

INNOVATIVE TRIEBFAHRZEUGE AUF NICHT-ELETRIFIZIERTEN STRECKEN PRÄSENTATION WESENTLICHER PROJEKTERGEBNISSE IM FORSCHUNGSDIALOG DES BMVI

Nicolas Wille, Mark Vetter, Prof. Dr. Raphael Pfaff, Dr. Roland Nolte / Berlin / 15.10.2020



DISCLAIMER

SCI Verkehr wurde als Berater für das Projekt “Identifizierung von Forschungsansätzen und technischen Grundlagen zur Entwicklung eines leiseren, umweltfreundlicheren und betriebswirtschaftlich darstellbaren innovativen Triebfahrzeugs“ durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI (Auftraggeber) beauftragt. Die Regelungen des Auftrags finden sich in dem Vertrag “AZ Vergabe – Z30/SEV/288.3/1923/E12“ unterzeichnet am 03.12.2019.

Die Aussagen und Empfehlungen des Berichts beziehen sich ausschließlich auf den Stand der Untersuchungen am Datum seiner Veröffentlichung. SCI Verkehr hat den Bericht nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erarbeitet. SCI Verkehr übernimmt – soweit gesetzlich zulässig – keine Haftung und Gewähr für die in diesem Bericht getroffenen Prognosen, Einschätzungen und Empfehlungen. Die von SCI Verkehr getroffenen Aussagen stellen keine Garantien im Rechtssinne dar.

PROJEKTÜBERSICHT – BEARBEITUNGSZEITRAUM: DEZEMBER 2019 BIS AUGUST 2020

01

Bestandsaufnahme

- Bestandsaufnahme der in Deutschland aktuell eingesetzten und durch **Neuanschaffung** für den Einsatz vorgesehenen Triebfahrzeugen.
- **Feststellung des Bedarfs** an neuen innovativen Triebfahrzeugen, dargestellt auf einer Zeitschiene bis 2030.

02

Antriebstechnologien

- Entwicklungsstand einzelner **Antriebstechnologien** unterteilt nach Personen- und Güterverkehr.
- Vergleich der Technologien und Beschreibung der benötigten **Infrastrukturanforderungen** und Systemvoraussetzung der jeweiligen Antriebstechnologie.

03

Emissionsminderung

- Aufstellung und Beschreibung von Technologien zur **Minderung von CO2-Emissionen** und Luftschadstoffen.
- Technologien zur Minderung von **Geräuschemissionen** an Triebfahrzeugen im europäischen Schienenverkehr.

04

Systemvergleich

- Systemvergleich auf Grundlage der Ergebnisse aus AP 2/3 unter Berücksichtigung systemtypischer Vor- und Nachteile inkl. **Energiebilanz** der jeweiligen Antriebstechnologie.
- **CO2-Bilanz** und Betrachtung des **Minderungspotentials** der Emissionen (inkl. Lärm).

05

Forschungsbedarf

- Marktanalyse und Identifizierung des **Forschungsbedarfs** für die Entwicklung eines innovativen Triebfahrzeugs.



Datenbank / Recherche



Technische Untersuchungen

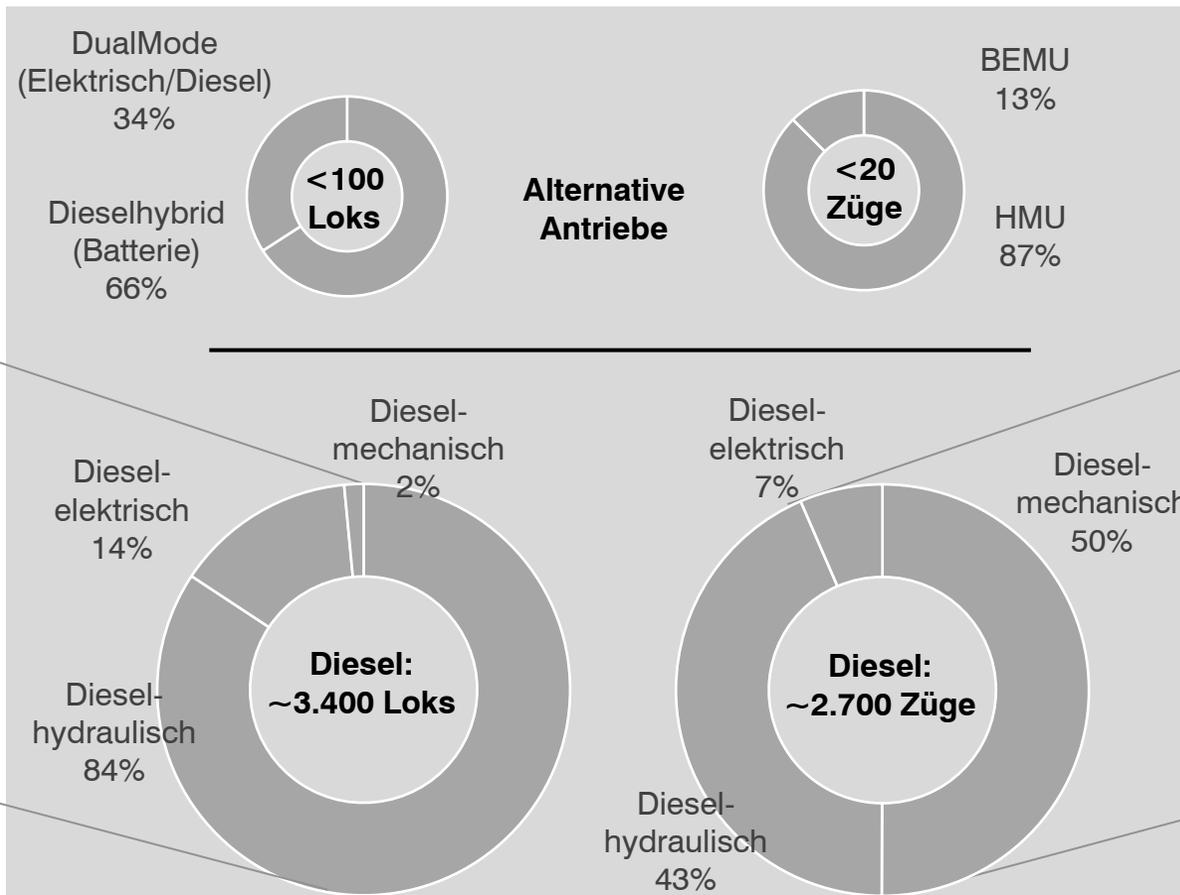
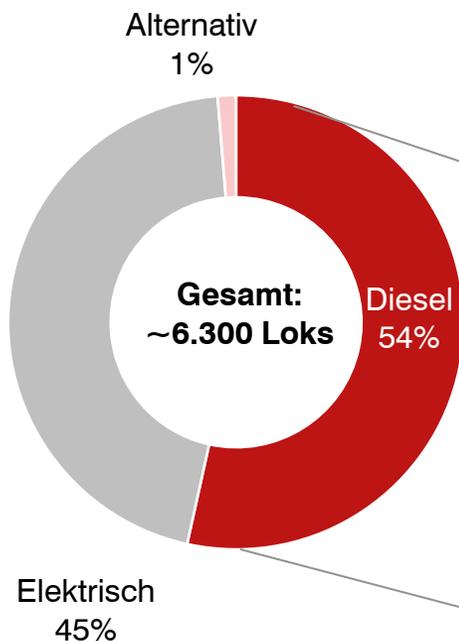


Synthese

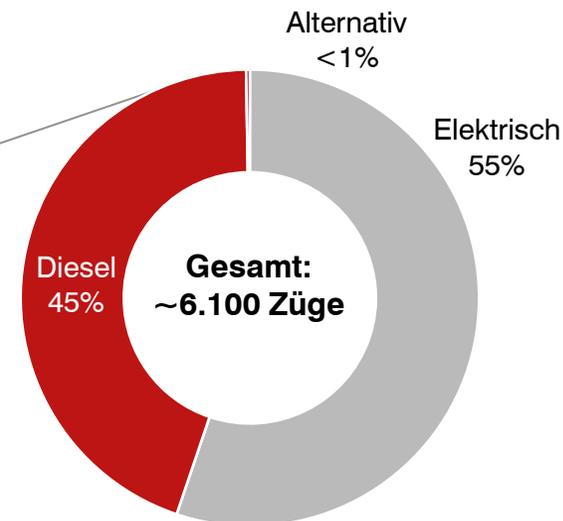
Auf den  gebracht

ETWA DIE HÄLFTE DER SCHIENENFAHRZEUGFLOTTE IN DEUTSCHLAND IST DIESELBETRIEBEN – ALTERNATIVE ANTRIEBE / HYBRIDE SIND BISLANG NUR IN GERINGER STÜCKZAHL IM EINSATZ

Antriebsarten der Lokomotiven in Deutschland

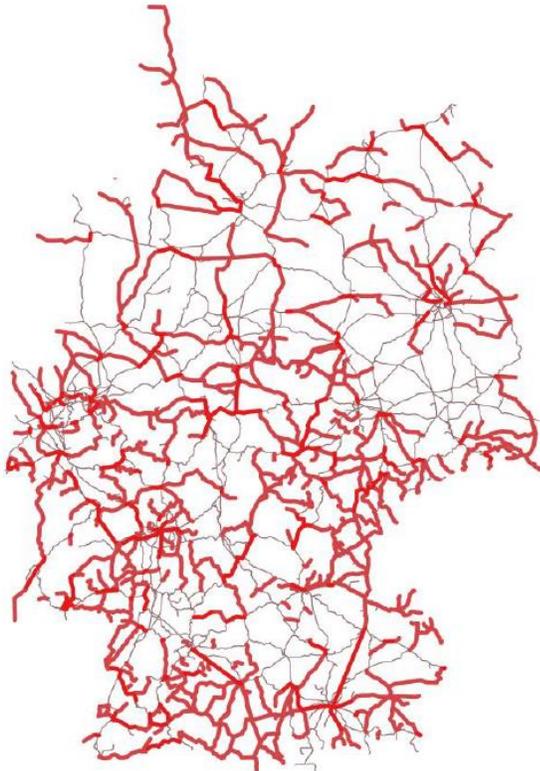


Antriebsarten der Triebzüge in Deutschland



NICHT-ELEKTRIFIZIERTE EISENBAHNSTRECKEN SIND QUER ÜBER DEUTSCHLAND VERTEILT – DIE ELEKTRIFIZIERUNG DES NETZES GEHT STETIG VORAN UND LAG ENDE 2019 BEI ETWA 61%

Deutsches Streckennetz – mit Diesel befahrene Linien



Wichtige Dieselstrecken in Deutschland



Wichtige exemplarische Bauvorhaben im Zusammenhang mit Elektrifizierung

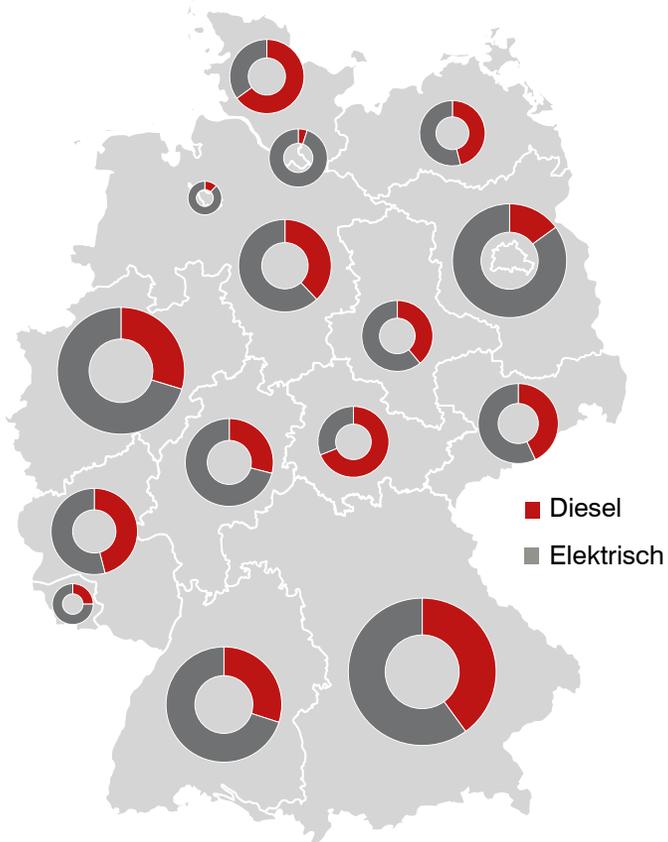
- 1 Regensburg-Hof**
174 km; in den vordringlichen Bedarf aufgenommen (BVWP 2030)
- 2 Hochrheinbahn**
75 km (zwischen Basel Bad Bf. und Erzingen); vsl. bis 2025 abgeschlossen
- 3 Erftbahn**
13 km (künftig Einbindung in S-Bahn-Köln S12); vsl. bis 2025 abgeschlossen
- 4 München-Mühldorf**
54 km (zwischen Markt Schwaben und Mühldorf); vordringlicher Bedarf
- 5 Berlin-Lehrte**
ca. 136 km, Komplettelektrifizierung der Stammbahn; vordringlicher Bedarf bis 2035

Anmerkung: Rot markierte Linienführungen des SPNV sind nicht vollständig mit Fahrleitung elektrifiziert und werden heute in der Regel mit dieselbetriebenen Fahrzeugen bedient.

Quelle: Technische Universität Berlin / Allianz pro Schiene

IN DEUTSCHLAND WERDEN ETWA 1/3 DER VERKEHRSLEISTUNG IM SPNV DIESELBETRIEBEN ERBRACHT (BEZOGEN AUF DIE ZUGKILOMETER)

Anteil Dieseltraktion SPNV je Bundesland [Zkm]



Bundesland/Region	Zkm [Mio.]	Anteil D [%]
Bayern	125	40%
Nordrhein-Westfalen	109	30%
Baden-Württemberg	80	29%
Berlin-Brandenburg	72	15%
Hessen	55	29%
Niedersachsen	54	38%
Rheinland-Pfalz	39	46%
Sachsen	39	43%
Sachsen-Anhalt	26	39%
Schleswig-Holstein	26	65%
Thüringen	22	46%
Mecklenburg-Vorp.	17	46%
Andere (HH, HB, SL)	26	7%
Deutschland	690	34%

- Knapp ein Drittel aller Leistungen im SPNV wird mit Dieseltraktion erbracht
- Regional gibt es große Unterschiede, der höchste Anteil Dieseltraktion liegt in Schleswig-Holstein (65%)
- Ein geringer Anteil an Dieseltraktion ist in den Stadtstaaten zu finden

BEI ANSTEHENDEN SPNV-VERGABEN BIS 2030 ZEIGT DIE ANALYSE DER „DIESELNETZE“ EINE GROSSE FAHRZEUGANZAHL AUF NICHT ODER NUR WENIG ELEKTRIFIZIERTEN STRECKEN

Anteil nicht-elektrifizierte Strecke

Anzahl Mio. Zugkilometer¹

Anzahl Fahrzeuge²



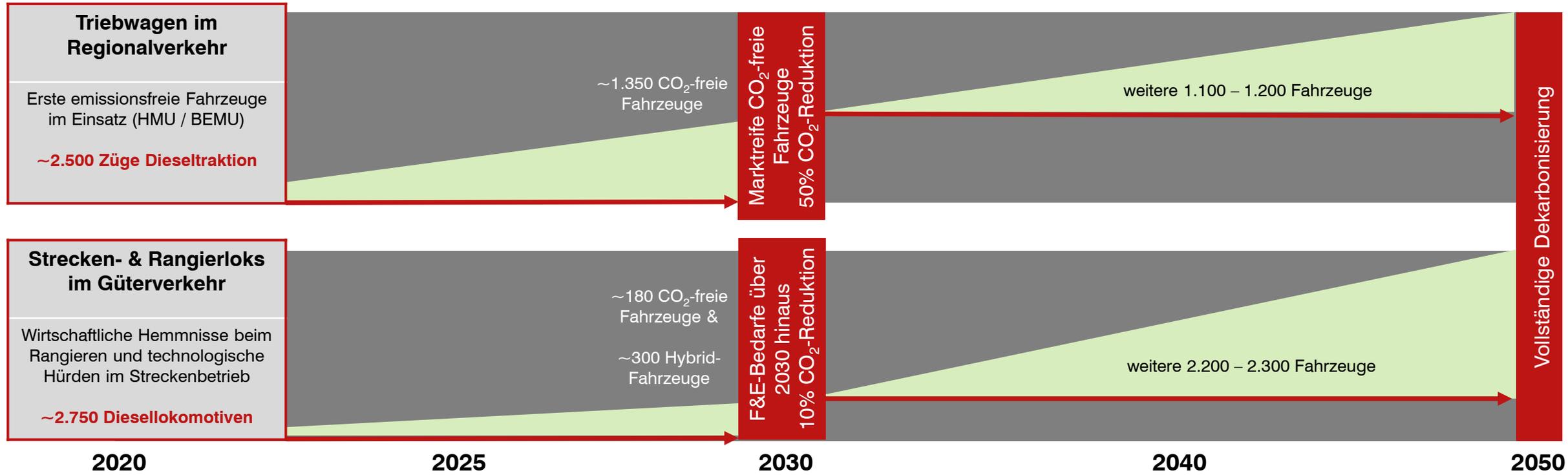
Analyse aller Verkehrsverträge auf nicht komplett elektr. Netzen >1 Mio. Zkm von 12/23 bis 12/30

¹ nach Verkehrsvertrag

² Gesamtanzahl Schienenfahrzeuge, aktuell im Einsatz auf dem Netz (i.d.R. DMU)

NEUE FAHRZEUGE IN SPNV-AUSSCHREIBUNGEN SORGEN IM PERSONENVERKEHR FÜR ~50% CO2-REDUZIERUNG BIS 2030 – IM GÜTERVERKEHR GEHT DIE FLOTTENERNEUERUNG ERST LOS

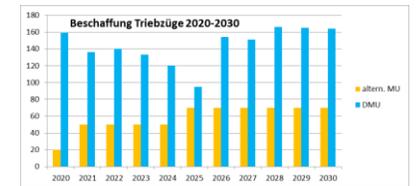
Anteil Fahrzeuge, die über Wasserstoff- bzw. Stromnutzung an der Energiewende partizipieren und daher potentiell CO₂-freien Verkehr gewährleisten können.



ALTERNATIVE ANTRIEBSKONZEPTE SIND IM PERSONENVERKEHR WIRTSCHAFTLICH UMSETZBAR – DREI UNTERSCHIEDLICHE FÖRDERSZENARIEN WURDEN IM PROJEKT SIMULIERT

Flottenszenario Baseline SPV (= Referenz)

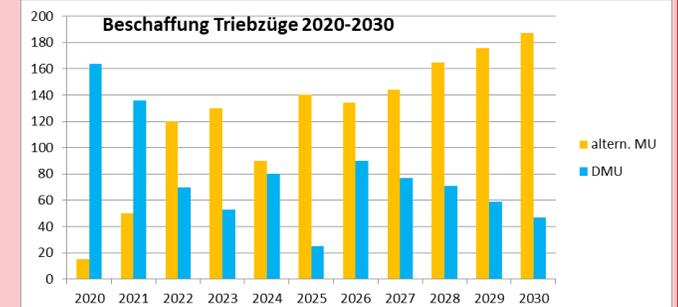
- Beschaffungszahlen 2020–2030 gemäß Trends/Prognose (AP1)
- Geringe Förderung alternativer Antriebstechnologien



Die Simulation der Wirtschaftlichkeit sowie Reduzierung der Emissionen erfolgte in 3 Flottenszenarien

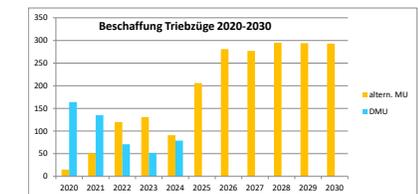
Flottenszenario TrendPlus (= angenommenes Szenario)

- moderate Förderung alternativer Antriebstechnologien
- Deutlicher Rückgang von DMU-Auslieferungen ab 2026



Flottenszenario SchienePlus = optimistisches Szenario

- 25% zusätzliche Beschaffungen ab 2025 durch Nachfragezuwachs
- intensive Förderung alternativer Antriebstechnologien



EIN WIRTSCHAFTLICH UND TECHNOLOGISCH PASSENDER EINSATZ ALTERNATIVER ANTRIEBE IM SCHIENENVERKEHR FEHLT DERZEIT VOR ALLEM IM (STRECKEN-)GÜTERVERKEHR

Güterverkehr

technologisch

wirtschaftlich

Rangierlok & NV-Bedienung: (✓)
BE-Lok in Entwicklung

technologisch

wirtschaftlich

Streckenloks: H-Antrieb und/oder BE-Antrieb noch zu entwickeln ?



Personenverkehr

Regionalbahn: (✓)
HMU+BEMU vorhanden

technologisch

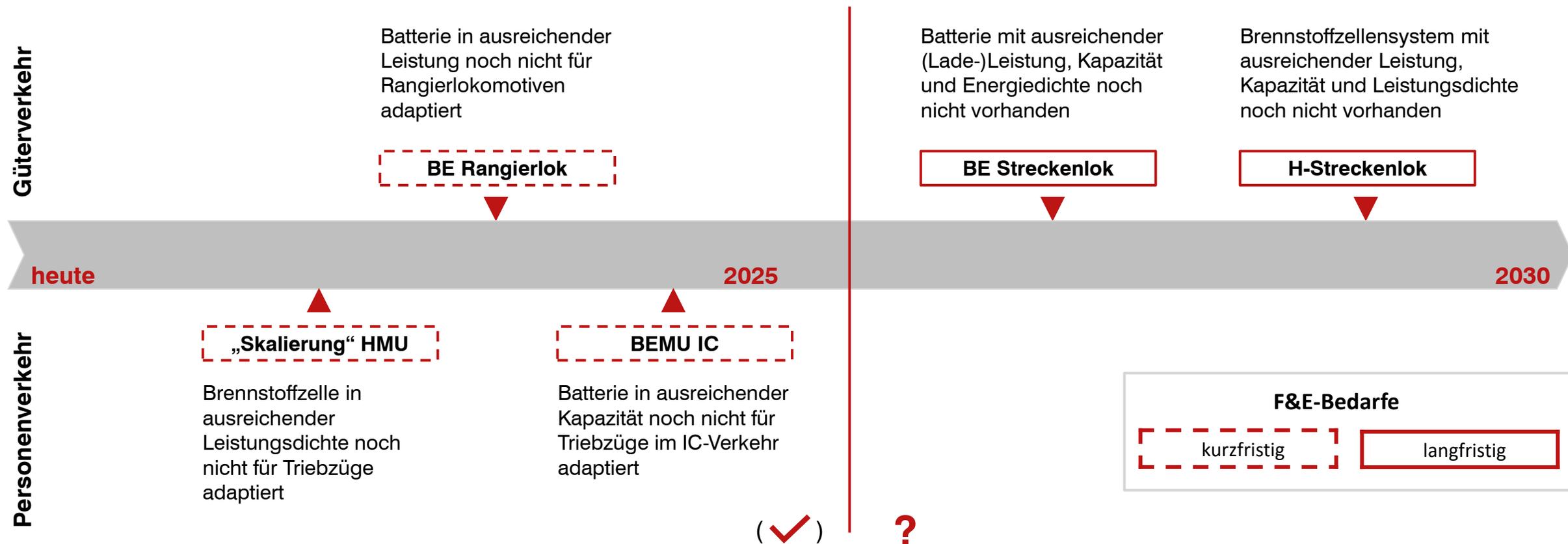
wirtschaftlich

Regionalexpress: (✓)
z.B. Upgrade vorhandener BEMU erforderlich

technologisch

wirtschaftlich

TECHNOLOGISCHE HEMMNISSE BESTEHEN INBESONDERE BEI HOHEN LEISTUNGSBEDARFEN IM SGV – IM PERSONENVERKEHR LASSEN SICH KONZEPTE GROSSTEILS „HOCHSKALIEREN“



NEBEN TECHNOLOGISCHEN HEMMNISSEN BESTEHEN WEITERE, DEN WIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB VON SCHIENENFAHRZEUGEN UND DESSEN (ZULASSUNGS-)PROZESS BETREFFEND

Die Untersuchungen im Projekt „Innovative Triebfahrzeuge“ zeigten sowohl technologische Hemmnisse (AP2/3), als auch wirtschaftliche Hemmnisse (AP4) bei der Einführung innovativer Antriebstechnologien auf, die in folgende 5 Cluster unterteilt wurden



Unmittelbare Hemmnisse –
technologisch und wirtschaftlich



Mittelbare Hemmnisse, die eine Einführung
innovativer Antriebstechnologien hemmen

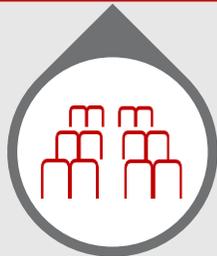
FORSCHUNGSBEDARFE FÜR DEN EINSATZ ALT. ANTRIEBE SIND IM SGV DEUTLICH RELEVANTER, DA DUALMODE-KONZEPTE NICHT EMISSIONSFREI SIND UND INVESTITIONSSICHERHEIT FEHLT

Schienenpersonenverkehr



- Einsatz von Fahrassistenzsystemen zur Minimierung der Traktionsenergie
- Klimasysteme mit intelligenter Steuerung (CO2-Sensor, Zonierung,...) zur Anpassung an den jeweiligen Fahrzeugzustand zwecks Reduzierung des Bordenergieverbrauchs

- Für hohe Leistungsanforderungen (z.B. RE-/IC-Verkehre) sind aktuelle Antriebskonzepte noch weiterzuentwickeln bzw. zu skalieren



Schienengüterverkehr



- Umrüstung bzw. Einsatz von BE-Loks im Rangierbetrieb zur Erprobung bzw. dem Abbau operativer Hemmnisse und Verifizierung der Betriebskosten

- Energiespeicher bzw. Brennstoffzellen für hohe Streckengüterverkehre sind zu entwickeln bzw. aus anderen Anwendungsbereichen zu adaptieren
- Aufgrund der Langlebigkeit der Assets ist für die Investitionssicherheit ein (modulares) Umrüstkonzept erforderlich

KONTAKT



Nicolas Wille
SCI Verkehr GmbH

Vor den Siebenburgen 2
50676 Köln

Tel +49 (221) 931 78-12
Fax +49 (221) 931 78-78
n.wille@sci.de
www.sci.de