

Reader

Trends & Innovationen im Schienengüterverkehr



Im Folgenden finden Sie einen Reader, der als Ergänzung zur Foliensammlung dienen soll und als Skript verwendet werden kann.

Einleitung

Die Foliensammlung zu „Trends& Innovationen im Schienengüterverkehr“ sowie der darauf aufbauende Reader weisen folgenden Aufbau auf:



Als Einführung in das Thema Trends und Innovationen im Schienengüterverkehr dient ein Kurzüberblick über die Geschichte der Eisenbahn. Unter diesem Link findet sich eine Zusammenfassung: <https://www.youtube.com/watch?v=y76kBUzSV4M>.¹

Durch den wirtschaftlichen Aufschwung durch die industrielle Revolution ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gab es einen großen Mangel an leistungsfähigen Transportsystemen, um Rohstoffe und Endprodukte transportieren zu können. Die wachsenden Güterströme waren nicht mehr durch Pferdefuhrwerke zu bewältigen. Auch verlangte das rasante Bevölkerungswachstum in den Städten einen schnellen und kostengünstigen Transport von Gütern. Durch Kostensenkungen beim Transport von Kohle und Eisenerzen sanken die Preise für Eisen und machten somit das Legen der langen Eisenschienen für den Schienenverkehr erst möglich. 1795 wurde die erste Pferdeeisenbahn in England eröffnet. Zeitgleich kam auch die Idee auf, eine stationäre Dampfmaschine als Antrieb zu nutzen, was aber vorerst noch einige Probleme bereitete. 1825 wurde die erste öffentliche Eisenbahn auf der Strecke Stockton – Darlington in Betrieb genommen. Diese wurde noch im Mischbetrieb mit Fuhrwerken betrieben. Die erste reine Eisenbahnstrecke (Manchester – Liverpool) wurde 1828 eröffnet. Ab 1830 sprang der „Eisenbahnvirus“ auch auf Kontinentaleuropa und die USA über.²

Als „Geburtsstunde der Eisenbahn“ mit Lokomotivbetrieb in Österreich gilt 1836 der Spatenstich für die 1838 eröffnete Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Dieses Projekt

¹ Einfach Geschichte (2015), online.

² Vgl. Zukunft Mobilität (2019), online.

wurde eine Erfolgsgeschichte: Bis zur Verstaatlichung im Jahre 1906 errichtete die ökonomisch höchst erfolgreiche Nordbahn-Gesellschaft ein sehr umfangreiches Schienennetz. Die Nordbahn wurde zur wichtigsten Bahnlinie der Habsburgermonarchie.³

Aktuell ist Österreich in Bezug auf den Schienenverkehr in der EU führend. Im Durchschnitt legt jede/r Österreicher/in 2.255 Kilometer pro Jahr mit Zug, Straßen- oder U-Bahn zurück – das ist mehr als das Doppelte des EU-Durchschnitts von 1.090 Kilometern und etwa 45 Prozent mehr als in andere europäischen Ländern. Jährlich transportieren alleine die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) 459 Millionen Fahrgäste und 115 Millionen Tonnen Güter.⁴

Trends & Innovationen im Schienengüterverkehr

Innovationen umfassen Ideen, Neuerungen und Erfindungen, die in neuen Produkten und Dienstleistungen für den Markt umgesetzt werden. Im Folgenden werden ausgewählte Trends und Innovationen im Schienenverkehr vorgestellt.



Hybridantrieb

Um die Antriebssysteme von Schienenfahrzeugen flexibler und umweltfreundlicher zu gestalten, wurde in der jüngeren Vergangenheit verstärkt an Hybridantrieben gearbeitet. Hybrid-Schienenfahrzeuge sollen über zwei unterschiedliche Energiequellen angetrieben werden können. Im Schienenverkehr werden sowohl die konventionellen Antriebssysteme Dieseltraktion und Elektrotraktion miteinander kombiniert als auch die Kopplung mit neuartigen Speicher- und Antriebssystemen getestet.⁵

*Beispiele für Hybridantriebe:*⁶

³ Vgl. Wikipedia (2019a), online.

⁴ Vgl. bmvit (2018), online.

⁵ Vgl. o.V. (2017), online.

⁶ Vgl. o.V. (2017), online.

Mit einer Kombination aus Elektro- und Dieselaggregat ist der RegioCitadis ausgestattet, der Kassel mit dem Umland verbindet. Diese sog. RegioTram-Fahrzeuge sind die weltweit ersten serienmäßigen Hybrid-Stadtbahnen. In der Stadt verkehren sie unter Nutzung der Straßenbahnfahrleitungen. Auf nicht elektrifizierten Strecken des Umlandes kommt der Dieselmotor zum Einsatz.

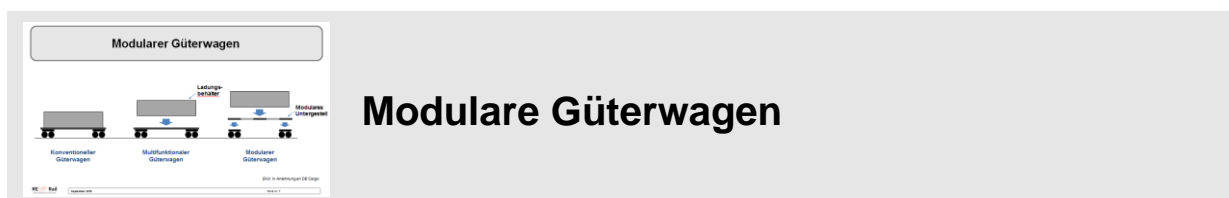
In Nordamerika und Europa kommen Hybridlösungen in Rangierlokomotiven zum Einsatz. Als bedeutsamer Vorteil erweist sich hierbei die Kraftstoffeffizienz einer mit Hybridtechnik ausgestatteten Rangierlokomotive im Vergleich zu einer Dieselvariante. Entsprechende Verbrauchsreduzierungen im Umfang von 35 bis 60 % sind unter Alltagsbetriebsbedingungen möglich.

Batterie-Triebzug

Wie ein gängiger Elektrotriebzug bezieht der Batterie-Triebzug den Fahrstrom aus der Oberleitung. Zusätzlich sind Batterien an Bord, die auf Strecken mit Oberleitung aufgeladen werden. Auf Abschnitten ohne externe Stromversorgung bezieht der Antrieb die Energie aus den Batterien.⁷

Wasserstoff-Triebzug

Im Wasserstoff-Triebzug erzeugt eine Brennstoffzelle Strom aus Wasserstoff. Die Energie wird in Batterien gespeichert. Angetrieben wird der Zug von Elektromotoren. Das Fahrzeug kann so vollkommen unabhängig von der Oberleitung elektrisch fahren, benötigt aber eine Wasserstoff-Tankinfrastruktur.⁸



Nicht der klassische Waggon steht im Mittelpunkt des Interesses, sondern sein Ladungsbehälter. Der Ladungsbehälter entspricht technisch-konstruktiv einem typischen Lkw-Aufbau. Er hat wie dieser statt fester seitlicher Wände verschiebbare Rungen mit einzeln zu öffnenden Schiebepan-Systemen. Diese ermöglichen maßgeschneidert für das jeweilige Ladegut eine schnelle Be- und Entladung. Anders als beim klassischen Güterwagen lassen sich diese Ladungsbehälter in hoher Flexibilität auf spezielle KundInnenanforderungen ausrichten und nach einem Ablauf

⁷ Vgl. Allianz pro Schiene (2019a), online.

⁸ Vgl. Allianz pro Schiene (2019a), online.

des Transportauftrages auf die kommende Fracht erneut kundengerecht zuschneiden.⁹

Basis des modularen Fahrzeugkonzepts ist der Tragwagen, der multifunktional alle Anforderungen des Schienengüterverkehrs abdecken kann. Innovativ ist dabei das Untergestell, das das rollende und tragende System für den Gütertransport bildet. Um Kostenvorteile durch höhere Stückzahlen in der Beschaffung zu erzielen, muss eine weit gehende Standardisierung des Fahrzeugaufbaus geplant werden.¹⁰



Um bei der Digitalisierung mithalten zu können, müssen nun auch die bestehenden Güterwagen aufgerüstet werden. Denn eine Vielzahl von Güterwagen sind ohne Telematik auf der Schieneninfrastruktur unterwegs. Unter einem Güterwagen 4.0 versteht man daher Güterwagen, die mit Sensorik z.B. zur Zugprüfung, Bremsprobe oder einer automatischen Kupplung ausgestattet sind. Diese Sensorik erleichtert und verkürzt die Zugvorbereitung und Zugbildung. Ein weiterer Punkt ist die Kommunikation der Wagen mit der Lok. Diese ist aktuell nicht gegeben. Die Sensorik kann nun nicht nur für die vorher genannten Zwecke genutzt werden, sondern ermöglicht auch Predictive Maintenance Systeme. Diese ermöglichen wiederum eine verbesserte Nutzung der Wagen, da die Instandhaltung besser geplant werden kann und überraschende Wagenbrüche vermieden werden können. Durch die Telematik kann außerdem noch die Anbindung an bestehende Logistiksysteme gewährleistet werden.¹¹

⁹ Vgl. DB Cargo (2019), online; Vgl. Bobsien et al. (2018), online.

¹⁰ Vgl. DB Cargo (2019), online.

¹¹ Vgl. Clausen (2017), online.



Abbildung 1: Güterwagen 4.0¹²

Autonomes Fahren im Schienenverkehr



Autonomes Fahren im Schienenverkehr

Das Thema Automatisierung wird nicht nur in der Automobilindustrie, sondern auch im Schienenverkehr immer wichtiger. Sämtliche Abläufe, die ein/e Lokführer/in bei der Fahrt ausübt, werden im vollautomatischen Betrieb von der Technik übernommen. Dementsprechend müssen Strecken, Bahnanlagen und Fahrzeuge mit besonderen Technikkomponenten ausgestattet werden.¹³ Im Zuge der Digitalisierung kommen dabei immer leistungsfähigere Systeme zum Einsatz. Die verschiedenen Grade der Automatisierung reichen von der Bremssteuerung und Fahrsteuerung zur Geschwindigkeitskontrolle, über die Fahrsteuerung und Türsteuerung am Haltepunkt, bis zur möglichen Fernsteuerung für den fahrerlosen Betrieb. Bis die klassische Eisenbahn ohne Lokführer/in fährt, gilt es jedoch noch einige Hürden zu überwinden. Dazu zählen die KundenInnenakzeptanz, der Umgang mit externen Störungen und nicht zuletzt die Zulassung der selbstfahrenden Züge.¹⁴

Komplett automatisierte Züge haben laut „Siemens“ aber auch mehrere Vorteile: Sie können schneller hintereinander fahren, weil Bremsweg und Geschwindigkeit ständig berechnet werden. Die Technologie spare außerdem Strom und könne bei hohem Passagieraufkommen - ohne dass ein/ Lokführer/in bereitstehen muss – problemlos eine weitere Bahn einsetzen.¹⁵

¹² SBB Cargo (2019), online.

¹³ Vgl. Allianz pro Schiene (2019b), online.

¹⁴ Vgl. Gaisch-Faustmann (2018), online.

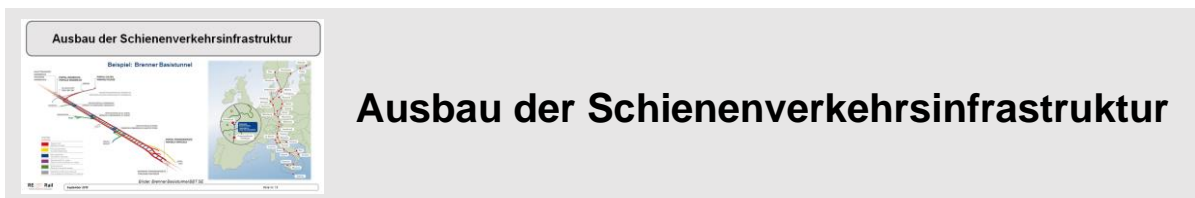
¹⁵ Vgl. Die Welt (2016) online.

Vorteile des autonomen Fahrens im Schienenverkehr:¹⁶

- Höhere Sicherheit
- Steigende Effizienz
- Kapazitäten werden voll ausgenutzt
- Menschliche Fehler können minimiert werden
- Berechenbar => besser Planung, verlässlichere Fahrzeiten

Nachteile des autonomen Fahrens im Schienenverkehr:¹⁷

- Sensoren können ausfallen
- Situationen können falsch interpretiert werden
- Bugs können zu Fehlfunktionen führen
- Unfallhaftung: wer trägt die Verantwortung?
- KundInnenakzeptanz noch nicht gegeben
- Abbau von Arbeitsplätzen



Österreich ist in Bezug auf den Schienenverkehr in der EU führend. Im Durchschnitt legt jede/r Österreicher/in 2.255 Kilometer pro Jahr mit Zug, Straßen- oder U-Bahn zurück – das ist mehr als das Doppelte des EU-Durchschnitts von 1.090 Kilometern und etwa 45 Prozent mehr als in andere europäischen Ländern. Jährlich transportieren alleine die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) 459 Millionen Fahrgäste und 115 Millionen Tonnen Güter.¹⁸

In den kommenden Jahren werden Investitionen in Milliardenhöhe in den Neu- und Ausbau der Schieneninfrastruktur getätigt, um die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs weiter auszubauen und das positive Wachstum der letzten Jahre fortzusetzen.

Unter dem Brennerpass entsteht die längste unterirdische Eisenbahnverbindung der Welt für den Güter- und Personenverkehr. Der Brenner Basistunnels verbessert die Reise- und Transportmöglichkeiten auf der Bahn mitten in Europa und ist mit einer Länge von 64 Kilometern die längste unterirdische Eisenbahnverbindung der Welt. Er ist ein flach verlaufender Eisenbahntunnel zwischen Innsbruck und Franzensfeste in Italien. Der Brenner Basistunnel ist ein Teil des europäischen Skandinavien-

¹⁶ Vgl. Gaisch-Faustmann (2018), online; Vgl. Die Welt (2016) online.

¹⁷ Vgl. Gaisch-Faustmann (2018), online; Vgl. Die Welt (2016) online.

¹⁸ Vgl. bmvit (2018), online.

Mittelmeer Kernnetzkorridors, an welchem zwischen Helsinki und Valletta rund 110 Millionen Menschen leben. Somit ermöglicht der Brenner Basistunnel eine rasche und sichere Verbindung von Bevölkerungszentren nördlich und südlich der Alpen und verknüpft wichtige europäische Wirtschaftszentren miteinander. Gefördert werden länderübergreifende Projekte in einem Umfang von bis zu 40 Prozent. Die Projektumsetzung erledigt die Brenner Basistunnel SE, eine europäische Aktiengesellschaft, die im Auftrag der Republik Österreich, der Republik Italien und der EU arbeitet.¹⁹



Abbildung 2: Brenner Basistunnel²⁰

Fertiggestellt werden soll der Brenner Basistunnel im Jahr 2028, die reine Bauzeit beträgt damit rund 20 Jahre. Zukünftig sollen Güterzüge mit einer Geschwindigkeit von bis zu 120 km/h und Personenzüge von bis zu 250 km/h durch den Tunnel fahren können. Insgesamt wird es 4 Zufahrtstunnel geben, in Ampass, Ahrental, Wolf bei Steinach am Brenner und in Mauts. In Innsbruck mündet der Brenner Basistunnel dann in die bestehende Eisenbahnumfahrung. Eine Besonderheit des Tunnels ist der durchgehende Erkundungstollen. Dieser verläuft mittig zwischen den zwei Haupttunnelröhren und liegt 12 Meter darunter. Derzeitige Vortriebsarbeiten am Erkundungstunnel sollen Aufschluss über die Beschaffenheit des Gebirges geben und dadurch Bauzeiten und –kosten minimieren. Nach Inbetriebnahme des Tunnels wird der Erkundungstollen wichtig für die Entwässerung sein.²¹

¹⁹ Vgl. ÖBB Infrastruktur (2018), online.

²⁰ BBT (2018), online.

²¹ Vgl. BBT (2018), online.



Güter U-Bahn

Cargo Sous Terrain ist ein schweizerisches Konzept für ein nachhaltiges, automatisiertes Gesamtlogistiksystem, welches in einem unterirdischen Tunnelsystem Ballungsräume mit Produktions- und Logistikstandorten verbindet. Vorgesehen ist der Transport von Paletten und Behältern für Pakete, Stückgüter, Schüttgut und deren Zwischenlagerung und eine City Logistik-Lösung für die Verteilung auf der Last Mile.²²

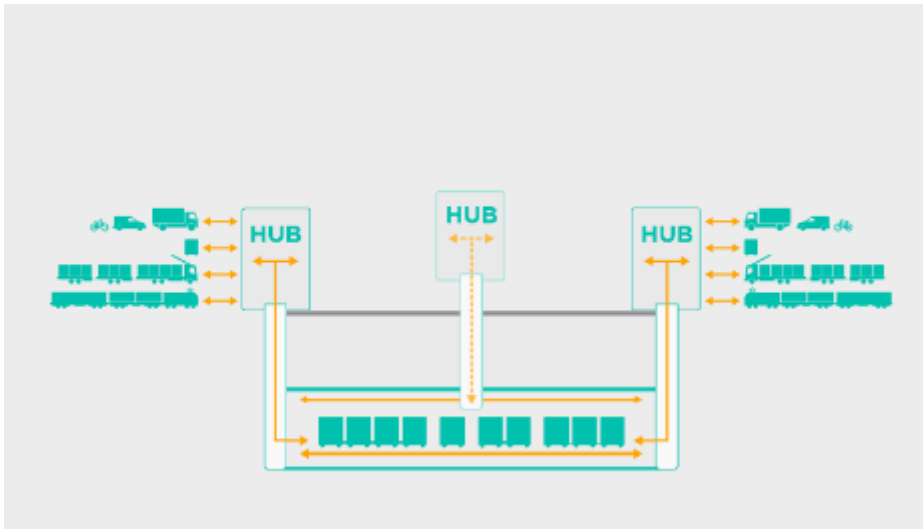


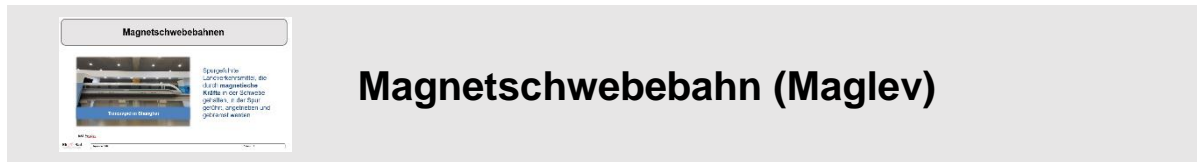
Abbildung 3: Cargo Sous Terrain²³

Der Transport findet auf mehrspurigen Linien mittels vollautonomen, elektrobetriebenen Fahrzeugen auf Rädern statt, welche flexibel die Spur wechseln und sich nach Zieldestination gebündelt weiterbewegen können. Dies passiert mit 30 km/h 24/7. Die Fahrzeuge sollen Platz für zwei Europaletten bieten und sämtliche Güter transportieren, welche auf Paletten bereitgestellt werden können. Kleinere Transporte werden im selben System mittels Deckenförderer mit der doppelten Geschwindigkeit (60 km/h) in beide Richtungen durchgeführt. Auf den mittleren Spuren werden die Sendungen nach Zieldestinationen gebündelt. Das ergibt Vorteile bei der zugehörigen City Logistik Lösung, da die Lieferungen auch gebündelt verladen werden und gesamt weniger Verkehr in der Stadt verursachen, was bessere Effekte bezüglich Lärm, CO₂-Ausstoß und anderen Emissionen mit sich bringt. Zusätzlich werden Retouren, Recyclinggut, etc. in entgegengesetzter Richtung gleich in die Routenführung miteingeplant, um die Fahrwege optimal ausnutzen zu können. Dies vermindert das Güterverkehrsaufkommen in dicht besiedelten Regionen und

²² Vgl. Cargo Sous Terrain (2019), online.

²³ Cargo Sous Terrain (2019), online.

vermindert die Staubbildung. Geplant ist eine Teststrecke zwischen Härkingen/Niederbipp und Zürich mit einer Strecke von 67 km, folgen soll ein Ausbau des Tunnelsystems vom Bodensee bis zum Genfersee mit Ausläufern nach Basel, Luzern und Thun.²⁴



Im Gegensatz zur herkömmlichen Eisenbahn kann die Magnetschwebbahn, ohne die Schienen zu berühren, auf Geschwindigkeiten von über 400 km/h beschleunigen. Das wird durch den Einsatz von elektromagnetischen Wanderfeldern ermöglicht, die die Bahn in Schwebelage bringen, steuern, antreiben und bremsen.²⁵ In China (in Qingdao in der östlichen Provinz Shandong) wurde bereits der Prototyp einer Magnetschwebbahn, die 600 km/h schnell fahren kann, gezeigt.²⁶

Die Realisierung von Magnetschwebbahnen ist mit hohen Investitionskosten verbunden, da sie die vorhandene Bahninfrastruktur nicht nutzen kann und eine neue Infrastruktur benötigt. Aus diesem Grund sollte die Planung einer Magnetschwebbahn auf strukturierten, glaubwürdigen Analysen und Fakten basieren. Nur dann kann eine solche Planung insgesamt gesellschaftlich sinnvoll und zukunftsförderlich sein.²⁷ Durch die Spitzengeschwindigkeit der Magnetschwebbahn bildet sie die Lücke zwischen Eisenbahn – Flugzeug und eignet sich besonders gut für längere Strecken.

Vorteile von Magnetschwebbahnen:²⁸

- Benötigt bei Trassierung weniger Platz als bei herkömmlichen Eisenbahnen⁹
- Energieverbrauch geringer
- Bei hohen Geschwindigkeiten leiser als Eisenbahnen
- Hohe Beschleunigungen möglich
- Kürzere Reisezeiten

Nachteile von Magnetschwebbahnen:²⁹

- Für schweren Güterverkehr ungeeignet
- Kann nicht auf vorhandener Bahninfrastruktur eingesetzt werden

²⁴ Vgl. Cargo Sous Terrain (2019), online.

²⁵ Vgl. Uhlenbrock/Nordmeier/Schlichting (2000), S.1.

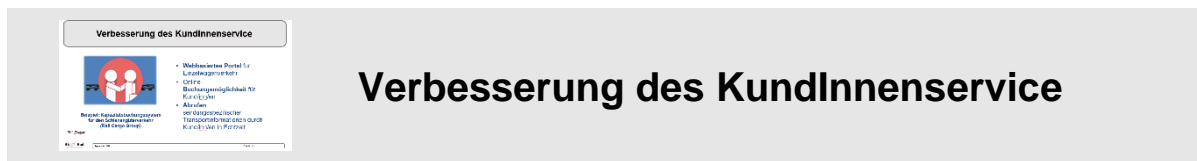
²⁶ Vgl. Stern (2019), online.

²⁷ Vgl. The International Maglev Board e.V. (2018) online.

²⁸ Vgl. The International Maglev Board e.V. (2018) online; Vgl. Uhlenbrock/Nordmeier/Schlichting (2000).

²⁹ Vgl. Vuchic/Casello (2002) S.45.; Vgl. The International Maglev Board e.V. (2018) online.

- Keine Intermodalität möglich
- Hohe Investitionskosten 12-55 M/km (Vergleich: High Speed Rail 6-25M/km)



Eine moderne Infrastruktur ist die Voraussetzung für effizienteren Schienenverkehr. Die Verkehrsprognose 2025+ rechnet mit steigendem Verkehrsaufkommen in Österreich. Dieser prognostizierten Verkehrszuwachs sollte primär auf der Schiene abgewickelt werden. Deshalb ist eine leistungsfähige Bahn von zentraler Bedeutung für das Verkehrssystem. Mehr Züge, kürzere Fahrzeiten und modernere Bahnhöfe und Terminals sollen die Marktposition der Schiene stärken. Investitionen in das Schienennetz schaffen die Voraussetzung für Taktverkehre im Personenverkehr mit stabilen und pünktlichen Fahrzeiten, unterstützen die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene und tragen somit zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei. Dadurch soll die Bahn attraktiver und leistungsfähiger werden und stellen sicher, die prognostizierte Nachfrage im Güter- und Personenverkehr zu bewältigen.³⁰

Einen wichtiger Beitrag zur Steigerung der Attraktivität und der Wettbewerbsfähigkeit der Bahn stellt die Erhöhung der Qualität des KundInnenservices dar. Im folgenden werden ein entsprechendes Beispiel aus dem Güterverkehr sowie aus dem Personenverkehr vorgestellt.

Kapazitätsbuchungssystem für den Schienengüterverkehr Rail Cargo

Dieses Projekt beschreibt die Entwicklung eines Buchungssystems für den Schienengüterverkehr der Rail Cargo. Der Fokus liegt dabei auf die Transporte im Einzelwagenverkehr. Das webbasierte Portal ermöglicht es dem/der Kunden/in strecken- und datumsspezifische Transportinformationen in Echtzeit abzurufen. Die Rail Cargo Group profitiert von der Optimierung der Planung sowie besseren Auslastung durch eine rechtzeitige Buchung von benötigtem Volumen durch den/die Kunden/in. Somit ist es dem Unternehmen möglich, die Flexibilität und die Qualität der Transporte zu erhöhen und den Nutzen der KundInnen zu steigern.³¹ Ziel der Einführung des Kapazitätsbuchungssystems ist das bestehende Schienenproduktionssystem hinsichtlich Qualität, Pünktlichkeit und Wirtschaftlichkeit zu verbessern, um die Attraktivität des Schienengüterverkehrs zu steigern und mehr Güterverkehr von der Straße auf die Schiene zu verlagern.³²

³⁰ Vgl. ÖBB Infrastruktur (2019), online.

³¹ Vgl. Österreichische Verkehrszeitung (2013) online.

³² Vgl. Rail Cargo Logistics – Austria GmbH (2013) online.

wegfinder – die Navigations-App für mehr Intermodalität

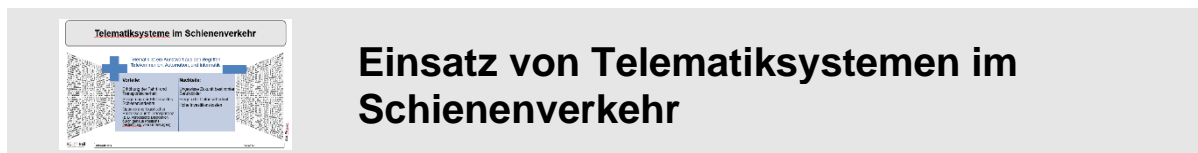
Das Verkehrsangebot in Österreich umfasst ein breites Spektrum von Öffis über Taxis bis hin zu Carsharing und Mitfahrrädern. Um dieses Angebot optimal nutzen zu können, wurde die App „wegfinder“ entwickelt, welche die Routenplanung über die verschiedensten Verkehrsmittel erleichtert. Über die Applikation werden Tickets der ÖBB und VOR (Verkehrsregion Ost für Wien, Niederösterreich und Burgenland) direkt verkauft. Über einen Chatbot kann der Kaufprozess abgewickelt werden und die Bezahlung erfolgt derzeit mit Kreditkarte. Weitere Zahlungsmöglichkeiten wie PayPal oder Sofortüberweisung sollen in Zukunft integriert werden.³³

Wegfinder bietet so die besten Möglichkeiten auf einen Blick, um in der eigenen Stadt oder ganz Österreich von Tür zu Tür zu kommen. Die Verkehrsmittel und Informationen werden in Echtzeit angezeigt und zusätzlich dazu kann der/die Nutzer/in das passende Citybike finden und car2go reservieren oder auch direkt ein Taxi rufen. In der App werden die Daten aller Verkehrsverbünde Österreichs aufbereitet und weitere Mobilitätsanbieter wie etwa die ÖBB, Westbahn und Flixbus integriert.³⁴



Abbildung 4: Wegfinder³⁵

Durch die App können Alternativen zu den bisher genutzten Verkehrsmitteln gefunden, der eigene PKW oder das eigene Motorrad öfter stengelassen und so die Umwelt sowie das Straßennetz entlastet und geschont werden.³⁶



Telematiksysteme beschreiben in der Regel autarke Systeme, die über einen längeren Zeitraum ohne Energienachspeisung arbeiten, mit der Außenwelt

³³ Vgl. Wegfinder (2017), online.

³⁴ Vgl. Weitze (2017), online.

³⁵ Wegfinder (2018), online.

³⁶ Vgl. VCÖ (2017), online.

kommunizieren und sich selbst über GPS orten können.³⁷ Durch Telematik können maßgeschneiderte Lösungen erarbeitet und Kundenanforderungen zuverlässig erfüllt werden. So können Güterwagons bzw. Container mit hochwertigen Waren in Echtzeit verfolgt werden. Solarbetriebene Ortungsgeräte werden dafür auf die jeweiligen Waggons montiert und liefern via Satelliten (GPS) Positionsdaten. Parallel werden von modernen Diagnosesystemen Parameter wie Fahrplanabweichungen gemessen. Auch individuell gewünschte Sensordaten über Ladezustand, Temperatur, Türöffnungen oder Vibrationen können mit den GPS-Positionsdaten verknüpft und telematisch übermittelt werden. Die Abfrage der Daten kann an jedem internetfähigen PC oder Mobiltelefon erfolgen. Das automatisierte Abweichungsmanagement und das frühzeitige Erkennen von Problemen ermöglichen dem Logistiker kurzfristige Maßnahmen zu setzen.³⁸

Mit dem Einsatz von Telematiksystemen nehmen LokomotivführerInnen eine Vielzahl von Aufsichts- und Managementkontrollen ein. Diese reichen von direkter manueller Bedienung des Zuges bis hin zu weitestgehend autonomer Betriebsführung, wo eine aktive Rolle des Fahrers nur noch minimal gegeben ist.³⁹

Vorteile:⁴⁰

- Erhöhung der Fahrt- und Transportsicherheit
- Steigerung der Attraktivität des Schienenverkehrs
- Energieautark durch Solarbetrieb
- Steigerung der Effizienz
- Optimierung logistischer Prozesse durch Transparenz
- Verbesserte Disposition durch genaue Positionsbestimmung vom Güterwagen

Nachteile:

- neue Aufgabenfelder für LokomotivführerInnen: vom Bedienen der Züge zum Managen
- Unsicherheit über Datensicherheit



Der europäische Schienenverkehr wird noch immer durch historisch gewachsene nationale Systeme behindert. Dadurch ergeben sich im grenzüberschreitenden

³⁷ Vgl. Bergaus/Stottok (2010) S.28.

³⁸ Vgl. VCO – Mobilität mit Zukunft (2010) online.

³⁹ Vgl. Bergaus/Stottok (2010) S.200.

⁴⁰ Vgl. Ebeling et al. (2005) S.17.


Schienenverkehr Wettbewerbsnachteile im Vergleich zu den konkurrierenden Verkehrsträgern. Verschiedene Energieversorgungen in den Ländern erfordern oftmals an Grenzbahnhöfen einen zeitaufwendigen Lokwechsel. Darüber hinaus verfügen einige Länder, wie beispielsweise Russland, die Ukraine, Kasachstan oder aber auch Spanien, über die Breitspur. Abweichende Spurweiten machen ein Umladen der Güter bzw. das Umspuren des kompletten Zuges erforderlich. Dazu kommen unterschiedliche Zugsicherungssysteme.⁴¹

Die Beseitigung von Hindernissen des grenzüberschreitenden Verkehrs und die weitergehende Harmonisierung nationaler Anforderungen gehören zu den wesentlichen verkehrspolitischen Zielen der Europäischen Union. D.h. Infrastruktureinrichtungen, Zugsicherungs- und Signalgebungssysteme sowie die technische Ausstattung von Triebfahrzeugen sollen vereinheitlicht werden.⁴²

Ein Schritt in Richtung Harmonisierung ist die Verwendung des europäischen Zugbeeinflussungssystems ETCS (European Train Control System). ETCS überwacht die örtlich zulässige Höchstgeschwindigkeit, die korrekte Fahrtstrecke und -richtung sowie die Eignung des Zuges für die Strecke und soll in Europa eine Vielzahl an Zugbeeinflussungssystemen harmonisieren.⁴³

Best Practices

Im Folgenden werden ausgewählte Best Practices im Schienengüterverkehr vorgestellt.



Cityjet Eco (ÖBB)

- Elektrifizierter Zug mit Batterieantrieb
- Lädt Energie über Stromnetze auf und speichert diese in Akkus
- Kann auch auf nicht elektrifizierten Strecken fahren

Cityjet Eco – der neue Hybridzug der ÖBB

Auf Österreichs Bahnnetz verkehren noch mehrere Dieselloks, da ein Teil des Netzes (noch) nicht elektrifiziert ist. Ein Großteil davon wird jedoch im Rahmenplan des bmvit elektrifiziert, um so die Zahl der Dieselizege zu minimieren und umweltfreundlicher durch Österreich zu fahren. Um aber bereits jetzt schon Maßnahmen zu treffen, wurde von Siemens ein neuer Zug entwickelt – der Cityjet Eco. Es handelt sich dabei um den weltweit ersten elektrohybriden Zug mit Batterieantrieb. Der Zug nimmt somit auf der elektrifizierten Strecke Energie über den Stromabnehmer auf und speichert diese anschließend in Akkus ab. Diese Energie wird dann auf nicht-elektrifizierten Strecken genutzt, indem die Akkus das gesamte

⁴¹ Vgl. Rail Cargo Group (2018), online; Stoll et al. (2017), S. 36ff.

⁴² Vgl. Rail Cargo Group (2018), online; Stoll et al. (2017), S. 36ff.

⁴³ Vgl. Rail Cargo Group (2018), online


Energieversorgungssystem des Zuges speisen. Mit diesen Akkus hat der Cityjet Eco eine Reichweite von rund 80 Kilometern, dann muss er wieder unter die Stromleitung.⁴⁴

Eine spezielle Kühlung der Akkus ist notwendig, um die maximale Geschwindigkeit von 140 km/h erreichen zu können. Der Antrieb braucht dabei nicht so viel Energie, denn der meiste Strom fließt in Beleuchtung, Klimaanlage, Wifi etc. Die Kühlung ist auch wichtig für die Erhöhung der Akku-Lebensdauer auf 15 Jahre, denn so müssten sie über die Gesamtnutzungsdauer des Zuges nur einmal gewechselt werden.⁴⁵



Abbildung 5: Cityjet Eco⁴⁶

Der Zug existiert zurzeit nur als Prototyp, in den nächsten Monaten wird er in der Praxis geprüft und zur Serienreife weiterentwickelt. Der erste Einsatz im Fahrgastbetrieb wird voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2019 erfolgen.⁴⁷



TransANT – Der zukunftsweisende Leichtbauwagen von voestalpine und Rail Cargo Group

Mit der Innovation des modularen und flexiblen Güterwagens TransANT setzen die RCG und die voestalpine neue Maßstäbe in der Bahnlogistik. Der innovative Plattformwagen zeichnet sich besonders durch sein modulares Leichtbaukonzept und seine universelle Einsetzbarkeit aus.⁴⁸

⁴⁴ Vgl. Leadersnet (2018), online.

⁴⁵ Vgl. Leadersnet (2018), online.

⁴⁶ Railway Technology (2018), online.

⁴⁷ Vgl. Leadersnet (2018), online.

⁴⁸ Vgl. Steininger (2018), online.

TransANT besteht aus einer standardisierten Plattform, die in sieben verschiedenen Längen – von 33 bis 70 Fuß – verfügbar ist. Auf die Plattform wird ein modularer Aufbau gesetzt, der wechselbar und in zahlreichen branchenspezifischen Ausführungen erhältlich ist. Durch dieses modulare System entsteht erhöhte Flexibilität des Aufbaus und der Einsatzbarkeit sowie der Instandhaltung. Des Weiteren bringt die Leichtbauweise einen Gewichtsvorteil von rund 20% mit sich, der eine höhere Zuladung aufgrund der erhöhten Nutzlast ermöglicht. Darüber hinaus verringern sich die Traktionskosten bei Energie sowie dem Infrastrukturbenützungsentgelt (IBE) und Herstellkosten können eingespart werden.⁴⁹



Abbildung 6: TransANT⁵⁰

Prognosen zufolge wird mit einer starken Zunahme von rund 30% des europäischen Güterverkehrs bis 2030 gerechnet, somit besteht großes Potenzial für die Verkehrsträger – vor allem jedoch für die Bahn.⁵¹

Modulare Aufbauten sind die Flat Box mit Rungen für zum Beispiel Holztransporte, die Cover Box für palettierte Ware, die Multi Box für Schütt- und Stückgüter unterschiedlichster Art und die Bulk Box für Schüttgut wie beispielsweise Erze.⁵²

Ab Herbst 2019 werden die ersten 60 Güterwagen für den Transport heimischer Erze zur voestalpine in Linz eingesetzt und diese Transporte werden von CargoServ – Tochter von LogServ – durchgeführt.⁵³

⁴⁹ Vgl. Steininger (2018), online.

⁵⁰ Rail Cargo Group (2019a), online.

⁵¹ Vgl. Rieder (2018), online.

⁵² Vgl. Rail Cargo Austria (2018), online.

⁵³ Vgl. LogServ (2018), online.



MOBILER – Das innovative Wagenladungskonzept der Rail Cargo Group

Hinter dem Namen MOBILER verbirgt sich ein Wagenladungssystem, welches die Vorteile des Schienen- und Straßengüterverkehrs sinnvoll in einem System bündelt. Der MOBILER ermöglicht eine direkte Verbindung zum Kunden, egal ob ein Anschlussgleis vorhanden ist oder nicht. Mit einem speziell dafür vorhandenen MOBILER-LKW werden die Güter abgeholt und zur nächsten Verlademöglichkeit transportiert, von wo der Transport dann auf der Schiene fortgeführt wird.⁵⁴



Abbildung 7: MOBILER⁵⁵

Durch die schnellere, sicherere und wirtschaftlichere Technologie des MOBILER können mehr Güter auf umweltfreundlichere Weise auf der Schiene transportiert werden, ohne auf die Vorteile der flexibleren und schnelleren LKW Zustellung verzichten zu müssen. Neben Just-in-time-Lieferungen sind auch die Laufüberwachung jedes einzelnen Transports sowie das elektronische Ankunftsavisos per SMS oder Email Teile des Dienstleistungsportfolios.⁵⁶

Mit dem MOBILER ist der Umschlag von MOBILER-Containern und WABs jederzeit und an jedem Ort in nur wenigen Minuten durch den LKW-Fahrer möglich. Der Umschlag erfolgt bei jedem Ladegleis seitlich. Besonders ist der MOBILER für Gefahrgut jeder Art geeignet. Einsatzgebiete des MOBILER sind vorwiegend FMCG (Fast Moving Consumer Goods) inkl. Getränke Logistik für den Transport von Flaschen und Fässern sowie schwere Schüttgüter und Reststoffe wie Schlacke, Schrott, Altpapier und Bauprodukte. Des Weiteren werden auch palettierte Güter, Industrieprodukte und Flüssigkeiten in Tankcontainern transportiert.⁵⁷

⁵⁴ Vgl. Rail Cargo Logistics Austria (2018), online.

⁵⁵ Vgl. Rail Cargo Group (2019b), online.

⁵⁶ Vgl. Rail Cargo Group (2019c), online.

⁵⁷ Vgl. Rail Cargo Group (2019c), online.

Das MOBILER-Fahrzeug ist mit einer hydraulischen Hubvorrichtung ausgestattet und ermöglicht so einen unkomplizierten und schnellen Umschlag zwischen Waggon und LKW ganz ohne Kran. Dadurch können europaweit Door-to-door-Lieferungen angeboten und die unterschiedlichsten Güter entlang der Supply Chain transportiert werden.⁵⁸



Coradia iLint – Der Brennstoffzellenzug von Alstom

Der französische Konzern Alstom hat für den Nahverkehr einen Zug mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt und revolutioniert so den internationalen Bahnmarkt. Der sogenannte Coradia iLint ist ein Brennstoffzellenzug der zwar elektrisch fährt, den Strom aber nicht aus der Oberleitung bekommt, sondern ihn selbst mit der Brennstoffzellentechnik produziert. Gedacht ist der Coradia iLint als Alternative für Diesellokomotiven im Schienenverkehr, da es in ländlichen Gegenden noch genug Diesellokomotiven im Einsatz gibt.⁵⁹

Im Triebwagenzug sind zwei Brennstoffzellen verbaut, die sich zusammen mit einem großen Wasserstofftank am Dach des Zuges befinden. Jede Brennstoffzelle liefert eine Leistung von 200 Kilowatt (kW), zum Anfahren werden allerdings 800 kW benötigt. Die restliche Leistung kommt aus einem sogenannten Lithium-Ionen-Akku der im Boden des Zuges eingebaut ist. Überschüssiger Strom der während der Fahrt nicht benötigt wird, wird im Akku gespeichert. Sollte mehr Energie benötigt werden, z.B. bei einer Steigung, wird diese vom Akku geliefert. Auch die kinetische Energie vom Bremsen wird in elektrische umgewandelt und im Akku gespeichert. Mit einer Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h ist der Coradia iLint genauso schnell wie ein Diesellokomotive. Der große Unterschied zum Diesellokomotive sind jedoch der umweltfreundliche Betrieb und die deutlich geringeren Lärmemissionen. Der von Alstom entwickelte Zug ist ein Vorreiter in seiner Nische und der Markt für einen solchen Zug ist definitiv vorhanden.⁶⁰

⁵⁸ Vgl. Rail Cargo Group (2019c), online.

⁵⁹ Vgl. Pluta (2018), online.

⁶⁰ Vgl. Pluta (2018), online.



Abbildung 8: Coradia iLint⁶¹

Coradia iLint ist der weltweit erste Wasserstoff-Brennstoffzellenzug, der ab Herbst 2018 regulär im öffentlichen Linienverkehr und nach einem festen Fahrplan in Niedersachsen (Deutschland) verkehrt.⁶²

Literaturverzeichnis

Allianz pro Schiene (2019a): Ein Überblick: Innovative Antriebe auf der Schiene, in: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/aktuell/innovative-antriebe-auf-der-schiene/>, Zugriff am: 21.07.2019

Allianz pro Schiene (2019b): Autonomes Fahren auf der Schiene: Wie die Bahnen schon heute selbstständig unterwegs sind, in: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/aktuell/autonomes-fahren-auf-der-schiene/>, Zugriff am: 21.07.2019

Alstom (2019): Coradia iLint – der weltweit erste Wasserstoffzug , in: <https://www.alstom.com/de/our-solutions-rolling-stock/coradia-ilint-der-weltweit-erste-wasserstoffzug>, Zugriff am: 20.07.2019

Alstom (2018): Weltpremiere: Alstoms Wasserstoff-Züge starten im öffentlichen Linienverkehr in Niedersachsen, in: <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2018/9/weltpremiere-alstoms-wasserstoff-zuege-starten-im-oeffentlichen>, Zugriff am: 15.11.2019

BBT (2018): Projektüberblick, in: <https://www.bbt-se.com/tunnel/projektueberblick/>, Zugriff am 04.11.2018

Bergaus M./Stottok B. (2010): Verbesserter Nutzen von Telematiksystemen im Schienenverkehr durch Bereitstellung innovativer Service-Delivey-Plattformen; Krens

Bmvit (2018): Zügiger Ausbau: So bleibt Österreich Bahnland Nummer 1, in: <https://infothek.bmvit.gv.at/eisenbahn-investitionen-bahnland-nummer-1/>, Zugriff am: 21.07.2019

Bobsien, S. / Schmidt, H. / Koch to Krax, G. (2018): Mit intelligenten Güterwagen in die Verkehrswende starten, in:

⁶¹ Alstom (2019), online.

⁶² Vgl. Alstom (2018), online.

https://www.dbcargo.com/resource/blob/3348136/efab4ff3b423398dc9cd94311550908a/Artikel_ETR_9_2018_Verkehrswende-data.pdf, Zugriff am: 20.07.2019

Cargo Sous Terrain (2019): Was ist Cargo Sous Terrain, in: <https://www.cst.ch/en/what-is-cst/>, Zugriff am 21.07.2019

Clausen, U. (2017): Die Zukunft des Schienengüterverkehrs – Schienengüterverkehr 4.0 – Digitalisierung, Automatisierung, moderne Fahrzeugtechnik, Hannover: Fraunhofer IML & Institut für Transportlogistik der TU Dortmund

DB Cargo (2019): Mit intelligenten Güterwagen in die Verkehrswende starten, in: <https://www.dbcargo.com/rail-deutschland-de/news-und-medien/News/mit-intelligenten-Gueterwagen-in-die-verkehrswende-starten-3348128>, Zugriff am: 20.07.2019

DB Inside Bahn (2016): Visionen und Ideen: Bahnhöfe der Zukunft, in: <https://inside.bahn.de/bahnhof-zukunft/>, Zugriff am: 21.07.2019

Die Welt (2016): Deutsche Bahn will automatisierte Züge ohne Lokführer durch Land rollen lassen, bezogen unter: <https://www.welt.de/newsticker/news1/article156114541/Deutsche-Bahn-will-automatisierte-Zuege-ohne-Lokfuehrer-durchs-Land-rollen-lassen.html>, Zugriff am 10.11.2018

Ebeling K./Kühne D./Leibbrand H./Lemmer K./Lohrberg K./Stopka U./Uebel H./Zocke P. (2005): Flexibilisierung des Schienenverkehrs durch Telematik; Stuttgart

Einfach Geschichte (2015), Von der Dampfmaschine zur Eisenbahn | Die industrielle Revolution, in: <https://www.youtube.com/watch?v=y76kBUzSV4M> (10.03.2019)

eVolo (2014): Hyper-Speed Vertical Train Hub, bezogen unter: <http://www.evolo.us/hyper-speed-vertical-train-hub/>, Zugriff am: 13.11.2018

Gaisch-Faustmann, H. (2018): Selbstfahrende Züge werden die Lokführer ersetzen, in: <https://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/5446464/Selbstfahrende-Zuege-werden-den-Lokfuehrer-ersetzen>, Zugriff am: 03.11.2018

Leadersnet (2018): Cityjet eco: ÖBB und Siemens präsentieren Zug mit elektro-hybridem Batterieantrieb, in: <https://www.leadersnet.at/news/32953.cityjet-eco-oebb-und-siemens-praesentieren-zug-mit.html>, Zugriff am: 10.11.2018

LogServ (2018): Weniger ist mehr, in: <http://www.logserv.at/Presse/Aktuelles/Weniger-ist-mehr>, Zugriff am 12.11.2018

ÖBB Infrastruktur (2018): Brenner Basistunnel, in: <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/bahnstrecken/brennerstrecke-kufstein-brenner/brenner-basistunnel>, Zugriff am 03.11.2018

ÖBB Infrastruktur (2019): Zukunft Bahn Zielnetz 2025+, in: <https://infrastruktur.oebb.at/de/unternehmen/fuer-oesterreich/zukunft-bahn-zielnetz>, Zugriff am: 21.07.2019

Österreichische Verkehrszeitung (2013): Rail Cargo Group investiert in Transportbuchungssystem, in: <http://www.oevz.com/news/rail-cargo-group-investiert-in-transportbuchungssystem-2/>, Zugriff am 03.11.2018

o.V. (2017): Hybridantriebssysteme im Schienenverkehr, in: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/342673/>, Zugriff am: 21.07.2019

Pluta, Werner (2018): Alstoms Brennstoffzellenzug ist "erschreckend unspektakulär", in: <https://www.golem.de/news/coradia-ilint-alstoms-brennstoffzellenzug-ist-erschreckend-unspektakulaer-1804-133923.html>, Zugriff am: 15.11.2018

Rail Cargo Austria AG (2018): TransANT, in:
https://www.railcargo.com/file_source/railcargo/rcg/Downloads/transant-folder.pdf, Zugriff am 12.11.2018

Rail Cargo Group (2019a): TransANT Less Weight. More Freight, in:
<https://www.railcargo.com/de/leistungen/waggonvermietung-verkauf/transant>, Zugriff am: 20.07.2019

Rail Cargo Group (2019b): MOBILER, in:
<https://www.railcargo.com/de/leistungen/wagenladungen/mobile>, Zugriff am: 20.07.2019

Rail Cargo Group (2019c): MOBILER – Kombiniertes Verkehr innovative umgesetzt, in:
https://www.railcargo.com/file_source/railcargo/rcg/Downloads/2019-mobiler-de.pdf, Zugriff am: 20.07.2019

Rail Cargo Group (2018): Interoperabilität, in: <https://blog.railcargo.com/artikel/eisenbahn-einfach-erklart-interoperabilitaet.html>, Zugriff am: 21.07.2019

Rail Cargo Logistics Austria (2018): MOBILER - Innovation für Ihre Logistik, in:
http://www.railcargologistics.at/de/Unsere_Leistungen/MOBILER/, Zugriff am: 15.11.2018

Rail Cargo Logistics – Austria GmbH: Rail Cargo Group gewinnt die Kategorie “Nachhaltiger Güterverkehr“ beim VCÖ-Mobilitätspreis, in:
http://www.railcargologistics.at/de/Aktuelles/News/2013/Q3/Rail_Cargo_Group_gewinnt_VC_Oe_Mobilitaetspreis/index.jsp, Zugriff am 03.11.2018

Railway Technology (2018): Desiro ML Cityjet eco Passenger Train, in: <https://www.railway-technology.com/projects/desiro-ml-cityjet-eco-passenger-train/>, Zugriff am: 10.11.2018

Rieder, B. (2018): ÖBB Rail Cargo Group präsentiert TransANT auf der InnoTrans Messe in Berlin, in: <https://presse.oebb.at/de/presseinformationen/oebb-rail-cargo-group-praesentiert-transant-auf-der-innotrans-messe-in-berlin>, Zugriff am: 11.11.2018

SBB Cargo (2019): Eisenbahn 4.0 (Teil 4): SBB Cargo als Trendsetter in Europa, in:
<https://blog.sbbcargo.com/22862/eisenbahn-4-0-teil-4-sbb-cargo-als-trendsetter-in-europa/>, Zugriff am: 20.07.2019

Steininger, V. (2018): Weltpremiere: Zukunftsweisender Leichtbauwagen TransANT von voestalpine und Rail Cargo Group, in:
<https://www.voestalpine.com/blog/de/mobilitaet/weltpremiere-zukunftsweisender-leichtbauwagen-transant-von-voestalpine-und-rail-cargo-group/>, Zugriff am 12.11.2018

Stern (2019): Diese Magnetschwebbahn fährt 600 km/h und macht dem Flugzeugverkehr Konkurrenz, in: <https://www.stern.de/digital/technik/magnetschwebbahn-faehrt-600-km-h-und-wird-den-flugzeugverkehr-ersetzen-8726200.html>, Zugriff am: 21.07.2019

Stoll, F. / Schüttert, A. / Nießen, N. (2017): Interoperabler Schienen-verkehr in Europa, in: Internationales Verkehrswesen, 69) 3 | 2017, S. 36-39

The International Maglev Board e.V. (2018): Fakten, in: <http://www.maglev.in/>: Zugriff am: 04.11.2018

Uhlenbrock M./Nordmeier V./Schlichting H. (2000): Die Magnetschnellbahn Transrapid im Experiment; Essen

VCÖ (2017): wegfinder – wie wohin Der intermodale Routenplaner für öffentlichen und individuellen Verkehr, in: <https://www.vcoe.at/projekte/vcoe-mobilitaetspreis-2017/vcoe-mobilitaetspreis-2017-oesterreich-kategorie-digitalisierung-und-webbasierte-mobilitaets>, Zugriff am: 05.11.2018

VCÖ – Mobilität mit Zukunft (2010): Schaffung von Wettbewerbsvorteilen im Schienenverkehr durch Einsatz von solarbetriebener Telematik, bezogen unter: <https://mobilitaetsprojekte.vcoe.at/schaffung-von-wettbewerbsvorteilen-im-schienenverkehr-durch-einsatz-von-solarbetriebener-telematik?suchstr=schienenverkehr&oder1=220&oder4=2010>, Zugriff am 03.11.2018

Vuchic V./Casello J. (2002): An Evaluation of Maglev Technology and Its Comparison With High Speed Rail; University of Pennsylvania

Wegfinder (2017): Wegfinder: Wiener Navigations-App verkauft jetzt Tickets von ÖBB und Öffis, in: <https://www.trendingtopics.at/wegfinder-wiener-navigations-app-verkauft-jetzt-tickets-von-oebb-und-oeffis/>, Zugriff am: 05.11.2018

Wegfinder (2018): Geniale Karten-App aus Österreich startet, in: <https://www.oe24.at/digital/software/wegfinder-at-Geniale-Karten-App-aus-Oesterreich-startet/277773968>, Zugriff am: 05.11.2018

Weitze, L. (2017): wegfinder App – Mobilität einfach gemacht, in: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20170413_OTS0055/wegfinder-app-mobilitaet-einfach-gemacht-bild, Zugriff am: 05.11.2018

Wikipedia (2019a): Geschichte der Eisenbahn in Österreich, bezogen unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Eisenbahn_in_%C3%96sterreich, Zugriff am: 19.07.2019

Wikipedia (2019b): A vasút története, bezogen unter: https://hu.wikipedia.org/wiki/A_vas%C3%BAt_t%C3%B6rt%C3%A9nete, Zugriff am: 10.03.2019

Zukunft Mobilität (2019): Geschichte der Eisenbahn – Teil I: Anfang 17. Jahrhundert – 1835, bezogen unter: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/1674/vergangenheit-verkehrsgeschichte/geschichte-der-eisenbahn-teil-i-anfang-17-jahrhundert-1835/>, Zugriff am 19.07.2019