

Elektromobilität ohne Netzüberlastung integrieren – ein Paradoxon?

Prof. Dr.-Ing. Rainer Klein
Duale Hochschule Baden-Württemberg - Mosbach
Studiengang Mechatronik / Elektromobilität

ENERGIE

Strom - Gas - Öl - Energiewende - Klimaschutz

Zur Übersicht

ELEKTROMOBILITÄT

Stromnetz ist für E-Autos nicht vorbereitet

Die SPD erwartet eine EU-Quote für Elektroautos – doch das deutsche Stromnetz ist auf eine Verbreitung von E-Autos gar nicht vorbereitet. Eng werden könnte es gerade in den Autoländern Bayern und Baden-Württemberg.

DEUTSCHE WIRTSCHAFTSNACHRICHTEN

EINE PUBLIKATION DER VERLAGSGRUPPE BONNIER

Leserservice Print-Magazin Abonne

HOME POLITIK MITTELSTAND WELT FINANZEN AUTO

Startseite > Auto > Niemand weiß, woher der Strom für Elektro-Autos kommen soll

ENERGIE

Niemand weiß, woher der Strom für Elektro-Autos kommen soll

Deutsche Wirtschafts Nachrichten, Ronald Barazon | Veröffentlicht: 10.07.17 12:00 Uhr

Der Hype um das Elektro-Auto hat bisher einen zentralen Aspekt ausgeblendet: Woher wird der Strom kommen, den alle diese Autos brauchen? Für Atomkraftgegner wie die Grünen könnte es ein böses Erwachen geben.

SPECIAL Special: Connected Car – E-Mobility

Strombranche fürchtet: Zu wenig Strom für Elektroautos

26.09.2017, 15:35 Uhr Seit dem Dieselskandal wird der Ruf nach einer Quote für E-Autos laut. Doch reicht der Strom, um sie zu laden, überhaupt aus?



von Claudia Brüggem-Frey

WirtschaftsWoche

UNTERNEHMEN FINANZEN ERFOLG POLITIK TECHNOLOGIE LIFESTYLE

Alle Rubriken

Top-Themen | WiWo > Technologie > Mobilität > Elektromobilität: Reicht der Strom?

ELEKTROMOBILITÄT

Hält das Stromnetz dem E-Auto-Boom stand?

SEITE 2/4 — Reicht der Strom?

KIEL POLICY BRIEF

Ulrich Schmidt

Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehl kalkulation



Nr. 143 Juni 2020

- Aktuelle Studien haben berechnet, dass das Elektroauto bereits beim jetzigen Strommix in Deutschland eine positive Klimabilanz besitzt.
- Diese Studien vernachlässigen jedoch den erhöhten Stromverbrauch, der aus dem Ausbau der Elektromobilität resultiert.
- Berücksichtigt man den erhöhten Stromverbrauch, führen Elektroautos tatsächlich zu 73 Prozent höheren Treibhausgasemissionen als moderne Diesel-PKWs.
- Der Grund ist einfach: Es ist umweltschonender, erneuerbare Energien zur Reduzierung der Verstromung von Kohle zu nutzen als damit Elektroautos zu betanken.



Ulrich Schmidt
Institut für Weltwirtschaft
Kellerei 80
24103 Kiel
Tel.: +49 431 8814 312
E-Mail: ulrich.schmidt@ifw-kiel.de

Institut für Weltwirtschaft
ISSN 2195-7525

Leibniz
Gemeinschaft

- Aktuelle Studien haben berechnet, dass das Elektroauto bereits beim jetzigen Strommix in Deutschland eine positive Klimabilanz besitzt.
- Diese Studien vernachlässigen jedoch den erhöhten Stromverbrauch, der aus dem Ausbau der Elektromobilität resultiert.
- Berücksichtigt man den erhöhten Stromverbrauch, führen Elektroautos tatsächlich zu 73 Prozent höheren Treibhausgasemissionen als moderne Diesel-PKWs.
- Der Grund ist einfach: Es ist umweltschonender, erneuerbare Energien zur Reduzierung der Verstromung von Kohle zu nutzen als damit Elektroautos zu betanken.

unseriös!
unwissenschaftlich!

Die Kiel Policy Briefs enthalten relativ kurze, allgemeinverständliche Analysen zu aktuellen Fragen der Wirtschaftspolitik und bieten damit der Öffentlichkeit einen raschen, aber fundierten Zugang zu wirtschaftspolitisch relevanten Themen.

Kontakt

☎ +49 (431) 8814-337

✉ ulrich.schmidt@ifw-kiel.de

Medienkontakt

☎ +49 431 8814-774

✉ ifw-medien@ifw-kiel.de

Ulrich Schmidt

Institut für Weltwirtschaft

Kiellinie 66

24105 Kiel

Tel.: +49 431 8814 337

E-Mail: ulrich.schmidt@ifw-kiel.de



Forschungsschwerpunkte

Experimentelle Wirtschaftsforschung

Sozialpolitik

Entscheidungstheorie

Finanzmärkte

Ulrich Schmidt ist seit 2006 W3-Professor für Volkswirtschaftslehre an der Universität zu Kiel und seit 2013 Leiter des Forschungsbereiches "Sozial- und verhaltensökonomische Ansätze zur Lösung globaler Probleme" am IfW. Bevor er nach Kiel kam hatte er Professuren in Odense und Hannover inne. Seine Ausbildung absolvierte er an der Universität zu Kiel, wo er Diplome in Volks- und Betriebswirtschaftslehre erwarb sowie Promotionen in Volkswirtschaftslehre und Psychologie abschloss. Seine Forschungsinteressen liegen auf den Gebieten der experimentellen Ökonomie, Verhaltensökonomik, Entscheidungstheorie, Gesundheitsökonomie sowie behavioral finance. Prof. Schmidt hat mehr als 80 Publikationen in referierten Fachzeitschriften. Neben volkswirtschaftlichen Zeitschriften wie Economic Journal, Journal of Economic Theory, oder Journal of Public Economics hat er auch in führenden Zeitschriften anderer Disziplinen wie Journal of Experimental Psychology: General, Current Biology, und Management Science publiziert. Zurzeit ist er Mitherausgeber der Zeitschriften Journal of Risk and Uncertainty, Judgement and Decision Making, Geneva Risk and Insurance Review, and Theory and Decision.



Elektrische Energieversorgung

Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich I
Energieerzeugung



Problembereich II
Energieverteilung

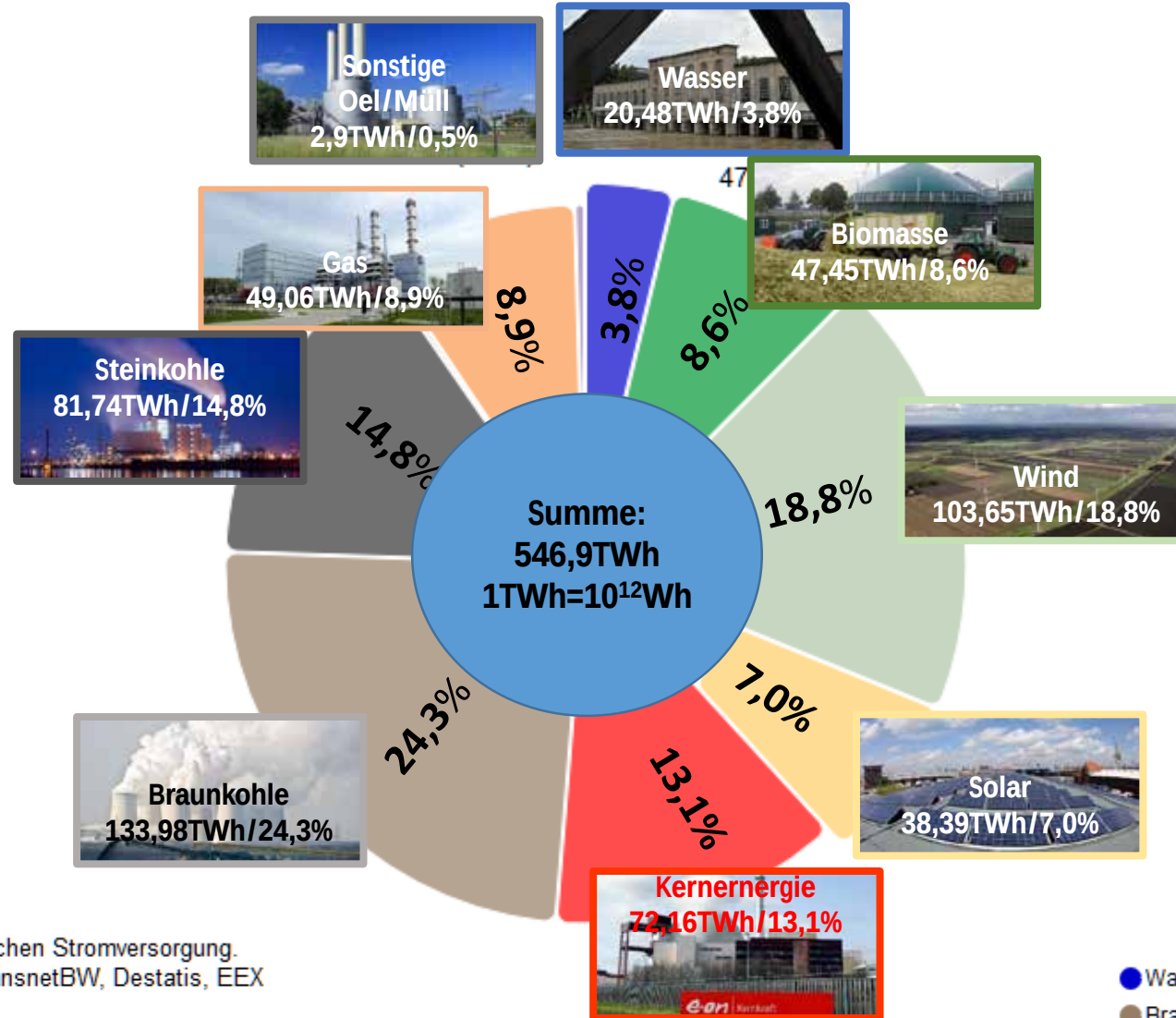
Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich I : Energieerzeugung

Nettostromerzeugung in Deutschland 2017

Gesamt:
546,9TWh
1TWh=10¹²Wh



Nettoerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 12 Mar 2018 08:58

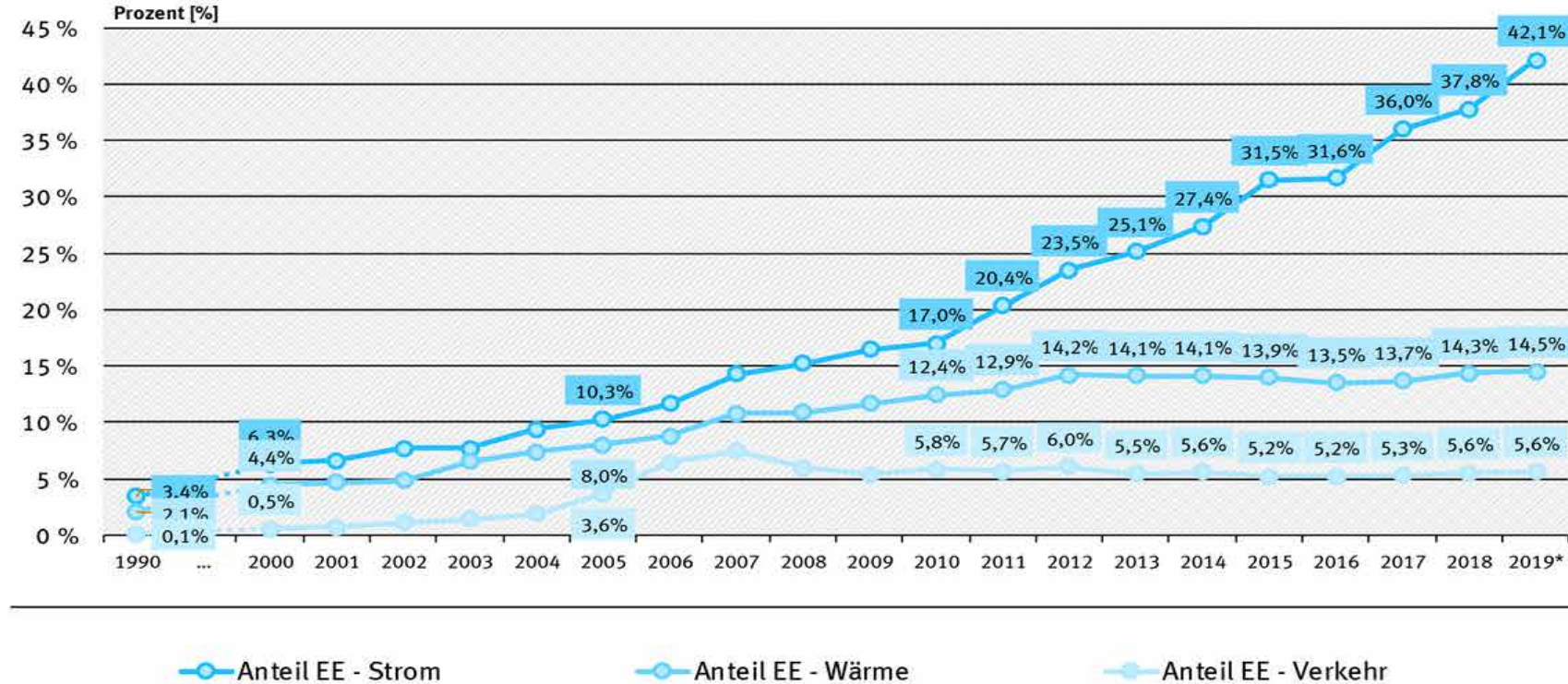
● Wasserkraft ● Biomasse ● Wind ● Solar ● Kernenergie
● Braunkohle ● Steinkohle ● Öl ● Gas ● Andere

Elektrische Energieversorgung

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch, am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Entwicklung von 1990 bis 2019



* vorläufige Werte

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 02/2020

Anteil erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr
Quelle: AGEE-Stat



Elektrische Energieversorgung



Wieviel elektrische Energie benötigen wir, wenn alle Fahrzeuge in Deutschland elektrisch betrieben würden ? (1)

- Angaben zum Kraftstoffverbrauch beziehen sich auf das Jahr 2016 in Deutschland
- Gesamter Kraftstoffverbrauch 2016 /1/
 - *Diesel:* $20,817 * 10^9 \text{ Liter}$
 - *Benzin:* $25,309 * 10^9 \text{ Liter}$
- Der Energieinhalt von Diesel beträgt 9,8 kWh/l , der von Benzin 8,9 kWh/l
- Durch einfache Multiplikation ergibt sich
 - *Diesel :* $20,817 * 10^9 \text{ l} * 9,8 \text{ kWh/l} = 204,03 * 10^9 \text{ kWh}$
 - *Benzin:* $25,309 * 10^9 \text{ l} * 8,9 \text{ kWh/l} = 225,25 * 10^9 \text{ kWh}$
- Dies ist der Brutto Energiebedarf für den gesamten KFZ Verkehr,
- da aber der durchschnittliche Wirkungsgrad beim Benzinfahrzeug lediglich 20% beträgt /2/ und beim Dieselfahrzeug 25% muss dies für den Nettoenergiebedarf berücksichtigt werden.
 - *Diesel:* $0,25 * 204,03 * 10^9 \text{ kWh} = 51 * 10^9 \text{ kWh}$
 - *Benzin:* $0,20 * 225,25 * 10^9 \text{ kWh} = 45 * 10^9 \text{ kWh}$
- Der Nettoenergiebedarf beträgt also $51 * 10^9 \text{ kWh} + 45 * 10^9 \text{ kWh} = \mathbf{96 * 10^9 \text{ kWh}}$



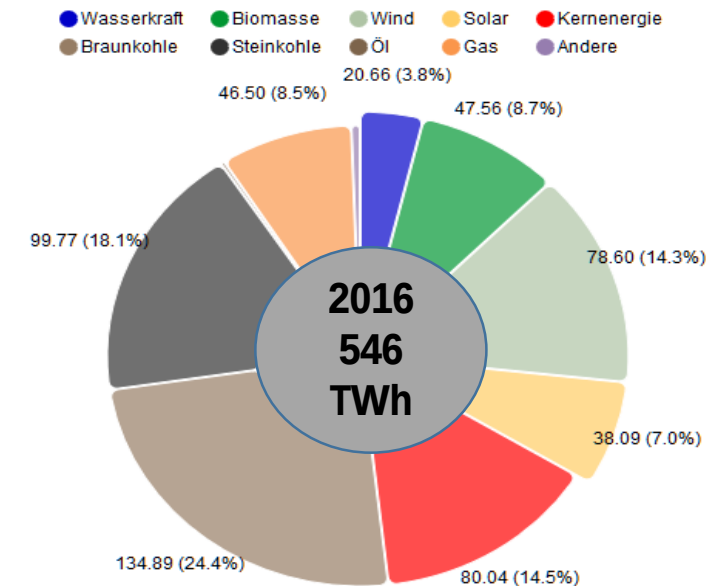
Wieviel elektrische Energie benötigen wir, wenn alle Fahrzeuge elektrisch betrieben würden ? (2)

- Der Nettoenergiebedarf beträgt also $51 \cdot 10^9 \text{ kWh} + 45 \cdot 10^9 \text{ kWh} = \mathbf{96 \cdot 10^9 \text{ kWh}}$
- Da aber auch Elektrofahrzeuge keinen Wirkungsgrad von 100% haben sondern ca. 80%, muss dies für den realen Energiebedarf berücksichtigt werden
 - $96 \cdot 10^9 \text{ kWh} / 0,8 = \mathbf{120 \cdot 10^9 \text{ kWh} = 120 \text{ TWh}}$
- **Der Energiebedarf beträgt also 120 TWh ($120 \cdot 10^{12} \text{ Wh}$)**

Für das Jahr 2016 hätte dies einen Mehrbedarf von ca. 23% bedeutet



**Der Nettostromexport betrug 2016:
50 TWh**

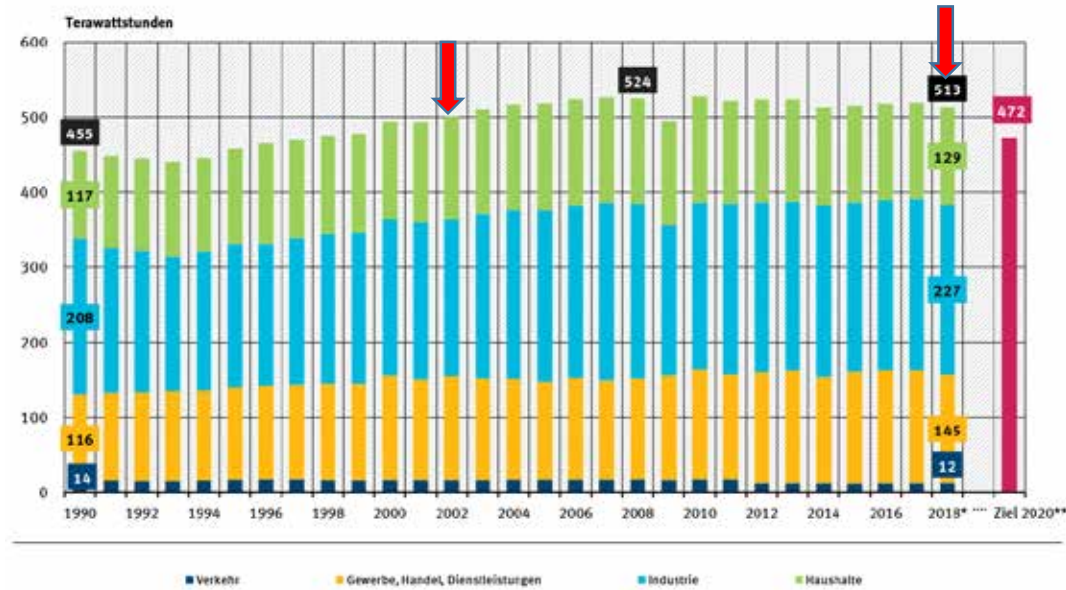


Nettoerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 21 Jan 2018 12:45



Entwicklung von Verbrauch und Kraftwerksleistung

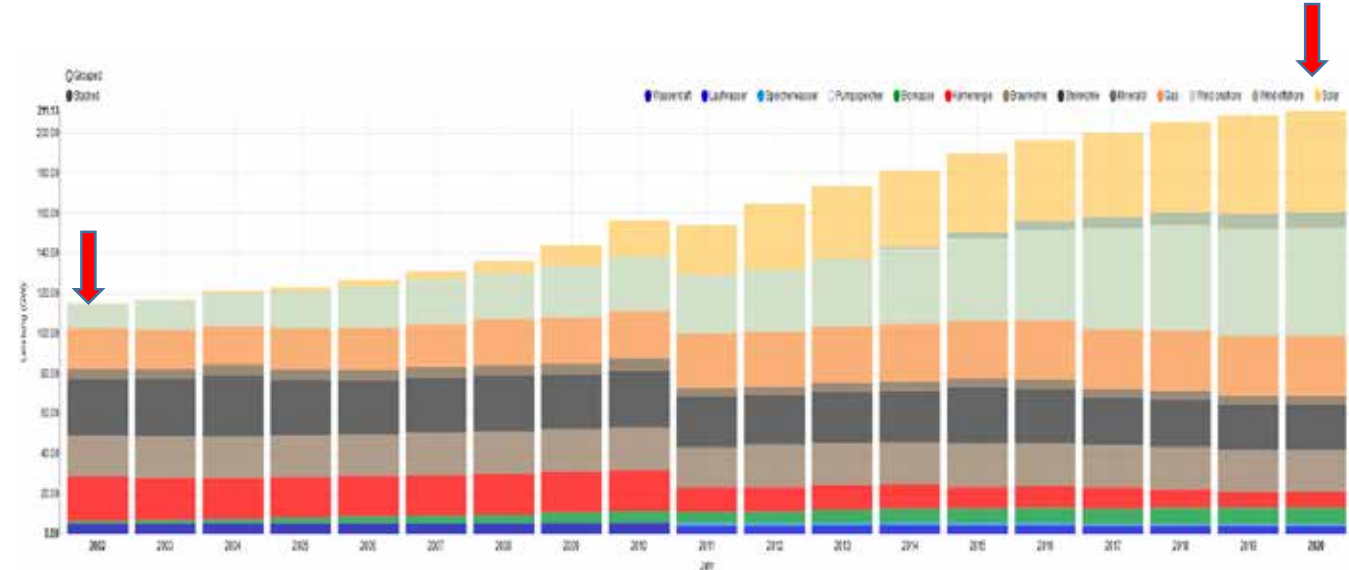
Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren



* vorläufige Angaben; Angaben inklusive Export

** Energiekonzept der Bundesregierung 2010: Senkung des Stromverbrauchs um 10% gegenüber 2008

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen; Anwertragsverfahren zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019



Stand am 31.12. jedes Jahres
Datenquelle: AGEE, BfNE, Bundesnetzagentur
letzter Update: 06.06.2024 15:37

Der Stromverbrauch hat sich von 2002 bis 2018 um ca. 3% erhöht

Die installierte Nettoleistung zur Stromerzeugung hat sich im Zeitraum von 2002 bis 2020 um ca. 83% erhöht

Allein die konventionellen Kraftwerke haben eine Leistung von 100GW

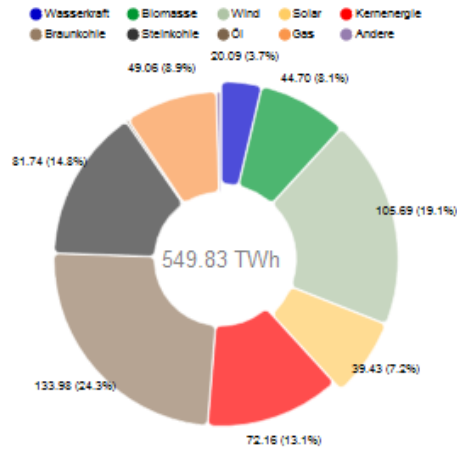
Bei $24\text{h} \cdot 365\text{Tage} \cdot 100\text{GW} = 876\text{TWh}$ Energie mehr als ausreichend um den gesamten Fahrzeugverkehr mit elektrischer Energie zu versorgen

Fazit: Es ist schon heute genügend Kraftwerksleistung/Energie vorhanden um den gesamten Fahrzeugverkehr mit elektrischer Energie zu versorgen, auch wenn dieser zu 100% elektrisch wäre !

Elektrische Energieversorgung

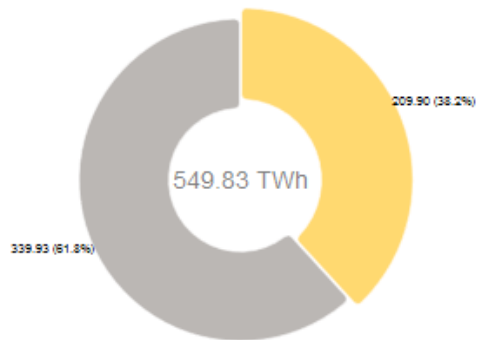


Nettostromerzeugung in Deutschland 2017-2020

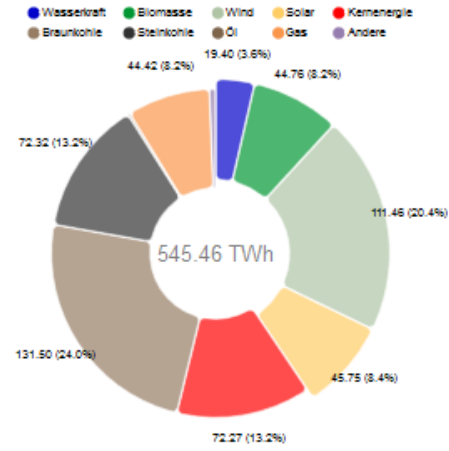


Nettostromerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 16 Nov 2018 14:48

Erneuerbare Nicht Erneuerbare

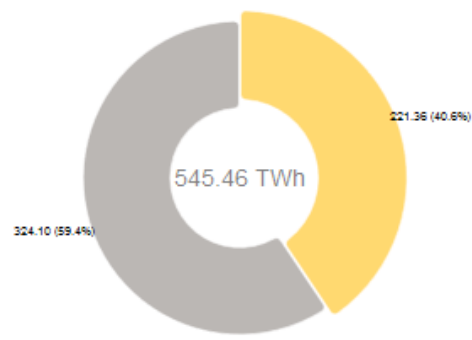


2017

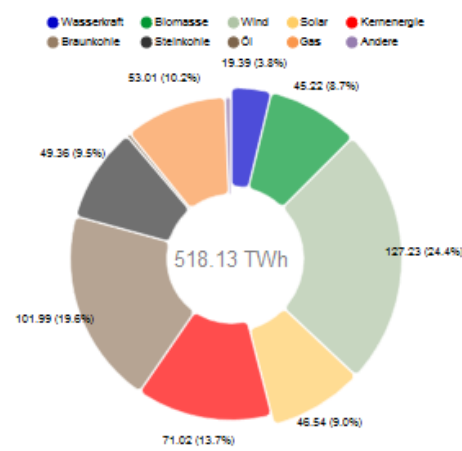


Nettostromerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 13 Mar 2019 11:44

Erneuerbare Nicht Erneuerbare

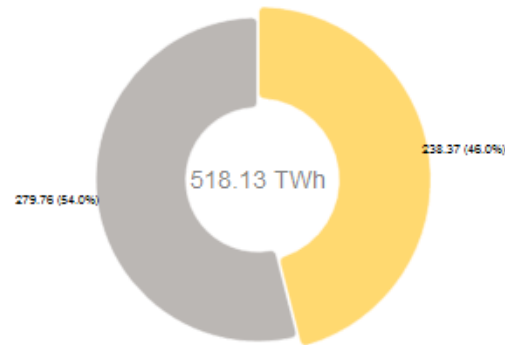


2018

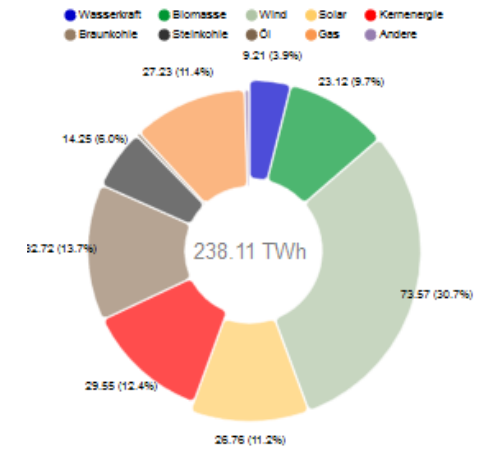


Nettostromerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 01 Feb 2020 22:10

Erneuerbare Nicht Erneuerbare

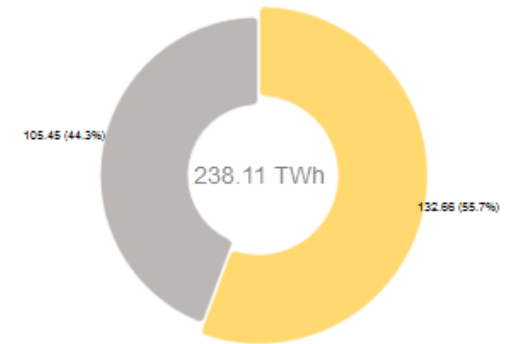


2019



Nettostromerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX
letztes Update: 26 Jun 2020 10:21

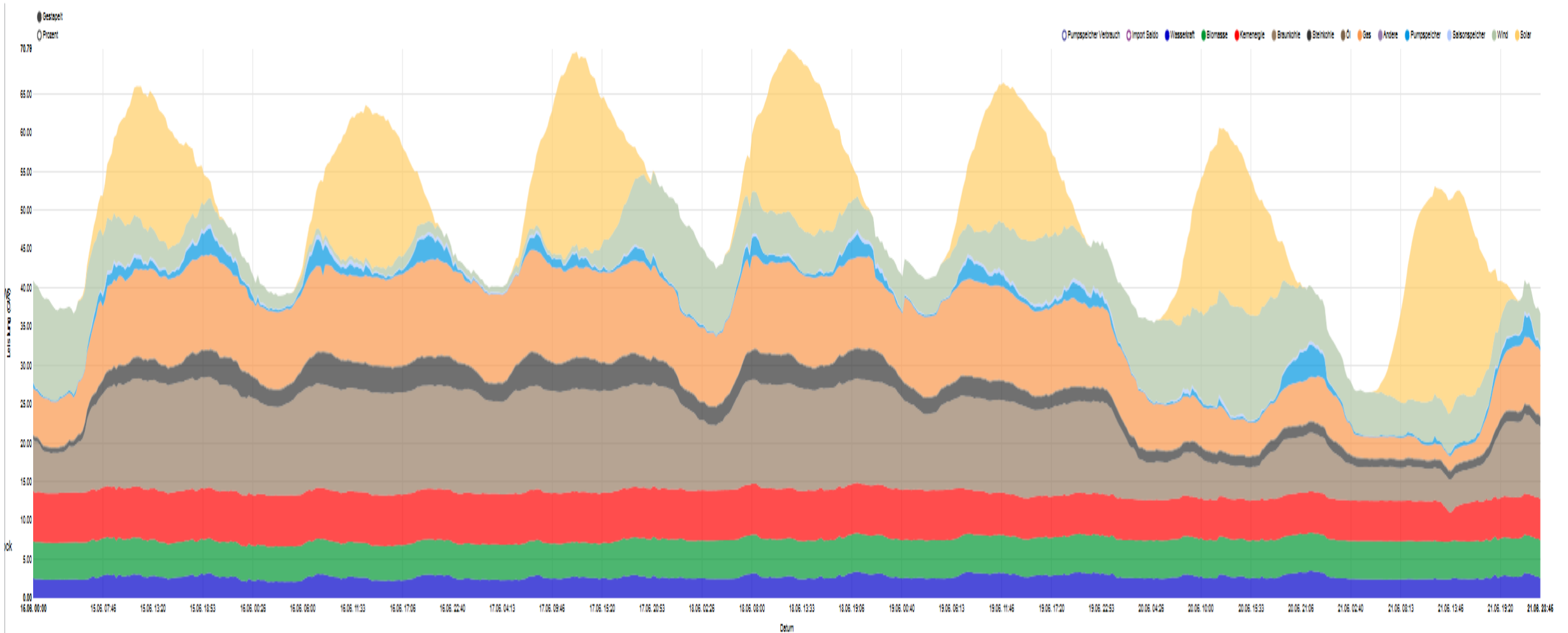
Erneuerbare Nicht Erneuerbare



bis 06/2020

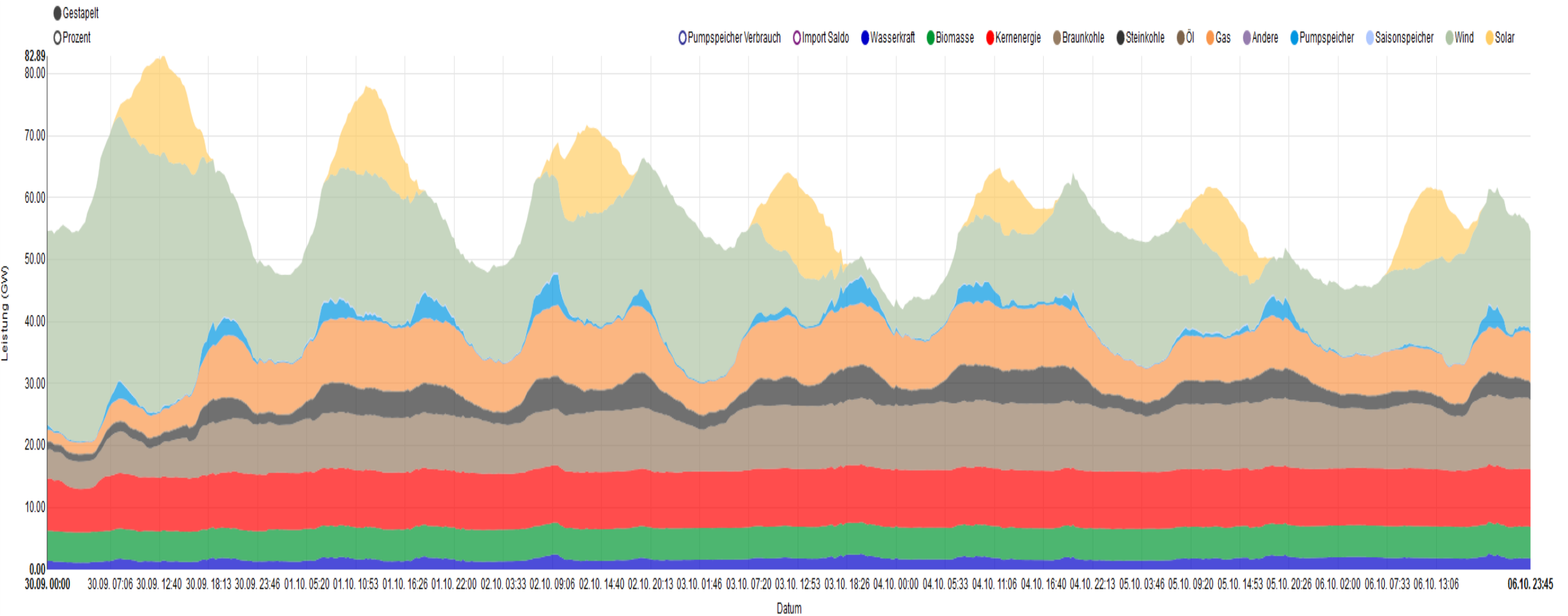


Stromproduktion Deutschland in KW 25/2020



Nettoerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX, ENTSO-E
letztes Update: 26 Jun 2020 10:21

Stromproduktion Deutschland in KW 40/2019



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich I: Energieerzeugung



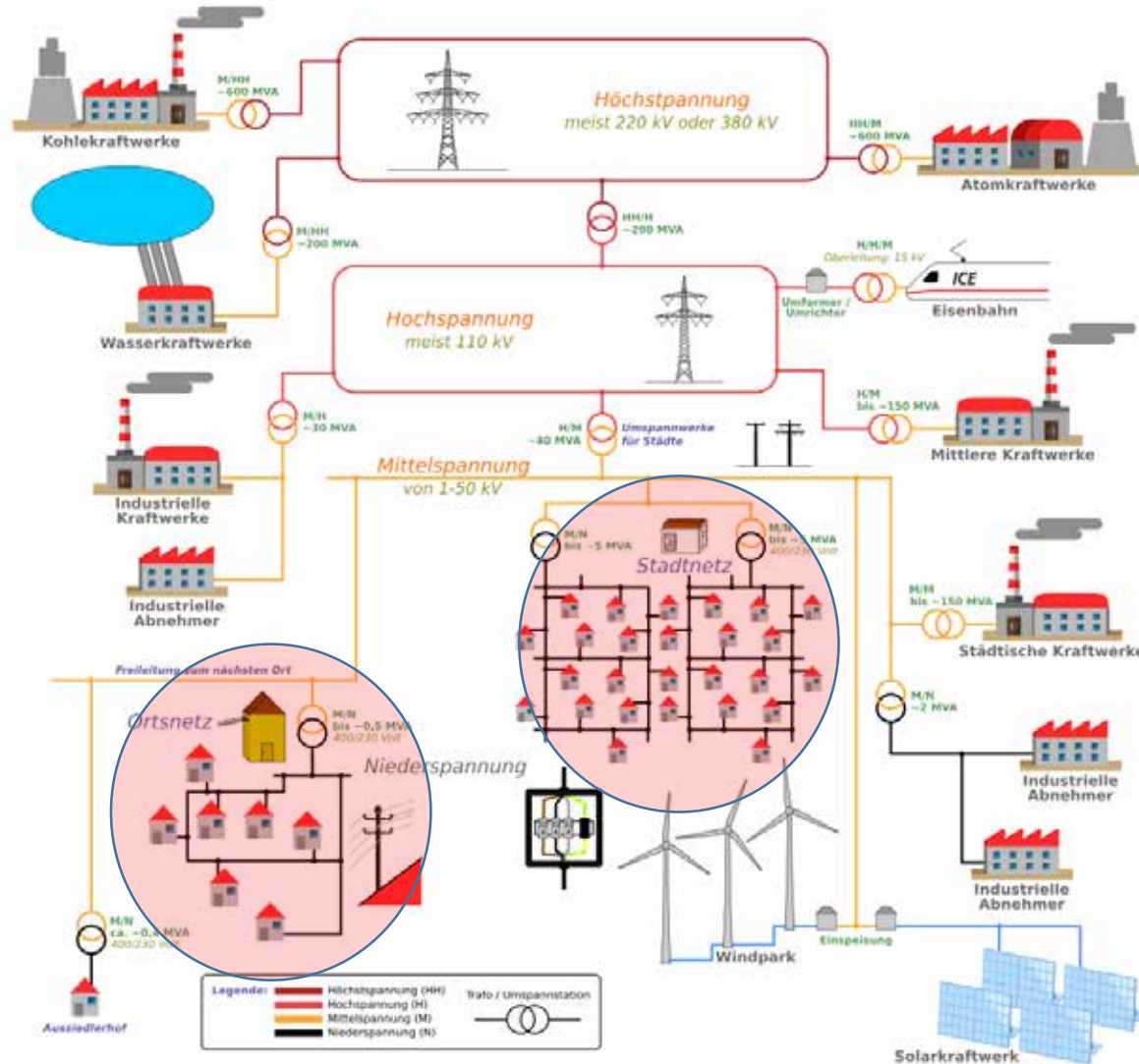
Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich II: Energieverteilung



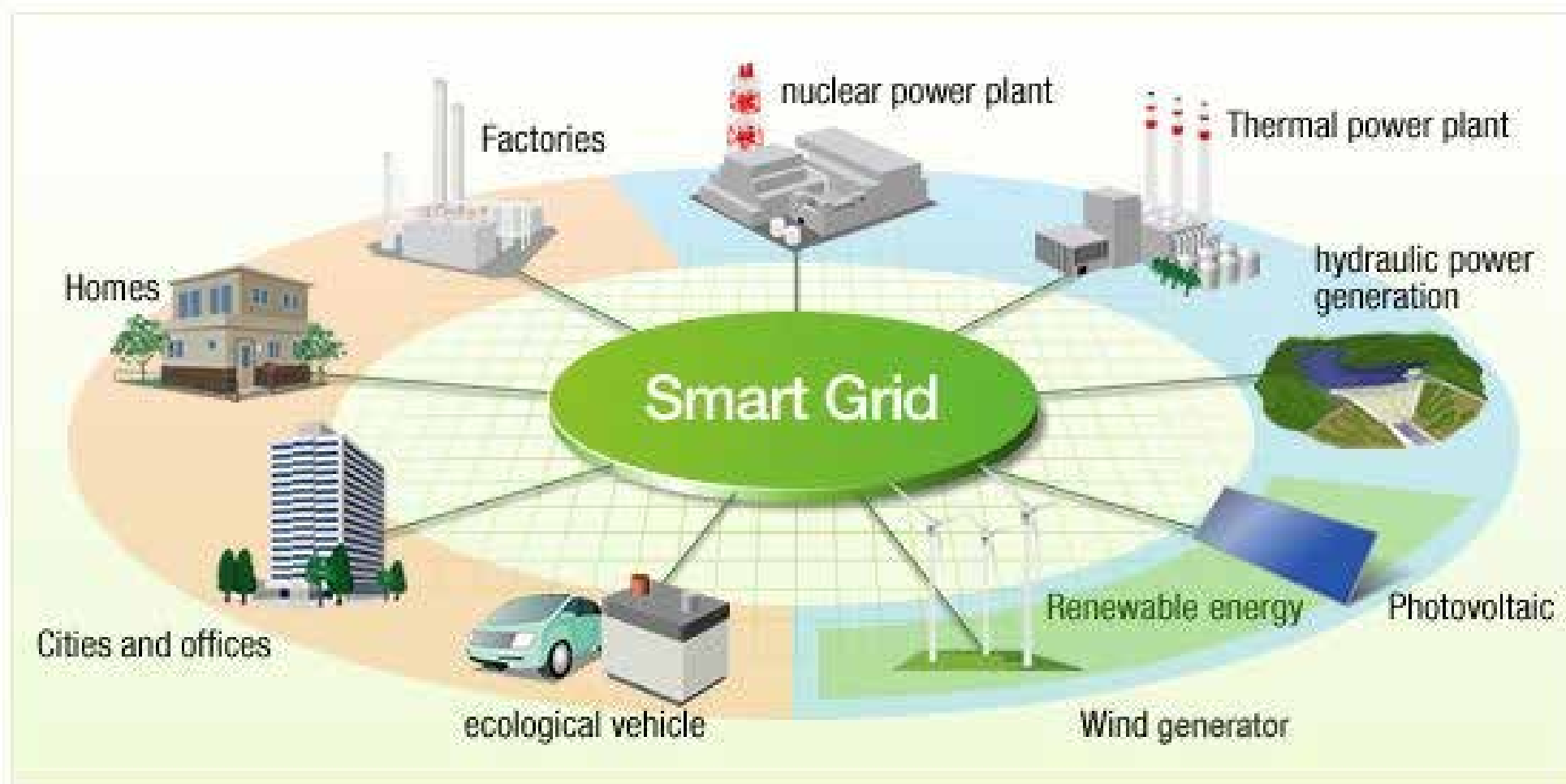
Energieübertragung & -Verteilung II



- Problem: Aktuell, sind die Stadt-und Ortsnetze (Niederspannung) nicht auf einen hohen Anteil Elektromobilität ausgelegt.
- Die Niederspannungsnetzte sind aktuell auf eine mittlere, gleichzeitige Leistung von 2-3kW je Haushalt ausgelegt./1/
- Mittelfristig müssen diese Netze überarbeitet werden.

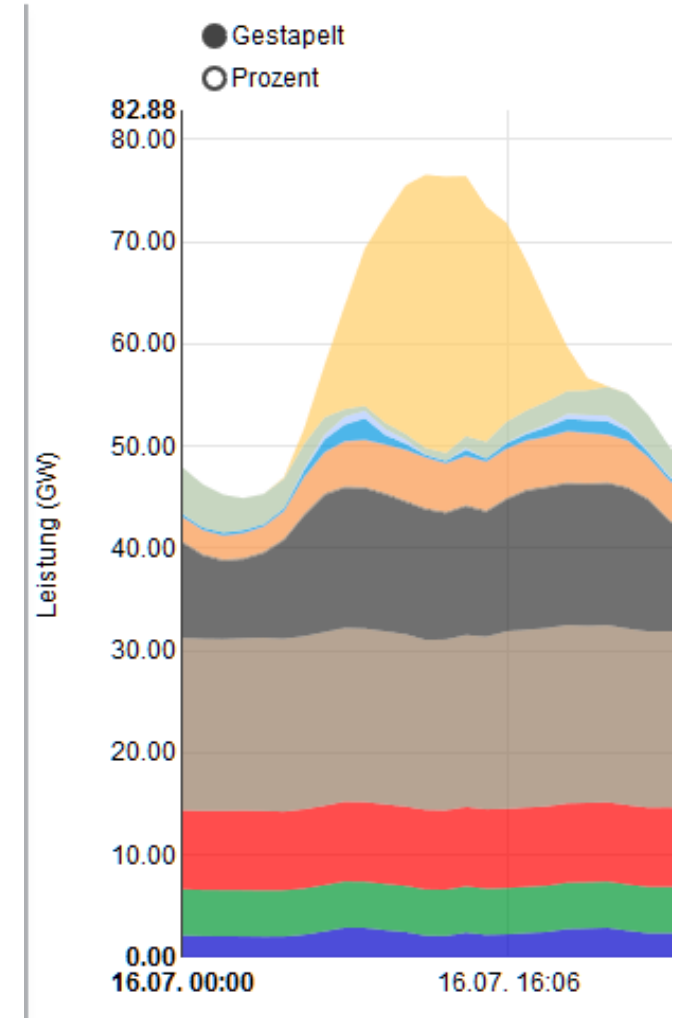


Das intelligente Netz – Smart Grid



Einbindung der Fahrzeugbatterien ins Smart Grid

- Der PKW-Bestand am 01-01-2018 in Deutschland 46,5 Mio
- Angenommene mittlere Batteriekapazität 60kWh
- Dies ergibt eine max. Speicherkapazität von
 - $(46,5 \cdot 10^6) \cdot 60 \cdot 10^3 \text{Wh} = 2,79 \cdot 10^{12} \text{Wh} = 2,79 \text{TWh}$
- Da die „Fahrzeuge“ ca. 23h am Tag stehen, ergäbe sich eine hohe Verfügbarkeit, wenn diese mit dem Netz verbunden sind.
- Mit der Batterie kann das Netz stabilisiert werden und ggf. sogar Spitzenlasten bedient werden, wodurch weniger Kraftwerke benötigt würden.
- Mittlerer Tagesbedarf in Deutschland $24\text{h} \cdot 60\text{GW} = 1,4 \text{TWh}$



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich II: Energieverteilung



Typische Ladeleistungen

Gleichstrom: 50 – 350 kW



Wechselstrom: 11kW/(22kW)

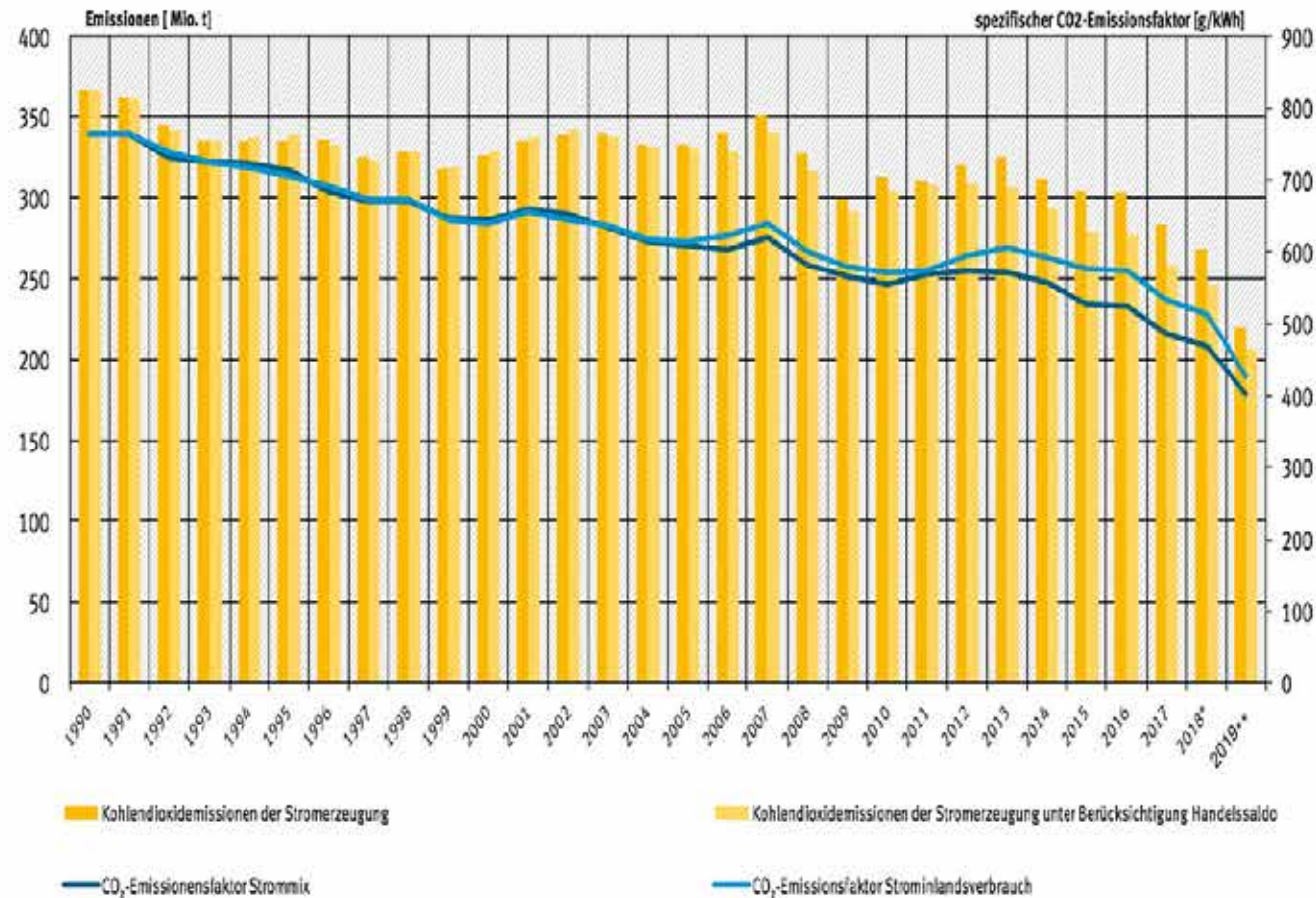


Ladezeiten



Wie viel CO₂ verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2018 und erste Schätzungen 2019 im Vergleich zu CO₂-Emissionen der Stromerzeugung

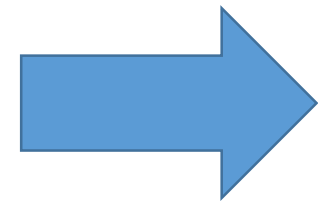


2018* vorläufig 2019** geschätzt

Quellen: Umweltbundesamt; eigene Berechnungen Februar 2020

Jahr	Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung [Mio. t]	CO ₂ -Emissionsfaktor Strommix [g/kWh]	CO ₂ -Emissionsfaktor Strominlandsverbrauch [g/kWh]	Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung unter Berücksichtigung Handelssaldo [Mio. t]
1990	366	764	763	367
1991	361	754	765	361
1992	345	730	739	341
1993	335	726	725	335
1994	335	722	718	337
1995	331	713	706	338
1996	334	685	692	332
1997	325	669	673	323
1998	329	671	672	329
1999	318	647	646	319
2000	327	644	640	329
2001	336	659	656	337
2002	338	654	646	343
2003	340	634	638	338
2004	333	614	617	331
2005	333	610	616	330
2006	339	603	622	329
2007	351	621	640	340
2008	328	581	602	316
2009	299	556	580	292
2010	313	555	570	305
2011	310	568	572	308
2012	321	573	595	309
2013	326	572	606	307
2014	317	557	593	293
2015	304	527	575	279
2016	304	523	572	277
2017	283	485	533	258
2018*	269	468	512	246
2019**	219	401	427	206

2018* vorläufig 2019** geschätzt



2019: 401g CO₂/kWh

Elektromobilität ist klimafreundlicher

Vergleich Diesel Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



m = 1955 kg
P = 210 kW



Kraftstoffverbrauch f = 8,4 l/100km
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-09)

Energieverbrauch (Brutto):
(8,8 l/100km) * (9,8kWh/l)
= 83,3 kWh/100km
Wirkungsgrad 25%
0,25 * (83,3 kWh/100km)
= 20,8 kWh/100km

▷ 22,26 kg CO₂ /100km



Mercedes CLS 350 CDI
m = 1970 kg
P = 195 kW



Kraftstoffverbrauch f = 8,2 l/100km
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-09)

Energieverbrauch (Brutto):
(8,2 l/100km) * (9,8kWh/l)
= 80,4 kWh/100km
Wirkungsgrad 25%
0,25 * (80,4 kWh/100km)
= 20,1 kWh/100km

▷ 21,73 kg CO₂ /100km



m = 2108 kg
P = 241 kW



Energieverbrauch f = 20,8 kWh/100km
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-09)

Energieverbrauch:

= 20,8 kWh/100km

▷ 11.3 kg CO₂ /100km (2017)
8,34 kg CO₂ /100km (2019) -22%

Elektromobilität ist klimafreundlicher

CO₂ Äquivalente Diesel:

CO₂ Äquivalente im deutschen Strommix:

2,65kg CO₂ /l Diesel

489g CO₂ /kWh (2017) , 401g CO₂ /kWh (2019)



Vergleich

Diesel/Benzin Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



$m = 1052 \text{ Kg}$
 $P = 66 \text{ kW}$



Kraftstoffverbrauch $f = 7,1 \text{ l/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-09)

Energieverbrauch (Brutto):
 $(7,1 \text{ l/100km}) * (8,9 \text{ kWh/l})$
 $= 62,3 \text{ kWh/100km}$
Wirkungsgrad 20%
 $0,20 * (62,3 \text{ kWh/100km})$
 $= 12,5 \text{ kWh/100km}$

▷ $16,5 \text{ kg CO}_2 / 100 \text{ km}$



$m = 1052 \text{ Kg}$
 $P = 54 \text{ kW}$



Kraftstoffverbrauch $f = 5,0 \text{ l/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-11)

Energieverbrauch (Brutto):
 $(5,0 \text{ l/100km}) * (9,8 \text{ kWh/l})$
 $= 49 \text{ kWh/100km}$
Wirkungsgrad 25%
 $0,25 * (49 \text{ kWh/100km})$
 $= 12,3 \text{ kWh/100km}$

▷ $13,3 \text{ kg CO}_2 / 100 \text{ km}$



$m = 1575 \text{ kg}$
 $P = 80/53 \text{ kW}$



Energieverbrauch $f = 16,2 \text{ kWh/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2018-12-11)

Energieverbrauch:
 $= 16,2 \text{ kWh/100km}$

▷ $7.9 \text{ kg CO}_2 / 100 \text{ km (2017)}$
▷ $6,5 \text{ kg CO}_2 / 100 \text{ km (2019) -22\%}$

Elektromobilität ist klimafreundlicher

CO₂ Äquivalente Diesel:

CO₂ Äquivalente im deutschen Strommix:

2,65kg CO₂ /l Diesel

489g CO₂ /kWh (2017) , 401g CO₂ /kWh (2019) -22%

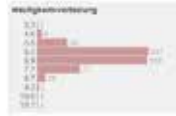
Vergleich

Diesel/Benzin Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



Golf 1,4 TSI

$m = 1270 \text{ Kg}$
 $P = 110 \text{ kW}$



Kraftstoffverbrauch $f = 6,54 \text{ l/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2019-01-23)

Energieverbrauch (Brutto):
 $(6,54 \text{ l/100km}) * (8,9 \text{ kWh/l})$
 $= 58,21 \text{ kWh/100km}$
Wirkungsgrad 20%
 $0,20 * (58,21 \text{ kWh/100km})$
 $= 11,6 \text{ kWh/100km}$

▷ $15,2 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$



Golf 2,0 TDI

$m = 1354 \text{ Kg}$
 $P = 110 \text{ kW}$



Kraftstoffverbrauch $f = 5,63 \text{ l/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2019-01-23)

Energieverbrauch (Brutto):
 $(5,63 \text{ l/100km}) * (9,8 \text{ kWh/l})$
 $= 55,17 \text{ kWh/100km}$
Wirkungsgrad 25%
 $0,25 * (55,17 \text{ kWh/100km})$
 $= 13,7 \text{ kWh/100km}$

▷ $14,9 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$



E-Golf

$m = 1.615 \text{ kg}$
 $P = 100 \text{ kW}$



Energieverbrauch $f = 15,1 \text{ kWh/100km}$
(<https://www.spritmonitor.de/> 2019-01-23)

Energieverbrauch:

$= 15,1 \text{ kWh/100km}$

▷ $7,38 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$ (2017)
 $6,05 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$ (2019) -22% !!

Elektromobilität ist klimafreundlicher

CO₂ Äquivalente Diesel:

CO₂ Äquivalente Benzin:

CO₂ Äquivalente im deutschen Strommix:

$2,65 \text{ kg CO}_2 / \text{l}$

$2,33 \text{ kg CO}_2 / \text{l}$

$489 \text{ g CO}_2 / \text{kWh}$ (2017) , $401 \text{ g CO}_2 / \text{kWh}$ (2019) -22%



Ist die Erdölförderung etwa umweltfreundlich ?

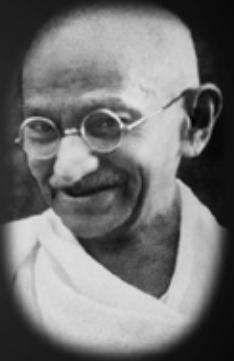




**„Viele kleine Leute an vielen
kleinen Orten, die viele kleine
Dinge tun, können das Gesicht
dieser Welt verändern.“**

aus Afrika

SEI DU SELBST
DIE VERÄNDERUNG,
DIE DU DIR WÜNSCHST
FÜR DIESE WELT.



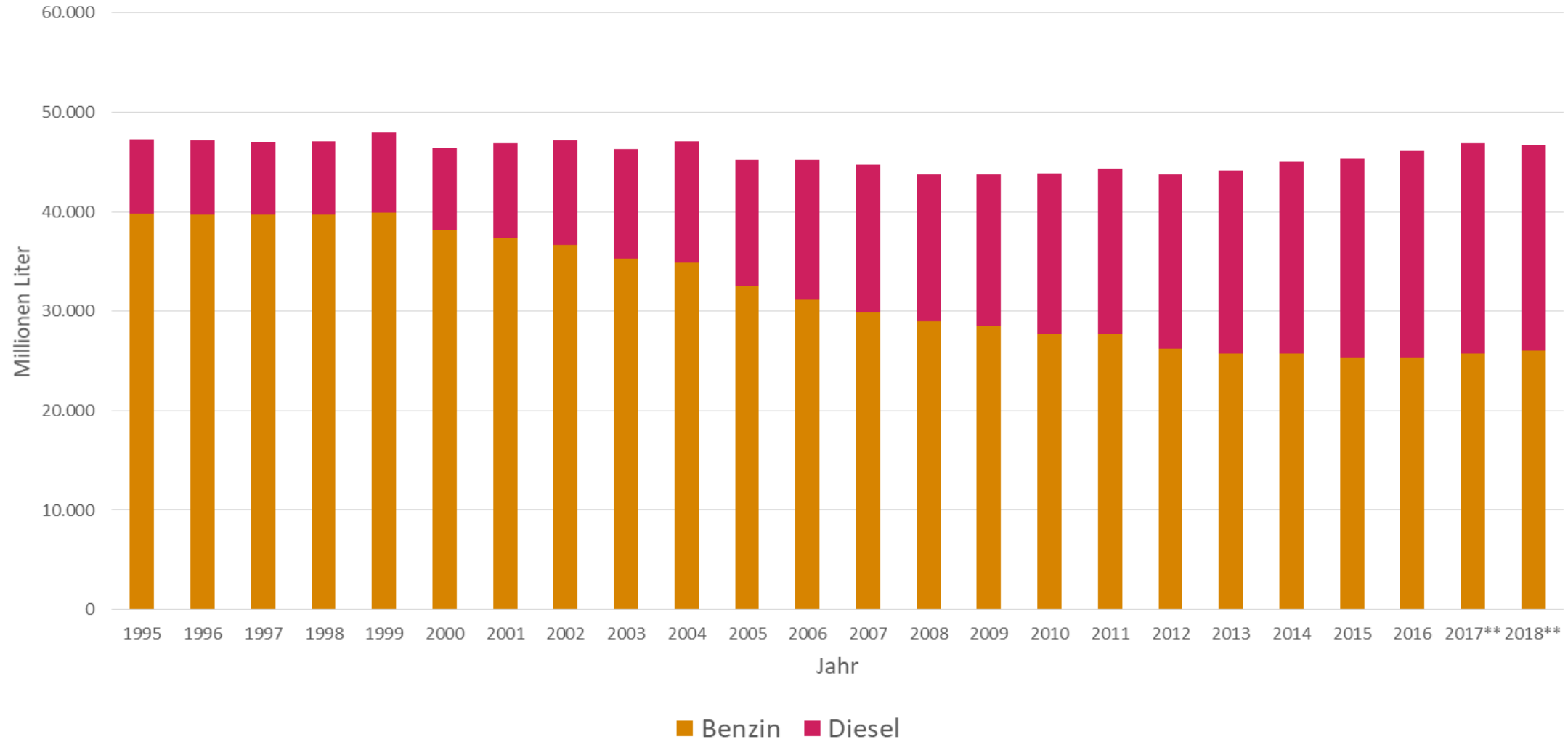


© Can Stock Photo

Fragen ?

Diskussion !

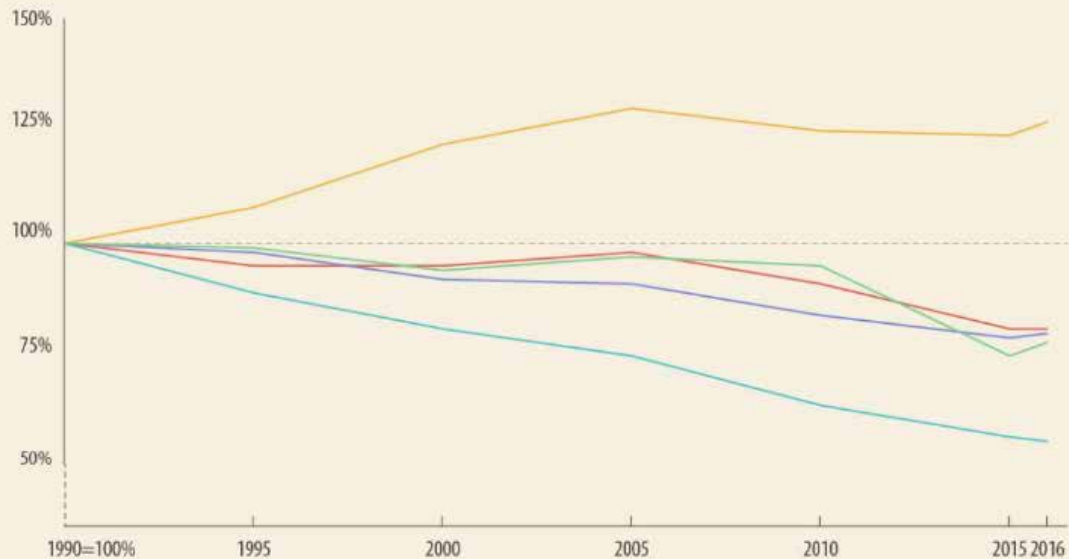
Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland 1995-2018



CO2-EMISSIONEN IN DER EU

In neuem Fenster öffnen

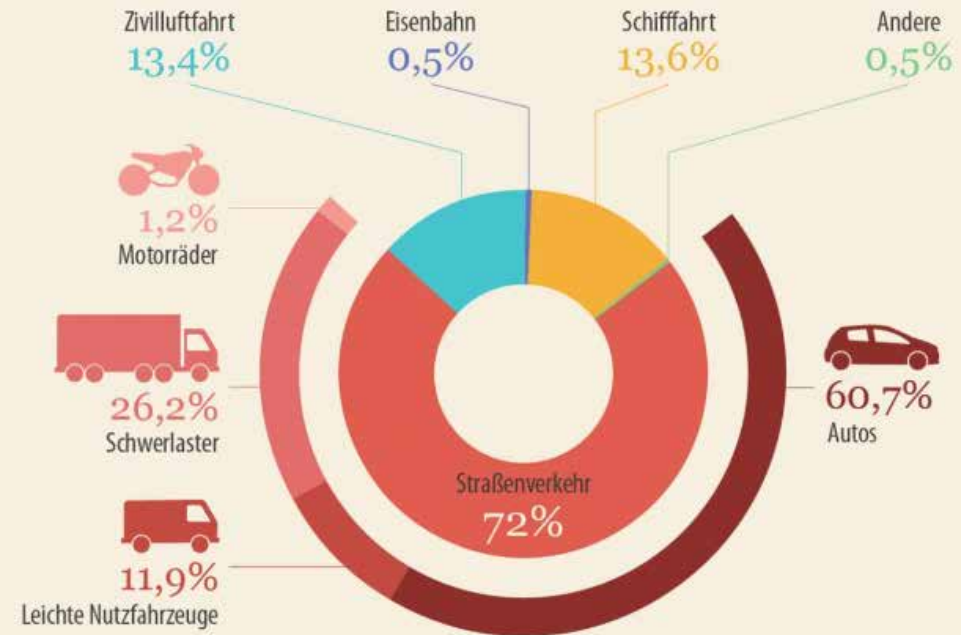
Entwicklung der CO2-Emissionen nach Sektor (1990-2016)



Energie
 Verkehr
 Industrie*
 Wohngebäude
 Land-, Forstwirtschaft, Fischerei

CO2-EMISSIONEN DES VERKEHRS IN DER EU

Aufschlüsselung der Emissionen nach Verkehrsträgern (2016)



Quelle: Europäische Umweltagentur



„Mythen der Elektromobilität auf YouTube

https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=D0Kg7n3ujn8



oder auf der DHBW-Mechatronik Seite unter Studium Generale

<https://www.mosbach.dhbw.de/studium/studienangebot-bachelor/mechatronik/studium-generale/#anchor-main-content>