

Die Klimaschutzwirkung der Flottenverbrauchsnorm in Deutschland

Möglichkeiten zur Erhöhung der Ambition und flankierende Politikinstrumente



Wuppertal Institut
Dr. Frederic Rudolph
frederic.rudolph@wupperinst.org

DLR
Dr. Patrick Jochem
patrick.jochem@dlr.de

KIT
Prof. Dr. Thomas Koch
thomas.a.koch@kit.edu

1. Ausgangslage und Ziel

Im Folgenden wird die Klimaschutzwirkung der aktuellen Flottenverbrauchsnorm der Europäischen Kommission¹⁾ für Deutschland diskutiert und in den Kontext der im Jahr 2020 signifikant angestiegenen Zahl von verkauften Pkw mit Elektromotor gesetzt.

Dabei wird die aktuelle Entwicklung der Pkw-Flotte in Deutschland mit mehreren Szenarien verglichen.

- Erstens wird eine mögliche Verschärfung aktuell gültigen Rechts im Sinne eines European Green Deal angedacht.
- Zweitens wird dieser eher technische Zugang verglichen mit der Möglichkeit, durch Vermeidung und Verlagerung auf Fahrten mit dem Pkw zu verzichten.
- Drittens wird die Rolle von Plug-In-Hybriden diskutiert.

Auf dieser Basis werden Politikempfehlungen ausgesprochen, wie die Flottenverbrauchsnorm weiterentwickelt werden kann, um die Klimaschutzambition zu erhöhen.

Die alte Verordnung von 2009 hatte als Ziel 95 g CO₂ pro km im Mittel aller Hersteller für die Jahre 2020 und 2021 (auf Basis des NEDC, New European Driving

Cycle, und mit Übergangsregelungen). Die aktuelle Regulation von 2019 sieht eine Reduktion um 15% bis 2025 und 37,5% bis 2030 gegenüber 2021 vor.

► **Abbildung 1** stellt die Ziele der EU-Verordnungen im Zeitraum 2005 bis 2030 auf Basis des NEDC dar. Zusätzlich stellt sie den Verlauf der mittleren spezifischen CO₂-Emissionen für neu zugelassene Pkw in der EU und in Deutschland dar.

► **Abbildung 1** zeigt, dass das Ziel für 2015 deutlich unterboten werden konnte, sich dann aber bis 2019 eine Stagnation und sogar ein leichter Anstieg bei den rechnerischen Emissionen der Neuwagen sowohl in Deutschland, als auch der gesamten EU einstellte. Die Zielwerte für die Hersteller in 2020 und 2021 sollten aufgrund des starken Wachstums in diesem Jahr von batterieelektrischen Autos (BEV) und Plug-In-Hybriden (PHEV) bei den Neuzulassungen dennoch erreicht werden.

Schließlich bildet ► **Abbildung 1** über die rote Linie den realen Verbrauch der deutschen Bestandsflotte gemäß Mobilitätspanel ab (MOP, vgl. KIT 2020). Diese Linie zeigt, dass die geringere Verbräuche von Neuwagen nur allmählich zu einer Senkung des Verbrauchs der Gesamtflotte führt.

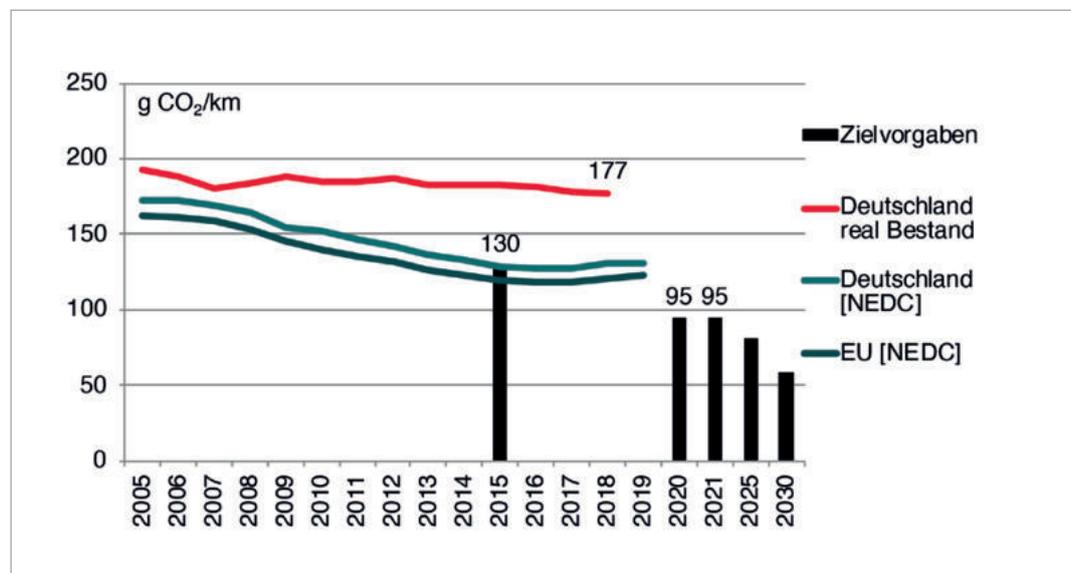


Abbildung 1
Spezifische CO₂-Emissionen in der deutschen Pkw-Bestandsflotte real, sowie Werte der Neuzulassungen im deutschen und EU-Mittel, 2005–2019
(Quelle: KIT 2020 und Website EEA, eigene Analyse und Darstellung)

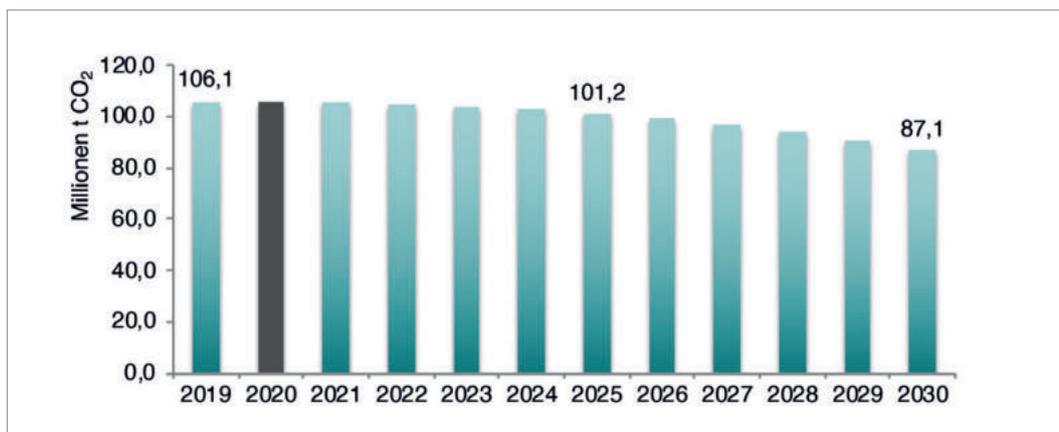


Abbildung 2
CO₂-Emissionen deutscher Pkw im Referenzszenario:
(Quelle: eigene Berechnungen)

2. Modellierung

In den Szenarienrechnungen werden der tatsächliche Verbrauch von in Deutschland zugelassenen Pkw und deren gefahrenen Distanzen (Jahresfahrleistungen) simuliert. Das Berechnungstool unterscheidet fünf Antriebe (Diesel, Benzin, Gas, PHEV, BEV) und drei Fahrzeuggrößen. Die Betrachtung der Fahrzeuggrößen ordnet die Segmente des Kraftfahrtbundesamts (KBA) den drei definierten Größenklassen wie folgt zu:

- klein | Mini, Kleinwagen
- mittel | Kompaktklasse, Mittelklasse, SUV, Sportwagen, Mini-Van
- groß | Obere Mittelklasse, Oberklasse, Geländewagen, Großraum-Vans, Utilities, Wohnwagen, Sonstiges

Biokraftstoffe sind in den nachfolgenden Berechnungen nicht berücksichtigt.

3. Szenarien

3.1. Referenzszenario

Es wird zunächst ein Referenzszenario gerechnet, in dem die Flottenverbrauchsnorm problemlos eingehalten wird. Unter anderem wird folgendes angenommen:

- Die Energieeffizienz der Verbrennungsmotoren (Diesel, Benzin und Benzin im PHEV) verbessert sich jeweils um 1 % gegenüber dem Vorjahr. Sie werden sich damit bis 2030 um 9,6 % gegenüber 2020 verbessert haben.
- Zudem steigt der Anteil neuer Pkw mit Elektroantrieb jährlich wie folgt (in Prozentpunkten p.a.):

PHEV klein: 0,5 PHEV mittel: 1 PHEV groß: 1,5
BEV klein: 1,5 BEV mittel: 1 BEV groß: 0,5

Das Referenzszenario führt demnach bei der deutschen Pkw-Flotte zu einer CO₂-Reduktion um 18 % in

2030 gegenüber 2019. Das Sektorziel der Bundesregierung für den gesamten Verkehrssektor liegt bei einer Minderung um 42–40 % in 2030 gegenüber 1990. Zwischen 1990 und 2019 stagnierten allerdings die CO₂-Emissionen. Eine Reduktion im Pkw-Bereich um 18 % trägt daher nicht annähernd ausreichend zur Zielerreichung bei (► *Abbildung 2*).

Das Referenzszenario führt darüber hinaus den Trend hin zu größeren Autos fort. Der Anteil großer Pkw nimmt auf 26 % in 2030 zu. Der Anteil verbrennungsmotorisch betriebener Pkw liegt weiterhin bei fast zwei Dritteln (65,5 %, ► *Tabelle 1*).

3.2. Szenario „Verstärkte Diffusion von BEV und PHEV“

- Im zweiten Szenario wird die Marktdurchdringung von Pkw mit Elektroantrieb nun gegenüber dem Referenzszenario verdoppelt, sie steigt jährlich wie nachfolgend beschrieben (in Prozentpunkten p.a.):

PHEV klein: 1 PHEV mittel: 2 PHEV groß: 3
BEV klein: 3 BEV mittel: 2 BEV groß: 1

	2019	2030
Pkw klein	26%	19%
Pkw mittel	54%	55%
Pkw groß	20%	26%
Diesel	31%	24%
Benzin	67%	42%
PHEV	0%	19%
BEV	0%	16%
Strombedarf	0,5 TWh	38,4 TWh
CO₂-Em. (real, Bestand)	178,7 g/km	143,7 g/km
CO₂-Em (WLTP, Neuz.)	157,6 g/km	62,2 g/km

Tabelle 1
Ergebnisse des Referenzszenarios:
Anteile der Pkw- und Antriebsarten der Gesamtflotte
(Quelle: eigene Berechnungen)

Abbildung 3

Spezifische CO₂-Emissionen deutscher Pkw bei Erhöhung des Anteils von PHEV und BEV

(Quelle: eigene Berechnungen)

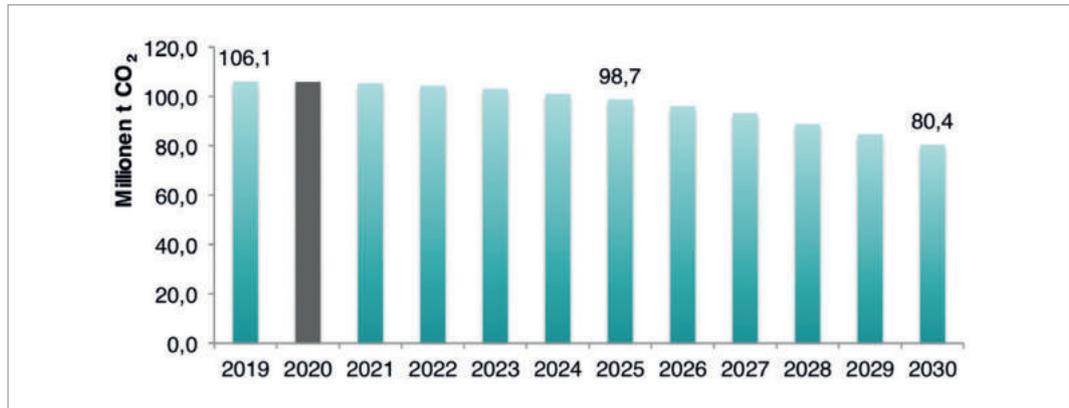
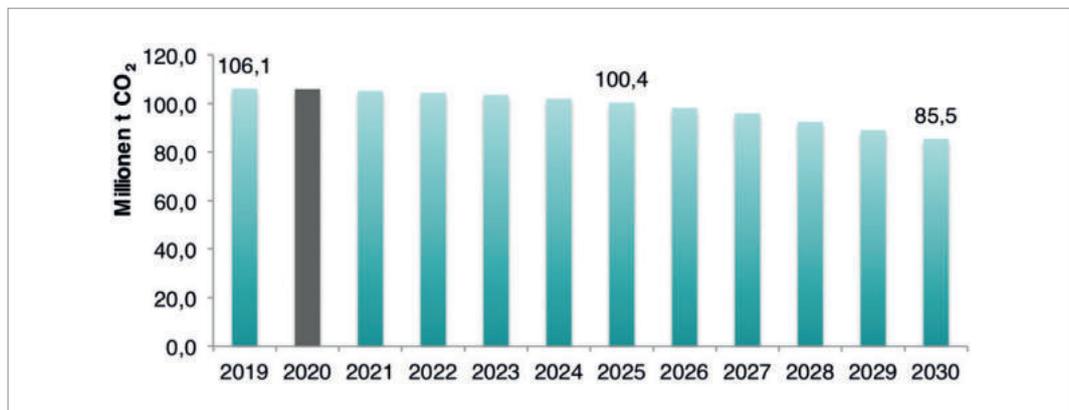


Abbildung 4

Spezifische CO₂-Emissionen deutscher Pkw bei Reduktion der Fahrzeuggröße

(Quelle: eigene Berechnungen)



Ein solches Wachstum führt schnell zu 100% Neuzulassungen von Elektro-Pkw. Daher wird das Wachstum ab 2028 etwas begrenzt, sodass im Jahr 2030 95% aller Neuzulassungen Elektro-Pkw sind. (► *Abbildung 3*)

Die verstärkte Markteinführung von Elektro-Pkw senkt die CO₂-Emissionen zusätzlich, nämlich auf 80,4 Mio.t im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion von 24% gegenüber 2019. Selbst in diesem

Szenario ist noch etwa die Hälfte aller Pkw in 2030 Diesel oder Benzin (► *Tabelle 2*). Eingegraut sind die Zahlen, die sich gegenüber der Referenz nicht ändern.

3.3. Szenario „Verkleinerung der Fahrzeuge“

Folgende Annahmen werden getroffen:

- Bei den Dieselfahrzeugen werden im Vergleich zum Referenzfall jedes Jahr 5% mehr mittelgroße und 5% weniger große Pkw neu zugelassen.
- Bei den Benzinern werden jährlich 5% mehr kleine und 5% weniger mittelgroße Pkw neu zugelassen, jeweils bezogen auf die gesamte Neuwagenflotte. (► *Abbildung 4*)

Es zeigt sich, dass auch in diesem Fall mehr CO₂-Emissionsreduktionen stattfinden als in der Referenz, nämlich 20% in 2030 gegenüber 2019. Die zusätzlichen Erfolge sind mit 2% zwar gering – aber die vorgenommenen Modifikationen bei den Annahmen sind ebenfalls sehr moderat. Im Bestand aller Pkw 2030 sind nur drei Prozent weniger große und dafür drei Prozent weniger kleine Pkw.

3.4. Vermeidung und Verlagerung

Die gefahrenen Distanzen reduzieren sich in den Jahren 2022–2030 im Vergleich zur Referenzrechnung über alle Antriebsarten und Pkw-Größen um moderate 5%; d.h. sie sinken gegenüber den Jahren 2019/20/21.

	2019	2030
Pkw klein	26%	19%
Pkw mittel	54%	55%
Pkw groß	20%	26%
Diesel	31%	18%
Benzin	67%	33%
PHEV	0%	26%
BEV	0%	23%
Strombedarf	0,5 TWh	55,9 TWh
CO₂-Em. (real, Bestand)	178,7 g/km	132,5 g/km
CO₂-Em (WLTP, Neuz.)	157,6 g/km	38,0 g/km

Tabelle 2

Ergebnisse der Erhöhung des Anteils von PHEV und BEV

(Quelle: eigene Berechnungen)

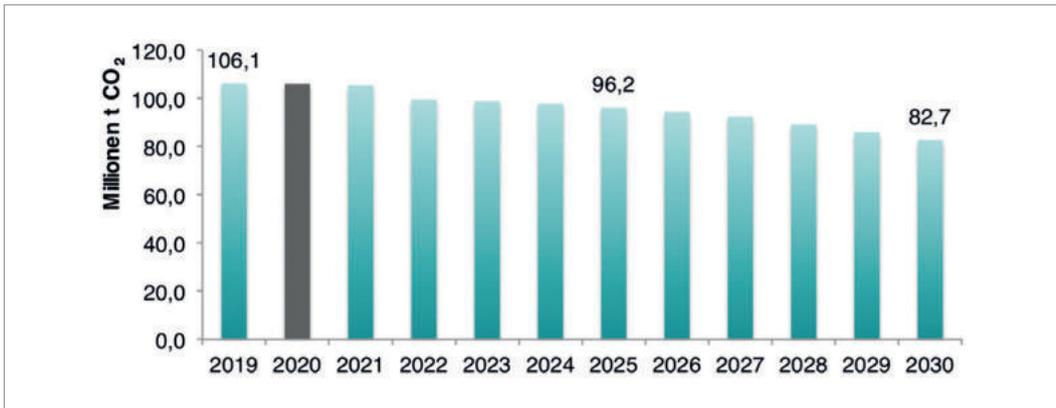


Abbildung 5
CO₂-Emissionen deutscher Pkw bei Vermeidung und Verlagerung um 5% gegenüber der Referenz
(Quelle: eigene Berechnungen)

► **Abbildung 5** gibt die CO₂-Emissionen der Jahre 2019 bis 2030 auf Basis der gegenüber dem Referenzszenario modifizierten Annahmen wieder: Sie sinken gegenüber der Referenz in der Konsequenz um 5%.

Weitere Reduktionen wären durch ambitionierte Vermeidung und Verlagerung möglich. Kurzfristig könnte die Bundesregierung dadurch ihren Klimaschutzzielen näher kommen. Längerfristig, wenn die Pkw-Flotte in Deutschland vollständig elektrifiziert sein wird, würden Vermeidung und Verlagerung den Stromverbrauch von Pkw auf ein nötiges Minimum reduzieren.

4. Diskussion zur Erhöhung der Ambition

► **Abbildung 6** stellt die Entwicklung der CO₂-Emissionen im Pkw-Bereich von 2019 bis 2030 unter der Annahme dar, dass alle bisher genannten zusätzlichen Reduktionsmechanismen greifen. Die Gesamtemissionen liegen in 2030 nunmehr bei 75,2 Mio. t CO₂, was einer Reduktion um 29% gegenüber 2019 entspricht.

► **Tabelle 3** stellt die Ergebnisse der Szenarienannahmen zusammen. Die Stromnachfrage durch Pkw-Nutzung spielt sich dann im Jahr 2030 in der Größenordnung von etwa einem Zehntel der heutigen Stromnachfrage in Deutschland ab. Obwohl dann also etwa die Hälfte aller Pkw als BEV oder PHEV elektrifiziert wären, bliebe der (zusätzliche) Stromverbrauch insgesamt überschaubar.

Das Ziel der Bundesregierung einer Reduktion um 40–42% bis 2030 würde also im wichtigsten Teilbereich des Verkehrssektors, den Pkw-Emissionen, noch immer nicht erreicht. Das Ziel gilt zwar im Vergleich zu 1990, aber wie erwähnt sind in der Vergangenheit kaum Emissionsreduktionen eingetreten.

Die realen spezifischen CO₂-Emissionen der gesamten Bestandsflotte wären im Jahr 2030 um 27% gegenüber 2019 gesunken. Die spezifischen CO₂-Emissionen von deutschen Neuwagen gemäß Testzyklus könnten gegenüber 2019 um 77% reduziert werden. Die Flottenverbrauchsnorm könnte daher deutlich ambitionierter gestaltet werden.

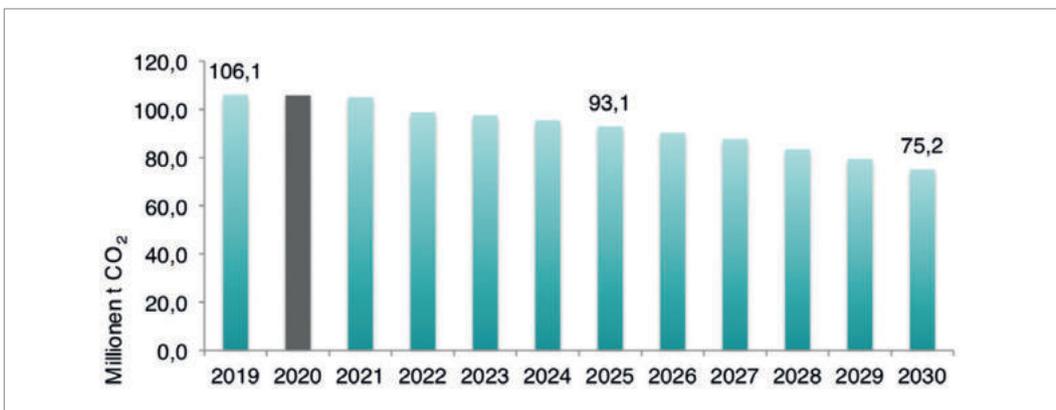


Abbildung 6
CO₂-Emissionen deutscher Pkw unter Berücksichtigung aller angenommenen Reduktionen
(Quelle: eigene Berechnungen)

Tabelle 3
Ergebnisse unter Berücksichtigung aller angenommenen Reduktionen
 (Quelle: eigene Berechnungen)

	2019	2030
Pkw klein	26%	23%
Pkw mittel	54%	53%
Pkw groß	20%	23%
Diesel	31%	18%
Benzin	67%	33%
PHEV	0%	26%
BEV	0%	23%
Strombedarf	0,5 TWh	53,1 TWh
CO ₂ -Em. (real, Bestand)	178,7 g/km	130,5 g/km
CO ₂ -Em (WLTP, Neuz.)	157,6 g/km	36,1 g/km

5. Politikmaßnahmen zur Erhöhung der Ambition

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, benötigt es zusätzliche Bemühungen:

- Zunächst sollte Elektromobilität durch eine ambitioniertere Flottenemissionsnorm gestärkt werden. Auf Basis der Szenarienrechnungen erscheinen Zielvorgaben jenseits von -75 % in 2030 gegenüber 2020/21 im europäischen Mittel möglich.
- Als flankierender Anreiz sollte ein ganzheitliches steuerliches Modell entwickelt werden, welches die CO₂-Emissionen der Kraftstoff- bzw. Technik-Varianten zugrunde legt. Ein erster Schritt könnte es sein, den Steuerbonus für den Diesel abzuschaffen.
- Zudem kann die steuerliche Berücksichtigung von Fahrzeuggröße und -gewicht bei der Anschaffung von Pkw zur Erhöhung der Ambitionen beitragen. Soziale Ausgleichsmechanismen sollten dann dafür sorgen, dass große Pkw für große Familien erschwinglich bleiben.
- Zur Vermeidung bzw. Verlagerung gibt es zahlreiche Anreizsysteme, etwa Home Office, Änderungen in der Pendlerpauschale, der Ausbau der Radwege, Parkraumbewirtschaftung sowie eine Pkw-Maut.

6. Literaturverzeichnis

- Fontaras, G.; Zacharof, N-G.; Ciuffo, B. (2017). Fuel consumption and CO₂ emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions. In: Progress in Energy and Combustion Science 60 (Supplement C), S. 97–131. DOI: 10.1016/j.pecs.2016.12.004.
- KIT (Karlsruher Institut für Technologie) (2020). Mobilitätspanel. Karlsruhe: KIT
- Nobis, C.; Kuhnimhof, T.; Follmer, R.; Bäumer, M. (2019). Mobilität in Deutschland – Zeitreihenbericht 2002 – 2008 – 2017. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin. Abrufbar unter: www.mobilitaet-in-deutschland.de
- Plötz, P.; Moll, C.; Bieker, G.; Mock, P.; Li, Y. (2020). Real-world Usage of Plug-In Hybrid Electric Vehicles Fuel Consumption, Electric Driving, and CO₂ emissions. White Paper, September 2020. Berlin: ICCT. Abrufbar unter: <https://theicct.org/publications/phev-real-world-usage-sept2020>

Fußnote

- 1) Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge