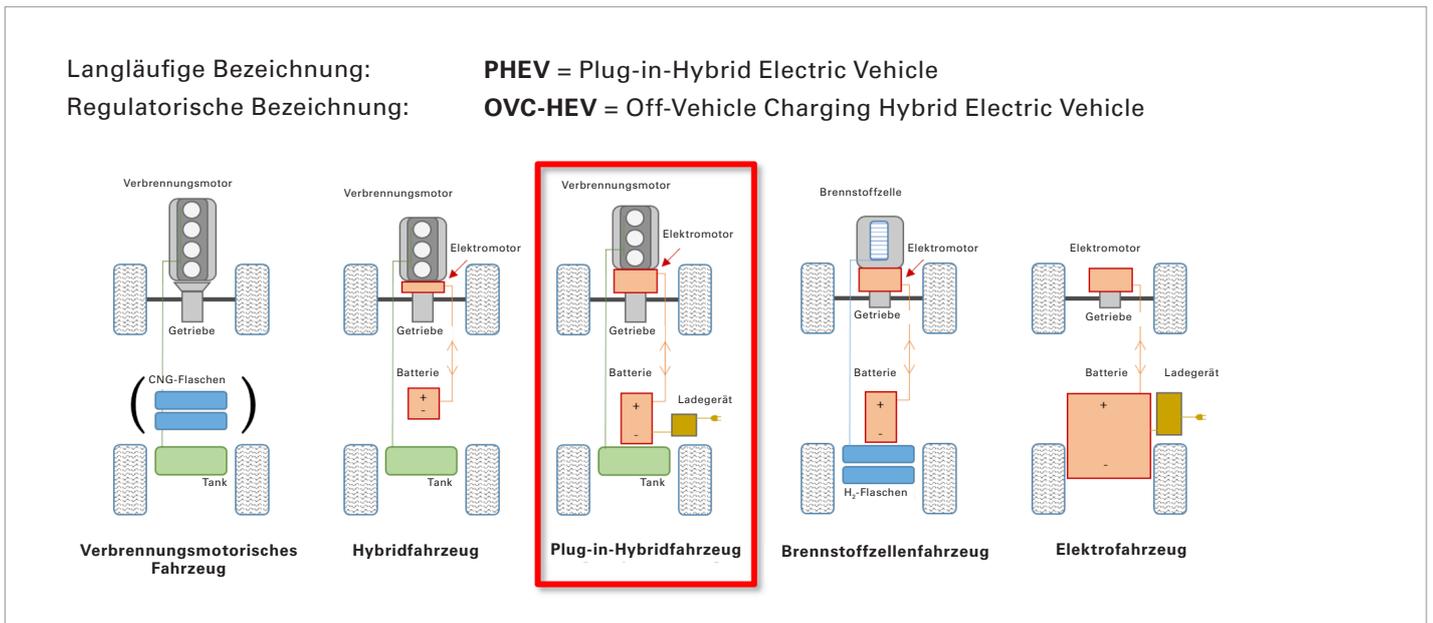


# Absenkungspfad mit Plug-in-Hybriden sicherstellen

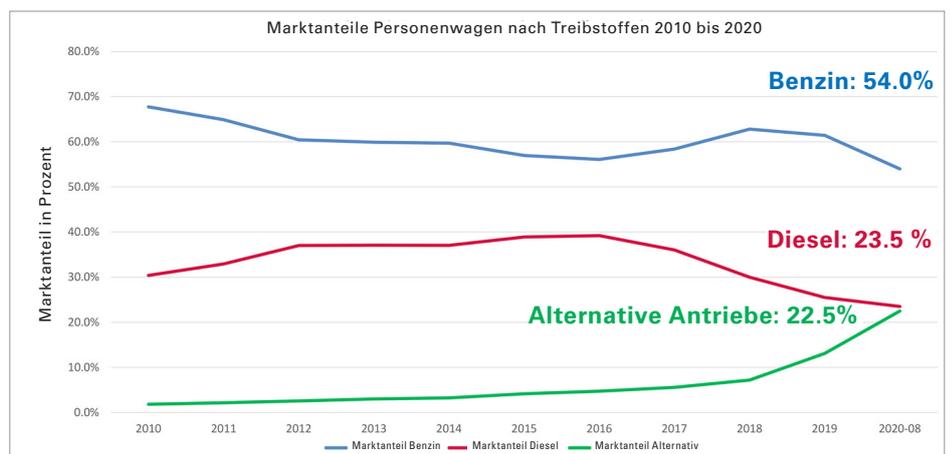
Die Corona-Pandemie stellt nicht nur Wirtschaft und Gesellschaft vor immer neue Tatsachen. Auch die Automobilhersteller und -zulieferer mussten während dem Lockdown die Produktion herunterfahren, Entwicklungen zurückstellen und neue Modelle mit Verzögerung ausliefern. Die Umstellung auf den WLTP-Emissionszyklus und der schleppende Anlauf von E-Fahrzeugen akzentuiert die Herausforderung: CO<sub>2</sub>-Bussen. **Andreas Senger**



Antriebsvielfalt in der Übersicht: Insbesondere Plug-in-Hybridfahrzeuge, aber auch Erd-/Biogas-Antrieb (CNG) helfen kurz- und mittelfristig, die Flotten-CO<sub>2</sub>-Emissionen markant zu reduzieren. Langfristig sind reine E-Antriebe mit Brennstoffzelle oder batterieelektrische im Vordergrund. Auch synthetische Treibstoffe sind eine Alternative. Quelle: Empa

Das Studienforum Schweiz für mobile Antriebstechnik SSM beleuchtete anlässlich eines Webinars «Forum Technik» die Thematik rund um das Thema CO<sub>2</sub>. Dabei referierten Vertreter der Behörden (Bundesamt für Energie und Bundesamt für Umwelt) wie auch Auto-Schweiz-Präsident François Launaz, Avenery-Suisse-Geschäftsführer Roland Bilang sowie Christian Bach, der Leiter Technik der SSM und Abteilungsleiter Fahrzeugantriebe der Empa.

Rund 4 l/100 km Benzinverbrauch oder 95 g/km CO<sub>2</sub>-Emissionen ist das Flottenziel für 2020 nach NEFZ. Wenn ein Importeur diesen Durchschnittswert der verkauften Neuwagen nicht erreicht, werden pro g/km Zielwertüberschreitung dieses Jahr 109 Franken pro Gramm fällig. Multipliziert mit der Anzahl verkaufter Fahrzeuge drohen so Millionen-Bussen. Der Druck auf die Importeure



Alternative Antriebe müssen verfügbar sein und bei den Käufern auf Akzeptanz stoßen. Die Resonanz und der Kaufwille für die Alternativen steigt. Unterdessen haben sie den Anteil von Dieselmotorisierungen beinahe erreicht. Im Stichmonat August 2020 betrug der Anteil der Hybridantriebe 11,7%, Plug-in-Hybride 4,6%, batterieelektrische Fahrzeuge 5,8% und Erd-/Biogas 0,4%. Quelle: Auto-Schweiz

ist enorm, möglichst viele batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) sowie Plug-in-Hybride (PHEV) zu verkaufen. Dies, weil bei den BEV 0 g CO<sub>2</sub>/km und bei den PHEV – aufgrund der sehr ho-

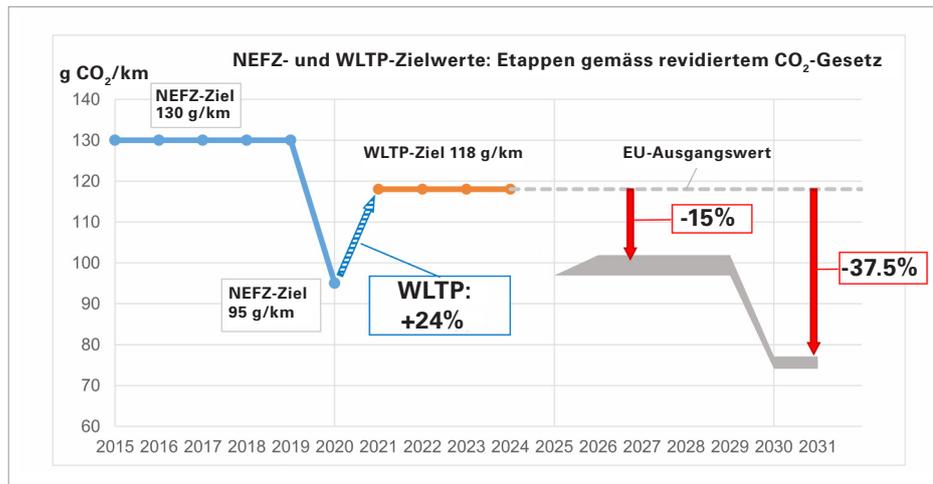
hen Gewichtung des Anteils elektrisch gefahrener Strecke im NEFZ- oder WLTP-Zyklus – sehr geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen geltend gemacht werden können.

Zwei Herausforderungen kristallisieren sich daraus: Erstens ist die Fahrzeugindustrie aktuell nicht in der Lage, genügend BEV zu produzieren (Lieferschwierigkeiten Akkus, Rohmaterial für Batterien, Produktionskapazitäten) und zweitens werden in anderen europäischen Ländern (insbesondere in Deutschland) die Steckerfahrzeuge finanziell vom Staat massiv gefördert. Die Anzahl der lieferbaren Fahrzeuge in der Schweiz ist entsprechend gering. Zudem werden Steckerfahrzeuge nicht vom Bund, sondern nur teilweise von den Kantonen gefördert.

Für die Importeure bleibt aktuell einzig der Ausweg über Plug-in-Hybride, die aufgrund des Prüfzyklus und einem hohen Anteil elektrisches Fahren äusserst geringe Normverbräuche aufweisen. Diese Normverbräuche haben allerdings nicht viel gemein mit den realen Verbräuchen und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Lädt der Kunde sein Steckerfahrzeug nicht konsequent auf, fährt er seinen Plug-in-Hybrid wie ein Hybridfahrzeug. Die Verbräuche sind dann deutlich höher (siehe Technikbox Seite 62).

Für Christian Bach ist klar, dass diese Entwicklung nicht eindeutig zur effektiven Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen führt. Durch das Prüfprozedere können schwere und übermotorisierte Fahrzeuge als vermeintlich saubere Fahrzeuge verkauft werden. Bach spricht in diesem Zusammenhang Klartext: «Die CO<sub>2</sub>-Minderung mit Plug-in-Hybriden wird deutlich überschätzt. Diese Fahrzeuge weisen ein hohes Potenzial an Schein-CO<sub>2</sub>-Minderungen auf, obwohl der Ansatz auf richtigen Überlegungen basiert. Nämlich Kurzstrecken elektrisch sowie Last- und Langstrecken verbrennungsmotorisch zu fahren». Dazu wären aber andere Auslegungen des Antriebs erforderlich, «was aufgrund der aktuellen Kritik an PHEV möglicherweise von der Automobilindustrie aufgenommen wird.»

Unter dem Strich wird dem Kunden also ein Fahrzeug verkauft, das zwar bei konsequentem Laden und kürzeren Strecken seine Vorteile ausspielen kann. Die Kombination der beiden Antriebe sorgt aber für noch höhere Leistungen, höhere Gewichte und führt im realen Gebrauch zu höheren Verbräuchen. Vor allem wenn Kunden ihr Steckerfahrzeug



Die Umstellung vom NEFZ- auf den WLTP-Zyklus erfolgt vollständig nächstes Jahr. Die EU will den Ausstoss aber weiter massiv senken. Auch die Schweiz will mit dem revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz folgen. Quelle: BFE

**Fortsetzung Seite 62**

## Normverbrauchs- und Norm-CO<sub>2</sub>-Werte Beispiel: Ford Kuga ST-Line

**Ford Kuga 1.5 EcoBoost**  
1.5 l-Benzinmotor (88 kW)  
m6-Getriebe / Frontantrieb  
Max.LG: 1668 kg<sup>1)</sup>  
Anhängelast: 1600 kg<sup>1)</sup>  
Neupreis: 27 000 CHF<sup>1)</sup>  
**Norm-Verbr.: 6.8 l/100 km**  
**Norm-CO<sub>2</sub>: 155 g/km**

**Ford Kuga 1.5 EcoBlue**  
1.5 l-Dieselmotor (88 kW)  
m6-Getriebe / Frontantrieb  
Max.LG: 1703 kg<sup>1)</sup>  
Anhängelast: 1500 kg<sup>1)</sup>  
Neupreis: 32 000 CHF<sup>1)</sup>  
**Norm-Verbr.: 5.2 l/100km**  
**Norm-CO<sub>2</sub>: 136 g/km**

**Ford Kuga 2.0 EcoBlue**  
2.0 l-Diesel-Hybrid (110 kW)  
m6-Getriebe / Frontantrieb  
Max.LG: 1750 kg<sup>1)</sup>  
Anhängelast: 1900 kg<sup>1)</sup>  
Neupreis: 34 000 CHF<sup>1)</sup>  
**Norm-Verbr.: 5.1 l/100km**  
**Norm-CO<sub>2</sub>: 135 g/km**

**Ford Kuga 2.5 PHEV**  
2.5 l-Benzin-Plugin-Hybrid (165 kW)  
CVT-Getriebe / Frontantrieb  
Max.LG: 1914 kg<sup>1)</sup>  
Anhängelast: 1200 kg<sup>1)</sup>  
Neupreis: 42 000 CHF<sup>1)</sup>  
**Norm-Verbr.: 1.4 l/100km**  
**Norm-CO<sub>2</sub>: 32 g/km**  
**El.-Verbr.: 86 Wh/km**

➡  
**-12% CO<sub>2</sub>**  
+35 kg  
+5000 CHF

➡  
**Fast identischer Verbrauch/CO<sub>2</sub> bei +20% Leistung**  
+47 kg  
+2000 CHF

➡  
**-76% CO<sub>2</sub> bei +50% Leistung**  
+164 kg  
+8000 CHF

<sup>1)</sup> Angaben gemäss Ford

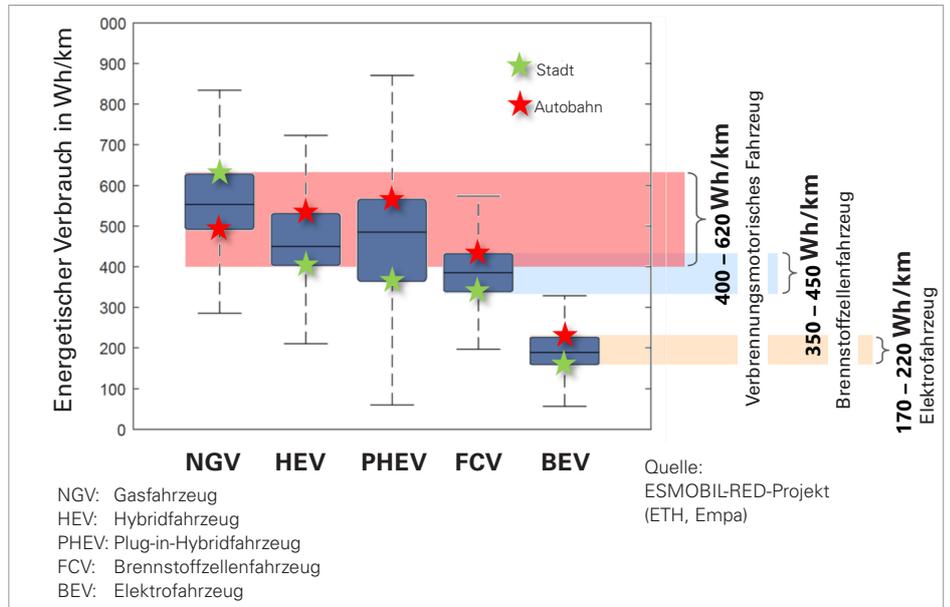
Das Beispiel zeigt deutlich, warum Hersteller und Importeure gezwungen sind, die Steckerfahrzeuge prioritär zu vermarkten. Bei BEV fließen 0 g/km CO<sub>2</sub>-Emission in die Abrechnung. Bei den Plug-in-Hybridfahrzeugen, wie dem dargestellten Ford Kuga, sorgt die Messnorm dafür, dass der Anteil der elektrischen Reichweite sehr hoch gewichtet wird und im Schnitt ein sehr geringer CO<sub>2</sub>-Wert resultiert. Dieser Normverbrauch wird in der Praxis selbst bei regelmässigem Aufladen der Batterie kaum erreicht. Quelle: ICCT

**MIDLAND, GEPRÄGT DURCH ÜBER 130 JAHRE ERFAHRUNG. MIDLAND.CH**



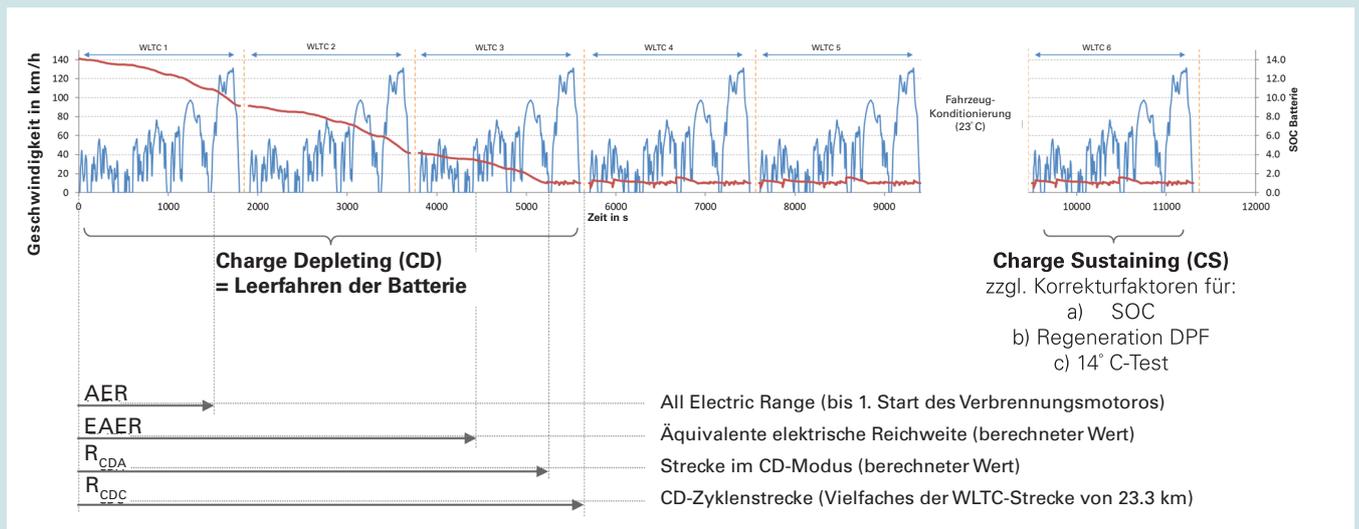
wenig oder gar nicht an der Steckdose aufladen, resultiert für die Umwelt überhaupt kein Vorteil. Im Gegenteil: Die graue Energie bei der Produktion und der Aufwand beim Recycling sind deutlich höher als bei konventionellen Fahrzeugen.

Alle Referenten aus der Industrie und Forschung forderten in ihren Ausführungen, dass die elektrische Energie nicht mit 0 CO<sub>2</sub>-Ausstoss eingerechnet wird, weil der europäische Strommix nicht CO<sub>2</sub>-frei ist. Ausserdem merkten sie an, dass erneuerbarer Strom ungenügend vorhanden ist, um auch synthetische Treibstoffe in grösseren Mengen produzieren zu können, und biologische Treibstoffe ebenfalls zu wenig gefördert werden. <



Welcher Antrieb energetisch sinnvoll ist, zeigt die Grafik deutlich. Allerdings wird bei allen Berechnungen immer nur die Tank-to-Wheel-Bilanz (vom Energiespeicher im Fahrzeug bis ans Rad) untersucht. Quelle: Empa

### Technikbox: Verbrauchsmessung im WLTP-Zyklus für Steckerfahrzeuge – ein komplexes Unterfangen



Die Verbrauchsmessung und damit die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind komplex. Die erzielten, geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen resultieren aus der Tatsache, dass je grösser der verbaute Akku in einem Plug-in-Hybridfahrzeug ist, desto mehr kann rein elektrisch gefahren werden. Die niedrigen Verbrauchswerte sind oft praxisfremd. Quelle: Empa

se. Die Prüfnorm WLTP (Worldwide Light Duty Vehicle Test Procedure) ist für Plug-in-Hybridfahrzeuge sehr kompliziert. Nach der Fahrzeugkonditionierung (23°C Umgebungstemperatur) wird die Batterie vollständig geladen (100% SOC = State of Charge, Batterieladestand). Danach wird der WLTC (Worldwide Light Duty Vehicle Test Cycle) abgefahren und wiederholt, bis sich die SOC um weniger als 4% verändert. Im oben gezeigten Beispiel ist dies zwischen dem Zyklus 4 und 5 der Fall (rote Linie = SOC). Die ersten Zyklen (1-3) dienen dem Charge Depleting (CD). Diese Zyklen sorgen einzig für das Entladen der Batterie und dem elektrischen Fahren. Im CS-Modus (Charge Sustaining) wird hybridisch gefahren. Der Verbrennungsmotor kann zu- und abschalten und der SOC darf nur 4% differieren. Danach wird die Batterie vollständig geladen und die Ladekapazität gemessen. Mittels komplexer Formeln wird danach der Anteil elektrischer Energie und verbrennungsmotorischer Verbrauch in CO<sub>2</sub>-Ausstoss und Gesamt-

energieverbrauch umgerechnet und gemittelt. Diverse Korrekturen wie beispielsweise für die Regeneration des Dieselpartikelfilters während des Tests werden einbezogen.

Der so ermittelte Normverbrauch geht davon aus, dass der Fahrzeugnutzer sein Auto also vor Antritt der Fahrt an der Steckdose lädt, mit vollständig geladenem Akkumulator (100% SOC) losfährt und dass 70 bis 80% der Strecke elektrisch gefahren wird. In der Realität wird der elektrisch gefahrene Anteil in vielen Fällen deutlich geringer ausfallen, da die PHEV ja auch gerade wegen der Langstreckentauglichkeit gekauft werden.

Die CS-Phase wird zudem durch die optimale Konfiguration von elektrischer Leistung des E-Antriebs und Dimensionierung des Verbrenners und der damit verbundenen Aufladung im Generatorbetrieb angeglichen. Der Anteil des rein elektrischen Fahrens wird im «Utility Factor» UF ausgedrückt. Beträgt der Faktor 1, wird nur

elektrisch gefahren. Je kleiner der UF, desto mehr schaltet sich der Verbrennungsmotor zu. Die meisten Plug-in-Hybridfahrzeuge haben eine elektrische Reichweite zwischen 50 bis 60 km. Dies ergibt einen UF von 0,75 bis 0,8 (rund 75% der Fahren werden elektrisch absolviert).

Daraus resultieren die ungemein niedrigen Verbrauchswerte für Benzin oder Diesel bei den Plug-in-Hybriden. Nur fahren diese Fahrzeuge oft im CS- und nicht im CD-Modus. Der daraus resultierende Verbrauch lässt sich ebenfalls berechnen. Im nachfolgenden Link sind die Berechnung sowie die praxisingerechteren CD-Verbräuche aufgelistet.

Weitere Infos unter:



und

