

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

Konferenz „Verkehrsökonomik und –politik“, Berlin, 23./24.5.2019

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

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

Thorsten Beckers (TU Berlin)

Überblick

- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Verkehrswende
- Diskussion und Fazit

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?

Verkehrspolitischer Fokus

Fokus:

Regulatorische Steuerung ...

- ... der Technologiewahl (neue Antriebstechnologien und klimaneutrale Energieträger)
- ... im motorisierten Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr)
- ... in Deutschland
- ... zur Erreichung der Klimaziele im Verkehrssektor bis 2030/2050.

Aspekte, die daher nicht oder nur am Rande diskutiert werden
(Beispiele):

- Reduktion des Verkehrsaufkommens
- Individualverkehr vs. ÖPNV
- Straße vs. Schiene (vs. Luft vs. Schiff)
- Planung der Verkehrsinfrastruktur (Straßen etc.)

Literaturüberblick

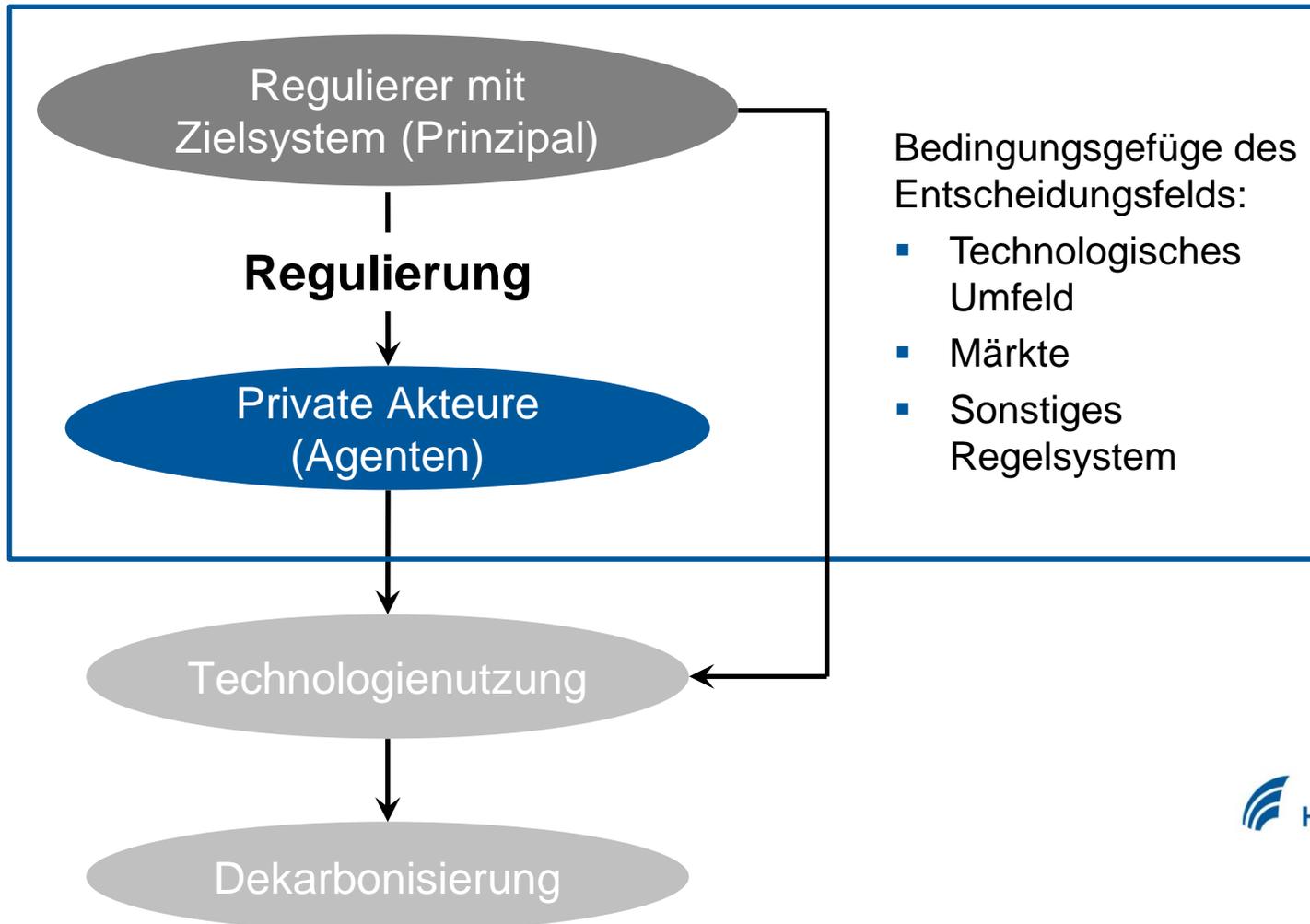
- Diskussion über die allgemeine ökonomische Sinnhaftigkeit von „**grüner Industriepolitik**“ (z. B. Aghion et al. 2009; Rodrik 2014)
- Diskussion zur ökonomischen Sinnhaftigkeit von **technologie-spezifischer Förderung erneuerbarer Energien** im Stromsektor (z. B. Lehmann und Gawel 2013, Gawel et al. 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 Verkehrswende
- Diskussion und Fazit

Das Entscheidungsfeld mit seinen Charakteristika

Entscheidungsfeld



Technologieoffenheit bei marktlicher und hierarchischer Technologiewahl

Technologieoffenheit eines Entscheidungsfeldes

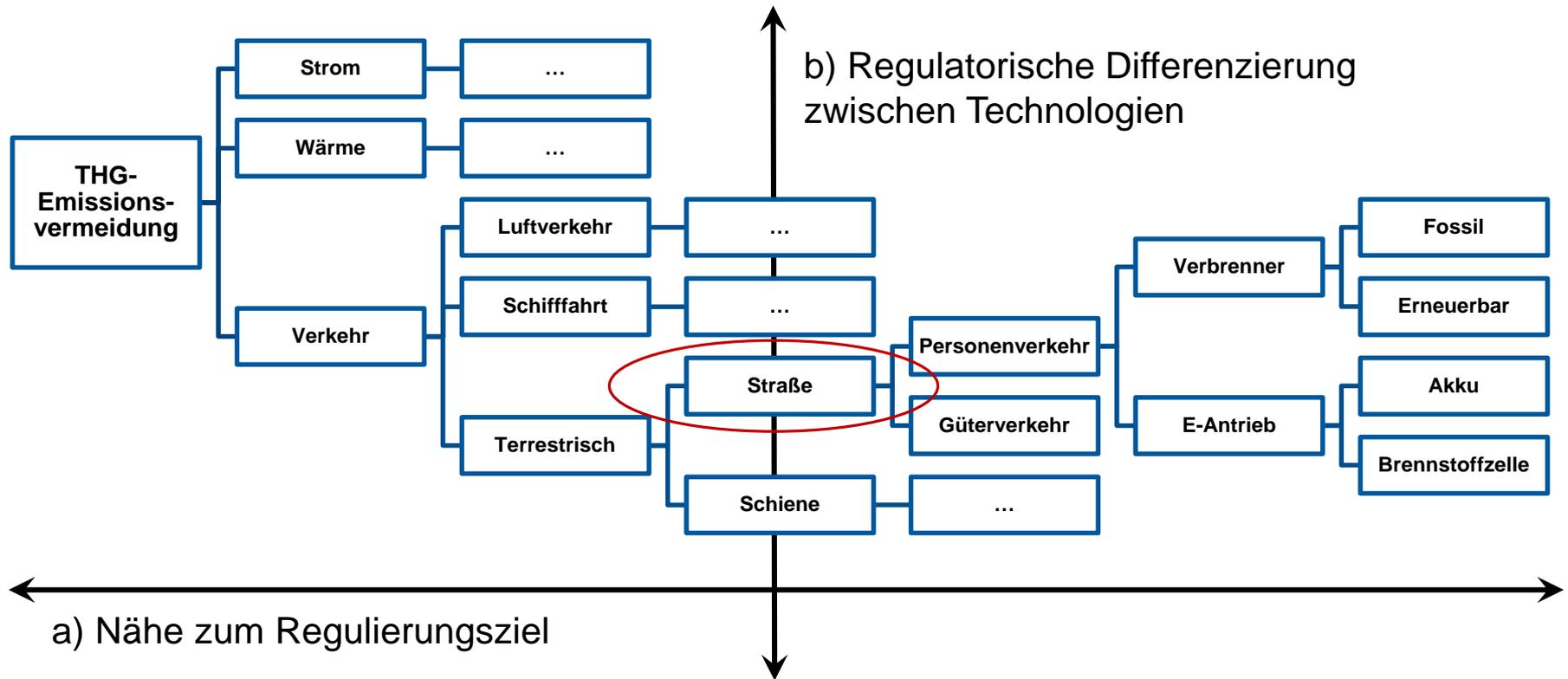
Faires Konkurreren bzw.
faire Berücksichtigung bei
der Technologiewahl

Marktliche Technologiewahl
↓
unverzerrter Wettbewerb

Hierarchische Technologie-
wahl durch den Staat
↓
wohlwollender, voll
informierter Regulierer

„Faires Konkurreren“:
Berücksichtigung **aller**
gesellschaftlich relevanten
kurz- und langfristigen Kosten
und Nutzen bei der
Technologieentscheidung

Dimensionen der Technologieneutralität



Technologieneutralität: Eine Definition

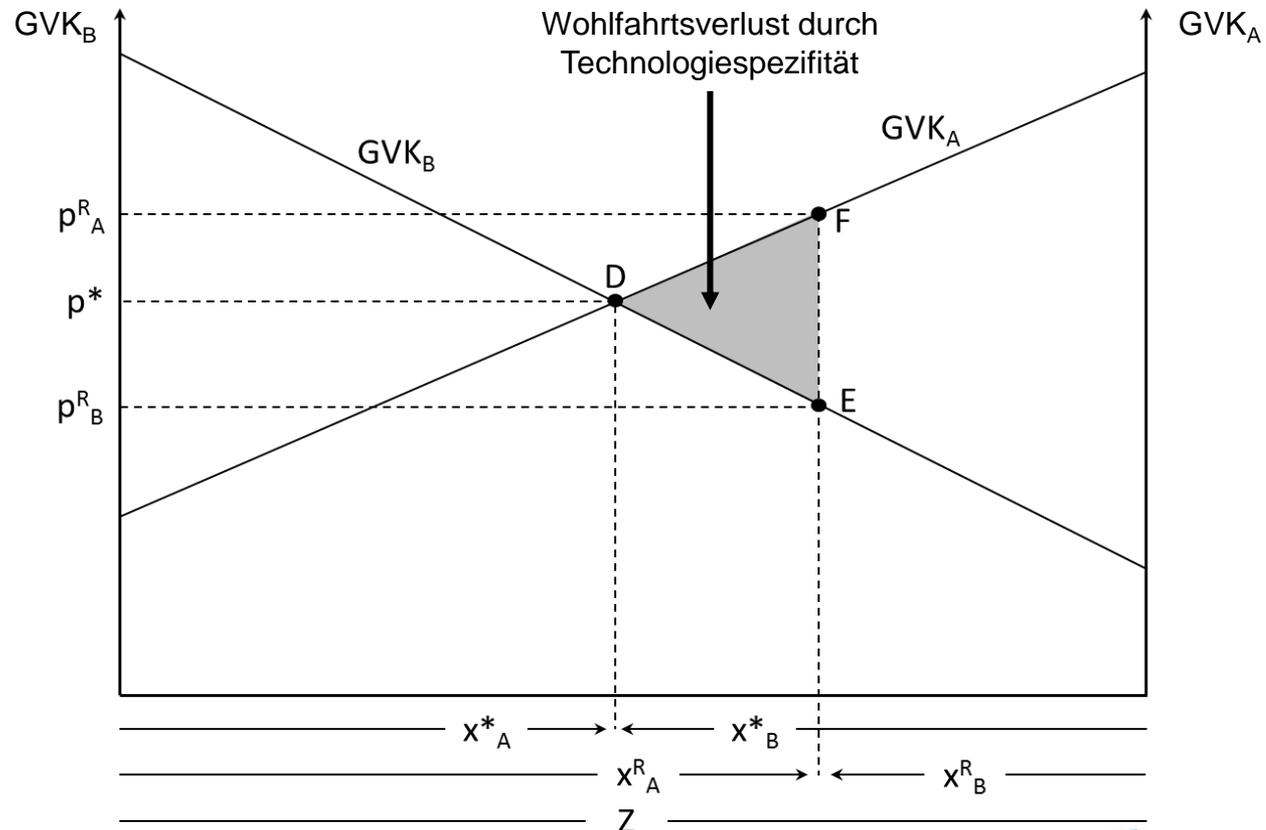
Technologieneutralität:

- 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.

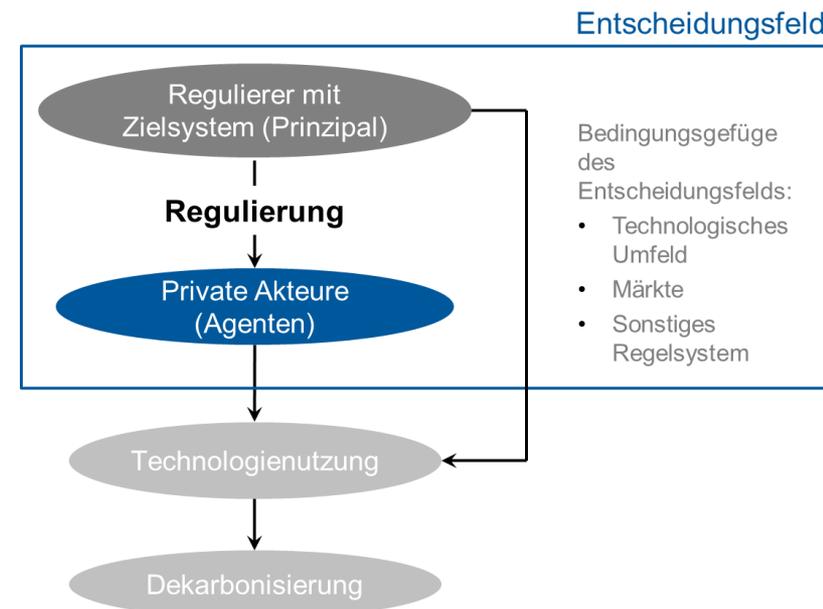
Technologieneutralität als effizienter Regulierungsansatz im ökonomischen Modell



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 Verkehrswende
- Diskussion und Fazit

Erarbeitung und Auswertung von Technologie-Steckbriefen

Betrachtete Technologien:

- 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 Dieselerbrenner und Elektromotor (OH-Diesel-Hybrid)
- Plugin-Hybrid (PHEV)
- („Technologie der fernen Zukunft“)

Relevante Eigenschaften von Technologien im Steckbrief

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

Relevante Eigenschaften von Technologien im Steckbrief

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

Relevante Eigenschaften von Technologien im Steckbrief

1. Rolle zentralen Wissens

2. Ex-ante Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds

3. Multiple Regulierungsziele

3. Multiple Regulierungsziele

- Zielpluralität
- Zielbeitrag

Erarbeitung qualitativer Steckbriefe

Technologie-Steckbrief relevanter Antriebs- und Kraftstoffoptionen

Stand 21. Mai 2019



1. Information / Wissen

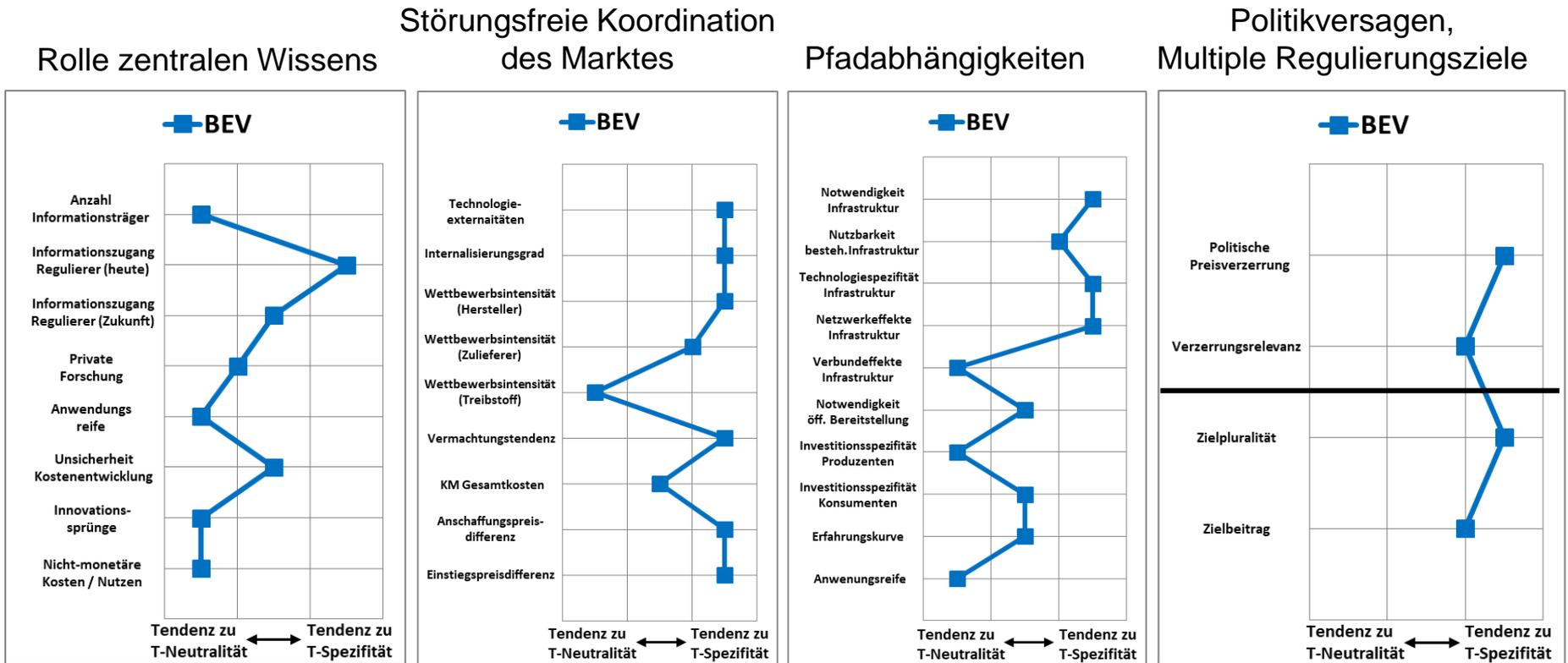
Lfd. Nr.	Frage	Anmerkung	BEV [Fz. & Strombereitst.]	FCEV [Fuel-Cell-Fz. & H2-Bereitstellung]	PHI [Verbrenner & synth. Kraftstoff]	PIG [CNG-Fz. -& synth. Kraftstoff]	O-Lkw [Elektro-Lkw & OL-Infrastruktur]	OH-Diesel-Hybrid	PHEV	Technologien der fernen Zukunft	
1	Verteilung von Information (symmetrische Information)										
	Welche Akteure sind die informationsträger hinsichtlich (Ranking; relative (d.h. verglichen mit den anderen Technologieoptionen) Anzahl der relevanten Akteure hoch-mittel-gering)	a) ... der heutigen Kosten und Nutzen der Technologie? b) ... der zukünftigen Entwicklungen der Kosten und Nutzen der Technologie? c) ... neu generierten Wissens zu den Kosten und Nutzen der Technologie?	<u>Für alle betrachteten Technologien:</u> c) Beste Kosteninformationen werden meist den Unternehmen selbst vorliegen. Mit staatlicher F&E-Förderung/ Beratung hat es der Staat jedoch in der Hand, sich Zugang zu entsprechendem Wissen zu sichern.	hoch a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, Reichweite,...) liegen über Autotests [ADAC; Zeitschriften] der Allgemeinheit vor. OEM haben entsprechende Infos schon bei Entwicklung. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Endverbraucher-Kosten auf Basis z.B. ADAC-Datenbank. Produktionskosten (Batterie, Ladeinfrastruktur) primär OEM; schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Energieversorger</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Batterie, Infrastruktur, Energie...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	mittel a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, Reichweite,...) liegen für 3 ¹ Fahrzeuge über Autotests [ADAC; Zeitschriften] der Allgemeinheit vor. OEM haben entsprechende Infos schon bei Entwicklung. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Endverbraucher-Kosten auf Basis z.B. ADAC-Datenbank. Produktionskosten (Brennstoffzelle, Batterie, Wasserstoffinfrastruktur) primär OEM/Mineralölindustrie; schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Mineralölindustrie</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Brennstoffzelle, Infrastruktur, Wasserstoff...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	mittel-hoch a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, ...) liegen über Autotests [ADAC; Zeitschriften] der Allgemeinheit vor. OEM haben entsprechende Infos schon bei Entwicklung. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Endverbraucher-Kosten auf Basis z.B. ADAC-Datenbank (Verbrennungsmotor und konventionelles Kraftstoffe). Kosten für synthetische Kraftstoffe: Noch keine großtechnische Herstellung, daher an der Erforschung Beteiligte (öffentliche und private Forschungsinstitute, OEM, Mineralöl- und Chemiekonzerne) und öffentlich zugängliche wissenschaftliche Studien (<u>Bottom-up-Abschätzungen</u>) Fahrzeugproduktionskosten: primär OEM, schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Mineralölindustrie</u> Schwankungsbreite bei Kraftstoffkosten, allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	mittel-hoch a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, ...) liegen über Autotests [ADAC; Zeitschriften] der Allgemeinheit vor. OEM haben entsprechende Infos schon bei Entwicklung. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Endverbraucher-Kosten auf Basis z.B. ADAC-Datenbank (Verbrennungsmotor und konventionelles CNG). Kosten für synthetische Kraftstoffe: Noch keine großtechnische Herstellung, daher an der Erforschung Beteiligte (öffentliche und private Forschungsinstitute, OEM, Mineralöl- und Chemiekonzerne) und öffentlich zugängliche wissenschaftliche Studien (<u>Bottom-up-Abschätzungen</u>) Fahrzeugproduktionskosten: primär OEM, schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Mineralölindustrie</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Batterie, Pantograph, Infrastruktur, Energie...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	gering a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, Reichweite, Gewicht, ...) liegen den Forschenden Akteuren (OEM, Elektrotechnikkonzerne, Forschungsinstitute) vor. Sofern die Forschungen durch öffentliche Mittel finanziert werden, liegen der Allgemeinheit Berichte vor. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Produktionskosten (Batterie, Pantograph) primär OEM und Elektrotechnikkonzerne; schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. Infrastrukturkosten: Staat, ausführende Unternehmen b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Energieversorger, Elektrotechnikkonzerne</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Batterie, Pantograph, Infrastruktur, Energie...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	gering-mittel a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, elektrische Reichweite, Gewicht, ...) liegen den Forschenden Akteuren (OEM, Elektrotechnikkonzerne, Forschungsinstitute) vor. Sofern die Forschungen durch öffentliche Mittel finanziert werden, liegen der Allgemeinheit Berichte vor. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Produktionskosten (Batterie, Pantograph) primär OEM und Elektrotechnikkonzerne; schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. Infrastrukturkosten: Staat, ausführende Unternehmen b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Energieversorger, Elektrotechnikkonzerne</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Batterie, Pantograph, Infrastruktur, Energie...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	mittel a) Nutzen: Informationen zu wichtigen technischen Parametern (Energieverbrauch, elektrische Reichweite, ...) liegen den Forschenden Akteuren [ADAC; Zeitschriften] der Allgemeinheit vor. OEM haben entsprechende Infos schon bei Entwicklung. Klimaentlastung: <u>Wissenschaftliche Studien.</u> Kosten: Endverbraucher-Kosten auf Basis z.B. ADAC-Datenbank. Produktionskosten (Batterie, Ladeinfrastruktur) primär OEM; schwieriger über öffentlich zugängliche Studien zu erlangen. b) Nutzen: Studien <u>wissenschaftliche Institute, Consulting-Wirtschaft, Entwicklungsabteilungen OEM, Energieversorger</u> Schwankungsbreite bei Kosten (Batterie, Infrastruktur, Energie...), allerdings ist anzunehmen, dass private Player keinen großen Informationsvorsprung im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung haben. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>	gering a) Informationen zu wichtigen technischen Parametern der fernen Zukunft sind nur in sehr geringem Maße vorhanden. Am ehesten liegen Informationen zum Nutzen vor. Diese werden in der Regel von öffentlichen Forschungsinstituten oder mit öffentlicher Unterstützung generiert und sind damit der Allgemeinheit zugänglich. In Ausnahmefällen sind auch Start-Ups oder die Forschungsabteilungen etablierter Konzerne informationsträger. b) Analog zu a). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Kosten zu Beginn sehr hoch sein und im Laufe der Zeit durch Lern- und Skaleneffekte sinken werden. c) <u>Entwicklungsabteilung, Wissenschaft, Consultingwirtschaft.</u>

Aggregation der Steckbriefe I: Ordinale Bewertung der Argumente

Synthese Steckbriefe			BEV	FCEV	PtL	PtG	O-Lkw	OH-Lkw	PHEV
Lfd. Nr.									
Rolle zentralen Wissens									
1(1)	Anzahl Informationsträger	hoch-mittel-gering	1	3	2	2	5	4	3
1(2)a	Informationszugang Regulierer (heute)	gering-mittel-hoch	5	3	3	3	4	5	5
1(2)b	Informationszugang Regulierer (Zukunft)	gering-mittel-hoch	3	3	3	3	3	3	3
1(3)	Private Forschung	hoch-mittel-gering	2	3	3	3	3	3	1
2a	Anwendungsreife	hoch-mittel-gering	1	2	4	4	4	3	1
2b	Unisicherheit Kostenentwicklung	hoch-mittel-gering	3	1	1	1	1	1	3
2c	Innovationssprünge	nein - ja	1	1	1	1	1	1	1
7	Bedeutung nicht-monetäre Kosten/Nutzen	ja - nein	1	1	5	5	1	1	4
Technologieoffenheit des Entscheidungsfelds									
Störungsfreie Koordination des Marktes									
5a	Technologieexternalitäten	nein - ja	5	5	5	5	5	5	5
5c	Internalisierungsgrad	vollst.-in hohem-in geringem Maße	5	5	4	4			5
6b (1)	Wettbewerbsintensität (Hersteller)	hoch-mittel-gering	5	5	1	2	5	5	3
6b (2)	Wettbewerbsintensität (Zulieferer)	hoch-mittel-gering	4	3	1	1	5	5	3
6b (3)	Wettbewerbsintensität (Treibstoff)	hoch-mittel-gering	1	5	5	5	1	1	2
6c	Vermachtungstendenz	gering-mittel-hoch	5	3	2	2	4	3	4
8a	Km-Gesamtkosten	deutlich geringer-etwa so hoch-deutlich höher	3	5	5	5	5	5	3
8b	Anschaffungspreisdifferenz	etwa genauso hoch-etwas höher-deutlich höher	5	5	1	2	5	5	3
8c	Einstiegspreisdifferenz	etwa genauso hoch-etwas höher-deutlich höher	5	5	1	5	5	5	5
Pfadabhängigkeiten									
9a	Notwendigkeit Infrastruktur	nein - ja	5	5	5	5	5	5	5
9b	Nutzbarkeit bestehender Infrastruktur	ja - nein	4	2	1	2	5	5	1
9c	Technologiespezifität Infrastruktur	nein - ja	5	4	5	5	5	5	4
9d	Netzwerkeffekte Infrastruktur	nein - ja	5	5	5	5	5	5	5
9e	Verbundeffekte Infrastruktur	ja - nein	1	1	1	1	5	5	1
9f	Notwendigkeit öff. Bereitstellung	gering-mittel-hoch	3	1	1	1	5	5	2
10	Investitionsspezifität Produzenten	gering-mittel-hoch	1	3	3	3	2	2	1
11	Investitionsspezifität Konsumenten	gering-mittel-hoch	3	1	1	1	1	1	3
12a	Erfahrungskurve	vollständig-weitgehend-kaum	3	5	5	5	5	5	3
12b	Anwendungsreife	hoch-mittel-gering	1	2	4	4	4	3	1
Politikversagen									
4a	Politische Preisverzerrung	nein - ja	5	5	5	5	5	5	5
4c	Verzerrungsrelevanz	gering-mittel-hoch	4	3					5
Multiple Regulierungsziele									
3a	Zielpluralität	nein - ja	5	5	5	5	5	5	5
3b	Zielbeitrag	gering-mittel-hoch	4	3	2	2	4	4	3

Aggregation der Steckbriefe II: „Profillinien“

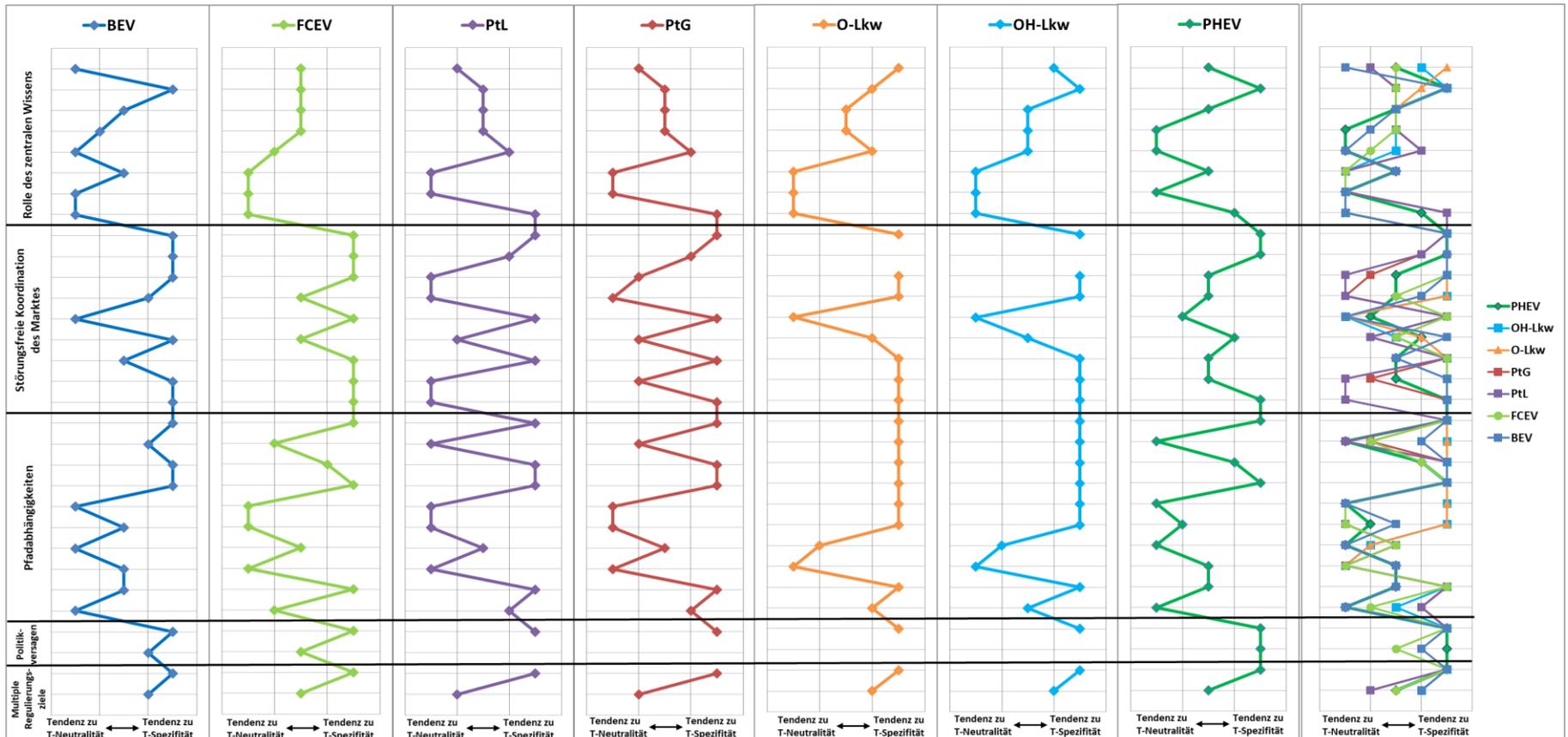
Beispiel Elektromotor mit Batterie (BEV):



➔ Gewisse Hinweise auf Indikation von technologiespezifischer Regulierung bei batterieelektrischer Mobilität

Aggregation der Steckbriefe II: „Profillinien“

Technologievergleich:



➔ Zwischen den Technologien variieren die Argumente für Technologiespezifität im Detail (bei teilweise Gleichklang)

Überblick

- Einleitung
- Konzeptioneller Rahmen
- Der Fall der Verkehrswende
- Diskussion und Fazit

Thesen zur Indikation für Technologiespezifität

Rolle zentralen Wissens

1. Die für die Dekarbonisierung des Straßenverkehrssektors bis 2030 mutmaßlich erforderlichen Technologien sind bereits heute im Wesentlichen bekannt.
- 2a. Der effiziente Technologiemix 2030 ist jedoch gegenwärtig nicht annähernd sicher vorhersagbar.
- 2b. Die genaue technologische Ausgestaltung der Technologioptionen bleibt im Detail typischerweise unsicher (Beispiel: Akkutechnologie für BEV).

Technologieoffenheit

3. Technologieentscheidungen zu Antrieb, Kraftstoff und Infrastruktur sind eng miteinander verwoben.
4. Die Technologiewahl im Verkehrssektor erfolgt gegenwärtig nicht unter Berücksichtigung aller relevanten Kosten und Nutzen.
5. Die Technologieoffenheit des Entscheidungsfeldes ist eingeschränkt.

Thesen zur Indikation für Technologiespezifität

Politisches Zielsystem

6. Vielfach werden multiple politische Ziele bei der Technologiewahl verfolgt.

Zwischenfazit

7. Strikte Technologieneutralität ist ökonomisch nicht sinnvoll (Indikation für Technologiespezifität).
8. Typischerweise bleibt ein Mindestmaß an wettbewerblicher Technologieauswahl (Technologieneutralität) aber bedeutsam (siehe z. B. Thesen 2a,b).

Thesen zur Umsetzung der Indikation: Ausgestaltung der Dekarbonisierungspolitik

9. Die bisherigen (CO₂-Komponente KfzSt) und in Aussicht genommenen Ansätze (z.B. Erweiterung EU-ETS, CO₂-Preis) eher technologie-neutraler Verkehrspolitik können allein die kosteneffiziente Dekarbonisierung des Verkehrssektors nicht gewährleisten.
10. Die technologiespezifische Maßnahme muss zur ökonomischen Begründung der Indikation passen (Adäquanz).
11. Eine effiziente technologiespezifische Politik sollte aufgrund technologischer Unsicherheiten und Informationsgrenzen so weit wie sinnvoll Freiheitsgrade bei der Detailausgestaltung der Technologieoptionen belassen.

Fazit

- **Technologieoffenheit \neq Technologieneutralität:** Um ein technologieoffenes Entscheidungsfeld zu gewährleisten, kann technologiespezifische Regulierung notwendig sein
- **Technologiespezifität ist nicht per se zielführend:** Informationsgrenzen des Regulierers, Gefahr politischer Einflussnahme
- **Im Verkehrssektor ist Technologiespezifität** zur effektiven und effizienten Erreichung der Verkehrswende **indiziert:** \neq politische Vorfestlegung auf eine Technologie
- **Technologiespezifische Instrumente müssen adäquat sein:** Ansatz an relevanten Barrieren, Gewährleistung eines Mindestmaßes an technologischen Freiheitsgraden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Jun.-Prof. Dr. Paul Lehmann

Email: paul.lehmann@ufz.de

Twitter: @pleh_mann