

# ANTRIEBSFORMEN IM WETTBEWERB

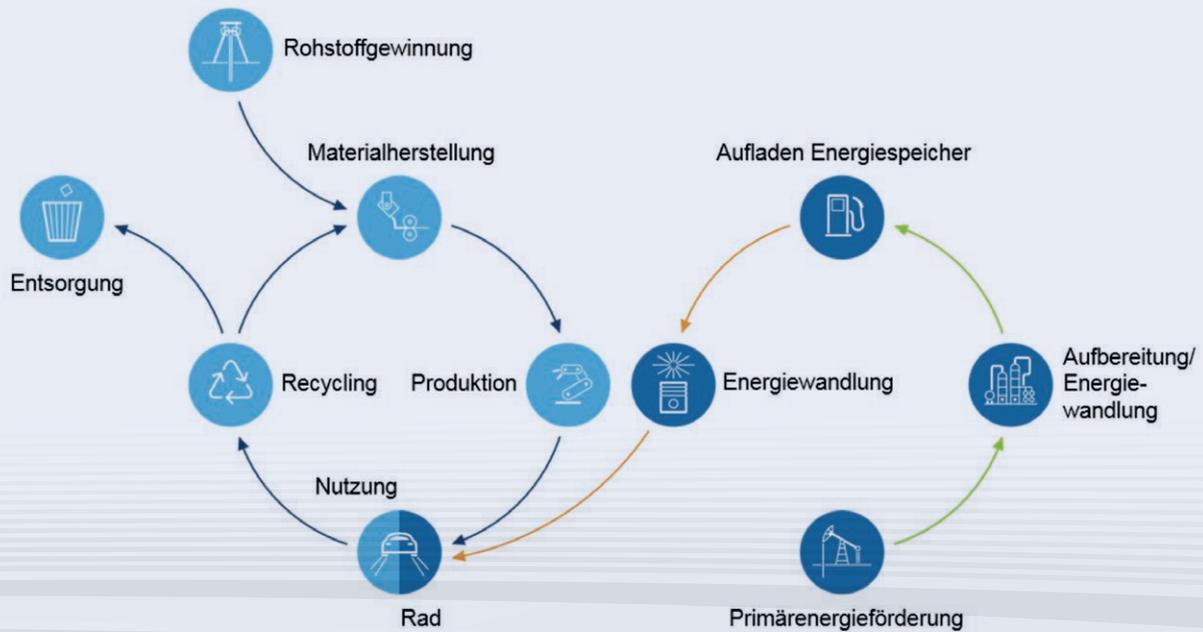
faktenbasiert – sachorientiert – technologieoffen

## Objektiver Vergleich

# Ökobilanzierung: von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling denken

Bei der Debatte um die klimafreundliche Mobilität der Zukunft stehen bisher überwiegend die Emissionen während des Fahrbetriebs im Vordergrund. Dieser Ansatz greift aber zu kurz: Innerhalb der Nutzungsphase ist auch die Energiebereitstellung

zu berücksichtigen. Zudem muss die Fahrzeugherstellung und das Recycling in die Betrachtung einfließen. Einen vollständigen und objektiven Vergleich liefert das Life Cycle Assessment (LCA): die sogenannte Ökobilanz.



Quelle: IAV GmbH

Um nun verschiedene Antriebskonzepte fair miteinander vergleichen zu können, erfolgt die Bewertung eines exemplarischen Kompaktklassefahrzeug mit Hilfe der LCA-Methodik. Für eine realitätsnahe Berücksichtigung der Nutzungsphase wird der reale Energieverbrauch der Fahrzeuge im Kundenbetrieb, einschließlich des Energiebedarfs für die Innenraumklimatisierung, herangezogen.

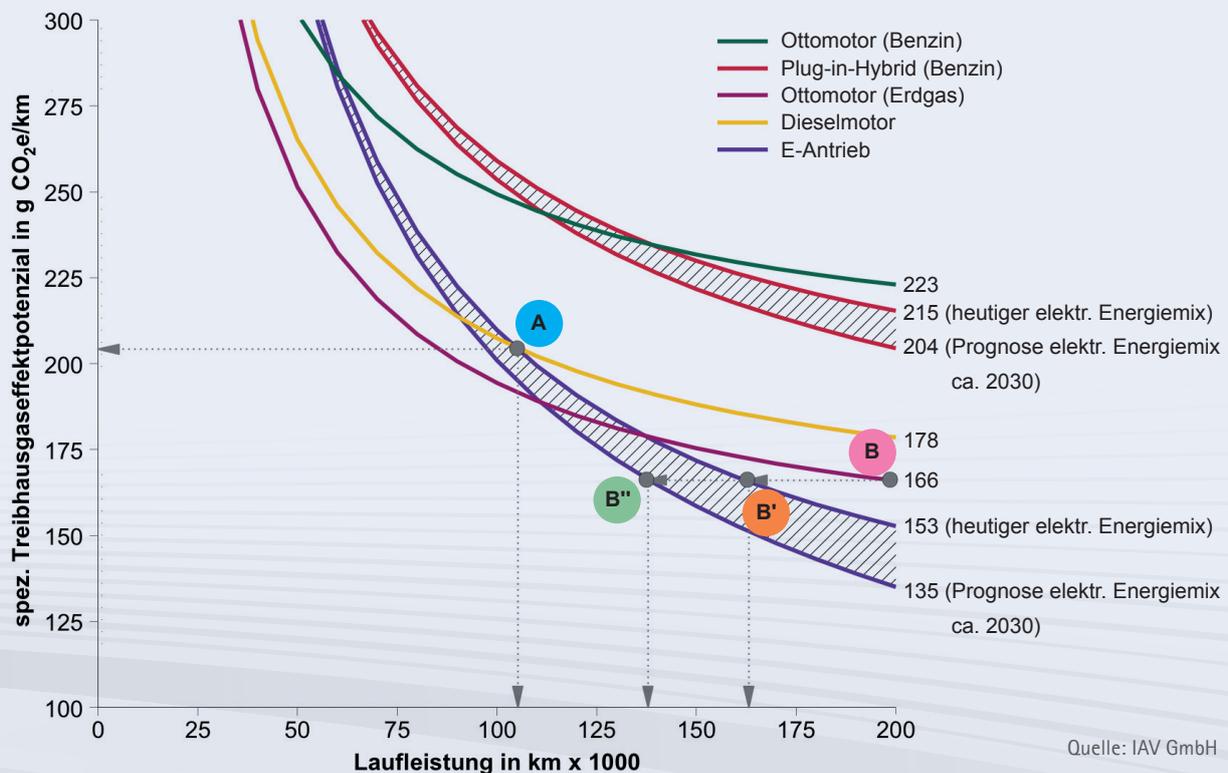
Zusammen mit den Informationen zu Stoff- und Energieflüssen bei der Herstellung von Kraftstoffen und elektrischer Energie in Deutschland sowie bei der Herstellung und dem Recycling der Fahrzeuge können verschiedene Umweltwirkungen des jeweiligen Antriebskonzepts ermittelt werden.

# Paradoxon E-Fahrzeug

## Einsatz als Langstreckenfahrzeug?

Werden die Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von der Laufleistung dargestellt, weisen alle Fahrzeuge zu Beginn der Nutzungsphase sehr hohe Emissionen auf – da die laufleistungsunabhängigen Emissionen bei der Produktion und beim Recycling der Fahrzeuge auf eine vergleichsweise

geringe Anzahl von Kilometern bezogen werden. Mit steigender Laufleistung treten diese Treibhausgasemissionen gegenüber den Emissionen aus der Nutzungsphase in den Hintergrund.



**A** Nach einer Laufleistung von 106.000 Kilometern haben die exemplarischen Elektro- und Diesel-Fahrzeuge 204 g CO<sub>2</sub>e/km emittiert. Im Fall des Weiterbetriebs erzielt das E-Fahrzeug erst ab diesem Punkt einen Vorteil gegenüber dem dieselmotorischen Fahrzeug.

**B** Ein Erdgasfahrzeug hat bei 200.000 Kilometern 166 g CO<sub>2</sub>e/km emittiert. Um diesen Wert zu erreichen, müsste das E-Fahrzeug mit dem heutigen Energiemix mindestens 163.000 Kilometer (Punkt **B'**) bzw. mit fortschreitendem Ausbau regenerativer Energien 138.000 Kilometer (Punkt **B''**) betrieben werden.

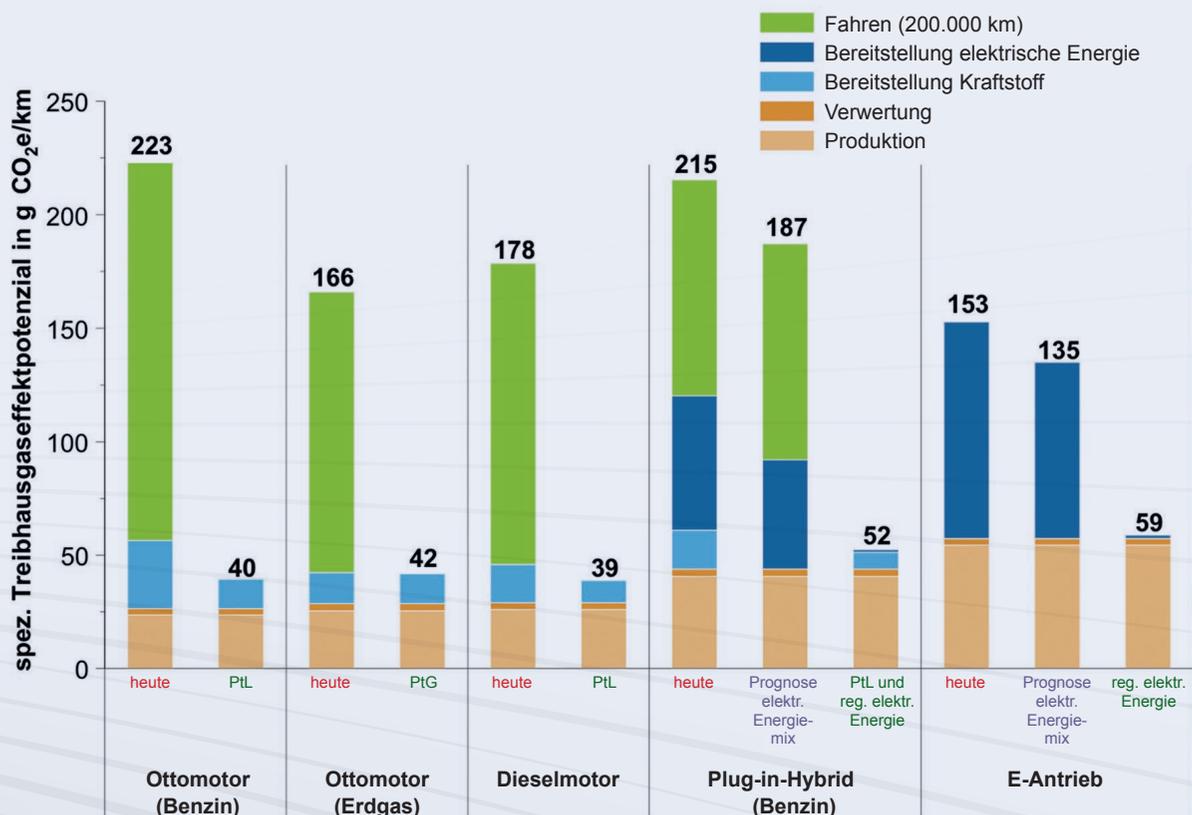
Die Ökobilanz zeigt beispielsweise, dass das heutige E-Fahrzeug paradoxerweise ein Langstreckenfahrzeug mit langer Betriebszeit sein müsste, um gegenüber verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen Vorteile zu erzielen. In der Praxis sind diese Laufleistungen aufgrund hoher Ladezeiten und geringer Reichweiten wahrscheinlich noch eher selten. Der Plug-in-Hybrid mit elektrischem und ottomotorischem Antrieb kann innerhalb üblicher Laufleistungen nur gegenüber dem „Benziner“ einen öko-bilanziellen Vorteil „herausfahren“.

# Zukunfts-Szenario

## CO<sub>2</sub>-neutrale Fahrt?

Eine detaillierte Analyse der Ergebnisse bei einer beispielhaften Laufleistung von 200.000 Kilometern zeigt, dass während der Fahrt der „Benziner“ die größten Treibhausgasemissionen verursacht, gefolgt von der Diesel-, Erdgas- und der Hybridvariante. Naturgemäß schneidet hier das batterieelektrische Fahrzeug am besten ab – mit null Emissionen.

Werden auch die Emissionen für die Bereitstellung von elektrischer Energie bzw. Kraftstoff wie Benzin, Diesel und CNG (Erdgas) berücksichtigt, machen die konventionellen Antriebe deutlich an Boden gut – insbesondere im Hinblick auf die Emissionen für die Produktion und die Verwertung, wo teil- und vollelektrische Antriebe schlechter abschneiden.



Quelle: IAV GmbH

Dieses Bild ändert sich komplett, würden sämtliche Fahrzeuge mit regenerativ hergestellten Energieträgern – beispielsweise aus Windkraft – angetrieben.

Bei der Verwendung von erneuerbaren E-Fuels – das sind synthetische Kraftstoffe für Benzin- und Dieselfahrzeuge (Power to Liquid – PtL) oder für Erdgas-Fahrzeuge

(Power to Gas – PtG) – erzielen verbrennungsmotorisch angetriebene Fahrzeuge deutlich geringere Emissionswerte als Plug-in-Hybride oder Elektrofahrzeuge. Dieser Vorteil ist auf ihre vergleichsweise geringen Treibhausgasemissionen in der Produktionsphase zurückzuführen – bzw. auf den relativ hohen Treibhausgasausstoß bei der Batterieproduktion.

# Antriebsformen

## Alle Stärken und Schwächen einbeziehen

Bezieht man auch andere Umweltkategorien und Kriterien mit ein, zeigen die verschiedenen Antriebskonzepte jeweils unterschiedliche Stärken und Schwächen: Das batterieelektrische

Fahrzeug schneidet bei der Sommersmog-Bildung (z. B. Smogalarm in Innenstädten) am besten ab und zeigt gleichzeitig besondere Schwächen bei der Versauerung (z. B. der Wälder).

Kriterium	Ottomotor (Benzin)	Ottomotor (Erdgas)	Dieselmotor	Plug-in-Hybrid (Benzin)	E-Antrieb
<b>Umwelteigenschaften</b>					
Treibhausgasemissionen (aus LCA, Nutzung 200.000 km)	**	****	****	**	*****
Lokaler Schadstoffausstoß	**	**	*	****	*****
<b>Transporteigenschaften</b>					
Reichweite	****	** (ausschl. Berücksichtigung im CNG-Betrieb)	*****	** (Berücksichtigung der Gesamtreichweite)	*
Tank- bzw. Ladedauer	*****	*****	*****	** (Abwertung durch teilweises elektr. Laden)	*
Zuladung	*****	*****	*****	**	**
<b>Kosten</b>					
Zusätzliche Infrastrukturaufwendungen	*****	**	*****	** (Berücksichtigung einer Basisladeinfrastruktur)	*
Herstellungskosten	*****	****	****	**	**
Total Cost of Ownership (Kauf, Versicherung, Steuern, Wartung, Betrieb über 200.000 km)	****	****	****	**	****

\*\*\*\*\* positiv

\* negativ

Quelle: IAV GmbH

Neben den Umweltwirkungen entscheiden in der Praxis weitere, wesentliche Kriterien über den Einsatz der verschiedenen Antriebsformen.

Auffallend ist, dass das batterieelektrische Fahrzeug insbesondere bei den für den Endkunden wichtigen Transporteigenschaften noch wesentlichen Nachholbedarf gegenüber den Vergleichsfahrzeugen aufweist.

# Antriebsformen technologie- offen weiterentwickeln

## Fazit

Die Debatte um die klimafreundliche Mobilität der Zukunft ist oftmals verkürzt auf Emissionen im Fahrbetrieb. Einen objektiven Vergleich liefert die Ökobilanzierung von der Produktion über den Fahrbetrieb bis zum Recycling der Fahrzeuge.

Das heutige E-Fahrzeug müsste aus ökobilanzieller Sicht paradoxerweise ein Langstreckenfahrzeug sein, um gegenüber verbrennungsmotorischen Fahrzeugen Vorteile zu erzielen. Der Plug-in-Hybrid mit elektrischem und ottomotorischem Antrieb kann innerhalb üblicher Laufleistungen nur gegenüber dem „Benziner“ einen Vorteil „herausfahren“.

Bei der Nutzung regenerativer Energieträger im Fahrbetrieb erzielen Verbrennungsmotoren aus ökobilanzieller Gesamtsicht bessere CO<sub>2</sub>-Werte als E-Fahrzeuge und Plug-in-Hybride – aufgrund der geringeren Emissionen in der Produktionsphase.

Unter Berücksichtigung verschiedener Umweltkriterien, Transporteigenschaften und Kostenarten zeigen die verschiedenen Antriebskonzepte jeweils unterschiedliche Stärken und Schwächen.

## WAS IST ZU TUN?

- 1 Die Debatte um klimaneutrale Mobilität der Zukunft versachlichen.
- 2 Den politischen Rahmen für eine technologieoffene Weiterentwicklung sämtlicher Antriebsformen schaffen.
- 3 Markteingriffe vermeiden, damit sich die in der Praxis geeignetsten und technisch besten Antriebstechnologien durchsetzen können.

Herausgeber:



Industrie- und Handelskammer  
Schwarzwald-Baar-Heuberg

Kooperationspartner:



IHK-Projektleiter:  
Martin Schmidt  
Telefon: 07721 922-207  
martin.schmidt@vs.ihk.de