

POTENTIALSTUDIE ZUM INDUSTRIELLEN HANDLUNGSFELD DER SCHIENENVERKEHRS- TECHNIK

**Endbericht
(Version für Publikation)**

**Maria Leenen
Prof. Dr. Claudia Langowsky
Ralf Meinsen
Leandro Giaretta Padovan
Alexander Precht**

**Tel. +49 (30) 284454-18
Fax +49 (30) 284454-20**

SCI Verkehr GmbH
Berlin
18. Mai 2015

ENDBERICHT (Version für Publikation)

„Potentialstudie zum industriellen Handlungsfeld der Schienenverkehrstechnik“

Berlin, 18.05.2015

Maria Leenen (Geschäftsführende Gesellschafterin SCI Verkehr)
Prof. Dr. Claudia Langowsky (Fachhochschule Brandenburg)
Ralf Meinsen (Kompetenznetz Rail Berlin-Brandenburg)
Leandro Giaretta Padovan (SCI Verkehr)
Alexander Precht (SCI Verkehr)

SCI Verkehr GmbH
www.sci.de
Köpenicker Str. 48/49 G
10179 Berlin / Deutschland
T +49 (0)30 284454-18
F +49 (0)30 284454-20

Geschäftsführende Gesellschafterin Maria Leenen
Registergericht Amtsgericht Hamburg
Geschäfts-Nr. 66 HR B 56 572
Umsatzsteuer ID-Nr. DE 164981264



Diese Studie wurde aus Mitteln des Landes Brandenburg gefördert und von der Europäischen Union – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung kofinanziert.

INHALT

1	Kurzfassung	4
2	Einführung in die Studie	7
2.1	Konzept der Studie.....	7
2.2	Vorgehen und Methodik.....	8
3	Branchenanalyse.....	10
3.1	Weltweiter Bahnmarkt	10
3.2	Deutscher Bahnmarkt	14
3.3	Deutsche Bahnindustrie	17
3.4	Bahnindustrie in der Region Berlin-Brandenburg	19
4	Shift2Rail	22
5	Bewertung und Ergebnisse der Interviews	25
6	Innovationspotentiale der Bahnindustrie	28
6.1	Fahrzeuginnovationen.....	28
6.2	Infrastrukturinnovationen.....	30
6.3	Innovationen der IT, Leit- und Sicherungstechnik	31
7	Ergebnisse der Workshops und thematische Handlungsempfehlungen	33
8	Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail	36
9	Anhang 2: Kurzbeschreibung der Innovationsthemen	41

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Themen der Workshops	5
Abbildung 2: Zusammenfassung der identifizierten Innovationsthemen.....	6
Abbildung 3: Methodische Überblick der Studie	9
Abbildung 4: Aktuelles Marktvolumen und Marktentwicklung bis 2018 nach Regionen.....	10
Abbildung 5: Umsatz CNR/CSR und ABS.....	11
Abbildung 6: Produktionskapazitäten CNR/CSR für Metro-Fahrzeuge	11
Abbildung 7: Exportverträge CNR/CSR	12
Abbildung 8: Die zehn größten Hersteller von Eisenbahnpersonenfahrzeugen, gemessen am Neufahrzeugumsatz 2013.....	12
Abbildung 9: Bahnindustriemarkt in den GUS	13
Abbildung 10: Marktvolumen der Top-10 Länder	14
Abbildung 11: Aktuelles Marktvolumen des deutschen Bahnmarkts nach Segment.....	15
Abbildung 12: Marktvolumen 2010-2020: Fahrzeuge, Infrastruktur, Systemtechnik	16
Abbildung 13: Umsatzentwicklung der Bahnindustrie in Deutschland 2001-2014.....	17
Abbildung 14: Auftragseingang der Bahnindustrie in Deutschland 2001-2014.....	18
Abbildung 15: Inländische und ausländische Umsätze und Auftragseingang 2011-2014	18
Abbildung 16: Monatliche Bruttoarbeitsentgelte von sozialversicherungspflichtigen Vollzeitbeschäftigten 2013.....	19
Abbildung 17: Direkte Beschäftigung im Schienenfahrzeugbau	20
Abbildung 18: Großunternehmen der Bahnbranche mit Sitz in der Hauptstadtregion.....	20
Abbildung 19: Anzahl der identifizierten Akteuren nach Segment.....	21
Abbildung 20: Ansätze und Leitthemen von Shift2Rail	23
Abbildung 21: Budgetierung von Shift2Rail	23
Abbildung 23: Rückmeldungen auf das initiale Anschreiben nach Segment.....	25
Abbildung 24: Bei Interviews angesprochene Innovationsthemen.....	27
Abbildung 25: Struktur der Studie und Rolle der Workshops.....	33
Abbildung 26: Workshops und Innovationsthemen	34
Abbildung 27: Kompetenzen der Region Berlin-Brandenburg	34
Abbildung 28: Innovation-Umsatz-Matrix für die identifizierten Themen	35

1 Kurzfassung

Die Bahnbranche in der Region Berlin-Brandenburg ist Teil der globalen Bahnbranche und eng mit ihr verzahnt. Namhafte Unternehmen sind in der Region angesiedelt und fördern die Entwicklung eines breiten Netzes von Lieferanten und kleineren Partnern. Als Teil der globalen Bahnbranche ist die regionale Industrie den Tendenzen und Herausforderungen des zunehmenden Wettbewerbs in vollem Umfang ausgesetzt und muss noch erfolgreicher sein, um sich behaupten zu können. Innovative Produkte, die die Sicherheit und die Effizienz des Schienenverkehrs verbessern, sind dabei wesentlicher Schlüssel für eine erfolgreiche Weiterentwicklung der regionalen Bahnindustrie.

Diese Herausforderung können die Unternehmen der Hauptstadtregion jedoch nicht allein bewältigen. **Für die Entwicklung neuer Produkte sowie die Optimierung angebotener Lösungen ist die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren der Bahnbranche erforderlich,** insbesondere mit Schienenverkehrsbetreibern, Forschungseinrichtungen sowie Verbänden und Interessenvertretungen.

Mit einem Gesamtbudget von insgesamt 920 Mio. Euro, das bis 2020 bereitgestellt werden soll, fördert und beschleunigt die **europäische Initiative Shift2Rail** eine Weiterentwicklung der Bahnbranche durch Innovationen im Bereich der Schienenverkehrstechnik. Um die regionalen Akteure auf diese Chance vorzubereiten, beauftragte das Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (MWE) die SCI Verkehr GmbH (SCI Verkehr) in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Brandenburg und dem Kompetenznetz Rail Berlin-Brandenburg GmbH (KNRBB) mit der Durchführung einer Potentialstudie zum industriellen Handlungsfeld der Schienenverkehrstechnik.

Im Rahmen dieser Studie haben die Auftragnehmer **213 in der Hauptstadtregion ansässige Akteure der Bahnbranche** identifiziert. Mit diesen Akteuren erfolgte eine schriftliche Kurzbefragung zu ihren Forschungsaktivitäten, ihrem Interesse und der geplanten Teilnahme an Shift2Rail sowie ihren Erfahrungen mit EU-Förderanträgen. Insgesamt meldeten sich 45 Akteure zurück, davon 40 Unternehmen. Dabei wurde festgestellt, dass in rund 21 Unternehmen eine eigene Forschungs- bzw. Innovationsabteilung besteht. 23 Unternehmen haben Erfahrung mit EU-Förderanträgen. In 25 Unternehmen ist die Initiative Shift2Rail bekannt, jedoch planen von diesen nur 15 eine Teilnahme an der Initiative.

Im nächsten Schritt wurden **31 Interviews mit ausgewählten Akteuren** geführt. In den Interviews wurde eine Vielfalt branchenrelevanter Innovationsthemen identifiziert, wie in der Abbildung 2 dargestellt. Diese Themen sind mit den aktuellen Herausforderungen des Schienenverkehrs verbunden und beziehen sich auf verschiedene Bereiche der Branche. Erfreulicherweise entsprechen die in den Interviews identifizierten Themen und Herausforderungen der regionalen Akteure weitgehend den Vorgaben und Prioritäten der Shift2Rail-Initiative.

Eine Analyse der Rückmeldungen ergab, dass die europäische Initiative Shift2Rail bereits bei fast 60% der interviewten Akteure als Begriff bekannt war. Allerdings fiel bei der Durchführung der Interviews auf, dass wenige Unternehmen tatsächlich über vertiefte Kenntnisse hinsichtlich der Initiative verfügten. So war den meisten Gesprächspartnern nicht bekannt, ob und in welcher Weise eine eigene Beteiligung an Shift2Rail möglich ist. Oft musste die Initiative durch den Interviewer detaillierter erläutert werden.

Vor dem Hintergrund ist die Anzahl an Unternehmen bemerkenswert, die eine Teilnahme an Shift2Rail in Erwägung ziehen: Von den Unternehmen, die Shift2Rail bereits kannten, haben 60% die Absicht, an der Initiative zu partizipieren. Als Hauptgründe für die Entscheidung gegen eine Teilnahme an der Initiative wurden Schwierigkeiten bei der Suche nach den richtigen Kooperationspartnern sowie der hohe Aufwand für das europäische Verfahren genannt. Weiterhin machen viele der an Shift2Rail interessierten Unternehmen ihre Teilnahme davon abhängig, ob ein anderer Akteur die Führungsrolle eines Konsortiums übernimmt.

Diese Ergebnisse, insbesondere der **Mangel an der Bereitschaft zur Übernahme einer Führungsrolle**, sind kritisch für eine erfolgreiche Teilnahme an Shift2Rail. Eine Führungsrolle müsste jedoch nicht zwangsweise durch ein Unternehmen der Region übernommen werden, sondern könnte beispielweise auch von einer Forschungseinrichtung, einem entsprechenden Netzwerke oder Verband angenommen werden. Deshalb wurde vorgeschlagen, bei der Durchführung der Workshops einen Schwerpunkt auf die Vernetzung sowie den engeren Austausch von Ideen zwischen den regionalen Akteuren zu legen, um Kooperationen auch über die Shift2Rail-Initiative hinaus zu initiieren. Weiterhin sollten die Workshops zur Bereitstellung detaillierter Informationen über die Initiative Shift2Rail genutzt werden, sowie Ratschläge zu einer erfolgreichen Antragsstellung geben. Derart strukturierte Workshops können beim Aufbau von Konsortien helfen. Sie sollten nach Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt vom MWE, der ZukunftsAgentur Brandenburg (ZAB) sowie dem Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik wiederholt werden.

Am 21. April 2014 wurden im Rahmen des Arbeitskreiseminars Schienenverkehrstechnik fünf thematische Workshops durchgeführt. Die inhaltliche Aufteilung der Workshops wurde in enger Abstimmung mit dem MWE, dem Clustermanagement Verkehr, Mobilität und Logistik und der ZAB auf Basis der Interviewergebnisse und der Innovationspotentiale der Bahnindustrie definiert. Die Themen der Workshops sind in Abbildung 1 aufgelistet.

Themen und Moderation der Workshops

Workshop	Thema	Moderation	Institution
Workshop 1	Fahrzeuge	Prof. Dr. Claudia Langowsky	FH Brandenburg
Workshop 2	Instandhaltung	Ralf Meinsen	KNRBB
Workshop 3	Infrastruktur	Maria Leenen	SCI Verkehr
Workshop 4	IT, Leit- und Sicherheitstechnik	Leandro Padovan & Alexander Precht	SCI Verkehr
Workshop 5	Fördermöglichkeiten für Innovationsprojekte	Thomas Meißner	Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 1: Themen der Workshops

Als Auftakt zur Diskussion wurden in jedem der fünf Workshops thematisch hinführende Impulsvorträge präsentiert. Die Akteure hatten bei den Workshops die Gelegenheit, die Kompetenzen der Region zu bewerten sowie die Entwicklungspotentiale der einzelnen Innovationsthemen zu diskutieren. Abbildung 2 fasst die in den Workshops intensiv

diskutierten Innovationsthemen zusammen. Besonders vielversprechend wurden die Themen **Fügetechnik (Laserschweißen), Lärminderung, Instandhaltungsprozesse, Automatisierung des Betriebs, automatisierte Instandhaltungseinheiten sowie Fahrassistenzsysteme** bewertet.

Zusammenfassung der identifizierten Innovationsthemen

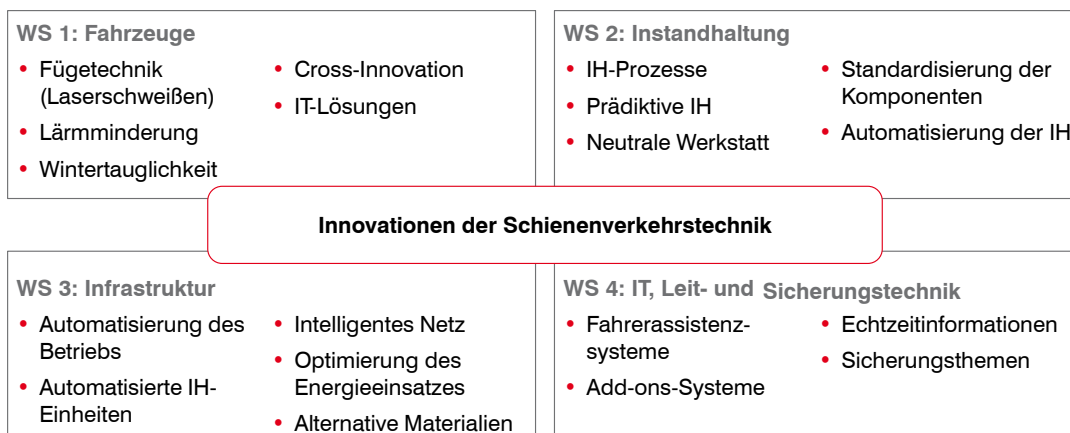


Abbildung 2: Zusammenfassung der identifizierten Innovationsthemen

WS: Workshop; Die Innovationsthemen werden am Anhang 8 definiert.

© SCI Verkehr GmbH

In Workshop 5 wurden neben Shift2Rail weitere regionale sowie bundesweite Förderprogramme für Innovationsprojekte durch die ZAB und Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie vorgestellt. Beratung und Unterstützung bei der Antragsstellung sowie Findung etwaiger Kooperationspartner sind Leistungen, die von Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie, vom Enterprise Europe Network Berlin Brandenburg sowie der ZAB angeboten werden.

Auf Grundlage der Workshopsergebnisse werden dem Auftraggeber fünf Handlungsempfehlungen gegeben, die durch das MWE selbst und das Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik umgesetzt werden können:

1. Regelmäßige branchenspezifische Veranstaltungen durchführen
2. Thematische Kernteams bilden und begleiten
3. Online-Informationportal und Innovationsspezialist installieren
4. Brancheninformationen bereitstellen
5. Politischen Gestaltungsraum nutzen

2 Einführung in die Studie

Das MWE hat SCI Verkehr beauftragt, eine Potentialstudie Schienenverkehrstechnik durchzuführen, um Innovationspotentiale der regionalen Bahnindustrie zu identifizieren. Die Studie wurde von SCI Verkehr in Zusammenarbeit mit der FH Brandenburg und dem KNRBB durchgeführt und von der ZAB, dem Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik sowie dem zuständigen Fachreferat im MWE begleitet. Ziel des etablierten regionalen Clusters „Verkehr, Mobilität und Logistik Berlin-Brandenburg“ ist es, eine wachstumsorientierte Wertschöpfung der Verkehrswirtschaft in der Region zu fördern. Diese soll durch eine kooperative Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette – Forschung und Entwicklung, Produktion und Anwendung – erreicht werden.

Im Schienenverkehrsbereich formiert sich auf europäischer Ebene aktuell die Initiative Shift2Rail zur Stärkung der Forschungsaktivitäten im Eisenbahnsektor, mit der Erwartung von Innovationsschüben, der Reduzierung der Systemkosten und der Erhöhung der Kapazitäten im Bahnsystem. Die Initiative sieht ein Fördervolumen von 450 Mio. Euro und eine Kofinanzierung durch Industriepartner in ähnlicher Größenordnung vor. Die damit initiierten Innovationen sollen weiterhin Nukleus für zusätzliche Forschungsvorhaben außerhalb von Shift2Rail sein, durch den eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und nachfolgende positive Beschäftigungseffekte bewirkt werden.

Für die Region Berlin-Brandenburg eröffnet sich damit die gute Gelegenheit einer zielgerichteten Innovationsinitiative. So haben einige der Gründungsmitglieder von Shift2Rail Entwicklungs- und Produktionsstandorte in der Region, namhafte Betreiber bewerben sich als assoziierte Partner der Initiative oder sind als eines der größten Nahverkehrsunternehmen unmittelbarer Nutzer der Innovationen. Es existieren ein aktives Unternehmernetzwerk von derzeit ca. 60 mittelständischen Unternehmen und eine ausgeprägte Hochschul-/Forschungslandschaft für den Schienenverkehrsbereich. Zudem bestehen erfolgreiche Cluster in anderen Sektoren, mit deren Erfahrungen Synergieeffekte geschaffen werden können.

Ausgehend von diesen positiven Voraussetzungen ließ das MWE auf Basis einer fundierten Potentialanalyse konkrete Handlungsoptionen für die Stärkung und das Wachstum des Schienenverkehrssektors in der Region erarbeiten.

2.1 Konzept der Studie

Um das Potential des Handlungsfeldes der Schienenverkehrstechnik in der Region Berlin-Brandenburg zu optimieren, führt SCI Verkehr mit Unterstützung der FH Brandenburg und der KNRBB eine auf der Delphi-Methode basierende Untersuchung der Branche durch. Die Untersuchung umfasst die folgenden Punkte:

1. Analyse der einschlägigen Industriestruktur und Forschungslandschaft in der Hauptstadtregion im Hinblick auf die in den fünf Leitthemen von Shift2Rail angesprochenen Themenbereiche und die Ableitung der sich daraus ergebenden inhaltlichen Schwerpunktsetzung.
2. Segmentierung und Einordnung der Akteure der Schienenverkehrstechnik, Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von 20 Interviews (vor Ort sowie telefonisch) mit den Akteuren der Branche.

3. Entwurf von geeigneten Kommunikationsformaten, mit denen die Leitthemen weiterentwickelt werden.
4. Inhaltliche Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung/Auswertung von 5 Workshops, in deren Ergebnis die Leitthemen (z. B. in Form von Innovationsprojekten) praktisch umgesetzt werden können.
5. Darstellung der Ergebnisse in prägnanter, übersichtlicher Art und Weise, z.B. Tabellen und/oder Grafiken. Die Ergebnisse sind in einem Abschluss-Workshop zu präsentieren und zu diskutieren. Zudem sollte das Feedback der Teilnehmer in der Auswertung berücksichtigt werden.

2.2 Vorgehen und Methodik

Die Analyse der Industriestruktur und Forschungslandschaft ist ein wichtiger Schritt für die Fortführung und Weiterentwicklung der Schienenverkehrstechnik in der Hauptstadtregion. Dieser erste analytisch-strukturierende Schritt dient der Erstellung eines Branchenüberblicks in der Hauptstadtregion, um darauf aufbauend Potentiale für Innovationen und Weiterentwicklungen zu erkennen und gezielt entwickeln zu können. In diesem Zusammenhang wurde zunächst eine Empfehlung zur Segmentierung der Branche entlang der fünf Leitthemen erstellt, die die Struktur von Shift2Rail wiedergibt.

Parallel zu diesem Schritt wurden die relevanten regionalen Akteure der Schienenverkehrstechnik (Fahrzeughersteller und -zulieferer, Betreiber und Dienstleister) identifiziert und der empfohlenen Segmentierung zugeordnet. Aus der Vielfalt der relevanten Akteure wurden 31 geeignete Interview-Partner ausgewählt, welche das Spektrum der Branche in der Region repräsentieren.

Für diese Interviews wurde ein standardisierter Leitfaden entwickelt. Die Struktur der Interviews ist in allen Fällen einheitlich, jedoch wurden die Inhalte an den entsprechenden Akteur angepasst. Durch diese Differenzierung ist eine Befragung zu den spezifischen Innovationsperspektiven und notwendigen Rahmenbedingungen der einzelnen Akteure gewährleistet.

SCI Verkehr hat für diese Art der Aufgabenstellung eine iterative Befragungs- und Diskussionsmethode in Anlehnung an die Delphi-Methode entwickelt.¹ Auf diese Weise ist es möglich, Positionen der Interviewpartner zunächst im Einzelgespräch zu ermitteln, diese aber im Rahmen der Workshops mit ggf. widersprüchlichen Positionen zu konfrontieren und einen Konsens über sinnvolle Empfehlungen zu gewinnen.

Die Interviews wurden durch die Fachexperten des Projektteams vor Ort oder telefonisch durchgeführt. Die Ergebnisse werden in diesem Bericht mit dem Fokus auf die Innovations- und Weiterentwicklungspotentiale der Hauptstadtregion bewertet und analysiert. Das auf diesem Weg generierte Meinungsbild soll Anreize für eine fruchtbare und konstruktive Diskussion liefern.

¹ Die Delphi-Methode wurde 1963 von der amerikanischen RAND-Corporation entwickelt und wird seitdem für den Meinungsbildungsprozess einer Gruppe angewendet. Bei einer Delphi-Befragung nehmen die Befragten an zwei oder mehr Runden teil. Ab der zweiten Runde wissen die Teilnehmer, wie andere Experten die gleichen Fragen beantwortet haben. Durch die Wechselwirkungen der Experten untereinander werden unterschiedliche Ansichten vermittelt, was eine Konsens-Bildung beschleunigt. Mehr zur Delphi-Methode vgl. Hüttner, Manfred: Markt- und Absatzprognosen (1982); vgl. Cuhls, Kerstin: Delphi-Befragung in der Zukunftsforschung (2009); Häder, Michael: Delphi-Befragungen (2009); Häder, Michael: Die Expertenauswahl bei Delphi-Befragungen (2000).

Die thematischen Diskussionen zwischen den regionalen Akteuren fanden im Rahmen von fünf Workshops statt. Dabei konnten die bei Interviews vorgeschlagenen Ideen debattiert sowie weitere Innovationsthemen gesammelt werden. Neben der Branchenanalyse und den Interviews ist die Durchführung von thematischen Workshops ein wichtiger Schritt dieser Studie, sowie in Abbildung 3 dargestellt.



© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 3: Methodische Überblick der Studie

3 Branchenanalyse

Die Bahnbranche in der Region Berlin-Brandenburg ist Teil der globalen Bahnbranche und eng mit ihr verzahnt. Der wichtige global operierende kanadische Konzern Bombardier Transportation sowie der größte europäische Bahnbetriebskonzern, die Deutsche Bahn AG, haben ihre Hauptsitze in der Region Berlin-Brandenburg – und damit im Zentrum des noch immer wichtigsten Nachfragemarkts Europas. Zudem beheimatet die Region einen der wichtigsten und innovativsten kommunalen Verkehrsbetriebe sowie zahlreiche weitere, für die Bahnindustrie wichtige Unternehmen. Ergänzt werden diese von einer Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen, die über ihre in der Region niedergelassenen Systemhäuser die weltweiten Bahnmärkte, direkt oder indirekt, beliefern.

Noch gelingt es der deutschen Bahnindustrie ihre Rolle des weltweiten Innovations- und Qualitätsführers zu verteidigen. Weiterhin genießen die in Deutschland gefertigten Produkte der Bahnbranche, zusammen mit den Schweizer Produkten, einen sehr guten Ruf, der es ermöglicht Höchstpreise auf dem Weltmarkt durchzusetzen.

3.1 Weltweiter Bahnmarkt

Mit einem Gesamtmarktvolumen von 52,5 Mrd. Euro und einer Wachstumsrate von 3,2% in Westeuropa und 2,2% in Osteuropa bleibt Europa der wichtigste Nachfragemarkt für Produkte der Bahnbranche. Mit einer starken Wachstumsrate von 4,0%, bei einem derzeitigen Marktvolumen von 46,0 Mrd. Euro, wächst der asiatische Bahnmarkt jedoch dynamisch weiter und gewinnt damit signifikant an Bedeutung (Abbildung 4).

Aktuelles Marktvolumen [MV] und Marktentwicklung bis 2018 [CAGR] nach Regionen*

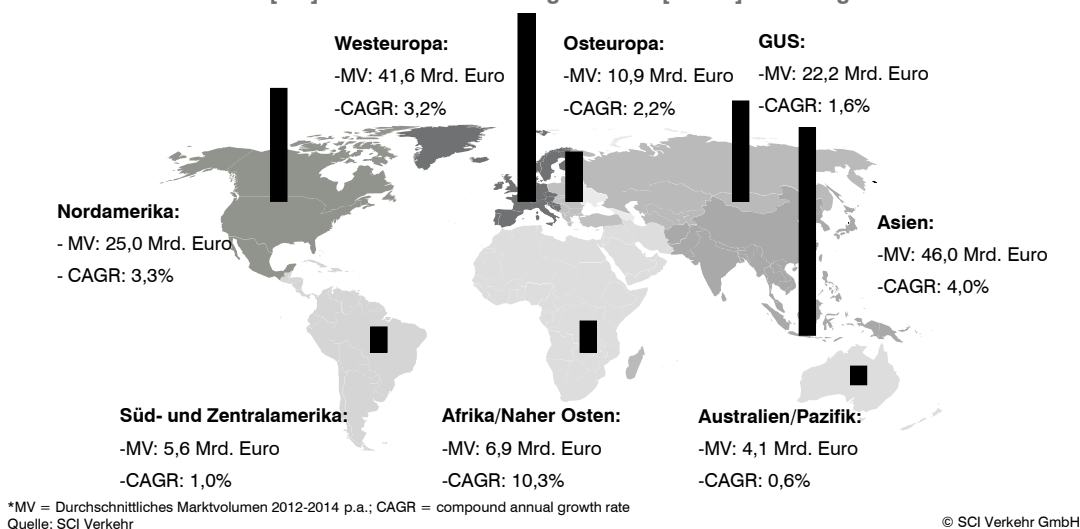
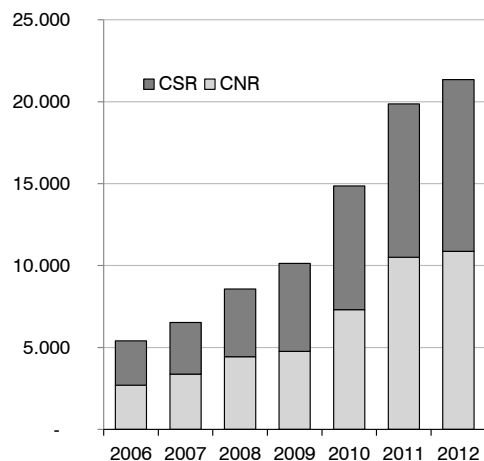


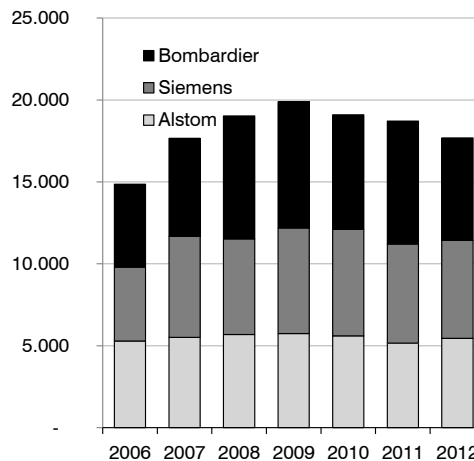
Abbildung 4: Aktuelles Marktvolumen und Marktentwicklung bis 2018 nach Regionen

Das dynamische Wachstum des asiatischen Bahnmarkts spiegelt sich auch im Vergleich der Umsatzzahlen von etablierten Herstellern (Alstom, Bombardier und Siemens) und asiatischen Produzenten, wie in Abbildung 5 dargestellt, wider. Zunehmend greifen asiatische Hersteller die etablierten Hersteller auf ihren Auslandsmärkten an und verzeichnen auf Kosten dieser signifikante Umsatzsteigerungen.

Umsatz CNR/CSR [Mio. Euro]⁽²⁾



Umsatz ABS⁽¹⁾ [Mio. Euro]⁽²⁾



Source: Annual reports CNR/CSR
Quelle: SCI Verkehr

⁽¹⁾ Alstom, Siemens, Bombardier ⁽²⁾ Exchange rate 1 EUR=8,5 CNY =1,3 USD

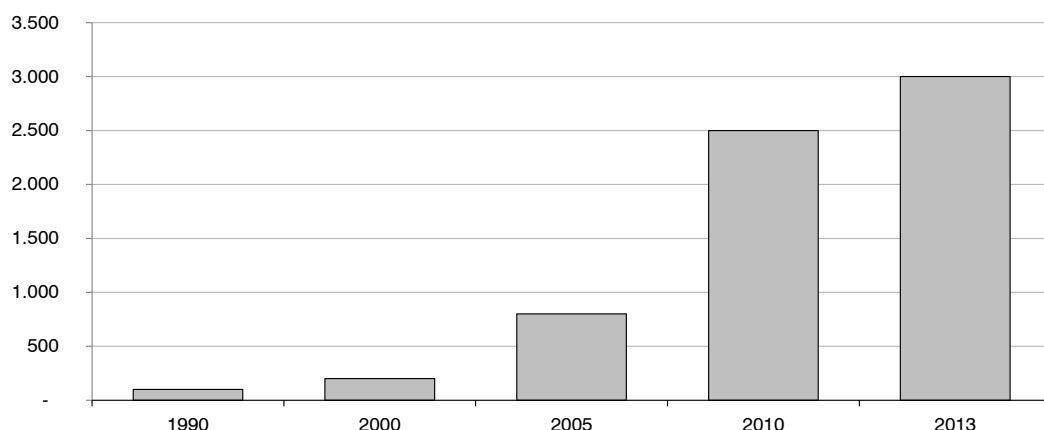
© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 5: Umsatz CNR/CSR und ABS

Die Umsatzsteigerung der chinesischen Hersteller basiert dabei unter anderem auf dem erfolgreichen Aufbau großer Fertigungskompetenzen für den chinesischen sowie den internationalen Markt. Als Beispiel ist hier CNR/CSR zu benennen.

Eine große Nachfrage auf dem eigenen Markt gilt als Auslöser zum Ausbau der eigenen Kapazitäten, wobei Joint Ventures und Technologietransfers mit europäischen und japanischen Herstellern die technologische Entwicklung förderten. Weiter wurden im Rahmen der Joint Ventures Festlegungen zu Märkten getroffen, die derzeit auslaufen und die starken Bemühungen chinesischer Hersteller auf dem europäischen Markt bedingen könnten. Als Beispiel stellt die Abbildung 6 die Produktionskapazitäten von CNR/CSR für Metrofahrzeuge dar.

Produktionskapazitäten CNR/CSR für Metrofahrzeuge [Stück/Jahr]



Quelle: SCI Verkehr

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 6: Produktionskapazitäten CNR/CSR für Metrofahrzeuge

Derzeit sind die ausländischen Märkte bereits im Fokus chinesischer Hersteller. Dabei sind Südamerika, Afrika/Naher Osten sowie Südostasien die Hauptzielregionen, wie von zahlreichen, in der Abbildung 7 aufgeführten Beispielen belegt.

Exportverträge CNR/CSR [Beispiele]

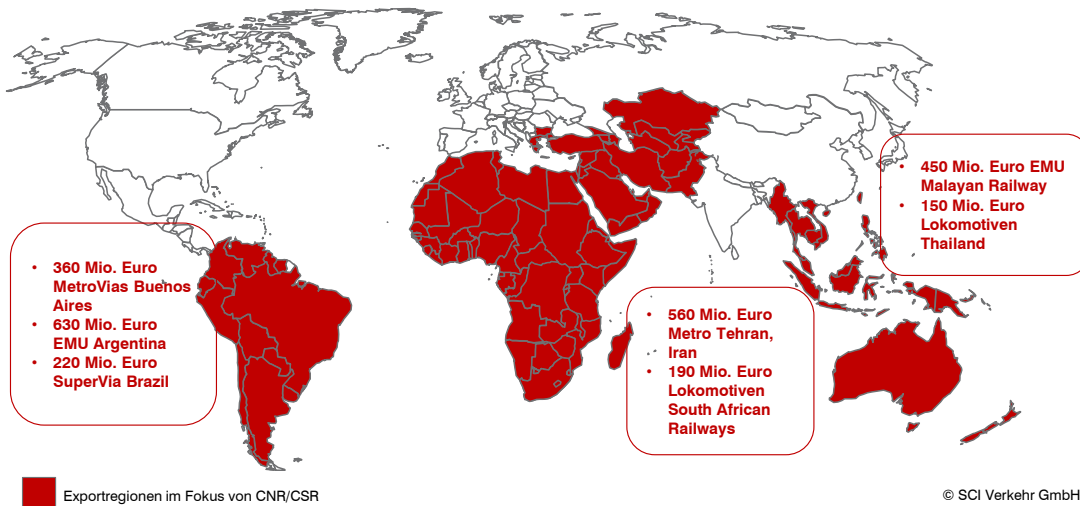


Abbildung 7: Exportverträge CNR/CSR

Mit dem Wachstum der chinesischen Hersteller wird der internationale Wettbewerb verschärft. Mitunter bedingt durch die Nachfrage des inländischen Markts verzeichnen CNR und CSR große Umsätze. Alstom und Bombardier, im Gegensatz, haben an Marktanteilen verloren, und Transmashholding und Stadler sogar Siemens hinsichtlich erwirtschaftetem Umsatz im Neufahrzeugsegment überholt. Der Fokus chinesischer Hersteller hat sich sukzessiv auf die Exportmärkte verschoben, wodurch sich eine künftige Überkapazität abzeichnet. Doch auch in anderen, etablierten Märkten ist die Nachfrage nach Bahntechnikprodukten unter Druck geraten, wodurch ein kräftiger Exportfokus und Wettbewerb entsteht.

Die zehn größten Hersteller von Eisenbahnpersonenfahrzeugen, gemessen am Neufahrzeugumsatz 2013¹ [Mio. Euro]²

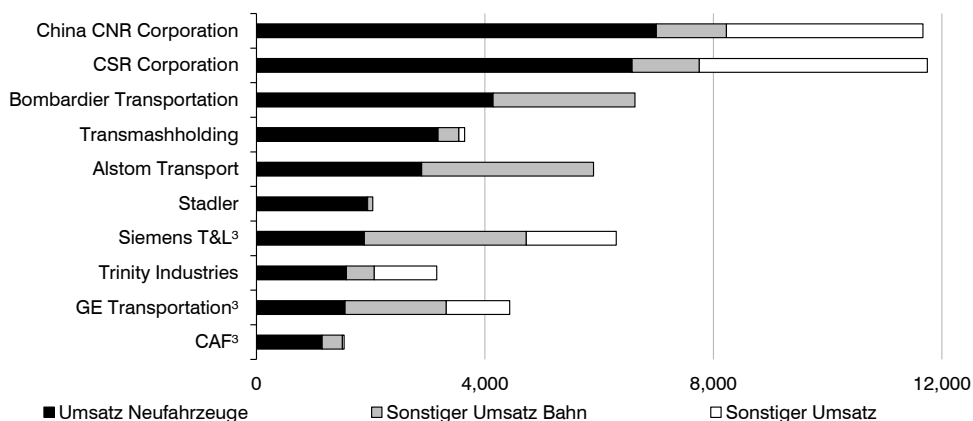


Abbildung 8: Die zehn größten Hersteller von Eisenbahnpersonenfahrzeugen, gemessen am Neufahrzeugumsatz 2013

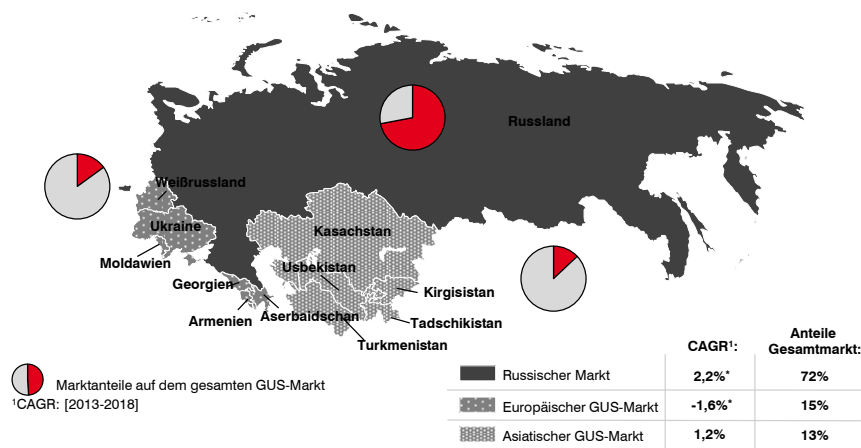
¹ Berichtsjahre, die in der ersten Hälfte 2013 endeten, wurden 2013 zugerechnet
² Ausländische Währungen wurden mit dem durchschnittlichen täglichen Wechselkurs umgerechnet
³ Neufahrzeugumsatz geschätzt
 Quelle: SCI Verkehr

© SCI Verkehr GmbH

Der einstige Hoffnungsträger Russland befindet sich im freien Fall, mit wenig Zuversicht für das Geschäftsjahr 2015. Während die staatliche Bahngesellschaft RZD weiter mit den erheblich ungünstigen konjunkturellen Entwicklungen kämpft, konnte Russland die hohen Erwartungen der westlichen Industrie in einem wachsenden Markt nicht erfüllen. Angesichts

weiterer erheblicher Rückschläge auf dem ukrainischen Markt, müssen sich die europäischen Partner der Bahnbranche auf die nunmehr spürbar schwierigen Bedingungen in den Bahnmärkten der GUS einstellen. Die chinesischen Hersteller versuchen indes von der Situation zu profitieren.

Bahnindustriemarkt in den GUS



¹ unter Voraussetzung, dass der Konflikt zwischen Russland und Ukraine kurzfristig gelöst wird
 Quelle: SCI Verkehr

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 9:
 Bahnindustriemarkt in den GUS

Eine erfolgreiche Zukunft der europäischen Bahnindustrie befindet sich daher in der Verteidigung der Technologieführerschaft. Megatrends der europäischen Bahnindustrie sind positiv, doch Margen bleiben niedrig. Die Nachfrage entwickelt sich seit Jahren positiv und wird sich, trotz einer möglichen Verschiebung des Marktfokus, weiter positiv entwickeln. Insbesondere im Stadtverkehr werden hierbei Wachstumspotentiale erwartet.

Ganz im Gegensatz zu den Anbietern von Nischenprodukten und Komponenten, sind jedoch niedrige Margen und Diskussionen über Personalreduktion die Gemeinsamkeit der Global Player der Endfertigung. Hohe Einmalkosten für Design und Produktionsstätten sowie Homologation sind hier als Faktoren zu nennen, die die Margenschwäche bedingen. Eine Weiterentwicklung von Trends wiederum ist abhängig von geopolitischer Stabilität und wirtschaftlichem Wachstum.

Grundlegende Herausforderungen der Bahnindustrie befinden sich in den starken Bemühungen zur Wiedergewinnung von Effizienz und Senkung von Kosten. Fusionen und Akquisitionen sowie strategische Kooperationen zur Entlastung des aktuellen und möglichen künftigen Drucks, aber auch die Identifikation und Entwicklung zuverlässiger internationaler Märkte durch starke Partnerschaften mit lokalen Kunden sind als weitere Aufgaben der Bahnbranche zu verstehen. Die hauptsächliche Herausforderung der europäischen Bahnindustrie befindet sich jedoch im Bereich der technologischen Innovationen und Entwicklung neuer Produkte.

3.2 Deutscher Bahnmarkt

Mit einem jährlichen Marktvolumen von durchschnittlich fast 10 Mrd. Euro in den Jahren 2012 bis 2014 folgt Deutschland den großen Bahnmärkten China, USA und Russland auf Rang vier und bleibt damit größter europäischer Bahnmarkt. Die Stärke und Größe des deutschen Bahnmarkts ist dabei von doppelseitiger Bedeutung, fordert sie die deutsche Bahnindustrie einerseits und lockt ausländische Unternehmen andererseits.

Marktvolumen der Top-10 Länder [Mrd. Euro]

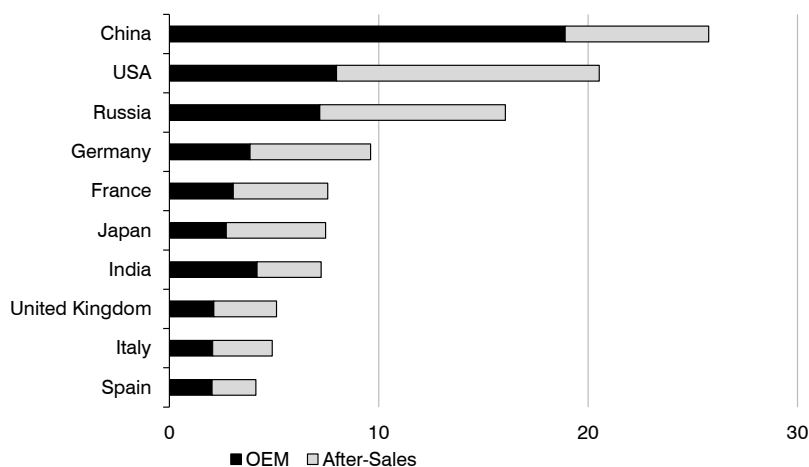


Abbildung 10:
Marktvolumen der Top-10
Länder

Quelle: SCI Verkehr

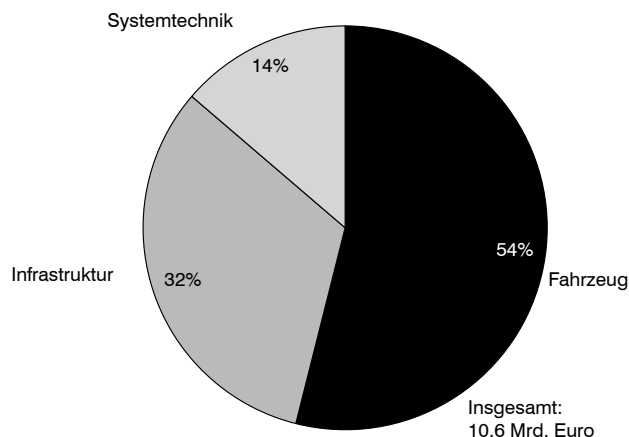
© SCI Verkehr GmbH

Nach der Marktsegmentierung von SCI Verkehr gliedert sich der Bahnmarkt in Deutschland in die Segmente Fahrzeug, Infrastruktur und Systemtechnik. Systemtechnik enthält dabei sowohl infrastruktur-, als auch fahrzeugseitige Systeme, wie Fahrscheinautomaten oder Signalsysteme.

Mit einem aktuellen Volumen von ca. 5.700 Mio. Euro (54%) und einem prognostizierten Wachstum von 4,1% bis 2019 sind Schienenfahrzeuge das mit Abstand wichtigste Umsatzsegment des deutschen Bahnmarkts. Infrastruktur und Systemtechnik bilden zwar die unerlässliche Grundlage für den Schienenverkehr, machen jedoch zusammen lediglich ca. 46% des deutschen Markts für bahntechnische Produkte aus. Der Marktanteil der Segmente Infrastruktur und Systemtechnik wird sich in den kommenden Jahren nicht ändern.

Diese Zahlen sind von großer Bedeutung für die Region Berlin-Brandenburg, da hier wichtige Fahrzeughersteller angesiedelt sind, die eine wichtige Wertschöpfungskette von Lieferanten erfordern.

Aktuelles Marktvolumen [MV] des deutschen Bahnmarkts nach Segment*



*MV = Durchschnittliches Marktvolumen 2013-2015
Quelle: SCI Verkehr

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 11: Aktuelles Marktvolumen des deutschen Bahnmarkts nach Segment

Insgesamt wird der deutsche Bahnmarkt im Zeitraum zwischen 2014 und 2019 um voraussichtlich 3.6% pro Jahr wachsen. Die dynamischsten Produktmärkte sind dabei mittelfristig die U-Bahn- und Elektrotriebwagen.

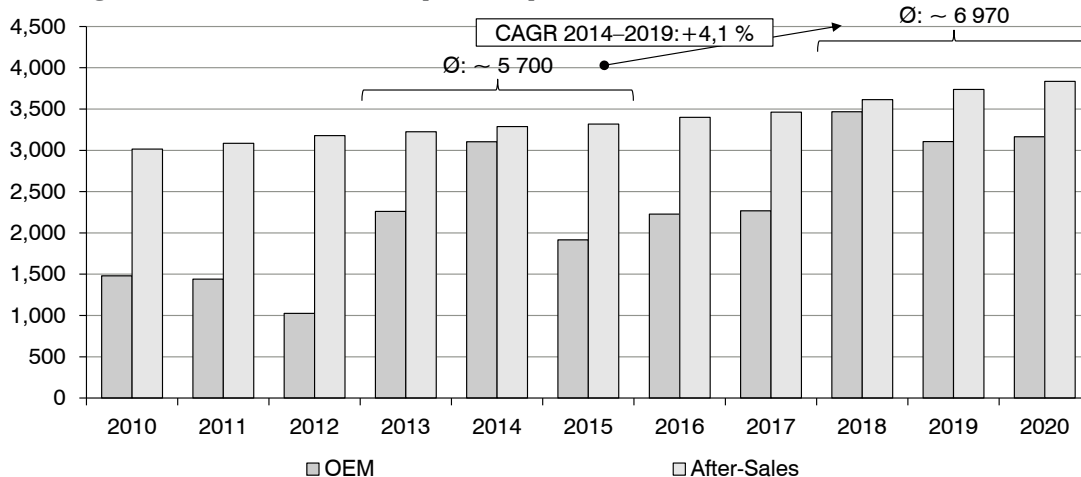
Differenziert auf die einzelnen Segmente ist ein Wachstum von 4,1% für Fahrzeuge, 2,5% für Systemtechnik und 3,1% für Infrastruktur zu beobachten. Hierbei bleibt zu berücksichtigen, dass die der Beobachtung zugrundeliegenden Daten aus der letzten SCI Multi-Client Studie über Deutschland stammen und eine Prognose für die Jahre 2015 bis 2020 enthalten.

Weiterhin gilt zu berücksichtigen, dass die hier dargestellten Beobachtungen hinsichtlich der Entwicklung der Segmente lediglich die Entwicklung in Deutschland repräsentieren. Die deutsche Bahnindustrie ist äußerst exportfähig und generiert für gewöhnlich 50% des Umsatzes auf Exportmärkten.

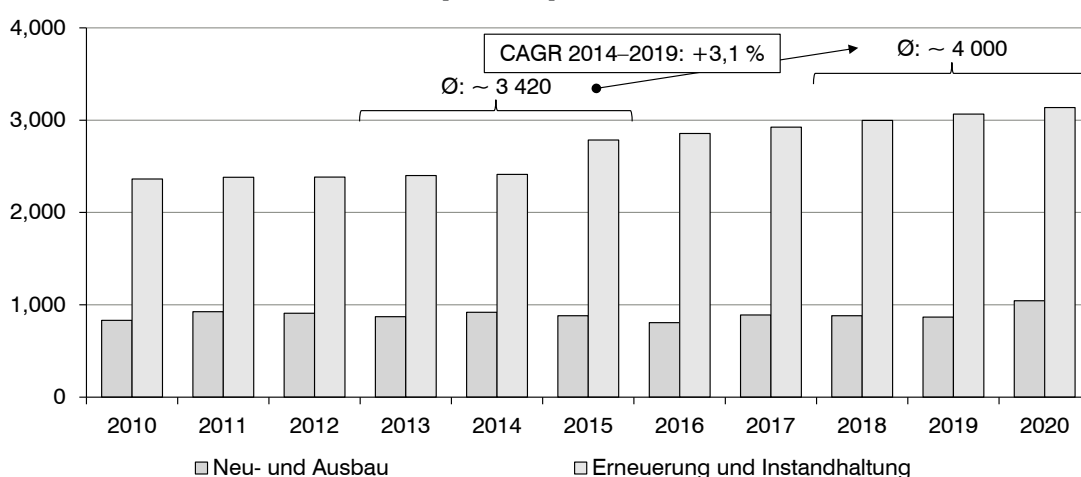
Auf der anderen Seite nimmt der Anteil ausländischer Hersteller für den deutschen Markt aktuell signifikant zu, locken die Marktgröße sowie der hohe Liberalisierungsgrad in Deutschland ausländische Unternehmen an. In diesem Zusammenhang:

- unterhalten Pesa (Polen) und CAF (Spanien) Rahmenverträge mit der Deutschen Bahn
- gründete Skoda ein deutsches Tochterunternehmen in München und liefert erste Doppelstockzüge ab 2016
- liefert Pesa Dieseltriebzüge des Typs LINK für verschiedene Projekte in Deutschland (Regentalbahn, Sauerlandnetz, NEB in Brandenburg)
- gewann CAF den Auftrag der Freiburger Straßenbahn
- gelingt Hitachi in 2012 beinahe der große Durchbruch bei der S-Bahn Hamburg

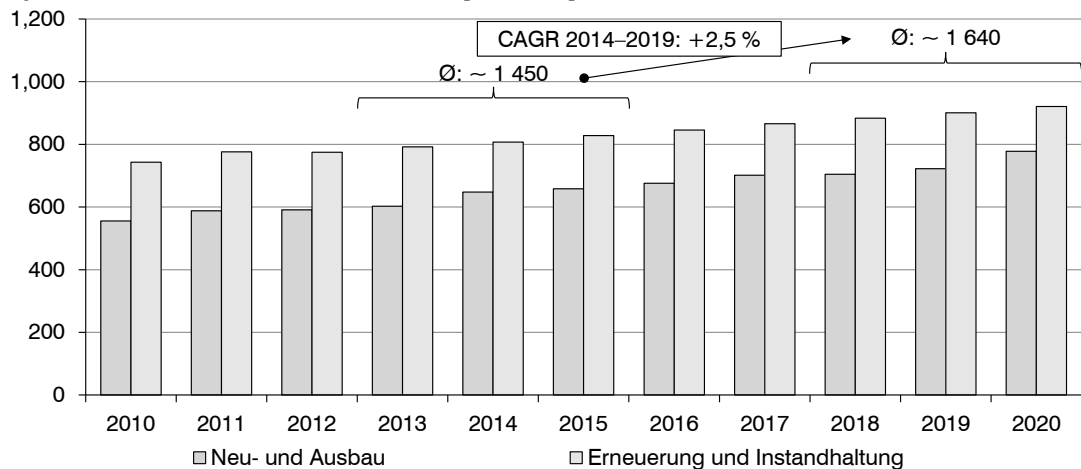
Fahrzeuge – Marktvolumen 2010–2020 [Mio. EUR]



Infrastruktur – Marktvolumen 2010–2020 [Mio. EUR]



Systemtechnik – Marktvolumen 2010–2020 [Mio. EUR]



CAGR = compound annual growth rate
Quelle: SCI Verkehr

© SCI Verkehr GmbH

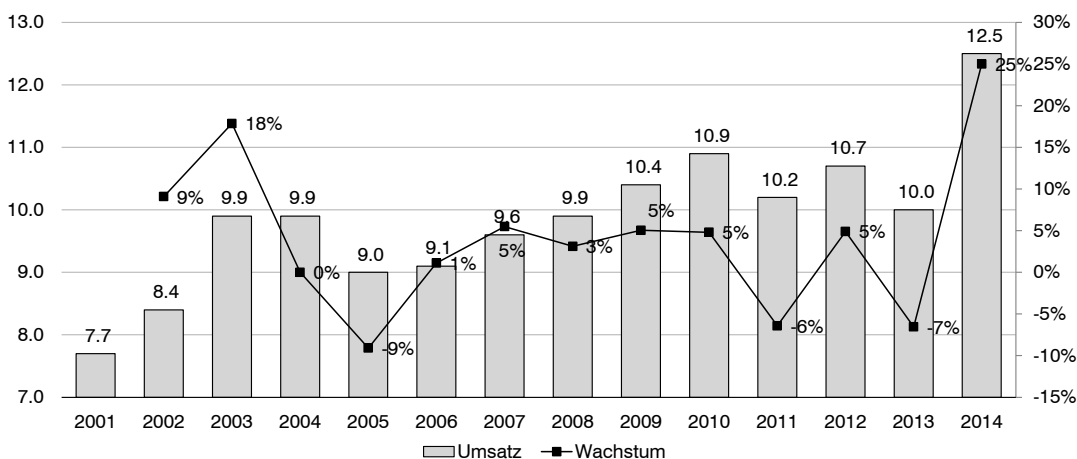
Abbildung 12:
Marktvolumen 2010-2020:
Fahrzeuge, Infrastruktur,
Systemtechnik

3.3 Deutsche Bahnindustrie

Wiederum werden die jahrzehntelange Erfahrung und Innovationsausrichtung der deutschen Bahnindustrie im Ausland stark nachgefragt. Trotz der Produktionsverschiebung lohnintensiver Tätigkeiten in andere Länder verfügt die deutsche Bahnindustrie noch immer über signifikante Assets. Die Bahnindustrie in Deutschland konzentriert sich auf komplexe Aufgaben und schafft es dank intensiver Forschungs- und Innovationsaktivitäten ihre Kernkompetenzen zu vertiefen.

Dabei ist die Bahnindustrie ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Mit Ausnahme von 2011 und 2013 verzeichnet die Bahnindustrie seit 2006 eine ausschließlich positive Entwicklung. Weiter belegt eine Analyse der absoluten Zahlen die hohe Grundlast der Bahnindustrie und zeigt, dass das Geschäftsvolumen seit 2003 nicht unter 9 Mrd. Euro gesunken ist.

Umsatzentwicklung der Bahnindustrie in Deutschland 2001-2014 [Mrd. Euro]



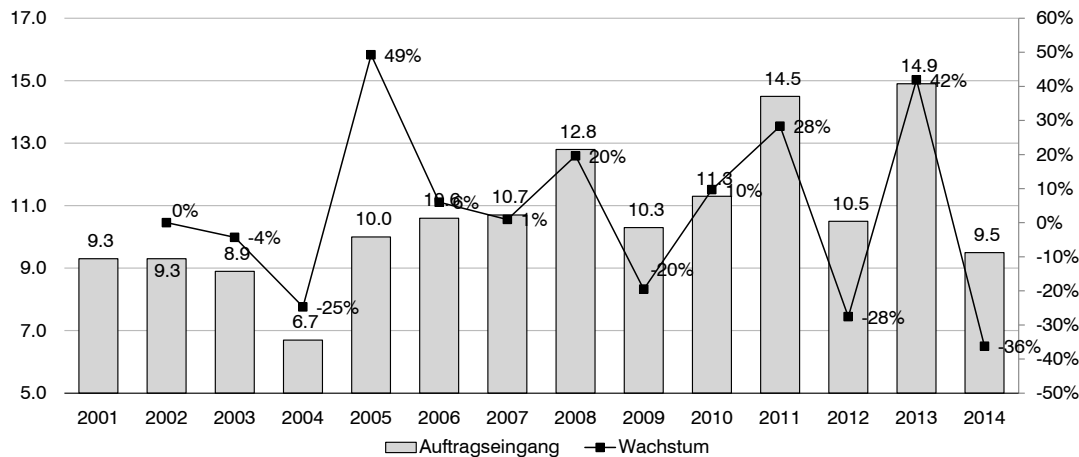
Quelle: Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB)

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 13:
Umsatzentwicklung der
Bahnindustrie in
Deutschland 2001-2014

Anders als die Analyse des Umsatzes identifiziert eine historische Analyse des Auftragseingangs eine deutlich höhere Volatilität. Diese Entwicklung dient als Prognoseindikator für die Umsatzentwicklung. Jedoch zeigt die Analyse keine positive Entwicklung für das Jahr 2015, wobei diese negative Tendenz, zumindest teilweise, mit dem vergleichsweise besonders hohen Auftragseingang im Jahr 2013 zu begründen ist.

Entwicklung des Auftragseingangs in der Bahnindustrie in Deutschland 2001-2014 [Mrd. Euro]



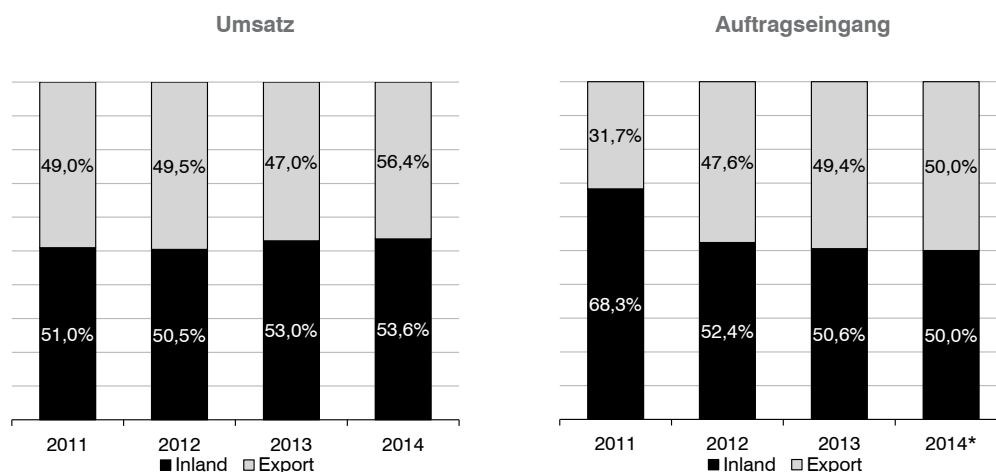
Quelle: Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB)

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 14: Auftragseingang der Bahnindustrie in Deutschland 2001-2014

Eine weiterführende Analyse verdeutlicht, dass die deutsche Bahnbranche ihren Umsatz sowie Auftragseingang, in der Regel, gleich verteilt im inländischen und in den ausländischen Märkten generiert. Eine Ausnahme hierzu bildet das Jahr 2013, in dem der inländische Umsatz überproportional stieg. Die Zahlen für 2014 deuten jedoch darauf hin, dass sich mit diesem überproportionalen Wachstum kein neuer Trend abzeichnet. Vielmehr ist die überproportionale Verteilung des Jahres 2013 in Zusammenhang mit der Analyse des Auftragseingangs 2011 zu verstehen. In diesem Kontext bildeten im Jahr 2011, angetrieben durch zahlreiche Konjunkturpakete, inländische Aufträge 68,3% des Auftragseingangs.

Inländische und ausländische Umsätze und Auftragseingang der deutschen Bahnindustrie 2011-2014



* Vorläufige Zahlen

Quelle: Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB)

© SCI Verkehr GmbH

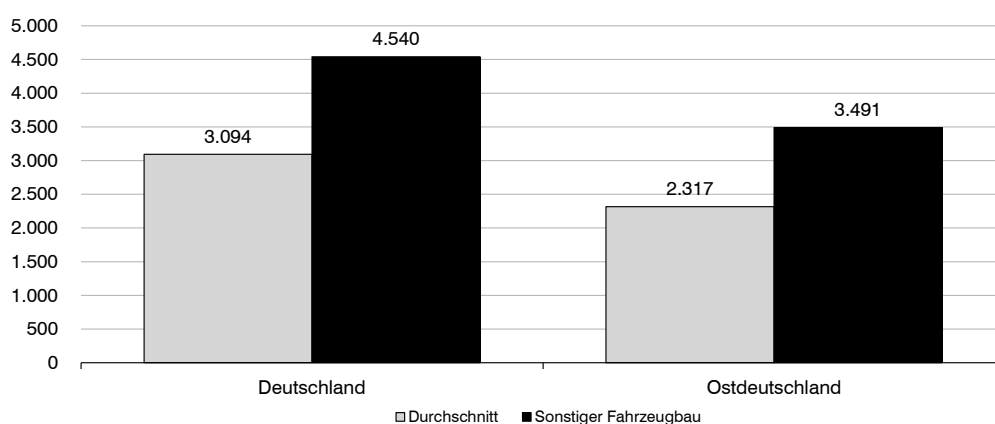
Abbildung 15: Inländische und ausländische Umsätze und Auftragseingang 2011-2014

Die Gehälter in der deutschen Bahnindustrie liegen über dem deutschen Durchschnitt. Einen eindeutigen Hinweis für die überdurchschnittliche Entlohnung liefert die Statistik von monatlichen Bruttoarbeitsentgelten der Wirtschaftszweige „Sonstiger Fahrzeugbau“, wozu die Schienenfahrzeugherstellung zählt. Diese Statistik zeigt, dass 2013 das monatliche

Entgelt der Branche 47% über dem gesamtdeutschen und sogar 51% über dem ostdeutschen Durchschnitt lag.

Für die überdurchschnittliche Entlohnung in der Bahnindustrie gibt es zwei Hauptgründe. Zum einen ist der Anteil hoch qualifizierter Fachkräfte in der Bahnindustrie vergleichbar groß. Zum anderen kommt der Erfahrung von Mitarbeitern, als wichtiges Qualitätskriterium, besondere Bedeutung zu, die sich in der überdurchschnittlichen Entlohnung widerspiegelt.

Monatliche Bruttoarbeitsentgelte von sozialversicherungspflichtigen Vollzeitbeschäftigten 2013 [Euro]



Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 16: Monatliche Bruttoarbeitsentgelte von sozialversicherungspflichtigen Vollzeitbeschäftigten 2013

3.4 Bahnindustrie in der Region Berlin-Brandenburg

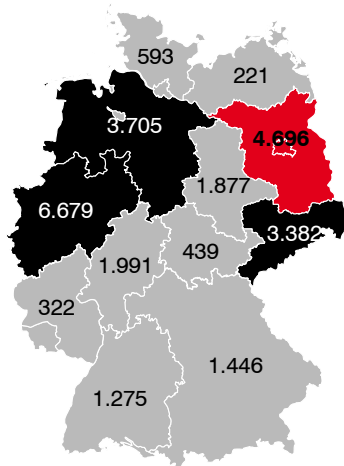
Die Ansiedlung der Bahnindustrie in Deutschland ist nicht gleichmäßig auf die Regionen verteilt. Nach Beschäftigungszahlen im Schienenfahrzeugbau² liegen die Schwerpunkte der Bahnindustrie in den Ländern Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen, Berlin und Brandenburg. Damit konzentriert sich der Schienenfahrzeugbau sowohl in West-, als auch Ostdeutschland auf je zwei bis drei Länder. Im Bereich Schienenfahrzeugbau beschäftigten Berlin und Brandenburg im Jahr 2013 zusammen 4.696 Mitarbeiter. Darüber hinaus verfügt Berlin-Brandenburg neben dem hier ausgewiesenen Fahrzeugbau über wichtige Industriehersteller und branchenrelevante Entwicklungszentren. Damit ist die Hauptstadtregion zweitstärkste Region der Bahnindustrie, direkt hinter NRW.

Dabei sind große und wichtige Unternehmen der Bahnbranche in der Region Berlin-Brandenburg angesiedelt. Für das definierte Segment Betreiber sind die Deutsche Bahn, S-Bahn Berlin, Berliner Verkehrsbetriebe sowie Transdev (ehemals Veolia Verkehr) zu nennen; für das Segment Infrastruktur Voestalpine; und für das Segment Fahrzeuge Größen wie Stadler, Bombardier und Siemens. Die Signifikanz der genannten Unternehmen für die Hauptstadtregion begründet sich hierbei nicht ausschließlich in der direkten Schaffung zahlreicher Arbeitsplätze. Vielmehr wird durch die genannten, großen Unternehmen eine

² Der Schienenfahrzeugbau (WZ 30.2) beinhaltet laut Definition des Statistischen Bundesamts (WZ 2008) die Herstellung von Lokomotiven und anderen Schienenfahrzeugen sowie die Herstellung von Eisenbahninfrastruktur.

Ansiedlung von Lieferanten in der Region gefördert, die wiederum einen Multiplikationseffekt generieren.

Beispiel: direkte Beschäftigung im Schienenfahrzeugbau 2013



Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 17: Direkte Beschäftigung im Schienenfahrzeugbau

Ergänzt wird die Präsenz dieser wichtigen und großen Unternehmen der Bahnbranche durch vielfältige, in der Region Berlin-Brandenburg ansässige, Hochschulkompetenzen. Zu nennen wären hier die TU Berlin mit Prof. Markus Hecht für das Fachgebiet Schienenfahrzeuge und Prof. Jürgen Siegmann, Experte für das Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb. Darüber hinaus sind zu nennen die BTU Cottbus-Senftenberg mit Prof. Hans-Christoph Thiel, Inhaber des Lehrstuhls für Eisenbahn- und Straßenwesen, die FH Brandenburg mit Prof. Claudia Langowsky, Stiftungsprofessur für „Energieeffiziente Systeme der Bahntechnologie“, Prof. Fritjof Goecke und Prof. Martin Kraska, mit dem Schwerpunkt auf Leichtbau sowie die TH Wildau mit Prof. Klaus-Martin Melzer.

Großunternehmen der Bahnbranche mit Sitz in der Hauptstadtregion

Unternehmen	Standort	Segment
Berlin Verkehrsbetriebe	Berlin	Betreiber
Bombardier	Hennigsdorf	Fahrzeug
Deutsche Bahn	Berlin/Brandenburg	Betreiber
S-Bahn Berlin	Berlin	Betreiber
Siemens	Berlin	Fahrzeug/Signaling
Stadler	Berlin	Fahrzeug
Transdev	Berlin	Betreiber
Voestalpine	Kirchmöser	Infrastruktur

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 18: Großunternehmen der Bahnbranche mit Sitz in der Hauptstadtregion

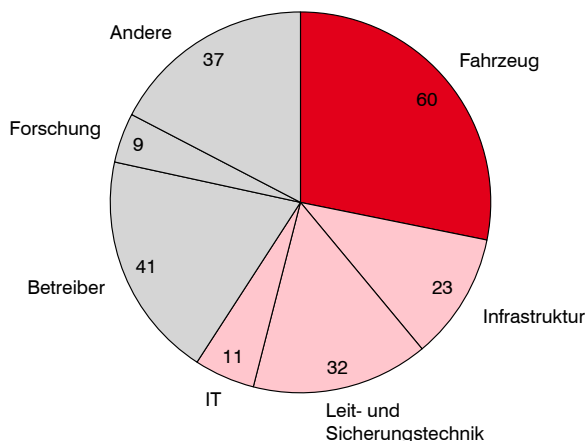
Die Präsenz dieser Forschungseinrichtungen in der Hauptstadtregion gewinnt besondere Bedeutung mit Blick auf den steigenden Wettbewerbsdruck im Bahnmarkt. Die Fähigkeit Innovationen zu entwickeln ist ein sehr konkreter Vorteil im Wettbewerb, der aktiv gefördert werden kann und muss. Innovative Produkte, mit hoher Wertschöpfung, sichern nicht nur die Umsatzentwicklung von Unternehmen, sondern auch ihr Bestehen gegenüber einfacheren Produkten der Konkurrenz.

Insgesamt konnten 213 Akteure der Bahnbranche in der Hauptstadtregion identifiziert werden, davon 110 Akteure in Brandenburg und 103 in Berlin. Methodisch wurden die Akteure auf Basis der SCI/Datenbank und dem Input des KNRBB identifiziert. Eine Verfeinerung der ersten Liste von Akteuren erfolgte mittels Crosschecks des Ausstellungsverzeichnisses der Branchenleitmesse InnoTrans 2014 sowie der Unterstützung des Clusters Verkehr, Mobilität und Logistik. Die finale Liste enthält eine Anzahl identifizierter Unternehmen, die die des Verkehrsclusters übersteigt. Wesentliche Begründung hierfür ist, dass nicht nur Unternehmen aufgenommen wurden, die sich auf die Bahnindustrie spezialisiert haben, sondern auch solche, die in anderen Branchen tätig sind.

Segmentiert werden die 213 Akteure, wie in Abbildung 19 dargestellt, entlang der sieben Segmente Fahrzeug, Infrastruktur, Leit- und Sicherungstechnik, IT, Betreiber, Forschung und Andere. Hierbei ist das Segment Fahrzeug das mit Abstand wichtigste, was wiederum mit der oben erfolgten Segmentierung des Markts Übereinstimmung findet. Auf das Segment Fahrzeug folgen entlang der Segmentierung von Shift2Rail (in absteigender Reihung) Infrastruktur, Leit- und Sicherungstechnik, und IT.

Über die Segmentierung von Shift2Rail hinausgehend befinden sich in der Region Berlin-Brandenburg 41 Betreiber – sowohl vom Schienenpersonen- als auch Schienengüterverkehr – sowie weitere 37 Akteure, die keiner spezifischen Segmentierung zugeordnet werden können und somit in die Kategorie „Andere“ fallen. Hierzu zählen unter anderem Museen, Personaldienstleister, aber auch Leasingunternehmen.

Anzahl der identifizierten Akteuren nach Segment



© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 19: Anzahl der identifizierten Akteuren nach Segment

4 Shift2Rail

Shift2Rail ist eine europäische Forschungsinitiative mit dem Ziel, den europäischen Schienenverkehr innovativer, attraktiver und wettbewerbsfähiger zu machen. Dabei soll die weltweite Marktführerschaft der EU im Schienenfahrzeugsektor, mit mehr als 50% Weltmarktanteil und 400.000 mittelbaren und unmittelbaren Arbeitsplätzen in der EU, stabilisiert und ausgebaut werden.

Damit bietet diese erstmalige Initiative der Europäischen Union eine vorerst einmalige Chance zur Stärkung und Weiterentwicklung des Schienenverkehrssektors. Sowohl die Initiierung notwendiger Innovationen als auch die Zusammenarbeit werden gefördert. Letzteres bietet den regionalen Akteuren die Chance zur Vorbereitung auf den zunehmenden Wettbewerb der weltweiten Branche - eine Chance, die durch die in der Region Berlin-Brandenburg angesiedelten Akteure der Schienenverkehrstechnik strategisch intelligent genutzt werden soll und kann.

Shift2Rail ist als ein Gemeinschaftsunternehmen (zunächst 8 Gründungsunternehmen/ Founding Members und EU-Kommission) in Form einer PPP (Public Private Partnership) am 07. Juli 2014 gegründet worden. Die inhaltliche Ausrichtung der Forschung wird in Form eines Masterplans ausgearbeitet. Die Verantwortlichkeit für den Prozess liegt beim Governing Board (50% EU, 50% privater Sektor). Mit Shift2Rail wurde die Förderung für die Eisenbahnforschung durch die EU auf 450 Mio. Euro verdreifacht. Die Initiative ist das erste gemeinsame Vorgehen des europäischen Eisenbahnsektors.

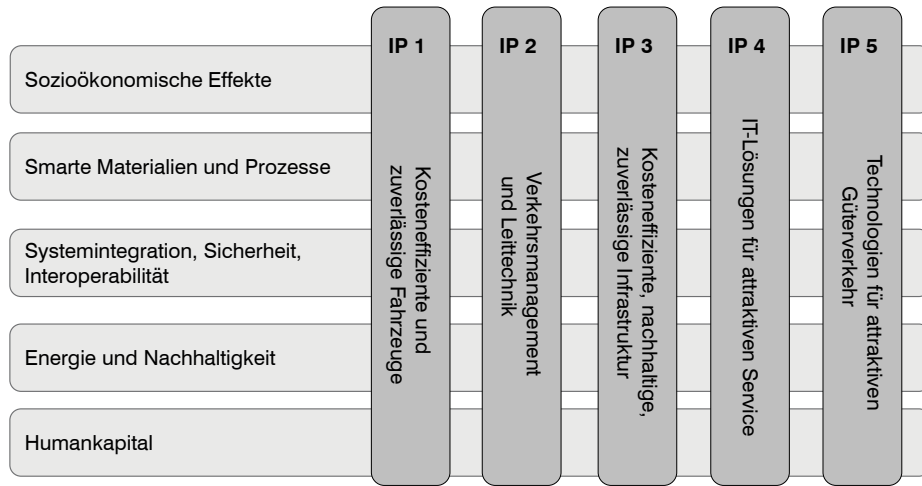
Die mit Shift2Rail von der Europäischen Union verfolgten und im Transport White Paper 2011 verankerten Ziele sind:

- Güterverkehr: 50% des Frachtverkehrs auf Straßen (über 300 km) soll bis 2050 auf die Bahn oder auf Wasserwege verlagert werden.
- Personenverkehr: im Jahr 2050 soll der Großteil des Personenverkehrs über mittlere Entfernungen auf der Schiene erfolgen.

Die drei wesentlichen Herausforderungen in diesem Zusammenhang sind:

- **Erhöhung der Kapazität** (um den wachsenden Bedarf zu decken) – bis zu 100% Steigerung der Kapazität.
- **Konsolidierung der Verfügbarkeit** (für eine bessere Kundenzufriedenheit) – 50 % besser als heute.
- **Reduktion der Lebenszykluskosten** (für eine bessere Wettbewerbsfähigkeit) – bis zu 50% geringere LCC.

Shift2Rail: Fünf Ansätze und fünf Leitthemen



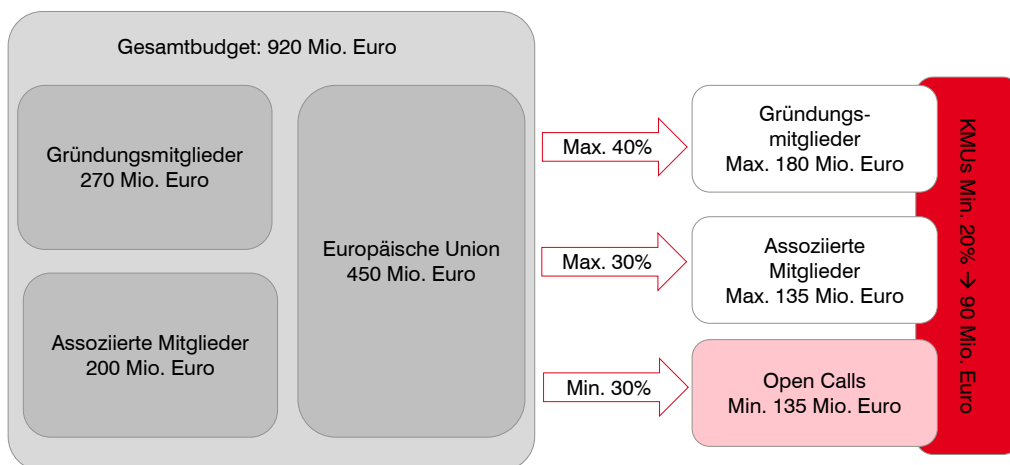
Source: European Commission, Shift2Rail Joint Undertaking

Abbildung 20: Ansätze und Leitthemen von Shift2Rail

Shift2Rail beinhaltet fünf Ansätze und fünf Leitthemen (IP – Innovation Program), wie in der Abbildung 20 dargestellt.

Von Shift2Rail werden 920 Mio. Euro in die Weiterentwicklung der Bahnbranche investiert. Dabei sind 20% dieses Budgets (90 Mio. Euro) für KMUs und Forschungseinrichtungen reserviert. Die Budgetierung der Initiative wird in der Abbildung 21 erklärt.

Shift2Rail: 920 Mio. Euro zur Weiterentwicklung der Bahnbranche



Source: European Commission, Shift2Rail Joint Undertaking

Abbildung 21: Budgetierung von Shift2Rail

Durch das erstmalige und komplexe Zusammenspiel der verschiedenen Partner sind im Verlauf des Prozesses Verzögerungen aufgetreten und auch zukünftig denkbar. So sind die Ausschreibungen für Open Call Projekte frühestens für Herbst 2015 vorgesehen. Es wird erwartet, dass die Open Call Projekte jährlich ausgeschrieben werden. Dabei sind mögliche Hemmnisse für eine Beteiligung an den Open Calls zu beachten:

- noch keine konkrete Definition von Themen und Partnern für „Open Call-Anträge“.
- KMUs haben beschränkte Erfahrung und Personalkapazität für den administrativen Aufwand, der mit EU-Förderprogrammen verbunden ist.
- Forderung nach mindestens drei Kooperationspartnern aus drei verschiedenen Ländern für ein Projekt.

5 Bewertung und Ergebnisse der Interviews

SCI Verkehr schrieb 213 in der Region Berlin-Brandenburg ansässige Akteure der Bahnbranche initial an. Von den angeschriebenen Akteuren bekam SCI Verkehr bis zum 26. Februar 2015 45 Rückmeldungen, womit eine Rückmeldungsquote von über 21% erzielt werden konnte. Diese Quote liegt im Vergleich zu anderen Befragungen gleicher Art, die bereits von SCI Verkehr durchgeführt wurden, über dem Durchschnitt und gibt ein Indiz für das Interesse der Akteure in der Region. Die größte Anzahl an Rückmeldungen weisen die Segmente Fahrzeug und Leit- und Sicherungstechnik, mit 12 bzw. 11 Rückmeldungen, auf (Abbildung 22). Am niedrigsten war die Anzahl der Rückmeldungen in den Segmenten Infrastruktur und IT, mit lediglich je zwei Rückschreiben.

Rückmeldungen auf das initiale Anschreiben nach Segment

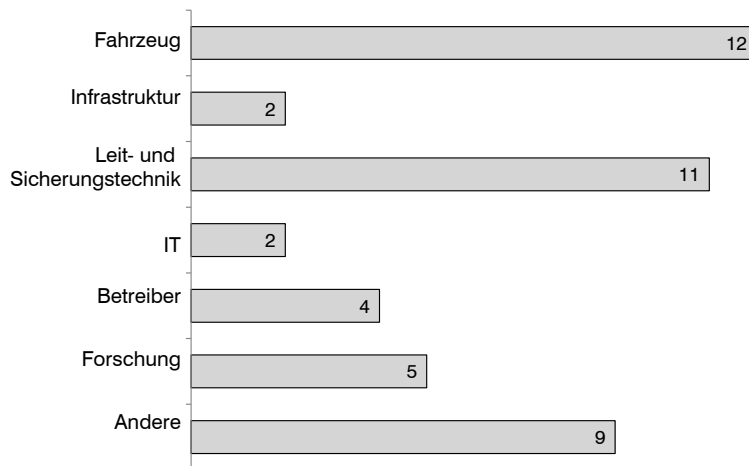


Abbildung 22:
Rückmeldungen auf das
initiale Anschreiben nach
Segment

© SCI Verkehr GmbH

Die Unternehmen, die sich zurückmeldeten, beschäftigen insgesamt 22.110 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Hauptstadtregion. Davon sind jedoch allein 15.000 (68%) beim größten Arbeitgeber, der Deutschen Bahn, beschäftigt. Weiter ergaben die Rückmeldungen, dass in 22 Unternehmen (49%) eigene Forschungs- bzw. Innovationsabteilungen bestehen und 58% der Unternehmen Erfahrung mit EU-Förderanträgen haben. Bei 26 Unternehmen (58%) ist die Initiative Shift2Rail bekannt, doch nur 16 davon planen eine Teilnahme.

Im Zeitraum vom 9. bis 26. Februar 2015 führte SCI Verkehr 31 Interviews durch. Neben all den Akteuren, die in ihrer Rückmeldung eine Bereitschaft zu einem Interview erklärten, wurden strategische Akteure mit in die Interviewliste aufgenommen. Diese strategischen Akteure lassen sich in drei Gruppen unterteilen: erstens besonders innovative KMU, zweitens, innovationstreibende Akteure, wie Hochschulen und Verbände, und drittens Großunternehmen und wichtige Konsumenten von Schienenverkehrstechnik, wie Schienenverkehrsbetreiber. Darüber hinaus wurden Unternehmen in die Interviewliste mitaufgenommen, mit denen Kontakt und Anknüpfungspunkte auf der Clusterkonferenz „Verkehr, Mobilität und Logistik Berlin-Brandenburg“ am 26. Januar 2015 in Wildau hergestellt werden konnten. Ziel der Ausweitung der Interviewliste war die Sicherstellung von Kontakten mit besonders innovativen Akteuren.

Bei den Interviews wurde eine Vielfalt von Innovationsthemen identifiziert. Diese Themen sind mit den aktuellen Herausforderungen des Schienenverkehrs verbunden und beziehen sich auf verschiedene Bereiche der Branche. Sie werden im nächsten Kapitel dieser Studie detailliert dargestellt.

Neben den Herausforderungen und Innovationsthemen der Bahnbranche lag in den Interviews besonderer Schwerpunkt auf der Shift2Rail-Initiative. Obwohl die Initiative für die Mehrheit der Gesprächspartner bekannt war, fiel auf, dass über 40% der interviewten Akteure Shift2Rail nicht kannten. Auch bei den Akteuren, denen die Initiative bereits bekannt war, war die Informationsmenge über Shift2Rail sehr begrenzt. Oft kamen grundlegende Rückfragen, wie beispielsweise Zeitraum, Themen und Grenzen der Finanzierung der Initiative. Dabei gilt zu beachten, dass das Programm seit Jahren im europäischen Kontext diskutiert wird und eine signifikante Summe an Fördergeld zur Verfügung stellt. Den Akteuren, denen Shift2Rail weiter nicht bekannt war, wurde die Initiative kurz erklärt und darauf hingewiesen, dass das Thema in den kommenden Workshops weiter diskutiert wird.

Weiter bemerkenswert ist die Anzahl der Unternehmen, die tatsächlich eine Teilnahme an Shift2Rail planen. 60% der Unternehmen, denen der Begriff „Shift2Rail“ bekannt war, äußerten die Absicht am Programm teilzunehmen. Unternehmen, die von einer Teilnahme an der Initiative absehen, nannten als Hauptgründe ihrer Entscheidung Schwierigkeiten in der Suche nach den richtigen Kooperationspartnern sowie den hohen Aufwand für das europäische Verfahren. Dabei scheint es, dass einige Unternehmen die Risiken und Antragsanforderungen viel größer einschätzen als etwaige Erfolgchancen.

Die an Shift2Rail interessierten Unternehmen machen ihre Teilnahme an der Initiative davon abhängig, ob ein anderer Akteur die Führungsrolle eines Konsortiums übernimmt. Insbesondere bei den KMUs ist die aktive Suche nach Partnern sowie die Bemühung um den Aufbau eines Konsortiums sehr begrenzt. Bei großen Unternehmen wird eine aktive Teilnahme erwartet, allerdings mit Präferenz für bestehende Partnerschaften. Systemhäuser auf der Suche nach Kooperationspartnern bevorzugen Akteure, die sie aus jahrelanger Zusammenarbeit kennen und scheinen Experimente mit neuen Partnern meiden zu wollen. Damit haben KMUs, die schon mit Großunternehmen zusammenarbeiten, eine größere Chance auf eine indirekte Teilnahme an Shift2Rail.

Diese Vorstellung einer eher passiven Teilnahme an Shift2Rail ist beunruhigend. KMUs sollen mit mindestens 20% des gesamten Budgets gefördert werden. Für KMUs, die noch nicht mit assoziierten und Gründungsmitgliedern von Shift2Rail vernetzt sind, bestehen die größten Chancen auf eine Teilnahme an der Initiative in den sogenannten „Open Calls“. An den „Open Calls“ dürfen assoziierte und Gründungsmitglieder nicht teilnehmen. Damit wird die Führungsrolle von Großunternehmen begrenzt und die Option einer passiven Teilnahme an der Initiative ausgeschlossen.

In diesem Sinne wurde festgelegt, dass die geplanten Workshops, die Teil dieser Studie sind, eine bessere Vernetzung sowie einen engeren Austausch von Ideen zwischen den regionalen Akteuren fördern sollen. In diesen Workshops wurde erwartet, dass nicht-vernetzte KMUs die Gelegenheit haben, ihre Produkte und Ideen zu präsentieren, um mögliche Kooperationspartner einfacher zu lokalisieren. Auch die Vernetzung zwischen KMUs und Großunternehmen sollte dabei gefördert werden, indem große Unternehmen die Chance hatten neue Partner zu entdecken – insbesondere in den Feldern, in denen noch keine spezifischen Ansprechpartner vorhanden waren.

Eine weitere Erkenntnis der Interviews ist, dass der Fokus der befragten Unternehmen deutlich auf der Weiterentwicklung bestehender Produkte liegt. Die Neuentwicklung von Produkten, von Grund auf, ist eine Ausnahme in den Forschungs- und Innovationsabteilungen der befragten Unternehmen. Hinsichtlich Forschungsaktivitäten werden größtenteils eigenständige Maßnahmen bevorzugt, wobei Kooperationen, insbesondere mit Forschungsinstitutionen wie Universitäten und Hochschulen, sehr häufig vorkommen. Kooperationen zwischen Unternehmen sind auf bestimmte Unteraufträge begrenzt, wie beispielsweise die getrennte Entwicklung von Hard- und Softwarelösungen. Von einer engen Zusammenarbeit für die Entwicklung eines gemeinsamen Produkts wurde nicht berichtet.

Inhaltlich wurden bei den Interviews verschiedene Themen durch die regionalen Akteure angesprochen. Viele von diesen Themen stimmen mit den Zielen von Shift2Rail überein, was ein Vorteil für die zukünftige Projektentwicklung ist. Abbildung 23 fasst die angesprochenen Themen zusammen und ordnet sie den entsprechenden Innovationsfeldern zu, so wie im vorläufigen Shift2Rail Strategie Masterplan vorgesehen.

Bei Interviews angesprochene Innovationsthemen

	Fahrzeug	Infrastruktur	IT, Leit- und Sicherungstechnik
	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienz • Standardisierung von Komponenten • Modularität der Fahrzeuge • Laufleistungs- und verfügbarkeitsorientierte Instandhaltung • Zulassung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lärminderung • Barrierefreiheit von Haltestellen • Intelligente Systeme für die Instandhaltung der Infrastruktur • Günstigerer Infrastrukturausbau 	<ul style="list-style-type: none"> • Echtzeitinformationen <ul style="list-style-type: none"> – Sensorik – Datenbearbeitung • Integration verschiedener Systeme • Höherer Automatisierungsgrad der Verkehre
Shift2Rail	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carbodyshell ✓ Running Gear ✓ TCMS ✓ Traction ✓ Wagon design 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intelligent system maintenance ✓ Improved station concepts ✓ Freight Electrification, Brake and Telematics 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Automation ✓ Traffic Management Evolution ✓ Customer experience applications

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 23: Bei Interviews angesprochene Innovationsthemen

6 Innovationspotentiale der Bahnindustrie

In der Durchführung der Interviews mit den Akteuren der regionalen Bahnbranche galt es nicht nur Kernkompetenzen zu identifizieren, sondern auch einen Austausch über die Herausforderungen des Schienenverkehrs zu fördern. Dabei wurde insbesondere nach Forschungsaktivitäten und Innovationen der Branche gefragt. Die regionalen Akteure nannten eine Vielfalt von Themen, die über die bereits dargestellten Segmente hinausgehen. Insbesondere die Standardisierung von Komponenten und die Zulassungsprozesse werden als Querthemen gesehen, die in die Entwicklung der verschiedenen Segmente der Bahnbranche einwirken könnten.

Die **Standardisierung von Komponenten** kann zur besseren Integration von Subsystemen beitragen. Dieses Thema wurde mehrfach in den Interviews angesprochen. Ziel ist es einen einfacheren Austausch von Komponenten mit unterschiedlichen Funktionen oder von verschiedenen Herstellern zu fördern. Dieser Trend impliziert eine negative Auswirkung, da eine Standardisierung eine technische Liberalisierung des Marktes bedeutet, die die Hersteller von Nischenprodukten in Schwierigkeit bringt, sollten sie dem Wettbewerb mit anderen Herstellern nicht gewachsen sein. Andererseits vergrößert eine Standardisierungsmaßnahme den Zielmarkt für erfolgreiche Unternehmen, weil Produkte in einer höheren Anzahl von Fahrzeugen verbaut werden können. Darüber hinaus trägt eine Entwicklung in diese Richtung zur Senkung der Lebenszykluskosten bei, da der Wettbewerb zwischen den einzelnen Herstellern intensiviert wird.

Die Standardisierung von Komponenten ist auch eine Maßnahme unter Shift2Rail. Standardisierte Komponenten sollen zu niedrigeren Investment- und Instandhaltungskosten sowie zur Steigerung der Attraktivität des Schienenverkehrs beitragen.

Im Bereich **Zulassung** sind die aktuellen Vorschriften teilweise zu eng strukturiert. Sie verhindern eine schnellere Entwicklung von Fahrzeuginnovationen bzw. ihre Umsetzung in großem Umfang. Die Simplifizierung von Zulassungsprozessen ist auch Zielsetzung von Shift2Rail. Innovationen können dazu beitragen, indem sichere und zuverlässige, virtuelle Zertifizierungsmethoden weiterentwickelt werden. Die virtuelle Zertifizierung erfolgt vergleichsweise schneller und kostengünstiger und könnte zu einer dynamischeren Bewegung der Bahnindustrie führen.

6.1 Fahrzeuginnovationen

Am häufigsten wurden Innovationen im Segment Fahrzeug angesprochen. Die Themen sind vielfältig und entsprechen in der Regel den Kernkompetenzen bzw. dem Bedarf der Unternehmen der Region. Besonders häufig wurden Themen wie Standardisierung von Komponenten sowie Energieeffizienz genannt.

Energieeffizienz ist ein zentrales Thema für Fahrzeuginnovationen. Sie betrifft mehrere Teile eines Fahrzeugs, wie bspw. Traktion, Bremsen und Karosserie. Hierzu zählen effiziente Antriebstechniken, hybride Lösungen, Bremsrückspeisung, Leichtbau, leichtere Drehgestelle sowie intelligente Türsysteme. Des Weiteren spielt die Fahrweise eine zentrale Rolle für die Optimierung des Energieverbrauchs.

Effizientere Antriebstechniken sind eine wesentliche Innovation rund um das Thema Traktion. Außerdem spielt hierbei die Weiterentwicklung umweltfreundlicher Technologien eine wichtige Rolle. Hybride Antriebe und batteriehybride Antriebslösungen tragen

beispielweise zur energieeffizienteren und umweltfreundlicheren Traktion auf nicht elektrifizierten Streckenabschnitten bei. Zu diesem Thema werden von Shift2Rail die Nutzung von Halbleiterelementen und neuen Technologien für Energiespeicherung unter IP1 sowie neue Antriebskonzepte, insbesondere für den Schienengüterverkehr, unter IP5 erwartet.

Die Energie- und Umweltproblematik ist auch in der Weiterentwicklung von Bremstechnologien präsent. Leichtere und umweltfreundlichere Bremssysteme, Energierückspeisung, elektronische Bremskontrolle sowie Komponentenüberwachung zur effizienteren Instandhaltung sind dabei als die aktuellsten Entwicklungen in diesem Segment zu benennen.

Im Bereich Karosserie ist insbesondere Leichtbau eine Herausforderung, mit der wichtige Kostenfaktoren, wie zum Beispiel Energie-, Instandhaltungs- und Beschaffungskosten, verbunden sind. Zu diesem Thema wurde die Luftfahrt als Beispiel genannt. Die sukzessive Entwicklung leichter und resistenterer Materialien für den Flugzeugbau ist dank Kooperationen und dem Zusammenwirken bei Forschungsaktivitäten entstanden. Andere interessante Innovationen zum Thema Karosserie sind die Winterfestigkeit von Fahrzeugen sowie der Schutz von Fahrzeugoberflächen gegen Graffiti und Scratching.

Shift2Rail beabsichtigt solche Konstruktionen unter IP1 zu fördern. Die Entwicklung von leichteren und aerodynamischeren Karosserien, die zu einem niedrigeren Energieverbrauch beitragen, ist gewünscht. Diese Karosserien sollen eine bessere Integration von Subsystemen ermöglichen, um die Fahrzeuginstandhaltung zu vereinfachen und die Lebenszykluskosten zu senken.

Ein weiteres Innovationsthema im Segment Fahrzeug ist die Tendenz zur **Modularität der Fahrzeuge**. In diese Thematik inkludiert findet sich die Vereinfachung des Fahrzeugumbaus bzw. der Ersatz einzelner Fahrzeugteile. Schienenfahrzeuge haben einen langen Lebenszyklus von bis zu 40 Jahren. In diesem Zeitraum werden Teile der Fahrzeuge obsolet. Beispielsweise wurde in den Interviews die Problematik im Hinblick auf U-Bahn-Fahrzeuge genannt. Hier könnte die Modularisierung von Fahrzeugen einen viel leichteren Umbau des Innendesigns ermöglichen. Modulare Design-Lösungen sind prioritäre Innovationen bei Shift2Rail, auch unter IP1.

Die Modularisierung ist auch in der Fahrzeuginstandhaltung eine hochaktuelle Tendenz. Dahinter verbirgt sich die Idee, die aktuelle zeitbasierte Instandhaltung durch eine **laufleistungs- und verfügbarkeitsorientierte Instandhaltung** zu ersetzen. Die modularisierte Instandhaltung ermöglicht die spezifische Instandhaltung einzelner Komponenten anstelle gesamtheitlicher Revisionen. Ersatzteile zum Tausch der Komponenten können im Optimalfall jederzeit vorgehalten werden. In Großbritannien, zum Beispiel, wird diese Idee bereits implementiert. Mittels eines hohen Grads an Modularisierung bei Güterwagen und der Bildung entsprechender Ersatzteilkpools wird eine schnelle Abwicklung der Instandhaltungsmaßnahme sowie Wiederinbetriebnahme des Rollmaterials ermöglicht (maximale Ausfallzeit 1 Tag).

Die zustandsbasierte Instandhaltung (CBM-Systeme) gehört auch zu diesem Konzept. CBM-Systeme sammeln und liefern Grunddaten für die laufleistungsbasierte und modularisierte Instandhaltung. Die Zukunft der Instandhaltung liegt in der prädiktiven Komponentenüberwachung, inklusive Flottenmanagementsystemen. Dabei ist es möglich, Vorhersagen zu Komponentenversagen sowie Optimierung der Laufleistung auf

Komponentenebene zu treffen und durch Flottenmanagementsoftware den Zustand der Fahrzeuge und Ersatzteilversorgung zu koordinieren.

Im Schienengüterverkehr sind Innovationen von den sogenannten **Railrunners** zu erwarten. Railrunner ist ein neues Konzept für die Durchführung des Schienengüterverkehrs, insbesondere für den Verkehr von Containern. Dabei werden Güterwagen durch Sattelanhänger ersetzt, die mit besonderen Drehgestellen miteinander verbunden sind. Dieses neue Konzept könnte die Branche revolutionieren und einen gewaltigen Einfluss auf die Entwicklungen von Güterwagenherstellern nehmen. Railrunners sind kein spezifisches Thema von oder für Shift2Rail, jedoch ist das Design von Güterwagen eine beabsichtigte Entwicklung der Initiative.

6.2 Infrastrukturinnovationen

Auch im Segment Infrastruktur wurden von den befragten Akteuren vielfältige Innovationsthemen angesprochen. Diese umfassen intelligente Instandhaltungssysteme, Maßnahmen zur Kosten- und Lärmminimierung sowie barrierefreie Haltestellen.

Hinsichtlich der Thematik **Barrierefreiheit von Haltestellen** wurde insbesondere Innovationspotential bei der Errichtung sprechender Haltestellen oder der Minimierung der Lücke zwischen Fahrzeug und Bahnsteigkante genannt.

Aktivitäten zur Entwicklung solcher Innovationen im Bereich Haltestellen werden voraussichtlich unter IP3 von Shift2Rail gefördert, wobei sich Maßnahmen insbesondere auf neue, modulare, kostengünstige Designkonzepte fokussieren sollten, die eine umfassende Barrierefreiheit sowie Multi-Modalität ermöglichen. Dabei sollten neue Konzepte sowohl die Bedürfnisse einer alternden Gesellschaft (z.B. stufenlose Zugänge), als auch neue Anforderungen hinsichtlich Informationen, Kapazität, Zug/Gleis Verbindungen, Funktionalität, Raummanagement, IT-Tools, Lichtsystemen, und Verbindungen zu anderen Modi, einschließlich Lösungen für einen umfassend sicheren Bahnübergang, berücksichtigen.

Weiter sollten neue Konzepte sowohl in neuen Bahnhöfen, als auch in schon bestehenden Bahnhöfen, im Rahmen etwaiger Nachrüstungsmaßnahmen, Verwendung finden können und dabei auf kleine sowie große Haltestellen anpassbar sein. Darüber hinaus werden Maßnahmen zur Entwicklung eines verbesserten Haltestellenmanagements gefördert, die, basierend auf einem kundenorientierten Ansatz, Kundenzufriedenheit, wirtschaftliches Interesse, Betrieb, Denkmalschutz, datenschutzfreundliche Technologien sowie Prozesse der Haltestellensicherheit in Einklang bringen.

Ferner fördert Shift2Rail, unter IP3, Aktivitäten im Bereich **intelligenter Instandhaltungssysteme**, einschließlich prädikativer, risiko- oder zustandsbasierter Instandhaltung. Förderfähige Maßnahmen sollten dabei auf modernste Mess- und Überwachungstools bauen, die statische sowie dynamische Daten für alle relevanten Komponenten der Schieneninfrastruktur, mittels zug- und streckenseitiger Messverfahren, aber auch Fernmessverfahren sowie anderer Überwachungssysteme, zur Verfügung stellen. Dabei sollten die Tools auf Basis sicherer, datenschutzkonformer Standards operieren, die einen Austausch technischen Wissens fördern.

Maßnahmen sollten jedoch auch auf die Automation laufender Instandhaltungsuntersuchungen, wie auch sich wiederholende Tätigkeiten abzielen; so beispielsweise auf die Automation von Vermittlungen, Bettungserneuerungen sowie Stopf- und Ausrichtungsarbeiten. Zudem sollten Maßnahmen unter Shift2Rail zur Entwicklung

standardisierter Prozesse in den Bereichen Infrastrukturmessung, -überwachung und -instandhaltung beitragen.

Die Kostenreduktion wurde von den befragten Akteuren als weitere Herausforderung der Branche benannt. Diese Herausforderung mag jedoch unter anderem mittels **Elektrifizierung oder anderen Maßnahmen zum Infrastrukturausbau**, beispielsweise durch Verbesserung von Umschlagterminals im Frachtgeschäft, bewältigt werden. Auch hier finden sich Unternehmen mit den entsprechenden Kernkompetenzen in der Region Berlin-Brandenburg angesiedelt.

Entsprechende, innovative Aktivitäten zur Infrastrukturelektrifizierung fallen unter IP5 des Shift2Rail-Programms. Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Förderung innovativer Maßnahmen im Bereich der Elektrifizierung des Schienengüterverkehrs, der Brems- und Verkehrstechnik sowie der Telematik.

Als weitere, etwaige, Maßnahme zur Kostensenkung wird von den befragten Akteuren die Thematik **Verladung**, in Verbindung mit der Verbesserung bestehender Frachtumschlagterminals, benannt. Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass der Verkehrsträger Schiene nur dann im Wettbewerb mit den anderen Verkehrsträgern bestehen kann, wenn effiziente Infrastrukturvorkehrungen für den Frachtumschlag bestehen. Entsprechende Maßnahmen im Bereich neuartige Terminals, Hubs, Rangierbahnhöfe sowie Abstellgleise werden unter IP5 in Shift2Rail zugeordnet.

Lärmminderung des Schienenverkehrs ist ein zentrales Umweltthema geworden. Die Bundesregierung beabsichtigt den durch den Schienenverkehr bedingten Lärm bis 2020 zu halbieren und initiierte hierfür spezifische Maßnahmen, wie das lärmabhängige Trassenpreissystem sowie Zuschüsse für die Umrüstung der Bremstechnik von Güterwagen. Auch seitens der Infrastruktur ist ein Beitrag zur Minderung des Schienenverkehrs bedingten Lärms möglich. Schienenstegdämpfer, niedrige Schallschutzwände, Schienenschmiereinrichtungen sowie Maßnahmen zur Brückenentdröhnung sind nur einige Beispielprojekte, die bereits untersucht bzw. implementiert wurden. Lärmminderung ist auch für die Europäische Union ein relevantes Thema. Schon im Jahr 2002 verabschiedete die Europäische Union Regelungen zu Schallimmissionen. Diese fokussierten jedoch überwiegend auf die Erfassung, Dokumentation und Bewertung von Verkehrslärm.

In Shift2Rail ist Lärmminderung ein übergreifendes Thema, das verschiedene Innovationsthemen unter IP1, IP3 und IP5 berührt. Unter IP1 und IP5 ist die Absicht leisere Fahrzeuge zu entwickeln. Hier sind Traktion, Drehgestell und Bremsen die Teilsegmente mit dem größten Potential. Infrastrukturseitig, unter IP3, wird zur Lärmminderung die Verbesserung von Rad-Schienen-Kontakten hervorgehoben. Dieses Ziel wird auch bei der Förderung innovativer Maßnahmen im Bereich Schienendesign und -materialien verfolgt.

6.3 Innovationen der IT, Leit- und Sicherungstechnik

Die Generierung und Nutzung von **Echtzeitinformationen** sind Innovationsfelder, die für Unternehmen der Region besonders wichtig zu sein scheinen. Echtzeitinformationen dienen sowohl der schnelleren Kommunikation zwischen Verkehrsbetreibern und Kunden (Fahrgäste, Absender und Empfänger), als auch der besseren Planung und Koordination des Betriebs. Mit dem Vorliegen kompletter Informationen und Informationsketten wird es Kunden des Bahnverkehrs ermöglicht bessere Entscheidungen zu treffen. So können beispielsweise im Fall von Verspätungen alternative Fahrtmöglichkeiten gesucht (Personenverkehr) oder Produktionsprozesse angepasst (Güterverkehr) werden. Diese

Anwendungen dienen einem Hauptziel von Shift2Rail, nämlich der Kapazitätserhöhung des Schienenverkehrs, und fallen unter verschiedene prioritäre Aktivitäten der Initiative, wie interaktive Kundenanwendungen, multimodale Reisedienstleistungen sowie Verkehrsmanagement.

Die **Integration verschiedener Systeme** wurde in den Interviews als weitere Herausforderung der Branche genannt. Verkehrsmanagementsysteme der Zukunft werden automatisch und kompatibel sein. Der Austausch von Echtzeitinformationen von Fahrzeug und Infrastruktur ermöglicht ein prädiktives und dynamisches Verkehrsmanagement. Damit kann auch eine höhere Taktung der Züge erreicht werden. Dies ist insbesondere für Regionen mit hoher Besiedlungsdichte, wie Berlin und andere Metropolen Europas, ein relevanter Faktor. Die Weiterentwicklung von Leitsystemen, die auf Echtzeitinformationen basieren, ermöglicht mehr Verkehre auf einer bestehenden Anzahl von Fahrwegen zu koordinieren, ohne die gesetzten Sicherheitsstandards zu beschränken. Bessere Informationen und verbesserte Managementsysteme ermöglichen, durch sogenanntes „Slotmanagement“, auch eine optimierte Verteilung der Trassen zwischen verschiedenen Verkehrsarten und -trägern.

Echtzeitinformationen sind auch für die Einführung von **automatischen Systemen** eine Voraussetzung. Solche Systeme, wie beispielsweise automatischer Betrieb, sind noch relativ komplex und teuer in der Beschaffung. Dennoch ermöglichen sie einen erheblich kosteneffizienteren Betrieb – ein Ziel der europäischen Initiative Shift2Rail. Nicht umsonst werden aktuell solche Technologien in verschiedenen Verkehrssystemen eingeführt – meist in U-Bahn-Systemen. Besonders bei privaten Unternehmen sind diese Technologien beliebt. Von Shift2Rail wird beabsichtigt den Automatisierungsgrad anderer Schienenverkehrssegmente zu steigern, so beispielsweise der automatische Betrieb für S-bahnähnliche Systeme sowie der semi-automatische Betrieb für konventionelle Eisenbahnen, inklusive Schienengüterverkehr.

7 Ergebnisse der Workshops und thematische Handlungsempfehlungen

Zentraler Leistungsbestandteil der Potentialstudie zum industriellen Handlungsfeld der Schienenverkehrstechnik war die Durchführung von fünf Workshops. Diese wurden im Rahmen des Arbeitskreiseminars Schienenverkehrstechnik durchgeführt, das in Zusammenarbeit von SCI Verkehr, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie und der ZAB organisiert wurde. Das Arbeitskreiseminar Schienenverkehrstechnik fand am 21.04.2015 von 9:00 bis 17:30 Uhr im Hotel Savoy, Berlin, statt. Im Folgenden werden die Ziele sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse der Workshops dargestellt.

Wichtigstes Ziel der Workshops war die erste vertiefende Diskussion von Projektideen, die von den regionalen Akteuren nach eigenen Bedarfen weiterentwickelt werden können. Dem dient die kritische Würdigung der bereits in den Interviews erfassten Ideen und Vorschläge einschließlich der Bewertung ihres Innovationspotentials; die Sammlung und Diskussion weiterer Innovationsthemen; die Entwicklung konkreter Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise entsprechender technologischer Projektvorhaben; das Erfassen der aktuellen regionalen Kompetenzen; die Identifizierung zusätzlicher Wertschöpfungspotentiale und Partnerschaften; der Austausch über Projekte und Strategien für die Weiterentwicklung und Stärkung der regionalen Bahnindustrie und die Skizzierung von Förderprojekten innerhalb von Shift2Rail oder anderer Förderprogramme.

Struktur der Studie und Rolle der Workshops

Ziele der Workshops:

- Kritische Würdigung der bereits in den Interviews erfassten Ideen und Vorschläge einschließlich der Bewertung ihres Innovationspotentials
- Sammlung und Diskussion weiterer Innovationsthemen
- Entwicklung konkreter Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise entsprechender technologischer Projektvorhaben
- Erfassen der aktuellen regionalen Kompetenzen
- Identifizierung zusätzlicher Wertschöpfungspotentiale und Partnerschaften
- Austausch über Projekte und Strategien

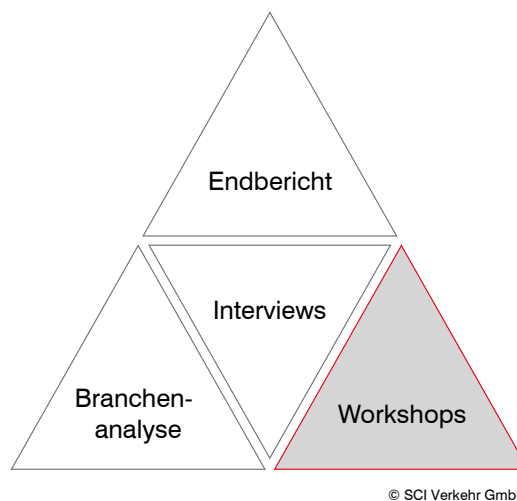


Abbildung 24: Struktur der Studie und Rolle der Workshops

Um eine bessere und vertiefte Diskussion zu ermöglichen, wurden die Workshops thematisch - wie in Abbildung 25 gezeigt - strukturiert. Diese Strukturierung erfolgte entlang den Ergebnissen der Branchenanalyse sowie der Auswertung der Interviews mit den regionalen Akteuren. Als Grundlage zur Diskussion wurden in jedem Workshop Innovationsthemen von den Moderatoren vorgeschlagen sowie Impulsvorträge ausgewählter regionaler Akteure präsentiert. Darüber hinaus wurden die regionalen Akteure aufgefordert, weitere Innovationsthemen aus ihren jeweiligen Bereichen in die Diskussionen miteinzubringen.

Workshops und Innovationsthemen

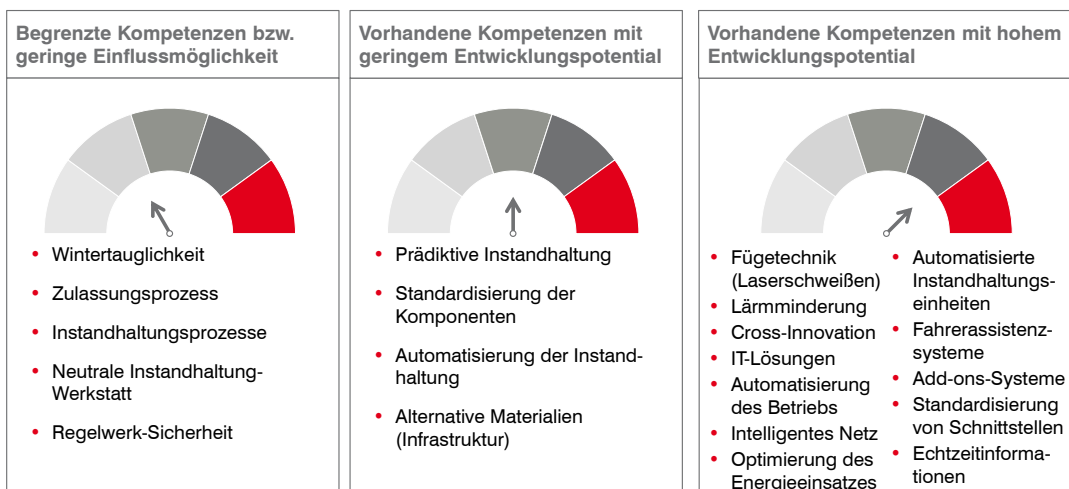
Fahrzeug	Instandhaltung	Infrastruktur	IT, Leit- und Sicherungstechnik	Fördermöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> Fügetechnik (Laserschweißen) Lärminderung Wintertauglichkeit Cross-Innovation IT-Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> Instandhaltungsprozesse <ul style="list-style-type: none"> Bedingungen der Ausschreibungen Zulassungsprozess Prädiktive Instandhaltung Neutrale Werkstatt Standardisierung der Komponenten Automatisierung der Instandhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> Automatisierung des Betriebs Intelligentes Netz Optimierung des Energieeinsatzes Alternative Materialien Automatisierte Instandhaltungseinheiten 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrerassistenzsysteme Add-ons-Systeme Echtzeitinformationen 	<ul style="list-style-type: none"> Regionale Förderprogramme Bundesförderprogramme Enterprise Europe Network Horizon 2020 Antragsvorbereitung Einzelberatung

© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 25: Workshops und Innovationsthemen

Die Akteure der Branche bewerteten in den Workshops die Kompetenzen der Region sowie die Entwicklungspotentiale der einzelnen Themen, wie in Abbildung 26 dargestellt. Fügetechnik (Laserschweißen), Lärminderung, Instandhaltungsprozesse, Automatisierung des Betriebs, automatisierte Instandhaltungseinheiten sowie Fahrassistenzsysteme wurden als Themen mit hohem Entwicklungspotential bewertet. Für diese Themen sind Kompetenzen in der Region vorhanden. Standardisierung von Komponenten und prädiktive Instandhaltung sind weitere Lösungen, die sich im Angebot der regionalen Akteure finden. Diese Themen weisen jedoch nur ein geringes Entwicklungspotential auf. Außerdem wurden Wintertauglichkeit, modulare Instandhaltung, Sicherungstechnik und Zulassungsprozesse als Themen mit hoher Signifikanz für die Weiterentwicklung des Bahnsystems benannt, für die jedoch nur im begrenzten Maße Kompetenzen in der Region Berlin-Brandenburg zu finden sind.

Kompetenzen der Region Berlin-Brandenburg



© SCI Verkehr GmbH

Abbildung 26: Kompetenzen der Region Berlin-Brandenburg

Die identifizierten Themen können mit Hilfe einer Innovation-Umsatz-Matrix bewertet werden. Wie in Abbildung 27 verdeutlicht, wird der Innovationshorizont zwischen kurz- und

langfristig auf der vertikalen Achse und das Umsatzpotential, von niedrig bis hoch, auf der horizontalen Achse dargestellt. Themen mit begrenzten regionalen Kompetenzen bzw. mit geringeren Einflussmöglichkeiten wurden in der Grafik grau markiert. Im Bereich 1 der Grafik werden Themen mit mittlerem Innovationshorizont und geringem Umsatzpotential dargestellt. Bereich 2 enthält Themen, die durchaus einen langfristigen Innovationshorizont haben, dessen Weiterentwicklung jedoch durch das geringe Umsatzpotential limitiert wird. Die Themen in Bereichen 1 und 2 haben für die strategische Entwicklung der regionalen Branche nur eine begrenzte Bedeutung. Einige Themen sind innovativ und verfügen über ein mittleres Umsatzpotential, können aber kurzfristig nicht praktisch eingesetzt werden, weil sie von anderen Akteuren abhängen, wie beispielweise die Entwicklung von neutralen Werkstätten und die Verbesserung von Instandhaltungsprozessen.

Bereiche 3 und 4 repräsentieren die interessanten sowie relevanten Themen für die strategische Entwicklung der regionalen Branche. Sie weisen ein hohes Umsatzpotential auf und unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich ihres Innovationshorizonts. Im Bereich 4 sind bestehende Lösungen und Produkte abgebildet, die verbessert bzw. weiterentwickelt werden sollen. Weil sie auf bestehenden Produkten basieren, enthalten sie in der Regel weniger Innovationsaufwand im Vergleich zur Entwicklung komplett neuer Ideen bzw. Produkte. Diese Themen könnten kurz- bzw. mittelfristig weiterentwickelt werden. Ihre Ausarbeitung könnte mittels der vorgeschlagenen Kernteams übernommen werden. Bereich 3 enthält bahnbrechende Innovationen und Produkte. Die Entwicklung von komplett neuen Produkten impliziert einen relativ hohen Innovationsaufwand. Aus diesem Grund sind solche Projekte eher langfristig realisierbar. Ihre Entwicklungen müssen gut geplant werden und schrittweise erfolgen. Für ihre Umsetzung in konkreten Projekten wird die Aufstellung eines Konsortiums vorgeschlagen, möglichst unter Einbezug eines Großunternehmens.

Innovation-Umsatz-Matrix für die identifizierten Themen

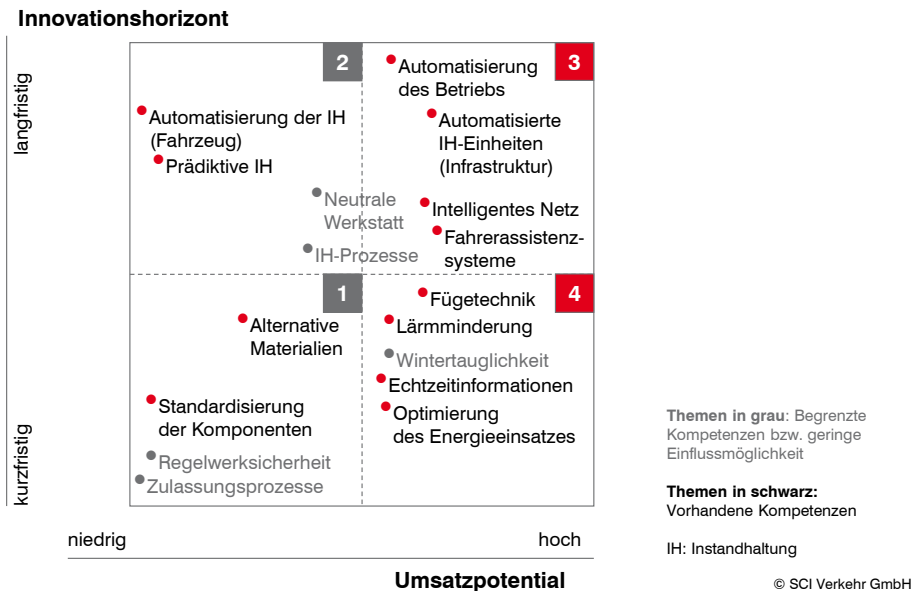


Abbildung 27: Innovation-Umsatz-Matrix für die identifizierten Themen

8 Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail

In dem ersten Entwurf des Masterplans³ für Shift2Rail wurden prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen definiert. Es handelt sich um ein vorläufiges Dokument, das noch vor der Auswahl der assoziierten Mitglieder veröffentlicht wurde. Eine neue und finale Version des Dokuments wird für April-Mai/2015 erwartet.

IP1: Cost-efficient and reliable trains, including high capacity trains and high speed trains	
Train interiors	Innovative and modular design solutions for train interiors that enable the introduction of novel on-board value-added services and improve important aspects of passenger comfort, such as accessibility, noise and vibrations, will be developed, based on new criteria and standards to evaluate passenger comfort and attractiveness of train interiors.
Doors and intelligent access systems	Innovations in passenger access systems along with new solutions for autonomous boarding of persons with reduced mobility will optimise the flow of passengers and enhance system capacity and attractiveness. Entrance systems with enhanced energy efficiency characteristics and thermal and acoustic performances will enhance passengers comfort.
Traction	New traction sub-systems and components using new semi-conductor technologies and architectures to provide reliable, resilient, cost-effective, environmentally friendly and smart new power trains. New methodologies and tools to design and validate reliable traction systems and components with reduced volume, weight and noise emissions and improved energy efficiency and electro-magnetic compatibility. New technologies for energy storage and alternative ways to convey energy to the vehicles should also be examined.
Train Control and Monitoring System (TCMS)	New generation TCMS architectures and components with wireless capabilities, enhanced throughput and safety and security functionalities. Activities shall include the development and demonstration of more reliable and safe train control systems by reducing the number of components, optimising the architecture and integrating safety critical functions. More flexible and modular functional architectures shall be developed making it easier to enhance, upgrade, retrofit and (re)authorise the TCMS, while increasing availability. The possibility and challenges of combining TCMS equipment with on-board control-command-signalling systems should be investigated.
Carbodyshell	Lighter and aerodynamic carbodyshell structures based on up to 100% composite materials to reduce energy consumption. Activities will aim at a better integration of subassemblies and train subsystems, leading to less complex manufacturing processes and easier maintenance and repairs and positive effects on the life cycle costs.
Running Gear	Next generation of light weight bogie systems with reduced infrastructure/wheel wear and damage and energy loss, whilst providing higher reliability and availability with lower maintenance costs. Lighter running gear based on optimised materials as well as new active suspensions and bogie control technologies in order to reduce wear, noise and vibration levels.
Brakes	Safer and better performing brake system with lower life cycle costs and noise levels, and recovery of the braking energy. Lighter, more compact and environmentally-friendly brake systems and a new generation of brake control electronics. Improved adhesion management, new generation of eddy current brakes as well as diagnosis enhancements for easier and more cost-efficient maintenance.

³ Shift2Rail, Draft vision of the Shift2Rail founding members on the Shift2Rail master plan, Working Document, 13.06.2014

Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail

IP2: Advanced Traffic Management & Control Systems	
Smart, fail-safe communications and positioning systems	Overcome shortcomings in current ETCS and CBTC and deliver an adaptable communication system for train control applications in all market segments, using packet switching/IP (GPRS, EDGE, LTE, Satellite) technologies, enabling easy migration from legacy systems, providing enhanced throughput, safety and security functionalities to support the current and future needs of signalling systems, and resilient to interference and to radio technology evolution. Develop a fail-safe, multi-sensor train positioning system by applying GNSS to the current ERTMS/ETCS core, boosting the quality of train localisation information while reducing the overall cost of ERTMS, namely by enabling a significant reduction in all track-side conventional train detection systems (balises, track circuits, axle counters, etc.).
Traffic Management Evolution	Advanced traffic management systems should be automated, interoperable and inter-connected. They should be combined with Driver Advisory Systems (DAS) functionality to allow for predictive and dynamic traffic management, integrating and using real-time status and performance data from the network and from the train, using on-board train integrity solutions and network attached object control functions, supported by wireless network communication. Systems should be scalable and easily upgradable, using standardised products with standardised interfaces, and enabling easy migration from legacy systems. They should rely on harmonised train data and data calculation methods, using improved algorithms to reach normal operation following disturbances in the network.
Automation	Develop and validate automatic train operation (ATO) over ETCS up to Grade of Automation (GoA) 4 (unattended train operation) for urban and suburban applications, and at least GoA2 (semi-automated train operation) for other market segments, including freight lines.
Moving block (MB) and train integrity	Develop and validate a high capacity, low cost, highly reliable signalling system based on moving block principles, thereby allowing more trains on a given main line, especially for high density passenger services. The system should be backward compatible with existing ERTMS system specifications and enable evolutions towards CBTC functionalities for Urban applications. The train integrity function shall be developed in the same time.
Smart procurement and testing	Develop an approach for zero on-site testing using simulation tools and demonstrators in a laboratory. Develop standardised engineering and operational rules and contribute to open standard interface and functional ETCS description model, all based on formal methods, in order to ease verification and authorisation processes, eventually leading to improved interoperability, while reducing the need for extensive field tests in future.
Virtual coupling	Explore the concept of virtual coupling/uncoupling in order to maximise the flexibility of train operations and allow a higher level of service to be provided to passengers and freight operators, while allowing a reduction in fleet use. This would represent a paramount change of the approach to fail safe train distance concept in the railways field.
Cyber security	Achieve the highest possible level of cyber-security against any significant threat for the signalling and telecom systems in the most economical way, as well as protection from Cyber Attacks and Advanced Persistent Threats coming from outside.

Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail

IP3: Cost Efficient and Reliable High Capacity Infrastructure	
New directions in switches and crossings	In the short to medium term, the focus should be on improving the operational performance of existing switches and crossings systems in terms of reliability and efficiency, by concentrating efforts on areas with the greatest potential for innovation, such as the point operating system, adjusting it to trains running at much higher speeds and with higher axle loads. Technology developed should make point operating equipment more robust and immune to extreme weather, and integrate mechanical, electrical and software components to deliver improved capabilities. Enhanced sensors, using new, quieter moving parts and materials, which can be embedded into the system (with improved standardised to facilitate repair in case of faults) and which enable remote condition monitoring, as well as self-diagnosis and adjustment functions, namely thanks to the use of mechatronics, should be included. Longer term activities should look into the radical redesign of switch and crossing subsystems, concentrating on wheel rail interface and contact patch dynamics, kinematics of moving elements, improving motion control and cycle times, reducing noise and whole-life costs, while improving capacity, performance, availability, reliability and maintainability.
Innovative track design and materials	In the short to medium term, methods for measuring stress, degradation, stiffness, friction, defects, impacts from climatic changes, etc. on existing tracks need to be significantly enhanced to increase track lifetime and facilitate high-precision asset management. At the same time, damage prevention and mitigation strategies need to be enhanced, using integrated health monitoring systems and innovative methods for on-site rail manipulation. Technologies should also be developed for facilitating the operation of services between systems with gauge differences – speeding up the changeover process– and systems with different overhead contact lines, allowing the use of a single pantograph for different OCLs. Longer term activities should seek to develop radically new concepts for track subsystems, as well as integrated track designs with standardised and modularised track components of limited complexity. New track solutions should encompass improved fastening and rail pad solutions, sleeper solutions and track foundation solutions, looking into the use of new materials, including elastomers, with a view to increasing durability, track stability, and safety, while reducing vibration and noise, whether running very high-speed trains or longer, heavier trains. Track solutions should also contribute to avoiding the “ballast pick up” phenomenon and be compatible with the use of eddy current braking systems (open points in the LOC&PAS TSI).
Cost effective Tunnel & Bridge solutions	Although many of Europe's 300,000 bridges and 3,500 km of railway tunnels ¹⁰ are close to or over the end of their planned service life, it would not be economically feasible or realistic to envisage their replacement on a large scale. Thus, an extension of the service life of bridges and tunnels should be a major priority. Activities should hence focus on developing faster and more accurate inspection methods and developing less disruptive repairing, strengthening and upgrading methods, using modern equipment and IT assessment tools. At the same time, new design concepts must maximise lifetime and minimise cost, while enabling the use of infrastructure by different segments, including for high speed rail.
Intelligent system maintenance	Intelligent maintenance systems, including predictive, risk-based or conditionbased maintenance, should be built on cutting edge measurement and monitoring tools that provide static and dynamic data from all relevant components of the rail infrastructure, using train-borne, wayside and remote sensing measurement and monitoring systems, and based on secure, privacy and IPR-compliant open standards, to foster sharing of technical knowledge. Data should be analysed using cutting edge data mining and analytics, capable of advanced system and degradation modelling for whole-life cost estimates and with a view to introducing non destructive testing methods. Automation should be achieved for routine maintenance checks, as well as for repetitive tasks, such as track relaying, ballast renewal, tamping and alignment. Activities should also contribute to developing a standardisation process in the area of for infrastructure measuring, monitoring and maintenance.
Improved station concepts	Activities should focus on new, modular, inexpensive design concepts allowing for universal accessibility and multi-modality, taking into account the needs of an ageing society (e.g. step-free access), as well as new demands in terms of information, capacity, train/platform interfaces, functionality, space management, IT tools, lighting systems, and connections to other modes, including solutions for a safe universal level track crossing, etc. These design concepts could be implemented in new stations or retrofitted in existing stations and be adaptable to large and smaller stations. Improved station management concepts, based on a passenger-centred approach balancing passenger satisfaction, commercial interest, rail operation, heritage safekeeping and the environment, should also be examined and more efficient and privacy-friendly technologies and processes for station security should be developed.

Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail

IP3: Cost Efficient and Reliable High Capacity Infrastructure

Energy efficiency	New smart AC power supply system enabling parallel operation of substations feed from different phases, and load flow control for peaks and minimised losses. DC integrated power supply concepts, using wayside controlled equipment to reduce the weight of braking resistors and reduce distribution losses, double catenary feeding systems to reduce voltage drops along the railway, and controlled reversible substations for traction with energy storage modules and converters to provide complete flexibility to the energy network while allowing the implementation of infra smart grids. Smart metering for a railway distributed energy resource management system, in order to finely manage the different energy flows within the railway system as a whole. All solutions will have to guarantee the quality of energy, solve EMC issues and adhere to specific railway standards and regulations.
-------------------	--

IP4: IT Solutions for Attractive Railway Services

Technical framework	Identify, formalise and document requirements and solution engineering specifications for interoperability using unambiguous semantic web technologies and open architecture and standard service interfaces. Unified and semantically consistent abstraction of the distribution information and the automated integration of existing data exchange specification (TAP-TSI, NeTEx, SIRI, RailXML, GTFS, etc.) enable decentralised deployment (to local rail travel services companies, internet service providers, etc.), decentralised management (whereby providers and consumers of transportation services can publish their specification-compliant services). At the same time, a business analytics platform should provide engineering specifications for architecture, data model & services design and develop modules for travel & transport big data development, core and support services development, as well as integration tests. All the developments should be modular, based on open specifications.
Customer experience applications	Develop secured customer experience applications reflecting each "travel environment" including customer preferences, itineraries, preselected payment means, and giving access to additional services such as en-route assistance, guidance to PRMs or passenger right information, etc. The developed solutions should also provide real-time information on relevant events that could affect the traveller's journey and match these with the traveller's preferences and door-to-door itineraries. All the developments should be modular, based on open specifications.
Multimodal travel services	Develop one-stop-shop solutions and applications for multi-modal shopping and ticketing enabling integrated door-to-door, multi-modal itineraries in answer to a traveler mobility query. All the developments should be modular, based on open specifications.

IP5: Technologies for Sustainable and Attractive European Rail Freight

Implementation Strategies and Business Analytics	Socio-economic cost-benefit analysis of innovative solutions and implementation strategies Operational solutions for european-wide migration to innovative solutions with major system impact Development of multi-partner business models for migration to innovative solutions in rail freight
Freight Electrification, Brake and Telematics	"By wire" Communication and Electro-Pneumatic Brake System Electric power supply/connection on freight wagons, incl interface to intermodal loading units (e.g. to reefer units) Electronic End Of Train device and control Freight wagon/train and goods status monitoring and data management/supervision, tracking, condition based maintenance Advanced condition monitoring, localization and diagnosis of locomotive and freight wagons in operation Friction Brake Technologies, Disk Brakes, Wheel Slide Protection for Freight Wagons Brake Module Kit, interoperable UIC-GOST Control Valve Automatic Couplers Automated Train Formation, Brake Test definition and harmonised braking regimes On-board automatic solution for freight track gauge change
Access and Operation	Collection and processing of combinations of different transport chains for individual transport units ("door to door planning system") Combination of border crossing train path allocation and slot, including "codesharing" of train paths, e.g. by long trains Provision of real time data Improvement of the interoperability and maintained safety, reducing barriers to interoperability and preventing safety from being misused for discrimination of RUs Promotion of market opening Creation of incentives for product innovation and service quality networks. Vitalisation of the wagon load market Sharing of train and marshaling yards capacity

Anhang 1: Prioritäre Forschungsaktivitäten und Innovationen von Shift2Rail

IP5: Technologies for Sustainable and Attractive European Rail Freight	
Wagon design	Wagon design including running gear for higher speed, lower noise, running stability, lower wear and tear, intelligent safety sensors, disc brakes, power-pack and generator aiming at reduced overall costs/high safety. Pocket wagon frame construction for higher speed, dynamic stability, de-ice and snow protection and safety systems. Platform wagon frame for high speed, stability and stiffness to wagon and also safety solutions especially for dangerous goods transports. Measures for low-noise wagons and low-vibration wagons; reduction of dynamic forces in the wheel/rail-interface.
Novel Terminal, Hubs, Marshalling yards, Sidings	Support the MIX TRAINS implementation (flexible, multiple stops services with versatile and intelligent wagons, ...) Endorse the MANAGEMENT ORCHESTRATION (quick-stop, network and dynamic path allocation, integrated node-path management, dynamic planning) MINIMISE OPERATIONS (shunting through fast trains, automated couplers, reduction of handling time, automation in damage recognition, brakes check)
New Freight Propulsion Concepts	Greater Flexibility and Interoperability and resilience (ability to operate under all climatic conditions in Europe) Reduction on the operation costs (€/ton x km) through the operation of Longer Trains and Dual Power (master-slave operations) Sustainable and environmentally friendly solutions, including battery solutions. Compatibility to New Generation of Wagons (interaction with TD5.1 – Freight Electrification, Brake and Telematics of IP5)
Long-term vision for an autonomous rail freight system	Design concept of a rail freight system based on autonomous movement of intelligent wagons and its integration in intermodal supply chains

9 Anhang 2: Kurzbeschreibung der Innovationsthemen

Innovationsthema	Definition
Add-on-Systeme	Sensoren und Datenbeschaffungssysteme, die unabhängig von Fahrzeugherstellern installiert werden können und keinen Einfluss auf die Hauptaufgabe der Fahrzeuge haben.
Alternative Materialien	Beispielsweise Kunststoffschwellen zur Ablösung der hochbelasteten, aber sehr elastischen Holzschwelle; Einsatzmöglichkeiten für Recyclingstoffe im Bahnbau.
Automatisierte Instandhaltungseinheiten	Vollautomatisierte Einheiten für die Instandhaltung der Infrastruktur (vergleichbar mit Rasenmäroboter).
Cross-Innovation	Übertragung der Erfahrungen von Projekten der Schienenverkehrstechnik in andere (Verkehrs-)Branchen und umgekehrt. Beispielsweise können Projekte des Leichtbaus für Schienenfahrzeuge, der Luftfahrt sowie der Automobilbranche interessant sein.
Fahrerassistenzsysteme	Fahrerassistenzsysteme optimieren die Zugsteuerung durch das Absenden von Empfehlungen an den Triebfahrzeugführer. Indem beispielsweise stets die optimale Geschwindigkeit auf der jeweiligen Strecke angezeigt wird, kann eine Verringerung des Energieverbrauchs und des Verschleißes erreicht werden.
Fügetechnik (Laserschweißen)	Dauerhaftes Zusammenfügen mindestens zweier Bauteile. Durch das Fügen werden die zuvor getrennten Werkstücke an den Fügstellen zusammengehalten, was eine Formänderung des neu entstandenen Teils herbeiführt.
Instandhaltungsprozesse	Optimierung der IH-Prozesse beispielsweise durch Verbesserung der Zulassungsprozesse und Anpassung der Ausschreibungen.
Intelligentes Netz	(Automatisierte) Optimierung des Netzbetriebs durch Echtzeit-Fahrplandaten.
Lärminderung	Vermeidung von Schallimmissionen, die vom Betrieb von Eisen- und Straßenbahnen verursacht werden.
Neutrale Werkstatt	Schaffung von unabhängigen betreiberunspezifischen Werkstätten.
Optimierung des Energieeinsatzes	Verbesserung der Energiequelle, Energiespeicherung und Energiebeförderung.
Prädiktive Instandhaltung	Prognose der belastungsabhängigen Lebensdauer von Maschinen, Werkzeugen und Komponenten. Dadurch kann die Instandhaltung von einzelnen Komponenten bzw. Einheiten optimiert werden.
Standardisierung der Komponenten	Durch die Entwicklung eines einheitlichen Standards für alle Schnittstellen zwischen verschiedenen Fahrzeugkomponenten, wird die Zusammenarbeit vereinfacht, die Qualität gesteigert und der Instandhaltungsaufwand minimiert.
Wintertauglichkeit	Die Entwicklung von beispielsweise Heizungen für Weichen, speziell isolierten Diesellokomotiven oder mit extrem leistungsfähigen und robusten Heizungen ausgerüsteten Personenzügen passen den Zugverkehr auch an extrem kalte Klimazonen an.