

Foto: Volker Emersleben

Hybride, wasserstoffantrieb- und batteriegebundene Lösungen ersetzen den Diesel

Deutsche Bahn AG | Dr. Tobias Fischer | Railwayforum 2019 | Berlin | 02.10.2019




Alternativen zum Diesel sind zur Erreichung der Klimaziele nötig. Neben Elektrifizierung stehen neue Technologien zum Einsatz bereit.

Das **Klimaziel** der Deutschen Bahn AG: Bis 2030 Halbierung des spezifischen CO₂-Ausstoßes ggü. 2006.
Es gilt Alternativen für **mehr als 2.000 Dieselfahrzeuge** im Schienenverkehr der DB zu finden, wo keine Elektrifizierung realisierbar ist.

Deutlicher Beitrag zur **CO₂-Reduktion** durch gezielten Einsatz alternativer Antriebe.

Brennstoffzelle

Mit „grünem“ Wasserstoff betriebene Brennstoffzellenzüge dienen für Strecken gänzlich ohne Oberleitung

-  Nutzung der für das jeweilige Einsatzgebiet besten Technologie
-  Umrüstkonzepete für Bestandsflotten sowie Einführung von Neufahrzeugen
-  Reduzierung CO₂-Emissionen, Partikeln und Lärm

Batterie

Überbrückung kürzerer, oberleitungsfreier Abschnitte durch Nutzung von Traktionsbatterien

Alternative Kraftstoffe

Ersatz fossiler Kraftstoffe durch biogene bzw. synthetische Substitute

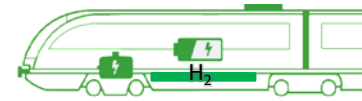
Zur Substitution des Diesel stehen neben der Elektrifizierung drei Technologien zur Wahl.

Diesel



Brennstoffzelle

- Energieträger Wasserstoff kann mitgeführt oder aus Methanol-Reformation im Fahrzeug erzeugt werden
- Wasserstoff wird mit Luftsauerstoff in Wasserdampf umgewandelt - dabei freiwerdende Energie wird als elektrischer Strom bereitgestellt
- Batterie für Lastspitzen und Rekuperation nötig



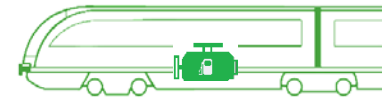
Batterie

- Batterie als Speichermedium für Traktionsenergie
- Nutzung / Rückspeisung rekuperierter Bremsenergie
- Hybridisierung etablierter Fahrzeugkonzepte (V- und E-Traktion)



Alternative Kraftstoffe

- Substitution fossiler Kraftstoffe durch biogene oder synthetische Alternativen
- Direktverbrennung in konventionellen Motoren erlaubt Weitereinsatz von Dieselfahrzeugen mit minimaler Anpassung



Brennstoffzellentechnologie erlaubt hohe Reichweiten, erfordert jedoch komplett neue Infrastruktur.

Entwicklungsstand



Brennstoffzelle

- Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie in Deutschland zugelassen
- Reform-Methanol-Brennstoffzellentechnologie im Schienenverkehr nicht im Fokus
- Anwendungsgebiet: Triebzüge im Regionalverkehr
- Fehlende Langzeiterfahrung im Schienenverkehr (insbesondere Lebensdauer Brennstoffzelle und Batterie)
- Perspektivisch Kombination mit Stromabnehmer, aber auch Einsatz im leichten Rangierverkehr

Vorteile



- Hohe Reichweiten (> 600km) auf oberleitungsfreien Strecken für leichte Regionaltriebzüge
- Perspektivisch Nutzung von Überkapazitäten im Stromnetz zur Erzeugung von regenerativem Wasserstoff

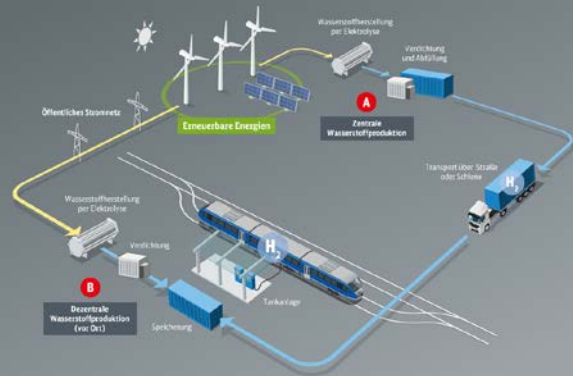
Nachteile



- Systembedingt zwei Hochtechnologien (Brennstoffzelle und Batterie) notwendig
- Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur muss neu aufgebaut werden
- Erzeugungskapazitäten für regenerativen Wasserstoff müssen aufgebaut werden
- Wirtschaftlichkeit hängt maßgeblich von Wasserstoffkosten und Tauschzyklen der Brennstoffzellen und Batterien ab

Seit einem Jahr sind die ersten H₂-Triebzüge im Regionalverkehr in Deutschland im Betriebseinsatz.

Energieversorgungslösungen: Wasserstoff-Schientankstellen für Brennstoffzellen-Züge



- Errichtung und Betrieb von Wasserstoffschientankstellen
- Beschaffung von Wasserstoff
- Wasserstoff-Logistik
- Triebfahrzeuggenaue Abrechnung
- 24/7 Servicestelle für Überwachung, Steuerung und Notfallhotline

Anwendung

- Zwei Alstom Coradia iLint Wasserstoffzüge seit einem Jahr im Betriebseinsatz in Norddeutschland (LNVG / EVB)
- Erste Serienbestellungen seitens Aufgabenträger für Einsatz ab Ende 2021 ausgelöst
- Aktuell keine Anwendung der Technologie im Rangierbereich
- Technologie für schweren Rangierverkehr und im Streckenlokomotivbereich nicht geeignet

Statement DB



Brennstoffzellentechnologie bedingt eine bewusste Entscheidung für einen Systemwechsel.

Bei wirtschaftlichem Betrieb sinnvolle Alternative im Regionalverkehr für Strecken mit geringem Elektrifizierungsgrad sowie langen oberleitungsfreien Abschnitten.

Batteriehybride sind die Lösung für kurze bis mittlere Distanzen im Nahverkehr sowie im leichten Rangierbetrieb.

Entwicklungsstand



Batterie

- Industrie fokussiert sich derzeit auf die Weiterentwicklung von Batterietriebzügen auf Basis elektrischer Regionaltriebzüge
- DB forciert eigene Umrüttlösungen im Rangierbereich (HELMS) sowie Hybridisierung von Bestandstriebszügen für den Regionalverkehr
- Batteriehybride sind weitestgehend entwickelt und befinden sich in der Zulassungsphase

Vorteile



- Nutzung bestehender Oberleitungsinfrastruktur
- Nachladung der Batterie über Pantograph auf elektrifizierten Streckenabschnitten
- Skalierbarkeit über installierte Batteriekapazität
- Erhöhung der Reichweite durch zusätzliche Oberleitungsinseln

Nachteile



- Limitierte Reichweite abhängig von Fahrprofil und Geschwindigkeit
- Ggf. Aufbau neuer Nachladeinfrastruktur
- Wirtschaftlichkeit der Lösung hängt u.a. vom Tauschzyklus sowie den Anschaffungskosten der Batterien ab

Erste Pilotfahrzeuge stehen vor der Zulassung. Die Erprobung im Betriebseinsatz steht aus.



HELMS

- Hybrid-Umbau durch DB in Kooperation mit Toshiba
- Reduzierung Dieserverbrauch und CO₂-Ausstoß um bis zu 20%
- Verlängerung Lebensdauer um 16 Jahre

Anwendung

- Siemens Desiro ML als ÖBB-Cityjet seit Kurzem im Betriebseinsatz
- Betriebserprobung Bombardier Batterietriebzug mit der DB avisiert
- Erste Serienbestellungen seitens Aufgabenträger für den Einsatz ab Ende 2021 bei mehreren Herstellern ausgelöst
- Zulassung DB-eigener Entwicklung HELMS in 2020 geplant
- Technologie für den Einsatz im schweren Rangierverkehr und Streckenlokomotivbereich nicht geeignet

Statement DB



Die Batteriehybridtechnologie ist für den Einsatz auf Strecken mit kürzeren Oberleitungslücken sowie im leichten Rangierbereich gut geeignet. Zusätzliche Nachladeinfrastruktur erweitert die Reichweite.

In Kombination mit einem Pantograph integriert sich diese Technologie in bestehende und künftige (Teil-)Elektrifizierungen und ermöglicht eine effiziente Energienutzung.

Alternative Kraftstoffe: Die Ergänzung für Verkehre mit hohen Lasten und anspruchsvollen Fahrprofilen.

Entwicklungsstand



Alt. Kraftstoffe

- Biogene Kraftstoffe in begrenzten Mengen verfügbar
- Synthetische Kraftstoffe (Fischer-Tropsch-Synthese) in geringen Mengen verfügbar (Modellanlagen)
- Einsatz im Schienenverkehr noch nicht erprobt
- Für weitreichenden Einsatz fehlen Rohstoffe u. derzeit ausreichende Produktionsanlagen
- Bei steigender Nachfrage und Aufbau von Produktionskapazität ist der Einsatz synthetischer Kraftstoffe ab Mitte der 20iger Jahre vorstellbar

Vorteile



- Weiterbetrieb der Dieselflotten ohne aufwendige Umrüstungen
- Lösung für Einsatzgebiete, in denen Batterie- bzw. Brennstoffzellentechnologie keine Alternative sind
- Synthetische Kraftstoffe CO₂-neutral in Gesamtbilanz inkl. Herstellung
- Migration der Tankinfrastruktur vergleichsweise einfach und kostengünstig

Nachteile



- Bislang keine Betriebserfahrung bzw. Erfahrung hinsichtlich Motorverhalten sowie Tankinfrastruktur
- Lokale Umwelteinflüsse durch Verbrennungsprozess
- Erzeugungskapazitäten für regenerativ hergestellte Kraftstoffe müssen aufgebaut werden
- Syntheseprozess sehr energiereich, Verfügbarkeit regenerativer Energie derzeit nicht gegeben
- Wirtschaftlichkeit hängt maßgeblich von Kraftstoffpreisen ab

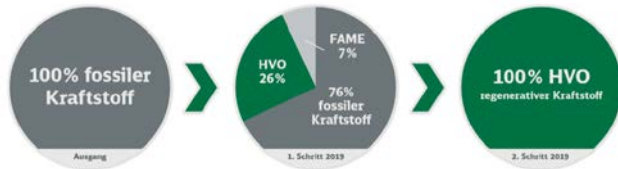
Alternative Kraftstoffe sind die Lösung für schwere Rangier- und Streckenlokomotiven.



© Foto: Kai Michael Neubold

Anwendung

- Erprobung im DB-eigenen **advanced TrainLab**
- Aktuell kommt ein Kraftstoff mit einem Anteil von bis zu 33% regenerativen Kraftstoffen zum Einsatz
- Motorenprüfstands-Tests mit bis zu 100% regenerativen Kraftstoffen, bei Erfolg Pilotierung im advanced TrainLab im Jahr 2020
- DB Energie ist Projektpartner für Kraftstoffbeschaffung und die Tankstelleninfrastruktur
- DB ist Projektpartner bei „reFuels – Kraftstoffe neu denken“, um mit Industrie und Wissenschaft die Weichen für den Flottenbetrieb mit alternativen Kraftstoffen zu stellen



HVO = Hydrotreated Vegetable Oil (Dietarische Pflanzenöle auf Basis von Alkylaralkylester n.o.l.)
 FAME = Fat Acid Methyl Ester (Fettsäuremethylester, auch als Biodiesel bezeichnet)

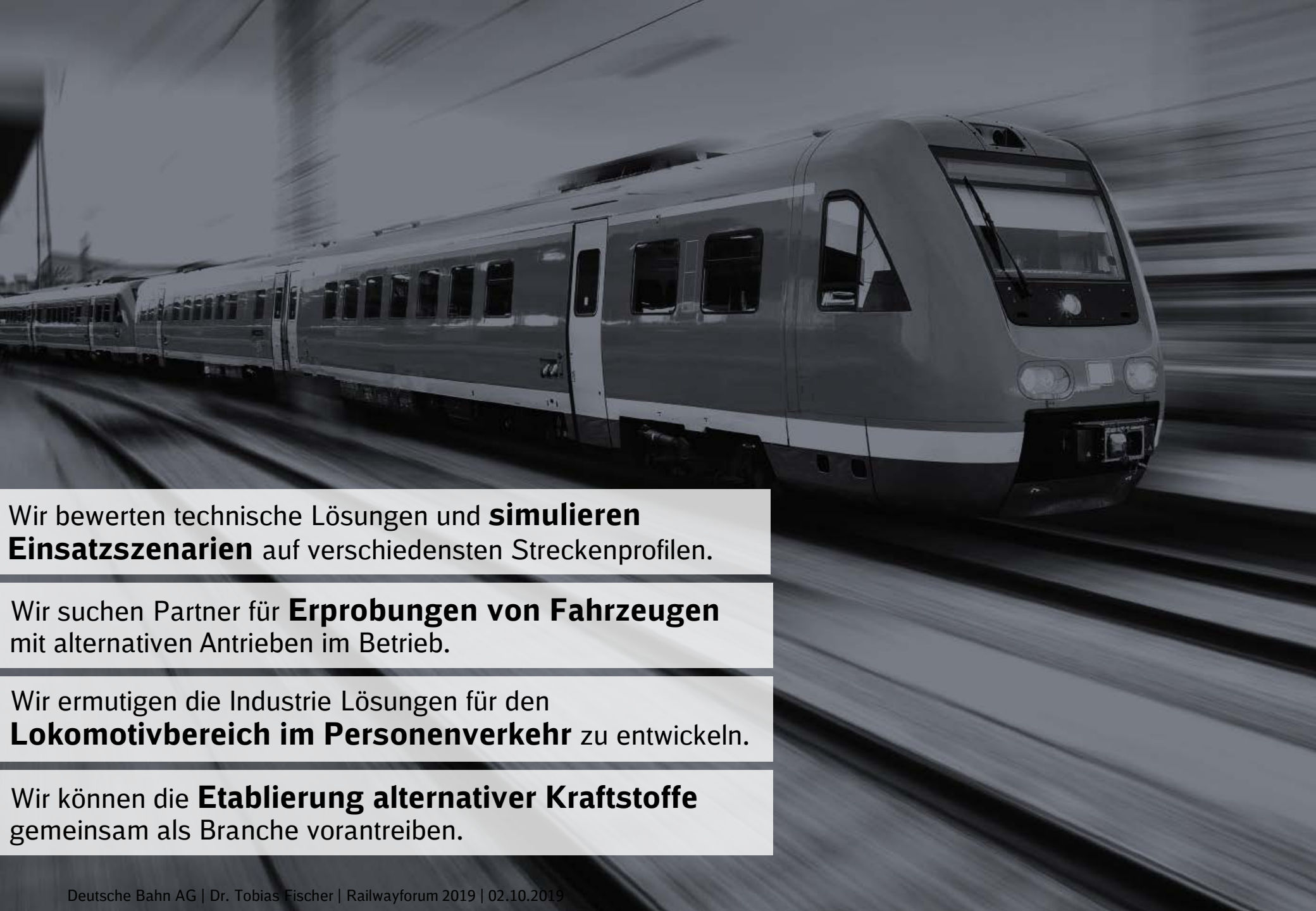
Statement DB



Alternative Kraftstoffe sind die einzig sinnvolle Lösung für schwere Rangier- und Streckenlokomotiven, wenn keine Elektrifizierung wirtschaftlich darstellbar ist.

Für lange Distanzen im Nahverkehr sind diese eine Alternative zu Wasserstoff-Triebzügen.

Alternative Kraftstoffe lassen sich mit Zweikraftfahrzeugen und Dieselhybriden kombinieren.



Wir bewerten technische Lösungen und **simulieren Einsatzszenarien** auf verschiedensten Streckenprofilen.

Wir suchen Partner für **Erprobungen von Fahrzeugen** mit alternativen Antrieben im Betrieb.

Wir ermutigen die Industrie Lösungen für den **Lokomotivbereich im Personenverkehr** zu entwickeln.

Wir können die **Etablierung alternativer Kraftstoffe** gemeinsam als Branche vorantreiben.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dipl. - Verk. Wirtsch.

Dr. Tobias Fischer

Leiter Technik TecLab

Tel. +49 30 297 28545

Mobil. +49 160 97573239

Tobias.Fischer@deutschebahn.com

Deutsche Bahn AG

Europaplatz 1

10557 Berlin

www.deutschebahn.com