

# **Technologieoffenheit, Technologieneutralität und Technologiespezifität: Eine ökonomische Einordnung am Beispiel der Verkehrswende**

Tagung „CO<sub>2</sub>-Bepreisung: Eignung verschiedener Ansätze und  
Bedeutung der Einordnung in einen Policy-Mix“, Berlin, 25.10.2019

Paul Lehmann, Erik Gawel, Klaas Korte (UFZ Leipzig)

Julius Jöhrens, Udo Lambrecht, Felix Spathelf (ifeu Heidelberg)

# Überblick

- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Energiewende im Straßenverkehr
- Politikimplikationen

# Diskussion in der Öffentlichkeit

Der Tagesspiegel:

Elektromobilität

18.03.2019, 15:12 Uhr

## VW fordert mehr E-Auto-Förderung

Der VW-Konzern legt nach: Der Autobauer fordert nicht nur ein Ende der Technologieoffenheit, sondern auch eine deutlich höhere staatliche Förderung für E-Autos. VON HENRIK MORTSIEFER



Aufgeladen. Der VW-Konzern geht nicht nur mit der Produktion von E-Autos in die Offensive, sondern auch mit öffentlichen... FOTO: ANDREAS ARNOLD/DPA

Handelsblatt:

FÖRDERUNG DER ELEKTROMOBILITÄT

## Bundesverkehrsminister Scheuer fordert technologieoffenen Ansatz

Die Förderung der Elektromobilität scheidet die Geister:  
Bundesverkehrsminister Scheuer will einen  
technologieoffenen Ansatz – und stellt sich somit gegen  
VW-Chef Diess.

08.04.2019 - 11:02 Uhr • 3 x geteilt



Zeit Online:



Zankapfel Technologieoffenheit

## VW als Spalter - Autobosse streiten um Weg zur E-Mobilität

20. März 2019, 19:48 Uhr / Quelle: dpa

Wolfsburg/München (dpa) - Die VW-Forderung nach einem radikalen Wechsel zur batteriebetriebenen Elektromobilität spaltet die deutsche Autoindustrie. Im Kern geht es darum, ob sich die Förderung - wie es VW-Chef Herbert Diess vorschwebt - künftig ausschließlich auf Batteriefahrzeuge konzentrieren soll.

BMW-Chef Harald Krüger widersprach der Forderung entschieden. Auch an anderer Stelle spürte Diess Gegenwind: VW-Betriebsratschef Bernd Osterloh forderte am Mittwoch Beschäftigungssicherung bis Ende 2028 und machte klar, Gespräche über «Effizienzsteigerungen» werde es nur unter

# Ausgangslage und Leitfragen

## Ausgangslage:

- Weitgehender Konsens über Notwendigkeit einer Mobilitätswende und Energiewende im Verkehrssektor
- Dissens über technologisch geeignete Dekarbonisierungspfade und passende politische Instrumentierung

## Leitfragen:

- Wie können die Konzepte von Technologieoffenheit, Technologie-neutralität und Technologiespezifität ökonomisch verstanden werden?
- Welcher technologiepolitische Ansatz (technologieneutral vs. technologiespezifisch) ist für eine erfolgreiche Energiewende im Verkehrssektor ökonomisch sinnvoll?

# Literaturüberblick

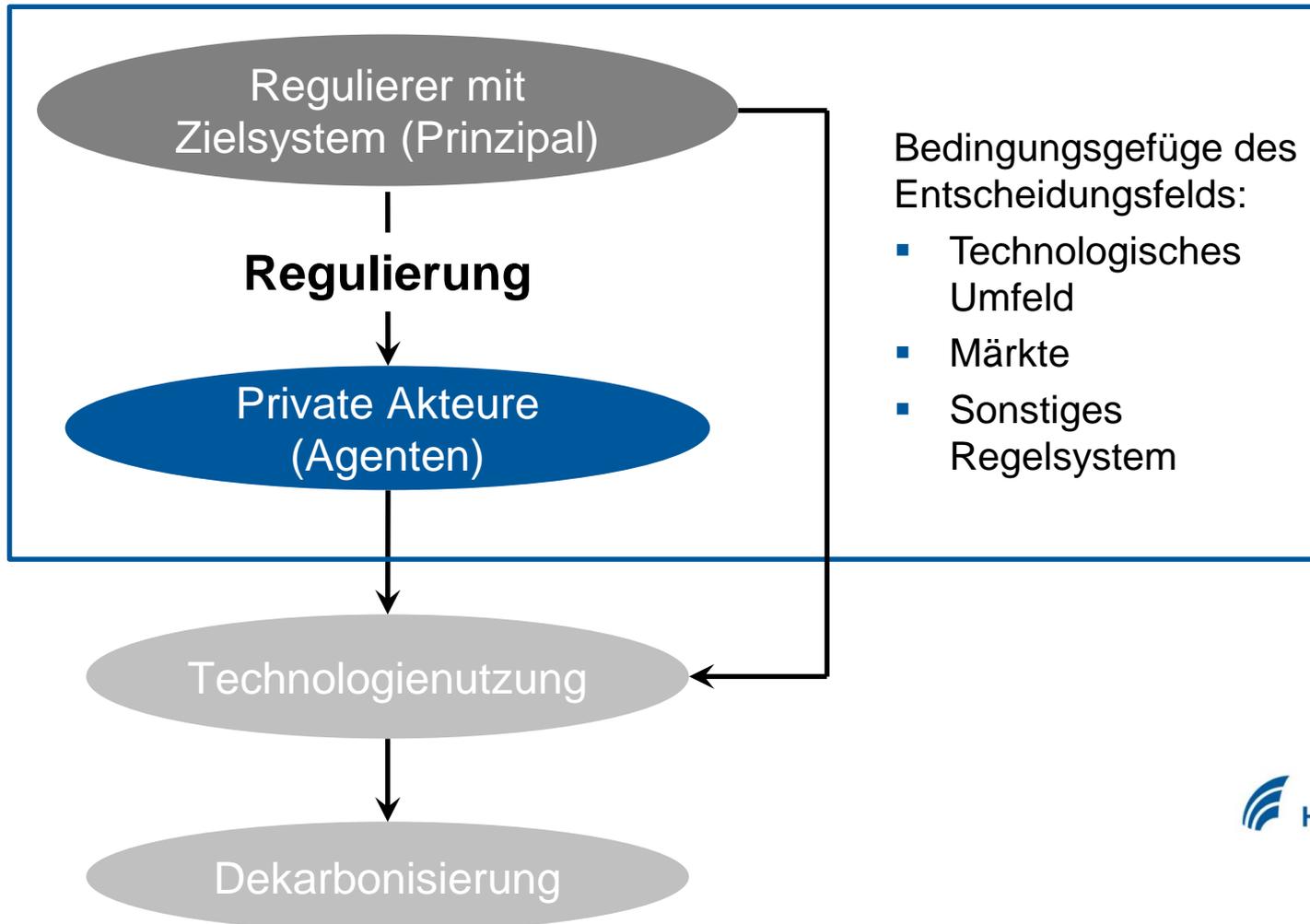
- Diskussion über die allgemeine ökonomische Sinnhaftigkeit von „**grüner Industriepolitik**“ (z. B. Aghion et al. 2009; Rodrik 2014)
- Diskussion zur ökonomischen Sinnhaftigkeit von **technologie-spezifischer Förderung erneuerbarer Energien** im Stromsektor (z. B. Lehmann und Gawel 2013, Gawel et al. 2017, Lehmann und Söderholm 2018)
- **Ergebnis:** ökonomische Begründungen für Abkehr von Technologieneutralität vorhanden, aber Technologiespezifität birgt auch Risiken (Informationsbedarf, polit-ökonomische Verzerrungen)

# Überblick

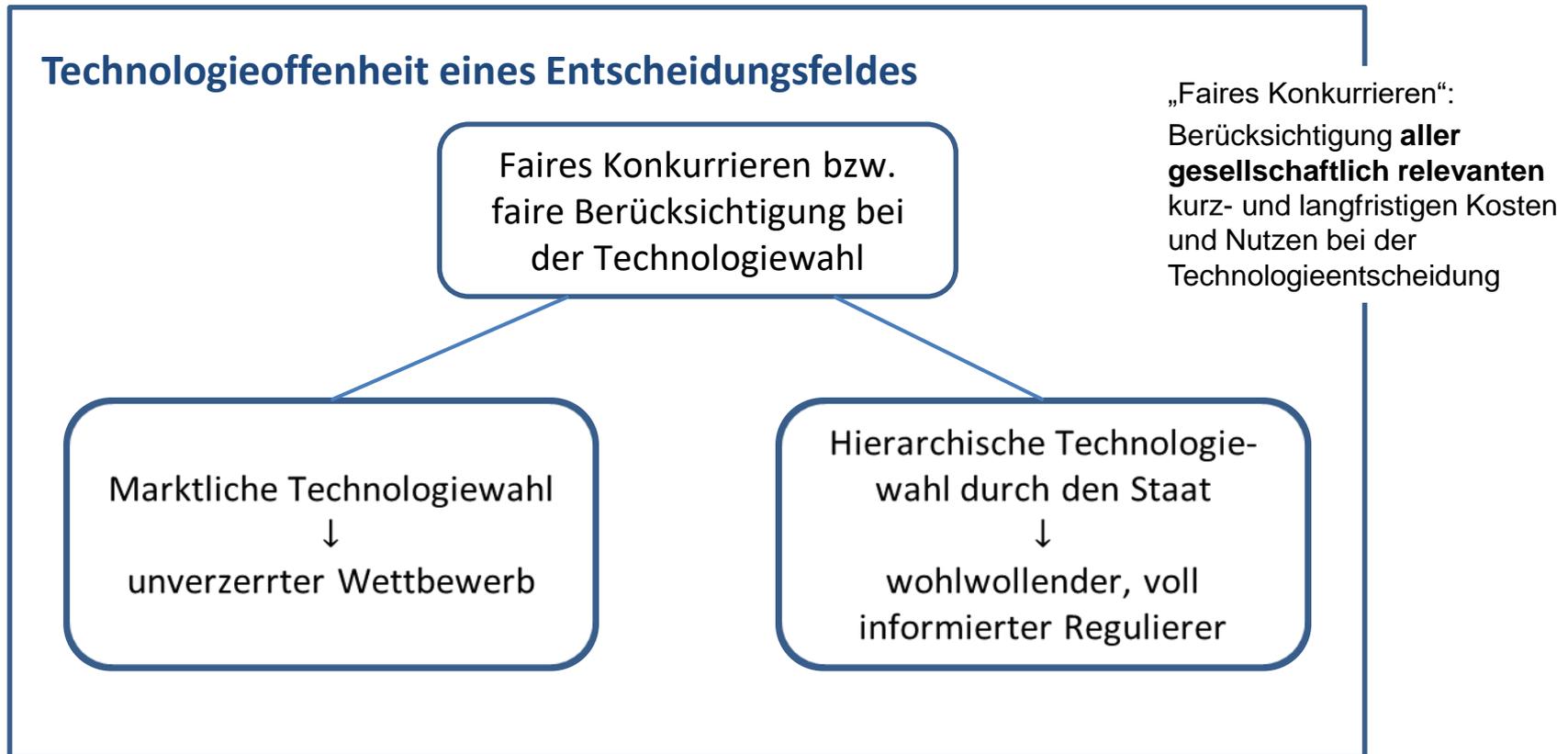
- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Energiewende im Straßenverkehr
- Diskussion und Fazit

# Das Entscheidungsfeld mit seinen Charakteristika

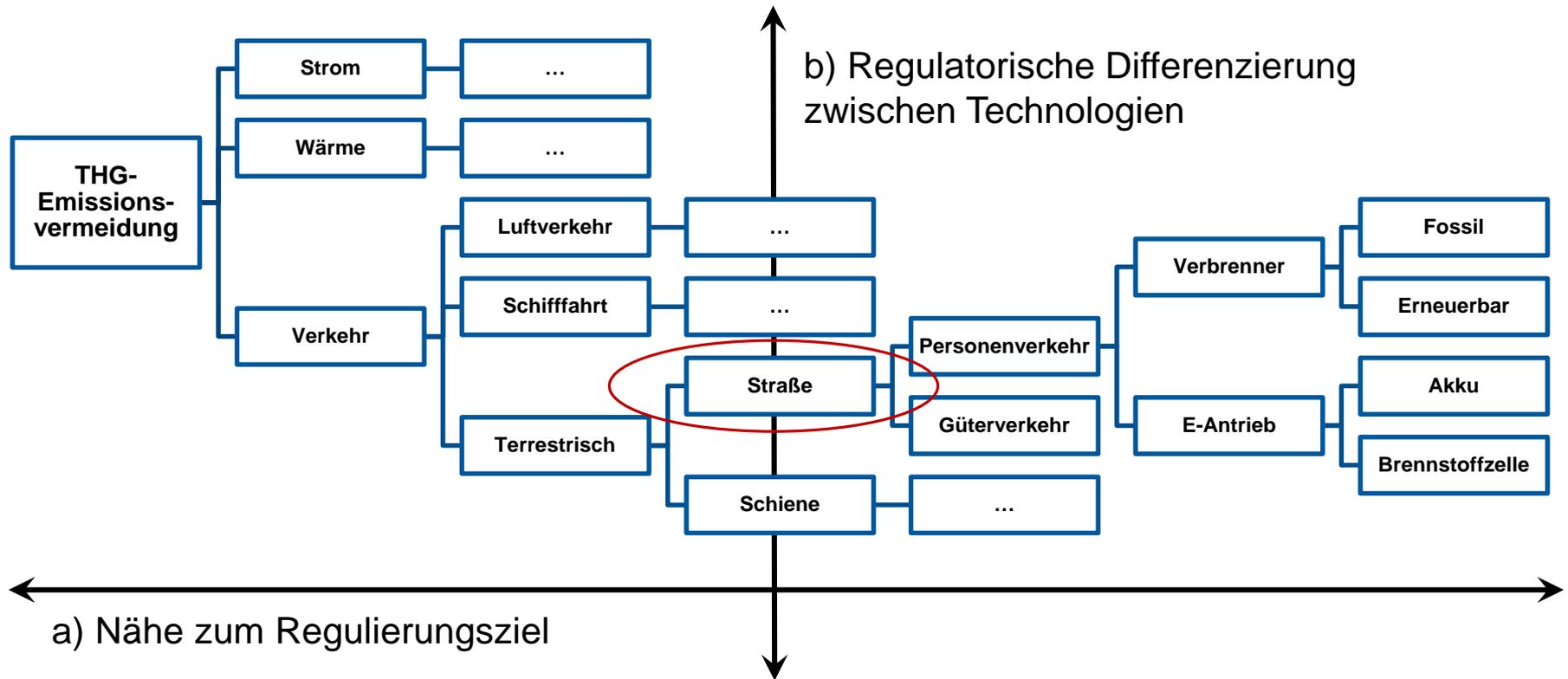
## Entscheidungsfeld



# Technologieoffenheit bei marktlicher und hierarchischer Technologiewahl



# Dimensionen der Technologieneutralität



# Technologieneutralität: Eine Definition

## Technologieneutralität:

- Bezieht sich auf die **Art der Regulierung** (nicht auf das Entscheidungsfeld oder Regulierungsergebnis)
  - (a) Technologieneutralität der Zielreferenz:  
Regulierung **auf Ebene des Regulierungsziels**
  - (b) Technologieneutralität der Instrumentierung:  
**Keine differenzierende Behandlung** unterschiedlicher Technologien unterhalb des Regulierungsziels
- ➔ Technologieneutralität eher **theoretischer Referenzpunkt**
- ➔ Reale Regulierung in der Regel technologiespezifisch
- ➔ Entscheidend: „**richtige**“ **Ausgestaltung der Technologiespezifität** (Grad, Zielnähe, Instrumente)

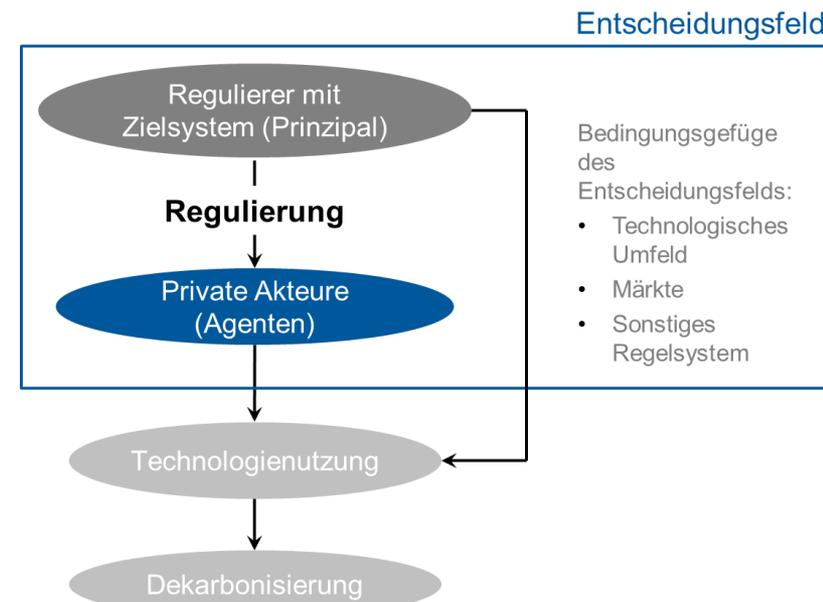
# Technologieneutralität als effizienter Regulierungsansatz im ökonomischen Modell

Technologieneutralität führt zu Effizienz, weil sie ...  
... durch **dezentralen Entscheidungs- und  
Entdeckungsmechanismus des Marktes**  
... **dezentrales Kosten-Nutzen-Wissen für die  
Technologiewahl** aktiviert.

# Technologieneutralität als effizienter Regulierungsansatz im ökonomischen Modell

Technologieneutrale Regulierung  
ökonomisch vorteilhaft unter drei  
(Modell)Bedingungen:

1. dezentrale Verteilung von relevanter Technologieinformation
2. ex ante technologieoffenes Entscheidungsfeld
3. genau ein Politikziel (effiziente Dekarbonisierung)



# Mögliche Abweichungen vom ökon. Modell

## 1. Rolle zentralen Wissens

Wissen ist zentral verfügbar und zugänglich zu:

- Heutigen Kosten und Nutzen der Technologien
- Zukünftigen Kosten und Nutzen der Technologien
- Neuen Technologien

## 2. Eingeschränkte Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

### Barrieren bei der Marktkoordination

- Angebotsseitige Marktversagen
- Nachfrageseitige Marktversagen
- Budgetrestriktionen

### Politikversagen

- Unvollständige Internalisierung durch
  - Wissensdefizite
  - Polit-ökonomische Verzerrungen
- Politisch verursachte Unsicherheit

### Pfadabhängigkeiten

- Technologische Pfadabhängigkeiten, durch bspw.
  - Lerneffekte,
  - Skaleneffekte,
  - technologiespez. komplementäre Infrastruktur
- Institutionelle Pfadabhängigkeiten, durch bspw.
  - Regulatorische Anforderungen
  - Mentale Muster

## 3. Multiple Regulierungsziele

- Industriepolitik
- Verteilungspolitik

# Mögliche Abweichungen vom ökon. Modell

## 1. Rolle zentralen Wissens

Wissen ist zentral verfügbar und zugänglich zu:

- **Mögliche Ansatzpunkte** für technologiespezifische Politik („Indikation“ als notwendige Bedingung)

## 2. Eingeschränkte Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

- Eine Indikation für technologiespezifische Politik ist noch **keine hinreichende Begründung für beliebige Ausgestaltung**
- Risiko des Politikversagens durch Wissensdefizite, Transaktionskosten und politische Ökonomie

## 3. Multiple Regulierungsziele

- Industriepolitik
- Verteilungspolitik

# Das Zusammenspiel von Technologie-neutralität und Technologieoffenheit

		Entscheidungsfeld	
		Technologieoffenheit vor Regulierung niedrig	Technologieoffenheit vor Regulierung hoch
Regulierung	technologie-neutral	ineffizient neutral	effizient neutral
	technologie-spezifisch	effizient diskriminierend ineffizient diskriminierend	ineffizient diskriminierend

Regulierung erhält/schafft Technologieoffenheit

Regulierung kann Technologieoffenheit nicht erhalten/schaffen

# Überblick

- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Energiewende im Straßenverkehr
- Politikimplikationen

# Analyse von ausgewählten Technologien für den Straßenverkehr

## Fokus:

- Technologiewahl im Straßenverkehr (motorisierter Individualverkehr, Güterverkehr)
- Erreichung der klimapolitischen Ziele für das Jahr 2030

## Betrachtete Technologien:

- Herkömmlicher Verbrennungsmotor (ICEV)
- Elektromotor mit Batterie (BEV)
- Elektromotor mit wasserstoffbetriebener Brennstoffzelle (FCEV)
- Verbrenner mit synthetischem Kraftstoff (PtL)
- CNG-Verbrenner mit synthetischem Kraftstoff (PtG)
- E-LKW mit Oberleitung (O-LKW)
- Oberleitung-Hybrid-LKW mit Dieselmotor und Elektromotor (OH-Diesel-Hybrid)
- Plugin-Hybrid (PHEV)
- „Technologie der fernen Zukunft“

# Betrachtete Technologieeigenschaften

1. Rolle zentralen Wissens

2. Ex-ante Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

3. Multiple Regulierungsziele

## 1. Rolle zentralen Wissens

- Anzahl Informationsträger
- Informationszugang Regulierer
- Private Forschung
- Anwendungsreife
- Unsicherheit Kostenentwicklung
- Innovationssprünge
- Nutzungsheterogenität

# Betrachtete Technologieeigenschaften

1. Rolle zentralen Wissens

2. Ex-ante Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

3. Multiple Regulierungsziele

## 2. Eingeschränkte Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

### Barrieren bei der Marktkoordination

- Technologieexternalitäten
- Internalisierungsinstrumente
- Internalisierungsgrad
- Komplexität Wertschöpfungskette
- Wettbewerbsintensität
- Vermachtungstendenz
- Km-Gesamtkosten
- Anschaffungspreisdifferenz
- Einstiegspreisdifferenz

### Politikversagen

- Politische Preisverzerrung
- Verzerrungsbegründung
- Verzerrungsrelevanz

### Pfadabhängigkeiten

- Notwendigkeit Infrastruktur
- Nutzbarkeit bestehender Infrastruktur
- Technologiespezifität Infrastruktur
- Netzwerkeffekte Infrastruktur
- Verbundeffekte Infrastruktur
- Notwendigkeit öffentlicher Bereitstellung
- Investitionsspezifität Produzenten
- Investitionsspezifität Konsumenten
- Erfahrungskurve
- Anwendungsreife

# Betrachtete Technologieeigenschaften

1. Rolle zentralen Wissens

2. Ex-ante Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

3. Multiple Regulierungsziele

## 3. Multiple Regulierungsziele

- Zielpluralität
- Zielbeitrag

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

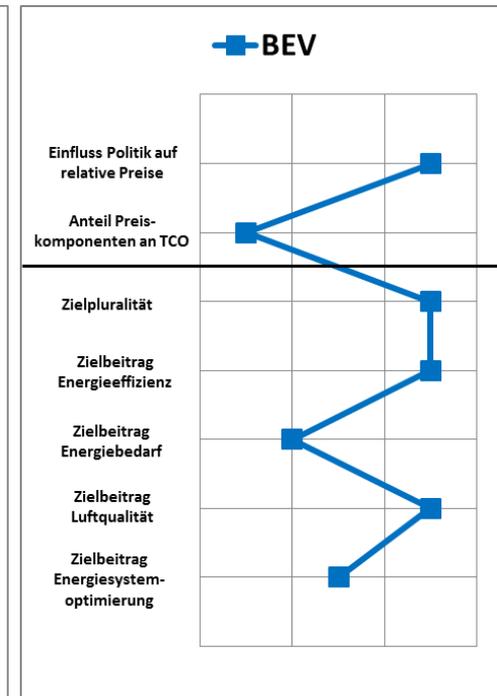
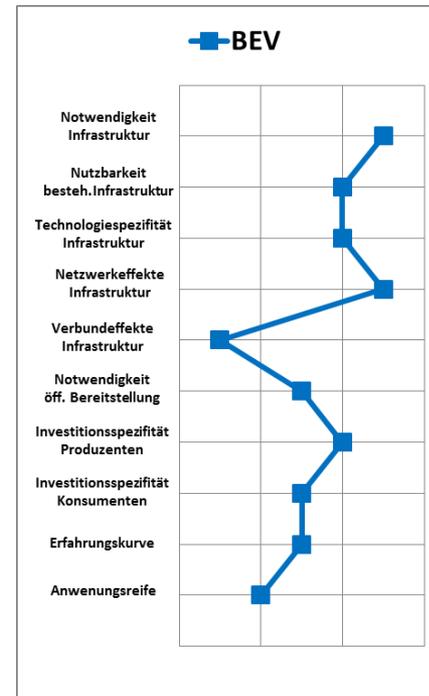
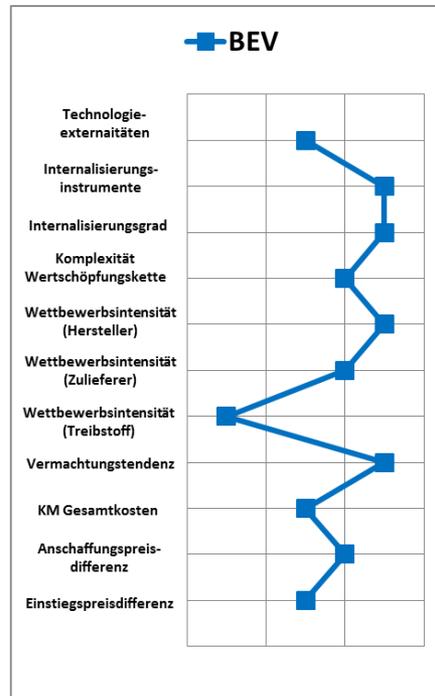
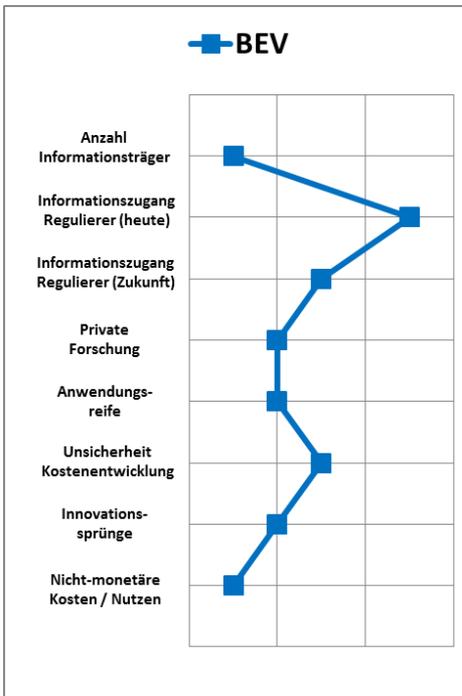
## Beispiel batterieelektrischer Antrieb (BEV):

Rolle zentralen Wissens

Störungsfreie Koordination  
des Marktes

Pfadabhängigkeiten

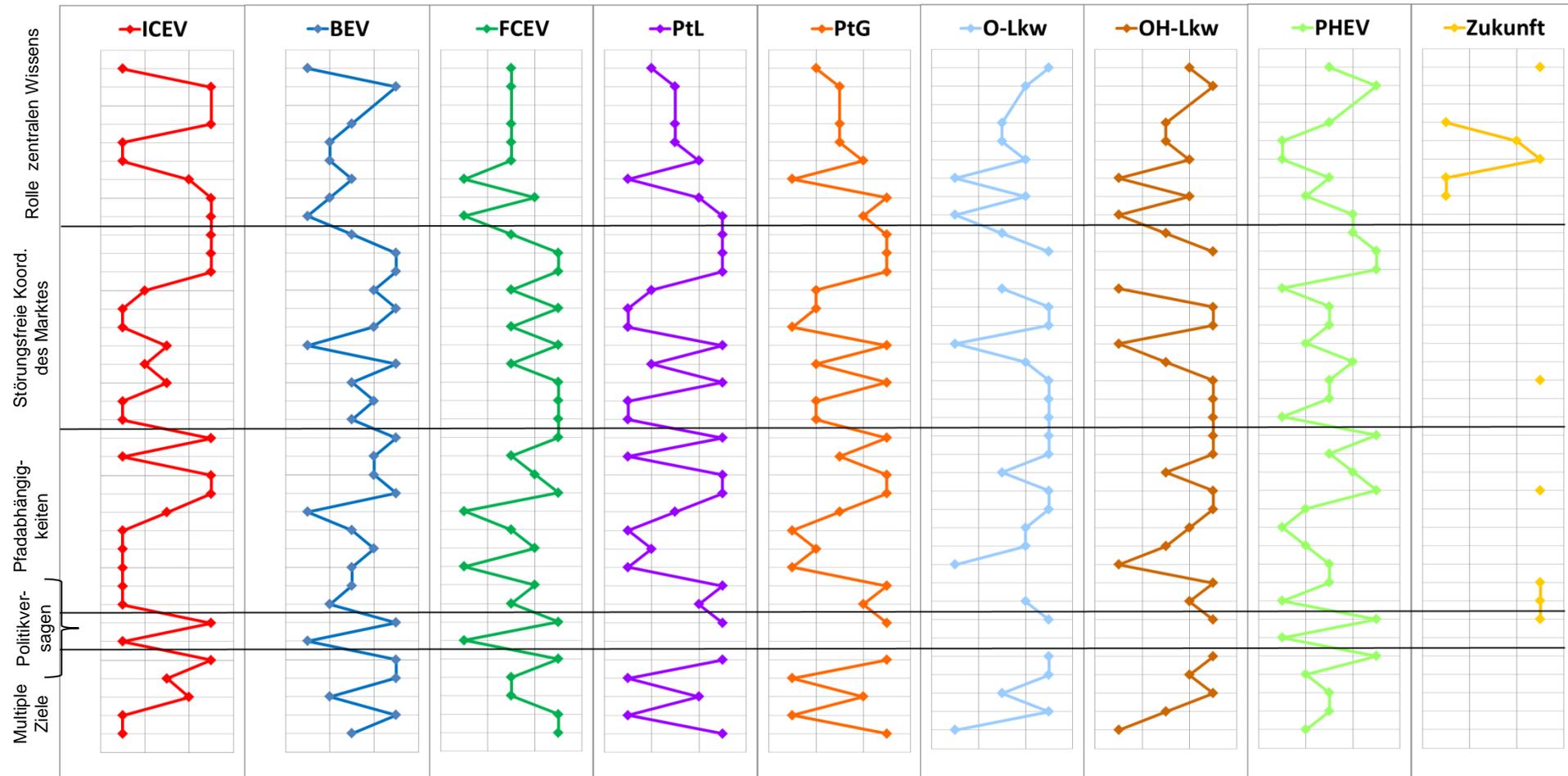
Politikversagen,  
Multiple Regulierungsziele



- Ausschlag nach links: Tendenz zu Technologieneutralität
- Ausschlag nach rechts: Tendenz zu Technologiespezifität

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

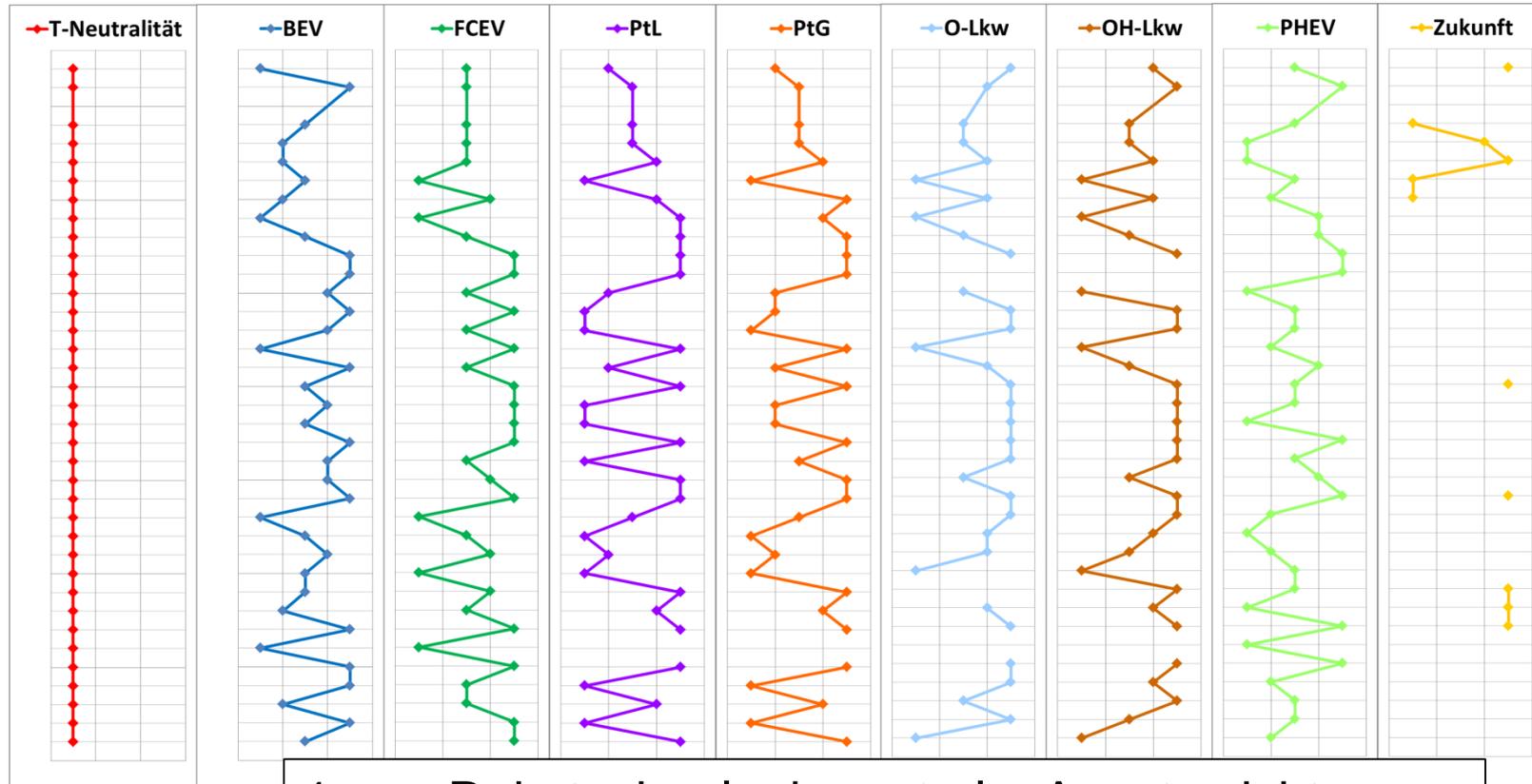
## Technologievergleich:



- Ausschlag nach links: Tendenz zu Technologieneutralität
- Ausschlag nach rechts: Tendenz zu Technologiespezifität

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

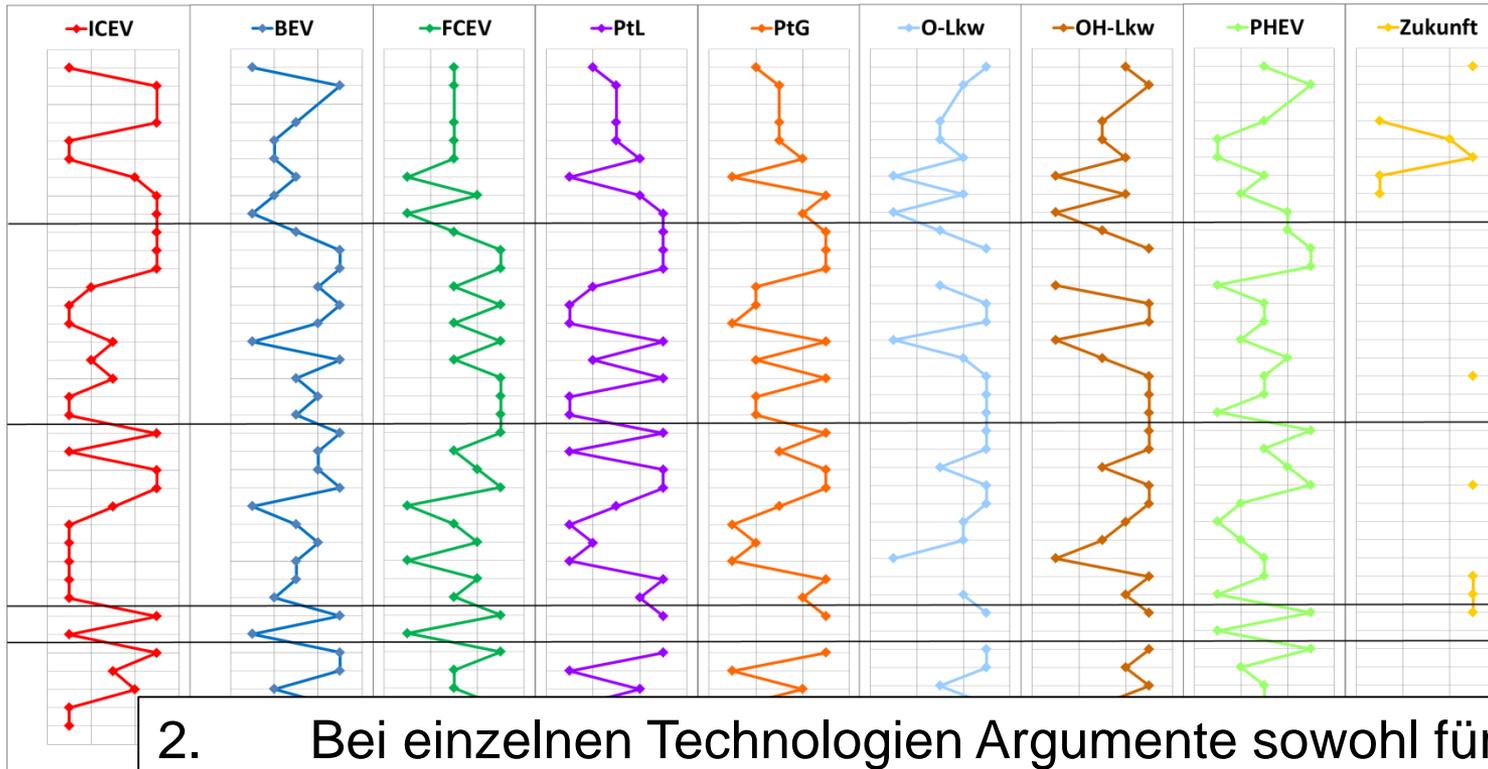
## Erkenntnisse aus den Profillinien:



1. Rein technologieneutraler Ansatz nicht indiziert

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

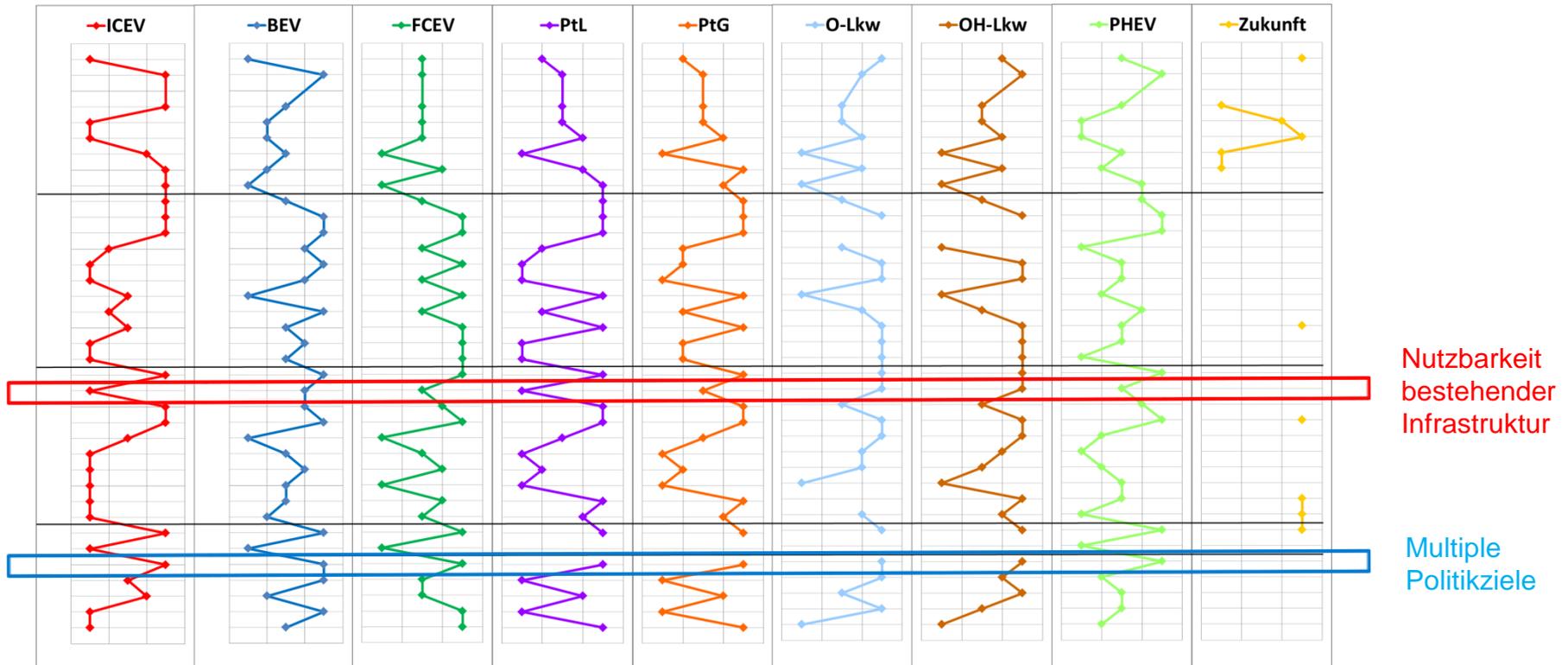
## Erkenntnisse aus den Profillinien:



2. Bei einzelnen Technologien Argumente sowohl für  
Technologieneutralität als auch für Technologiespezifität  
→ auch reine T-Spezifität nicht indiziert  
→ Instrumentenmix notwendig

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

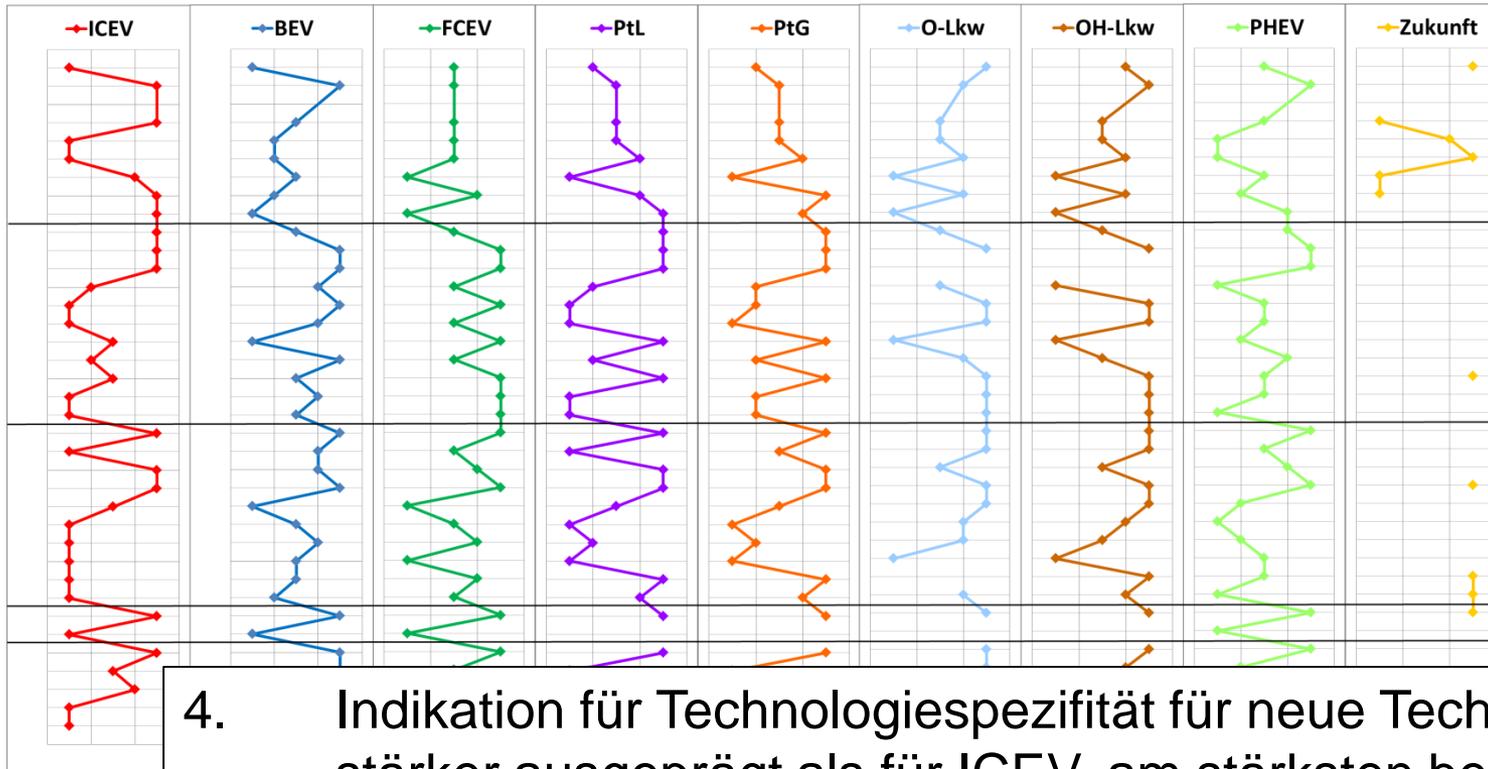
## Erkenntnisse aus den Profillinien:



3. Argumente für Technologiespezifität variieren zwischen Technologien (auch innerhalb der Entscheidungsfelder)

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

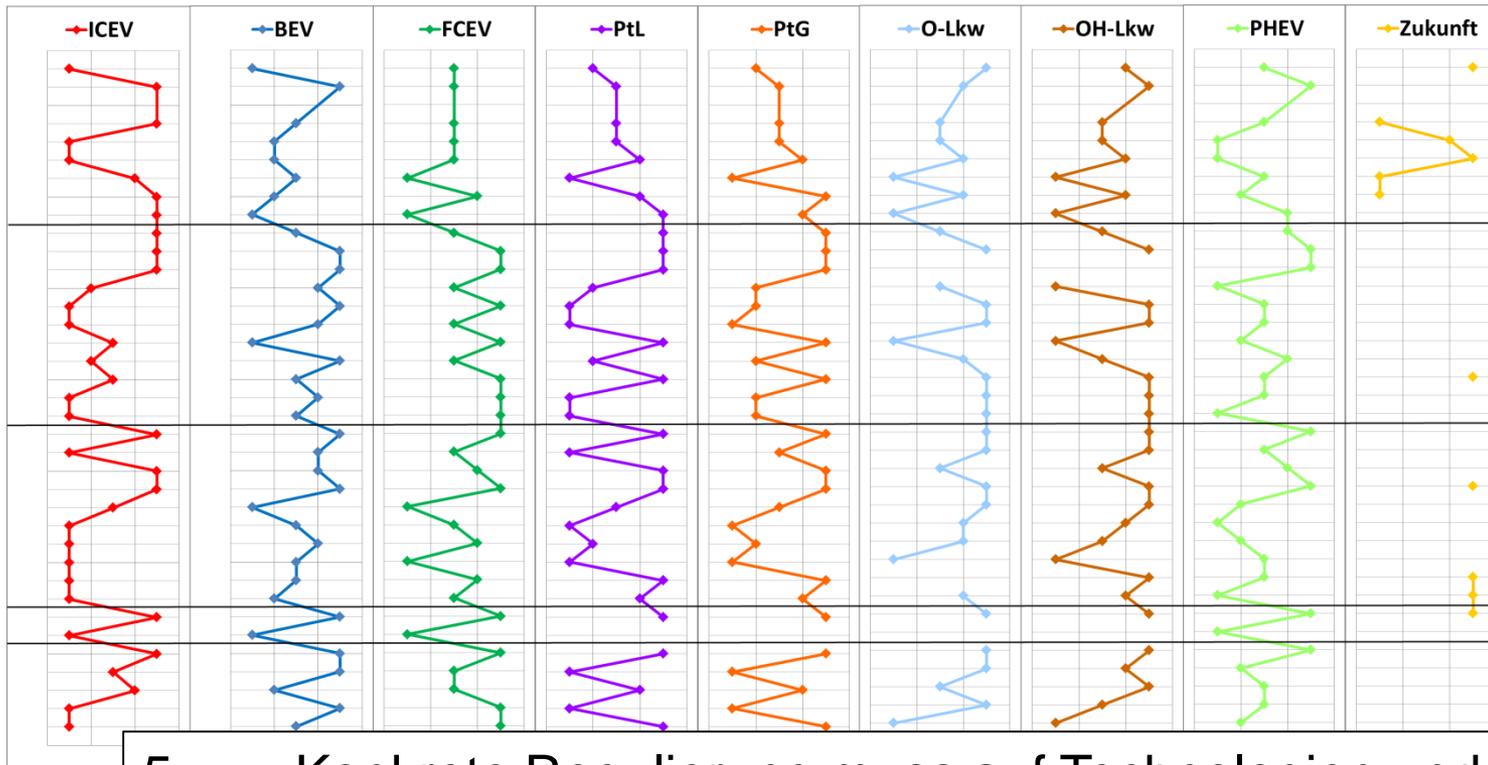
## Erkenntnisse aus den Profillinien:



4. Indikation für Technologiespezifität für neue Technologien stärker ausgeprägt als für ICEV, am stärksten bei O-LKW  
→ Bei rein technologieneutralen Instrumentarium besitzt ICEV einen Wettbewerbsvorteil

# Aggregation der Analyse in „Profillinien“

## Erkenntnisse aus den Profillinien:



5. Konkrete Regulierung muss auf Technologien und jeweilige Argumente für Technologiespezifität zugeschnitten werden  
→ Profillinien geben Hinweise für Ansatzpunkte

# Thesen zur Indikation für Technologiespezifität

1. Insgesamt ist also **bekannt, welche Technologien** voraussichtlich für die Erreichung der 2030-Klimaziele im Verkehrssektor notwendig sein werden. Es verbleiben jedoch **Wissensgrenzen hinsichtlich ihrer genauen Kombination und Ausgestaltung**.
2. Die **Technologieoffenheit** des Entscheidungsfeldes ist **eingeschränkt**.
3. Vielfach werden **multiple politische Ziele** bei der Technologiewahl verfolgt.
4. Eine **strikte Technologieneutralität** ist ökonomisch **nicht sinnvoll** (Indikation für Technologiespezifität).
5. Typischerweise bleibt ein **Mindestmaß an wettbewerblicher Technologieauswahl** (Technologieneutralität) aber bedeutsam.

# Überblick

- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Verkehrswende
- Politikimplikationen

# Herausforderung für die Politik

- Eine Indikation für technologiespezifische Politik ist noch **keine hinreichende Begründung für beliebige Ausgestaltung**
  - Risiko des Politikversagens durch Wissensdefizite, Transaktionskosten und politische Ökonomie
- Herausforderung: **Wahl und Ausgestaltung (technologie-spezifischer) Instrumente einer Verkehrswendepolitik muss ...**
  - ... zur ökonomischen Begründung der Indikation passen (**Adäquanz**)
  - ... **weitere Nebenbedingungen** berücksichtigen (Effektivität, Kosteneffizienz, politische Umsetzbarkeit ...)

# Ansatzpunkte für Instrumente der Verkehrswende im Straßenverkehr

Technologiewahl

Auslese alter  
Technologien  
(Exnovation)

Aufbau  
komplemen-  
tärer  
Infrastruktur  
für neue  
Technologien

Marktdurch-  
dringung  
neuer  
Technologien  
(Innovation)

Langfristige und glaub-  
würdige Politikbindung  
(Commitment)

Mobilitätsverhalten

Verringerung (Vermeidung/Verlagerung) des  
motorisierten Straßenverkehrs (Suffizienz)

# Politikfazit

1. Eine effiziente Klimapolitik für den Straßenverkehr muss **alle Ansatzpunkte parallel in den Blick nehmen**.
2. Dabei kann es sinnvoll sein, eher **technologieneutrale** (z.B. CO<sub>2</sub>-Preis) mit eher **technologiespezifischen Instrumenten** (z.B. Förderung Infrastruktur) zu **kombinieren**.
3. Etwaige **Technologiespezifische Instrumente müssen adäquat sein**: Ansatz an relevanten Barrieren, Gewährleistung eines Mindestmaßes an technologischen Freiheitsgraden
4. Grundsätzlich ist jetzt **politischer Mut** gefragt: „Besser second-best als nothing“.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Kontakt:

Jun.-Prof. Dr. Paul Lehmann

Email: [paul.lehmann@ufz.de](mailto:paul.lehmann@ufz.de)

Twitter: @pleh\_mann