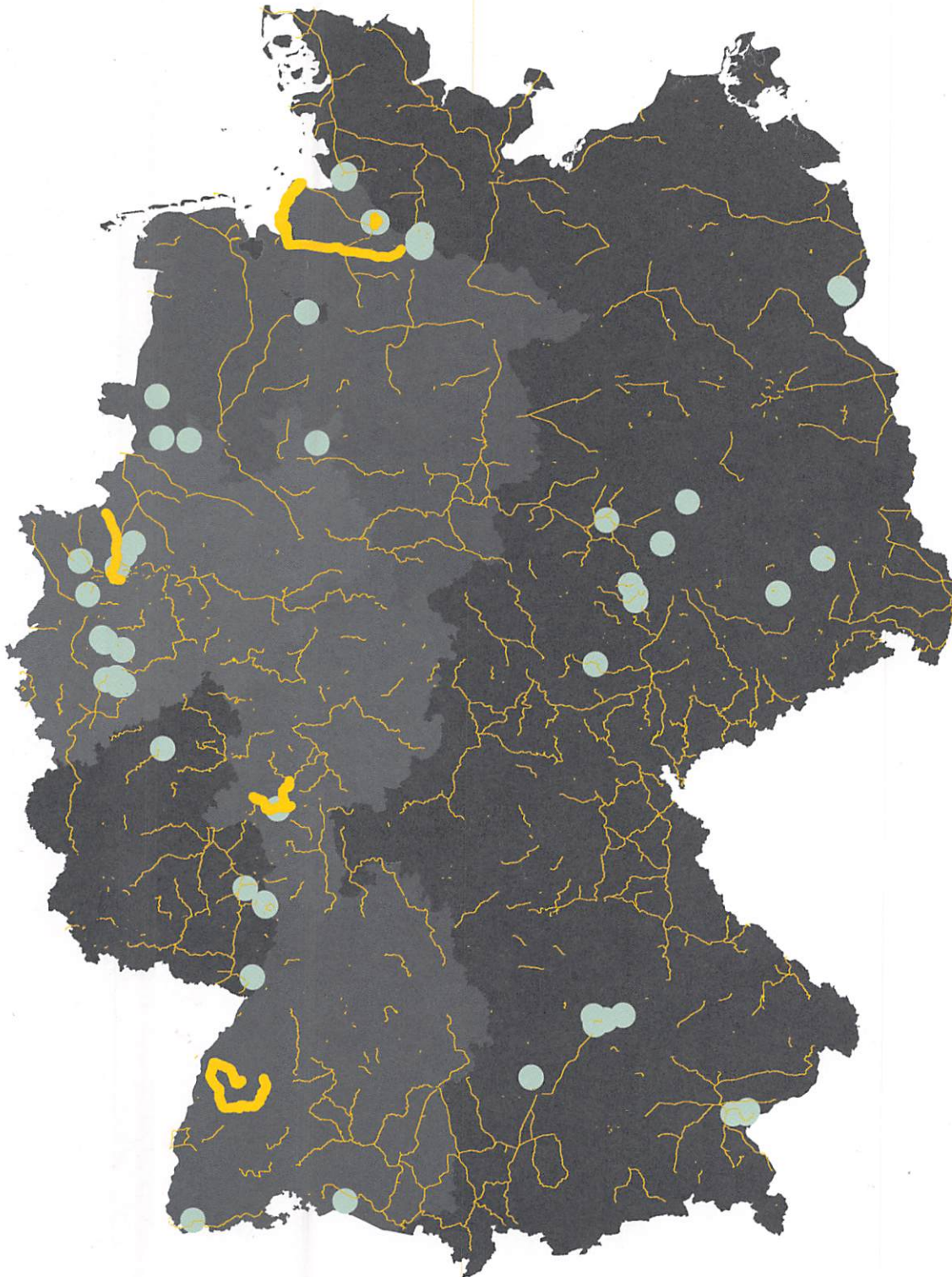


Wie kann eine betriebsgerechte und sichere Versorgung mit Wasserstoff gelingen?



Diese Karte zeigt die bestehenden Wasserstoffquellen in Deutschland und die nicht-elektrifizierten Strecken im deutschen Schienennetz. Daraus wird deutlich, wo es kurzfristig kostengünstige Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellenzüge gibt. Sie zeigt auch, dass es an den potenziellen Strecken nicht immer eine bestehende Wasserstoffquelle gibt. Die Bereitstellungslogistik wird insgesamt eine große Rolle spielen. Vor diesem Hintergrund wurden geeignete Versorgungspfade identifiziert und bewertet.

- H2 Quellen/Nutzung
- nicht elektrifiziert
- H2 Pilotstrecken

BMWI, NOW 2016: Auf dem Weg zur Emissionsfreiheit im Zugverkehr S. 16

Können Brennstoffzellenzüge bereits heute im Regionalverkehr eingesetzt werden?

ÜBERBLICK

Geschwindigkeit: Um im deutschen Schienenverkehr eingesetzt zu werden, müssen Regionalzüge eine Geschwindigkeit von ca. 120 bis 160 km/h erreichen, um als Zubringer den Zeitplan des Fernverkehrs nicht zu gefährden. Die in dieser Studie betrachteten Brennstoffzellenzüge erfüllen diese Forderung mit einer Maximalgeschwindigkeit von 140 km/h und sind somit grundsätzlich einsatztauglich.

Reichweite: Für die bisher angedachten Strecken bedeutet die Umlaufreichweite von etwa 650 km keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der Umlaufplanung.

Betankung: Die Betankungseinrichtung der Brennstoffzellenzüge entspricht mit einem Nenndruck von 35 MPa und einer Tankgeschwindigkeit von bis zu 7,2 kg/min bereits heute den geltenden Normen. Der Nenndruck von 35 MPa bewährt sich bereits bei Brennstoffzellenbussen im öffentlichen Nahverkehr. Im Rahmen der Umlaufplanung ist die ermittelte durchschnittliche Nachfüllzeit, und damit Nichtverfügbarkeit des Zuges von ca. 45 Minuten für den gesamten Betankungsvorgang mit einzubeziehen (siehe Seite 18, Der Betankungsvorgang).

Sicherheit: Aus Sicherheitsgründen wird eine automatische Wegfahrsperrung sowie ein druckdichter Verschluss der Tankvorrichtung während des gesamten Betankungsvorgangs an der Zapfsäule am Gleis empfohlen, um den Austritt des 99,999 Vol-% Wasserstoffs zu verhindern. Einer ersten Berechnung dieser Studie nach belaufen sich die Kosten einer solchen Betankungsanlage insgesamt auf etwa 2 EUR/kgH₂.

EFFIZIENZVORTEIL BRENNSTOFFZELLENANTRIEB

Im Vergleich mit Dieseltriebwagen weisen die Brennstoffzellenzüge mit Batterie-Hybridanteil folgende Vorteile auf: Hohe Beschleunigungswerte und die Möglichkeit, Energie aus dem Bremsvorgang zurückzugewinnen. Insgesamt ergibt sich ein Effizienzvorteil gegenüber dem reinen Dieselantrieb, verdeutlicht an den Simulationsergebnissen* der in dieser Studie u.a. betrachteten Referenzstrecken „Bremervörde“ und „Königstein“:

Insbesondere anhand der Ergebnisse der Referenzstrecke „Königstein“ wird deutlich, dass Brennstoffzellenzüge bei Strecken mit vielen Haltepunkten sowie stark ausgeprägtem Höhenprofil über einen Effizienzvorteil gegenüber dem Dieselantrieb verfügen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der immer größer werdende Bedarf in der Fahrzeugtechnik zu einer Weiterentwicklung dieser Antriebsart führen und sich unmittelbar auf die Steigerung des Wirkungsgrades auswirken wird. So wird sich der Verbrauch an Wasserstoff perspektivisch um weitere 10% bis 15% senken und den nachgewiesenen Effizienzvorteil weiter steigern. Umlauf- und Betankungsplanungen können dadurch gleichermaßen optimiert werden.

STANDORTPLANUNG IM HINBLICK AUF DEN BETRIEBSABLAUF

Hinsichtlich der Standortplanung der Tankanlage in der Schieneninfrastruktur sind folgende Aspekte zu beachten.

In fast allen Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) ist die Betankung der Fahrzeuge Teil der Fahrzeugbereitstellung und wird in der Regel auf dem Gelände des Depots bzw. der Abstellanlage durchgeführt. Zu den Komponenten einer umfassenden Wasserstoff- und Betankungsinfrastruktur zählen die Wasserstoffbereitstellung, der Wasserstofftransport zur Betankungsanlage sowie die Wasserstoffabfülleinrichtung und die komplette Betankungsanlage. Bei der Durchführung der Standortplanung ist drauf zu achten, dass die Zapfsäulen als wichtiger Bestandteil unmittelbar am Gleis normgerecht innerhalb des Begrenzungsbereichs angeordnet werden.

Für die Standortplanung der Betankungsanlagen am Gleis ist darüber hinaus laut Gefährdungsanalyse Folgendes zu berücksichtigen:

- > Mindestabstand von 5 m zwischen Zapfsäule und Speicherbehälter
- > Max. zulässige Länge der Betankungsschlauchleitung von 5 m
- > Eine Schlauchrückholung sorgt für eine zuverlässige Unterbringung
- > Eine Abreißkupplung ist trotz Losfahrsperrung vorzusehen

Referenzstrecke	Vergleichsdaten				Energiebedarf Brennstoffzellen gegenüber Dieselantrieb
	Streckenlänge pro Runde	Anzahl der Stationen	Verbrauchswerte		
	km	-	Diesel l/km (kWh/km)	Wasserstoff kg/km (kWh/km)	
Buxtehude – Bremerhaven – Bremervörde – Cuxhaven – Buxtehude	240	44	1,08 (10,8)	0,23 (7,7)	-29%
Frankfurt – Königstein – Frankfurt	50,2	18	1,82 (18,2)	0,34 (11,3)	-38%

Simulationsergebnisse zu Verbrauchsdaten der BZ-Züge auf den Referenzstrecken

*Eigene Berechnung auf Basis der Simulation des Herstellers