



Prof. Dr.-Ing. Michael Lindemann

Neue Antriebstechnologien

Zwischen Anspruch und Wirklichkeit

12.03.2021

Ziel des Vortrags

Es ist **NICHT** das Ziel, verschiedene Antriebsarten untereinander zu vergleichen und bewertend gegenüberstellen. Zu unsicher sind die Bilanzierungsgrenzen von Well-to-Wheel bzw. Tank-to-Wheel.

Ziel ist es, ein Status Quo verschiedener Antriebskonzepte zu bringen und aufzuzeigen, wie die Entwicklung in den Zulassungszahlen ist und wie diese sich begründen.

Inhalt



Alternative Antriebskonzepte

Oder: Was gibt es und worin liegen die Vorteile?



Zulassungszahlen

Oder: Wie ist der Status Quo? Und warum ist es so wie es ist?



Fazit

Oder: Gibt es noch Alternativen?

Alternative Antriebskonzepte



Hybridantriebe

- Von Micro- bis Fullhybrid zunehmende elektrische Leistung im Fahrzeug

Ziele:

- Eine Antriebsart überbrückt schlechte Wirkungsgradbereiche der anderen Antriebsart (Normaler Hybrid)
- *oder* weitestgehende Vermeidung verbrennungsmotorischer Antriebe (Plug-In-Hybride)

Alternative Antriebskonzepte



Elektrofahrzeuge

- Ausschließlich elektrische Antriebe gespeist über Batterien oder Brennstoffzelle

Ziele:

- Vermeidung breitgestreuter Emissionen
- Vermeidung lokaler Emissionen
- Reduzierter CO₂-Ausstoß
- Schonung und Unabhängigkeit von Ressource Erdöl

Alternative Antriebskonzepte



CNG – Compressed Natural Gas

- Erdgas stark verdichtet auf 200 bar
- 85 % Methan, 10 % Stickstoff und CO₂ + Ethan, Propan, Butan
- 1 kg H-Gas entspricht 1,28 L Diesel bzw. 1,44 Liter Benzin (Energieinhalt)

Ziele:

- Sehr geringe Emissionen (z.B. Feinstaub)
- Verfügbarkeit von Erdgas

Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/31/Opel_Zafira_Tourer_%28front%29.jpg/330px-Opel_Zafira_Tourer_%28front%29.jpg, Zugriff: 11.02.2021

Alternative Antriebskonzepte



LPG = Liquefied Petroleum Gas

- Verflüssigtes Gemisch aus Propan und Butan
- Verflüssigung bei vergleichsweise geringem Druck (< 10 bar)
- Auch bekannt als Autogas

Ziele:

- Kostengünstiger Flüssigkraftstoff
- Bessere CO₂-Bilanz als Benzin

Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/77/Logan-LPG-ACME-2.jpg/1024px-Logan-LPG-ACME-2.jpg>, Zugriff 10.03.2020

Alternative Antriebsarten (Kosten)

	Erdgas	Autogas	Diesel	Benzin	BEV	BEHV
Kosten	1,15 €/kg	0,60 €/l	1,15 €/l	1,34 €/l	0,32 €/kWh ¹⁾	Mix
Fahrzeug	Golf TGI 1.5	Opel Astra 1.4	Golf TDI 1.6	Golf TSI 1.4	eGolf (2017)	Golf GTE
Leistung	96 kW	103 kW	85 kW	92 kW	100 kW	75/110/150 kW
Verbrauch	5,1 l/100 km 3,5 kg/100 km	7,3 l/100 km	4,1 l/100 km	5,1 l/100 km	12,7 kWh/100km	1,6 l/100km 11,7 kWh/100km
Reichweite	482 km 639 km	644 km	1200 km	961 km	190 km	50 km
Kosten	4,03 €/100 km	4,38 €/100 km	4,72 €/100 km	6,83 €/100 km	4,06 €/100 km	5,44 ²⁾ €/100 km
Kosten/100 kW	4,20 €/100 km	4,25 €/100 km	5,55 €/100 km	7,42 €/100 km	4,06 €/100 km	4,95 €/100 km

¹⁾ Quelle: co2online.de, Strommix 2020

²⁾ Annahme: 50 km elektrisch und 50 km mit VKM@5,5 l/100 km

Alternative Antriebsarten (Kosten)

	Erdgas	Autogas	Diesel	Benzin	BEV	BEHV
Kosten	1,15 €/kg	0,60 €/l	1,15 €/l	1,34 €/l	0,32 €/kWh ¹⁾	Mix
Fahrzeug	Golf TGI 1.5	Opel Astra 1.4	Golf TDI 1.6	Golf TSI 1.4	eGolf (2017)	Golf GTE
Leistung	96 kW	103 kW	85 kW	92 kW	100 kW	75/110/150 kW
Verbrauch	5,1 l/100 km 3,5 kg/100 km	7,3 l/100 km	4,1 l/100 km	5,1 l/100 km	12,7 kWh/100km	1,6 l/100km 11,7 kWh/100km
Reichweite	482 km 639 km	644 km	1200 km	961 km	190 km	50 km
Kosten	4,03 €/100 km	4,38 €/100 km	4,72 €/100 km	6,83 €/100 km	4,06 €/100 km	5,44 ²⁾ €/100 km
Kosten/100 kW	4,20 €/100 km	4,25 €/100 km	5,55 €/100 km	7,42 €/100 km	4,06 €/100 km	4,95 €/100 km

¹⁾ Quelle: co2online.de, Strommix 2020

²⁾ Annahme: 50 km elektrisch und 50 km mit VKM@5,5 l/100 km

Alternative Antriebsarten (Kosten)

	Erdgas	Autogas	Diesel	Benzin	BEV	BEHV
Kosten	1,15 €/kg	0,60 €/l	1,15 €/l	1,34 €/l	0,32 €/kWh ¹⁾	Mix
Fahrzeug	Golf TGI 1.5	Opel Astra 1.4	Golf TDI 1.6	Golf TSI 1.4	eGolf (2017)	Golf GTE
Leistung	96 kW	103 kW	85 kW	92 kW	100 kW	75/110/150 kW
Verbrauch	5,1 l/100 km 3,5 kg/100 km	7,3 l/100 km	4,1 l/100 km	5,1 l/100 km	12,7 kWh/100km	1,6 l/100km 11,7 kWh/100km
Reichweite	482 km 639 km	644 km	1200 km	961 km	190 km	50 km
Kosten	4,03 €/100 km	4,38 €/100 km	4,72 €/100 km	6,83 €/100 km	4,06 €/100 km	5,44 ²⁾ €/100 km
Kosten/100 kW	4,20 €/100 km	4,25 €/100 km	5,55 €/100 km	7,42 €/100 km	4,06 €/100 km	4,95 €/100 km

²⁾ Quelle: co2online.de, Strommix 2020

³⁾ Annahme: 50 km elektrisch und 50 km mit VKM@5,5 l/100 km

Alternative Antriebsarten (CO₂)

	Erdgas	Autogas	Diesel	Benzin	BEV	BEHV
CO ₂ -Emissionen	1,63 kg/kg ¹⁾	1,62 kg/l ¹⁾	2,65 kg/l ¹⁾	2,32 kg/l ¹⁾	0,401 kg/kWh ²⁾	Elektro/ Benzin
Fahrzeug	Golf TGI 1.5	Opel Zafira 1.4	Golf TDI 1.6	Golf TSI 1.4	eGolf (2017)	Golf GTE
Leistung	96 kW	103 kW	85 kW	92 kW	100 kW	75/110/150 kW
Verbrauch	5,1 l/100 km 3,5 kg/100 km	8,5 l/100 km	4,1 l/100 km	5,2 l/100 km	12,7 kWh/100km	1,6 l/100km 11,7 kWh/100km
CO ₂ -Emissionen ⁴⁾	9,5 kg/100 km	13,9 kg/100 km	10,6 kg/100 km	12,0 kg/100 km	5,1 kg/100 km	8,4 kg/100 km³⁾
Bezogen auf 100 kW	9,9 kg/100 km	11,46 kg/100 km	12,82 kg/100 km	12,83 kg/100 km	5,1 kg/100 km	7,64 kg/100 km

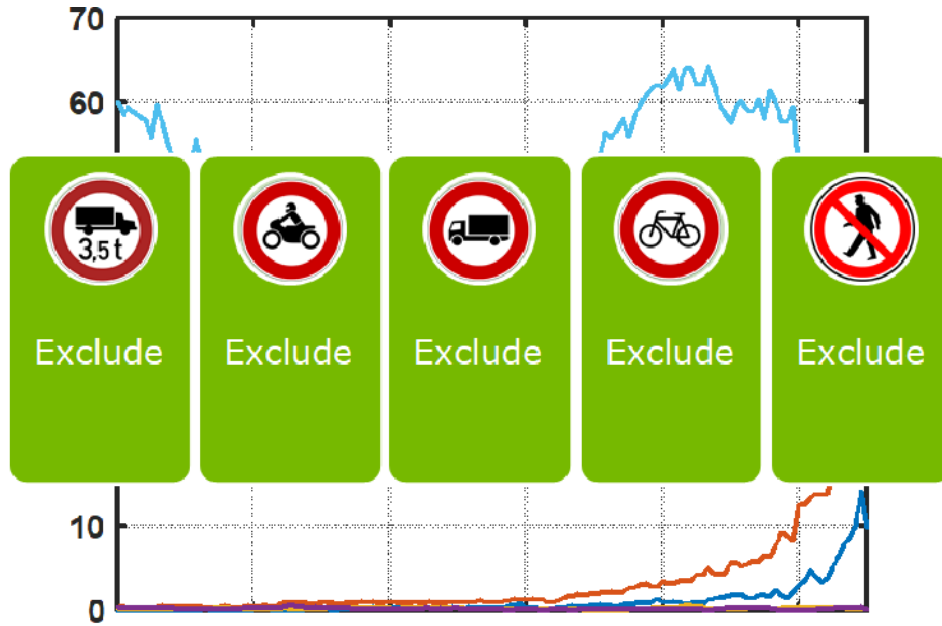
¹⁾ Quelle: Statista.com, Zugriff am 05.03.2021

²⁾ Quelle: Statista, Strommix 2019, Zugriff am 09.03.2021

³⁾ Annahme: 50 km elektrisch und 50 km mit VKM@5,5 l/100 km

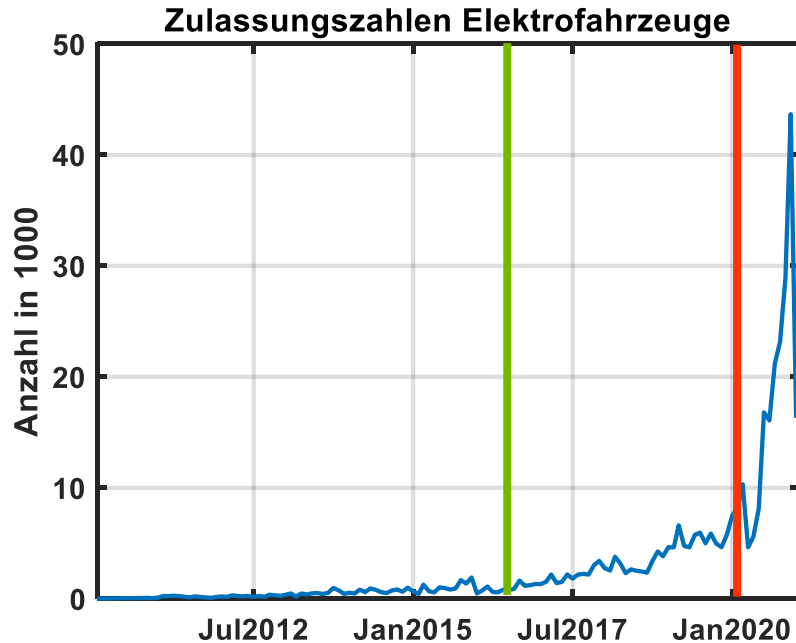
⁴⁾ Sofern nicht anders gekennzeichnet, sind Werte Datenblattangaben

Zulassungszahlen



- Daten erst ab 2010, weil Trends vorher nicht sichtbar
- Fokus Neuzulassungszahlen für Pkw
- Keine Zweiräder oder andere Fahrzeuge/Bewegungsformen
- kein Bezug zu zurückgelegten Kilometern
- Nur Tank-to-Wheel

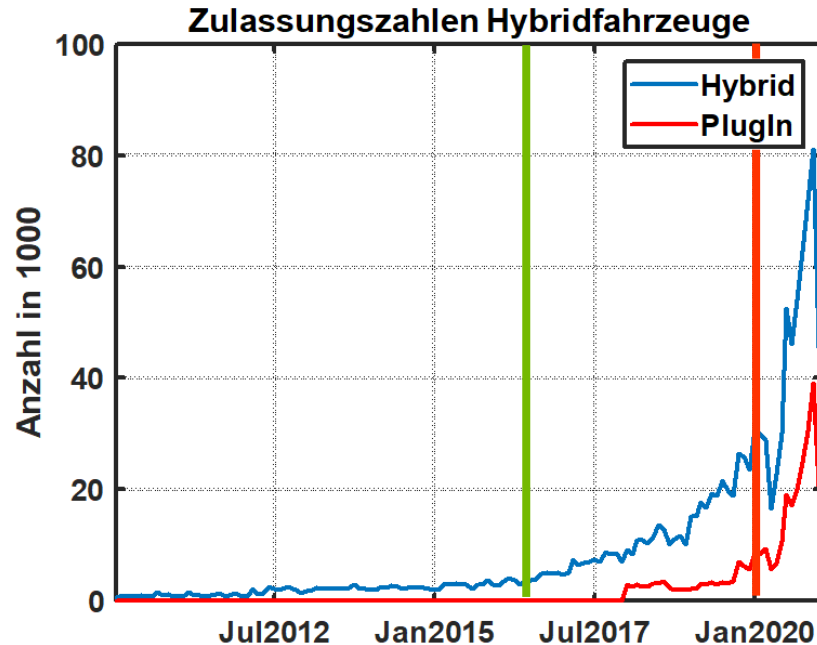
Erstzulassungen E-Fahrzeuge



Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

- **Juli 2016:** Umweltprämie - Förderprogramm der Bundesregierung für Elektroautos
- **Februar 2020:** EU-Zustimmung für höhere Förderprämien

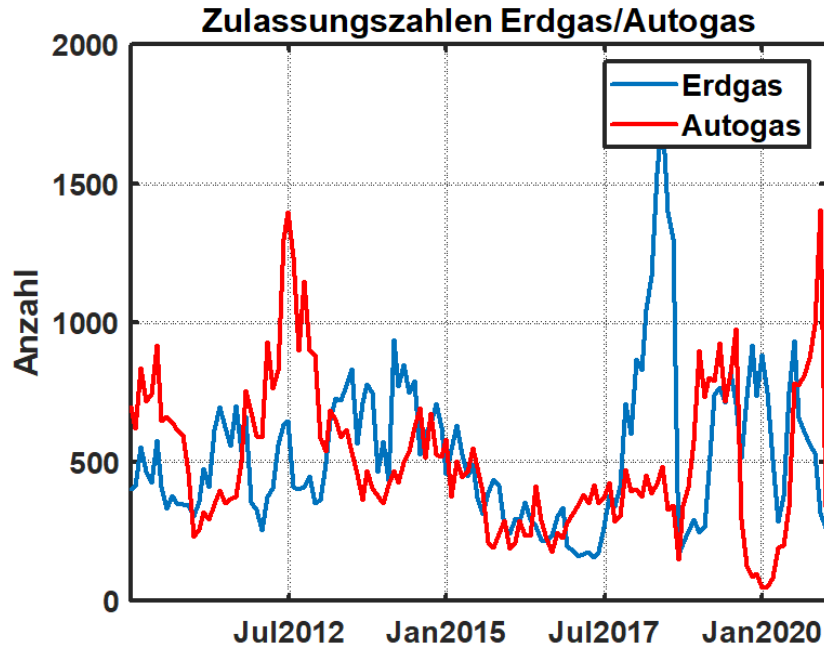
Erstzulassungen Hybridfahrzeuge



Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

- **Juli 2016:** Umweltprämie - Förderprogramm der Bundesregierung für Elektroautos
- **Februar 2020:** EU-Zustimmung für höhere Förderprämien

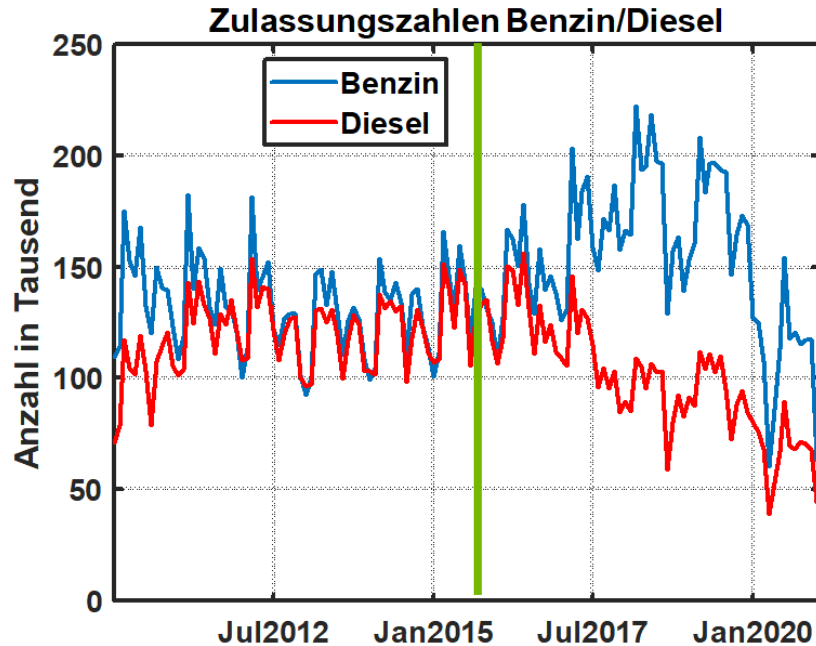
Erstzulassungen CNG/LPG-Fahrzeuge



- „Boom“ bei Zulassungen von Erdgasfahrzeugen in 2018 (Folge der Dieselkrise)

Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

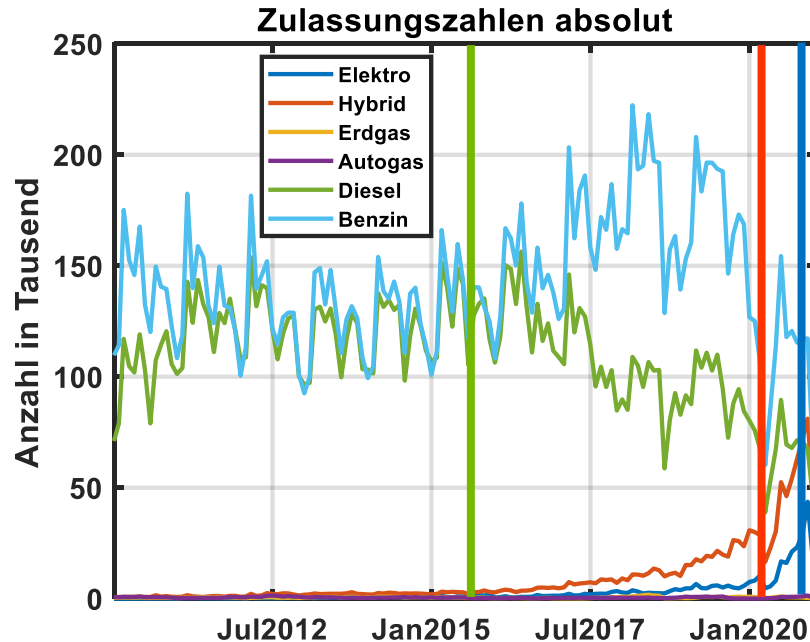
Erstzulassungen Benzin/Diesel



Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

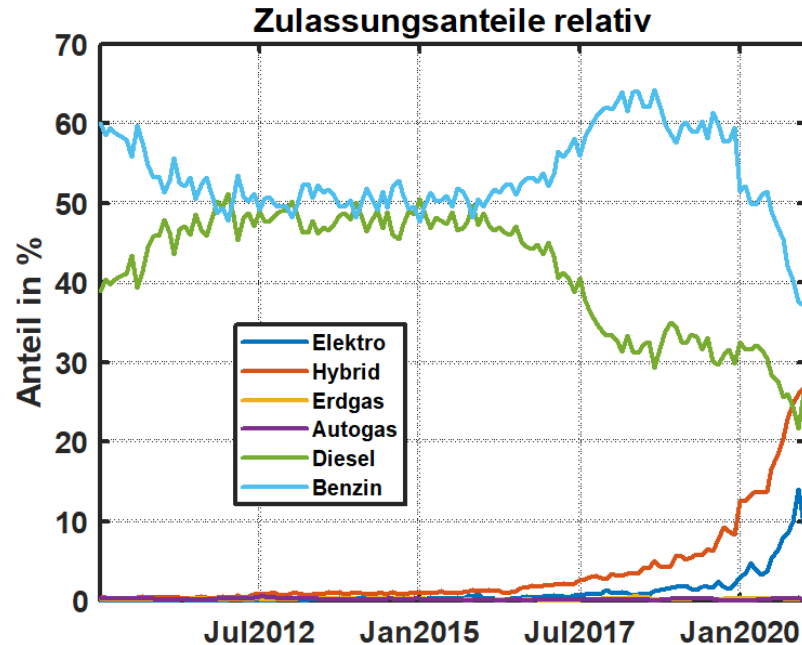
- **18. September 2015:** Dieselgate-Affäre
- Im Folgenden Zunahme der Benziner-Verkäufe, Abnahme der Dieselizeulassungen

Absolute Zulassungen (Alle)



- **September 2015:** Dieselgate-Affäre
- **März 2020:** Corona-Lockdown
- **Januar 2021:** Wieder erhöhte MwSt.

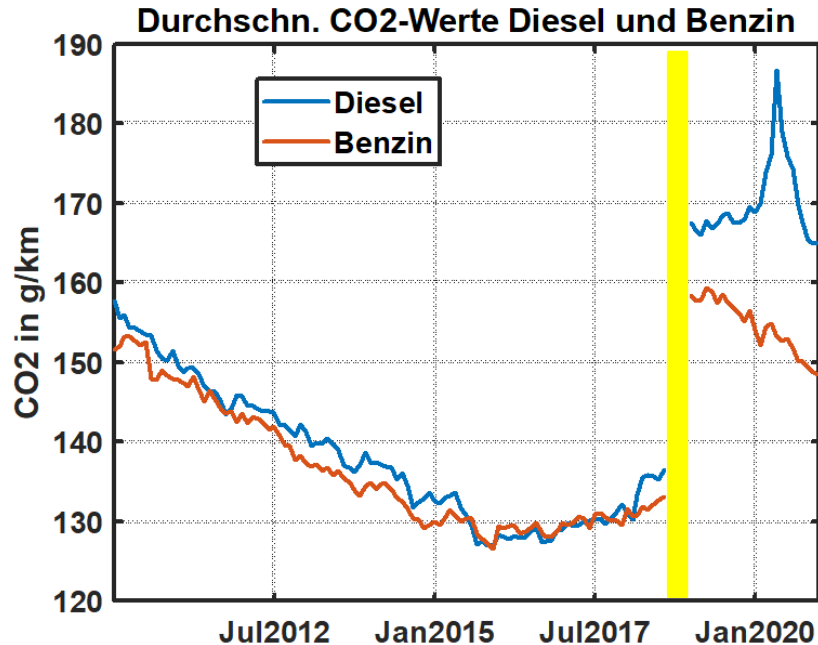
Relative Zulassungsanteile (Alle)



- Die Dominanz der Benzinantriebe schwindet.
- E-Fahrzeuge und Hybride liegen aktuell bei ca. 40 %

Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

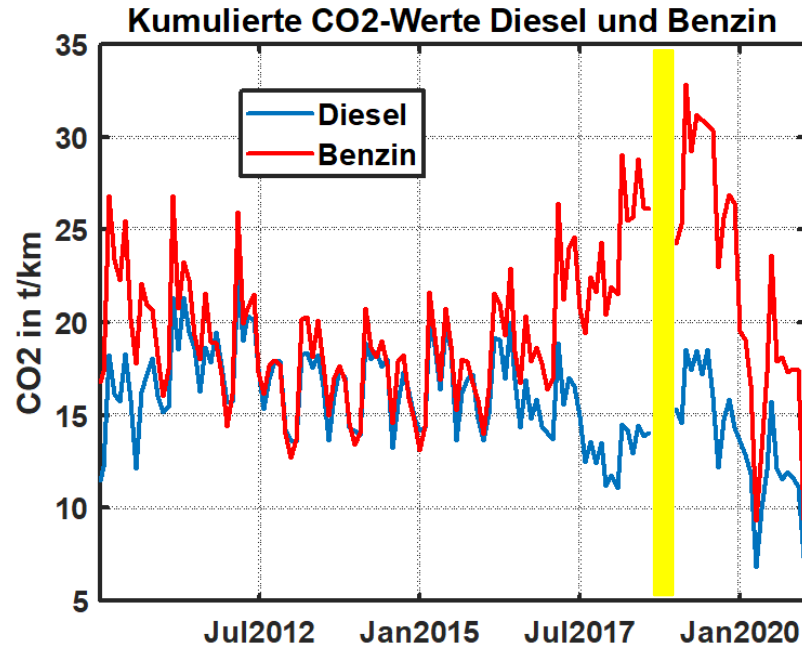
CO₂-Werte Benzin/Diesel



- Gelber Bereich: Umstellung auf WLTP

Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

CO₂-Werte Benzin/Diesel



- Gelber Bereich: Umstellung auf WLTP
- Verringerung der CO₂-Emissionen hauptsächlich durch deutlich geringere Zulassungszahlen. Verbräuche fallen weniger schnell

Quelle: <https://www.kba.de/> Zugriff: 03.03.2021

Zusammenfassung/ Fazit

- Unter den aktuellen alternativen Antriebsformen setzen sich nur Elektroantriebe und Hybridantriebe durch.
- Gasantriebe weiterhin nur in sehr geringen Stückzahlen
- Deutlicher Abfall konventioneller Antriebe (Benzin/Diesel) sichtbar.
- Vorteile in Kosten/Emissionen spiegeln sich nicht oder kaum in den Zulassungszahlen

“

Die beste Reduktion ist die Vermeidung



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

www.htw-berlin.de