

Studie 35

Güterverkehrsverlagerung aus Betreibersicht



Berlin, Mai 2019

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	4
1 Einleitung	6
1.1 Problem- und Zielstellung	6
1.2 Vorgehensweise	7
1.3 Annahmen zur Verkehrsleistung	8
Exkurs: Aktuelle Lage im Schienengüterverkehr in Deutschland	12
Logistikeffekt	12
Güterstruktureffekt	13
Bedarf durch Transportlogistik	13
2 Wachstumsfaktor „Rollmaterial“	15
2.1 Aktuelle Bestandszahlen Rolling Stock	17
2.3 Auswirkung auf die produktiven Fahrzeiten durch Rationalisierung	20
2.3.2 Bremsprobe	21
2.3.3 Wagentechnische Untersuchung	21
2.3.4 Erhöhung der durchschnittlichen Transportgeschwindigkeit	22
3 Der Wachstumsfaktor „Mensch“	23
3.1 Beschäftigtenzahl und prognostizierte Entwicklung in Deutschland	24
3.1.1 Beschäftigtenstruktur nach Bundesländern	24
3.1.2 Altersstruktur	25
3.1.2.1 Prognosevariante 1	27
3.1.2.2 Prognosevariante 2	28
4 Wachstumsfaktor „Infrastruktur“	29
5 Wachstumsfaktor „Daten“	32
5.1 Digitale Lieferkette	35
6 Wachstumsfaktor „Selbstverständnis der Eisenbahnverkehrsunternehmen“	37
7 Anwendungsfall „City-Logistik“	39
9 Fazit und Ausblick	41
Literaturverzeichnis	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile an der gesamtdeutschen Güterverkehrsleistung für 2021 und 2035	10
Abbildung 2: Bestandszahlen 2016/17 (VDV) von Lokomotiven mit verschiedenen Antrieben	18
Abbildung 3: Bestandszahlen 2016/17 von Güterwagen in Deutschland	19
Abbildung 4: Tf im Schienengüterverkehr nach Bundesländern	25
Abbildung 5: Altersstruktur der Triebfahrzeugführer/innen im Schienengüterverkehr	25
Abbildung 6: Begonnene und beendete Beschäftigungsverhältnisse Tf für 2017/18 (für 2018	26
Abbildung 7: Prognose anhand Auszubildendenzahlen bis 2035	27
Abbildung 8: Prognostizierte Beschäftigtenanzahl im Schienengüterverkehr	28
Abbildung 9: Wissenschaftlicher Prozess	34

Management Summary

Die vorliegende Studie analysiert und belegt, dass der Schienensektor in Deutschland eine Verdoppelung der Verkehrsleistung im Güterverkehr bis 2035 und damit einen Marktanteil von ungefähr 35 Prozent erreichen kann, was eine auf der Straße spürbare Verkehrsverlagerung bedeuten würde. Fünf ausschlaggebende Wachstumsfaktoren wurden identifiziert, untersucht und die Entwicklung mitsamt wichtigster Trends für die nächsten 16 Jahre betrachtet. Zusammen mit Verantwortlichen der Wettbewerbsbahnen wurden die wesentlichen kritischen Faktoren durch ein Expertenteam des Verbandes überprüft.

Die fünf Wachstumsfaktoren (Fahrzeuge, Mensch, Infrastruktur, Daten, Geschäftsmodell) sind die entscheidenden Handlungsfelder und Bindeglieder zwischen dem niedrigen Marktanteil von zuletzt 18,6 Prozent im Schienengüterverkehr und modernen Bahnverkehren. Um zu wachsen, muss der Schienengüterverkehr für viele heute mit dem Lkw transportierende Verlagerer qualitativ und preislich attraktiv(er) werden, damit er in moderne Logistikprozesse integriert werden und Ladung (zurück-)gewinnen kann. Der Sektor selbst wird nach Einschätzung der Expertinnen und Experten seine Produktivität bezogen auf die Verkehrsleistung pro Zug bis 2035 um rund 50 Prozent gegenüber heute steigern können.

Ohne eine breite politische Unterstützung auf nationaler wie europäischer Ebene werden allerdings diese Effizienzsteigerung wie auch die aus der höheren Leistung resultierenden Herausforderungen schwerlich zu bewältigen sein. Für die Bundesregierung und insbesondere das Verkehrsministerium soll die Studie Sicherheit schaffen, dass zumindest die Wettbewerbsbahnen einen politischen Impuls aufgreifen und in mehr Verkehr umsetzen würden. Dieser aus steuerlichen, ordnungsrechtlichen und regulatorischen Maßnahmen bestehende Impuls kann nur von der Legislative gesetzt werden und wurde ebenso wie die Programmstrukturen der Innovationsförderung in der vorliegenden Studie nicht im Einzelnen betrachtet, sondern im Sinne konsequenten politischen Handelns entsprechend der Aussagen des Koalitionsvertrages von 2018 unterstellt. Nur mit hinreichendem Vertrauen in ein langfristig belastbares staatliches Handeln würden die sektorinternen Maßnahmen ergriffen werden.

Personal und **Rollmaterial** müssen und können – ebenso wie Strategien für Digitalisierung und ein standardisierter Datenaustausch – verfügbar sein. Die Studie überprüft hierzu Berufsbilder der Zukunft, Neubaufertigungsleistungen und den Stand der Technik von Telematikanwendungen.

Bezüglich der Strecken**infrastruktur** greift die Untersuchung auf die Ergebnisse der von der kcw GmbH für das Netzwerk Europäischer Eisenbahnen (NEE) und den Verband der Güterwagenhalter (VPI) erstellten

und jüngst veröffentlichten Studie zurück. Für weitere Infrastrukturbestandteile (z.B. Verladeeinrichtungen, Leit- und Sicherungstechnik, Werkstätten oder Abstellkapazitäten) sowie den Lärmschutz werden die erreichbaren Ziele und Handlungsverantwortlichen benannt.

Die für den Unternehmenserfolg maßgebliche Automatisierung zahlreicher Prozesse (einschließlich der vorangehenden Überprüfung derselben) im Eisenbahnbetrieb selbst, in der intermodalen Logistikkette, im Vertrieb, der Abrechnung oder dem Personalwesen erfordert eine produktionsübergreifend abgestimmte **Daten**strategie und -anwendung, deren Bestandteile beschrieben werden und die im Verbund zwischen Unternehmen und Behörden unter wissenschaftlicher Begleitung entwickelt werden müssen und können.

Die Spannbreite der künftigen **Geschäftsmodelle** der Eisenbahnverkehrsunternehmen wird ohne abschließende Empfehlung erörtert. Für eine Verlängerung der Wertschöpfungskette insbesondere um speditiv-nelle Leistungen gibt es ebenso gute Gründe wie für eine Beibehaltung der bestehenden Arbeitsteilung in diesem Bereich. Es ist aber auf jeden Fall eine ebenso dringende wie leistbare Aufgabe des Staates wie des Sektors, im Hochschul- und Ausbildungsbereich das Schienenwissen deutlich zu stärken.

Die Studie kommt insgesamt zum Ergebnis, dass die Aufgaben zur Erreichung des avisierten Wachstums im Zusammenspiel zwischen Sektor und Politik lösbar sind, allerdings nur, wenn in allen fünf definierten Faktoren die notwendigen Innovationen auf den Weg gebracht werden.

1 Einleitung

Auch 25 Jahre nach Inkrafttreten der Bahnreform in Deutschland hat die Schiene ihren verkehrsleistungsbezogenen Marktanteil nicht durchgreifend steigern können. Was in einigen Jahren vor der Finanzkrise an Zuwachs gewonnen war, zerrann binnen kürzester Zeit. Danach wuchs die Schiene mit dem Güterverkehrsmarkt, erst in den vergangenen beiden Jahren zeigte sich erneut ein leicht überproportionales Wachstum des Marktanteils, wobei der des Lkw noch stärker wuchs. Die Verantwortlichen in der Politik haben vernachlässigt, für faire intermodale Wettbewerbsbedingungen, eine energische technologische Modernisierung und eine wettbewerbsorientierte Eisenbahnorganisation zu sorgen. Das Ergebnis ist unbefriedigend, der Marktanteil der Schiene kann trotz Wachstum der Verkehrsleistung im Güterverkehr seit Jahren die 20 Prozent-Marke nicht erreichen.

Die defensive Sichtweise der Politik auf die Schiene zeigt sich zum Beispiel im Bundesverkehrswegeplan 2030 (BVWP), der lediglich eine Steigerung der Verkehrsleistung des Jahres 2010 von 107,6 Mrd. Tonnenkilometern – und heute rund 130 Mrd. Tonnenkilometern – auf 153,7 Mrd. Tonnenkilometern bis 2030 vorsieht. Dies unterstellt ein Wachstum der Verkehrsleistung von nur etwa 18 Prozent gegenüber heute, sodass der Marktanteil dann sogar unter dem Wert von 2017 (18,6 Prozent) liegen würde.

1.1 Problem- und Zielstellung

Dem aktuellen Koalitionsvertrag zufolge will die Bundesregierung „mehr Güterverkehr auf die umweltfreundliche Schiene verlagern“¹. Die ungebrochen wachsenden CO₂-Emissionen aus dem Straßengüterverkehr, der hierzulande für 94 Prozent der güterverkehrsbedingten Emissionen verantwortlich ist, zeigen die Dringlichkeit auf. Das politische Verlagerungsziel wurde im Koalitionsvertrag nicht exakt quantifiziert. In politischen Diskussionen wird zugleich häufig die Leistungsfähigkeit der Schiene bezweifelt.

Aktuelle Entwicklungen belegen, dass die Schiene mehr kann. Das Wachstum der Branche, das von den Wettbewerbsbahnen getragen wird, liegt bereits jetzt oberhalb der Prognosen im Auftrag der Bundesregierung.

Das Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e.V. (NEE) hat aus diesem Grund geprüft, ob aus Perspektive der Eisenbahnbetreiber eine erhebliche Steigerung des Schienengüterverkehrs in den nächsten 15 Jahren gelingen kann.

¹ CDU/CSU; SPD 2018. Koalitionsvertrag. S. 77.

Ausgehend von einer Beschreibung der aktuellen verkehrlichen Situation und der Herausforderungen im Verkehrssektor in den Bereichen Infrastrukturzustand und –bedarf, Klima und Umwelt sowie Verkehrssicherheit wurde eine Wachstumsvision des Schienengüterverkehrs geprüft. Im Ergebnis soll aus Sicht der Verkehrsunternehmen geklärt werden, ob die Politik ermutigt werden kann, einen Wachstumskurs des Schienengüterverkehrs belastbar zu bestätigen und durch Entscheidungen über Rahmenbedingungen, Infrastrukturentwicklung und Innovationsförderung zu unterstützen.

Dabei soll als Prämisse bis zum Jahr 2035 der Marktanteil des Schienengüterverkehrs am gesamten Güterverkehr von heute (2017) 18,6 auf 35 Prozent (Szenario 35/35) nahezu verdoppelt werden.

Die Expertinnen und Experten aus den Reihen der Wettbewerbsbahnsens nehmen für die zugrundeliegende Studie an, dass die Verkehrsleistung, die heute in dem unter hohem wirtschaftlichem Druck stehenden Produktionssystem des Wagenladungsverkehr erbracht wird, durch veränderte Transportsysteme ungeschmälert weiterhin auf der Schiene transportiert und nicht als Verlust an die Straße gewertet wird (vgl. Kapitel 1.3), sodass ein Marktanteil der Schiene von 35 Prozent im Jahr 2035 angenommen wird. Dies entspräche entsprechend in einem weiter (um 0,7 Prozent p.a.) gewachsenen Gesamtmarkt einer Schienenverkehrsleistung von knapp 264 Mrd. Tonnenkilometern. Die Marktanteile der Binnenschifffahrt, des Luftfrachtverkehrs und der Rohrleitungen bleiben in diesem Szenario unverändert, die des Lkw sinkt allerdings um 15 Prozent gegenüber dem für 2021 prognostizierten Ausgangswert. In diesem Szenario bleiben Annahmen zur Änderung der Auslastung, Fahrzeuggröße oder durchschnittlichen Transportweite des Lkw unbeachtet. Die seitens der Politik angestrebte Entlastung der Straße könnte somit real werden, was wiederum wichtige Anhaltspunkte für die Strategie zu Erhalt und Modernisierung der Straßeninfrastruktur ergibt.

1.2 Vorgehensweise

In einer hypothetischen Betrachtung wird davon ausgegangen, dass durch politische Entscheidungen und vom Sektor zu leistenden Verbesserungen auf der Grundlage des Masterplans Schienengüterverkehr eine deutliche Ausweitung der absoluten Verkehrsleistung und des Marktanteils der Schiene erreicht werden kann. Da jedoch in der politischen Debatte über genau diese Veränderungen der Rahmenbedingungen immer wieder Zweifel über die Leistungsfähigkeit der Schiene geäußert werden, wird mit der Untersuchung die Machbarkeit aus der Sicht der Experten und Expertinnen aus dem Schienengüterverkehr überprüft. Vertreter und Vertreterinnen der NEE-Mitgliedsunternehmen haben für die Erarbeitung dieses

Zielszenarios ihr umfangreiches Wissen aus der Praxis geteilt und geben ihre Einschätzungen zu elementaren Transformationsprozessen der vergangenen und zukünftigen Jahre im Schienengüterverkehrsmarkt ab. Zahlreiche wesentliche Aussagen sind aus qualitativen Interviews entnommen.

Abgeleitet von den heutigen Verhältnissen wird das Szenario 35/35 mit einem 35-prozentigen Marktanteil im Zieljahr 2035 für die Betrachtung zugrunde gelegt.

In den folgenden Wachstumsfaktoren und im exemplarischen Anwendungsfall „City-Logistik“ werden die Auswirkungen des Zielszenarios auf Plausibilität und Machbarkeit überprüft:

- 1 Rollmaterial (Lokomotiven und Wagen)
- 2 Mensch
- 3 Infrastruktur
- 4 Datenmanagement
- 5 Selbstverständnis und Geschäftsmodell des Eisenbahnverkehrsunternehmens

Maßgeblich für die Verdopplung der Verkehrsleistung ist in jedem Fall die Steigerung der Produktivität im Gesamtsystem Schienengüterverkehr. Maßgeblich sind hierfür effizienzsteigernde Maßnahmen in den Betriebsabläufen: Die Verringerung der durchschnittlichen Transportdauer auf einer leistungsfähigen und zuverlässigen Infrastruktur, die flächendeckende ETCS-Einführung sowie die deutliche Erhöhung der durchschnittlichen Zuglänge sind hierfür ebenso entscheidende Gesichtspunkte wie eine effizientere Personaleinsatzplanung, bessere Ausbildung, höhere Leistung und Zuverlässigkeit von Fahrzeugen und Infrastruktur oder die Beschleunigung von Be- und Entladevorgängen, um nur einige Punkte anzuführen.

Die für diese Studie unterstellte Steigerung der Produktivität um 50 Prozent hat durchschlagende Effekte auf den Personalbedarf und damit einhergehend auf die Attraktivität der Berufsfelder im Schienensektor sowie auf die Bestandszahlen des Rollmaterials und die Wettbewerbsfähigkeit im Gesamtgütermarkt.

Die erforderlichen Maßnahmen und die Risiken für die geplante Entwicklung werden im Zeitablauf der kommenden 17 Jahre im Folgenden bewertet.

1.3 Annahmen zur Verkehrsleistung

Die Studie basiert auf der Entwicklung der Verkehrsleistung in Tonnenkilometern. Den Ausgangswert bildet das prognostizierte Gesamtmarktvolumen im Jahr 2021 von 686 Mrd. Tonnenkilometer (tkm)² im deutschen Güterverkehr. Unterstellt wurde ein im Verlauf des Zeitraums bis 2035 durchschnittliches, lineares, jährliches Wachstum der Verkehrsleistung von 0,7 Prozent, sodass die Verkehrsleistung im Zieljahr 2035

² BMVI 2018, S. 28.

754 Mrd. tkm betragen würde. Der im Verhältnis zu den vergangenen Jahren unterdurchschnittliche Wachstumspfad wurde mit Blick auf die hohe Wahrscheinlichkeit konjunktureller Schwächephasen in diesem langen Zeitraum und die möglicherweise dämpfenden Effekte aus Umweltauflagen und hoher Infrastrukturauslastung bei allen Verkehrsmitteln und einem sich verstärkenden Güterstruktureffekt gewählt und entspricht im Übrigen der Einschätzung der vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur beauftragten Gutachtern für die kommenden drei Jahre. Im Szenario wird die Umsetzung der Maßnahmen des Masterplan Schienengüterverkehr unterstellt.³ Eine jahresbezogene exakte Prognose der Verkehrsleistung zwischen 2021 und 2035 wird in dieser Studie explizit nicht gegeben.

Relevante Veränderungen bei der Zusammensetzung der transportierten Güter, der Transportströme und der Produktionsformen im Schienengüterverkehr werden immer wieder diskutiert. Das bisherige Wachstum im Schienengüterverkehr ist fast ausschließlich auf den Transportzuwachs vergleichsweise leichter Güter im Kombinierten Verkehr zurückzuführen. Die Veränderung der Güterstruktur in Richtung leichterer (und hochpreisigerer) Güter wird sich als Folge von Änderungen in der Industrie- und Handelslandschaft fortsetzen und in einigen Bereichen (z.B. Kraftwerkskohle) beschleunigen. Dies könnte dazu führen, dass sich im Vergleich zum bisherigen Transportgeschehen die Kennzahl Verkehrsleistung weniger stark entwickelt als etwa die netzauslastungsrelevante Kennzahl „Zugkilometer“.

Auch aus dem Produktionskonzept Einzelwagenverkehr werden Impulse für eine Änderung kommen (müssen), denn dahinter steht ein sehr aufwändiger Prozess mit starren Betriebsabläufen: Das Zusammenstellen und Trennen von Wagen sowie deren Abholung und Zustellung sind außerordentlich ressourcen- und zeitintensiv und „für rund 30 bis 40 Prozent der Gesamtkosten verantwortlich“⁴. Eine Vielzahl manueller Kupplungsvorgänge führt zu langen Stillstandszeiten der einzelnen Wagen und einer durchschnittlichen Systemgeschwindigkeit von nur etwa 18 Stundenkilometern⁵, was den Einzelwagenverkehr im Verhältnis zu straßenbasierten und modernen schienenbasierten Logistikkonzepten ineffizient macht. Zudem sind rund fünf Tage Vorlaufzeit notwendig, um Personal, Material und Trassen zur Verfügung zu stellen.

Aus diesem Grund geht das 35/35-Szenario davon aus, dass der konventionelle Wagenladungsverkehr und insbesondere das damit zusammenhängende aktuelle Produktionskonzept der DB Cargo AG aus wirtschaftlichen Gründen bis zum Zieljahr 2035 durch andere Produktionsformen (insb. konventionellen Kombinierten Verkehr, aber auch teilautomatisierte Leistungen mit Container- wie auch Spezialwagen) ersetzt

³ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017).

⁴ Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure e.V. 2017.

⁵ Nüssle et. al (2017).

wird. Die derzeit immer stärker diskutierte Alternative einer staatlichen Förderung des Einzelwagenverkehrs ist nicht nachhaltig, da sie die grundlegenden Modernisierungsprobleme des Produktionssystems nicht löst, obwohl dies bei einer konzertierten Vorgehensweise ohne das Risiko einer dauerhaften steueraufkommensabhängigen Unterstützung möglich ist. Mehr hochproduktive Gleisanschlüsse, die stärkere Standardisierung intermodal einsetzbarer Transporteinheiten, der sinnvolle Einsatz von Spezialwagen und eine weitgehend automatisierte Umladung zwischen Schiene und Straße samt Feinverteilung mit elektrisch angetriebenen Straßenfahrzeugen sind die Schlüssel, mit denen die Gütermengen des Einzelwagensystems für die Schiene gesichert und zusätzliche Mengen gewonnen werden können.. Diese Studie empfiehlt die Erprobung dieser Elemente durch ein möglichst zeitnahes Praxisprojekt in der Nahlogistik.

Bei unveränderten Marktanteilen des Binnenschiffes und der Rohrleitungen würde die Verkehrsleistung des Straßengüterverkehrs im Jahr 2035 etwa um 15 Prozent unter dem Wert von 2021 liegen.

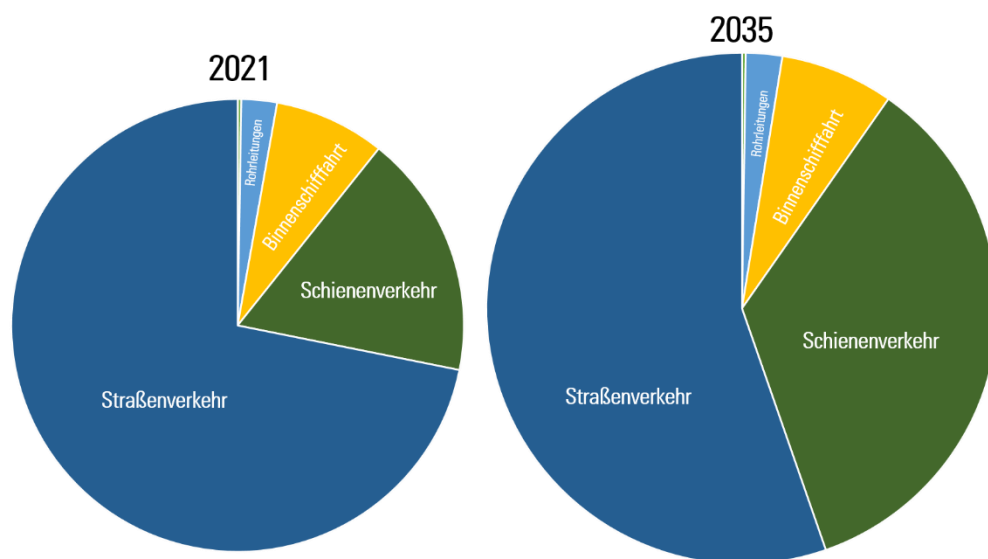


Abbildung 1: Anteile an der gesamtdeutschen Güterverkehrsleistung für 2021 und 2035

Tabelle 1: Prognostizierte Entwicklung der Güterverkehrsleistung 2021 und 2035

Güterverkehrsträger	2021		2035	
	Leistung [Mrd. tkm]	Anteil [%]	Leistung [Mrd. tkm]	Anteil [%]
Straßenverkehr	492,5	71,2	418,6	55,4
Eisenbahnverkehr	119,5	17,4	264,6	35
Binnenschifffahrt	54,3	7,9	53,4	7
Rohrleitungen	17,4	2,5	17,4	2,3
Luftfracht	1,8	0,3	1,8	0,2
Insgesamt	685,5	100	755,8	100

Die Orientierung der Szenarien ausschließlich an der Verkehrsleistung als Kennzahl wird seitens der Expertinnen und Experten als unbefriedigend angesehen, weil damit die Rolle der Schiene beim Transport leichter und hochwertiger Güter nicht adäquat abgebildet wird. Die Verkehrsleistung ist jedoch als eine Kennzahl aufgrund der Verfolgbarkeit über zurückliegende wie über Prognosezeiträume ebenso wie durch ihre noch vergleichsweise verlässliche Erfassung relevant. Güterstruktureffekte werden auf die statistische Größe im Zeitraum bis 2035 eine überschaubare Wirkung haben, so dass die schiere Transportmenge keine zentrale Kennzahl ist. Neben der Verkehrsleistung kann eine Betrachtung der Zugkilometer im Schienenverkehr und der Fahrzeugkilometer im Straßenverkehr zusätzliche Hinweise geben und eine Validierung ermöglichen.

In der von der kwv GmbH erstellten Studie zur Schienennetzentwicklung vom Mai 2019 wurde als Ergebnis einer vereinfachten Saldierung der verschiedenen Effekte eine gleichgerichtete Entwicklung von Verkehrs- und Zugkilometerleistung im Schienengüterverkehr unterstellt. Die Annahme wurde für diese Studie übernommen.

Perspektivisch ermöglicht die Berechnung des Ausstoßes von Treibhausgasen eine gute Dokumentation sowie Priorisierung von Maßnahmen in Bezug auf die umwelt- und verkehrspolitischen Ziele. Darüber hinaus sollte die Etablierung weiterer Kennzahlen, etwa des transportierten Warenwerts oder der durchschnittlichen Transportdauer, intensiv verfolgt werden, um die politische Anreizsetzung besser nachvollziehen zu können.

Exkurs: Aktuelle Lage im Schienengüterverkehr in Deutschland

Die Ausgangsbasis für die Einschätzung einer Strategie zur Erhöhung des Marktanteils des Schienengüterverkehrs stellt die Analyse des Status Quo dar. Diese bezieht sich im Folgenden insbesondere auf den Modal Split und die nachhaltige Leistungserstellung im Güterverkehr.

Der Modal Split stellt eine Möglichkeit zum Vergleich der Güterverkehrsleistung (quantifiziert als Produkt aus Transportmasse und Transportdistanz) unterschiedlicher Verkehrsträger dar. Der Lkw verfügt über den höchsten Anteil am Modal Split mit 71 Prozent der gesamten Güterverkehrsleistung. Der Verkehr auf der Schiene weist lediglich einen Anteil von 18 Prozent auf. Die aufgrund ihrer natürlichen Verkehrswege begrenzte Binnenschifffahrt verzeichnet 8 Prozent der Güterverkehrsleistung, während Rohrleitungstransporte und Luftverkehr nur einen geringen Anteil von 3 Prozent ausmachen.

Es wird deutlich, dass der Güterverkehr derzeit durch den Lkw dominiert wird. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der spezifischen Emissionen der Verkehrsträger relevant, da umweltfreundliche Verkehrsträger wie Schiene und Binnenschiff zusammen nur ca. ein Viertel der Verkehrsleistung erbringen. Insbesondere weisen der Transport auf der Schiene und dem Binnenschiff Vorteile hinsichtlich der Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄ und N₂O) im Vergleich zum Lkw auf. Aufgrund des geringen Rollwiderstandes zwischen Stahlrad und Stahlschiene verfügt die Eisenbahn über systembedingte Vorteile hinsichtlich der Energieeffizienz. Der Schienengüterverkehr verursacht in den betrachteten Kategorien die geringsten Emissionen. Dennoch ist der Modal Split relativ gering, was u. a. in der derzeit teilweise mangelhaften Logistikfähigkeit der umweltfreundlichen Verkehrsträger begründet liegt:

"The least polluting modes are generally regarded as being the least reliable in terms

of on-time delivery, lack of breakage and safety. Ships and railways have inherited

a reputation for poor customer satisfaction, and the logistics industry is built

*around air and truck shipments... the two least environmentally-friendly modes."*⁶

Ein besonders wichtiges Kriterium für die Auswahl eines Verkehrsträgers durch die Industriekunden und -kundinnen ist der Preis der Leistungserstellung, dieser wird definiert durch den effizientesten Einsatz aller Produktionsmittel. Dies ist eine Funktion aus geringsten Kosten, bester Auslastung und kürzester Verweildauer im System Schiene. Die Entwicklung der Erzeugerpreisindizes für den Güterverkehr dient hierbei als Kennwert. Es lässt sich erkennen, dass die Volatilität der Erzeugerpreise im Schienen- und Straßengüterverkehr gering ist, in der See- und Küstenschifffahrt und der Luftfracht hingegen relativ hoch.⁷ Lange Zeit sind die Preise im Schienengüterverkehr stärker gewachsen als im Straßengüterverkehr.

Zur Entwicklung einer Bedarfsanalyse ist es im Folgenden notwendig, ausgehend vom Status Quo, die Trends und prognostizierten Entwicklungen im Güterverkehr zu erfassen und hinsichtlich ihrer Relevanz zu diskutieren.

Logistikeffekt

Die für den Gütermengeneffekt verantwortliche globale Arbeitsteilung führt nicht nur zu hohen Transportaufkommen, sondern auch zu einer Veränderung der logistischen Strukturen und Konzepte. Die Auswirkungen dieser neuen logistischen Konzepte werden unter dem Begriff „Logistikeffekt“ zusammengeführt. Es handelt sich dabei insbesondere um produktionssynchrone Beschaffung (Just-in-Time) und bestandsarme Distribution (Efficient Consumer Response und Vendor Managed Inventory). Qualität und Termintreue stehen bei diesen Konzepten immer mehr Vordergrund. Die beiden Kriterien werden dadurch erreicht,

⁶ Rodrigue et al. (2008), S. 5

⁷ Vgl. auch Meyer (2015), S. 46.

dass die Transportfrequenz erhöht wird. Dies hat zur Folge, dass kleine Transportgrößen realisiert werden müssen.⁸

Güterstruktureffekt

Der Güterstruktureffekt beschreibt den Wandel von Massengütern hin zu kleinteiligen Sendungen. Traditionell bahnaffine Massengüter nehmen an Bedeutung ab, während der Transport von Stückgütern und Paketen zunimmt. Diese kleinteiligen Sendungen weisen eine hohe Wertdichte auf, sodass ihre Kapitalbindungskosten während des Transportprozesses an Bedeutung gewinnen. Diese Veränderungen resultieren aus den sich wandelnden Logistikkonzepten mit hohen Transportfrequenzen bei geringen Lagerbeständen (vgl. Logistikeffekt).⁹ Der Güterstruktureffekt ist somit eng mit dem Logistikeffekt verwoben und tritt insbesondere in Gesellschaften mit hohen Dienstleistungs- und Technologiestandards auf.¹⁰ Dies resultiert in einer Eilbedürftigkeit der Güter, da sich der Trade-Off zwischen höheren Kosten für höhere Transportgeschwindigkeiten und den Kapitalbindungskosten verschiebt. Das Segment der kleinteiligen Expresssendungen stellt somit einen Zukunftsmarkt im Transportwesen dar. Besonders anschaulich wird dies bei Betrachtung der Kurier-, Express- und Paketsendungen (KEP-Sendungen), welche in Deutschland transportiert werden. Das Sendungsaufkommen in der Branche wächst seit Jahren stark an. Dieser Effekt steht in starkem Zusammenhang zum E-Commerce und den resultierenden Paketsendungen aus Online-Bestellungen. In Deutschland wurden bereits im Jahr 2016 über drei Milliarden Pakete versendet.¹¹ Die Wachstumsraten des Sendungsaufkommens liegen dabei deutlich im positiven Bereich mit Ausnahme der durch die Finanzkrise beeinflussten Jahre 2008 und 2009.

Diese prognostizierten, langfristigen Veränderungen in der gesamtwirtschaftlichen Güterstruktur werden oft als Begünstigung des Straßengüterverkehrs dargestellt, und somit als Hemmnisse für Schienen und Binnenschiffverkehr. Jedoch entscheidet „über den Erfolg eines Verkehrsträgers [...] nicht zuletzt seine Anpassungs- und Innovationsfähigkeit, [sondern] auch die Rahmenbedingungen.“¹² Eine Anpassung der niedrigen Transportkosten des Straßenverkehrs an aktuelle klimapolitische Zielsetzungen können schnell zu einer Disruption der Effekte führen.

Bedarf durch Transportlogistik

Der Güterstruktureffekt betrifft sämtliche Verkehrsträger gleichermaßen. Die Nachfrage nach Transportleistungen steigt an. Sofern ein Verkehrsträger kapazitiv in der Lage ist, die zusätzliche Nachfrage zu befriedigen, stellt er einen potenziellen Ersteller der Leistung dar. Daher können theoretisch alle in dieser Studie betrachteten Verkehrsträger durch die Entwicklung der zusätzlichen Verkehre ihre Güterverkehrsleistung steigern, sofern die benötigte Verkehrsinfrastruktur hierfür vorliegt oder im Kontext der Mengensteigerung entwickelt wird.

Der Güterstruktureffekt führt dazu, dass die Sendungsgrößen abnehmen. Massengutaffine Verkehrsträger, wie die Binnenschifffahrt und die Schiene, sind systembedingt nicht auf den Transport kleinteiliger Sendungen ausgelegt, so dass ohne Änderung der Logistiksysteme an dieser Stelle erwartbar ist, dass insbesondere der Lkw profitieren könnte. Das Straßenverkehrssystem in Deutschland steht jedoch in einigen zentralen Bereichen, insbesondere in Ballungsräumen, am Rande seiner kapazitiven Grenzen. Dieser Zustand wird in Anbetracht des zunehmenden Sendungsaufkommens mit großer Wahrscheinlichkeit auch in Zukunft Bestand haben.

⁸ Vgl. Gleissner & Femerling (2016), S. 7f.

⁹ Vgl. Gleissner & Femerling (2016), S. 7.

¹⁰ Vgl. Wendlandt & Böttiger (2007), S. 2.

¹¹ Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. 2018, S. 11.

¹² Berschin et.al (2019), S. 8.

Die Eilbedürftigkeit der Güter kann nach derzeitigem Stand insbesondere nicht von der Binnenschifffahrt erfüllt werden. Auf der Schiene sind hingegen Expressverkehre realisierbar. Zudem ist die zunehmende Containerisierung eine Renaissance des Massengutes mit neuem Gesicht. Auf der Straße existiert die Möglichkeit zur Nutzung flexibler Sprinter-Fahrzeuge. Auf langen Strecken und bei besonders eilbedürftigen Gütern kann der Luftverkehr seine Stärken hinsichtlich der Transportgeschwindigkeit nutzen und somit die Kapitalbindungskosten für die transportierten Güter minimieren.¹³

Durch den Logistikeffekt werden die Auswirkungen neuer Logistikkonzepte mit hohen Anforderungen an Pünktlichkeit und Qualität beschrieben. Die benötigte Flexibilität wird grundsätzlich durch den Lkw erfüllt, welcher bei Just-in-Time Konzepten bevorzugt genutzt wird.¹⁴ Im Schienenverkehr werden bisher hingegen lediglich vereinzelt solche Konzepte realisiert.¹⁵ Es lässt sich daher feststellen, dass durch den Logistikeffekt grundsätzlich im Status Quo des Güterverkehrssystems Mehrverkehr für den Lkw generiert wird.

Für die Europäische Union wurde das Ziel ausgegeben, bis zum Jahr 2030 30 Prozent der Verkehre über 300 Kilometer auf die Schiene zu verlagern.¹⁶ Den Zielen steht die derzeitige Entwicklung gegenüber, welche von stark steigenden

Güterverkehrsleistungen, auch auf der Straße, geprägt ist. Dieses Dilemma wird von Bretzke & Barkawi zusammengefasst: „Von der Verkehrsleistung wird erwartet, dass ihr Wachstum gegenüber den einschlägigen Schätzungen erheblich gedrosselt wird, aber niemand sagt auch nur ansatzweise, wie das geschehen konnte.“¹⁷

Bretzke & Barkawi weisen darüber hinaus darauf hin, dass in der gegenwärtigen Diskussion um die Emissionsreduktion die Handlungsoptionen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele noch zu wenig Bedeutung erfahren. Dabei handelt es sich insbesondere um die Anpassungen bestehender Logistiksysteme und -prozesse. Das Wachstum der Güterverkehrsleistung soll deutlich eingeschränkt werden, Lösungsansätze bestehen hierfür bisher nicht.¹⁸ Die Verlagerung von Verkehren auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel stellt eine mögliche Alternative dar. Es sei darauf verwiesen, dass Verlagerungen mit Veränderungen der Logistiksysteme gekoppelt sind. Diese Veränderungen sind laut Bretzke & Barkawi zwischen Straße und Schiene gering, so dass eine Verlagerung zwischen den Verkehrsträgern einfacher realisierbar ist, als beispielsweise zwischen Luft- und Seefracht. Dies liegt in den ähnlichen Transportdauern der Verkehrsträger begründet.¹⁹

¹³ Vgl. Leitner (2015), S. 10.

¹⁴ Vgl. Weinmann et al. (2015), S. 35.

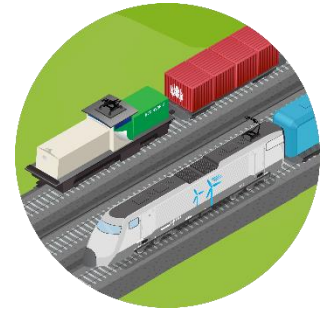
¹⁵ Vgl. Schellhas (2017).

¹⁶ Vgl. European Commission (2011), S. 9.

¹⁷ Bretzke & Barkawi (2012), S. 3

¹⁸ Vgl. Bretzke & Barkawi (2012), S. 3ff.

¹⁹ Vgl. Bretzke & Barkawi (2012), S. 212.



2 Wachstumsfaktor „Rollmaterial“

Untersucht wurde die Frage, ob ausreichend Eisenbahnfahrzeuge – Triebfahrzeuge und Wagen – im Jahr 2035 für die deutlich höhere Verkehrsmenge zur Verfügung stehen bzw. stehen könnten, wobei sich vor allem bei neuen Wagen und Transportgefäßen signifikante Verbesserungen der intermodalen Nutzbarkeit und der Auslastung erzielen lassen müssen.

Vorauszuschicken ist, dass die Nachfrage nach rein dieselgetriebenen Lokomotiven aufgrund des wachsenden Angebots von Hybridlokomotiven und einer weiter wachsenden Elektrifizierung voraussichtlich stark sinken wird.

Der vergleichsweise geringe Fahrzeugbestand im Eisenbahnsektor führt zu einem volatilen und kleinen Markt, wobei selbst innerhalb dieses Bestandes noch große Unterschiede in der Lauf- und Transportleistung von Wagenbauarten oder gar einzelnen Wagen liegen. Die Anzahl der Lastkraftwagen in Deutschland belief sich laut Kraftfahrt-Bundesamt im Jahr 2017 auf rund 3,1 Millionen Fahrzeuge, was rund das 40-fache der Menge an produktiven Güterwagen in Deutschland ist (vgl. Abbildung 3).²⁰ Investitionen für Innovationen müssen sich in der Bahnbranche daher über im Vergleich zu Straßenfahrzeugen kleine Stückzahlen refinanzieren. Ein weiteres Hemmnis für die Einführung von Innovationen stellt die bisher sehr hohe Lebensdauer eines Eisenbahngüterwagens von 30 bis 40 Jahren dar - im Vergleich laufen Lkw-Sattelaufleger nur rund 10 Jahre. Folglich waren die Eisenbahngüterwagen bis in die Mitte dieses Jahrzehnts hinein die in Deutschland und ganz Europa am meisten vernachlässigte Ressource im Schienengüterverkehr. Spezifische Kostensenkungen beschränkten sich im Wesentlichen auf die Vergrößerung und die Standardisierung bei Wagen für den Kombinierten Verkehr (KV), wohingegen sich bisher Spezialwagen behaupteten und sich Standardwagen für eine bessere Straße-Schiene-Kombination jenseits des klassischen KV noch nicht in der Breite durchsetzen konnten. Um die Schiene konkurrenzfähig zu halten, muss der Wagen der Zukunft das intelligente Bindeglied zwischen der Transportlogistik auf der Schiene und der Industrielogistik 4.0 in den Netzwerken der Kunden und Kundinnen werden. Technologische und betriebliche Innovationen sind hierfür die Voraussetzung.

²⁰ Kraftfahrt-Bundesamt 2019.

Mit dieser Sichtweise haben sich verschiedene Institutionen die Erschließung der Wachstumschancen auf der Schiene sowie der damit verbundenen Nachhaltigkeitseffekte zum Ziel gesetzt. Eine gemeinsame, sektorweite Vorgehensweise, die die verladende Wirtschaft, Wagenhalter, Eisenbahnverkehrsunternehmen sowie die Waggonbauindustrie umfasst, hat unter wissenschaftlicher Begleitung und Moderation die „Zukunftsinitiative 5L“ für einen innovativen und lauffleistungsstarken Eisenbahngüterwagen strukturiert, inhaltlich definiert und in einem „Weissbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030“ veröffentlicht.²¹ Konsequenterweise wird darin der Ansatz verfolgt, dass Basis-Innovationen auf einer Grundlage von definierten Anforderungen entwickelt werden, um auf diesem Weg die Weichen für eine erfolgreiche Migration in den Markt zu stellen. Komponenten für den Eisenbahngüterwagen 4.0 befinden sich in der – erfolgreichen - Erprobung.

Vor allem befindet sich Life Cycle Costing (LCC) als Instrument zur Kostenkontrolle heute unter den Kernkompetenzen von Eisenbahnverkehrsunternehmen und Wagenhaltern.

Die Durchführung einer LCC-Analyse versetzt Hersteller und Betreiber in die Lage, die Kosten gerade komplexer Aggregate über die Lebensdauer des Produkts abzuschätzen. Eine enge Verbindung zwischen der technischen Dokumentation und des Controllings wird durch die Instandhaltung der Produkte erforderlich. Als Grundlage für die Diskussion zwischen Komponenten- und Systemlieferanten und den Betreiberunternehmen dienen Instandhaltungsvereinbarungen, in welchen Lebensdauer- und Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bauteilen festgeschrieben sind.

Mithilfe spezieller Software kann angegeben werden, wie hoch über die Laufzeit die Kosten für Reparatur und Instandhaltung sein werden. Moderne Optimierungsverfahren unterstützen bei der Berechnung der Instandhaltungs- und Wartungszyklen. Entscheidungshilfen, ob eine bestimmte Komponente vorsorglich auszutauschen ist, oder ob es ausreichend ist, zu warten, bis das Bauteil komplett ausfällt, können das betriebliche Tagesgeschäft vereinfachen, Ausfälle durch Reparaturen minimieren und im besten Fall Kosten sparen.

In diesem Zusammenhang rücken modular aufgebaute Konzepte für Güterwagen und Lokomotiven immer mehr in den Fokus: Einzelne Komponentenmodule sind komplett mit verwandten Fahrzeugen austauschbar, sodass der zeitliche und monetäre Aufwand für die regelmäßigen Instandhaltungen sinkt. Modulare Wagen lassen sich z.B. im Vergleich zu konventionellen Wagen schneller wieder einsetzen. Das erlaubt häufigere Umläufe und damit eine höhere Produktivität. Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von bis zu 40 Jahren ist dieser Schritt zum Erhalt bzw. zur Steigerung der Konkurrenzfähigkeit sehr relevant.

²¹ König, Hecht 2012, S. 61.

Der Unternehmensgewinn kann durch intelligente Systeme am Güterwagen deutlich erhöht werden. Insbesondere durch eine dauerhafte Überwachung der Güterwagen bzw. des Ganzzuges kann mit geringem Aufwand ein hoher Sicherheitsgewinn sowie eine hohe Zeitersparnis erreicht werden. Unter anderem können Entgleisungen, die heute nur durch außenstehendes Personal gesichtet werden können, von dem bzw. der Triebfahrzeugführer/in bemerkt werden. Die Überwachung der Lauftechnik (Radlagertemperaturüberwachung, Federbruchüberwachung, Radfehler, etc.) gewährleistet in hohem Maße, dass das Fahren eines Zuges sicherer und die Betriebsverfügbarkeit erhöht wird.²²

2.1 Aktuelle Bestandszahlen Rolling Stock

Die Bestandszahlen der Sparte Schienengüterverkehr für die Jahre 2016/17 sind der Statistik des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) zu entnehmen.²³ Die Zahlen der Abbildung 1 beziehen sich auf die eingesetzten Lokomotiven im Güterverkehr, unterschieden zwischen verschiedenen Antriebstechniken.

Die vom VDV herausgegeben Bestandszahlen sind jedoch kritisch vor dem Hintergrund zu betrachten, dass keine Aussage über produktive und nicht-produktive Bestandslokomotiven getroffen wird. Nach Einschätzung von NEE-Experten und -Expertinnen werden für die Erbringung der kalkulierten Schienengüterverkehrsleistung im Jahr 2035 absolut nur wenig mehr (rechnerisch 3.164), aber modernere und elektrisch bzw. als Hybrid angetriebene Lokomotiven (vgl. Abbildung 2) benötigt. Durch die im Exkurs beschriebenen Effekte kommt es zu einer Aufteilung der logistischen Aufgaben zwischen Straße und Schiene. Die Bedeutung der Langstreckentraktion nimmt dabei deutlich zu. Unter Berücksichtigung des Produktivitätsfortschritts gemessen an der Verkehrsleistung, wird ein zusätzlicher Bedarf zur Verdopplung der Verkehrsleistung bis 2035 von 1.800 Lokomotiven erwartet. Diese Schätzung beruht auf vorhandenen Leistungsdaten im Schienengüterverkehr.

Die Lokbeschaffung findet heute international statt, einige Eisenbahnverkehrsunternehmen beziehen ihre Lokomotiven, insbesondere Hybridlokomotiven, aus dem europäischen Ausland (u.a. Spanien). Aber auch

²² Vgl. Hecht 1999, S. 8.

²³ VDV 2017, S. 57.

andere internationale Beschaffungswege werden mittlerweile genutzt. Nach Einschätzung der NEE-Experten und -Expertinnen sind international ausreichend Kapazitäten vorhanden, um das angestrebte Wachstum im Zieljahr 2035 lokseitig abzubilden.



Abbildung 2: Bestandszahlen 2016/17 (VDV) von Lokomotiven mit verschiedenen Antrieben

Auch im Bereich der Güterwagen sind die Bestandszahlen steigend (vgl. Abbildung 3). Eine quantitative Aussage über die exakte Anzahl an Güterwagen in Deutschland ist allerdings stets kritisch zu hinterfragen, da ein Güterwagen eines deutschen Güterwagenhalters nicht zwangsläufig auch beim inländischen und beim Eisenbahnbundesamt (EBA) angesiedelten Fahrzeugregister gemeldet sein muss und umgekehrt. Registerbasierte Bestandszahlen über Güterwagen bieten daher nur eine geringe Aussagekraft für die Leistung des Eisenbahnsektors.

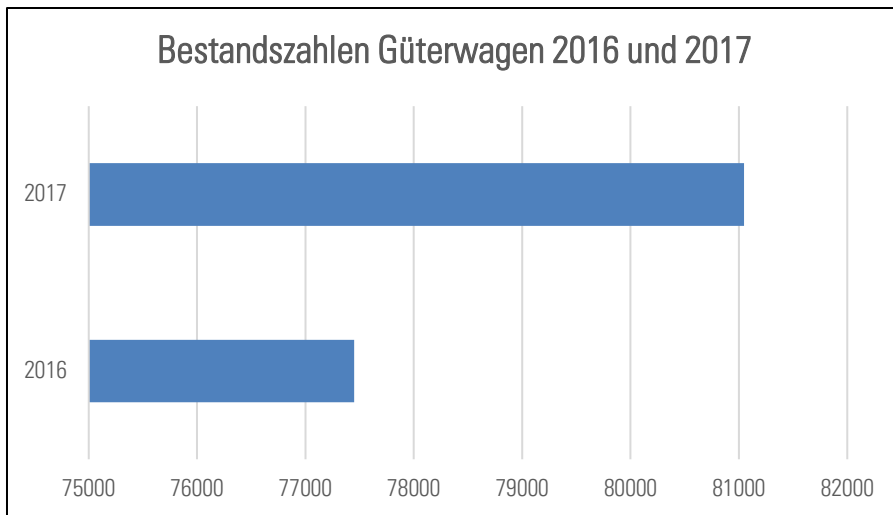


Abbildung 3: Bestandszahlen 2016/17 von Güterwagen in Deutschland

Die Innovationsbereitschaft der Wagenhalterindustrie ist in Deutschland, Österreich und der Schweiz besonders hoch. So nehmen die großen Wagenhalter in Deutschland starke Positionen im Technischen Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS) ein, um die Anforderungen an Güterwagen zu definieren und mitzutragen. Die Notwendigkeit, Innovationen umzusetzen ist erkannt und gewollt, obwohl die Mehrkosten an Neubeschaffungen oder Umrüstungen nur in sehr geringem Maße bis gar nicht an die Kunden und Kundinnen weitergegeben werden können.

Auch stellen Sourcingstrategien mit Lieferanten aus China eine Option dar. Bislang war für die chinesischen Hersteller die vorsorgliche Zulassung der Lokomotiven in Deutschland nicht relevant, da der Markt noch nicht ausreichend groß ist. Im Gegensatz dazu findet die Güterwagenbeschaffung in sehr geringem Maße schon heute mit chinesischen Handelspartnern statt. Der Waggonbauer CRRC Meishan (Tochter der China Railway Rolling Stock Corporation) hat z.B. seit dem vergangenen Jahr einen Kooperationsvertrag mit der sächsischen Railmaint GmbH geschlossen.²⁴ Der Großteil der Produktion für deutsche Wagenhalterunternehmen findet jedoch im nahen, europäischen Ausland statt, insbesondere in Tschechien, Bulgarien und Rumänien. Lediglich Spezialwagen, wie der *Feldbilder Aluminium-Güterwagen*, werden in den wenigen deutschen Produktionsstätten hergestellt. Die jährliche Neubaufertigungsleistung richtet sich heute stark nach dem tatsächlichen Bedarf, um Kapitalbindungskosten zu verringern.

Um ein anspruchsvolles Wachstumsszenario bewältigen zu können, muss die Zahl der neu eingesetzten Wagen, die laut Einschätzung der Experten und Expertinnen aus dem Verband, bei etwa 1.000 bis 1.500 Güterwagen pro Jahr liegt, erhöht werden. Sicherlich muss bei dieser Betrachtung die potenzielle Neubaufertigungsleistung der Waggonbauer aus Ländern wie Russland oder China mit hinzugezogen werden,

²⁴ Vgl. Uhlmann 2018.

da hier die monatliche Leistung bei etwa 500 Güterwagen pro Monat liegt. Eine deutlich an Intermodalität orientierte Fertigung von Güterwagen erzeugt zudem einen Skaleneffekt in der Fertigung. Immer gleiche Fahrzeuge können so automatisiert gebaut werden. Hier ist der Wagenunterbau vollautomatisch herstellbar, was die Fachexpertise der europäischen Hersteller erfordert und ein Comeback des Fertigungsstandortes Europa möglich macht.

Bei positiver Marktentwicklung und quantitativer Bekennung der Politik zu mehr Güterverkehr stellt der Bestand der Ressource Güterwagen im Ergebnis deshalb keinen limitierenden Faktor bei der Verdopplung der Verkehrsleistung bis 2035 dar.

2.3 Auswirkung auf die produktiven Fahrzeiten durch Rationalisierung

Sämtliche Rationalisierungsmaßnahmen sind abhängig von einer vollständigen Ausrüstung aller Güterwagen mit Kommunikationseinrichtungen und technischer Sensorik inklusive Stromversorgung des ganzen Zuges. Das heißt allerdings nicht, dass nicht bestimmte Ganzzüge (etwa für den Erztransport) weiterhin im Pendelverkehr ohne entsprechende Ausrüstung gefahren werden können.

Wagenhalter in Deutschland verschrotten durchschnittlich fünf bis zehn Prozent ihrer Flotte jährlich und ersetzen diese durch neue, modernere Güterwagen mit einer höheren Tragfähigkeit, was das Potenzial besitzt, das Ladevolumen deutlich zu erhöhen.

Sicherlich werden durch die flächendeckende Einführung des „Innovativen Güterwagens“ Produktivitätssteigerungen erreicht, eine messbare Einordnung im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ist derzeit allerdings noch nicht verfügbar.²⁵ Die wesentlich höheren Produktivitätssteigerungen sind ohnehin durch die Automatisierung der bahnbetrieblichen Prozesse, also der Automatisierung des Kuppelvorganges, der Bremsprobe sowie der wagentechnischen Untersuchung, zu erreichen. Wenn diese drei heute manuell erledigten Prozesse sowie weitere, kleinere Prozessschritte (z.B. Handbremse, Zugschlussignal) automatisiert werden können, sind Produktivitätssteigerungen im zweistelligen Prozentbereich erreichbar.

²⁵ Der noch nicht erschienene Schlussbericht des BMVI zum „Innovativen Güterwagen“ wird erste Kennzahlen zur Verbesserung der Barwerte im Vergleich zu den Referenzgüterwagen des Projektes vorlegen.

2.3.2 Bremsprobe

Nach Einschätzung der NEE-Experten und -Expertinnen würde eine vollständige, technische Unterstützung der Bremsprobe in jedem Einzelfall etwa 90 Minuten einsparen. Die Einsparung ergibt sich für folgende Aspekte:

Wagen

Schnellere Umlaufzeiten durch reduzierte Ressourcenbindung und verbesserte Auslastung.

Lokomotiven

Eine reduzierte Bindung der Kapazität Lokomotive kann für die Branche teilweise angesetzt werden, da nur ein Teil der Bremsproben durch stationäre Einrichtungen erfolgt bzw. erfolgen kann. Stationäre Bremsprobeanlagen gibt es heute in einigen größeren Containerterminals sowie Häfen, aber vor allem in Zugbildungsanlagen der DB AG. Der Anteil an Zugfahrten am Schienengüterverkehrsaufkommen liegt schätzungsweise noch höher als der Marktanteil, wovon etwa die Hälfte als Einzelwagenverkehre durchgeführt werden. Die NEE-Expertinnen und -Experten nehmen an, dass rund 15 bis 20 Prozent der Bremsproben ohne vorgespannte Lokomotive erfolgen.

Personal

Vor jedem Fahrtantritt muss eine Bremsprobe durchgeführt werden. Diese wird aktuell entweder durch den bzw. die Triebfahrzeugführer/in durchgeführt oder durch das Rangierpersonal bzw. den oder die Wagenmeister/in. Da automatische Bremsproben innerhalb weniger Sekunden zentral durchgeführt werden können, wird bisher eingesetztes Personal zu 100 Prozent frei. Die personelle Engpasssituation wird entlastet. Zusätzlich kann mit Hilfe der automatischen Bremsprobe ein deutlicher Sicherheitsgewinn in der Zustandsbeurteilung der Bremsanlage und erreicht werden.

2.3.3 Wagentechnische Untersuchung

Die ordnungsgemäße Wagentechnische Untersuchung (WTU) der Güterwagen wird begleitend zur Beladung durch geschultes Personal durchgeführt und bestätigt ggf. die Zugabfahrbereitschaft. Der Umfang der WTU liegt bei ca. zwei Stunden je Zugfahrt. Schätzungsweise findet bei rund zehn Prozent der Zugfahrten heute bereits auf Grundlage verschiedener Ausnahmeregelungen keine WTU statt. Von den verbleibenden 90 Prozent wird unter den genannten Voraussetzungen ein Teil als Überwachungsmaßnahme und als Sonderfälle verbleiben, so dass von einem Einsparpotential i.H.v. 80 Prozent der WTU bei der Anzahl der Zugfahrten ausgegangen werden kann.

Eine Automatisierung der Untersuchungsprozesse durch den Einsatz von *Augmented Reality* ergibt hohe zeitliche Einsparmöglichkeiten. Dies führt zudem bei einer Vernetzung dieser Technik mit den weiteren Abläufen bei den Ressourcen Loks und Wagen zu einer besseren Auslastung, wodurch darüber hinaus ein schnellerer Durchlauf in Infrastrukturellanlagen (Rangierbahnhöfe, Terminals, etc.) ermöglicht wird. Eine Entspannung auf der Kapazitätsseite bei den Fahrzeugressourcen ist zu erwarten, ebenso die Generierung von neuen, attraktiveren Arbeitsmodellen.

2.3.4 Erhöhung der durchschnittlichen Transportgeschwindigkeit

Während ein Güterzug auf entsprechend ausgebauten Hauptstrecken in der Regel mit 90 bis 100 km/h, teilweise bis 120 km/h, fährt, liegt die heutige durchschnittliche Transportgeschwindigkeit im flexiblen Punkt-zu-Punkt-Schienengüterverkehr nur bei rund 50 km/h, bei Zügen im Netzfahrplan bei rund 55 km/h. Maßgeblich für den Unterschied sind die häufigen Überholungshalte und baustellenbedingte Effekte, die darüber hinaus umleitungsbedingt vielfach zu einer höheren Gesamtfahrzeit führen. Die in der Studie unterstellte Steigerung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf 70 km/h ist durch den Ausbau der Streckenkapazitäten, eine weitgehende Abarbeitung des Sanierungsrückstaus im Netz bis 2035 sowie eine bessere Fahrplanung und Baustellenkoordination umsetzbar. Damit verbunden wäre bei Personal und Rollmaterial eine Kapazitätserweiterung von 40 Prozent, nach Einschätzung der NEE-Expertinnen und -Experten. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Transportzeit nur einen Teil der verfügbaren Zeit einnimmt, nämlich beim Personal 75 Prozent (Optimierung der Vor-/Nachbereitungszeiten hier nicht berücksichtigt), bei Lokomotiven 35 Prozent und bei Wagen 14 Prozent²⁶.

Daraus ergeben sich Einsparungen bzw. Kapazitätserweiterungen bei

- Personal von 30 Prozent,
- Loks von 14 Prozent,
- Wagen von 6 Prozent.

²⁶ Die jährliche Laufleistung wird bei Lokomotiven mit min. 150.000 km und bei Wagen mit min. 60.000 km angesetzt, bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 km/h. Dementsprechend sind Lokomotiven 3.000 Stunden und Wagen 1.200 Stunden in produktiver Betriebszeit.



3 Der Wachstumsfaktor „Mensch“

Ausgehend davon, dass bis zum Jahr 2035 autonomes Fahren im Schienengüterfernverkehr nicht realistisch ist – und unter dem Gesichtspunkt einer kurzen Reaktionszeit im Störfall möglicherweise auch dauerhaft in diesem Teilsegment des Schienenverkehrs gar nicht gewollt sein könnte – besteht bei einer starken Steigerung der Verkehrsleistung auch ein erheblicher zusätzlicher Bedarf an Triebfahrzeugführerinnen und Triebfahrzeugführern. Es besteht Einvernehmen, dass sich für die Gewinnung von neuen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wie auch für die Vermeidung von Abwanderung die Gestaltung der Arbeitsverhältnisse deutlich verändern muss, was wiederum auch ein Umdenken bei den Ausbildungsbetrieben erfordert. Die Bedürfnisse potenzieller Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, insbesondere gewachsene Ansprüche an die Work-Life-Balance, entscheiden somit stark über die Erreichbarkeit der Verkehrsverlagerung bis 2035. Daher sind – differenziert nach Einsteigenden und „Dabeibleibenden“ – diese Bedürfnisse zu analysieren und daraus attraktive Berufsbilder der Zukunft im Eisenbahnsektor abzuleiten. Schon aktuell sehen sich Eisenbahnverkehrsunternehmen einem erheblichen Personalmangel gegenübergestellt, vor allem bei der Stellenbesetzung der Triebfahrzeugführer und Triebfahrzeugführerinnen (Tf).²⁷ Zahlreiche Stellen sind unbesetzt und müssen aktuell durch Mehrarbeit kompensiert werden.

Umso wichtiger ist es für die Branche, Innovationen voranzutreiben, um nicht nur das Berufsbild Tf attraktiver zu gestalten, sondern auch Rationalisierungsmöglichkeiten im laufenden Betrieb zu erreichen (vgl. Kapitel 2.3 Auswirkung auf die produktiven Fahrzeiten durch Rationalisierung). Vor allem ist zur Zielerreichung ein sinnvoller Infrastrukturausbau notwendig, um die Transportdurchschnittsgeschwindigkeit zu erhöhen, was sich auch auf Dauer und Charakter des jeweiligen Einsatzes auswirkt. Aber auch die Automatisierung von Betriebsabläufen, allen voran der Bremsprobe und des Kupplungsvorgangs, müssen dringend verfolgt werden. Internationale Konzerne, wie u.a. Amazon, arbeiten aktuell vermehrt an mobilen Wartungseinrichtungen für Güterzüge und treiben so zusammen mit der Wissenschaft die Branche voran.²⁸

²⁷ Vgl. Tagesschau 2019.

²⁸ Vgl. Price 2017.

Vor allem die Automatisierung im Fahrbetrieb durch Fahrerassistenzsysteme kann die Arbeit attraktiver gestalten und den Ausbildungsberuf Tf insbesondere bei jungen Menschen und Quereinsteigenden beliebter machen. Dabei dient eine Automatisierung der Unterstützung des Tf bei körperlich belastenden Aufgaben, wie z.B. während der Bremsprobe und Kupplungsvorgängen.

Der Ausbildung zum Tf mangelt es an Attraktivität, denn schwere Regelwerke, Signalkunde sowie unzählige Vorschriften sind große Hürden der komplexen Berufsausbildung.²⁹ Auch Nacht- und Wochenendarbeit, Überstunden und Einsatzorte weit entfernt des Wohnsitzes sind für viele potenzielle Bewerber und Bewerberinnen eine Eintrittsbarriere. Auch aus diesem Grund wird gezieltes Marketing des Berufsbildes u.a. durch eigene Jobportale, wie *Schienenjobs.de*, betrieben. Durch sektorale Plattformen wird die gemeinsame Entwicklung eines Branchenansatzes beim Thema Personalgewinnung fokussiert. „Neue Möglichkeiten im *Employer Branding* und allgemeine[r] *Recruiting*-Maßnahmen“³⁰ kommen auch in der Schienenbranche an.

3.1 Beschäftigtenzahl und prognostizierte Entwicklung in Deutschland

Im März 2019 waren insgesamt 9.878 sozialversicherungspflichtige Tf in Deutschland beschäftigt. Der Statistik-Service der Bundesagentur für Arbeit führt Beschäftigte in der Fahrzeugführung in der „Berufsgruppe 522“. Die Gruppe ist untergliedert in die Untergruppen „Verarbeitendes Gewerbe“ (1.153 Beschäftigte), in „Lagerei“ (1.164 Beschäftigte) sowie in „Verkehr“ (7.561 Beschäftigte). Alle Untergruppen sind der Triebfahrzeugführung im Güterverkehr auf der Schiene zuzuordnen. In den folgenden Kapiteln werden die zur Verfügung gestellten Daten untersucht und in das Zielszenario eingeordnet.

3.1.1 Beschäftigtenstruktur nach Bundesländern

Aufgrund fehlender Zahlen sind die Bundesländer Bremen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Mecklenburg-Vorpommern nicht in der Auswertung enthalten. Die verfügbaren Daten beziehen sich auf alle Beschäftigten, die in der Region arbeiten, unabhängig vom Wohnort.

Im gesamtdeutschen Durchschnitt sind 12 Beschäftigte je 100.000 Einwohner/innen im Schienengüterverkehr als Tf tätig. Die Beschäftigtenstruktur nach Bundesländern weist jedoch im Bundesvergleich auf erhebliche Unterschiede hin: In Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Hamburg gibt es, gerechnet auf

²⁹ Vgl. Wirtschaftswoche 2018.

³⁰ Allianz pro Schiene e.V. 2019.

100.000 Einwohner/innen, die meisten Tf im Schienengüterverkehr. Das Schlusslicht bildet Schleswig-Holstein mit 3,4 (vgl. Abbildung 4).

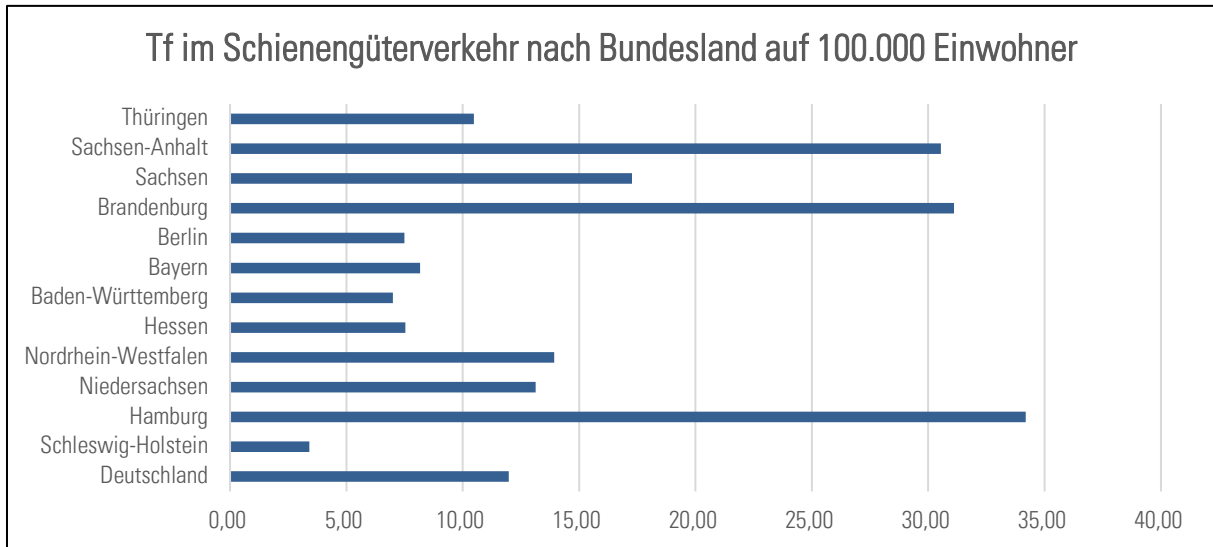


Abbildung 4: Tf im Schienengüterverkehr nach Bundesländern

3.1.2 Altersstruktur

Die heutige Altersstruktur (Stand März 2019) ist in Abbildung 5 in Form einer Alterspyramide dargestellt. Die Tropfenform veranschaulicht deutlich die starken Altersgruppen der Beschäftigten zwischen 45 und 60 Jahren und die geringe Anzahl der Beschäftigten in den Altersklassen unter 25 bis 45 Jahre. Im Zeitraum bis 2035 ist davon auszugehen, dass rund 2.000 (1.976) Tf aus Altersgründen, wegen Berufsunfähigkeit und/oder wegen Berufswechsels dem Schienengüterverkehrssektor nicht mehr zur Verfügung stehen.

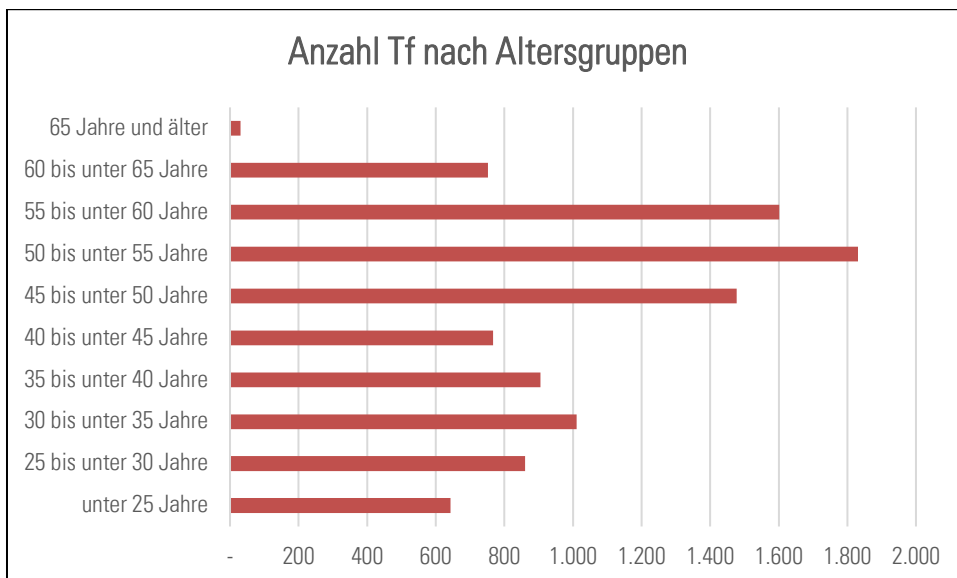


Abbildung 5: Altersstruktur der Triebfahrzeugführer/innen im Schienengüterverkehr

Die Gegenüberstellung der begonnenen und beendeten Beschäftigungsverhältnisse für das Jahr 2017 und für die Quartale I-III aus 2018 legt dar, dass die Beschäftigtenzahlen aktuell keinen großen Schwankungen unterliegen. Die Zahlen geben jedoch nur einen sehr kurzen Zeitraum wieder, sodass eine kritische Hinterfragung notwendig ist.

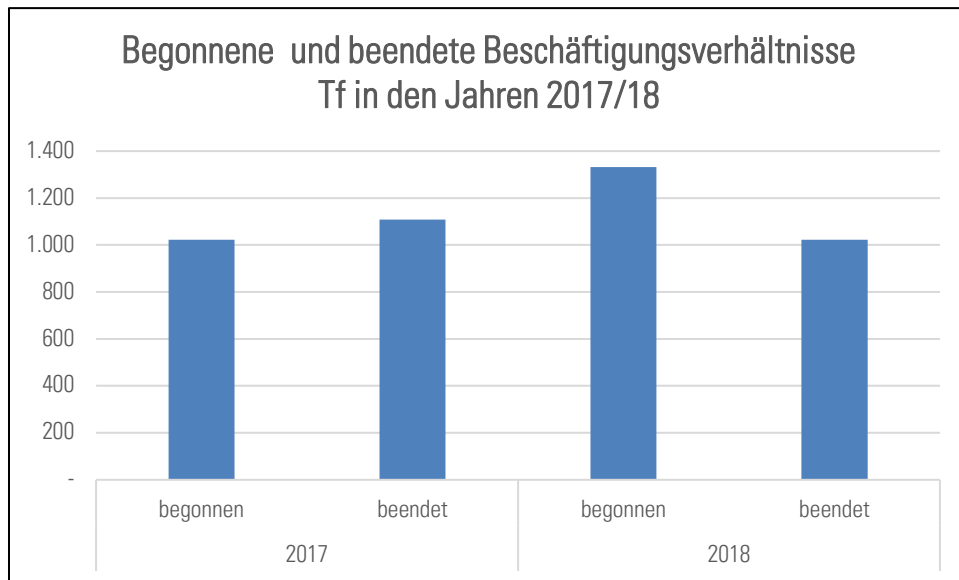


Abbildung 6: Begonnene und beendete Beschäftigungsverhältnisse Tf für 2017/18 (für 2018 sind die Quartale I-III mit Zahlen hinterlegt)

Unter Berücksichtigung der Produktivitätssteigerung um 50 Prozent (vgl. Kapitel 1.2) wird angenommen, dass im Zieljahr 2035 rund 16.800 (16.793) Tf benötigt werden. Dieser Zielwert bedeutet, dass sowohl der Ersatzbedarf durch altersbedingtes oder aus anderen Gründen erfolgtes Ausscheiden als auch für die Wachstumsstrategie gedeckt werden muss und somit bis zum Zieljahr 2035 rund 7.000 (6.915) Tf zusätzlich benötigt werden. Die Erreichung dieses Zielwertes muss durch gezielte Personalgewinnungsmaßnahmen im Sektor gewährleistet werden, um das System Schienengüterverkehr leistungsfähig zu halten. Im Folgenden werden anhand der Daten der Jahre 2012 bis 2017 zwei Prognosen angestellt, ob eine Erreichung unter Berücksichtigung bisheriger Entwicklungen realistisch sein kann.

3.1.2.1 Prognosevariante 1

Zusätzlich zur Produktivitätssteigerung wird von Ersatz- und Neueinstellungen³¹ in Höhe von 20 Prozent ausgegangen, sodass sich die Zahl des zusätzlich benötigten Personals auf 6.915 Personen beläuft. Daher müssen jährlich bis zum Zieljahr 2035 im rechnerischen Mittel 407 Tf eingestellt und/oder ausgebildet werden.

Im Zeitraum von 2012 bis 2017 ist die Anzahl der Auszubildenden durchschnittlich um 7,69 Prozent gestiegen. Unter der Annahme, dass dieser Anstieg gleichbleibend bis zum Jahr 2035 verläuft und keine weiteren Anstrengungen zur Personalentwicklung unternommen werden, werden bis zum Zieljahr jedoch lediglich 2.967 Tf ausgebildet und eingestellt. Der Bedarf von 6.915 neuen Beschäftigten würde damit stark unterschritten, sodass sich die Problematik der personellen Engpässe weiter verschärfen würde (vgl. Abbildung 7). Es muss daher als Selbstverständnis der Eisenbahnverkehrsunternehmen gelten, deutlich mehr Anstrengungen als bisher zur Gewinnung bzw. Ausbildung von Personal zu unternehmen und sich auf weiterhin potenziell steigende Fluktuationen vorzubereiten.

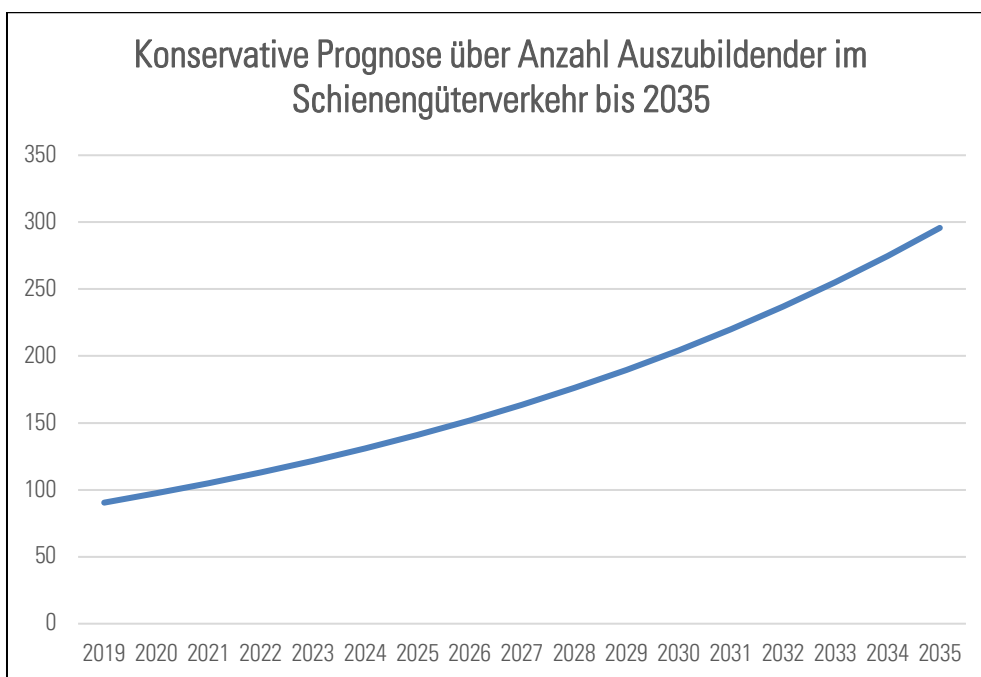


Abbildung 7: Prognose anhand Auszubildendenzahlen bis 2035

³¹ Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die aufgrund Fluktuation, Rente, Unfähigkeit, etc. als Ersatz für ausgeschiedene Arbeitnehmende bzw. für neu geschaffene Arbeitsplätze einzustellen sind

3.1.2.2 Prognosevariante 2

Im datenunterlegten Zeitraum von 2012 bis 2017 ist die Zahl der Tf im Schienengüterverkehr durchschnittlich um 3,35 Prozent gestiegen. Anhand dieses Anstiegs ließe sich eine Beschäftigtenanzahl für das Jahr 2035 von rund 17.350 annehmen, ungeachtet der Ersatz- und Neueinstellungen (vgl. Abbildung 8).

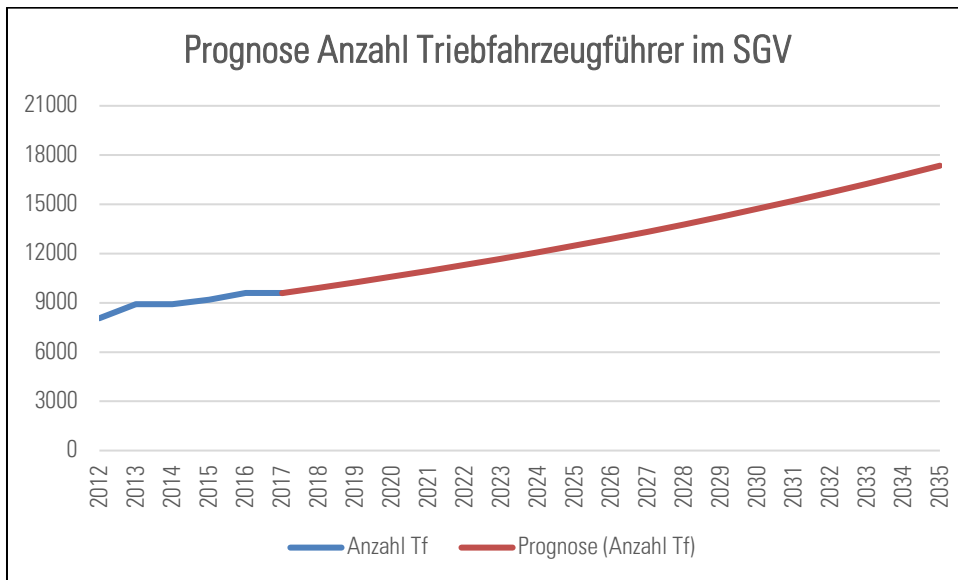


Abbildung 8: Prognostizierte Beschäftigtenanzahl im Schienengüterverkehr

Der Zielwert an Tf in Höhe von 16.800 würde bei gleichem Anstieg bereits 2031 erreicht. Größere, konjunkturelle Schwankungen werden durch diese Art der Betrachtung jedoch nicht berücksichtigt, sodass dieser rechnerische Wert – wenn überhaupt – nur einen Trend wiedergeben kann.

Beide vorgestellten Prognosevarianten und die vorangestellte Formulierung von Bedingungen skizzieren auch angesichts der unklaren Entwicklung bei der Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte insgesamt eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe für die Unternehmen im Schienengüterverkehrsmarkt, die in den nächsten Jahren die forderndsten Herausforderungen im Schienengüterverkehr darstellt.



4 Wachstumsfaktor „Infrastruktur“

Die notwendige Infrastruktur zur Bewältigung eines deutlich höheren Verkehrsvolumens kann ungeachtet ihrer zentralen betrieblichen Bedeutung nur zu einem geringen Teil durch die Eisenbahnverkehrsunternehmen beeinflusst werden, denn bei deren Bereitstellung handelt es sich um eine in weitesten Teilen öffentliche Aufgabe. Maßgeblich sind ausreichende Kapazitäten für Streckenfahrten, Abstellung, Pufferung, Verladung und Werkstätten. Die Entwicklung der vergangenen Jahre zeigt, dass sich Letztere am ehesten den marktlichen Erfordernissen anpassen, so dass in der Studie an dieser Stelle kein restringierender Faktor gesehen wird.

Abstell- und Pufferungskapazitäten wurden in den vergangenen Jahren – ebenso wie Überholgleise und zahlreiche Elemente, die eine hohe betriebliche Flexibilität ermöglichen (insb. Weichen, Blocksignale) – vom maßgeblichen Infrastrukturbetreiber DB Netz zurückgebaut. Auch die häufigere Gestaltung von Haltepunkten des Nahverkehrs auf Hauptgleisen führt zu einer Schwächung der betrieblichen Kapazität. Die angestrebte Wieder- oder Neueröffnung von Haltepunkten im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) stellt punktuell ebenfalls eine Herausforderung an die Steigerung der Kapazität dar.

Die heute von der DB Cargo AG gepachteten großen Rangierbahnhöfe im deutschen Netz verlieren in der Tendenz an Bedeutung mit abnehmendem Einzelwagenverkehr, auf den sie ausgerichtet sind. Eine Strategie des Eigentümers oder des Pächters, einen Teil der Anlagen statt für Rangiertätigkeit wenigstens für die Abstellung in den Markt zu bringen, ist derzeit nicht absehbar, aber mit zunehmendem Druck auf die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen zu erwarten und im Sinne einer effizienten volkswirtschaftlichen Nutzung dieser mit Steuermitteln errichteten Anlagen auch anzustreben.

Während es in Häfen und einigen großen industriellen Anschlüssen gelang, die Schieneninfrastruktur auszubauen und zu modernisieren, sind die Kapazitäten zahlreicher größerer Terminals im KV erschöpft. Neu- und Ausbauplanungen kommen nicht zuletzt aufgrund erheblicher Flächenkonkurrenzen in Ballungsräumen sowie aufgrund von Lärmbedenken nur unzureichend voran. Zugleich hat die Zahl der genutzten Gleisanschlüsse deutlich abgenommen, stellt umgekehrt aber auch ein beträchtliches Potenzial für die Steigerung der Verladungsmengen dar, sofern die Modernisierung des Betriebs (z.B. durch Automatisierung) ebenso gelingt wie die Bündelung von Ladungsaufkommen an diesen Schnittstellen zwischen Straße

und Schiene. An dieser Stelle ist ein stärker koordiniertes Vorgehen von Kommunen, Industrie- und Handelskammern, Speditionen, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Vertretern von Bund und/oder Land erforderlich.

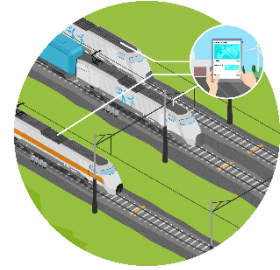
Schließlich ist der Streckenausbau für Zwecke des Schienengüterverkehrs in den vergangenen Jahrzehnten kaum vorangekommen. Nach einer Analyse des NEE wurden seit der Bahnreform insgesamt nur vier Vorhaben ausschließlich aus Gründen des Güterverkehrsaufkommens durch den Bund auf der Grundlage des Bundesschienenwegeausbaugesetzes und – erfreulicherweise – eine Reihe kleiner Maßnahmen durch die Programme zur Seehafenhinterlandanbindung realisiert. Die Investitionsprioritäten des Bundes lagen auf der Herstellung von Schnellfahrstrecken für den Schienenpersonenfernverkehr (SPFV), die bei den jüngsten Maßnahmen – anders als noch bei den Strecken zwischen Hannover und Würzburg sowie zwischen Mannheim und Stuttgart – nicht mehr auf eine relevante Mischnutzung mit dem Schienengüterverkehr baulich ausgelegt waren. Im Ergebnis sind die relevanten Hauptabfahrstrecken für den Schienengüterverkehr durch Schienenneu- und -ausbauten kaum durch verlagerte Personenfernverkehre entlastet worden und der Druck, nun das Netz stärker auf den gewachsenen und weiter wachsenden Schienengüterverkehr einzurichten, deutlich gewachsen. Wegen der langen Planungsvorläufe sowie der angewachsenen Widerstände in den betroffenen Regionen wegen befürchteter hoher Lärmbelastung sind kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen zur Ertüchtigung der Schieneninfrastruktur erforderlich.

Im Auftrag der Verbände NEE und VPI hat die kcw GmbH im Mai 2019 in einer Studie einen Vorschlag unterbreitet, wie im Jahr 2035 eine verdoppelte Verkehrs- und Zugleistung auf dem deutschen Netz bewältigt werden kann. Im Ergebnis wurde diese Zielstellung unter der Voraussetzung, dass zahlreiche Maßnahmen aus dem Bundesschienenwegeausbaugesetz bis dahin umgesetzt und zusätzliche Maßnahmen mit einem Finanzierungsumfang von 4,2 Milliarden Euro ergriffen werden, als realisierbar eingeschätzt.

Eine wesentliche Prämisse der Studie ist eine eher restriktive Annahme, welche der bereits vorgesehenen Großprojekte (etwa der Ausbau der Rheintalbahn, das „Alpha-E plus“-Konzept, die Fehmarnbelt-Hinterlandanbindung) tatsächlich bis 2035 zur Verfügung stehen. Die Vorschläge in der Studie konzentrieren sich auf kleinere und zeitnah zu realisierende Maßnahmen (Weichen, Verfädelungen, Blockverdichtungen) sowie die Elektrifizierung von Lückenschlüssen, um das Potenzial bisher weniger stark genutzter Strecken sowie von Umroutungen nutzen zu können.

Um das Konzept realisieren zu können, sind zeitnah die Etablierung eines weiteren Finanzierungsmechanismus des Bundes zwischen Bundesschienenwegeausbaugesetz (BSchwAG) und Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen (LufV), der sofortige Beginn von Prüfung und Planung der Kleinmaßnahmen durch DB Netz und BMVI und letztlich auch Anpassungen auf der marktlichen Seite des Infrastrukturbetreibers (z.B. Förderung von Umroutungen durch incentivierende Trassenpreisgestaltung) erforderlich.

Des Weiteren ist die konsequente Fortführung der Planungen unter dem Titel „Deutschland-Takt“ für eine bedarfsorientierte Weiterentwicklung des Schienennetzes mit einem deutlich stärkeren Wachstum als dies die bisherige Bundesplanung unterstellt hat, erforderlich. In diesen Planungen darf es nicht darum gehen, die vorhandene Infrastruktur zwecks Vermeidung von Infrastrukturinvestitionen planerisch maximal auszureizen und damit betrieblich absehbar eine geringe Störungstoleranz des Netzbetriebes zu etablieren. Vielmehr muss ähnlich wie bei der Vorbereitung des BVWP 2030 und in der genannten kcw-Studie engpassorientiert und auf der Basis stark steigender Leistungen im Güter- wie im Personenverkehr die Netzerweiterung für mittlere und längere Zeiträume seriös geplant werden.



5 Wachstumsfaktor „Daten“

In den vergangenen Jahren werden innovative Technologien für den Verkehrssektor intensiv diskutiert. Die Digitalisierung beeinflusst Benutzerinformationen, Geldströme oder auch Automatisierungstechniken. Und bereits seit den 1980er Jahren ist die Schiene, zumindest im Personenverkehr, digital und automatisiert. Fahrerlose U-Bahnsysteme funktionieren in vielen europäischen Metropolen seit Jahrzehnten erfolgreich, wohingegen der fahrerlose Straßenverkehr noch im Anfangsstadium der Forschung steckt. Nichtsdestotrotz ist der Schienengüterverkehr technologisch in vielen Aspekten noch immer im letzten und vorletzten Jahrhundert stecken geblieben, obwohl der Fortschritt stark voranschreitet, auch getrieben von der Zulieferindustrie. Zahlreiche sektorgetriebene Initiativen zur Verbesserung der Qualität und der Kapazitätsauslastung werden derzeit entwickelt oder befinden sich bereits in der Erprobung. Dazu gehören u.a. die Ausstattung der Strecken und der Triebfahrzeuge mit ETCS (*European Train Control System*) zur Effizienz- und Kapazitätssteigerung, intelligente Assistenzsysteme zur Fahrplanbuchung („*Click & Ride*“) oder innovative Sensortechnik zur Generierung von Standort- und Instandhaltungsinformationen (z.B. „*Fiber Optic Sensing*“).

Mit der Digitalisierung hat sich das Tempo des Wandels in der Branche beschleunigt. Neue Unternehmen sowie Geschäftsmodelle sind entstanden, neue Verkehrs- und Produktionskonzepte eröffnen neue Möglichkeiten und verkürzen den Zeitrahmen von Innovation und Aufbruch des gesamten Transportsektors. Kundenorientiertes Arbeiten ist erforderlich, um sich den ändernden Bedürfnissen und Erwartungen der Endnutzer anzupassen und die Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs weiter zu verbessern. Die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Schiene im digitalen Bereich haben zweifellos gezeigt, dass das Interesse und das Engagement des gesamten Sektors und insbesondere der Zulieferindustrie groß sind. Verglichen mit anderen Verkehrsträgern befindet sich der Einsatz digitaler und befähigender Technologien auf der Schiene jedoch in einem frühen Stadium. Daher ist es für die gesamte Branche von entscheidender Bedeutung, sich weiterhin für die Digitalisierung zu engagieren, nicht nur als Ziel, sondern als Mittel, um ehrgeizige und übergeordnete Ziele zu erreichen.

Ganz besonders im Fokus dieser Diskussion liegen die Fragen um Datensätze: Wem gehören sie? Wer benötigt sie? Kann die Verfügbarkeit bestimmter Daten die Effizienz des Schienengüterverkehrs erhöhen, indem etwa frühzeitig über einen im Gleis liegenden Baum informiert wird?

Eine digitale Transformation zur Erreichung der Ambitionen des europäischen Schienengüterverkehrs und seiner Zulieferindustrie ist im Hinblick auf die Optimierung der Logistik und die Steigerung der Kapazität dringend erforderlich. Die fünf Schwerpunktthemen sind in diesem Zusammenhang *Big* bzw. *Smart Data*, *Cybersecurity*, Künstliche Intelligenz, neue Verkehrskonzepte und die Digitalisierung von Angeboten der Güterverkehrslogistik.

In den vergangenen Jahren fiel die Schiene besonders auf, weil das Rollmaterial vor allem eines war: Intransparent. Es existierten keine Messwerte aus dem laufenden Betrieb. Revisionszyklen zwischen einem bis maximal sechs Jahren bestimmten die Wartungen und Instandhaltung, die aus historisch gewachsenen Erfahrungswerten resultieren. Sensible Komponenten, wie zum Beispiel Bremssohlen oder Achsen, sind mit einem sehr hohen Sicherheitspuffer hinsichtlich der Wartungsintervalle ausgestattet, und das, obwohl vor jeder Zugabfahrt eine technisch befähigte Person (Wagenmeister/in) den sicheren Zustand des Zuges bestätigen muss. Die Annahmen über die Wartungszyklen verschleiern den Ist-Zustand, sodass das System Schiene ineffizient gegenüber anderen Verkehrsträgern, insbesondere der Straße, am Markt agiert hat. Eine sofortige, flächendeckende Stromversorgung zur Zustandsüberwachung ist auf den Wagen aufgrund der hohen Lebenszyklusdauer schwer umsetzbar. Umrüstungen sind kostenintensiv und stellen eine Barriere im laufenden Betrieb dar, da die Frage, wer die Kosten trägt, im komplexen System Eisenbahn stets neu zu klären ist.

Kommt es zu einem Schadensfall, erfolgt die Erfassung heute manuell im Rahmen des „Allgemeinen Vertrags für die Verwendung von Güterwagen“ (AVV). Zukünftig sollen im Rahmen der Wartung und Instandhaltung keine Schäden, sondern Zustände erfasst werden. Um dieser Schwachstelle entgegen zu wirken, bieten schon heute diverse Anbieter Systeme von Monitoring-Stationen an. Eine flächendeckende Installation in Europa ermöglicht die Erfassung von Güterwagen und Zugmaschinen, die neben dem letzten bekannten Zustand eines Objektes auch die Entwicklung der Verschleißzustände entlang der Strecke einbezieht. Diese technologische Entwicklung ermöglicht die Generierung von Ist-Daten über den Verschleiß sensibler Bauteile. Zustandsorientierte Instandhaltung, Predictive Maintenance und sensorgestützte Analysen werden so zur Realität.

Ein wesentliches Merkmal für einen konkurrenzfähigen Schienengüterverkehr ist daher ein standardisiertes Datenmanagementsystem. Datenaustauschformate sind im Schienengüterverkehr derzeit nicht etabliert oder vorhanden, ebenso wenig die Schnittstellen (Ausnahme bildet z.T. der KV). Der Austausch erfolgt heute noch vorrangig über Fax, E-Mail oder telefonisch.

Über sinnvolle Datenerhebungen lassen sich gemeinsame, sektorale Geschäftsmodelle ableiten, durch die Konzepte wie *Data-as-a-Service* gemeinsam verfolgt werden. Von Relevanz sind hier Datenflüsse in

beide Richtungen. Die Basis bildet eine durchgehende Strom- und Datenbusleitung für den gesamten Güterzug, um zuverlässige Telematik- und Automatisierungsanwendungen nutzbar zu machen. In Bezug auf zukünftige Telematikanwendungen muss die Standardisierung der Datenschnittstellen eingeleitet werden: Von der Telematikeinheit auf den Güterwagen, über den Zug und das Triebfahrzeug bis zur Stelle der Datenauswertung.

Auch für die Wissenschaft sind dies Kernvoraussetzungen, um eine sinnvolle Schienenforschung zu verfolgen. Die Grundlage für wissenschaftliche Modelle bilden Daten, durch welche intelligente Systeme (Künstliche Intelligenz) entworfen werden können.

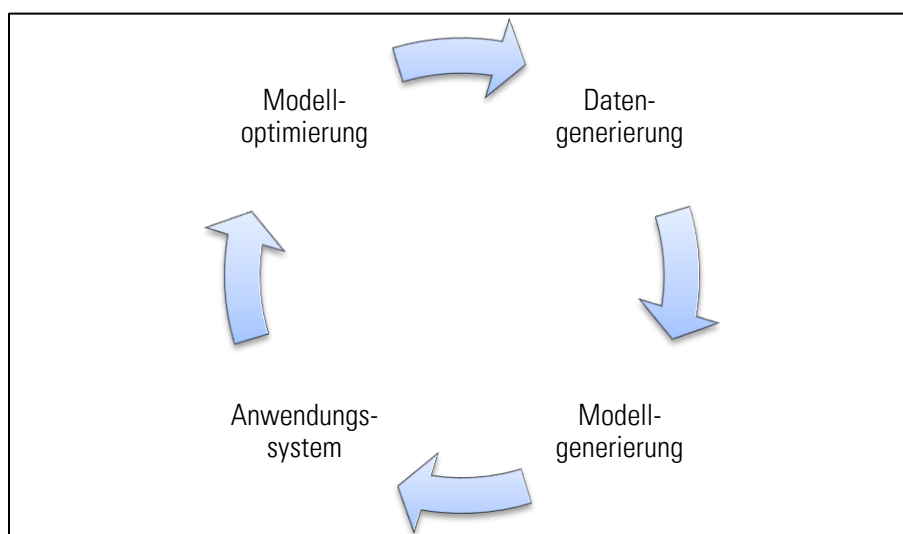


Abbildung 9: Wissenschaftlicher Prozess

Eine Entstehung *Digitaler Zwillinge*, um offline und online Welten verschmelzen zu lassen, ist derzeit noch Zukunftsmusik, an der aber intensiv geforscht wird. Durch erfolgreiches Wissensmanagement wird die Digitalisierung im Schienengüterverkehr vorangetrieben.

Besonders relevant für die Konkurrenzfähigkeit des Schienengüterverkehrs ist die Idee einer neutralen Plattform zur Information und Navigation. In diesem sollen u.a. Ist-Zeit-Vorschläge über Geschwindigkeiten vorausfahrender Züge abgebildet werden, um planvolles, energieeffizientes Fahren zu ermöglichen. Außerplanmäßige Betriebshalte können so minimiert werden. In Anhang 1 ist eine Sammlung relevanter Daten abgebildet, welche im ständigen Austausch zwischen allen Akteuren im Schienengüterverkehr stehen sollten. Diese identifizierten Datenaustausche können – je nach Relevanz für die Akteure – unter-

schiedlich hohe Effizienzsteigerungen im betrieblichen Ablauf erzielen. Die Aufbereitung in einer neutralen Plattform bietet neue Chancen zur Wettbewerbssteigerung des Schienengüterverkehrs in Deutschland.

Insbesondere die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) in Deutschland müssen die richtigen Daten zur richtigen Zeit zur Verfügung zu stellen und zwischen den verschiedenen Regionalbereichen auszutauschen. Vor allem die Planung und Durchführung muss datentechnisch seitens der EIU besser abgebildet und den EVU vor der Fahrplanbuchung und während des Betriebs in Echtzeit übermittelt werden.

Voraussetzung hierfür sind eine umfassende Prozesskenntnis, die Identifikation von Datenfeldern zur Erstellung eines Datenkatalogs, die Stromversorgung auf dem Güterwagen und ein *Data Hub* als neutrale Plattform zum wechselseitigen Datenaustausch³².

Benötigt wird, aus Sicht der NEE-Experten und -Expertinnen eine Sektorinitiative, ähnlich wie die des TIS, für digitale Kooperationen – auch mit den Akteuren des Straßengüterverkehrs – und das Entwickeln gemeinsamer Geschäftsmodelle. Nur durch diese stärkere Bindung an die Kunden und Kundinnen kann die Schiene ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten.

5.1 Digitale Lieferkette

Bereits heute sind Datenstandards im KV gesetzt, zu denen u.a. Online-Fahrplanauskunftssysteme, Anwendungen zur Emissionsberechnung, webbasierte Buchungen oder Schnittstellenlösungen für Buchungen aus speditionseigenen IT-Systemen gehören. Innovative Schnittstellentechnologien, wie z.B. *EDIGES*, vereinfachen darüber hinaus den Datenaustausch zwischen Akteuren im KV durch IT-Integration durch XML-Standards. Viele Hemmnisse wurden durch diese Technologien in den vergangenen Jahren bereits abgebaut. Dennoch existieren in der intermodalen Lieferkette weiterhin Informationslücken, die eine ganzheitliche Digitalisierung der Lieferketten heute noch nicht ermöglichen. Es fehlt v.a. an Mitteln, die Informationen transparenter und übersichtlicher abzubilden.

Mit der weiter zunehmenden Digitalisierung und dem gestiegenen Kundenbedürfnis nach mehr Transparenz in der Lieferkette sind sich alle Projektpartner bewusst, dass nur ein standardisiertes und in enger Kooperation gemeinsam erarbeitetes Informationsnetzwerk den Informationsfluss auch auf vertikaler Ebene zwischen Spediteur, KV-Operateur, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Infrastrukturbetreiber qualitativ verbessern wird. Vorhandene Datenfragmente müssen aufbereitet, zugeordnet und den Anwendern und Anwenderinnen mit Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

³² VPI et. al. (2018).

Ziel muss es sein, eine gemeinsame Datendrehscheibe mit standardisierten Schnittstellen für den elektronischen Austausch von Echtzeit-Auftrags-, -Fahrplan- und -Statusdaten zu erhalten, die speziell für die Anforderungen im KV entwickelt und umgesetzt wurde. Zudem sollen aus Echtzeitdaten des Vorlaufs auf der Straße Resultate zur Prozessoptimierung in den Terminals sowie zur Kapazitätsauslastung von Zügen bei EVU abgeleitet werden, die letztlich auch den Kunden und Kundinnen aus Spedition und Logistik in der täglichen Disposition unterstützen können. Zukünftig können so auch City-Logistik-Projekte durch aktuelle Verkehrsinformationen und -prognosen unterstützt werden. Erst mit der Teilung und Verknüpfung von digitalen Daten kann der intermodale Verkehr für alle beteiligten Unternehmen zukünftig planbarer und somit wirtschaftlich werden.



6 Wachstumsfaktor „Selbstverständnis der Eisenbahnverkehrsunternehmen“

Der Güterverkehr ist trotz zahlreicher aktueller Hemmnisse ein Wachstumsmarkt. Ein kontinuierlich steigendes Wirtschaftsaufkommen sowie eine tiefgreifende Neustrukturierung der industriellen Wertschöpfungs- und Zulieferketten führen zu einem zusätzlichen Bedarf an Güterverkehrsdienstleistungen.

Der größte Teil, insbesondere des Gütertransports auf der Straße, wird durch Speditionen organisiert, vermittelt und gebündelt. EVU, insbesondere auch Unternehmen der DB AG, haben in der Vergangenheit immer wieder versucht oder erwogen, diese Funktion selbst stärker zu übernehmen und somit die Wertschöpfungskette zu verlängern. Die jüngere Entwicklung ist dadurch gekennzeichnet, dass das vielfach notwendige (Spezial-)Wissen über Schienentransporte im Speditionsgewerbe abnimmt und die Vorzüge des Lkw-Transports im Verladermarkt immer stärker erscheinen. Insbesondere die hohe Flexibilität und die Erbringung der kompletten Verlade- und Transportleistung aus einer Hand und die Vielzahl von konkurrierenden Anbietern, während es lange Zeit auf der Schiene nur den Monopolisten DB gab, verstärken diesen Trend.

Es stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, ob eine Erweiterung des Geschäftsmodells der Eisenbahnverkehrsunternehmen, die sich in der Regel bisher auf den reinen Transport auf der Schiene konzentriert haben, eine Chance oder gar eine Notwendigkeit für die starke Steigerung der Verkehrsmenge und -leistung ist. Die Einschätzungen der Expertinnen und Experten des Verbandes gehen an dieser Stelle auseinander. Im Ergebnis schätzen die Akteure diese Option unterschiedlich ein, so dass einzelne Eisenbahnverkehrsunternehmen ihr Geschäftsmodell unter Umständen künftig stärker vertrieblich und verkehrsträgerübergreifend ausrichten werden. Aus Sicht des Verbandes resultiert daraus aber umgekehrt die Anforderung an die Politik, die Wissenschaft, die Industrie- und Handelskammern und nicht zuletzt an die verladende Wirtschaft, vor allem die Vorhaltung und Vermittlung des Wissens über die Transporte mit der Schiene und intermodale Transportoptionen unter Einschluss der Schiene künftig viel besser sicherzustellen als bisher und zusätzliche Kapazitäten in der Ausbildung zu schaffen.

Insofern ist positiv anzumerken, dass im April 2016 der Deutsche Speditions- und Logistikverband DSLV den Stellenwert der Schiene in der Logistik gesteigert hat, indem der noch junge Arbeitskreis Schienengüterverkehr zum Fachausschuss benannt und somit in der Gremienhierarchie des DSLV aufgestiegen ist.³³ Schiene und Straße werden innerhalb des DSLV also hierarchisch auf einer Ebene wahrgenommen. Dieser Schritt soll Mitgliedsunternehmen ermutigen, Bahnkonzepte, die nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich lohnend sein können, umzusetzen. Der multimodale Transport soll dadurch auch wieder zu einem Selbstverständnis der Spediteure werden. „Die Voraussetzungen zu definieren und die Politik bei der Schaffung der erforderlichen gesetzlichen Rahmenbedingungen für die speditionelle Nutzung der Schiene zu unterstützen, ist eine wichtige Aufgabe des Fachausschusses.“³⁴

³³ Vgl. Sokolowski 2016. Seite 1.

³⁴ Schweikel 2016.



7 Anwendungsfall „City-Logistik“

Heute hat die Straße einen Marktanteil von 71 Prozent bei der Verkehrsleistung im Güterverkehr. Die Erwartungen gehen insbesondere wegen der Schwäche der Binnenschifffahrt sogar von weiterwachsenden Marktanteilen in einem insgesamt wachsenden Markt aus. Der Trend zur arbeitsteiligen Produktion, Güterstruktureffekte, mit den Möglichkeiten wachsende Optionen für kleinteiligere und kurzfristige Belieferungen, der Anstieg des online-Handels und die bestehenden Wettbewerbsverzerrungen begünstigten in den vergangenen Jahren eine weiter gestärkte Rolle des Straßentransports. Neben einer stark wachsenden Auslastung der Fernstraßen mit schweren Lkw haben auch die Zahlen leichter Transporter auf den Fern- wie auch den kommunalen Straßen stark zugenommen und zusätzliche Verkehrs- und Kapazitätsprobleme nicht zuletzt in dicht besiedelten Gebieten geschaffen. Die hohe Transportleistung des Lkw und die hohen Transportgeschwindigkeiten ziehen hohe (Treibhausgas-)Emissionen nach sich, nicht zuletzt, weil die Senkung des Treibstoffverbrauchs zuletzt wegen der kaum noch verbesserbaren Motorentechnologie begrenzt war. Selbst eine schiere Umstellung der Antriebe auf Strom aus erneuerbaren Energien würde die Probleme des höheren spezifischen Energieverbrauchs und weiterer Umweltthemen (Raumbedarf, Lärm, Abrieb, Ressourcenverbrauch) nicht lösen. Fraglich ist allerdings, ob die Schiene mit ihrem bisher weitgehend für diese Transporte ungeeigneten Produktionssystem in diesem Umfeld mit dem insbesondere hohen Bedarf an Transporten von kleinteiligen und eilbedürftigen Gütern (insbesondere KEP-Dienstleistungen) eine Chance hat. Zur Erreichung der Klimaziele sind daher neue Entwicklungen notwendig, welche den Anforderungen an zukünftige Logistikleistungen gerecht werden und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen im Verkehrssystem durch eine stärkere Rolle senken. Einen solchen Ansatz stellt das Konzept der durchgehend elektrischen Lieferkette dar.

Sie stützt sich auf die wesentlichen Elemente

1. Expressnetzwerk auf der Schiene, welches als Direktverkehrs- oder Hub-and-Spoke-Netzwerk betrieben werden kann und die Standorte des Netzwerks im Nachtsprung verbindet
2. Vollautomatisierter Umschlag der Sendungen in Bahn-City-Portalen

3. Elektromobile Feindistribution der Pakete zu Abholstationen bzw. zum Endkunden

Abschätzungen des Marktes zeigen, dass durchgehend elektrische Lieferketten eine wirtschaftlich attraktive Option darstellen. Im Vergleich zum Lkw kann die Nutzung der Eisenbahn in durchgehend elektrischen Lieferketten für hohe Transportaufkommen kostengünstiger sein. Gleichzeitig lässt sich aufzeigen, dass durch die Verkehrsverlagerung die Treibhausgasemissionen um ca. 70 Prozent gesenkt werden können. Eine Reduktion von Schwefel- und Stickoxidemissionen in Höhe von 85 bzw. 94 Prozent ist erreichbar. Die Durchgehend Elektrische Lieferkette mit Hauptlauf auf der Schiene leistet somit einen wesentlichen Beitrag zu den Klima- und Umweltzielen im Verkehrssektor.³⁵

Die Umsetzung des Konzeptes „Durchgehend Elektrische Lieferkette“ kann unter Einbindung der Stakeholder aus der KEP- und Eisenbahnbranche realisiert werden. Das Konzept kann zu maßgeblichen Transformationen des Güterverkehrsmarktes führen und die Realisierbarkeit von neuartigen Produktionsformen mit dem Verkehrsträger Schiene nachweisen.

³⁵ Vgl. König (2016), S. 3.

9 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Studie wird dargelegt, dass eine deutliche Erhöhung der Schienengüterverkehrsleistung in Deutschland, nämlich eine Verdoppelung bis zum Jahr 2035 auf 264 Milliarden Tonnenkilometer, aus der Sicht der EVU machbar ist. Während die Beschaffung der notwendigen zusätzlichen und den abgängigen Bestand ersetzenden Fahrzeuge unproblematisch möglich scheint, sind bei den Faktoren Personal, Infrastruktur und Datenmanagement spürbare zusätzliche Anstrengungen erforderlich, die Herausforderungen nach Einschätzung der Experten und Expertinnen aber leistbar. Der Frage nach den künftig auch vielfältigen Geschäftsmodellen der EVU wird insgesamt keine entscheidende Bedeutung hinsichtlich der Erreichung der Verkehrsleistungsziele beigemessen. Anders sieht es dagegen bei der dringend erforderlichen Fortentwicklung der intermodalen Kooperation aus, wo vor allem für die Kunden des Einzelwagensystems eine logistisch und wirtschaftlich attraktivere Alternative etabliert werden muss, um das Risiko des vollständigen Ladungsverlusts an die Straße zu vermeiden.

Der Schienengüterverkehrssektor ist also bereit, eine auch für die Erreichung der Klimaschutzziele bedeutende größere Verantwortung zu übernehmen. Im Gegensatz zu denen der EVU sind die Zielvorstellungen der Politik für den Verkehrsträger Eisenbahn und die damit einhergehende Eisenbahninfrastruktur derzeit noch äußerst unklar. Es besteht ein dringender Bedarf nach einem konsistenten Ziel- und Entwicklungskonzept mit einem fundierten politischen Rahmen für langfristige Ziele. Die Eisenbahnverkehrsunternehmen sehen sich einem politischen Selbstverständnis von gestern gegenüber, das unfaire Wettbewerbsbedingungen duldet und nicht genug gegen eine limitierende Infrastruktur unternimmt. Zur Zukunft der Bahn gehört es auch, sich von der behäbigen staatlichen Eisenbahnverwaltung zu lösen und in einem dynamischen, wettbewerbsfähigen Eisenbahnsystem zu denken.

Literaturverzeichnis

ALLIANZ PRO SCHIENE E.V. (2019). Die Themen-Netzwerke der Allianz pro Schiene. Abgerufen am 29.04.2019 unter <https://www.allianz-pro-schiene.de/ueber-uns/netzwerke/>.

BERSCHIN (DR.), FELIX/ MAARFIELD, SIMON/ PRZESANG, ANDRÉ/NAUMANN, RENÉ (03.05.2019). Güter auf die Schiene. Netzentwicklung für den Schienengüterverkehr. Berlin.

BRETZKE, W.-R. & K. BARKAWI (2012). Nachhaltige Logistik: Antworten auf eine globale Herausforderung, Springer-Verlag.

BMVI (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR) (2018). Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr. Waldkirch.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (2017). Masterplan Schienengüterverkehr. Berlin.

BUNDESVERBAND PAKET UND EXPRESSLOGISTIK E. V. (2018). KEP-Studie 2018 – Analyse des Marktes in Deutschland.

CDU/CSU, SPD (2018). Koalitionsvertrag.

EISENBAHN-BUNDESAMT (2018). EBA-Jahresbericht 2017/2018. Bonn.

EUROPEAN COMMISSION (2011). White Paper on Transport: Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a Competitive and Resourceefficient Transport System. Publications Office of the European Union.

GLEISSNER, H. & J. C. FEMERLING (2016). Grundlagen des Transports. In Kompakt Edition: Transport, Springer, 5-8.

KÖNIG, R. (2016). Durchgehend Elektrische und Flexible Lieferketten. TU Dresden.

KÖNIG, R., HECHT, M. (2012). Weissbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 - die Zukunftsinitiative „5L“ als Grundlage für Wachstum im Schienengüterverkehr, Dresden/Berlin.

KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2019), Pressemitteilung Nr. 5/2019 – Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2019, Flensburg.

LEITNER, M. W. (2015). Formen des Gütertransports. In Logistik, Transport und Lieferbedingungen als Fundament des globalen Wirtschaftens, Springer, 3 - 14.

MEYER, M. (2015): „Einkaufskosten senken im Mittelstand - Erfolgreich Gemeinkosten reduzieren und Profitabilität steigern“, Gabler Verlag.

NÜSSLE, DENISE/ DR. WINTER, JOACHIM (19.04.2017). NGT CARGO: So sieht der Güterzug der Zukunft aus. Abgerufen am 10.05.2019 unter https://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10081/151_read-21934#/gallery/26733.

PRICE, ROB (06.08.2017). Amazon is thinking about building mobile drone stations on trains, vans, and boats. Business Insider UK. Abgerufen am 09.04.2019 unter https://www.businessinsider.de/amazon-patents-mobile-drone-stations-on-trains-vans-boats-2017-8?utm_source=feedly&utm_medium=web-feeds&r=US&IR=T.

RODRIGUE, J.-P., B. SLACK, & C. COMTOIS (2008). Green logistics. In Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, Emerald Group Publishing Limited, 339-350.

SHELLHAS, J. (2017). Die Kaluga-Rundlaufverkehre der DB Schenker AG ein innovatives Praxisbeispiel für die Materialversorgung des Volkswagen-Werkes im russischen Kaluga. In Automobillogistik, Springer, 251-266.

SCHWEIKEL, TOBIAS (28.04.2016). Logistik der Zukunft: Kommt endlich die Bahn?. Abgerufen am 16.05.2019 unter <https://logistra.de/news/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik-logistik-der-zukunft-kommt-endlich-die-bahn-12231.html>.

SOKOLOWSKI (DR.), CHRISTOPH (27.04.2016). DSLV-Gesamtvorstand stärkt Bahnspedition. Pressemitteilung, Berlin/Bonn.

TAGESSCHAU (16.03.2019). Der Bahn fehlen Hunderte Lokführer. Abgerufen am 08.03.2019 unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/bahn-lokfuehrer-103.html?fbclid=IwAR0mS5OKp9-ODX-UqzzQsNvPtBLEjMdXV4qHRw4oMqePzDNOaK337rxABX8>.

UHLMANN, STEFFEN (18.03.2018). Güterwagen aus Fernost. Berlin. Abgerufen am 04.05.2019 unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/transportwesen-gueterwagen-aus-fernost-1.3910955>.

VERBAND DEUTSCHER VERKEHRSUNTERNEHMEN E.V. (2018): 2017 Statistik. Köln.

VERBAND DEUTSCHER WIRTSCHAFTSINGENIEURE E.V. (VWI) (17.07.2017). Konzept für den Güterzug der Zukunft. Abgerufen am 11.05.2019 unter <https://www.vwi.org/konzept-fuer-den-gueterzug-der-zukunft/>.

VERBAND DER GÜTERWAGENHALTER IN DEUTSCHLAND E.V./DB CARGO (12.07.2018). Digitalisierung des Datenaustausches im SGV. Vorstellung Arbeitsergebnisse.

WEINMANN, O., F. BITZER, N. BOOS, & M. BURKHART (2015): „Lang-Lkw per Fernbedienung rangieren“, in Fahrerassistenzsysteme und Effiziente Antriebe, Springer, 34-40.

WENDLANDT, V. & J.-M. BOTTIGER (2007). Kooperationen von Logistikunternehmen: Eine hypothesenbasierte Auswertung von Experteninterviews. Arbeitspapiere des Instituts für Genossenschaftswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

WIRTSCHAFTSWOCHE (16.07.2018). Lokführermangel ist ein hausgemachtes Problem. Abgerufen am 13.04.2019 unter <https://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/deutsche-bahn-und-co-lokfuehrermangel-ist-ein-hausgemachtes-problem/22805324.html>.

Anhang 1 ³⁶

Kurzbeschreibung	Bedarf	Quelle	Daten
Auftragsdaten	EVU	Kunde	1. Leerwagenbedarf <ul style="list-style-type: none"> - Anzahl Wagen mit Gattungen - Bestelldatum und Versandbahnhof 2. Transportvolumina (alternativ) <ul style="list-style-type: none"> - Gutart und Menge - Bedarfszeitpunkt und Relation
ETA Meldungen	Kunde	EVU	<ul style="list-style-type: none"> - Information über Verspätungen (Leerwagen kann nicht zum vereinbarten Zeitpunkt bereitgestellt werden) - ETA Aktualisierungen - Ankunftsmeldung (Wagennummer mit Datum/Uhrzeit)
Transportauftrag	EVU	Kunde	Transportanfrage/-auftrag: <ul style="list-style-type: none"> - Ladegüter - Anzahl Wagen - Bestimmungsbahnhof - geplantes Abfahrtsdatum

³⁶ VPI et. al. (2018).

Transportplan	Kunde	EVU	Reiseplandaten Wagen: - Plan Abfahrtszeitpunkt (Abholung Versandbahnhof) - Plan Empfangszeitpunkt (Zustellung Bestimmungsbahnhof)
Frachtbrief	EVU	Kunde	Frachtbriefdaten: - Ladegüter (Produkte) - Ladungsgewichte - ggf. Wagenreihung
Leermeldung	Auftrag- geber/ EVU	End-kunde/ Verlader	Leermeldung Wagen - Wagennummer - Verfügbarkeitsdatum/-zeit
Laufdaten	Halter	EVU	Laufleistungsdaten: - Kilometer - Versand-/Empfangsbahnhof - Ladezustand/Ladungsgewicht - Differenzierung nach Ländern
Stammdaten	EVU Kunde	Halter	Administrative und technische Wagenstammdaten (auch NFC/RFID am Wagen), wie: - Zulassung - ECM Gültigkeit

			<ul style="list-style-type: none"> - Bremsausrüstung - Wagenlänge LÜP - Lastgrenzen - Revisionsdaten - Ladevolumen
Instandhaltungsdaten	Halter	EVU	Daten laut AVV-Schadprotokoll: <ul style="list-style-type: none"> - Schadensort - Schadensart - Konsequenzen für Wagen/Transport - Schadensverursacher
ETA Meldungen	Kunde	EVU	Notwendiger Handlungsbedarf Schadinformation (ggf. Schadensbeschreibung) Neue ETA
Transportauftrag	EVU	Kunde/ Halter/ Werkstatt	Transportauftrag: <ul style="list-style-type: none"> - Ladegut - Bestimmungsbahnhof - geplantes Abfahrtsdatum
Wiederinbetriebnahme	Wagen- mieter/	Halter	Wiederinbetriebnahmemeldung

	Auftrag- geber		
Laufdaten	EVU	Halter	GPS Standortdaten Wagen - GPS Koordinaten - Zeitpunkt - Bewegungsstatus
Laufdaten	Kunde	Halter	GPS Standortdaten Wagen - GPS Koordinaten - Zeitpunkt - Bewegungsstatus
Messdaten Wayside Monitoring	Halter	EIU/ privater Anbieter	Informationen Wayside Monitoring: - Flachstellen - Radsatzprofile - Bremssohlen - Radsatzlasten - Ladegutsicherung - Heißläufer
Zustandsdaten	EVU	EIU/Privater Anbieter	Informationen Wayside Monitoring: -Anomalien, die relevant für den Transportlauf sind (Schäden)

Zustandsdaten	EVU	Halter	Sensordaten aus Telematiksystem: - Füllstand, Temperatur etc.
Instandhaltungsdaten	Halter	Werkstatt	Kostenvoranschlag Beseitigung Schäden
Werkstattinformation	Kunde	Halter	Name und Anschrift der Werkstatt, ggf. Kontakt Zuführungsdatum oder Zeitraum Ggf. voraussichtliche Dauer Werkstattaufenthalt
Auftragsdaten	EVU	Kunde/ Wagen- mieter	Transportauftrag Werkstattzuführung
Instandhaltungsdaten	Halter	Werkstatt	Eingangsmeldung Liste erfasster Schäden (ggf. mit Kostenvoranschlag) Mess- und Testdaten
Instandhaltungsdaten	Werkstatt	Halter	Übersicht Ersatzteile Lieferdatum

Instandhaltungsdaten	Halter	Werkstatt	Instandhaltungsdokumentation inklusive Betriebsfreigabe
Instandhaltungsdaten	Halter	Kunde	Information über Reinigungen - Art der Reinigung - Datum der Reinigung - Durchgeführte Arbeiten
Temporäre Restriktionen	EVU	EVU	Temporäre Restriktionen aufgrund von Schäden

© Netzwerk Europäischer Eisenbahnen (NEE) e. V.
Mai 2019

Weiterverwendung der Inhalte bei Quellenangabe erlaubt, Belegexemplar erbeten

Vorstandsvorsitzender: Ludolf Kerkeling
Vorstand: Sven Flore (stellvertr. Vorsitzender), Gerhard Timpel (Schatzmeister),
Isabelle Schulze, Christian Dehns, Ralph Schmitz, Ursula Vogt
Geschäftsführer: Peter Westenberger
Vereinsitz: Berlin, Amtsgericht Charlottenburg, VR 23902 B