

## Coradia iLint: Alstoms emissionsfreier Zug

Heutzutage verwenden die meisten Bahnbetreiber Dieseltriebwagen mit Verbrennungsmotoren für den Personenverkehr auf nicht elektrifizierten Strecken. Die von diesen Zügen ausgehenden CO<sub>2</sub>- und Geräuschemissionen beeinträchtigen die sonst positive Umweltbilanz des Schienenverkehrs. Aus diesem Grund hat sich Alstom entschieden, als Alternative einen neuen emissionsfreien und gleichzeitig geräuscharmen Regionalzug zu entwickeln, den Coradia iLint. Durch die Energieversorgung aus Wasserstoff mittels Brennstoffzellen, sind die einzigen Emissionen dieses Zuges Wasserdampf und Wasser. Der Geräuschpegel dieses Zuges ist ähnlich gering wie bei einem Elektrotriebzug. Alstom ist einer der ersten Schienenfahrzeughersteller weltweit, der einen Triebwagen auf Basis dieser Technologie entwickelt hat. Insgesamt hat sich das Unternehmen vorgenommen, den Energieverbrauch seiner Produkte bis 2020 um 20% zu reduzieren.

### Inhalt

#### P 2 / Dringender Bedarf an Alternativen zum Diesel

#### P 3 / Alstoms bahnbrechende Innovation: Der Brennstoffzellenzug Coradia iLint

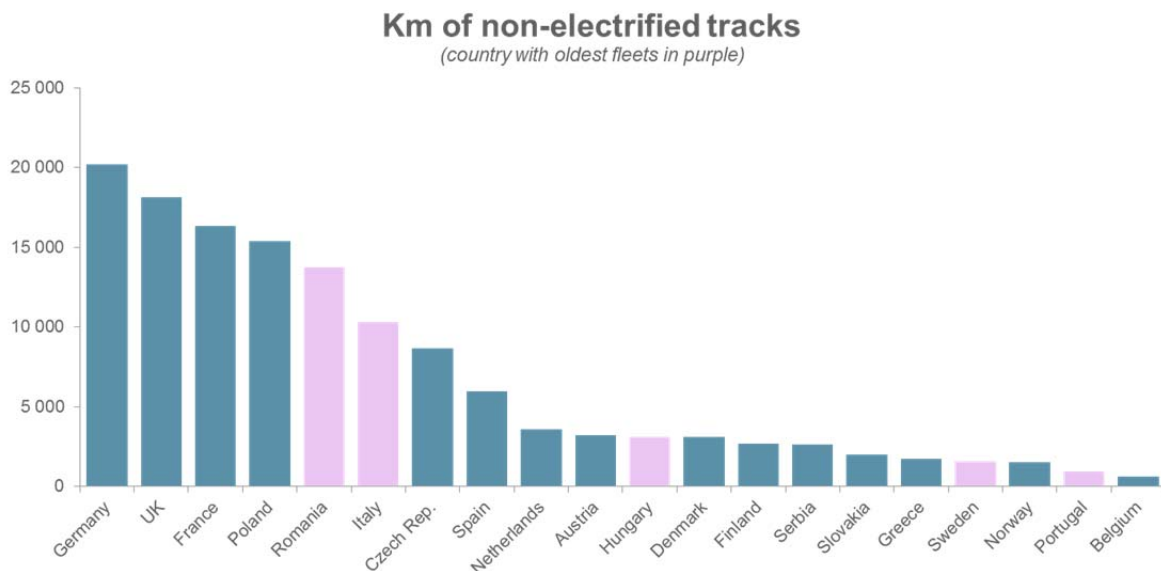
- Die Brennstoffzelle und Energiespeicherung
- Ein Systemansatz
- Bewährte Regionalzüge der Coradia-Reihe als Basis



## Dringender Bedarf an Alternativen zum Diesel

Im Laufe des letzten Jahrhunderts haben sich die Energiequellen für Züge immer wieder verändert – von der Kohle über Diesel bis zur Elektrizität. Während Kohle eine Energiedichte von 34 MJ/kg lieferte, erreicht Diesel 43 MJ/kg. Wasserstoff wird mit 120 MJ/kg die ideale Energiequelle für die Bahn werden und damit die Herausforderungen der Zukunft meistern. Außerdem erfährt der Bahnsektor gerade einige Veränderungen: der Trend zum emissionsfreien Verkehr, mittel- und langfristig steigende Preise für fossile Kraftstoffe, strengere Vorschriften bzgl. Geräuschemission und fortschreitende Urbanisierung.

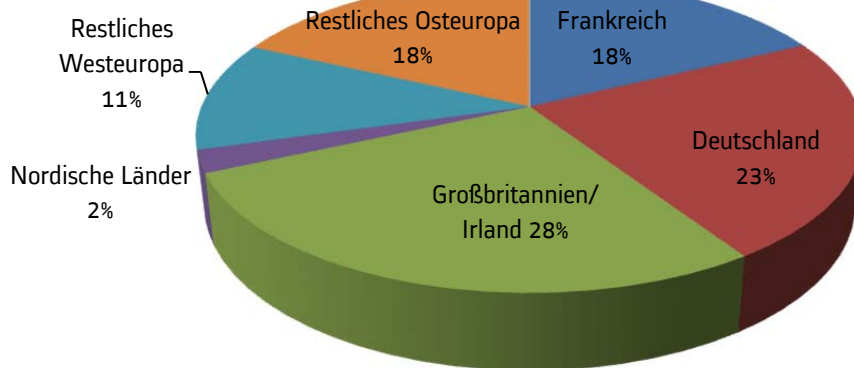
Trotz vieler Elektrifizierungsprojekte in mehreren europäischen Ländern wird ein beträchtlicher Teil des Bahnnetzes langfristig nichtelektrifiziert bleiben (z.B. Deutschland derzeit ca. 50%):



Auch wenn Batterien eine Lösung sein könnten, sind sie deutlich schwerer, so dass weniger Fahrgäste befördert werden können oder nur kurze Abschnitte ohne Fahrleitung befahren werden können (Last-Mile-Konzept). In vielen Ländern ist die Zahl der in Betrieb befindlichen Dieseltriebwagen (DMU) immer noch hoch, wobei diese in den nächsten 5 bis 20 Jahren erneuert werden müssen:

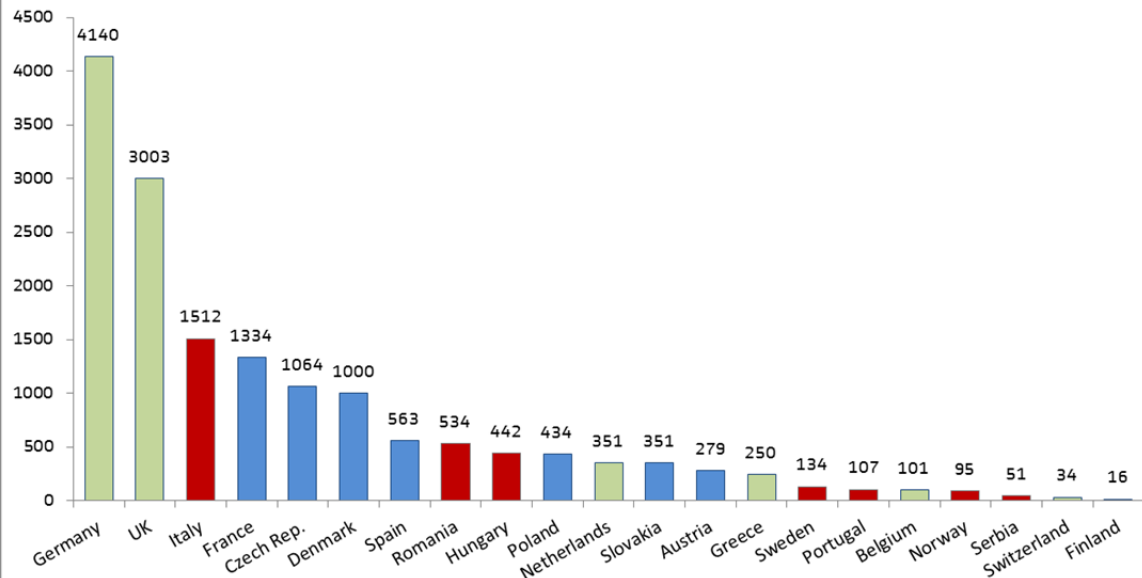
## Das weltweite Marktvolumen für DMU liegt bei 650 M€

(Jahresdurchschnittswert aus dem Zeitraum 2013-2015)



## Number of DMU cars in operation by country

oldest fleets to be soon renewed in red (12,616) - mid-life fleets in blue (1,906)



Deutschland hat sich vorgenommen, seine CO<sub>2</sub>-Emission bis 2020 um bis zu 40% (gegenüber 1990) zu reduzieren und bis 2050 80% erneuerbare Energien in der Stromversorgung einzusetzen. Es ist deshalb zwingend erforderlich, den Schienenverkehr auf Basis fossiler Brennstoffe einzuschränken. Da Wasserstoff eine Energiequelle ist, die 100% CO<sub>2</sub>-freien Verkehr ermöglicht, hat Alstom 2014 eine Absichtserklärung mit vier deutschen Bundesländern (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden-Württemberg) und 2015 eine weitere mit einer zusätzlichen Region (Calw) über die Entwicklung eines Brennstoffzellenzuges unterzeichnet.

Deutschland ist der ideale Ausgangspunkt für Wasserstofftechnologie, weil die Kunden immer mehr innovative und umweltfreundliche Produkte verlangen und die

Verkehrsbetriebe die Einführung von emissionsfreien Technologien im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) vorantreiben.

Als Alternative zum Diesel erfüllt Wasserstoff alle wichtigen Anforderungen an neue Antriebe auf der Schiene: Es handelt sich um hochmoderne Technologie, deren Preis einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht. Es wurde bereits über Jahrzehnte Forschungsarbeit in der Wasserstofftechnik geleistet, und deren Sicherheit hat sich in zahlreichen Anwendungen bewährt. Nach dem Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (DWW) sind Hochdruckbehälter mit Wasserstoff tatsächlich sicherer als Benzintanks in vergleichbaren Gefahrensituationen. Außerdem unterliegt die Zulassung solcher Fahrzeuge äußerst strengen Kontrollen, die alle sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigen.

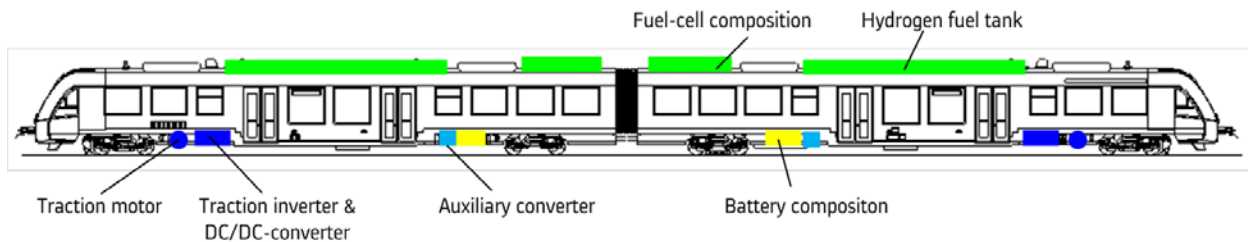
### **Alstoms bahnbrechende Innovation: Der Brennstoffzellenzug Coradia iLint**



Der Coradia iLint vereint verschiedene innovative Elemente: Saubere Energiewandlung, flexible Energiespeicherung sowie ein intelligentes Management von verfügbarer Leistung und Energie. Abgesehen von seiner Umweltfreundlichkeit hat Wasserstoff viele weitere Vorteile: Er ist zu einem wettbewerbsfähigen Preis verfügbar, denn Wasserstoff ist das Element, das auf der Erde am häufigsten vorkommt.

#### ***Die Brennstoffzelle und Energiespeicherung***

Die **Brennstoffzelle** ist das Herzstück des Systems, die primäre Energiequelle für den die Energieversorgung des Zuges. Sie liefert elektrische Energie, indem sich der in Tanks an Bord gespeicherte Wasserstoff mit dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft verbindet. Dabei entstehen als Emissionen lediglich Wasserdampf und Wasser. Vom Zug werden keine Treibhausgase oder andere Schadstoffe freigesetzt, und die Elektrizität wird ohne Generator oder Turbine erzeugt, sodass der Prozess schneller und effizienter abläuft.



Die Effizienz des Systems beruht auch auf der Energiespeicherung in leistungsstarken **Lithium-Ionen-Batterien**. Die Batterie speichert Energie aus der Brennstoffzelle, wenn diese nicht für den Antrieb oder die Bordsysteme benötigt wird, oder aus der kinetischen Energie des Zuges während des (elektrischen) Bremsens. Diese Energie kann in Beschleunigungsphasen wieder genutzt werden. Dadurch, dass die Batterien nicht sofort benötigte Energie speichern, um sie dann später abzugeben, wenn sie gebraucht wird, ergibt sich durch ein besseres Energiemanagement eine Verringerung des Wasserstoffverbrauchs.

In den **Beschleunigungsphasen** wird die von der Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie hauptsächlich für den Antrieb als auch für Versorgung des Bordnetzes über den Hilfsbetriebeumrichter verwendet. Außerdem wird in diesen Phasen die in der Batterie gespeicherte elektrische Energie zur Unterstützung des Beschleunigens verwendet. Die Höhe der von der Brennstoffzelle bereitgestellten Leistung hängt von der Stärke und der Dauer der Beschleunigung ab: Kurze Beschleunigungsphasen mit begrenztem Leistungsbedarf werden hauptsächlich von der Batterie versorgt. Nur lange Phasen eines hohen Leistungsbedarfs führen zu höherer Leistung der Brennstoffzelle.

In **Phasen niedriger Beschleunigung oder beim Rollen** wird ein Teil der von der Brennstoffzelle erzeugten Leistung zum Wiederaufladen der Batterie und für die Versorgung der Bordsysteme über den Hilfsbetriebeumrichter verwendet. Ist die Batterie ausreichend aufgeladen, wird die Brennstoffzelle weitgehend heruntergefahren, damit nur die Bordsysteme versorgt werden. Dadurch wird der Wasserstoffverbrauch reduziert.

In **Bremsphasen** werden die Brennstoffzellen weitestgehend abgeschaltet. Die vom elektrischen Antrieb im Bremsbetrieb erzeugte Energie wird für die Versorgung der Bordsysteme verwendet. Überschüssiger Strom wird zum Wiederaufladen der Batterie verwendet. Es handelt sich hierbei um die sekundäre Energiequelle. Dieses System bringt einen weiteren Vorteil für den Verbrauch, denn es führt zur Einsparung von Wasserstoff.

Da ein intelligentes Management der erzeugten oder aus dem Bremsvorgang gewonnenen Energie stattfindet, kann der Coradia iLint die Reichweite und Leistung vergleichbarer Regionalzüge erzielen – und das nahezu ohne Umweltbelastung.

### ***Ein Systemansatz***

Um den Betreibern den Einsatz des Coradia iLint so leicht wie möglich zu machen, bietet Alstom ihnen ein Komplettpaket aus einer Hand an, das aus dem Zug und seiner Instandhaltung, aber auch aus der gesamten Wasserstoffinfrastruktur besteht. Somit kann sich der Betreiber auf seine Kernkompetenzen konzentrieren, während sich Alstom und seine Partner (die später bekanntgegeben werden) um die Fahrzeuge und den Wasserstoff kümmern. Der Zug kann nach Erhalt der Zulassung im gesamten deutschen Bahnnetz betrieben werden.

### ***Bewährte Regionalzüge der Coradia-Reihe als Basis***

Alstoms Coradia-Reihe modularer Züge hat sich seit mehr als 16 Jahren im Betriebseinsatz bewährt. Es wurden über 2.400 Züge in der ganzen Welt verkauft, die sich durch eine hohe Verfügbarkeitsrate auszeichnen. Der Coradia iLint basiert auf dem betriebserprobten Diesenzug Coradia Lint 54. Der Austausch des Dieselantriebs durch Brennstoffzellentechnik ermöglicht einen nachhaltigen Zugbetrieb, wobei die Antriebsleistung – verglichen mit den herkömmlichen Regionalzügen – gleich bleibt. Die Züge weisen eine vergleichbare Leistung mit der letzten Generation von Lint Dieseltriebzügen auf wie gleiche Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h und ein vergleichbares Beschleunigungs- und Bremsverhalten. Außerdem werden die Züge den gleichen Komfortstandard und die gleiche Fahrgastkapazität aufweisen. Sie werden im Alstom-Werk in Salzgitter entwickelt und gebaut.