



# Quo vadis, ERS?

Implikationen von ERS als Komplementärtechnologie

Hinrich Helms

Batterieelektrischer Straßengüterverkehr:  
(Auch) mit oder (komplett) ohne Oberleitungen?

11.02.2025 | Berlin



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere

## Von einem „Geheimprojekt“ in Groß Dölln...



*„Schon das SRU-Gutachten gelesen mit den Oberleitungs-Lkws?“*

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere ...zu einem Forschungs-Ökosystem...

*„Da muss man ganz viele verschiedene Aspekte beachten!“*

AMELIE

StratON /  
StratES

My eRoads

ELANO /  
ELONSO

enERSyn

...

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere ...und den ersten Feldversuchen auf öffentlichen Straßen...



„Die Technologie muss sichtbar werden!“

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere ...mit internationaler Wissensvernetzung...

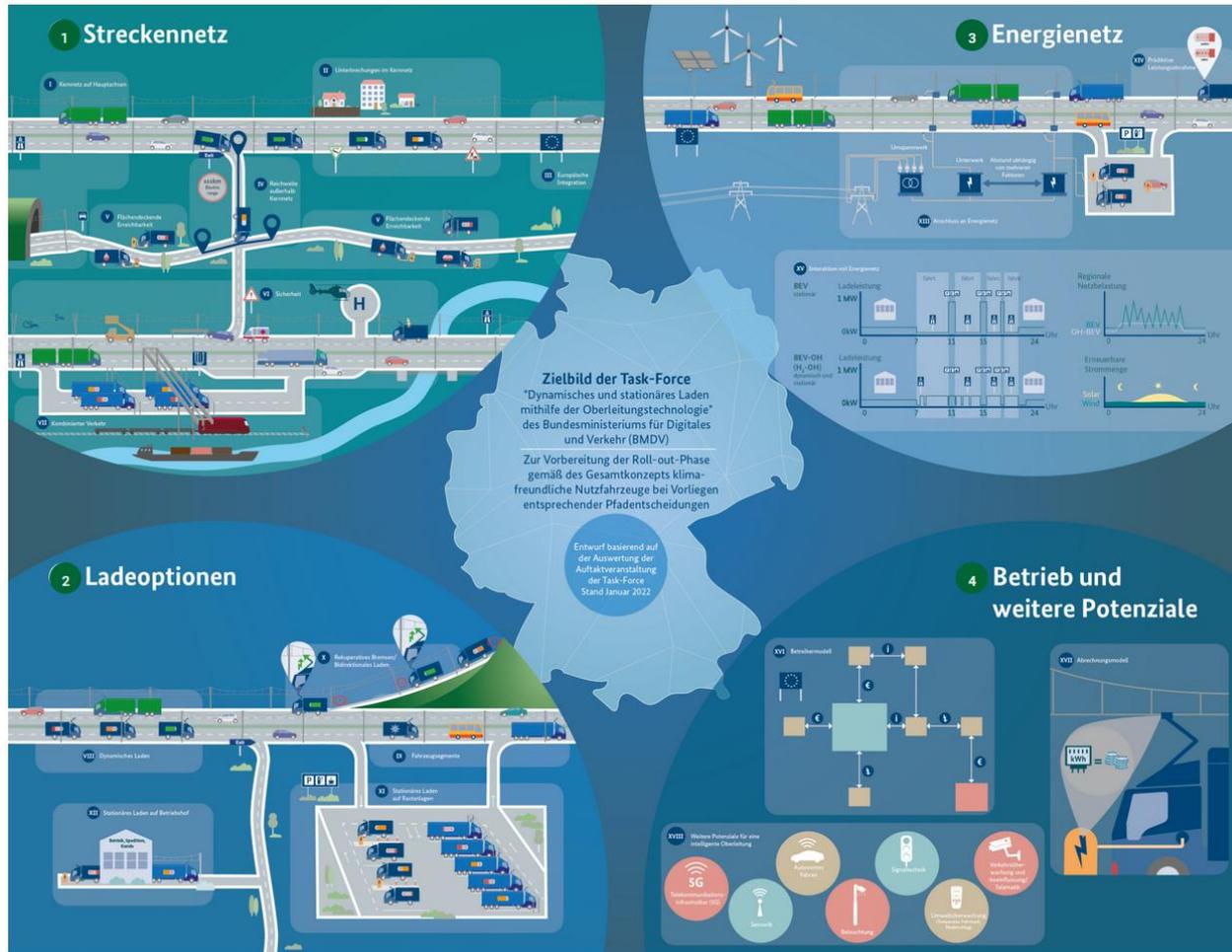
Vom Oberleitungs-Lkw  
zu „ERS“ / „dynamischem  
Laden“



*„Der O-Lkw hat nur  
eine Chance, wenn  
man sich international  
einig wird!“*

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere

...in Deutschland auch ressort-übergreifend diskussionsfähig...



**Zielbild „Dynamisches Laden“,**  
 entwickelt von der „Ad-hoc-  
 Taskforce zum dynamischen **und**  
 stationären Laden mithilfe der  
 Oberleitungstechnologie“ beim  
 BMVI

# Oberleitungs-Lkw – eine erstaunliche Karriere ... stehen aber nun auf dem Abstellgleis.

- Die drei Feldversuche sind beendet...
  - ...Folgeaktivitäten in Deutschland sind aber nicht in Sicht
- Die Ergebnispräsentation der deutschen Feldversuche im Dezember 2024 zeigt, dass die Feldversuche technisch erfolgreich waren
- In Deutschland derzeit jedoch kaum politische Umsetzungschance
- Hoffnungen ruhen...
  - ...auf internationalen Perspektiven
  - ...auf mittelfristiger Notwendigkeit



**Netzwerktreffen  
der Oberleitungsprojekte**  
am Mittwoch, 11.12.2024  
im House of Logistics and Mobility (HOLM),  
Frankfurt am Main

**BITTE  
ANMELDEN  
BIS ZUM  
30.11.**

# Was ist passiert?

... stehen aber nun auf dem Abstellgleis.

- Große Fortschritte bei Batterie-Lkw
  - Pendelverkehre als mögliches Einstiegsszenario für ERS wurden unrealistischer
  - Batterie-Lkw jetzt auch für große Teile des Fernverkehrs denkbar
- Großes industriepolitisches Interesse am Megathema Wasserstoff
  - Vermeintlich einfache Alternative für den Fernverkehr
- Skepsis bzgl. staatlicher Entscheidungsbereitschaft beim Infrastrukturaufbau (Top-Down-Technologie)
- Oberleitungs-Lkw als mediales Reizthema

*ERS ist derzeit politisch „on hold“. Es gibt aber gute Gründe, weshalb ERS in einer weitgehend elektrischen Lkw-Welt sinnvoll sein könnte.*

## Leitfragen im Projekt „enERSyn“

- Wie sollten Lkw und ihre Infrastruktur zukünftig zusammenspielen, um klimaneutralen Straßengüterverkehr sinnvolle zu realisieren?
- Wie lassen sich Risiken auf dem Weg dorthin minimieren und welche staatlichen Rahmensetzungen sind notwendig?
- Entwicklung von „Rollenbildern“ für ERS (und andere Technologien)



# Das Rückgrat: Batterie-Lkw und Ladeinfrastruktur

- Batterieelektrische Lkw in Verbindung mit stationärer (Schnell-)Ladeinfrastruktur werden in der Antriebswende die zentrale Rolle einnehmen
- Mittlerweile sind in Deutschland schon über 4.600 mittlere (N2) und 700 schwere (N3) Elektro-Nutzfahrzeuge zugelassen (ifeu 2024; KBA 2024)
- Keine andere Technologiekonfiguration kann auf eine auch nur näherungsweise vergleichbare Verbreitung in Deutschland, Europa und auch global verweisen
- Auch die Marktankündigungen der großen Fahrzeughersteller bestätigen den Trend zu einer Dominanz batterieelektrischer Antriebe

# Das Rückgrat: Batterie-Lkw und Ladeinfrastruktur

- Batterie-Lkw werden in Kombination mit stationärer (Schnell-)Ladeinfrastruktur die zentrale Rolle einnehmen
- Mittlerweile sind in Deutschland schon über 4.600 mittlere (N2), schwere (N3) Elektro-LKWs zugelassen (ifeu 2024; KPA 2024)
- Keine andere Technologiekonfiguration kann sich auch nur annähernd eine vergleichbare Verbreitung in Deutschland leisten
- Auch die Marktkündigungen bestätigen den Trend zur Dominanz

Keine neue  
Verteilungs- und  
Produktions-  
infrastruktur

Standards  
bereits  
weitgehend  
etabliert

**Bottom-Up  
Technologie:**  
Geringe Abhängigkeit  
von politischen  
Entscheidungen

Hohe  
technologische  
Reife (v.a. CCS)

# Wo ist dann der Haken?

- Es bleiben eine Reihe von Schwachstellen:
  - zunächst noch deutlich höheren Fahrzeugkosten (auch im Vergleich mit einigen anderen Technologien wie ERS, H2-ICEV und BWS)
  - initial besteht operationeller Anpassungsbedarf und dadurch geringere Nutzerakzeptanz, vor allem für Anwendungen im Fernverkehr
  - Flächenbedarf für Ladeinfrastruktur und zugehörige Stellflächen
  - Bedarf an kritischen Rohstoffen für die großen Batterien
  - energiesystemische Herausforderungen, vor allem hinsichtlich der Stabilität des Energiesystems und der Netzintegration
- „Komplementärtechnologien“ rücken wieder in den Fokus, vor allem ERS, Batteriewechselsysteme (BWS), H2-Nutzung (H2-FCEV/ICEV) oder E-Trailer

# Wie haben wir die Komplementärtechnologien bewertet?

- Identifikation und semiquantitative Bewertung relevanter Kriterien
- Zwei Workshops mit Stakeholdern

	Kriterium	Zeitliche Relevanz	
		2030	2045
Synthesekriterien	A. Geschwindigkeit von Antriebswende und Emissionsminderung	X	
	B. Langfristiger Beitrag zur Klimaneutralität		X
	C. Risiken durch Pfadabhängigkeiten	X	X

1 = niedriges Risiko 1 2 3 4 5 = hohes Risiko

Cluster	Kriterium	Zeitliche Relevanz	
		2030	2045
Infrastrukturaufbau	1. Bedarf an Infrastrukturaufbau	X	X
	2. Investitionsvolumen	X	
	3. Ausbaugeschwindigkeit	X	
	4. Flächenbedarf	X	X
Technologie	5. Technologische Reife	X	
	6. Verfügbarkeit von Standards	X	
Nutzung	7. Nutzerakzeptanz	X	
	8. Operationeller Anpassungsbedarf	X	(X)
Energiesystem	9. Beitrag zur Stabilität des Energiesystems	(X)	X
	10. Potenzielle Flexibilität der Lastkurve	(X)	X
	11. Netzintegration	X	X
Wirtschaftlichkeit	12. Fahrzeugkosten	X	X
	13. Zu erwartende Energiekosten	X	X
Kritikalität	14. Bedarf an kritischen Rohstoffen	(X)	X
Politik	15. Entscheidungsnotwendigkeit der Politik	X	

# Wie haben wir die Komplementärtechnologien bewertet?

- Identifikation und semiquantitative Bewertung relevanter Kriterien
- Zwei Workshops mit Stakeholdern
- Dokumentation unter: [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Publikationen/Mobilit%C3%A4t/2024-09-11\\_enERSyn\\_Bewertungsmatrix.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Publikationen/Mobilit%C3%A4t/2024-09-11_enERSyn_Bewertungsmatrix.pdf)

Synthesekriterien	Kriterium	Zeitliche Relevanz	
		2030	2045
	A. Geschwindigkeit von Antriebswende und Emissionsminderung	X	
	B. Langfristiger Beitrag zur Klimaneutralität		X
	C. Risiken durch Pfadabhängigkeiten	X	X

1 = niedriges Risiko 1 2 3 4 5 5 = hohes Risiko

Cluster	Technologische Relevanz	2045
Infrastruktur	X	X
Technologie	X	
Nutzung	X	(X)
Energiesystem	X	X
Wirtschaftlichkeit	X	X
Kritikalität	X	X
Politik	X	X



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN



### Bewertung von Technologiekonfigurationen für den Straßengüterverkehr

Julia Pelzeter, Julius Jöhrens, Hinrich Helms | ifeu  
Martin Ruscher, Markus Werner | TU Dresden  
Wolf-Peter Schill | DIW Berlin

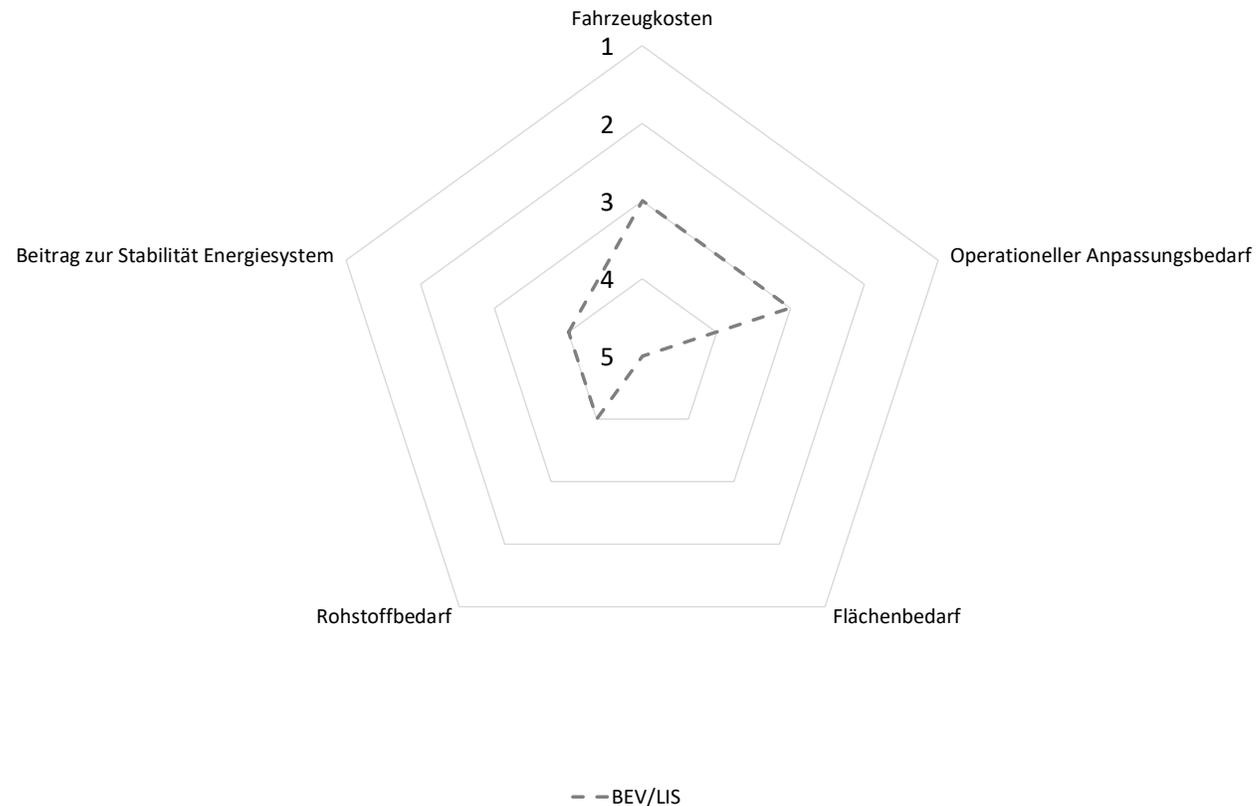
Heidelberg / Dresden / Berlin, Oktober 2024

Zitierempfehlung: Pelzeter, J.; Ruscher, M.; Schill, W.; Jöhrens, J.; Helms, H.; Werner, M. (2024): Bewertung von Technologiekonfigurationen für den Straßengüterverkehr. ifeu, TU Dresden, DIW Berlin.

**Zusammenfassung**

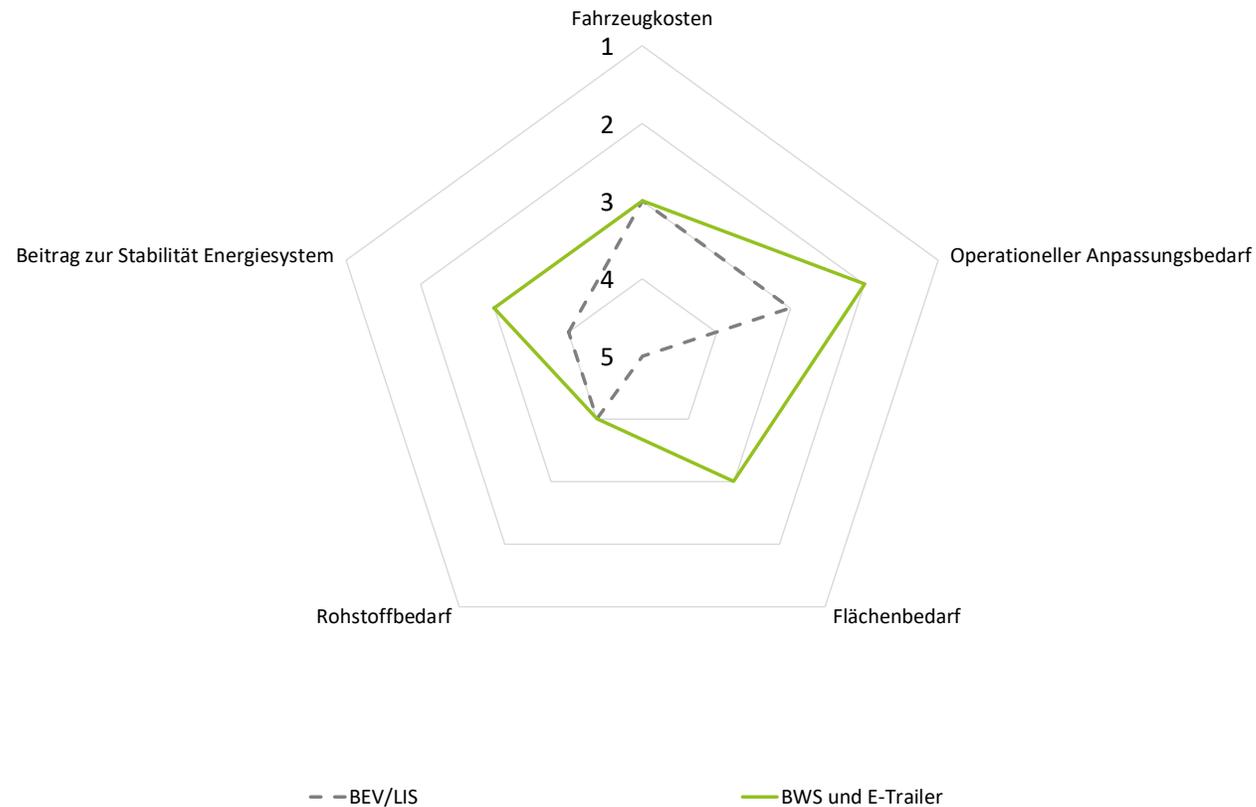
- Stationär geladene Batteriefahrzeuge („BEV/LIS“) bilden nach aktuellem Stand das Rückgrat der Antriebswende im Lkw-Verkehr, ihr Markthochlauf begegnet aber ernstzunehmenden Herausforderungen.
- Dieses Papier untersucht anhand einer semi-quantitativen Screening-Analyse, wie BEV/LIS bei für die Antriebswende zentralen Bewertungsindikatoren im Vergleich zu anderen technologischen Optionen stehen. Als solche „Komplementärtechnologien“ wurden dynamisches Laden (ERS), Batteriewechselsysteme (BWS), H<sub>2</sub>-Nutzung in Brennstoffzelle (H<sub>2</sub>-FCEV) oder Verbrennungsmotor (H<sub>2</sub>-ICEV) sowie E-Trailer betrachtet.
- Anhand der Ergebnisse erscheint es plausibel, dass BEV/LIS auch mittel- bis langfristig eine zentrale Rolle beim klimafreundlichen Lkw-Verkehr einnehmen werden.

# Wo können die Komplementärtechnologien helfen?



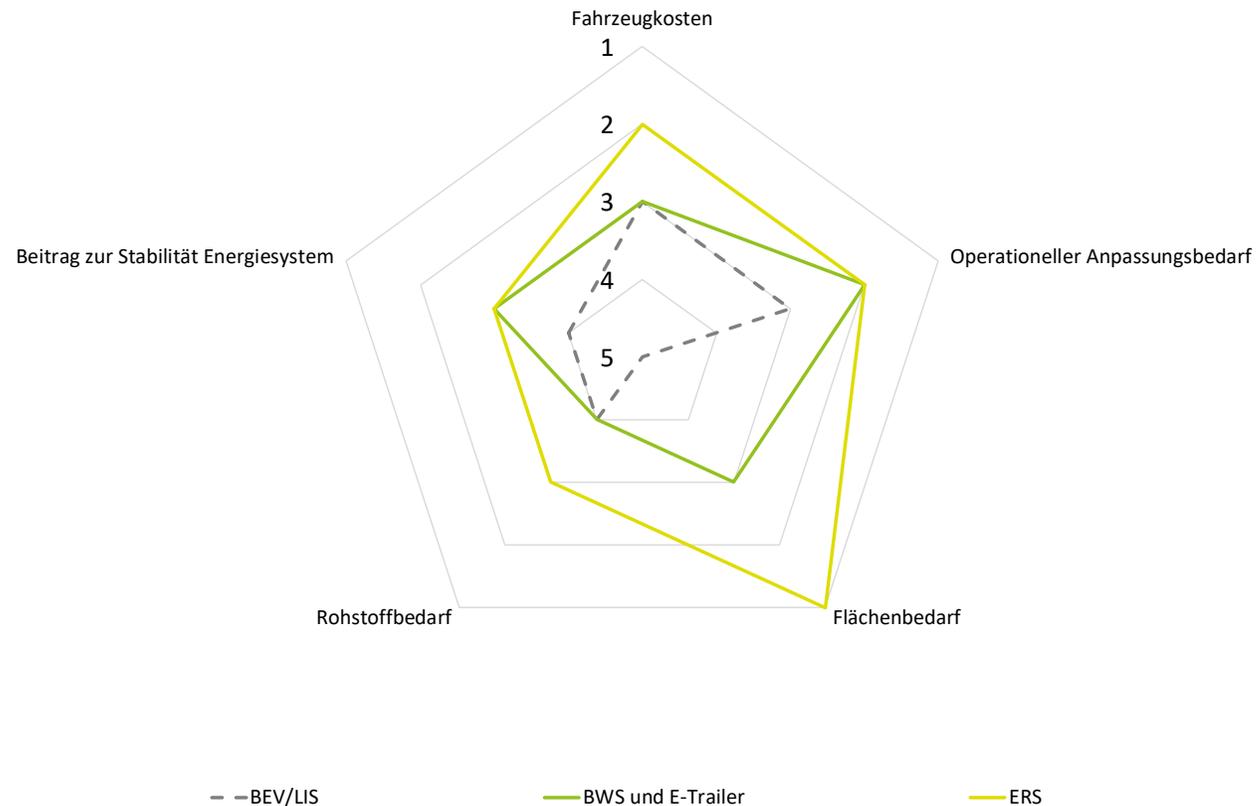
- Zentrale Risiken von BEV/LIS:
  - Fahrzeugkosten
  - Operationeller Anpassungsbedarf (insb. Fernverkehr)
  - Flächenbedarf
  - Rohstoffbedarf
  - Stabilität Energiesystem

# Wo können die Komplementärtechnologien helfen?



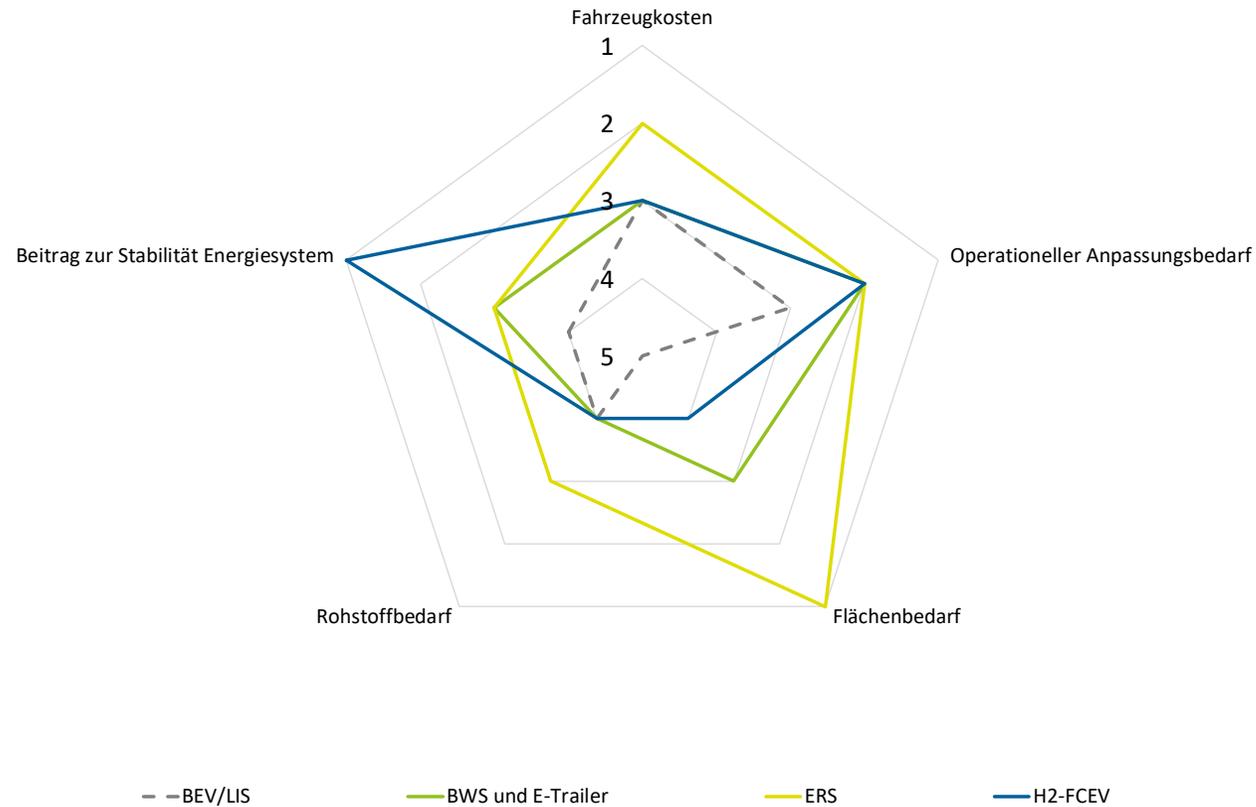
- BWS und E-Trailer können direktelektrischen Pfad unterstützen
- Jedoch nur graduelle Verbesserungen bei
  - Operationeller Anpassungsbedarf
  - Flächenbedarf
  - Stabilität Energiesystem

# Wo können die Komplementärtechnologien helfen?



- ERS können alle Schwächen tlws. adressieren
  - Niedrigere Fahrzeugkosten
  - Weniger operationeller Anpassung für Betreiber
  - Geringerer Flächenbedarf
  - Geringerer Rohstoffbedarf
  - Beitrag zur Stabilität des Energiesystems

# Wo können die Komplementärtechnologien helfen?

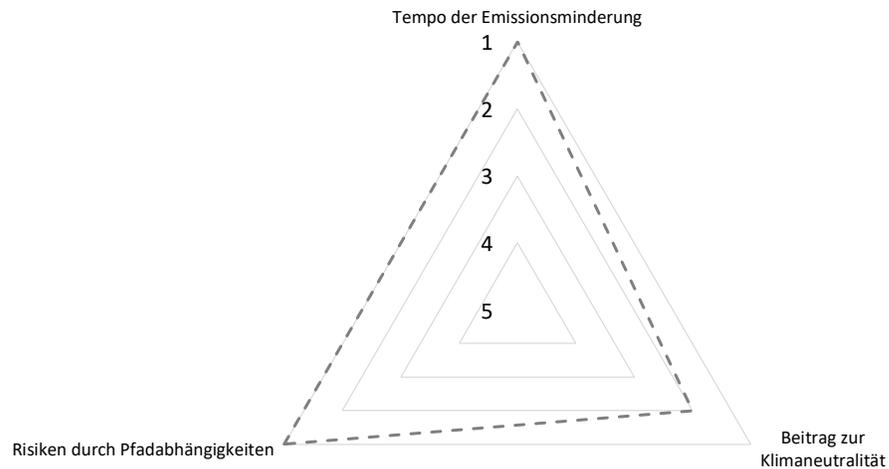


- FCEV ...
  - können primär einen Beitrag zur Stabilisierung des Energiesystems leisten
  - sind bei anderen Schwachstellen von BEV/LIS aber ERS/BWS unterlegen

# Es gibt nicht das eine „Silver Bullet“

- Keine der Komplementärtechnologien adressiert alle Schwachstellen von BEV/LIS
- BWS/E-Trailer bringen nur graduelle Verbesserungen in einigen Bereichen
- ERS mit deutlicher Verbesserung bei Fahrzeugkosten und Flächenbedarf, Beitrag zu energiesystemischen Herausforderungen jedoch begrenzt
  - Aufgrund der hohen Entscheidungsnotwendigkeit der Politik ist die kurzfristige Realisierungswahrscheinlichkeit jedoch eher gering ist (Top-Down-Technologie)
- H2-FCEV können dagegen mehr Flexibilität für das Energiesystem bereitstellen
  - Verbunden allerdings mit Kosten (z.B. durch geringere Auslastungsgrade von Anlagen) und neuen Herausforderungen (z.B. H2-Produktion und -Transport)
- *Welche Komplementärtechnologien bringen uns ins Ziel?*

# Welche Technologien bringen uns ins Ziel?

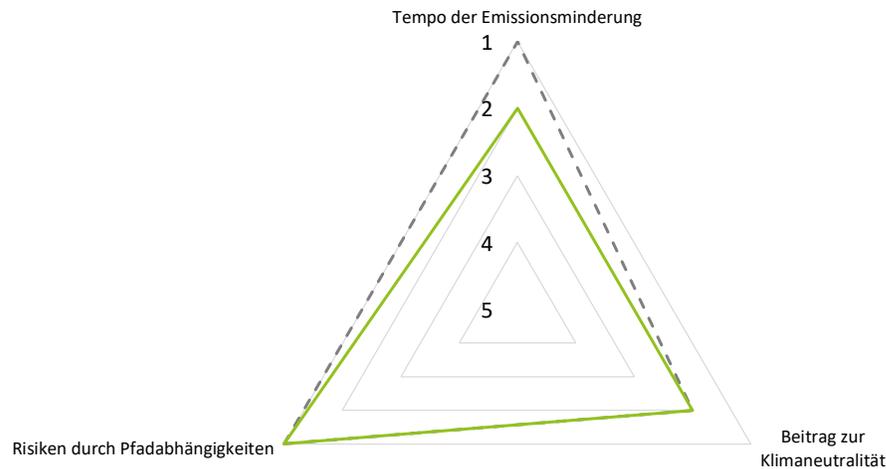


-- BEV/LIS

1 = niedriges Risiko 1 2 3 4 5 5 = hohes Risiko

- BEV/LIS ermöglichen ...
  - eine schnelle Antriebswende
  - einen hohen Beitrag zur Klimaneutralität
  - geringe Pfadabhängigkeiten

# Welche Technologien bringen uns ins Ziel?



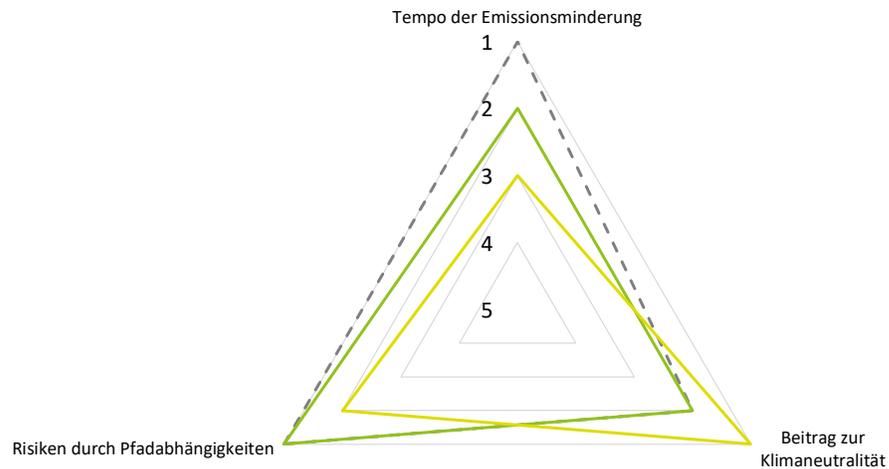
-- BEV/LIS

— BWS und E-Trailer

1 = niedriges Risiko 1 2 3 4 5 5 = hohes Risiko

- BWS/E-Trailer ...
  - können nur leicht verzögert zur Emissionsminderung beitragen
  - leisten auch einen hohen Beitrag zur Klimaneutralität
  - zeigen auch geringe Pfadabhängigkeiten

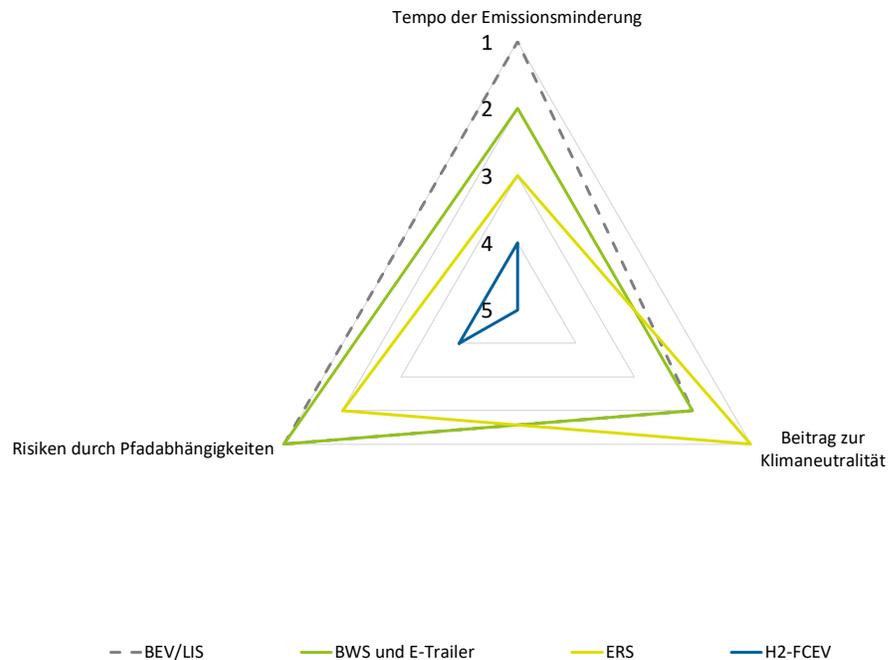
# Welche Technologien bringen uns ins Ziel?



1 = niedriges Risiko   1 2 3 4 5   5 = hohes Risiko

- ERS können...
  - eErst mittelfristig THG-Minderungen erreichen
  - den Beitrag zur Klimaneutralität sogar noch steigern
  - haben jedoch Risiken der Pfadabhängigkeit

# Welche Technologien bringen uns ins Ziel?



1 = niedriges Risiko    1 2 3 4 5    5 = hohes Risiko

- FCEV ...
  - verlangsamen die Antriebswende, vor allem durch mangelnde Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff
  - reduzieren damit den Beitrag zur Klimaneutralität
  - haben hohe Pfadabhängigkeiten

# Quo vadis, Straßengüterverkehr?

## Grundlegende Richtungen und Rollenbilder im Straßengüterverkehr

- Fokussierung auf die Technologiekonfiguration BEV/LIS
  - Schwachstellen werden technisch und/oder operationell gelöst
- Ergänzung allein durch batteriebasierte Lösungen wie BWS oder E-Trailer
  - Niedrigschwellige Bottom-Up-Ergänzung im gleichen Pfad
- Ergänzung der Technologiekonfiguration BEV/LIS durch ERS
  - Entschlossene Top-Down-Lösung für einige zentrale Schwächen von BEV/LIS
- Ergänzung der Technologiekonfiguration BEV/LIS durch H2-FCEV
  - AFIR-Rollout ermöglicht die Etablierung eines gänzlich neuen Energiepfades

## Für ERS bedeutet dies:

- ERS können zusammen mit BEV/LIS einen aus Nachhaltigkeitssicht wünschenswerten Zielzustand realisieren helfen
- In puncto „Geschwindigkeit der Antriebswende“ helfen sie aber zumindest in der ersten Phase voraussichtlich nicht weiter.
- ERS sind damit weniger das kurzfristige „Silver Bullet“, sondern **eine potenzielle** Komponente eines zukünftigen direktelektrischen Lkw-Systems

~~Bedingungslose Technologieoffenheit~~

~~Einzeltechnologie-Gläubigkeit~~

**Informierter Technologiepluralismus**



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Hinrich Helms

Themenfeldleitung Antriebstechnologien

[hinrich.helms@ifeu.de](mailto:hinrich.helms@ifeu.de)

+49-6221-4767-33



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages