

Batterie-Elektroautos und Plug-In Hybride im Vergleich: Klimabilanz vs. staatliche Förderung

ICCT und Fraunhofer ISI
25. März 2022

Georg Bieker, Cornelius Moll, Steffen Link, Patrick Plötz, Peter Mock

Vergleich von Klimabilanz und Förderung

Lebenszyklus-THG-Emissionen:

- Fahrzeug- und Batterieherstellung
- Kraftstoff- und Stromproduktion
- Kraftstoffverbrauch

im Vergleich zu durchschnittlichem Benziner des jeweiligen Segments

Finanzielle Förderung:

- Kaufprämie (staatlicher Anteil)
- Kfz-Steuer (18 Jahre)
- Dienstwagensteuer (2 Jahre)

im Vergleich zu durchschnittlichem Benziner des jeweiligen Segments



9 BEV und 9 PHEV Modelle

*Je 3 aus Kompaktklasse, Mittelklasse
und SUV Segment*

Gliederung

- Teil 1: Klimabilanz
- Teil 2: Klimabilanz vs. staatliche Förderung
- Teil 3: Zusammenfassung und Empfehlungen

Teil 1: Klimabilanz

Methodik: Lebenszyklusanalyse inkl. realer Kraftstoff- und Stromverbräuche

Lebenszyklusanalyse (LCA):

- Betrachtung der Emissionen während des ganzen Fahrzeuglebens:
 - Herstellung inkl. Rohstoffe und Batterie,
 - Nutzung inkl. Energiebereitstellung,
 - Entsorgung bzw. Recycling
- Emissionen werden durch die Lebenslaufleistung geteilt, um Messgröße g CO₂ Äq./km zu erhalten
- Methodik folgt großer ICCT-Studie zu LCA von Elektrofahrzeugen weltweit¹

Kraftstoffverbrauch:

- **Durchschnittliche Benzin- und Diesel-Pkw:** Offizielle CO₂-Werte, korrigiert mit durchschnittlicher Abweichung basierend auf [spritmonitor.de](https://www.spritmonitor.de) Daten²
- **PHEV-Modelle:** [Spritmonitor.de](https://www.spritmonitor.de) Daten³

Stromverbrauch (inkl. Ladeverluste):

- **PHEV-Modelle:** ADAC Ecotest Werte, gewichtet mit [Spritmonitor.de](https://www.spritmonitor.de)-basiertem elektrischen Fahranteilen
- **BEV-Modelle:** ADAC Ecotest Werte

Methodik: Durchschnittlicher Strom- und Kraftstoffmix über das Fahrzeugleben

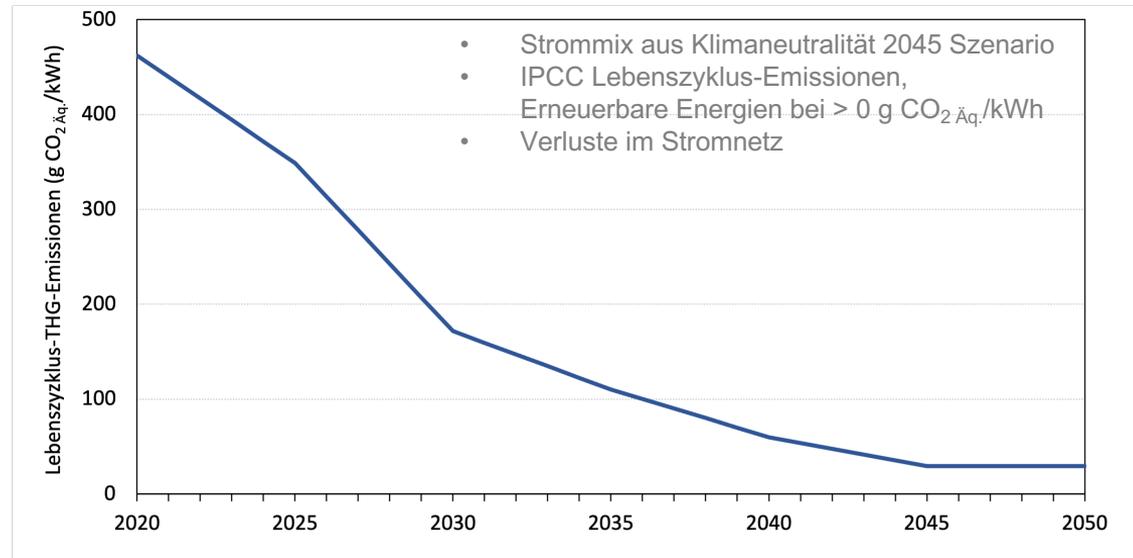
Strommix:

- Klimaneutralität 2045 Szenario aus Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2021) im Auftrag der Agora Energiewende

Kraftstoffmix:

- Durchschnittliche Anteile an Biokraftstoffen im Benzin- und Dieselmix
- Entwicklungen bis 2030 gemäß EU Renewable Energy Directive (RED II)

Entwicklung der durchschnittlichen Lebenszyklus-THG-Emissionen des Stromverbrauchs in Deutschland.



Klimabilanz von PHEVs variiert stark zwischen Modellen, im Schnitt doppelt so hoch wie BEVs.

In allen drei Segmenten:

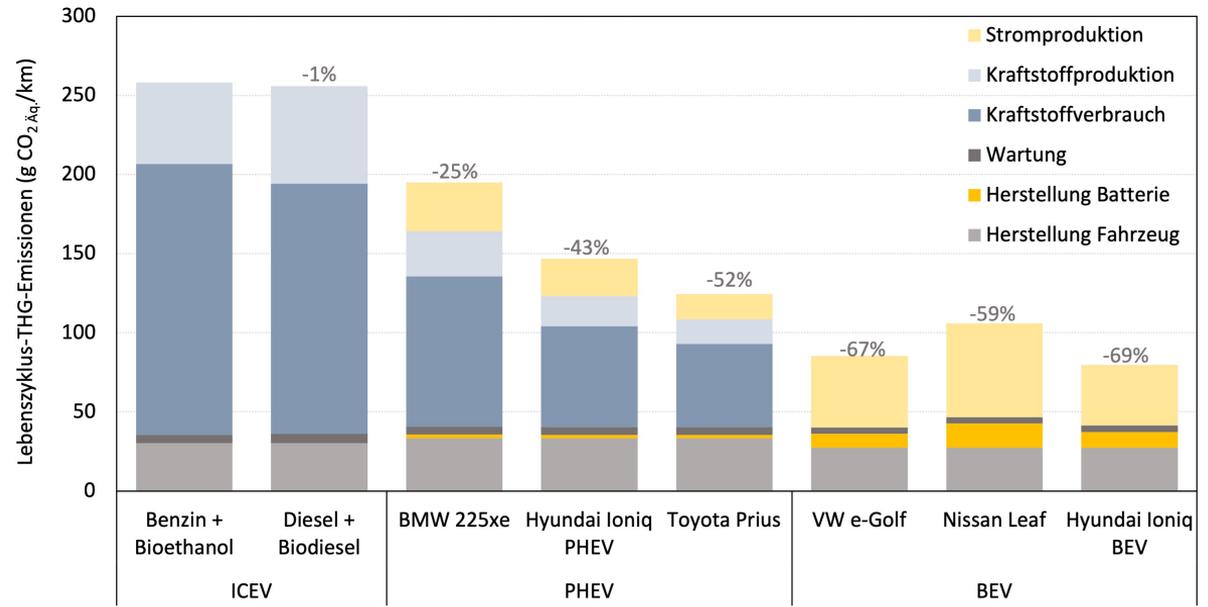
PHEVs variieren stark & haben **10%–52 %** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Realer Kraftstoff- und Stromverbrauch.**

BEVs variieren weniger stark und haben **57%–67%** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Stromverbrauch und Batterieproduktion.**

Kompaktklasse 2021: Lebenszyklus-THG-Emissionen PHEV und BEV Modellen für 2021-2038 im Vergleich zu durchschnittlichen neuen Benzin und Diesel Pkw.



Bieler et al. (2022). More bang for the buck: A comparison of the life-cycle GHG emission benefits and incentives of plug-in hybrid and battery electric vehicles in Germany.

Klimabilanz von PHEVs variiert stark zwischen Modellen, im Schnitt doppelt so hoch wie BEVs.

In allen drei Segmenten:

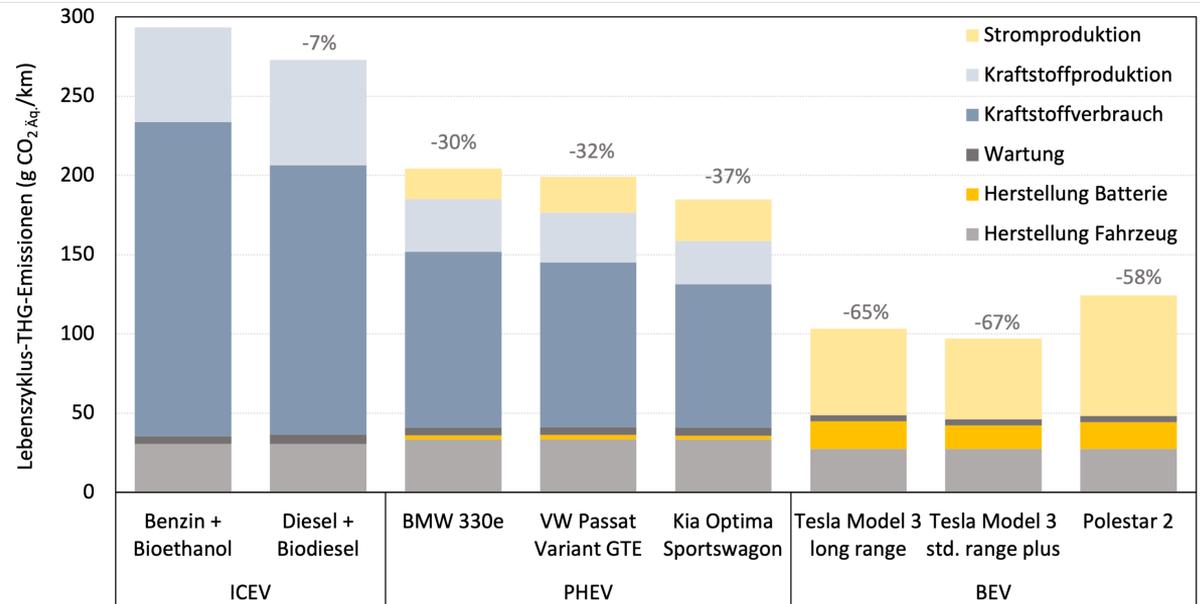
PHEVs variieren stark & haben **10%–52 %** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Realer Kraftstoff- und Stromverbrauch.**

BEVs variieren weniger stark und haben **57%–67%** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Stromverbrauch und Batterieproduktion.**

Mittelklasse 2021: Lebenszyklus-THG-Emissionen PHEV und BEV Modellen für 2021-2038 im Vergleich zu durchschnittlichen neuen Benzin und Diesel Pkw.



Klimabilanz von PHEVs variiert stark zwischen Modellen, im Schnitt doppelt so hoch wie BEVs.

In allen drei Segmenten:

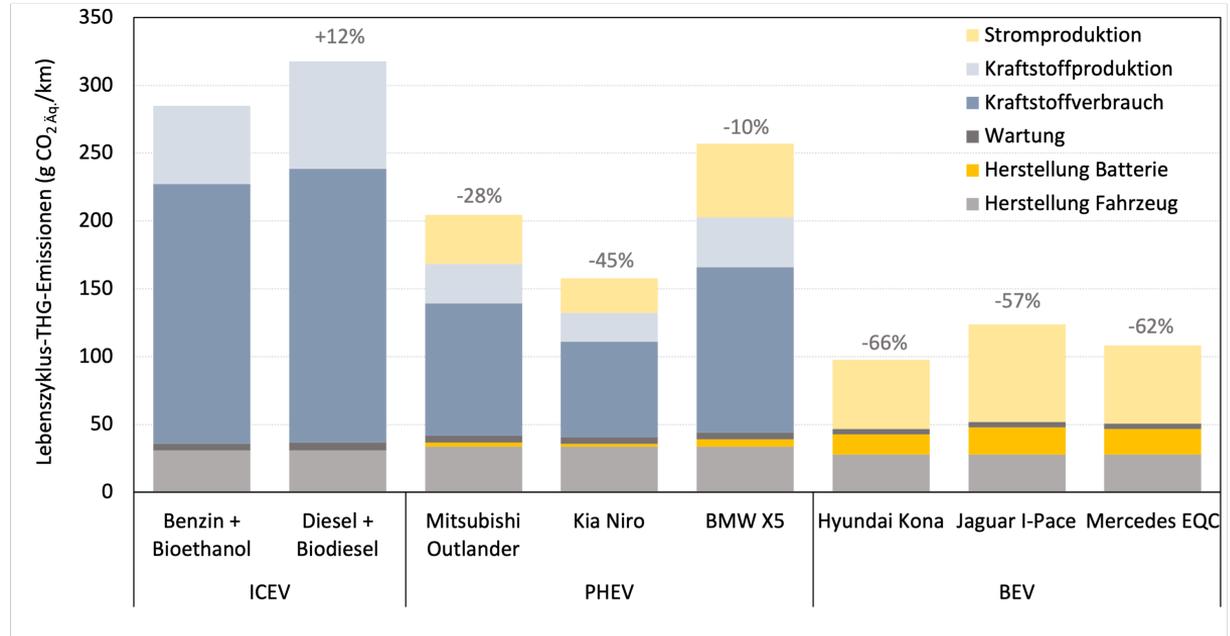
PHEVs variieren stark & haben **10%–52 %** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Realer Kraftstoff- und Stromverbrauch.**

BEVs variieren weniger stark und haben **57%–67%** geringere THG-Emissionen als Benziner.

- Faktoren: **Stromverbrauch und Batterieproduktion.**

SUV 2021: Lebenszyklus-THG-Emissionen PHEV und BEV Modellen in den Jahren 2021-2038 im Vergleich zu durchschnittlichen neuen Benzin und Diesel Pkw.



Bieler et al. (2022). More bang for the buck: A comparison of the life-cycle GHG emission benefits and incentives of plug-in hybrid and battery electric vehicles in Germany.

Klimabilanz von PHEVs wird auch durch Verbrauch in CS und CD Fahrmodus bestimmt.

Die **realen Verbräuche** der PHEV-Modelle variieren, auch bei ähnlichen **elektrischen Fahranteilen**:

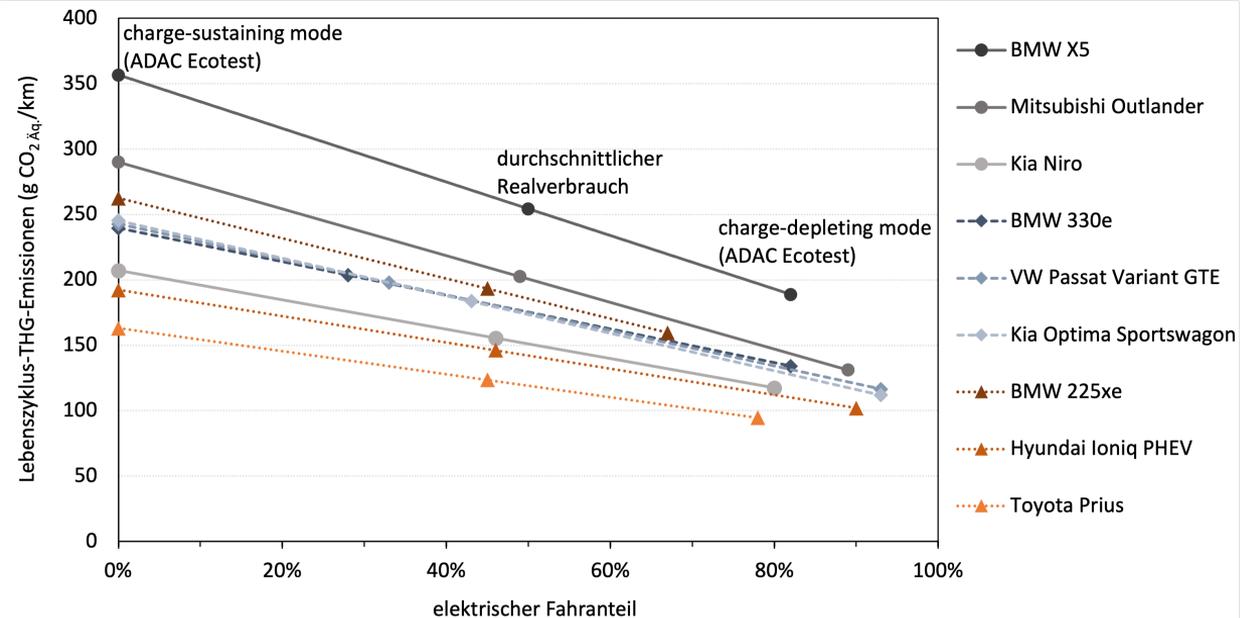
Fahranteilen:

- BMW X5: 5.4 L/100 km, 50%
- Kia Niro: 3.1 L/100 km, 46%

Eine **höhere elektrische Reichweite** ist nur ein **Aspekt** um Emissionen zu senken.

Auch der **Verbrauch** im **charge-sustaining mode** ("Batterie leer") und **charge-depleting mode** ("Batterie voll") ist entscheidend für Emissionen.

PHEV Modelle: Lebenszyklus-THG-Emissionen vs. elektrischer Fahranteil.



Bieker et al. (2022). More bang for the buck: A comparison of the life-cycle GHG emission benefits and incentives of plug-in hybrid and battery electric vehicles in Germany.

Ausblick: Emissionen von in 2030 zugelassenen PHEVs zu hoch für Klimaneutralität.

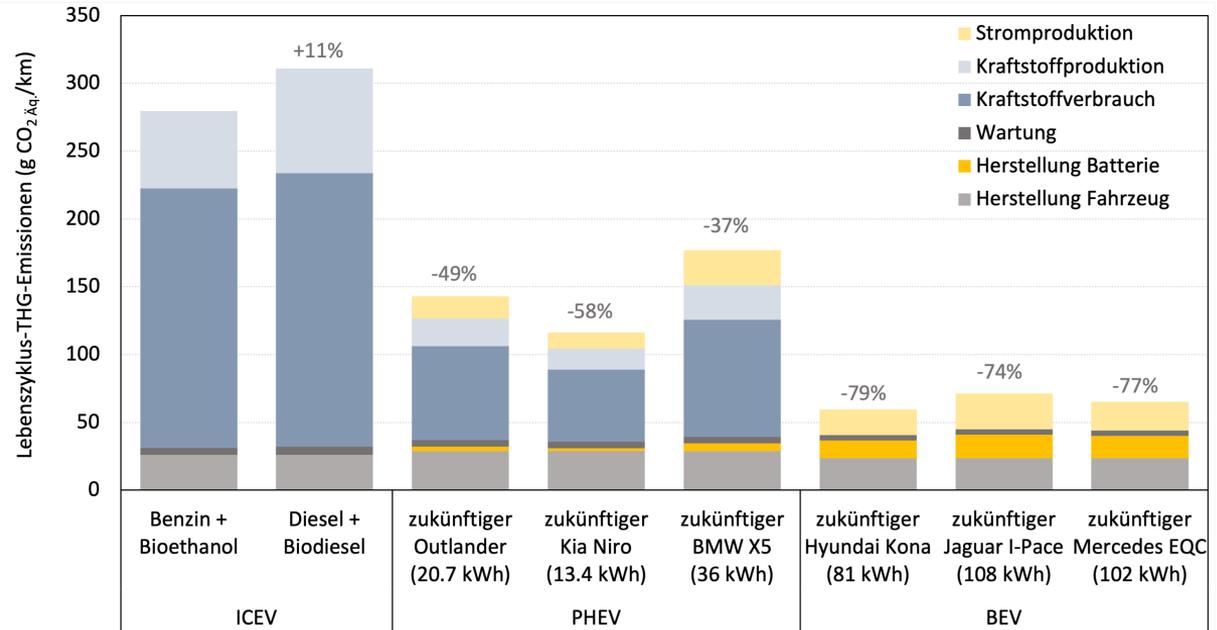
2030 zugelassene PHEVs haben **40%–63 %** geringere THG Emissionen als Benziner.

- Annahme: Mit elektrischen Reichweiten **über 80 km** wird der **elektrische Fahranteil 1.3x** höher.
- Es bleibt ein Realverbrauch von **2–4 L/100 km**.

2030 zugelassene **BEVs** haben **74%–80%** geringere THG Emissionen als Benziner.

- Der Anteil an **Erneuerbaren im Strommix** steigt.

SUV Segment in 2030: Lebenszyklus-THG-Emissionen PHEV und BEV Modellen in 2030-2047 im Vergleich zu durchschnittlichen neuen Benzin und Diesel SUVs.



Teil 2: Klimabilanz vs. Förderung

Kosten der Förderung von BEVs und PHEVs: Kaufprämie, Kfz-Steuer und Dienstwagensteuer.

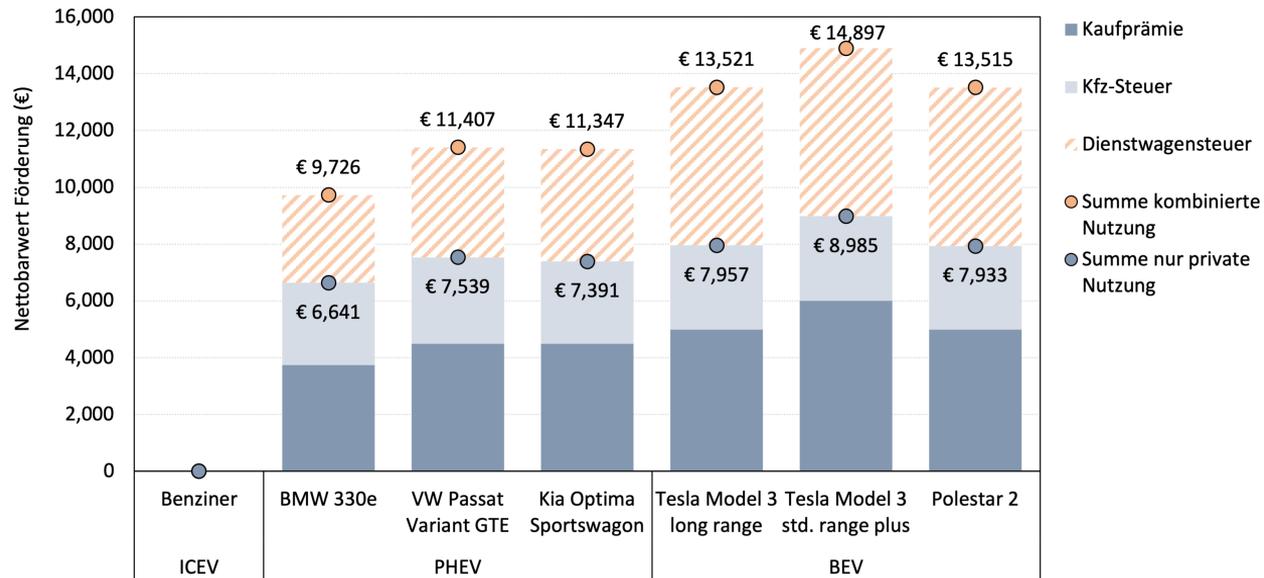
Alle PHEV und BEV:

- **Kaufprämie** (staatlicher Anteil) sind die größten Kosten bei der Förderung.
- **Kfz-Steuer Vorteil** hat auch bei 18 Jahren Lebensdauer geringeren Anteil an Förderung.

Nur bei Dienstwagen:

- **Dienstwagensteuer Vorteil** bei 2 Jahren Nutzung als Dienstwagen kann zu ähnlich hohen Kosten wie Kaufprämie führen.

Mittelklasse Segment: Nettobarwert der fiskalischen Kosten von Kaufprämie, Kfz-Steuvorteil (über 18 Jahre) und Dienstwagensteuer (über 2 Jahre) von PHEV und BEV Modellen im Vergleich zu durchschnittlichem neuen Benziner.



Bieker et al. (2022). More bang for the buck: A comparison of the life-cycle GHG emission benefits and incentives of plug-in hybrid and battery electric vehicles in Germany. 13

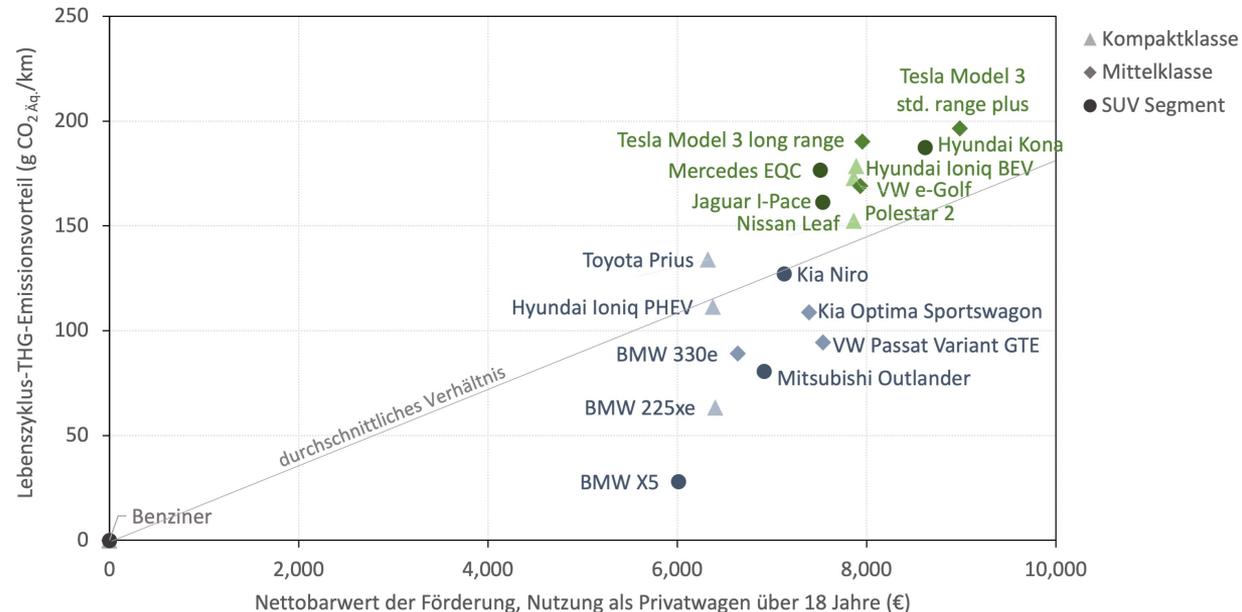
Klimabilanz vs. Förderung: Die meisten PHEVs haben bei hoher Förderung geringen Klimavorteil.

Verhältnis von Klima-Vorteil zu Förderung variiert bei PHEVs stark, ist im Schnitt viel geringer als bei BEVs.

Nur PHEVs mit **Realverbrauch** von ca. **2 L/100 km** haben ähnliches Verhältnis wie BEVs. Realverbrauch bei PHEVs ist 2-4 mal höher als WLTP Werte.

Reduzierung der Förderung von PHEVs um 2.500€ führt im Schnitt zu ähnlichem Verhältnis wie bei BEVs.

Lebenszyklus-THG-Emissionsvorteil gegenüber durchschnittlichem Benziner im Vergleich zu fiskalischen Kosten von **Kaufprämie und Kfz-Steuvorteil**.



Bieker et al. (2022). More bang for the buck: A comparison of the life-cycle GHG emission benefits and incentives of plug-in hybrid and battery electric vehicles in Germany.

Teil 3: Zusammenfassung und Empfehlungen

Zusammenfassung

Teil 1: Klimabilanz

PHEVs: 10%–52% geringere THG-Emissionen als Benzinler.

- Faktoren: **Realer Kraftstoff- und Stromverbrauch.**

BEVs: 57%–67% geringere THG-Emissionen als Benzinler.

- Faktoren: **Stromverbrauch** und **Batterieproduktion.**

PHEVs können die für eine **klimaneutrale Pkw-Flotte** erforderliche Verringerung der THG-Emissionen nicht erreichen.

Teil 2: Klimabilanz vs. Förderung

PHEVs vs BEVs: Verhältnis von Klimavorteil zu Kosten der Förderung variiert bei PHEVs stark, ist im Schnitt viel geringer als bei BEVs.

Nur PHEVs mit **Realverbrauch** von ca. **2 L/100 km** haben ähnliches Verhältnis wie BEVs.

Reduzierung der Förderung von PHEVs um **2.500€** führt im Schnitt zu ähnlichem Verhältnis wie bei BEVs.

Empfehlungen

Kaufprämie für PHEVs anpassen:

- Reduzieren des staatlichen Anteils um 2.500€
oder
- Limitierung auf Fahrzeuge mit durchschnittlichem **Realverbrauch von ca. 2 L/100 km.**
 - **PHEV Modelle:** Förderung nur bei hoher elektrischer Reichweite **und** geringem Verbrauch in charge-sustaining (“Batterie leer”) und charge-depleting (“Batterie voll”) Modus.
 - **PHEV Nutzung:** Förderung nur bei Nachweis von geringem Verbrauch, z.B. durch **Auslesen von On-Board Fuel Consumption Meters.**

Keine neuen PHEVs ab ca. 2030:

- **Klimaneutralität ab 2045** lässt sich mit PHEVs nicht erreichen. Bei 18 Jahren Lebensdauer sollten sie ab ca. 2030 nicht mehr zugelassen werden.

Vielen Dank!
g.bieker@theicct.org

icct

THE INTERNATIONAL COUNCIL
ON CLEAN TRANSPORTATION