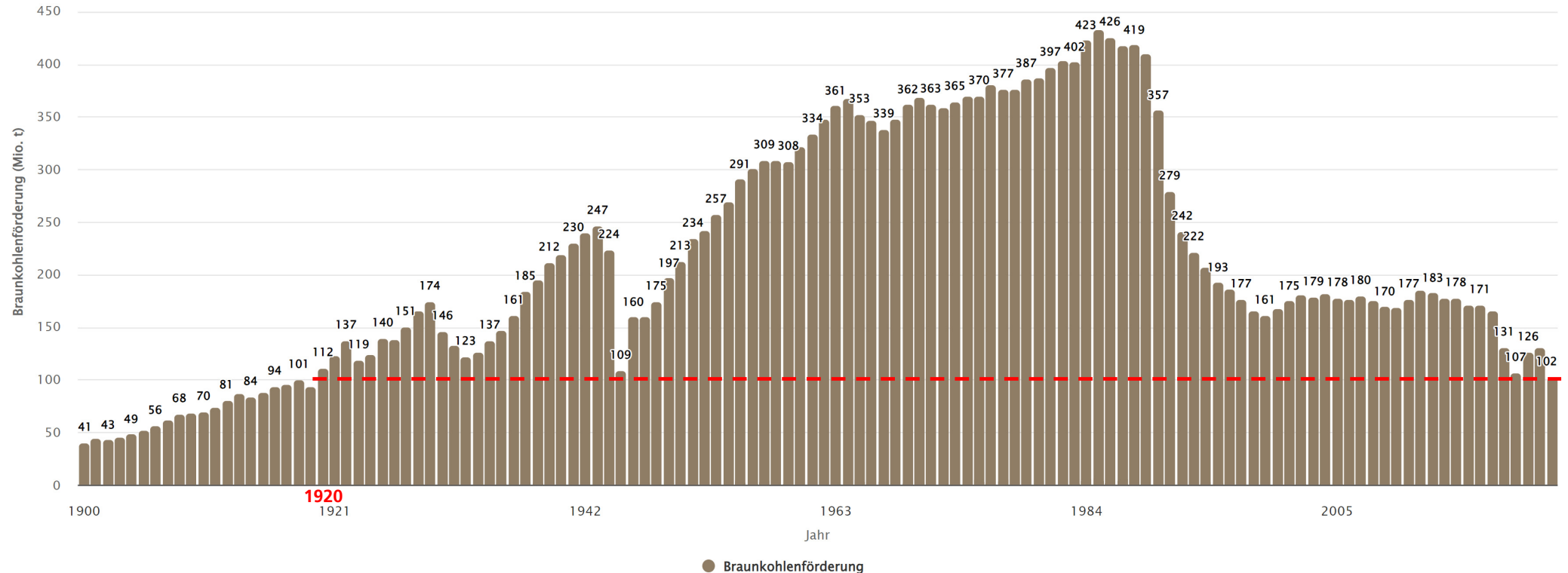


Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 19:52 MEZ

Die Bruttostromerzeugung aus Kohle lag 2023 auf dem Niveau von 1959.

# Braunkohlenförderung in Deutschland

Jahr 1900 bis 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 26.02.2024, 22:18 MEZ

Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.

# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

# Öffentliche Nettostromerzeugung aus nicht erneuerbaren Quellen

Jahr 2002 - 2023



**Martin Huber** ✓

@MartinHuberCSU



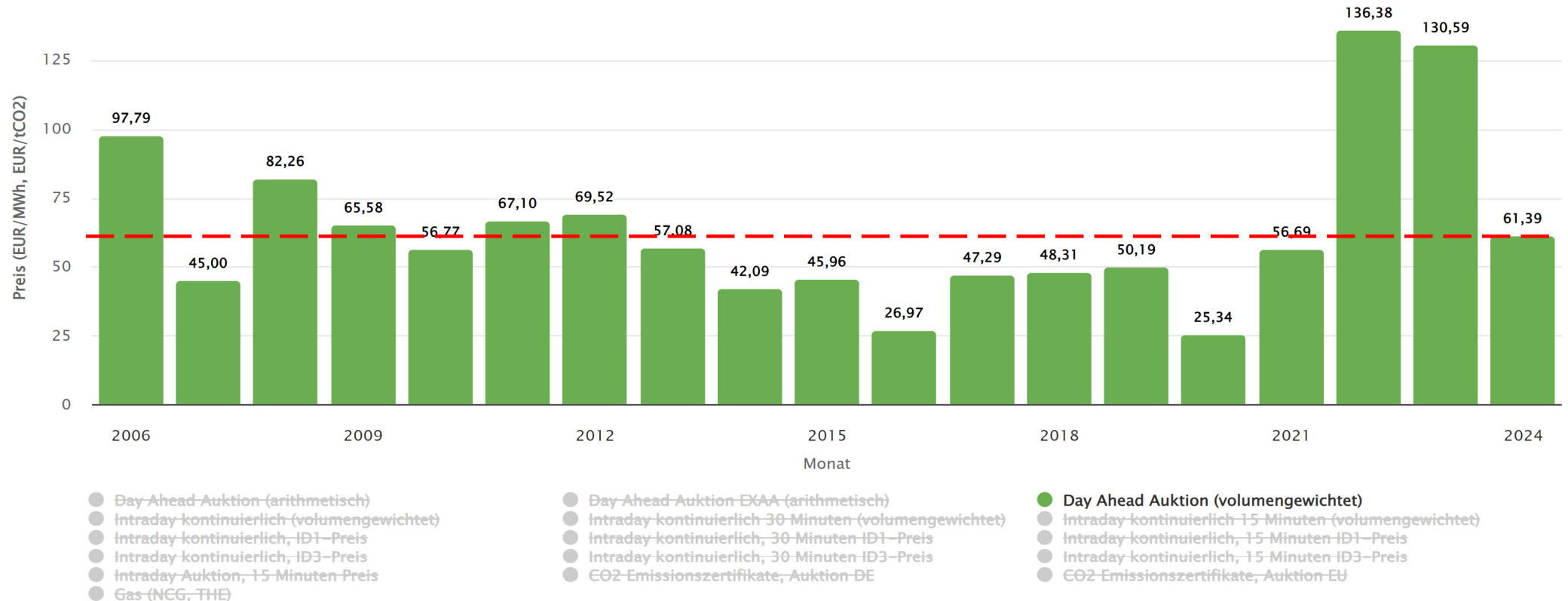
Ampel = #Kohle-Koalition

So dreckig wie jetzt war der deutsche #Strom seit Jahren nicht. Eine Koalition der Versager: Stromangebot verknappen (AKWs aus), Strompreis in die Höhe treiben, CO2 Ausstoß massiv steigern. Diese #Ampel kriegt nichts, aber auch gar nichts auf die Reihe.

<https://twitter.com/MartinHuberCSU/status/1736837500331553088>

# Volumengewichtete Day-Ahead Börsenstrompreise

Februarmonate, inflationsbereinigt



Energy-Charts.info - letztes Update: 23.02.2024, 14:48 MEZ

# Strompreisentwicklung für Neukunden

Jahresverbrauch 4000 kWh

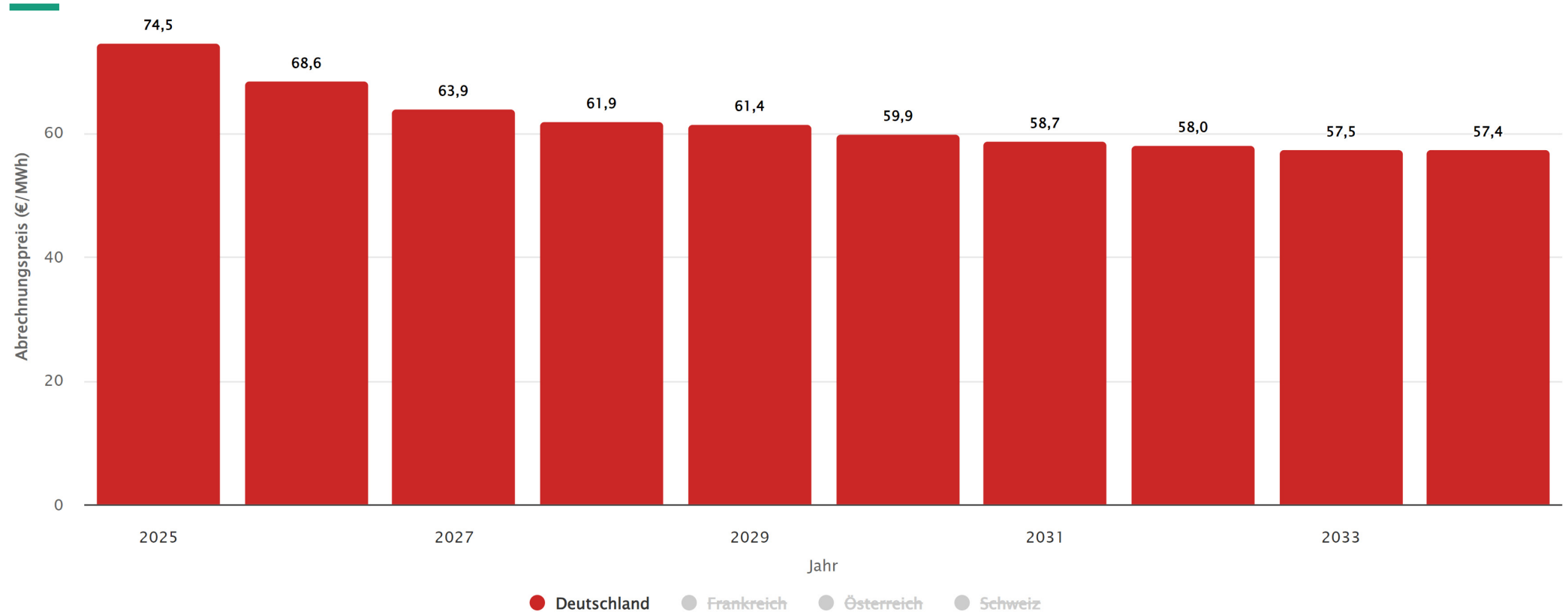


Quelle: <https://www.verivox.de/strom/strompreise/>



# Strom Futures

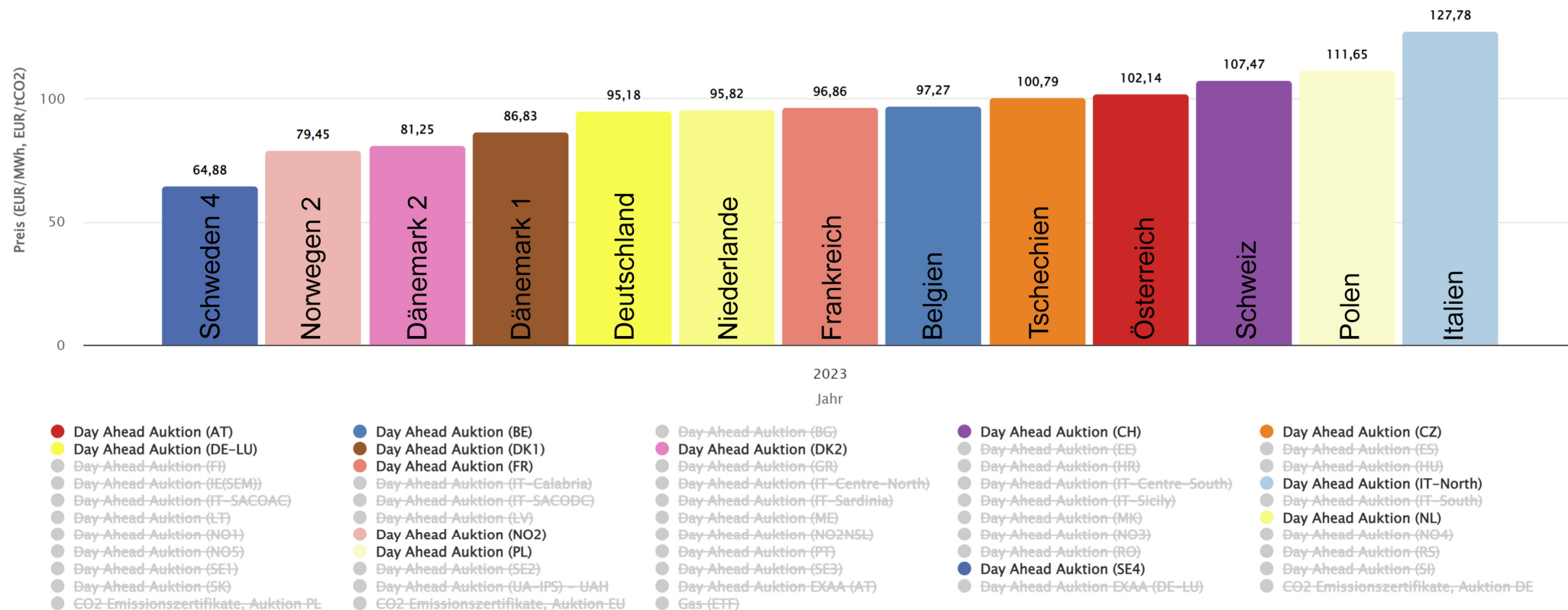
Handelstag: 29.02.2024



Energy-Charts.info - letztes Update: 01.03.2024, 03:06 MEZ

# Börsenstrompreise von Deutschland und den Nachbarländern

## Day-Ahead, Durchschnitt 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 29.02.2024, 20:45 MEZ

28 Link: [https://www.energy-charts.info/charts/price\\_average/chart.html?de&c=ALL&interval=year&legendItems=11011111000100000000000000000000101000010000001000000000&partsum=1&chartColumnSorting=ascending](https://www.energy-charts.info/charts/price_average/chart.html?de&c=ALL&interval=year&legendItems=11011111000100000000000000000000101000010000001000000000&partsum=1&chartColumnSorting=ascending)

# Strompreise in Bayern

Süddeutsche Zeitung / dpa



Home > Bayern > Oberbayern > München > Landtag - München - Atomausstieg hat nichts mit hohen Stromkosten zu tun

Landtag - München

## Atomausstieg hat nichts mit hohen Stromkosten zu tun

29. Februar 2024, 10:54 Uhr | Lesezeit: 2 min



Windräder drehen sich auf einem Feld im Wind. Foto: Karl-Josef Hildenbrand/dpa (Foto: dpa)

<https://www.sueddeutsche.de/bayern/landtag-muenchen-atomausstieg-hat-nichts-mit-hohen-stromkosten-zu-tun-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-240229-99-166427>

Anders als von Teilen der Staatsregierung immer wieder behauptet hat der Atomausstieg im vergangenen Jahr nicht die Stromkosten in Bayern verteuert. «Der Atomausstieg hat überhaupt keine preisliche Auswirkung auf den Strommarkt», teilte Norbert Zösch, Geschäftsführer der Stadtwerke Haßfurt, am Donnerstag im Umweltausschuss des bayerischen Landtags mit. Atomkraftwerke hätten volkswirtschaftlich gesehen sogar die größten Erzeugungskosten, hieß es zudem in der Stellungnahme des Verbraucherservice Bayern. «Lediglich durch die staatliche Subventionierung konnte Atomstrom zu wettbewerbsfähigen Preisen gehandelt werden.»

Viele Kritiker des Atomausstiegs, darunter CSU-Chef Markus Söder, Freie-Wähler-Chef Hubert Aiwanger sowie weite Teile von Union, FDP und AfD erklären immer wieder, dass Deutschland nur mit der Nutzung der Kernenergie dauerhaft niedrige und verlässliche Energiepreise haben kann.

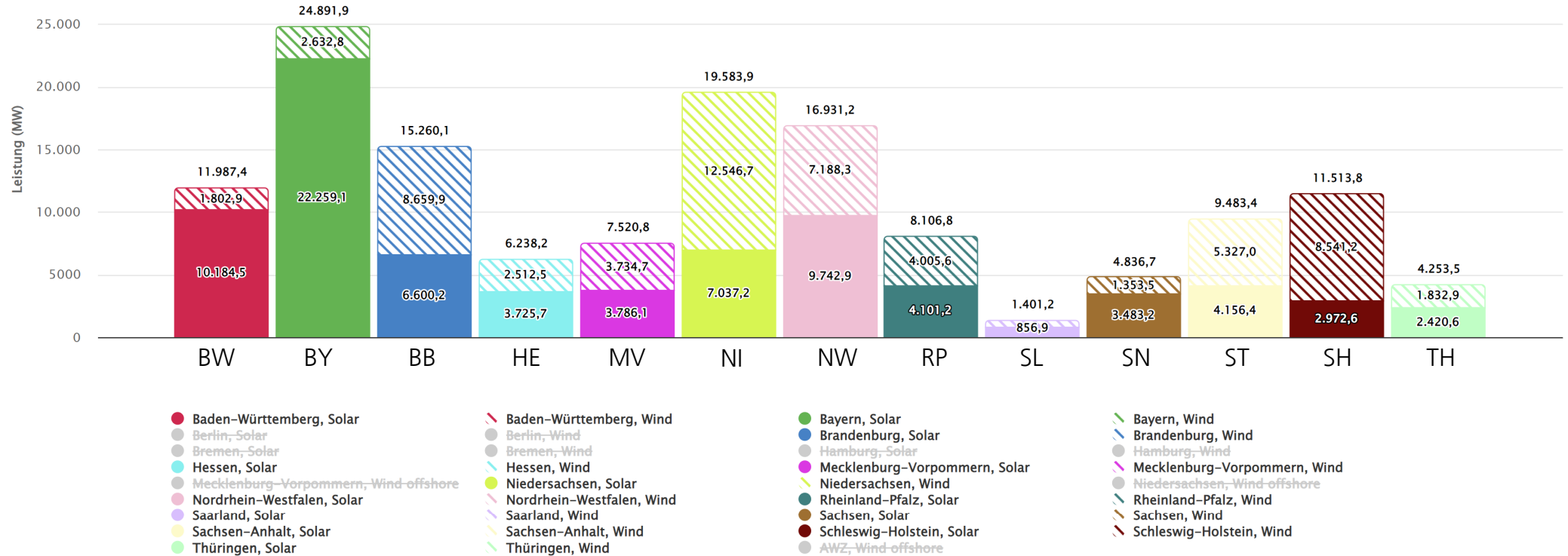
# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

# Installierte Solar- und Windleistung zur Stromerzeugung

## Bundesländer, 2023



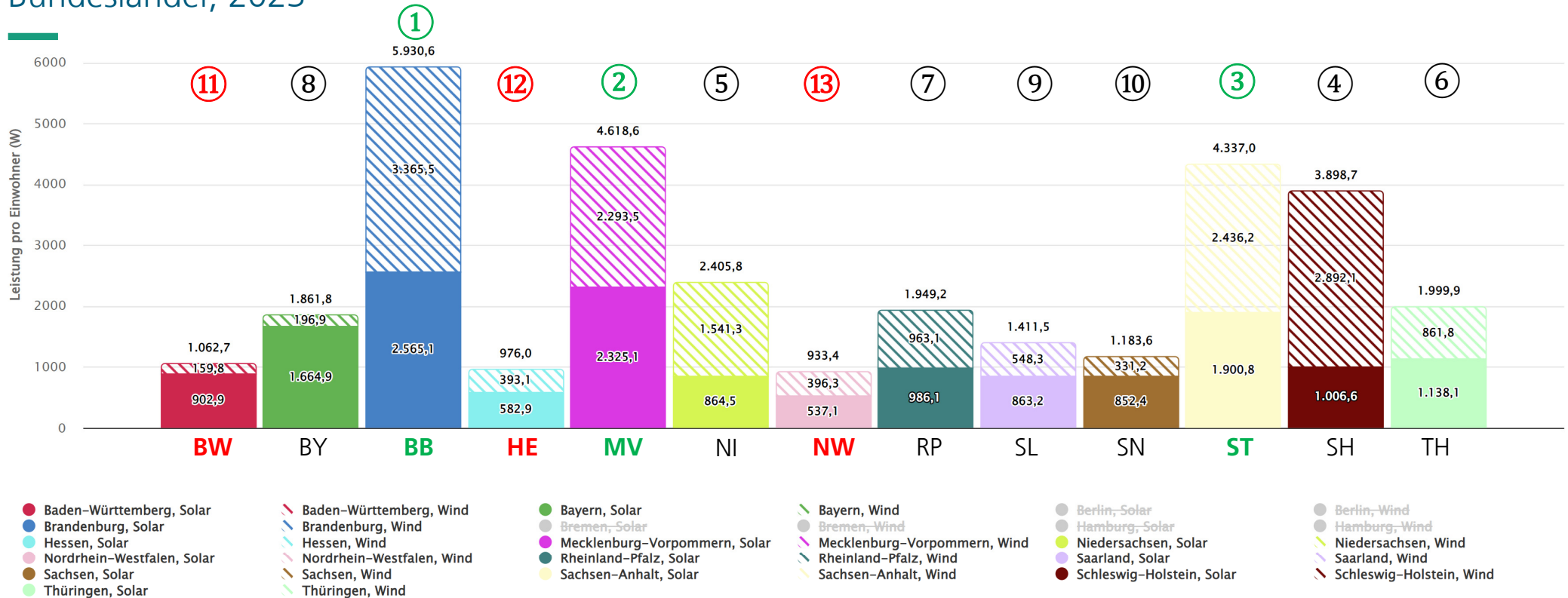
Die installierten Leistungen für 2023 basieren auf einer Auswertung der Veröffentlichung "Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung - Dezember 2023" der Bundesnetzagentur und beinhaltet Werte bis einschließlich Dezember 2023

Energy-Charts.info - letztes Update: 23.01.2024, 14:53 MEZ

Quelle: [https://energy-charts.info/charts/installed\\_power/chart.html?l=de&c=DE&year=2023&expansion=p\\_inst\\_states](https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.html?l=de&c=DE&year=2023&expansion=p_inst_states)

# Installierte Solar- und Windleistung pro Einwohner

Bundesländer, 2023



Die installierten Leistungen für 2023 basieren auf einer Auswertung der Veröffentlichung "Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung - Dezember 2023" der Bundesnetzagentur und beinhaltet Werte bis einschließlich Dezember 2023

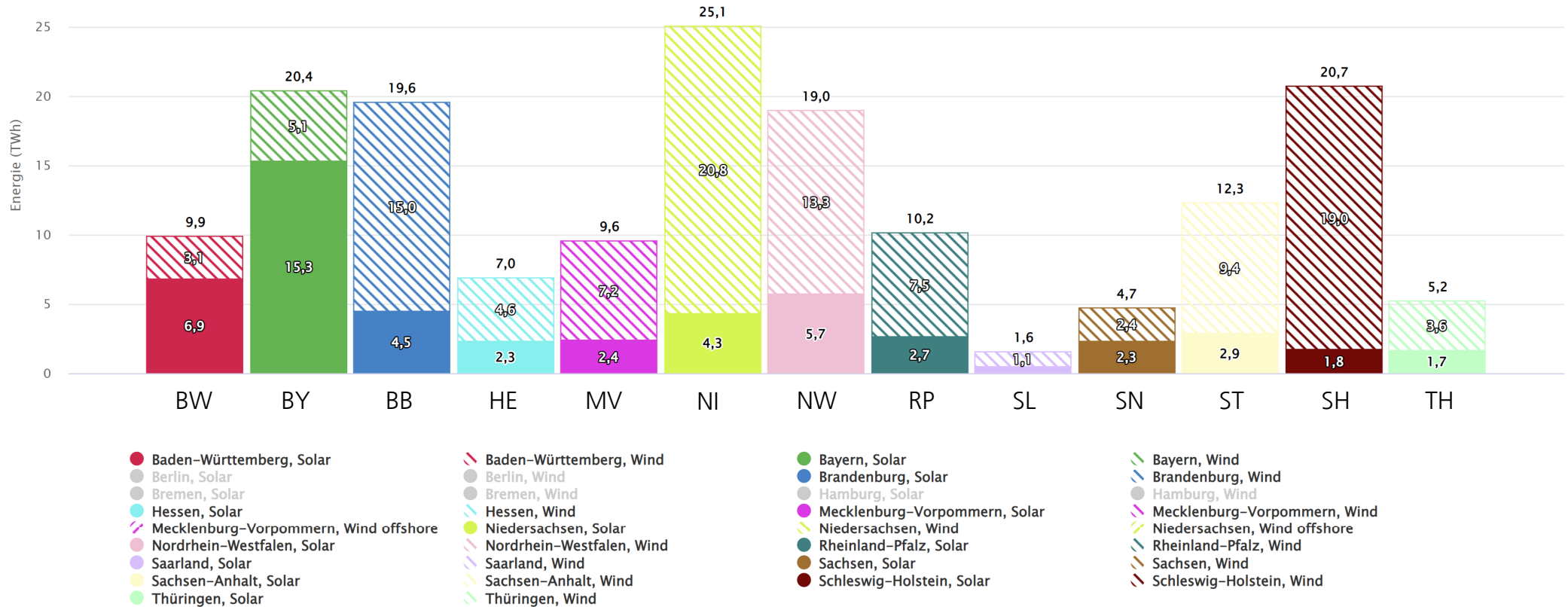
Energy-Charts.info - letztes Update: 23.01.2024, 14:53 MEZ

Quelle: [https://www.energy-charts.info/charts/installed\\_power/chart.html?l=de&c=DE&expansion=p\\_inst\\_states\\_population](https://www.energy-charts.info/charts/installed_power/chart.html?l=de&c=DE&expansion=p_inst_states_population)



# Stromerzeugung aus Solar und Wind

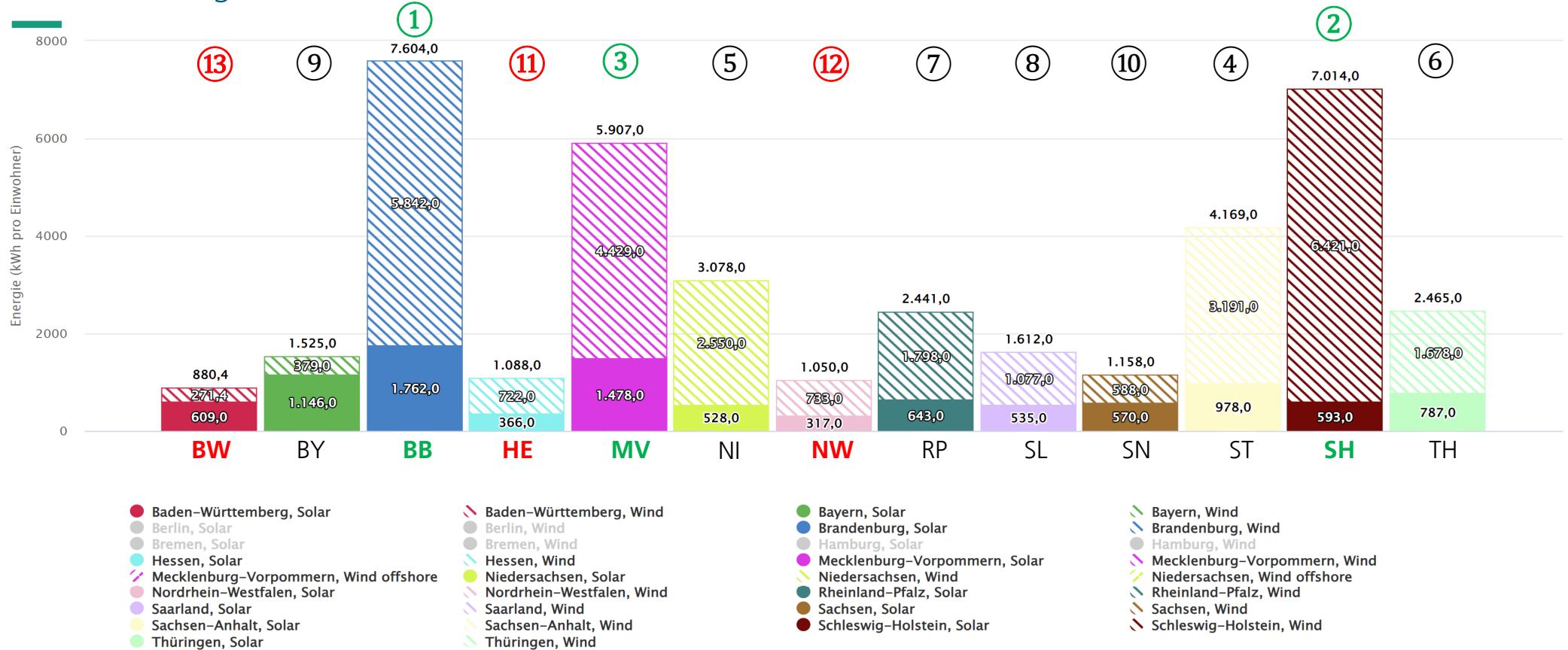
Hochrechnung, Bundesländer, 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 08.02.2024, 13:31 MEZ

# Stromerzeugung aus Solar und Wind pro Einwohner

Hochrechnung, Bundesländer, 2023



Energy-Charts.info - letztes Update: 08.02.2024, 13:31 MEZ

# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

# Öffentliche Nettostromerzeugung aus nicht erneuerbaren Quellen

Jahr 2002 - 2023



**Martin Huber** ✓

@MartinHuberCSU



Ampel = #Kohle-Koalition

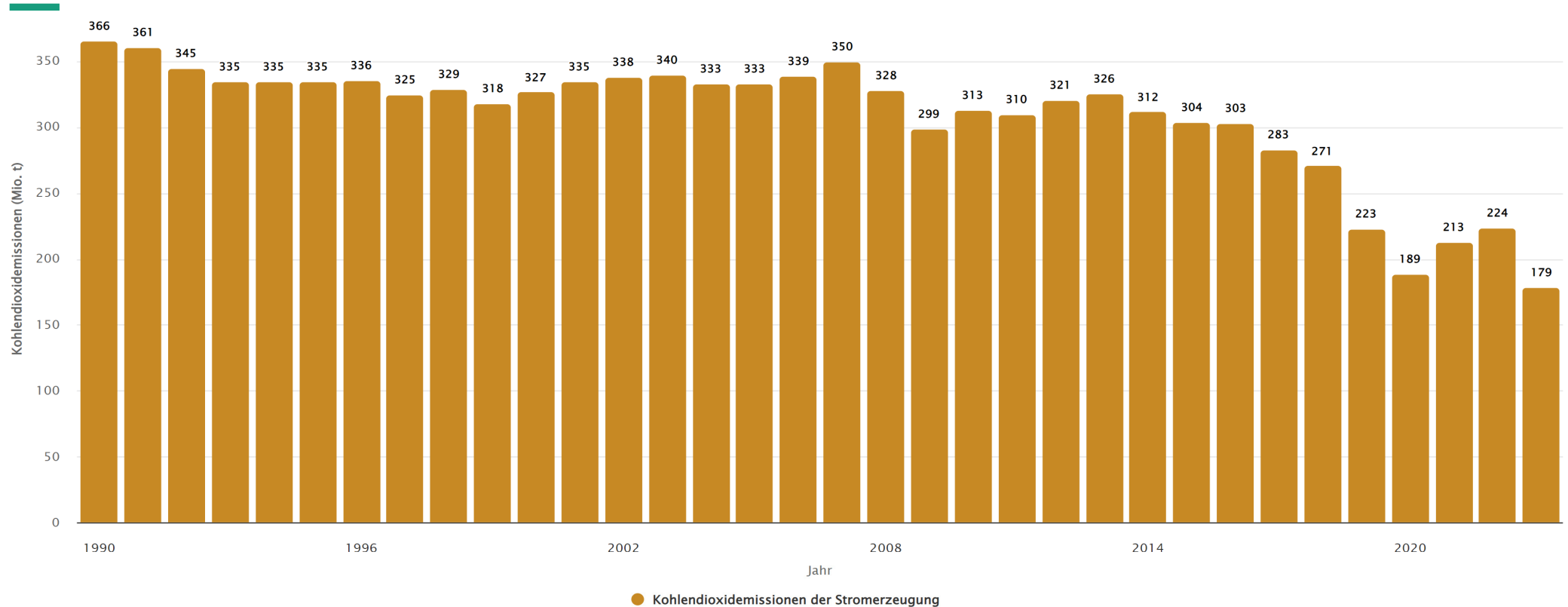
So dreckig wie jetzt war der deutsche #Strom seit Jahren nicht. Eine Koalition der Versager: Stromangebot verknappen (AKWs aus), Strompreis in die Höhe treiben. **CO2 Ausstoß massiv steigern.** Diese #Ampel kriegt nichts, aber auch gar nichts auf die Reihe.

<https://twitter.com/MartinHuberCSU/status/1736837500331553088>

36

# Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) der Stromerzeugung

Jahr 1990 bis 2023

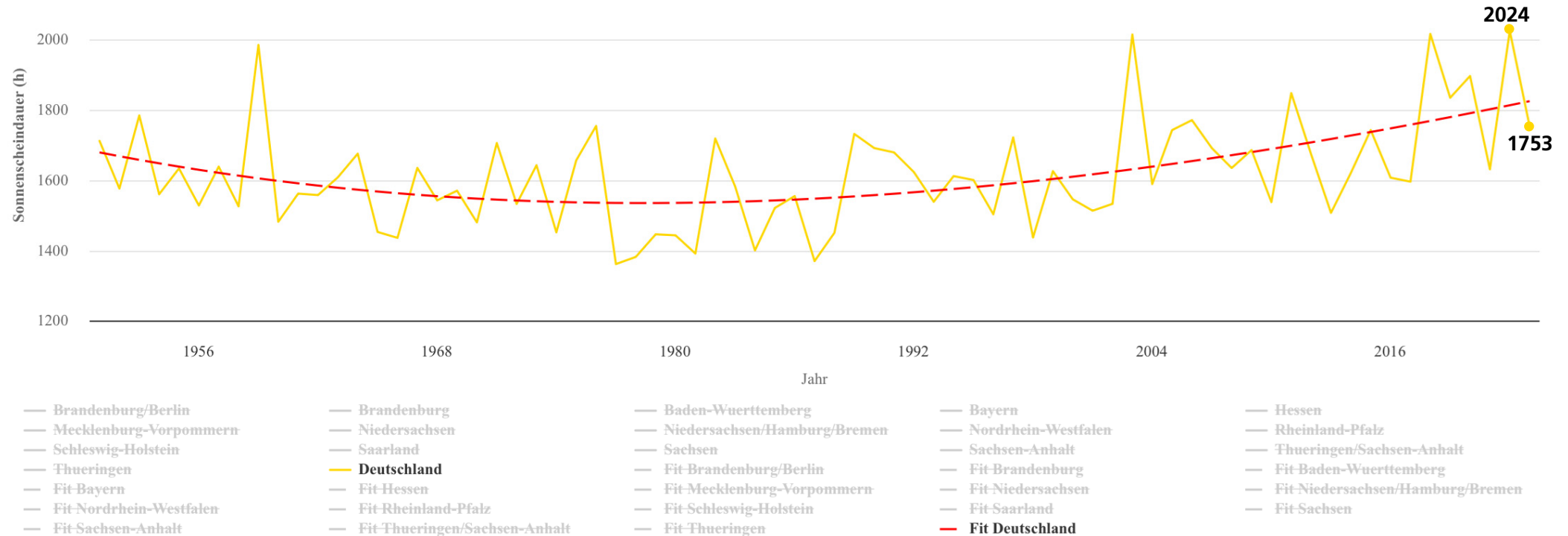


Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 19:52 MEZ

Quelle: Umweltbundesamt, Daten von 2023 vorläufig.

# Mittlere Sonnenscheindauer in Deutschland

Jahr 1951 bis 2023



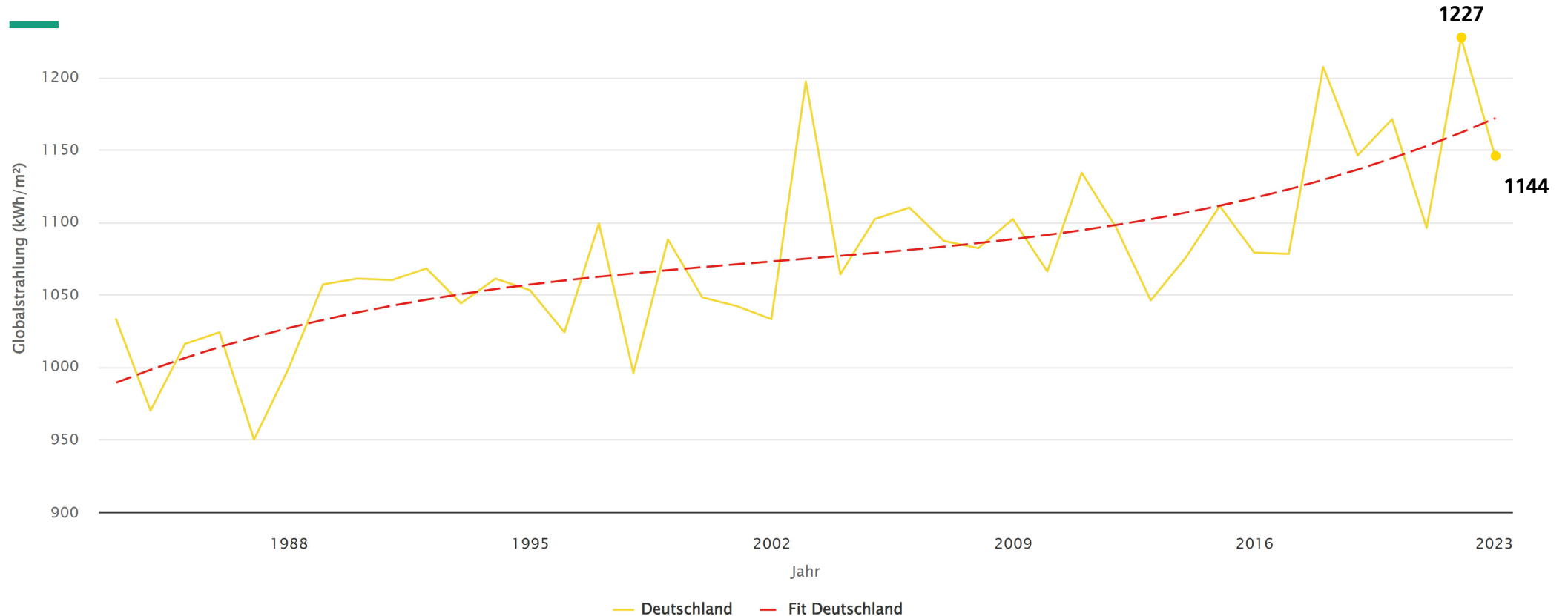
Im Jahr 2023 betrug die durchschnittliche Sonnenscheindauer in Deutschland 1753 Stunden. Das sind 13,4 % weniger als im Jahr 2022.

Quelle: [https://energy-charts.info/charts/climate\\_annual\\_average/chart.htm?!=de&c=DE&legendItems=0000000000000000100000000000000010&source=air\\_color\\_flat](https://energy-charts.info/charts/climate_annual_average/chart.htm?!=de&c=DE&legendItems=0000000000000000100000000000000010&source=air_color_flat)



# Jahressummen der Globalstrahlung in Deutschland

Jahr 1983 bis 2023



Im Jahr 2023 betrug die Jahressumme der Globalstrahlung in Deutschland 1144 kWh/m². Das sind 6,8 % weniger als im Jahr 2022.

Energy-Charts.info - letztes Update: 27.02.2024, 11:44 MEZ



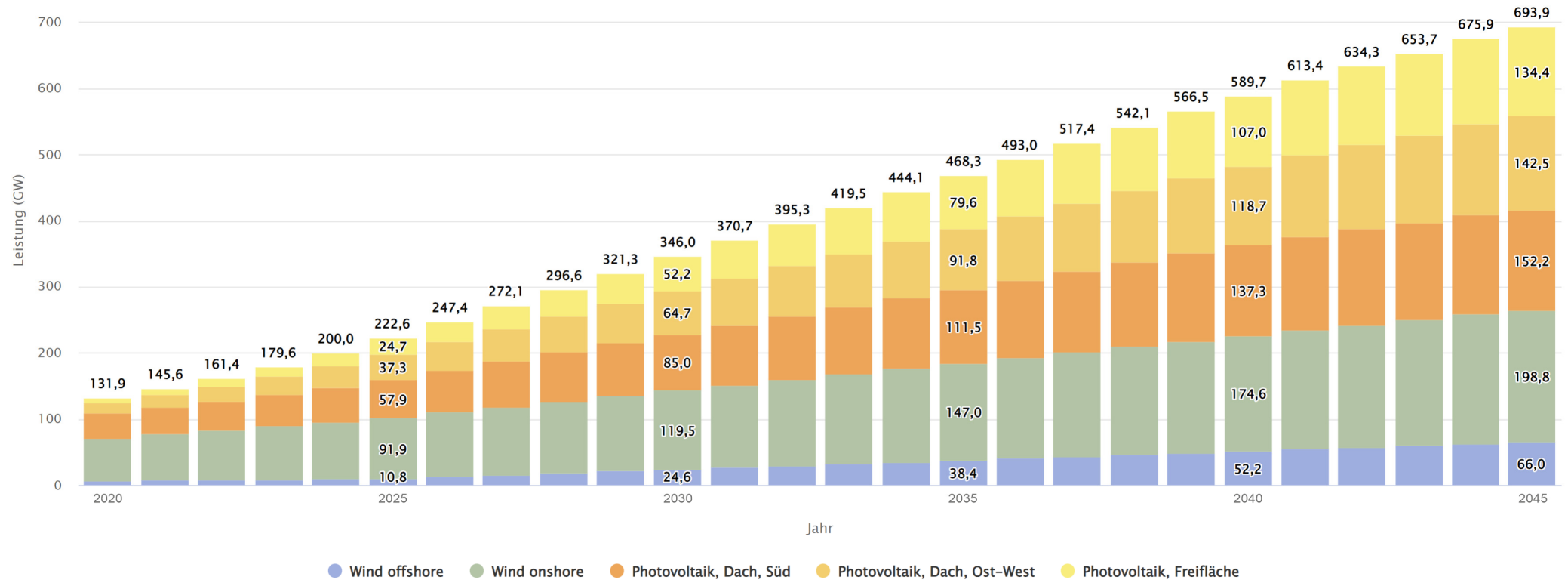
# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

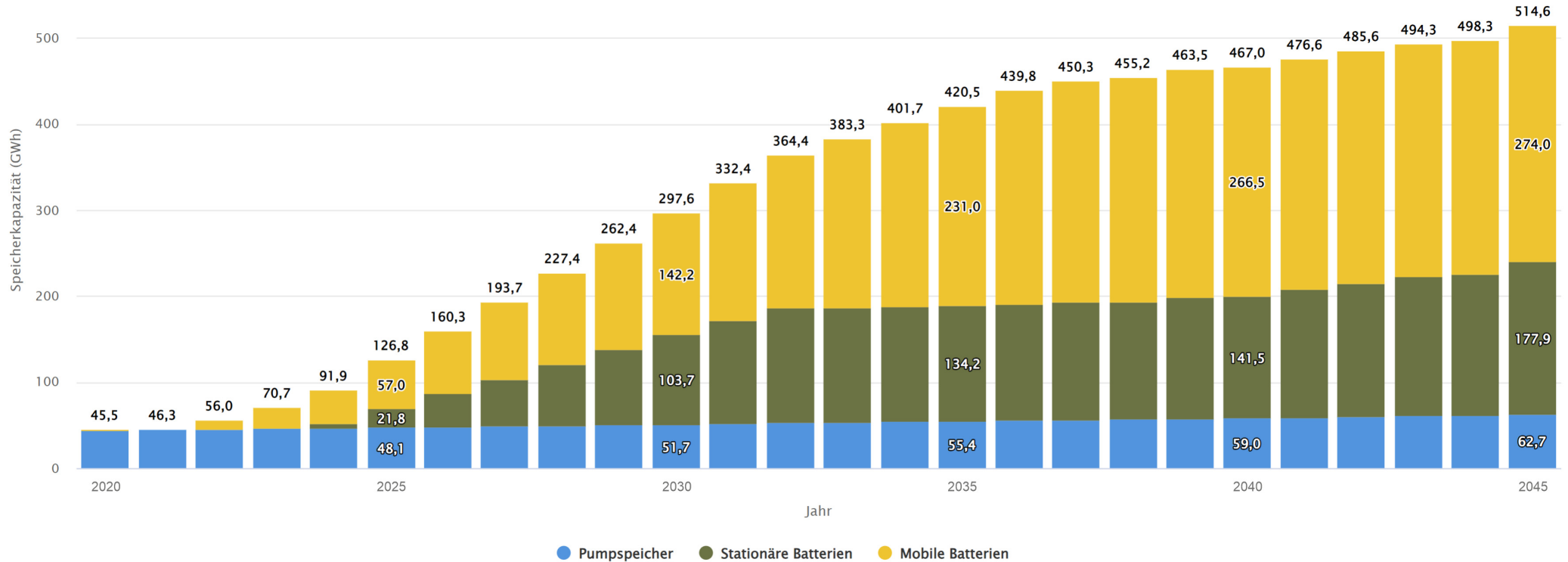
## Installierte Leistung Erneuerbarer Energien



Energy-Charts.info - letztes Update: 13.11.2021, 21:17 MEZ

# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

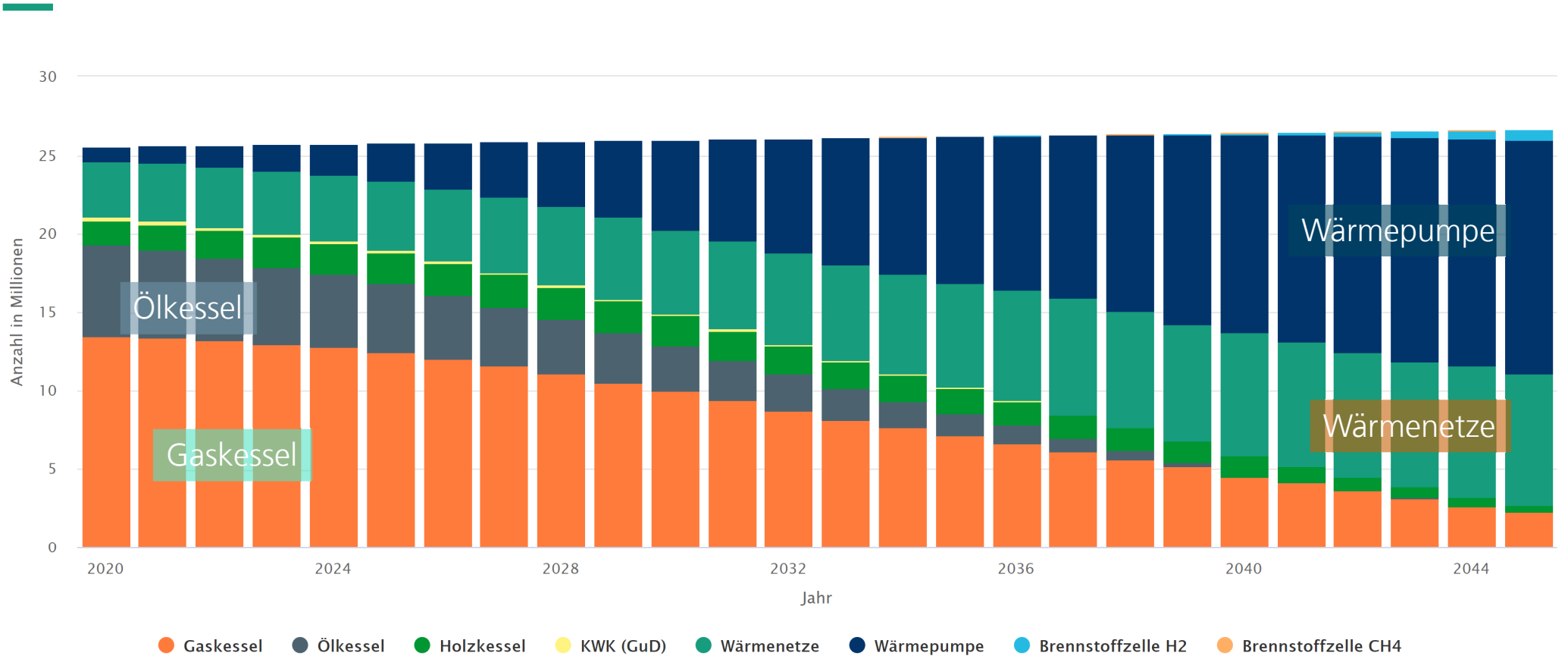
## Installierte Kapazität von Batteriespeichern



Energy-Charts.info - letztes Update: 13.11.2021, 21:17 MEZ

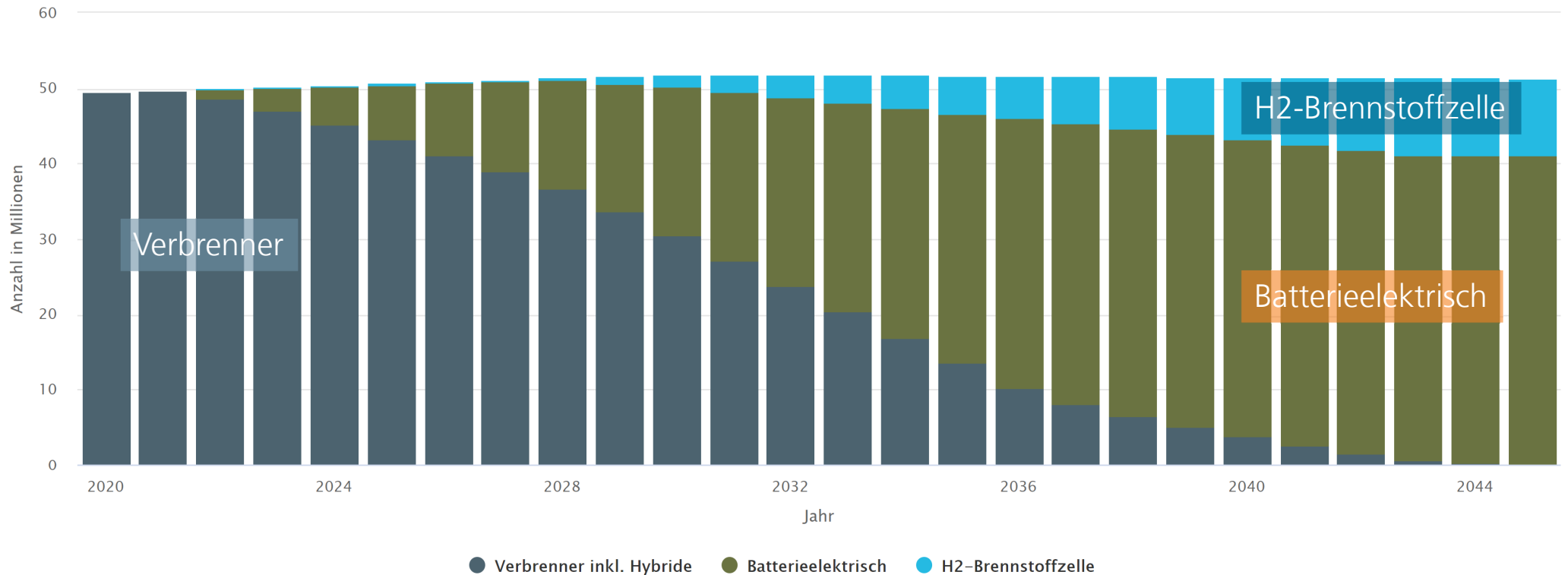
# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

## Heizungstechnologien in der Gebäudewärme



# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

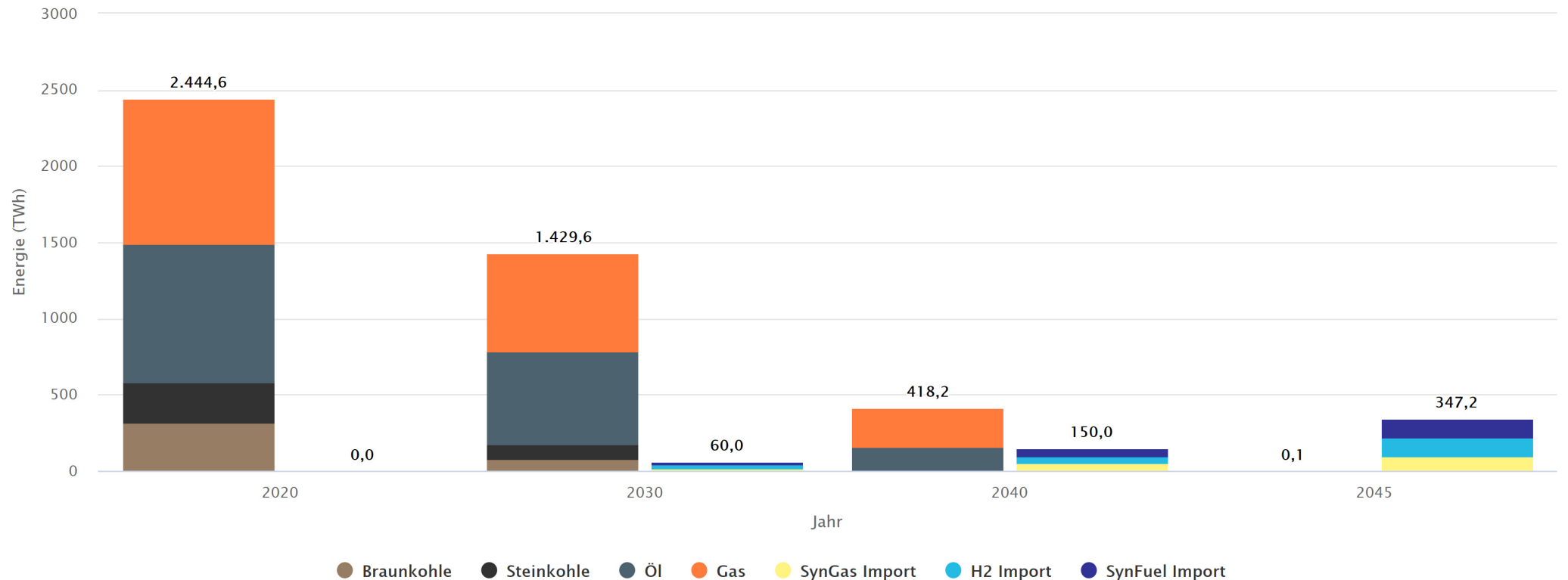
## Antriebstechnologien im PKW-Verkehr





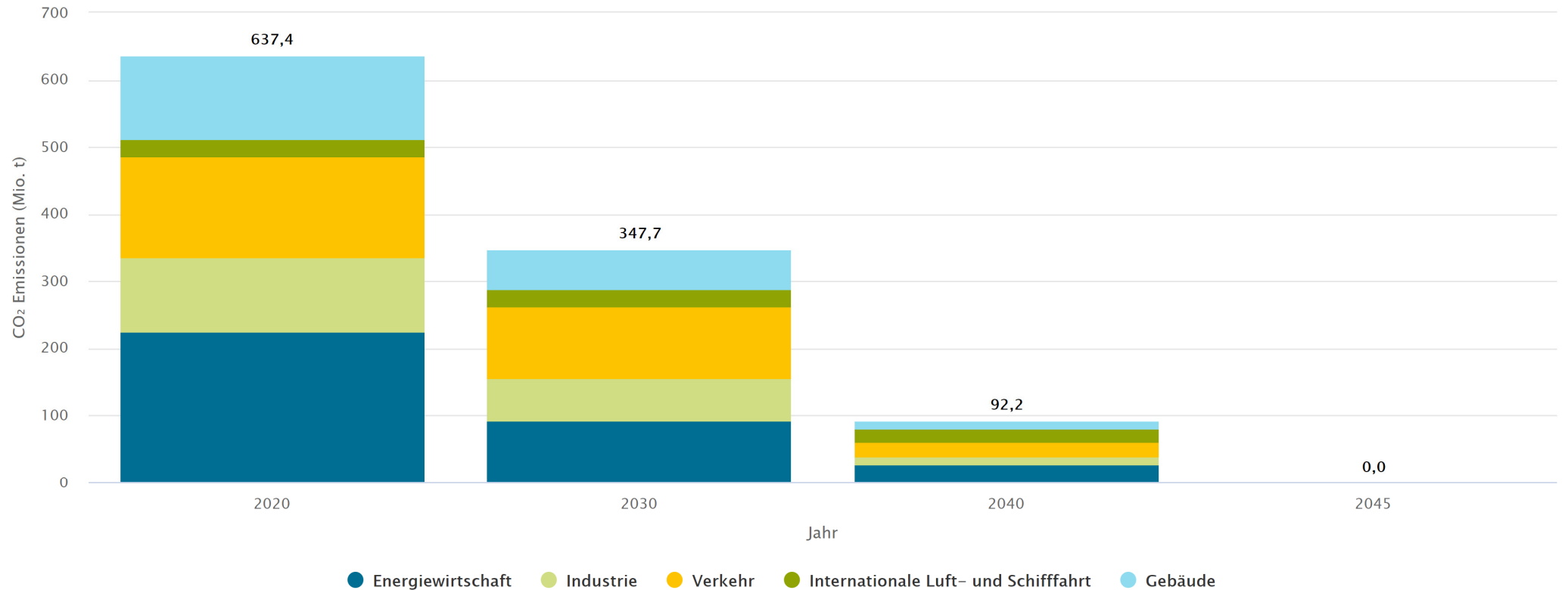
# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

## Fossile und importierte synthetische Energieträger



# Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz

## Energiebedingte Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>)



# Agenda

---

1. Emissionen
2. Stromerzeugung in Deutschland
3. Entwicklung der Strompreise
4. Stromerzeugung in den Bundesländern
5. Emissionen und Klimadaten von Deutschland
6. Szenario bis 2045
7. Zusammenfassung

# Zusammenfassung

---

- 2023 war ein gutes Jahr für die Energiewende.
- Der Ausbau der erneuerbaren Energien nimmt Fahrt auf.
- Die Ziele des Klimaschutzgesetzes sind erreichbar.
- Die Netze wurden in den letzten drei Legislaturperioden zu wenig ausgebaut. Hier gibt es großen Nachholbedarf.
- Die gesetzlichen Rahmenbedingungen für Speichertechnologien müssen verbessert werden.
- Manche Medien und Politiker verbreiten permanent Fakenews über die Energiewende.
- Die Kohleverstromung ist so niedrig wie zuletzt vor 65 Jahren.
- Die Energiewende ist ein großer Erfolg!
- Nicht jammern, sondern anpacken und mitmachen.

# Online Medien

---

**Energy-Charts Webseite**

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

**Twitter / X**

[https://twitter.com/energy\\_charts\\_d](https://twitter.com/energy_charts_d)

**LinkedIn**

<https://www.linkedin.com/in/bruno-burger-a8144021>

**Bluesky**

<https://bsky.app/profile/energy-charts.bsky.social>

**Mastodon**

[https://wisskomm.social/@energy\\_charts\\_d](https://wisskomm.social/@energy_charts_d)

**Threads**

[https://www.threads.net/@energy\\_charts](https://www.threads.net/@energy_charts)

# Kontakt

---

**Prof. Dr. Bruno Burger**  
Tel. +49 761 4588-5237  
[bruno.burger@ise.fraunhofer.de](mailto:bruno.burger@ise.fraunhofer.de)  
<https://www.energy-charts.info>