



## DANKE, KUMPEL! KOHLEAUSSTIEG IN DEUTSCHLAND?

---

Strom kann in verschiedenen Kraftwerkstypen erzeugt werden. Im Rahmen der Energiewende baut Deutschland erneuerbare Energien (wie Wind- und Solarenergie) massiv aus. Dennoch gehen die CO<sub>2</sub>-Emissionen kaum zurück, weil in Deutschland immer noch rund 100 Kohlekraftwerke betrieben werden.

Weil die Kohleverbrennung große Mengen an CO<sub>2</sub> (und auch Quecksilber) ausstößt und für den Abbau von Kohle (wie etwa beim Braunkohleabbau in Nordrhein-Westfalen) riesige Waldflächen gerodet werden, sind viele Menschen über aktuelle Rodungen wie z.B. im Hambacher Forst erzürnt. Im Jahr 2018 protestierten Zehntausende Menschen gegen die Rodungen und forderten den sofortigen Stopp. Ein großer Teil der deutschen Bevölkerung lehnt den Kohleabbau und Kohlekraftwerke ab. Die weltweiten Klimaprotestbewegung „Fridays for Future“ durch Schüler\*innen verdeutlichen, dass es sich dabei um einen globalen Trend handelt. Doch was können einzelne Verbraucher großen Energiekonzernen entgegensetzen?

Erarbeitet in dieser Challenge zunächst, auf welche Weisen Strom in Deutschland erzeugt wird und wie sich der Strommix zusammensetzt (siehe Arbeitsmaterialien unter der Challenge). Dabei soll der Fokus vor allem auf dem Vergleich von Erneuerbaren Energien und Kohlestrom liegen. Führt gemeinsam eine Diskussion in der Klasse oder in kleineren Gruppen durch und bespricht, wieso momentan immer noch Kohle abgebaut und verstromt wird. Untersucht weiterhin, wie sich der Strommix verändern müsste, damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Strom- und Energiesektor gesenkt werden und Deutschland seine Klimaziele erreichen kann.

Das Ziel der Challenge besteht darin, dass ihr folgende Fragestellungen beantworten könnt:

- Was ist der Strommix und welche Arten der Stromerzeugung haben welche Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft?
- Wieso sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Verbrennung von Kohle so hoch? Wieso ist die Verbrennung von Braunkohle (welche in Deutschland vorrangig verstromt wird) noch umweltschädlicher als Steinkohle?
- Welche Lösungsansätze gibt es auf Verbraucher- und politischer Ebene, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stromsektor zu verringern (Energiesparmaßnahmen, Zertifikat-Handel, ...)?

## AUF EINEN BLICK

### Ihr habt bestanden, wenn...

...ihr erarbeitet habt, wie der deutsche Strommix aktuell zusammengesetzt ist und wie das Ziel für den deutschen Strommix im Jahr 2050 aussieht.

...ihr den Anteil der Kohleverbrennung an den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stromsektor diskutiert habt.

#### Dauer



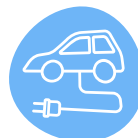
Minuten

#### Punktzahl



Punkte

#### Kategorie



Energie & Mobilität

#### Typ



Recherche &  
Diskussion

## BENÖTIGTE HILFSMITTEL / QUELLEN

- Arbeitsblatt 1: Strommix Nettostromerzeugung Deutschland (Jahr 2019)
- Arbeitsblatt 2: benötigt für Zusatz-Challenge (siehe unten)
- Weiterführende Recherchehinweise
  - Fraunhofer-Studie „Stromerzeugung in Deutschland 2017“ (siehe angehängte PDF-Datei)
  - Interaktive Grafiken zur deutschen Stromerzeugung auf Website des Fraunhofer-Instituts ISE: <https://www.energy-charts.de/>

## WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN FÜR INTERESSIERTE

- ZEIT ONLINE: „Zehntausende demonstrieren gegen Braunkohleabbau“, <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2018-10/hambacher-forst-proteste-demonstration-rwe-kohleausstieg>
- Podcast „Mission Energiewende“, Folgen:
  - „Kohleausstieg: Es ist kompliziert“, <https://detektor.fm/wissen/mission-energiewende-kohleausstieg>
  - „Kohleausstieg: Wie kann ich mich engagieren?“, <https://detektor.fm/gesellschaft/mission-energiewende-fuer-kohleausstieg-engagieren>
  - Was macht die Kohlekommission: Die Zeit ist das größte Problem“, <https://detektor.fm/politik/mission-energiewende-was-macht-die-kohlekommission>
  - „Kohleausstieg: Hambi bleibt!“, <https://detektor.fm/politik/mission-energiewende-lage-hambacher-forst>
  - „Vorreiter Deutschland: Nicht mehr Klimabester“, <https://detektor.fm/wissen/mission-energiewende-deutschlands-vorreiterrolle>

## +3 ZUSATZPUNKTE

...wenn ihr diskutiert, was ihr durch einen Wechsel des Stromanbieters weg von Großkonzernen hin zu einem Ökostrom-Anbieter bewirken könnt.

Durch Nutzung von Vergleichsportalen lässt sich der Stromanbieter innerhalb von weniger als 20 Minuten sehr leicht und transparent wechseln.

Folgende Aufgaben müsst ihr für den Erhalt der Zusatz-Punkte erfüllen:

- Nehmt das Arbeitsblatt zum Wechsel des Stromanbieters mit nach Hause und erfragt bei euren Eltern, welchen Stromtarif ihr aktuell gewählt habt (Strommix des Tarifs angeben!). Das Arbeitsblatt kannst du gemeinsam mit deinen Eltern ausfüllen.
- Mindestens 10 von euch bringen das ausgefüllte Arbeitsblatt zurück mit in die Klasse. Dort vergleicht ihr die verschiedenen Stromtarife hinsichtlich ihres Strommix auf einer sachlichen (!) Ebene.
- Diskutiert, wie einfach und transparent man den Stromanbieter wechseln kann (z.B. durch Nutzung einer Online-Vergleichsplattform).

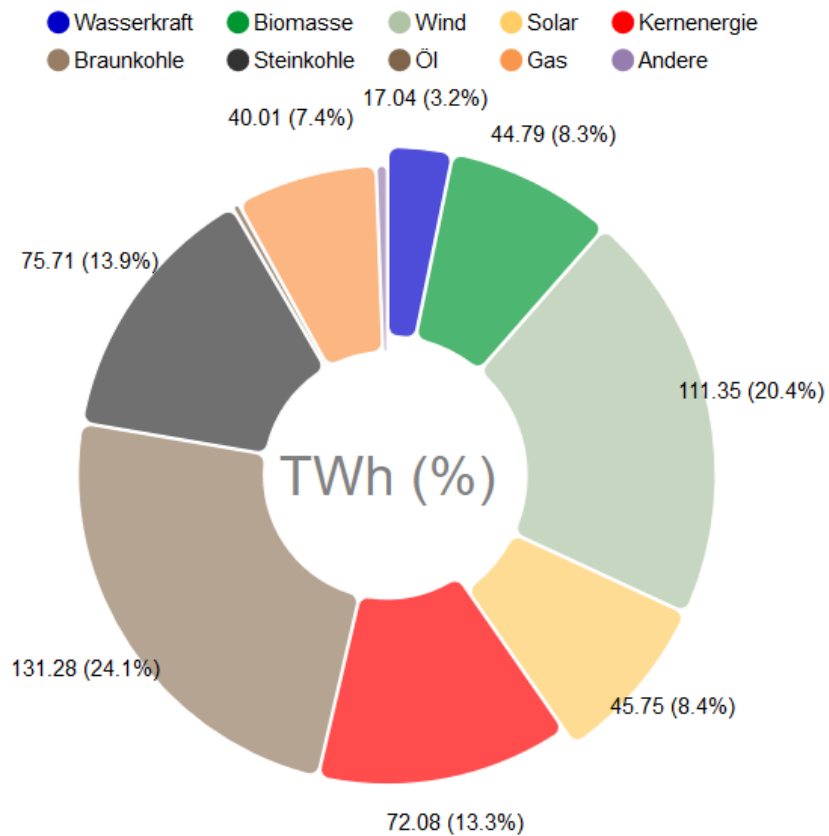
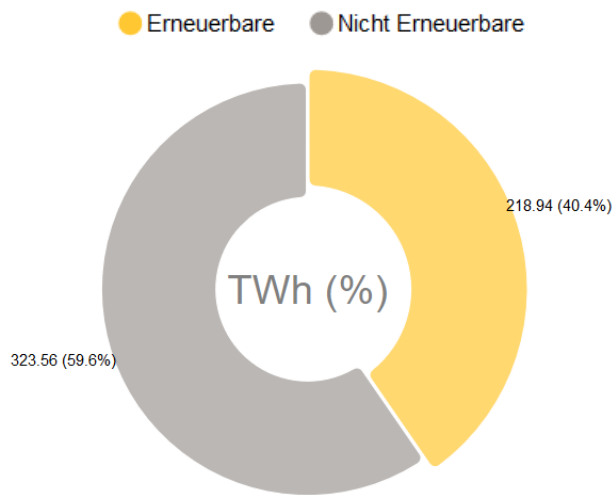
Die Organisation der Zusatz-Challenge kann entweder durch die Lehrkraft oder auch im Rahmen eines Schüler-Referats durchgeführt werden.



# ARBEITSBLATT 1: DIAGRAMME ZUR STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND

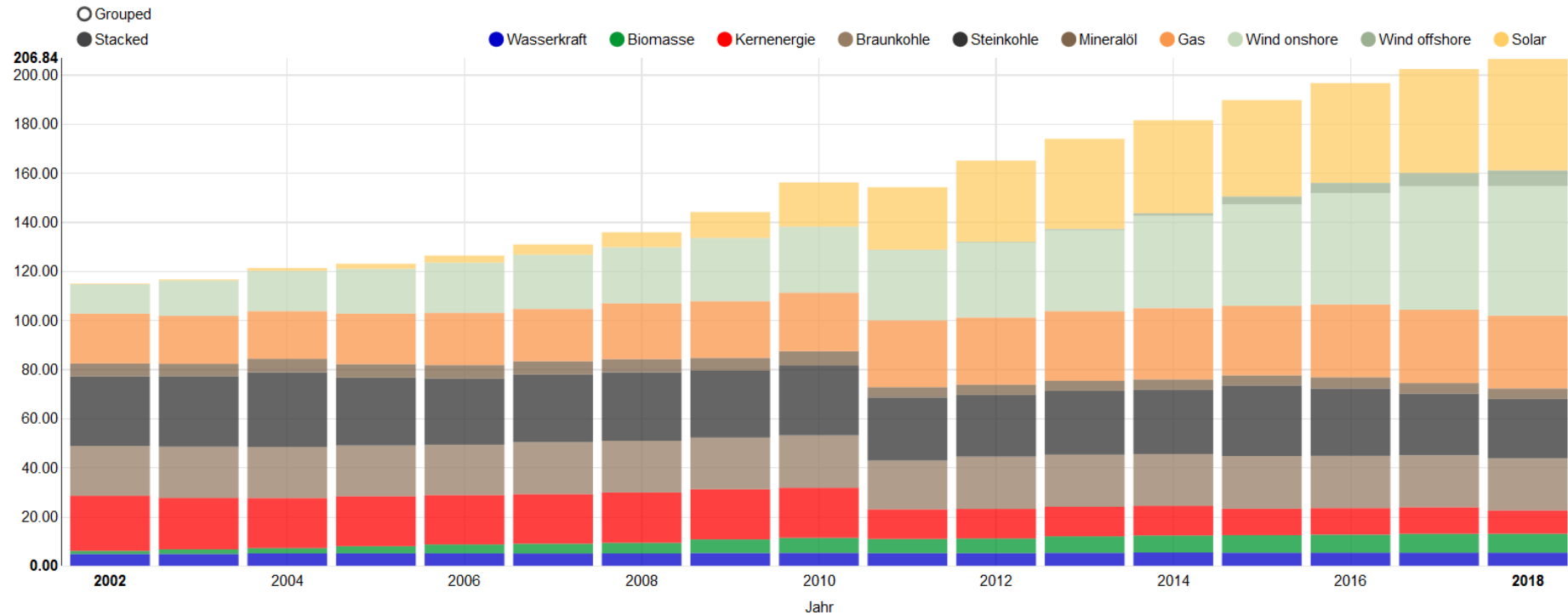
## Nettostromerzeugung in Deutschland in 2018

(Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_pie\\_de.htm?year=2018](https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm?year=2018))



## Installierte Netto-Leistung zur Stromerzeugung in Deutschland

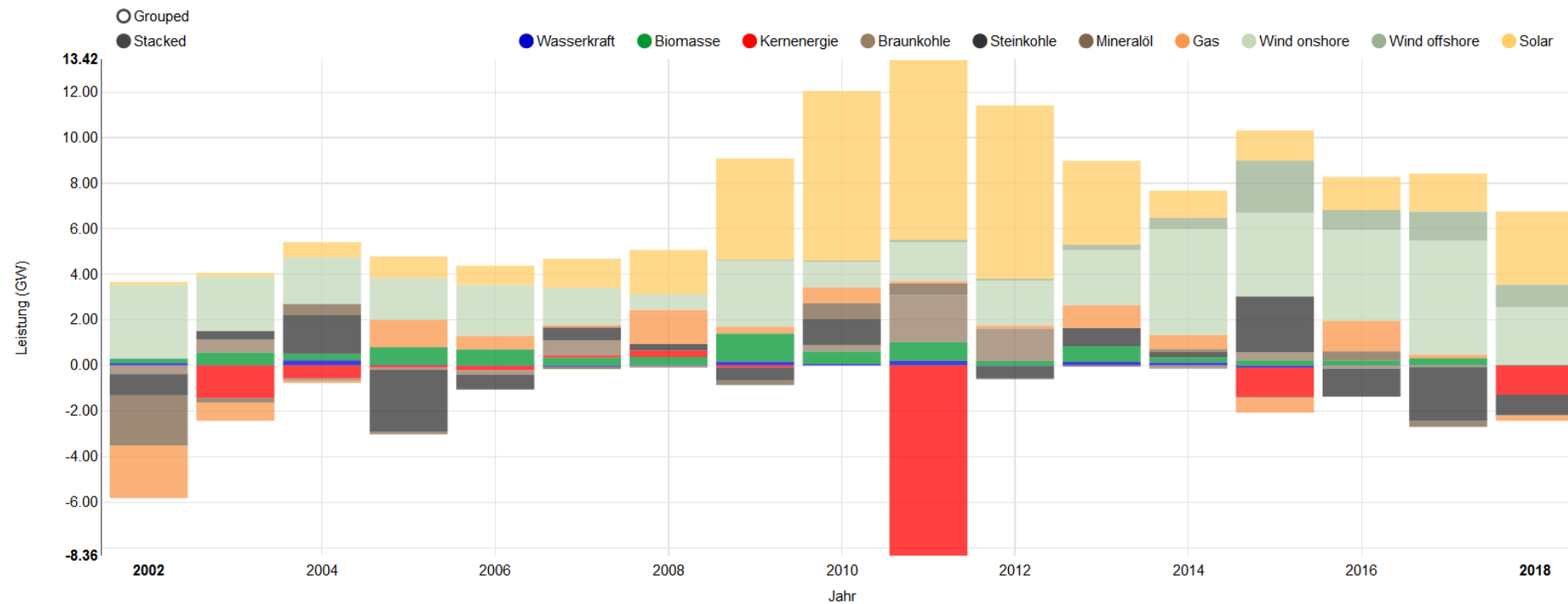
(Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_inst\\_de.htm?year=all&period=annual&type=power\\_inst](https://www.energy-charts.de/power_inst_de.htm?year=all&period=annual&type=power_inst))



Datenquelle: AGEE, BMWi, Bundesnetzagentur  
 letztes Update: 27 Dec 2018 14:37

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

(Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_inst\\_de.htm?year=all&period=annual&type=inc\\_dec](https://www.energy-charts.de/power_inst_de.htm?year=all&period=annual&type=inc_dec))



Datenquelle: AGEE, BMWi, Bundesnetzagentur  
 letztes Update: 27 Dec 2018 14:37



## ARBEITSBLATT 2 (FÜR ZUSATZ-(CHALLENGE):

### STROMMIX UND STROMANBIETERWECHSEL

---

Durch den Stromanbieterwechsel hin zu einem Ökostrom-Tarif könnt ihr die Umwelt schützen und Druck auf Großkonzerne, die auf fossile Energieträger setzen, ausüben. Welchen Einfluss wir als Verbraucher haben, könnt ihr im Podcast „Mission Energiewende“ u.a. in der Folge „Kohleausstieg: Wie kann ich mich engagieren?“ (<https://detektor.fm/gesellschaft/mission-energiewende-fuer-kohleausstieg-engagieren>) nachhören.

Mithilfe von Vergleichsportalen lässt sich der Stromanbieter innerhalb von weniger als 20 Minuten sehr transparent, verbraucherfreundlich und bequem wechseln. Dabei kann man die Umwelt schützen und gleichzeitig auch noch Geld sparen (in der Regel zwischen 100 – 250 € pro Jahr). Der Wechsel lohnt sich also.

Gib auf diesem Arbeitsblatt die Daten zum bisherigen Stromtarif bei dir zu Hause an. Vergleicht anschließend innerhalb der Klasse eure Ergebnisse und versteht, wie sich der Strommix verschiedener Stromanbieter zusammensetzt.

---

**Aktueller Stromanbieter:**

---

**Aktueller Stromtarif:**

---

#### Zusammensetzung des Strommix deines Vertrages in Prozent (%)

---

Braunkohle: \_\_\_\_\_ %

Erneuerbare Energien gesamt: \_\_\_\_\_ %  
(Wind, Solar, Wasser, Biomasse, ...)

Steinkohle: \_\_\_\_\_ %

Andere: \_\_\_\_\_ %

Gas: \_\_\_\_\_ %

Mineralöl: \_\_\_\_\_ %

---

Du kannst auch zusätzlich gerne ein Kreisdiagramm mit dem Strommix deines aktuellen Stromvertrages zeichnen und die Zahlen im Diagramm angeben.

---

# FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2017

---



Prof. Dr. Bruno Burger

Fraunhofer-Institut für  
Solare Energiesysteme ISE

Freiburg, den 08.05.2018

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de)



# Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2017

Die **vierte Version** vom 08.05.2018 enthält zusätzliche Grafiken zu CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die **dritte Version** vom 25.04.2018 enthält eine Korrektur bei den Marktwertfaktoren.

Diese **zweite Version** vom 29.03.2018 berücksichtigt die Monatsdaten des Statistischen Bundesamtes (Destatis) zur Elektrizitätserzeugung für das komplette Jahr 2017.

Diese **erste Version** vom 02.01.2018 berücksichtigt die bis zum 02.01.2018 verfügbaren Monatsdaten des Statistischen Bundesamtes (Destatis) zur Elektrizitätserzeugung bis einschließlich September 2017 und die Monatsdaten zur Ein- und Ausfuhr von Elektrizität bis einschließlich Oktober 2017. Die Daten für die restlichen Monate wurden auf Basis von korrigierten Stundenwerten der Leipziger Strombörse EEX und der vier Übertragungsnetzbetreiber (50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW) hochgerechnet. Die hochgerechneten Werte unterliegen größeren Toleranzen.

Stündlich aktualisierte Daten finden Sie auf den Energy-Charts:

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

# Stromerzeugung im Jahr 2017

## Unterschied zwischen Brutto- und Nettoerzeugung

In diesem Bericht werden die Daten zur deutschen **Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung** dargestellt. Die Zahlen repräsentieren damit den Strommix, der tatsächlich zu Hause aus der Steckdose kommt und der im Haushalt verbraucht wird bzw. mit dem auch Elektrofahrzeuge öffentlich geladen werden. An der deutschen Strombörse EEX wird ausschließlich die Nettostromerzeugung gehandelt und bei den grenzüberschreitenden Stromflüssen werden auch nur Nettozahlen gemessen.

Die **AG Energiebilanzen** verwendet demgegenüber die Daten der **gesamten Bruttostromerzeugung**. Diese beinhalten auch die elektrischen Verluste der Kraftwerke, die direkt im Kraftwerk verbraucht werden und gar nicht in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Auf der Verbrauchsseite werden die elektrischen Verluste der Kraftwerke auch dem Bruttostromverbrauch zugerechnet, damit die Bilanz wieder stimmt. Außerdem berücksichtigt die AG Energiebilanzen auch die Eigenstromerzeugung der Industrie, den sogenannten „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“. Diese Eigenerzeugung wird direkt in den Betrieben verbraucht und auch nicht in das öffentliche Netz eingespeist.

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

# Stromerzeugung im Jahr 2017

## Erneuerbare Energien: Solar und Wind

**Photovoltaikanlagen** speisten im Jahr 2017 ca. 38,4 TWh in das öffentliche Netz ein. Die Produktion hat sich gegenüber dem Vorjahr um ca. 0,4 TWh bzw. 1% erhöht. Trotz der Erhöhung liegt die Stromerzeugung noch unter dem Wert von 2015, wo 38,7 TWh erzeugt wurden. Die installierte PV-Leistung lag Ende Dezember bei ca. 43 GW. Der Zubau im Jahr 2017 beträgt ca. 2,27 GW. Die maximale Solarleistung betrug ca. 30 GW am 27.05.2017 um 13:00 Uhr. Zu diesem Zeitpunkt kamen 42,7% der gesamten Stromerzeugung aus Photovoltaik. Im Juni 2017 war die monatliche Stromerzeugung von PV-Anlagen mit 5,8 TWh erstmals höher als von Steinkohlekraftwerken mit 4,7 TWh.

Die **Windenergie** produzierte im Jahr 2017 ca. 104 TWh und lag ca. 32% über der Produktion von 78,6 TWh im Jahr 2016. Die Windenergie ist damit erstmals zweitstärkste Energiequelle nach der Braunkohle, aber vor der Steinkohle und der Kernenergie. In zehn Monaten übertraf die Windstromproduktion die Erzeugung aus Steinkohle und aus Kernenergie. Die maximal erzeugte Leistung betrug ca. 40 GW am 28.10.2017 um 20:15 Uhr. Der Anteil von **onshore Wind** betrug ca. 85 TWh, 20 TWh mehr als in 2016. **Offshore Wind** konnte die Produktion von 12 TWh in 2016 auf über 17,4 TWh in 2017 steigern. In der **Nordsee** wurden ca. 16 TWh erzeugt. Die offshore Produktion in der **Ostsee** lag bei ca. 1,4 TWh. Ende 2017 lag die installierte Leistung von onshore Wind bei 51 GW und von offshore Wind bei 5,3 GW.

Gemeinsam produzierten **Solar- und Windenergieanlagen** im Jahr 2017 ca. 142 TWh. Sie liegen damit in Summe erstmals vor Braunkohle, Steinkohle und Kernenergie.

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

# Stromerzeugung im Jahr 2017

## Erneuerbare Energien: Wasserkraft und Biomasse

Die **Wasserkraft** produzierte ca. 20,5 TWh und liegt damit ungefähr auf dem Durchschnitt der vergangenen Jahre. Die Produktion war im Januar mit 1 TWh am Geringsten und im Mai mit 2 TWh am Höchsten.

Aus **Biomasse** wurden ca. 47,5 TWh produziert. Die Produktion liegt auf dem Niveau des Vorjahres.

In Summe produzierten die **Erneuerbaren Energiequellen** Solar, Wind, Wasser und Biomasse im Jahr 2017 ca. 210 TWh. Sie liegen damit 15% über dem Niveau des Vorjahres mit 182 TWh. Der Anteil an der öffentlichen Nettostromerzeugung, d.h. dem Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt, lag bei ca. 38%. Der Anteil an der gesamten Bruttostromerzeugung einschließlich der Kraftwerke der „Betriebe im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“ liegt bei ca. 35%.

---

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

# Stromerzeugung im Jahr 2017

## Nicht erneuerbare Erzeugung

Die Nettostromproduktion aus **Kernkraftwerken** betrug 72,2 TWh und lag damit 10% unter dem Vorjahresniveau von 80 TWh. Gründe für den Rückgang sind hauptsächlich längere Reparatur- und Wartungsarbeiten. Zum 31.12.2017 wurde das Kernkraftwerk Gundremmingen B endgültig abgeschaltet.

**Braunkohlekraftwerke** produzierten 134 TWh netto. Das sind ca. 1 TWh bzw. 0,7% weniger als 2016. Insbesondere bei hoher Windeinspeisung haben sie ihre Leistung stärker als in früheren Jahren gedrosselt. Nach wie vor sind Braunkohlekraftwerke aber noch unflexibel in ihrer Reaktion auf hohe Einspeisung Erneuerbarer Energien.

Die Nettoproduktion aus **Steinkohlekraftwerken** betrug 81,7 TWh. Sie war um 18 TWh bzw. 18% niedriger als im Jahr 2016, in dem 99,8 TWh netto produziert wurden.

**Gaskraftwerke** haben 49,1 TWh netto für die öffentliche Stromversorgung produziert. Sie lagen damit 2,6 TWh über dem Niveau des Vorjahres. Neben den Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung gibt es auch Gaskraftwerke im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe zur Eigenstromversorgung. Diese produzierten zusätzlich ca. 20 bis 25 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)

# Stromerzeugung Jahr 2017

## Exportüberschuss

Im Jahr 2017 wurde ein **Exportüberschuss** von ca. 53 TWh erzielt. Seit 2011 steigen die Exportüberschüsse kontinuierlich an. Der Großteil der Exporte floss in die Schweiz (16,6 TWh), die hauptsächlich als Transitland nach Italien dient. Auf Rang zwei folgt Österreich mit 14,7 TWh. Die Niederlande auf Platz drei leitet einen Großteil des Stroms nach Belgien und Großbritannien weiter. Rang vier belegt Polen, das einen Teil des Stromes aus den neuen Bundesländern über Tschechien nach Süddeutschland transportiert.

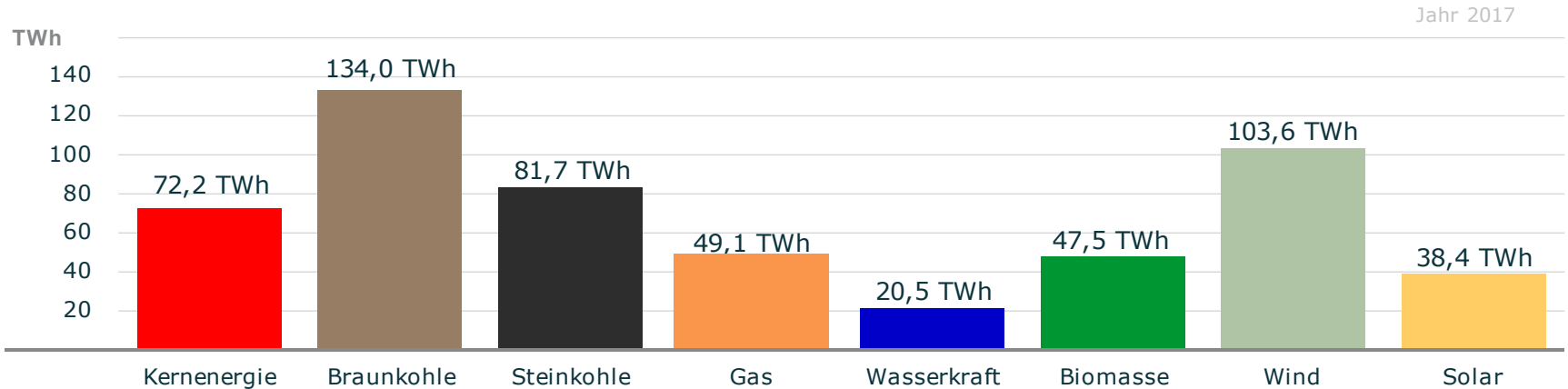
Deutschland importierte deutlich weniger Strom aus Frankreich als in den vergangenen Jahren, weil einige französische Kernkraftwerke aus Sicherheitsgründen zeitweise abgeschaltet wurden. Deutschland dient als Transitland für französischen Strom und leitet diesen an die Nachbarländer weiter. Die durchschnittlich exportierte Leistung betrug ca. 5,7 GW. Das entspricht der Leistung von fünf Kernkraftwerken. An 8215 Stunden des Jahres (94%) wurde Strom exportiert und an 545 Stunden (6%) wurde Strom importiert.

Beim **Außenhandel** mit Strom wurden 26,9 TWh zu einem Wert von 1,03 Mrd. Euro eingeführt. Die Ausfuhr lag bei 79,8 TWh und einem Wert von 2,84 Mrd. Euro. Im Saldo ergibt sich ein Exportüberschuss von 52,8 TWh und Einnahmen im Wert von 1,81 Mrd. Euro. Eingeführter Strom kostete durchschnittlich 38,31 Euro/MWh und ausgeführter Strom 35,57 Euro/MWh. Der durchschnittliche volumengewichtete Day-Ahead **Börsenstrompreis** liegt mit 32,89 Euro/MWh etwas über dem Wert des Vorjahres von 28,20 Euro/MWh. Inflationsbereinigt liegt er aber noch unter dem Niveau von 2003 und 2004.

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

# Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung Jahr 2017

## Nettostromerzeugung 2017

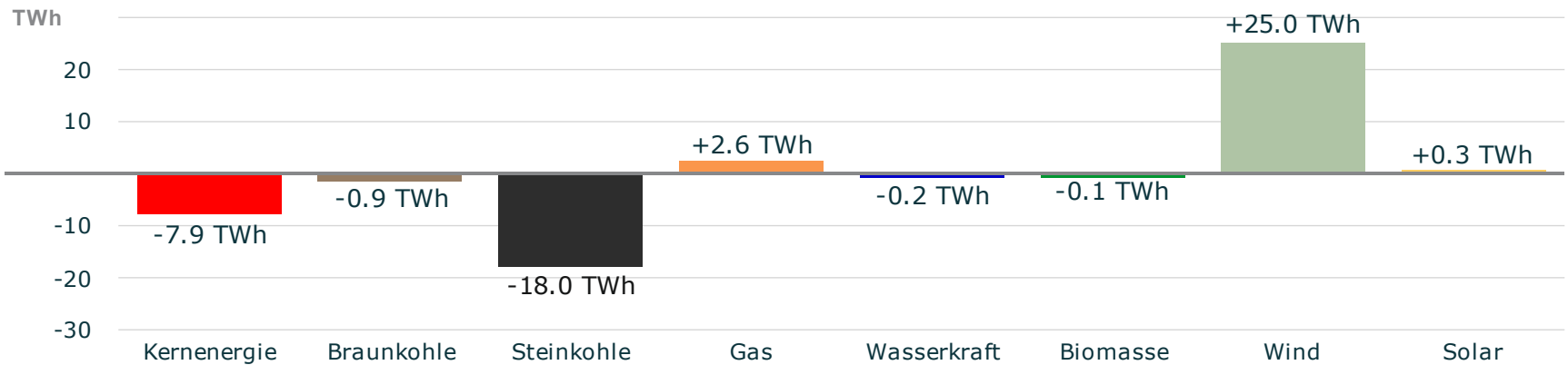


Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle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

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

# Absolute Änderung der Nettostromerzeugung Jahr 2017 gegenüber Jahr 2016

## Veränderung der Nettostromerzeugung: 2017 gegenüber 2016

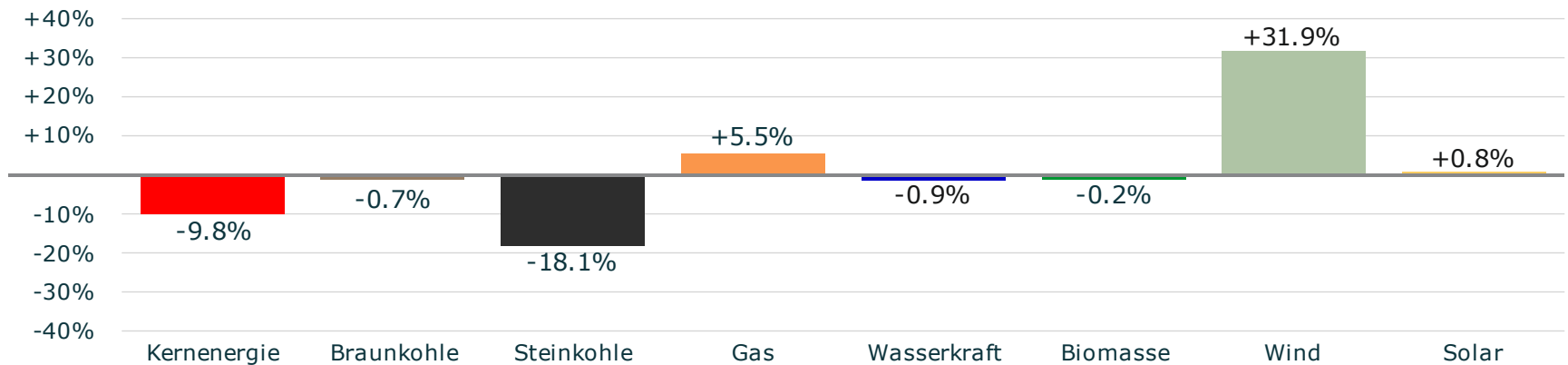


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: DESTATIS und Leipziger Strombörse EEX, energetisch korrigierte Werte



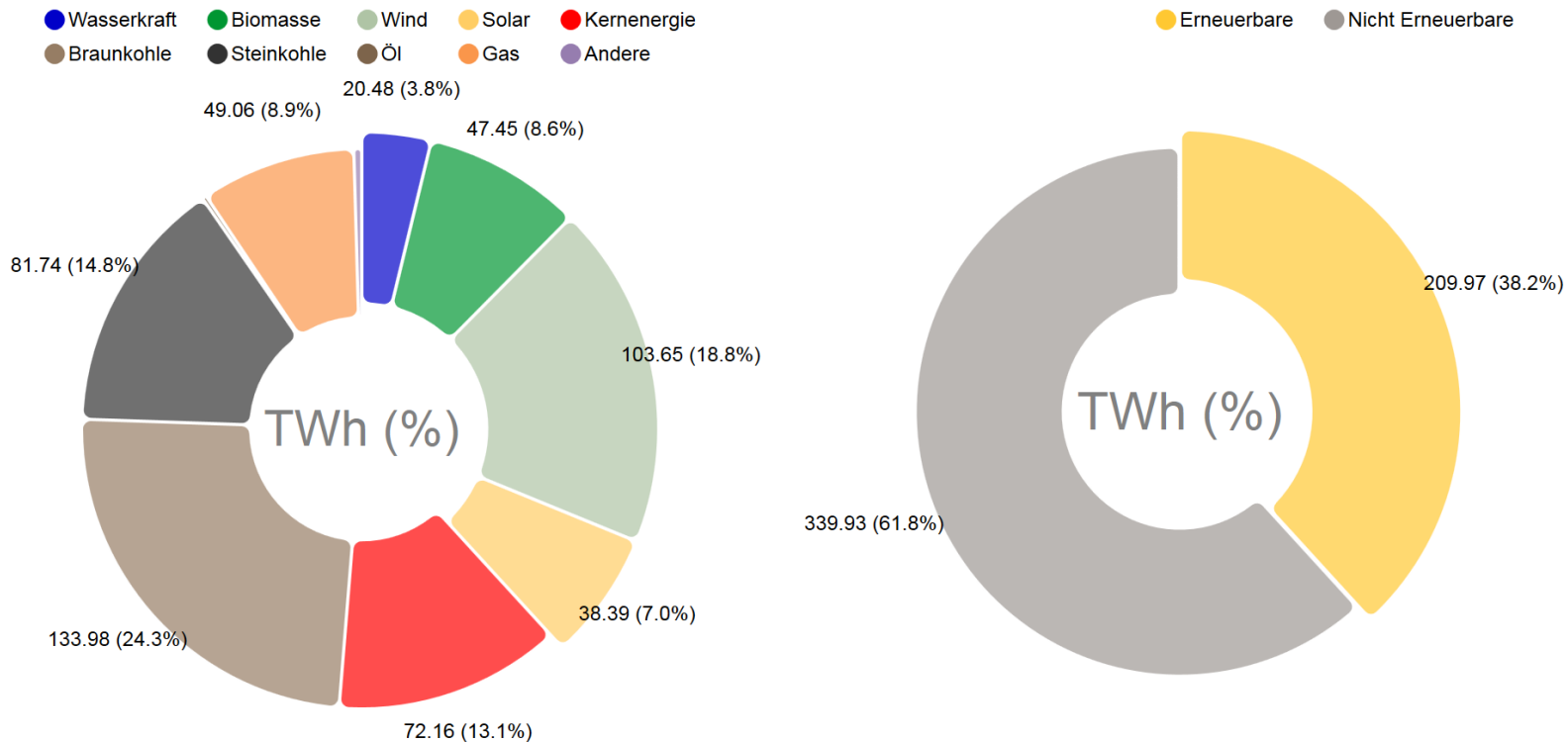
# Relative Änderung der Nettostromerzeugung Jahr 2017 gegenüber Jahr 2016

## Relative Änderung der Stromerzeugung: 2017 gegenüber 2016



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

# Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung Jahr 2017

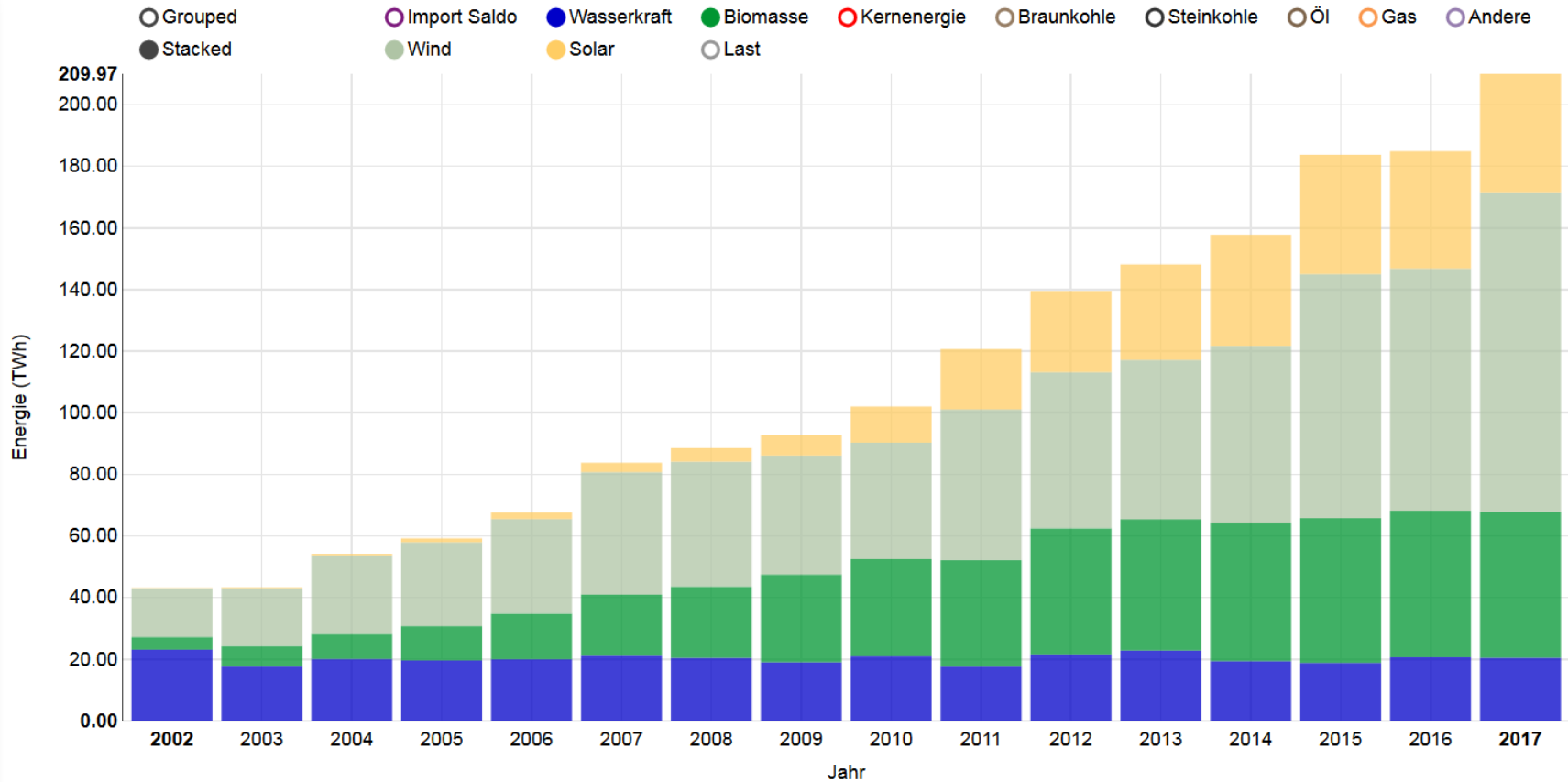


Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle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

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_pie\\_de.htm?year=2017](https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm?year=2017)

# Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

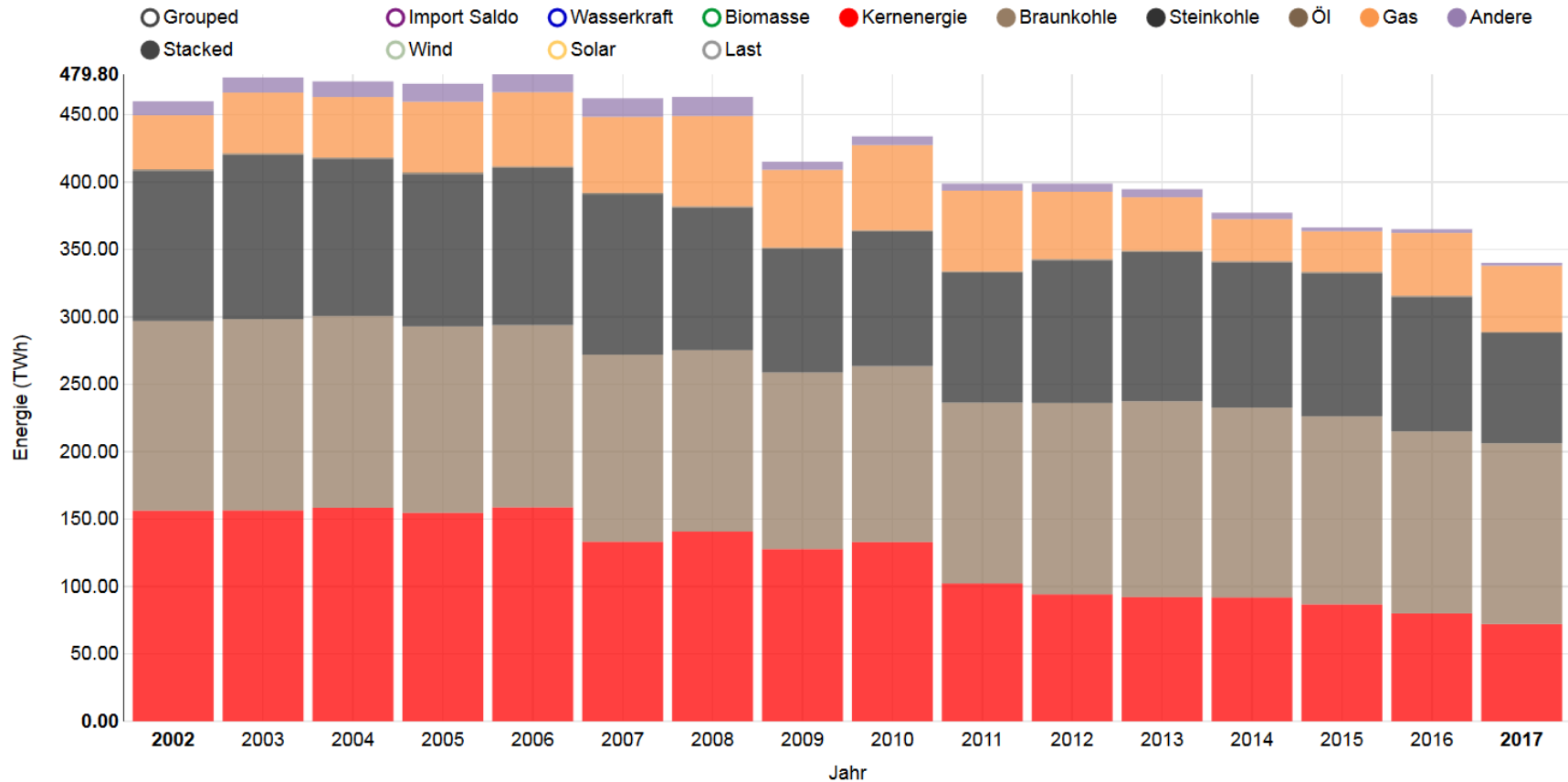
## Jahr 2002 - 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=all-sources](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=all-sources)

# Nettostromerzeugung aus konventionellen Quellen

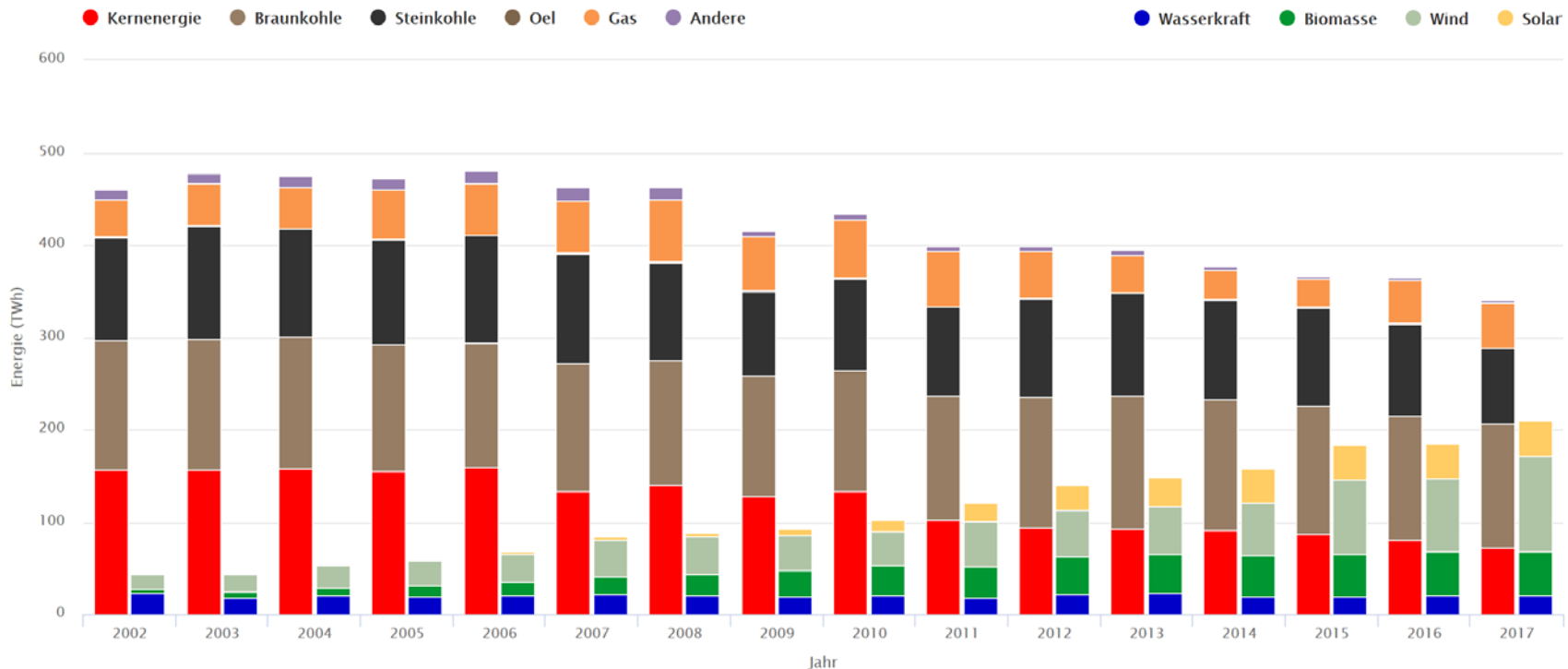
## Jahr 2002 - 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=all-sources](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=all-sources)

# Nettostromerzeugung aus konventionellen und erneuerbaren Quellen

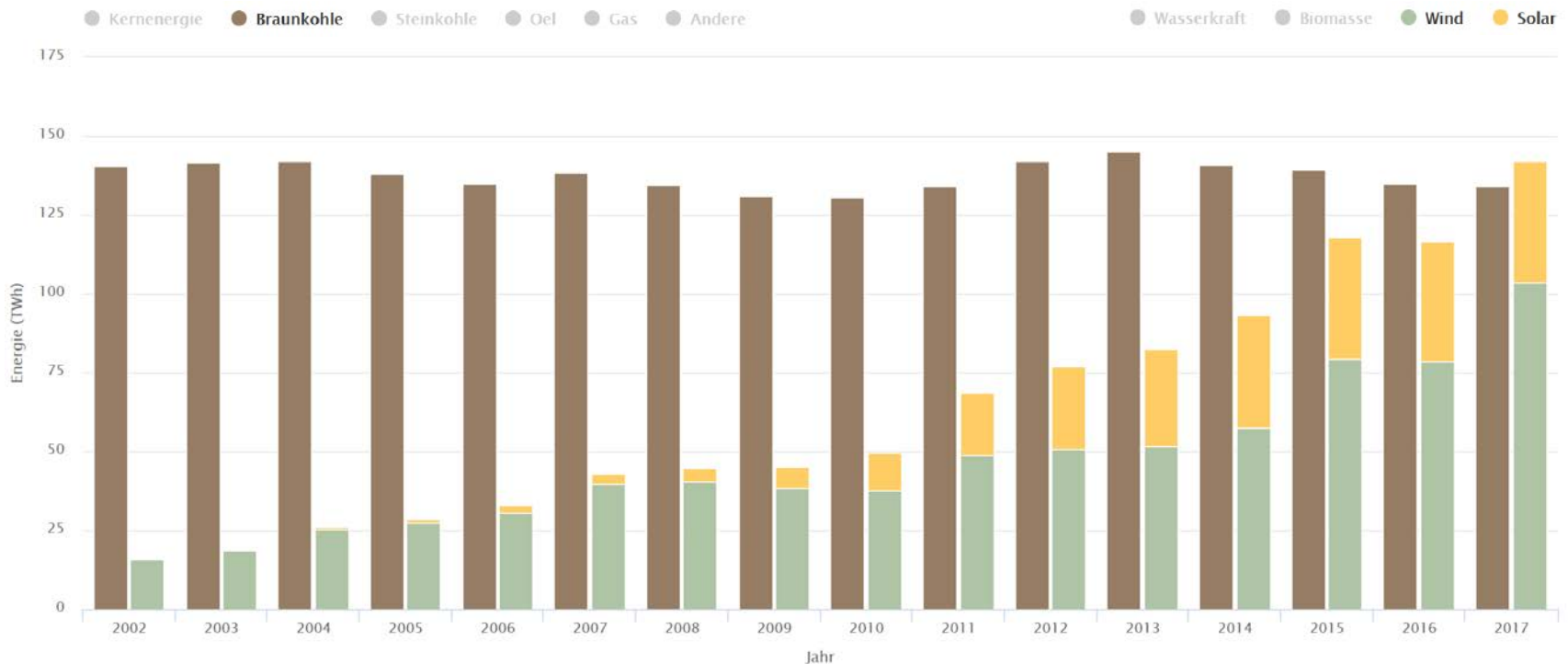
## Jahr 2002 - 2017



Grafik: Oliver Blanck; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm)

# Nettostromerzeugung aus Braunkohle und Solar plus Wind

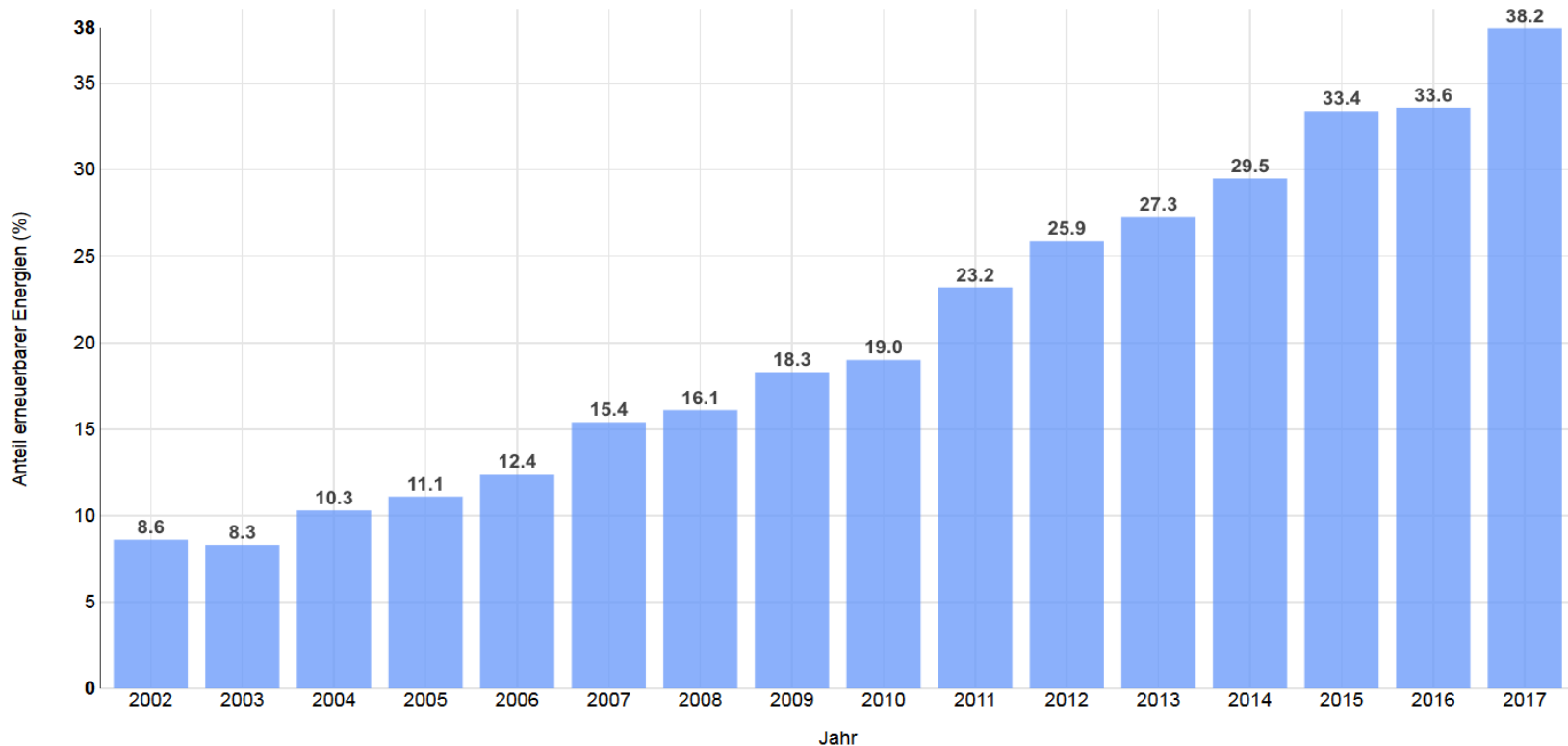
## Jahr 2002 - 2017



Die Summe aus Solar- und Windstromerzeugung war 2017 erstmals größer als die Erzeugung aus Braunkohle.

Grafik: B. Burger; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm)

# Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, Jahr 2002 - 2017

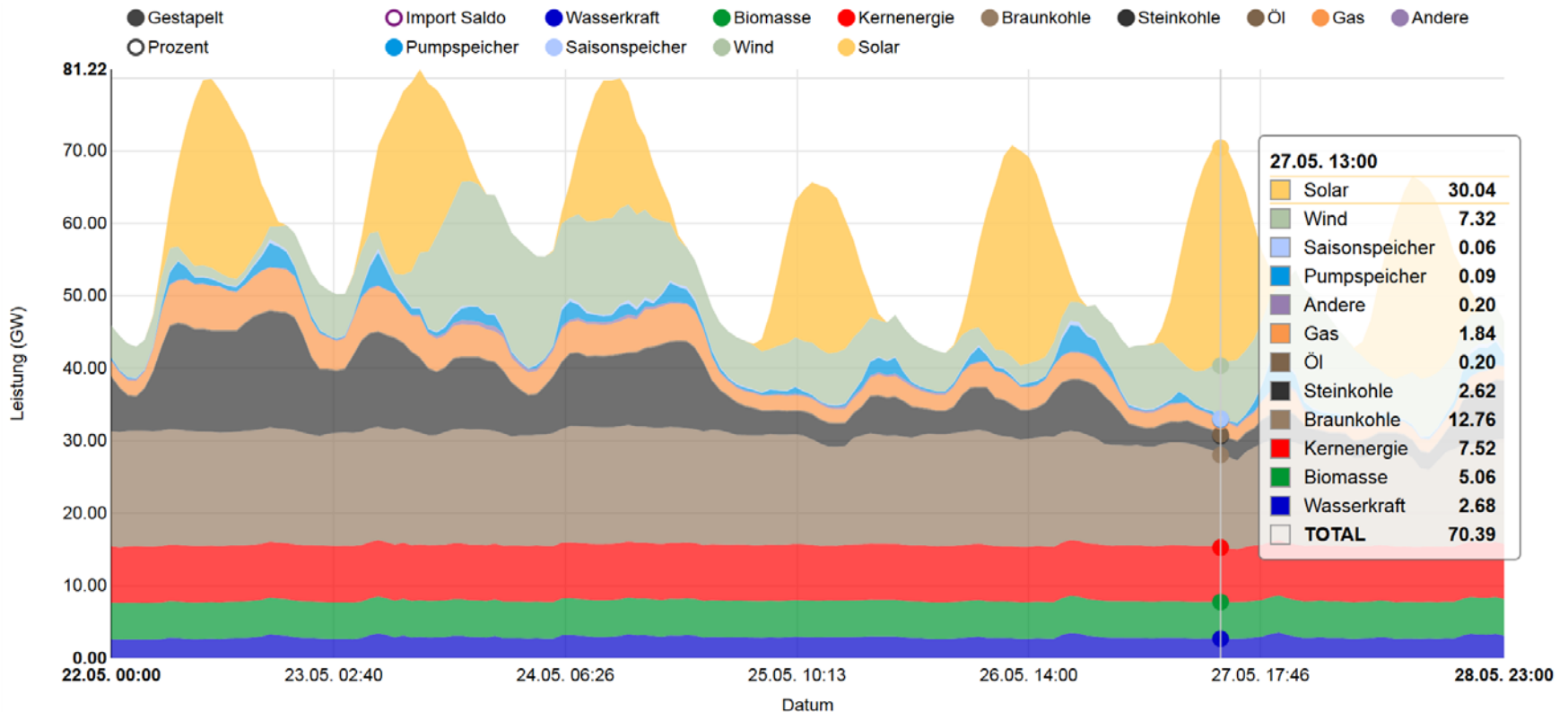


Die Grafik zeigt die Anteile erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“,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

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/ren\\_share\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/ren_share_de.htm)

# Höchste Stromerzeugung aus Solarenergie

## Woche 21 2017

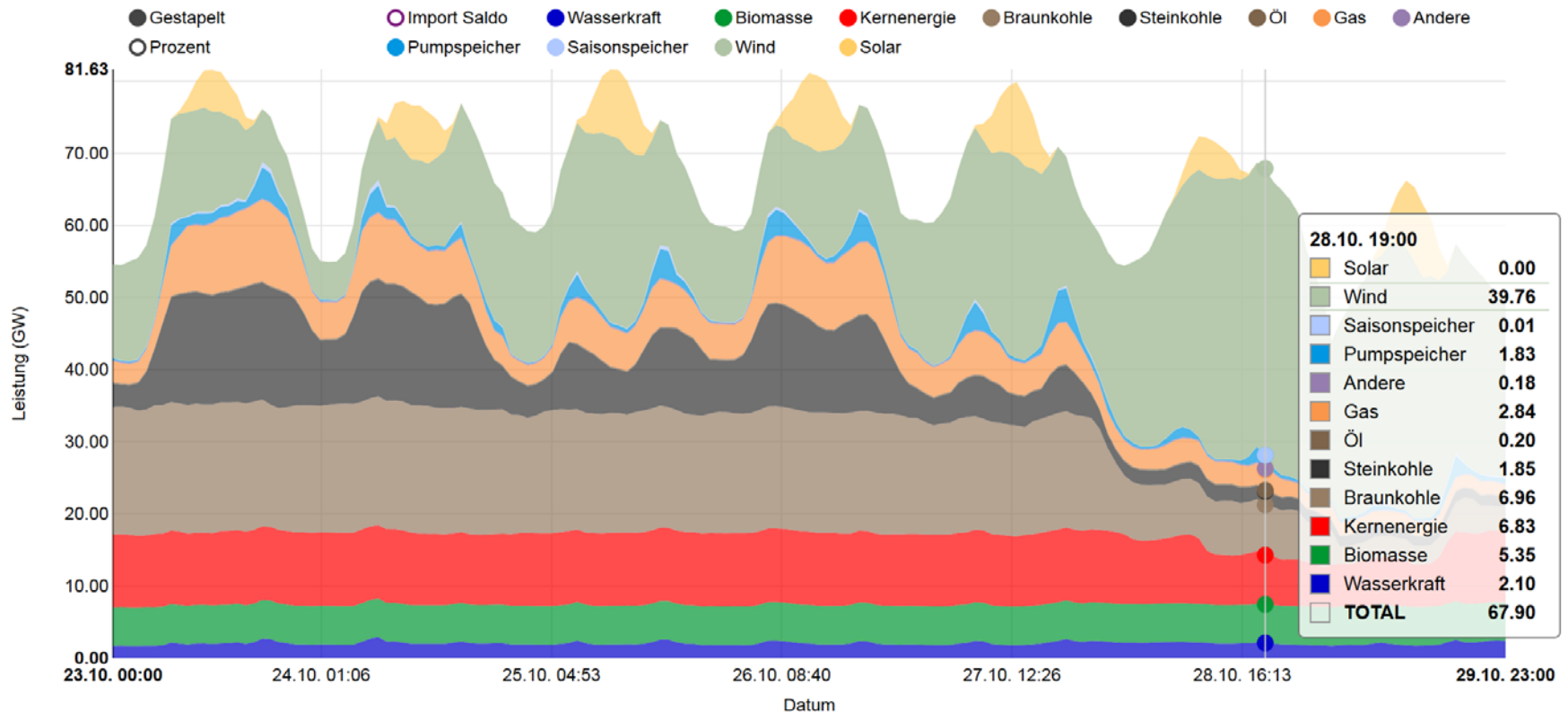


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_de.htm?source=all-sources](https://www.energy-charts.de/power_de.htm?source=all-sources)



# Höchste Stromerzeugung aus Windenergie

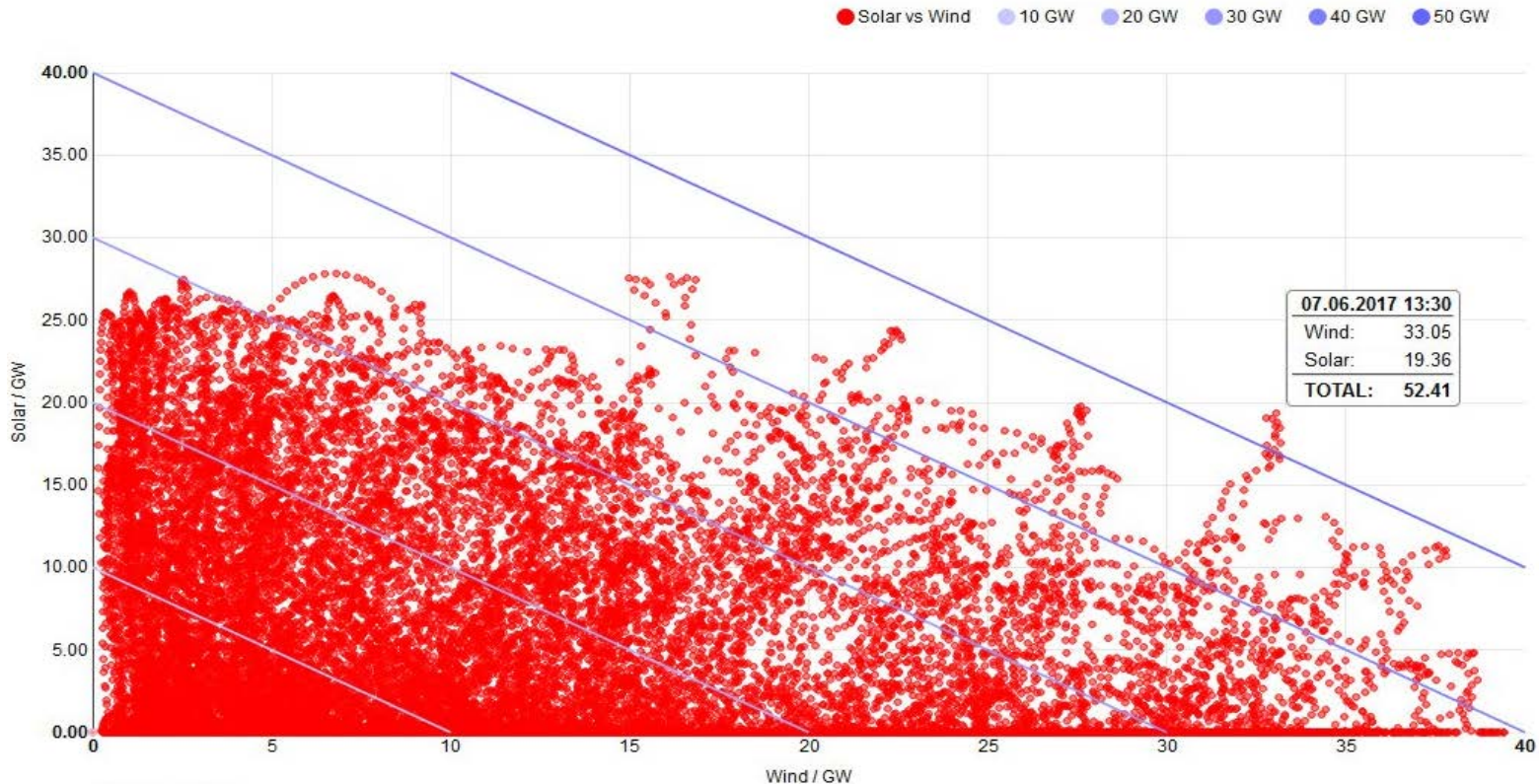
## Woche 43 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_de.htm?source=all-sources](https://www.energy-charts.de/power_de.htm?source=all-sources)

# Punktediagramm zur Solar- und Windleistung

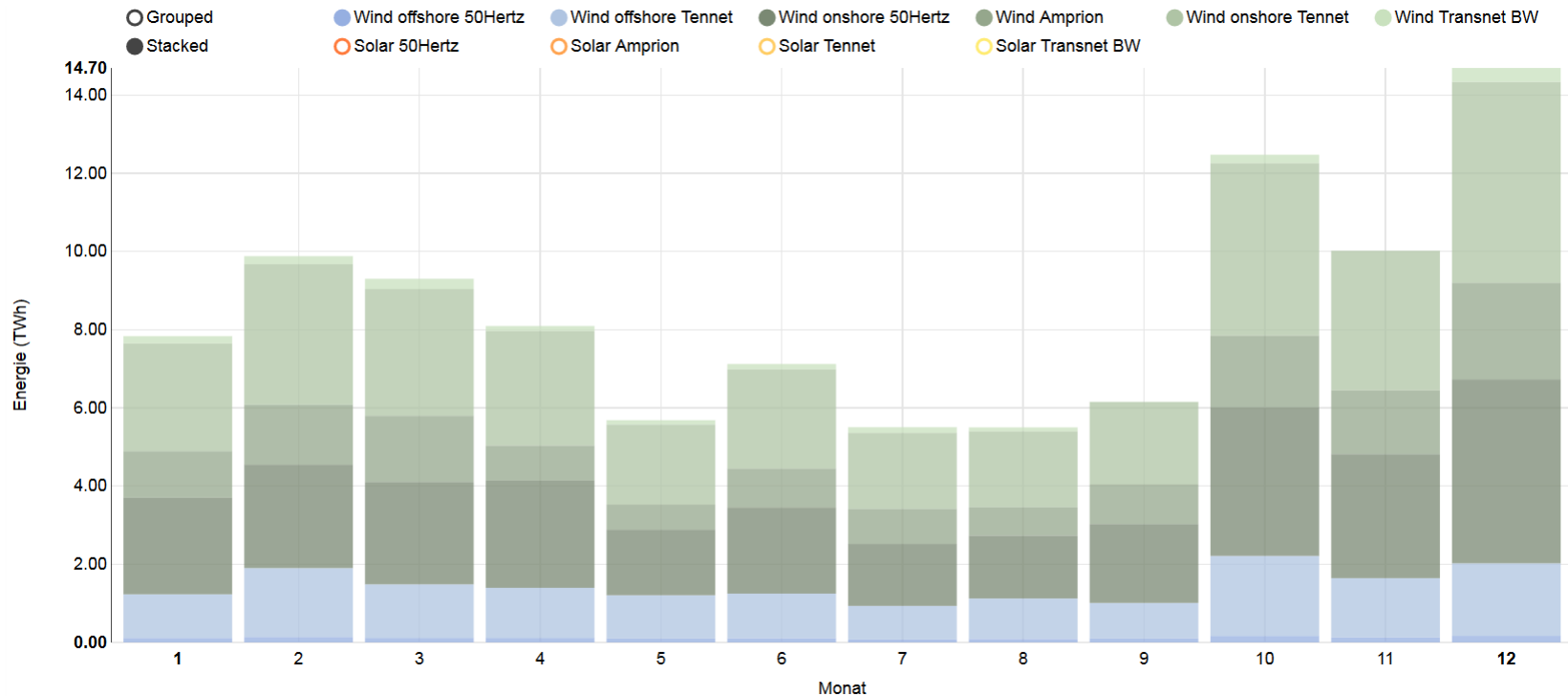
## Viertelstundenwerte von 2017



Die Grafik zeigt ca. 35 Tausend Viertelstundenwerte der Solarleistung über der Windleistung im Jahr 2017. Die maximale Summe von Solar- und Windleistung betrug 52,4 GW am 07.06.2017. Davon entfielen 19,4 GW auf Solar und 33 GW auf Wind. Das sind nur 53% der installierten Leistung von 98 GW (43 GW Solar und 55 GW Wind).

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/scatter\\_de.htm?source=solarVSWind](https://www.energy-charts.de/scatter_de.htm?source=solarVSWind)

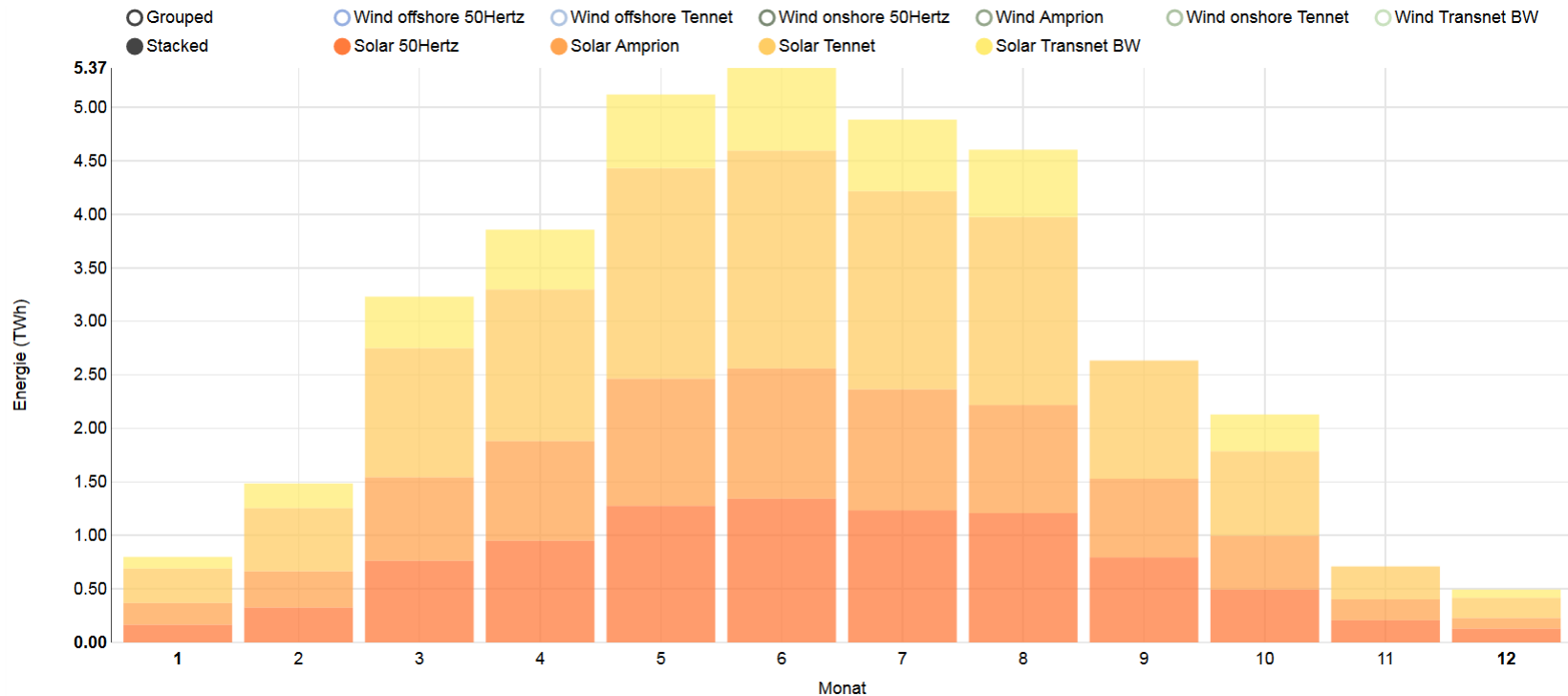
# Monatliche Windstromerzeugung Jahr 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=solar-wind](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=solar-wind)

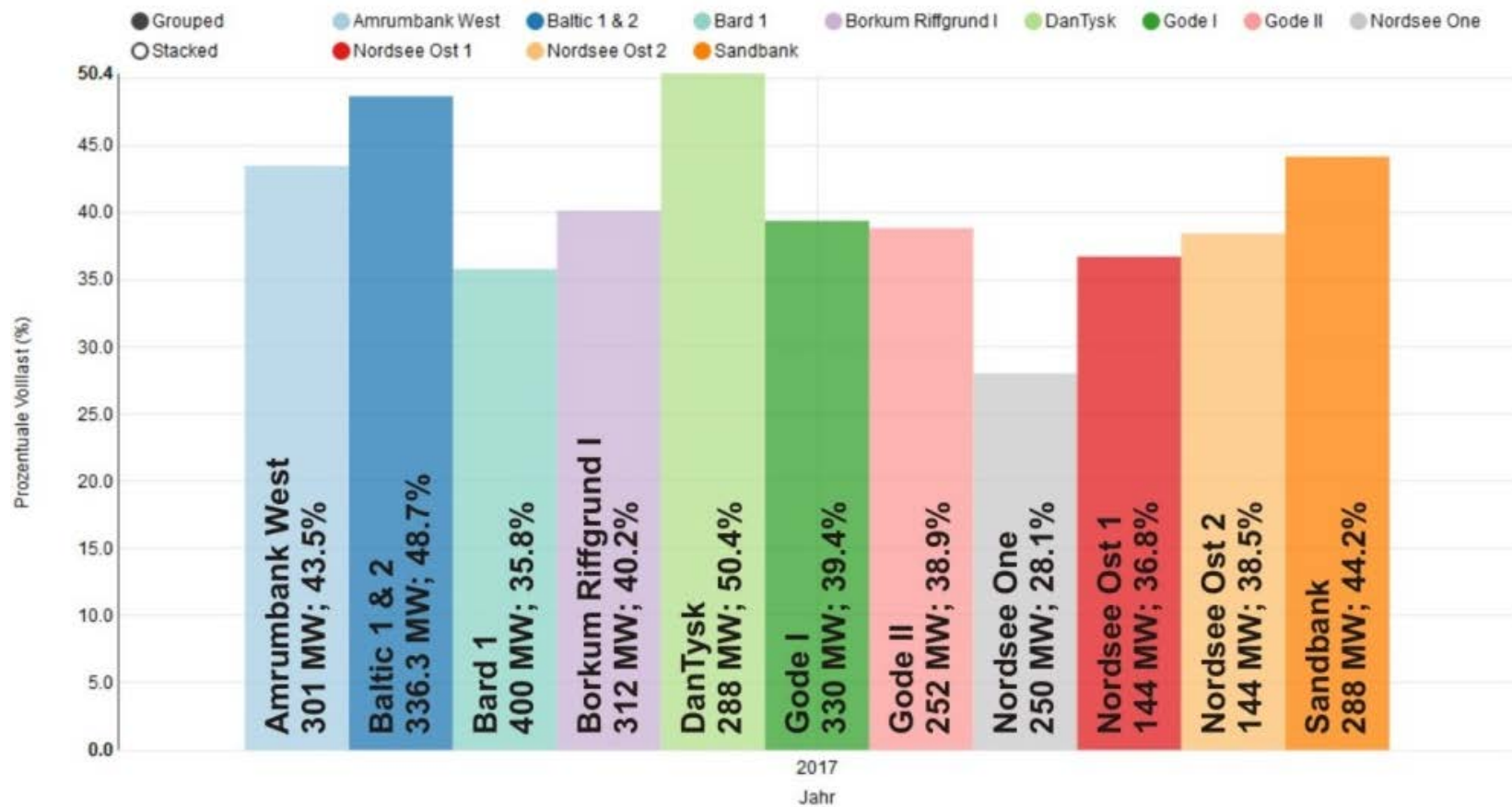
# Monatliche Solarstromerzeugung

## Jahr 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=solar-wind](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=solar-wind)

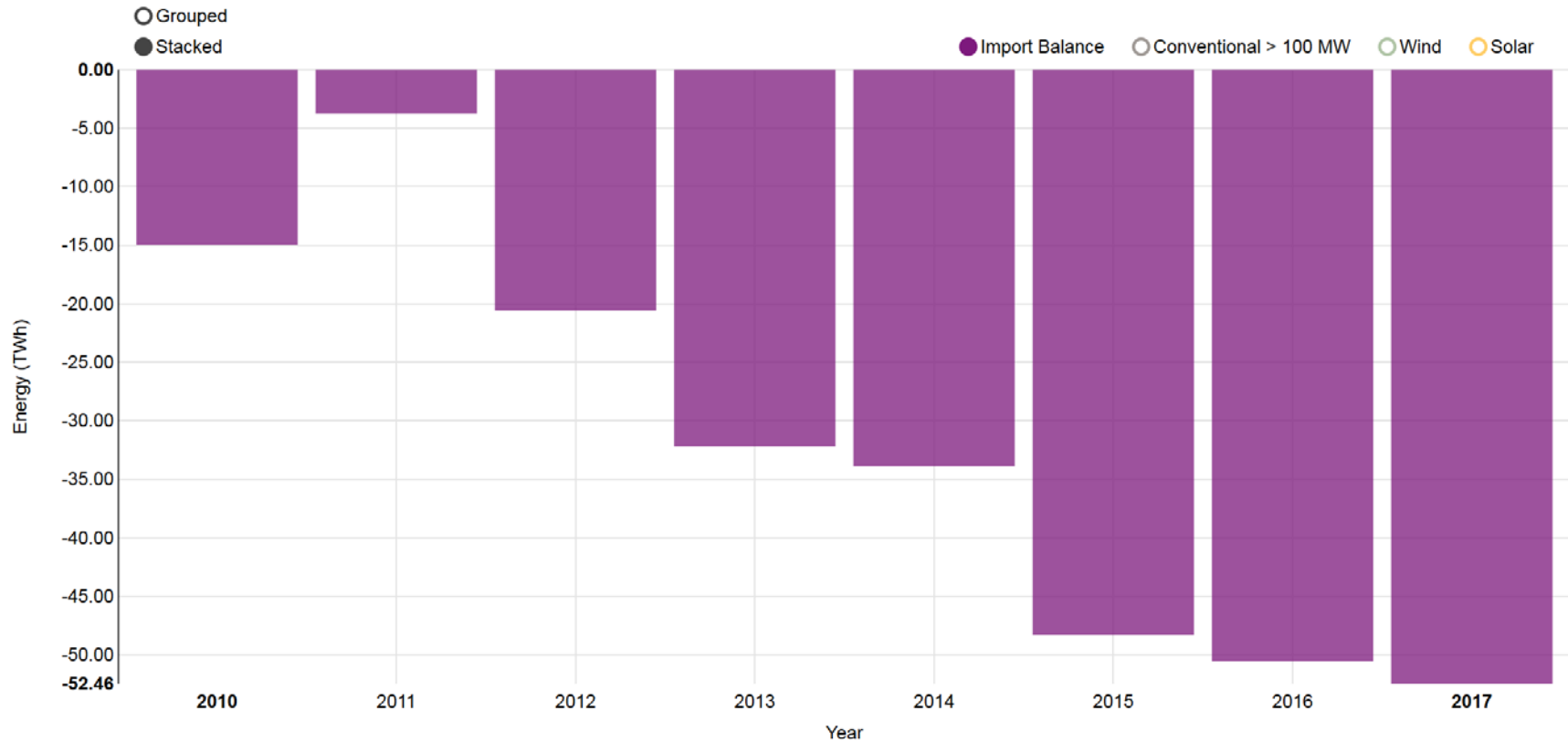
# Prozentuale Volllaststunden von Wind Offshore Jahr 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/percent\\_full\\_load\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/percent_full_load_de.htm)

# Stromaustauschsaldo

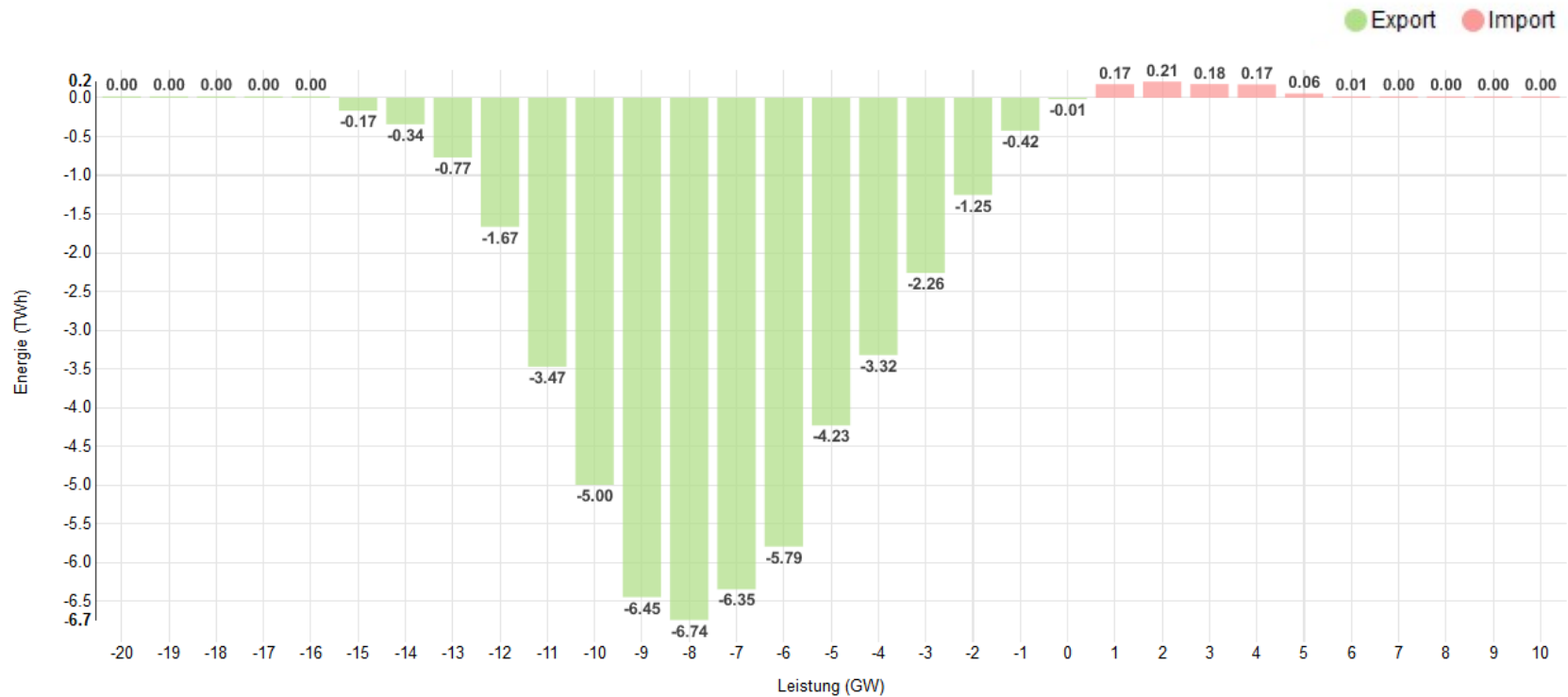
## Jahr 2010 bis 2017



Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=conventional](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=conventional)

# Stromimport und -export, Histogramm Jahr 2017

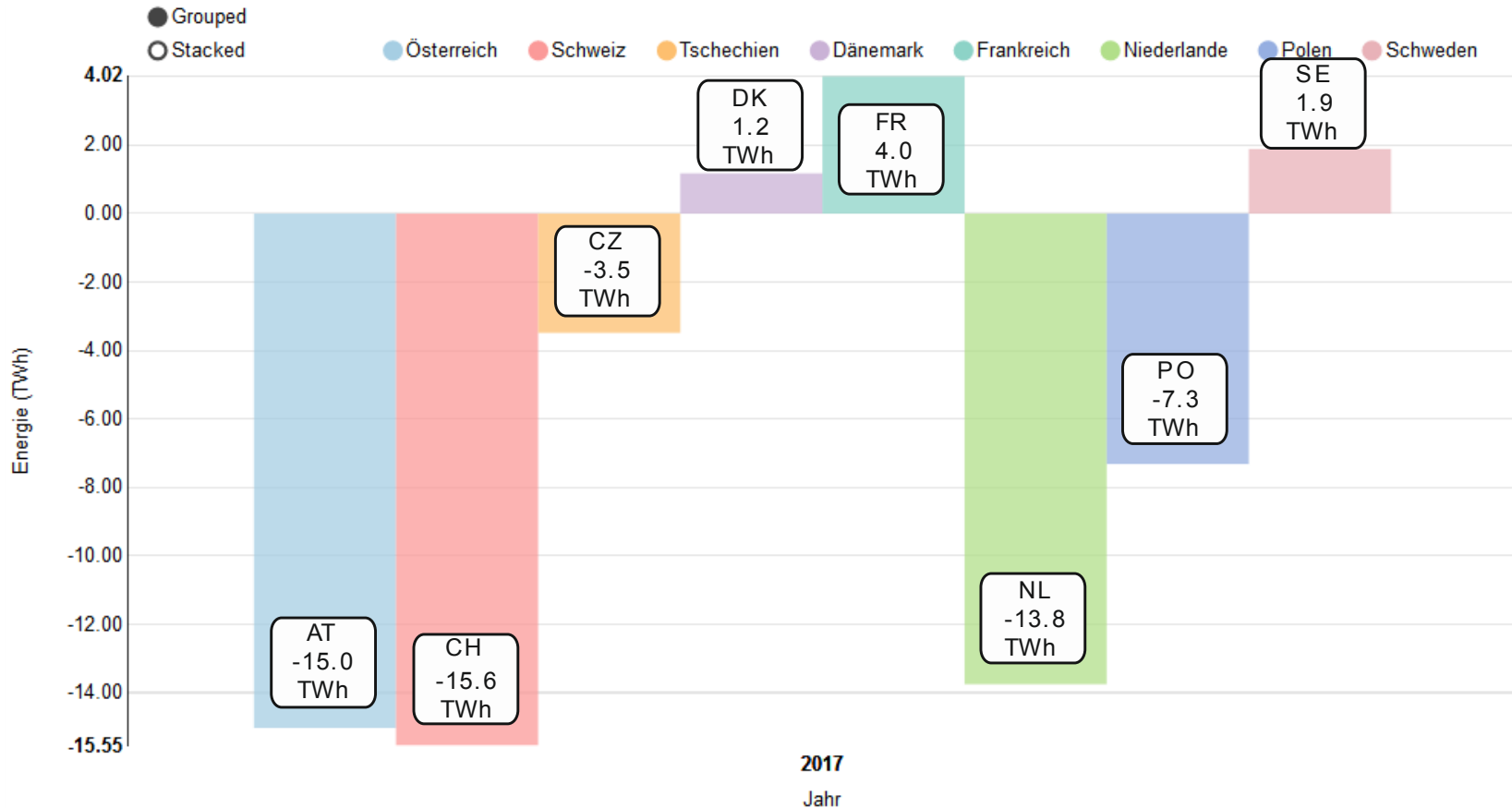


Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export. Während 8215 Stunden des Jahres (94%) wurde Strom exportiert und während 545 Stunden (6%) wurde Strom importiert.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

# Stromimport und -export

## Jahr 2017



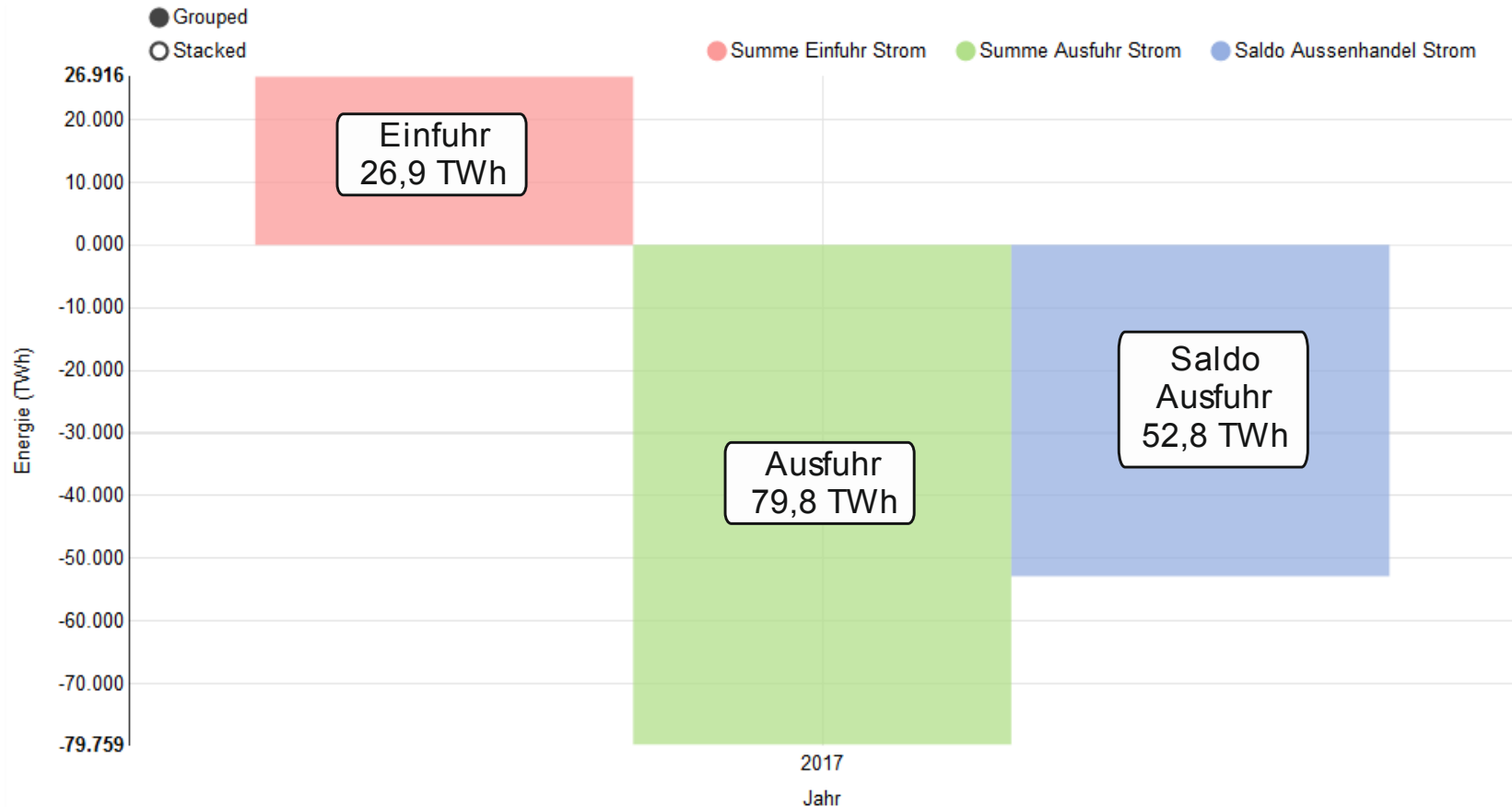
Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/energy\\_de.htm?source=import-export](https://www.energy-charts.de/energy_de.htm?source=import-export)



# Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in TWh

## Jahr 2017

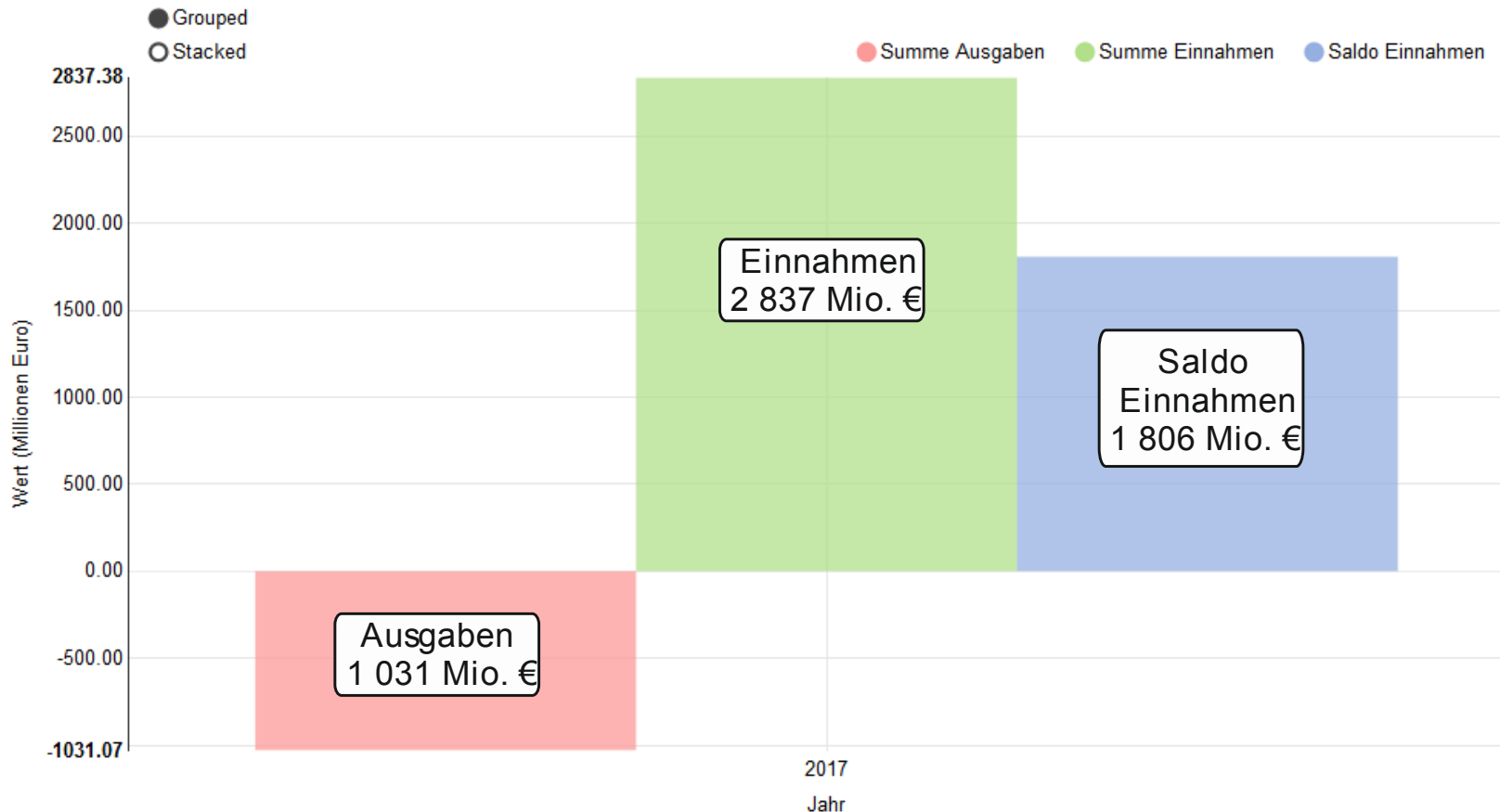


Physikalische Flüsse. Positive Werte bedeuten Import. Negative Werte bedeuten Export.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/trade\\_de.htm?year=2017](https://www.energy-charts.de/trade_de.htm?year=2017)

# Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in Euro

## Jahr 2017

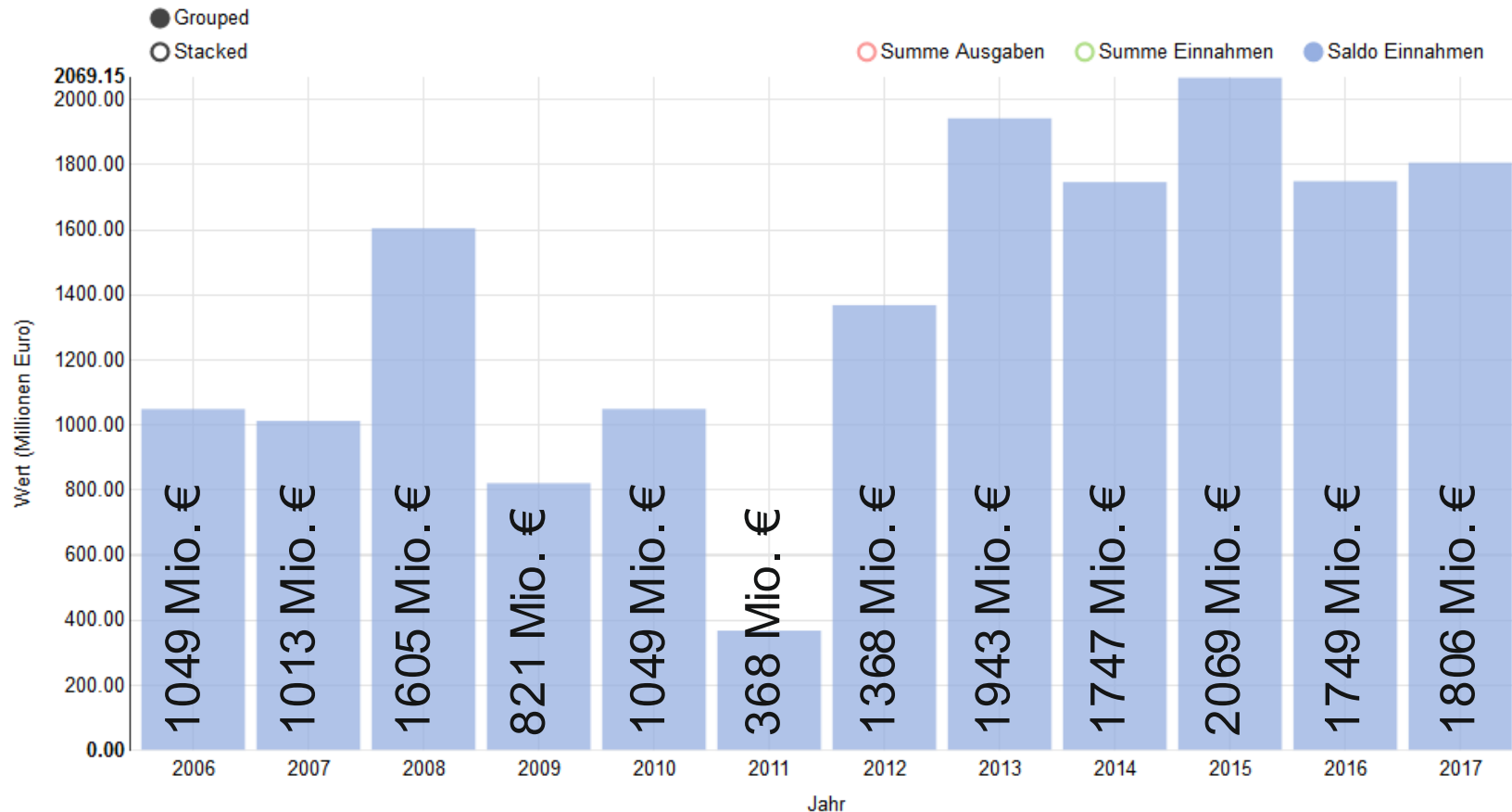


Positive Werte bedeuten Einnahmen. Negative Werte bedeuten Ausgaben.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/trade\\_de.htm?year=2017](https://www.energy-charts.de/trade_de.htm?year=2017)

# Außenhandel Strom

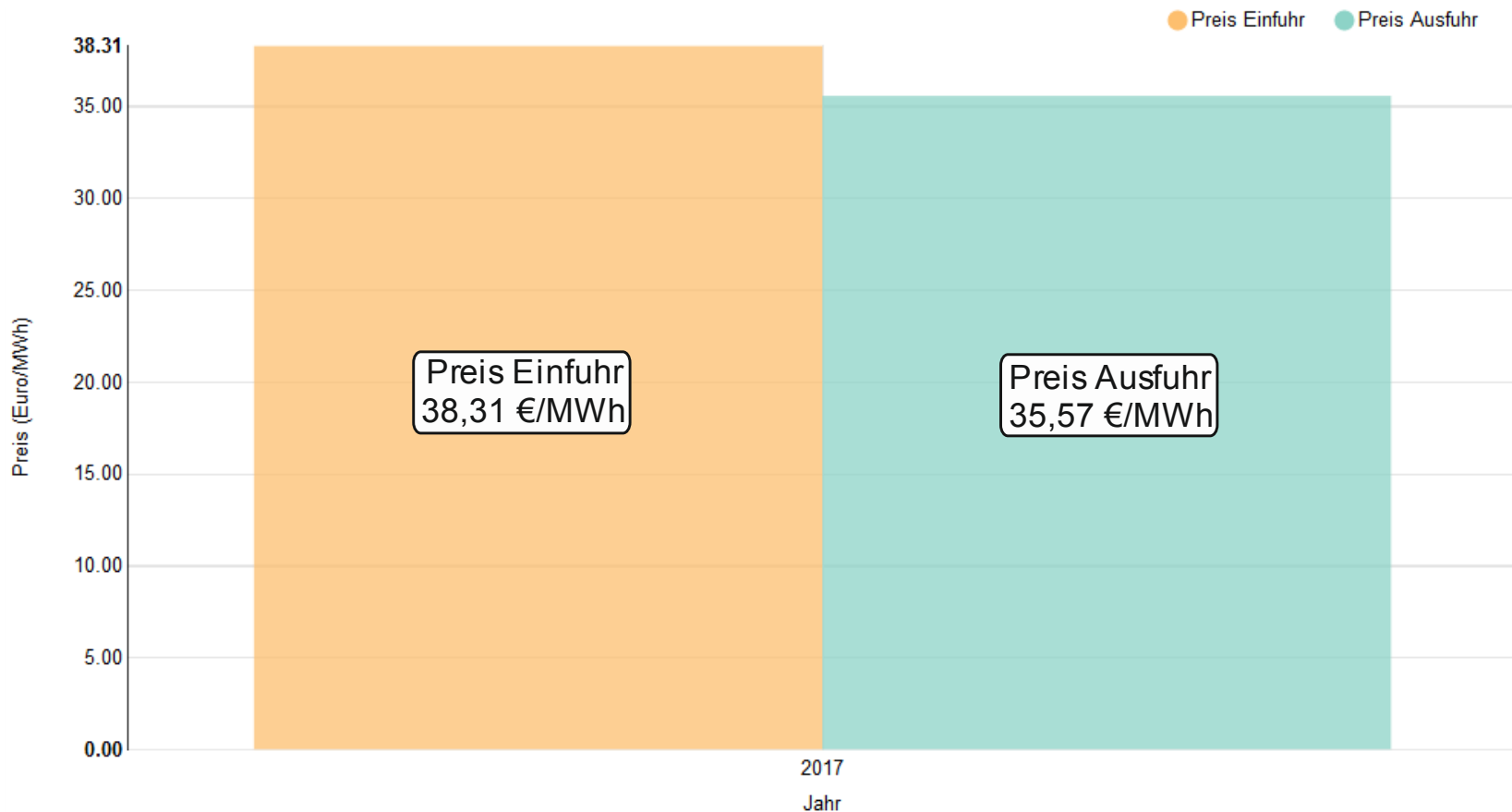
## Saldo Einnahmen



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/trade\\_de.htm?year=all](https://www.energy-charts.de/trade_de.htm?year=all)

# Außenhandelsstatistik elektrischer Strom in Euro/MWh

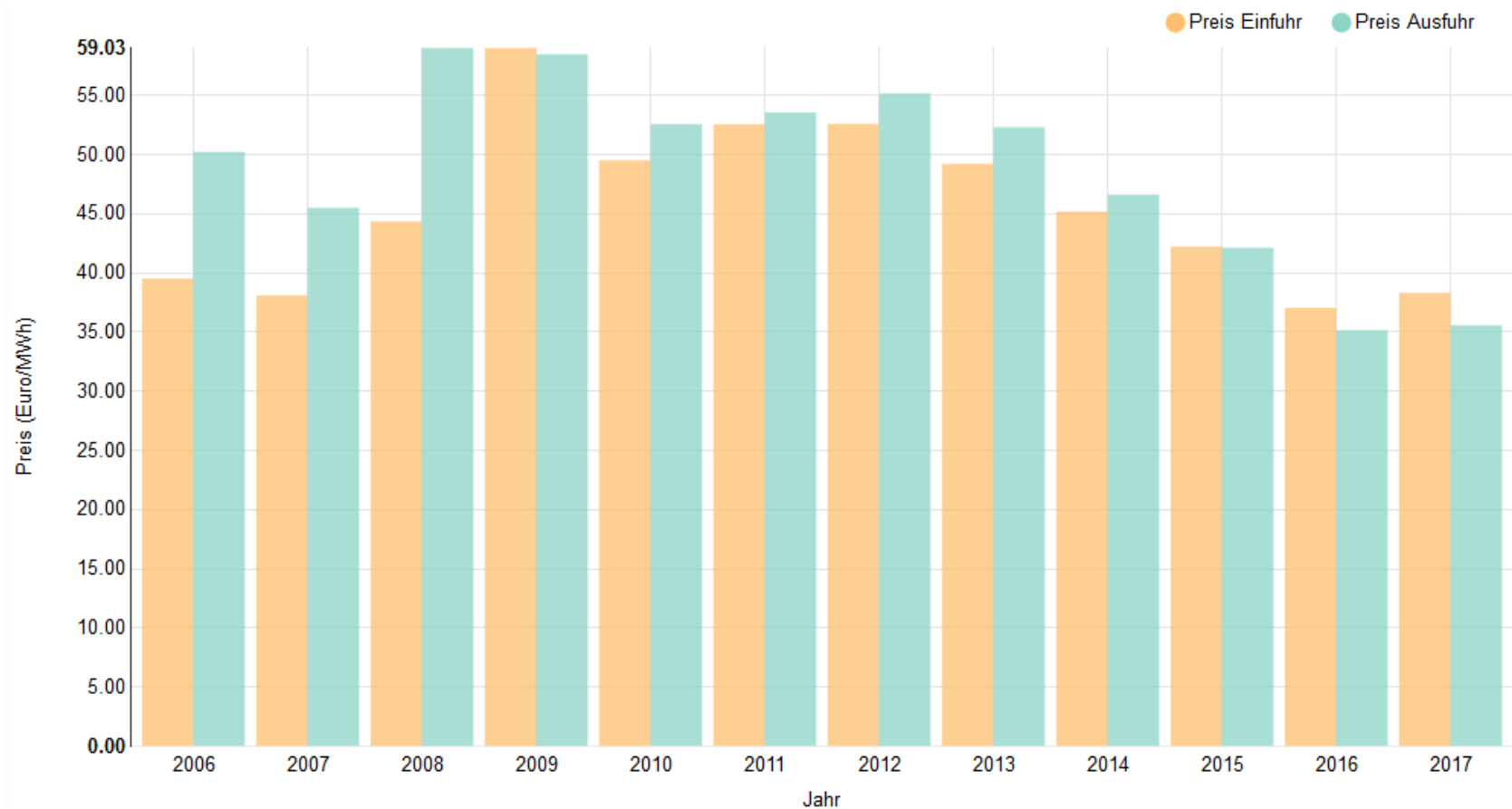
## Jahr 2017



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/trade\\_de.htm?year=2017](https://www.energy-charts.de/trade_de.htm?year=2017)

# Außenhandel Strom

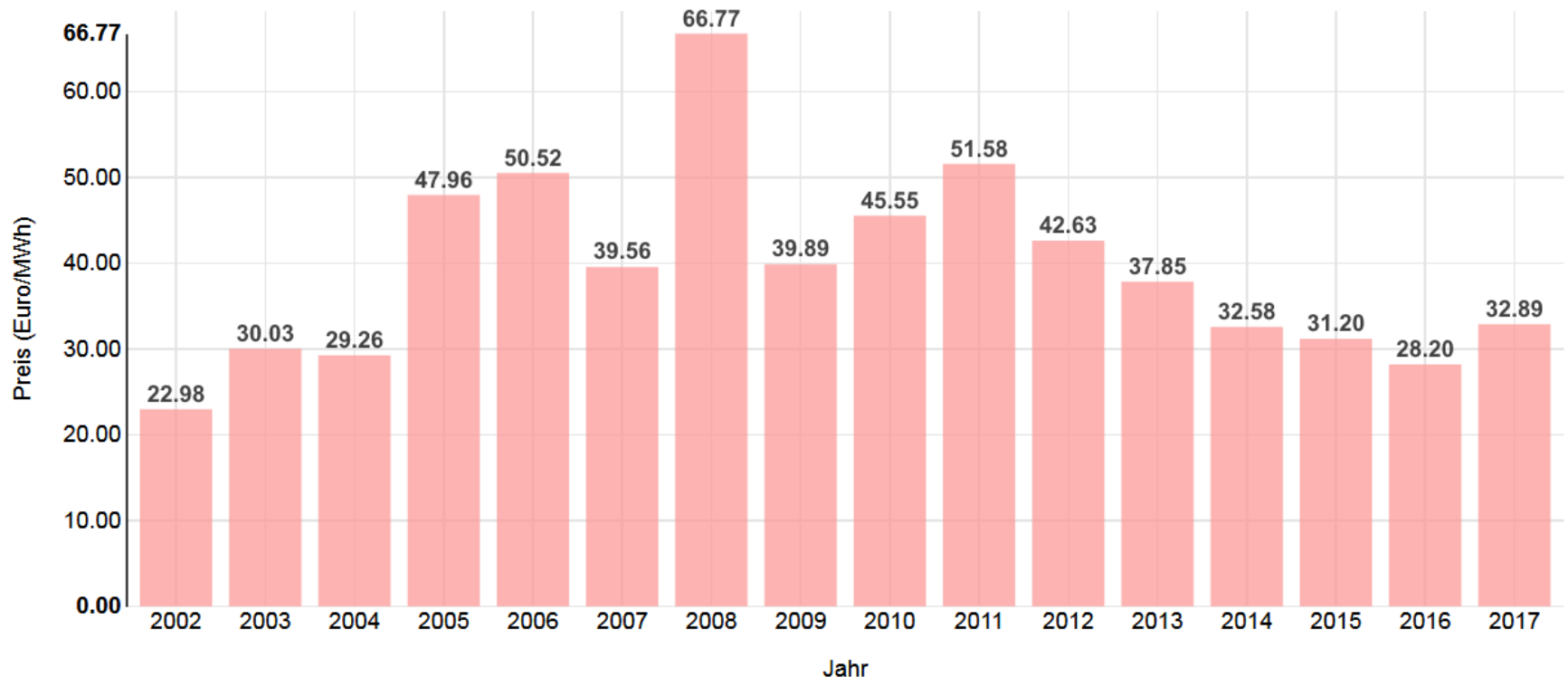
## Volumengewichtete Durchschnittspreise



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/trade\\_de.htm?year=all&period=annual](https://www.energy-charts.de/trade_de.htm?year=all&period=annual)

# EPEX Spotpreis Day Ahead

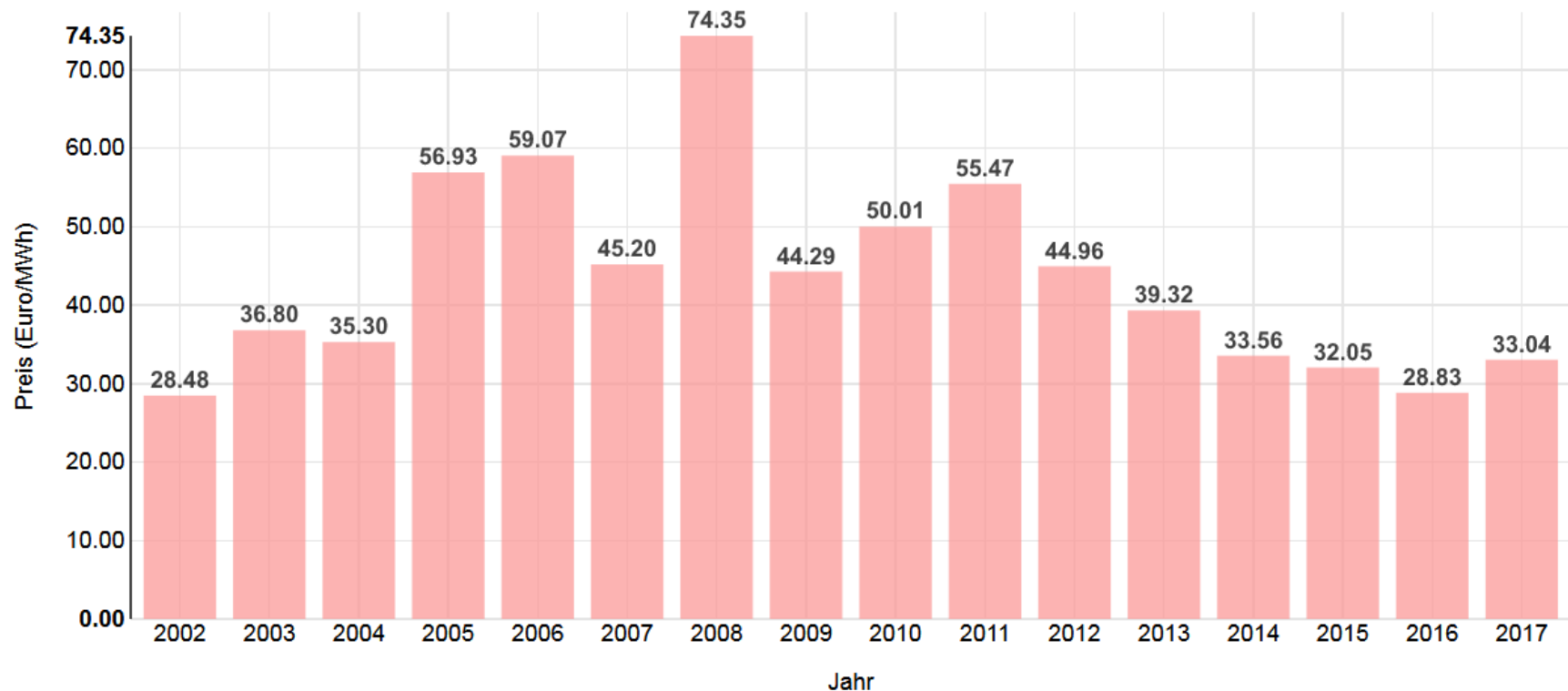
## Volumengewichtet, nicht inflationsbereinigt



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: [https://www.energy-charts.de/price\\_avg\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/price_avg_de.htm)

# EPEX Spotpreis Day Ahead

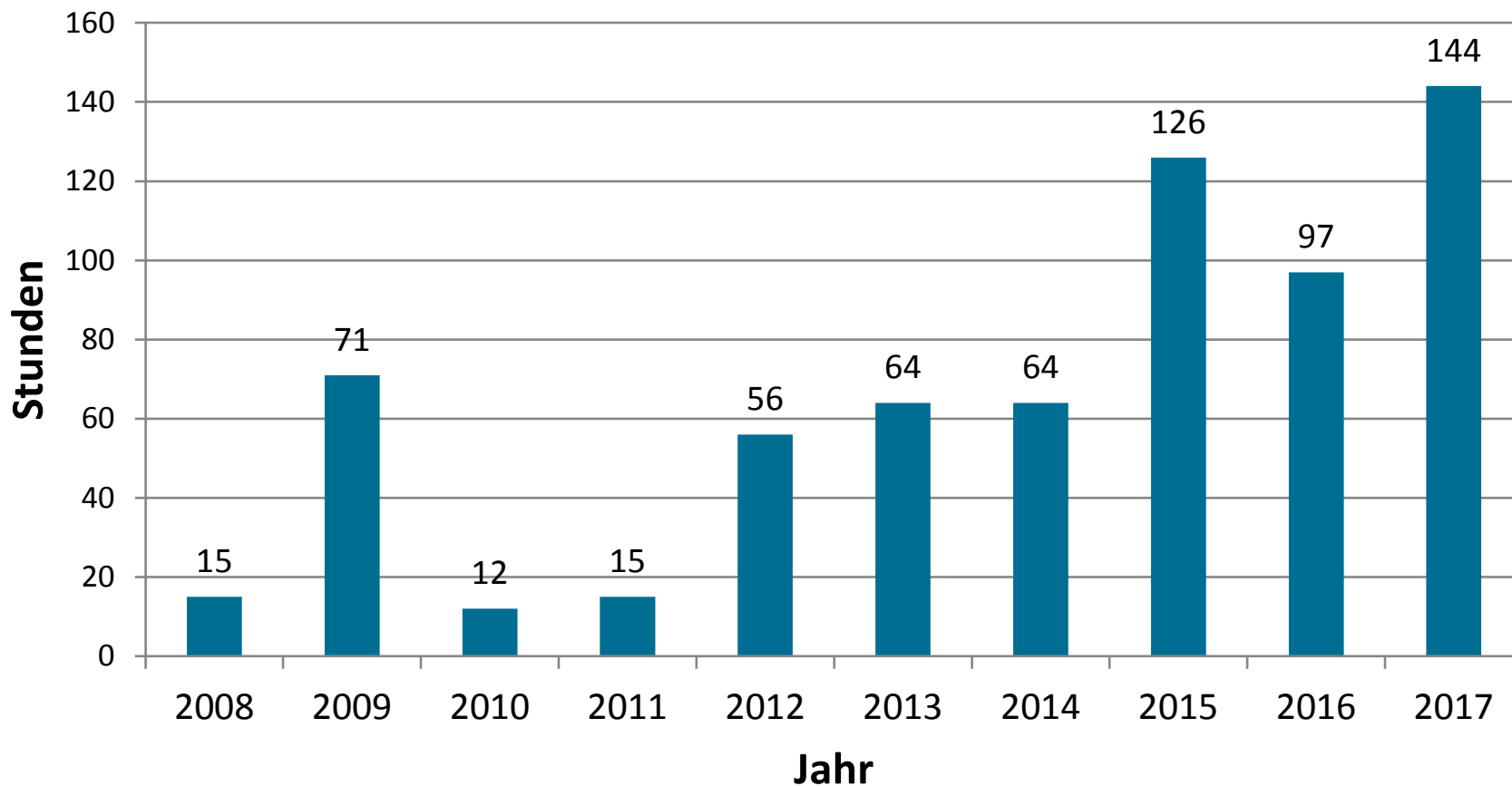
## Volumengewichtet, inflationsbereinigt



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX, Quelle: [https://www.energy-charts.de/price\\_avg\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/price_avg_de.htm)

# Negative Day Ahead Börsenstrompreise

## Stunden pro Jahr



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



# Day Ahead Börsenstrompreis über der Windleistung

## Stundenwerte im Jahr 2017

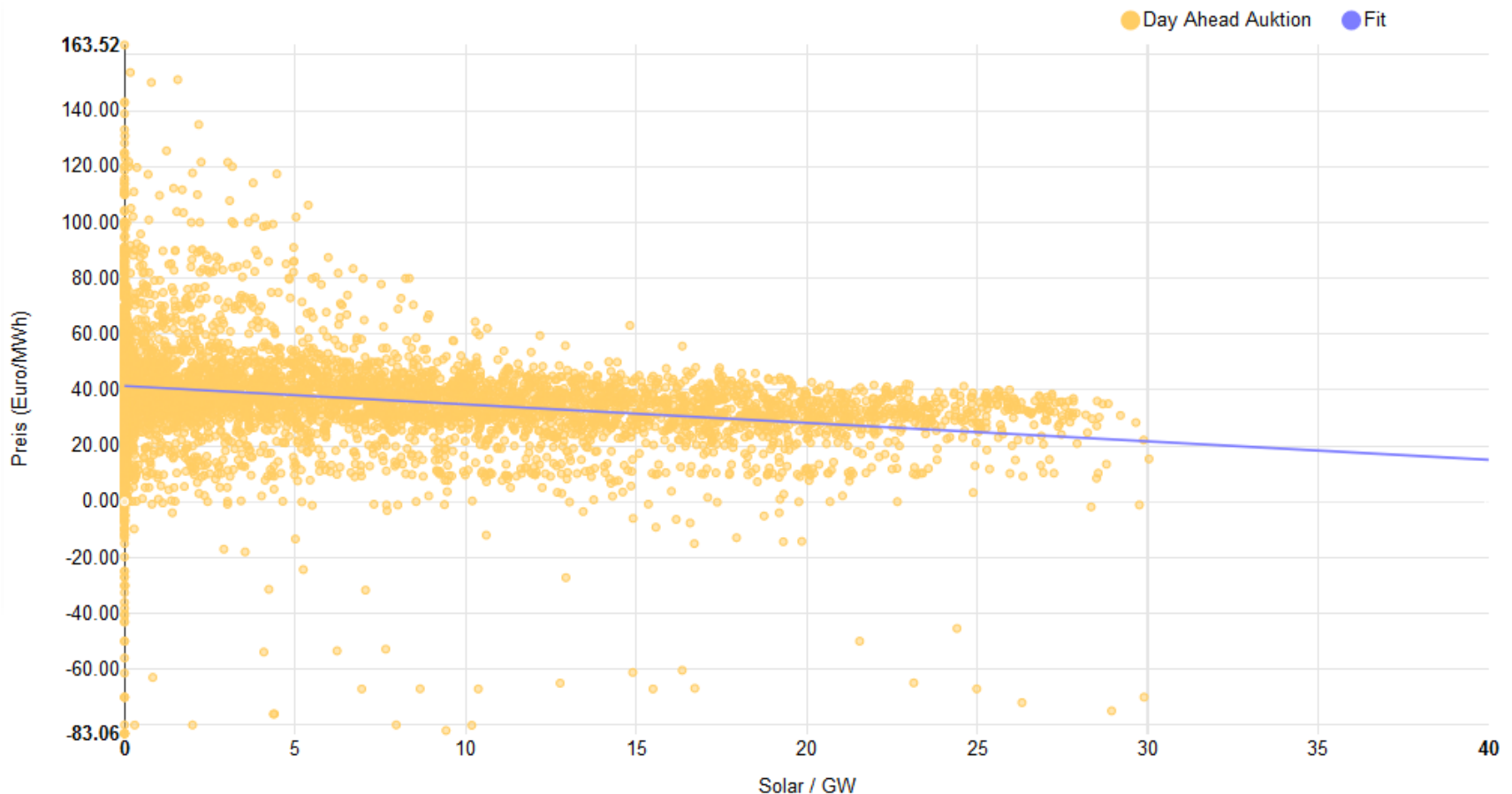


Die Windeinspeisung senkt den Day Ahead Börsenstrompreis um 0,93 Euro/MWh pro GW.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: [www.energy-charts.de/price\\_scatter\\_de.htm](http://www.energy-charts.de/price_scatter_de.htm)

# Day Ahead Börsenstrompreis über der Solarleistung

## Stundenwerte im Jahr 2017

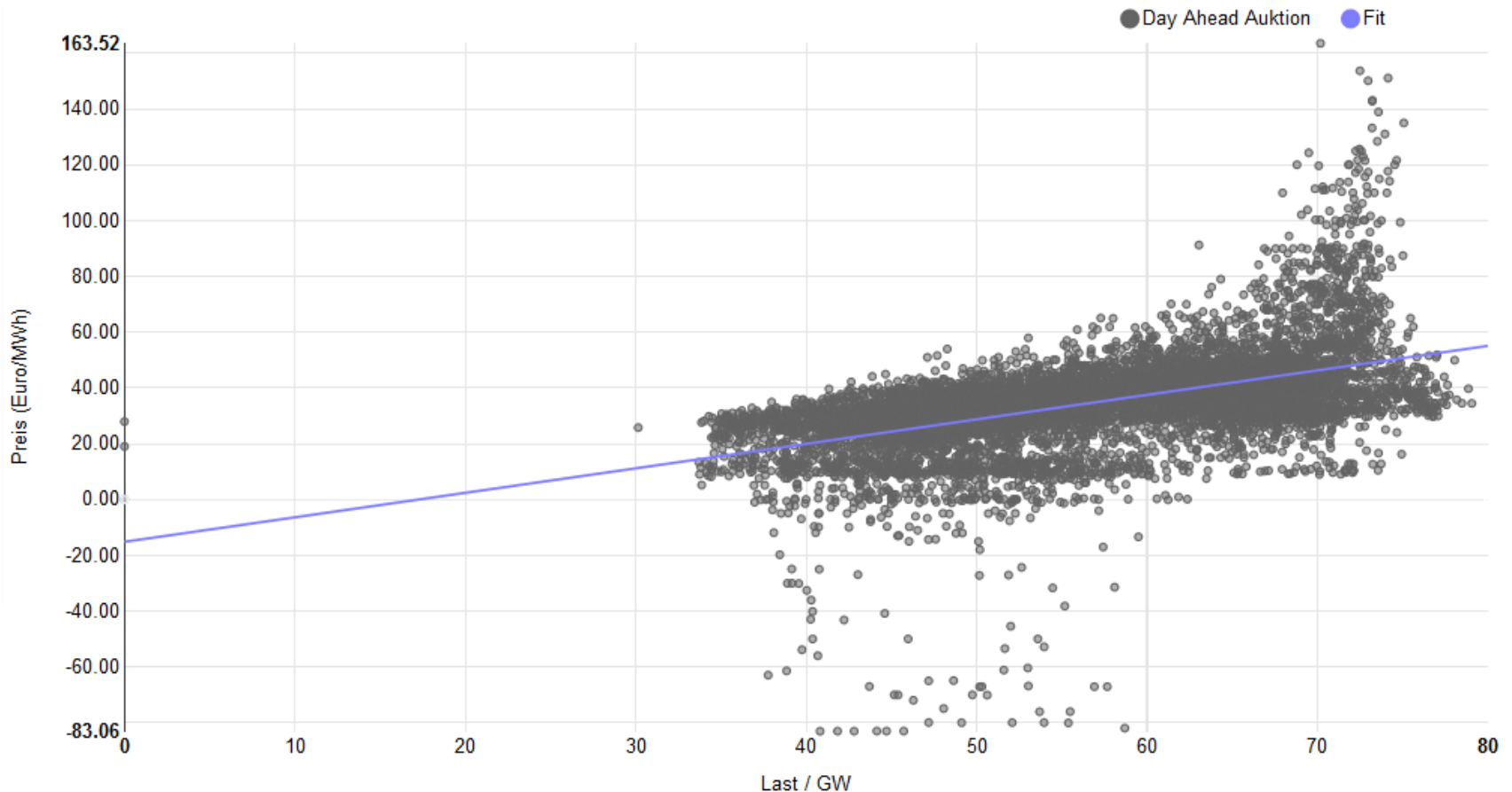


Die Solareinspeisung senkt den Day Ahead Börsenstrompreis um 0,66 Euro/MWh pro GW.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: [www.energy-charts.de/price\\_scatter\\_de.htm](http://www.energy-charts.de/price_scatter_de.htm)

# Day Ahead Börsenstrompreis über der Last

## Stundenwerte im Jahr 2017

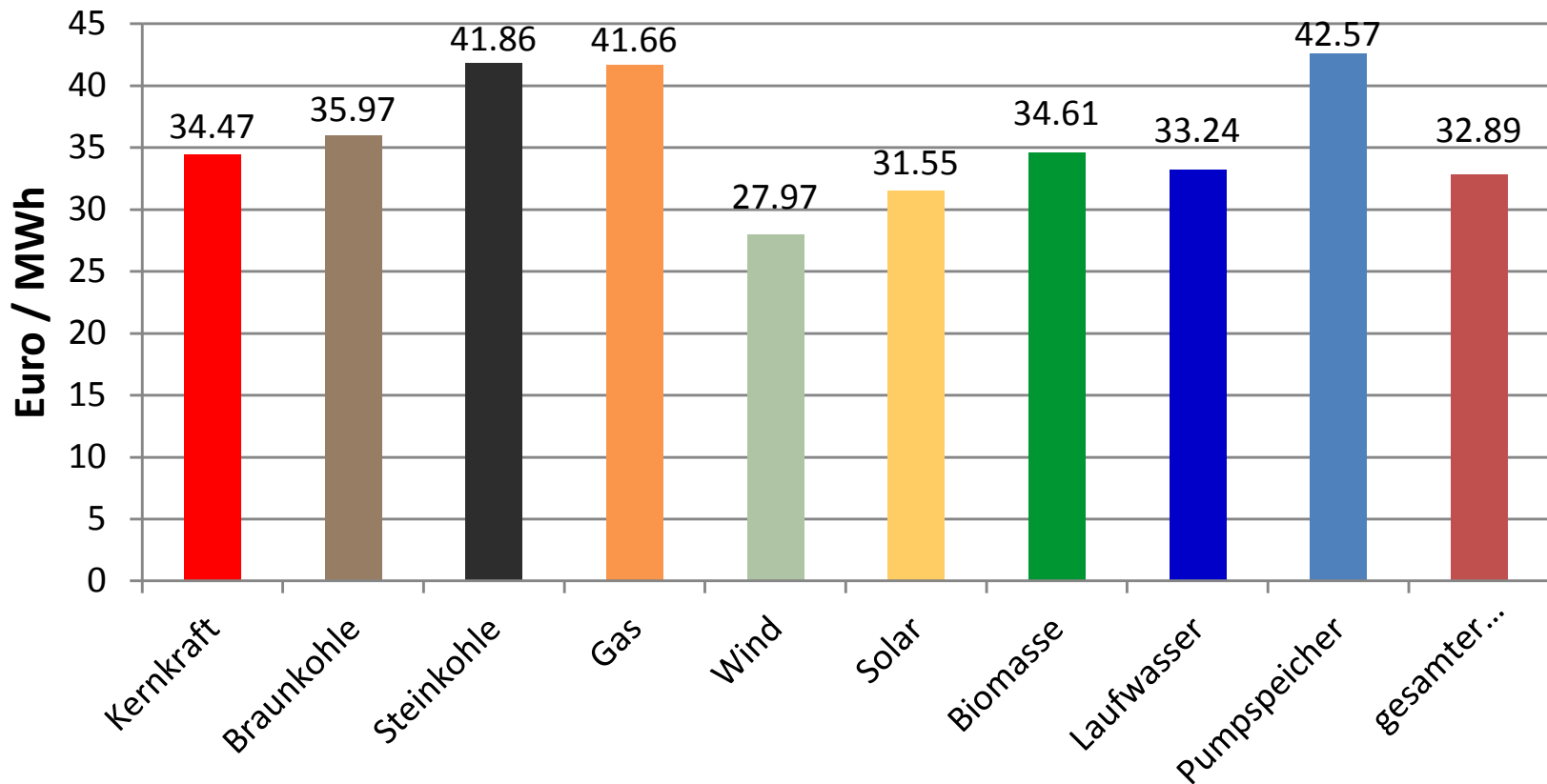


Die Last erhöht den Day Ahead Börsenstrompreis um 0,88 Euro/MWh pro GW.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX; Quelle: [www.energy-charts.de/price\\_scatter\\_de.htm](http://www.energy-charts.de/price_scatter_de.htm)

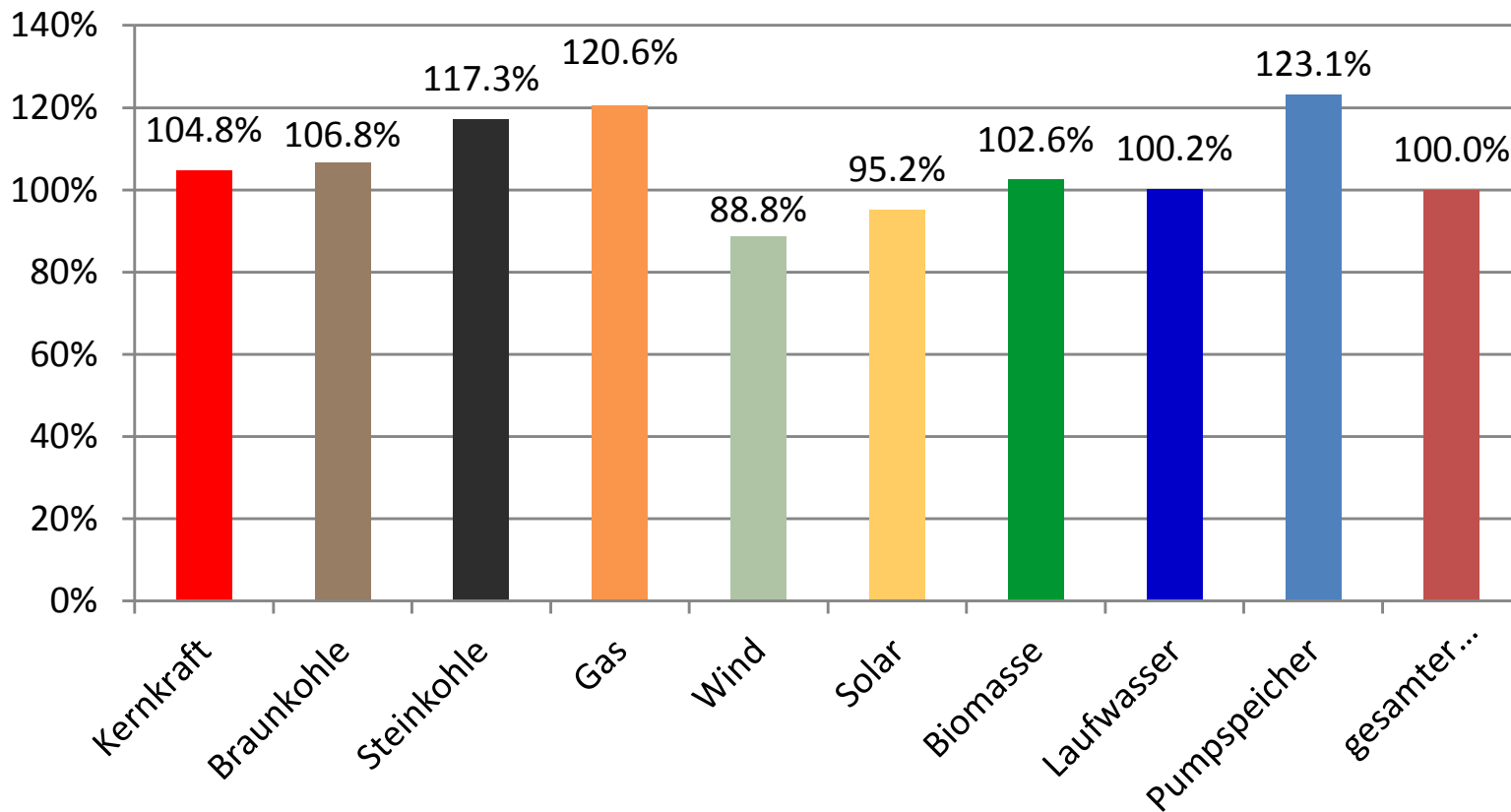
# Marktwerte Day Ahead, volumengewichtet

## Jahr 2017



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

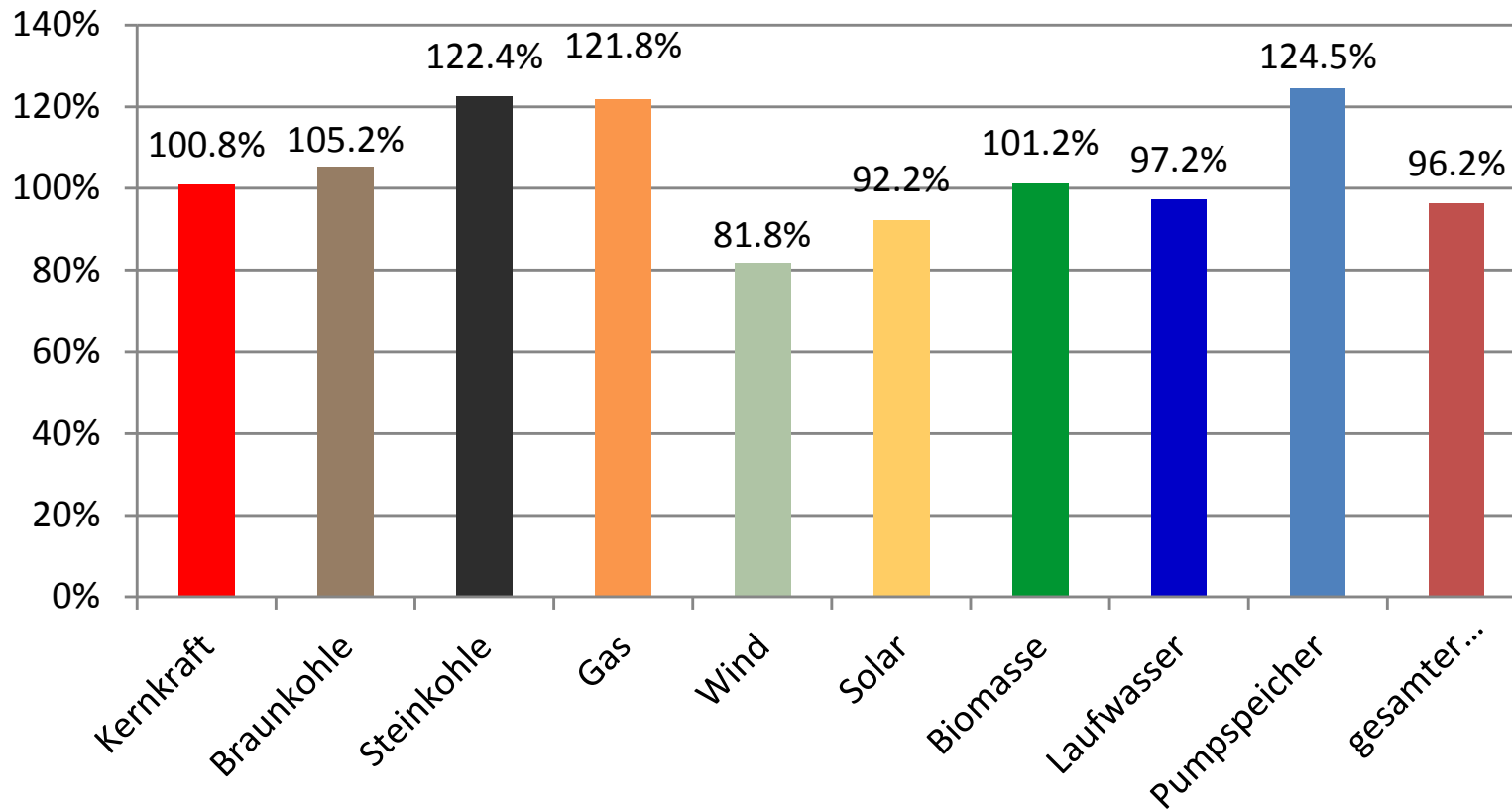
# Relative Marktwerte Day Ahead, volumengewichtet Jahr 2017



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

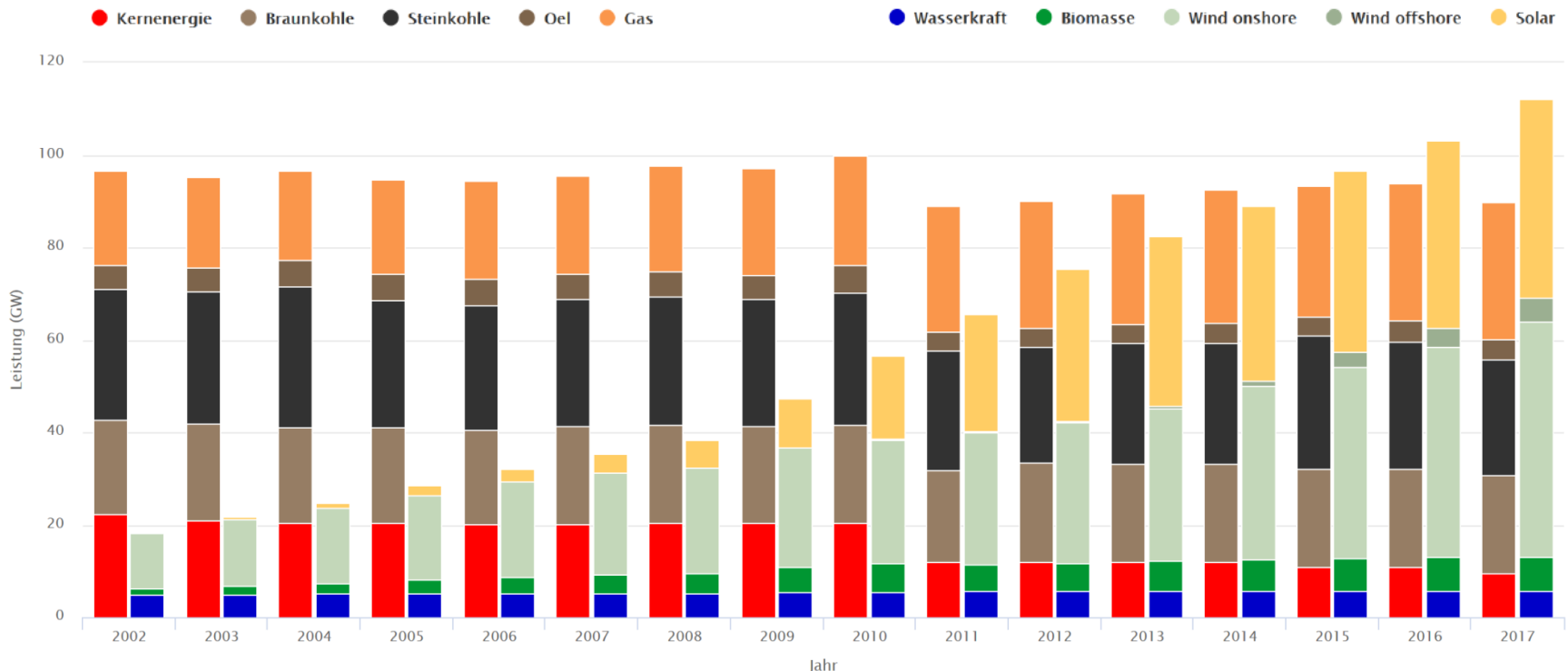
# Marktwertfaktoren

## Jahr 2017



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

# Installierte Leistung zur Stromerzeugung fossil/nuklear (links) und erneuerbar (rechts)

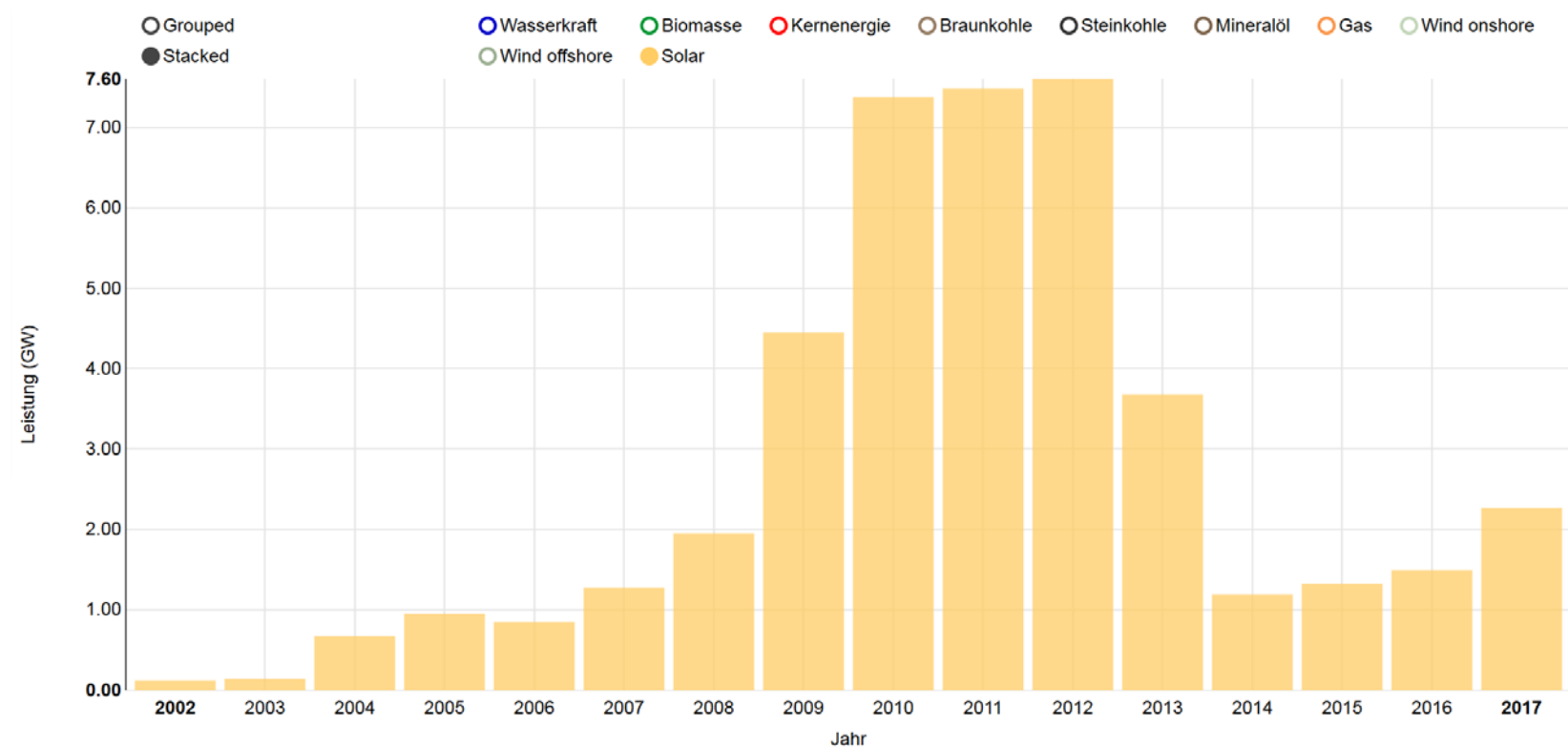


Seit 2015 ist die installierte Leistung der erneuerbaren Energien größer als die fossile/nukleare Leistung.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur, Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_inst\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/power_inst_de.htm)

# Jährlicher Zubau an installierter Leistung

## Solar

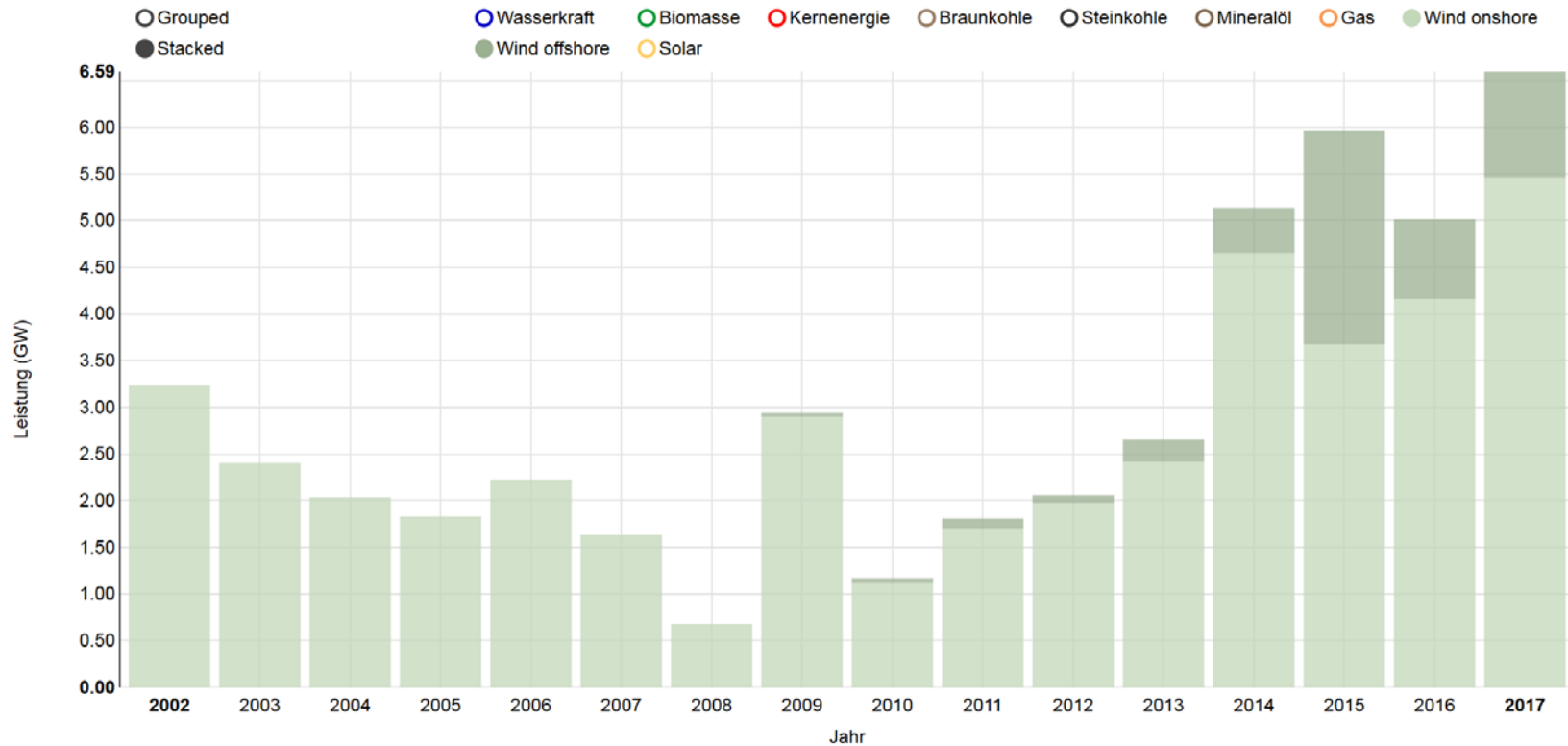


Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur, Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_inst\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/power_inst_de.htm)



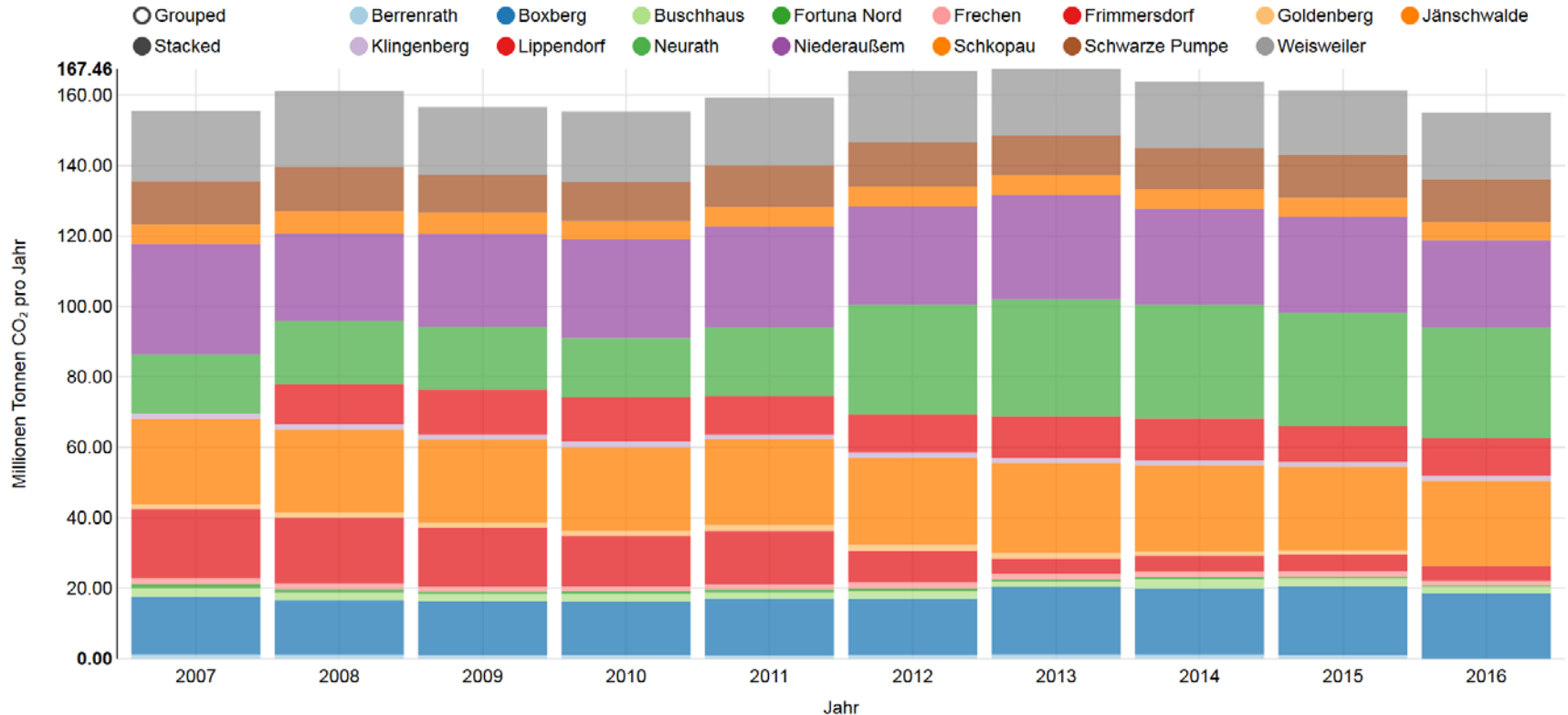
# Jährlicher Zubau an installierter Leistung

## Wind



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Bundesnetzagentur, Quelle: [https://www.energy-charts.de/power\\_inst\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/power_inst_de.htm)

# Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) von Kraftwerken Braunkohle

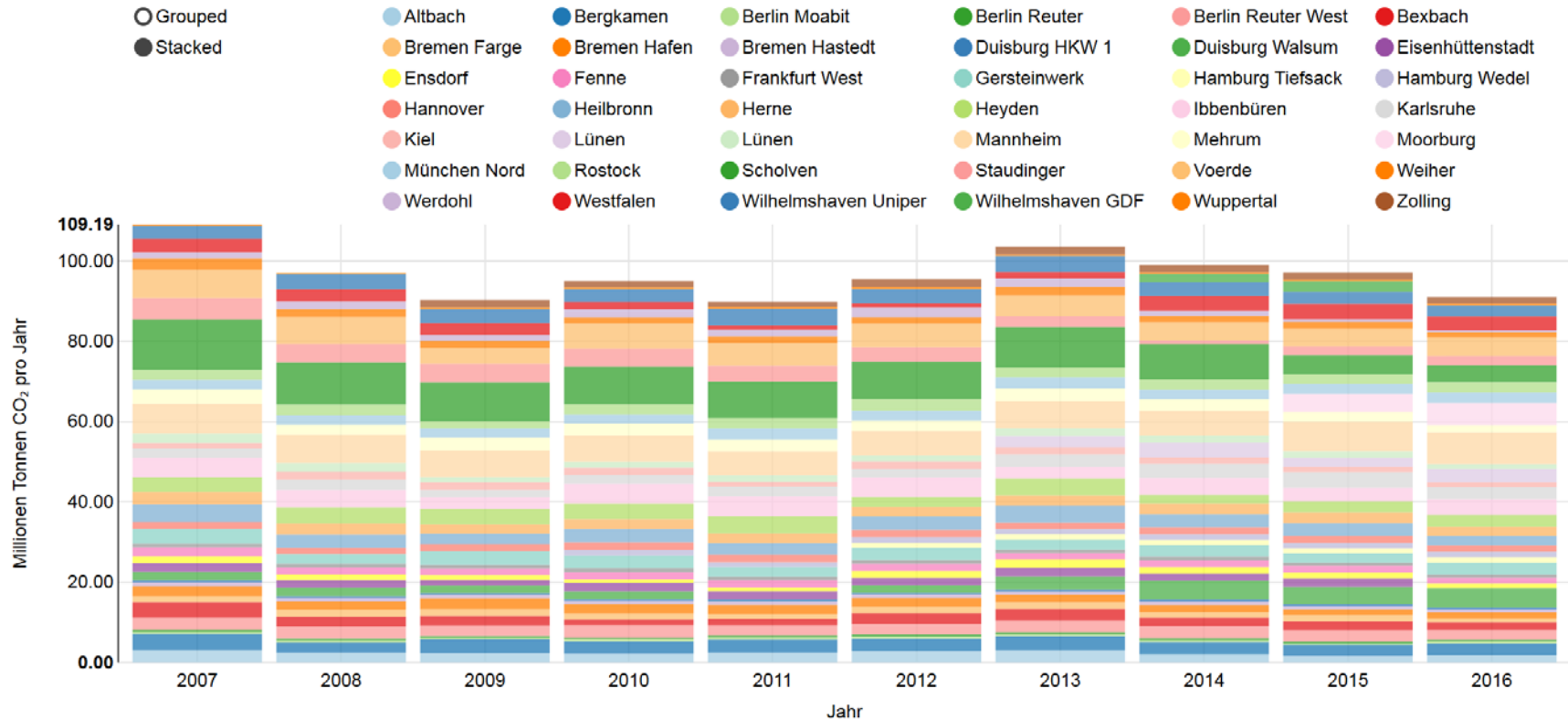


Freisetzungen in die Luft. Schadstoff Schwellenwert: 0.1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr

Datenquelle: Umweltbundesamt (UBA), PRTR Register

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/emissions\\_de.htm?source=lignite](https://www.energy-charts.de/emissions_de.htm?source=lignite)

# Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) von Kraftwerken Steinkohle



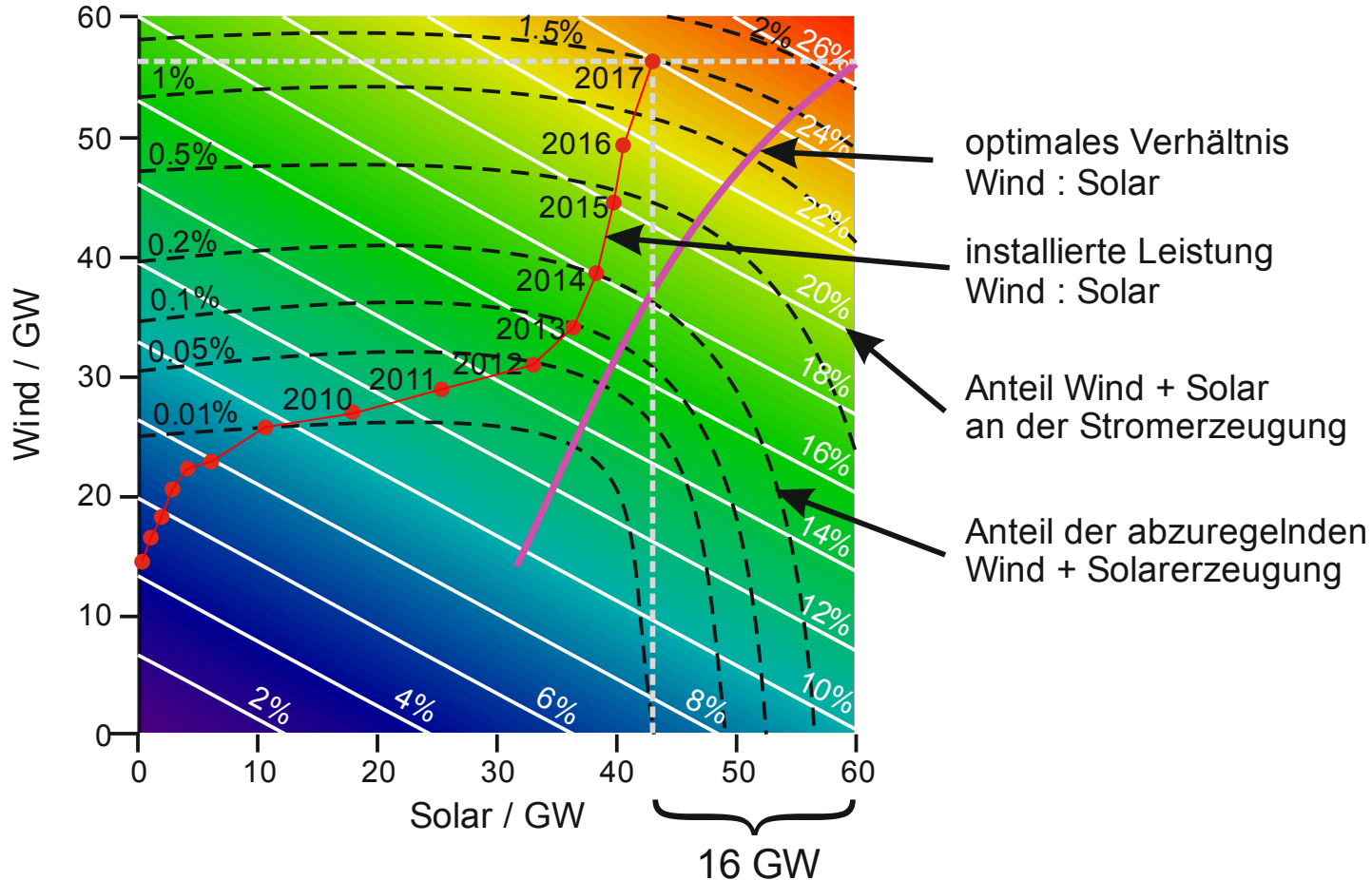
Freisetzungen in die Luft. Schadstoff Schwellenwert: 0.1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr

Datenquelle: Umweltbundesamt (UBA), PRTR Register

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://www.energy-charts.de/emissions\\_de.htm?source=lignite](https://www.energy-charts.de/emissions_de.htm?source=lignite)

# Optimales Verhältnis der installierten Leistungen

## Wind : Solar

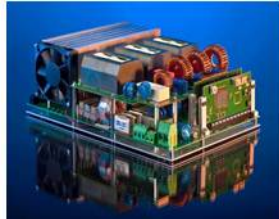


Ende 2017 fehlten 16 GW installierte Solarleistung zum optimalen Verhältnis Wind zu Solar.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fotos © Fraunhofer ISE



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Prof. Dr. Bruno Burger

[bruno.burger@ise.fraunhofer.de](mailto:bruno.burger@ise.fraunhofer.de)

[www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de)

[twitter.com/@energy\\_charts](https://twitter.com/@energy_charts)

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