

Mythen der Elektromobilität

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

Mythos

Wikipedia:

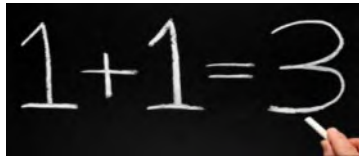
Ein **Mythos** (maskulin, von altgriechisch μῦθος, „Laut, Wort, Rede, Erzählung, sagenhafte Geschichte, Mär“, lateinisch *mythus*; Plural: Mythen) ist in seiner ursprünglichen Bedeutung eine Erzählung. Im religiösen Mythos wird das Dasein der Menschen mit der Welt der Götter oder Geister verknüpft.^[1]

Mythen erheben einen Anspruch auf Geltung für die von ihnen behauptete Wahrheit. Kritik an diesem Wahrheitsanspruch gibt es seit der griechischen Aufklärung bei den Vorsokratikern (z. B. Xenophanes, um 500 v. Chr.). Für die Sophisten steht der Mythos im Gegensatz zum Logos, welcher durch verstandesgemäße Beweise versucht, die Wahrheit seiner Behauptungen zu begründen.^[2]

In einem weiteren Sinn bezeichnet *Mythos* auch Personen, Dinge oder Ereignisse von hoher symbolischer Bedeutung^[3] oder auch einfach nur eine falsche Vorstellung oder Lüge.^[4] So wird etwa das Adjektiv „mythisch“ in der Umgangssprache häufig als Synonymbegriff für „märchenhaft-vage, fabulös oder legendär“ verwendet.^[5]

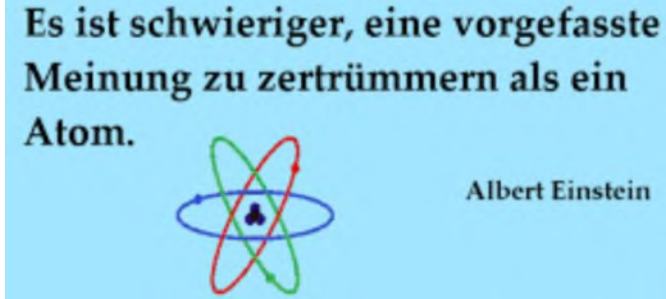


Warum stehen so viele Verbraucher der Elektromobilität immer noch skeptisch gegenüber ?



Falschinformation

+



Vorurteile

+



Fehlendes Wissen

Eine repräsentative Umfrage unter mehr als tausend deutschen Verbrauchern zwischen 18 und 69 Jahren der Wirtschaftsauskunftei Boniversum kam ebenfalls zu einem deutlichen Ergebnis: „Die vorliegenden Daten legen die Vermutung nahe, dass die eher negativen Einschätzungen der Elektromobilität zumindest teilweise auf geringem Wissen und Vorurteilen beruhen“, so das Fazit der Studienmacher.

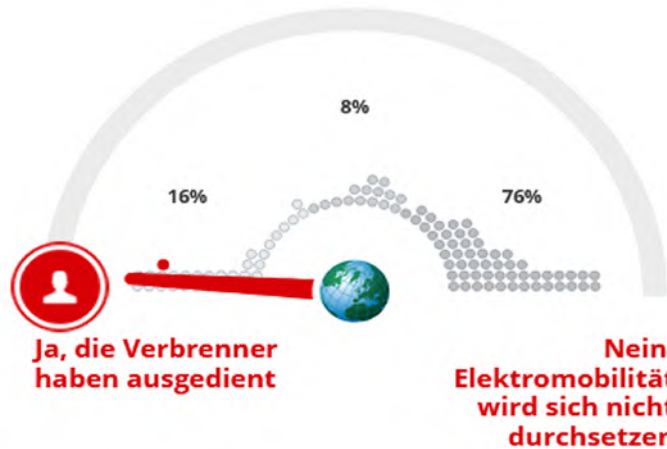


Warum stehen so viele Verbraucher der Elektromobilität immer noch skeptisch gegenüber ?

LIVE ABSTIMMUNG  323.774 MAL ABGESTIMMT

Sind Elektroautos die Zukunft?

Vielen Dank für Ihre Meinung!



Dienstag, 02.02.2021, 15:55

FOCUS

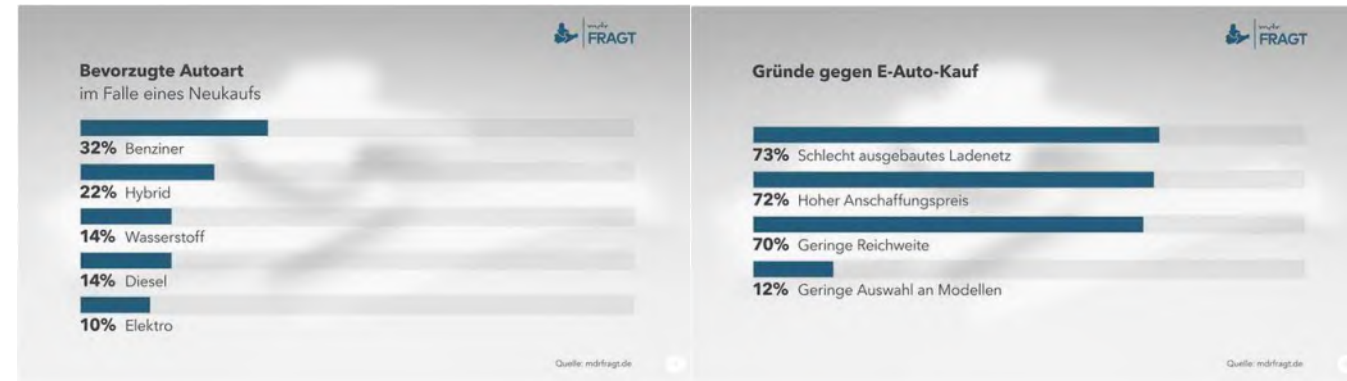
https://www.focus.de/auto/elektroauto/drohende-ueberlastung-der-stromnetze-ab-2021-koennte-strom-fuer-elektroautos-rationiert-werden_id_11388030.html

MDRFRAGT

Mehrheit skeptisch gegenüber E-Autos

von MDRfragt-Redaktionsteam

Stand: 29. März 2022, 05:00 Uhr



Das ist das Ergebnis der aktuellen Befragung von MDRfragt mit knapp 34.000 Teilnehmenden aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

<https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/wirtschaft/mdrfragt-umfrage-ergebnis-elektromobilitaet-100.html>



Online Umfrage: Eberbach, Stadthalle

scannen Sie mit Ihrer Smartphone Kamera den Barcode oder geben sie im Browser die Adresse ein.

<https://www.menti.com/al2f53iuk5cw>



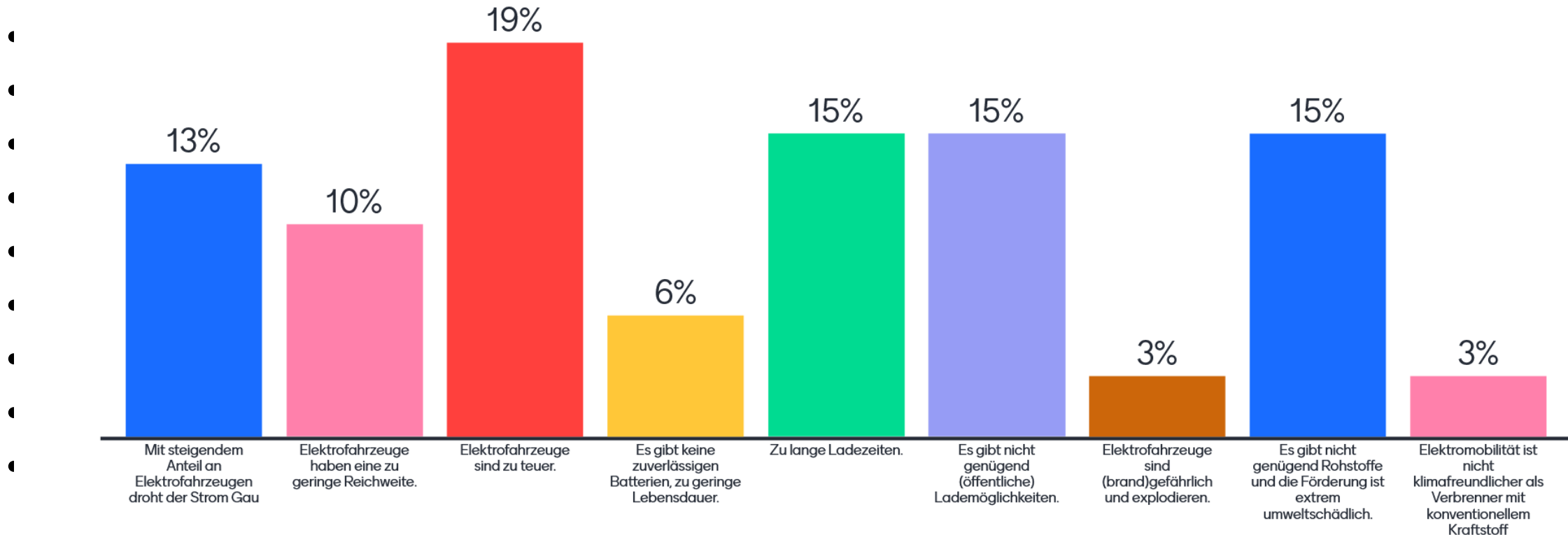
Umfrage 1 (Eberbach, Stadthalle)

Was wünschen/erwarten Sie von dieser Veranstaltung ?



Umfrage 2 (Eberbach, Stadthalle)

Welche Fakten behindern Ihrer Meinung nach den Wandel zur Elektromobilität ?



Mythen der Elektromobilität

- ▶ **Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- ▶ **Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- ▶ **Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- ▶ **Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- ▶ **Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- ▶ **Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- ▶ **Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- ▶ **Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- ▶ **Mythos-9: Rohstoffproblematik**
- ▶ **Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Rohstoffproblematik**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**

Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



**Problembereich I
Energieerzeugung**



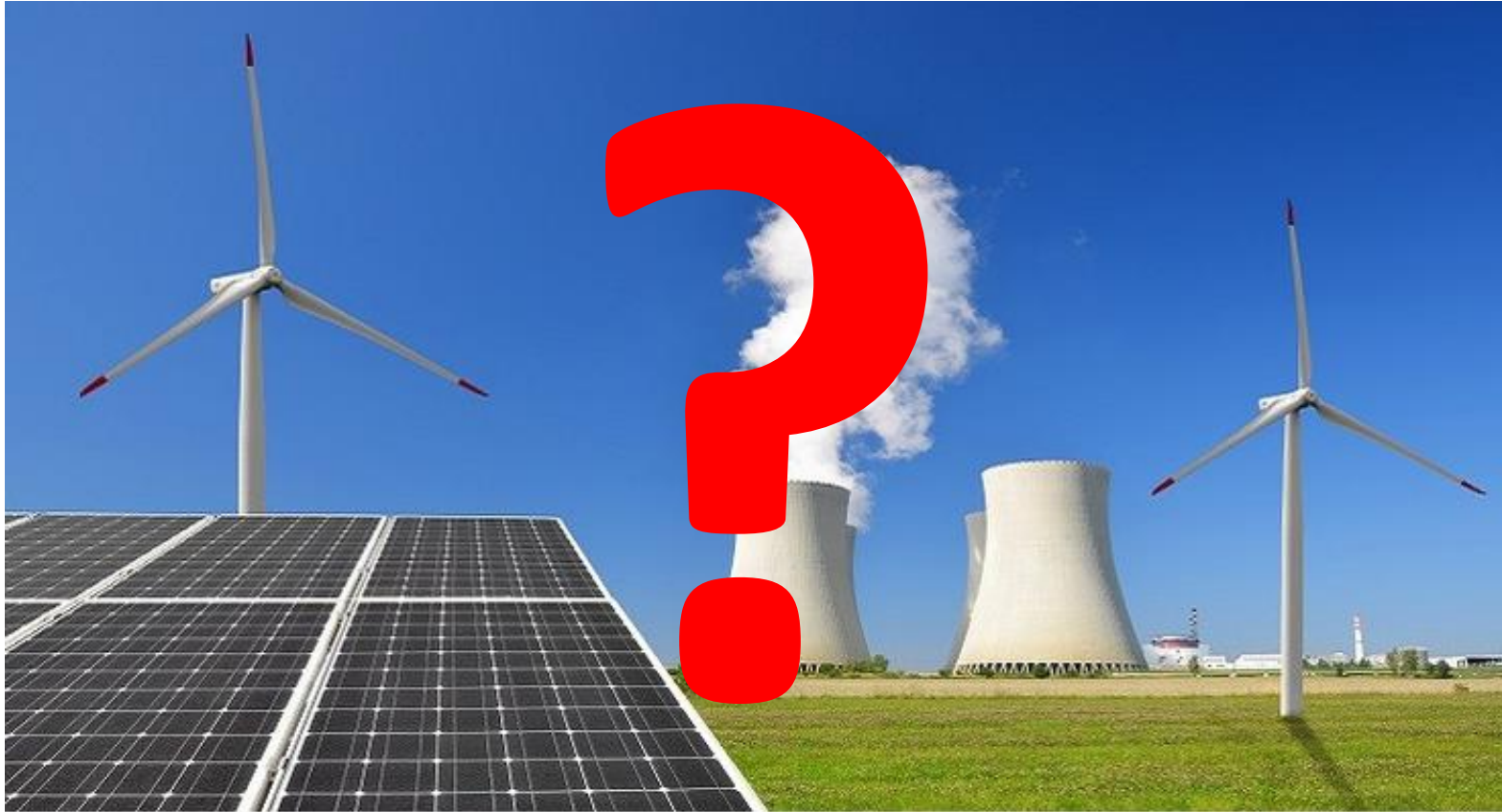
**Problembereich II
Energieverteilung**

Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



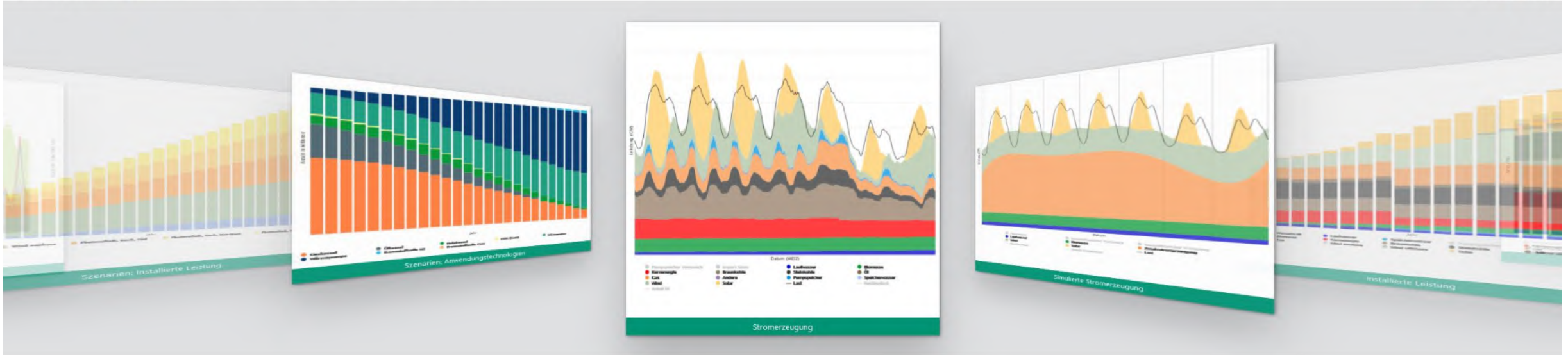
Problembereich I : Energieerzeugung

Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau



Informationsquelle zum Thema Stromerzeugung in Deutschland (Europa)



Willkommen bei den Energy-Charts

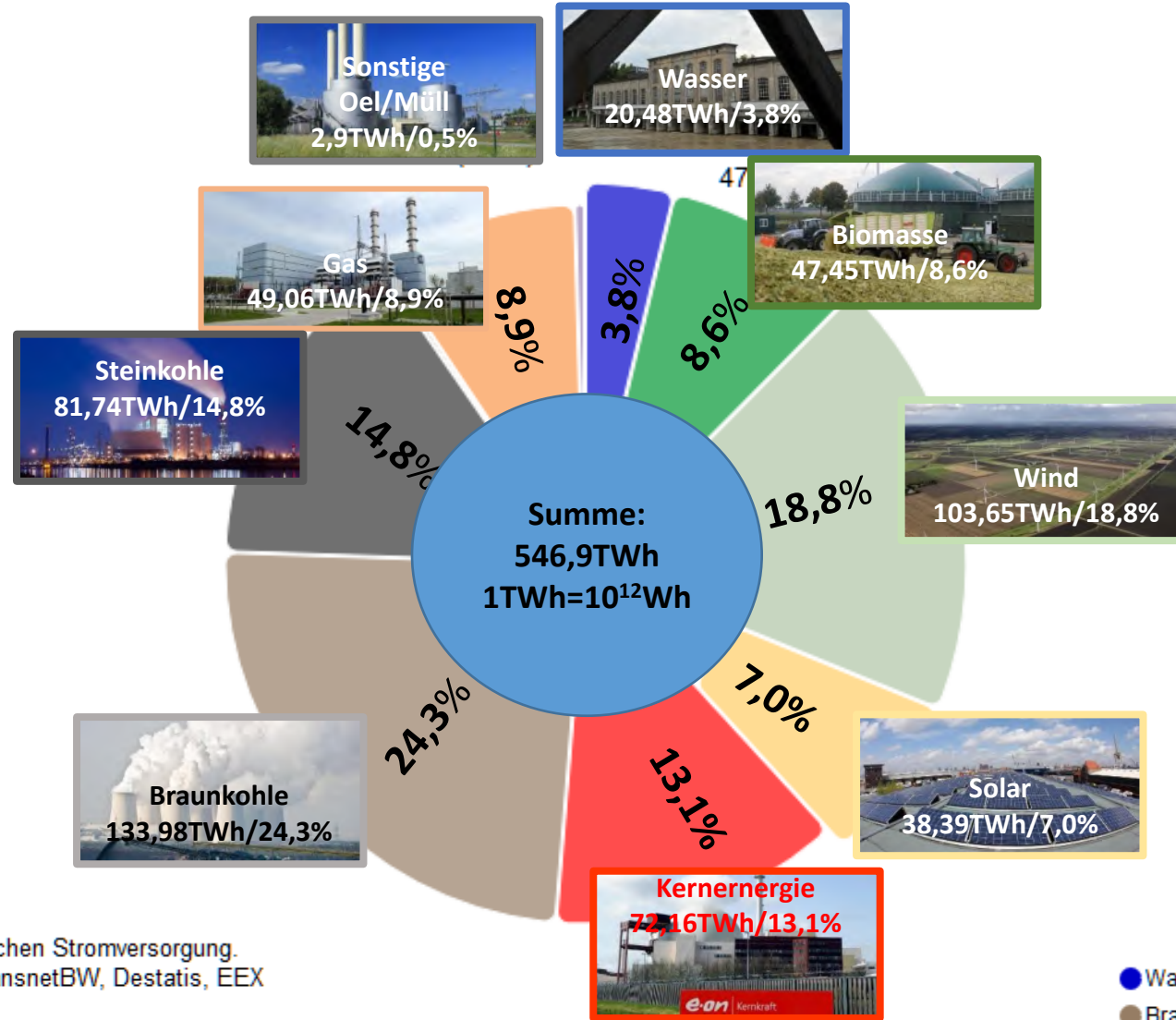
Die Seite für interaktive Grafiken zu Stromproduktion und Börsenstrompreisen

Wir möchten mit dieser Webseite einen Beitrag zur Transparenz und Versachlichung der Diskussion leisten.



Prof Dr. Bruno Burger
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2
79110 Freiburg
Germany
Tel +49 761 4588-5237
bruno.burger@ise.fraunhofer.de

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

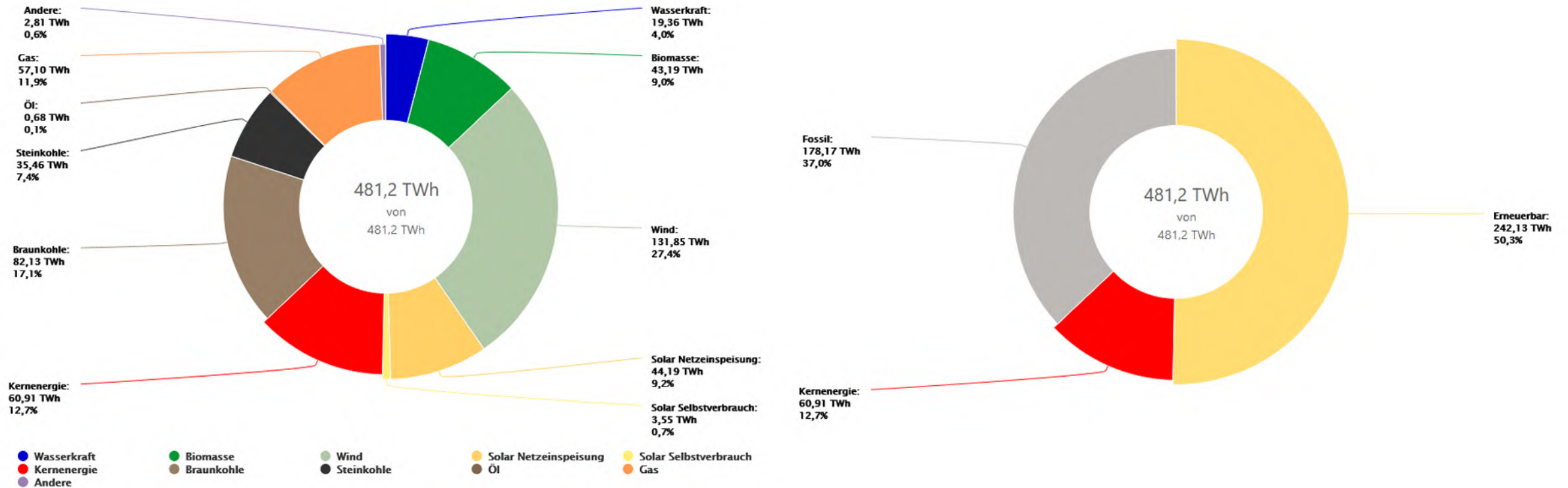
Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau

Nettostromerzeugung in Deutschland 2020

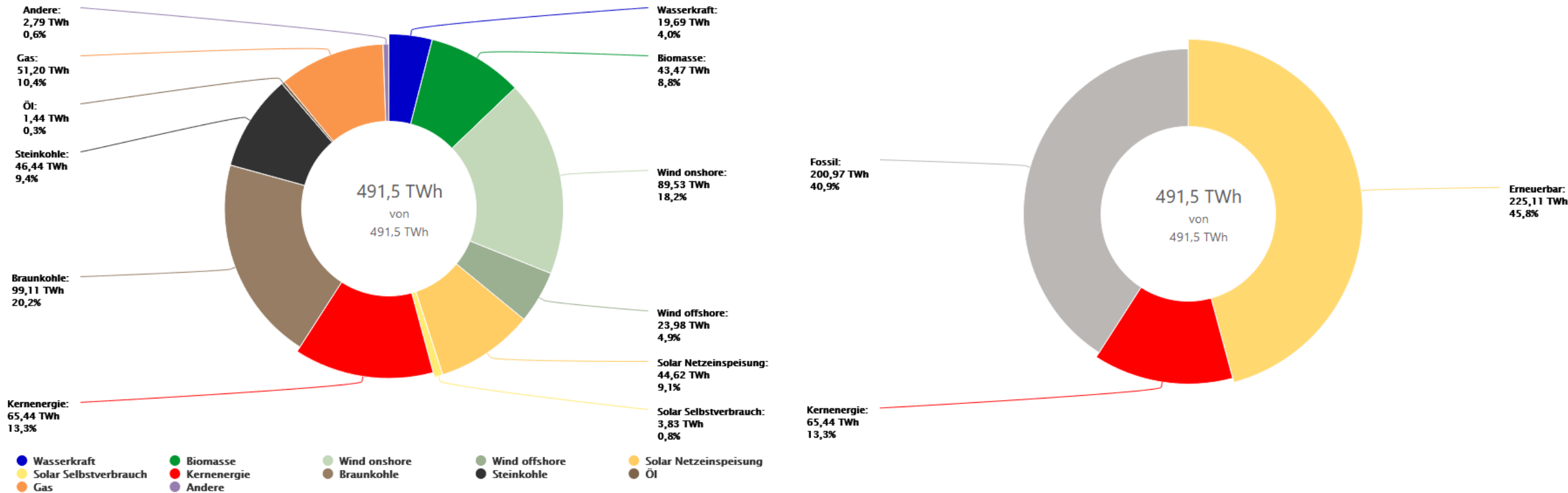
-12% gegenüber 2017

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in 2020



Nettostromerzeugung in Deutschland 2021

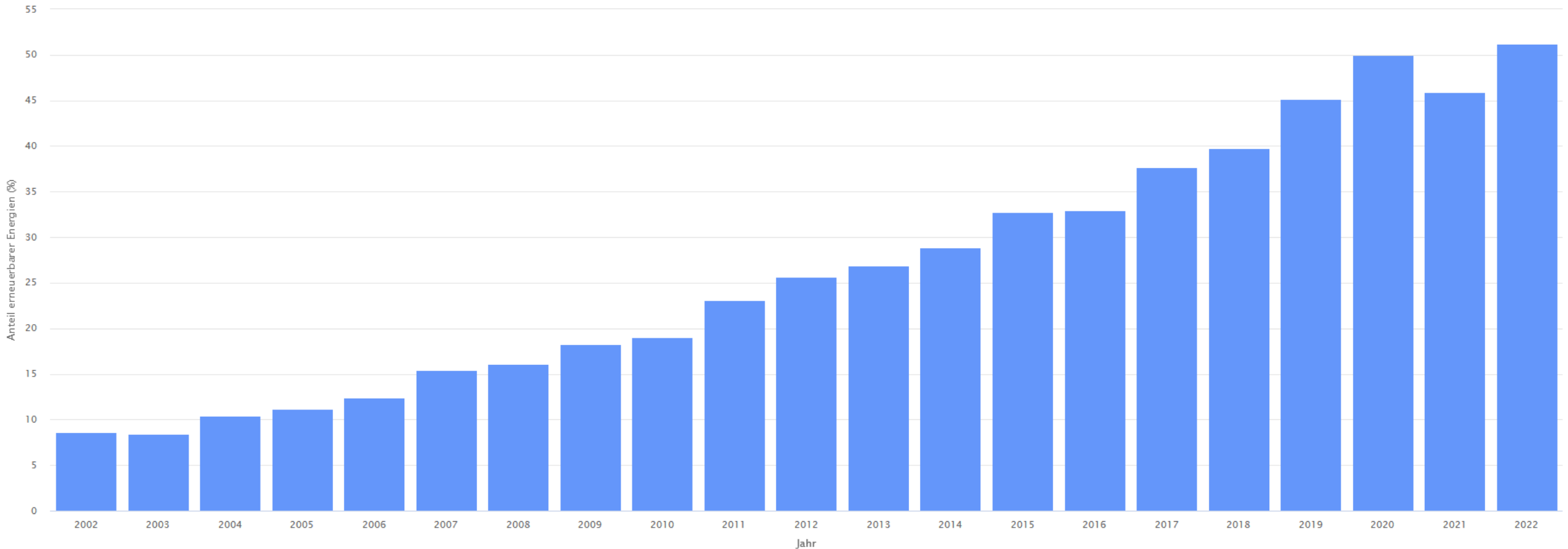
Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in 2021



Energy-Charts.info - letztes Update: 09.02.2022, 02:15 MEZ

Jährlicher Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland

Jährlicher Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland



Energy-Charts.info - letztes Update: 05.04.2022, 14:12 MESZ

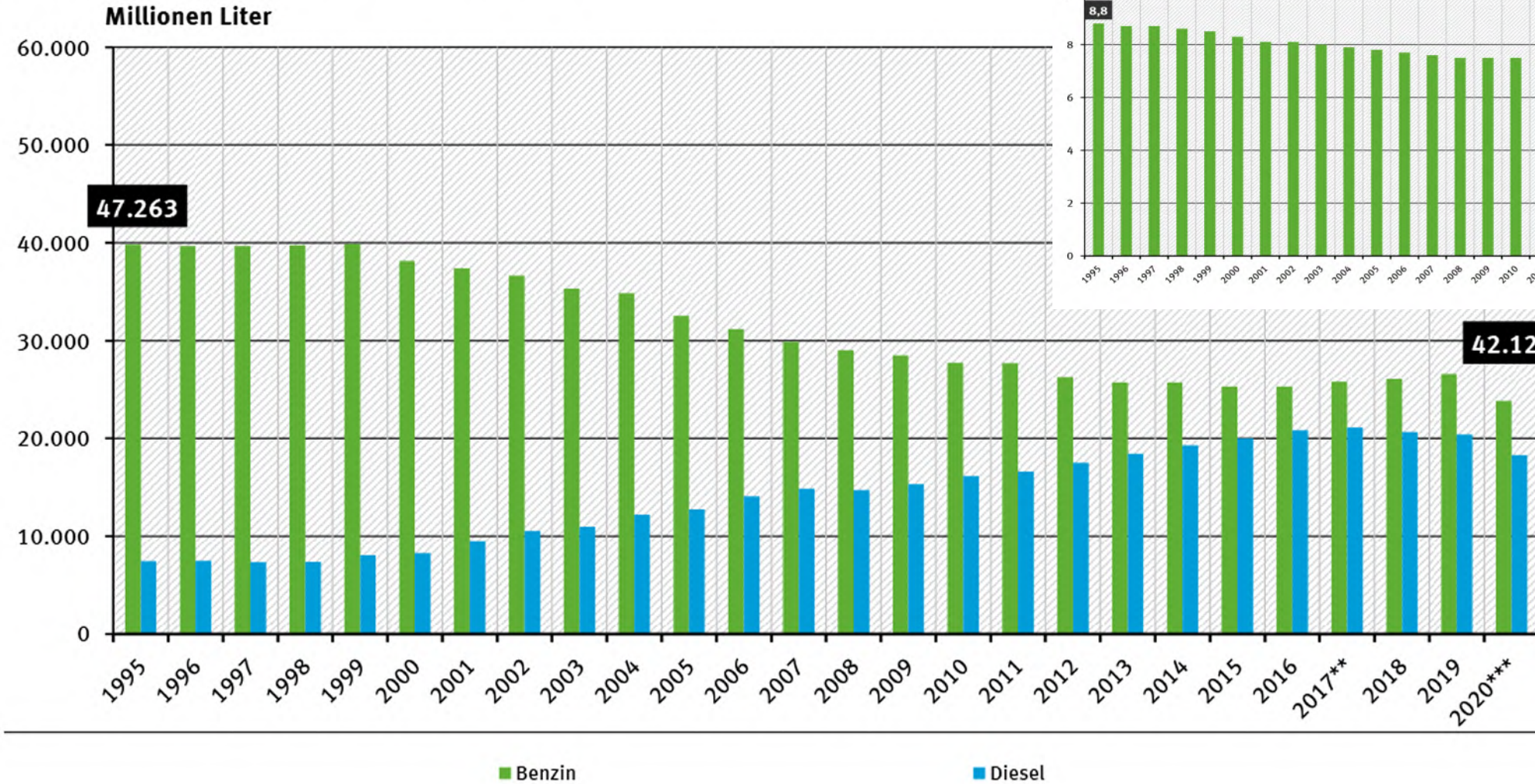
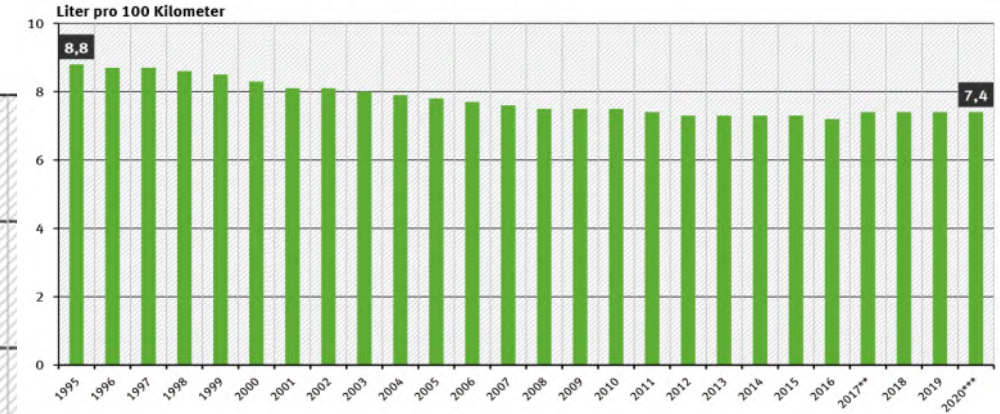
Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau

Kraftstoffverbrauch in Deutschland

Kraftstoffverbrauch von Pkw und Kombi*

Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von Pkw und Kombi*



Verbrauch 2019
*Benzin: 26.593*10⁶ Liter*
*Diesel: 20.417*10⁶ Liter*
Durchschnitt: 7,4L/100km



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

- Alle Angaben 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 $51 * 10^9 \text{ kWh} + 45 * 10^9 \text{ kWh} = 96 * 10^9 \text{ kWh}$

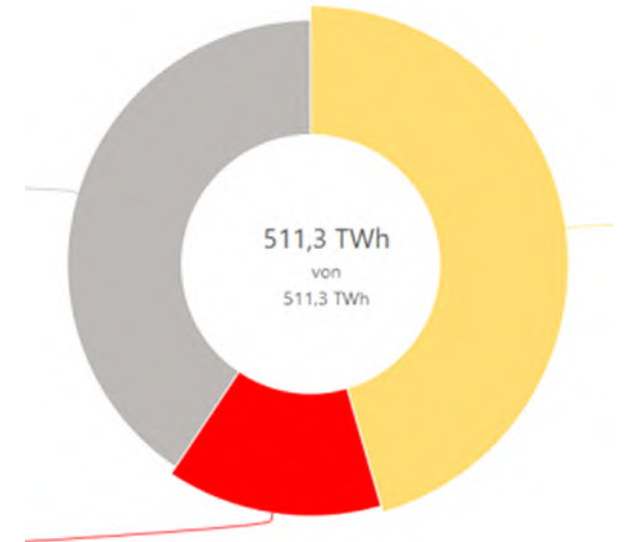
Wieviel elektrische Energie benötigen wir, wenn alle Fahrzeuge elektrisch betrieben würden ? (2)

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

Für das Jahr 2019 hätte dies einen Mehrbedarf von ca. 23% bedeutet



Der Nettostromexport betrug 2019:
51,2 TWh



Stromaustauschsaldo Deutschlands in den Jahren 1990 bis 2021 (in Terawattstunden)

Nettoimport
Nettoexport



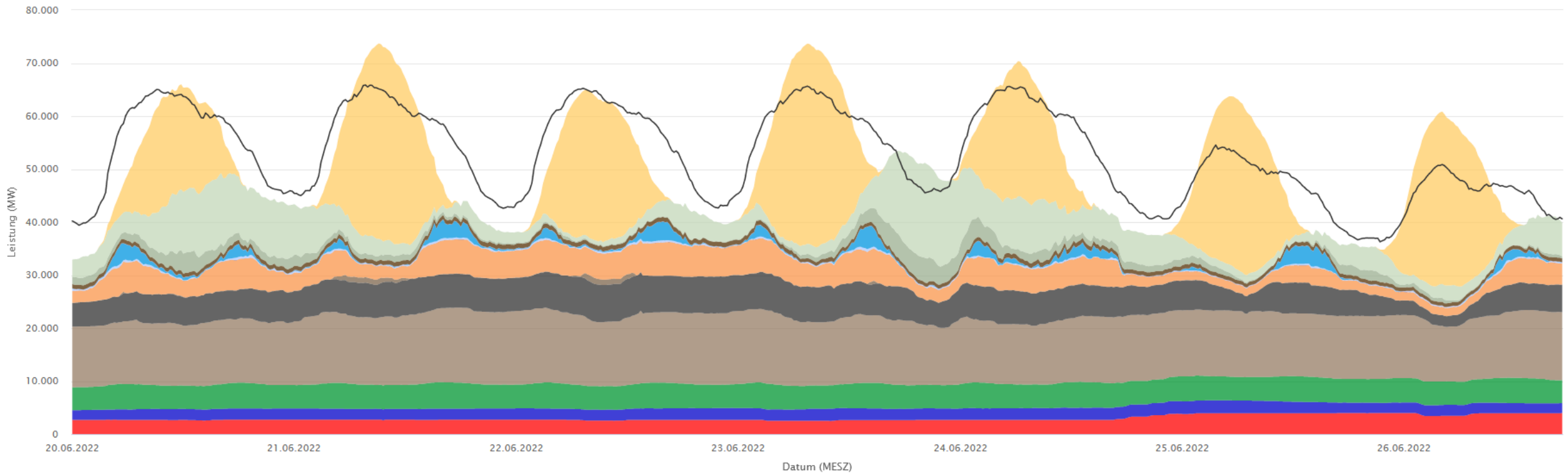
Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau

Stromproduktion Deutschland in KW 25/2022

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in Woche 25 2022

Energetisch korrigierte Werte

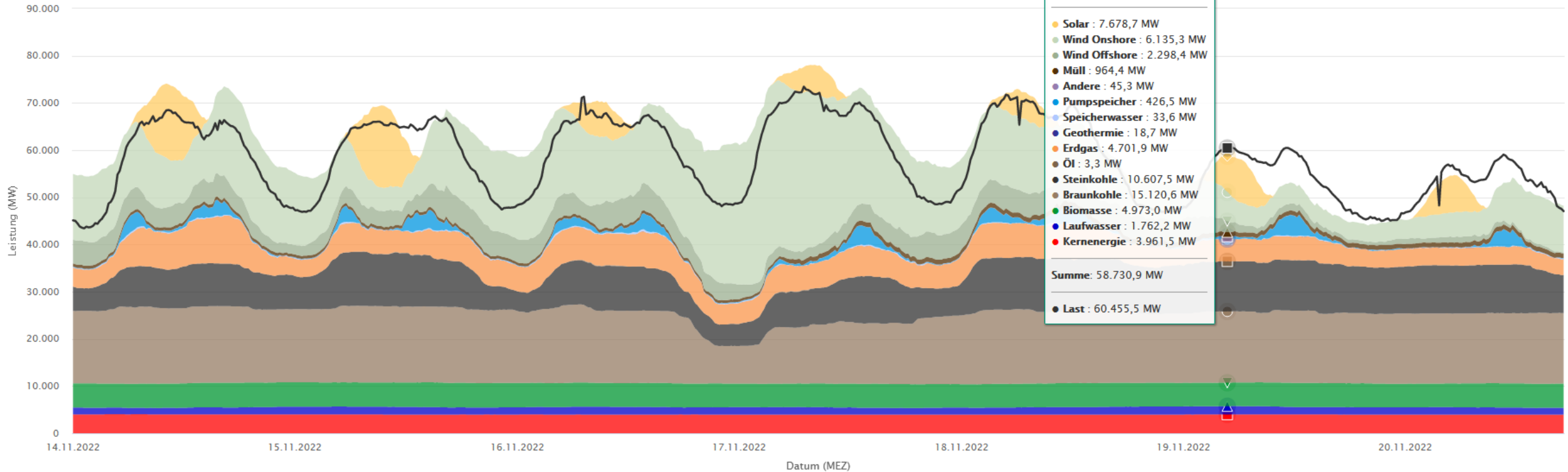


Energy-Charts.info - letztes Update: 23.11.2022, 10:31 MEZ

Stromproduktion Deutschland in KW 46/2022

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in Woche 46 2022

Energetisch korrigierte Werte

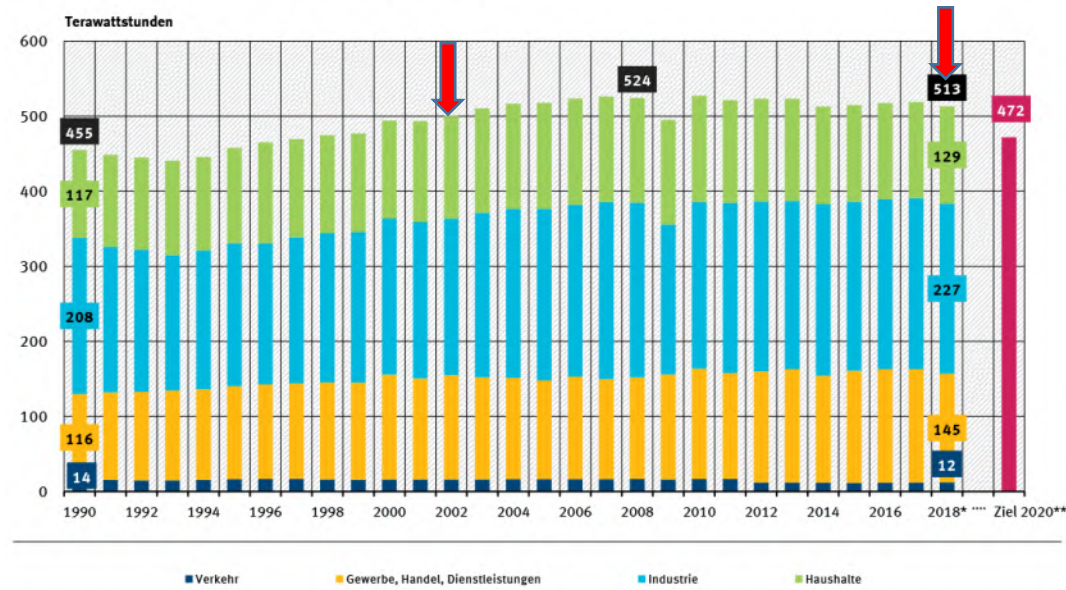


- Pumpspeicher Verbrauch
- Erdgas
- Solar
- Import Saldo
- Geothermie
- Last
- Kernenergie
- Speicherwasser
- Residuallast
- Laufwasser
- Pumpspeicher
- Anteil EE an der Erzeugung
- Biomasse
- Andere
- Anteil EE an der Last
- Braunkohle
- Müll
- Steinkohle
- Wind Offshore
- Öl
- Wind Onshore

Energy-Charts.info - letztes Update: 23.11.2022, 10:31 MEZ

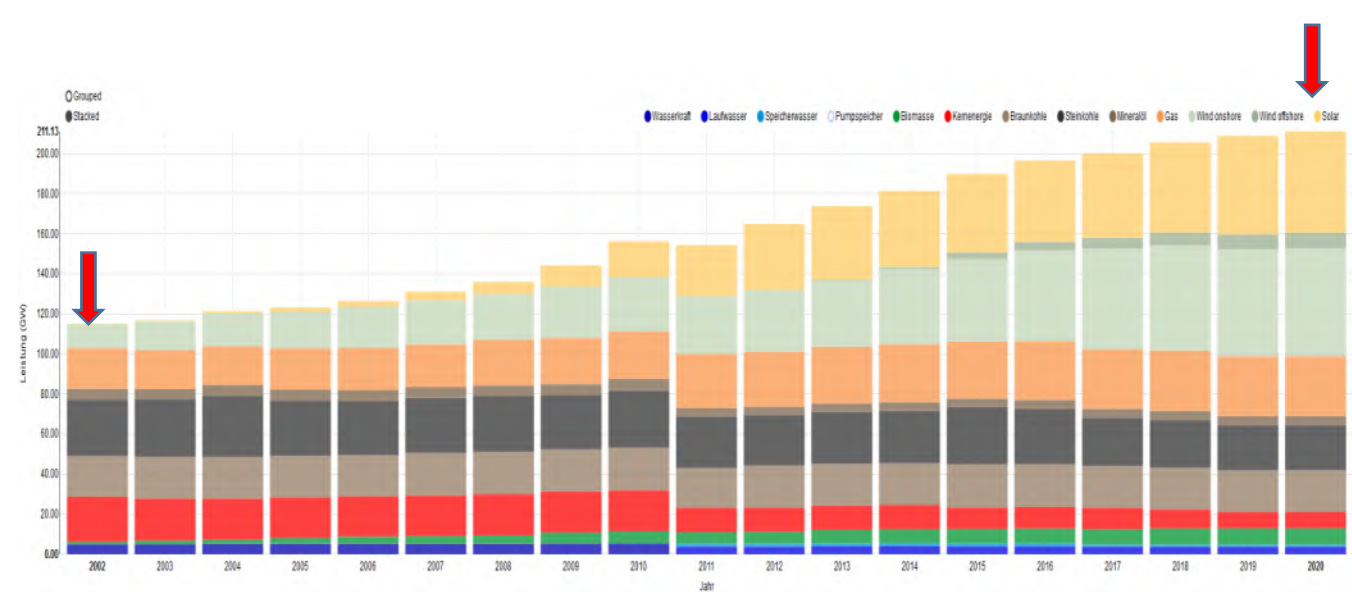
Entwicklung von Verbrauch und Kraftwerksleistung

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; Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019



Stand am 31.12. jedes Jahres.
Datenquelle: AGEE, BNetzA, Bundesnetzagentur
letztes Update: 06 Jun 2020 18:37

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 $24h * 365Tage * 100GW = 876TWh$ 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 !



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



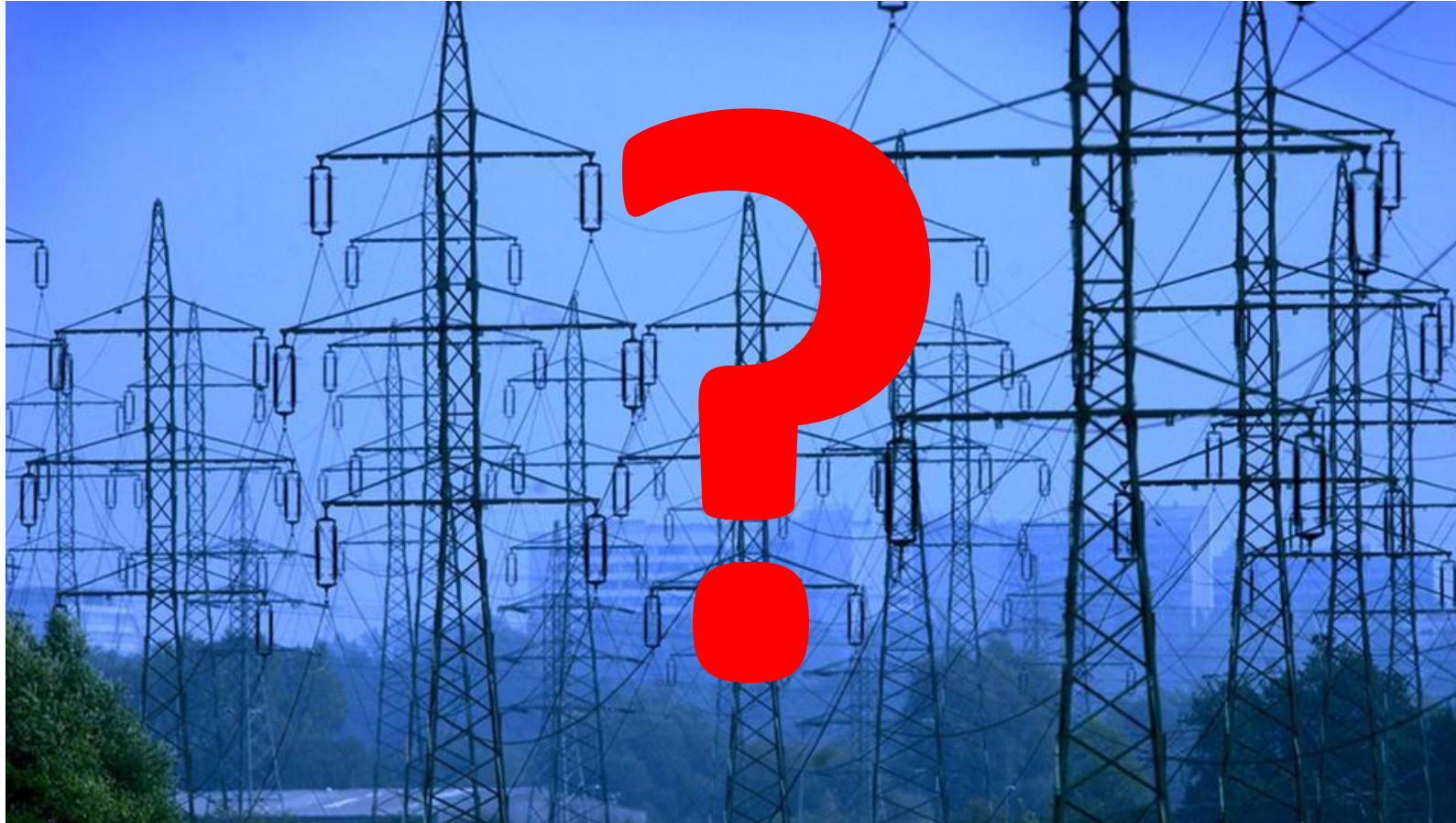
Problembereich I: Energieerzeugung

Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



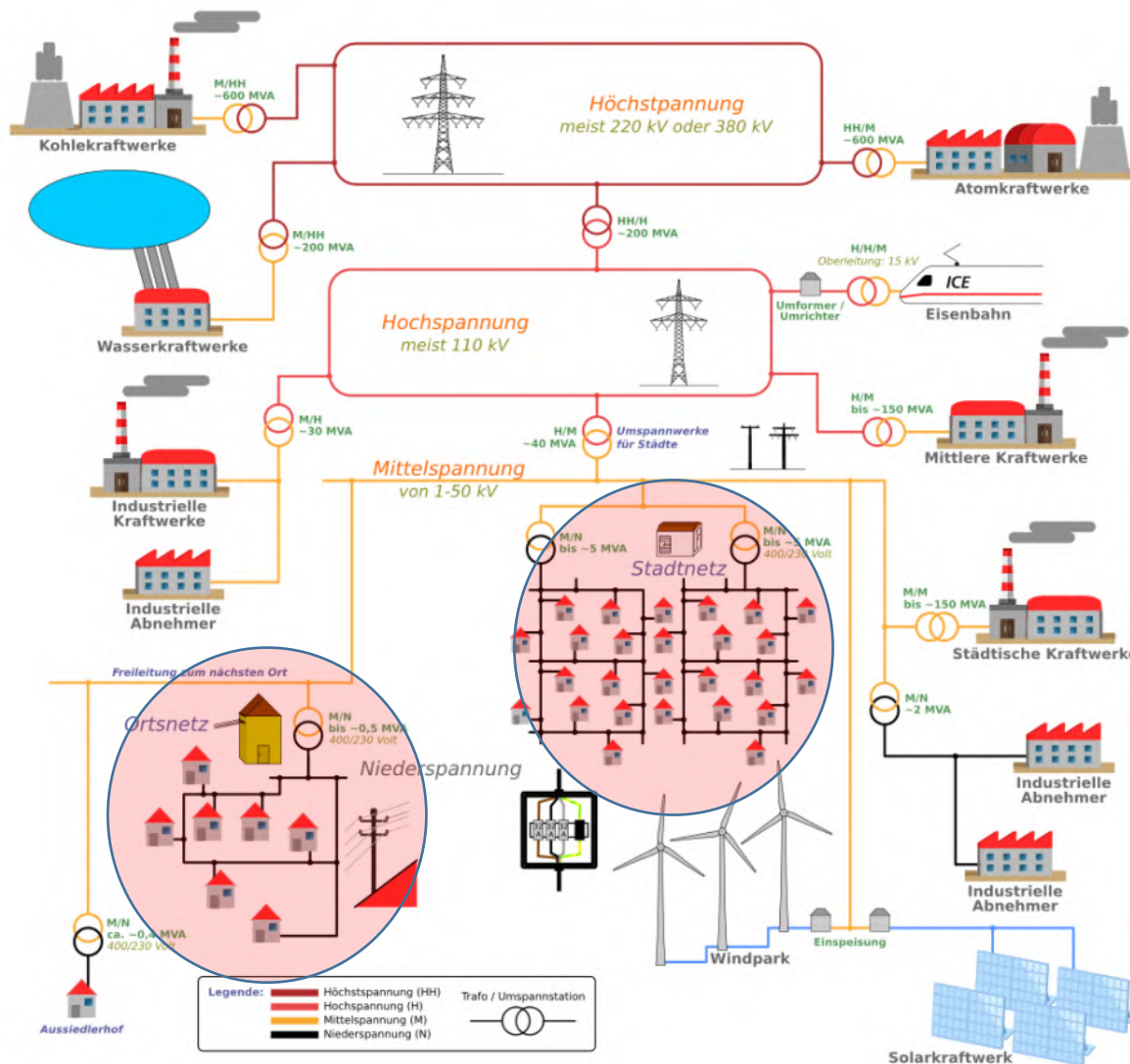
Problembereich II: Energieverteilung

Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau



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.

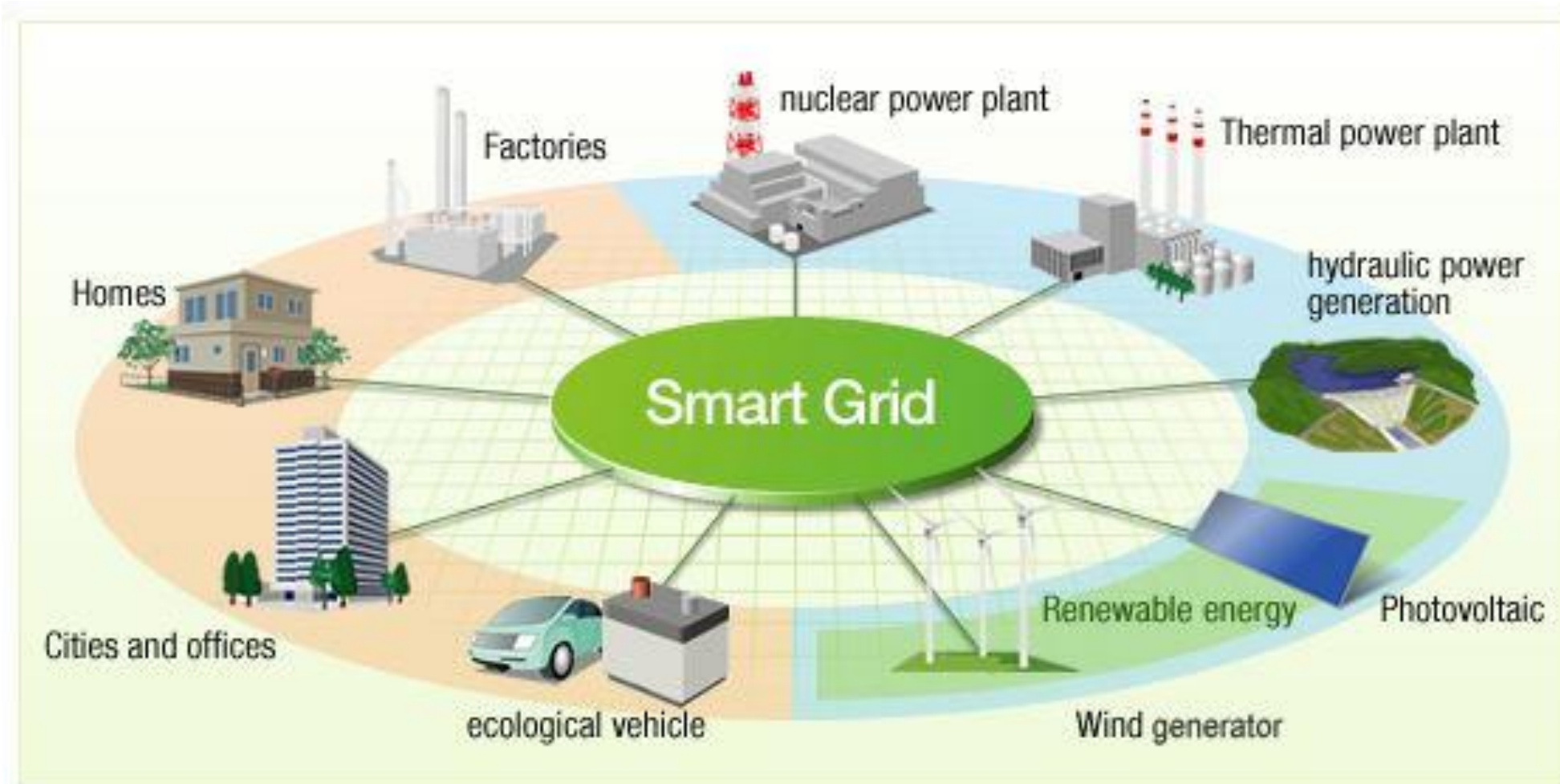


Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau

<https://de.wikipedia.org/wiki/Stromnetz#/media/File:Stromversorgung.svg>
/1/ Auskunft Ralf Winkler, Stadtwerke Mosbach

Das intelligente Netz – Smart Grid



Energieversorgung = Energieerzeugung + Energieverteilung



Problembereich II: Energieverteilung

Mythos-1:

Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau



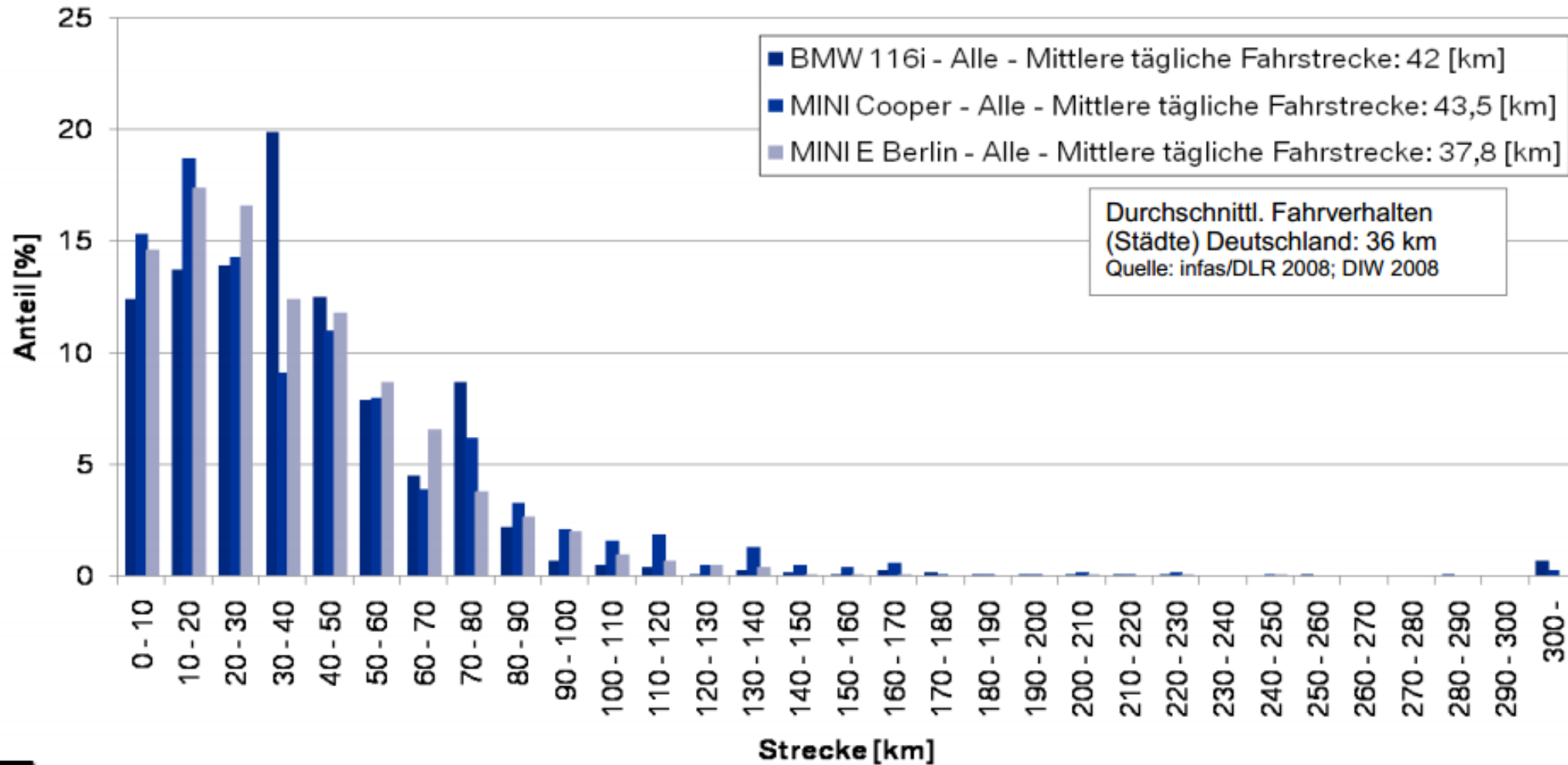
Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1:** Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau
- Mythos-2:** Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite
- Mythos-3:** Elektrofahrzeuge sind zu teuer
- Mythos-4:** Keine zuverlässigen Batterien
- Mythos-5:** Zu lange Ladezeiten
- Mythos-6:** Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten
- Mythos-7:** Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren
- Mythos-8:** Elektrofahrzeuge sind zu leise
- Mythos-9:** Rohstoffproblematik
- Mythos-10:** Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff



Was ist zu geringe Reichweite ?

Klassierung der täglichen Streckenlänge



Mythos-2:

Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite

Was ist zu geringe Reichweite ?

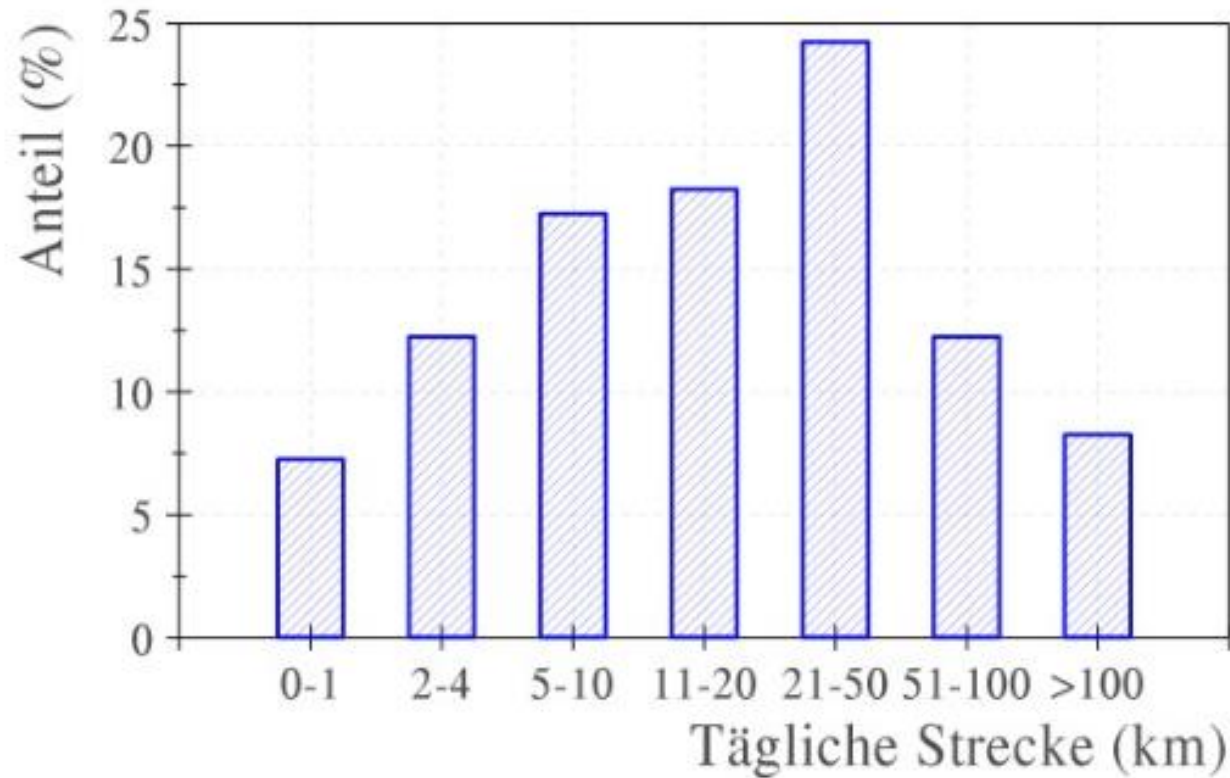
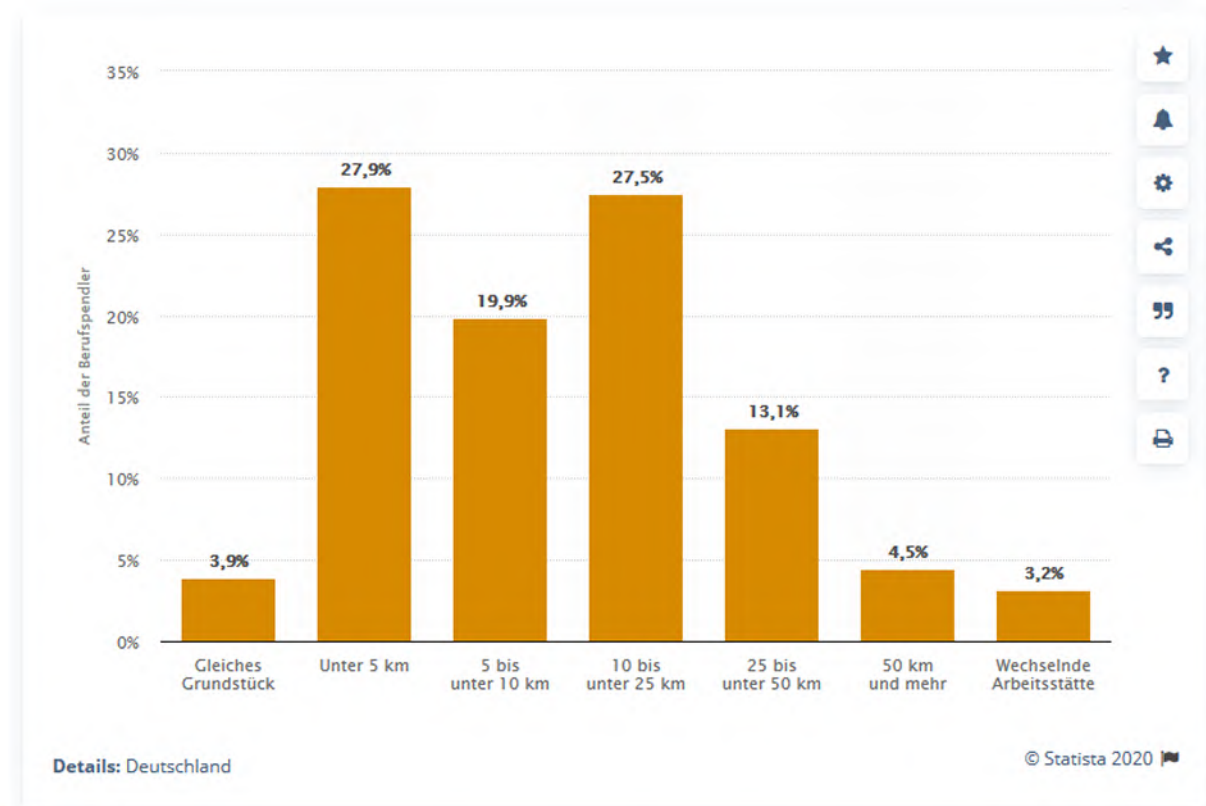


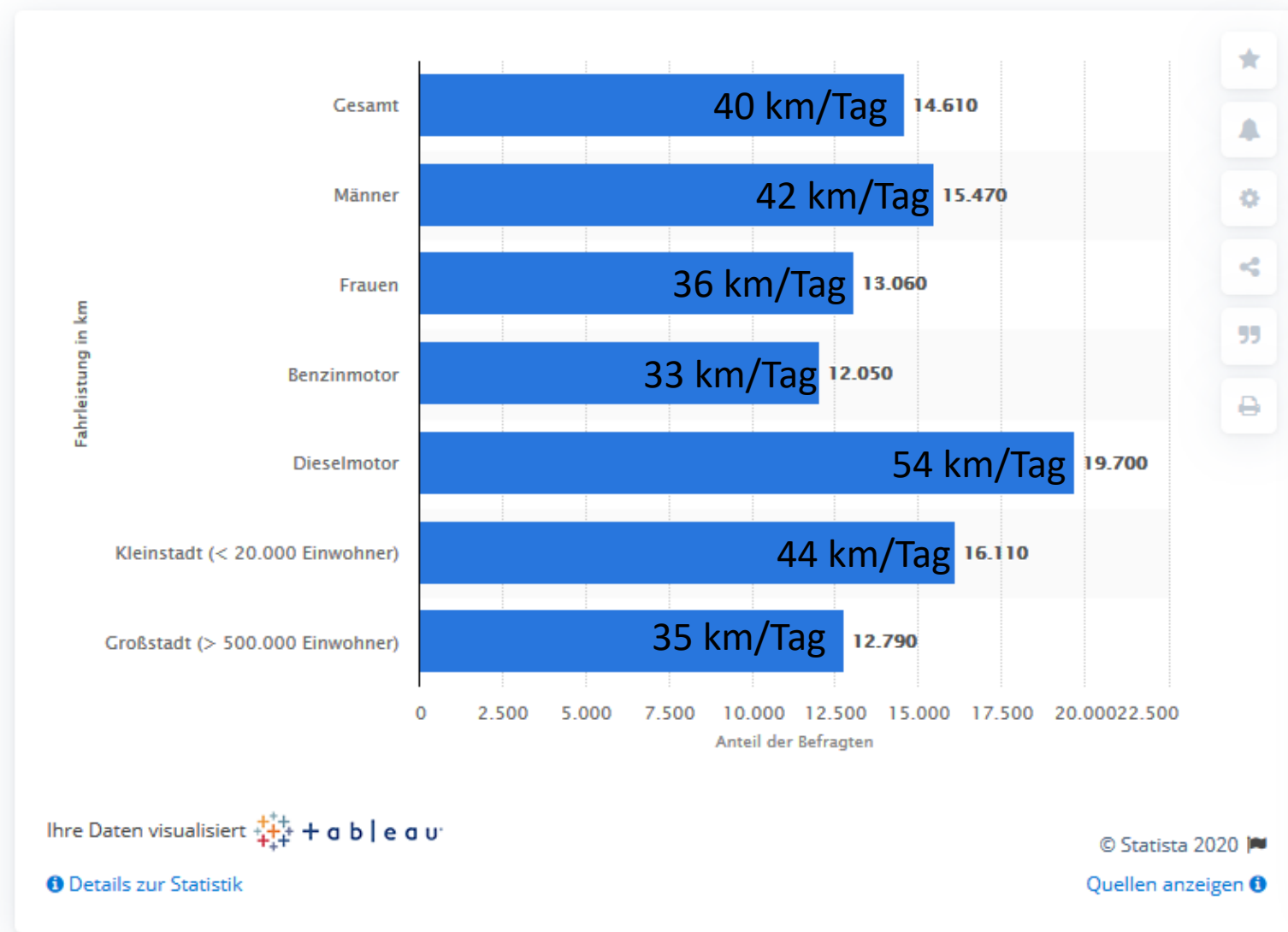
Abbildung 1 Klassierung der durchschnittlichen Tagesfahrleistung mit PKW in Deutschland 2002 [4]



Verteilung der Berufspendler in Deutschland nach Entfernung zur Arbeitsstätte im Jahr 2016

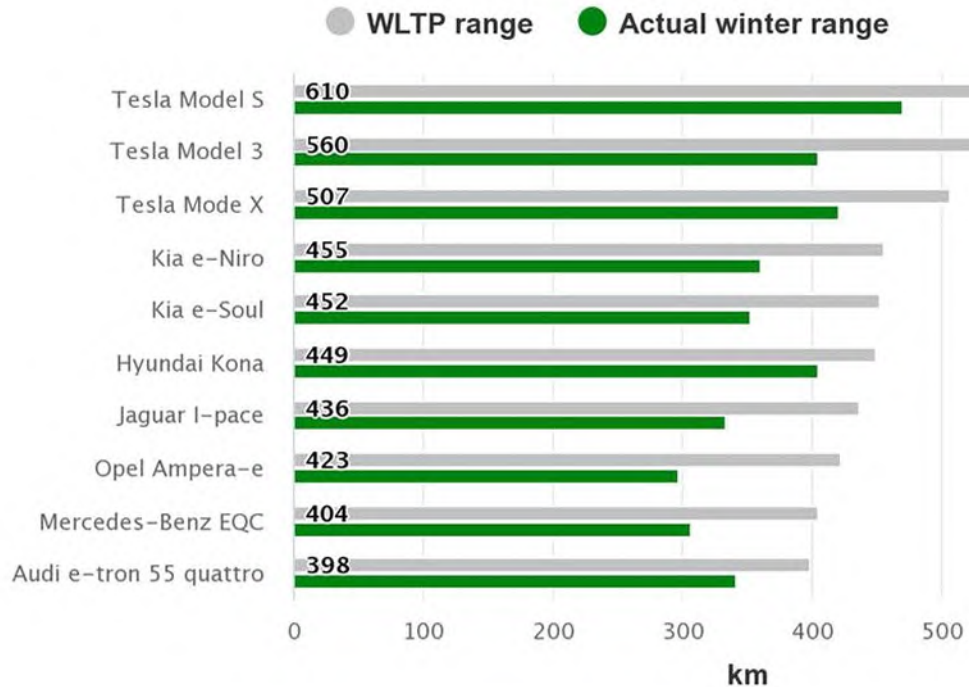
Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite

Fahrleistung der Pkw in Deutschland im Jahr 2019 (in Kilometern)

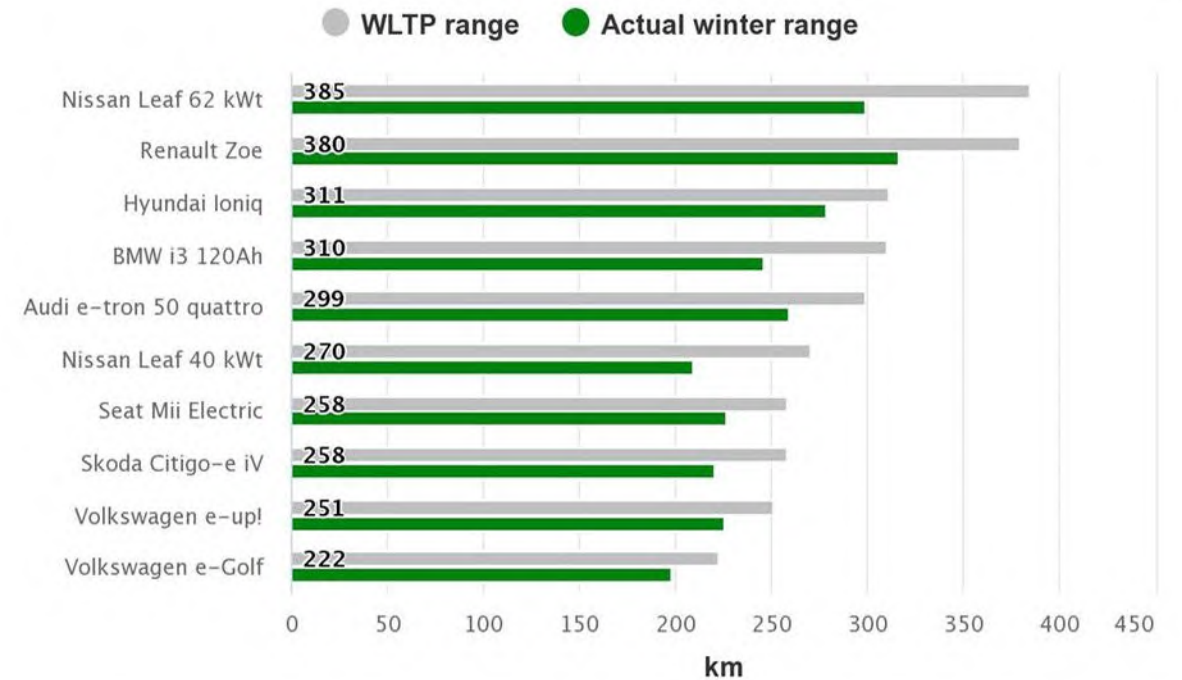


Reale Reichweite aktueller Elektrofahrzeuge I

Winter range test



Winter range test



Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite



Mythos-2:

Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1:** Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau
- Mythos-2:** Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite
- Mythos-3:** **Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4:** Keine zuverlässigen Batterien
- Mythos-5:** Zu lange Ladezeiten
- Mythos-6:** Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten
- Mythos-7:** Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren
- Mythos-8:** Elektrofahrzeuge sind zu leise
- Mythos-9:** Rohstoffproblematik
- Mythos-10:** Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff

Kostenvergleich e-Fahrzeuge + Plug-In Hybride gegen Benziner und Diesel

Was kosten die neuen Antriebsformen?

Diesel oder Benziner – diese Frage teilen schon jahrelang Autofahrer und Stammtische in zwei Lager, welche Variante ist kostengünstiger? Doch die Zeiten ändern sich. Elektrofahrzeuge und Plug-In Hybride fahren elektrisch lokal emissionsfrei und leise. Wie aber schlagen sich die Steckerfahrzeuge bei den Kosten? Die aktuell erhöhten und befristeten Kaufprämien von nun bis zu 9.000 € sollen helfen, dass die Stromer nun auch kostengünstig vorausfahren.

Unsere Kostengegenüberstellung mit vergleichbaren konventionellen Benzinern und Dieseln (sofern möglich) verrät Ihnen unter Einbeziehung aller Faktoren, wie tief Sie dafür in die Tasche greifen müssen.



Die wichtigsten Vor- und Nachteile

Die neue Art, sich fortzubewegen, hat gegenüber dem klassischen Verbrennerkonzept folgende Vor- aber auch Nachteile:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| + Steuervergünstigungen | - Meist höherer Anschaffungspreis |
| + Kaufprämien | - Stellplatz mit Lademöglichkeit wäre vorteilhaft |
| + Evtl. Versicherung mit Öko-Bonus | - Reichweite geringer (elektrisch) |
| + Niedrigere Kraftstoff- /Stromkosten | - Ladestationen noch nicht flächendeckend |
| + Teilweise Emissionsfreiheit | - Tarifvielfalt öffentlicher Ladestationen |

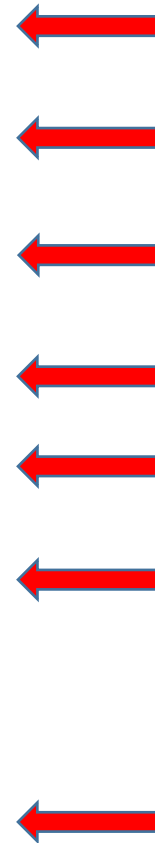
Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

ADAC Kostenvergleich E-Fahrzeuge + PlugIn-Hybride gegen Benziner Seite 10 von 14

Fahrzeug / Modell		Fussnoten	Leistung kW	Kraftstoff Antrieb1/ Antrieb2	Grundpreis	Cent pro km				
Elektrofahrzeug	Plug-In-Hybrid					Fettdruck: Günstigste Variante				
Benziner	Diesel					Kilometerleistung pro Jahr				
						10000	15000	20000	30000	
Renault										
	Zoe R110 Z.E. 40 (41 kWh) Life (mit Batteriemiete)		80	Strom	21348	49,8	36,7	30,7	24,0	←
	Clio TCe 100 Experience X-tronic		74	Super	17683	51,1*	38,0*	32,0*	25,4*	
	Clio BLUE dCi 85 Experience	²	63	Diesel	19145	53,8*	38,6*	31,9*	24,7*	
	Zoe R110 Z.E. 40 (41 kWh) Life (inkl. Batterie)		80	Strom	29234	48,7	36,5	30,8	24,6	←
	Clio TCe 100 Experience X-tronic		74	Super	17683	51,1*	38,0*	32,0*	25,4*	
	Clio BLUE dCi 85 Experience	²	63	Diesel	19145	53,8*	38,6*	31,9*	24,7*	
	Zoe R110 Z.E. 50 (52 kWh) Experience (m.Batteriem.)		80	Strom	24272	55,9	41,2	34,3	26,8	
	Clio TCe 100 Experience X-tronic		74	Super	17683	51,1*	38,0*	32,0*	25,4*	
	Clio BLUE dCi 85 Experience	²	63	Diesel	19145	53,8*	38,6*	31,9*	24,7*	

Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

Fahrzeug / Modell		Fussnoten	Leistung kW	Kraftstoff Antrieb1/ Antrieb2	Grundpreis	Cent pro km				
Elektrofahrzeug	Plug-In-Hybrid					Fettdruck: Günstigste Variante				
Benziner	Diesel					Kilometerleistung pro Jahr				
						10000	15000	20000	25000	
Tesla										
Model 3 Long Range AWD			340	Strom	52980	83,6	62,2	51,5	41,8	←
BMW 340i Gran Turismo Sport Line xDrive Steptronic			240	SuperPlus	59413	129,5	96,3	80,0	64,5	
BMW 335d Gran Turismo Sport Line xDrive Steptronic			230	Diesel	60583	131,9	96,7	79,4	63,4	
Model 3 Long Range AWD			340	Strom	52980	83,6	62,2	51,5	41,8	←
Mercedes C 400 Avantgarde 4MATIC 9G-TRONIC			245	Super	53116	125,9	92,0	75,2	59,4	
Mercedes C 300 d Avantgarde 4MATIC 9G-TRONIC			180	Diesel	47925	116,2	83,3	66,9	51,9	
Model 3 Performance AWD			355	Strom	58980	91,0	68,2	56,9	46,6	←
BMW M340i xDrive Steptronic			275	SuperPlus	61412	117,1*	87,0*	72,4*	58,5*	
BMW M340d xDrive Steptronic			250	Diesel	61412	115,0*	83,8*	68,7*	55,0*	
Model 3 Performance AWD			355	Strom	58980	91,0	68,2	56,9	46,6	←
Mercedes C 63 S AMG SPEEDSHIFT MCT 9G			375	SuperPlus	84854	188,6	138,4	113,5	90,0	
Model S Maximum Range		5	310	Strom	80970	132,4	96,7	79,4	64,0	←
Audi A7 Sportback 55 TFSI quattro S tronic			250	Super	67494	140,2	101,5	83,8	65,7	
Audi A7 Sportback 50 TDI quattro tiptronic			210	Diesel	66032	141,5	100,6	81,7	62,4	
Model S Maximum Range		5	310	Strom	80970	132,4	96,7	79,4	64,0	←
BMW 640i Gran Turismo M Sportpaket xDrive Steptr.			245	SuperPlus	77057	151,4	110,2	89,8	71,2	
BMW 640d Gran Turismo M Sportpaket xDrive Steptr.			250	Diesel	79787	157,8	113,6	91,6	71,8	
Model S Maximum Range		5	310	Strom	80970	132,4	96,7	79,4	64,0	
Jaguar XF 30t Portfolio AWD Automatik		5	221	Super	62231	133,1	96,2	77,8	61,0	
Jaguar XF 30d Portfolio Automatik		4/5	221	Diesel	66130	148,9	106,3	84,2	63,6	
Model S Maximum Range		5	310	Strom	80970	132,4	96,7	79,4	64,0	←
Mercedes CLS Coupé 450 Avantgarde 4MATIC 9G-T.			286	Super	70673	145,9	105,8	86,3	68,2	
Mercedes CLS Coupé 400 d Avantgarde 4MATIC 9G-T.			243	Diesel	72233	148,8	107,0	86,5	67,7	



Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer



Fahrzeug / Modell		Fussnoten	Leistung kW	Kraftstoff Antrieb1/ Antrieb2	Grundpreis	Cent pro km			
Elektrofahrzeug	Plug-In-Hybrid					Fettdruck: Günstigste Variante			
Benziner	Diesel					Kilometerleistung pro Jahr			
						10000	15000	20000	30000
Porsche									
Cayenne E-Hybrid Tiptronic S			340	Super / Strom	89373	150,0	112,4	95,6	79,4
Cayenne S Tiptronic S			324	SuperPlus	91809	159,5	119,3	101,5	83,8
Cayenne Turbo S E-Hybrid Tiptronic S			500	SuperPlus / Strom	168253	229,4	171,8	154,9	132,4
Cayenne Turbo Tiptronic S			404	SuperPlus	138093	216,1	161,8	146,6	121,0
Cayenne Coupé E-Hybrid Tiptronic S			340	Super / Strom	93549	153,2	115,4	98,7	82,4
Cayenne Coupé S Tiptronic S			324	SuperPlus	97145	164,2	123,3	105,3	87,6
Cayenne Coupé Turbo S E-Hybrid Tiptronic S			500	SuperPlus / Strom	171849	229,6	172,4	156,0	133,8
Cayenne Coupé Turbo Tiptronic S			404	SuperPlus	142965	225,8	168,5	151,8	124,8
Panamera 4 E-Hybrid PDK		5	340	Super / Strom	110369	178,7	130,7	110,0	88,0
Panamera 4S PDK			324	SuperPlus	115241	193,9	142,6	119,2	95,9
Panamera Turbo S E-Hybrid PDK		5	500	SuperPlus / Strom	185537	249,6	182,2	152,1	121,7
Panamera Turbo PDK			404	SuperPlus	155957	235,4	172,6	144,7	116,5
Panamera Sport Turismo 4 E-Hybrid PDK		5	340	Super / Strom	113153	180,5	132,2	111,2	89,4
Panamera Sport Turismo 4S PDK			324	SuperPlus	119881	197,9	145,8	122,0	98,4
Panamera Sport Turismo Turbo S E-Hybrid PDK		5	500	SuperPlus / Strom	188321	250,0	182,4	152,5	122,0
Panamera Sport Turismo Turbo PDK			404	SuperPlus	158741	237,4	174,3	146,2	117,8
Taycan 4S			390	Strom	102945	138,7	104,2	87,4	72,6
Panamera GTS PDK			338	SuperPlus	136933	211,2	155,3	130,8	105,9
Taycan Turbo			500	Strom	148301	185,2*	139,2*	116,8*	98,2*
Panamera Turbo PDK			404	SuperPlus	155957	235,4	172,6	144,7	116,5



Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

Kostenvergleich: BEV, PHEV, Verbrenner

988 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



BMW 330e

879 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



Tesla Model 3 LR

1248 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



Audi A4

Wertverlust



Drei-Marken-Vergleich in der Mittelklasse

Dreimal sportliche Mittelklasse mit Allradantrieb: Der Sechszylinder-Diesel von Audi hat im Kostenvergleich keine Chance. Sowohl bei den Fixkosten als auch bei den Verbrauchspositionen fallen die höchsten Ausgaben an. Der Wertverlust im Vergleich zum Tesla liegt mehr als 40 Prozent höher.

Modell	BMW 330e	Audi A4 50 TDI	Tesla Model 3 LR
Leistung	215 kW / 292 PS	210 kW / 286 PS	324 kW / 414 PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Diesel	Elektrisch
Kaufpreis	59 320 €	52 700 €	53 560 €
E-Förderung	5 981 €	0 €	9 570 €
Gesamtpreis	53 339 €	52 700 €	43 990 €
		+	
Steuern/Versicherung	842 €	1 328 €	950 €
Tanken und Laden	1 984 €	219 €	1 304 €
Werkstattkosten	1 008 €	1 560 €	1 332 €
		+	
Wertverlust	8 028 €	9 900 €	6 960 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	319 / 988 €	423 / 1 248 €	299 / 879 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	19,2 / 59,3 Cent	25,4 / 74,9 Cent	17,9 / 52,7 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer

Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

Der Golf und sein elektrisches Pendant

Knapp 4,30 Meter Fahrzeuglänge, 385 Liter Kofferraum: In der Kompaktklasse ist der VW Golf nach wie vor das Maß der Dinge, der ID.3 wildert mit fast identischen Parametern aber erfolgreich im Revier des ewigen Bestsellers. Auf der Kostenseite ist der ID.3 schon klar vorbeigezogen.

Modell	VW Golf 1.4 eHybrid	VW Golf 1.5 TSI	VW ID.3 Pro
Leistung	150kW/204PS	96kW/130PS	107kW/145PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Benzin	Elektrisch
Kaufpreis	39985 €	27100 €	34995 €
E-Förderung	7178 €	0 €	9570 €
Gesamtpreis	32808 €	27100 €	25425 €
		+	
Steuern/Versicherung	626 €	654 €	380 €
Tanken und Laden	1743 €	1880 €	1258 €
Werkstattkosten	996 €	792 €	732 €
		+	
Wertverlust	5328 €	4752 €	4776 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	280 / 724 €	278 / 674 €	198 / 596 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	16,8 / 43,5 Cent	16,7 / 40,4 Cent	11,9 / 35,7 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer

724 €
mon. Kosten
mit Wertverlust



VW Golf eHybrid

674 €
mon. Kosten
mit Wertverlust



VW Golf

596 €
mon. Kosten
mit Wertverlust



VW ID.3 Pro

Wertverlust

5328 € 4752 € 4776 €



PHEV Verbrenner E-Auto





Ein Modell, drei Antriebsvarianten

Mit dem Kompaktklassensmodell Ioniq schickte Hyundai schon vor fünf Jahren ein Trio auf den Markt, das reinen Stromantrieb, Plug-in-Technik oder einen Verbrenner mit Hybridunterstützung zur Auswahl bietet. Bei den reinen Betriebskosten liegt der Stromeer deutlich vorn, büßt aber durch den erheblich höheren Wertverlust diesen Vorsprung wieder ein.

Modell	Hyundai Ioniq PHEV	Hyundai Ioniq Hybrid	Hyundai Ioniq Elektro
Leistung	150 kW / 204 PS	104 kW / 141 PS	107 kW / 145 PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Benzin	Elektrisch
Kaufpreis	32 000 €	25 800 €	34 995 €
E-Förderung	7 178 €	0 €	9 570 €
Gesamtpreis	24 823 €	25 800 €	25 425 €
		+	
Steuern/Versicherung	665 €	745 €	506 €
Tanken und Laden	1 517 €	1 760 €	1 063 €
Werkstattkosten	828 €	792 €	684 €
		+	
Wertverlust	4 008 €	4 164 €	4 884 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	251 / 585 €	275 / 622 €	188 / 595 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	15,1 / 35,1 Cent	16,5 / 37,3 Cent	11,3 / 35,7 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer



Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

Elektrisches SUV gegen Kombi

Auch wenn der Skoda Enyaq als SUV gilt, so hat er sich in kürzester Zeit als Familienauto mit großem Platzangebot (585 Liter Kofferraum) firmenintern als Konkurrent des Octavia Combi (640 Liter) etabliert. Auf der Kostenseite ist der Octavia mit Plug-in-Technik auf Augenhöhe, der Diesel chancenlos.

Modell	Skoda Octavia Combi 1.4 TSI IV	Skoda Octavia Combi 2.0 TDI	Skoda Enyaq 80
Leistung	150 kW / 204 PS	110 kW / 150 PS	150 kW / 204 PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Diesel	Elektrisch
Kaufpreis	42 410 €	38 950 €	43 950 €
E-Förderung	7 178 €	0 €	9 570 €
Gesamtpreis	35 233 €	38 950 €	34 380 €
		+	
Steuern/Versicherung	547 €	856 €	479 €
Tanken und Laden	1 442 €	1 470 €	1 428 €
Werkstattkosten	924 €	1 008 €	792 €
		+	
Wertverlust	5 436 €	6 912 €	5 964 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	252 / 705 €	278 / 854 €	225 / 722 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	15,1 / 42,3 Cent	16,7 / 51,2 Cent	13,5 / 43,3 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer

705 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



Skoda Octavia Combi PHEV

854 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



Skoda Octavia Combi TDI

722 €
 mon. Kosten
 mit Wertverlust



Skoda Enyaq

Wertverlust





Plug-in mit Stern hat leicht die Nase vorn

In der Klasse der kompakten SUV mit knapp 4,50 Metern Länge tritt Mercedes mit dem GLA und dem elektrischen Pendant EQA an. Wer auf (teil-)elektrischen Antrieb setzt, muss im Vergleich zum Verbrenner auf 50 Liter (Plug-in) oder 100 Liter Kofferraum (EQA) verzichten. Bei den Kosten hat der GLA 250 aber keine Chance – 250e und EQA sind deutlich preisgünstiger.

Modell	Mercedes GLA 250e	Mercedes GLA 250	Mercedes EQA
Leistung	160 kW / 218 PS	165 kW / 224 PS	140 kW / 190 PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Benzin	Elektrisch
Kaufpreis	46 184 €	44 672 €	47 400 €
E-Förderung	7 178 €	0 €	9 570 €
Gesamtpreis	39 007 €	44 672 €	37 830 €
		+	
Steuern/Versicherung	809 €	1 001 €	625 €
Tanken und Laden	2 015 €	2 592 €	1 454 €
Werkstattkosten	1 056 €	1 092 €	1 128 €
		+	
Wertverlust	5 640 €	7 452 €	6 564 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	323 / 793 €	390 / 1 011 €	267 / 814 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	19,4 / 47,6 Cent	23,4 / 60,7 Cent	16,0 / 48,9 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer



Q4 oder Q5? Bei den Kosten klare Sache

Der elektrische Audi Q4 e-tron ist in der Nomenklatura eine Stufe unter dem etwas größeren Q5 einsortiert, bietet aber im Inneren mehr Platz als der Ranghöhere. Bei den Kosten wird der Unterschied markant: Im Monat ist der Q4-Fahrer gut 220 Euro günstiger unterwegs als der TDI-Besitzer im Q5.

Modell	Audi Q5 50 TFSI e quattro	Audi Q5 TDI 40 quattro	Audi Q4 e-tron 50 quattro
Leistung	220 kW / 299 PS	150 kW / 204 PS	220 kW / 299 PS
Antriebsart	Plug-in/Benzin	Diesel	Elektrisch
Kaufpreis	56 500 €	53 600 €	53 600 €
E-Förderung	5 981 €	0 €	7 975 €
Gesamtpreis	50 519 €	53 600 €	45 625 €
		+	
Steuern/Versicherung	930 €	1 056 €	611 €
Tanken und Laden	1 748 €	2 250 €	1 415 €
Werkstattkosten	1 176 €	1 140 €	1 284 €
		+	
Wertverlust	9 060 €	9 600 €	8 064 €
Ergebnis			
Monatliche Kosten ohne/mit Wertverlust	321/ 1 076 €	371/ 1 171 €	276/ 948 €
Kilometerkosten ohne/mit Wertverlust	19,3/ 64,6 Cent	22,2/ 70,2 Cent	16,5/ 56,9 Cent

Jährliche Kosten in Euro bei 20 000 Kilometer Fahrleistung/Jahr und 48 Monaten Haltedauer

1076 €
mon. Kosten
mit Wertverlust



Audi Q5 50
TFSI e quattro

1171 €
mon. Kosten
mit Wertverlust



Audi Q5 TDI 40 quattro

948 €
mon. Kosten
mit Wertverlust

Audi Q4 e-tron
quattro



Wertverlust



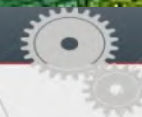
PHEV Verbrenner E-Auto

MOOVE 1/2022 71

Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer



Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer

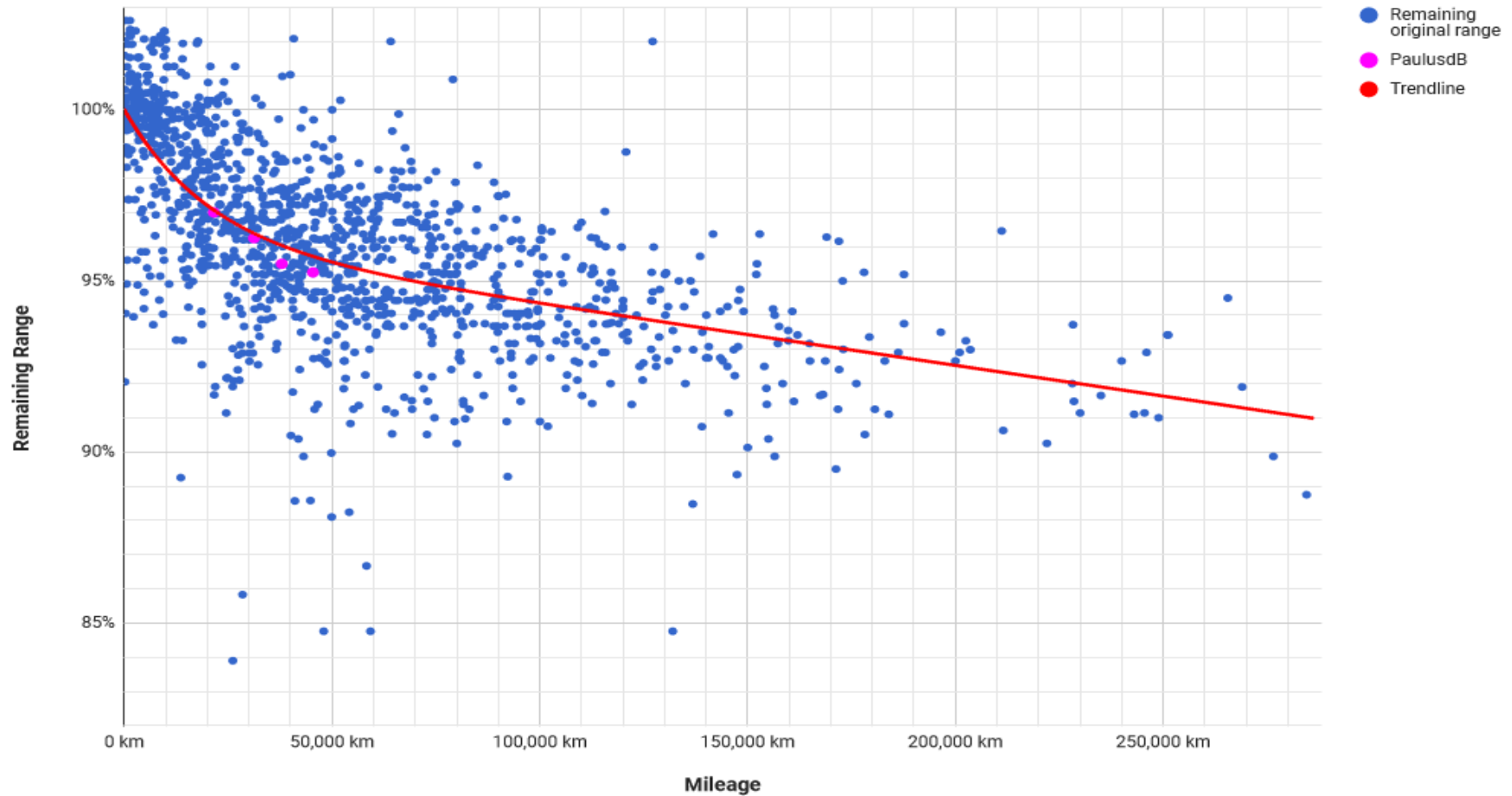


Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1:** Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau
- Mythos-2:** Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite
- Mythos-3:** Elektrofahrzeuge sind zu teuer
- Mythos-4:** **Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5:** Zu lange Ladezeiten
- Mythos-6:** Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten
- Mythos-7:** Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren
- Mythos-8:** Elektrofahrzeuge sind zu leise
- Mythos-9:** Rohstoffproblematik
- Mythos-10:** Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff

Batterielebensdauer Tesla Model S/X

Tesla Model S/X Mileage vs Remaining Battery Capacity



➔ Nach 300.000km noch mehr als 90% der ursprünglichen Reichweite/Kapazität

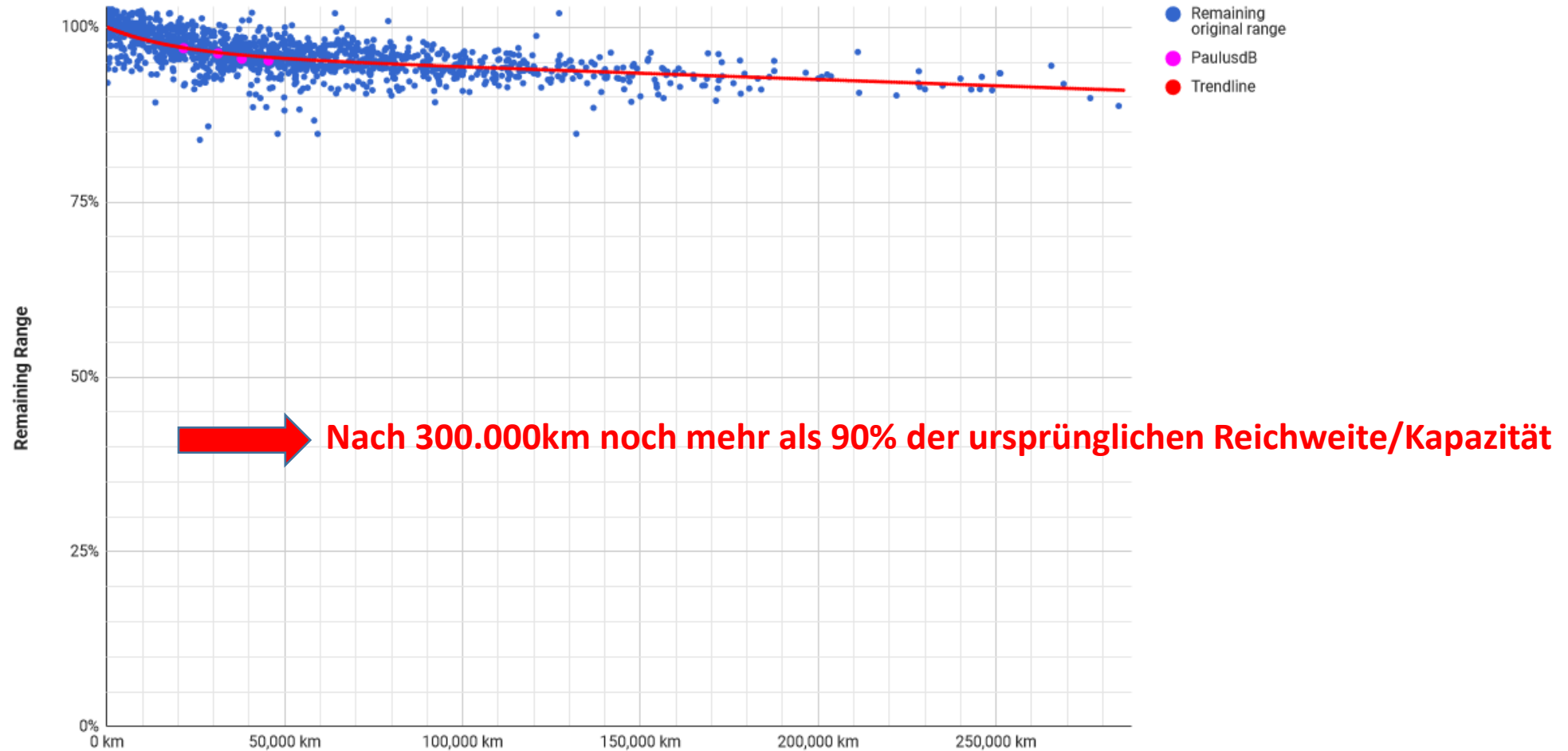
Mythos-4:

Keine zuverlässigen Batterien

Batterielebensdauer Tesla Model S/X

andere Skalierung

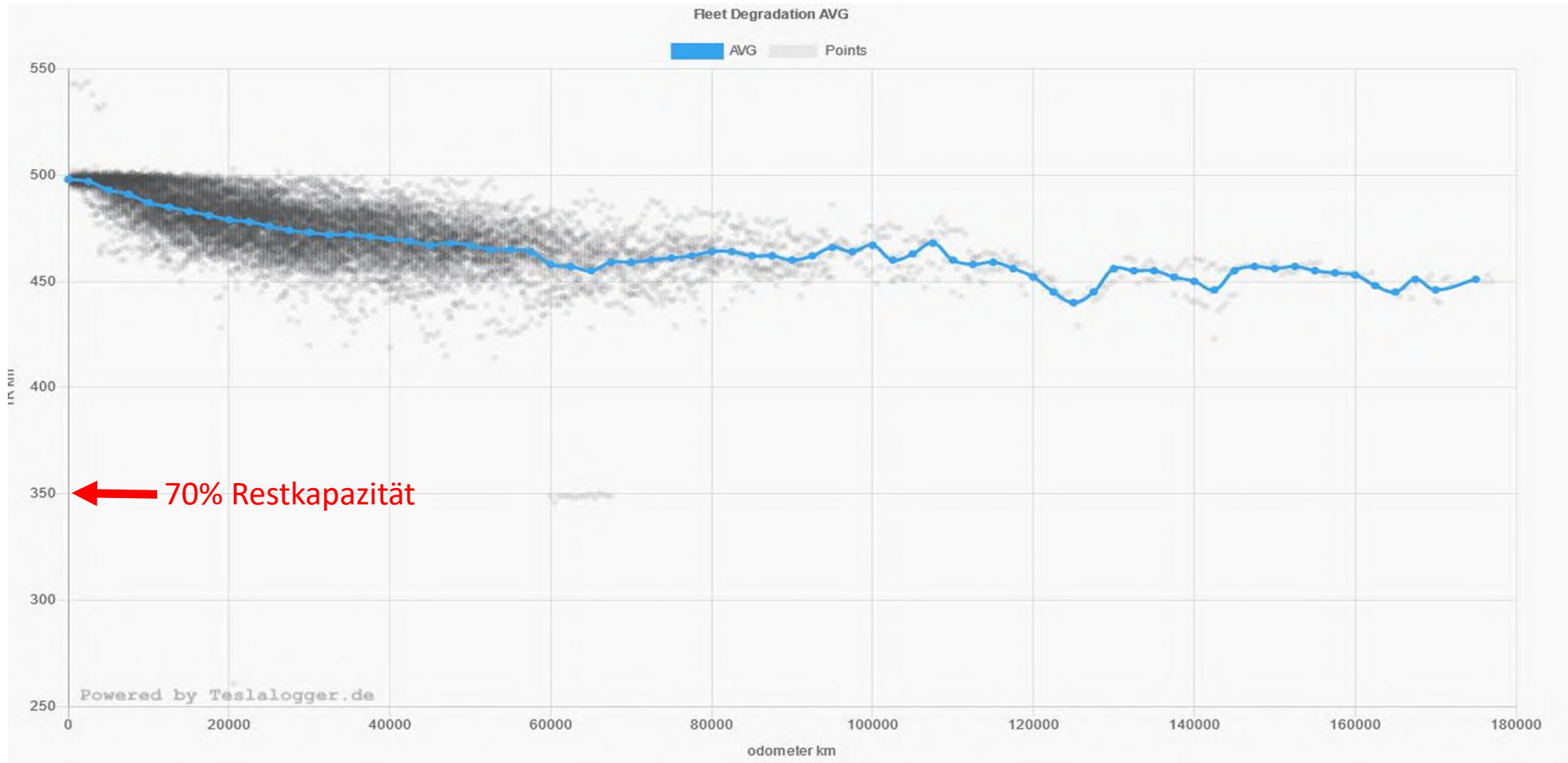
Tesla Model S/X Mileage vs Remaining Battery Capacity (Same chart as above but at full scale for better perspective)



Mythos-4:

Keine zuverlässigen Batterien

Batterielebensdauer Tesla Model 3 LR

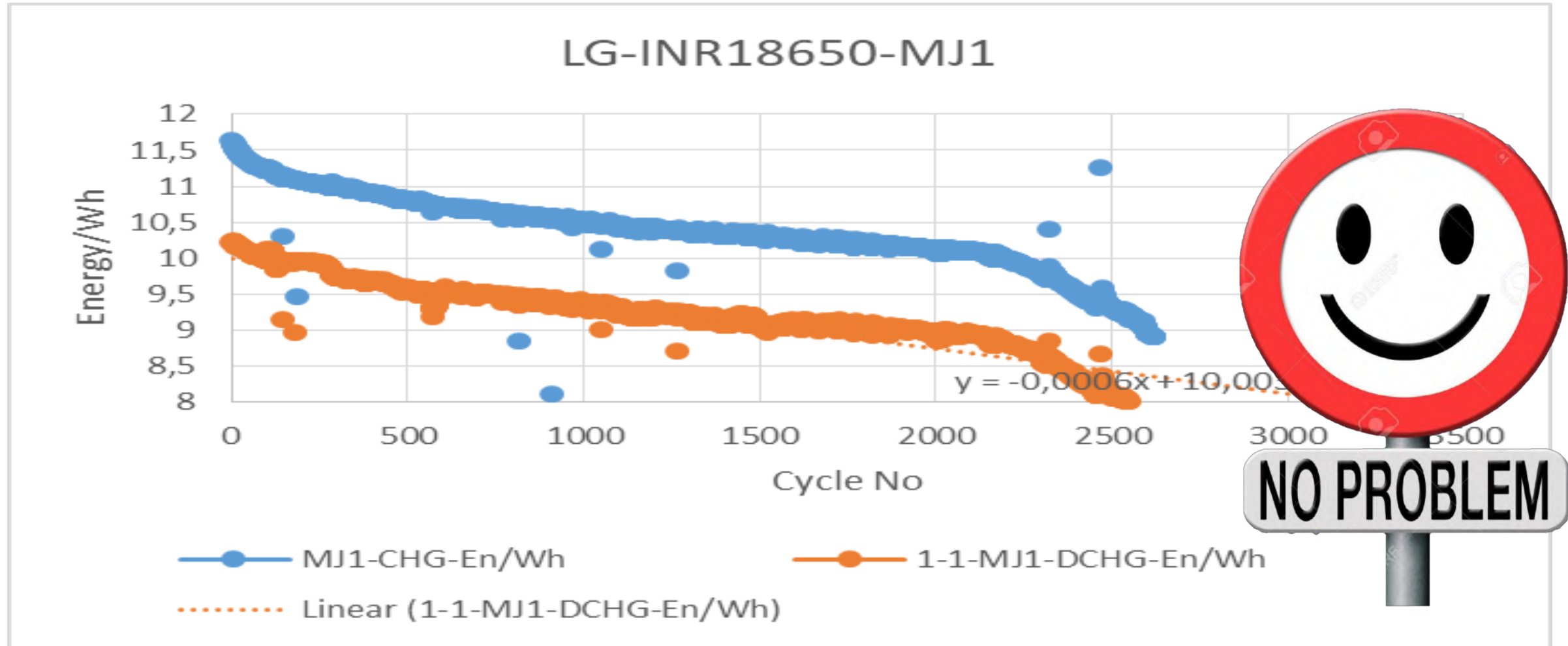


Mythos-4:

Keine zuverlässigen Batterien



Eigene Messungen zur Batterielebensdauer



2500 Ladezyklen entsprechen bei einem Elektrofahrzeug mit 450km Reichweite, eine Strecke von 1.125.000km !!

Mythos-4:

Keine zuverlässigen Batterien

1.000.000 km mit Tesla Model S P85



„Hansjörg-Eberhard von Gemmingen-Hornberg: Ich habe mein Model S im August 2014 als Vorführwagen gekauft mit einem Tachostand von 30.000 Kilometern. Ich war immer schon Vielfahrer, aber mit dem E-Auto habe ich meine Fahrleistung schnell vervierfacht. Mit meinen früheren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor bin ich rund 40.000 Kilometer im Jahr gefahren. „

<https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroauto-rekordfahrt-wie-v-gemmingen-1-mio-km-im-tesla-model-s-fuhr-a-1298664.html>

Tesla Model S: eine Million Kilometer — 04.12.2019

So knackte der Tesla die Million

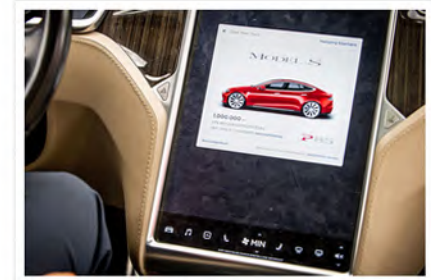
Ein Tesla Model S fuhr eine Million Kilometer – mit drei Batterien und vier Motoren. Und der E-Auto-Besitzer hat schon das nächste Ziel vor Augen.

Eine Million gefahrene Kilometer sind selbst für Benziner oder Diesel eine fast historische Leistung. Und für ein Elektroauto? Eigentlich utopisch. Doch ein Tesla Model S, Baujahr 2013, hat es geschafft. Sein Besitzer Hansjörg Freiherr von Gemmingen-Hornberg aus Baden fuhr ihn umgerechnet 25-mal um die Erde. Aber wie schafft ein Stromer, der nach rund 500 Kilometern an die Steckdose muss, die Millionen-Hürde?

Schonende Fahrweise, bedachtes Laden

Fahrweise: Rund 600 Kilometer pro Tag wurde das Model S im Schnitt bewegt. Für den gelernten Landwirt und jetzigen Privatier von Gemmingen kein Problem: "Früher saß ich den ganzen Tag auf dem Traktor, da war das auch nicht anders." Vor allem aber war die Fahrweise möglichst schonend, das Tempo selten über 120 km/h. Denn ein häufiger Wechsel zwischen Beschleunigung und Rekuperation erzeugt Abwärme und fördert damit die Degeneration der Batteriezellen. **Batterie und Antrieb:**

Der jetzige Akku ist der zweite neue und hielt bisher 476.000 Kilometer. Seine nutzbare Restkapazität beträgt noch 61,9 kWh, weniger als 20 Prozent unter dem Neuzustand. Die Reichweite liegt inzwischen noch bei 330 Kilometern. Der Motor ist der vierte, er ist bereits seit 700.000 Kilometern im Einsatz. Alles wurden auf Garantie von Tesla getauscht. **Laden:** Meist hielt von Gemmingen den Ladezustand zwischen 20 und 80 Prozent, wie er dem "Manager Magazin" sagte. Bei unter 20 Prozent und kalter Batterie drohten den ersten Zellen Unterspannung und damit eine verringerte Lebensdauer. Der aktuelle Akku verzeichnete bis zur Millionenmarke 1613 Ladezyklen, zu 40 Prozent an Supercharger-Schnellladern. Der Verbrauch lag zuletzt bei 16,6 kWh pro 100 Kilometer.



Die letzten Kilometer zur Million legte der Tesla unter den Augen eines Sachverständigen zurück.

Wartungskosten über 1.000.000 km: 13.000€ = 0,013€/km

Mythos-4:

Keine zuverlässigen Batterien

<https://www.autobild.de/artikel/tesla-model-s-eine-million-kilometer-16130445.html>

<https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroauto-rekordfahrt-wie-v-gemmingen-1-mio-km-im-tesla-model-s-fuhr-a-1298664.html>

Garantie auf die Batterie

ZEIT  ONLINE

Suche



Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur ▾ Wissen Digital Campus ▾ Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin ▾ ze.tt mehr ▾



Elektroautos

Eine Batterie für eine Million Kilometer

Toyota gibt eine Garantie von einer Million Kilometer auf die Batterien von Elektroautos – und das ist sogar realistisch. Andere Hersteller werden wohl nachziehen.

Von **Christoph M. Schwarzer**4. Juni 2020, 8:49 Uhr / [523 Kommentare](#) / 

Die meisten Hersteller bieten inzwischen einen „Garantie-Standard“ für E-Auto-Batterien, der bei acht Jahren und 160.000 Kilometern liegt – je nachdem, was zuerst eintritt. Garantiert wird üblicherweise eine Restkapazität von 70% der Anfangskapazität.

Großzügig in Sachen Garantie zeigt sich Elektroauto-Pionier Tesla. Für Model S und Model X liegt die Grenze bei 240.000 Kilometern, bei den kleineren Model 3 und Model Y bei 160.000 bis 192.000 Kilometern und/oder jeweils 8 Jahre

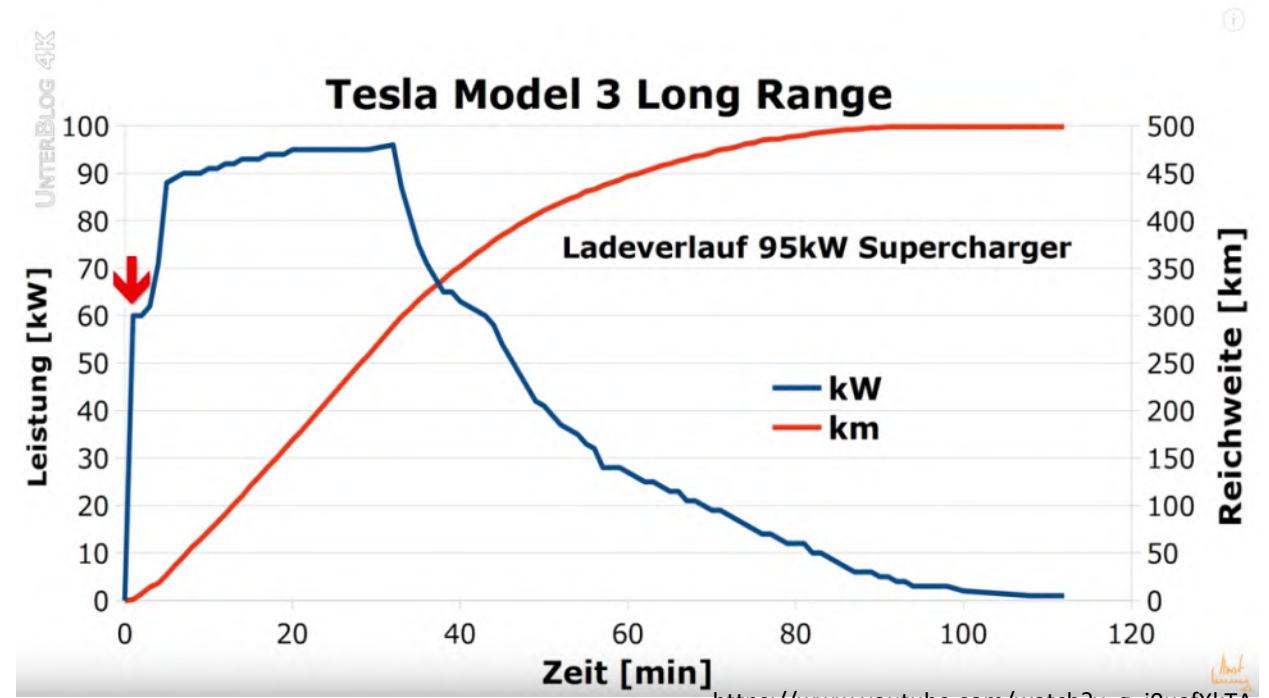
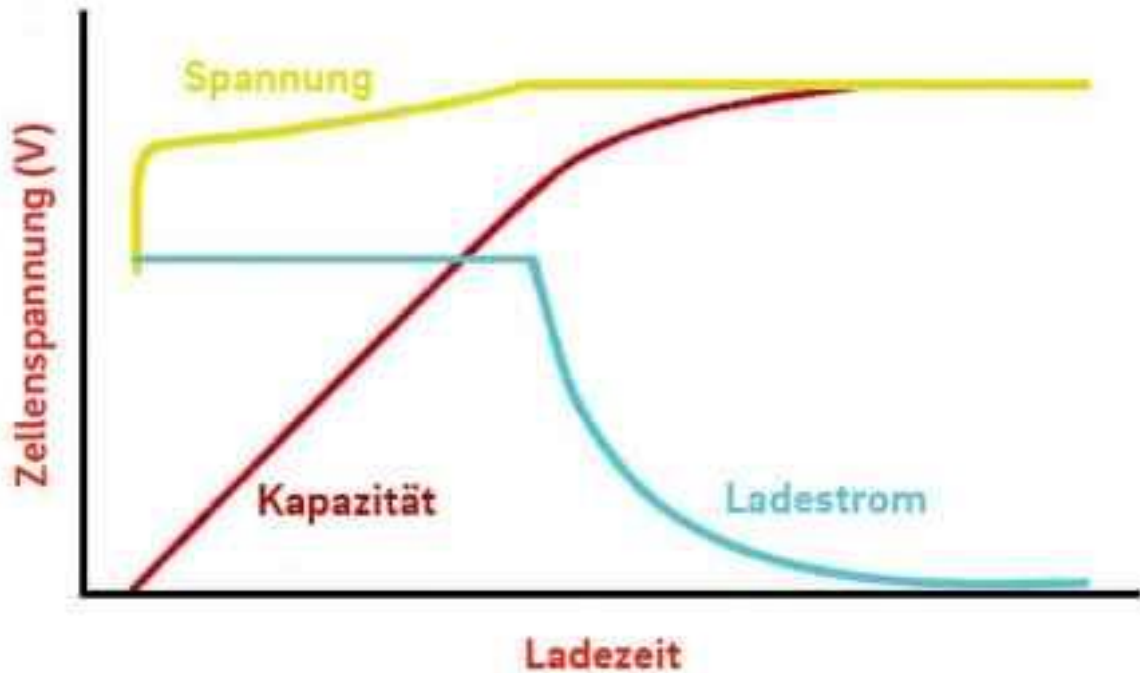
**Mythos-4:****Keine zuverlässigen Batterien**

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1:** Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau
- Mythos-2:** Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite
- Mythos-3:** Elektrofahrzeuge sind zu teuer
- Mythos-4:** Keine zuverlässigen Batterien
- Mythos-5:** Zu lange Ladezeiten
- Mythos-6:** Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten
- Mythos-7:** Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren
- Mythos-8:** Elektrofahrzeuge sind zu leise
- Mythos-9:** Rohstoffproblematik
- Mythos-10:** Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff

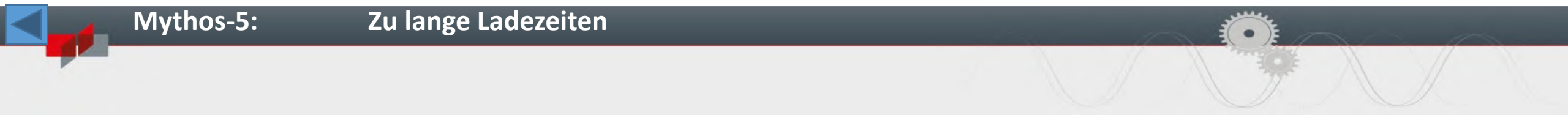
Batterie laden

Ladekurve Lithium-Ionen-Akku



https://www.youtube.com/watch?v=g_i0uafXkTA

Mythos-5: Zu lange Ladezeiten



Typische Ladeleistungen

Gleichstrom: 50 – 350 kW



Wechselstrom: 11kW/(22kW)

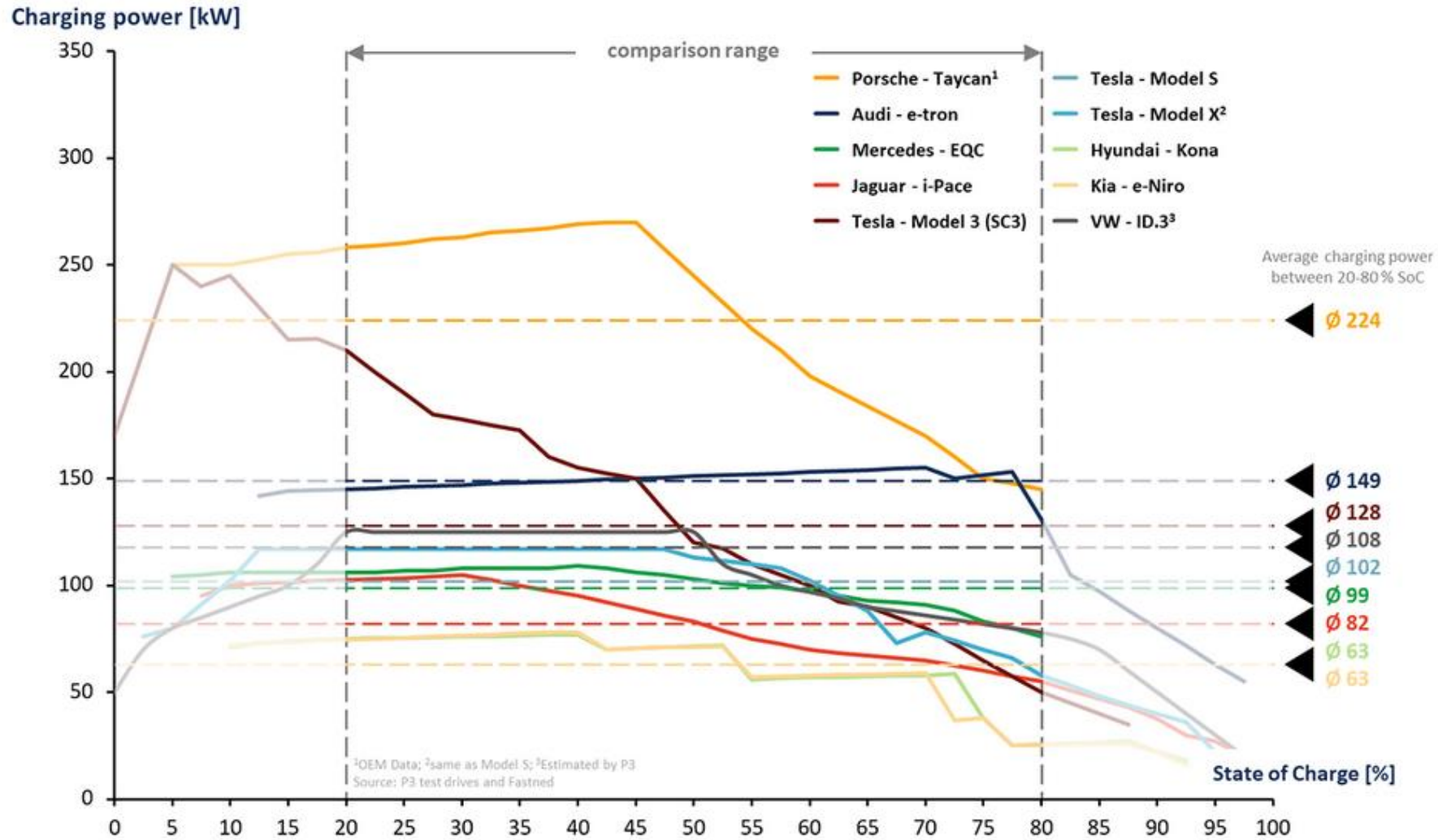


Mythos-5:

Zu lange Ladezeiten



Vergleich der Ladeleistung verschiedener Elektrofahrzeuge



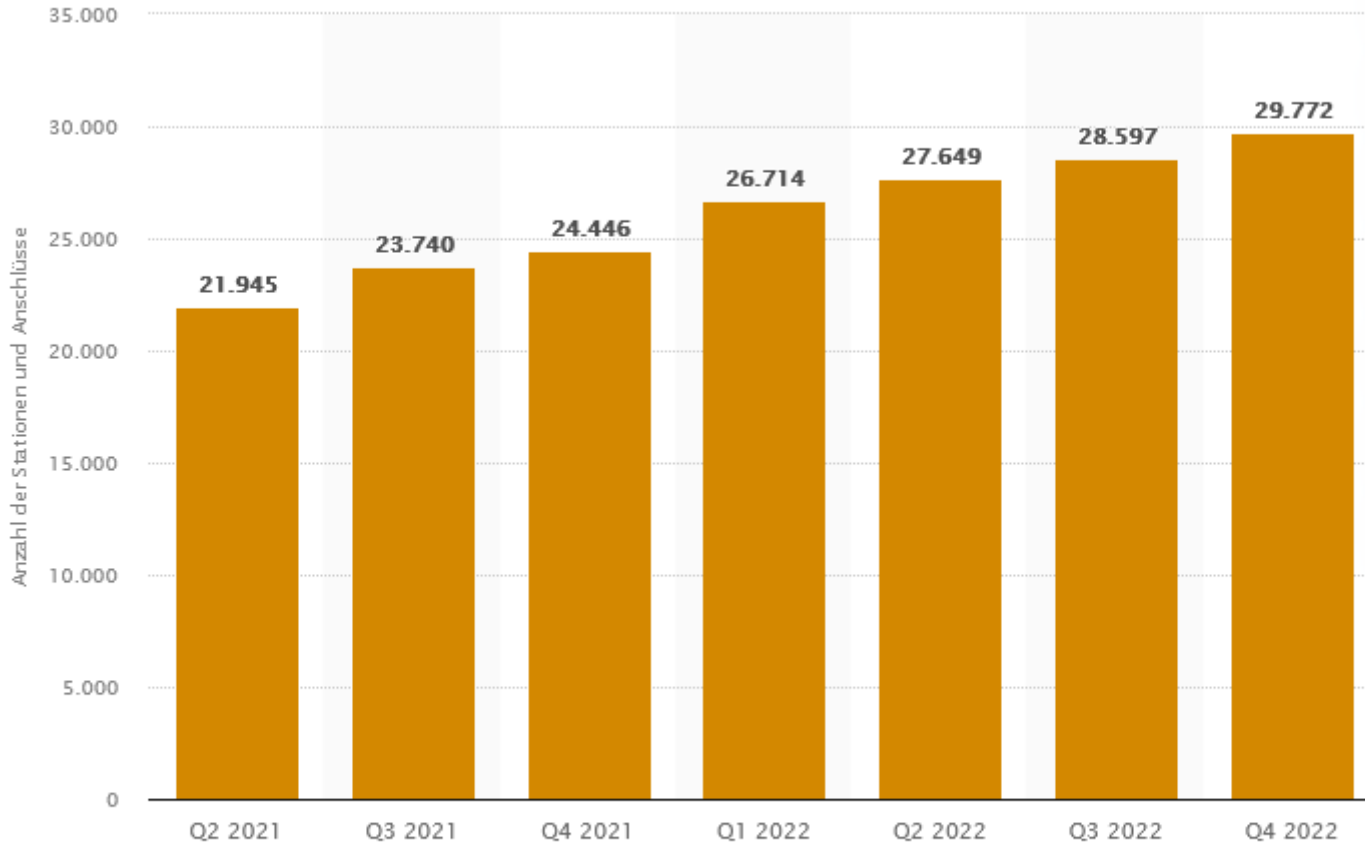
Mythos-5:

Zu lange Ladezeiten

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Rohstoffproblematik**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**

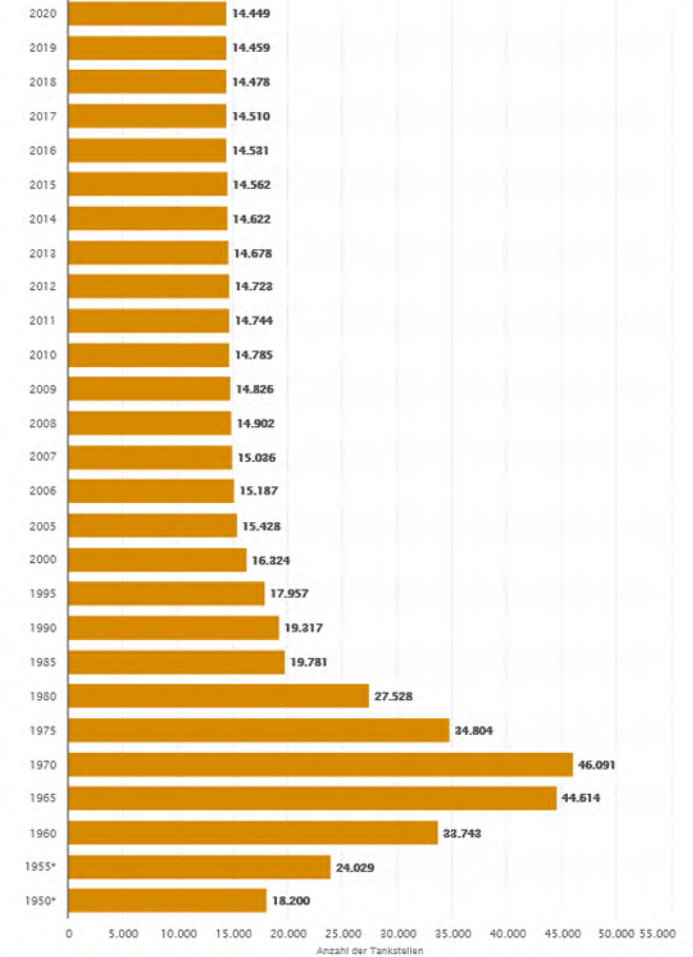
Anzahl der Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Deutschland im Zeitraum 3. Quartal 2020 bis 4. Quartal 2022 (Stand:06-2022)



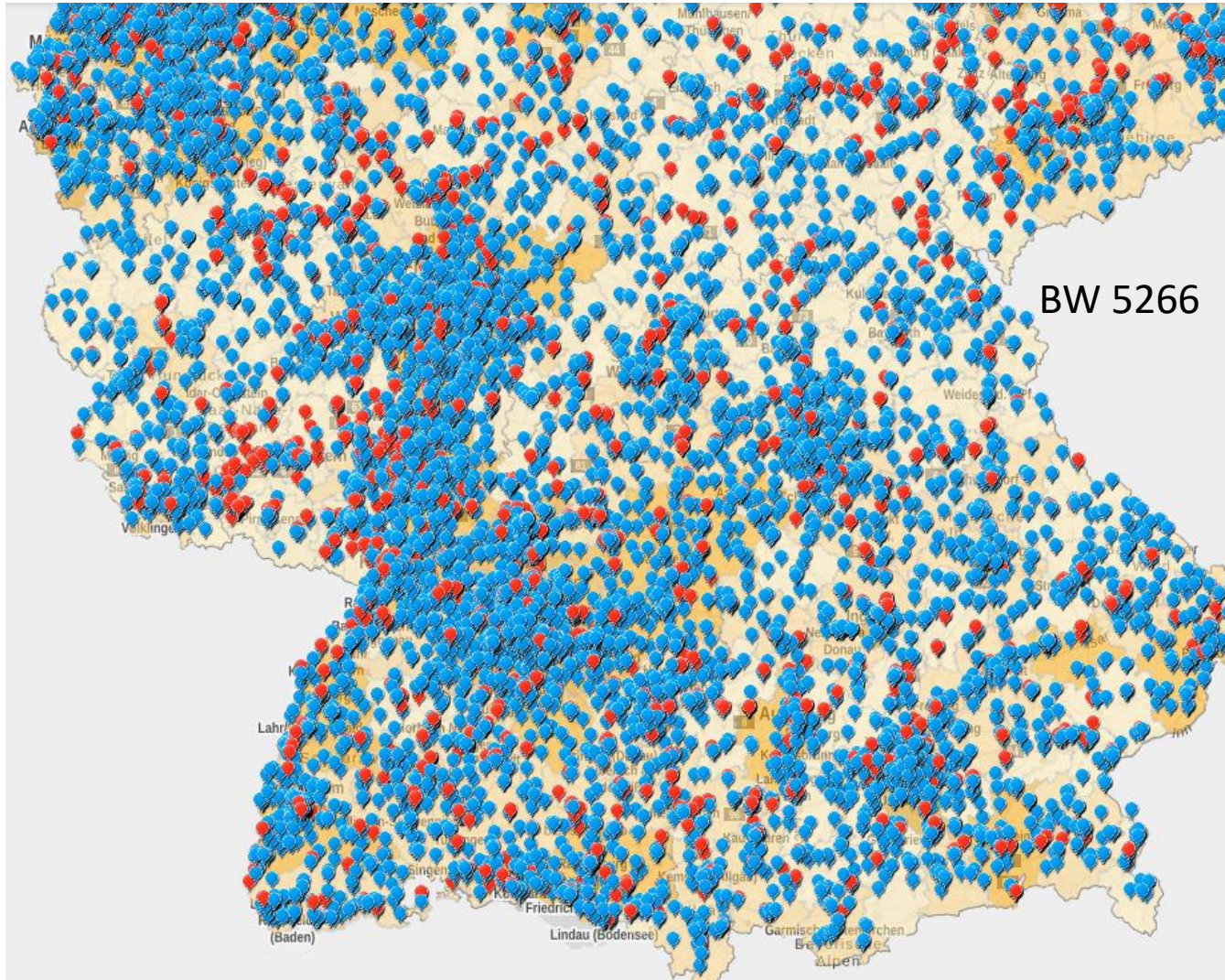
Details: Deutschland

© Statista 2022



Anzahl der Tankstellen in Deutschland von 1950 bis 2020



Öffentliche Ladepunkte in Deutschland (Stand Oktober-2022)



Ladesäulen

-  Schnellladepunkt
-  Normalladepunkt

Insgesamt sind der Bundesnetzagentur **59.228 Normalladepunkte** und **11.523 Schnellladepunkte** gemeldet worden, die am **1. Oktober 2022** in Betrieb waren.

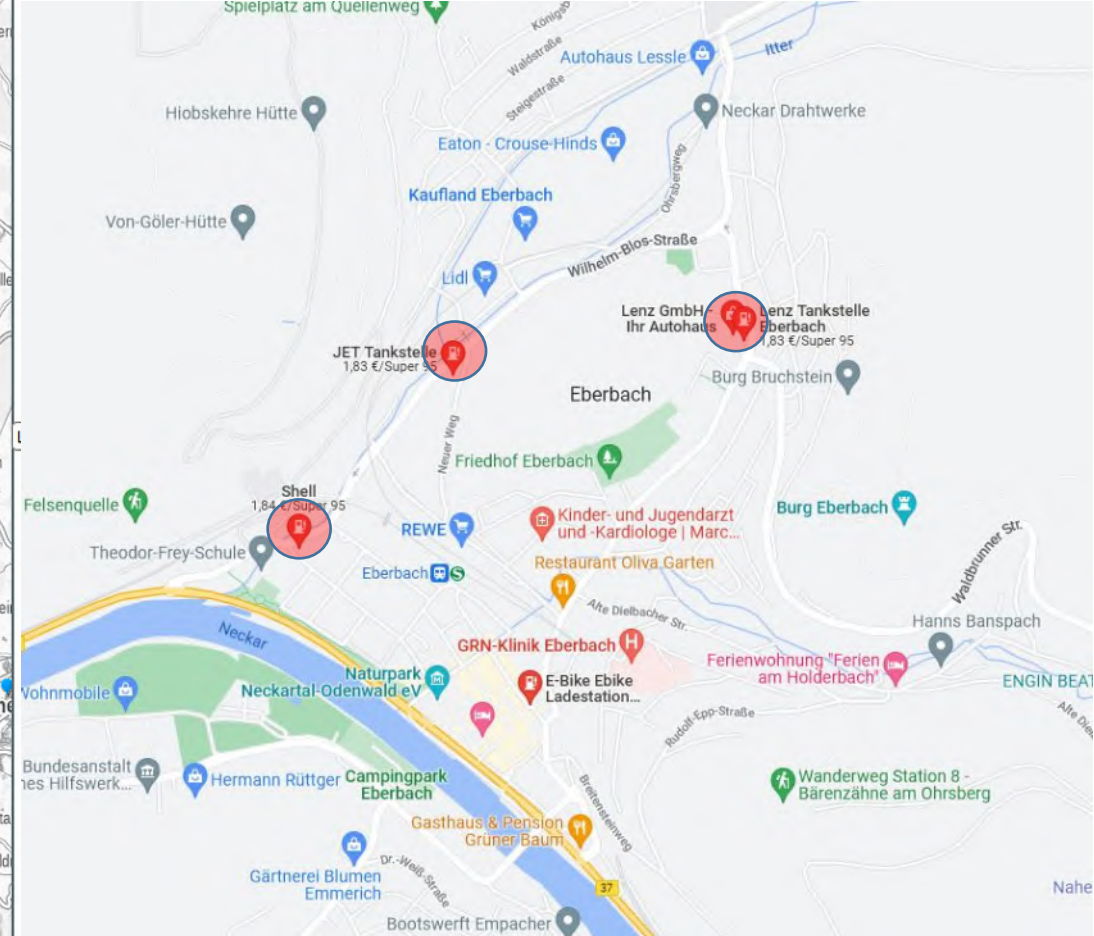
Ladesäulen in Eberbach (Stand 10-2022)

Öffentliche Lademöglichkeiten im Stadtgebiet Eberbach

5x^{AC} Typ2 (22kW)
2 x CCS (60kW) (Lidl)

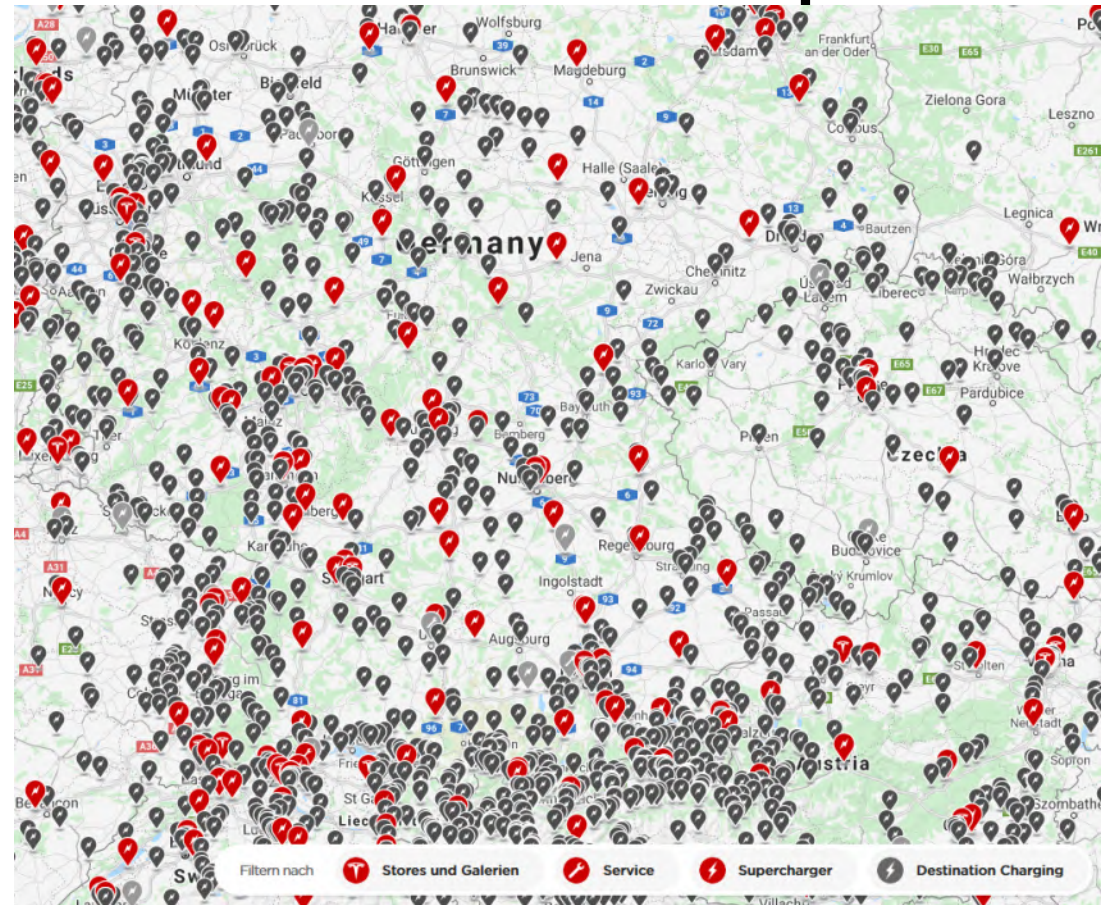
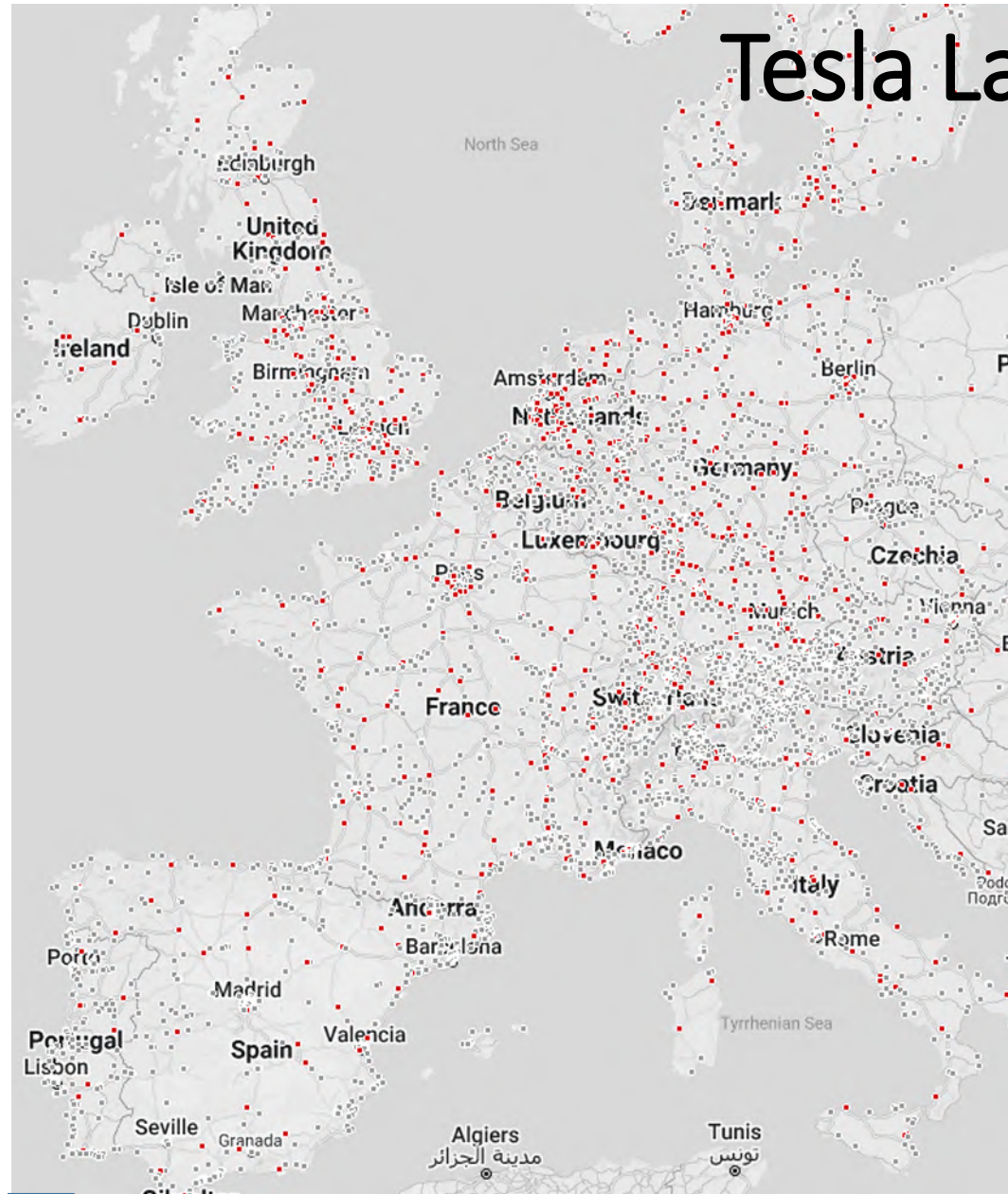


3 Tankstellen in Eberbach



<https://www.google.com/maps/search/tankstellen+in+buchen/@49.5234247,9.2928416,13.5z?hl=de>

Tesla Ladestationen in Europa



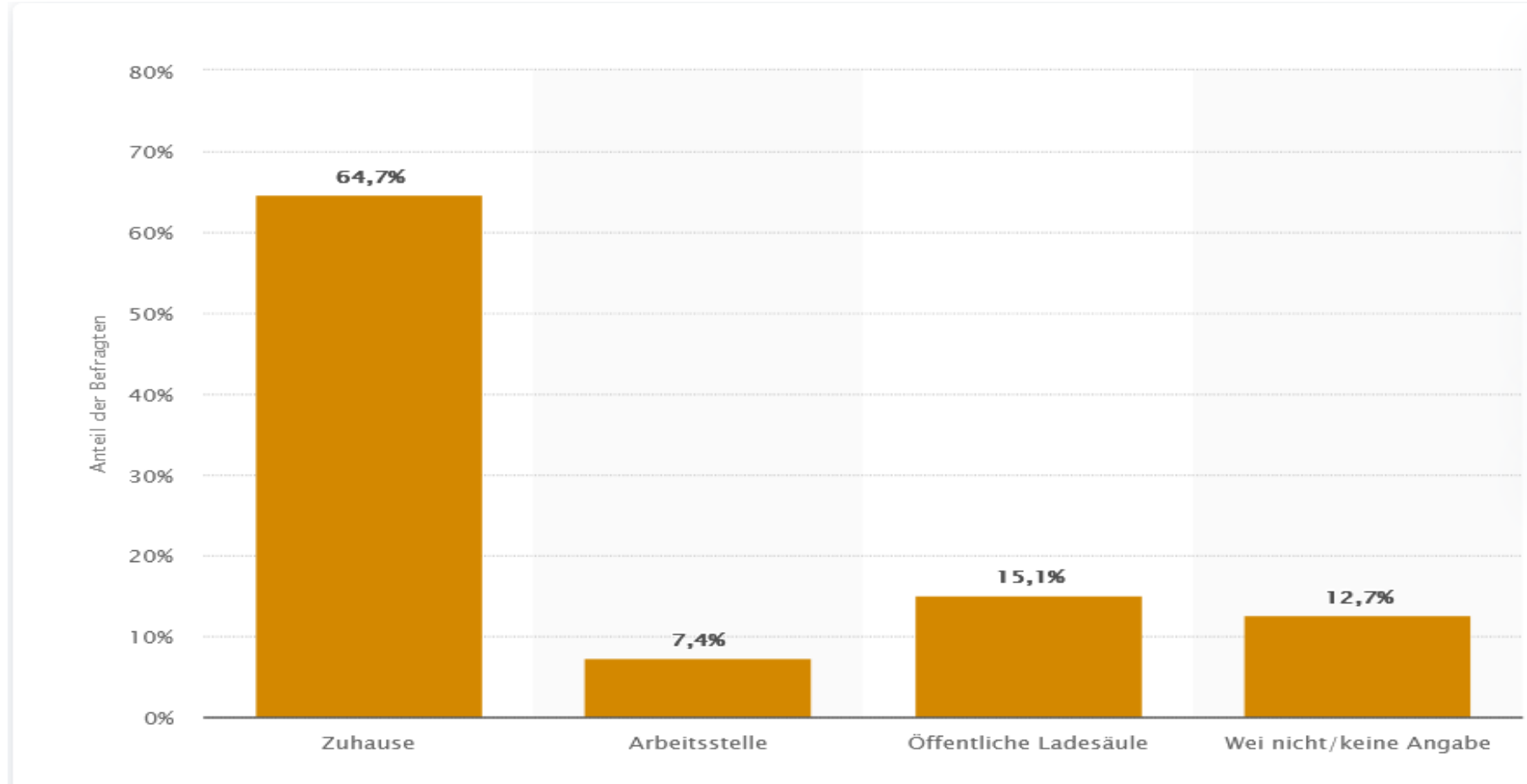
**> 10.000 Supercharger-Ladeplätze in Europa
(weltweit 35.000)**

Stand Oktober 2022

Mythos-6:

Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten

Ladeorte der Nutzer von Elektroautos in Deutschland im Jahr 2019



Mythos-6:

Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Rohstoffproblematik**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**



Die Verbraucher haben sich offensichtlich an die Risiken die mit dem KFZ und Verbrennungsantrieben verbunden sind, gewöhnt und akzeptieren diese



Jedes Jahr werden vom GDV ca. 40.000 Fahrzeugbrände in Deutschland registriert

GDV: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Quelle: <https://www.ruv.de/ratgeber/auto/sicher-unterwegs/autobrand> (2017-11-21)



Fahrzeuge mit Verbrennungsantrieb:

90 Feuer/ 10⁹ km

Fahrzeuge mit batterieelektrischen Antrieben:

2 Feuer/10⁹ km

Prof. Martin Winter, Forschungszentrum Jülich, Helmholtz-Institut Münster

<https://autorevue.at/ratgeber/statistik-brennen-elektroautos>

*Tesla 2019: 1 Brand auf 170*10⁹ Meilen*



Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren

Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren

- Im Zeitraum 2010 -2018 wurden weltweit 534.162 Tesla Fahrzeuge verkauft /1/. Davon haben 13 Fahrzeuge gebrannt, in der Mehrzahl der Fälle durch einen Unfall !
- In Deutschland sind ca. 45 Millionen PKW zugelassen, davon brennen jedes Jahr 15.000 (40.000) Fahrzeuge /2/
- In den 8 Jahren 2010 bis 2018 haben also $8 \cdot 15000 = 120.000$ Fahrzeuge gebrannt !
- Bezieht man dies auf die ca. 45.000.000 in Deutschland zugelassenen PKW
 $45.000.000 \text{ PKW} / 120.000 \text{ Brände} = 375 \text{ PKW/Brand}$
- In 8 Jahren gab es einen Fahrzeugbrand auf 375 Fahrzeuge
- Bei den Tesla PKW ergibt sich folgender Wert:
 - $534.162 \text{ E-Fahrzeuge} / 13 \text{ Brände} = 41.089 \text{ E-Fahrzeuge/Brand}$
 - In 8 Jahren gab es einen Brand auf 41.089 Fahrzeuge



Die Wahrscheinlichkeit für einen Fahrzeugbrand mit einem „Verbrenner“ PKW in Deutschland ist ca. 110 mal größer als die Wahrscheinlichkeit für einen Brand bei einem Tesla Elektrofahrzeug weltweit

Fahrzeugbrände in den USA

Der Versicherungsdienstleister [AutoinsuranceEZ](#) hat Daten der beiden US-Verkehrsbehörden National Transportation Safety Board (NTSB) und National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) zum Thema Fahrzeugbrände ausgewertet.



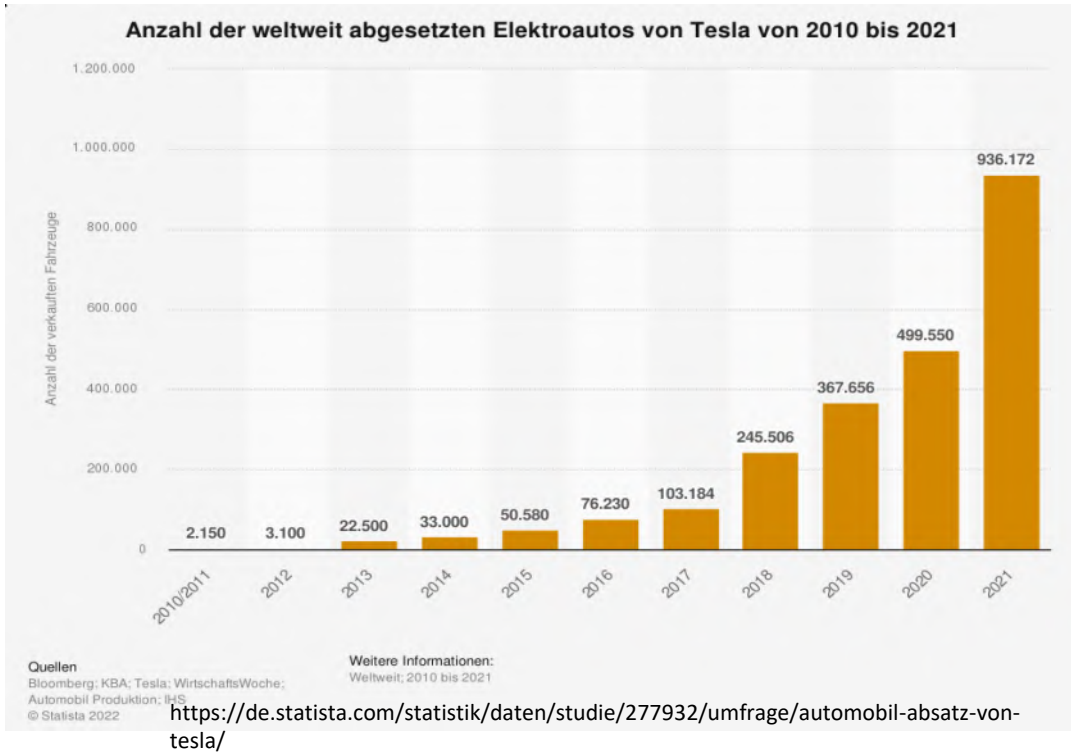
Fire Risk Recalls for Gas vs. Electric Vehicles

Number Recalled (2020)	Fuel Type	Number of Models Affected	Make/Model(s)	Cause of Fire
430,000	Gas	1	Hyundai Elantra	Electrical Short
308,000	Gas	2	Kia Cadenza & Sportage	Electrical Short
250,000	Gas	1	Honda Odyssey	Electrical Short
95,000	Gas	2	Hyundai Genesis & Genesis G80	Anti-Lock Braking System
82,000	EV	1	Hyundai Kona	Battery
70,000	EV	1	Chevrolet Bolt EV	Battery
27,600	Hybrid	1	Chrysler Pacifica	Battery
4,500	Hybrid	7	BMW 530e, xDrive30e, Mini Cooper Countryman All4 SE, i8, 330e, 745Le xDrive, & X5 xDrive45e	Battery
2,800	Gas	2	McLaren Senna & 720S	Fuel Leak

Table: AutoInsuranceEZ.com
Source: Recalls.gov

Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren

Brandrisiko bei Tesla Fahrzeugen



- 2013-2021 wurden weltweit 2.400.000 Tesla Fahrzeuge verkauft
- In dieser Zeit gab es 60 Brände /2/ mit Tesla Fahrzeugen (mehrheitlich bei Unfällen) Anteil: 2,5ppm (1 Brand auf 40.000 Fahrzeuge in 8 Jahren)
- 2021 gab Tesla einen Fahrzeugbrand auf 330 Millionen km an /1/. Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50km/h ergibt sich eine Betriebsdauer von 6,6 Millionen Stunden, d.h. es gibt einen Brand innerhalb einer Betriebszeit von 763 Jahren

Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren

/1/ <https://www.tesla.com/VehicleSafetyReport?redirect=no>

/2/ <https://cleantechnica.com/2021/12/08/its-extremely-rare-for-teslas-to-spontaneously-catch-on-fire/>

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Rohstoffproblematik**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**

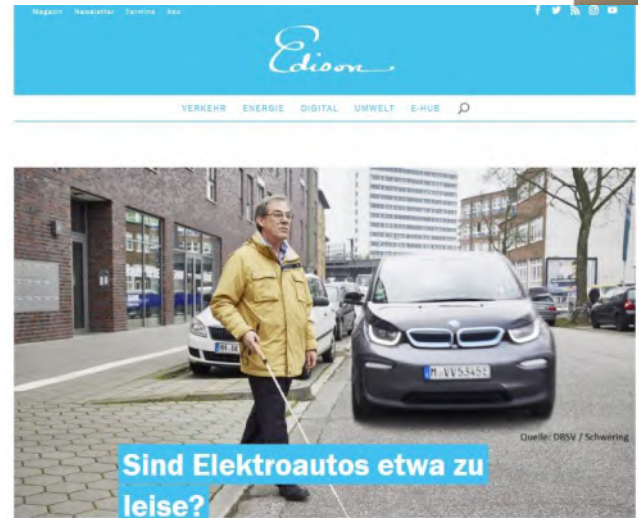
Elektrofahrzeuge sind zu leise !

E-AUTOS SIND ZU LEISE

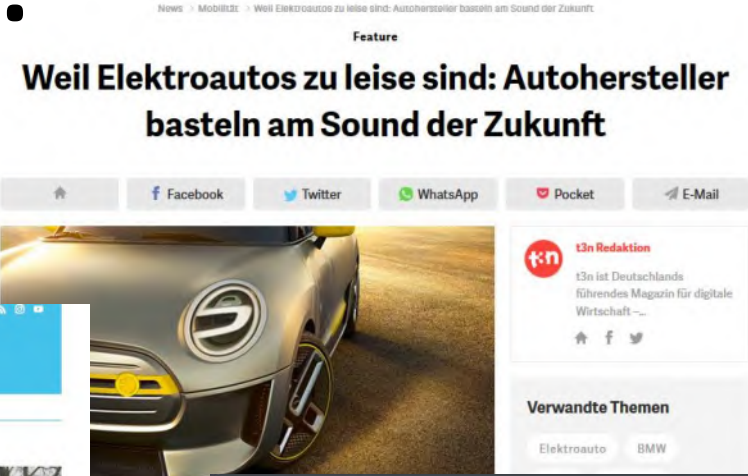
08.02.2018, 12:59 Uhr

Unüberhörbar: Elektroautos bekommen künstlichen Sound

Elektro- und Hybridautos müssen ab Sommer 2019 im Stadtverkehr künstliche Geräusche von sich geben. Der Grund: Sie sind bei niedrigem Tempo sehr leise und werden von Fußgängern und Radfahrern leicht überhört. Sicherheit ist wichtig, aber ist es nicht auch paradox, dass geräuscharme Motoren auf diese Weise ausgerüstet werden müssen?



Zu viel Verkehrslärm strapaziert die Nerven, aber E-Mobile – Autos, Roller, Motorräder und Busse – auf Flüsterfahrt schaffen neue Gefahren. Also: Wie leise darf, wie laut muss ein Elektromobil sein? Gesetzgeber, Psychoakustiker, Markenstrategen und Blindenverbände: Sie alle wollen jetzt den richtigen Ton angeben.



Die Lösung für zu wenig Lärm bei Elektrofahrzeugen !?



Mythos-8:

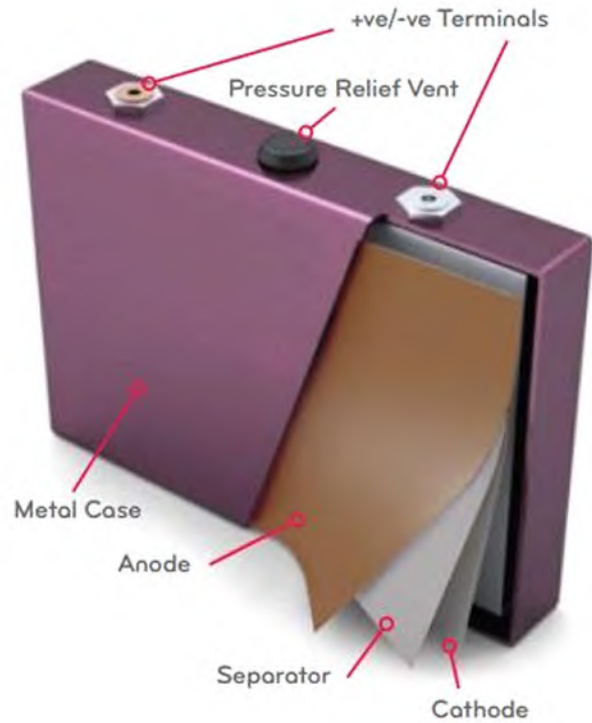
Elektrofahrzeuge sind zu leise



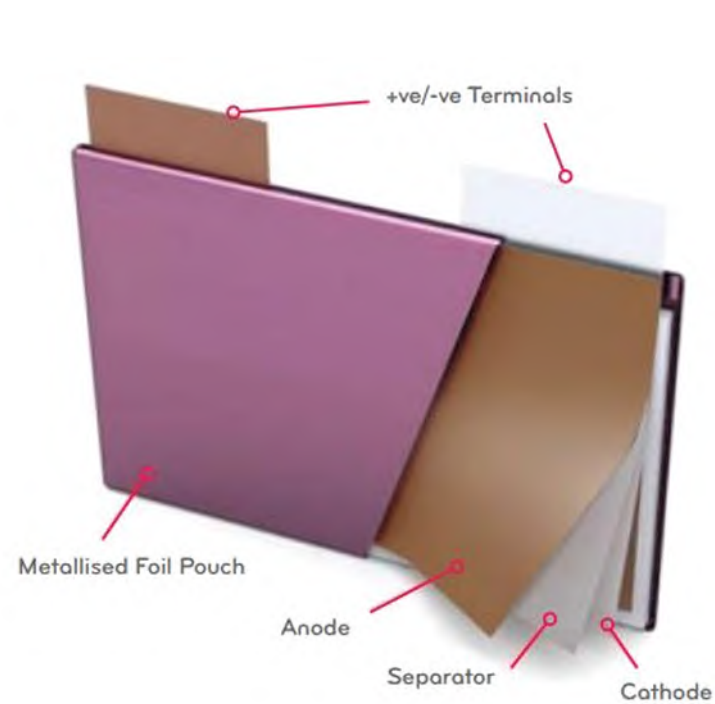
Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1:** Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau
- Mythos-2:** Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite
- Mythos-3:** Elektrofahrzeuge sind zu teuer
- Mythos-4:** Keine zuverlässigen Batterien
- Mythos-5:** Zu lange Ladezeiten
- Mythos-6:** Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten
- Mythos-7:** Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren
- Mythos-8:** Elektrofahrzeuge sind zu leise
- Mythos-9:** **Rohstoffproblematik**
- Mythos-10:** Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff

Different formfactors of cell construction



Prismatic



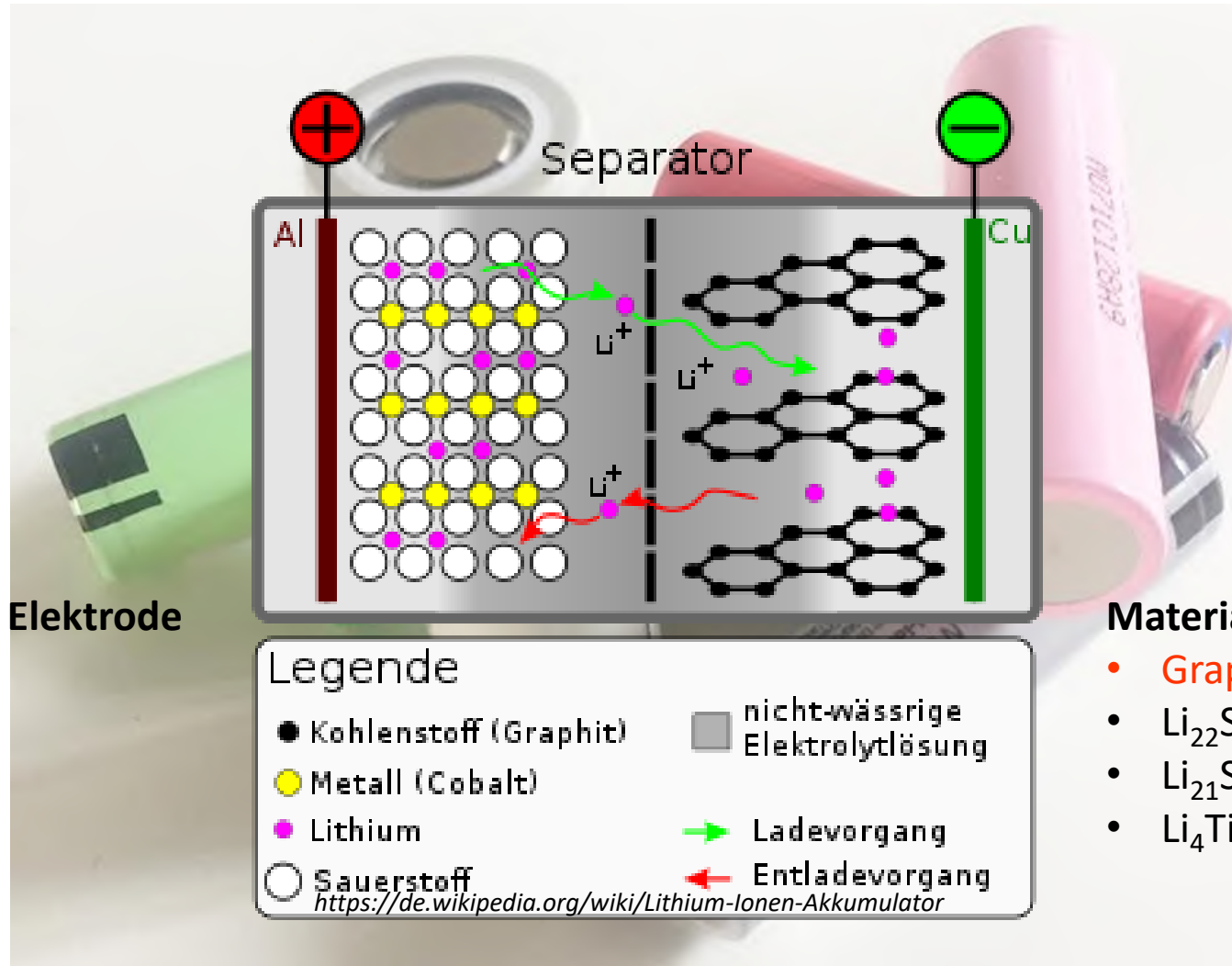
Pouch



Cylindrical



Aufbau einer Lithium-Ionen Batterie



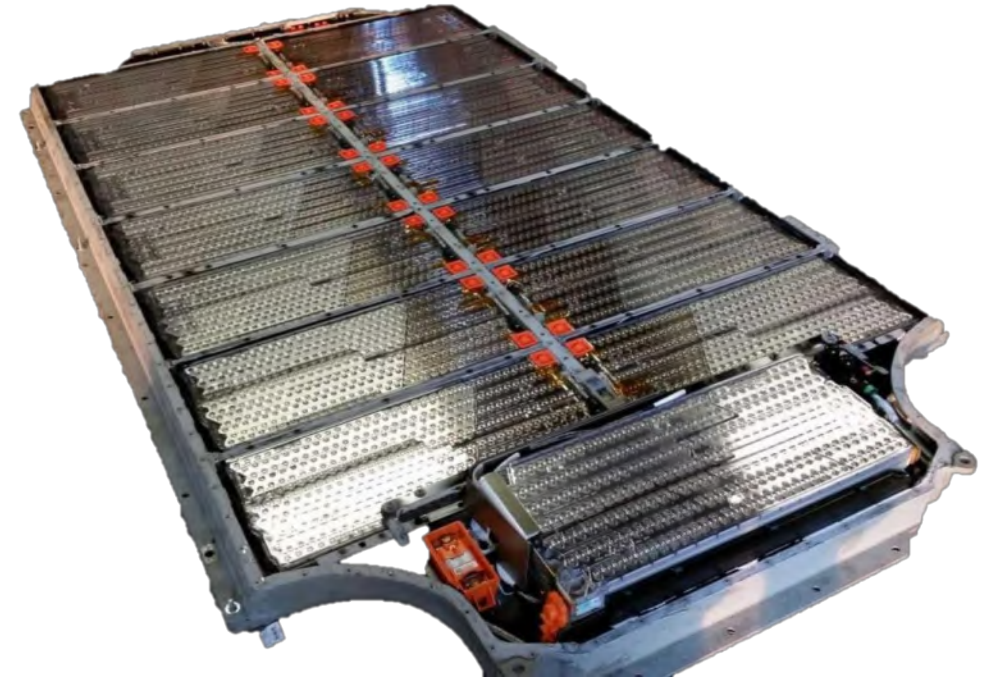
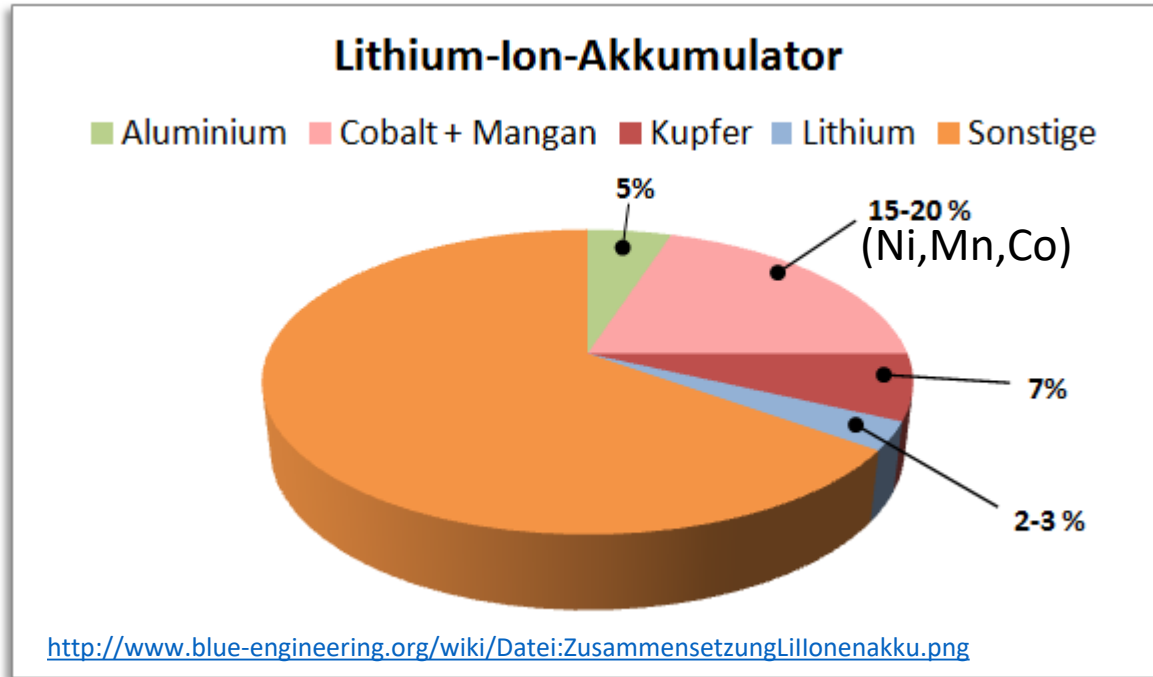
Materialien der positiven Elektrode

- LiCoO_2
- LiNiO_2
- LiMn_2O_4
- $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_4$ (NCA)
- $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ (NMC)
- LiFePO_4

Materialien der negativen Elektrode

- Graphite
- $\text{Li}_{22}\text{Si}_5$
- $\text{Li}_{21}\text{Sn}_5$
- $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)

Welche Rohstoffe werden für Lithium-Ionen Batterien benötigt ?

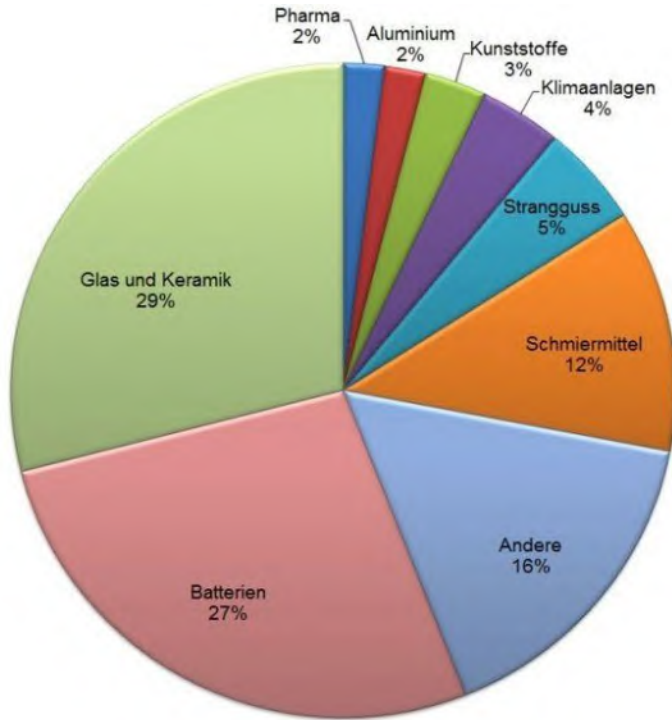


Batterie
m=600kg
E=100kWh



2,8% Co¹ = 17kg
3% Li = 18kg

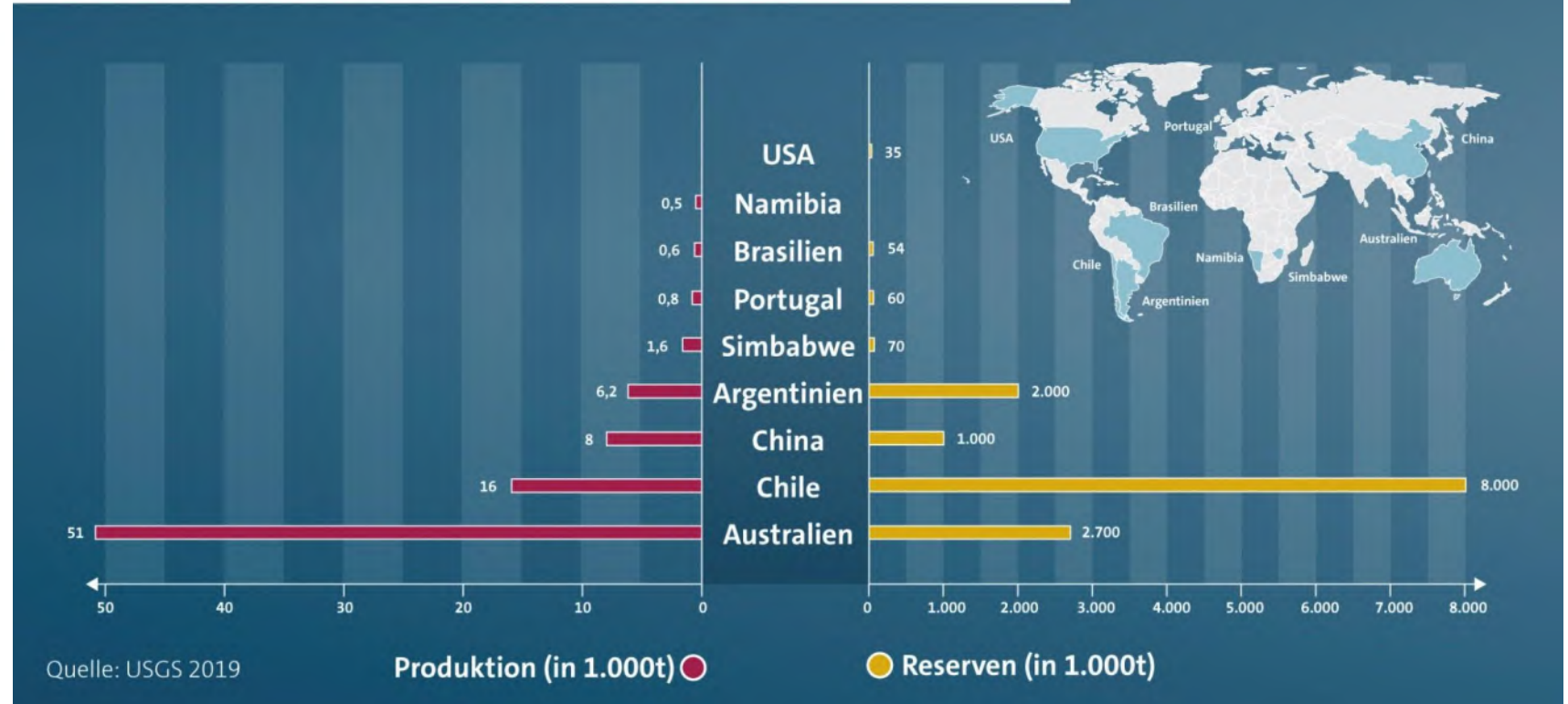
Lithium Produktion & Reserven



Lithium Verwendung

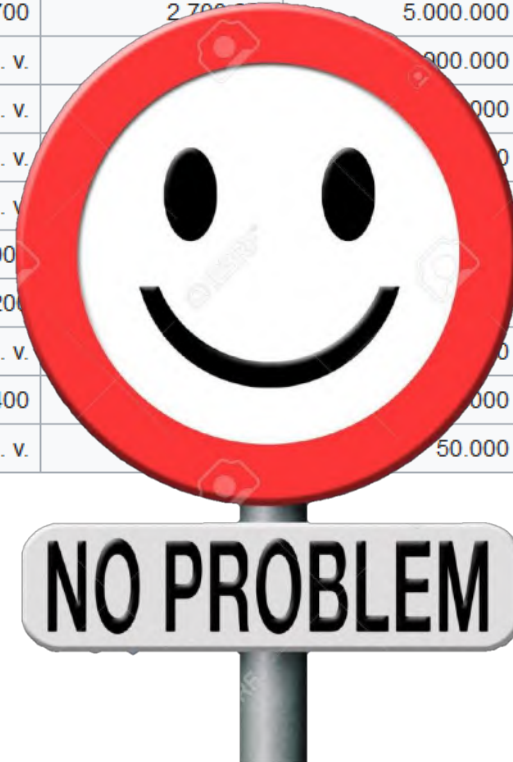
AUSTRALIEN UND CHILE LIEGEN VORN

Lithium-Produktion und -Reserven nach Ländern



Lithium Produktion & Ressourcen

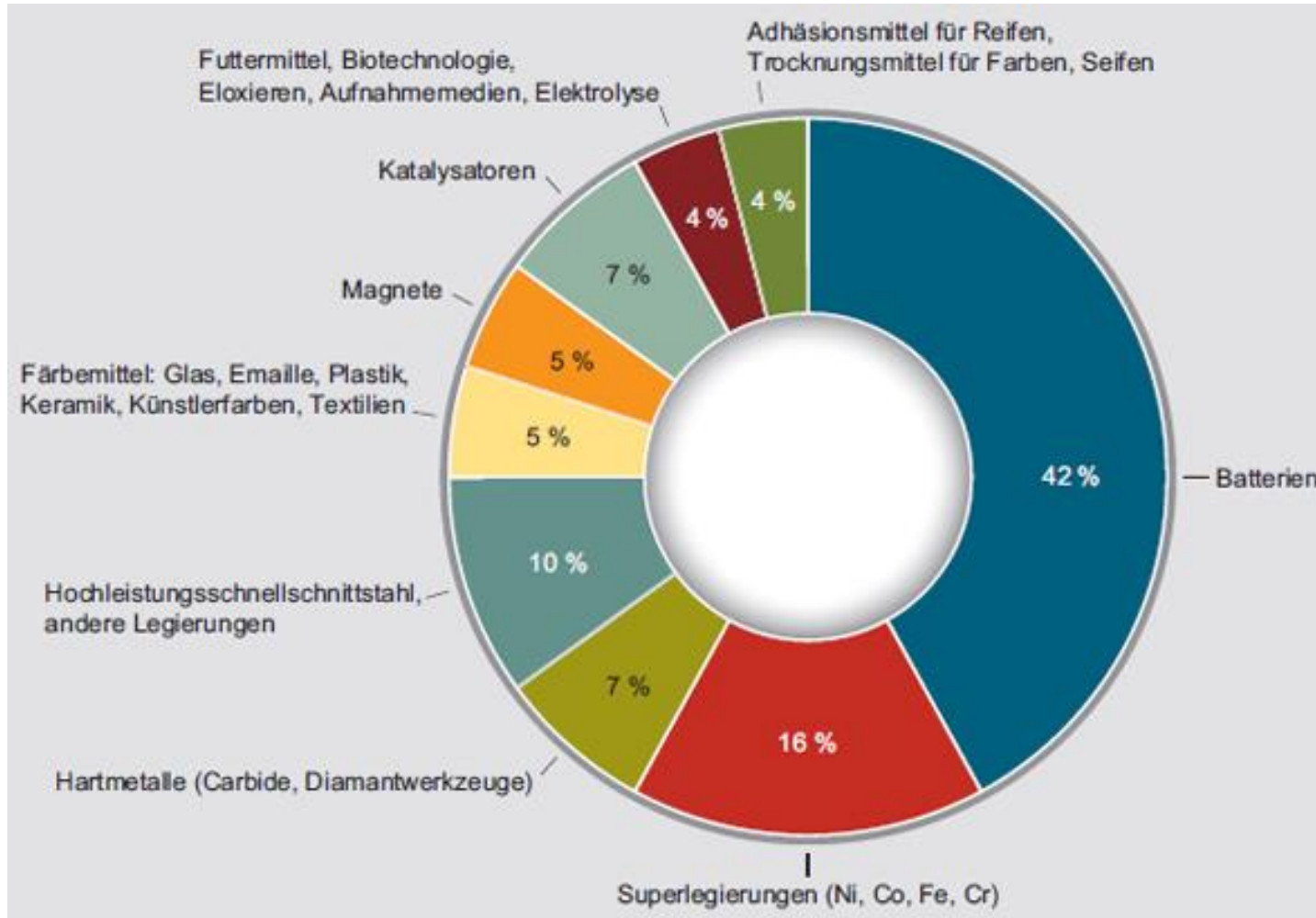
Weltweite Produktion [Tonnen] ^[24] ↕	2014 ↕	2015 ↕	2016 ↕	2017 (geschätzt) ↕	Minen-Reserven ↕	Weltvorkommen ▼
Welt					16.000.000	53.800.000
 Argentinien	3.200	3.600	5.800	5.500	2.000.000	9.800.000
 Bolivien	n. v.	n. v.	n. v.	65	9.000.000	9.000.000
 Chile	11.500	10.500	14.300	14.100	7.500.000	8.400.000
 Volksrepublik China	2.300	2.000	2.300	3.000	3.200.000	7.000.000
 Vereinigte Staaten	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	35.000	6.800.000
 Australien	13.300	14.100	14.000	18.700	2.700.000	5.000.000
 Kanada	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		900.000
 Demokratische Republik Kongo	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		100.000
 Russland	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		100.000
 Serbien	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		100.000
 Simbabwe	900	900	1000	1000		100.000
 Brasilien	160	200	200	200		100.000
 Mexiko	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		100.000
 Portugal	300	200	400	400		100.000
 Österreich	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.		50.000



- Lithium Weltvorkommen ca. $54 \cdot 10^9$ kg
- Für eine Batterie mit 60 kWh werden ca 10kg Lithium benötigt
- Mit den aktuell bekannten Lithium Vorkommen könnten also $5,4 \cdot 10^9$ Batterien (a 60kWh) gefertigt werden
- Im Jahr 2015 gab es weltweit ca. $1,3 \cdot 10^9$ Fahrzeuge !!

„Laut einer [Analyse von Energy Brainpool](#) werden die momentan erschlossenen und wirtschaftlich abbaubaren Lithiumreserven bis 2050 reichen, um die Weltnachfrage zu decken.“ /2/

Kobalt Verwendung



Aktuell (2019) werden 5% der weltweiten Kobaltproduktion für Batterien in der Elektromobilität verwendet

Kobalt Produktion & Ressourcen

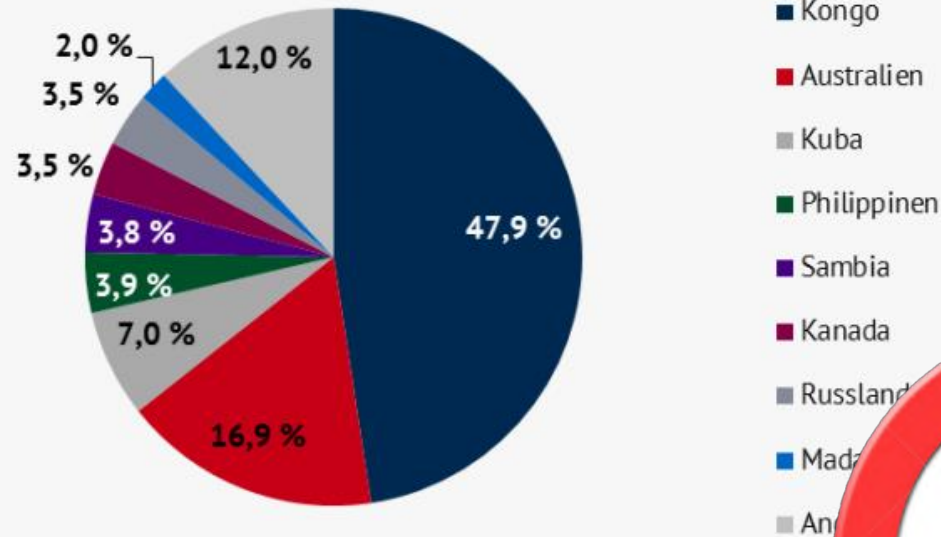
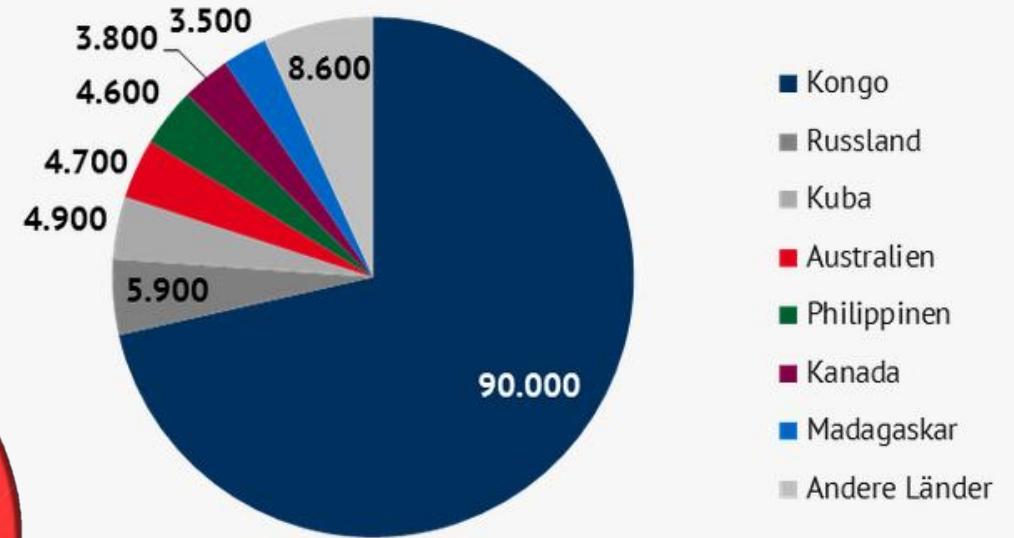


Abbildung 3: Anteile am weltweiten Kobalt-Vorkommen in Prozent [Quelle: statista.com][1]



Gesamtförderung im Jahr 2018: 126.000 Tonnen

Abbildung 2: geschätzter Kobaltabbau in Tonnen im Jahr 2018 [Quelle: investingnews.com][1]



„Die sicheren globalen Reserven betragen 25 Millionen Tonnen, unter dem Meer werden 120 Millionen Tonnen Ressourcen vermutet.“/2/

Der wahre Preis der Elektroautos



Kobaltabbau im Kongo Der hohe Preis für Elektroautos und Smartphones

In der Batterieherstellung für Smartphones, Tablets und neuerdings auch Elektroautos benötigen die Hersteller Kobalt. Im Kongo wird der Rohstoff unter katastrophalen Bedingungen abgebaut – häufig von Kindern. Endabnehmer möchten gerne „sauberes“ Kobalt, aber das ist nicht so leicht zu bekommen.

Von Linda Staude

Hören Sie unsere Beiträge in der Dlf Audiothek



Im Kongo lagert teilweise von Kindern abgebaut wird es

WIRTSCHAFT ERZIELT: Sondersendung zum Brexit-Abkommen LIVESTREAM EINIGUNG ER

HOME » WIRTSCHAFT » Kobalt-Abbau: Bundesregierung kann Kinderarbeit für Elektroautos nicht ausschließen

WIRTSCHAFT

BILANZ KARRIERE DIGITAL GELD JOBS

WIRTSCHAFT KOBALT-ABBAU

Bundesregierung kann Kinderarbeit für Elektroautos nicht ausschließen

Veröffentlicht am 13.07.2019

Von Philipp Vetter
Wirtschaftskorrespondent

WISSENSCHAFT

Nachrichten » Wissenschaft » Mensch » Rohstoffe » Kobalt aus dem Kongo: Hier sterben Menschen für unsere E-Autos

Kobaltförderung im Kongo

Hier sterben Menschen für unsere E-Autos

Kinder schleppen Erzkörbe, Bergleute schürfen unter lebensgefährlichen Bedingungen: Kobalt ist unerlässlich für die Produktion von Akkus, der Abbau hoch umstritten. Experten haben nun Minen im Kongo geprüft.

Ein Interview von Christoph Seidler



Lithium-Abbau in Südamerika

Kehrseite der Energiewende

Im Dreiländereck Bolivien, Chile, Argentinien sollen 70 Prozent der weltweiten Lithium-Vorkommen lagern. Der Rohstoff wird gebraucht, um Elektro-Auto-Batterien herzustellen. In Zeiten der Energiewende wächst der Bedarf nach Lithium rasant. Doch dessen Abbau zerstört die Lebensgrundlage der indigenen Bevölkerung.

Von Susanne Götz

Hören Sie unsere Beiträge in der Dlf Audiothek



Lithium: Abbau und Gewinnung - Umweltgefahren der Lithiumförderung

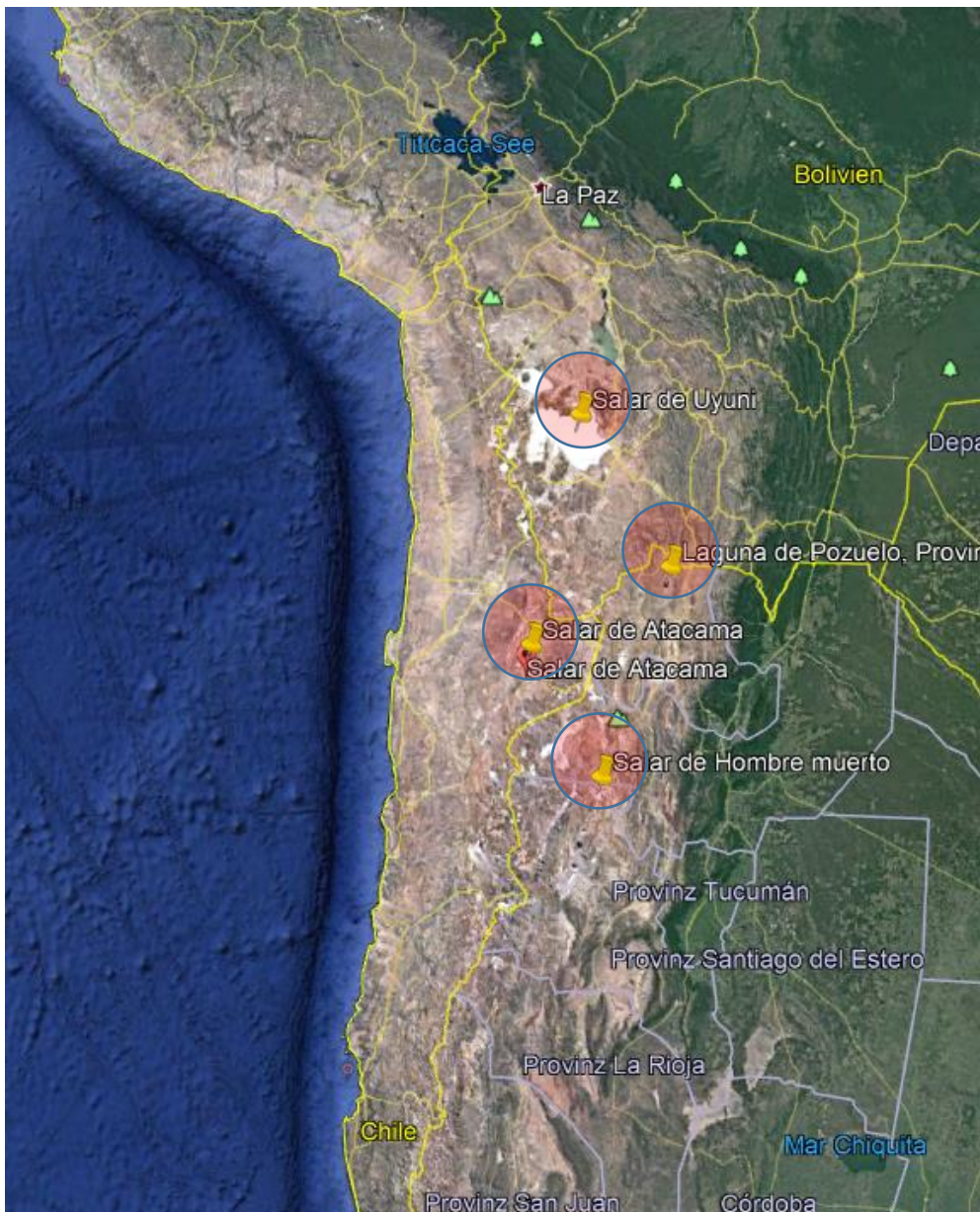
Alle sprechen über Lithium. Doch während Bergbaufirmen und Investoren feiern, leidet die Umwelt. Denn der Abbau greift massiv in die Ökosysteme ein.

Rohstoffe | Von Matthias Lauener | 16. Oktober 2018

lagern sollen, auf einem Salzsee (Yonhap)

Lithiumabbau in Südamerika

- Bolivien: Salar de Uyuni
- Chile: Salar de Atacama
- Argentinien: Pozuelos, Salar de Hombre muerto





Mythos-9:

Rohstoffproblematik

Chile:

Salar de Atacama



WIKIPEDIA
Die freie Enzyklopädie

Salar de Uyuni

[Hauptseite](#) [Von A bis Z](#) [Autorenportal](#)
[Über Wikipedia](#) [Zufälliger Artikel](#) [Letzte Änderungen](#)
[Themenportale](#) [Hilfe](#)

Der **Salar de Uyuni** (auch: Salar de [Tunupa](#)) ist mit mehr als 10.000 km² der größte [Salzsee](#) der Welt. Er liegt im Südwesten [Boliviens](#) auf einer Höhe von 3.653 m und zählt zusammen mit dem [Titicacasee](#) zu den reizvollsten Landschaften des [Altiplano](#). Mit gleißender Helligkeit am Tag und sehr kalten Nächten ähnelt er äußerlich einem sehr hart gefrorenen See.

Die Salzmenge des Salar de Uyuni wird auf ungefähr 10 Milliarden Tonnen geschätzt. Jährlich werden davon etwa 25.000 Tonnen abgebaut und in die Städte transportiert. Darüber hinaus gilt der See als eines der weltweit größten [Lithiumvorkommen](#). Der See ist so gut wie frei von jeglicher Art von Lebewesen. Er ist Brutplatz einiger nur in Südamerika vorkommender [Fleming](#)-Arten.

Während der Regenzeit kann die Salzkruste lokal mit mehreren Dezimetern Wasser bedeckt sein; etwa von Ende Juni bis zum Beginn der Regenzeit Anfang Dezember ist der Salar trocken. Mit Ausnahme der schlammigen Uferzonen und einzelner Wasseraugen (*ojos*) kann dann die bis zu 30 m mächtige Salzkruste selbst von Bussen und LKWs befahren werden.

Während des [Salpeterkrieges](#) war die nahegelegene Stadt [Uyuni](#) eine Garnisonsstadt, heute ist sie Ausgangspunkt für touristische Ausflüge in die Umgebung.

In dem See, etwa 80 km von Uyuni entfernt, liegt die Insel Incahuasi ([Quechua](#): „Haus des Inka“), die für ihre vielen bis ca. 20 m hohen und teilweise mehr als 1.200 Jahre alten Säulenkakteen bekannt ist. In der Trockenzeit kann sie über Colchani mit dem Fahrrad erreicht werden, bei noch bis zu 20 cm Wasserbedeckung auch per Geländewagen.

Eine weitere Insel ist die [Isla del Pescado](#).

[Vollständiger Artikel](#)

Alle Texte stehen unter der [GNU-Lizenz](#) für freie Dokumentation zur Verfügung.



Salzproduktion



Satellitenaufnahme mit Pazifik

Salar de Atacama

Geographie [\[Bearbeiten | Quelltext bearbeiten \]](#)

Lage [\[Bearbeiten | Quelltext bearbeiten \]](#)

Der Salar de Atacama gehört zur Kommune [San Pedro de Atacama](#) im Osten der [Región de Antofagasta](#) nahe der Grenze zu [Bolivien](#). Die Region ist Teil der [Atacamawüste](#), einer der trockensten und einsamsten Landschaften der Erde. Der Salar liegt in der Senke eines 15.620 km² großen abflusslosen Wassereinzugsgebiets.^[2] Die Senke ist ein [tektonischer Graben](#). Im Westen wird der Salar begrenzt durch die [Cordillera Domeyko](#), im Osten durch die [Andenkordillere](#), im Süden durch den Cordón de Lila und im Norden durch die Sedimentablagerungen der [Deltas](#) der Flüsse [Río San Pedro](#) und [Río Villama](#).^[9] In der weiteren Umgebung des Salars gibt es [Thermalquellen](#), [Geysire](#) sowie [Vulkane](#). Bekanntester Vulkan ist der [Licancabur](#) mit 5920 m Höhe.

Beschreibung [\[Bearbeiten | Quelltext bearbeiten \]](#)



Topographische Karte des Salars de Atacama und seiner nächsten Umgebung

Mit einer Ausdehnung von 3051 km² ist er der größte Salar in Chile. Er besteht aus zwei Einheiten, einem Kern und einer Randzone. Der Kern hat eine Oberfläche von 1100 km², reicht bis 1,7 km tief und besteht zu 90 % aus festem, porösem, von [Sole](#) durchsetztem [Natriumchlorid](#). Die Sole hat eine sehr hohe [Dichte](#) von 1,238 kg/l und ist reich an [Lithium](#), [Kalium](#), [Magnesium](#) und [Bor](#). Um den Kern herum liegt die Randzone. Sie besteht aus feinen salzhaltigen (hauptsächlich Gips),

lehmigen Sedimenten.^{[3][5][6][10]}

Wo die wenigen Wasserzuflüsse den Salar erreichen, befinden sich eine Reihe von [Oasen](#), die schon seit prähistorischen Zeiten besiedelt wurden. Die Niederschlagsraten im Salar sind außerordentlich gering. Die jährlichen Raten für Regen variieren von weniger als 3 mm/a bis höchstens 50 mm/a.^{[2][3][9][11]} Die [Verdunstungs](#)raten im Salar erreichen ebenfalls Extremwerte, sie variieren von 1800 mm/a bis zu 3200 mm/a.^[3]

Entstehung [\[Bearbeiten | Quelltext bearbeiten \]](#)

Der Salar besteht aus klastischen Sedimenten und Evaporiten, die ein trockenere Paläosee hinterlassen hat. Bedingt durch Klimaschwankungen ist in den letzten einhunderttausend Jahren vier Mal ein See an dieser Stelle aufgetreten. Der älteste See lag dort vor 75.700 bis 60.700 Jahren, der letzte vor 6.200 bis 3.500 Jahren.^[12]

Nach einer Abschätzung aus dem Jahr 1996 erreichen den Salar jährlich 52 Millionen Kubikmeter Wasser durch oberirdische, und 90 Millionen Kubikmeter durch unterirdische Zuflüsse. Davon werden 27 Millionen Kubikmeter für landwirtschaftliche Bewässerung abgezweigt. Hinzu kommen noch durchschnittlich 30 Millionen Kubikmeter an Niederschlägen über dem Salar. Im Wasser gelöst werden so jährlich 335.000 Tonnen Salze in den Salar eingetragen, darin sind 270 Tonnen Lithium und 5.300 Tonnen Kalium enthalten. Im Salar verdunsten jährlich 145 Millionen Kubikmeter Wasser. Der Kern des Salars erhält so 0,1 mm pro Jahr an neuen Salzsedimenten.^[10]

	Honar (0,6 l/s), Gebirgsbäche von Jerez, Talabre, Camar, Peine, Tarajne und Tulán, ^{[1][2]} Niederschlagsraten: <3 – 50 mm/a ^[3]
Abfluss	kein, Evaporationsraten 1800 – 3200 mm/a ^[3]
Orte oder Städte am Ufer	San Pedro de Atacama
Daten	
Koordinaten	23° 24′ S, 68° 15′ W
	
Höhe über Meeresspiegel	2300 m ^[4]
Fläche	3051 km ² ^[5] davon 12,6 km ² Wasserspiegel ^[1]
Länge	90 km ^[2]
Breite	35 km ^[2]
Maximale Tiefe	1700 m ^[6]
Mittlere Tiefe	650 m ^[6]
Einzugsgebiet	15.620 km ² ^[2]



Enormer Wasserverbrauch bei der Herstellung von Akkus ?



Maximilian Fichtner,
Direktor am Helmholtz-Institut für elektrochemische
Energiespeicherung in Ulm



„Fichtner gibt zu verstehen, dass für das benötigte Lithium eines Akkus mit einer Kapazität von 64 Kilowattstunden (kWh) nach den gängigen Berechnungsmethoden 3.840 Liter Wasser verdunsten. Dieser Wert sei gleichzusetzen mit dem Wasserverbrauch bei der Produktion von 250 Gramm Rindfleisch, zehn Avocados, 30 Tassen Kaffee oder einer halben Jeans.“

Quelle: Der Tagesspiegel – [Wenn elf Avocados umweltschädlicher als eine E-Auto-Batterie sind](#)



Kobaltabbau in der DR Kongo

- Die so oft zitierten Kobaltminen in der DR Kongo sind keine reinen Kobaltminen, sondern Kupfer und Nickelminen. Kobalt ist lediglich ein Nebenprodukt bei der Förderung
- 80 % der Kupfer-/Nickel-/Kobaltförderung erfolgt im industriellen Abbau
- 10-20 % des Abbaus erfolgt zum größten Teil illegal „artisanal“. Hierbei besteht das Risiko zu Kinder- und Zwangsarbeit.
- Aktuell werden ca 5% des Kobaltabbaus für Batterien in Elektrofahrzeugen verwendet.
- Aufgrund des aktuellen Überangebots und dem daraus resultierenden Preisverfall wird Glencore den Tagebau Mutanda zum Jahresende (2019) „vorübergehend“ schließen/1/
- 2022 will Glencore den Betrieb in Mutanda wieder aufnehmen /3/

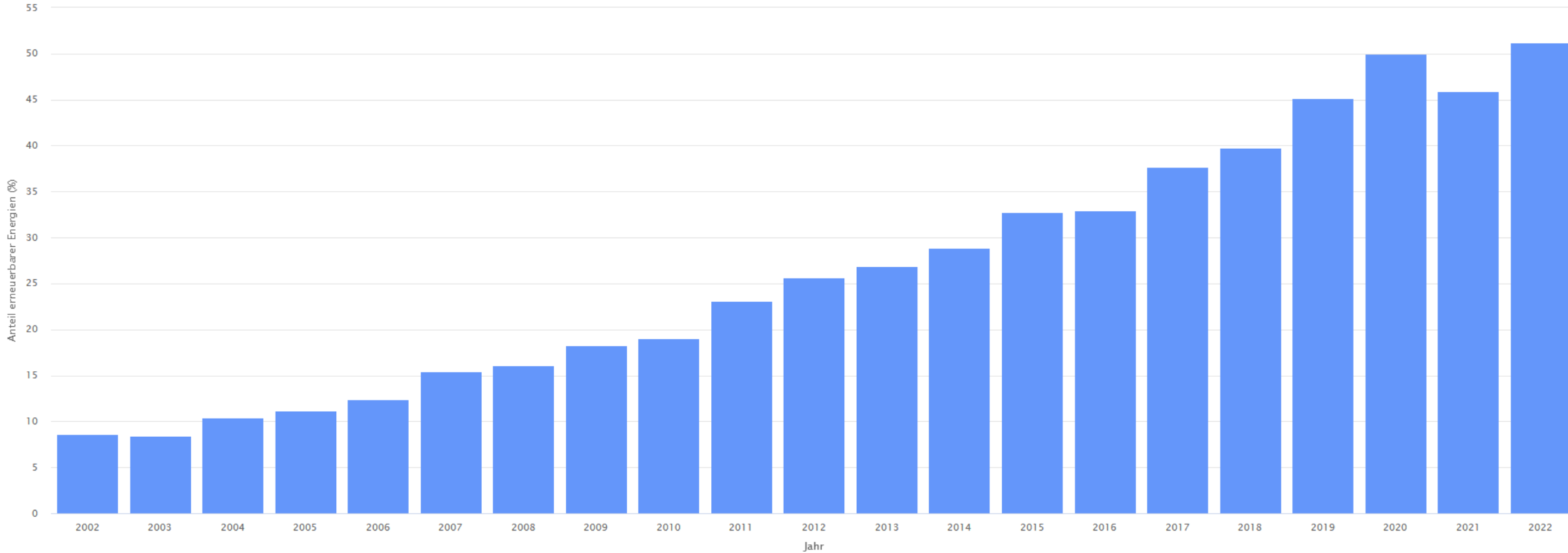


Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Zu wenig Rohstoffe für die Produktion**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**



Jährlicher Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland



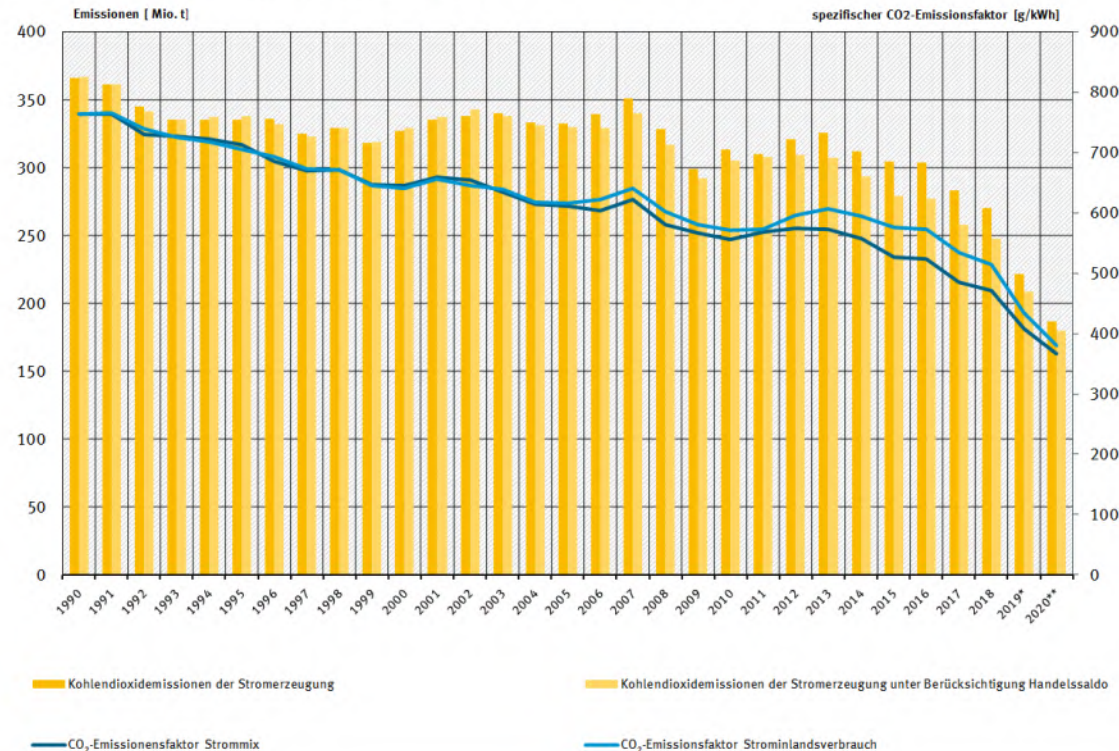
Energy-Charts.info - letztes Update: 05.04.2022, 18:17 MESZ

Mythos-10:

Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff

Wieviel CO₂ verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2019 und erste Schätzungen 2020 im Vergleich zu CO₂-Emissionen der Stromerzeugung

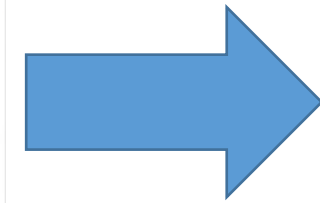


2019* vorläufig 2020** geschätzt

Quellen: Umweltbundesamt eigene Berechnungen Februar 2021

Jahr	Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung [Mio. t]	CO ₂ -Emissionsfaktor Strommix [g/kWh]	CO ₂ -Emissionsfaktor Strominlandsverbrauch [g/kWh]	Kohlendioxidemissionen der Stromerzeugung unter Berücksichtigung des Handelsaldos [Mio. t]
1990	366	764	763	367
1991	361	764	765	361
1992	345	730	739	341
1993	335	726	725	335
1994	335	722	718	337
1995	335	713	706	338
1996	336	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	635	639	338
2004	333	615	618	331
2005	333	610	616	330
2006	339	603	622	329
2007	351	621	640	340
2008	328	581	602	316
2009	299	566	580	292
2010	313	555	570	305
2011	310	568	572	308
2012	321	573	595	309
2013	326	572	606	307
2014	312	557	593	293
2015	304	527	575	279
2016	304	523	572	277
2017	283	485	533	258
2018	270	471	515	247
2019*	222	408	434	208
2020**	187	366	380	180

2019* vorläufig 2020** geschätzt



2020: 366g CO₂/kWh

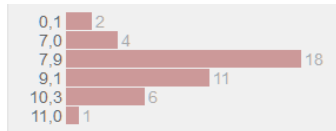
Elektromobilität ist klimafreundlicher

Vergleich Diesel Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



Audi A7 3,0 DTI

m = 1955 kg
P = 210 kW



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

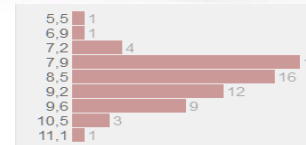
Energieverbrauch (Brutto):
(8,8 l/100km) * (9,8kWh/l)
= 83,3 kWh/100km
Wirkungsgrad 25%
0,25 * (83,3 kWh/100km)
= **20,8 kWh/100km**

⇒ **22,26 kg CO₂ /100km**



Mercedes CLS 350 CDI

m = 1970 kg
P = 195 kW



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

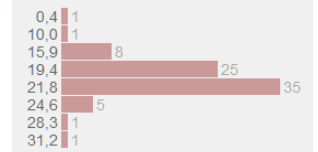
Energieverbrauch (Brutto):
(8,2 l/100km) * (9,8kWh/l)
= 80,4 kWh/100km
Wirkungsgrad 25%
0,25 * (80,4 kWh/100km)
= **20,1 kWh/100km**

⇒ **21,73 kg CO₂ /100km**



Tesla MS

m = 2108 kg
P = 241 kW



Energieverbrauch $\phi = 20,8$ 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)
7,6 kg CO₂ /100km (2020)

Elektromobilität ist klimafreundlicher

CO₂ Äquivalente Diesel:

2,65kg CO₂ /l

CO₂ Äquivalente Benzin:

2,33kg CO₂ /l

CO₂ Äquivalente im deutschen Strommix:

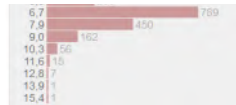
489g CO₂ /kWh (2017) , 401g CO₂ /kWh (2019) , 366g CO₂ /kWh (2020)

Vergleich

Diesel/Benzin Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



m = 1052 Kg
P = 66 kW



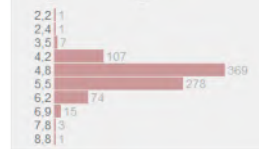
Kraftstoffverbrauch $\phi = 7,1$ l/100km
[\(https://www.spritmonitor.de/](https://www.spritmonitor.de/) 2018-12-09)

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

⇒ 16,5 kg CO₂/100km



m = 1052 Kg
P = 54 kW



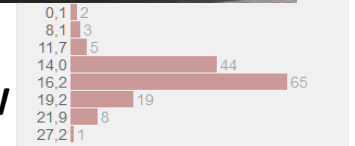
Kraftstoffverbrauch $\phi = 5,0$ l/100km
[\(https://www.spritmonitor.de/](https://www.spritmonitor.de/) 2018-12-11)

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

⇒ 13,3 kg CO₂/100km



m = 1575 kg
P = 80/53 kW



Energieverbrauch $\phi = 16,2$ kWh/100km
[\(https://www.spritmonitor.de/](https://www.spritmonitor.de/) 2018-12-11)

Energieverbrauch:
= 16,2 kWh/100km

⇒ 7.9 kg CO₂/100km (2017)
⇒ 6,5 kg CO₂/100km (2019) -22%
⇒ 5,9 kg CO₂/100km (2020) -34%

Elektromobilität ist klimafreundlicher

CO₂ Äquivalente Diesel: 2,65kg CO₂/l
CO₂ Äquivalente Benzin: 2,33kg CO₂/l
CO₂ Äquivalente im deutschen Strommix: 489g CO₂/kWh (2017), 401g CO₂/kWh (2019), 366g CO₂/kWh (2020)

Vergleich

Diesel/Benzin Verbrennungsfahrzeuge/Elektrofahrzeug



Golf 1,4 TSI

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



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

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

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



Golf 2,0 TDI

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



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

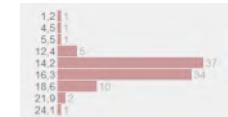
Energieverbrauch (Brutto):
(5,63 l/100km) * (9,8kWh/l)
= 55,17 kWh/100km
Wirkungsgrad 25%
0,25 * (55,17 kWh/100km)
= **13,7 kWh/100km**

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



E-Golf

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



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

Energieverbrauch:

= 15,1 kWh/100km

$\Rightarrow 7,38 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$ (2017)
 $6,05 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$ (2019) -22%
 $5,53 \text{ kg CO}_2 / 100\text{km}$ (2019) -34%

Elektromobilität ist klimafreundlicher

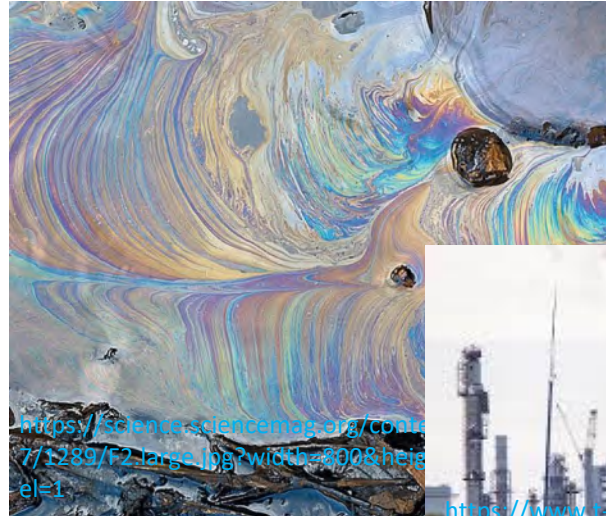
CO_2 Äquivalente Diesel:	2,65kg CO_2 / l
CO_2 Äquivalente Benzin:	2,33kg CO_2 / l
CO_2 Äquivalente im deutschen Strommix:	489g CO_2 / kWh (2017) , 401g CO_2 / kWh (2019) , 366g CO_2 / kWh (2020)

Mythen der Elektromobilität

- Mythos-1: Mit steigendem Anteil an Elektrofahrzeugen droht der Strom Gau**
- Mythos-2: Elektrofahrzeuge haben zu geringe Reichweite**
- Mythos-3: Elektrofahrzeuge sind zu teuer**
- Mythos-4: Keine zuverlässigen Batterien**
- Mythos-5: Zu lange Ladezeiten**
- Mythos-6: Nicht genügend (öffentliche) Lademöglichkeiten**
- Mythos-7: Elektrofahrzeuge sind (brand)gefährlich und explodieren**
- Mythos-8: Elektrofahrzeuge sind zu leise**
- Mythos-9: Zu wenig Rohstoffe für die Produktion**
- Mythos-10: Elektromobilität ist nicht klimafreundlicher als konventioneller Kraftstoff**




Ist die Erdölförderung etwa umweltfreundlich ?



Ist es nicht fürchterlich, wie Windräder unsere schöne Landschaft verschandeln !?







„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.



Mythen der Elektromobilität



© Can Stock Photo

Fragen ?

Diskussion !

Prof. Dr.-Ing. Rainer Klein

Baden-Wuerttemberg Cooperative State University (DHBW-Mosbach)

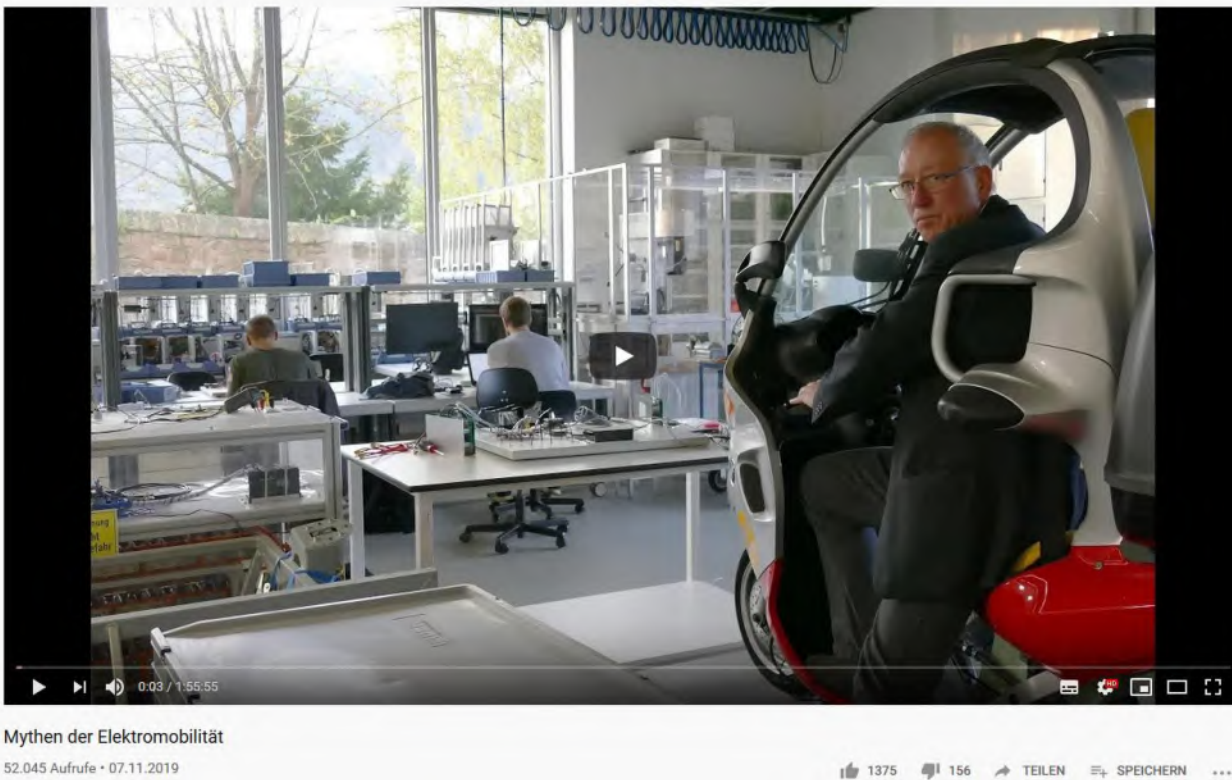
Department of Mechatronis / Electromobility

Rainer.klein@mosbach.dhbw.de

www.dhbw-mosbach.de

„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>

Cars: Battery electric most efficient by far

Für 100km benötigte Energie

19kWh

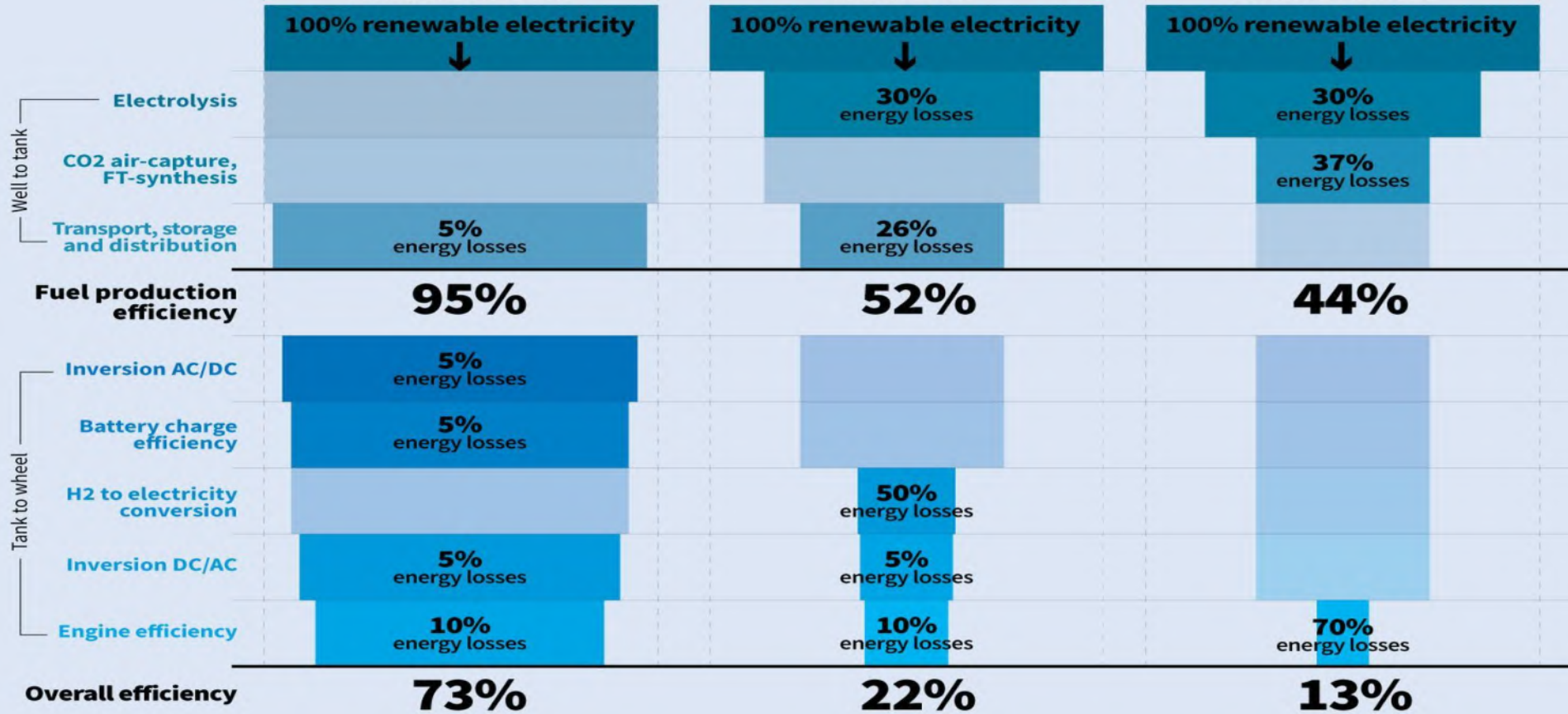
Direct charging
battery electric vehicle

64kWh

Hydrogen
fuel cell vehicle

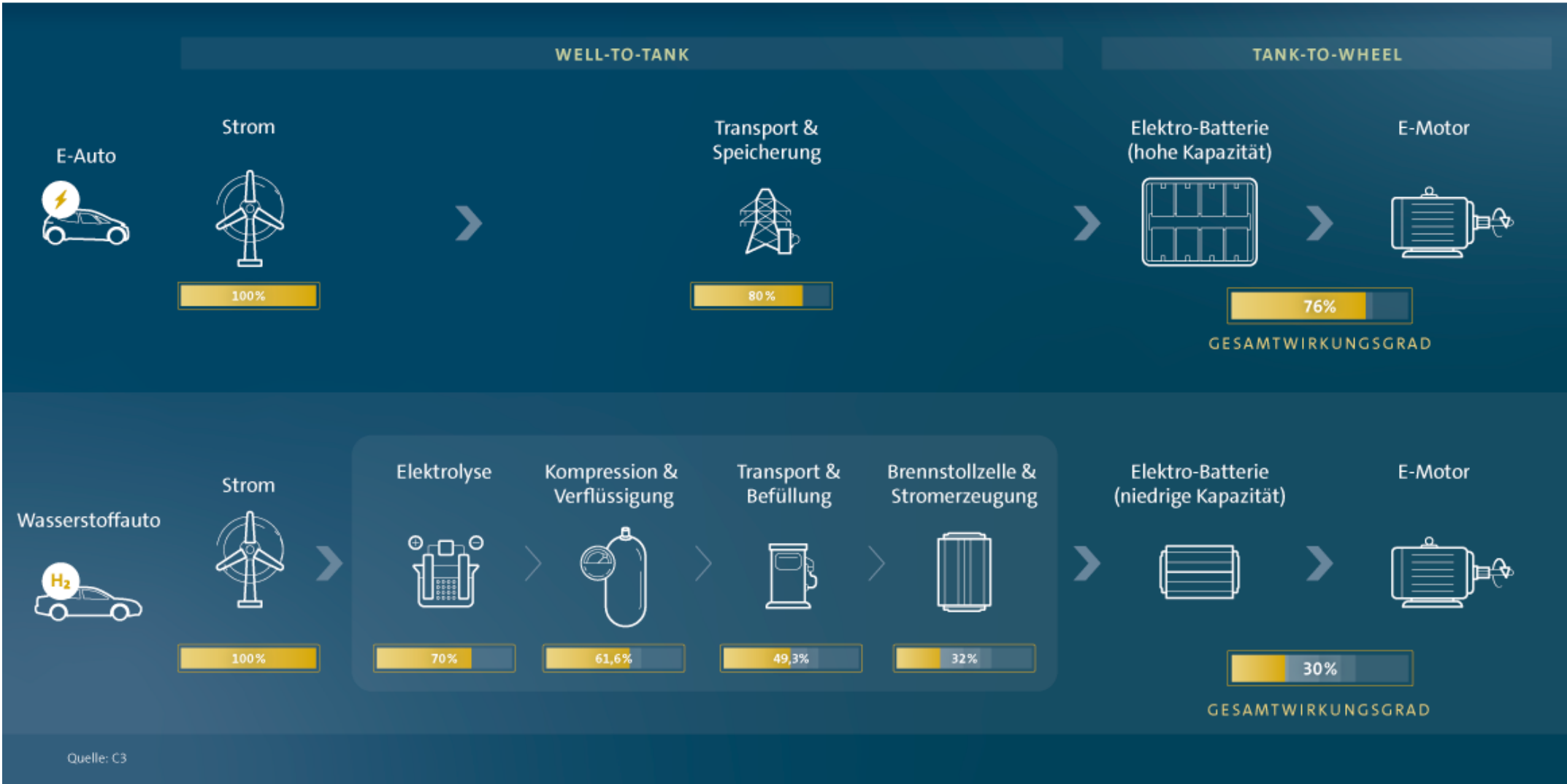
108kWh

Power to liquid
conventional vehicle



WASSERSTOFF UND E-ANTRIEB

Die Wirkungsgrade im Vergleich bei Nutzung von Öko-Strom



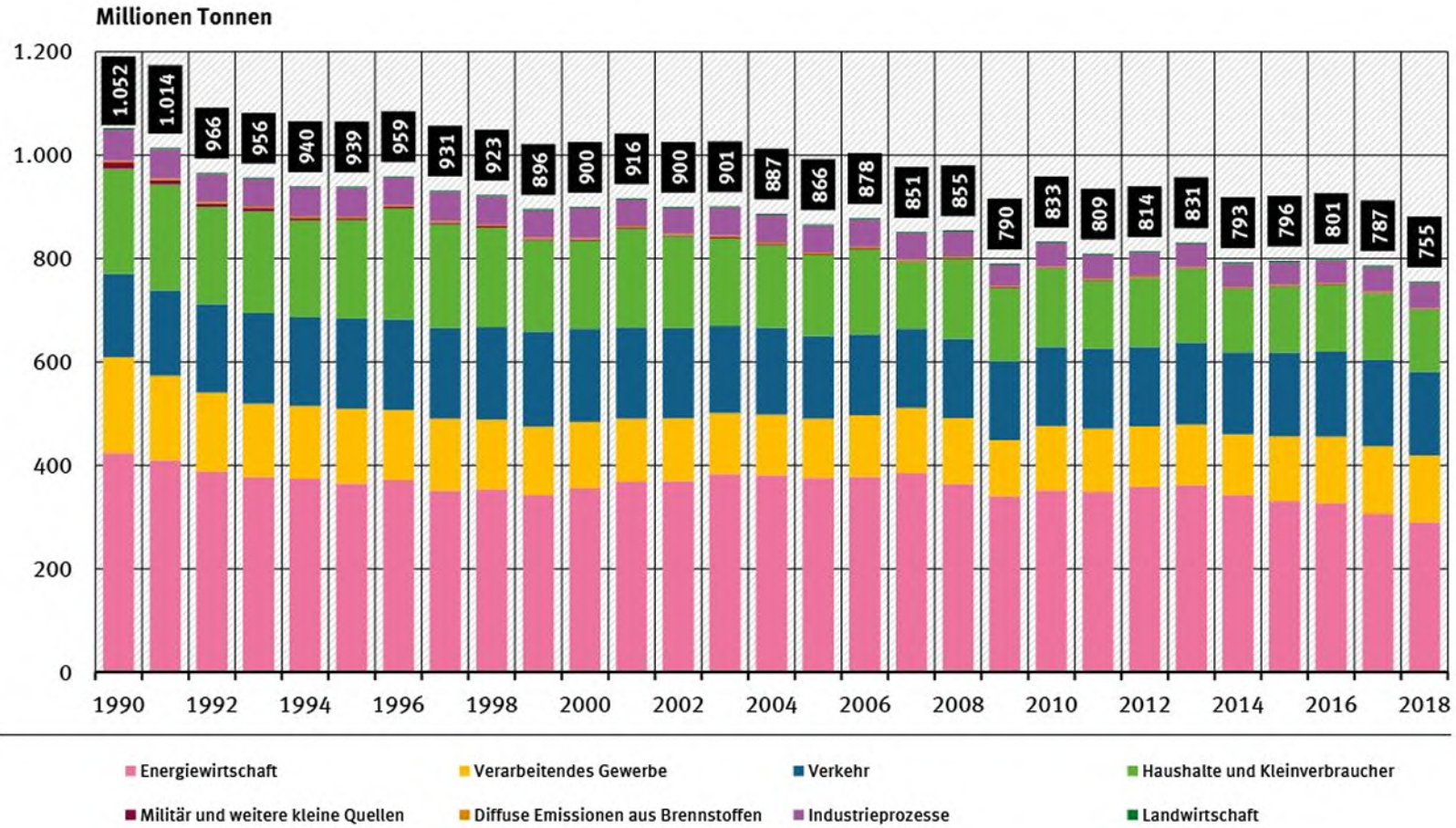
Zuerst ignorieren sie dich,
dann lachen sie über dich,
dann bekämpfen sie dich und
dann gewinnst du.



Mahatma Gandhi



Emissionen von Kohlendioxid nach Kategorien



Kohlendioxid-Emissionen: ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
 Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u. a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 12/2019)

CO2-EMISSIONEN IN DER EU

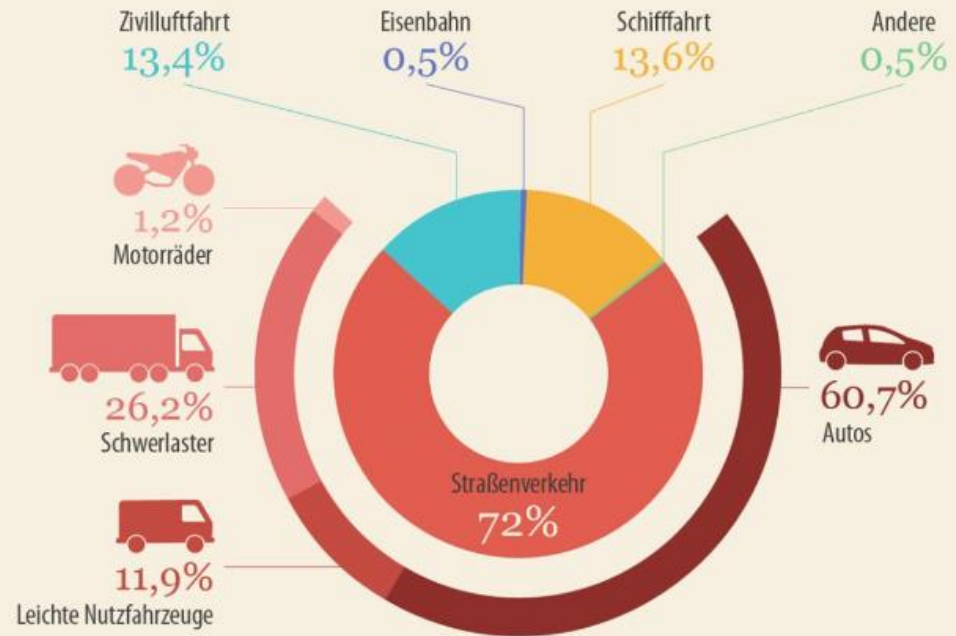
In neuem Fenster öffnen

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



CO2-EMISSIONEN DES VERKEHRS IN DER EU

Aufschlüsselung der Emissionen nach Verkehrsträgern (2016)



Quelle: Europäische Umweltagentur

