



Grenzüberschreitender Schienenpersonenfernverkehr. Quelle: VIA

# Interoperabler Schienenverkehr in Europa

## Perspektiven und Herausforderungen bei der Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraumes

Interoperabilität, Grenzüberschreitender Schienenverkehr, TSI, Trans-European Network, ERTMS

Aufgrund meist historisch gewachsener Inkompatibilitäten der nationalen Eisenbahnnetze und nationaler Unterschiede bei der Fahrplanung und Disposition ergeben sich im grenzüberschreitenden Schienenverkehr Wettbewerbsnachteile im Vergleich zu den konkurrierenden Verkehrsträgern. Die Beseitigung von Hindernissen des grenzüberschreitenden Verkehrs und die weitergehende Harmonisierung nationaler Anforderungen stellen wesentliche verkehrspolitische Ziele der Europäischen Union dar, welche durch regulative Bemühungen ordnungsrechtlicher, technischer und betrieblicher Art mittelfristig realisiert werden sollen.

Fabian Stoll, Andreas Schüttert, Nils Nießen

Der europäische Eisenbahnbetrieb wird noch immer durch vielfältige, teilweise historisch gewachsene Inkompatibilitäten der nationalen Eisenbahnnetze eingeschränkt, auch wenn besonders im grenzüberschreitenden Güterverkehr relativ große Marktanteile auf den Verkehrsträger Schiene entfallen. Als supranationale Organisation ist die Europäische Gemeinschaft, heute Europäische Union, seit den frühen 1990er Jahren im Rahmen regulatoriver Vorstöße bestrebt, ordnungsrechtliche, technische und betriebliche Anforderungen des Eisenbahnbetriebs zu vereinheitlichen. Der Zielzustand eines leistungs- und wettbe-

werbsfähigen internationalen Zugverkehrs nützt zunächst dem europäischen Binnenmarkt, ist aber gleichzeitig notwendig, um die Dekarbonisierung des Verkehrssektors voranzutreiben.

### **Bedeutung des grenzüberschreitenden Schienenverkehrs in Europa**

Während sich der grenzüberschreitende Schienenpersonenverkehr dank kurzer Reisezeiten und komfortabler Züge besonders auf Relationen des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes etabliert hat, verlor er abseits dieser Magistralen häufig an Marktanteilen. Einige Angebote wurden aufgrund des hohen Konkurrenzdrucks durch inner-

europäische Low-Cost-Airlines und den Fernbusverkehr reduziert, zusätzlich wirkte sich auch die strategische Entscheidung zur Reduktion des Nachtzugangebotes negativ aus (vgl. [1]). 2014 ließen sich rund 5,8% der gesamteuropäischen Personenverkehrsleistung auf der Schiene auf grenzüberschreitende Verkehre zurückführen [2]. Im Länder-ranking (EU-28) belegte Deutschland beim internationalen Personenverkehr einen mittleren Platz. Etwa 5,6% der Personenkilometer (Pkm) deutscher Zugleistungen fielen grenzüberschreitend an (vgl. Bild 1).

Der Schienengüterverkehr in Europa profitiert stark von der exportorientierten Wirtschaft, infolgedessen immer mehr Gü-

ter in den großen Seehäfen umgeschlagen werden. Besonders auf langen Distanzen zeigt sich der Verkehrsträger Schiene im Vergleich zum Straßengütertransport als leistungs- und konkurrenzfähig. Im Jahr 2014 wurden 51,1% der gesamteuropäischen Verkehrsleistung auf der Schiene grenzüberschreitend erbracht [3]. In Deutschland beträgt der Anteil etwa 49,9% (vgl. Bild 2). Die Bedeutung des Verkehrsträgers Schiene im grenzüberschreitenden Güterverkehr zeigt sich auch beim Modal Split, auf den im Jahr 2014 etwa 44,4 % der Verkehrsleistung entfielen [4].

Der Bundesrepublik Deutschland kommt – gemessen an der absolut per Schiene abgewickelten Verkehrsleistung – nicht nur beim nationalen, sondern auch beim internationalen Güterverkehr die bedeutsamste Rolle innerhalb der Europäischen Gemeinschaft zu. Dabei nehmen der Seehafenhinterlandverkehr von und nach Rotterdam/Amsterdam, der alpenquerende Güterverkehr mit dem Handelspartner Italien sowie der Verkehr von und nach Österreich den größten Stellenwert ein (vgl. [5]). Aufgrund der weitreichenden Verkehrsbeziehungen Deutschlands ist der weitere Abbau von Interoperabilitätshindernissen auf der europäischen Ebene auch ein zentrales Interesse Deutschlands.

### Europäische Interoperabilitäts-Richtlinien im Eisenbahnverkehr

Bei der Betrachtung des Themas Interoperabilität im grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehr ist zwischen technischen und betrieblichen Interoperabilitätshürden zu unterscheiden. Technische Hürden resultieren vor allem aus unterschiedlichen Spurweiten, Strom- und Oberleitungssystemen, Begrenzungslinien, Radsatzlasten sowie Zugsicherungs- und Kommunikationssystemen. Betriebliche Hürden gestalten sich weitaus vielfältiger, ergeben sich vielfach im Rahmen unternehmensübergreifender Prozesse und entziehen sich zum Teil der Kompetenz der EU-Regulierungsbehörden. Die Planung grenzüberschreitender Zuglaufwege, sogenannter Fahrplandrassen, erfordert eine länderübergreifende Abstimmung und bereitet insbesondere bei Abweichungen vom Fahrplan Schwierigkeiten. Infolgedessen kann sich die Übergabe von Zügen an Staatsgrenzen (grenzüberschreitende Disposition) verzögern. Gründe hierfür sind u.a. die abweichenden netzspezifischen Priorisierungen von Zugprodukten, überschneidungsfreie Bearbeitungsgrenzen der Disponenten der nationalen Schienennetze sowie die in der Regel abweichenden Betriebsprachen.

Seit über 20 Jahren verfolgt die Europäische Union den Ausbau eines transeuropäi-

schen Verkehrsnetzes (Trans-European Network, kurz TEN), das im Eisenbahnverkehr neun Prioritätsachsen (core network corridors) umfasst. Zur Erhöhung der technischen Interoperabilität haben sich die Anrainerstaaen vertraglich dazu verpflichtet, Eisenbahnkorridore vollständig zu elektrifizieren und mit dem European Rail Traffic Management System (ERTMS) auszurüsten, das aus dem Zugsicherungssystem European Train Control System (ETCS) und dem Funksystem GSM-R besteht (vgl. [6]).

Um die grenzüberschreitende Nutzung von Schienennetzen zu erleichtern und eine weitere Harmonisierung der technischen sowie betrieblichen Anforderungen der europäischen Staaten zu ermöglichen, wurde durch die Richtlinie 2001/16/EG die Einführung der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) beschlossen. Diese enthalten u.a. Anforderungen an die technischen Einrichtungen von Strecken und Fahrzeugen (vgl. Bild 3). Eine Anwendung der TSI ist dabei nur für Neu- und Ausbaumaßnahmen, nicht aber für Bestandsstrecken verpflichtend [7].

Ein zentraler Regelungsinhalt der TSI im Teilsystem Infrastruktur ist die Festlegung einheitlicher Streckenstandards.

Durch die Harmonisierung sollen national unterschiedliche Anforderungen, etwa bei maximal möglichen Radsatzlasten oder Zuglängen, zukünftig der Vergangenheit angehören. Auch für Triebfahrzeuge und Wagen wurden bestehende Inkompatibilitäten reduziert (Teilsystem Fahrzeuge). Dies betrifft etwa Kupplungen, Bremsanlagen oder Bedienelemente im Führerstand. Die TSI Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (ZSS) formuliert Mindestanforderungen an das Zugsicherungssystem, die Sprach- und Datenkommunikation sowie die Zugortung (Teilsystem ZSS). Mit dem Teilsystem Energie verfolgen die TSI darüber hinaus eine Standardisierung von Leistungsparametern der Energieversorgung. An den vier unterschiedlichen, in der EU dominierenden Stromsystemen (25 kV 50 Hz sowie 15 kV 16,7 Hz Wechselstrom und 3 kV sowie 1,5 kV Gleichstrom), wird jedoch festgehalten.

Mit dem Teilsystem Betrieb greifen die TSI vor allem Probleme bei der Disposition von Zugfahrten des Güterverkehrs auf, aber auch bei der Ausbildung von Triebfahrzeugführern. Dies umfasst u.a. die verpflichtende Anwendung von Verfahren zur Disposition in Echtzeit, insbesondere in Verspä-

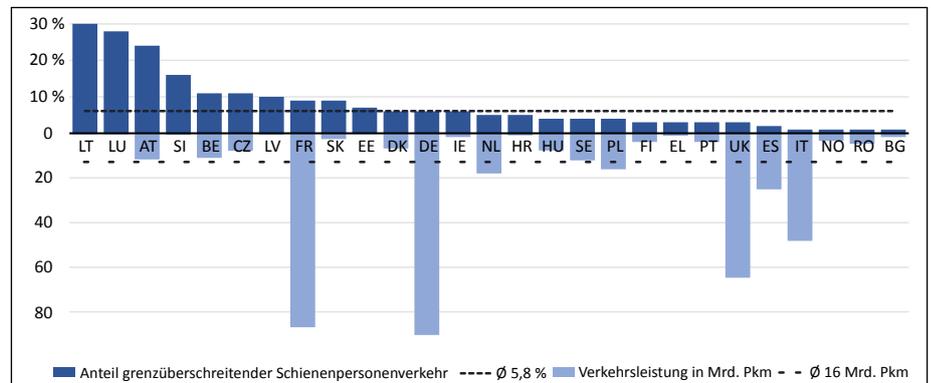


Bild 1: Anteil des grenzüberschreitenden Schienenpersonenverkehrs und der Verkehrsleistung je EU-Mitgliedsland 2014  
Quelle: VIA

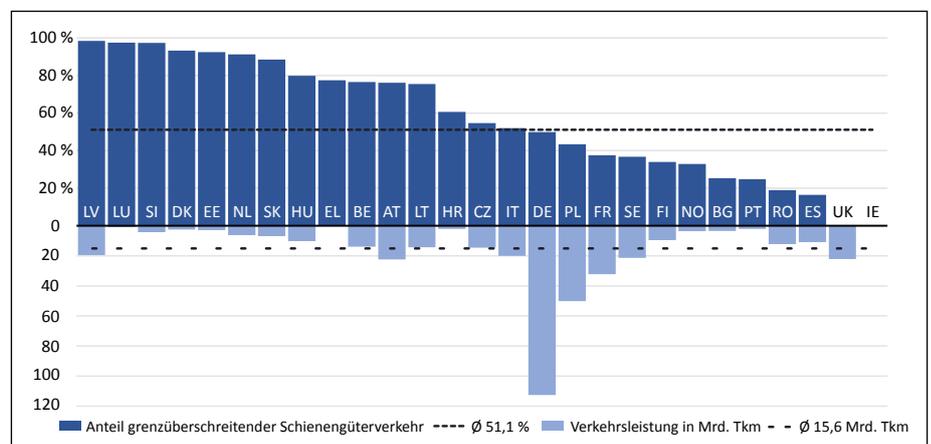


Bild 2: Anteil des grenzüberschreitenden Schienengüterverkehrs und der Verkehrsleistung je EU-Mitgliedsland 2014  
Quelle: VIA

tungsfällen, und die Festlegung auf ein definiertes Vorgehen, um die Übergabe von Zügen zwischen zwei Infrastrukturbetreibern zu vereinfachen. Die berufliche Qualifikation von Triebfahrzeugführern soll durch verpflichtende Schulungen entsprechend der täglichen Betriebserfordernisse verbessert werden. Gemäß Richtlinie 2014/82/EU müssen Triebfahrzeugführer beispielsweise Sprachkenntnisse auf dem Niveau B1 der Betriebssprache des entsprechenden Schienennetzbetreibers nachweisen.

**Bestehende Interoperabilitätsprobleme trotz EU-Bemühungen**

Trotz weitreichender regulativer Bemühungen der Europäischen Union bleiben viele grundlegende Hindernisse für den grenzüberschreitenden Schienenverkehr bestehen. So werden in den TSI-Verordnungen länderspezifische Sonderfälle definiert, die als Normabweichungen geduldet werden, da „geografische, topografische, städtebauliche oder die Kohärenz mit dem beste-

henden System betreffende Zwänge vorliegen“ [8].

Infrastrukturell betrifft dies im Wesentlichen die Existenz unterschiedlicher Bahnstrom-, Sicherheits- und Kommunikationssysteme, die den Einsatz von Mehrsystemlokomotiven und -triebzügen erfordern (Bild 4). Solche, vor allem im grenzüberschreitenden Personenfernverkehr und Seehafenhinterlandverkehr dominierenden Fahrzeuge, gaben in den letzten Jahren an mehreren Grenzübergängen den Anstoß, Trennstellen des Strom- und Sicherungssystems umzubauen. Traditionelle Standorte im Bahnhof, die den Traktionswechsel zwischen nationalen Bahngesellschaften ermöglichten, entfielen zugunsten von Systemwechselstellen auf Gleisen der freien Strecke. Die Umbauten wurden von Infrastrukturbetreibern aufgrund ihres kostenkündenden Potenzials bei gleichzeitiger Erhöhung der Zuverlässigkeit forciert, erwiesen sich jedoch nachteilig für grenzüberschreitende Schienenverkehre kurzer Distanz. Einzelne Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) bemängeln, dass die Wirt-

schaftlichkeit des „kleinen Grenzverkehrs“ aufgrund deutlich höherer Investitions- und Betriebskosten von Mehrsystem-Elektrotriebfahrzeugen im Vergleich zu vormals eingesetzten Einsystem-Elektrolokomotiven nicht mehr gegeben ist. Dies führt zum Einsatz von Diesellokomotiven auf eigentlich elektrifizierten Strecken. Hier zeigt sich, dass sich interoperabilitätssteigernde Technik nicht für alle Marktakteure gleichermaßen positiv auswirkt.

Trotz der vorhandenen technischen Befähigung für den Betrieb in mehreren Ländern beschränkte sich die Einsatzfähigkeit ausländischer Lokomotiven in der Vergangenheit teilweise auf ausgewählte Strecken. So durften die 2006 von der französischen Staatsbahn SNCF beschafften Dreisystem-Elektrolokomotiven der Produktplattform Alstom Prima trotz vorhandenem deutschem Zugsicherungssystem nur auf dem Korridor Trier-Ehrang – Köln-Gremberg eingesetzt werden [9]. Die bereits zu Beginn der technischen Entwicklung der heutigen Mehrsystemlokomotiven in den 2000er Jahren aufgetretenen bürokratischen Zulassungshürden, vor allem infolge länderspezifisch angepasster technischer Bauteile [10], sind bis heute ein Problem.

Schienenfahrzeughersteller bemängeln damals wie heute unterschiedliche nationale Zulassungsphilosophien sowie Interpretationsspielräume bei der Anwendung der TSI-Normen. Durch die Richtlinie 2011/18/EU soll gewährleistet werden, dass die Zulassung eines Fahrzeuges in einem Mitgliedsstaat der Europäischen Union auf andere Staaten übertragbar ist und nur noch hinsichtlich der technischen Kompatibilität netzspezifischer Komponenten des Fahrzeuges für das jeweilige Schienennetz geprüft werden darf. Die im Mai 2016 begonnene Bündelung von bislang nationalstaatlich aufgeteilten Zulassungskompetenzen in der europäischen Eisenbahngesellschaft (ERA) wird daher von Triebfahrzeugherstellern und EVU als dringend erforderlich begrüßt. Neben der Vereinheitlichung des Zulassungsprozesses sind die Hauptaufgaben der ERA darüber hinaus in der Angleichung sowie der Überwachung der Einhaltung der TSI durch die nationalen Schienennetzbetreiber zu sehen.

Das europäische Zugsicherungssystem ETCS bereitet einigen EVU technische Probleme und wurde als Kostentreiber eingestuft. Zwar unterstützen die Marktakteure den geplanten Endzustand eines europaweit einheitlichen Systems, die bis dahin angewandten technischen Zwischenlösungen stehen hingegen zunehmend in der Kritik. Damit die Kompatibilität zwischen ETCS-Technologie und länderspezifischen

Teilsystem Fahrzeuge		Teilsystem Infrastruktur
TSI WAG   VO (EU) 2015/924 Güterwagen Anforderungen u.a. an: - Kupplungen - Lauf- und Bremsverhalten - Brandschutz	TSI LOC&PAS   VO (EU) 1302/2014 Lokomotiven und Personenwagen Anforderungen u.a. an: - Kupplungen - Lauf- und Bremsverhalten - Sanitäranlagen und Türsysteme	TSI INF   VO (EU) 1299/2014 Infrastruktur Anforderungen u.a. an: - Strecken nach TSI-Streckenklassen - Betrieb und Instandhaltung
Teilsystemübergreifende TSI		
TSI SRT   VO (EU) 1303/2014 Sicherheit in Eisenbahntunneln Maßnahmen u.a. zur: - Evakuierung und Rettung - Sicherheit von Reisenden & Personal	TSI NOI   VO (EU) 1304/2014 Lärm Grenzwerte u.a. für: - Standgeräusche von Triebfahrz. - An- und Vorbeifahrgeräusche - Innengeräusche im Führerstand	TSI PRM   VO (EU) 1300/2014 eingeschränkt mobile Personen Anforderungen u.a. an: - Bahnhofsbereiche und Fahrzeuge - Informationsbereitstellung - Kauf & Entwertung von Fahrkarten
Teilsystem Betrieb		
TSI TAF   VO (EU) 1305/2014 Telematikanwendungen für den GV Anforderungen u.a. an: - Güter- und Zugverfolgung in Echtzeit - Rangier- und Zugbildungssysteme - Trassenbuchungssysteme	TSI TAP   VO (EU) 2016/527 Telematikanwendungen für den PV Anforderungen u.a. an: - Instandhaltungs-Software - Fahrgastinformationssysteme - Buchungs- und Zahlungssysteme	TSI OPE   VO (EU) 2015/995 Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung Anforderungen u.a. an: - Personalschulung und -gesundheit - Durchführung von Zugfahrten
<b>Teilsystem ZZS</b> TSI ZZS   VO (EU) 2016/919 Zugsteuerung, -sicherung, Signalgebung Anforderungen u.a. an: - fahrzeug- und streckenseitiges ETCS - Betrieb und Instandhaltung	<b>Teilsystem Energie</b> TSI ENE   VO (EU) 1301/2014 Energie Anforderungen u.a. an: - Energieversorgung - Oberleitungen und Stromabnehmer	

Bild 3: Übersicht über TSI-Teilsysteme

Quelle: VIA



Bild 4: Mehrsystem-Elektrolokomotive der BR 186 im transalpinen Güterverkehr  
Quelle: VIA

Altsystemen gewährleistet ist, werden individuelle Softwarelösungen benötigt, die zugelassen und regelmäßig aktualisiert werden müssen. Dies verringert die Verfügbarkeit der Triebfahrzeuge und erhöht die Fehleranfälligkeit im Betriebsalltag. Die Ablösung nationaler Sicherungssysteme durch lediglich in einem Land einsetzbare ETCS-Versionen ist aus Sicht der EVU kein Erfolgsmodell. Es zeichnet sich ab, dass die Umsetzung eines europaweit einheitlichen Zugsicherungs- und Kommunikationssystems noch viel Zeit in Anspruch nehmen wird. Während einige Länder, etwa Luxemburg oder Dänemark, ETCS zügig umsetzen, melden z.B. die Niederlande, Frankreich oder Deutschland Verspätungen bei der Einführung. Eine Studie im Auftrag der EU kommt zu dem Schluss, dass neben technischen Problemen die hohen Systemkosten sowie die schwierige Haushaltslage mancher Staaten die rasche ETCS-Einführung behindern [11].

Trotz der TSI-gestützten Harmonisierung eisenbahnbetrieblicher Prozesse ist zu erwarten, dass die Ausbildung von Triebfahrzeugführern in den Bereichen Sprache und länderspezifische Verhaltensweisen sowie die Disposition von grenzüberschreitenden Zugfahrten auch zukünftig zeit-, kosten- und personalintensiv bleibt. Seit 2014 haben Güterverkehrsunternehmen im Rahmen der Strategie „Corridor One-Stop-Shop“ (C-OSS) die Möglichkeit, auf den TEN-Korridoren so genannte „Pre-arranged Paths“ (PaPs) zu bestellen, d. h. für den Güterverkehr vorgeplante und reservierte Zugtrassen, die gegenüber nationalen Trassenanmeldung priorisiert werden [12]. In Deutschland ist der C-OSS-Ansatz auf sechs Korridoren vorgesehen (vgl. Bild 5). Die in der Praxis häufig anzutreffenden kurzfristigen Trassenanmeldungen, aber auch Verspätungen von Zügen erfordern jedoch weiterhin eine Abstimmung der Disponenten verschiedener Netzbetreiber über Staatsgrenzen hinweg. Im ungünstigen Fall muss eine Trasse vor dem Grenzübertritt vom Netzbetreiber neu geplant werden, sodass zwischen der Trassenanfrage und einer möglichen Abfahrt im Zweifel mehrere Stunden vergehen.

**Fazit**

Der grenzüberschreitende Schienenverkehr bietet für die Personenbeförderung wie für den Gütertransport umwelt- und verkehrspolitische Systemvorteile. Während sich der internationale Schienenpersonenfernverkehr vor allem auf Hochgeschwindigkeitsstrecken abspielt, stellt der grenzüberschreitende Schienengüterverkehr auf längeren Distanzen häufig eine

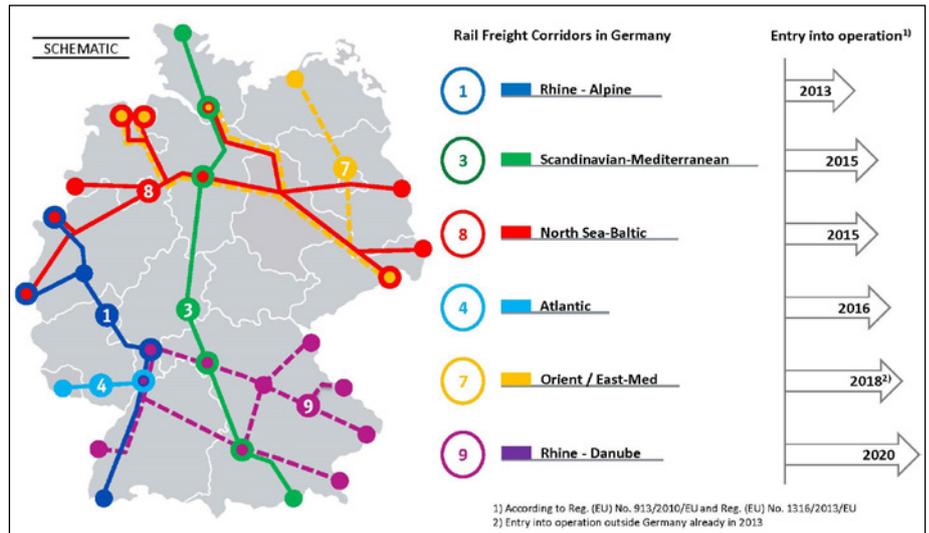


Bild 5: Güterverkehrskorridore in Deutschland und geplante Inbetriebnahme Darstellung nach [13]

wirtschaftlichere Alternative im Vergleich zum LKW dar. Die Wettbewerbsvorteile des Schienenverkehrs werden jedoch aufgrund meist historisch gewachsener, technischer und betrieblicher Inkompatibilitäten nationaler Eisenbahnsysteme geschmälert. In der Folge können die Erwartungen von Marktteilnehmern hinsichtlich der Punkte Zuverlässigkeit, Flexibilität und Beförderungszeit teilweise nicht erfüllt werden. Hinzu kommt ein allgemein erhöhter Organisationsaufwand, der dem Ausbau von Marktanteilen auf der Schiene entgegensteht. Die Beseitigung von Interoperabilitätshürden und der Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs sind zentrale Bestandteile der Verkehrspolitik der Europäischen Union. Regulative Vorgaben im Bereich der TSI und die Implementierung des ERTMS sind hierfür wichtige Voraussetzungen, doch ist zu erwarten, dass die Schaffung eines interoperablen europäischen Eisenbahnraums zukünftig noch weiterer Anstrengungen der Politik, von Infrastrukturbetreibern und Verkehrsunternehmen bedarf.

**QUELLEN**

[1] Bienick, M. (2015): Lücken im europäischen Fernbahnnetz. In: Eisenbahn-Revue International, Ausgabe 04/2015, S.202-206.  
 [2] Europäische Kommission (2016): Rohdaten zum fünften Bericht über die Überwachung der Entwicklung des Schienenverkehrsmarktes (Fig. 11). Brüssel, Stand: 08.12.2016. Online unter <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/5th-rmms-report-figures.zip>  
 [3] Europäische Kommission (2016): Rohdaten zum fünften Bericht über die Überwachung der Entwicklung des Schienenverkehrsmarktes (Fig. 16). Brüssel, Stand: 08.12.2016. Online unter <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/5th-rmms-report-figures.zip>  
 [4] Eurostat (2016): Grenzüberschreitender jährlicher Straßengüterverkehr nach Be- und Entladungsland (Mio. tkm). Stand: 29.09.2016.

Online unter <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do#>

[5] Statistisches Bundesamt (2014), Fachserie 8, Reihe 2, Eisenbahnverkehr, S. 21.  
 [6] Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Ausbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU.  
 [7] siehe z.B. TSI des Teilsystems „Infrastruktur“ nach Verordnung (EU) Nr. 1299/2013, Art. 2 Abs. 1ff.  
 [8] vgl. Richtlinie 2008/57/EG vom 17. Juni 2008, Art. 2 Abs. 1 S. 1.  
 [9] vgl. Schäfer & Gleitsmann (2007): Der Güterverkehr Deutschland – Frankreich. In: Eisenbahn-Kurier, Ausgabe 10/2007, S. 34-40.  
 [10] vgl. Hoppe & Stapff (2005): Vom einheitlichen Europa keine Spur. In: Internationales Verkehrswesen (57), Ausgabe 03/2005, S. 101ff.  
 [11] vgl. PwC (2015): Study to develop tailor-made solutions for use of innovative financing to support deployment of ERTMS – Final Report v4.0 for the European Commission DG Move, online abrufbar unter [https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/studies/infrastructure-studies\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/studies/infrastructure-studies_en)  
 [12] vgl. DB Netz (2013): NetzNachrichten, Ausgabe Dez. 2013, S. 1 u. 3.  
 [13] vgl. DB Netz (2016): Rail Freight Corridors in Germany, online abrufbar unter [http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/international/europ\\_korridore/europ\\_korridore\\_allg.html](http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/international/europ_korridore/europ_korridore_allg.html)



**Fabian Stoll**, M.Sc.  
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
 Verkehrswissenschaftliches Institut  
 der RWTH Aachen  
 Forschungsbereich Verkehrswirtschaft  
**stoll@via.rwth-aachen.de**



**Andreas Schüttert**, M.Sc.  
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
 Verkehrswissenschaftliches Institut  
 der RWTH Aachen  
 Forschungsbereich Eisenbahnbetriebswissenschaft  
**schuettert@via.rwth-aachen.de**



**Nils Nießen**, Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
 Universitätsprofessor, Leiter des  
 Verkehrswissenschaftlichen Instituts  
 der RWTH Aachen  
**niessen@via.rwth-aachen.de**