

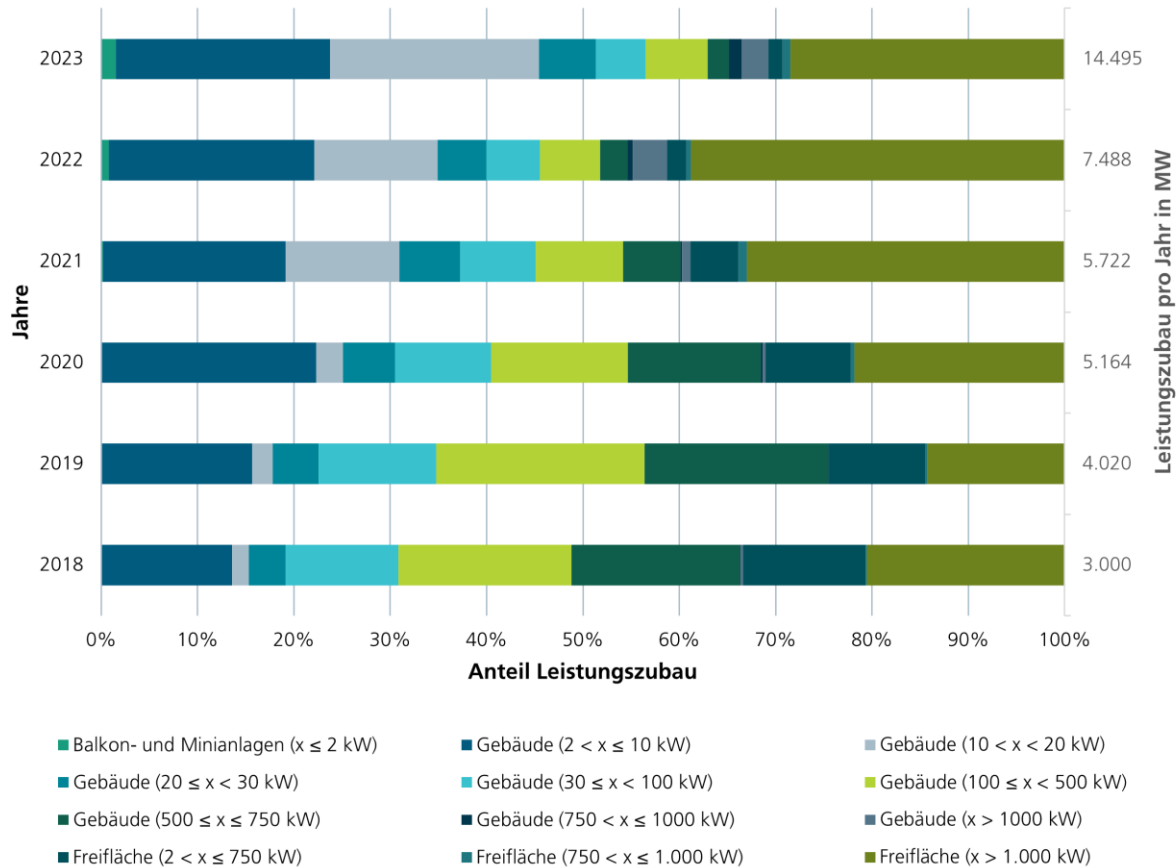
Energiapolitische Szenarien zur Energiewende in Deutschland bis 2045

Dr. Christoph Kost
Gruppenleiter für Energiesysteme und Energiewirtschaft,
Fraunhofer ISE
Ebersberg, 15.03.2024

Aktueller Stand der Erneuerbaren Energien

Aktueller PV-Zubau

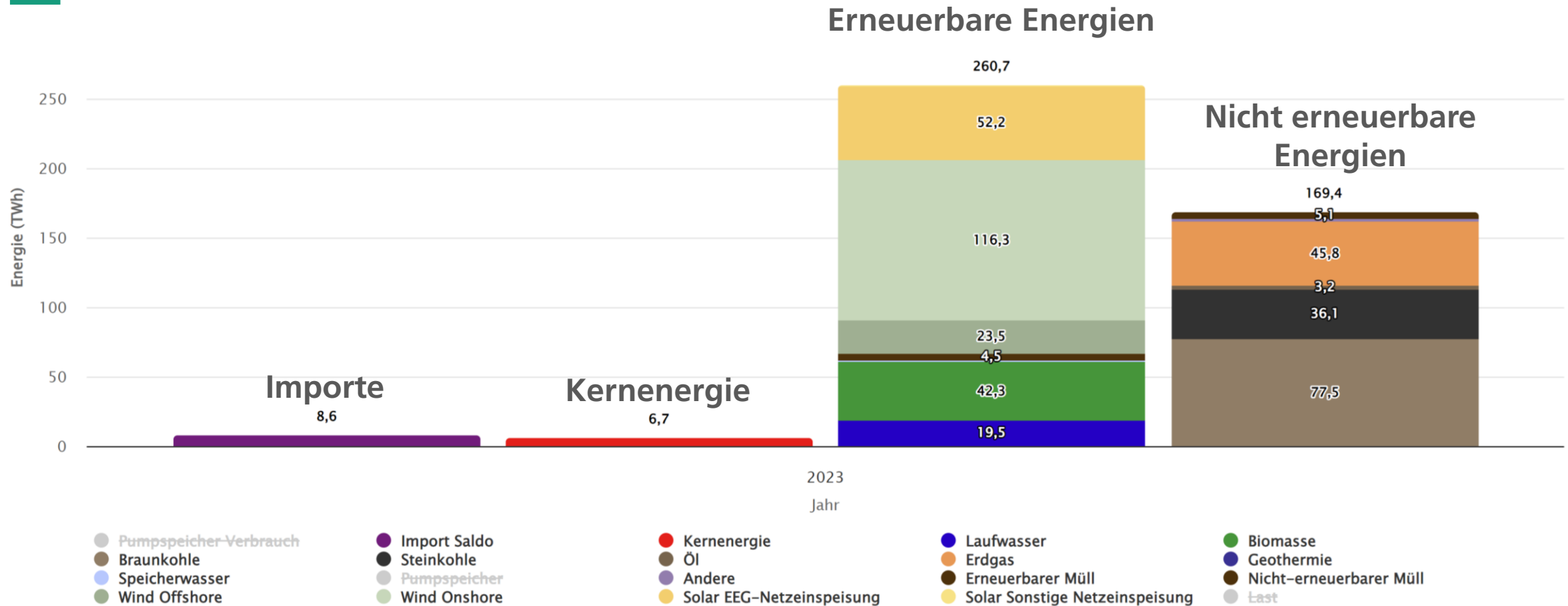
Neue Studie mit Jahresauswertung MASTR veröffentlicht



<https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2024/kurzstudie-zuwachs-von-batteriespeichern-und-balkon-pv-in-deutschland.html>

Öffentliche Nettostromerzeugung

Jahr 2023

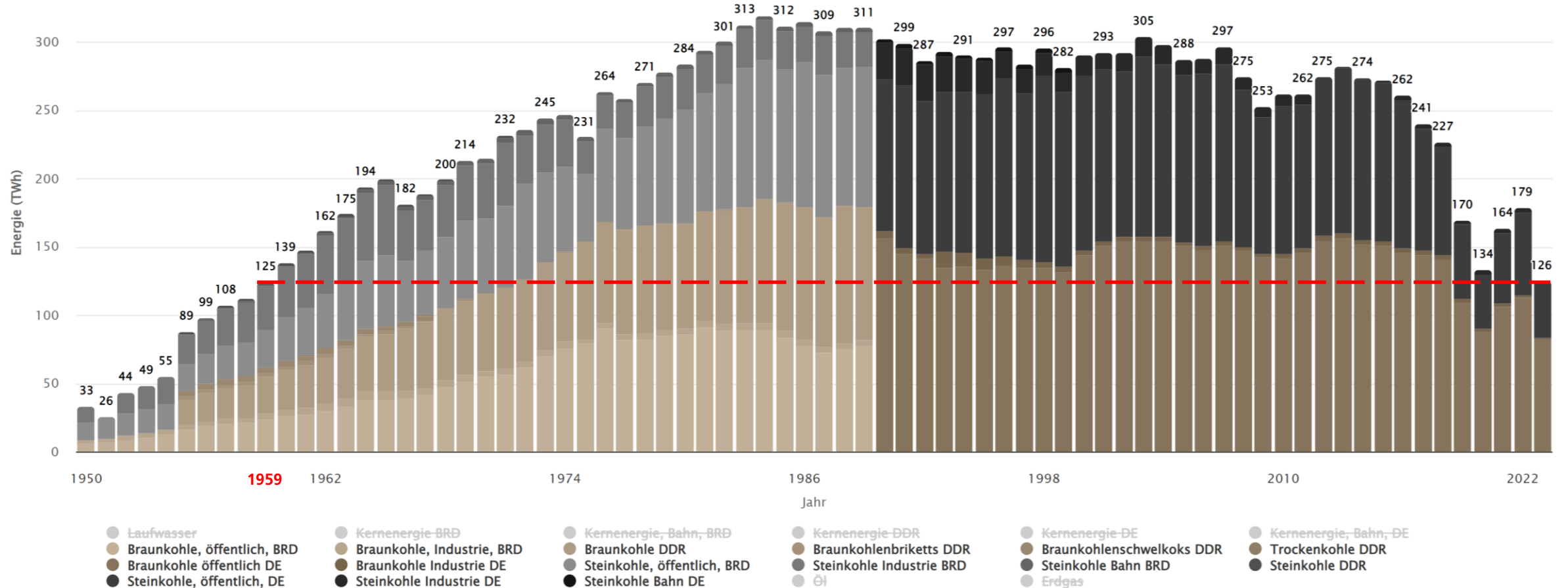


Energy-Charts.info - letztes Update: 02.01.2024, 09:46 MEZ

Quelle: <https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&legendItems=011111111101111110&year=2023>

Bruttostromerzeugung aus Braun- und Steinkohle

Jahr 1950 bis 2023

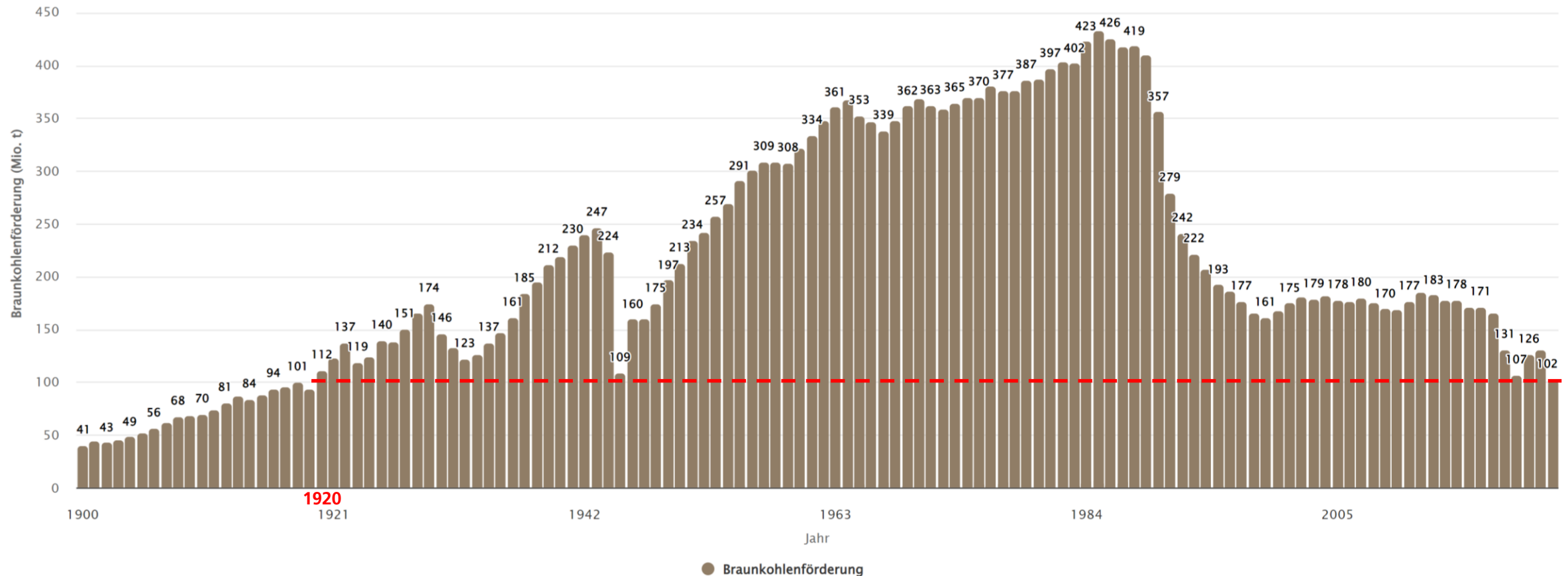


Energy-Charts.info - letztes Update: 01.01.2024, 19:52 MEZ

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

Braunkohlenförderung in Deutschland

Jahr 1900 bis 2023

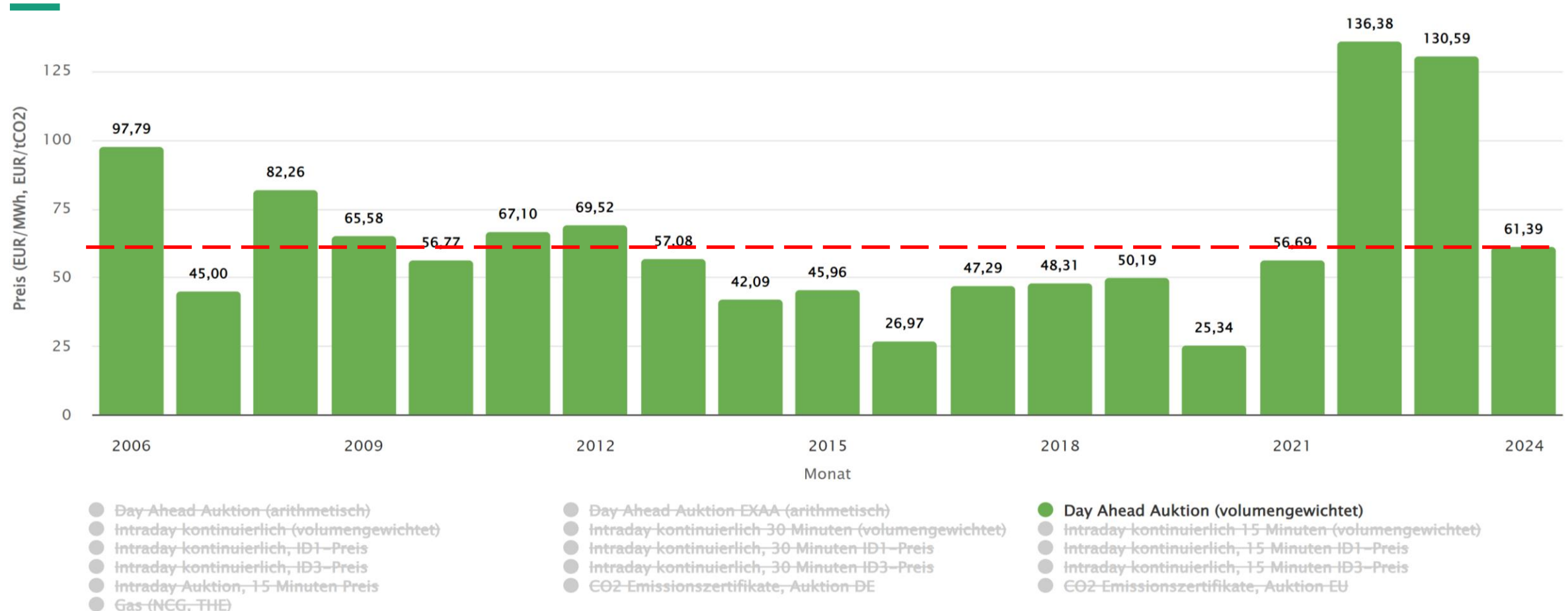


Energy-Charts.info - letztes Update: 26.02.2024, 22:18 MEZ

Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.

Volumengewichtete Day-Ahead Börsenstrompreise

Februarmonate, inflationsbereinigt



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

Strompreisentwicklung für Neukunden

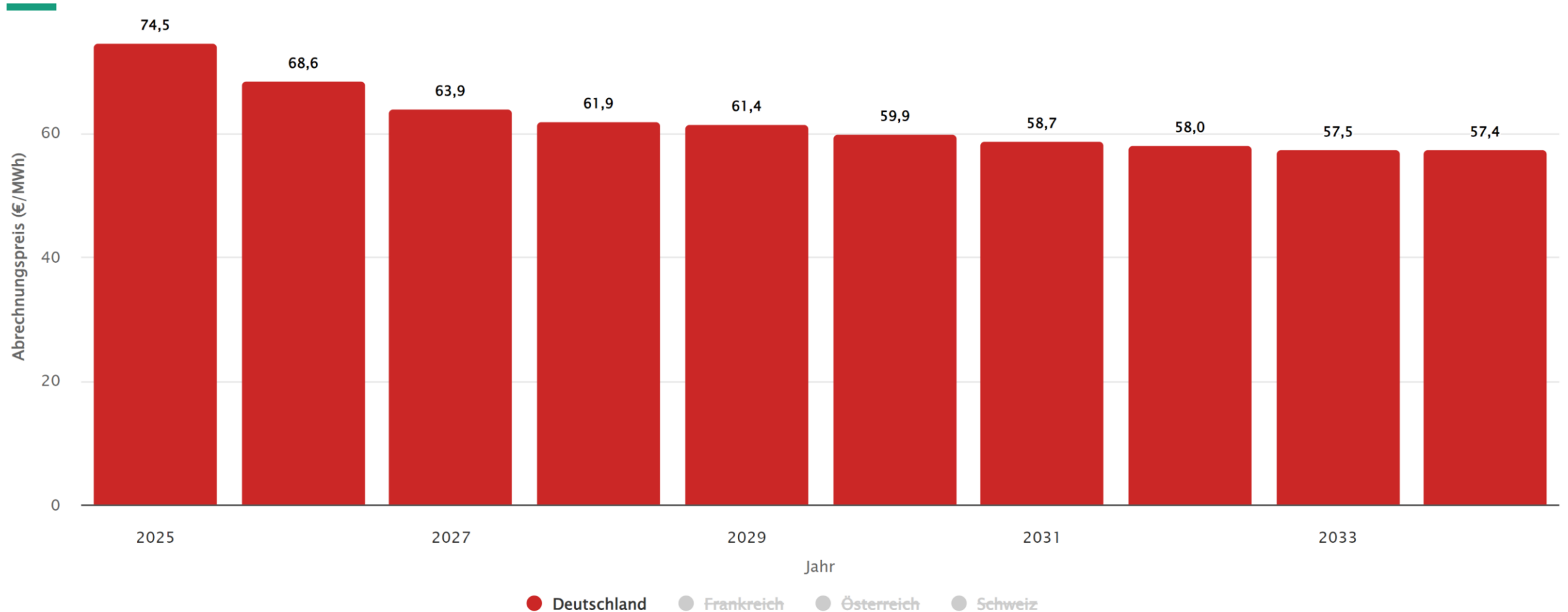
Jahresverbrauch 4000 kWh



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

Strom Futures

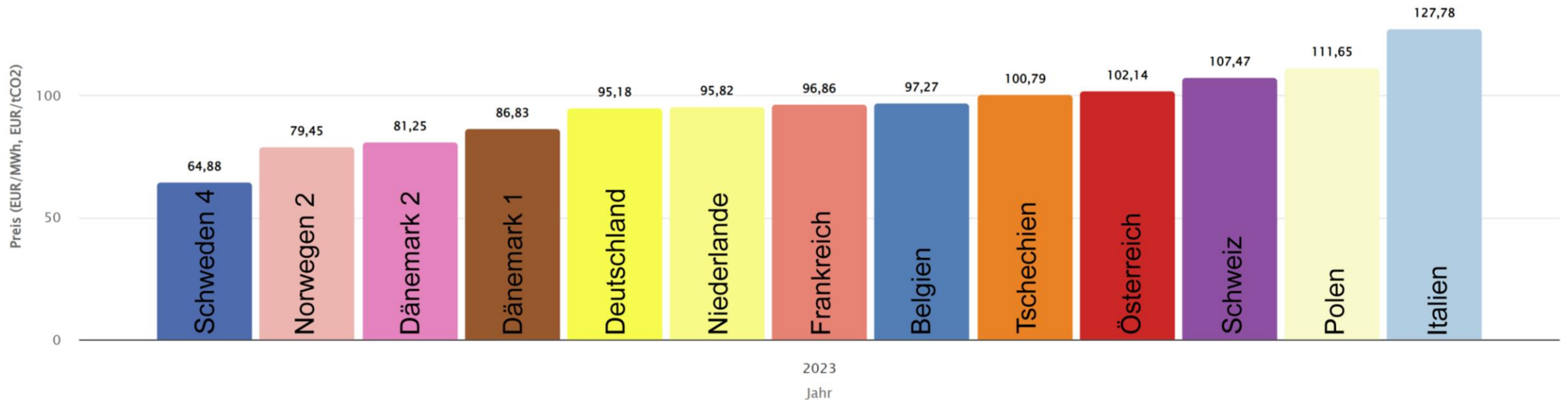
Handelstag: 29.02.2024



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

Börsenstrompreise von Deutschland und den Nachbarländern

Day-Ahead, Durchschnitt 2023



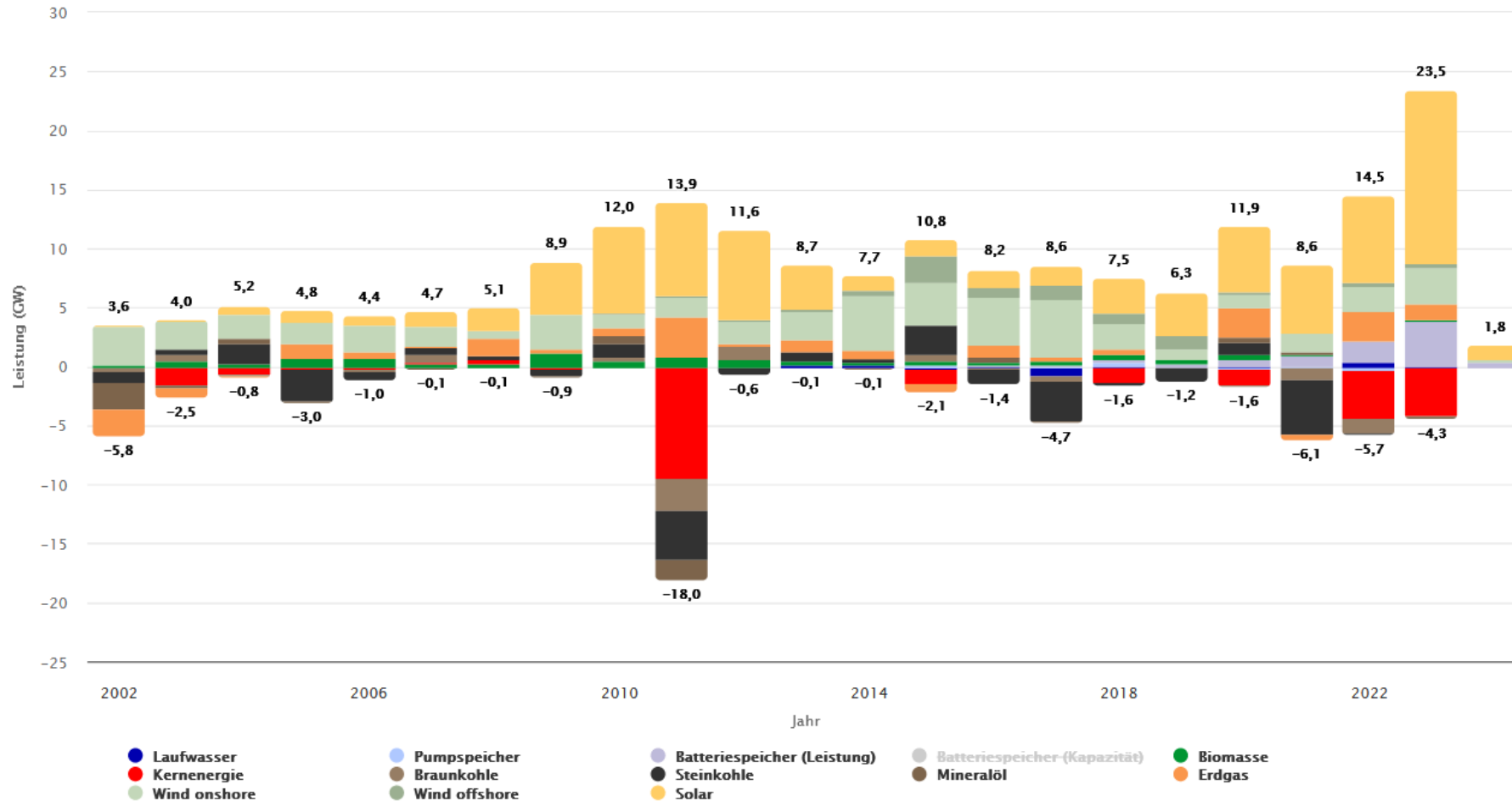
- Day Ahead Auktion (AT)
- Day Ahead Auktion (BE)
- Day Ahead Auktion (BG)
- Day Ahead Auktion (CH)
- Day Ahead Auktion (CZ)
- Day Ahead Auktion (DE-LU)
- Day Ahead Auktion (DK1)
- Day Ahead Auktion (DK2)
- Day Ahead Auktion (EE)
- Day Ahead Auktion (ES)
- Day Ahead Auktion (FI)
- Day Ahead Auktion (FR)
- Day Ahead Auktion (GR)
- Day Ahead Auktion (HR)
- Day Ahead Auktion (IE(SEM))
- Day Ahead Auktion (IT-Calabria)
- Day Ahead Auktion (IT-Centre-North)
- Day Ahead Auktion (IT-Centre-South)
- Day Ahead Auktion (IT-SAGAC)
- Day Ahead Auktion (IT-SARDINIA)
- Day Ahead Auktion (IT-Sicily)
- Day Ahead Auktion (IT-South)
- Day Ahead Auktion (LT)
- Day Ahead Auktion (LV)
- Day Ahead Auktion (ME)
- Day Ahead Auktion (MK)
- Day Ahead Auktion (NO1)
- Day Ahead Auktion (NO2)
- Day Ahead Auktion (NO3)
- Day Ahead Auktion (NO4)
- Day Ahead Auktion (NO5)
- Day Ahead Auktion (NL)
- Day Ahead Auktion (NO2NSL)
- Day Ahead Auktion (NO3)
- Day Ahead Auktion (NO4)
- Day Ahead Auktion (SE1)
- Day Ahead Auktion (SE2)
- Day Ahead Auktion (SE3)
- Day Ahead Auktion (SE4)
- Day Ahead Auktion (SI)
- Day Ahead Auktion (SK)
- Day Ahead Auktion (UA-IPS)-UAH
- Day Ahead Auktion (UAH)
- Day Ahead Auktion (AT)
- Day Ahead Auktion (DE-LU)
- CO2-Emissionszertifikate, Auktion-PL
- CO2-Emissionszertifikate, Auktion-EU
- CO2-Emissionszertifikate, Auktion-DE
- Gas (ETF)

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

Link: https://www.energy-charts.info/charts/price_average/chart.htm?l=de&c=ALL&interval=year&legendItems=11011111000100000000000000000000101000010000001000000000&partsum=1&chartColumnSorting=ascending

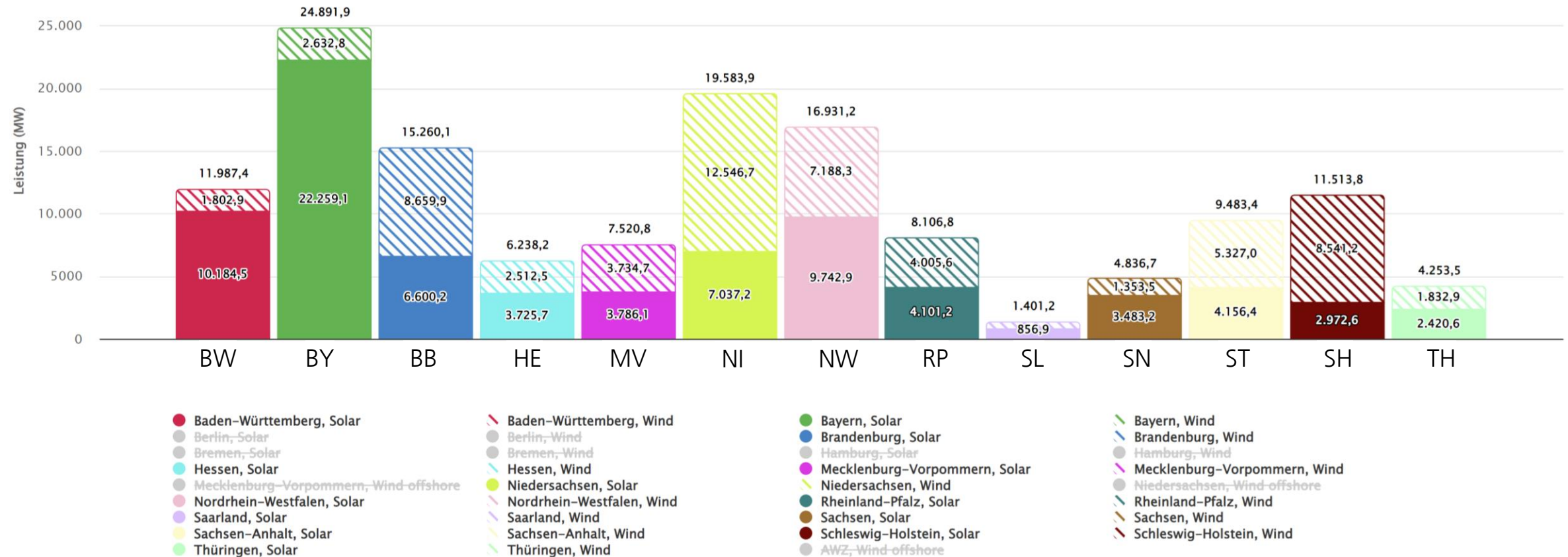
Jährlicher Zubau von Kraftwerksleistungen in Deutschland

Jährlicher Zu- und Rückbau an installierter Netto-Leistung in Deutschland



Installierte Solar- und Windleistung zur Stromerzeugung

Bundesländer, 2023



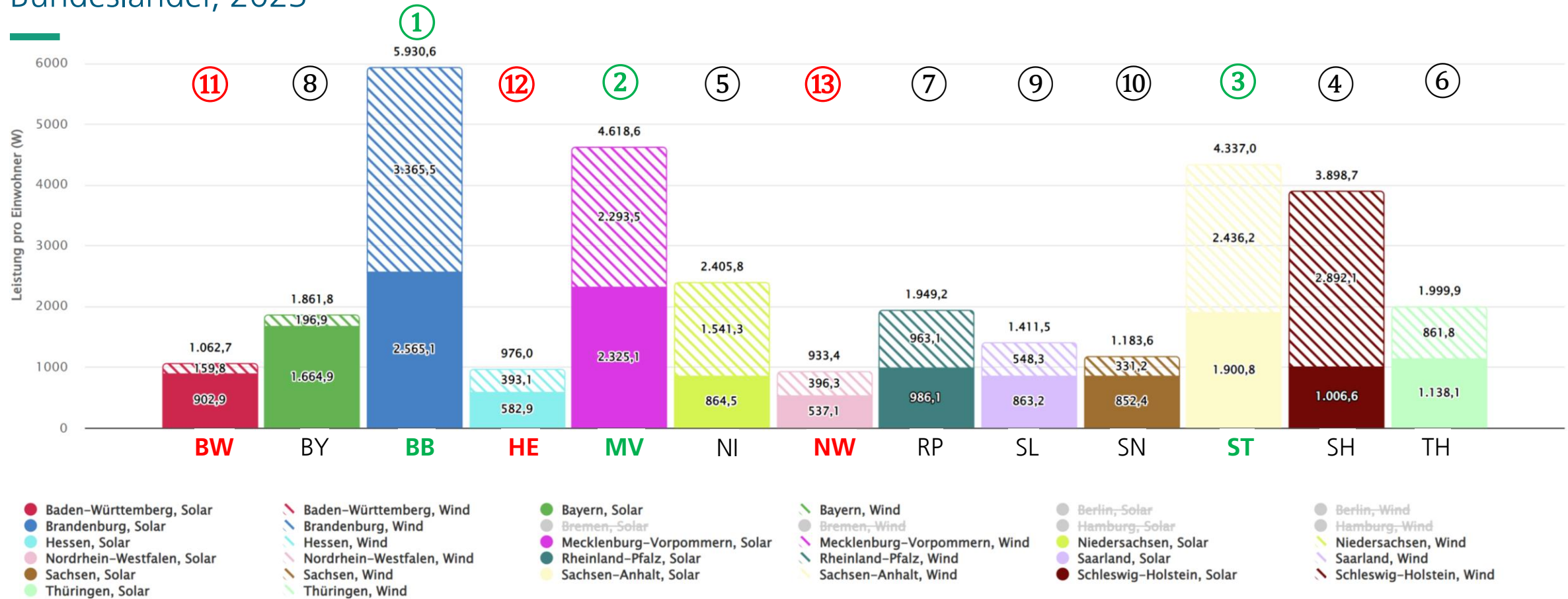
Die installierten Leistungen für 2023 basieren auf einer Auswertung der Veröffentlichung "Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung - Dezember 2023" der Bundesnetzagentur und beinhaltet Werte bis einschließlich Dezember 2023

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

Quelle: https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&year=2023&expansion=p_inst_states

Installierte Solar- und Windleistung pro Einwohner

Bundesländer, 2023







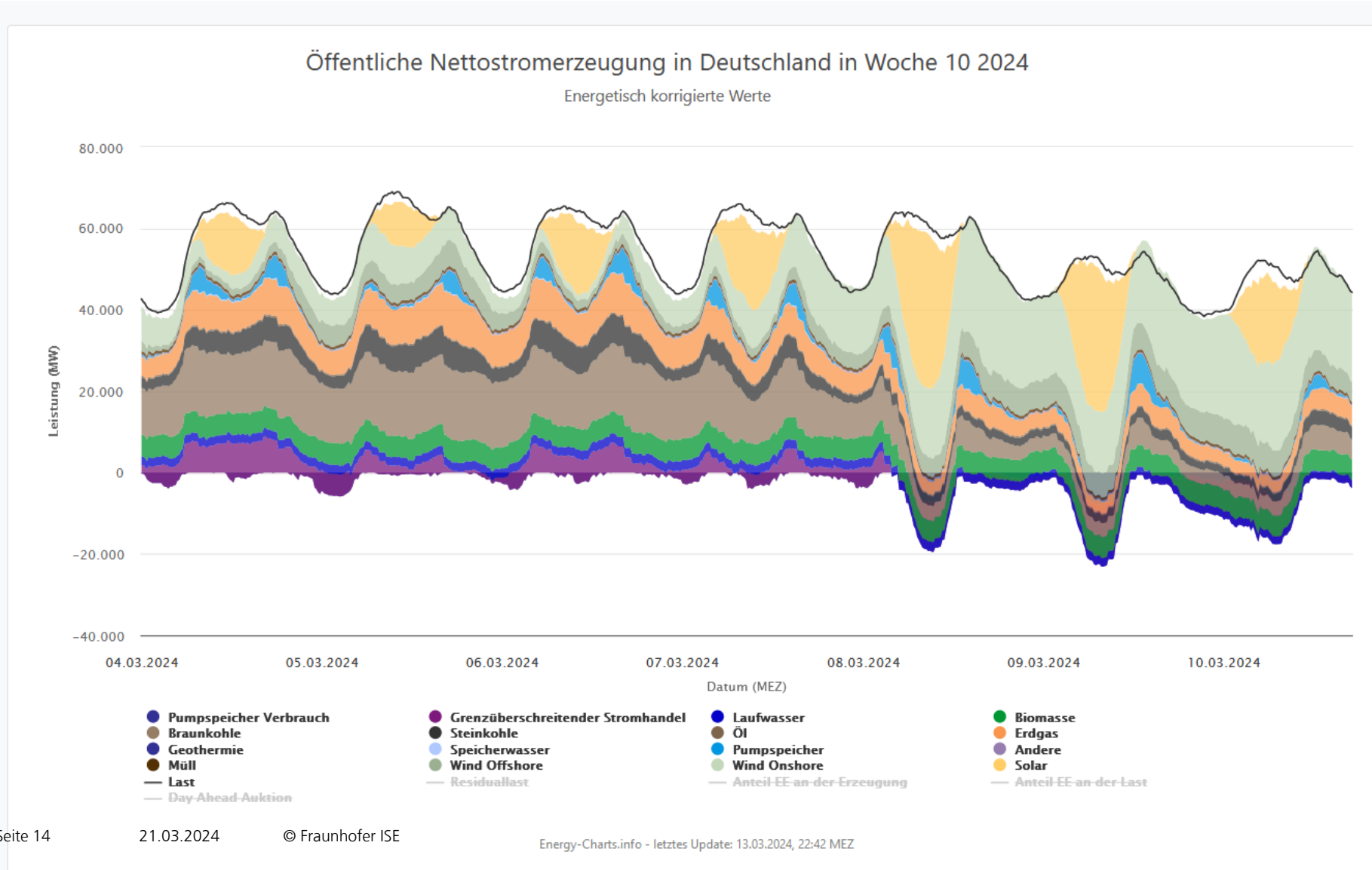
Die installierten Leistungen für 2023 basieren auf einer Auswertung der Veröffentlichung "Statistiken ausgewählter erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung - Dezember 2023" der Bundesnetzagentur und beinhaltet Werte bis einschließlich Dezember 2023

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

Die Stromerzeugung ist schon stark erneuerbar geprägt

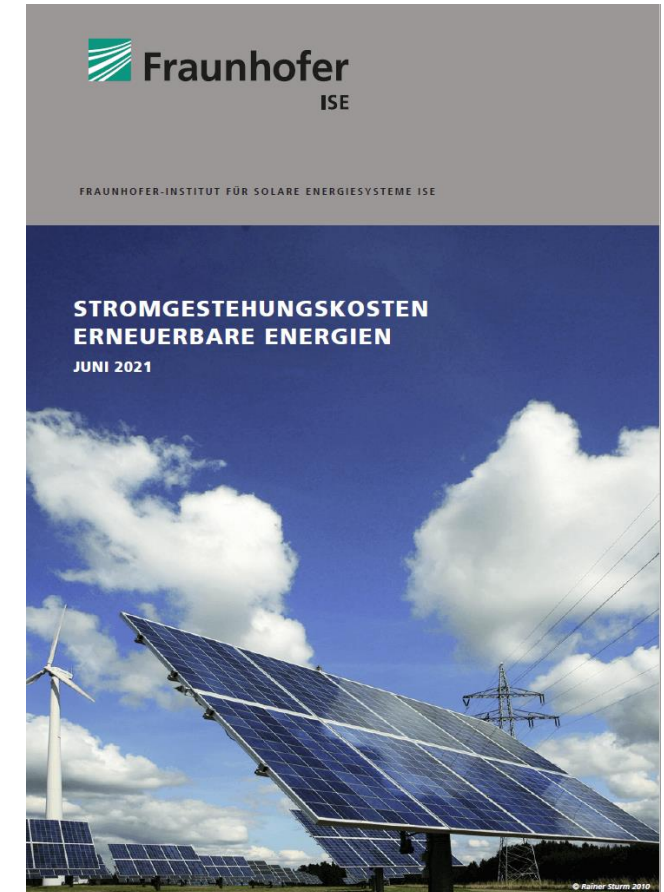
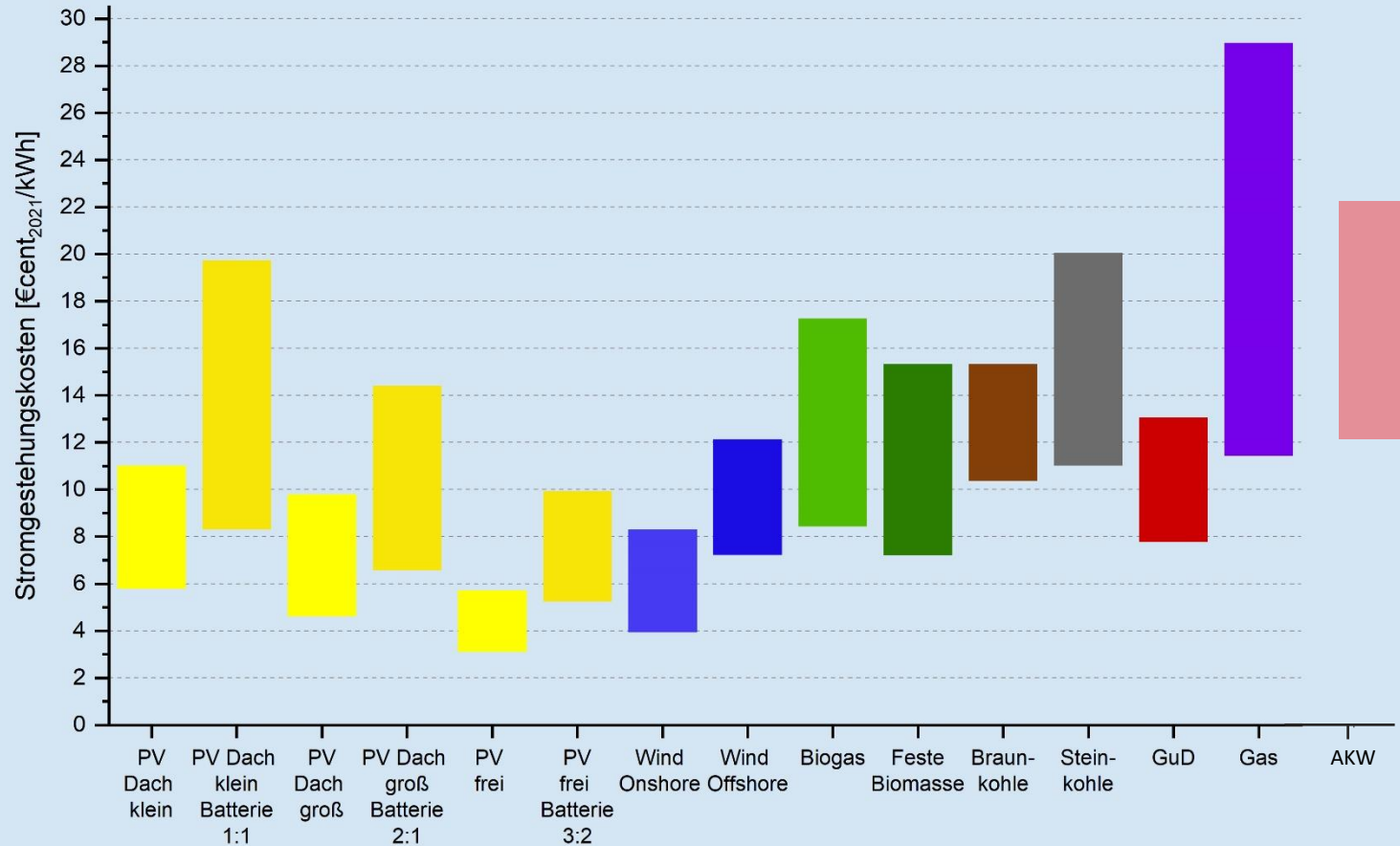
Energy-Charts  Leistung  Energie  Preise  Umwelt  Szenarien  Karten  Infos 



Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland

Stand: Juni 2021

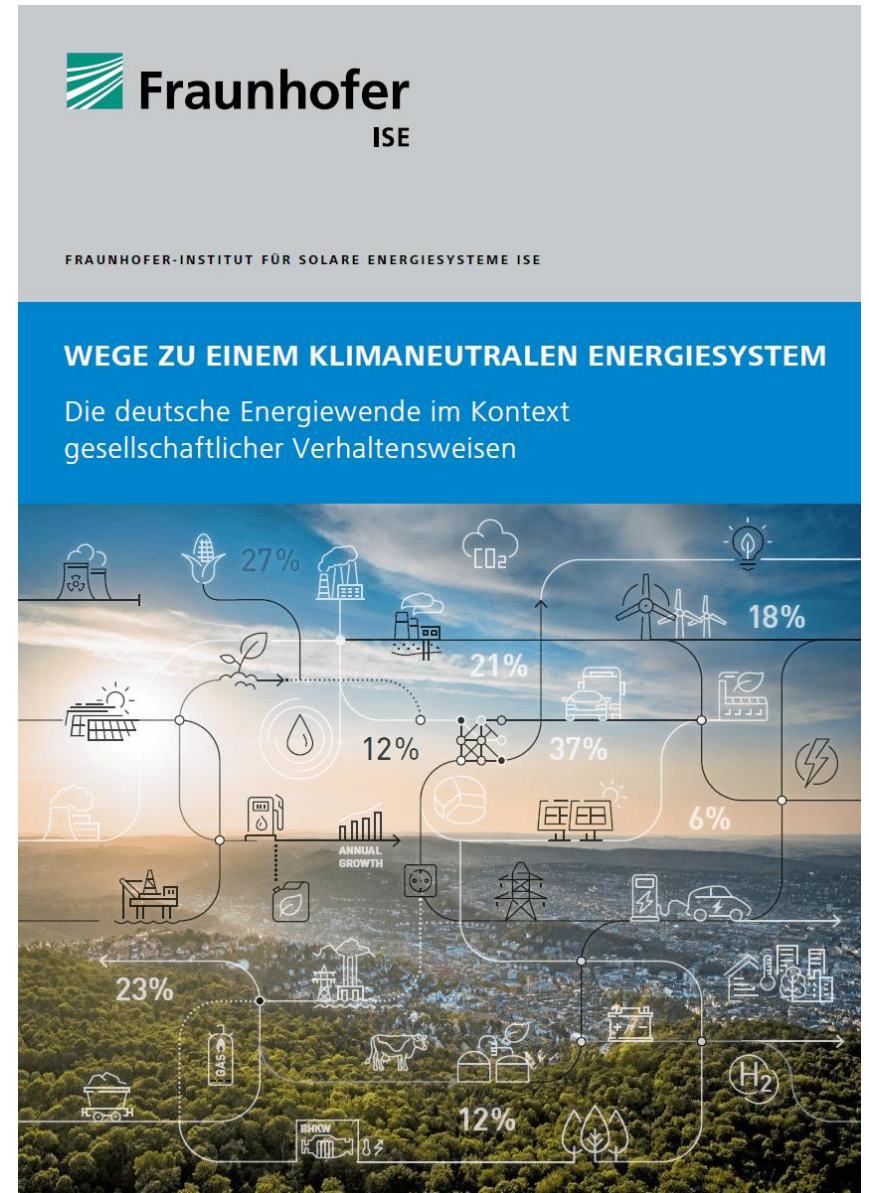
Fraunhofer ISE



Entwicklung des deutschen Energiesystems

Klimaneutralität 2045 – Wie geht es weiter?

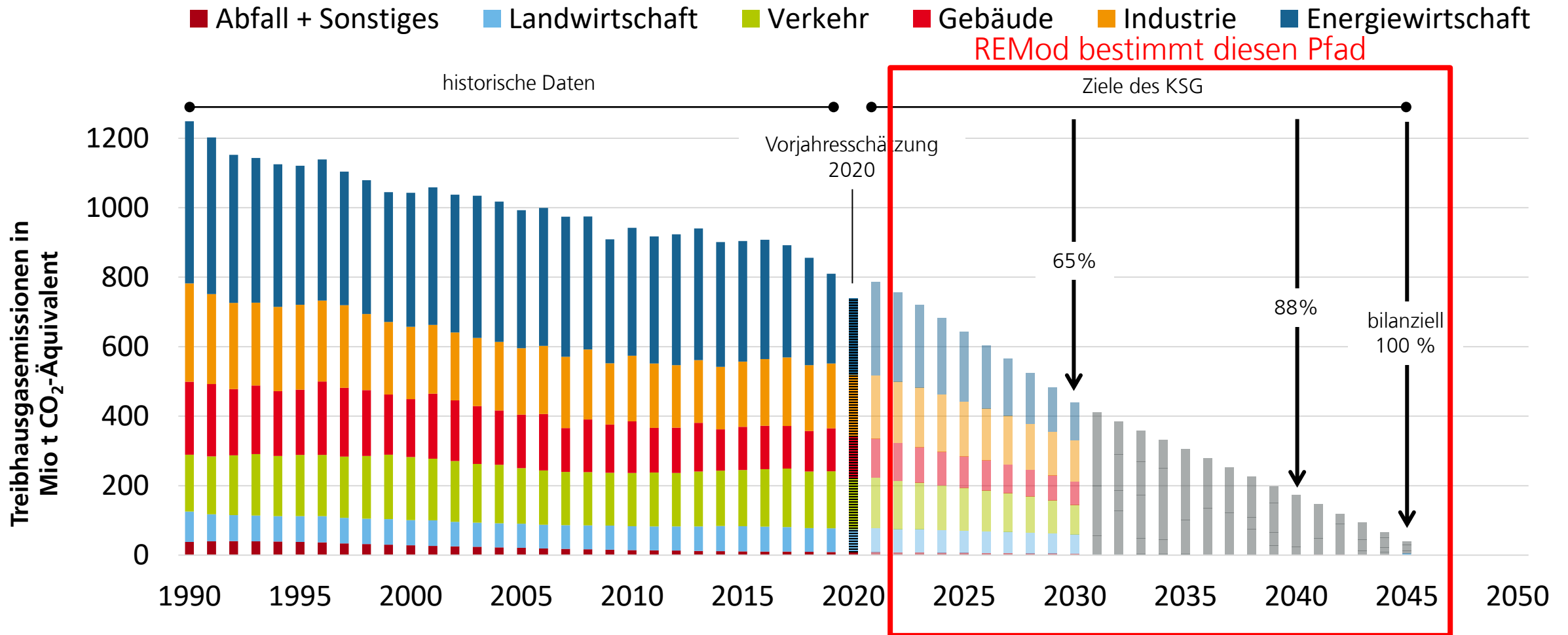
- **Wie sehen Transformationspfade für das deutsche Energiesystem bis 2045 aus?**
- **Welchen Einfluss haben gesellschaftliche Verhaltensweisen und Trends?**
- Veröffentlichung im Oktober 2021 – Kontinuierlicher Update z.B. Gaskrise
- Studie durchgeführt am Fraunhofer ISE in der Gruppe Energiesysteme und Energiewirtschaft
- Online zum Download verfügbar



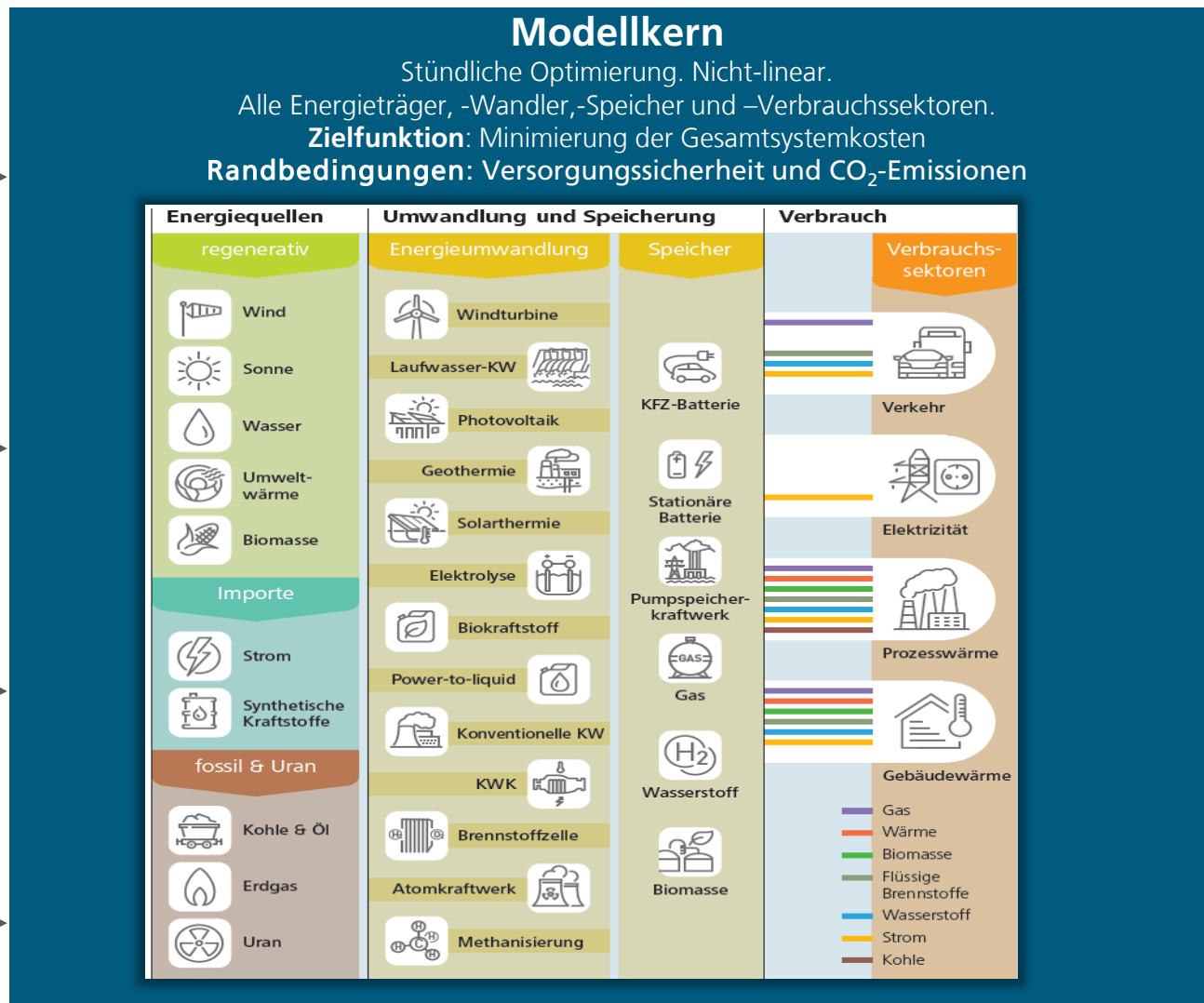
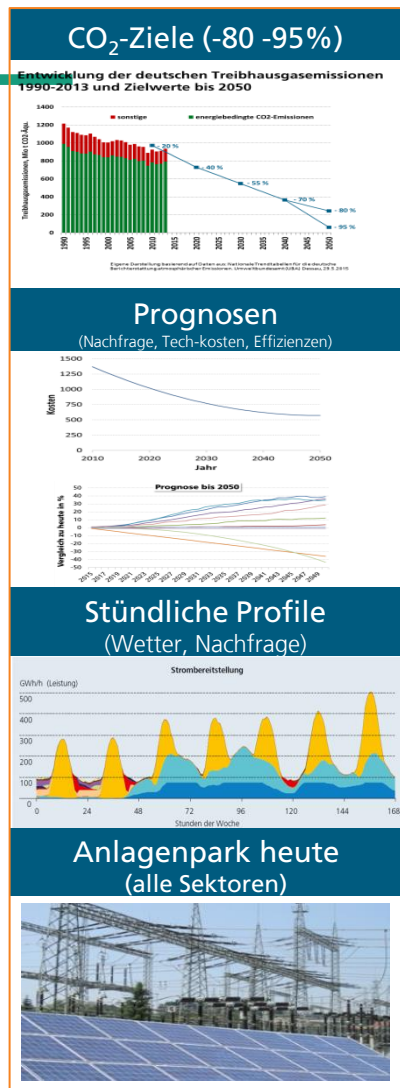
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>

Ausgangslage

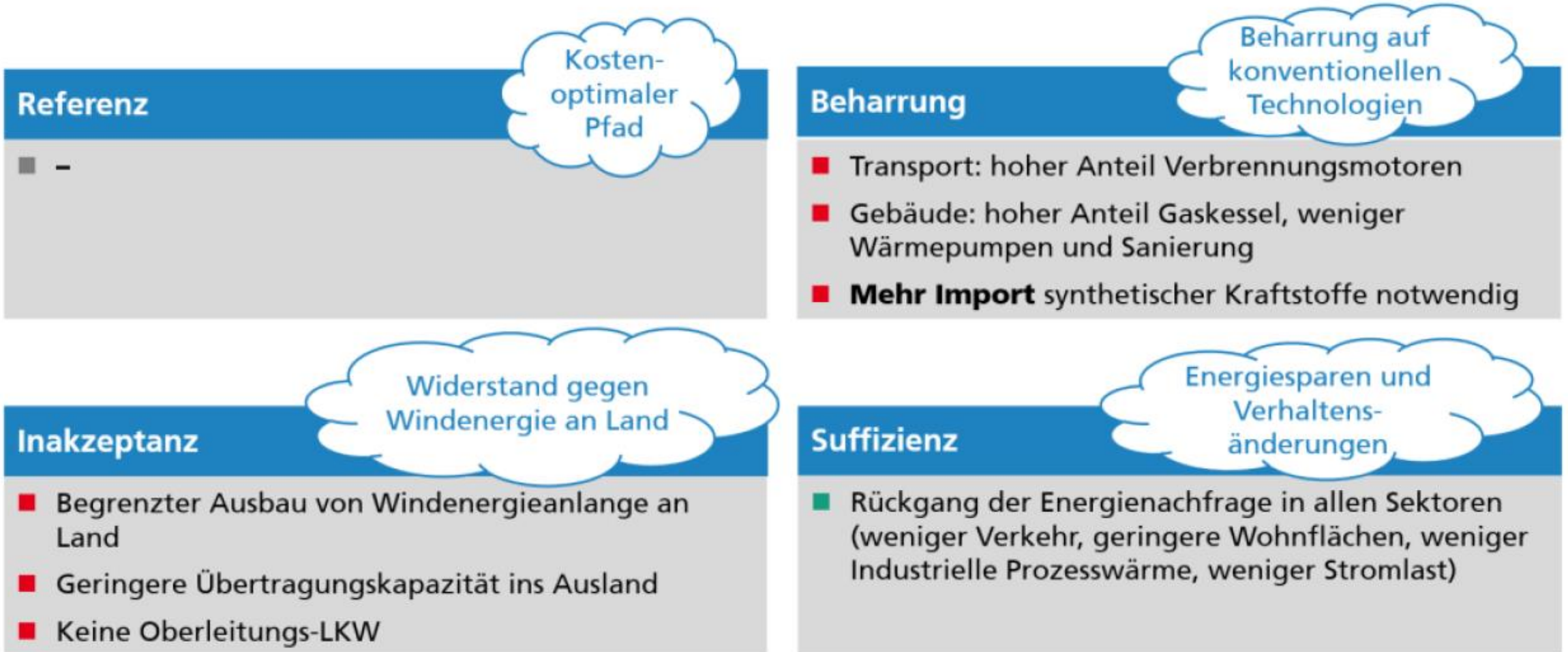
THG-Emissionen Deutschlands – Historie und Ziele nach Klimaschutzgesetz



REMod – Sektorenübergreifendes Energiesystemmodell



Transformationsszenarien bis zur Klimaneutralität 2045



Welche Technologien benötigen wir für die Energiewende?

Zielwerte 2030 und 2045 auf Basis der Rechnungen mit dem Energiesystemmodell REMod



PV

GW



Wind

GW



Batterie

GWh



Elektrolyse

GW



Flexible Kraftwerke

GW



Wärmepumpen

Anzahl in Millionen



E-Mobilität: PKW

Anzahl in Millionen



E-Mobilität: LKW

Anzahl in Millionen

2030

Szenarienbandbreite

171
↕
202

130
↕
144

49
↕
104

4
↕
11

96
↕
111

4,5
↕
5,8

12
↕
20

0,05
↕
0,07

2045

Szenarienbandbreite

332
↕
429

231
↕
265

118
↕
178

44
↕
91

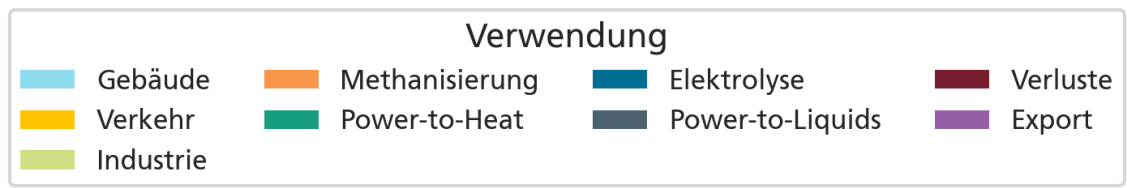
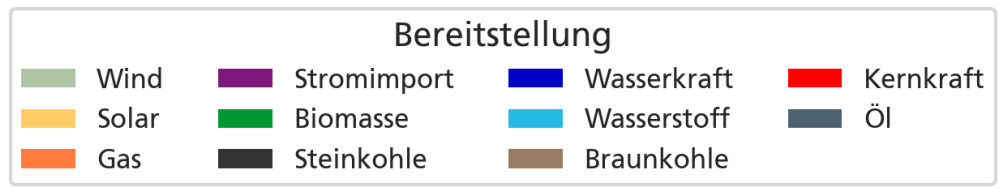
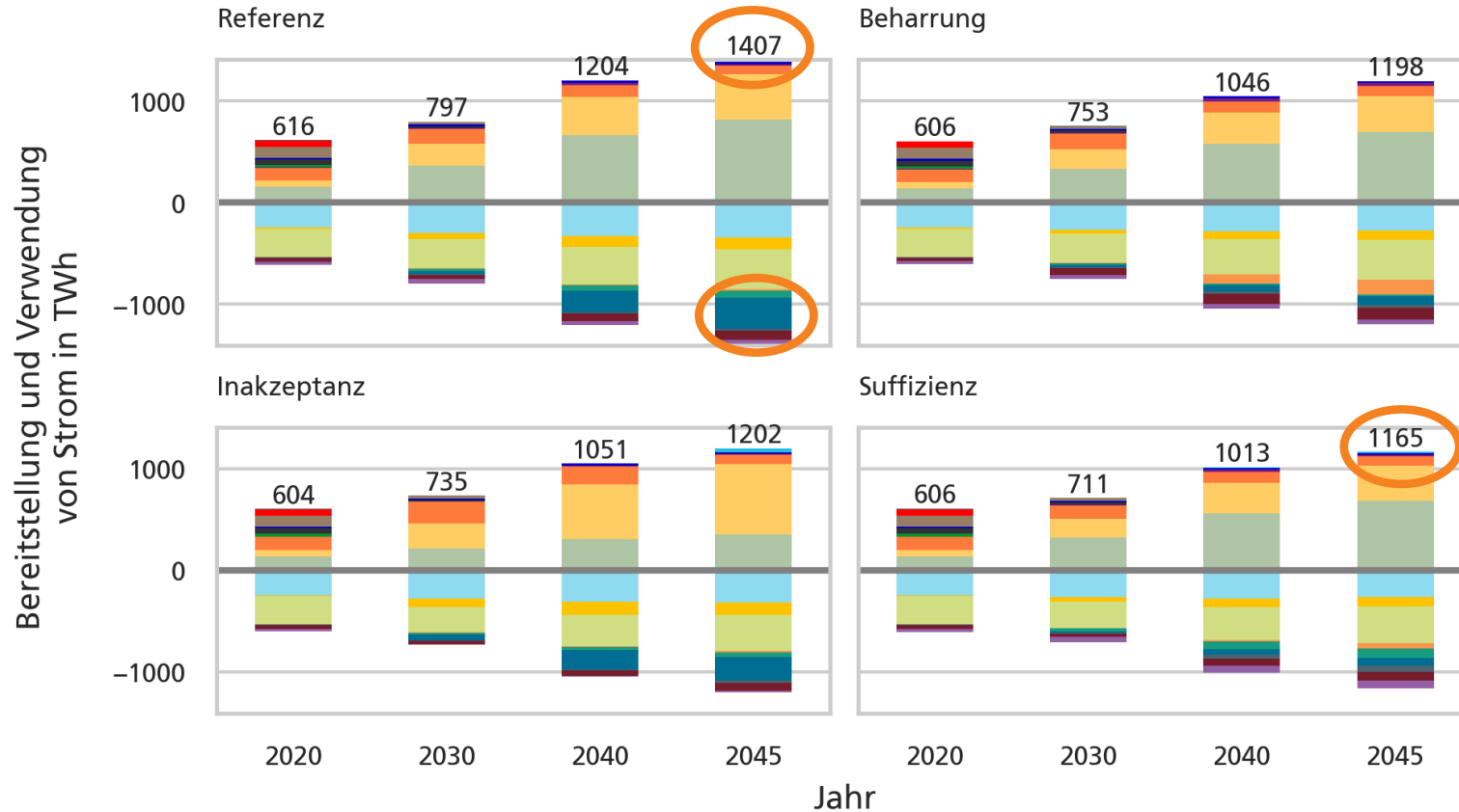
138
↕
152

12,5
↕
14,9

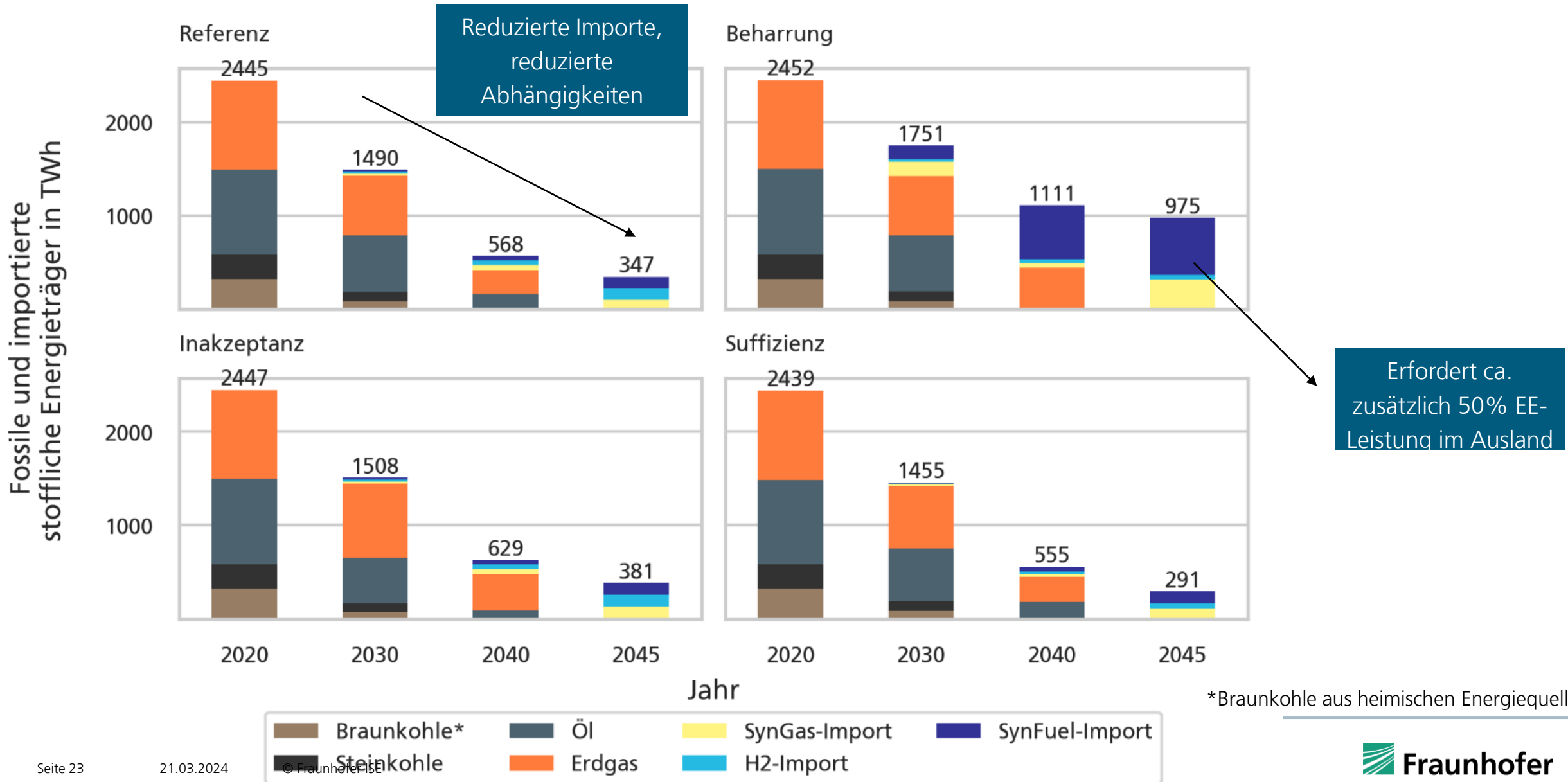
30
↕
41

0,61
↕
0,41

Strom wird der zentrale Energieträger in einem dekarbonisierten Energiesystem



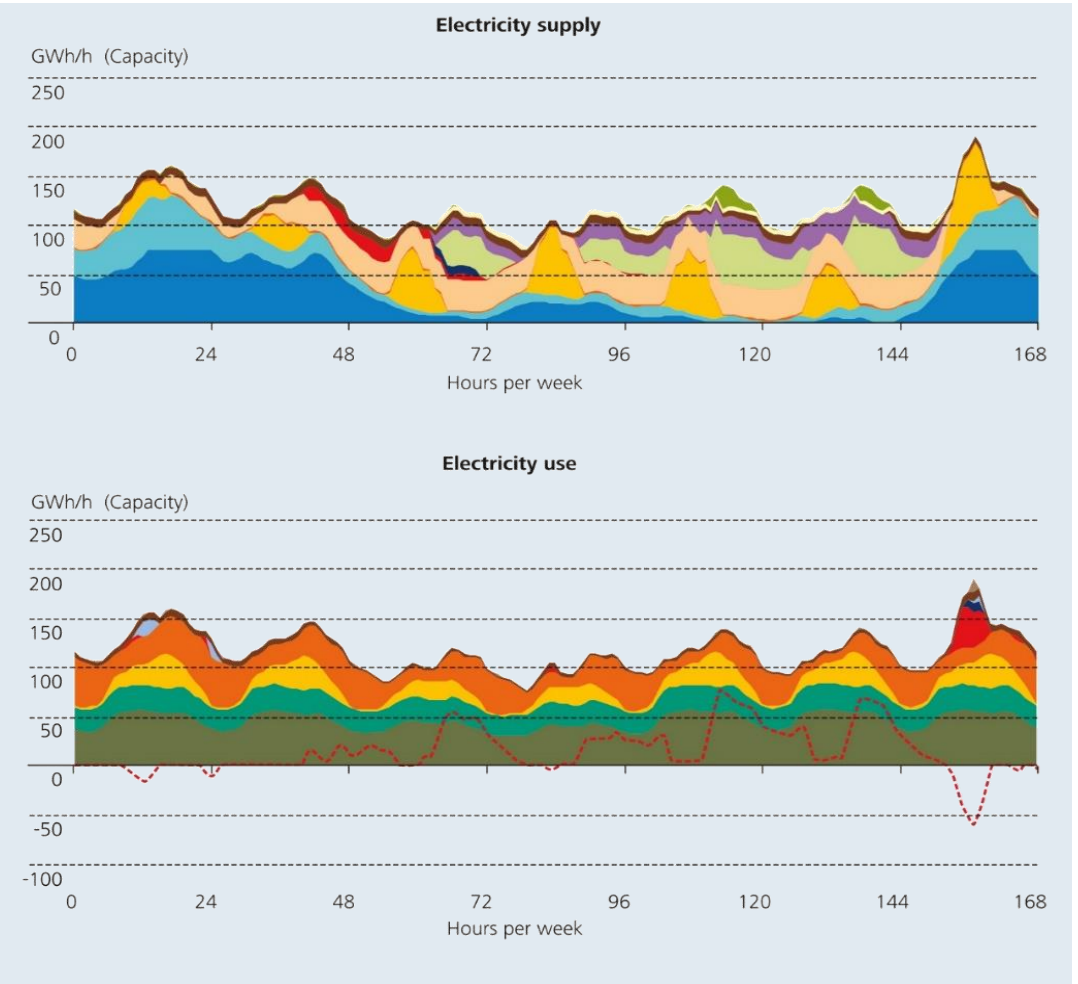
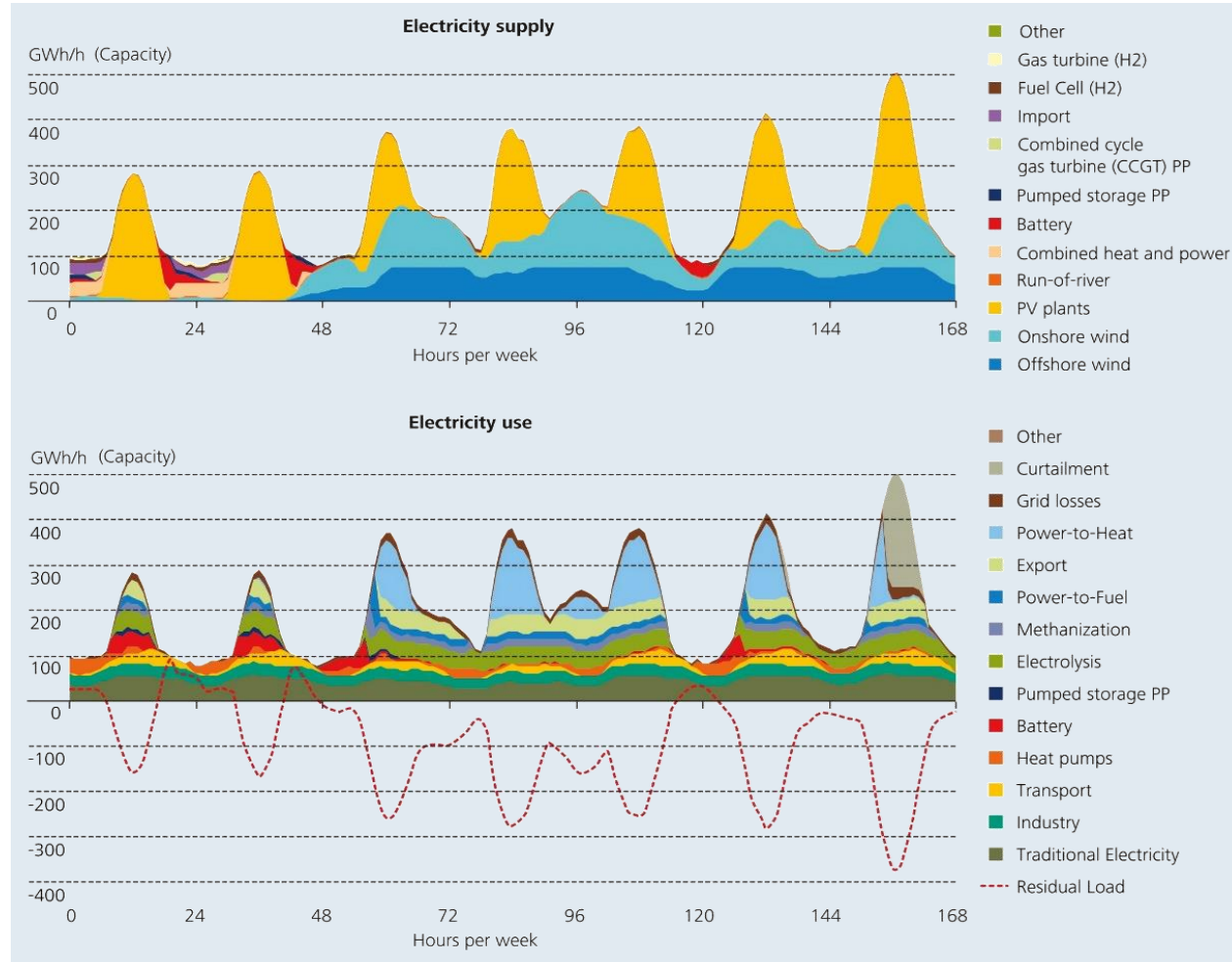
Reduktion von Gas- und Ölimporten, Import von Wasserstoffprodukten



Betrieb des Systems

links: Woche im April 2045

rechts: Woche im Oktober 2045



Daten des Referenz-Szenario

Profile können noch besser auf „www.energy-charts.info“ (Reiter Szenarien) betrachtet werden.

Was ist nun wichtig?

Was ist nun wichtig?

- (1) Die Energiewende ist in 2023 erheblich vorangeschritten. Erneuerbare Energien sind die tragende Säule im Stromsystem.
- (2) Transparenz und präzise Analysen sind auch bei der Energiewende wichtig.
- (3) Investitionen in konventionelle Technologien sind mit Fehlinvestitionen / Abschreibungen verbunden, da das System schnell und umfangreich umgestellt werden muss. CO₂-Preisanstieg, Verbote, Grenzwerte sind in allen Bereichen zu beachten.
- (4) Gesellschaftliche Verhaltensweisen (Akzeptanzfragen, Beharrungstendenzen) haben ökonomische Auswirkungen. Die Energiewende wird unnötig teurer.
- (5) Die Elektrifizierung vieler Energiebedarfe ist unumgänglich.
- (6) Importe von synthetischen Kraftstoffen (Efuels, Wasserstoff) sind zu einem geringen Grad notwendig, aber sie schaffen neue Abhängigkeiten und sind tendenziell nicht günstig.

Kontakt

Dr. Christoph Kost
Energiesystemanalyse
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
christoph.kost@ise.fraunhofer.de



www.energy-charts.info

www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2024/kurzstudie-zuwachs-von-batteriespeichern-und-balkon-pv-in-deutschland.html

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

www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html