



E-MOBILITÄT AUS MULTI-ACTOR MULTI-CRITERIA SICHT

CHRISTOPHER BALL, STEFAN VÖGELE, WILHELM KUCKSHINRICHS

FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH, INSTITUT FÜR ENERGIE UND KLIMA

SYSTEM FORSCHUNG UND TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG, 24.05.2019

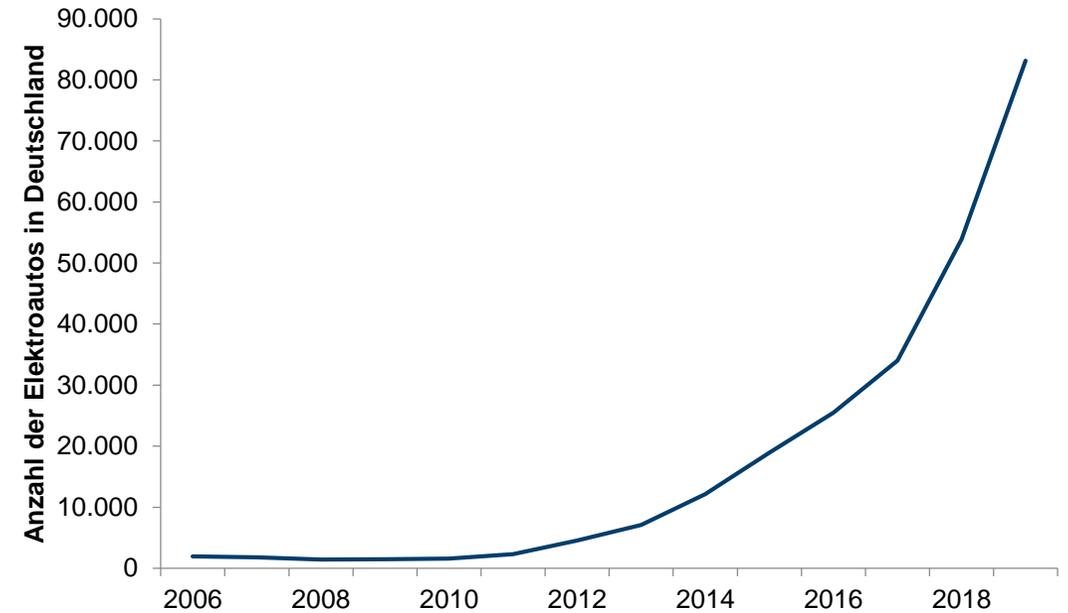
HINTERGRUND UND MOTIVATION

Ziele der Bundesregierung: 1 Mio. E-Fahrzeuge bis 2020 und 6 Mio. bis 2030



Engagement der Politik für E-Mobilität:

- Kaufprämie
- Förderung der Ladeinfrastruktur
- Steuer Anreize



Langsame Diffusion von E-Fahrzeugen in Deutschland

Daten: kba.de

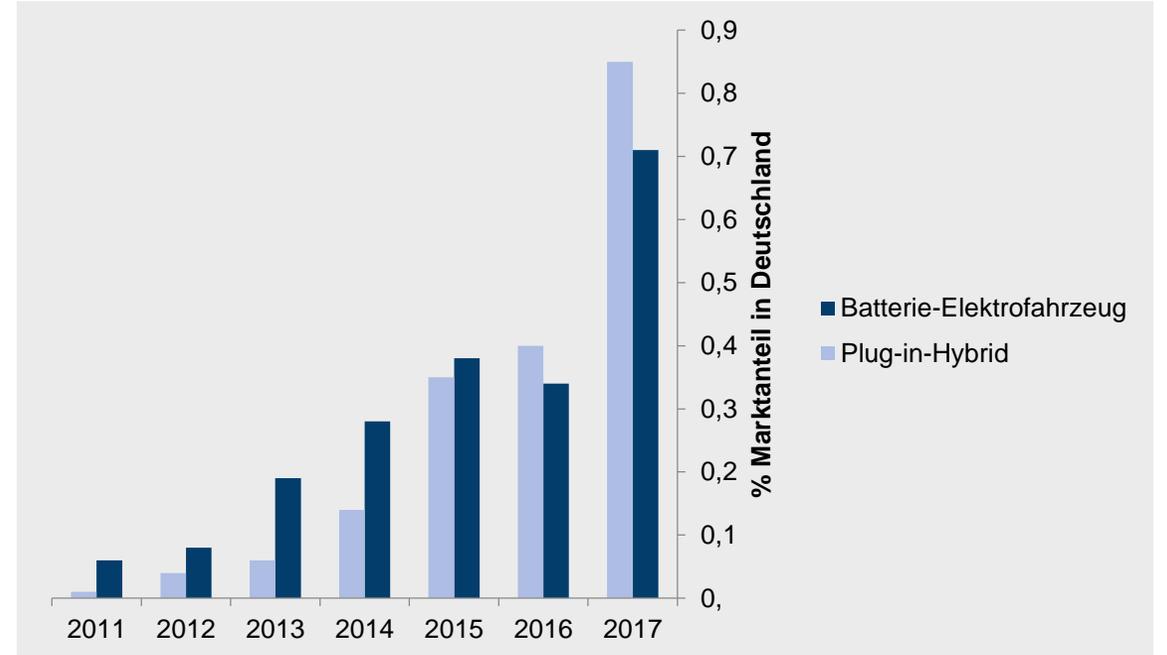
HINTERGRUND UND MOTIVATION

Hybride Fahrzeuge als Zwischenoption



Plug-in Hybrid Fahrzeuge:

- Höhere Effizienz und weniger Verschmutzung
- Ohne Nachteile von E-Autos, z. B. bessere Reichweite



Plug-in Hybrid Fahrzeuge konkurrieren mit E-Fahrzeugen

Datenquelle: de.statista.com

ZIEL DER ARBEIT

- Darstellung eines Multi-Actor Multi-Criteria Problems
- Entscheidung zwischen drei Alternativen für Mobilität:
 - Verbrennungsmotoren Fahrzeuge
 - Hybride Fahrzeuge
 - E-Autos
- 4 Akteure: Benutzer, Regierung, Autohersteller und Stromversorgungsunternehmen, die sich jeweils für eine Alternative entscheiden

ANALYSE

Interaktion von mehreren Akteuren im Diffusionsprozess von E-Fahrzeugen

Regierung: Setzt die Rahmenbedingung für E-Fahrzeuge

Autohersteller



Vertrauen in die Technologie

Benutzer



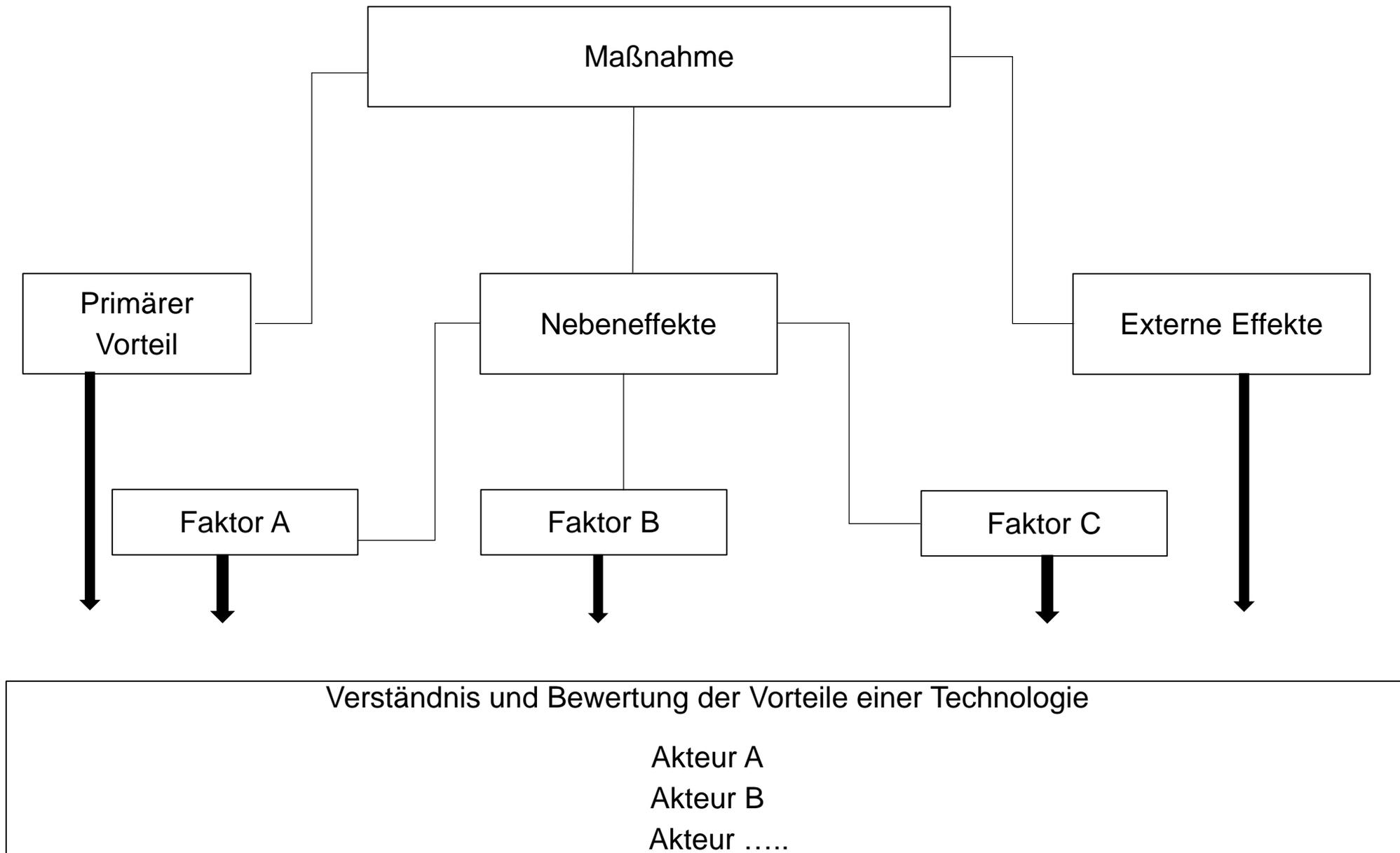
Innovationsbereitschaft:
Marktperspektive für Hersteller

Stromankauf von EVUs

EVUs



Stromverfügbarkeit und Smart
Grids



ANALYSE

Kernfragen

- Welche Faktoren stehen hinter der Entscheidung eines Akteurs zugunsten einer Technologie?
- Was muss geändert werden, um einen Umstieg von einer auf eine andere Technologie zu bewirken?
- Wie wird die Entscheidung eines Akteurs durch die Position von anderen beeinflusst?

ANALYSE

Akteur	Perspektive	Hauptprioritäten
Benutzer	<ul style="list-style-type: none"> • “High Involvement Purchase“ • Entstehung neuer Modelle, wie Carsharing 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten des Fahrzeugs • Eigenschaften • CO₂ Verminderung
Hersteller	<ul style="list-style-type: none"> • Radikale Innovation • Keine heimische Batterieproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Gewinn • Kosten • CO₂ Verminderung
Energieversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Ladestationen • Geschäftsmodelle für Ladestationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilität des Stromnetzes
Regierung	<ul style="list-style-type: none"> • Dekarbonisierung des Verkehrs • Vision für E-Mobilität setzen 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ Verminderung • Emissionen • Beschäftigung

METHODISCHER ANSATZ

Multi-Akteur, Multikriterielle Analyse

- Komplexe Entscheidungen
- Ziele der Akteure
- Erfüllung dieser Ziele
- AHP und Promethee



z. B. Entscheidungen, was das künftige Powermix angeht [Baležentis & Streimikiene, 2017]

METHODISCHER ANSATZ

MAMCA

Kriterien
X_1
X_2
X_3
.....

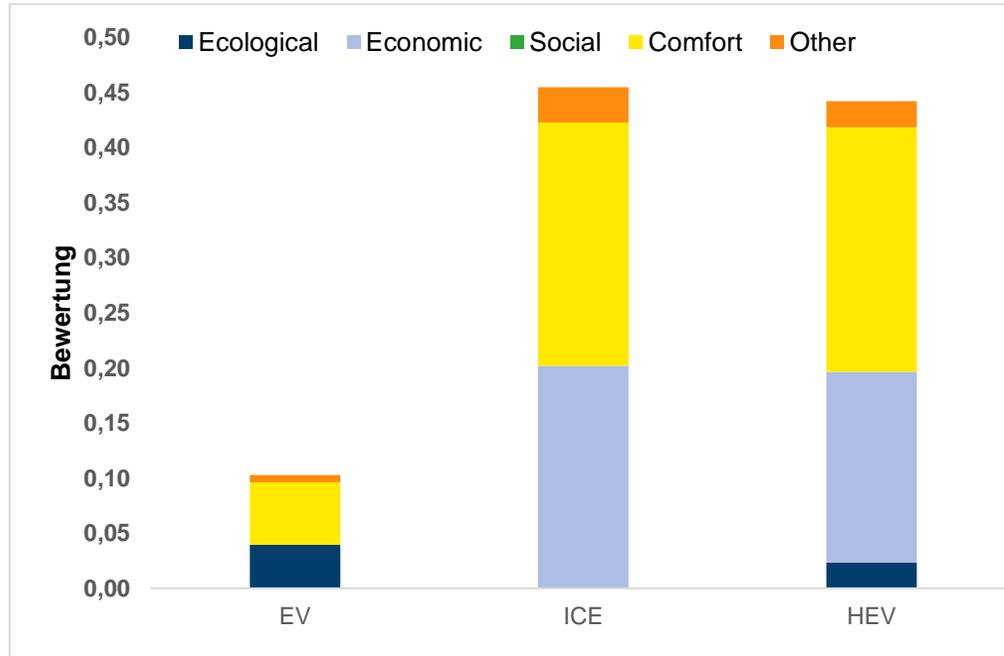
Option A	Option B	Option C
X_1 Wert	X_1 Wert	X_1 Wert
X_2 Wert	X_2 Wert	X_2 Wert
X_3 Wert	X_3 Wert	X_3 Wert
.....

Gewichtungen für Akteur A
Gewichtung X_1
Gewichtung X_2
Gewichtung X_3
Gewichtung X_{\dots}

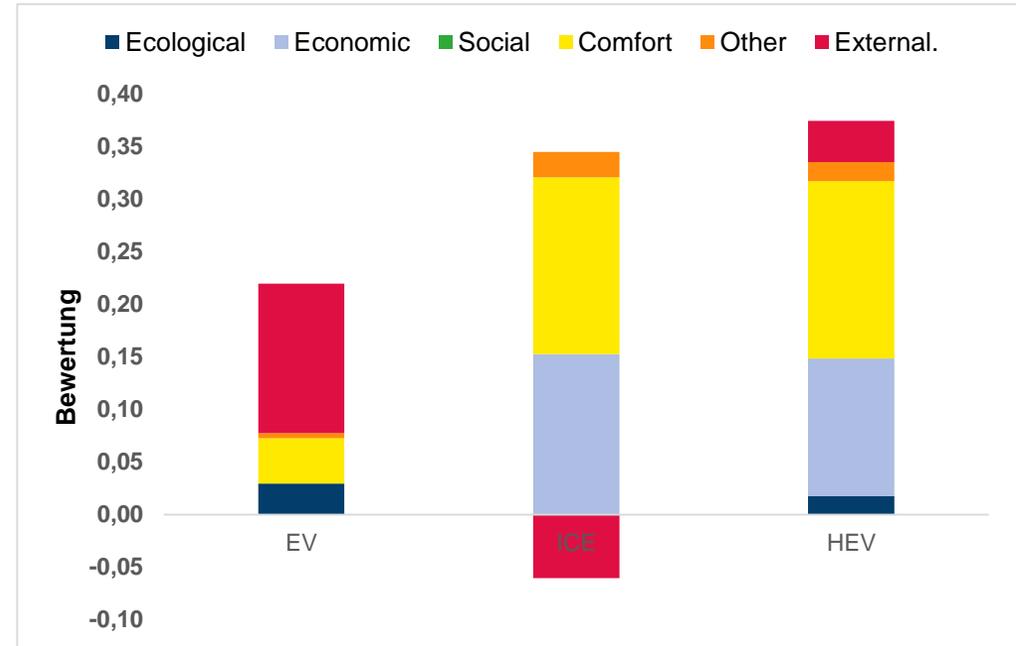
Gewichtungen für Akteur B
Gewichtung X_1
Gewichtung X_2
Gewichtung X_3
Gewichtung X_{\dots}

METHODISCHER ANSATZ

Nach Normierung, die Alternative mit dem höheren Wert schneidet am besten ab: z. B. Benutzer



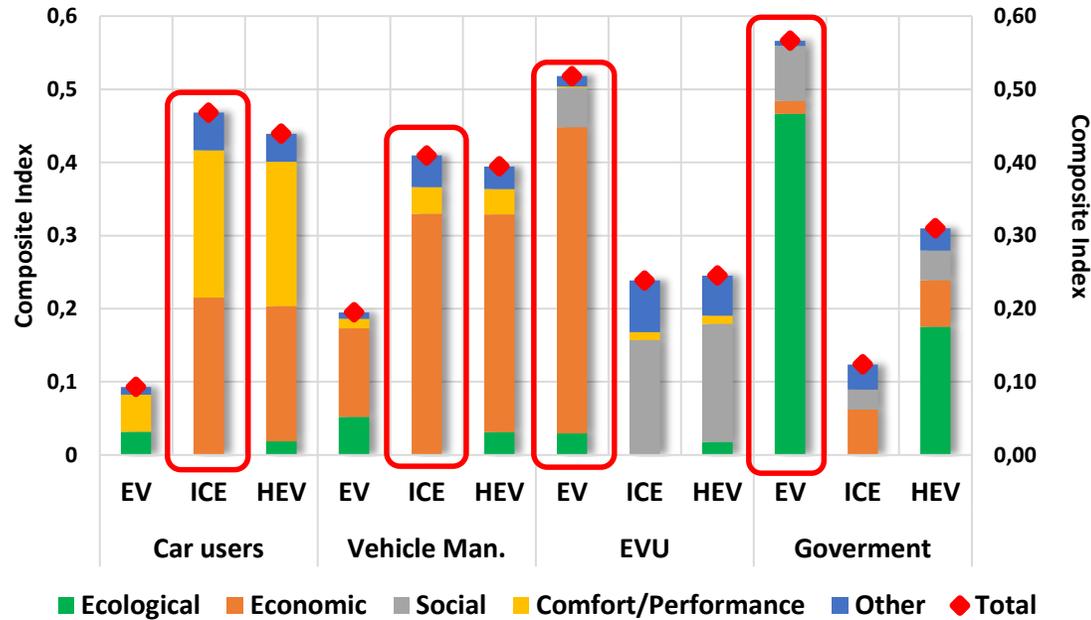
Ohne Integration von externen Effekten: EV und HEV benachteiligt im Vergleich zu Verbrennungsmotoren Fahrzeugen



Wenn alle Akteure EV unterstützen, wird das Gesamtergebnis verändert: Second order externe Effekte zählen

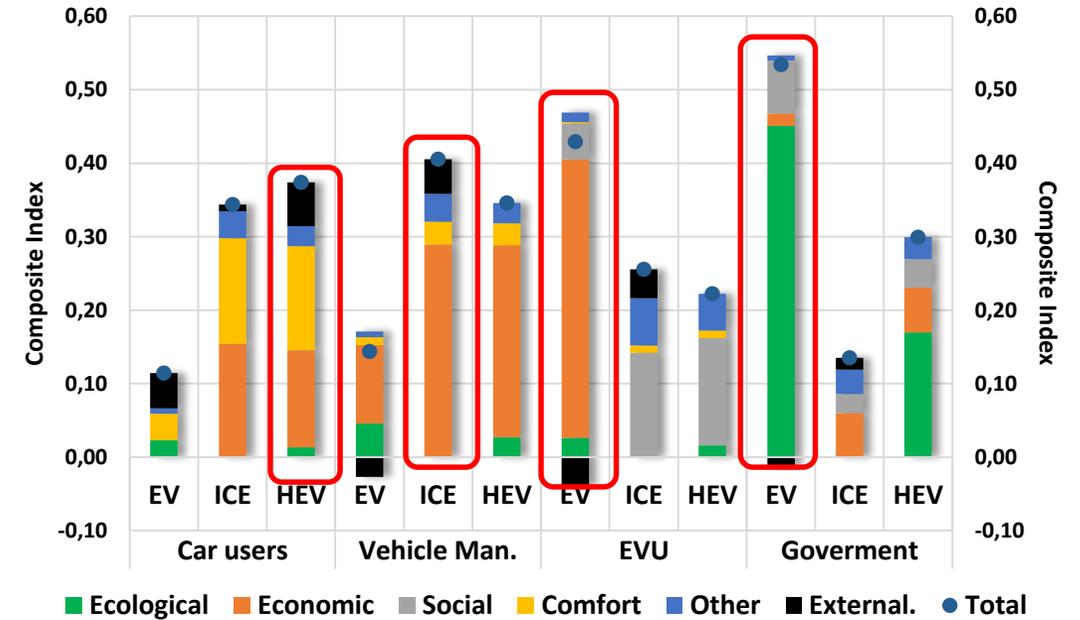
ERGEBNISSE UND SENSITIVITÄTEN

Ohne alle externen Effekte



Regierung und EVU bevorzugen EV während Hersteller und Benutzer auf VM setzen

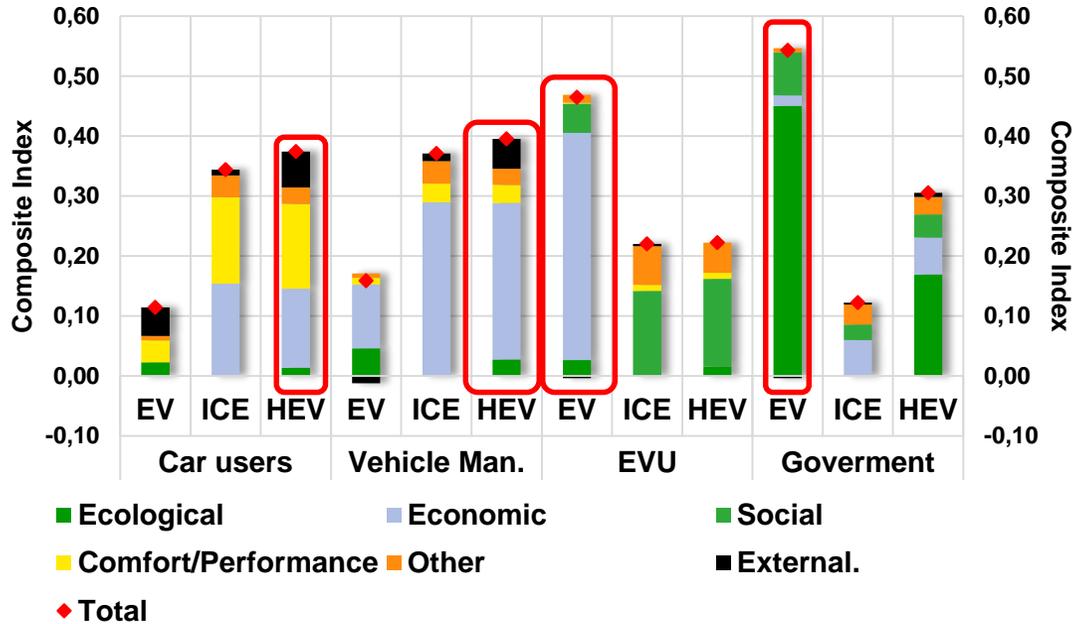
Inklusive der externen Effekte, d.h. Unterstützung der Regierung und EVU von EVs



Die Betrachtung externer Effekte bewirkt einen Umstieg der Benutzer von VM auf Hybridfahrzeuge

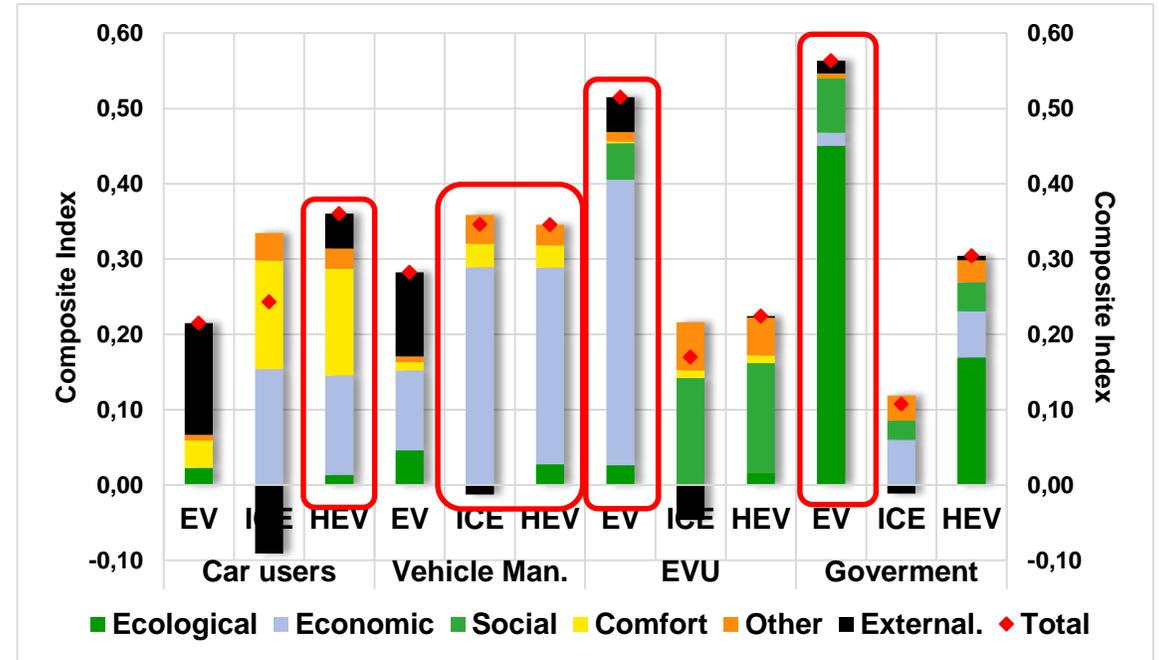
ERGEBNISSE UND SENSITIVITÄTEN

Second Order externe Effekte miteinbezogen



Wenn die positive Einstellung der Benutzer HEV gegenüber betrachtet wird, steigen die Hersteller auf HEV um

Alle Akteure unterstützen EV



Verbesserung der Einstellung von Herstellern EVs gegenüber. Nicht ausreichend, um technologische Nachteile zu überwinden

SENSITIVITÄTEN

Was bringt Autohersteller zum Umstieg auf EVs?



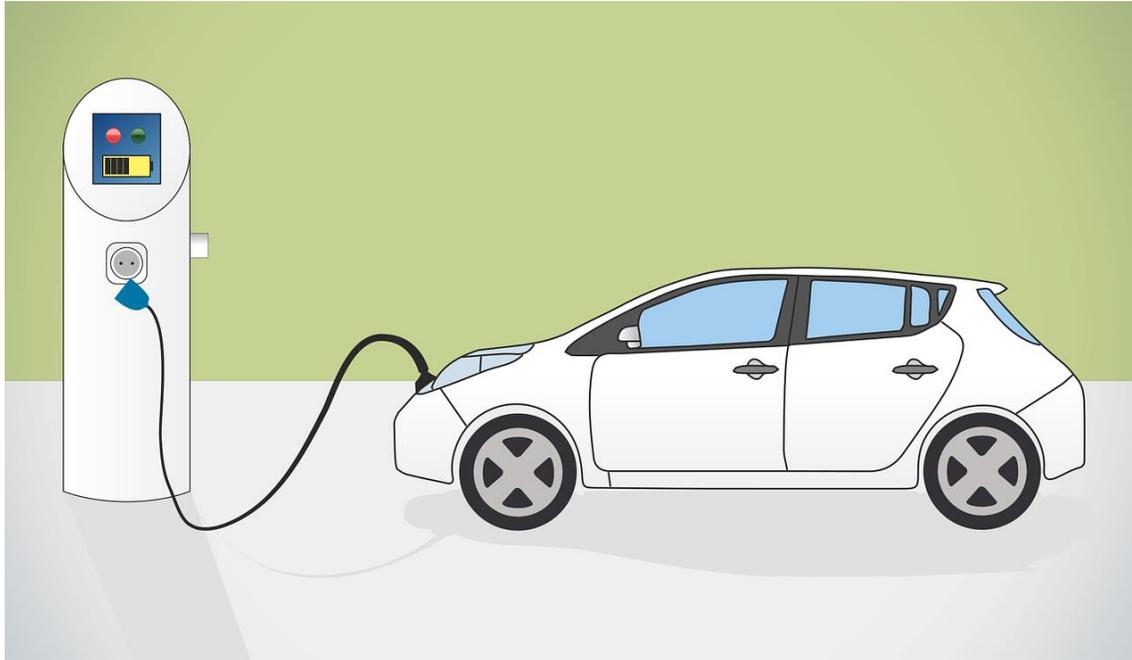
Gewichtung ökologischer Faktoren steigt und/oder Verbesserung des Fußabdrucks des Stroms für EVs



Bessere Gewinnmargen für EVs

SENSITIVITÄTEN

Was bringt Benutzer zum Umstieg auf EVs?



Komfort und Leistung weniger wichtig: EVs schneiden sich besser ab



Mehr Wert auf Umweltfaktoren (z. B. durch höheres Bewusstsein)

SENSITIVITÄTEN

Wirkung von externen Effekten auf die Entscheidung der Benutzer

- Andere Akteure müssen EV unterstützen, um Benutzer zum Umstieg auf HVs und EVs zu bringen
- Kostenunterschiede von EVs werden durch externe Effekte ausgeglichen
- Größerer Wert auf ökologische Faktoren unabdingbar, um einen Umstieg von Benutzern auf HEVs zu bewirken

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Benutzer und Autohersteller leisten Widerstand zu EVs

- Nebeneffekte verhindern den Ausbau von EVs
- Wirtschaftlichkeit und Komfort: wichtige Nachteile
- Externe Effekte können diese Nebeneffekte mildern – z. B. weiterer Ausbau von Ladestationen
- Benutzer würden auf hybride Fahrzeuge umsteigen
- Ein Umstieg auf EVs scheint dennoch schwierig

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Hürden für Autohersteller

- Unterschied der Gewinnmargen auf EVs im Vergleich zu Verbrennungsmotoren
- Bessere Zusammenarbeit im Bereich Batterieproduktion und Innovation, um Kostensenkungen voranzubringen
- Staat als Käufer von EVs – erster Markt und Lerneffekte
- Bessere Verbindung zu neuen Modellen, wie "Car Sharing"
- Mehr Wert auf ökologische Aspekte – auf Seiten der Benutzer oder durch Regulierung

QUELLENANGABEN

Baležentis, T. & Streimikiene, D. (2017). Multi-criteria ranking of energy generation scenarios with Monte Carlo Simulation. *Applied Energy*, 185, Part 1, 862-871

Vögele, S., Ball, C. & Kuckshinrichs, W. (2019). Multi-criteria Approaches to Ancillary Effects: The Example of E-Mobility.