



Von der Stadt aufs Land und zurück

Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung



HÖRMANN
Vehicle Engineering

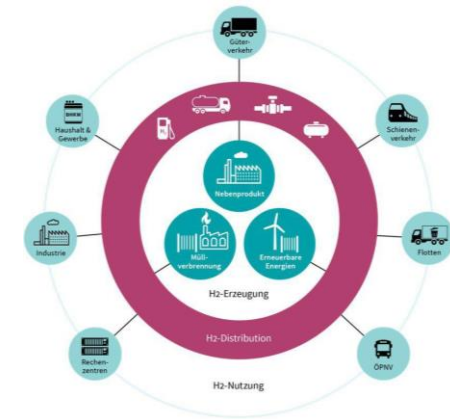
Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Motivation - Wasserstoff in und um Städte

- Ressourceneffiziente und emissionsfreie Bereitstellung öffentlicher Verkehrsmittel
- Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und deren Bereitstellern
- Wasserstoff ist moderne Alternative der (dualen) Energieversorgung von Städten
- Oberleitungsfreien Betrieb
- Verbinden der Versorgungsinfrastruktur Bus-Bahn-LKW-PKW



www.trambahn.de



<https://www.sonnwindwaerme.de/>

Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Fahrzeugbeispiele

Wasserstoff-Straßenbahnen

Wasserstoffbahn in Foshan



www.railjournal.com

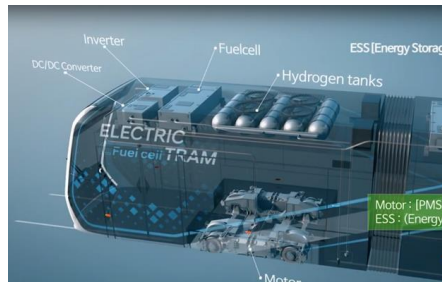


www.tautonline.com

Prototyp Wasserstoffbahn Südkorea



www.fuelcellworks.com



Tramtrains

Chemnitz - Burgstädt



www.oehlerfoto.de/citylink.htm

Szeged - Hódmezővásárhely

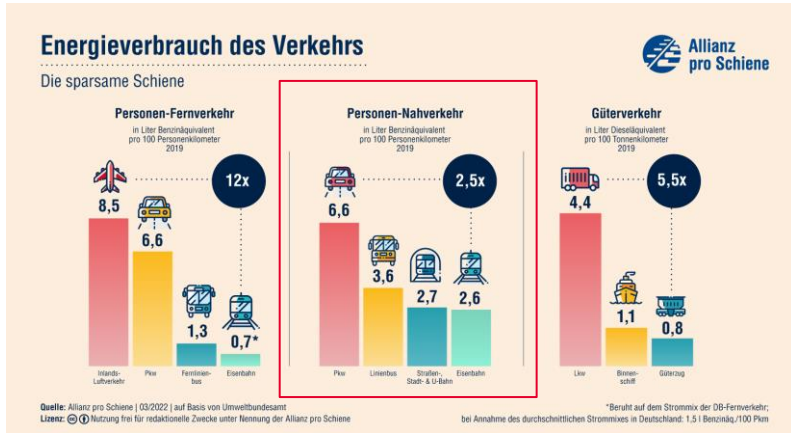
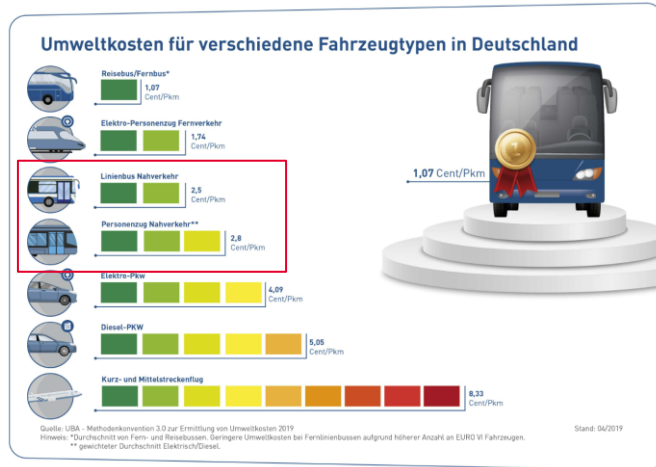


www.urban-transport-magazine.com | © Thierry Leleu

Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

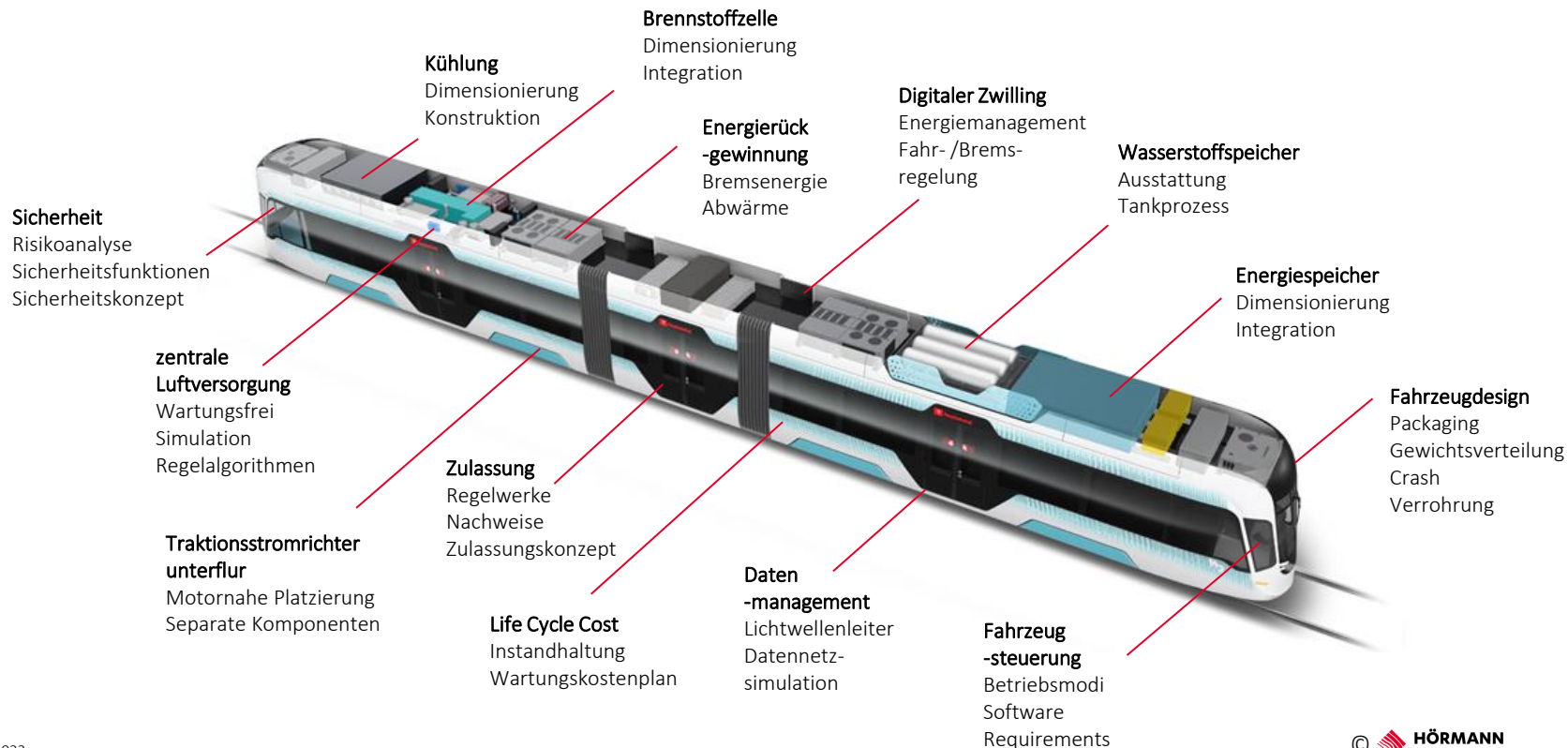
Vergleich zum Bus

- Tram kann wesentlich mehr Fahrgäste transportieren (weniger Personal)
- fährt nur tlw. im Straßenverkehr mit, benötigt aber mehr eigene Infrastruktur (falls nicht vorhanden)
- Energieverbrauch pro Fahrgast ungefähr gleich (je nach Besetzungsgrad)
- Tram bietet höheren Fahrkomfort und mehr Platz



Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Inhalt des Projektes „H2 Tram“



Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Herausforderung Fahrzeugdesign

Bauraumseitige Lösungen erforderlich

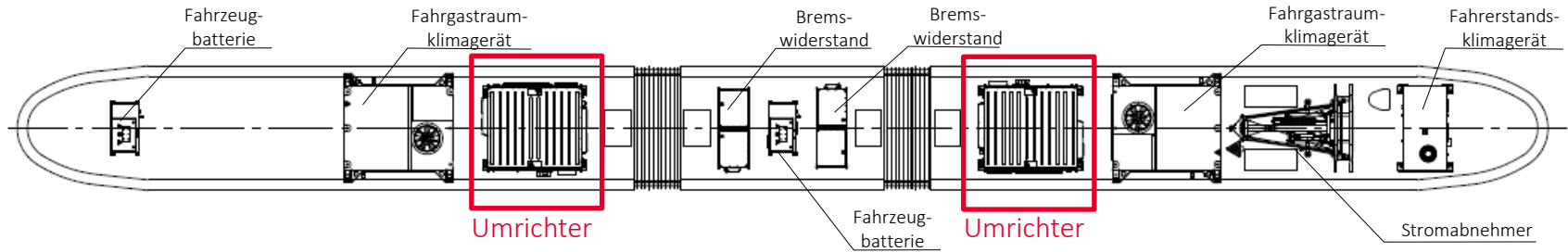
- es entfällt je nach Ausführung:
 - ❖ Stromabnehmer
 - ❖ Überspannungsschutzausrüstung
- es kommt hinzu:
 - ❖ Brennstoffzellenmodule + Kühlungen
 - ❖ Batteriespeicher + Kühlung
 - ❖ Wasserstoffversorgung
- es muss angepasst werden:
 - ❖ Traktionsstromrichter: Kombi-Umrichter aufgeteilt in 3 separate Komponenten
 - ❖ Fahrgastraum-Klimagerät: Anpassung für Abwärmerückgewinnung



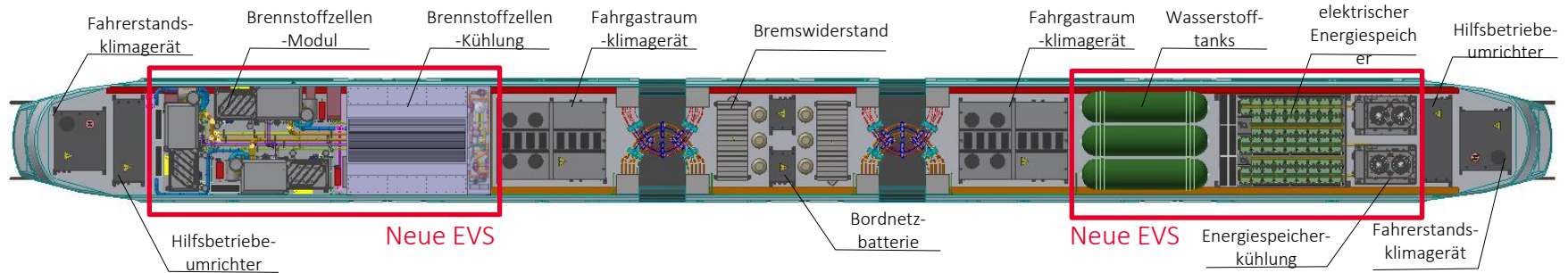
Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Herausforderung Fahrzeugdesign

Dachbelegung Ausgangsfahrzeug



Dachbelegung H2-Konzeptfahrzeug



Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

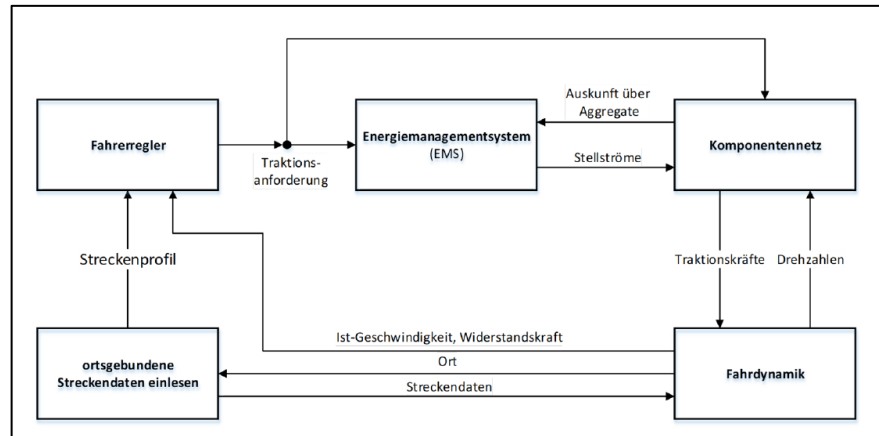
Digitaler Zwilling – Ausgangswerte der Simulation

Fahrzeug

- Fahrzeugkonfiguration
- Energieversorgung
- Traktionskomponenten

Streckendaten

- Streckenprofil
- Haltepunkte und Haltezeiten
- Fahrpläne und Fahrzeitanforderungen



Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

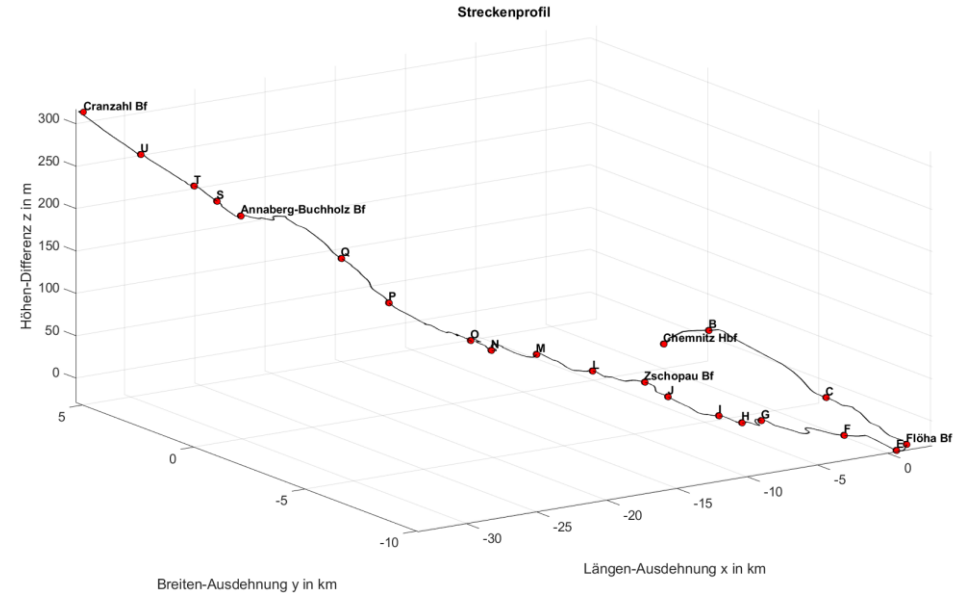
Digitaler Zwilling - Was bringt das Ganze?

- ❖ analytische Dimensionierung und simulationsgestützte Optimierung von Energieversorgungs- und Antriebssystem, ggf. Vergleich verschiedener Antriebslösungen
- ❖ Modellierung der relevanten Systemkomponenten, Simulation stationäre und dynamische Testszenarien für Prüfung der Modellplausibilität
- ❖ Modellierung vereinfachter Energiemanagement-Strategien und Betriebsszenarien
- ❖ Ggf. Weiterentwicklung Energiemanagement-Strategie für optimale Bedingungen der Traktionsbatterie
- ❖ Erfassung Energieverbrauch für LCC
- ❖ Dimensionierung, Konzeption und Integration Bremssystem, Klimatisierung, Thermomanagement, Gerätekühlung etc.

Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

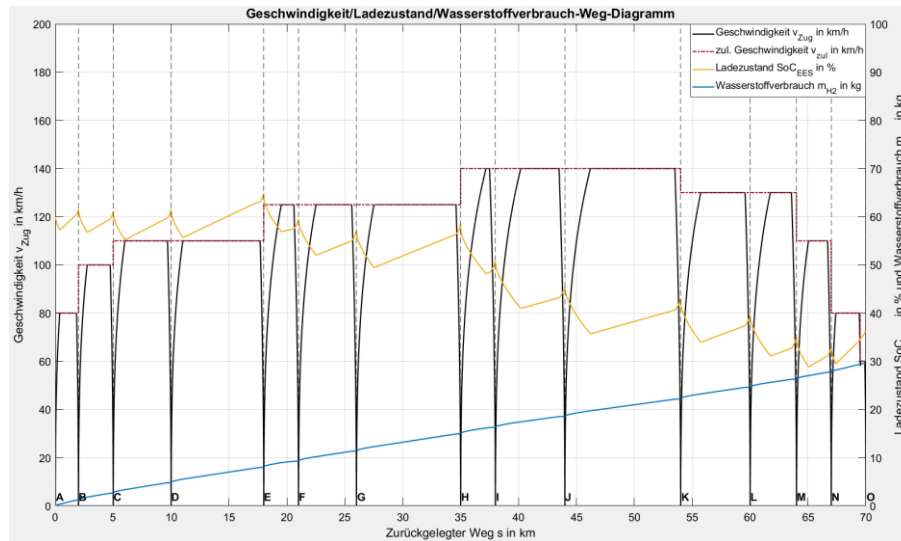
Digitaler Zwilling - Simulationsauswertung

- Untersuchung des Fahrzeugbetriebs
 - ❖ Energieverbrauchsabschätzung
 - ❖ Fahrzeit-Abschätzungen
 - ❖ Auswirkungen von unterschiedlichen Fahrstrategien
 - ❖ Auswirkungen von unterschiedlichen Umgebungs-Bedingungen
 - ❖ Untersuchung des Betriebsverhaltens
 - ❖ Ausleitung von Lastprofilen
 - ❖ Notwendigkeit einzelner Komponenten



Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Digitaler Zwilling - Simulationsauswertung



Simulation (Umlauf – hin und zurück)	TRAM (Görlitz)	Vollbahn (Chemnitz – Cranzahl)
Strecke	8,3 km	127,6 km
Fahrzeit	37:46 min	03:04:11 h
Verbrauch H_2	2,6 kg	25 kg
Verbrauch H_2 (gewichtet)	31,3 kg/100km	19,6 kg/100km
Tagesverbrauc h	26 kg	125 kg
H ₂ -Kosten pro Tag	334,10 €	1606,25 €

Wasserstoff als Antrieb der Streckenreaktivierung

Unser Fazit

- H₂ für Straßen- und Regionalstraßenbahnstrecken anwendungsbezogen sinnvoll
 - ❖ aus ökologischer Sicht
 - ❖ aus städtebaulicher Sicht
 - ❖ in Kombination mit einer bestehenden (Wasserstoff-)Infrastruktur
- Energieoptimierung und -rückgewinnung entscheidende Stellgrößen
 - ❖ lebensdauerbezogenes Energiemanagement
 - ❖ leistungs- und anwendungsbezogene Komponentenauslegung
 - ❖ Rekuperation von Abwärme und Bremsenergie
- Versuchsträger notwendig
 - ❖ Straßenbahn aufgrund der Dynamik und Normenlage nicht komplett mit Vollbahn vergleichbar
 - ❖ Folgeprojekt „HyTraGen“ bei Hörmann in der Beantragung

KONTAKT

Alexander Wünsche

HÖRMANN Vehicle Engineering GmbH

Fetscherstraße 72 | 01307 Dresden

T +49 351 440091 20

M +49 160 43469 62

F +49 371 66653-280

HÖRMANN Vehicle Engineering GmbH
Aue 23-27 / 09112 Chemnitz
T +49 371 66653-100 / F +49 371 66653-280
www.hoermann-engineering.de