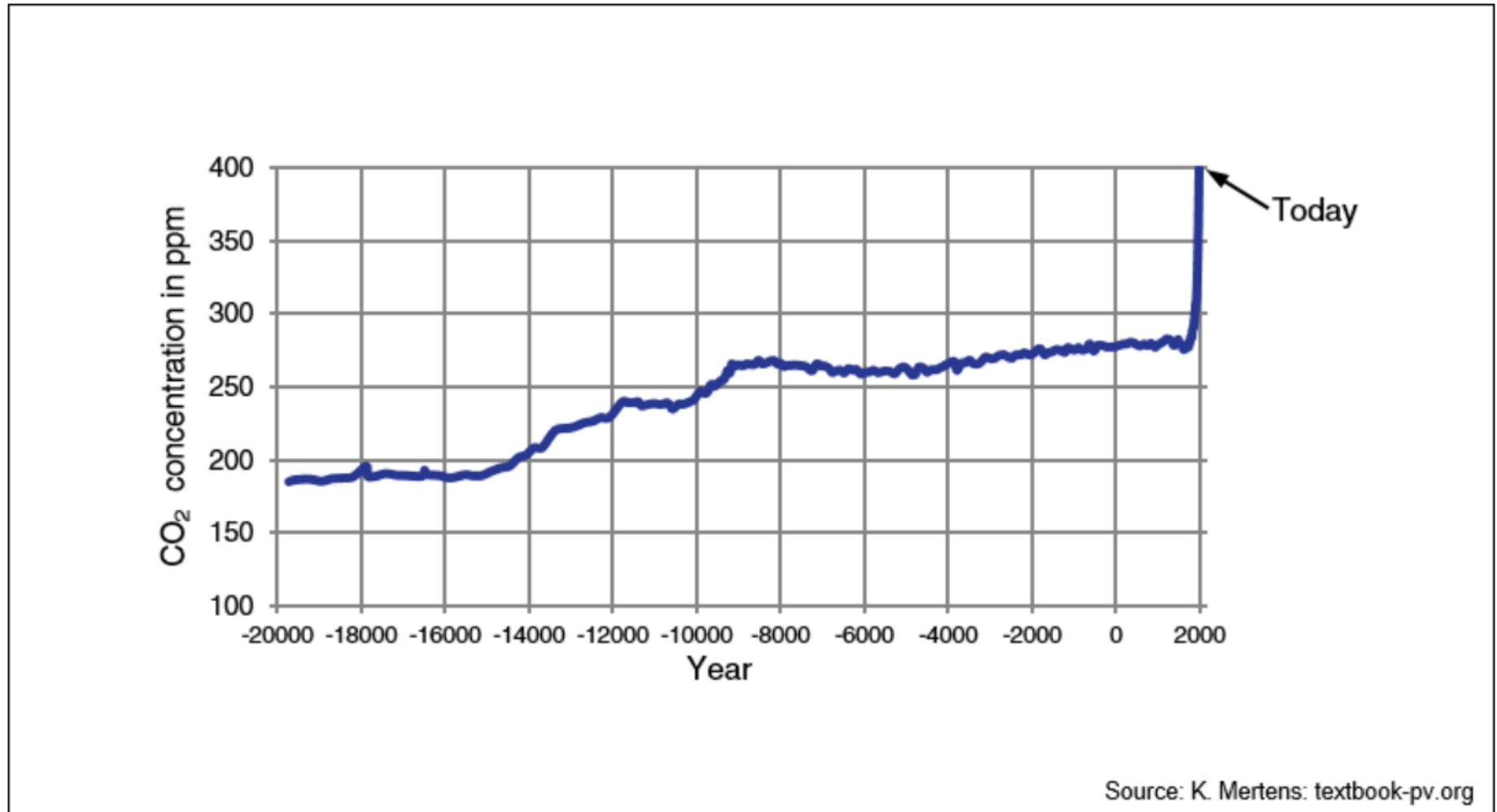


E-Mobilität

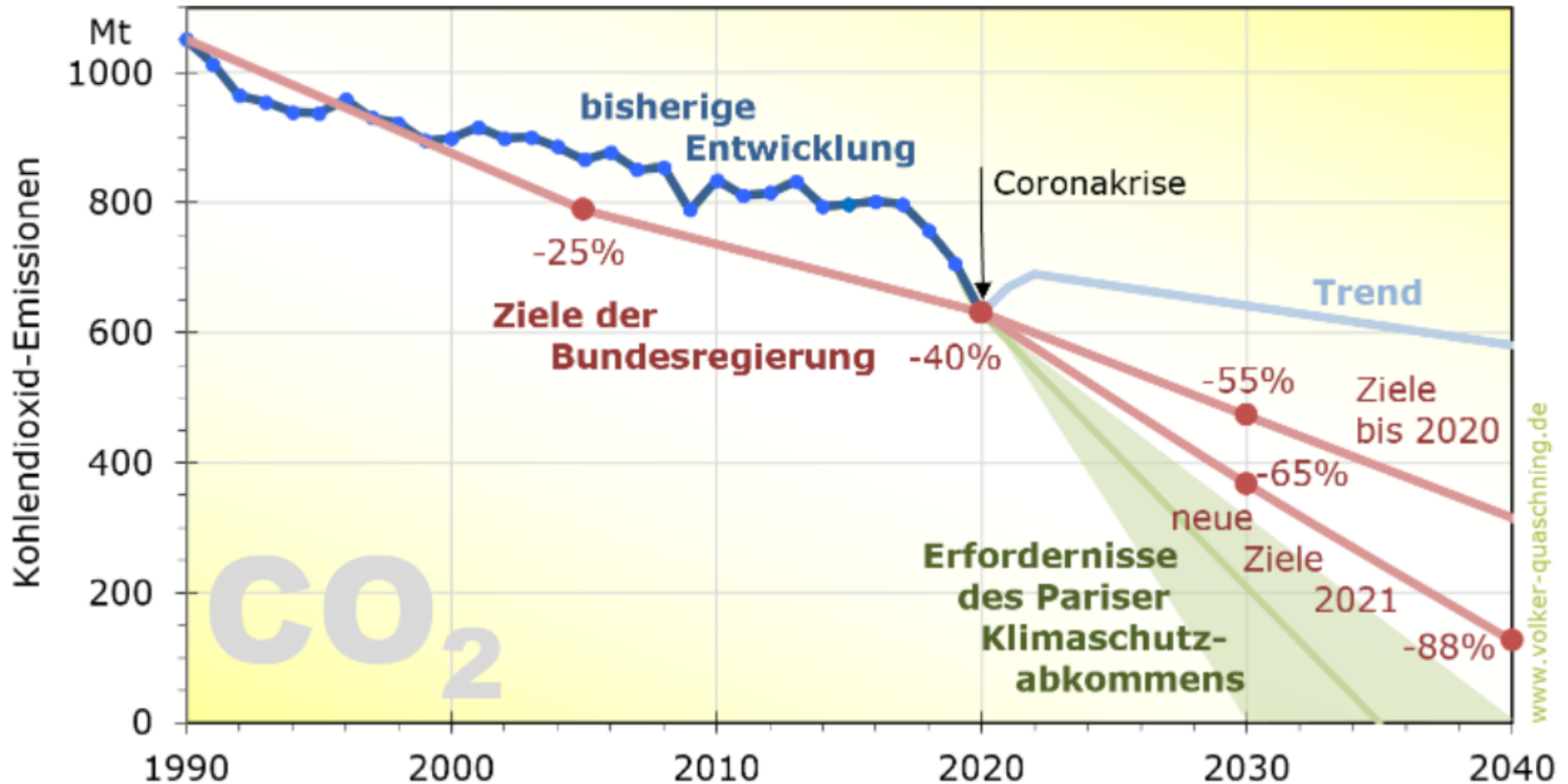
AGENDA

- 1. Was ist das Ziel?**
- 2. Warum E-Mobilität?**
- 3. Worauf achten?**
- 4. Was wird gefördert?**
- 5. Wie könnte es weiter gehen?**
- 6. Fazit**

Was ist das Ziel – CO₂ in der Atmosphäre

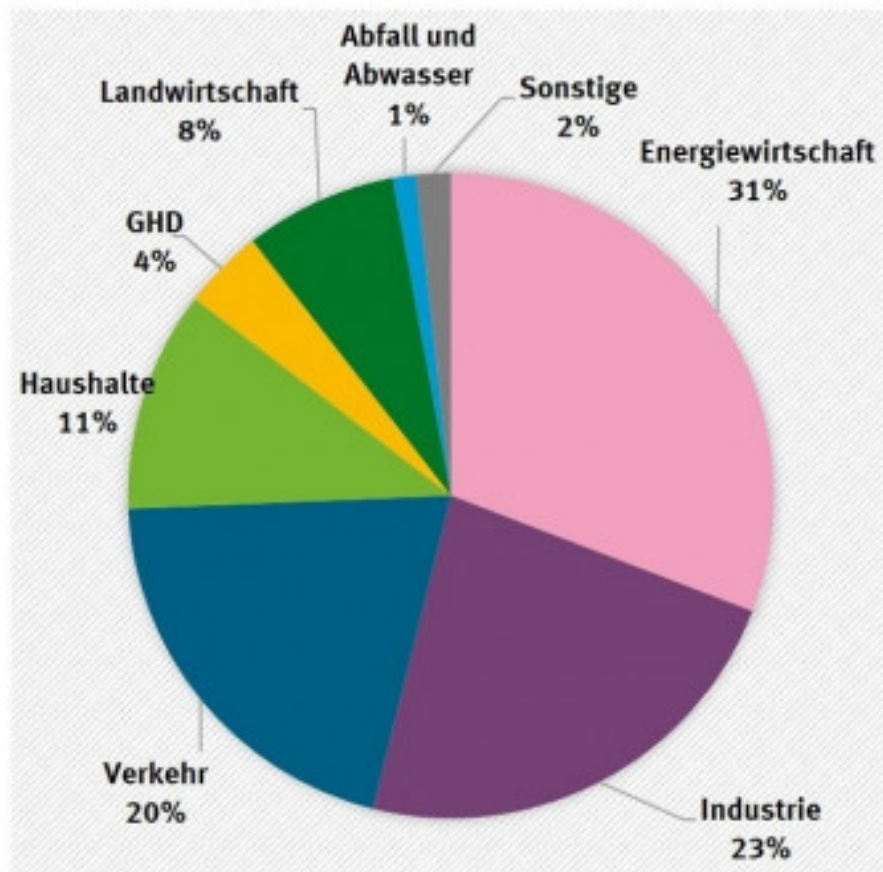


Was ist das Ziel - Treibhausgasneutralität



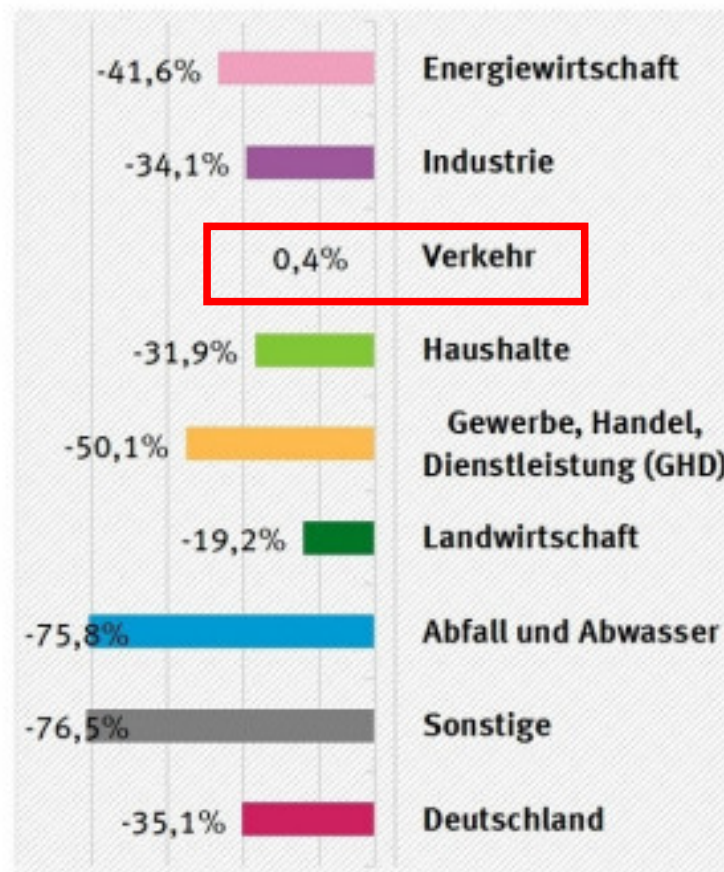
Was ist das Ziel - Verkehr steht auf der Stelle!

Anteil der Treibhausgasemissionen nach Sektoren 2019



Anmerkung: ohne internationalen Verkehr

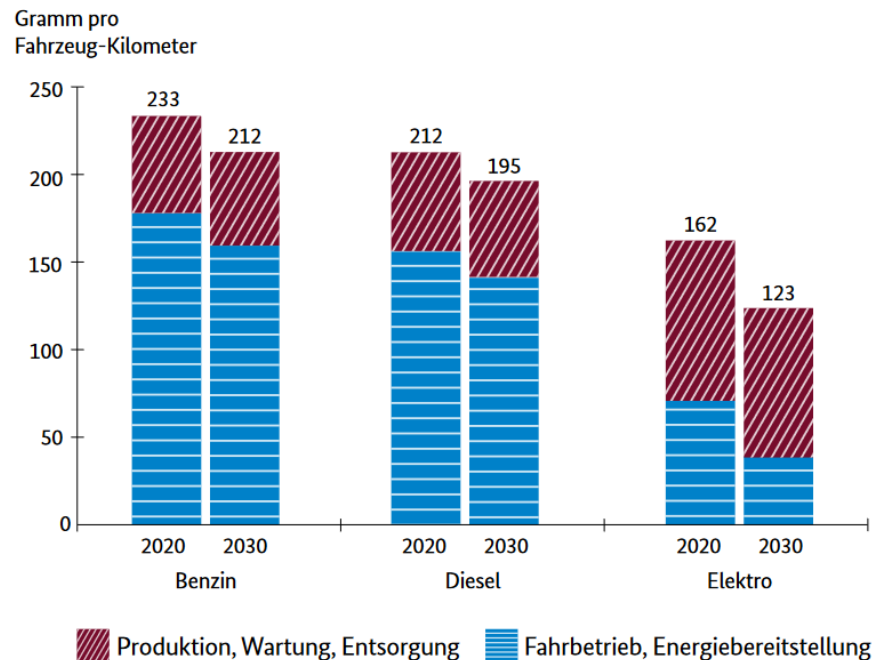
Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990-2019



Anmerkung: ohne internationalen Verkehr

Warum E-Mobilität - Vergleich gem. BMU

Abbildung 1: Kohlenstoffdioxid-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus am Beispiel eines Pkw der Kompaktklasse



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des ifeu

- **Annahmen für die Berechnung:**
- Der gesamte Lebensweg der Fahrzeuge wird betrachtet (Betrieb, Herstellung, Wartung, Entsorgung/Recycling von Fahrzeug/Batterie, Verbrauch und Aufwände zur Bereitstellung von Strom/Kraftstoffen).
- Annahme: Fahrzeugherstellung in Europa, Batterieherstellung für die heutige Situation entsprechend dem aktuellen Mix der Herstellungsländer. Ausblick auf 2030: europäische Batterieproduktion.
- Annahme: Strom als auch die Kraftstoffe werden in Zukunft klimafreundlicher (Anteil von erneuerbaren Energien steigt bei beide). Beimischung von Biokraftstoffen zu Diesel und Benzin fließt gemäß den nationalen Zielen/der europäischen Vorschriften in die Berechnungen ein.
- Annahme: neue Fahrzeuge werden tendenziell häufiger genutzt als ältere.
- Strom- und Kraftstoffverbrauch: Basis sind realitätsnahe Daten von typischen Beispielfahrzeugen aus dem ADAC EcoTest (liegen idR. deutlich über den offiziellen Herstellerangaben). Flottendurchschnittswerte werden nicht berücksichtigt.
- Für Vergleich zwischen verschiedenen Nutzungsarten werden die Gesamtemissionen auf eine durchschnittliche Lebensfahrleistung von 150.000 Kilometern umgelegt.

Warum E-Mobilität - Vergleich gem. ICCT

Eine Studie aus Juli 2021 des ICCT (The International Council on clean transportation) zeigt ebenfalls die deutlichen Vorteile von Fahrzeugen mit Batterie-Elektro- und Wasserstoffantrieb (mit Einschränkung) in Sachen CO₂-Emissionen auf

Gegenüber der Berechnung des BMU gelten zum Teil andere Prämissen:

- Vergleich der Jahre 2021 (registrierte Anzahl Fahrzeuge) mit 2030 (Schätzung Anzahl Fahrzeuge)
- Aufgrund Technologiefortschritt sinkender CO₂-Verbrauch bei der Batterieproduktion
- Gesamtfahrleistung in Abhängigkeit der Fahrzeugklasse:
 - Kleinwagen: 198.000 km
 - Untere Mittelklasse: 243.000 km
 - SUV: 270.000 km

Warum E-Mobilität - Vergleich gem. ICCT - 2021

Figure 3.1. Life-cycle GHG emissions of small segment gasoline, diesel, and CNG ICEVs and BEVs registered in Europe in 2021.

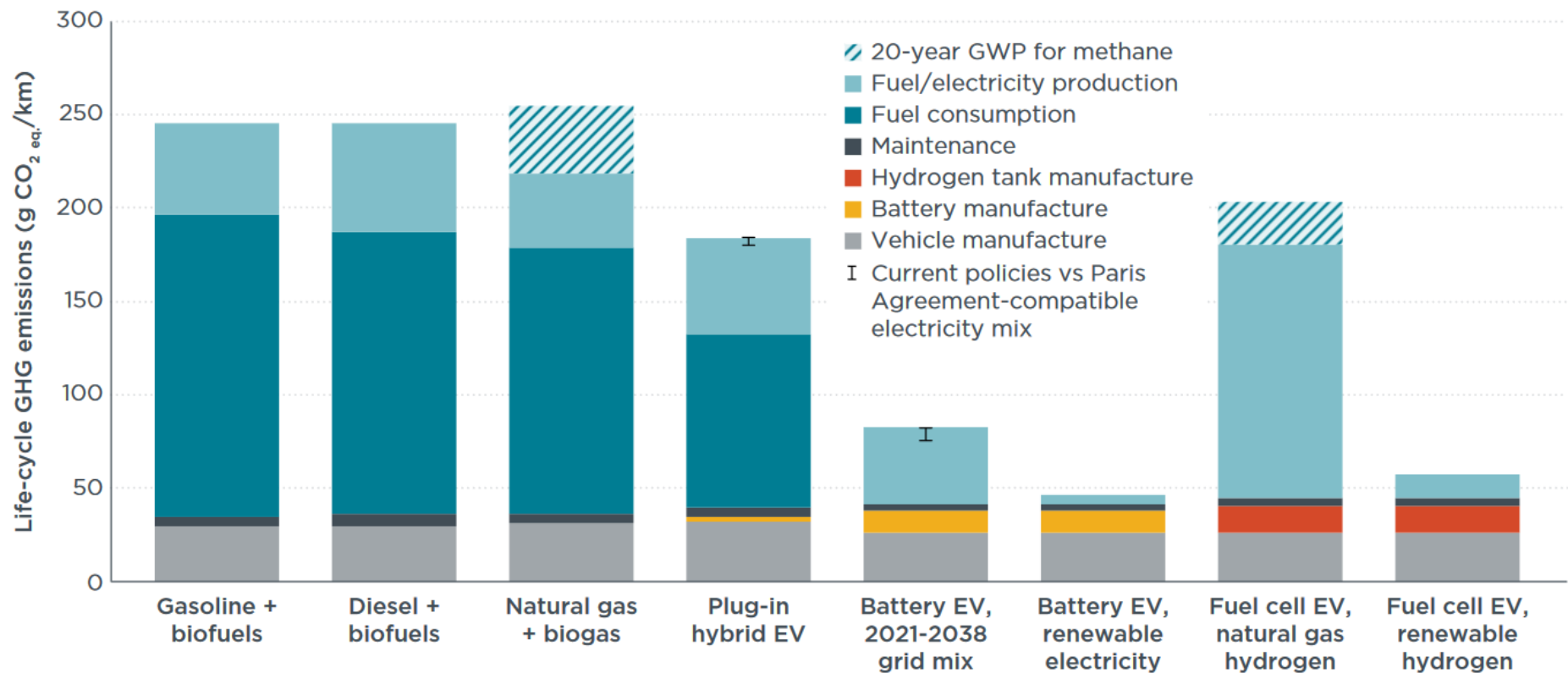


Figure 3.2. Life-cycle GHG emissions of lower medium segment gasoline, diesel, and CNG ICEVs, PHEVs, BEVs, and FCEVs registered in Europe in 2021.

Warum E-Mobilität - Was ist mit Wasserstoff?

Ein Fahrzeug mit Wasserstoffantrieb ist prinzipiell auch ein Elektrofahrzeug, bei dem der Strom über Wasserstoff und eine Brennstoffzelle bereitgestellt wird. Diese Antriebsart hat gegenüber Batterie-elektrischen Fahrzeugen Vor- und Nachteile:

- E-Autos mit Energiespeicher Batterie sind effizient, eine Kilowattstunde Strom kommt zu 70 - 80 % als Antriebsleistung auf die Straße. Bei dem Umweg über den Energiespeicher Wasserstoff und der Brennstoffzelle wird **doppelt bis dreimal** soviel Strom für die gleiche Strecke benötigt. Da Wasserstoff nicht natürlich vorkommt, muss er mit hohem Energieaufwand hergestellt werden; mit entsprechend mehr notwendigen Kapazitäten bei erneuerbaren Energien.
An dieser Stelle: Verbrennungsmotoren mit künstlichem Treibstoff benötigen aufgrund des sehr viel schlechteren Wirkungsgrad des Verbrenners vier- bis fünfmal soviel Strom.
- Wasserstoff benötigt einen druckfesten Tank. Die CO₂-Emission bei der Herstellung ist nicht zu unterschätzen.
- Vorteil von Wasserstoff ist, dass er international über weite Distanzen gehandelt werden kann (Schiff oder Pipeline).

Worauf achten - Batteriekapazität



- Faustformel (bei gleicher Batterie-Technik):
Je größer die Batterie, desto schwerer und teurer ist das Auto.
- Die Reichweite hängt, neben der Batterie-Kapazität, auch stark von der Aerodynamik des Autos, dem Fahrstil und der Geschwindigkeit ab.
- Das Wetter (kalt/warm/Regen) spielt ebenfalls eine große Rolle. Im Winter auf der Autobahn bei niedrigen Temperaturen kann die Reichweite um ca. ein Drittel niedriger sein.
- Die Batterie-Kapazität sollte so bemessen sein, dass im Winter rd. 90% der normalen Strecken ohne mehrfaches Laden bewältigt werden können.
- Bei Langstrecken kann eine hohe Schnellladeleistung mangelnde Batterie-Kapazitäten gut ausgleichen. Moderne Autos laden idR. mit über 100 kW, z. T. mit über 200 kW.

Worauf achten - Batterie-Technik

Lithium-Ionen-Zellen mit NCM-Kathode



- NCM steht für Nickel/Kobalt/Mangan
- Im Vergleich zu anderen Zellchemien thermisch instabil. Benötigt Temperaturmanagement. Hinweis: eine aktuelle Studie auf Basis der Zahlen 2021 der beiden amerikanischen Verkehrsbehörden NTSB und NHTSA ergeben für E-Autos ein deutlich geringeres Brandrisiko (25 Brände je 100.000 Autos gegen 1.530 bei Verbrenner)
- Hoher Energieaufwand bei Produktion durch Trocknung
- Im Vergleich hohe Energiedichte von 250 Wh/kg
- Hohe zyklische Haltbarkeit. Ca. 2.500 Ladezyklen sind Mindestmaß. Bei ca. 300 km Reichweite ergibt das eine Gesamtreichweite von 750.000 km.

Worauf achten - Batterie-Technik

Lithium-Eisenphosphat-Zellen (LFP)



- Im Vergleich relativ niedrige Energiedichte von ca. 150 Wh/kg
- Benötigt im Vergleich mehr Platz
- Schlechtere Ladeleistung bei Kälte
- Termisch stabil und extrem Robust. Ca. 9.000 Ladezyklen sind bei schonender Behandlung möglich.
- Dadurch dichte Bepackung der Zellen möglich => Cell to Pack (CtP). In Zukunft ist die Integration der Zellen in die Karosserie denkbar
- Günstigere Materialien durch Verzicht auf Nickel und Kobalt

Worauf achten - Batterie-Technik Ausblick

Natrium-Ionen-Zellen

- Ähnliche niedrige Energiedichte wie LFP-Zellen
- Dabei aber bessere Lade-/Entladeleistung bei Kälte
- Genauso robust und sicher wie LFP
- Ca. 20% günstigerer Preis als LFP
- Natrium umweltgerechter im Abbau
- Bisher nur Prototyp existent, Produktion für 2023 geplant



Worauf achten – Batterie-Technik Ausblick

Festkörperzellen – ASS (All Solid State)



- Fester anstelle flüssiger Elektrolyt
- Energiedichte nochmal um ca. 30% höher als bei NCM-Zellen
- Hohe Energiedichte führt bei gleicher Kapazität zu Einsparnis bei Materialbedarf und damit zu niedrigeren Kosten
- Aufwendige Produktion
- Noch deutlich in der Entwicklung. Große Hersteller wie VW, Toyota und Panasonic arbeiten dran. Ob hier bis 2030 die Großserie kommt, ist unsicher.

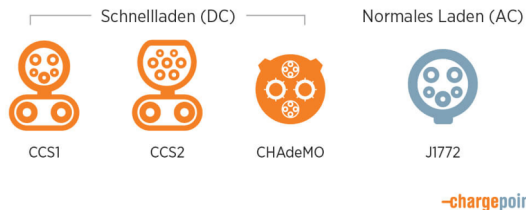
Worauf achten - Laden



DC (Direct Current oder Gleichstrom)

- Europäischer Standard-Steckertyp ist CCS2
- Ladeleistung liegt mindestens bei 50 kW, neue Ladestationen liefern bis zu 300 kW und darüber
- Bei sogenannten Triple-Chargern gibt es zusätzlich noch den CHAdeMO-Stecker (max. 50 kW), diesen benötigen einige japanische Fahrzeuge (z. B. Nissan Leaf)

Steckertypen



AC (Alternating Current oder Wechselstrom)

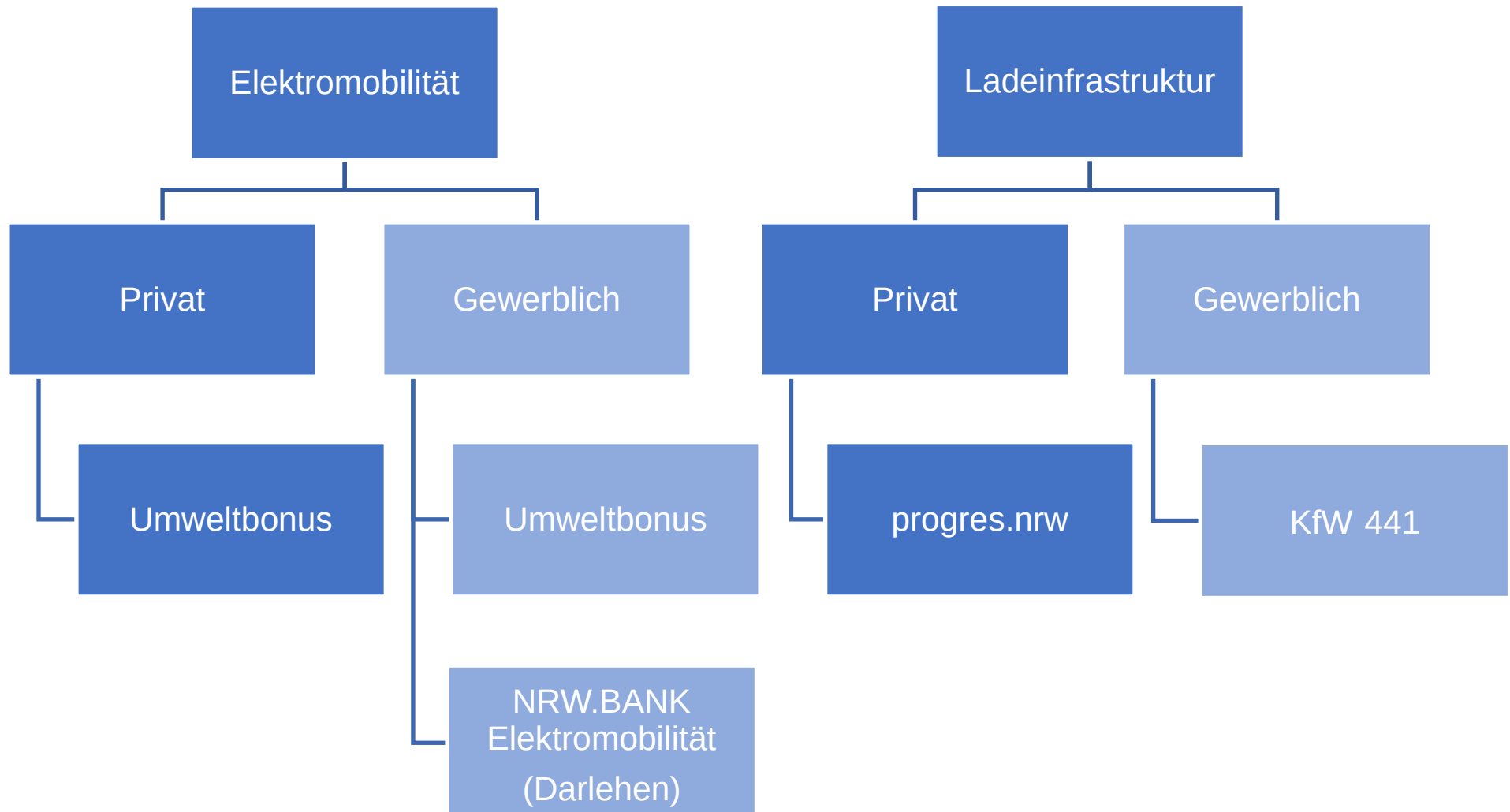
- Europäischer Standard-Steckertyp ist Typ 2 Stecker
- Ladeleistung an öffentlichen Ladestationen bis max. 22 kW
- Zuhause ist, unabhängig von der Ladeleistung, aufgrund der Dauerleistungen eine Wallbox sinnvoll

Was wird gefördert?



Was wird gefördert?

Fördermittel Überblick



Was wird gefördert?

Elektromobilität - Umweltbonus

Wer wird gefördert? - Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften und Vereine

Was wird gefördert? - Anschaffung von Batterieelektrofahrzeuge oder Plug-In-Hybride

- Neuwagen, mit Zulassung nach dem 3. Juni 2020.
- Gebrauchtwagen, die erstmalig nach dem 4. November 2019 oder später zugelassen wurden, und deren Zweitzulassung nach dem 3. Juni 2020 erfolgt ist.
- Beim Kauf eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs muss das Fahrzeug mindestens 6 Monate auf die Antragstellerin/den Antragsteller in der Bundesrepublik Deutschland zugelassen sein (Haltedauer). Eine kürzere Haltedauer ist unverzüglich anzuzeigen. (Bald 12 Monate)
- Die Mindesthaltedauer von Leasingfahrzeugen erhöht sich auf 12 Monate bei einer Laufzeit von 12 bis 23 Monaten bzw. auf 24 Monate bei einer Laufzeit von über 23 Monaten. Leasingverträge mit einer Laufzeit ab 23 Monaten erhalten die volle Förderung. Bei kürzeren Vertragslaufzeiten wird die Förderung entsprechend angepasst.
- Der Antrag muss spätestens ein Jahr nach der Erstzulassung erfolgen.
- Fördermittel gibt es immer nur unter dem Finanzierungsvorbehalt.

Was wird gefördert?

Elektromobilität - Umweltbonus

Aktuelle Fördersätze für Neukauf

Fahrzeugtyp	Netto- Listenpreis Basismodell	Bundesanteil (verdoppelt)	Herstelleranteil (netto)	Gesamt (netto)
Elektroauto	bis 40.000 €	6000 €	3000 €	9000 €
Elektroauto	über 40.000 € bis 65.000 €	5000 €	2500 €	7500 €
Plug-In-Hybrid	bis 40.000 €	4500 €	2250 €	6750 €
Plug-In-Hybrid	über 40.000 € bis 65.000 €	3750 €	1875 €	5625 €

Was wird gefördert?

Ladeinfrastruktur: Progres.nrw

Wer wird gefördert? - Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften und Vereine

Was wird gefördert? - Anschaffung von öffentlichen und nicht-öffentlichen Ladepunkten

- Ladesäule beziehungsweise Wallbox, angeschlagenes Kabel, Leistungselektronik, Authentifizierung- und Bezahlssysteme
- Lastmanagement bei mehreren Ladepunkten
- Energiemanagementsysteme
- Kennzeichnung, Parkplatzmarkierung
- Anfahrschutz, Beleuchtung
- Tiefbau, Fundament, Wiederherstellung der Oberfläche
- Montage und Inbetriebnahme
- Netzanschluss

Was wird gefördert?

Ladeinfrastruktur: Progres.nrw - Landesfördermittel

Aktuelle Fördersätze

Nicht öffentliche Ladepunkte mit einer Leistung < 50 kW

- 1.500 Euro je Ladepunkt nur in Verbindung mit einer neu zu errichtenden EE-Anlage (PV-Anlage)
- 1.000 Euro je Ladepunkt für Ladepunkte an Stellplätzen für Beschäftigte, Mietende von Wohngebäuden oder an Eigentumswohnungsanlagen, die nicht mit Strom aus einer neu errichteten Erneuerbaren-Energien-Anlage betrieben wird.

Nicht öffentliche Ladepunkte mit einer Leistung \geq 50 kW (Schnelllader)

- 200 Euro je Kilowatt Ladeleistung (in Verbindung mit einem Grünstromvertrag)
- 250 Euro je Kilowatt Ladeleistung für Ladepunkte, wenn die Ladeinfrastruktur zumindest teilweise mit vor Ort eigenerzeugtem Strom aus einer neu errichteten Erneuerbare-Energien-Anlage betrieben wird.

Was wird gefördert?

Treibhausgas (THG)-Quote veräußern

Die Mengen an CO₂, die im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor im Jahr eingespart wird kann verkauft werden.

- 2 MWh Ladestrom umgerechnet 350 kg CO₂-Einsparung.
- THG-Quoten von 1.028,16 kg/a Emissionseinsparung können die Besitzer beliebig verkaufen.
- Wie hoch der Preis dafür ist, wird tagesaktuell vom Markt bestimmt. Meist sind es bei Vollelektroautos Auszahlungssummen im Bereich von 250 € bis 350 € im Jahr.
- Bei dem Verkauf arbeiten Privatpersonen mit Zwischenhändlern.
 - Beispiele sind „Elektrovorteil“, „The Mobility House“, „Smartificate“, und andere

Was wird gefördert?

Fördermittel: Ausblick

- Regelmäßige Streichungen von Plug-in-Hybriden ab 2022 von der Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge
- Ab dem 1. August 2023 soll eine Mindestreichweite von 80 Kilometern gelten.
- Die Förderung für elektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybride wird degressiv und grundsätzlich reformiert.
- **Aktuelle Diskussion: schon Ende 2022 keine Förderung mehr für Plug-In-Hybride**
- Ab dem 1. Januar 2023 Umweltbonus nur noch für Fahrzeuge, die nachweislich einen positiven Klimaschutzeffekt haben.
- Die Koalition gab bekannt, dass die Förderung über das Ende des Jahres 2025 hinaus nicht mehr erforderlich sein wird.

Wie könnte es weitergehen?

Autonomes Fahren:

- Entwicklung hängt den Zielen hinterher
- Bedingt vernetzte Verkehrsteilnehmer
- Bedingt wahrscheinlich restriktive Überwachung **aller** Verkehrsteilnehmer
- ...

Carsharing in Verbindung mit autonomem Fahren:

- Bei entsprechender Entzerrung der Nutzungszeiten Reduzierung des Fahrzeugbestands um ca. 2/3; solange Fahrleistung je Jahr und Person nicht reduziert wird, sinkt die Produktion aber nicht!
- Parkplatzbedarf sinkt, da Fahrzeuge viel mehr genutzt sowie zentral abgestellt und geladen werden
- Diese Fahrzeugparks können als Batteriepuffer genutzt werden
- Freie Flächen stehen für andere Verwendung zur Verfügung, Gewerbliche Immobilien werden viel günstiger, da Tiefgaragen/Stellflächen etc. nicht mehr notwendig sind.

Fazit

Wenn Auto, dann sind Batterie-Elektrische Fahrzeuge für den Individualverkehr die sinnvollste Lösung.

Die benötigte Energieleistung je km hängt insbesondere von Fahrzeugform und energieeffizienter Fahrzeugarchitektur ab, weniger von Fahrzeuggewicht und Leistung. Ein relativ schwerer Tesla 3 SR mit 239 kW (325 PS) Leistung ist aktuell eines der effizientesten Fahrzeuge am Markt.

Aber auch jedes zusätzliche E-Auto benötigt für Produktion und Betrieb die Bereitstellung zusätzlicher regenerativer Energie, die Mikroplastik-Belastung durch Abrieb der Reifen ist mindestens genauso groß wie bei Verbrennern. Und der Energiebedarf auf Kurzstrecke ist ebenfalls viel höher als bei mittlerer oder großer Entfernung.

Deswegen gilt: jeder nicht mit dem Auto gefahrene Kilometer hilft bei der Reduzierung des CO₂-Verbrauchs. Das beste Batterie-Elektrische Fahrzeug für Strecken bis ca. 20 km ist das Pedelec*!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit