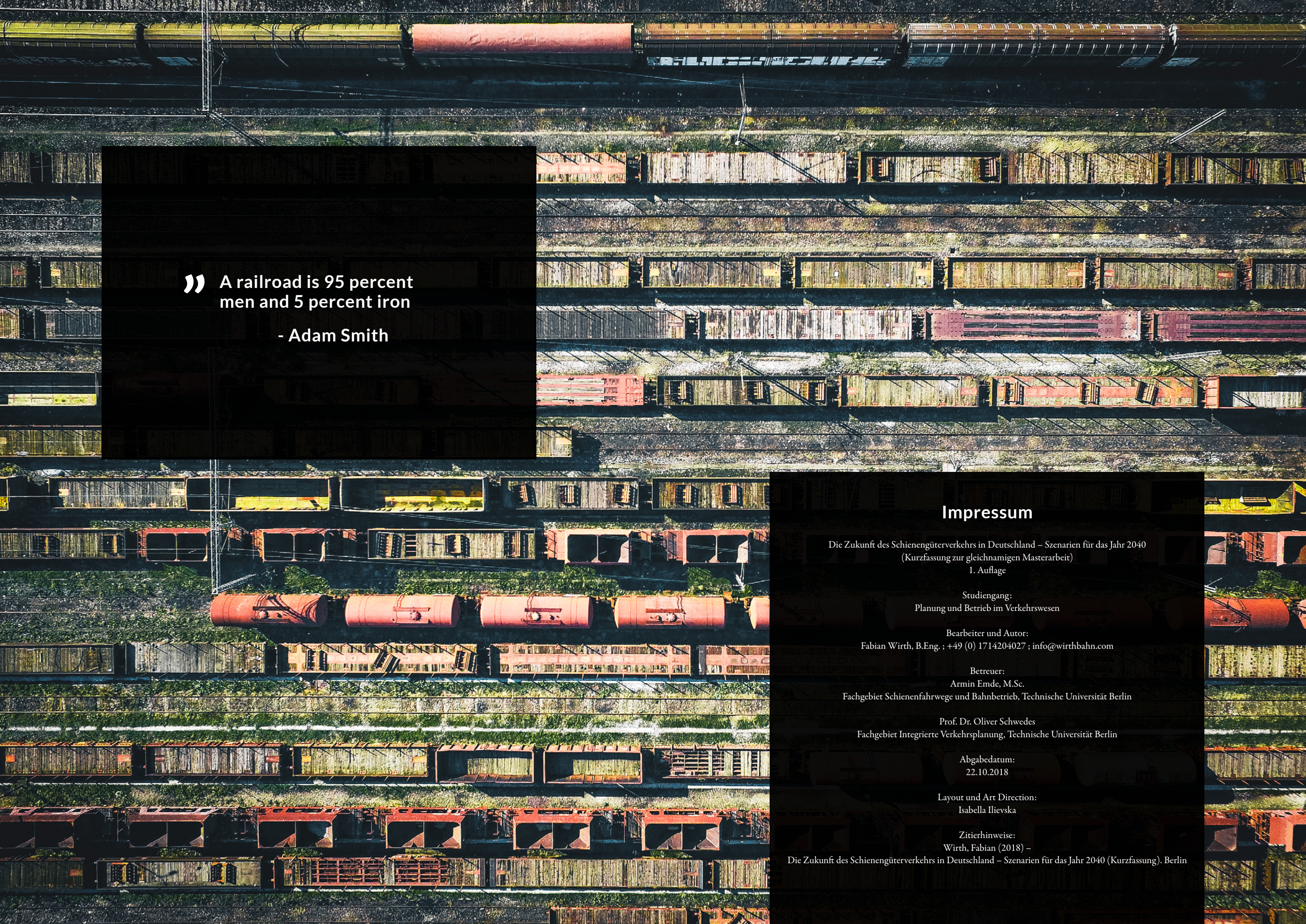


Die Zukunft des Schienengüterverkehrs in Deutschland

– Szenarien für das Jahr 2040 –

von Fabian Wirth





» A railroad is 95 percent
men and 5 percent iron
- Adam Smith

Impressum

Die Zukunft des Schienengüterverkehrs in Deutschland – Szenarien für das Jahr 2040
(Kurzfassung zur gleichnamigen Masterarbeit)
1. Auflage

Studiengang:
Planung und Betrieb im Verkehrswesen

Bearbeiter und Autor:
Fabian Wirth, B.Eng. ; +49 (0) 1714204027 ; info@wirthbahn.com

Betreuer:
Armin Emde, M.Sc.
Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb, Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Oliver Schwedes
Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung, Technische Universität Berlin

Abgabedatum:
22.10.2018

Layout und Art Direction:
Isabella Ilievska

Zitierhinweise:
Wirth, Fabian (2018) –

Die Zukunft des Schienengüterverkehrs in Deutschland – Szenarien für das Jahr 2040 (Kurzfassung). Berlin

Zusammenfassung



Die Masterarbeit „Die Zukunft des Schienengüterverkehrs in Deutschland – Szenarien für das Jahr 2040“ wurde mit dem Ziel verfasst, die Vertreter der Branche sowie die politischen Entscheidungsträger bei der Erarbeitung einer gemeinsamen Strategie für den Schienengüterverkehr zu unterstützen, mit der die aktuellen und künftigen Herausforderungen bewältigt werden können.

Um eine solche Strategie abzuleiten, ist es erforderlich, sich auf einen gemeinsamen Zielzustand zu verständigen und die Frage zu beantworten:

„Wie soll die Zukunft des Schienengüterverkehrs aussehen?“

Dies wiederum setzt voraus, dass das Wissen vorhanden ist, wie diese Zukunft unter realistischen Annahmen aussehen könnte.

Die Antwort darauf liefert die durchgeführte Szenarioanalyse, in welcher drei mögliche Szenarien für den Schienengüterverkehr in Deutschland im Jahr 2040 erarbeitet wurden. Dafür erfolgte im ersten Schritt die Herleitung, welche Akteure die Zukunft des Schienengüterverkehrs maßgeblich bestimmen. Anschließend lieferte die Auswertung einer Fachtagung mit einer darauf aufsetzenden Literaturrecherche erste relevante Einflussfaktoren. Nachfolgend wurden mit Vertretern der zuvor hergeleiteten Akteure Experteninterviews durchgeführt und qualitativ ausgewertet. Anhand der so gewonnenen Daten konnten aus den Einflussfaktoren besonders bedeutende und veränderliche Schlüsselfaktoren abgeleitet werden. Zudem ergaben sich jeweils zwei bis drei mögliche Ausprägungen, die beschreiben, wie diese Schlüsselfaktoren im Jahr 2040 aussehen könnten. Durch Kontextualisierung und anhand qualitativer Kriterien wurden die Ausprägungen in konsistente Kategorien eingeordnet und diese anschließend zu zwei Szenarien und einem gekürzten Neben-Szenario ausformuliert.

Szenario A stellt aus Sicht der Akteure ein Best Case Szenario dar, bei dem durch eine gemeinsame Vision von der Zukunft des Schienengüterverkehrs dessen Wettbewerbsfähigkeit und Modalanteil deutlich gesteigert werden können.

In Szenario B zeigt sich, dass bei zu geringem Engagement und Beschränkung auf vereinzelte Maßnahmen zur Stärkung der Branche letztlich ein Verlust der Wettbewerbsfähigkeit die Folge sein kann. Ursache dafür sind die komplexen Wechselwirkungen im System Schienengüterverkehr sowie die asymmetrische Anlastung externer Kosten gegenüber den Verkehrsträgern Straße und Schiene.

Das Neben-Szenario C beschreibt aus Sicht der Akteure einen Worst Case, in dem durch Wandel der Nachfragesituation und politische Passivität die Schiene ihren Marktanteil im Güterverkehr vollständig verliert.

Die abschließende Prüfung der Szenarien auf ihre Robustheit sowie deren inhaltliche und wissenschaftliche Einordnung sind ausschließlich in der Langfassung der Masterarbeit enthalten.

Fabian Wirth

Fabian Wirth, B.Eng.



In Kooperation mit dem
Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e. V.



Abstract

The master thesis “The Future of Rail Freight Transport in Germany – scenarios for 2040” was written to support the players of the rail transport industry and policymakers in finding a common strategy to face current and future challenges. It is necessary for the players to find common ground and to answer the question of how the future of rail freight transport should look like. That requires the knowledge of how this future could possibly look like under realistic assumptions.

The answer lies within the conducted scenario analysis which eventually resulted in three scenarios illustrating the rail freight transport in Germany in 2040. The initial step was to determine what players are the most influential and who is in the position to make the biggest decisions regarding the future of rail freight transport. Then, after analysing a rail transport industry conference with the help of supporting literature it was possible to outline first influencing factors. After that eight interviews were arranged, each with one representative of their respective field and took place shortly after one another. Based on the data from those interviews the influencing factors brought up there could be transformed to changeable key factors of high relevance. Furthermore two to three possible manifestations of these key factors could now be described which show how those key factors may develop until the year 2040. According to their context in the interviews and by qualitative criteria those manifestations were categorised and later formed the input for the narrative scenarios.

Seen from the players perspective scenario A could be described as a “Best case scenario“ in which a common vision of the future of rail freight transport leads to an increasing competitiveness and modal share.

Scenario B showcases that a lack of commitment and not enough effort to strengthen the sector may lead to a decrease of competitiveness. The reasons are complex relations within the system of rail freight transport and asymmetrical allocated external costs according to the transport modes rail and road.

The side-scenario C describes the worst case where a change of demand and political inactivity leads to a total loss of rail’s modal share in freight transport.

After their narration the scenarios were tested for their ruggedness to see if they would withstand disrupting events. Their content and scientific value were then classified and possibilities for further use were shown. The test for ruggedness and classification are only part of the full version of the master thesis.

Theorie der Szenarioanalyse

Den folgenden Ausführungen liegen theoretische Erkenntnisse und Instrumente der Zukunftsforschung zugrunde, vordergründig die Szenarioanalyse.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff ‚Zukunft‘ in der Regel im Singular gebraucht, da aus heutiger Sicht beispielsweise bis zum Jahr 2040 zwar theoretisch unendlich viele Entwicklungen möglich sind, aber nur ein einziger Zustand tatsächlich eintreten wird. Soll jedoch über das Spektrum der möglichen Entwicklungen gesprochen werden, bietet es sich an, im Plural von möglichen ‚Zukünften‘ zu sprechen. Die Beschreibung dieser Zukünfte kann in Form von Szenarien erfolgen. In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen, was ein Szenario genau ist. Im Wesentlichen lassen sich daraus zwei Merkmale extrahieren:

- Die Darstellung einer möglichen zukünftigen Situation (Zukunftsbild)
- inklusive der Entwicklungspfade, die zu der zukünftigen Situation führen

Ein Szenario ist dabei zusammengesetzt aus den möglichen Entwicklungen einzelner Faktoren. **Abbildung 1** veranschaulicht in Form des Szenariotrichters die Zusammenhänge von Entwicklungspfaden der Einflussfaktoren, Szenarien und Zukünften.

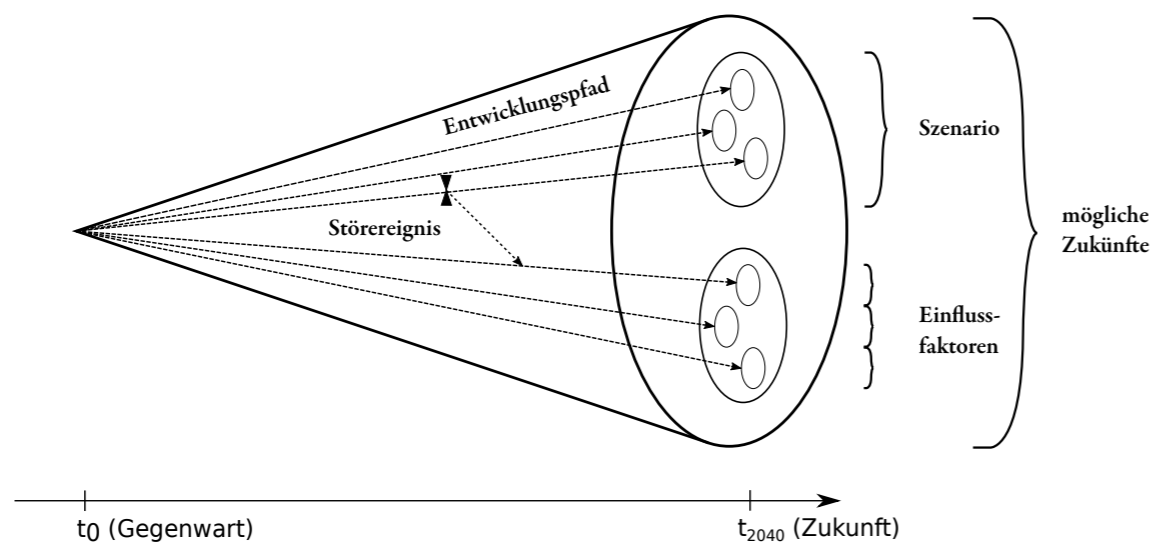


Abbildung 1: Der Szenariotrichter
Eigene Darstellung nach Kosow Gasner u.a. [2008, vgl. S. 13] und Rose [2017, vgl. S. 115]

Des Weiteren sind explorative und normative Szenarien zu unterscheiden. Erstere gehen von der Gegenwart aus und zeigen das Spektrum dessen auf, was möglich ist. Bei normativen Betrachtungen wird der umgekehrte Weg verfolgt, d. h. aus den möglichen Zukünften sind jene zu bestimmen, die wünschbar (wünschenswert) sind, um daraus abzuleiten, wie diese erreicht werden können. [Kosow, Gaßner u. a. 2008, vgl. S. 23 f.] Umschreiben lässt sich deren Unterschied durch die gestellte Frage, welche bei explorativen Szenarien lautet „Was wäre, wenn...?“, bei normativen Szenarien hingegen „Was muss geschehen, damit...?“ [Krippner 2008, vgl. S. 11]

Intention dieser Arbeit ist es, die Akteure des Schienengüterverkehrs in Deutschland bei der Bildung einer gemeinsamen Strategie zu unterstützen. Da eingangs dargelegt wurde, dass es dafür an der grundlegenden Voraussetzung eines gemeinsamen Zieles fehlt, ist es erforderlich, im ersten Schritt einen explorativen Ansatz zu wählen und die möglichen Zukünfte aufzuzeigen. Anhand dessen lässt sich im zweiten Schritt eine normative Szenarioanalyse durchführen, die konkretisiert, wie eine im ersten Schritt ermittelte, wünschbare Zukunft erreicht werden kann. Die normative Analyse ist nicht mehr Teil dieser Arbeit.

Die Szenarioanalyse hat nicht den Anspruch, die Zukunft vorauszusagen. Hierbei handelt es sich nicht um eine methodische Unzulänglichkeit, sondern es ist von vornherein zu betonen, dass dies weder Ziel der Methode ist, noch für die Erreichung der zuvor genannten Ziele erforderlich. Die Szenarioanalyse grenzt sich damit klar von Prognosen ab. Es ist auch nicht davon auszugehen, dass eines der entwickelten Szenarien exakt in der dargestellten Form eintreten wird, sondern es sind unendlich viele weitere, mehr oder weniger unterschiedliche Zukünfte denkbar. Bezogen auf den Szenariotrichter in **Abbildung 1** stellt ein Szenario nur einen einzigen Punkt auf der Projektionsfläche dar. Im Fokus der Methode stehen als Stärke die Kommunikation und Erkenntnisgewinne, die aus dem Erstellungsprozess und anschließenden Dialog entstehen. [Kosow, Gaßner u. a. 2008, vgl. S. 16 f.]

” Die Szenarioanalyse hat nicht den Anspruch, die Zukunft vorauszusagen



Methodik

1. Abgrenzung

Thematisch schließen die durchgeführten Betrachtungen den Schienengüterverkehr mit allen gängigen Produktionsformen ein, insbesondere Einzelwagen-, Wagengruppen- und Ganzzugverkehre sowie Mischformen, die auf öffentlicher Infrastruktur stattfinden. An den relevanten Stellen werden Einflüsse durch den Personenverkehr mit berücksichtigt, wobei für eine vollumfängliche Abbildung der Wechselwirkungen eine weiterführende Untersuchung nötig wäre.

Zeitlich richtet sich der Blick gut 20 Jahre in die Zukunft. Basierend auf den gängigen Lebensdauern ergibt sich bis zum Jahr 2040 ein gegenüber 2018 ca. zur Hälfte ausgetauschter Fahrzeugbestand sowie eine vollständig ersetzte Leit- und Sicherungstechnik. Ebenso ist der Nachfolger des Bundesverkehrswegeplans 2030 lange genug in Kraft, um eine neue Strategie einschließlich erster Ergebnisse bei der Infrastruktur annehmen zu können.

Räumlich konzentrieren sich die Betrachtungen auf Deutschland, integrieren an mehreren Stellen allerdings ausdrücklich den europäischen Kontext. Harmonisierung als eigener Schlüsselfaktor beinhaltet Ausmaß und Folgen der technischen, betrieblichen und administrativen Standardisierung.

2. Akteure

Nach erfolgter Abgrenzung wurden aus fünf unterschiedlichen Quellen, die sich mit Akteuren im Schienengüterverkehr beschäftigen, potentiell relevanten Akteure gesammelt und mit einem Punkteschema bewertet. Anhand dessen wurde festgelegt, welche dieser Akteure aufgrund ihres hohen, erkennbaren Einflusses für die folgenden Untersuchungen als zukunftsbestimmende Kernakteure anzusehen sind (vgl. **Tabelle 1**). Das Resultat war Ausgangsbasis für die Auswahl der interviewten Experten.

Kernakteur	Unternehmen	Funktion	Vertreter
Infrastrukturbetreiber	DB Netz	Teamleiter Netzentwicklung	Simon Speer
	HVLE	Vorstand	Ludolf Kerkeling
	HUPAC	Managing Director	Michail Stahlhut
Eisenbahnverkehrsunternehmen	HVLE	Vorstand	Ludolf Kerkeling
	DB Cargo	Leiter Strategie	Dr. André Kalvelage
Transportkunden	SKW Piesteritz	Zentralbereichsleiter Einkauf und Logistik	Norbert Bökenheide
	HUPAC	Managing Director	Michail Stahlhut
Politische Organe	EU	Ehem. Vorsitzender, Ausschuss für Verkehr und Fremdenverkehr	Michael Cramer MdEP
Wagenvermieter	VTG	Leiter Digitalisierung	Dr. Niko Davids
Lokvermieter	ELL	Ehem. Geschäftsführer	Sven Flore
	Flore Consult	CEO	

Tabelle 1:
Interviewte Vertreter der Kernakteure [Eigene Darstellung]



3. Ablauf

Daraufhin wurde das BME-/VDV-Forum Schienengüterverkehr am 23 und 24. Januar 2018 in Bonn besucht und ein Protokoll zu den von den Branchenvertretern diskutierten Fragestellungen verfasst. Daraus wurden die relevantesten Themen extrahiert und auf Basis einer vertieften Literaturrecherche zu 13 Einflussfaktoren weiter entwickelt.

Um diese Ergebnisse zu verifizieren und mit entsprechenden Daten zu hinterlegen, wurden anschließend acht Vertreter der zuvor bestimmten Akteure in Einzelgesprächen interviewt.

Darin wurden die Experten gebeten, von sich aus zu berichten, welche Faktoren und Problemstellungen sie für die Zukunft des Schienengüterverkehrs als besonders bedeutend ansehen. Falls einige der zuvor ermittelten Einflussfaktoren nicht selbstständig genannt wurden, so wurden diese durch den Interviewenden angeführt und um eine Einschätzung gebeten. Abschließend wurden jeweils alle 13 Einflussfaktoren offen gelegt, woraufhin die Experten diese nach ihrer Bedeutung für die Zukunft des Schienengüterverkehrs ordnen sollten. Diese Priorisierung wurde erneut mit einem Punkteschema versehen und die Ergebnisse in **Abbildung 2** dargestellt.

Darüber hinaus wurden Protokolle zu den Interviews angefertigt und durch die Methode des thematischen Kodierens ausgewertet, das heißt die von den Experten getroffenen Aussagen wurden den 13 Einflussfaktoren zugeordnet. Auf dieser Datenbasis verblieben davon 11 Schlüsselfaktoren, die alle veränderlich sind und einen hohen Einfluss auf die Zukunft des Schienengüterverkehrs haben.

Zudem ließen sich zu jedem Schlüsselfaktor zwei bis drei mögliche Ausprägungen ableiten, wie dieser im Jahr 2040 aussehen könnte. Mit Blick auf die Konsistenz der Szenarien wurden die Ausprägungen bereits während der Analyse der Protokolle vorsortiert. Bedingt durch die hohe Dominanz von Preis und Kosten in den Überlegungen der Experten (vgl. **Abbildung 2**) zeigte sich, dass die Ausprägungen sich über alle Faktoren hinweg im Wesentlichen durch ein Kriterium unterscheiden. Entweder kann in

Zukunft eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit (Ausprägung 1) oder eine Verschlechterung der Wettbewerbsfähigkeit der Schiene auftreten. Dritte Ausprägungen entstanden dort, wo zu unterscheiden war zwischen einer hinderlichen Verschlechterung (Ausprägung 2) und einer existenziell bedrohlichen Verschlechterung (Ausprägung 3) (vgl. Tabelle 2). Jede Ausprägung wurde im Anhang der Langfassung der Masterarbeit separat beschrieben.

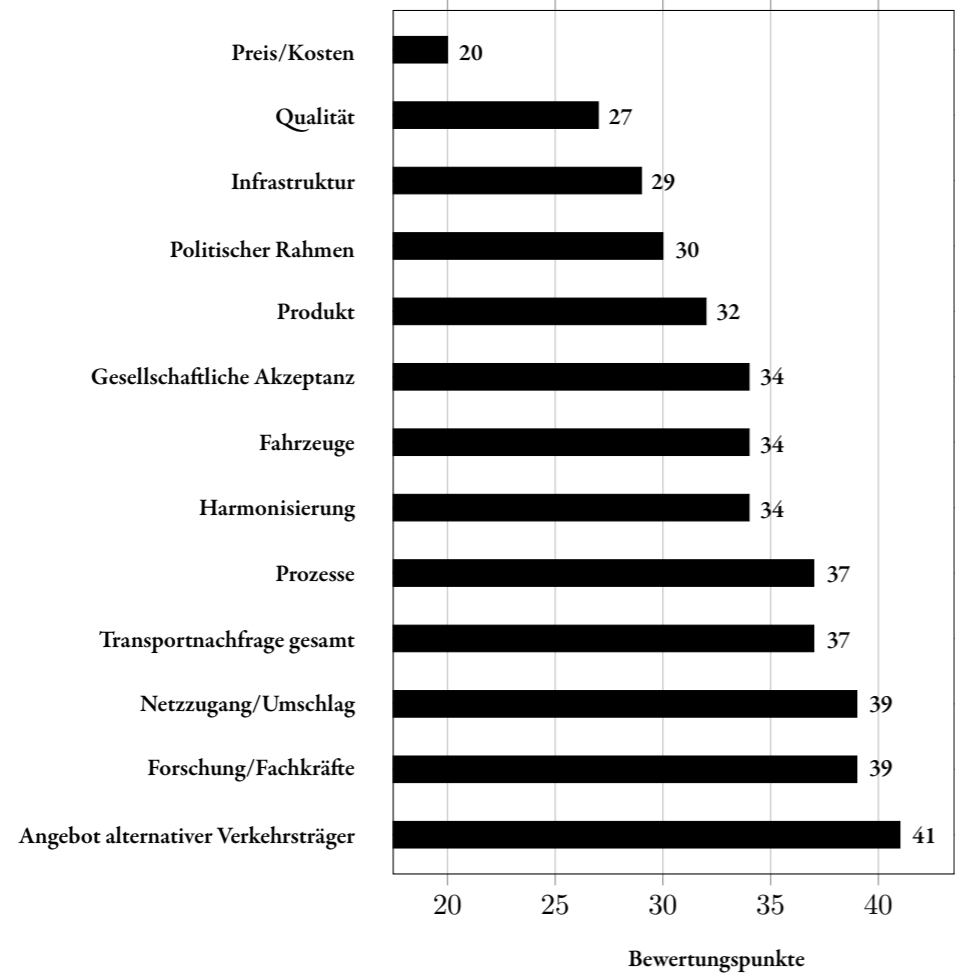


Abbildung 2:
Bedeutung der Einflussfaktoren – kumuliertes Ergebnis der Priorisierungen durch die Experten
(niedrigste Punktzahl entspricht höchster Bedeutung) [Eigene Darstellung]



Schlüsselfaktor	Mikrofaktor	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
FAHRZEUGE	Automatisiertes Fahren	Vollautomatisiertes Fahren	Fahrerassistenzsysteme	Kein Fortschritt beim automatisierten Fahren
	Automatische Mittelpufferkupplung	Mittelpufferkupplung europaweit	Mittelpufferkupplung teilweise	Keine Mittelpufferkupplung
	Telematik/ Sensorik/ Uptime	Nutzung der Potentiale	Kosten ohne Nutzen	Manuelle Welt
	Verfügbarkeit am Markt/ Standardisierung	Modularisierung der Fahrzeuge	Spezialwagen und Lokduopol	
INFRASTRUKTUR	Verantwortung der Politik zur Infrastruktur	Politische Aktivität	Politische Passivität	
	Kapazität/ Betrieb für den Schienengüterverkehr	Technische-betriebliche Maßnahmen bis zum Neubau	Stagnation beim Status quo	
	Resilienz	Maßnahmen zur Erhöhung der Netzqualität	Blinder Aktionismus	Kein Aktionismus
	Netzentwicklung	Strategiewandel zur präventiven Infrastrukturplanung	Reaktive Infrastrukturplanung	Strategielosigkeit
PROZESSE	Prozesse der Eisenbahntransportdurchführung	Digitalisierung und Automatisierung	Bürokratiebremse	
	Prozesse der Eisenbahntransportplanung	Optimierte Planung	Anhaltende Ineffizienz	
	Prozesse der Eisenbahnsystemgestaltung	Beschleunigung der Prozesse	Träge Anpassung der Prozesse	
HARMONISIERUNG		Fortschreitende Harmonisierung	Europäische Individualität	
FORSCHUNG/ FACHKRÄFTE	Personal und Fachkräfte	Automatisierung	Personelle Aufstockung	Personeller Engpass
	Forschungslandschaft	Forschungswettbewerb	Staatsbahnforschung	Ergebnislose Forschung
	Innovationen	Innovationsförderung und Wettbewerb	Innovationsbremse durch Entlastung	Innovationsversagen
GESELLSCHAFTLICHE AKTZEPTANZ		Nachhaltige Gesellschaft	Toleranz durch Emissionsminderung	Maximaler Umwelt- und Selbstschutz

Schlüsselfaktor	Mikrofaktor	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3
POLITISCHER RAHMEN		Politisches Handeln für den Schienengüterverkehr	Politische Inkonsequenz und Verschlimmbesserung	Politische Passivität
PREIS/ KOSTEN	Kostenwahrheit	Verursachergerechte Anlastung	Asymmetrische Anlastung	
	Preisverhältnis Schiene/ Straße	Wettbewerbsfähig für alle Güter	Kernkompetenz	Preisschere
	Kostentreiber bei der Bahn/ Kostenoptimierung	Wettbewerbsfähige Preise durch Kostenreduktion	Verteuerung	Insolvenz der Branche
	Unterbrochene Finanzströme	Finanzierungsinstrumente schließen unterbrochene Finanzströme	Unterbrochene Finanzströme bremsen die Branche	
NACHFRAGE GESAMT	Finanzielle Situation	Investition in den Schienengüterverkehr	Niedrige bis keine Gewinne	
	Entwicklung der Transportnachfrage	Fortwährend steigende Nachfrage	Kurzweilige Nachfrageschwankung	Europäische Deindustrialisierung und Nachfragerückgang
	Räumliche Verteilung der Verkehrsströme	Wachstum bei EU-Binnenhandel und auf der Eurasia-Route	Verbrauchsnahe Produktion und sinkender Konsum in Europa	
ANGEBOT ALTERNATIVER VERKEHRSTRÄGER		Schwache Straße	Starke Straße	Straße übernimmt alles

Tabelle 2:
Ausprägungen der Schlüssel- bzw. Mikrofaktoren (morphologischer Kasten) [Eigene Darstellung]

Die beiden Haupt-Szenarien A und B setzen sich jeweils aus allen Ausprägungen erster bzw. zweiter Ordnung zusammen, d.h. aus den Spalten Ausprägung 1 und Ausprägung 2 der **Tabelle 2**. So entstehen zwei konsistente Szenarien, die eine mögliche Zukunft des Schienengüterverkehrs zeigen, in der sich die Wettbewerbsbedingungen konsistent in allen Schlüsselbereichen verbessern bzw. konsistent in allen Schlüsselbereichen verschlechtern. Das dritte Szenario zeigt auf, welche Zukunft und welcher Entwicklungspfad die Existenz des Schienengüterverkehrs gänzlich gefährden könnten. Es besteht aus der Spalte Ausprägung 3 und wo diese nicht vorhanden ist aus Ausprägung 2 der **Tabelle 2**.

Thesen des Schienengüterverkehrs

Neben den Ausprägungen kristallisierten sich in den Gesprächen und bei der Auswertung der Interviewprotokolle grundlegende Zusammenhänge bzw. Umstände heraus, welche als Handlungsmaxime die Akteure beeinflussen, den Markt beschreiben und von denen sich Maßnahmen, Ausprägungen und Entwicklungspfade ableiten. Diese Thesen des Schienengüterverkehrs wurden den Szenarien deshalb als Annahmen zugrunde gelegt.

Erste These der Nachfrage

Der Kunde will ein Transportproblem gelöst haben.

Die Aussage stammt von Herrn Dr. Davids und fasst in aller Einfachheit zusammen, worum es dem Transportkunden geht. Dieses Transportproblem möglichst gut zu lösen, sollte Ziel eines jeden Dienstleisters sein. Alles andere ist nachrangig.

Zweite These der Nachfrage

Die Verkehrsträgerwahl erfolgt nach dem Preis.

Dieser Sachverhalt wurde aus den Protokollen abgeleitet und stützt sich auf die expliziten Aussagen mehrerer Experten sowie den Umstand, dass der Faktor Preis/Kosten im quantitativen Teil der Interviews als mit Abstand bedeutendster Faktor angesehen wurde (vgl. **Abbildung 2**).

Dritte These der Nachfrage

Aufgrund der langen Lebensdauern von Assets und Infrastruktur sind Nachfrageschwankungen mit kurzen Zyklen zu vernachlässigen, solche mit langen Zyklen von essenzieller Bedeutung.

Die Notwendigkeit einer Differenzierung der Nachfrage zeigte sich darin, dass diese von den Experten sehr unterschiedlich gewichtet wurde. Die Ursache dafür lieferte letztlich Herr Dr. Kalvelage in der Erläuterung, dass die Nachfrage grundsätzlich von essenzieller Wichtigkeit ist, ihre Signifikanz allerdings verliert, wenn man eine gewisse Mindestnachfrage zugrunde legt.

Vierte These der Nachfrage

Es gibt Segmente, die gehören dem Lkw und das werden sie immer.

Die Aussage stammt wörtlich ebenfalls von Herrn Dr. Kalvelage und wird damit begründet, dass die angesprochenen Segmente entweder zu kurz laufende Verkehre sind oder zu dynamische Verkehre, auf die sich die Schiene nicht einstellen kann. Von den anderen Experten wird die These indirekt gestützt, indem an keiner Stelle der Anspruch erhoben wird, die Schiene könnte die Straße vollkommen ersetzen. Im Gegenzug werden zur Erschließung der Fläche mehrfach Kooperationen in Form von intermodalen Transportketten angesprochen.

Erste These der Kosten

Ein funktionierendes Eisenbahnsystem braucht Geld und den Willen, es zu investieren.

Die These stützt sich auf die Erläuterungen von Herrn Flore zum Unterschied zwischen dem deutschen und schweizer Eisenbahnsystem, den er in der vorhandenen bzw. fehlenden Bereitschaft politischer Akteure sieht, Geld in eben jenes zu investieren. Einige der folgenden Thesen bauen auf dieser These auf.

Zweite These der Kosten

Bei Systeminnovationen herrscht ein Marktversagen.

Die Problematik der unterbrochenen Finanzströme findet sich an mehreren Stellen in der Masterarbeit und besteht im Wesentlichen darin, dass Innovationen, die dem System Schienengüterverkehr als Ganzes nutzen würden, immer dann scheitern, wenn der Akteur, der die Investition tätigt, ein anderer ist, als der, der den Nutzen daraus zieht. Zwischen den Akteuren fehlen mitunter in der Praxis die Finanzströme, die nötig wären, damit der Investor auch selbst einen Nutzen von seiner eigenen systemverbessernden Investition hätte, weshalb er letztlich darauf verzichtet.

Ein zweiter Bestandteil der These liegt in der Aussage von Herrn Speer, der zufolge einzelnen Marktteilnehmern die finanzielle und/oder organisatorische Kraft fehlt, Systeminnovationen zu etablieren – zumal solche Innovationen zur erfolgreichen Umsetzung in der Regel aufgrund der Netzwerkzusammenhänge die mehrheitliche Beteiligung aller Akteure voraussetzen.

Dritte These der Kosten

Ohne Geld besteht der Zwang zur Einfachheit des Systems.

Hierbei handelt es sich um die Umkehrung der zweiten These der Kosten. Sofern aufgrund fehlender bzw. geringer Margen den Akteuren die nötige Liquidität für Innovationen fehlt, muss das System entsprechend einfach gehalten werden, um wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. auch zweite These der Nachfrage).

Erste These der Infrastruktur

Wenn politische Unterstützung da ist, ist auch die Infrastruktur da.

Der Satz stammt von Herrn Stahlhut und spezifiziert die erste These der Kosten. Die Infrastruktur ist neben den Fahrzeugen essenzielle Ressource des Schienengüterverkehrs und bestimmt, wo und unter welchen Bedingungen Transporte angeboten werden können. In Deutschland befindet sie sich in Bundeseigentum und ist damit ein Instrument, über welches die Politik direkt auf den Schienengüterverkehr einwirken und dessen Rahmenbedingungen gestalten kann.

Zweite These der Infrastruktur

Lange Realisierungszeiträume erfordern vorausschauende Infrastrukturplanung. Wenn wir ein Problem haben, ist es zu spät.

Maßgeblich durch die gesellschaftliche Akzeptanz geprägt dauert die Realisierung von größeren Infrastrukturmaßnahmen heute bis zu 20 Jahre.

Da eine Verkürzung dieser Zeiträume von den Experten nicht erwartet wird, muss sich im Gegenzug, so Herr Speer, die Infrastrukturplanung darauf einstellen und Probleme vorwegnehmen, bevor sie entstehen. Sind Probleme erst eingetreten, dauert es entsprechend lange, bis zum Wirksamwerden von Gegenmaßnahmen.

Dritte These der Infrastruktur

Wir haben nicht ausgelastete Infrastrukturen.

Diese grundlegende Feststellung von Herrn Stahlhut ist neben anderen Optionen die Basis, um trotz teils heute schon überlasteter Strecken und langer Realisierungszeiträume von Infrastrukturmaßnahmen über kurz- und mittelfristiges Wachstum auf der Schiene nachdenken zu können.

Szenario A

Seit dem Jahr 2018 sind Deutschland und Europa starke Industriestandorte geblieben, deren Unternehmen sich auch 2040 mit qualitativ und preislich wettbewerbsfähigen Produkten auf dem Weltmarkt behaupten können. Aufgrund der globalen Vernetzung dieser Unternehmen und einer weltweite Arbeitsteilung stieg die Transportnachfrage kontinuierlich an. Ebenso blieben Deutschland und Europa stabile Absatzmärkte mit entsprechenden Importen. Essenzielle Voraussetzung dafür waren seit jeher zuverlässige kostengünstige Transportdienstleistungen.

Die Effekte der Nachfrage, allen voran der Güterstruktureffekt, waren für einen wachsenden Transportbedarf bei hochwertigen, kleinteiligen Wirtschaftsgütern verantwortlich. Geringwertige Massengüter, wie beispielsweise fossile Brennstoffe, haben sich hingegen stark rückläufig entwickelt. Um die Schiene als attraktiven Verkehrsträger dennoch weiterhin nutzen zu können, setzten sich Logistikunternehmen für die Bündelung kleinteiliger Sendungen zu Massengütern ein, was insbesondere auf der neuen Seidenstraße zwischen Europa und Asien zu einem deutlichen Anstieg des Transportvolumens auf der Schiene geführt hat.

Die protektionistischen Strömungen und die politischen Instabilitäten entlang der Route, die noch in den Jahren bis 2020 das Wachstum bremsen, wurden letztlich durch wirtschaftlichen Druck gemäßig. Dennoch hat eine Regionalisierung als gegenläufiger Trend zur Globalisierung eingesetzt und dazu geführt, dass Produktionsstandorte näher an die Verbrauchsländer oder gar in diese zurück verlagert wurden und werden. Bedingt durch das zwischenstaatliche Lohngefälle waren die Distanzen zwischen Quelle und Senke allerdings weiterhin derart lang, dass sich der Schienengüterverkehr mit internationalen Langstreckentransporten zwischen West-, Zentral- und Osteuropa sowie den östlich angrenzenden Staaten am Markt behaupten konnte.

National betrachtet zog der Großteil der Bevölkerung in Megazentren, weshalb ein zunehmender Teil des Konsums auf eng begrenztem Raum stattfand. Dem Schienengüterverkehr gelang es durch neue Produkte und Logistikkonzepte, Marktanteile an der Versorgung dieser Megazentren für sich zu gewinnen.

Auf der Straße hatte sich die Situation ab 2020 immer mehr zugespitzt. Mit stark wachsendem Lkw-Verkehr, exponentiell zunehmendem Verschleiß und entsprechenden Baustellen entstand eine Vielzahl an Brennpunkten. Als zudem bekannt wurde, in welcher Höhe der Straßengüterverkehr neben den verursachten Staus und Emissionen finanziell den Bundeshaushalt belastete, verlor der Lkw spürbar an gesellschaftlicher Akzeptanz. Aus der Bevölkerung entwickelte sich der Druck, den Güterverkehr nachhaltiger zu entwickeln. Vor dem Hintergrund des sukzessive real werdenden Verkehrskollaps und Klimawandels stellten praktische Versuche und wissenschaftliche Untersuchungen eine offensive Verkehrsverlagerung auf die Schiene letztlich als einzige, praktikable Option dar.

» Auf der Straße hatte sich die Situation ab 2020 immer mehr zugespitzt

Parallel dazu gelang es der Schienengüterverkehrsbranche durch Beispielprojekte, die Leistungsfähigkeit und die kapazitiven Reserven der Schiene unter Beweis zu stellen. Die Akteure hatten bereits vor 2020 die existenzielle Notwendigkeit einer gemeinsamen Vision von der Zukunft des Schienengüterverkehrs erkannt und diese über Unternehmens- und Staatsgrenzen hinweg erarbeitet. Somit konnten die politischen Entscheidungsträger ihrer Verantwortung für Gesundheits- und Klimaschutz, für Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse und für die Infrastrukturen als natürliche Monopole gerecht werden. In enger Kooperation und mit Blick auf das europäische Ausland überarbeiteten Vertreter von Politik und Bahn die Rahmenbedingungen für den Schienengüterverkehr in Deutschland, um die notwendigen Kapazitäts- und Klimaziele zu erreichen.

Im Fokus stand dabei ein Dreiklang, angeführt von der verursachergerechten Anlastung externer Kosten. Zu erreichen war ein faires Abbilden der Kosten, welche die Verkehrsträger gegenüber der Gesellschaft erzeugen, z. B. durch Lärm- und Abgasemissionen, Unfälle, Verspätung und Stau. Diesen ökonomischen Kern flankierten weitere Maßnahmen zur Limitierung des Lkw-Verkehrs auf der Straße. Einsparungen durch reduzierten Straßenverschleiß wurden eingesetzt, um im Gegenzug die Kapazität auf der Schiene langfristig zu gewährleisten.

Kurzfristig, ab ca. 2020, machte technologischer Fortschritt mit neuer Leit- und Sicherungstechnik es möglich, freie Kapazitäten für den Schienengüterverkehr zu schaffen bzw. zu nutzen. Ein leistungssteigerndes ETCS, Fiber Optic Sensing und weitere Potentiale der Digitalisierung an der Infrastruktur ergänzten sich mit neuen Fahrerassistenzsystemen, welche dem Lokführer die für den Verkehrsfluss optimale Geschwindigkeit anzeigten. Mittels dieser neuen Technologien konnten die festen Blockabstände durch dynamische ersetzt werden, sodass die Züge einander im Bremswegabstand folgten. Die Kombination aus Hochtechnologie an der Infrastruktur und den damit verknüpften Fahrerassistenzsystemen ermöglichte eine intelligente Verkehrssteuerung auf der Schiene hin zur „grünen Welle“. So konnten Einsparpotentiale beim Energieverbrauch erschlossen und sowohl Qualität als auch Kapazität für Personen- und Güterverkehr in erheblichem Maß gesteigert werden. Der damit gewonnene, zeitliche Vorlauf und kapazitive Puffer reichte bis ca. 2030. Diese Zeit war zu nutzen, um mittelfristig die Voraussetzungen für eine veränderte Verkehrsführung zu

schaffen. Durch gezielte, kleine Infrastrukturmaßnahmen konnten bis dahin nicht ausgelastete Strecken zu leistungsfähigen Bypass-Linien ausgebaut werden. Insbesondere der nur an Start- und Endpunkt gebundene Güterfernverkehr ließ sich leicht verlagern. Das wiederum führte zu einer zunehmenden Entflechtung von Güter- und Personenverkehr auf der Schiene, reduzierten gegenseitigen Beeinträchtigungen, einer höheren Pünktlichkeit und letztlich weiteren Kapazitäten für beide Verkehrsarten. In Folge der Entflechtung beschleunigte Fahrpläne für den Schienengüterverkehr verkürzten außerdem die Umlaufzeiten der Züge und trugen zu einer höheren Auslastung der Assets bei, was sich unmittelbar positiv auf die Kosten auswirkte. Mit politischer Unterstützung gelang es, dafür die Finanzierungslücke zwischen Klein- und Großprojekten zu schließen und häufig hoch wirtschaftliche Projekte mittlerer Größe erfolgreich umzusetzen.

Auf Basis der Verkehrsprognosen wurden darüber hinaus bereits um 2020 Planungsprozesse angestoßen, die rechtzeitig und langfristig die benötigten Infrastrukturkapazitäten bereitstellen sollten, sobald die rein technologische Optimierung ihre Grenzen erreichen würde. Durch die zuvor genannten Maßnahmen gelang es, die erforderlichen Realisierungszeiträume von ca. 20 Jahre, d. h. bis 2040, zu überbrücken. Dabei war zu beachten, dass aufgrund jener langen Umsetzungszeiten Engpässe zwingend beseitigt werden mussten, noch bevor sie tatsächlich auftraten. Eine reaktiv geplante und entwickelte Infrastruktur wäre andernfalls immer von Defiziten und Unzulänglichkeiten geprägt gewesen. Diese Erkenntnis führte in Deutschland daher um 2020 zu einem methodischen Wandel bei der Entwicklung des Schienennetzes, weg von einer problemorientierten Engpassbeseitigung, hin zum Aufbau eines produktorientierten Zielnetzes mit hinreichend Variablen und Reserven. Die gemeinsame Vision von der Zukunft des Schienengüterverkehrs war dafür die Grundlage. Zusätzlich wurden neben den Eisenbahnverkehrsunternehmen verstärkt Transportkunden in die Infrastrukturplanung einbezogen. Mit ihrer langfristigen Produktionsplanung und den daraus resultierenden Mengenströmen lieferten diese wertvolle Eingangsdaten für Netzentwicklung der Infrastrukturbetreiber.

Der parallel stattfindende kontinuierliche Ausbau des europäischen Netzes für 750 Meter lange Güterzüge war bis zum Jahr 2040 weit fortgeschritten. Auf hoch belasteten Korridoren wurde mittlerweile der Regelbetrieb mit über 1500 Meter langen Zugverbänden aufgenommen. Ebenfalls wurde abseits der Korridore stetig an einem Abbau von Hemmnissen wie eingeschränkter Achslast und Elektrifizierungslücken gearbeitet, um einen effizienten Transport von den Quellen bis zu den Senken zu ermöglichen, welche häufig nicht direkt an den Hauptstrecken liegen. Die für einen ungebrochenen Verkehr essenziellen Gleisanschlüsse wurden finanziell gefördert, um auch auf der ersten und letzten Meile die Straßen, Anwohner und das Klima zu entlasten. Über alle Phasen hinweg wurde dem Konflikt zwischen Fahren und Bauen zeitgemäß und nachfrageorientiert Rechnung getragen, sodass stets ausreichende Kapazitäten für den Schienengüterverkehr, sowohl im regelmäßigen als auch im flexiblen Güterverkehr, bereit gestellt werden konnten. Mit dem Bestreben, die Einschränkungen auf der Schiene auch im langfristigen, zeitlichen Verlauf möglichst gering zu halten und gleichmäßig zu verteilen, wurde eine kontinuierliche, finanzielle Ausstattung der Infrastruktur von politischer Seite gewährleistet.

Auf dieser Grundlage konnten die Eisenbahnverkehrsunternehmen trotz der insgesamt vielfältigen Baumaßnahmen in durchgehend hoher Qualität produzieren.

Als Kompendium zahlreicher Maßnahmen wurde der Masterplan Schienengüterverkehr stufenweise umgesetzt. Zudem gelang im Rahmen einer Digitalisierungsoffensive der flächendeckende Rollout des Zugsicherungssystems ETCS bis zum Jahr 2030, indem für die Eisenbahnverkehrsunternehmen die ETCS Bordgeräte bis zum selben Jahr gefördert wurden. Dieser Schritt ermöglichte einen schnellen Systemwechsel ohne das Erfordernis eines langen, kostenintensiven und störanfälligen Parallelbetriebes mehrerer Zugsicherungssysteme.

Stattdessen machten sich frühzeitig die wirtschaftlichen Vorteile von ETCS bemerkbar. Die Refinanzierung erfolgte daher durch die anschließend niedrigeren Instandhaltungskosten der Infrastruktur. Europaweit sorgten neue Baselines für die uneingeschränkte Kompatibilität aller Fahrzeuge mit jeder ETCS Infrastruktur, woraufhin die betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteilen des Systems vollumfänglich zum Tragen kamen.

Das politische Engagement in Deutschland wurde zum Leuchtturm und strahlte positiv auf andere europäische Staaten aus, in denen daraufhin ähnliche Entwicklungen angestoßen wurden. International verständigte man sich darauf, die grenzüberschreitenden Güterverkehrskorridore unter eine staatsunabhängige Verwaltung zu stellen und deren Trasseneinnahmen dort zweckgebunden wieder zu investieren. So wurde garantiert, dass der Güterverkehr auf den wichtigsten europäischen Achsen leistungsfähig abgewickelt werden konnte, ohne von nationalen politischen Interessen oder einer Bevorzugung des Personenverkehrs behindert zu werden. Mit zunehmenden Transporten auf der Eurasia-Route verbreiteten die europäischen Standards sich außerdem auch im nichteuropäische Ausland.

Auf den nationalen Schienennetzen wurde das Ziel einer vollständigen Interoperabilität bis 2040 zu einem hohen Maß erreicht. Für technische Parameter wie Zuglänge, Achslast und das Zugsicherungssystem erfolgte auf weiten Teilen des Netzes die durchgehende Angleichung an die jeweiligen Standards. Mit fortschreitender Interoperabilität rückte so eine Harmonisierung der betrieblichen Regelwerke in den Fokus der Eisenbahnverkehrsunternehmen und Verbände, deren Erfolge seit 2030 den grenzüberschreitenden Verkehr sukzessive kostengünstiger gestalten.

Ebenfalls erreicht werden konnte eine Standardisierung bei der Telematik und den durch Sensorik erfassten Daten an Güterwagen. Die offenen Protokolle etablierten sich über die Jahre in ganz Europa. Wie bei konventionellen Wagenanschriften konnte damit jedes Unternehmen frei auf die digitalen Informationen der Fahrzeuge zugreifen. Nach anfänglichen Widerständen etablierte sich in dem Bereich eine vollkommene Transparenz zwischen den Unternehmen und gegenüber den Transportkunden. So wurde die Voraussetzung geschaffen, aus technischer Sicht die Wagen eines jeden Halters bzw. Transporteurs in jedem beliebigen Tracking Portal nachverfolgen zu können. Dieser Umstand erlaubte die vollständige Integration des Schienengüterverkehrs in die Systeme und Prozesse der Transportkunden, was zahlreiche Schnittstellen erheblich schlanker gestaltete.

Ein weiterer Schritt von europäischer Ebene, um den Schienengüterverkehr flexibler und wirtschaftlicher zu machen, war die Entwicklung eines neuen, aus zwei Modulen bestehenden Fahrerassistenzsystems. Das Rail Navigation System weist Lokführer über ein Head-up-Display auf Besonderheiten an der Strecke hin, z. B. Gefahrstellen oder schwer erkennbare Signale. Vor Einführung des Systems musste der Lokführer diese Besonderheiten einst auswendig lernen, indem er durch mehrfaches Mitfahren bei einem anderen Lokführer sog. Streckenkunde erwarb. Ohne diese durfte eine Strecke nicht befahren. Dank des Rail Navigation System entfielen jene teuren Streckenkundefahrten. Lokführer werden deutlich produktiver und flexibler einsetzbar und Güterzüge konnten in Störfällen kurzfristig im Netz umgeleitet werden.

Das zweite Modul, speziell für den internationalen Einsatz und zur Vereinfachung des Betriebes in Grenzbahnhöfen, ist das Rail Translation System. Das eigens für die Eisenbahn entwickelte Übersetzungstool ist in der Lage, jegliche betrieblichen Gespräche zwischen Lokführer und Fahrdienstleiter in allen europäischen Landessprachen zu übersetzen. Fest hinterlegte Textbausteine können direkt ausgewählt werden und unterstützen die



» Die Fahrerassistenzsysteme kamen ab ca. 2022 in den regulären Einsatz und stellten damit die Zwischenlösung dar, bis ab ca. 2035 die ersten Güterzüge vollautomatisch fahren

Spracherkennung. Der Engpass an mehrsprachig ausgebildeten Lokführern wird dadurch beseitigt und grenzüberschreitender Schienenverkehr zuverlässiger und kostengünstiger gestaltet, für Reisende und die verladende Industrie gleichermaßen.

Die Fahrerassistenzsysteme kamen ab ca. 2022 in den regulären Einsatz und stellten damit die Zwischenlösung dar, bis ab ca. 2035 die ersten Güterzüge vollautomatisch fahren.

Entwicklung und Probebetrieb im Güterverkehr begannen parallel zum flächendeckten ETCS Rollout. Nach einer mehrjährigen intensiven Testphase startete dann auf ersten Strecken der Regelbetrieb.

Dafür wurden die Infrastrukturdaten unverändert mittels ETCS auf das Triebfahrzeug gebracht, welches diese allerdings selbst in Fahrweisungen übersetzen und eigenständig ausführen konnte.

Ziel des vollautomatisierten Fahrens war es nicht, aus wirtschaftlichen Gründen den Triebfahrzeugführer zu einzusparen, sondern vielmehr trotz begrenzter Anzahl an verfügbaren Fachkräften ein weiteres Wachstum zu ermöglichen. Daher bleiben vorhandene Triebfahrzeugführer häufig weiterhin auf der automatisiert fahrenden Lokomotive und nahmen technische Aufgaben am Zug sowie logistische und administrative Aufgaben rund um den Transport wahr.

Die niedrigeren Grade der Automatisierung, d. h. Fahrerassistenzsysteme, konnten bereits die Probleme aufgrund der Streckenkunde und Sprachbarrieren beseitigen. Dank ETCS bestand ein europaweit einheitliches Signalsystem. Der Schritt zum vollständig automatisierten Fahren machte den Zug noch unabhängiger im Hinblick auf Landesgrenzen, Streckenverläufe, Personalwechsel und Arbeitszeiten. Das bedeutendste Ziel des vollautomatisierten Fahrens war von Anfang an die Erhöhung der Zuverlässigkeit bei gleichzeitig höherer Sicherheit. Letztere wird automatisch durch moderne Sensorik zur Überwachung der Strecke und hoch sichere, teils redundante Bordrechner erreicht.

Neben den Triebfahrzeugen wurden auch die Güterwagen mit Sensorik ausgestattet, welche sowohl logistische Daten wie den Standort als auch weitere technische Daten über den Zustand des Wagens lieferte. Dabei arbeitete die Sensorik als Ergänzung zu den Zugkontrollenrichtungen an den Strecken, die nach schweizer Vorbild flächendeckend errichtet wurden. Die Anlagen scanneten kritische technische Parameter an vorbeifahrenden Fahrzeugen und stellten die Daten kostenfrei zur Verfügung. Auf dieser Datenbasis bauten Eisenbahnverkehrsunternehmen ihre präventive Instandhaltung auf und konnten den Ausfällen der Fahrzeuge vorbeugen, noch vor deren Eintreten. Die Verfügbarkeit erhöhte sich somit deutlich, teure Reserven und das darin gebundene Kapital konnten reduziert und so die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene erhöht werden. Eine höhere Auslastung der Fahrzeuge war seit jeher der Schlüssel zur Reduktion der Kosten, zu steigender Wettbewerbsfähigkeit und damit auch direkt zur Verlagerung von Transportaufkommen.

Vor diesem Hintergrund wurden bei Güterwagen zwei wesentliche Fortentwicklungen vorgenommen, wobei sich das Grundprinzip der Fahrzeuge bis 2040 nur unwesentlich verändert hat. Zum einen wurde die seit dem 19. Jahrhundert verwendete Schraubenkupplung europaweit durch eine automatische Mittelpufferkupplung ersetzt. Dadurch konnte der Fahrzeugrahmen bei neu gebauten Güterwagen leichter konstruiert werden, was zu einer höheren Nutzlast führte. Des Weiteren ließen sich in eine Mittelpufferkupplung, wie sie bei Reisezügen schon damals seit vielen Jahrzehnten Standard gewesen war, elektrische Daten- und Versorgungsleitungen integrieren. So wurde der Weg für eine elektrische Bremssteuerung bei Güterwagen und den optimierten Einsatz von Telematik und Sensorik in Güterzügen bereitet. Die Möglichkeit, die Kupplung automatisch und ferngesteuert zu trennen, schuf die Ausgangsbasis für vollkommen neue Logistikkonzepte und Produkte auf der Schiene.

Trotz der unbestrittenen Vorteile war die Einführung lange Zeit an den Umrüstungskosten gescheitert, welche von den Haltern bzw. EVU nicht selbst gestemmt werden konnten. Auf zunehmenden Druck der Branche hin wurden in den 2020er Jahren allerdings intelligente Finanzierungsinstrumente geschaffen, welche die folgenden Einsparungen auf der Straße und Schiene durch das neue System berücksichtigten und mit deren Hilfe die Kostenproblematik gelöst werden konnte.

Die zweite, wegweisende Neuerung bei Güterwagen, neben der automatischen Mittelpufferkupplung, war die Modularisierung, d. h. die Trennung von Fahrzeugrahmen und Wagenkasten. Bedingt durch die hohen

Anschaffungskosten von Güterwagen war und ist für einen wirtschaftlichen Betrieb eine entsprechend hohe Auslastung der Fahrzeuge essenziell. In der Vergangenheit waren die Wagen speziell für ein beschränktes Spektrum an Ladegütern konstruiert worden, z. B. bestimmte, flüssige Chemieprodukte. Die Folge waren ein hohes Auslastungsrisiko und fallweise ein Mangel an geeigneten Güterwagen. Um diese negativen Effekte zu mindern, etablierten sich ab 2025 modularisierte Güterwagen, bei denen auf einen hoch standardisierten und vereinheitlichten Fahrzeugrahmen Wagenkästen für unterschiedliche Transportgüter, ähnlich ISO Containern, aufgesetzt werden konnten. Zum einen wurden die teuren Komponenten wie Drehgestelle, Sensorik und Bremssteuerung damit unabhängig vom beförderten Ladegut, zum anderen ließ sich dieser Basis-Güterwagen durch die hohe Stückzahl deutlich billiger produzieren. Zahlreiche Schnittstellen am Wagen wurden europaweit standardisiert, sodass trotz mehrerer, unabhängiger Hersteller eine gemeinsame Güterwagenplattform entstand, ähnlich den Lokomotivplattformen einzelner Lokomotivhersteller. Aus einer begrenzten Anzahl an Konfigurationsmöglichkeiten konnten sich die Halter bzw. Eisenbahnverkehrsunternehmen so einen Basis-Güterwagen zusammen stellen, der dem geplanten Anforderungsprofil entsprach. Beispielsweise konnte der standardisierte Fahrzeugrahmen mit klotz- oder scheibengebremsten Drehgestellen ausgerüstet werden, abhängig von der vorgesehenen Geschwindigkeit und Laufleistung.

Über weitere, ebenfalls standardisierte Befestigungspunkte ließen sich auf den Basis-Güterwagen Aufbauten für unterschiedliche Ladegüter montieren und bei veränderter Nachfrage leicht wechseln. Beispielsweise konnten die Transportkunden die Aufbauten für ihre zu befördernden Güter anschaffen und sich so Kapazitäten sichern, während die technisch aufwändigeren unabhängigen Basis-Güterwagen von den EVU betrieben wurden. Die Hersteller der Güterwagen differenzierten sich über den Preis, die Qualität und Ausstattungsunterschiede innerhalb der Grenzen der definierten Standards. Potentielle Nachteile bei Gewicht, Länge oder Nutzlast, welche die Modulkonstruktion verursachte, wurden durch die signifikant reduzierten Herstellungskosten, die betriebliche Flexibilität und neue Technologien wie die automatische Mittelpufferkupplung aufgewogen.

Entwickelt wurden Fahrzeuge und Aufbauten unter der Maxime höchster Robustheit, Zuverlässigkeit und Auslastbarkeit bei gleichzeitig minimalem Verschleiß und Lärmemissionen. Standardisierung und Modularisierung vereinfachten es zudem, einzelne Komponenten später nachzurüsten oder durch neue, verbesserte zu ersetzen. Dadurch blieben Güterwagen trotz der langen Lebensdauern auf einem zeitgemäßen Stand, wurden sukzessive leiser und trugen wesentlich zu einer hohen gesellschaftlichen Akzeptanz des Schienengüterverkehrs bei.

Solche neuen Wege bei Schienenfahrzeugen und auch bei der Infrastrukturentwicklung beschreiten zu können, war elementare Voraussetzung für eine erfolgreiche Verkehrsverlagerung und für ein Wachstum im Schienengüterverkehr. Aus diesem Umstand resultierte ein erheblicher Druck von Seiten der Akteure, Industrie und Forschung, welcher gepaart mit dem politischen Willen die Aufsichts- und Genehmigungsbehörden erreichte. Bei jenen führte dies zu mehr Offenheit gegenüber neuen Ansätzen und zu engeren Kooperationen mit den

» Entwickelt wurden Fahrzeuge und Aufbauten unter der Maxime höchster Robustheit, Zuverlässigkeit und Auslastbarkeit bei gleichzeitig minimalem Verschleiß und Lärmemissionen

Akteuren. Durch intensive und konstruktive Zusammenarbeit wurde es möglich, sowohl Regelwerke als auch Prozesse flüssig zu ändern und an die neuen Anforderungen anzupassen, beispielsweise bei der Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen oder der Planfeststellung von Infrastrukturprojekten.

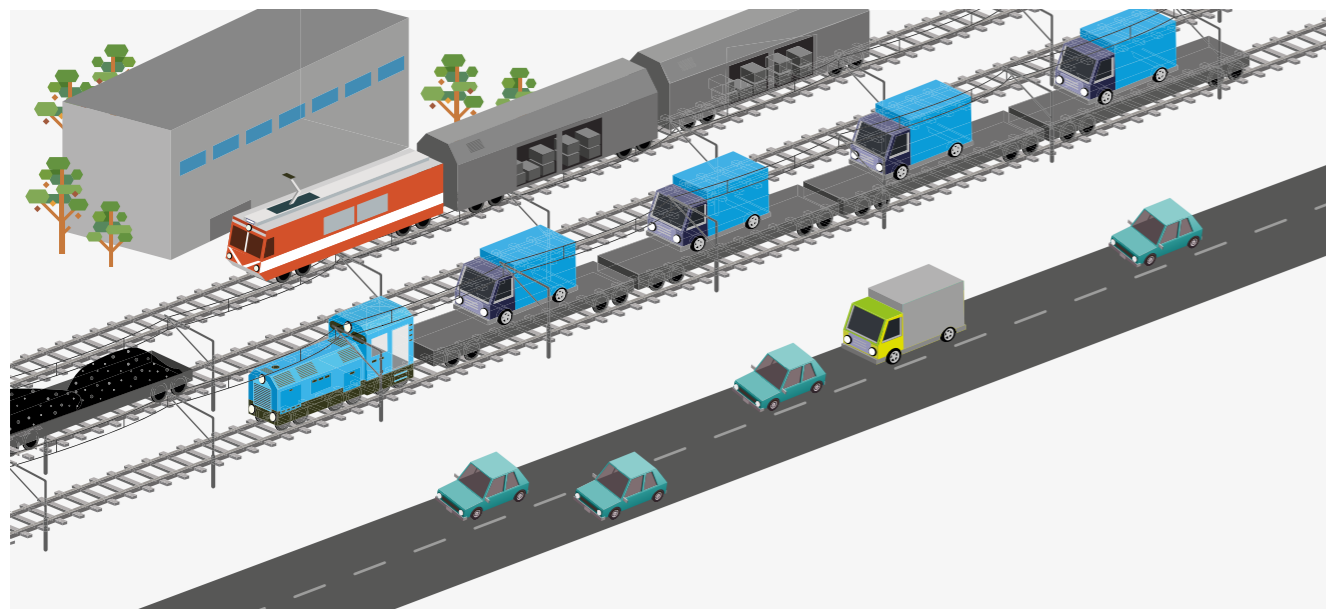
Ebenso änderten sich die Prozesse in der Transportdurchführung. Digitalisierung und Intra-Zug-Kommunikation durch Datenleitungen bzw. Funkverbindung zwischen den Wagen und der Lok ermöglichten die Vereinfachung und Automatisierung zahlreicher Betriebsprozesse. Transportbegleitende Informationen und Informationsträger, allen voran Frachtbrief, Bremszettel und Wagenliste, wurden in digitaler Form erfasst und verarbeitet während Papier als anachronistisches Medium mangels Kompatibilität zu den neuen Cloud-Lösungen endgültig verschwand.

Die automatische Bremsprobe wurde für Güterzüge frühzeitig zum Standard. In Verbindung mit der Sensorik und den flächendeckend installierten Zugkontrollleinrichtungen an der Infrastruktur reduzierte sich die Anzahl manuell durchzuführender Wagenuntersuchungen auf ein Minimum. Im Gegenzug wurden Sicherheit, Zuverlässigkeit und Transportgeschwindigkeit deutlich erhöht, wohingegen sich die Kosten und der Personalbedarf insgesamt trotz wachsender Verkehre verringerten.

Die Transportplanung wandelte sich auf Basis der gewonnen Daten und des Wissens über die Zustände der Fahrzeuge von einem reaktiven hin zu einem aktiv und präventiv gesteuerten System. Ein transparenter Umgang mit den Daten vereinfachte Schnittstellen und Koordinationsprozesse für alle Beteiligten in der Transportkette, was insbesondere bei intermodalen Transporten positiv ins Gewicht fiel. So ließen sich beispielsweise Zeitpuffer in den Transportketten reduzieren, welche die Auslastung der Assets minderten. Zwischen den Eisenbahnverkehrsunternehmen und Haltern führten Transparenz und das gemeinsame Ziel einer intelligenten und effizienten Nutzung der Ressourcen zu engeren Kooperationen. Automatisierte Datenverarbeitung verringerte zudem den manuellen und personellen Aufwand für Koordination und Monitoring der Transporte.

Eine wesentliche Säule der gemeinsamen Vision von der Zukunft des Schienengüterverkehrs war es, die Schiene für alle Güter attraktiv zu machen und steigende Transportaufkommen kleinteiliger Wirtschaftsgüter von der Straße auf die Schiene zu verlagern.

Im Bereich der Komplettladungen (full truck load) fußte das Konzept der Schiene neben dem herkömmlichen Ganzzugverkehr zum einen auf der zunehmenden Containerisierung und Trailerisierung, zum anderen auf wirtschaftlichen Lösungen für die Bahnverladung nicht-kranbarer Sattelaufzieger und für den Horizontalumschlag. Der Hauptlauf der Lkw-Transporte von mehreren hundert Kilometern konnte damit kostengünstig und ohne technischen Mehraufwand von der Straße auf die Schiene gebracht werden. Die Eisenbahnen erschlossen sich durch solche intermodalen Transporte und durch aktive Kooperation mit dem Straßengüterverkehr neue Marktsegmente und gewannen neue Kunden, die bisher nur auf die Straße gesetzt hatten. In diesem Zuge bauten die Eisenbahnverkehrsunternehmen auch ihre Kompetenzen für andere Elemente der Logistik wie Lagerei und weitere Value Added Services aus. Für kleinere Sendungsgrößen (less than truck load) etablierte sich ein Logistikkonzept mit neu entwickelten Standardbehältern unterhalb der Größe von ISO Containern, die sich schnell und einfach auf vorzugsweise elektrisch betriebene Straßenfahrzeuge umschlagen ließen. Mit diesen erfolgte dann wiederum die Feinverteilung auf der Straße. Umschlagpunkte entstanden bei Logistikzentren, in vorhandenen Terminals oder neu an den Hauptstrecken in der Nähe der Städte, wodurch Metropolen, Regionen und kleinere Industrien effizient angebunden wurden.



Obwohl das Wachstum mit den zuvor genannten Produktionskonzepten überproportional beim Ganzzugverkehr und bei Wagengruppen stattfand, stellte sich bei einer differenzierten Betrachtung auch der Einzelwagenverkehr in einzelnen Bereichen als wirtschaftlich heraus. Zudem erkannten politische Vertreter aufgrund der Umwelt- und Sicherheitsvorteile, insbesondere beim Transport von Gefahrgut, den volkswirtschaftlichen Wert dieses Systems. Mit deren Unterstützung wurde der Einzelwagenverkehr daher zu einem offenen System weiter entwickelt, an dem alle Eisenbahnverkehrsunternehmen sich gleichwertig beteiligen konnten. Zusätzlich gelang es, durch Automatisierung bei Prozessen der letzten Meile die Produktionskosten zu senken. In Folge dieser beiden Schritte erhöhte sich die Anzahl der Nutzer nach lange rückläufigem Trend wieder, was bei dem sehr fixkostenlastigen Produktionsverfahren unmittelbar zu einer weiteren Reduktion der Stückkosten und sukzessive steigender Wettbewerbsfähigkeit führte. Finanzielle Anreize für den Gefahrguttransport auf der Schiene bildeten beim Einzelwagenverkehr die hohe Sicherheit der Schiene auch kostenseitig ab.

Um den Ansprüchen der Transportkunden in höchstem Maße Rechnung zu tragen, wurden deren Bedürfnisse und die dazugehörigen Lösungen auf allen Ebenen zum Leitbild der gesamten Branche. Neben den zuvor genannten übergeordneten Maßnahmen zur Kostenreduktion diente ein massives Engagement in weiteren Bereichen dazu, die Qualität und Produkteigenschaften gegenüber den Transportkunden zu verbessern. Im gemeinsamen Dialog setzten sich Eisenbahnverkehrsunternehmen und Eisenbahninfrastrukturunternehmen für einen flexiblen Güterverkehr ein, der den Anforderungen der Transportkunden gerecht wurde und eine zuverlässige Integration in intermodale Transportketten ermöglichte. Wagenhalter erkannten die Bereitstellung von kurzfristig verfügbarem Waggonraum als Geschäftsmodell, mit dem die Eisenbahnverkehrsunternehmen ohne langwierigen Vorlauf auf Asset-Kapazitäten zugreifen und schnell auf Nachfrageschwankungen reagieren konnten. Für die Transportkunden vereinfachten die Bahnunternehmen den administrativen Zugang zum Schienengüterverkehr deutlich. Moderne Buchungssysteme erlaubten die Beauftragung von Eisenbahntransporten mit wenigen Klicks am Computer. Hohe Transparenz über den gesamten Transportverlauf, einfache Auftragserteilung und -abwicklung, übersichtliche Monitoringsysteme sowie hohe Zuverlässigkeit und präzise Ankunftszeit sorgten für einfache komfortable Schnittstellen und

machten den Schienengüterverkehr neben den Kostenvorteilen auch qualitativ wettbewerbsfähig gegenüber der Straße. Zwingende Voraussetzung für das implizierte Wachstum war ein ausreichend hoher Grad an Automatisierung in den operativen Transportplanungs- und -durchführungsprozessen. Der Personalmangel bei den Eisenbahnunternehmen hatte sich bereits in den 2010er Jahren abgezeichnet, daraufhin weiter verschärft und wurde ab 2020 zum limitierenden Faktor. So kam der Automatisierung eine Doppelfunktion zu. Die automatisierte Abwicklung bestimmter Arbeitsabläufe erlaubte dem Schienengüterverkehr ein weiteres Wachstum, ohne dafür den absoluten Personalbedarf zu steigern. Diese Notwendigkeit rührte nicht zuletzt aus der demographischen Entwicklung in Deutschland, die branchenübergreifend für einen Konflikt zwischen Wirtschaftswachstum und rückläufiger Zahl potentieller Fachkräfte sorgte. Im Schienengüterverkehr half die Automatisierung daher nicht nur, den Personalbedarf insgesamt zu beschränken, sondern trug gleichzeitig zu verbesserten Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter im Betriebsdienst, vorrangig Lokführer und Rangierbegleiter, bei. Während die logistischen, koordinativen und technischen Tätigkeiten, die bereits vor 2020 vielfach zu deren Aufgabengebiet gehörten, weiter zunahmen, reduzierten sich manuelle und körperlich belastende Aufgaben wie z. B. das Kuppeln, Bremsproben oder das Erstellen von Zugbegleitpapieren. Damit konnte letztlich insgesamt die Arbeitsbelastung der Mitarbeiter gesenkt und auf neue Kernaufgaben konzentriert werden.

Eine weitere Kanalisierung fand bei der akademischen Forschungsarbeit statt. Aufbauend auf der gemeinsamen Vision von der Zukunft des Schienengüterverkehrs bekannten sich Branchenvertreter und Politik bereits um 2020 gemeinsam zu ausgewählten als vielversprechend erachteten Forschungsthemen. Für deren Koordination wurde noch im selben Jahr analog zur Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) die Bundesanstalt für Schienenverkehr (BASc) eingerichtet. Durch diesen Schritt wurde die Eisenbahnforschung in Europa an den Marktbedürfnissen ausgerichtet und das Fundament für zuvor genannte Innovationen gelegt. Die Fahrerassistenzsysteme, das vollautomatisierte Fahren, die Modularisierung der Fahrzeuge, eine praxistaugliche Mittelpufferkupplung und die Datenerfassung und -auswertung zur Optimierung der Instandhaltung waren auf diesen Schritt zurück zu führen. Unter den Hochschulen löste die Reduktion der Forschungsgebiete auf wesentliche Kernthemen einen Forschungswettbewerb aus, von dem Qualität und Praxisnähe der

Ergebnisse profitierten und damit nicht zuletzt auch das Ansehen des Schienengüterverkehrs als potentieller Arbeitgeber für Hochschulabsolventen. Dazu gehörten enge Kooperationen zwischen Mittelstand und Großunternehmen untereinander sowie mit den Forschungseinrichtungen.

Fördermittel wurden von der Politik gezielt für die Entwicklung und Erprobung von Innovationen eingesetzt, welche die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene stärkten. Im Gegenzug wurde vermieden, durch Subventionen den Druck aus dem Markt zu nehmen, welcher eben diese Innovationen vorantrieb. So waren die Unternehmen kontinuierlich motiviert, jene auch anzunehmen, um überlebensfähig zu bleiben. Auf Herstellerseite sorgten die neuen Technologien und die vielseitigen Anforderungen des europäischen Schienengüterverkehrs dafür, dass Deutschland und Europa ihre Technologieführerschaft auf dem Weltmarkt für Eisenbahnkomponenten behaupten konnten. Dennoch drängten asiatische Wettbewerber zunehmend auf den Markt, brachen Monopolstrukturen auf und limitierten das Preisniveau.

Zusammengefasst reduzierten sich die Kosten, insbesondere für Assets, durch zunehmenden Wettbewerb unter den Herstellern, Standardisierung und Modularisierung der Fahrzeuge sowie letztlich höhere Auslastung. Diese gelang durch hohe Verfügbarkeit und Planbarkeit dank entsprechender Fahrzeugkonzeption und Sensorik. Des Weiteren trugen beschleunigte Fahrpläne und verkürzte Umlaufzeiten, höhere Nutzlast durch automatische Mittelpufferkupplung und höhere Zuglängen durch angepasste Infrastruktur dazu bei, die Auslastung zu steigern. Zusätzliches Potential konnte in Form von Energieeinsparung durch Fahrerassistenzsysteme genutzt werden.

Unter der Zielstellung, Menschen aus unproduktiven Tätigkeiten heraus zu nehmen, wurden manuelle Prozesse automatisiert und durch Regelwerksharmonisierung und Digitalisierung der erforderliche Overhead reduziert.

Ein Schlüsselbereich mit direkter Auswirkung auf die Herstellkosten des Schienengüterverkehrs war die Anlastung externer Kosten. Solche Kosten wurden durch den Markt nicht von alleine abgebildet und daher durch die Politik als Verantwortungsträger verursachergerecht auf die Verkehrsträger verteilt. Für die Schiene bedeutete dieser Schritt zwischen den Jahren 2020 und 2030 eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, zu welcher als vorausgegangene Sofortmaßnahme bereits die Trassenpreishalbung im Jahr 2018 gehörte hatte. Zusätzliche Reduktionen der Infrastrukturkosten traten durch ähnliche Maßnahmen in europäischen Nachbarländern auf sowie durch die langfristigen Einsparungen aus der flächendeckenden Einführung von ETCS und aus der darauf folgenden Harmonisierung der Regelwerke. Großinvestitionen wie die automatische Mittelpufferkupplung wurden durch die Kooperation aller Akteure einschließlich der Politik und durch gemeinsam erarbeitete Finanzierungsinstrumente gestemmt und anschließend refinanziert.

Diese politische Weichenstellung führte dazu, dass der Schienengüterverkehr als sichere Geldanlage für Investoren attraktiv wurde. Die steigende Liquidität ermöglichte es wiederum, zunehmend Kosten für Innovationen und Modernisierung selbst zu tragen, die Wettbewerbsfähigkeit weiter zu steigern und in einer Positivspirale den Staat langfristig zu entlasten bzw. diesem Einnahmen zu generieren. Zudem entstand Spielraum für attraktive Löhne, die in Verbindung mit den verbesserten Arbeitsbedingungen den Schienengüterverkehr zu einem begehrten und sicheren Arbeitgeber machten.

Obwohl demgegenüber der Straßengüterverkehr an seine kapazitiven Grenzen stieß und die gesellschaftliche Akzeptanz bis zum Einsetzen der Verkehrsverlagerung massiv beansprucht wurde, konnte so letztlich der vollständige Verkehrskollaps verhindert werden. Durch Baustellen und akuten Fahrermangel verschlechterten sich in dieser Zeit die Leistung und Qualität des Verkehrsträgers gegenüber den Transportkunden. Ein umfangreicher Neubau von Straßen wurde unter den vorherrschenden Umständen allerdings weder toleriert noch als zielführend angesehen. Die Verlagerung von bestehendem und neuem Transportaufkommen entschärfte die Situation hingegen nachhaltig. Die Durchführung von Langstreckentransporten auf der Schiene und der zunehmend regional begrenzte Einsatz von Lkw für die Feinverteilung im Nahbereich verbesserten die Arbeitsbedingungen für die Fahrer und trugen zur Attraktivitätssteigerung des Berufes bei. Insgesamt konnte der Bedarf an Lkw-Fahrern so trotz des absoluten Transportwachstums begrenzt werden.

In dieser Entwicklung standen die Verkehrsträger Straße und Schiene nicht im Wettbewerb zueinander, sondern wurden entsprechend ihrer Systemvorteile mit maximalem ökonomischem, ökologischem und volkswirtschaftlichem Nutzen eingesetzt. Eine gemeinsame Vision von der Zukunft des Güterverkehrs in Deutschland ließ alle Beteiligten über 20 Jahre hinweg kooperativ auf dieses Ziel hinarbeiten.

Szenario B

In den Jahren seit 2020 prägte Diskontinuität das Wachstum der Industrien in Europa. Grundsätzlich blieb die Transportnachfrage an das Wirtschaftswachstum gekoppelt und schwankte in den selben Zyklen, zwei Effekte führten allerdings zu einer partiellen Entkopplung der beiden Größen. Zum einen wurden im Zuge der Globalisierung verstärkt Produktionsstandorte in Länder mit niedrigerem Lohnniveau verlagert. Selbst bei stagnierendem Absatz dieser Industrien konnte somit durch gestiegene Transportentfernungen die Transportnachfrage zunehmen. Andererseits führten Protektionismus und politische Instabilität gleichzeitig dazu, dass bestimmte Produktionsstandorte näher an die Verbrauchsländer zurück verlagert wurden. Die kürzeren Transportentfernungen hatten dann eine rückläufige Transportnachfrage zur Folge. Beispielsweise expandierten die Südhäfen in Europa stark, was unabhängig von den Industrien zu veränderten Transportströmen in der Logistik führte, d. h. einem Rückgang beim transalpinen Hafenhinterlandverkehr auf der Nord-Süd-Achse.

Langfristig sorgte die Mischung aller Effekte in Verbindung mit einem leichten Wirtschaftswachstum für ein leichtes Wachstum der Transportnachfrage.

» Langfristig sorgte die Mischung aller Effekte in Verbindung mit einem leichten Wirtschaftswachstum für ein leichtes Wachstum der Transportnachfrage

Kurzfristig kam es jedoch immer wieder zu Einbrüchen der Transportnachfrage aufgrund wirtschaftlicher Instabilität und Krisen. Für die Akteure entschied die Gesamtnachfrage während aller Phasen darüber, wie offensiv der Wettbewerb untereinander und um den Modal Split ausgetragen wurde. Dort, wo es gelang, rechtzeitig und kontinuierlich zu investieren, konnte die Schiene an dem auf die Degression folgenden Wachstum partizipieren. An den Stellen, an denen die Investitionen hingegen zu spät einsetzten oder nachträglich eingestellt wurden, z. B. bei der Beschaffung neuer Fahrzeuge, erfuhr die Schiene einen Rückschlag im intermodalen Wettbewerb. Ursache waren die im Vergleich zur Straße langen Realisierungszeiträume für den Neubau von Lokomotiven, Wagen und Infrastruktur sowie für die Änderung von Prozessen und Betriebsabläufen.

Auf den Straßen prägten Überlastung, Staus, hoher Verschleiß an der Infrastruktur und daraus folgende Baustellen sowie Lärm- und Abgasemissionen das Bild, allesamt Konsequenzen aus dem stark wachsenden Lkw-Verkehr. Zwischen 2010 und 2020 entstanden daraus deutliche Bekenntnisse der politischen Vertreter für eine Verkehrsverlagerung und somit für einen wettbewerbsfähigen Schienengüterverkehr. Wirkungsvolle Maßnahmen, um jenen zu stärken und damit die Verkehrswende herbei zu führen, wurden allerdings kaum angestoßen. Kurzsichtigkeit durch Legislaturperioden, Prestige Gründe und Wählerinteressen waren der Grund, weshalb auf der Schiene der Personenverkehr das Gros der Unterstützung durch die Politik erfuhr. Der Schienengüterverkehr wurde diesem sowohl bei der finanziellen Förderung als auch in der Betriebsabwicklung auf dem Netz untergeordnet. In den Bereichen, in denen dennoch eine vermeintliche Unterstützung des Schienengüterverkehrs stattfand, wurden die politischen Entscheidungen mit gutem Willen aber ohne hinreichende Berücksichtigung der Konsequenzen getroffen, sodass unbeabsichtigte, negative Folgen eintraten. Beispielsweise wurden zur Reduzierung der Lärmemissionen von Güterwagen ab 2020 bindende Grenzwerte festgesetzt, die nur mit Verbundstoff-Bremsklotzsohlen (sog. K- und LL-Sohlen bzw. „Flüsterbremsen“) eingehalten werden konnten. Die Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz konnte damit zwar erreicht werden, allerdings war bereits vor Verabschiedung des Gesetzes bekannt gewesen, dass die neuen Bremsen die Radsatzverschleißkosten deutlich erhöhen würden. Zusätzlich zu den Umrüstkosten trat an dieser Stelle letztlich eine Verdoppelung der Betriebskosten ein. Jene wurden nicht durch Gegenmaßnahmen wie z. B. ein adäquates lärmabhängiges Trassenpreissystem aufgewogen. Somit reduzierte sich die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene durch diesen Schritt. Einer Verkehrsverlagerung wurde direkt entgegen gewirkt, sodass stattdessen in höherem Umfang Anwohner durch Straßenverkehrslärm belastet wurden.

In der Industrie und bei den Transportkunden sorgte die politische Widersprüchlichkeit für großen Unmut. Trotz des breiten Interesses an der Schiene als Verkehrsträger stellten unter diesen Umständen Initiativen der Transportkunden die Ausnahme dar. Das nötige Eisenbahnwissen wurde nur noch vereinzelt vorgehalten, ebenso wie eigener Waggonraum. Eine effiziente integrierte Planung mit Berücksichtigung der besonderen Anforderungen und Stärken des Schienengüterverkehrs war ohne diese Ressourcen kaum noch möglich.

Um Industrie und Gesellschaft von der Schiene zu überzeugen, starteten die Akteure langfristig angelegte Aufklärungskampagnen mit dem Ziel, durch intensive Öffentlichkeitsbeteiligung den Schienengüterverkehr als Lösung für die Verkehrsproblematik ins Bewusstsein zu rufen. TV-Spots, Plakate und Aktionen wie der Tag des Güterzuges präsentierten der Gesellschaft, welche baulichen und technischen Vorkehrungen von den Akteuren z. B. bei Neubauten von Fahrzeugen und Infrastruktur getroffen wurden, um Lärm- und Abgasemissionen zu minimieren. Wo die positiven Effekte durch den Markt nicht selbst eintraten, forderte der Staat diese per Gesetz, wobei geeignete Gegenfinanzierungen in direkter Form, durch Umlagen oder Erleichterungen an anderer Stelle die Ausnahme blieben.

Nach der flächendeckenden Ausrüstung mit Rußpartikelfiltern, lärmreduzierenden Bremssohlen und weiteren Lärmschutzmaßnahmen an der Infrastruktur folgten in den Jahren ab 2020 die Einführung lärm- und verschleißarmer Drehgestelle, Hybridloks und weitere alternative Antriebskonzepte zum Dieselmotor. So führten Transparenz und Kommunikation über getroffene Maßnahmen letztlich weitestgehend zur Tolerierung bzw. Ignoranz des Schienengüterverkehrs in der Bevölkerung.

Der öffentliche Zuspruch für die Entwicklung des Güterverkehrs war also gering und andere politische Fragestellungen versprachen vielfach weitaus attraktivere und medienwirksamere Ergebnisse.

So zogen sich die politischen Vertreter sukzessive aus ihrer Verantwortung für das natürlich Monopol der Schieneninfrastruktur heraus und überließen dessen Regulierung den marktwirtschaftlichen Mechanismen. Während insbesondere regionale Eisenbahninfrastrukturen, z. B. Gleisanschlüsse, nur dort errichtet wurden, wo sie sich betriebswirtschaftlich für den Investor rechneten, wurde die Straßeninfrastruktur nach politischen Gesichtspunkten gebaut und finanziert. Analog dazu wurde die Eisenbahninfrastruktur an Stellen, wo eine Rentabilität nicht mehr gegeben war, aus betriebswirtschaftlichen Gründen zurück gebaut.

Durch diese einseitige Mittelvergabe blieb die Infrastrukturplanung der Schiene reaktiv ausgelegt, d. h. Engpässe wurden erst nach deren Auftreten begründbar und auch erst ab diesem Zeitpunkt eine Beseitigung angestoßen. Dies führte bei Realisierungszeiträumen von bis zu 20 Jahren für Infrastrukturprojekte dazu, dass das deutsche Schienennetz bereits im Jahr 2018 überlastet war. Insbesondere in den großen Knoten machte sich diese Überlastung an der Pünktlichkeit bemerkbar und senkte die Produktionsqualität von Personen- und Güterverkehr.

In dem Ringen um gesellschaftliche Akzeptanz und finanzielle Mittel für die Infrastruktur wurden betriebliche Maßnahmen das Kerninstrument der Netzentwicklung für den Schienengüterverkehr. Beispielsweise wurden Fahrpläne optimiert und die Züge zu einem möglichst hohen Grad ausgelastet. Ergänzend dazu fanden kleinere bauliche Infrastrukturmaßnahmen wie z. B. neue Weichenverbindungen oder Überholgleise statt. Diese konnten stellenweise und solange entsprechende Reserven im Gesamtnetz vorhanden waren, nahezu den gleichen Effekt erzielen wie größere Maßnahmen bei zugleich höherer Akzeptanz. Das europäische Netz wurde so für 750 Meter lange Güterzüge ausgebaut und dank Gleisanschlussförderrichtlinie gelang es, die Anzahl der Gleisanschlüsse seit 2018 nahezu stabil zu halten.

Bei Großprojekten und Instandhaltungsprogrammen wechselten sich abhängig von der politischen Strategie und Konjunktur massive Investitionswellen mit dazwischenliegenden Phasen finanzieller Knappheit ab. Auf den erneuerten Teilen hatte dies eine hohe Verfügbarkeit zur Folge, wobei in den Zeiträumen mit konzentrierter Bautätigkeiten massive Einschränkungen auf dem Netz auftraten. Dementsprechend sank bzw. schwankte die Produktionsqualität der Eisenbahnverkehrsunternehmen überproportional, während gleichzeitig zusätzliche Betriebserschwerungskosten für Umleitungen etc. anfielen.

Dabei war der Schienengüterverkehr sowohl im Betrieb als auch bei Einschränkungen durch Baumaßnahmen die dritte Priorität



hinter dem Personenfern- und nahverkehr. Außerplanmäßige Betriebshalte wegen Streckenbelegung und überholenden Reisezügen verlängerten die Fahrzeiten der Güterzüge. Wurde in Folge dessen die zulässige Arbeitszeit der Triebfahrzeugführer überschritten und stand kurzfristig kein Ersatzpersonal zur Verfügung, mussten Züge mehrere Stunden bis Tage abgestellt werden. Qualität, Zuverlässigkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs wurden dadurch stark beeinträchtigt. Die Verspätungen reduzierten die Logistikfähigkeit und verwehrten dem Schienengüterverkehr den Einstieg in bestimmte Marktsegmente, die stattdessen weiter auf der Straße abgewickelt wurden. Darüber hinaus wurde die Schichtplanung für Lokführer erschwert, was zu sehr unregelmäßigen Arbeitszeiten führte und den Personalmangel verstärkte.

Der Rollout des europäischen Zugsicherungssystems ETCS schritt sukzessive voran und berücksichtigte zumindest geringfügige Kapazitätssteigerungen auf den Strecken. Der insgesamt langwierige Rollout-Prozess sorgte jedoch lange Zeit für einen Flickenteppich an ausgerüsteten Strecken mit wenigen durchgehenden Relationen. Vielfach fand ein teurer und störanfälliger Parallelbetrieb zweier Zugsicherungssysteme statt, ohne dass im Gegenzug der wirtschaftliche Nutzen von ETCS für Eisenbahnverkehrsunternehmen oder Eisenbahninfrastrukturunternehmen zum Tragen gekommen wäre. Dahingegen fielen für die Eisenbahnverkehrsunternehmen erhebliche Zusatzkosten an, da diese ihre Lokomotiven mit teuren ETCS Bordgeräten nachrüsten mussten, um langfristig einen Systemwechsel zu ermöglichen.

Ebenso dauerten Standardisierungsprozesse auf europäischer Ebene sehr lange, weshalb viele individuelle technische Fragestellungen von den Akteuren individuell beantwortet wurden. Die Harmonisierung wichtiger Schnittstellen, Fahrzeug- und Infrastrukturparameter verlor an Dynamik. In Folge dessen etablierten sich bei Digitalisierung, Telematik und ETCS jeweils verschiedene Varianten und Systeme, die zusätzlich zu den unterschiedlichen Spurweiten, Stromsystemen, Regelwerken und Verkehrssprachen den internationalen Verkehr verteuerten. Im Transportverlauf blieben Grenzbahnhöfe mit Lok- und Personalwechsel als Störfaktoren und Quelle für Verspätungen erhalten. Zudem stellten die erforderlichen mehrsprachig und mehrsystemisch ausgebildete Lokführer weiterhin eine knappe und teure Ressource dar.

Fahrerassistenzsysteme trugen jedoch dazu bei, die Produktivität der Lokführer allgemein zu erhöhen. In Echtzeit vom Infrastrukturbetreiber übermittelte Geschwindigkeitsempfehlungen zielten auf einen möglichst flüssigen Verkehr auf der Schiene ab und unterstützten gepaart mit geographischen Informationen zur Neigung der Strecke eine energiesparende Fahrweise. Ein Eisenbahn-Navigationssystem hob kritische Punkte an der Strecke hervor und ersetzte damit auf den entsprechend erfassten Strecken die Streckenkunde. In diesem Rahmen konnten so Güterzüge in beschränktem Umfang auch kurzfristig im Netz umgeleitet werden.

Die Ausrüstung der Fahrzeuge mit Sensorik hatte sich dagegen aus Kostengründen als kurzfristiger Trend herausgestellt und ging ab ca. 2025 wieder zurück. Die verwendeten Komponenten hatten sich als zu störanfällig für das Bahnumfeld herausgestellt. Zugleich gelang es nicht, die erhobenen Datenmengen nutzbringend auszuwerten. Trotz der anfangs steigenden Stückzahlen war bei den Komponenten bis zuletzt keine Kostendegression erkennbar. Letztlich verteuerte die aufwendige Technik die Anschaffung und Instandhaltung der Fahrzeuge, ohne an anderer Stelle Kosten einzusparen. Mit der entsprechenden Sensorik an den Fahrzeugen fehlte allerdings auch eine wichtige Voraussetzung für das vollautomatisierte Fahren im Schienengüterverkehr.

Ein weiterer begünstigender Faktor für die Digitalisierung der Fahrzeuge wäre die flächendeckende Einführung der automatischen Mittelpufferkupplung gewesen. Diese war schon 2018 bei Reisezügen seit vielen Jahren Standard gewesen und erlaubte dort neben der mechanischen Verbindung der Fahrzeuge auch die Integration von Versorgungs- und Datenleitungen. Aufgrund der hohen Kosten konnte deren europaweite Einführung von den Eisenbahnverkehrsunternehmen bzw. Haltern jedoch nicht selbst gestemmt werden, obwohl die wirtschaftlichen Vorteile unbestritten waren. Dementsprechend setzte sich die Kupplung nur bei abgeschlossenen Systemen wie Teilflotten und Shuttlezügen durch. Dort sorgte die leichtere Wagenkonstruktion für eine höhere Nutzlast der Fahrzeuge. Eine elektrische Versorgung der Wagen sowie eine elektrische Bremssteuerung erschlossen weitere Potentiale und ermöglichten in diesen begrenzten Segmenten neue und

verbesserte Produkte einschließlich teilautomatisierter Abläufe. Eine weitere Chance zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit hatten vorrangig die Waggonvermieter mit der Modularisierung der Fahrzeuge ins Auge gefasst. Deren Idee bestand darin, auf standardisierte, günstig herzustellende Güterwagenplattformen ähnlich ISO Containern Aufsätze für verschiedene Ladegüter zu montieren, um so das Auslastungsrisiko zu mindern und die Fahrzeugkosten zu reduzieren.

Am Markt setzten sich jedoch weiterhin spezialisierte Güterwagen durch, die auf die Anforderungen der Transportkunden individuell zugeschnitten und beispielsweise für besonders effizienten Umschlag optimiert wurden. Waren die Eisenbahnverkehrsunternehmen selbst Eigentümer der Wagen, konnten diese so ihre Position am Markt durch den eigenen Waggonraum festigen. Andererseits führten die unterschiedlichen Konzepte der Wagenhalter zu einer hohen Typenvielfalt bei den Fahrzeugen, was die Instandhaltung verteuerte. Langfristige Nachfragessteigerungen wurden durch Neubau mit maximalen Beschaffungszeiträumen von 24 Monaten für derartige Güterwagen befriedigt. Als nachteilig erwies sich die Spezialisierung hingegen bei kurzfristigen Nachfrageschwankungen. Obwohl die Eisenbahnverkehrsunternehmen dem durch Kooperationen zu begegnen versuchten, trugen die Eigentümer der Wagen ein hohes Auslastungsrisiko bei Nachfragerückgängen bzw. begrenzte bei kurzfristigen Nachfragessteigerungen ein Mangel an geeigneten Güterwagen die Kapazität der Schiene.

Bei den Lokomotiven blieb das Hersteller-Duopol aus Siemens/Alstom und Bombardier auf dem europäischen Lokomotivmarkt bestimmend. Dieses theoretische Oligopol unterlag damit teilweise den negativen Effekten eines Monopols. Folglich waren bei Lokomotiven kaum Innovationen festzustellen während der Preis auf einem für die EVU gerade überlebensfähigen, hohen Niveau stagnierte.

» Ein weiteres Hemmnis für Innovationen rührte von den Aufsichts- und Genehmigungsbehörden her

Ein weiteres Hemmnis für Innovationen rührte von den Aufsichts- und Genehmigungsbehörden her. Deren personelle Unterbesetzung, mangelnde Fachkenntnis sowie der fehlende Kontakt zu den Akteuren und den Schienenfahrzeugherstellern sorgten für komplizierte, langwierige Prozesse und bremsten bzw. blockierten Abläufe. Der Weg für die Umsetzung neuer Technologien wurde von den Behörden vielfach versperrt und es kam zu einer weitreichenden Stagnation.

Gleichermaßen stellte sich bei den Planungsprozessen der Infrastruktur keine Beschleunigung ein, wodurch Geld und Geduld der Initiatoren regelmäßig strapaziert wurden. Insbesondere Projekte mit mehreren Beteiligten, z. B. der Bau neuer Terminals für den kombinierten Verkehr, scheiterten häufig und schränkten die Flexibilität des Schienengüterverkehrs in hohem Maße ein.

Für die Eisenbahnverkehrsunternehmen erschwerten tradierte, stetig komplexer werdende Betriebsregelwerke und deren strenge Auslegung die Schritte zur Digitalisierung und Vereinfachung von Prozessen.

Die Transportdurchführung auf der Schiene blieb langsam, unflexibel und insbesondere bei kleinen Sendungsgrößen unterhalb Ganzzügen dadurch nicht wettbewerbsfähig.

In der Verkehrsplanung stand bei den Akteuren die eigene Optimierung im Vordergrund, was in vielen Bereichen dafür sorgte, dass unternehmensübergreifend betrachtet Kapazitäten des Verkehrsträgers Schiene nicht voll ausgeschöpft wurden. Zahlreiche, individuelle Schnittstellen erschwerten eine zuverlässige Kooperation bei den Transporten und forderten v. a. in intermodalen Transportketten teure Zeitpuffer, welche die Auslastung der Assets reduzierten.

Mangels einer gemeinsamen Vision der Akteure war der Schienengüterverkehr durchgehend von derartigen punktuellen Maßnahmen geprägt. Überwiegend nachträglich und mit Verzögerung wurde auf Probleme reagiert, deren Lösungen durch lange Realisierungszeiträume entsprechend spät verfügbar waren. Der Verkehrsträger war gezwungen, den Anforderungen des Marktes hinterher zu laufen und nicht in der Lage, neue Produkte und Technologien durchzusetzen oder gar neue Marktsegmente zu erschließen. Da die klassischen Marktsegmente, v. a. Massengüter, jedoch in Summe sinkende Transportvolumina aufwiesen, wurde der Schienengüterverkehr zum Nischenprodukt.

Auf wenigen Korridoren erfolgten die Hauptläufe der Transporte durch bahnverladene Container und Trailer auf der Schiene, während die erste und letzte Meile dem Lkw vorbehalten blieben. Bei Gefahrgut wurden dafür trotz Sicherheitsbedenken entsprechende Gesetzesänderungen vorgenommen, wonach auch hoch gefährliche Stoffe auf dem Lkw transportiert werden durften.

Wo eine Feinverteilung auf der Schiene um das Jahr 2020 noch vorhanden gewesen war, verlor diese in den Jahren danach immer weiter an Bedeutung, da es nicht gelang, den Einzelwagenverkehr planbarer zu machen. Durch Verzögerungen im Betriebsablauf rutschten die einzelnen Wagen in dem getakteten System in spätere Slots, verpassten ihre vorgesehenen Züge und erreichten ihr Ziel nicht selten mit unkalkulierbaren Verspätungen, vergleichbar einem Reisenden der seinen Anschlusszug verpasst. Trotz Telematik und Monitoring ließ sich für die Transportkunden damit keine verlässliche Ankunftszeit ableiten. Mangels Wettbewerbsfähigkeit wurde der Einzelwagenverkehr daher in den folgenden Jahren zu Gunsten des kombinierten Verkehrs aufgegeben, was im Folgenden auch den Wagengruppenverkehr verteuerte und dort zu einer sinkenden Transportnachfrage führte. Die DB Cargo AG als Hauptbetreiber dieser beiden Produktionssysteme verlor ihre Position als Marktführer und die Schiene insgesamt sowohl absolutes Transportvolumen als auch Anteile am Modal Split.

In den verbleibenden Angebotssegmenten blieb die Beauftragung von Bahntransporten für den Transportkunden umständlich, aufwendig, setzte eigenes, umfangreiches Know-how voraus oder war nur durch einen Full-Service-Provider möglich. Im gleichen Maße blieb das Monitoring von Bahntransporten manuell geprägt und basierte auf dem Fachwissen und der persönlichen Kommunikation zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen und Transportkunden. Fehlende Harmonisierung sorgte für eine hohe Anzahl an unterschiedlichen Schnittstellen, die mit der Anzahl der Beteiligten nicht selten exponentiell stieg. Dementsprechend hoch waren Personalaufwand, Fehleranfälligkeit und Kosten.

Transportkunden der Schiene sahen sich mit langen Vorlaufzeiten und geringer Flexibilität konfrontiert, sowohl bei der Anmietung von Assets im Falle steigender Nachfrage, als auch bei der direkten Beauftragung von Transporten. Während letztere in der Regel mit mindestens einer Woche Vorlauf zu erfolgen hatten, waren die voraussichtlichen Ankunftszeiten v. a. im Einzelwagenverkehr mit hohen Unsicherheiten behaftet und konnten um Tage variieren.

Durch die letztlich resultierende Aufgabe des Einzelwagenverkehrs und Automatisierung im Personenverkehr sowie eine Umkehrung des negativen Trends beim Bevölkerungswachstum stand dem Schienengüterverkehr ab ca. 2035 weitestgehend das benötigte Personal zur Verfügung. Die Ausbildung eigener Fachkräfte wurde da-

mit zur maßgeblichen Strategie der Branche. Eine Automatisierung, die in größerem Umfang den Personalbedarf im Schienengüterverkehr reduziert hätte, fand bis 2040 nicht statt.

In der Forschung wurden stattdessen die Belange der Staatsbahnen in den Vordergrund gestellt. Um deren Position am Markt trotz der zuvor genannten Entwicklungen zu behaupten, wurden Forschungsmittel entsprechend selektiv vergeben und von politischer Seite vorrangig die staatseigenen Unternehmen gestärkt. Forschungsprojekte mit mittelständischen Unternehmen stellten die Ausnahme dar und eine ganzheitliche Betrachtung der Branche trat mehr und mehr in den Hintergrund.

Im Einklang damit erfolgte der Einsatz finanzieller Mittel von politischer Seite weniger für die Innovationsförderung als dafür, in den verbleibenden Segmenten Druck aus dem Markt und von der Schiene zu nehmen. Um ihren Modalanteil zu behaupten, gaben die Eisenbahnverkehrsunternehmen diese Erleichterungen in Form von Preisreduktionen unmittelbar an die Transportkunden weiter, sodass die Branche selbst letztlich weder über Motivation noch Liquidität für neue Technologien oder Innovationen verfügte.

Schlussendlich konnten die punktuellen Investitionen der Politik nicht wett machen, dass diese ihrer Verantwortung für die Rahmenbedingungen des Schienengüterverkehrs nicht vollumfänglich gerecht wurde. Der gegenteilige Effekt trat ein, die mit guter Absicht bereitgestellten Mittel wurden fehlgeleitet und reduzierten langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene weiter. Maßgeblich verantwortlich dafür waren die unterbrochenen Finanzströme, d. h. fehlende, ökonomische Verknüpfungen zwischen den Akteuren, die aus den fehlerhaften Rahmenbedingungen resultierten. Da die Akteure selbst ausschließlich nach marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten agierten, wurden Systeminnovationen durch ein Marktversagen an dieser Stelle verhindert.

» Darüber hinaus wurden die externen Kosten den Verkehrsträgern in ungleichmäßigem Umfang angelastet

Darüber hinaus wurden die externen Kosten den Verkehrsträgern in ungleichmäßigem Umfang angelastet. Deren Infrastruktur wurde mit wenig Transparenz nach verschiedenen Modellen finanziert. Während die Schiene ihre Betriebskosten durch den Trassenpreis auf dem gesamten Netz stets selbst trug, wurde die Maut nur auf einem kleinen Teil des Verkehrsnetzes erhoben. Stau-, Lärm- oder Unfallkosten wurden der Straße ebenso wenig angerechnet, wie die Umweltvorteile der Schiene in den Kosten abgebildet werden.

Des Weiteren verteuerten hoher Personalaufwand und die zunehmend aufwendigere Durchführung der letzten Meile den Betrieb für die Eisenbahnverkehrsunternehmen. Externe Rahmenbedingungen wie z. B. europäische Forderungen zum Sicherheits-, Risiko- und Instandhaltungsmanagement zwangen die Unternehmen zur Vorhaltung umfangreicher und teurer Verwaltungen. Ähnliches galt für die Infrastrukturen, wo sich durch allgemeine Preissteigerungen und fehlende Maßnahmen zur Effizienzsteigerung die Trassenkosten weiter erhöhten, ohne dass dem entsprechende Leistungssteigerungen oder Angebotsverbesserungen gegenüber standen, die den Eisenbahnverkehrsunternehmen an anderer Stelle Einsparpotentiale eröffnet hätten. Darüber hinaus verteuerten sich Anschaffung und Unterhalt der Fahrzeuge durch steigende Preise für Instandhaltung, für Ersatzteile und durch die ETCS Bordgeräte.

Da die Wahl des Verkehrsträgers vom Transportkunden ausschließlich anhand des Preises getroffen wurde, sorgten die verzerrten Wettbewerbsbedingungen dafür, dass der Schienengüterverkehr sich nur in wenigen Segmenten am Markt halten konnte.

So dominierte die Schiene nur noch auf sehr langen Strecken und beim Transport großer Massen. Geringfügiger Wettbewerb mit der Straße fand bei Massenguttransporten über kürzere Strecken und bei kleineren Transportmengen über lange Distanzen statt. Verkehre auf kurzen Strecken und sehr dynamische Verkehre mit wechselnden Relationen konnte der Lkw für sich beanspruchen.

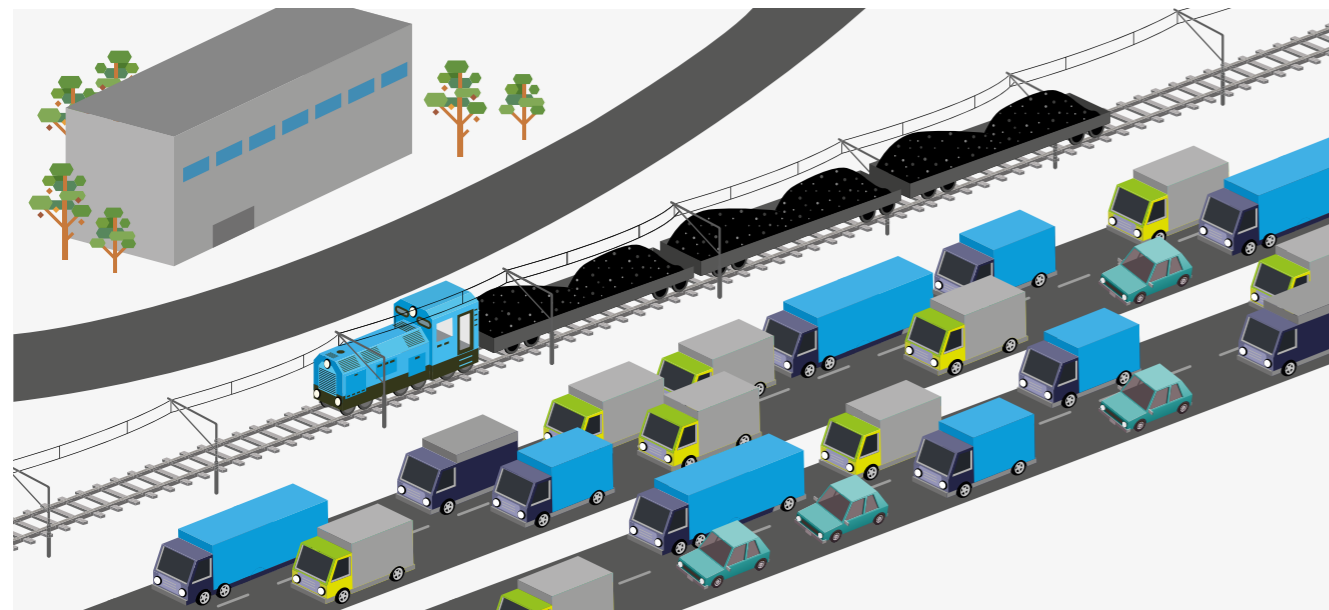
Verschärft wurde der Wettbewerb durch zunehmende Containerisierung und Trailerisierung, die einen Modal Shift bei entsprechendem Preisvorteil für den Transportkunden sehr einfach gestalteten. Somit verharrten die Margen der Schienengüterverkehrsunternehmen mit ein bis zwei Prozent auf einem extrem niedrigen Niveau, vereinzelt wurden sogar Defizite erwirtschaftet. Investitionen wurden unter diesen Umständen verlangsamt, Innovationen fanden kaum statt und es kam zu einer umfassenden Stagnation. Wirtschaftliche, aber komplexe oder kostenintensive Lösungen wurden so verhindert. Aus den extern verzerrten Wettbewerbsbedingungen entwickelten sich in Verbindung mit dem partiellen Marktversagen langfristig echte Systemschwächen gegenüber der Straße.

Deren Angebot dagegen verbesserte sich kontinuierlich. Die hohe Standardisierung der Lkw vereinfachte den Transportkunden den Zugang und hielt die Flexibilität hoch, sodass die Straße nach und nach mehr Segmente für sich behaupten konnte. Autonom fahrende Lkw waren nicht mehr durch Lenkzeiten beschränkt und führten auf langen Relationen zu einer Verlagerung von der Schiene auf die Straße. Darüber hinaus erhöhte sich die Gefäßgröße der Lkw-Züge durch Einführung des GigaLiners und durch Platooning, während sich die Kosten durch weniger Personaleinsatz pro Einheit reduzierten. Die kürzeren Lebenszyklen der Straßenfahrzeuge führten zu einem geringen Durchschnittsalter der Flotten. Die Maschinen waren selten zehn Jahre im Einsatz bevor sie verschrotet und neue beschafft wurden. So waren diese stets auf dem neuesten Stand der Technik und halfen, die Umweltfreundlichkeit im Betrieb stetig zu steigern.

In Folge der vorgestellten Gründe wurde ab dem Jahr 2020 der Anteil des Verkehrswachstums, das auf der Straße stattfand, immer größer. Ergänzend kam die Verlagerung von der Schiene durch Aufgabe des Einzelwagenverkehr hinzu. Da der Straßenverschleiß in der vierten Potenz von der Achslast abhängt, ein Lkw also ca. zehntausendmal mehr zu Straßenschäden beiträgt als ein Pkw, wirkte sich ein rapides Wachstum im Güterkraftverkehr im doppelten Sinne aus. Einerseits beanspruchten die langen Lkw-Züge alleine durch ihre Präsenz einen Großteil des Raumes auf den Straßen und die Staus wuchsen kontinuierlich an. Andererseits erhöhten sich durch den zuvor genannten Zusammenhang von Verschleiß und Achslast die Infrastrukturmängel und somit auch die Instandhaltungskosten und die Zahl der Baustellen. Letztere verschärften die Situation zusätzlich und trugen zu noch mehr Staus bei. Mehr und mehr überschritten diese Zustände die Toleranzschwellen der Bevölkerung.

Darüber hinaus erhöhte sich die Zahl der Anwohner, die in kritischem Maß von Lärm- und Abgasemissionen belastet waren, durch das rasante Verkehrswachstum sprunghaft. Um einen vollständigen Verkehrskollaps zu verhindern, wurden deutschlandweit die Standstreifen für den Lkw-Verkehr freigegeben. Im selben Zuge wurde ein umfangreiches und Ausbauprogramm angestoßen, das die Kapazität der Straßeninfrastruktur durch neue und verbreiterte Bundesstraßen und Autobahnen auf ein ausreichendes Maß erweitern sollte. Die Erreichung der Klimaschutzziele rückte durch fortwährend steigende Emissionen im Verkehrssektor in weite Ferne.

Durch umfangreiche Investitionen wurde der Straßengüterverkehr bis zum Jahr 2040 soweit möglich in die Lage versetzt, sowohl das weitere Verkehrswachstum als auch bestehende Verkehre von der Schiene aufnehmen zu können. Auf die Herstellung gleicher Wettbewerbsbedingungen von Straße und Schiene in Deutschland konnte somit zu Lasten des volkswirtschaftlichen Nutzens verzichtet werden.



Szenario C

Innenpolitisch positionierten sich die Bundesregierungen ab 2020 in mehreren Legislaturperioden mit ihren Entscheidungen gegen die Industrie. Gesetzliche Rahmenbedingungen wurden teils bewusst teils unbewusst so gesetzt, dass die Herstellungskosten, z. B. durch strengere Auflagen für die Produktion, immer weiter stiegen. Des Weiteren schränkten Kapazitätsengpässe im Güterverkehr die Handlungsfähigkeit der Unternehmen ein, wodurch diese langfristig ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt verloren und mit Standorten in Deutschland nicht mehr überlebensfähig waren. Durch sukzessive Verlagerung der Produktionen ins Ausland rutschte Deutschland in die Rolle eines Dienstleistungs- und Konsumentenlandes. Mit der Binnenproduktion gingen auch Bruttoinlandsprodukt, Binnentransporte und Exporte deutlich zurück. Stattdessen wurden die nun im Ausland produzierten Güter nach Deutschland importiert.

In der Güterstruktur ging das Aufkommen an nicht containerisiertem Massengut, v. a. durch die abgewanderte Stahl-, Aluminium- und Montanindustrie, stark zurück. Steigende Energiepreise führten zu Rückgängen in der chemischen Industrie. Elektrofahrzeuge, die aus weit weniger Komponenten bestanden, als herkömmliche Fahrzeuge, verminderten den Transportbedarf der Automobilindustrie, sofern diese überhaupt noch Werke in Deutschland unterhielt. Einzig steigend waren die Importe und das Aufkommen an kleinteiligen hochwertigen Wirtschafts- bzw. Konsumgütern, deren Bündelung auf der Schiene allerdings scheiterte.

In Folge des ausgelösten soziotechnischen Wandels verließen die Menschen die Megazentren und besiedelten wieder die Fläche in Deutschland. Die ortsunabhängige Produktion in einer digitalen Dienstleistungsgesellschaft ermöglichte es, den günstige Wohnraum dort zu nutzen. Zugleich entsprach das ländlichen Umfeld den Anforderungen in puncto Work-Life-Balance.

» Die Verkehrsprognosen für das Jahr 2030 wurden vor dem Hintergrund dieser Entwicklung nicht erreicht.

Die Verkehrsprognosen für das Jahr 2030 wurden vor dem Hintergrund dieser Entwicklung nicht erreicht. Im Hinblick auf den Modal Split und den Schienengüterverkehr in Deutschland verblieb die Frage nach der politischen Zielstellung unbeantwortet. Die Akteure scheiterten daran, die politischen Entscheidungsträger hinreichend von der Notwendigkeit einer Verkehrsverlagerung zu überzeugen. Bedingt durch die Dominanz anderer politischer Fragestellungen trat die Verantwortung für den Güterverkehr auf der Schiene in den Hintergrund und das stellenweise vorherrschende Marktversagen wurde akzeptiert oder übersehen. Den Modal Split und die Verkehrsträgerwahl der Transportkunden bestimmten somit marktwirtschaftliche Gesetze, weshalb in vielen Bereichen die Entscheidung aufgrund ungleicher Rahmenbedingungen und verzerrten Wettbewerbes für die Straße getroffen wurden.

Europäische Harmonisierungs- und Standardisierungsbestrebungen verloren weitestgehend an Dynamik. Individuelle Anforderungen wurden aufgrund langwieriger, zäher Standardisierungsprozesse überwiegend individuell gelöst. Zu den seit vielen Jahrzehnten unterschiedlichen nationalen Stromsystemen, Spurweiten und Verkehrssprachen kamen von Land zu Land verschiedene Telematik-Standards und ETCS Varianten hinzu. Schnittstellen jeder Form wurden zum Hindernis, sowohl bei digitalisierten Abläufen in der Software als auch im physischen Transportverlauf bei den Grenzbahnhöfen mit System-, Lok- und Personalwechsel.

Der ETCS Rollout in Deutschland ging stockend und ungleichmäßig voran. Über viele Jahre ergab sich keine durchgehenden Relationen, wodurch sich die Kosten für Eisenbahnverkehrsunternehmen und Eisenbahninfrastrukturunternehmen erhöhten. Fehlende finanzielle Mittel waren außerdem dafür verantwortlich, dass die Neuausrüstung mit ETCS auf eine möglichst kostengünstige Weise erfolgte, die keine Kapazitätssteigerung mit sich brachte, sondern stellenweise sogar die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur herab setzte.

Neben dem ETCS Rollout waren außerdem die Ersatzinvestitionen von einer unzureichenden finanziellen Ausstattung betroffen. Nach und nach verschlechterte sich der Zustand der Infrastruktur und sorgte für zunehmende Betriebseinschränkungen, Störungen und Verspätungen. Die Baustellen aufgrund der folglich aufwendigeren korrektiven Instandhaltungsmaßnahmen verschärften die Situation zusätzlich.

Durch fehlenden Freischnitt an den Strecken sorgten Stürme regelmäßig für schwerwiegende Systemausfälle, die den Schienengüterverkehr hart trafen, hohe Kosten verursachten und der Zuverlässigkeit nachhaltig schaden.

Unter den gegebenen Rahmenbedingungen stellten sich Gleisanschlüsse immer weniger als wirtschaftlich dar, sodass deren Zahl weiter zurück ging. Wo eine spätere Wiederherstellung dennoch wirtschaftlich hätte rentabel sein können, gestaltete diese sich in den meisten Fällen aufgrund der aufwendigen Planverfahren als nur mit erheblichem Aufwand oder überhaupt nicht möglich.

In der langfristigen Infrastrukturplanung und Netzentwicklung machten sich Rat- und Strategielosigkeit breit. Die Datenbeschaffung konzentrierte sich auf die Eisenbahnverkehrsunternehmen, welche i. d. R. jedoch nur über kurze Transportverträge verfügten. Die Transportkunden, deren Produktionsplanung die langfristigen Mengenströme enthielt, wurden außen vor gelassen, sodass das Ergebnis den Anforderungen des Schienengüterverkehrs nur unzureichend Rechnung trug. Trotz rückläufiger Transportaufkommen blieb das Schienennetz wegen des verschlechterten Zustandes und der nötigen Baumaßnahmen überlastet. Die Priorisierung des Güterverkehrs hinter dem Personenfern- und -nahverkehr verschlechterte dessen Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Kostensituation zusätzlich.

Bei den Fahrzeugen scheiterte eine schnelle Einführung des vollständig automatisierten Fahrens am Nachweis gleicher Sicherheit. Der höchst bürokratische Zulassungsprozess band erhebliche Ressourcen und verzögerte in Verbindung mit technischen Problemen die Einführung über das Jahr 2040 hinaus. Aus ähnlichen Gründen geriet die Idee eines Eisenbahn-Navigationssystems nach wenigen Jahren wieder in Vergessenheit. Den Eisenbahnverkehrsunternehmen, die durch Wegfall der Streckenkunde für Lokführer Einsparungen gehabt hätten, gelang es nicht aus eigener Kraft, sich für die Realisierung des Projektes zusammen zu schließen und die nötigen Mittel zu akquirieren. Die Eisenbahninfrastrukturunternehmen, denen durch die Möglichkeit der flexiblen, kurzfristigen Umleitung von Güterzügen im Netz betriebliche Vorteile entstanden wären, sahen sich nicht in der Verantwortung für die Entwicklung eines solchen Fahrerassistenzsystems. Eine Unterstützung von Seiten der Politik, um diese unterbrochenen Finanzströme und organisatorischen Herausforderungen zu überwinden, blieb aus.

» Eine Unterstützung von Seiten der Politik, um diese unterbrochenen Finanzströme und organisatorischen Herausforderungen zu überwinden, blieb aus.



Die selbe Situation entstand bei der automatischen Mittelpufferkupplung, wenngleich deren Kosten und Nutzen für den Schienengüterverkehr um ein vielfaches höher gewesen wären. Die Einführung konnte von den Akteuren selbst nicht gestemmt werden. Eine Unterstützungsbereitschaft von außen war kaum vorhanden. Somit wurde die automatische Mittelpufferkupplung trotz erwiesener betrieblicher und wirtschaftlicher Vorteile nicht eingeführt. Die Forschung dazu wurde endgültig eingestellt und Projekte nicht weiter verfolgt.

Bei den Güterwagen wurde des Weiteren festgestellt, dass die an Sensorik und Telematik gestellten Anforderungen sich langfristig nicht erfüllten. Aufgrund geringer Stückzahlen und fehlender Marktmacht der Eisenbahnverkehrsunternehmen blieben die Kosten auf einem zu hohen Niveau und standen nicht im Verhältnis zu den unzuverlässig gewonnenen und kaum auswertbaren Datenmengen. Langfristig wurde der überwiegende Teile der Geräte wieder demontiert. Folglich ließen sich daher nach wie vor bei Güterwagen keine Echtzeitinformationen über Standort, Bewegungszustand, Beladung etc. gewinnen bzw. sinnvoll auswerten. Stattdessen wurde versucht, eine hohe Informationsgüte durch entsprechenden manuellen und personellen Aufwand zu gewährleisten.

Da auch Zugkontrollenrichtungen an der Infrastruktur sich nicht flächendeckend durchsetzen und mit den Sensoren so die Eingangsdaten für eine präventive Instandhaltung fehlten, blieb der Schienengüterverkehr ein langsames reaktives System. Schäden an Fahrzeugen wurden erst nach deren Auftreten erkannt und ggf. erst nach Ausfall des Fahrzeuges behoben. Lange Standzeiten bei verhältnismäßig kleinen Schäden stellten den Regelfall dar, senkten die Zuverlässigkeit und trugen zu hohen Kosten der Assets bei.

In der Transportdurchführung der Eisenbahnverkehrsunternehmen verkomplizierten sich die Prozesse und Abläufe immer weiter, bis der Kostendruck so hoch wurde, dass entsprechende Vereinfachungen und Einsparungen zu Lasten der Sicherheit vorgenommen werden mussten. Die resultierenden Unfälle wurden in Kauf genommen, verringerten aber die gesellschaftliche Akzeptanz und Zuverlässigkeit des Systems.

Weitere Potentiale gingen der Branche durch die selbstzentrierte Transportplanung der unter starkem, wirtschaftlichem Druck stehenden Eisenbahnverkehrsunternehmen verloren. Reibungsverluste bestimmten die manuell geprägten Schnittstellen zwischen den Akteuren und Transportkunden.

Bei Aufsichts- und Genehmigungsbehörden waren die Auflagen, Regelwerke und Abläufe derart komplex geworden, dass neue Infrastruk-

turprojekte und Fahrzeuge kaum noch wirtschaftlich realisiert werden konnten. Personelle Engpässe und unklare Strukturen versperrten den rettenden Weg zu einer drastischen Vereinfachung.

Dabei wäre die Automatisierung im Schienengüterverkehr in vielen Abläufen dringend nötig gewesen.

Durch einen Wandel im Bewusstsein der gesamten Bevölkerung hatte sich die Bereitschaft zu Schichtarbeit und Verantwortungsübernahme branchenübergreifend immer mehr reduziert. Industrie und Logistik wurden am Wirtschaftsstandort Deutschland aus Personalnot zunehmend zu Einschränkungen gezwungen.

Die deshalb im Schienengüterverkehr angestoßenen Bemühungen zur Minimierung manueller Prozesse scheiterten jedoch auf ganzer Länge. Das Ziel, so die Arbeitsbedingungen zu verbessern und die Attraktivität der Berufe zu steigern, wurde gänzlich verfehlt. Stattdessen sorgte der demographische Wandel für ein steigendes Lohnniveau, mit dem die Schienengüterverkehrsbranche nur bedingt mithalten konnte. Die Bahn büßte auf dem Arbeitsmarkt für Akademiker und Fachkräfte gleichermaßen an Attraktivität ein.

Trotz des im Verhältnis geringeren Personalbedarfes der Schiene verglichen mit der Straße wurde Betriebspersonal zum massiven Engpass. Der Mangel an Arbeitskräften führte zu Angebotseinschränkungen, verringerte die Zuverlässigkeit und die Produktionsqualität. In Teilbereichen konnte der Betrieb nicht mehr aufrecht erhalten werden, was insbesondere den personalintensiven Einzelwagenverkehr hart traf. Das Wachstum auf der Schiene wurde letztlich begrenzt und die Verkehrsleistung stagnierte bzw. ging zurück.

Die Forschung rund um den Schienengüterverkehr hatte sich bis dato über lange Zeiträume mit einer Vielzahl verschiedener Themen befasst, wobei kaum Ergebnisse oder Technologien tatsächlich in der Praxis angewendet wurden. Da letztlich kein erkennbarer Fortschritt zu beobachten war, wurden in Folge der Ergebnislosigkeit keine weiteren Forschungsmittel bewilligt, fachspezifische Lehrstühle aufgelöst und in andere Fachgebiete eingegliedert.

» Ohne Fördermittel und universitäre Unterstützung fehlte den einzelnen Akteuren erst Recht die Kraft für Systeminnovationen

Ohne Fördermittel und universitäre Unterstützung fehlte den einzelnen Akteuren erst Recht die Kraft für Systeminnovationen. Jegliche Innovationsprojekte, an denen mehr als zwei Akteure beteiligt waren, stellten organisatorisch große Herausforderungen dar, die oft neben dem Tagesgeschäft nicht alleine bewältigt werden konnten. Ein erheblicher Innovationsstau war die Folge, der die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs nachhaltig einschränkte.

Technologische Stagnation, sinkende Produktionsqualität sowie der Rückgang der Transportnachfrage in den etablierten Segmenten brachten die Branche in Bedrängnis. Es gelang den Akteuren unter diesen Umständen nicht, neue Produkte am Markt zu platzieren, die dem soziotechnischen Wandel mit dessen veränderter Siedlungsstruktur und Nachfrage gerecht geworden wären. Neben der Feinverteilung verloren mit Abwandern der Industrien auch die Hauptläufe über lange Distanzen auf der Schiene immer mehr an Bedeutung. Schrumpfende Nachfrage und Rückbau der Infrastruktur führten wechselseitig zu einer Abwärtsspirale, die ab einem gewissen Punkt auch von der verbliebenen Restnachfrage an bahnaffinen Massengütern nicht mehr aufgehalten werden konnte. Internationale Eisenbahntransporte wurden an den Grenzen auf den Lkw umgeschlagen. Auf Initiative ausländischer Bahnen bleiben lediglich einzelne Transitsrecken erhalten, um Deutschland durchqueren zu können.

In der Gesellschaft waren mit dem Wohlstand in den Jahren bis 2020 die Ansprüche an ein emissionsfreies Umfeld stetig gestiegen. Diese Geisteshaltung hielt trotz des industriellen Abschwungs auch in den Folgejahren weiter an, wonach die Bedürfnisse der Industrie einschließlich deren Transportbedürfnissen konsequent persönlichen Belangen untergeordnet wurden. Netzausbauten in größerem Umfang waren daher nicht mehr möglich. Durchsetzen ließen sich allenfalls kleinere Maßnahmen wie Verbindungskurven, Lückenschlüsse oder die Umnutzung von Verkehrswegen. Vor diesem Hintergrund nutzten Fuhrunternehmen die kürzeren Lebenszyklen der Straßenfahrzeuge in Verbindung mit der abschnittswise Elektrifizierung der Autobahnen für den Versuch, den Umweltvorteil der Schiene aufzuholen und die Straße zum möglichst emissionsfreien Verkehrsträger zu machen. Obgleich der deutlich höhere Reibwert von Gummireifen auf Asphalt gegenüber Stahlrad auf Stahlschiene dem schnell physikalische Grenzen setzte, wurden vermeintlich vielversprechende und kostenintensive Ansätze der Automobilindustrie mit erheblichen Ressourcen unterstützt. Der Trend stetig steigender klimaschädlicher Emissionen ließ sich ohne die Schiene jedoch nicht aufhalten.

Schlussendlich ging der Verlust der Wettbewerbsfähigkeit der Schiene nicht ursächlich auf die veränderte Nachfrage zurück. Vielmehr verlor der Schienengüterverkehr durch die politisch akzeptierte asymmetrische Anlastung von Kosten und ungleiche Verteilung von Ressourcen seine Reaktionsfähigkeit auf die Veränderungen des Transportmarktes. Die Straße als Hauptwettbewerber wurde durch diesen Kostenvorteil finanziell erheblich bevorzugt und baute ihren Wettbewerbsvorteil mittels weiterer Innovationen zusätzlich aus, die der Schiene verwehrt bleiben.

Autonomes Fahren auf der Straße verringerte insgesamt die Anzahl der benötigten Lkw-Fahrer pro Einheit und minderte den Einfluss vorgeschriebener Pausen sowie beschränkter Lenkzeiten. Damit traten bei einem der Hauptkostentreiber des Straßen-güterverkehrs wesentliche Effizienzsteigerungen ein, wodurch die Preisschere zwischen Schiene und Straße immer weiter auseinander getrieben wurde. Der seiner Handlungsfähigkeit beraubte Schienengüterverkehr konnte sich letztlich als Ganzes nicht mehr am Markt halten.



Durch industriellen Abschwung wurden so Platooning und autonomes Fahren zu einem ausreichend effizienten, zuverlässigen, flexiblen und wirtschaftlichen System weiterentwickelt, dem die Schiene auf einem Großteil der Relationen kein wettbewerbsfähiges Angebot mehr entgegen setzen konnte. Aufgrund der gestiegenen Importes geriet die Straße so an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit, weshalb das Schienennetz sukzessive ausgedünnt wurde und ein Umbau der Bahntrassen zu Güterverkehrsstraßen stattfand. Neben den Umbaukosten zeigte sich erst mit der Zeit, dass die hohen Instandhaltungskosten der Straßeninfrastruktur ebenso zum dauerhaften Problemen in Deutschland werden würden, wie der massiv steigende Energieverbrauch. Nach mehrjährigen, erheblichen Einschränkungen für die Bevölkerung durch Aus- und Umbau der Straßen trat nur bedingt eine Akzeptanz gegenüber den langen Lkw-Zügen im öffentlichen Straßenraum und deren Lärm- und Abgasemissionen ein. International verlor Deutschland durch die klimaschädliche Verkehrspolitik und Nichteinhaltung der Abkommen immer mehr an Ansehen.

Ein grundlegender Wandel von Gesellschaft und industrieller Nachfrage forderte von den Akteuren eine Neuausrichtung des Schienengüterverkehrs, welche jene unter den vorherrschenden Rahmenbedingungen nicht leisten konnten. Politische Zurückhaltung und kurzsichtige, selbstzentrierte Strategien der Akteure verhinderten ein gemeinsames Handeln der Branche, sodass die Schiene als Verkehrsträger im Güterverkehr bis 2040 ihre Existenzgrundlage verlor und letztlich nahezu vollständig von der Straße abgelöst wurde.

Fazit und Ausblick

Eingangs wurde bereits erwähnt, dass eine wesentliche Stärke der Szenarioanalyse die Kommunikationsfunktion ist. Durch Aufzeigen plausibler konsistenter Zukünfte soll unter den Betroffenen ein Diskussionsprozess angestoßen werden. Dieser Dialog kann im Idealfall zu einem Erkenntnisgewinn bei den Beteiligten führen und koordinierte Maßnahmen zur Folge haben. Dabei wird die durchgeführte Szenarioanalyse vorrangig nicht als Lösung bzw. Strategie selbst angesehen, sondern als Anstoß für einen Lösungs- bzw. Strategiefindungsprozess unter den Akteuren. Um dafür den Dialog unter den Akteuren einzuleiten, ist es notwendig, jenen die Ergebnisse der Szenarioanalyse zugänglich zu machen und für eine möglichst weite Verbreitung zu sorgen. Wesentliches Medium dafür ist die vorliegende Kurzfassung der Masterarbeit, deren Aussagen durch die ab dem 1. Quartal 2019 ebenfalls verfügbare Langfassung inhaltlich und wissenschaftlich gestützt werden.

Bitte beurteilen Sie die vorgestellten Szenarien kritisch und holen Sie andere Meinungen und Perspektiven ein. Diese Kurzfassung darf dafür gerne weitergegeben werden.

Im Sinne des gemeinsamen Austausches bedanke ich mich bereits jetzt für Ihr Interesse und freue ich mich auf weiterführende Gespräche. Es ist unsere Zukunft.

Fabian Wirth, 01.09.2018



Fabian Wirth begann sein duales Studium 2012 an der FH Erfurt und schloss dieses 2016 als Wirtschaftsingenieur für Eisenbahnwesen (B.Eng.) ab. Parallel absolvierte er bei der Havelländischen Eisenbahn AG (HVLE) in Berlin eine Ausbildung zum Triebfahrzeugführer und ist als solcher seit 2014 regelmäßig im Einsatz. Die Masterarbeit „Die Zukunft des Schienengüterverkehrs in Deutschland“ stellt den Abschluss des Studiums Planung und Betrieb im Verkehrswesen an der TU Berlin dar. Seit 2016 ist Fabian Wirth außerdem als Assistent des Leiters Technik und Eisenbahnbetriebsleiters bei der HVLE tätig.

info@wirthbahn.com





Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e.V.

