

## Einsatzgebiete für Power Fuels



# Nicht elektrifizierter Schienenverkehr

**Im nicht elektrifizierten Schienenverkehr stellen Wasserstoff-Brennstoffzellenzüge eine umweltfreundliche und kostengünstige Alternative zu dieselbetriebenen Zügen in Hinblick auf das Erreichen der Klimaschutzziele dar.**

Über 40 Prozent des deutschen Schienennetzes sind gegenwärtig nicht elektrifiziert und werden langfristig auch ohne Oberleitung bleiben.<sup>1</sup> Auf diesen Strecken (überwiegend Nahverkehrsstrecken und Güterverkehr) werden nahezu ausschließlich dieselbetriebene Züge eingesetzt. Eine Elektrifizierung der Strecken lohnt sich aus finanziellen Gesichtspunkten häufig nicht. Der Einsatz alternativer und umwelt-

freundlicher Antriebstechnologien, wie der Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb, stellt daher eine kostengünstigere Option zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Schienenverkehr dar.

Die Energienachfrage von dieselbetriebenen Zügen beläuft sich derzeit auf 264 Mio. Liter Diesel im Schienenpersonenverkehr und 148 Mio. Liter Diesel im Schienengüterverkehr pro Jahr. Eine vollständige Substitution aller dieselbetriebenen Züge durch Brennstoffzellenzüge würde zu einer jährlichen Wasserstoffnachfrage von rund 120.000 Tonnen Wasserstoff führen.<sup>2</sup> Diese könnte durch eine installierte Elektrolyse-Leistung von 1,0 bis 1,5 GW gedeckt werden.<sup>3</sup>

ca. **1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.** wurden 2015 durch Dieselzüge emittiert.<sup>4</sup>

**40-42 %** CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen bis 2030 gegenüber 1990 im Verkehrssektor eingespart werden.<sup>5</sup>

**H<sub>2</sub> Wasserstoff**



CO<sub>2</sub>-freier und leiser Fahrzeugbetrieb im Vergleich zu dieselbetriebenen Zügen<sup>6</sup>



Geeignet für Markteinführung: nur punktuelle Tankinfrastruktur notwendig; regelmäßige und planbare Wasserstoffnachfrage



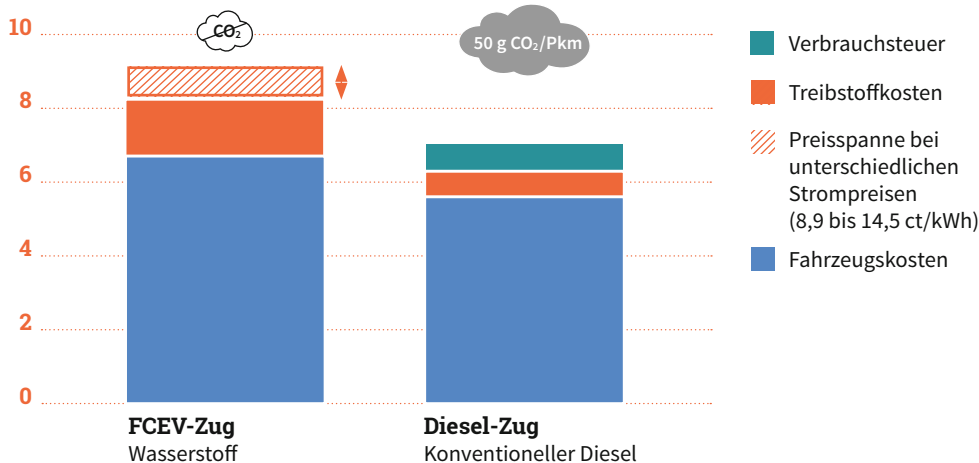
Züge noch im Prototypenstadium



Keine einheitlichen regulatorischen Anreize für Vergaben (oder Ausschreibungen) zur THG-Reduktion im Schienenverkehr

## Vollkosten der unterschiedlichen Antriebsarten, aktueller Stand in Deutschland<sup>7</sup> für den Schienenpersonenverkehr in ct/Pkm

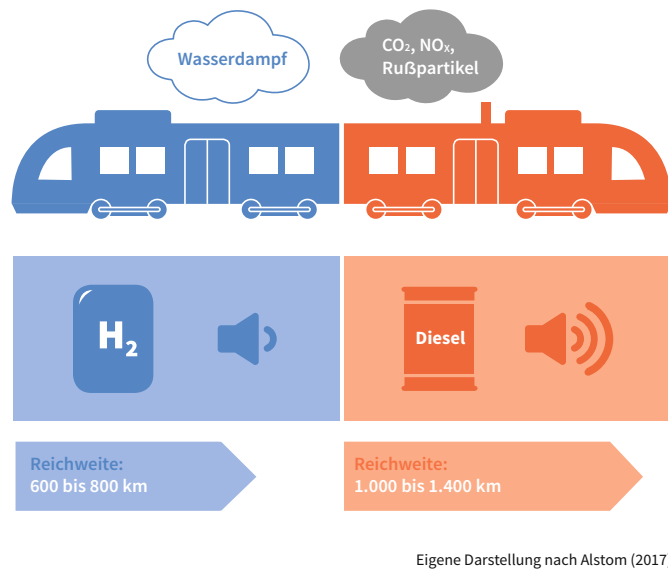
Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die Kosten des Fahrzeugs, der Kraftstoffbereitstellung, des Kraftstoffverbrauchs des Antriebssystems und die Verbrauchsteuern betrachtet. Infrastrukturbezogene Kosten werden nicht berücksichtigt.



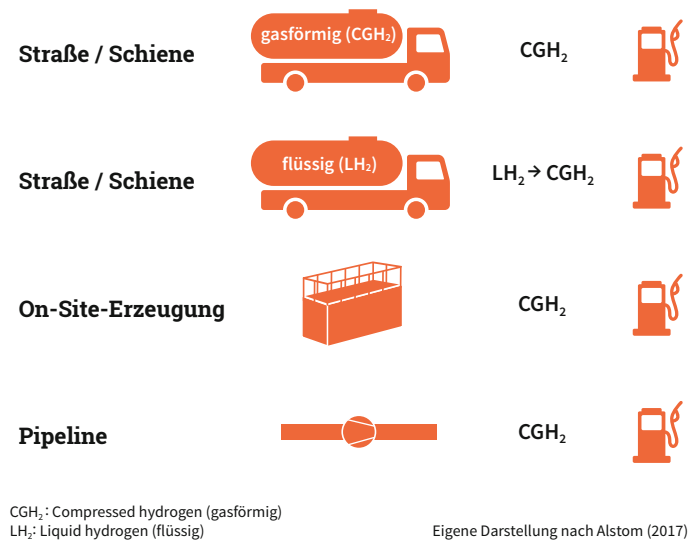
## Alternative Technologien

Zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrsbereich soll die Elektrifizierung von Teilabschnitten, die nicht elektrifiziert sind, vorangetrieben werden. Dabei ist eine kontinuierliche Erhöhung des erneuerbaren Anteils im aktuellen Bahnstrommix erforderlich.<sup>8</sup> Mit Blick auf den hohen Anteil des nicht elektrifizierten Netzes (ca. 40 Prozent der Streckenlänge) und dem relativ geringen Anteil der erbrachten Verkehrsleistung (ca. 8 Prozent) der auf diesen Strecken eingesetzten dieselbetriebenen Züge, scheint ein vollständiger Ausbau jedoch nicht wirtschaftlich.<sup>9</sup>

## Brennstoffzelle vs. Diesel



## H<sub>2</sub>-Versorgungsmöglichkeiten für Brennstoffzellen-Schienenfahrzeugflotten



## Infrastruktur

Die Herausforderung besteht in der Produktion, im Transport, der Speicherung und zuletzt der wirtschaftlichen Bereitstellung der hohen Mengen an Wasserstoff, die von Brennstoffzellenzügen

benötigt werden. Beispielsweise liegt der Wasserstoffbedarf auf der Referenzstrecke Frankfurt - Königstein - Frankfurt bei 0,34 kg/km. Daraus ergibt sich bei einer Flotte von zehn Zügen ein Bedarf von ca. zwei Tonnen Wasserstoff pro Tag.<sup>10</sup>

In Betracht kommt auch der Einsatz von einem sog. On-Site-Elektrolyseur. Dieser erzeugt den Wasserstoff stationär an der Bahninfrastruktur, wodurch der Wasserstofftransport bis zur Tankstelle entfällt.<sup>11</sup>

## Rechtspolitischer Rahmen

Die Herstellung von grünem Wasserstoff aus erneuerbarem Strom ist grundsätzlich an hohe Strombezugskosten geknüpft. Im Einzelfall kommen verschiedene Befreiungs- und Reduzierungsmöglichkeiten für Elektrolyseure in Betracht.<sup>12</sup> Eine Reduzierung der EEG-Umlage bei Wasserstoffzügen für den zur Elektrolyse eingesetzten Strom ist bisher nicht vorgesehen.

Grundsätzlich wäre es denkbar, einen solchen Reduzierungstatbestand in § 65 EEG 2017, der eine Begrenzung der EEG-Umlage für Schienenbahnen regelt, einzuführen. Im geltenden Rechtsrahmen ist die Genehmigung von Wasserstoffeinrichtungen zur Erzeugung, zum Transport und zur Betankung von Wasserstoffzügen gemäß entsprechender Genehmigungsverfahren bereits möglich.<sup>13</sup>

Die Vergabe von Aufträgen im Schienenpersonen(nah-)verkehr durch die öffentliche Hand kann an Mindestanforderungen bzgl. der CO<sub>2</sub>-Emissionen geknüpft werden.<sup>14</sup> In Hinblick auf den Schienengüterverkehr könnte zudem eine Steuerung über die Infrastrukturnutzungsentgelte<sup>15</sup> in Betracht gezogen werden.<sup>16</sup>

1 BMVI (2018), Alstom (2017). 2 Ca. 79.000 t Wasserstoff im Personenverkehr, ca. 44.000 t Wasserstoff im Güterverkehr, Expertenbefragung (Vattenfall, 2018). 3 Bei 4000-6000 Volllaststunden. 4 BMUB (2017). 5 BMUB (2016). 6 Eine Diesellokomotive erzeugt eine Lärmbelastung von über 80 dB, Lutzenberger, Gutmann (2012). 7 Für die Berechnung zur Herstellung der Power Fuels werden die Daten der entsprechenden PtX-Technologien verwendet. 8 Gegenwärtig beträgt der EE-Anteil 42 Prozent, BMVI (2018). 9 BMVI (2018). 10 Bei einer Fahrleistung von 600 km, Alstom (2017), NOW (2016). 11 NOW (2016). 12 z. B. § 118 Abs. 6 S. 7 EnWG oder § 9a StromStG. 13 NOW (2016). 14 NOW (2016). 15 Vgl. z. B. § 35 Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG): Weagentgelte können umweltbezogenen Auswirkungen Rechnung tragen. 16 Vergleichbar mit emissionsabhängigen Start- und Landegeühren im Flugverkehr; vgl. z. B. die Entgeltordnung des Flughafens Hannover.