

Fahrplan 2025 für das Schienennetz NRW

Korridorbetrachtung und Engpassanalyse



[mobilflexibelsicher](#)

Fahrplan 2025 für das Schienennetz NRW

Korridorbetrachtung und Engpassanalyse

Auftraggeber:

Verkehrsverband Westfalen e. V.
Märkische Str. 120
44141 Dortmund

Ihre Fragen beantworten:

Stefan Schreiber, Tel. 0231 5417-289, s.schreiber@dortmund.ihk.de
Stefan Peltzer, Tel. 0231 5417-146, s.peltzer@dortmund.ihk.de
www.verkehrsverband-westfalen.de

Auftragnehmer:

Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster
Am Stadtgraben 9
48143 Münster

Prof. Dr. Karl-Hans Hartwig
Dipl.- VW. Patrick Baumgarten
Dipl.- VW. Frauke Fischer

Dortmund, im Oktober 2011

I. Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis	I
II	Abbildungsverzeichnis	III
III	Tabellenverzeichnis	IV
IV	Übersichtenverzeichnis	V
V	Kastenverzeichnis.....	V
VI	Abkürzungsverzeichnis	VI
1	Schieneinfrastruktur NRW am Limit.....	1
2	Volkswirtschaftliche Bedeutung der Verkehrsinfrastruktur.....	6
2.1	Wachstumseffekte	6
2.2	Wohlfahrtswirkungen	9
2.3	Beschäftigungswirkungen	13
3	Gegenwärtiger Zustand der Schieneinfrastruktur in NRW.....	16
3.1	Quantitativer Netzzustand	17
3.2	Qualitativer Netzzustand	22
4	Kapazitätsbelastungen und -überlastungen.....	28
4.1	Belastungen und Überlastungen 2011	28
4.1.1	Belastungen 2011.....	28
4.1.2	Auslastung 2011	33
4.1.3	Weitere Beeinträchtigungen im Bestandsnetz 2011	43
4.2	Belastungen und Überlastungen 2025.....	45
4.2.1	Belastungen 2025.....	45
4.2.2	Auslastung 2025.....	50
5	Maßnahmen zur Beseitigung und Verhinderung von Engpässen	57
5.1	Infrastrukturseitige Maßnahmen.....	57
5.1.1	Kleinere Maßnahmen	57
5.1.2	Größere Maßnahmen.....	62
5.2	Transportmaterial	63
5.3	Betriebsablauf und Betriebsverfahren	66
5.4	Tarifäre Maßnahmen	70

6	Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur sicherstellen	74
6.1	Grundelemente einer leistungssichernden Netzkonzeption.....	74
6.2	Engpassorientierung Schienengüterverkehr	77
6.3	Engpassorientierung Schienenpersonenverkehr	84
7	Maßnahmen zur Engpassvermeidung.....	88
7.1	Potenzielle Ausweichrouten im Bestandsnetz	88
7.2	Streckenscharfe Maßnahmen	93
7.3	Streckenscharfe Bedarfsplanprojekte ohne Finanzierungsvereinbarung	96
7.3.1	Güterverkehrsorientierte Bedarfsplanprojekte	97
7.3.2	Personenverkehrsorientierte Bedarfsplanprojekte	103
7.3	Allgemeine und sonstige Maßnahmen	106
8	Literaturverzeichnis	108
	Anhang	114

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Deutschlandweite Beschäftigungseffekte durch Infrastrukturinvestitionen	15
Abbildung 2: Deutschlandweite Beschäftigungseffekte nach Realisierung der geplanten Maßnahmen.....	15
Abbildung 3: Schnellfahrstrecken über 160 km/h	19
Abbildung 4: Leit- und Sicherungstechnik	21
Abbildung 5: Modernitätsgrad der deutschen Verkehrsinfrastruktur	26
Abbildung 6: Ist-Belastung 2011	29
Abbildung 7: Schienenverkehrskorridore 2011	30
Abbildung 8: Peak-Belastung 2011	33
Abbildung 9: Auslastung 2011	39
Abbildung 10: Peak-Auslastung 2011.....	43
Abbildung 11: Geschwindigkeitseinbrüche im NRW-Schienennetz	45
Abbildung 12: Netzbelastung 2025.....	48
Abbildung 13: Auslastung 2025	53
Abbildung 14: Kapazitätseffekte durch ETCS.....	59
Abbildung 15: Abnahme der Streckenleistungsfähigkeit durch Erhöhung der zulässigen Zuglänge	64
Abbildung 16: Maximal zulässige Zuglänge im Ländervergleich	65
Abbildung 17: Geschwindigkeitsmerkmale der Schieneninfrastruktur in NRW	68
Abbildung 18: Belastung SGV 2025	78
Abbildung 19: Auslastung SGV 2025	80
Abbildung 20: Belastung SPV 2025.....	85
Abbildung 21: Potentielle Bypässe im SGV 2025	89
Abbildung 22: ABS (Amsterdam –) Grenze D/NL – Emmerich – Oberhausen	98
Abbildung 23: ABS Grenze D/NL – Kaldenkirchen – Viersen/Rheydt – Rheydt-Odenkirchen	99
Abbildung 24: ABS Hagen – Gießen (2. Baustufe).....	101
Abbildung 25: ABS Minden – Haste ABS/NBS Haste – Seelze.....	102
Abbildung 26: RRX-Liniennetz und RRX Systemhalte	104
Abbildung 27: ABS Münster – Lünen (–Dortmund).....	106

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Outputeffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen.....	8
Tabelle 2: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach dem BVWP´03.....	10
Tabelle 3: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach dem BVWP´03.....	11
Tabelle 4: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach der Bedarfsplanüberprüfung 2010	12
Tabelle 5: Quantitative Ausstattungsmerkmale der Schieneninfrastruktur	20
Tabelle 6: Qualitative Leistungsfähigkeitsindikatoren Schieneninfrastruktur	25
Tabelle 7: Stark belastete Schienenverkehrskorridore 2011	32
Tabelle 8: Zuteilung der Streckenstandards	37
Tabelle 9: Überlastete Schienenverkehrskorridore 2011	40
Tabelle 10: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte 2011	42
Tabelle 11: Stark frequentierte Schienenverkehrskorridore 2025.....	49
Tabelle 12: Zusätzliche überlastete Schienenverkehrskorridore 2025	54
Tabelle 13: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte 2025	55
Tabelle 14: Kosten für den Neu- und Ausbau von Gleisen in NRW.....	62
Tabelle 15: Kosten für die Ertüchtigung von Knoten.....	63
Tabelle 16: Hauptachsen Schienengüterverkehr 2025.....	79
Tabelle 17: Überlastete güterverkehrsrelevante Streckenabschnitte 2025.....	82
Tabelle 18: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte im SGV 2025	83
Tabelle 19: Überlastete Streckenabschnitte des Personenverkehrs 2025	86
Tabelle 20: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte im SPV 2025	87

IV. Übersichtenverzeichnis

Übersicht 1: Strategiekonzept Leistungsfähiges Schienennetz NRW.....	5
Übersicht 2: Ist-Zustand Schieneninfrastruktur.....	16
Übersicht 3: Verkehrswachstum 2004 - 2025.....	46
Übersicht 4: Zugsicherungssysteme.....	58
Übersicht 5: Programmstrategie und Priorisierung.....	76
Übersicht 6: Streckenscharfe Instrumente zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit.....	94
Übersicht 7: Investitionsbedarf für Schienenaus- und Neubau in NRW.....	96

V. Kastenverzeichnis

Kasten 1: Theoretische Kapazität des Schienennetzes.....	1
Kasten 2: Instrumente zur Engpassbeseitigung.....	1

VI. Abkürzungsverzeichnis

ABS	Ausbaustrecke
ARA-Häfen	Häfen in Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BSchwAG	Bundesschienenwegeausbaugesetz
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
D	Deutschland
DB AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft
DB Netz AG	Deutsche Bahn Netz Aktiengesellschaft
DIHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
ECTS	European Train Control System
EIBV	Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETH Zürich	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EU	Europäische Union
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
GV	Güterverkehr
GZ	Güterzüge
Hbf	Hauptbahnhof
HGS	Hochgeschwindigkeitsstrecke
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
IHK	Industrie- und Handelskammer
ITF	International Transport Forum
IT-Unterstützung	Informationstechnische Unterstützung
KLV	Kombinierter Ladungsverkehr
KS	Konventionelle Strecke
LKW	Lastkraftwagen
LST	Leit- und Sicherungstechnik
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
MWEBWV NRW	Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
NBS	Neubaustrecke

NKA	Nutzen-Kosten-Analyse
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
NL	Niederlande
NRW	Nordrhein-Westfalen
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques (Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik)
NVR	Nahverkehr Rheinland
NWL	Nahverkehr Westfalen-Lippe
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
Pkm	Personenkilometer
PKW	Personenkraftwagen
PV	Personenverkehr
PZ	Personenzüge
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
RE	Regional-Express
RRX	Rhein-Ruhr-Express
RS	Regionalstrecke
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SGV	Schienengüterverkehr
SHHV	Seehafenhinterlandverkehr
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SPV	Schienenpersonenverkehr
Tkm	Tonnenkilometer
UBA	Umweltbundesamt
UIC	International Union of Railways
VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen
VRR	Verkehrsverbund Rhein-Ruhr
ZRL	Zweckverband Ruhr-Lippe

1. Schieneninfrastruktur NRW am Limit

Eine leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur gilt als zentrale Voraussetzung für Wachstum und Wohlstand moderner arbeitsteiliger Gesellschaften. Sie bietet über längere Zeiträume hinweg eine Vielfalt an Möglichkeiten der Raumüberwindung von Personen und Gütern und erfüllt damit eine wichtige „Vorleistungsfunktion“ für Produktions- und Konsumaktivitäten. Das gilt besonders für Nordrhein-Westfalen als größtem polyzentrischen Ballungsraum und internationaler Verkehrsdrehscheibe im geografischen Zentrum Europas sowie als Deutschlands wirtschaftsstärkstem Bundesland. Hier leben mit gut 17,8 Mio. Menschen 21,8 % der deutschen Bevölkerung, hier werden mit 543 Mrd. € ca. 22 % des deutschen Inlandsprodukts erwirtschaftet und hier sind mehr als die Hälfte der umsatzstärksten Unternehmen in Deutschland angesiedelt. Im Ballungsraum Rhein-Ruhr liegen 29 von 80 deutschen Großstädten. Mit 10 Millionen Einwohnern ist er eine der 30 größten Metropolregionen der Welt.¹

Um seine Verkehrsströme zu bewältigen, verfügt Nordrhein-Westfalen nicht nur über ein dichtes Straßennetz, sondern mit einer Gesamtlänge von 5.910 km, weit über 800 Bahnhöfen, Haltestellen und Haltepunkten, 12.000 Weichen und Kreuzungen, 12.200 Signalen, 538 Stellwerken sowie 4.500 Brücken und Tunnel auch über das dichteste Schienennetz Europas.² Auf dieser Bahninfrastruktur bewegen sich jeden Tag 8.800 Züge, von denen wiederum mehr als 1.200 Züge den europaweit meistfrequentierten Eisenbahnknotenpunkt, den Hauptbahnhof in Köln, anfahren.³ Pro Jahr nutzen etwa 500 Millionen Passagiere die Eisenbahnen in NRW, darunter viele Pendler, die mit 89,9 Mio. Zugkilometern 14,3 % der bundesweiten Fahrleistungen in Anspruch nehmen.⁴ Gleichzeitig werden etwa 163 Mio. Tonnen Güter auf dem Schienennetz transportiert, womit 27,7 % des bundesweiten Güterumschlags in NRW abgewickelt wird.⁵ Damit ist NRW nicht nur Transitland, sondern ebenfalls Ziel und Quelle von Verkehren. Aufgrund seiner großen Bedeutung für den Schienenverkehr ist Nordrhein-Westfalen auch ein attraktiver Standort für die Bahnwirtschaft. Etwa 420 Unternehmen mit über 100.000 Beschäftigten im Bundesland erbringen entweder direkt oder indirekt Leistungen für den Schienenverkehr in NRW in den Bereichen Vorleistungen, Bau, Instandhal-

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2011).

² Vgl. DB Netz AG Regionalbereich West (2009), Statistisches Bundesamt (2009a und 2009b).

³ Vgl. NRW Invest (2011).

⁴ Vgl. Deutsche Bahn AG (2008).

⁵ Vgl. VDV (2010).

tung, Betrieb und Beförderung.⁶ Wie die Kommission „Zukunft der Bahn in Nordrhein-Westfalen“ in ihrem Abschlussbericht im November 2001 formulierte, ist somit Nordrhein-Westfalen das „Bahnland“ schlechthin.⁷

Vor diesem Hintergrund wird zunehmend mit Sorge beobachtet, dass die Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur immer stärker beeinträchtigt wird. Trotz ihrer vergleichsweise umfangreichen Ausstattung gerät die Infrastruktur immer mehr an ihre Kapazitätsgrenzen oder weist bereits gegenwärtig erhebliche Überlastungen auf. Im Straßenverkehr führen solche Überlastungen aufgrund der gleichzeitigen Nutzung der Infrastruktur unmittelbar und für jeden sichtbar zu Staus. Im System Schiene sind solche Überlastungen nicht so leicht zu erkennen. Allerdings sind ihre Auswirkungen wesentlich schärfer. Sie führen nämlich nicht nur zu Zeitverzögerungen, die sich durch Verspätungen bei vertakteten Verkehren wellenförmig über das Netz ausbreiten, sondern darüber hinaus auch zur Verdrängung von Verkehren, für die Bedarfe und entsprechende Zahlungsbereitschaften bestehen.

In der Zukunft werden die Herausforderungen zunehmen. Denn genauso wie die Straßeninfrastruktur gerät auch das Schienennetz zunehmend in einen Klammergriff aus weiterhin starkem Verkehrswachstum und zunehmenden Mittelengpässen für seine Finanzierung. So gehen nahezu alle Szenarien für den Schienenverkehr bis 2025 von einem deutlichen Wachstum aus. Als Wachstumstreiber wird der Schienengüterverkehr (SGV) gesehen, der seine Expansion der vergangenen Jahre nach dem scharfen Einbruch in der Wirtschaftskrise 2009 wieder fortsetzen wird und im Vergleich zum Straßengüterverkehr bereits 2010 annähernd sein Vorkrisenniveau erreicht hat. Die weltweite Arbeitsteilung und die damit verbundenen Warenströme werden weiter zunehmen. Für Nordrhein-Westfalen bedeutet das nicht nur vermehrte regionale Quell-Ziel-Verkehre, sondern aufgrund seiner geografischen Lage auch eine Zunahme an Transitverkehren vor allem in Form von Seehafenhinterlandverkehren, für die besonders hohe Zuwachsraten prognostiziert werden. Dies wird zu erheblichen Belastungen im Schienennetz mit Gütertransporten führen. Für den Personenverkehr (SPV) werden zwar deutlich geringere Steigerungen erwartet, wobei hier der Schienenpersonennahverkehr (SPNV) der Wachstumstreiber sein wird. Mehr Wettbewerb im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV), die dringend erforderliche Neuverteilung der Regionalisie-

⁶ Vgl. MWEBWV NRW (2011a).

⁷ Vgl. Kommission Zukunft der Bahn in Nordrhein-Westfalen (2001).

rungsmittel nach tatsächlichen Bedarfen sowie die Erschließung von Effizienzpotenzialen durch die Aufgabenträger im Schienenpersonennahverkehr könnten jedoch bewirken, dass zumindest ein Teil des erwarteten Zuwachses an Personenkilometern sich in einer Zunahme an Zugkilometern niederschlägt. Prognosen für den Ballungsraum Rhein-Ruhr gehen denn auch von einer starken Zunahme im SPNV aus.

Das Wachstum des Schienenverkehrs trifft allerdings zunehmend auf öffentliche Haushalte, die allein schon durch den demografischen Wandel und die in der Verfassung verankerte Schuldenbremse erheblichen Belastungen in der Zukunft ausgesetzt sein werden. Für die Schieneninfrastruktur bedeutet das, dass den verkehrsbedingt zunehmenden Engpässen im Netz zunehmende Mittelengpässe für die erforderlichen Infrastrukturinvestitionen gegenüber stehen. Für wichtige Projekte des aktuellen „Bedarfsplanes für die Bundesschienenwege“ in Nordrhein-Westfalen führt diese Entwicklung dazu, dass gegenwärtig eine Finanzierung bestenfalls der Planung, nicht aber für ihre Realisierung gesichert ist. Stehen, wie nach der aktuellen Haushaltsplanung des Bundes vorgesehen, für die laufenden und festdisponierten sowie neuen Vorhaben des vordringlichen Bedarfs bundesweit jährlich 1,1 Mrd. € zur Verfügung, könnten diese Projekte zu jenen gehören, die nach Einschätzung des Netzbeirates der DB AG erst nach 2040 umgesetzt sind. Dabei sind Preissteigerungen, Kostenrisiken, Mehrbelastungen durch ETCS und Lärmschutzmaßnahmen sowie internationale Projekte noch nicht einmal berücksichtigt.⁸

Auch wenn dieses Szenario nicht in aller Schärfe eintritt, bedarf es doch eines Programms, mit dem es gelingt, auch bei zunehmender Mittelknappheit Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Schienennetzes mit ihren negativen Folgen für den Standort Nordrhein-Westfalen, dauerhaft zu vermeiden. Für die Programmstrategie bedeutet das, dass man sich nicht von Wunschvorstellungen oder Wunschscenarien, sondern von Effizienzgesichtspunkten leiten lässt. Dazu gehören die Orientierung am tatsächlichen Bedarf, der vorrangige Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel dort, wo die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur am stärksten beeinträchtigt ist, und die Wahl der Maßnahmen nach ihrer Eignung, die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur bedarfsgerecht und nachhaltig zu sichern. Denn der Schienenverkehr kann nur wachsen und die an ihn gestellten Ansprüche erfüllen, wenn ein leistungsfähiges Infrastrukturangebot zur Verfügung steht. Die mangelnde Effizienz beim Einsatz von öffentlichen wie privaten

⁸ Vgl. Netzbeirat (2010), S. 6, UBA (2010), S. 138.

Ressourcen ist schon unter normalen Bedingungen schädigend für Wirtschaft und Gesellschaft.

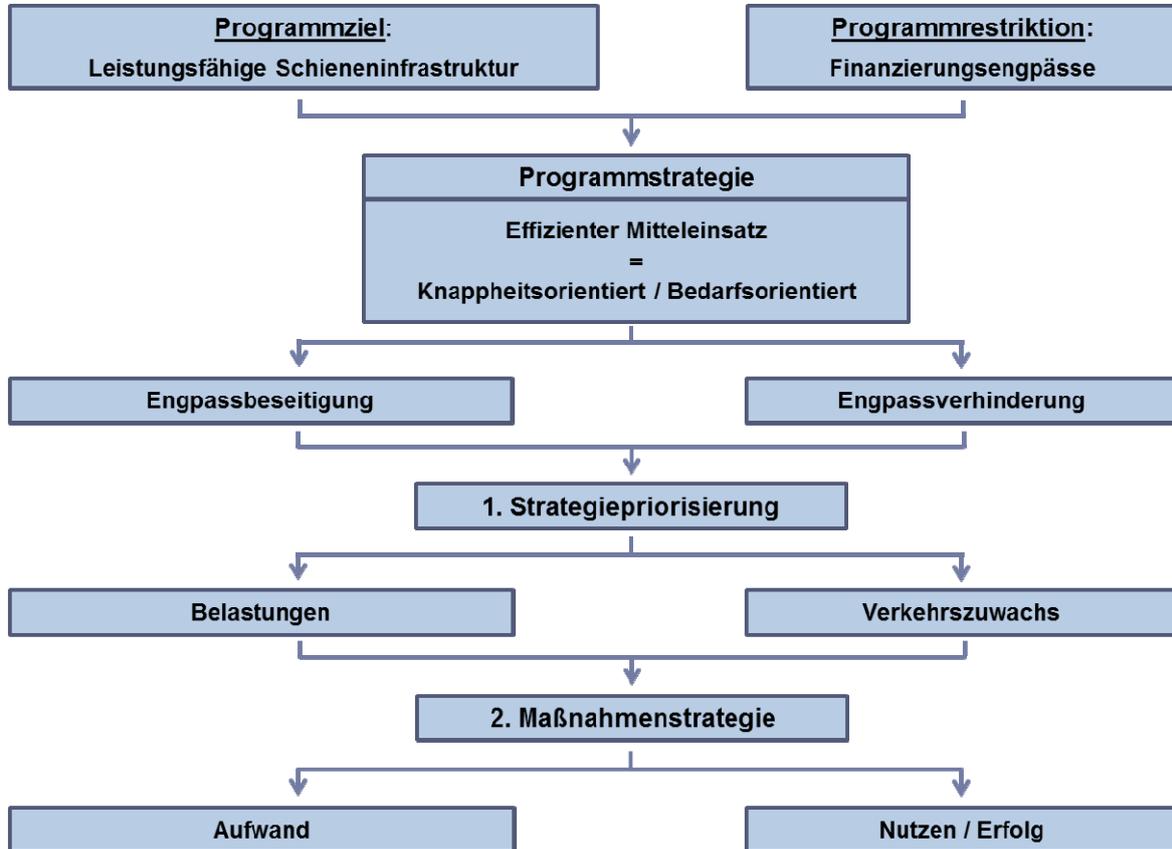
Eine effizienzorientierte Strategie zur Sicherung der Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur muss dort ansetzen, wo die Leistungsfähigkeit am stärksten beeinträchtigt wird (Übersicht 1). Das ist dort gegeben, wo das vorhandene Infrastrukturanangebot das Verkehrsaufkommen nicht reibungsfrei bewältigen kann, also bei Kapazitätsüberlastungen auf Strecken und in Knoten. Ihre Vermeidung ist vorrangig, entweder indem man vorhandene Engpässe beseitigt oder das Entstehen von Engpässen frühzeitig verhindert. Unter dem Diktat der Mittelknappheit bedeutet das für die Strategie der Engpassvermeidung, dass sie zunächst die belastungsstärksten Strecken und Knoten der Hauptverkehrsrelationen und jene Verkehre priorisiert, die den stärksten Zuwachs und dementsprechend den größten Bedarf an zusätzlichen Trassen erwarten lassen.⁹ Sind dort die Engpässe weitgehend abgearbeitet, erreicht die Engpassstrategie auf der nächsten Stufe die Verkehre mit schwächeren Zuwachsraten. Der Einsatz der Maßnahmen muss sich auf den einzelnen Stufen jeweils danach richten, inwieweit es ihnen gelingt, die Engpassbeseitigung mit dem geringstmöglichen Aufwand zu erreichen. Auf diese Weise kann im Zeitablauf in einem offenen Prozess die Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur problemorientiert und bedarfsgerecht verbessert werden.

Die konkreten Inhalte eines solchen Programms sind Gegenstand einer Strategie zur Sicherung der Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs in Nordrhein-Westfalen, die im Weiteren entwickelt und vorgestellt wird. Dazu werden zunächst die Wachstums-, Wohlfahrts- und Beschäftigungseffekte von Investitionen in das Schienennetz für das Bundesland verdeutlicht und der gegenwärtige technische Netzzustand bestimmt. Im Anschluss erfolgt eine Analyse der gegenwärtigen Netzbelastung und -auslastung, um bereits heute bestehende überlastungsbedingte Leistungsdefizite zu identifizieren. Die Ergebnisse sind Grundlage für die Prognose künftiger Leistungsbeeinträchtigungen in Form von Engpässen und Überlastungen, die sich aus dem Zusammentreffen von erwartetem Verkehrswachstum und infrastruktureller Unterfinanzierung bis 2025 ergeben. Um diese Leistungsbeeinträchtigungen zu verhindern, wird abschließend ein Programm vorgeschlagen, das die Schieneninfrastruktur trotz zunehmender Mittelengpässe in die Lage versetzt, dem Schienenverkehr jene Voraussetzungen zu verschaf-

⁹ Eine vergleichbare strategische Priorisierung von Engpässen sowie Hauptrelationen bzw. Korridoren findet sich auch bei Deutsches Verkehrsforum (2009), S. 4, UBA (2010), Mann (2011), S. 17.

fen, die er benötigt, um den künftigen Mobilitätsanforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft gerecht zu werden.

Übersicht 1: Strategiekonzept Leistungsfähiges Schienennetz NRW 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

2. Volkswirtschaftliche Bedeutung der Verkehrsinfrastruktur

Schienenwege, Straßen, Wasserstraßen, Häfen und Flughäfen sind die Voraussetzung für die in arbeitsteiligen Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen notwendige Mobilität, indem sie meist über längere Zeiträume hinweg eine Vielfalt an gleichzeitigen, zeitunabhängigen und unterschiedlichen Möglichkeiten zur Raumüberwindung eröffnen und somit als „generelle Vorleistungen“ bzw. „gesellschaftliche Produktionsfaktoren“ in die Produktions- und Konsumaktivitäten eingehen.¹⁰ Über die kurzfristigen Wachstums- und Beschäftigungseffekte von Infrastrukturinvestitionen als Bestandteil der volkswirtschaftlichen Gesamtnachfrage hinaus erzeugen der Infrastrukturkapitalstock und seine Ausweitung langfristig Wachstum und Wohlstand, indem sie die Produktivität der privaten Faktoren Arbeit und Kapital erhöhen, die Produktionskosten verringern und den Bürgern die Mobilität ermöglichen, die sie zur Befriedigung ihrer materiellen und sozialen Bedürfnisse benötigen. Darüber hinaus spielt die Verkehrsinfrastruktur eine zentrale Rolle im regionalen Standortwettbewerb. Bei entsprechender Leistungsfähigkeit attrahiert sie Unternehmen und mobile Arbeitskräfte, wodurch wiederum der Output in der Region steigt.

2.1 Wachstumseffekte

Der positive Einfluss des Verkehrsinfrastrukturkapitalstocks und von entsprechenden Infrastrukturinvestitionen wird durch eine Vielzahl von empirischen Untersuchungen weltweit bestätigt.¹¹ Wie ein aktueller Überblick über die empirische Literatur zeigt, sind die Effekte zwar nicht so stark, wie frühere Studien verschiedentlich ermittelt haben. Auch differieren ihr Ausmaß und ihre Wirkungsmechanismen zwischen Ländern, Regionen, Zeiträumen und Sektoren und nimmt der volkswirtschaftliche Grenzertrag jeder zusätzlichen Investition mit steigendem Umfang und steigender Qualität der vorhandenen Infrastruktur ab. Die Mehrheit kommt aber nicht nur zu dem eindeutig positiven Ergebnis, dass die Verkehrsinfrastruktur deutliche wachstumstreibende Impulse generiert. Entgegen einer weit verbreiteten Auffassung führen öffentliche Investitionen in die Verkehrsinfrastrukturinvestitionen sogar nicht zu einer Verdrängung

¹⁰ Vgl. zum folgenden Hartwig/Armbrecht (2005) und Hartwig (2009).

¹¹ Vgl. RWI (2010), Bom/Lighthart (2008), CAWM (2008), Bhatta/Drennan (2003), Hartwig/Armbrecht (2005).

privater Investitionen (Crowding Out), sondern sie bewirken Anreize für die private Kapitalbildung (Crowding In).

Legt man die Meta-Studie von Bom/Lighthart (2008) zugrunde, beträgt die mittlere Outputelastizität für die öffentliche Kerninfrastruktur, zu der neben den Versorgungsnetzen auch die Verkehrsinfrastruktur gehört, 0,083.¹² D. h., eine 1 %-ige Erhöhung des öffentlichen Kerninfrastrukturkapitalstocks bewirkt zunächst einen Anstieg des Bruttoinlandsproduktes von 0,083 %, der sich dann über die gesamte Nutzungsdauer der Infrastruktur verteilt und sukzessive abschwächt. Übertragen auf Deutschland, das im Jahr 2009 über einen realen Infrastrukturkapitalstock von 508 Mrd. € verfügte, davon 316 Mrd. € Straßeninfrastruktur und 87 Mrd. € Schienenwege der Eisenbahnen, hätte dies folgendes bedeutet: Eine Investition in die Verkehrsinfrastruktur in Höhe von 1 Mrd. € induziert eine Zunahme des Kapitalstocks von 0,2 % und ein zusätzliches Wirtschaftswachstum von 0,016 %, was bei dem im Jahr 2009 erwirtschafteten realen Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 2.274 Mrd. € einen Outputeffekt von zunächst 372 Mio. € ergibt. In den Folgejahren schwächt sich dieser Wachstumseffekt durch die Abnutzung des Kapitalstocks ab, bis die Investition schließlich vollständig abgeschrieben ist. Wird eine arithmetisch-progressive Abschreibungsrate unterstellt, weil sich das Verkehrsinfrastrukturkapital über seine Nutzungsdauer mit zunehmender Intensität abbaut, steigt der Abschreibungsbetrag jährlich um einen fixen Betrag bis zum Ende der Nutzungsdauer. Bei einer Diskontrate, die sich am durchschnittlichen Schuldzinsniveau des Bundes von 4,2 % im Jahr 2009 orientiert, gilt für die Berechnung des akkumulierten Wachstumseffektes:¹³

$$GE = \sum_{i=0}^{L-1} AI \left[1 - \frac{i(1+i)}{L(1+i)} \right] \left(\frac{1}{1+r} \right)^i$$

- GE: Akkumulierter Gesamteffekt,
 AI: Anfangsimpuls,
 L: Lebensdauer,
 i: Zeitindex,
 r: Diskontrate.

¹² Vgl. Bom/Lighthart (2008).

¹³ Zur Methodik vergleiche RWI (2010).

In einer expliziten Untersuchung der deutschen Verkehrsinfrastruktur unterscheidet das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) bei der Lebensdauer von Verkehrsinfrastruktureinrichtungen zwischen 3 hypothetischen Nutzungsszenarien von 20, 30 und 40 Jahren. Übertragen auf diese Szenarien summiert sich der Gesamteffekt auf 3,86 Mrd. €, 5,04 Mrd. € bzw. 5,92 Mrd. € (Tabelle 1).

Tabelle 1: Outputeffekte von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen

+ 1 Mrd. €		Outputelastizität = 0,083		
Verkehrsinfrastruktur-				
Investitionen in 2009				
Outputeffekt	Startimpuls	0,371 Mrd. €		
	2009			
	Gesamteffekt	Lebensdauer (Jahre)		
		20	30	40
	3,86 Mrd. €	5,04 Mrd. €	5,92 Mrd. €	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Spezifische Empirische Studien für die unterschiedlichen Verkehrsträger existieren bislang nur für die Straßeninfrastruktur. Die Ergebnisse hier differieren erheblich. Während Fernald (1999) eine Outputelastizität von 0,35 für den US-amerikanischen Autobahn- und Straßenkapitalstock ermittelt, liegt der Wert nach einer Schätzung von Garcia-Mila/McGuire (1992) lediglich bei 0,04.¹⁴ Für die deutsche Straßeninfrastruktur schätzen Goodwin (2001) und Stephan (1997) Outputelastizitäten zwischen 0,53 und 0,68 bzw. 0,083 und 0,11.¹⁵ Für die Schieneninfrastruktur hat das RWI in einer jüngeren Studie aus dem Jahr 2010 versucht, Wachstumseffekte zu identifizieren, dabei jedoch keine signifikanten Ergebnisse feststellen können. Allerdings geht das Wirtschaftsforschungsinstitut von indirekten Wachstumseffekten aus, die darin bestehen, dass ein Ausbau des Schienennetzes die zunehmenden Kapazitätsprobleme auf den Straßen und die damit verbundenen Wachstumsbeeinträchtigungen abmildern könne.¹⁶

¹⁴ Vgl. Fernald (1999) und Garcia-Mila/McGuire (1992).

¹⁵ Vgl. Goodwin et al. (2001) und Stephan (1997).

¹⁶ Vgl. RWI (2010).

2.2 Wohlfahrtswirkungen

Reine Wachstumsbetrachtungen berücksichtigen ausschließlich infrastrukturelle Effekte, die im Rahmen der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung in die Berechnung des Bruttoinlandsprodukts eingehen. Die Investitionskosten von Infrastrukturprojekten, Umweltbelastungen, Lärm oder ungedeckte Unfall- und Wegekosten werden ebenso wenig erfasst wie Nutzengewinne, die durch Mobilitätsverbesserungen, Reisezeitverkürzungen oder die Erschließung peripherer Regionen entstehen. Ein Instrument, das diese Nachteile vermeidet, sind Nutzen-Kosten-Analysen. Sie sind daher das am meisten genutzte Instrumente zur Bewertung von öffentlichen Infrastrukturinvestitionen. Da sie projektscharf alle Nutzen und Kosten einer Maßnahme ermitteln, liefern sie zudem Informationen über die Wohlfahrtseffekte von Infrastrukturinvestitionen für die einzelnen Verkehrsträger.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind Investitionen in die öffentliche Infrastruktur nur dann sinnvoll, wenn die Summe der Nutzen größer ist als die Kosten der Maßnahme. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) stellt die mit der Investition verbundenen Nutzen den Kosten gegenüber, um bei konkurrierenden Projekten entscheiden zu können, welche Maßnahme die größere ökonomische Vorhehlhaftigkeit aufweist:

$$NKV = \frac{GW(BN)}{GW(K)}$$

NKV: Nutzen-Kosten-Verhältnis,

GW: Gegenwartswert,

BN: Bruttonutzen,

K: Kosten.

Übersteigt das NKV den Wert Eins, so sind die Gegenwartswerte aller Bruttonutzen größer als die Gegenwartswerte aller Kosten. Demnach besitzt das Infrastrukturprojekt einen positiven Nettogegenwartswert, der als volkswirtschaftlicher Vorteil interpretiert werden kann. Projekte, die einen Wert kleiner Eins aufweisen, gelten als volkswirtschaftlich unrentabel, da die gesamtwirtschaftlichen Kosten die generierten Nutzen übersteigen. Je größer das NKV, desto vorteilhafter ist die Maßnahme.

Verwendet man die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analysen des aktuellen Bundesverkehrswegeplanes für die Jahre 2001 bis 2015 (BVWP´03) und des Abschlussberichts zur Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege aus dem Jahr 2010, lassen sich die gesamtwirtschaftlichen Nutzenwirkungen von Infrastrukturinvestitionen für alle Maßnahmen gemeinsam sowie getrennt nach Verkehrsträgern berechnen.¹⁷ Für Investitionen in die Schieneninfrastruktur werden dazu in einem ersten Schritt die durchschnittlichen Nutzen-Kosten-Relationen der 24 Schienenprojekte des vordringlichen Bedarfs aus dem BVWP´03 bestimmt. Dies erfolgt durch eine Gewichtung der projektspezifischen Nutzen-Kosten-Verhältnisse mit den jeweiligen Investitionskosten, um eine Über- oder Unterschätzung einzelner Projekte zu vermeiden. Danach beträgt das durchschnittliche Nutzen-Kosten-Verhältnis für alle Schienenprojekte bundesweit 3,01. Bei einer mittleren Nutzungsdauer von 30 Jahren ergibt sich daraus ein jährliches Nutzen-Kosten-Verhältnis von 0,1003, was bedeutet, dass eine Investition in Höhe von 1 Mrd. € für Neu- und Ausbau der Schieneninfrastruktur im Jahr der Erstellung und in den Folgejahren zu einem volkswirtschaftlichen Nutzen von 100,3 Mio. € p. a. führt. Der Amortisationszeitraum beträgt in diesem Fall 9,97 Jahre. Über die gesamte Nutzungsdauer der Infrastruktureinrichtungen liegen der Bruttonutzen bei 3,01 Mrd. € und der Nettonutzen bei 2,01 Mrd. €¹⁸

Das durchschnittliche Nutzen-Kosten-Verhältnis für Schieneninfrastrukturprojekte des vordringlichen Bedarfs des BVMWP´03, die vollständig oder zumindest teilweise in NRW durchgeführt werden sollen, liegt dieses bei 3,38 (Tabelle 2). Das entspricht einem jährlichen Nutzen-Kosten-Verhältnis für NRW-Bauvorhaben von 0,113, was bei einem Investitionsvolumen von 1 Mrd. € einen jährlichen Nutzeneffekt von 113 Mio. € bedeutet. Damit hätten sich die Aufwendungen im Durchschnitt bereits nach 8,88 Jahren amortisiert. Der Bruttonutzen beträgt über die Gesamtnutzungsdauer 3,38 Mrd. € und liegt demnach um 370 Mio. € über dem Bundesdurchschnitt. Der Nettonutzen beträgt 2,38 Mrd. € (Tabelle 3).

Tabelle 2: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach dem BVWP´03

Aus- oder Neubaustrecke	Investitionsvolumen (in Mio. €)	NKV
ABS Rotenburg – Minden	348,3	4,0

¹⁷ Vgl. BMVBS (2003a) und BVU/Intraplan (2010), zur Vorgehensweise vgl. Hartwig/Armbrecht (2005).

¹⁸ Zur Methodik siehe Hartwig/Armbrecht (2005).

ABS/ NBS Seelze – Wunstorf – Minden	901,3	1,3
ABS (Amsterdam –) Grenze D/ NL – Emmerich – Oberhausen	794,6	5,3
ABS Hagen – Gießen (1. Baustufe)	321,9	2,6
ABS (Venlo -) Grenze NL/ D – Kaldenk. – Viersen/ Rheydt – Rheydt-Odenk.	19,1	17,5
ABS Münster – Lünen (- Dortmund)	177	4,0
Investitionsvolumen/ Ø-Nutzen-Kosten-Verhältnis	2.562,2	3,38

Quelle: BMVBS (2003a).

Die Ausbaustrecken Hagen - Gießen (1. Baustufe) und Münster - Lünen (- Dortmund) fallen teilweise in das Gebiet des Verkehrsverbandes Westfalen. Mit errechneten Nutzen-Kosten-Relationen von 2,6 bzw. 4,0 entsprechen beide Projekte in etwa der Größenordnung des NRW-Durchschnitts. Erwartungsgemäß fallen die Nutzen einer Investitionsmaßnahme in die Schieneninfrastruktur (eingesparte PKW- und LKW-Betriebskosten, Reisezeitverkürzungen, etc.) direkt in der betroffenen Region an. Die Nettonutzeneffekte der beiden Projekte im Verkehrsverband Westfalen würden demnach die geplante Investitionssumme von einer halben Mrd. € um etwa den dreifachen Wert übersteigen.

Tabelle 3: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach dem BVWP '03

+ 1 Mrd. € Investition in Schieneninfrastruktur	Nutzeneffekte (BVWP '03)		
	Jährlich	Gesamt	Amortisationsdauer
		(30 Jahre)	(Jahre)
Deutschland	100,3 Mio. €	3.010 Mio. €	9,97
Nordrhein-Westfalen	113 Mio. €	3.380 Mio. €	8,88

Quelle: Eigene Berechnungen.

Der im September 2004 beschlossene Bedarfsplan für die Bundesschienenwege enthält neben den 33 im BVWP '03 aufgeführten Schieneninfrastrukturprojekten noch weitere 48 Projekte, die das deutsche Parlament als bauwürdige Vorhaben ansieht, für die aber keine Nutzen-Kosten-Analysen zur Verfügung stehen.

Das Bundesschienenwegeausbaugesetz (BSchwAG) schreibt eine Überprüfung der im Bedarfsplan enthaltenen Schienenprojekte vor. Die Überprüfung folgt dabei der Methodik des geltenden Bundesverkehrswegeplans. In den Jahren 2009 und 2010 erfolgte die Überprüfung, und es kam zur Neubewertung aller Vorhaben, die nicht in absehbarer Zeit fertiggestellt werden.¹⁹ Nach der Neubewertung weisen noch 29 der 38 ein NKV von >1 auf, wovon 8 Bauvorhaben mit einem optimierten Projektzuschnitt realisiert werden sollen. Die restlichen 9 Schienenprojekte mit einem neubewerteten NKV von <1 werden vorerst zurückgestellt. Für die verbliebenen Planfälle des vordringlichen Bedarfs verbleibt nach dem oben angewendeten Berechnungsverfahren nur noch ein bundesweit durchschnittlicher (NRW-spezifische Projekte in Klammern) Nutzen-Kosten-Koeffizient von 2,07 (1,79) gegenüber 3,01 (3,38) gemäß BVWP´03. Bei einer mittleren Nutzungsdauer der Infrastrukturgüter von 30 Jahren fällt das jährliche Nutzen-Kosten-Verhältnis von 0,1003 (0,113) auf 0,069 (0,060). Dementsprechend sinkt der Bruttonutzen auf 2,07 Mrd. € (1,79 Mrd. €). Bei einem Investitionsvolumen von 1 Mrd. € ergibt sich damit ein Nettonutzen von 1,07 Mrd. € (0,79 Mrd. €) (Tabelle 4). Eine neue Überprüfung aller Projekte ist für 2014 vorgesehen.

Die erhebliche Verschlechterung der Nutzen-Kosten-Relationen begründen die Gutachter von BVU/Intraplan vordringlich mit starken Kostensteigerungen im Vergleich zu der früheren Begutachtung im BVWP´03. Zu den vorübergehend „eingefrorenen“ Projekten gehören in Nordrhein-Westfalen die Projekte ABS Minden - Haste/ ABS/NBS Haste – Seelze und ABS (Venlo-) Grenze D/NL-Kaldenkirchen-Viersen/Rheydt-Rheydt-Odenkirchen sowie das im Gebiet des Verkehrsverbandes Westfalen liegende Ausbauvorhaben Hagen - Gießen (1. Baustufe). Die Aussetzung des Vorhabens folgt als Konsequenz aus der Herabsetzung der Nutzen-Kosten-Relation auf -4,1. Auch für die Strecke Münster - Lünen (- Dortmund) ist das Nutzen-Kosten-Verhältnis von 4,0 auf 1,1 stark nach unten korrigiert worden. Allerdings liegt es noch im volkswirtschaftlich rentablen Bereich.

Tabelle 4: Nutzeneffekte von Investitionen in Schieneninfrastruktur nach der Bedarfsplanüberprüfung 2010

+ 1 Mrd. € Investition in Schieneninfrastruktur	Nutzeneffekte (Bedarfsplanüberprüfung 2010)
--	--

¹⁹ Vgl. BVU/Intraplan (2010). Berücksichtigung der Nutzen-Kosten-Verhältnisse aus der Hauptrechnung.

	Jährlich	Gesamt	Amortisationsdauer
		(30 Jahre)	(Jahre)
Deutschland	69 Mio. €	2.070 Mio. €	14,49
Nordrhein-Westfalen	60 Mio. €	1.786 Mio. €	16,8

Quelle: Eigene Berechnungen.

2.3 Beschäftigungswirkungen

Ein Teil der Beschäftigungswirkungen, die von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen ausgehen, sind bereits in den Nutzen-Kosten-Analysen enthalten. Das sind zum einen die Löhne der am Projekt beteiligten Beschäftigten als Bestandteil der Projektkosten, zum anderen die Ausgaben, welche die kommunale Beschäftigungsförderung durch das Bauvorhaben einspart als Bestandteil der Projektnutzen. Um die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestition zu erfassen, greift diese Betrachtung allerdings zu kurz. Hier vermitteln Input-Output-Analysen einen umfassenderen Eindruck.

Die Input-Output-Analyse bildet gesamtwirtschaftliche Nachfrageänderungen sowie ihre Auswirkungen auf Produktion und Beschäftigung in den von der Investitionsnachfrage mittelbar und unmittelbar betroffenen Wirtschaftszweigen ab. Für die nachfolgende Ermittlung der Beschäftigungseffekte von Investitionen in die Schieneninfrastruktur wird die im vergangenen Jahr erschienene Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2006 herangezogen. Eine Anpassung der Daten auf den heutigen Stand ist nicht notwendig, da aktuelle Statistiken darauf hindeuten, dass sich die Arbeitsproduktivität in den relevanten Wirtschaftszweigen seither nur marginal verändert hat. Diese Stagnation ist auf die Weltwirtschaftskrise der letzten Jahre und dabei insbesondere auf den Rückgang der Arbeitsproduktivität im Krisenjahr 2009 zurückzuführen.

Für die Betrachtung der Beschäftigungswirkungen sind drei Arten von Effekten relevant: Direkte und indirekte Beschäftigungseffekte, die im Zusammenhang mit der Produktion von Investitions- und Vorleistungsgütern entstehen, und induzierte Beschäftigungseffekte, die daraus resultieren, dass die mit der Produktion von Investitionsgütern und

Vorleistungen entstandenen zusätzlichen Einkommen von den Beschäftigten für Konsumzwecke verausgabt werden.

Die direkten Beschäftigungseffekte von Investitionen in die Schieneninfrastruktur sind fast ausschließlich das Ergebnis zusätzlicher Baumaßnahmen für die Verkehrswege. Sie werden vorwiegend von inländischen Bauunternehmen durchgeführt. Auf sie entfallen 98,2 % der Investitionsnachfrage, so dass eine Infrastrukturinvestition in Höhe von 1 Mrd. € einen direkten Produktionseffekt in Höhe von 982 Mio. € bewirkt. Entsprechend der Arbeitskoeffizienten der Input-Output-Tabelle ist damit ein direkter Beschäftigungseffekt in Höhe von 9.733 Arbeitsplätzen in der Bauwirtschaft verbunden.²⁰

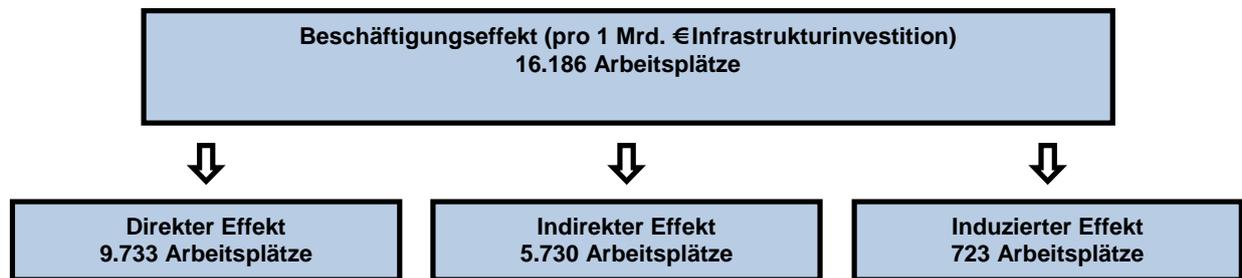
Indirekte Beschäftigungseffekte von Infrastrukturinvestitionen fallen bei den Vorleistungsproduzenten der Bauunternehmen an, wozu auch die Produzenten ihrer Investitionsgüter gehören. Bei den Vorleistungsproduzenten der Bauwirtschaft, vor allem im Produzierenden und Verarbeitenden Gewerbe sowie bei den Unternehmensdienstleistern, erreicht der Produktionseffekt einen Wert von 839 Mio. €, woraus ein Beschäftigungseffekt in Höhe von 5.730 Erwerbstätigen resultiert.

Der Beschäftigungseffekt im Baugewerbe und in den Vorleistungssektoren erhöht das gesamtwirtschaftlich verfügbare Einkommen der privaten Haushalte, das nach Berücksichtigung der Abgabenquote, der Sparquote und des trotz Arbeitslosigkeit möglichen Grundkonsums für bislang Nicht-Erwerbstätige für zusätzlichen Konsum verausgabt wird. Dieser Anstieg der volkswirtschaftlichen Endnachfrage der privaten Haushalte verteilt sich zu 11 % auf Importe und zu 89 % auf die heimische Konsumgüterproduktion, woraus sich ein induzierter Beschäftigungseffekt von 723 Arbeitsplätzen ergibt.

Eine Investition von 1 Mrd. € in die Schieneninfrastruktur erzeugt damit kurzfristig insgesamt 16.186 Arbeitsplätze, wovon 9.733 Arbeitsplätze direkt beim Bau der Verkehrswege, 5.730 Arbeitsplätze indirekt bei der Produktion der dafür erforderlichen Vorleistungs- und Investitionsgüter sowie 723 Arbeitsplätze bei der induzierten Herstellung von Konsumgütern entstehen (Abbildung 1).

²⁰ Die sektoralen Arbeitskoeffizienten geben Auskunft über die Beschäftigung, die mit einem Produktionswert in Höhe von 1 Mio. € zusammenhängt. Im Jahr 2006 betrug der sektorale Arbeitskoeffizient in der Bauwirtschaft 9,92. Ein Produktionswert von 1 Mrd. € resultiert demnach in einem Beschäftigungseffekt in Höhe von 9.920 Erwerbstätigen.

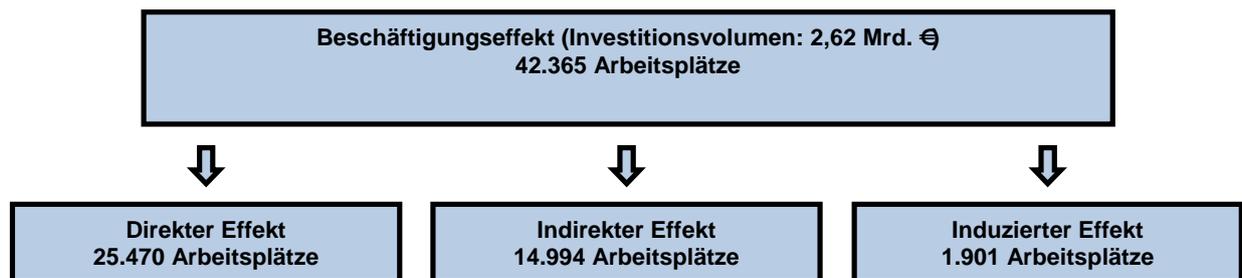
Abbildung 1: Deutschlandweite Beschäftigungseffekte durch Infrastrukturinvestitionen



Quelle: Eigene Berechnungen.

Würden alle NRW-spezifischen Investitionsprojekte des vordringlichen Bedarfs nach der Bedarfsplanüberprüfung durchgeführt, wären damit Investitionen in Höhe von 2,62 Mrd. € verbunden. Dadurch wiederum entstünden 42.365 Arbeitsplätze (Abbildung 2).

Abbildung 2: Deutschlandweite Beschäftigungseffekte nach Realisierung der geplanten Maßnahmen



Quelle: Eigene Berechnungen.

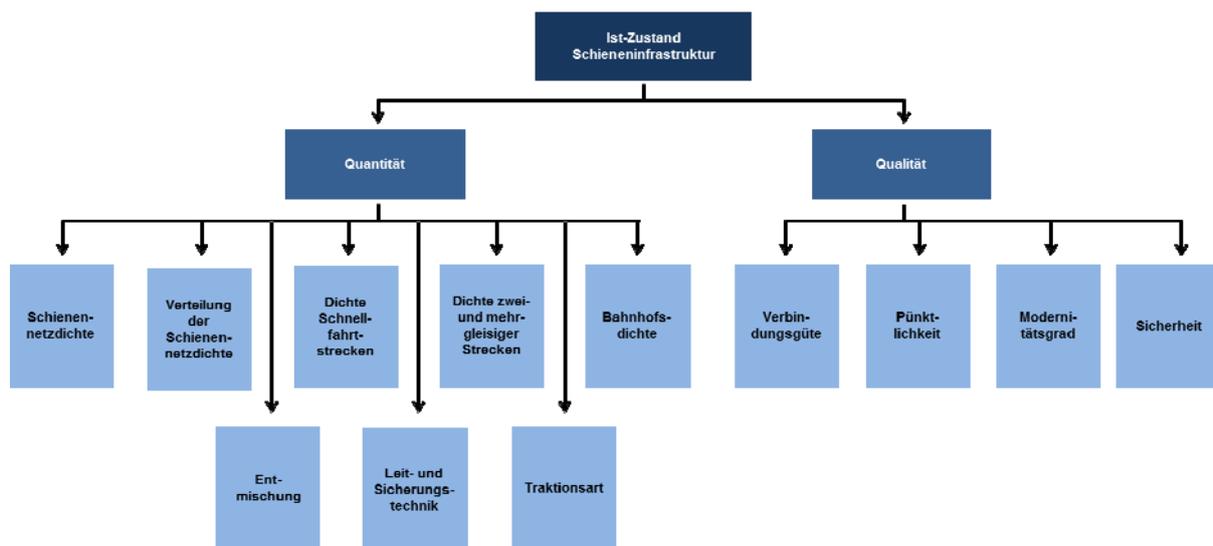
Allerdings ist zu beachten, dass es sich bei den durch Investitionsnachfrage ausgelösten Beschäftigungseffekten nur um Einmaleffekte handelt. Langfristig können diese Arbeitsplätze nur durch dauerhafte Investitionen in gleicher Höhe gesichert werden. Außerdem können die Beschäftigungseffekte nicht in voller Höhe einzelnen Regionen zugeschrieben werden, da die Input-Output-Tabellen eine eindeutige regionale Zuschreibung nicht zulassen. Empirische Studien zeigen, dass ein wesentlicher Anteil des deutschlandweiten Gesamteffekts nicht direkt in der Region anfällt, in der die Maßnahme durchgeführt wird. In den Berechnungen zu den bisherigen Bundesverkehrswegeplänen wurde daher angenommen, dass nur etwa 40 % der Beschäftigungseffekte der betroffenen Region zugerechnet werden können.²¹

²¹ BMVBS (2003b).

3. Gegenwärtiger Zustand der Schieneninfrastruktur in NRW

Vor einer Analyse der Belastung und Auslastung der Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen ist zunächst der gegenwärtige Netzzustand zu bestimmen. Erfasst wird das gesamte Eisenbahnnetz der DB AG im Untersuchungsraum. Die Strecken und Netze der nichtbundeseigenen Eisenbahnen und anderer Träger werden aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nicht berücksichtigt. Dadurch wird die Aussagefähigkeit der weiteren Analysen jedoch nicht beeinträchtigt, denn diese Strecken und Netze werden meist intern für werkseigene Verkehre genutzt und sind daher für Dritte nicht zugänglich. Zudem wird der weitaus überwiegende Teil der Verkehrsleistungen in Nordrhein-Westfalen auf dem Netz der DB AG erbracht.

Übersicht 2: Ist-Zustand Schieneninfrastruktur



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an IFMO (2007).

Der Zustand der Schieneninfrastruktur kann mithilfe verschiedener Indikatoren beschrieben und bewertet werden (Übersicht 2). Als Grundlage dazu dienen die Kriterien des „Verkehrsinfrastruktur-Benchmarking Europa“, das quantitative und qualitative Zustandsmerkmale unterscheidet.²² Zu den quantitativen Merkmalen gehören die Schienennetzdichte, die Verteilung der Schienennetzdichte, die Dichte der Schnellfahrstrecken, die Dichte zwei- und mehrgleisiger Strecken sowie die Bahnhofs-dichte. Für Nordrhein-Westfalen lässt sich darüber hinaus die quantitative Ausstattung des Schie-

²² Vgl. IFMO (2007); DB Netz AG (2011a).

nennetzes mit Leit- und Sicherungstechnik, Traktionsart und Mischverkehrsstrecken bestimmen. Die qualitativen Merkmale umfassen die Verbindungsgüte, die Pünktlichkeit, den Modernitätsgrad und die Sicherheit.

Als Datengrundlage dienen das Infrastrukturregister der DB Netz AG, nationale Statistiken (Statistisches Bundesamt, DIW), internationale Statistiken (Eurostat) sowie Angaben der Zweckverbände des Nahverkehrs (NWL, NVR, VRR). Zur Einschätzung der Ergebnisse werden die ermittelten Indikatorwerte für Nordrhein-Westfalen soweit möglich mit den entsprechenden Indikatorwerten für das deutsche Gesamtnetz und den Netzen ausgewählter Ländern aus dem Verkehrsinfrastruktur-Benchmarking Europa verglichen.

3.1 Quantitativer Netzzustand

Im Jahr 2011 umfasst die Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen eine Streckenlänge von 4.668,9 km.²³ Das Verhältnis von Streckenlänge und Fläche ergibt einen Indikator für die räumliche Erschließung mit Schieneninfrastruktur. Für Nordrhein-Westfalen beträgt die **Netzdichte** 136,97 m Infrastruktur pro km² Landesfläche. Der Vergleich zeigt, dass Nordrhein-Westfalen damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt von knapp 107 m pro km² liegt. Auch europaweit belegt Nordrhein-Westfalen bei der Infrastrukturdichte einen Spitzenplatz und rangiert sogar vor der Schweiz, die eine Schienennetzdichte von 124,70 m pro km² Landesfläche aufweist (Tabelle 5).

Die Dichte der Schieneninfrastruktur gibt allerdings keine Auskunft darüber, ob sich die Infrastruktur dort konzentriert, wo Bedarf an Schienenverkehr und damit an Schieneninfrastruktur besteht. Die höchste Infrastrukturdichte sollte sich daher in den bevölkerungsstarken Regionen befinden, während schwach besiedelte Regionen ein weniger dicht ausgebautes Schienennetz benötigen. Als Indikator dafür kann die **Verteilung der Schienennetzdichte** herangezogen werden. Sie setzt den mit dem Bevölkerungsanteil einer Region – hier in der regionalen Abgrenzung der drei Nahverkehrsverbände NWL, VRR und NVR – gewichteten Mittelwert der Infrastrukturdichte dieser Region ins Verhältnis zum landesweiten Mittelwert der Infrastrukturdichte:

²³ Grundlage der Analyse ist das Netz der Deutsche Bahn AG.

$$V_I = \frac{\sum \frac{b_r}{B_I} \cdot \frac{i_r}{I_I}}{\frac{f_r}{F_I}}$$

- V_I : Verhältnis zwischen dem mit der Bevölkerung gewichteten Mittel der Infrastrukturdichte und der Infrastrukturdichte auf Landesebene,
- B_I : Einwohner in Land I,
- b_r : Einwohner in Region r,
- I_I : Infrastruktumfang in Land I,
- i_r : Infrastruktumfang in Region r,
- F_I : Fläche in Land I,
- f_r : Fläche in Region r.

Nimmt der Indikator zur Verteilung der Dichte einen Wert größer Eins an, deutet dies darauf hin, dass eine dicht besiedelte Region überdurchschnittlich stark mit Schieneninfrastruktur ausgestattet ist, was auf eine bedarfsgerechte Versorgung hindeutet. Für Nordrhein-Westfalen beträgt der Indikatorwert 1,14, für Deutschland 1,40. Dementsprechend orientiert sich die Verteilung der Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen zwar am Bedarf, ist aber in den Ballungsräumen offensichtlich geringer mit Infrastruktur ausgestattet als der Bundesdurchschnitt. Das gilt auch im europaweiten Vergleich. Hier erreicht Schweden einen Indikatorwert von 1,70. Italien liegt mit einem Wert von 1,11 am Ende. Allerdings verfolgt der Indikator einen rein nachfrageorientierten Ansatz. Die Erschließung schwachbesiedelter Räume und der damit verbundene Aufbau überdurchschnittlicher regionaler Infrastrukturdichte können aus regionalpolitischer Sicht vorteilhaft sein und mit dem Argument der regionalen Daseinsvorsorge begründet werden.

Ein weiterer quantitativer Indikator für den Netzzustand ist die Ausstattung des Schienennetzes mit **Schnellfahrstrecken**. Dazu gehören alle Streckenabschnitte, auf denen die zulässige Höchstgeschwindigkeit 160 km/h übersteigt. Sie ermöglichen eine schnellere Raumüberwindung und damit eine Verringerung der Reisezeitkosten. Als zentraler Einflussfaktor der Verkehrsnachfrage spielt die Reisedauer insbesondere bei der Verkehrsmittelwahl eine zentrale Rolle. Die Dichte von Schnellfahrstrecken beträgt in Nordrhein-Westfalen 9,15 m Schnellfahrstrecke pro km² Fläche (Abbildung 3). Im

bundesweiten Vergleich ($6,18 \text{ m/km}^2$) und auch in Europa weist das Bundesland damit eine gute Ausstattung mit Schnellfahrtstrecken auf. Nur Europas Top-Performer Frankreich erreicht dank seines umfangreichen TGV-Netzes mit $11,92 \text{ m/km}^2$ die Spitzenposition. Die Konzentration von Schnellfahrtstrecken in bevölkerungsreichen Regionen ist wenig aussagefähig, da ihr Potenzial in der Regel nicht vollständig ausgeschöpft werden kann.²⁴ Aufgrund der zahlreichen Haltestationen im dicht besiedelten Raum wird ein Schnellzug, der etwa das Ruhrgebiet durchfährt, nie die hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten erreichen, die der gleiche Zug in dünner besiedelten Regionen erzielen könnte.

Abbildung 3: Schnellfahrtstrecken über 160 km/h



Quelle: Eigene Darstellung.

²⁴ Vgl. IFMO (2007).

Eine wesentliche Determinante für die Kapazität einer Schienenstrecke sind die Anzahl der Gleise und die Ausstattung mit Leit- und Sicherungstechnik. Mit zunehmender Gleiszahl steigt auch die mögliche Anzahl an Zügen, die sich auf einer Verbindung bewegen können. Demzufolge zeigt eine höhere **Dichte an zwei- und mehrgleisigen Strecken** eine größere Kapazität gegenüber den eingleisigen Streckenabschnitten im Schienennetz an. In Nordrhein-Westfalen sind 83,89 m Strecke pro km² Fläche mit zwei- und mehrgleisiger Infrastruktur ausgestattet, womit das Bundesland um 32,66 m/km² über dem gesamtdeutschen Durchschnitt liegt (Tabelle 5). Dies ist auch erforderlich, da das Bundesland infolge der höheren Bevölkerungsdichte auch ein bedeutend größeres Verkehrsaufkommen aufweist.

Zugang zum Schienenverkehr ist nur über die Nutzung der Schieneninfrastruktur und den Zugang zu Punktinfrastrukturen wie Bahnhöfen und Haltstellen möglich. In Nordrhein-Westfalen betreibt die DB AG 538 Bahnhöfe, woraus sich eine **Bahnhofsdichte** von 15,78 Bahnhöfen pro 1000 km² ergibt. In der Bundesrepublik liegt der Vergleichswert bei 15,98 Bahnhöfen pro 1000 km², was für das Bundesland eine nur geringfügig schwächer Ausstattung mit Zugangsstellen bedeutet. Europaweit kann sich Nordrhein-Westfalen damit im Mittelfeld positionieren. Die Schweiz liegt mit über 31,05 Bahnhöfen pro 1000 km² an der Spitze, dem dünn besiedelten Schweden genügen 1,37 Bahnhöfe auf 1000 km² Landesfläche (Tabelle 5).

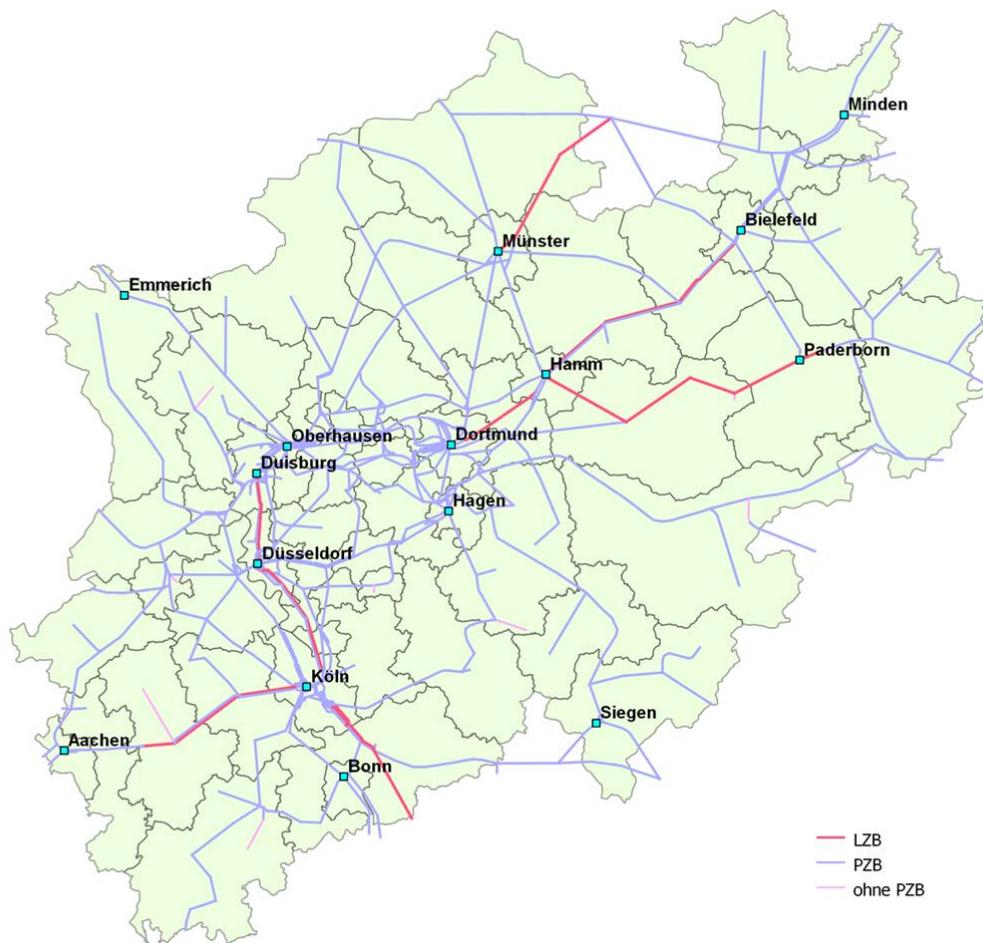
Tabelle 5: Quantitative Ausstattungsmerkmale der Schieneninfrastruktur

Indikator \ Region	Nordrhein-Westfalen	Deutschland	Top-Performer (Europa)
Schienennetzdichte	136,97 m/km ²	106,98 m/km ²	Schweiz
			124,70 m/km ²
Verteilung der Schienennetzdichte	1,14	1,41	Schweden
			1,70
Dichte Schnellfahrtstrecken	9,15 m/km ²	6,18 m/km ²	Frankreich
			11,92 m/km ²
Dichte 2- und mehrgleisige Strecken	83,89 m/km ²	51,23 m/km ²	Niederlande
			55,86 m/km ²
Bahnhofsdichte	15,78 Bahnhöfe/1.000km ²	15,98 Bahnhöfe/1.000km ²	Schweiz
			31,05 Bf/1.000km ²

Quelle: Eigene Berechnungen, IFMO (2007).

Bei der Ausstattung mit **Leit- und Sicherungstechnik** sind drei grundlegende Verfahren zu unterscheiden: Die Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB), die Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB) und das European Train Control System (ETCS).²⁵ Diese Zugsicherungssysteme sind notwendig, um einen störungsfreien und sicheren Zugverkehr zu garantieren. In Nordrhein-Westfalen ist die überwiegende Mehrheit (89,97 %) aller Schienenstrecken mit PZB-Technik ausgestattet. Lediglich auf 8,40 % der Schienenstrecken ist LZB-Technik installiert, die für das Befahren von Strecken mit über 160 km/h erforderlich ist. Darüber hinaus existieren nur noch wenige Strecken (1,63 %), die mit keiner dieser Techniken ausgestattet sind (Abbildung 4). Für die Zukunft ist die Einführung von ETCS geplant.

Abbildung 4: Leit- und Sicherungstechnik



²⁵ Mit der Verabschiedung der EG-Richtlinie zur „Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems“ im Jahr 1996 wurde die Vereinheitlichung der europäischen Zugsicherungstechnik durch das *European Train Control System* (ETCS) geplant. Diese Weiterentwicklung der LZB-Technik soll die nationalen Zugsicherungssysteme in Zukunft ablösen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die technische Ausstattung einer Schienenstrecke ist maßgebend für die Art des Verkehrs, der dort zulässig ist: Reiner Schienenpersonenverkehr, reiner Schienengüterverkehr oder Mischverkehre aus den beiden. Auf der überwiegenden Mehrzahl der NRW-Schienenstrecken ist aufgrund der Technik keine Entmischung (94,34 %) erforderlich. Der Anteil reiner Schienenpersonenverkehrsstrecken liegt bei nur 4,5 % und der Anteil reiner Schienengüterverkehrsstrecken bei lediglich 1,06 %. Allerdings findet auf einzelnen Streckenabschnitten faktisch eine **Entmischung** statt, d. h. auf einigen Mischverkehrsstrecken fahren nur Personen- oder nur Güterzüge, obwohl nach den technischen Voraussetzungen beide Verkehrsarten diese Strecken gemeinsam nutzen könnten.

Um technisch fortschrittliche Schienenfahrzeuge nutzen zu können, bedarf das Netz bestimmter infrastruktureller Voraussetzungen. Dazu gehört die **Traktionsart**, die auf einer Strecke eingesetzt werden kann. Darunter ist die Fortbewegungstechnik (Dampf, Diesel oder Elektrische Traktion), die den Zug antreibt, zu verstehen. So führt die Ausstattung mit Oberleitungen dazu, dass u. a. Hochgeschwindigkeitszüge, wie der ICE diese Trassen nutzen können. Auf nicht-elektrifizierten Schienenstrecken können demgegenüber nur weniger moderne Antriebstechnologien eingesetzt werden, wie Dampf- oder Diesellokomotiven. In Nordrhein-Westfalen verfügen knapp zwei Drittel aller Schienenstrecken (65,71 %) über Oberleitungstechnik, während 34,29 % der Schienenstrecken nicht elektrifiziert sind. Die nicht elektrifizierten Streckenabschnitte liegen allerdings abseits der Hauptverkehrsadern.

3.2 Qualitativer Netzzustand

Quantitative Indikatoren ermöglichen keine Aussage darüber, ob die Schieneninfrastruktur ohne Einschränkungen zur Verfügung steht. Mögliche Beeinträchtigungen bei der Nutzung können über diese Größen nicht erfasst werden. Zur eingehenden Analyse des Bestandsnetzes müssen daher qualitative Indikatoren herangezogen werden. Hauptverantwortlich für die Nachfrage nach Schienenverkehr ist der Bedarf nach Raumüberwindung. Dabei wird die Qualität der Schieneninfrastruktur maßgeblich durch den Zeitaufwand bestimmt, der bei der Inanspruchnahme des Verkehrsträgers Schiene einzuplanen ist, um andere Regionen zu erreichen. Der Zeitaufwand beim Schienentransport

wird zwar maßgeblich von den Transportunternehmen bestimmt, aber auch vom jeweiligen Netzzustand.

Der zentrale Indikator für den Beitrag der Verkehrsträger zur Qualität der Raumüberwindung ist die **Verbindungsgüte**. Sie bildet die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit – gemessen als mittlere Luftliniengeschwindigkeit – zwischen allen Unterregionen einer Oberregion ab. Die am tiefsten gegliederten Unterregionen sind in Europa die NUTS-III-Regionen. Sie umfassen die Kreise und kreisfreien Städte. Als Oberregionen gelten Bundesländer, Staaten oder Staatenverbünde wie die Europäische Union.

Datenbasis für die nachfolgenden Berechnungen sind die Distanz- und Reisezeitmatrizen der Spiekermann & Wegener Urban & Regional Research mit Angaben zu Verbindungen zwischen den Zentroiden sämtlicher NUTS-III-Regionen eines Staates. Als Grundlage für die Bestimmung der Reisezeiten dienen die Fahrpläne des Schienenpersonenverkehrs. Mögliche Verzögerungen, die durch umsteigebedingte Wartezeiten entstehen, werden nicht berücksichtigt, so dass es sich bei den Reisezeiten um Nettoreisezeiten handelt. Annahmegemäß ist eine Zielregion aus Sicht der Quellregion umso attraktiver, je geringer die Reisezeit und je größer die Bevölkerung ist, da sich hierdurch die Handlungsoptionen der Schiennutzer erhöhen. Die Formel zur Bestimmung der Verbindungsgüte lautet:

$$VG_I = \sum_r \frac{b_r}{B_I} \left[\frac{\sum_s b_s \exp(-\beta t_{rs}) d_{rs}}{\sum_s b_s \exp(-\beta t_{rs}) \frac{t_{rs}}{60}} \right]$$

- VG_I: Verbindungsgüte in Land I,
 b_r: Einwohner in Ausgangsregion r,
 B_I: Einwohner in Land I,
 b_s: Einwohner in Zielregion s,
 t_{rs}: Reisezeit zwischen den Regionen r und s,
 d_{rs}: Luftlinienentfernung zwischen den Regionen r und s,
 β: Widerstandsparameter.

Die Verbindungsgüte wird als mittlere Luftliniengeschwindigkeit angegeben, die als das Verhältnis von Luftlinienentfernung und realer Fahrtzeit definiert ist. In die Berechnungen gehen die Schienenverkehrsverbindungen zwischen allen 54 NUTS-III-Regionen Nordrhein-Westfalens ein. In Nordrhein-Westfalen beträgt die mittlere Luftliniengeschwindigkeit auf dem Schienennetz 30,29 km/h. Damit ist die Verbindungsgüte um

mehr als 40 km/h geringer als im Bundesdurchschnitt. Im europäischen Vergleich erreicht Nordrhein-Westfalen sogar nur die letzte Position der betrachteten Länder (Tabelle 6). Hauptgrund für die vergleichsweise geringe Verbindungsgüte dürfte die hohe Bevölkerungs- und Siedlungsdichte des Bundeslandes sein. Die Tatsache, dass sich überproportional viele Haltestationen in kurzen Abständen befinden und darüber hinaus zahlreiche langsame Zugverbindungen etwa über S-Bahn-Verkehre mit einer hohen Haltestellendichte eingerichtet sind, senkt die mittlere Luftliniengeschwindigkeit weit unter den Durchschnitt.

Ein gleichermaßen wichtiges Qualitätsmerkmal ist die Verlässlichkeit von Schienenverkehrsverbindungen. Infrastrukturbedingte Verspätungen durch technische Störungen oder Langsamfahrstellen beeinträchtigen die Mobilität auf betroffenen Streckenabschnitten erheblich. Eine geeignete Größe zur Erfassung von Infrastrukturproblemen wäre das Verhältnis aus infrastrukturell bedingten Verspätungen und Zugkilometerleistung. Allerdings existieren hierzu keine verlässlichen Daten. Hilfsweise kann nur die **Pünktlichkeit** über den Anteil der verspäteten Züge erfasst werden. Statistisch gelten Züge allgemein als pünktlich, wenn sie nicht mehr als 5 Minuten nach ihrer geplanten Ankunftszeit am Zielort eintreffen. Nach Angaben der drei großen Aufgabenträger im Schienenpersonennahverkehr (VRR, NWL, NVR) galt das im Jahr 2010 für 91,85 % ihrer Züge. Sie waren damit pünktlicher als im Bundesdurchschnitt, wo der Anteil der pünktlichen Verbindungen bei 89,00 % lag. Europaweit wiesen im Vergleichszeitraum die Schweizer Eisenbahnen mit etwa 4,5 % die geringsten Verspätungen auf (95,48 % Pünktlichkeit), während in Großbritannien nur 80,87 % der Züge ihre Destinationen pünktlich erreichten.

Der Indikator Pünktlichkeit ist aufgrund seiner Ausgestaltung allerdings nicht in der Lage, zwischen infrastrukturbedingten und transportbedingten Verspätungen zu unterscheiden, d. h. er berücksichtigt auch alle Verspätungen, die von den Transportunternehmen zu verantworten sind. Außerdem werden ausschließlich die Verspätungen im Schienenpersonennahverkehr erfasst. Verspätungen im Schienenpersonenfernverkehr und Güterverkehr bleiben ausgeklammert. Damit ist die Aussagefähigkeit des Indikators Pünktlichkeit für die hier vorliegende Fragestellung nach der Verlässlichkeit des Schienennetzes gering.

Tabelle 6: Qualitative Leistungsfähigkeitsindikatoren Schieneninfrastruktur

Indikator \ Region	Nordrhein-Westfalen	Deutschland	Top-Performer (Europa)
Verbindungsgüte	30,29 km/h	70,58 km/h	Deutschland
			70,58 km/h
Pünktlichkeit (Verspätung < 5 min.)	91,85 %	89,00 %	Schweiz
			95,48 %

Quelle: Eigene Berechnungen, IFMO (2007).

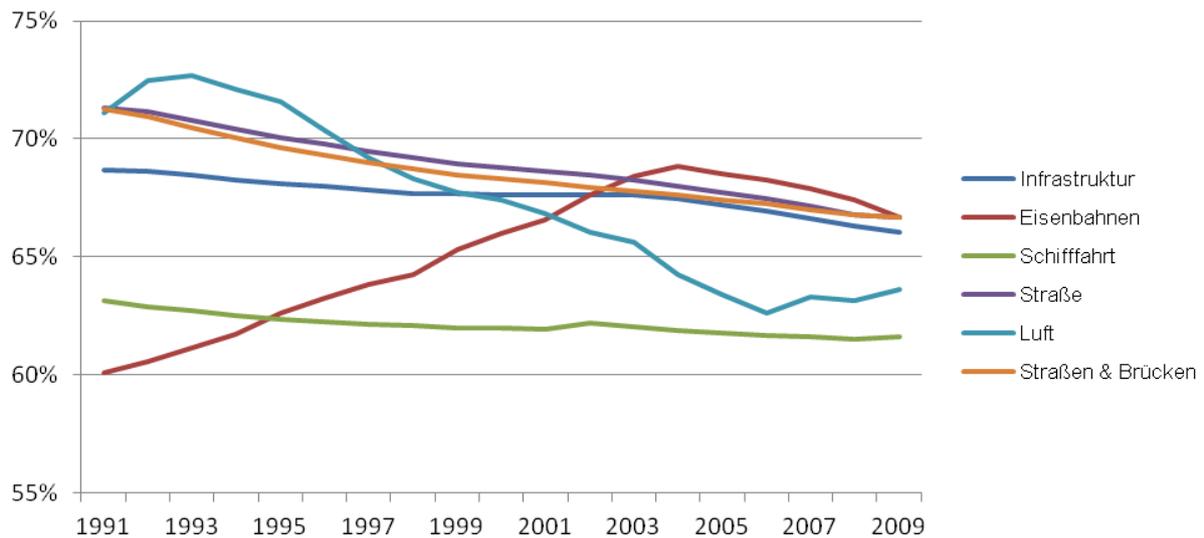
Als Indikator für den Alterszustand von Infrastruktureinrichtungen wird der **Modernitätsgrad** herangezogen.²⁶ Er bestimmt sich im Allgemeinen aus dem Verhältnis von Buchwert zu Wiederbeschaffungswert. Das entspricht dem Verhältnis von Nettoanlagevermögen und Bruttoanlagevermögen. Je größer der Quotient aus den beiden Vermögenskennzahlen ist, desto jünger, moderner und potentiell leistungsfähiger ist die vorhandene Verkehrsinfrastruktur. Dabei gibt der bauliche Zustand Aufschluss über die Qualität der Infrastruktur. Entspricht die Qualität nicht den Anforderungen, die an sie gestellt werden, können Reisezeitbeeinträchtigungen, Zugausfälle oder sogar Unfälle die Folge sein. Allerdings lässt sich aus einem bestimmten Modernitätsgrad nicht automatisch ein Investitionsbedarf ableiten. Der reale Investitionsbedarf hängt im Wesentlichen von der tatsächlichen Inanspruchnahme der Infrastruktur ab. Demnach muss in Verkehrsträger mit abnehmender volkswirtschaftlicher Bedeutung weniger stark investiert werden als in die Infrastruktur expandierender Verkehrsmärkte.

In Deutschland nimmt seit 1990 der Modernitätsgrad für die gesamte Verkehrsinfrastruktur ab. Eine Ausnahme bilden die Investitionen in die Schieneninfrastruktur, deren Modernitätsgrad von 1990 bis 2004 von gut 60 % auf knapp 69 % angestiegen ist. Seit 2005 steigt allerdings auch hier das Bruttoanlagevermögen stärker an als das Nettoanlagevermögen, womit sich die Entwicklung des Modernitätsgrades für den Verkehrsträger Schiene wieder in den allgemeinen Trend einreihet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Großteil der Schieneninfrastrukturinvestitionen nach der Wiedervereinigung in den „Aufbau Ost“ geflossen ist, um den Infrastrukturstandard dem westdeutschen Niveau anzupassen. 2009 betrug der Modernitätsgrad der Schieneninfrastruktur 66,67 %. Damit befindet sich Deutschland in dieser Kategorie im oberen Mittelfeld des

²⁶ Aussagen zum Modernitätsgrad können ausschließlich für Gesamtdeutschland getroffen werden, da die entsprechende Datenbasis für eine Differenzierung auf Länderebene nicht zur Verfügung steht.

europaweiten Vergleichs. Spitzenreiter Frankreich erreicht einen Modernitätsgrad von 81,47 %, während Schlusslicht Großbritannien nur bei 40,56 % liegt.

Abbildung 5: Modernitätsgrad der deutschen Verkehrsinfrastruktur



Quelle: Eigene Berechnungen nach DIW (2010).

Grundvoraussetzung für **Sicherheit** im Schienenverkehr ist der gute bauliche Zustand der Schieneninfrastruktur.²⁷ Daher wäre die Häufigkeit der infrastrukturbedingten Unfälle ein guter Indikator für den Investitionsbedarf der Schiene. Allerdings wird die Art von Unfällen auf der Schiene in der offiziellen Statistik nicht präzise genug erfasst, um sie der Infrastruktur eindeutig zurechnen zu können. Die Unfallzahlen sind jedoch in der Lage einen groben Eindruck über die Sicherheit eines Schienennetzes zu vermitteln. Dabei soll die Anzahl der Unfälle pro Million Zugkilometer als Vergleichswert dienen.

In Deutschland ereignen sich 1,31 Unfälle pro 1 Mio. Zugkilometer. In Frankreich und den Niederlanden sind die Unfälle mit 0,27 bzw. 0,30 pro 1 Mio. Zugkilometer deutlich geringer. Großbritannien liegt mit 2,65 Unfällen pro 1 Mio. Zugkilometern europaweit auf dem letzten Rang. Aus der Unfallstatistik ist allerdings zu entnehmen, dass die vergleichsweise schlechte Position des deutschen Schienenverkehrs bei den Unfallzahlen weniger auf eine mangelhafte Infrastruktur zurückzuführen ist als vielmehr auf häufige „Zusammenpralle mit Wegbenutzern“, d. h. auf tödliche Unfälle an unbeschränkten

²⁷ Aussagen zur Sicherheit können ausschließlich für Gesamtdeutschland getroffen werden, da die entsprechende Datenbasis für eine Differenzierung auf Länderebene nicht zur Verfügung steht.

Bahnübergängen, die zu 95 % durch das Verhalten von Straßenbenutzern verursacht werden, und auf Suizide.

4. Kapazitätsbelastungen und -überlastungen

Um festzustellen, wo die Leistungsfähigkeit des Schienennetzes am stärksten beeinträchtigt ist, sind die aktuellen und künftig zu erwartenden Kapazitätsengpässe zu identifizieren. Dazu muss die jeweilige Netzbelastung bestimmt und den vorhandenen Kapazitäten möglichst streckenscharf gegenübergestellt werden. Während Angaben zu den Netzbelastungen mit Schienengüter- und Schienenpersonenverkehr aus vorhandenen Daten und Prognosen entnommen und geschätzt werden können, lässt sich die Kapazität der Schieneninfrastruktur nur theoretisch bestimmen. Diese theoretische Kapazität gibt die Anzahl der maximal möglichen Züge pro Zeiteinheit und Streckenabschnitt unter Berücksichtigung der jeweils gegebenen infrastrukturellen Ausstattung und des optimalen Betriebsprogramms wider.

Die Ausstattung der Schieneninfrastruktur wird im Wesentlichen bestimmt durch:

- Gleiszahl,
- maximale Geschwindigkeit,
- Leit- und Sicherungstechnik,
- Traktionsart,
- Verkehrsart.

Daten dazu liefert das Infrastrukturregister der DB AG für das Untersuchungsjahr 2011. Hiermit lässt sich das Bestandsnetz durch 668 in sich jeweils technisch gleichwertige Streckabschnitte abbilden. Sie sind die Grundlage für die weiteren Belastungs- und Überlastungsberechnungen.

4.1 Belastungen und Überlastungen 2011

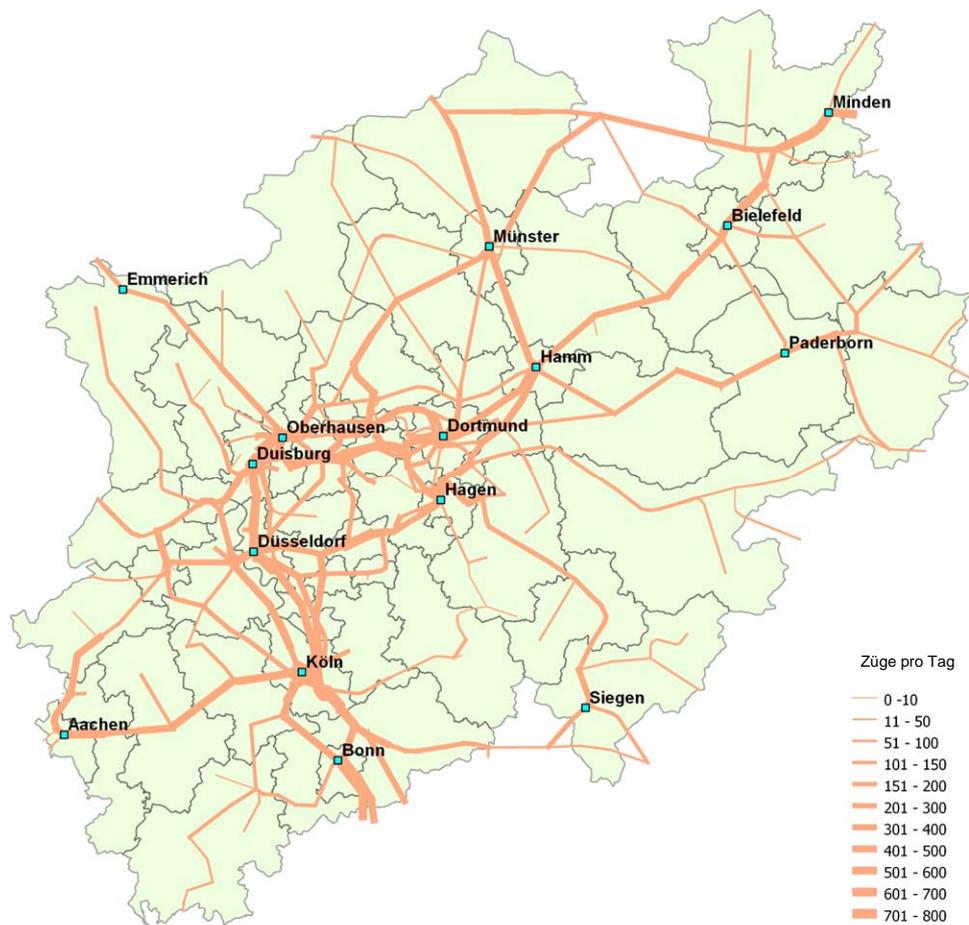
4.1.1 Belastungen 2011

Zur Ermittlung der aktuellen Belastung des nordrhein-westfälischen Schienennetzes mit Schienenpersonenverkehr werden die Linienfahrpläne für das Jahr 2011 vollständig ausgewertet.²⁸ Die Belastungen in Zügen pro Tag ergeben sich durch die Umlegung der

²⁸ Vgl. KCM NRW (2011) und SMA und Partner AG (2010).

Fahrpläne auf die definierten Streckenabschnitte.²⁹ Für den Schienengüterverkehr sind die aktuellen streckenspezifischen Belastungsdaten zwar vorhanden, aber nicht zugänglich. Sie müssen daher geschätzt werden. Dazu dienen die Angaben des Statistischen Bundesamtes zu den Jahresbelastungen des Schienennetzes mit Güterverkehren nach Start-Ziel-Relationen im Jahr 2005.³⁰ Zur Aktualisierung werden die Daten mit Hilfe des Schienengüterverkehrswachstums seit 2005 auf das Jahr 2011 umgerechnet. Die daraus ermittelte Jahresbelastung wird auf 304 Betriebstage p. a. heruntergebrochen, um die Tagesbelastung zu erhalten.³¹ Ist bei der Umlegung des Güterverkehrs von Start-Ziel-Relationen auf die jeweiligen Streckenabschnitte eine eindeutige Zuordnung nicht möglich, werden die Zugzahlen der jeweils kürzesten ausführbaren Verbindung zugerechnet.

Abbildung 6: Ist-Belastung 2011



²⁹ Betrachtet wird ein maximal belasteter Werktag in 2011, d. h. Einzelzüge finden Berücksichtigung.

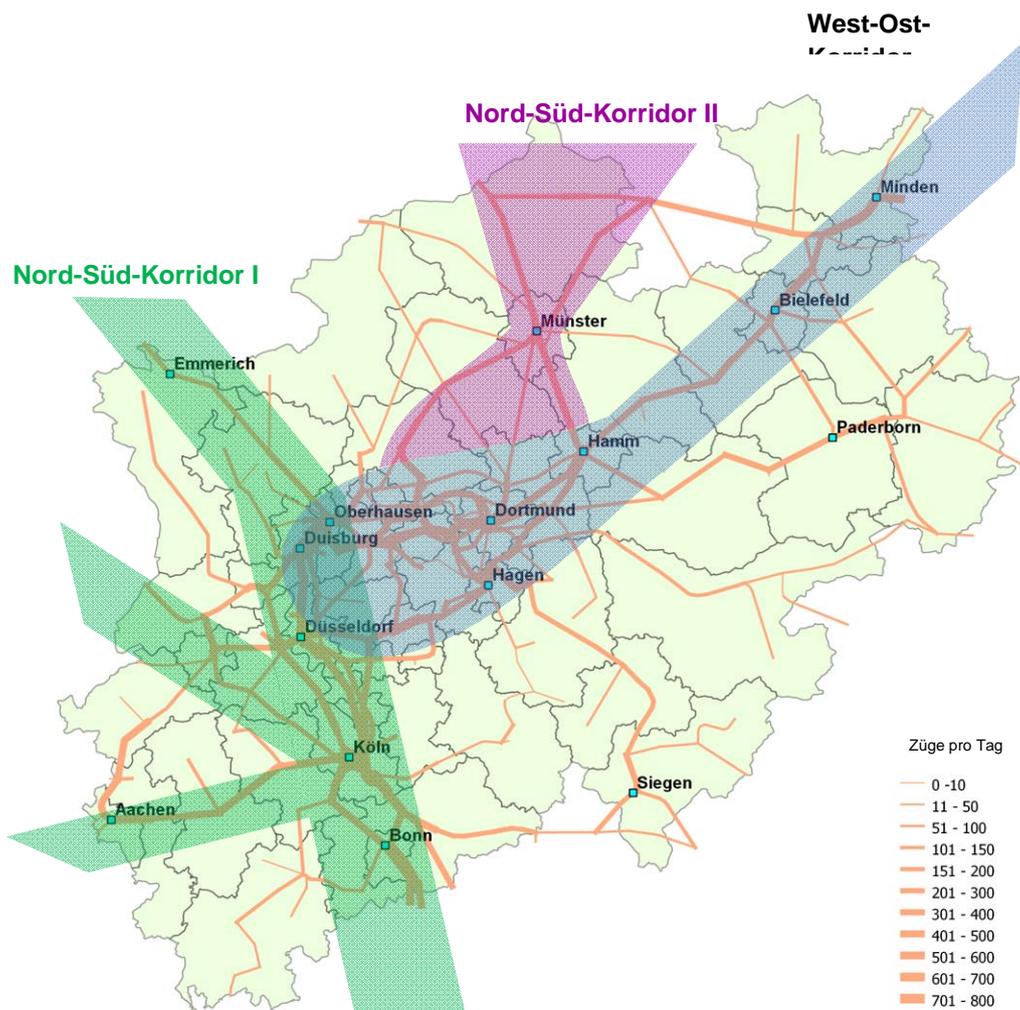
³⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt (2007).

³¹ Dabei wird ein proportionaler Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Zugzahlen und dem Wachstum der Verkehrsleistung unterstellt.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Summe aus den Personen- und Güterzugzahlen ergibt die Gesamtbelastung (B_i) in Zügen pro Tag je Streckenabschnitt (i) im Jahr 2011 (Abbildung 6). Auf den Streckenabschnitten betragen die Ist-Belastungen pro maximalbelastetem Werktag zwischen 0 und 725 Zügen, wobei die Streckenabschnitte mit 1 bis 10 Gleisen ausgestattet sind. Die Durchschnittsbelastung liegt bei 128 Zügen pro Tag und Streckenabschnitt. Die stärksten Belastungen konzentrieren sich auf die Verkehrsachsen in drei Korridoren, in denen sich auch die stark belasteten die Knoten Köln, Essen, Duisburg, Dortmund, Hamm, Wuppertal, Oberhausen, Gelsenkirchen, Bochum und Düsseldorf befinden (Abbildung 7):

Abbildung 7: Schienenverkehrskorridore 2011



Quelle: Eigene Darstellung.

- **Nord-Süd-Korridor I**, der von Emmerich über Oberhausen entlang der Rheinschiene bis Bonn und von dort nach Basel verläuft, inklusive seiner Zulaufstrecken Kaldenkirchen – Köln sowie Aachen – Köln,
- **Nord-Süd-Korridor II**, der aus Bremen und Emden kommend von Rheine/Osnabrück über Münster Richtung Hamm und Recklinghausen verläuft und dort auf den West-Ost-Korridor trifft,
- **West-Ost-Korridor**, der die Ruhrschiene und die Wupperachse von Duisburg und Düsseldorf ausgehend in Hamm zusammenführt, von dort bis Minden verläuft und sich dann Richtung deutsche Nordseehäfen sowie Ostdeutschland und Osteuropa verzweigt.

In Tabelle 7 sind die stark belasteten Streckenabschnitte in den einzelnen Schienenverkehrskorridoren wiedergegeben. Die Konzentration der Belastungen auf Korridore ist für die Analyse von Engpässen und die Strategie der Engpassbeseitigung von erheblicher Bedeutung, denn solche Belastungen und die daraus resultierenden bottlenecks besitzen eine hohe Netzwirkung. Jeder Engpass könnte für sich genommen nur geringe Bedeutung aufweisen, bildet aber im Gesamtgefüge eine bindende Restriktion.

Für die starken Belastungen in den Korridoren sind sowohl Personenverkehre als auch Güterverkehre verantwortlich, wobei in den Ballungsregionen und in den Peak-Zeiten der Personennahverkehr dominiert. Ursache ist die enge Vertaktung des Nahverkehrs, insbesondere zur Bewältigung der Pendlerströme. Dies zeigt auch die Belastungsanalyse für Wochentage in der Zeit von 5.00 Uhr bis 9.00 Uhr.³² Allein in diesen vier Stunden der Hauptverkehrszeit, in der vorwiegend Pendler- und Schülerverkehre des Nahverkehrs, aber auch Intercityverkehre stattfinden, sind einzelne Streckenabschnitte mit bis zu 235 Zügen in beiden Richtungen belastet. Die Belastung mit Zügen pro Stunde und Streckenabschnitt erhöht sich im Vergleich zum Tagesdurchschnitt um mehr als 40 % von 5,3 auf 7,6 Züge (Abbildung 8).

³² Der Ermittlung der Peak-Belastung liegt die Annahme zugrunde, dass die Güterzugzahlen sich gleichmäßig auf den Tag verteilen. Dadurch kommt es aufgrund der Nachtaffinität von Güterverkehren bzw. der Verlagerung dieser Verkehre in die Off-Peak-Zeiten vermutlich zu einer leichten Überschätzung der Zugzahlen. Die Belastungen im Personenverkehr sind den aktuellen Linienfahrplänen entnommen.

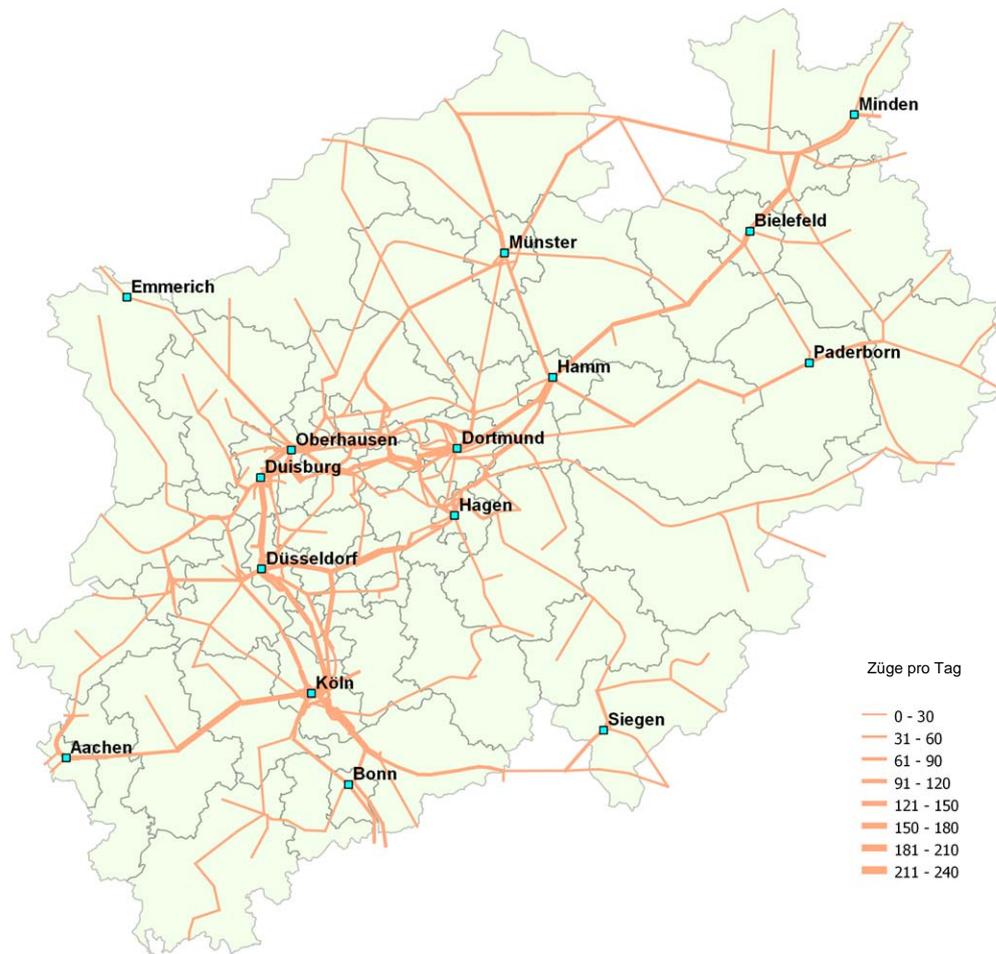
Tabelle 7: Stark belastete Schienenverkehrskorridore 2011

Schienenverkehrskorridore	Maximal belasteter Streckenabschnitt
Nord-Süd-Korridor I	
<i>Rheinschiene</i> Emmerich – Oberhausen – Duisburg – Düsseldorf – Köln – Bonn – Landesgrenze (links- und rechtsrheinisch)	725 Züge/Tag
<i>Zulauf</i> Aachen – Düren – Köln	305 Züge/Tag
West-Ost-Korridor	
<i>Obere Ruhrschiene</i> Duisburg – Oberhausen – Gelsenkirchen – Dortmund – Hamm	564 Züge/Tag
<i>Untere Ruhrschiene</i> Duisburg – Essen – Bochum – Dortmund – Hamm	633 Züge/Tag
<i>Wupperachse</i> Düsseldorf – Wuppertal – Hagen – Dortmund – Hamm – Hagen – Hamm	496 Züge/Tag 309 Züge/Tag
<i>Westfalenachse</i> Hamm – Bielefeld – Minden – Landesgrenze	334 Züge/Tag
Nord-West-Korridor II	
Recklinghausen – Münster	247 Züge/Tag
Hamm – Münster	227 Züge/Tag
Münster – Rheine	230 Züge/Tag

Quelle: Eigene Berechnungen.

Unterdurchschnittliche Belastungen finden sich überwiegend in den Regionen außerhalb der Ballungsgebiete, wo aufgrund geringerer Einwohnerzahlen weniger Verkehrsnachfrage besteht. Auch Personenfernverkehre werden abseits der Hauptkorridore gar nicht oder lediglich eingeschränkt angeboten. Schließlich konzentriert sich der Güterverkehr ebenfalls vorwiegend auf die zuvor beschriebenen Hauptachsen, so dass sich die Belastungen in den Randgebieten lediglich auf Zubringerverkehre von Unternehmen oder auf Kurzstrecken in regionalen Märkten beschränken. Aber auch in den Ballungsräumen lassen sich neben stark frequentierten Trassen Streckenabschnitte mit nur geringen Belastungen identifizieren. Ursache hierfür ist zum Teil eine minderwertigere infrastrukturelle Ausstattung im Gleis- und Geschwindigkeitsprofil sowie bei der Leit- und Sicherungstechnik.

Abbildung 8: Peak-Belastung 2011



Quelle: Eigene Darstellung.

4.1.2 Auslastung 2011

Die Ermittlung der aktuellen Auslastung des Schienennetzes in Nordrhein-Westfalen setzt die Bestimmung seiner theoretischen Kapazität voraus. Ihr sind die jeweiligen Belastungen mit Güter- und Personenzügen gegenüberzustellen, um Kapazitätsengpässe und Kapazitätsüberlastungen zu identifizieren. Der eingangs beschriebenen Strategie der Priorisierung von stark überlasteten Streckabschnitten mit hoher Netzwirkung folgend, muss die Engpassanalyse streckenscharf erfolgen.

Kasten 1: Theoretische Kapazität des Schienennetzes

In der Verkehrswissenschaft wird Kapazität als diejenige Verkehrsstärke in Fahrzeugen pro Zeiteinheit definiert, die von einer bestehenden Verkehrsinfrastruktur maximal aufgenommen werden kann. Für den Straßen- und Luftverkehr liegen dazu umfassende Studien zum Leistungsverhalten der Infrastruktur vor. Insbesondere für den Straßenverkehr sind die Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen, der Fahrgeschwindigkeit und der Straßenkapazität empirisch gut dokumentiert: Je höher das Verkehrsaufkommen und damit die Auslastung eines Streckenabschnitts, umso geringer wird die durchschnittlich mögliche Fahrgeschwindigkeit, bis sich der Verkehr staut und ab einem bestimmten Grenzwert vollständig zum Erliegen kommt. Solche Überfüllungsphänomene sind generell bei allen Verkehrsinfrastrukturen beobachtbar. Beim Schienenverkehr wird der Nachweis jedoch dadurch erschwert, dass ein integraler Taktfahrplan sowie eine kontinuierliche Betriebsüberwachung zum Einsatz kommen. Damit können Störungen ex ante identifiziert und Staus auf der Strecke zu Lasten planmäßiger Wartezeiten an Bahnhöfen/Haltestellen oder durch Verkehrsverdrängung weitestgehend vermieden werden. Eine Überlastung der Strecke ist daher visuell kaum zu erkennen. Dennoch ist empirisch belegt, dass die Transportzeiten im Schienenverkehr bereits ab einer Kapazitätsauslastung von ca. 80 % progressiv ansteigen.³³

Aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Schieneninfrastruktur existiert keine einheitliche Definition der Kapazität eines Schienennetzes bzw. einzelner Streckenabschnitte. Die vorliegende Untersuchung bedient sich der Definition des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) aus dem Code 406:

„The capacity of any railway infrastructure is:

- the total number of possible paths in a defined time window, considering the actual path mix or known developments respectively and the Infrastructure Manager's own assumptions;*
- in nodes, individual lines or part of the network;*
- with market-oriented quality.³⁴*

³³ Vgl. Planco (2007), S.7.

³⁴ UIC (2004), vgl. ähnlich BVU (2008), S. 7.

Daten zur Kapazität und zur Auslastung des Schienennetzes werden von der DB AG zwar erhoben, jedoch nicht veröffentlicht. Deshalb ist es notwendig, die Kapazitätsauslastung aus den vorhandenen Daten zu schätzen. Abgeleitet aus der UIC-Definition wird hier die Streckenkapazität als die Anzahl maximal möglicher Züge pro Tag auf einem Streckenabschnitt unter der Berücksichtigung der gegebenen infrastrukturellen Ausstattung und dem aktuellen individuellen Betriebsprogramm verstanden. Demnach sind die entscheidenden Determinanten der Leistungsgrenze eines Streckenabschnitts zum einen die infrastrukturellen Eigenschaften und zum anderen die tatsächlichen Betriebsabläufe, d. h. die Organisation des Zugbetriebs. Vernachlässigst wird die Kapazität in den Knoten zwischen den Streckenabschnitten, sofern sie nicht automatisch durch die Wahl des Streckenabschnitts mit erfasst werden.³⁵ Wo dies nicht geschieht, verfügt jeder Knotenpunkt demnach über hinreichende Kapazitäten den fließenden Verkehr aufzunehmen und zu versenden.

Gemäß der Definition ist die Kapazität (K) der Streckenabschnitte abhängig vom technischen Ausbauzustand

- zulässige Höchstgeschwindigkeit (V_{\max}) in km/h,
- PV-Strecken, GV-Strecken, PV/GV-Strecken und HGV-Strecken,
- Anzahl der Gleise,
- Leit- und Sicherungstechnik (PZB, LZB),

und vom aktuellen Mischungsverhältnis mit

- Personenfernverkehrszügen,
- Personennahverkehrszügen,
- Güterverkehrszügen.

Die Strecken mit identischer technischer Ausstattung werden von der DB AG nach sogenannten Streckenstandards klassifiziert:

- Vorwiegend Personenverkehr: P 300, P 230, P 160 I, P 160 II,
- Mischverkehr: M 230 und M 160,
- Vorwiegend Regionalverkehr: R 120,
- Vorwiegend Güterverkehr: G 120.³⁶

³⁵ Relevante Engpässe in Betriebsstellen werden an anderer Stelle gesondert berücksichtigt.

³⁶ Der Anfangsbuchstabe benennt die hauptsächliche Nutzungsart, die nachstehende Zahl die zulässige Höchstgeschwindigkeit. Römische Ziffern unterscheiden infrastrukturelle Varianten.

Die empirische Datenbasis für die Ermittlung der Streckenleistungsfähigkeit bilden die nordrhein-westfälischen Infrastrukturdaten für 2011 und die von der DB Netz AG erhobenen Zugzahlen pro Tag und Richtung je Streckenstandard bei unterschiedlichen Mischungsverhältnissen.³⁷ Die Daten zeigen, dass die Kapazität eines Streckenabschnitts mit der Homogenität der Verkehre steigt. Die Streckenleistungsfähigkeit ist am Höchsten, wenn nur Schienenpersonenfernverkehr oder nur Schienengüterverkehr betrieben wird. Umgekehrt sinkt die Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Heterogenitätsgrad (Durchmischung von langsamen und schnellen Verkehren), insbesondere wenn der Anteil des langsamen Schienenpersonennahverkehrs zunimmt. Der SPNV im Mischverkehrsbetrieb wird daher häufig als Trassenvernichter bezeichnet.³⁸

Der funktionale Zusammenhang von theoretischer Kapazität und dem aktuellen Mischungsverhältnis je Streckenstandard wird in Anlehnung an die Methodik des BVWP'03 mittels einer linearen Regression ökonomisch geschätzt.³⁹ Im Schätzprozess werden die jeweiligen Anteile im Personenfernverkehr, Personennahverkehr und Güterverkehr, deren Kreuzprodukte und Quadrate berücksichtigt. Die Netzleistungsfähigkeit ($K_{S,i}$) pro Tag und Richtung je Streckenstandard (S) wird über das jeweilige Mischungsverhältnis des Streckenabschnitts (i) erklärt:

$$K_{S,i} = f(FV_i, NV_i, GV_i)$$

NV:	Personennahverkehr,
FV:	Personenfernverkehr,
GV:	Güterverkehr,
S:	Streckenstandard,
i:	Streckenabschnitt.

Die Ergebnisse der Modellschätzung bilden die Realität aus den Zahlen der DB Netz AG mit einer Modellgüte R^2 von 0,779 bis 0,977 hinreichend genau ab. Im funktionalen Zusammenhang nimmt die Streckenleistungsfähigkeit mit steigendem Heterogeni-

³⁷ Vgl. DB Netz AG aus BVU (2001).

³⁸ Vgl. UBA (2010), S. 18.

³⁹ Die lineare Regression erfolgt durch Minimierung der Abweichungsquadrate.

tätsgrad ab, wobei die Streckenstandards P, R und G stärker auf unterschiedliche Mischungsverhältnisse reagieren, als Mischverkehrsstrecken und generell nicht so leistungsfähig sind wie Strecken des Standards M.

Zur Ermittlung der Streckenkapazität muss zunächst den einzelnen Streckenabschnitten ein Streckenstandard zugordnet werden (Tabelle 8). Unter Berücksichtigung der jeweiligen Anzahl der Gleise lassen sich dann aus den Parameterschätzungen die rechnerisch maximale tägliche Leistungsfähigkeit sowie die jeweiligen optimalen Zugfolgezeiten bestimmen. Wird eine tägliche maximale Nutzungsdauer von 24 Stunden unterstellt, liegen diese zwischen 1 und 18 Minuten. Im Durchschnitt wurde eine Mindestzugfolgezeit von 6,1 Minuten ermittelt. Die Ergebnisse der Modellschätzung liefern die theoretische Kapazität pro Tag und Richtung, d. h. für ein Gleis des jeweiligen Streckenabschnitts, die dann mit der Anzahl der Gleise dieses Abschnitts zu multiplizieren ist.

Tabelle 8: Zuteilung der Streckenstandards

Streckenstandard	Merkmale			
	Geschwindigkeit (V_{\max})	Gleisanzahl	(tatsächliche) Verkehrsart	Leit- und Sicherungstechnik
P300	$V_{\max} > 230 \text{ km/h}$		PZ	
P230	$230 \text{ km/h} \geq V_{\max} > 200 \text{ km/h}$		PZ	
P160 I	$200 \text{ km/h} \geq V_{\max}$	> 1	PZ	LZB
P160 II	$200 \text{ km/h} \geq V_{\max}$	> 1	PZ	PZB
M230	$V_{\max} \geq 230 \text{ km/h}$		PZ/GZ	
M160	$230 \text{ km/h} > V_{\max} > 120 \text{ km/h}$ $V_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$	> 1 > 1	PZ/GZ PZ/GZ; SPFV > 0	
R120	$V_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$	> 1	PZ oder PZ/GZ; SPFV = 0	
G120	$V_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$		GZ	
160 eingleisig	$160 \text{ km/h} \geq V_{\max} > 120 \text{ km/h}$	1		
120 eingleisig	$V_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$	1	SPFV > 0	

Quelle: Eigene Darstellung.

Indem die Streckenkapazität als maximaler Durchsatz an Zügen pro Tag je Streckenstandard sowie betrieblichem Mischungsverhältnis definiert und ein optimistisches Betriebsszenario unterstellt wird, unterstellt die Vorgehensweise eine Leistungsfähigkeit des Netzes, die nicht alle denkbaren Beeinträchtigungen abbildet. So beeinflussen etwa

die Priorisierung von Verkehren, Langsamfahrstellen, Lärmschutzmaßnahmen, die Art der Zugtypen und Zuglängen oder die Puffer- und Wartezeiten die faktische Leistungsfähigkeit erheblich. So ist die für das optimistische Betriebsszenario geschätzte durchschnittliche Zugfolgezeit von 6,1 Minuten ist zwar nicht nur betrieblich wünschenswert, sondern auch bereits streckenweise realisiert. Sie ist aber kein durchgängiger Standard in Deutschland. Dementsprechend sind die Ergebnisse der vorliegenden Schätzungen zur Kapazitätsauslastung „konservativ“ zu interpretieren. D. h., wenn bei einer theoretischen Kapazität, die auf optimalen Szenarien beruht, bereits Netzüberlastungen bestehen, dann sind die faktischen Überlastungen wahrscheinlich noch erheblich größer und somit ist eine Engpassbeseitigung zwingend geboten.⁴⁰

Der Vergleich der aktuellen Ist-Belastung mit der theoretischen Leistungsfähigkeit des Netzes ermöglicht die Identifikation möglicher Engpässe. Hierfür wird für jeden Streckenabschnitt der individuelle Auslastungsgrad als Quotient aus Belastung und maximaler Kapazität ermittelt.

$$A_{S,i} = \frac{B_i}{K_{S,i} \cdot G_i}$$

A: Auslastung [%],

B: Belastung [Züge/Tag],

K: Kapazität [Züge/Tag],

G: Gleiszahl,

S: Streckenstandard,

i: Streckenabschnitt.

In Anlehnung an den BVWP´03 gelten alle Streckenabschnitte als überlastet, wenn die Summe aus Personen- und Güterzügen die theoretische Kapazität um mehr als 10 % übersteigt.⁴¹ Streckenabschnitte mit einem Auslastungsgrad zwischen 85 und 110 % operieren im oberen Bereich der theoretischen Kapazität bzw. an ihrer Kapazitätsgrenze. Hier sind momentan noch keine größeren Beeinträchtigungen der Netzleistungsfähigkeit vorhanden, sie sollten jedoch bereits im Fokus der Aufmerksamkeit stehen, da

⁴⁰ Das UBA (2010) spricht in diesem Zusammenhang von einem „Stresstest“, dessen Ergebnisse robust und kaum zu entkräften sind.

⁴¹ Vgl. BVU/Intraplan (2010), S. 5-46.

bereits bei einer nur geringfügigen Zunahme der Belastungen sehr schnell Engpässe zu erwarten sind. Bei einer tagesdurchschnittlichen Auslastung unter 85 % kann der Schienenverkehr ohne Restriktionen abgewickelt werden. Die Auslastung in NRW 2011 wird in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Auslastung 2011



Quelle: Eigene Darstellung.

Die aktuelle Engpassanalyse kommt zu einem Ergebnis von 24 bereits gegenwärtig überlasteten Streckenabschnitten ($A_{s,i} > 110\%$) (Tabelle 9). Die Ergebnisse zeigen ebenfalls Engpassprobleme in den Knoten Köln, Duisburg und Düsseldorf.

Zusätzlich bestehen abseits der Korridore folgende überlastete Streckenabschnitte:

- Blankenberg (Sieg) - Merten (Sieg),
- Altenbeken - Altenbeken (Tunnel) Esig F/Asig X.

Mit 85-110 % Auslastung operieren 50 Streckenabschnitte an ihrer Kapazitätsgrenze. Auch sie befinden sich ebenfalls überwiegend in den Hauptkorridoren.⁴² Wie Studien zeigen, weisen solche Streckenabschnitte eine deutlich schlechtere Leistungsfähigkeit auf als geringer ausgelastete Abschnitte. So erhöhen sich die Fahrzeiten bereits bei einem Auslastungsgrad von 95 % um mehr als 20 %. Dies betrifft insbesondere den Schienengüterverkehr, der aufgrund der priorisierten Fahrpläne des Personennahverkehrs auf freie Trassen angewiesen ist.⁴³

Tabelle 9: Überlastete Schienenverkehrskorridore 2011⁴⁴

Schienenverkehrskorridore	Überlasteter Streckenabschnitt
Nord-Süd-Korridor I	
<i>Rheinschiene</i>	Düsseldorf Hbf - Düsseldorf-Derendorf Dp
	Köln Hbf - Köln Messe/Deutz
	Köln Messe/Deutz - Köln Flughafen Nordost
	Porz-Wahn - Troisdorf Nord
	Köln Hbf - Köln Bbf
	Köln Hbf - Köln West
	Köln Hbf - Köln Hansaring
<i>Zulauf</i>	Köln-Kalk Nord - Abzw. Gremberg Nord
	Aachen Hbf - Aachen West
	Dülken - Kaldenkirchen
	Rheydt - Odenkirchen – Rheydt
Viersen-Helenabrunn - Viersen	
West-Ost-Korridor	
<i>Obere Ruhrschiene</i>	Oberhausen West - Oberhausen Walzwerk
	Duisburg Sigle - Duisburg Ruhrtal
	Duisburg Hbf - Duisburg -Duissern
	Wanne-Eickel Wof - Herne-Rottbruch
<i>Untere Ruhrschiene</i>	Essen West - Essen Hbf
<i>Wupperachse</i>	Westhofen - Schwerte (Ruhr)

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Ursachen der Überlastungen sind kapazitäts- und belastungsspezifisch bedingt. Wie die Ursachenanalyse (Tabelle 10) zeigt, stellen sich Überlastungen vor allem dort ein, wo Infrastruktur- bzw. Kapazitätsmängel in Form von Eingleisigkeit und minderwertigen Streckenstandards bestehen oder starke Heterogenität des Verkehrs. Auch eine übermäßige Belastung mit Schienenpersonenverkehr und Güterverkehr können die Infrastrukturleistungsfähigkeit beeinträchtigen. Dies ist vor allem dort der Fall, wo eine

⁴² Vgl. Tabelle A1 im Anhang.

⁴³ Vgl. Planco (2007), S. 7. Wie das Beispiel Münster – Lünen zeigt, kann verschiedentlich aber selbst der SPNV auf solchen Streckenabschnitten kein nachfragegerechtes Angebot fahren (ZRL, 2010).

⁴⁴ Überlastete Streckenabschnitte, die direkt hintereinander liegen wurden zu einer Verbindung zusammengefasst.

relativ gut ausgestattete Infrastruktur in den Ballungsgebieten dem Nachfragewachstum im Personenverkehr nicht nachkommt bzw. der gestiegene Güterverkehr auf bestehenden Schienenwegen zusätzlich abgewickelt werden muss.

Tabelle 10: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte 2011

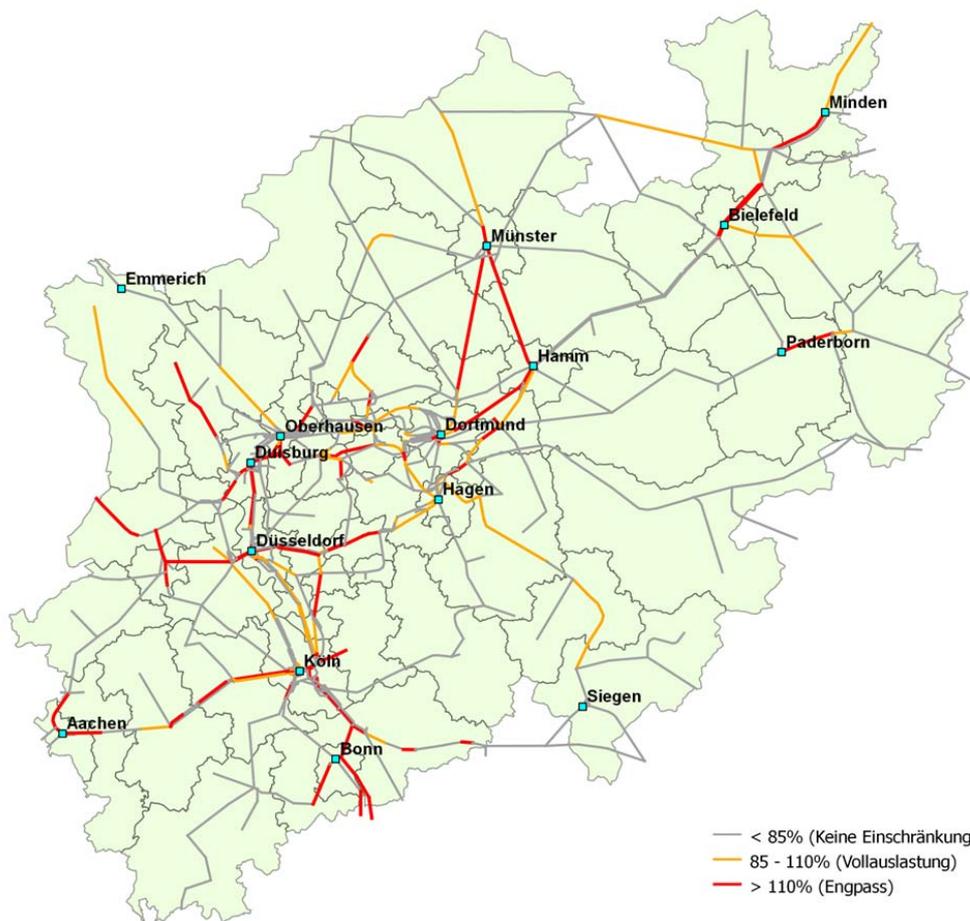
Überlasteter Streckenabschnitt	Kapazitiv				Belastungs-spezifisch			
	1 Gleis	Streckenstandard			Heterogenität	SPNV	SPFV	SGV
	P	G	R					
Nord-Süd-Korridor I								
Duisburg Sigle - Duisburg Ruhrtal	X		X					X
Duisburg Hbf - Duisburg-Duisern				X	X	X		X
Düsseldorf Hbf - Düsseldorf Wehrhahn				X		X		
D Wehrhahn - Düsseldorf-Derendorf				X		X		
Köln Messe/Deutz - Köln Hbf					X	X	X	
Köln Messe/Deutz - Köln Posthof						X		
Köln Posthof - Köln Kalk		X				X		
Köln Kalk - Köln Flughafen Nordost		X				X		
Köln-Kalk Nord - Gremberg Nord	X		X					X
Porz-Wahn - Troisdorf Nord		X				X		
Köln Hbf - Köln Bbf				X		X		
Köln Hbf - Köln West					X	X	X	
Köln Hbf - Köln Hansaring		X				X		
Köln Hbf - Köln Messe/Deutz						X		
Aachen Hbf - Aachen West				X	X	X		
Dülken - Kaldenkirchen	X			X	X			
Rheydt-Odenkirchen - Rheydt	X			X	X			
VIE-Helenabrunn - Viersen				X	X			
West-Ost-Korridor								
Oberhausen West - Oberhausen Walzwerk	X		X					X
Essen West - Essen Hbf						X		
Westhofen - Schwerte (Ruhr)					X			
Wanne-Eickel Wof - Herne-Rottbruch	X			X	X			
Sonstige								
Altenbeken - Altenbeken (Tunnel)				X	X			
Blankenberg (Sieg) - Merten (Sieg)	X							

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Überlastungen verschärfen sich, wenn die Netzbelastungen nach Zeitscheiben differenziert werden. Das gilt insbesondere, für die Zeit der Spitzenlast von 5:00 Uhr bis 9:00 Uhr. Hier werden im Tagesverlauf überproportional viele Züge im Schienenpersonennahverkehr eingesetzt, um die Berufspendler- und Schülerverkehre zu bedienen. Zwar finden im Verlauf des Tages auch entsprechende Pendlerbewegungen in die Gegenrichtung statt. Sie verteilen sich aber über einen wesentlich größeren Zeitab-

schnitt, da die Schülerverkehre zu großen Teilen bereits in der Mittagszeit und am frühen Nachmittag erfolgen und die Berufspendlerströme vom Nachmittag bis in die Abendstunden abgewickelt werden (Abbildung 10).

Abbildung 10: Peak-Auslastung 2011



Quelle: Eigene Darstellung.

In der Hauptverkehrszeit bestehen erhebliche Überlastungen auf einer Vielzahl von Strecken und Relationen des Schienenpersonennahverkehrs vor allem im polyzentrischen Ballungsraum Rhein-Ruhr. Auch auf den Zulaufstrecken des Ballungsraums sind zum Teil deutliche Überlastungen zu registrieren.

4.1.3 Weitere Beeinträchtigungen im Bestandsnetz 2011

Neben kapazitäts- und belastungsspezifischen Ursachen kann die Netzleistungsfähigkeit durch Faktoren beeinträchtigt werden, die sich in den hier durchgeführten Auslastungsanalysen nicht erfassen lassen. Dazu gehören technische Änderungen zwischen

benachbarten Streckenabschnitten, die dazu führen können, dass die Netzleistungsfähigkeit in den Korridoren beeinträchtigt wird. So muss das Betriebsprogramm auf dem Netz häufig den unterschiedlichen Geschwindigkeitsprofilen oder den unterschiedlichen Brems- und Beschleunigungsphasen auf den einzelnen Streckenabschnitten so angepasst werden, dass der Verkehrsfluss eingeschränkt wird.⁴⁵ Auch können die technisch zulässigen Höchstgeschwindigkeiten wegen Langsamfahrstellen, Baustellen oder unbeschränkten Bahnübergängen nicht erreicht werden.

Im „Netzzustandsbericht NRW“⁴⁶ werden die Langsamfahrstellen im Bestandsnetz erfasst. Hierbei handelt es sich um Streckenabschnitte, auf denen das maximal mögliche Geschwindigkeitsprofil im Regelbetrieb nicht erreicht wird. Gründe für diese Geschwindigkeitseinbußen liefern Bautätigkeiten, infrastrukturelle sowie technische Mängel, (unbeschränkte) Bahnübergänge und verkehrsbeeinflussende Witterungsverhältnisse. Auch Bahnhofsdurchfahrten mit niedrigen Durchfahrgeschwindigkeiten stellen prinzipiell einen Kapazitätsengpass dar.⁴⁷ In Abbildung 11 sind die Ergebnisse des Netzzustandsberichts NRW wiedergegeben.

Weitere infrastrukturelle Schwachstellen ergeben sich aus unterschiedlichen Arten der Elektrifizierung und der Ausstattung mit Leit- und Sicherungstechnik (Vgl. Kapitel 3.1). Auch hier stören abschnittsweise Veränderungen im Streckenverlauf die Betriebsabläufe. Schwachstellen bei der Traktionsart (ohne Elektrifizierung) und der Leit- und Sicherungstechnik (ohne PZB) befinden sich zwar überwiegend abseits der Hauptkorridore, können jedoch bei der Wahl von Alternativrouten einschränkende Wirkungen ausüben.

Infrastrukturmängel, die weder bei der Kapazitätsauslastung noch aus den Infrastrukturdaten ersichtlich sind, entstehen durch:

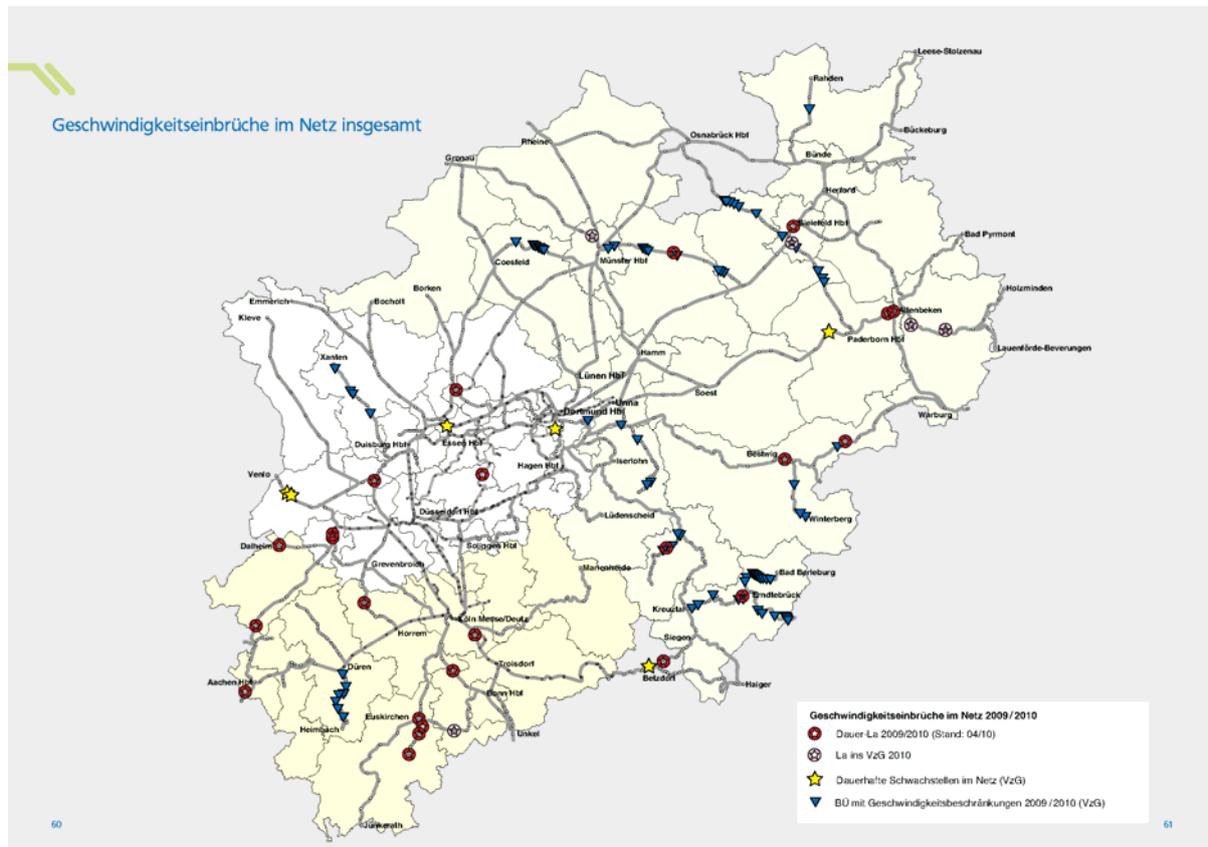
- niveaugleiche Bahnsteigzugänge und Streckenwechsel,
- mangelhafte oder fehlende Abstell-, Überhol- und Ladegleise für den Güterverkehr,
- konfliktäre Streckenabzweige, -kreuzungen sowie Kreuzungs- und Knotenbahnhöfe,
- mangelnde Flexibilität bei der bedarfsorientierten Infrastrukturanpassung.

⁴⁵ Vgl. NWL (2010), S. 4 u. 26f.

⁴⁶ Vgl. NWL (2010).

⁴⁷ Vgl. BMBF (2003), S. 44.

Abbildung 11: Geschwindigkeitseinbrüche im NRW-Schienennetz



Quelle: NWL (2010), S. 60f.

Zahlreiche Studien befassen sich mit solchen Leistungsbeeinträchtigungen des Schienennetzes und leiteten daraus entsprechende Investitionsbedarfe ab. Die Ermittlung der Beeinträchtigungen erfolgt in der Regel über Befragungen der Netznutzer, die sich im Regelbetrieb mit mangelnder Netzleistungsfähigkeit konfrontiert sehen.⁴⁸

4.2 Belastungen und Überlastungen 2025

4.2.1 Belastungen 2025

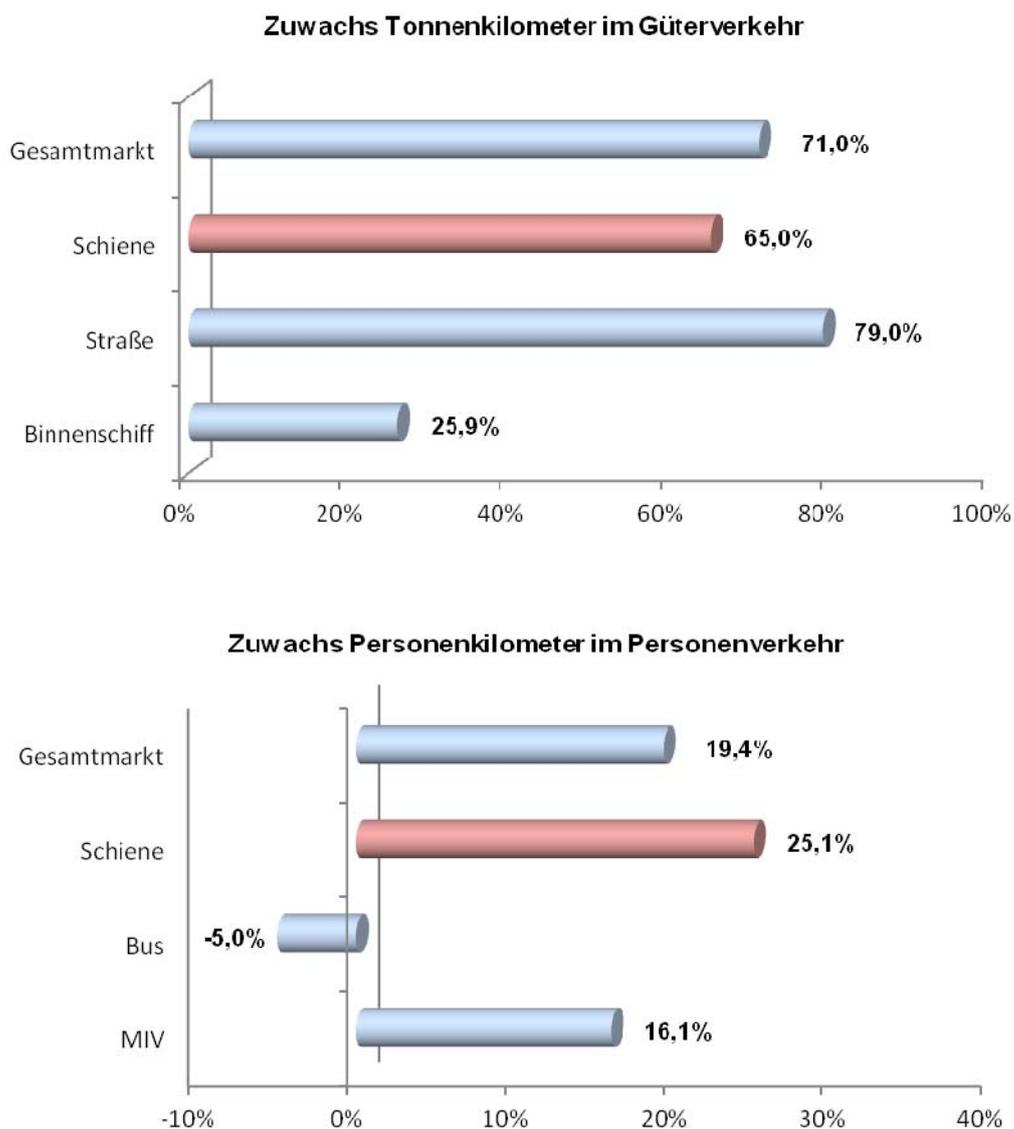
Um zukünftige Netzbelastungen und -überlastungen zu identifizieren, wird die prognostizierte verkehrliche Entwicklung in Nordrhein-Westfalen bis 2025 mit der bis dahin zu erwartenden Netzentwicklung verglichen.⁴⁹ Den aktuellen Prognosen zufolge wird der Schienenverkehr bis 2025 erheblich zunehmen. So rechnen BVU/Intraplan in einer Schätzung für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

⁴⁸ Vgl. VDV (2011).

⁴⁹ Als Prognosezeitpunkt wurde 2025 gewählt, da dieses Jahr dem Planungshorizont des aktuellen BVWP entspricht.

von 2004 bis 2025 bundesweit im Schienenpersonenverkehr mit einem durchschnittlichen Zuwachs der Verkehrsleistungen (Pkm) von 25,1 % und im Schienengüterverkehr (tkm) von durchschnittlich 65 %. Für den Seehafenhinterlandverkehr, der für Nordrhein-Westfalen eine große Rolle spielt, wird sogar mit einem Zuwachs von 168 % gerechnet (Übersicht 3).⁵⁰

Übersicht 3: Verkehrswachstum 2004 - 2025



Quelle: BVU/Intrapan (2007).

⁵⁰ Vgl. BVU und Intrapan (2010). Hierbei handelt es sich um systematische und nachvollziehbare Langfristprognose, die auch dem aktuellen BVWP zugrunde liegt und somit die Basis jeglicher Planungsverfahren darstellen.

Geht man bei der Umlegung des Verkehrswachstums auf die künftigen Zugzahlen davon aus, dass die Züge im Schienengüterverkehr bereits gegenwärtig gut ausgelastet sind, ergibt sich aus der Zunahme an Verkehrsleistungen bis 2025 eine entsprechende Zunahme an Trassenbedarf von 65 % für den Landesdurchschnitt bzw. von 168 % entlang der Rheinschiene und im Ruhrgebiet.⁵¹ Im Schienenpersonenverkehr dürfte das prognostizierte Wachstum von 25,1 % aufgrund vorhandener Überkapazitäten nicht zu einem ebenso starken flächendeckeneckenden Zuwachs an Trassenbedarfen führen. Vielmehr lässt sich ein nicht unerheblicher Teil des erwarteten Wachstums an Personenkilometern durch eine verbesserte Auslastung von Zügen auffangen. Dies ist auch der Grund dafür, dass verschiedene Prognosen des künftigen Trassenbedarfs ein Nullwachstum für den Schienenpersonenverkehr unterstellen.⁵²

Dem ist allerdings entgegenzuhalten, dass das Wachstum des Personenverkehrs zu erheblichen Teilen vom Nahverkehr erbracht wird, der in den Ballungsregionen und auf ihren Zulaufstrecken erheblich in Anspruch genommen wird. Auch dürfte der SPNV über Effizienzpotenziale verfügen, die sich direkt bei den Aufgabenträgern oder indirekt über Ausschreibungswettbewerbe erschließen lassen und auch bei unveränderten Regionalisierungsmitteln des Bundes Ressourcen für die Bestellung zusätzlicher Trassen freisetzen könnten. Davon gehen auch aktuelle Prognosen für die künftigen SPNV-Linien in Nordrhein-Westfalen und hier insbesondere für bestimmte Strecken im Ballungsraum Rhein-Ruhr aus, die mit einer erheblichen Zunahme an Zügen rechnen, um starke Überlastungen in den Nahverkehrszügen zu verringern.⁵³ Diese Prognosen werden durch die Aufnahme neuer und die Streichung entfallender Linien berücksichtigt. Zudem werden veränderte Linienführungen angepasst. Für diejenigen SPNV-Linien, die auf absehbare Zeit keiner wesentlichen Änderung unterliegen, wird bis 2025 eine moderate Zunahme des Trassenbedarfs von 7,5 % unterstellt, um der Erschließung von Effizienzpotenzialen Rechnung zu tragen. Das gilt auch für den Schienenpersonenfernverkehr, wo das Auftreten von Wettbewerbern eine zusätzliche Nachfrage nach Trassen induzieren dürfte.⁵⁴

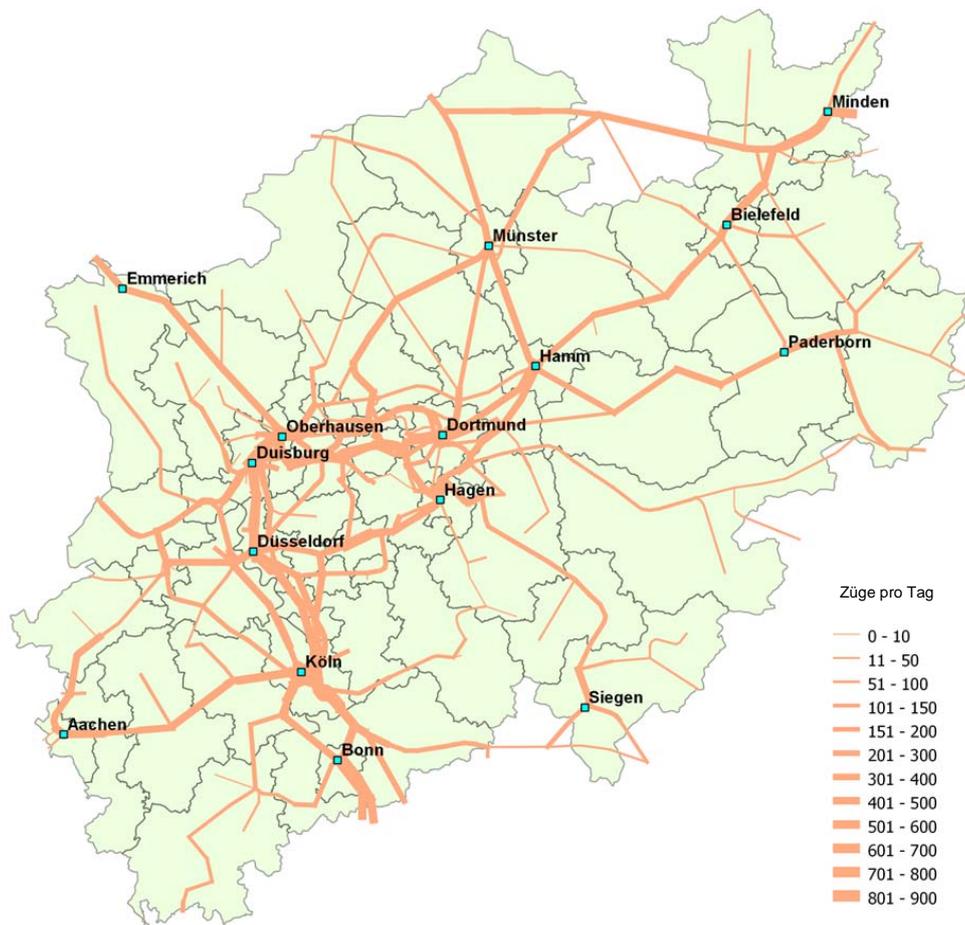
⁵¹ Vgl. UBA (2010), BVU/Intraplan (2010).

⁵² Vgl. ebenda.

⁵³ Vgl. MWEBWV NRW (2011c). Auch der Zweckverband Ruhr-Lippe erwartet aufgrund überdurchschnittlicher Fahrgastzuwächse in den vergangenen 15 Jahren eine weitere starke Zunahme. Vgl. ZRL (2010).

⁵⁴ Vgl. auch Rheinhold/Kasperkovitz (2011), S. 73, die im Rahmen eines moderaten gesamtwirtschaftlichen Szenarios mit einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von jährlich 1,5 % zwischen 2009 und 2025 eine Zunahme der Personenkilometer von bis zu 9 % annehmen.

Abbildung 12: Netzbelastung 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

Unter den genannten Bedingungen, nimmt die Belastung im gesamten nordrhein-westfälischen Schienennetz spürbar zu (Abbildung 12). Die Zugzahlen steigen durchschnittlich auf etwa 150 Züge pro maximalbelastetem Werktag und Streckenabschnitt. Damit muss das Schienennetz im Vergleich zu 2011 einen Anstieg der durchschnittlichen Zugzahlen von 17,2 % pro Streckenabschnitt und Tag bewältigen. Die Belastungsspitze liegt bei 885 Zügen. Auf den am stärksten belasteten Streckenabschnitten der Korridore bedeutet das 22 bis 160 zusätzliche Züge (Tabelle 11). Vor allem auf den identifizierten Korridoren wird sich die Belastungssituation deutlich verschärfen. Zudem erhöht sich die Knotenbelastung in Köln, Essen, Duisburg, Hamm, Wuppertal, Oberhausen, Gelsenkirchen, Bochum und Düsseldorf.

Tabelle 11: Stark frequentierte Schienenverkehrskorridore 2025

Schienenverkehrskorridore	Zunahme max. belasteter Streckenabschnitt
Nord-Süd-Korridor I	
<i>Rheinschiene</i>	
Emmerich – Oberhausen – Duisburg – Düsseldorf – Köln – Bonn – Landesgrenze (links- und rechtsrheinisch)	+ 160 Züge/Tag
<i>Zulauf</i>	
Aachen – Düren – Köln	+ 36 Züge/Tag
West-Ost-Korridor	
<i>Obere Ruhrschiene</i>	
Duisburg – Oberhausen - Gelsenkirchen – Dortmund – Hamm	+ 117 Züge/Tag
<i>Untere Ruhrschiene</i>	
Duisburg – Essen – Bochum – Dortmund – Hamm	+ 127 Züge/Tag
<i>Wupperachse</i>	
Düsseldorf – Wuppertal – Hagen – Dortmund – Hamm	+ 45 Züge/Tag
– Hagen – Hamm	+ 53 Züge/Tag
<i>Westfalenachse</i>	
Hamm – Bielefeld – Minden	+ 88 Züge/Tag
Nord-Süd-Korridor II	
Recklinghausen – Münster	+ 58 Züge/Tag
Hamm – Münster	+ 33 Züge/Tag
Münster – Rheine	+ 22 Züge/Tag

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Struktur und die Verteilung der Belastungszahlen verändern sich im Vergleich zu 2011 nur unwesentlich. Die stärksten Belastungen sind dort anzutreffen, wo sich die Verkehrsströme bündeln, d. h. auf den Hauptkorridoren der Nord-Süd- und West-Ost-Verbindungen. Unterdurchschnittliche Zugzahlen befinden sich weiterhin außerhalb der Ballungsgebiete, obwohl sich auch in diesen Regionen die Zugzahlen deutlich erhöhen. Die größte Veränderung erfolgt durch den Seehafenhinterlandverkehr und den Schienenpersonennahverkehr im Ballungsraum Rhein-Ruhr. Im Vergleich zum Ausgangsszenario steigt die Belastung mit Güterverkehr auf der Betuwe-Linie, im Ruhrgebiet, auf der Wupperachse und der Rheinschiene sowie im Westen der Rheinschiene deutlich an. Den stärksten Zuwachs im Personennahverkehr erfährt die Rheinschiene.

4.2.2 Auslastung 2025

Für die Prognose der Leistungsfähigkeit des Schienennetzes 2025 müssen Annahmen darüber getroffen werden, wie sich der Zustand der Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen durch investive Maßnahmen gegenüber dem Status Quo verändert hat. Zu den bereits angelaufenen und geplanten Maßnahmen gehören die Projekte aus den Konjunkturprogrammen I und II des Bundes, dem kurzfristigen Sofortprogramm Seehafenhinterlandverkehr (SHHV), dem mittelfristigen Wachstumsprogramm der DB AG sowie dem langfristigen Bedarfsplan für die Bundesschienenwege aus dem BVWP´03 des Bundes. Die Projekte umfassen sowohl kapazitative als auch rein qualitative Maßnahmen. 2008 starteten das Sofortprogramm Seehafenhinterlandverkehr und die Konjunkturprogramme I und II 2009-2011.

Beim Sofortprogramm SHHV handelt es sich deutschlandweit um 24 Kleinmaßnahmen wie die Beseitigung schienengleicher Bahnsteigzugänge, Blockverdichtungen und den Neubau von Überholungsgleisen. Für Nordrhein-Westfalen umfasst die Planung zwei Maßnahmen: Die Ertüchtigung des Knotens Hamm und die Ertüchtigung der Fahrstraßen durch den Neubau von Zugbildungsgleisen und Einfahrgleisen für die Neuansbindung der Häfen in Duisburg, um den gesteigerten Güterumschlag durch die Verbindung zu den ARA-Häfen abwickeln zu können. Diese Maßnahmen sollen bis 2013 abgeschlossen sein. Das dürfte auch für die bislang noch nicht abgeschlossenen Maßnahmen des Programms SHHV am Bahnknoten Hamm der Fall sein. Die Konjunkturprogramme I und II fördern die Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen mit 120,4 Mio. €. Die Gelder dienen der Verstärkung laufender und dem Beginn neuer baureifer Bedarfsplanvorhaben, der Sanierung von Personenbahnhöfen, der Lärmsanierung, der Investition in Bahnanlagen, Pilotvorhaben für innovative Techniken und der beschleunigten Einführung von ETCS. Die Investitionen sind bereits erfolgt und somit in den erhobenen Infrastrukturdaten berücksichtigt oder werden in die bestehenden Investitionsstrategien der DB AG integriert.

Das Wachstumsprogramm der DB AG soll bis 2017 zusätzliche Netzkapazitäten im Güterverkehr durch kleinere Maßnahmen sowie die Wahl von Alternativrouten und den vergleichsweise günstigen Ausbau vorhandener Strecken schaffen, wovon auch bestehende Personenverkehrsräume profitieren. Das Wachstumsprogramm kann als Weiterführung des Sofortprogramms für den SHHV verstanden werden. In der Planung sind für Nordrhein-Westfalen folgende Einzelmaßnahmen vorgesehen:

- Emmerich – Oberhausen: Anbindung Emmerich–Walsum,
- Hagen - Gießen: Tunnelertüchtigung, Gießen Bergwald: Verlängerung Überholungsgleis (mit NRW-Bezug),
- Rheydt: Neubau eingleisige Verbindungskurve,
- Köln: Paralleleinfahrt Köln Hbf,
- Köln: Kreuzungsbauwerk Gremberg.

Das Wachstumsprogramm soll durch die Konzentration auf die Korridore mehr Kapazität im langlaufenden Güterverkehr schaffen und mittelfristig realisierbar sein. Allerdings wird vom Bundesverkehrsministerium mit der Begründung, nur dort sei bisher ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis nachgewiesen, lediglich der Ostkorridor in den neuen Bundesländern als notwendig erachtet. Der in Nordrhein-Westfalen liegende Westkorridor soll erneut bewertet werden. Seine Finanzierung ist demnach noch nicht gesichert.

In der langfristigen Verkehrsplanung des Bundes sind fünf Projekte in Nordrhein-Westfalen bereits im Bau oder durch eine Finanzierungsvereinbarung mit dem Bund abgesichert. Hierbei handelt es sich um die Projekte:

- Köln – Aachen: Aachen – Landesgrenze inkl. Buschtunnel (AA III),
- Emmerich – Oberhausen: 2. Baustufe, ESTW Emmerich, ETCS,
- Zugbildungsanlage Gremberg,
- Umschlagbahnhof Köln-Eifeltor: 3. Modul (Konjunkturprogramm II),
- KLV-Drehscheibe Rhein/Ruhr: 1. und 2. Bauabschnitt.

Für wichtige Projekte des aktuellen „Bedarfsplanes für die Bundesschienenwege“ in der Anlage zum Bundesschienenwegeausbaugesetz liegt bisher maximal eine Zusage zur Finanzierung der Planungsleistung vor, jedoch keine vollständige Finanzierungsvereinbarung. Hierzu gehören die Projekte:

- Emmerich – Oberhausen: dreigleisiger Ausbau Oberhausen – Grenze D/NL, zweigleisiger höhenfreier Neubau einer Verbindungskurve Oberhausen Sterkrade – Oberhausen Grafenbusch,
- ABS/NBS (Roermond –) Grenze NL/D – Mönchengladbach – Rheydt: („Eiserner Rhein“) Historische Trasse; zweigleisiger Ausbau; Elektrifizierung,
- Köln – Aachen: Verlängerung von Überholungsgleisen in den Bahnhöfen Stolberg, Eschweiler und Aachen Rote Erde,

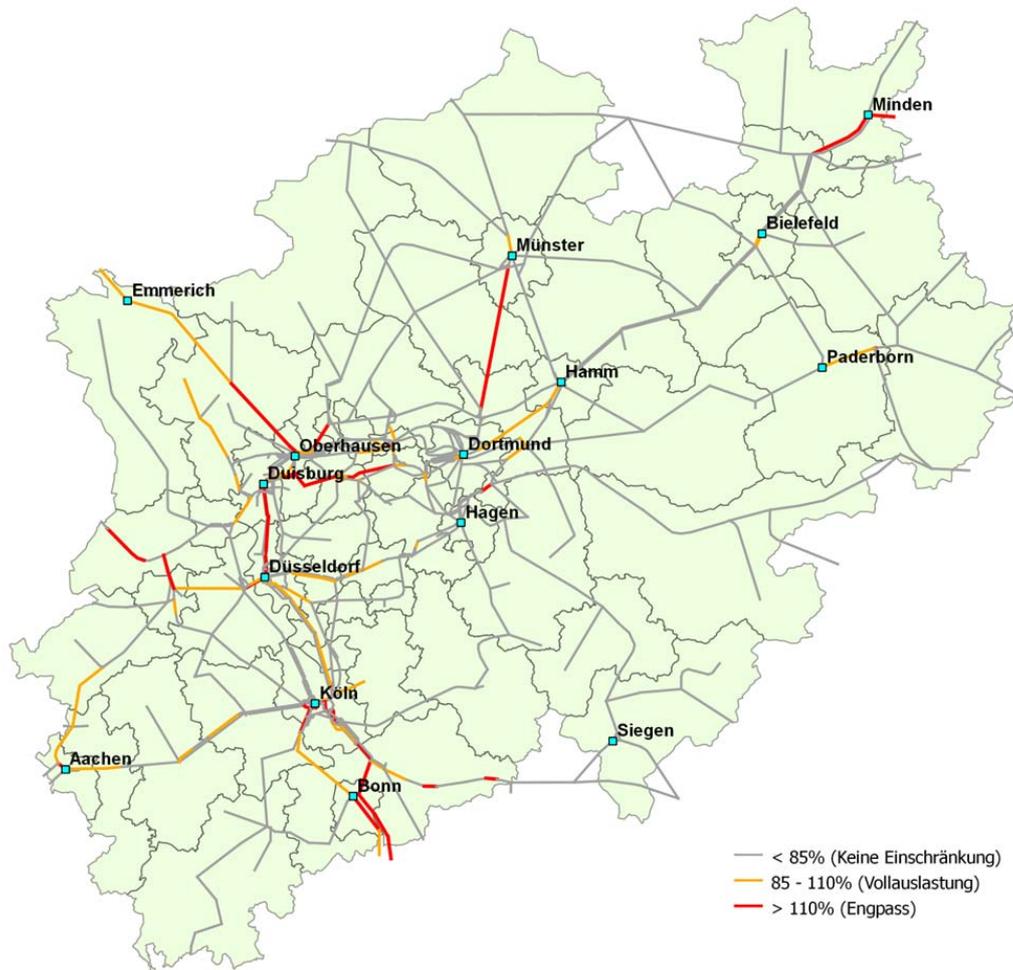
- Münster – Lünen inkl. Umbau Knoten Dortmund: zweigleisiger Ausbau und Erhöhung der Streckengeschwindigkeit,
- Rhein-Ruhr-Express (RRX): Vernetzung der Rhein-Ruhr-Region und seines Umlands mit schnellem Schienenpersonennahverkehr durch Reisezeitverkürzung und Takterhöhung im Kernnetz mit verschiedenen infrastrukturellen Maßnahmen.

Die Vorhaben zur Ertüchtigung der Strecken Hagen – Gießen und Venlo – Rheydt, sowie die Landesgrenzen übergreifenden Projekte Rotenburg – Minden und Minden – Haste wurden bei der Überprüfung der Bedarfspläne im Jahre 2010 wegen verschlechterter Nutzen-Kosten-Relationen (< 1) vorläufig gestrichen.

Für die bundesweite Realisierung aller Projekte des vordringlichen Bedarfs – also der laufenden und fest-disponierten sowie der neuen Vorhaben – sind bis 2025 jährlich ca. 2 Mrd. € erforderlich. Nach aktueller Haushaltsplanung stehen für diese Projekte auf absehbare Zeit jedoch lediglich 1,1 Mrd. € p. a. zur Verfügung.⁵⁵ Berücksichtigt man dazu die zukünftigen Kostenrisiken, ist unter den gegenwärtigen Bedingungen eine Realisierung dieser Projekte bis 2025 nicht zu erwarten. Für die Engpassanalyse 2025 wird daher unterstellt, dass alle Projekte, für die gegenwärtig keine Finanzierungsvereinbarung mit dem Bund vorliegt, bis dahin nicht realisiert werden. Da die kleineren bereits realisierten, im Bau befindlichen oder finanzierungsvereinbarten Maßnahmen keinen Einfluss auf die für diese Studie relevanten Netzengpässen in Nordrhein-Westfalen haben, stimmen der Netzzustand 2011 und der für die Engpassanalyse 2025 zugrunde gelegte Netzzustand überein. Das ermöglicht den Vergleich der aktuellen Engpasssituation 2011 mit jenen Überlastungen, die eintreten, wenn bei zunehmendem Schienenverkehr die Kapazitäten nicht entsprechend mitwachsen. Zudem lassen sich zwischenzeitlich eintretende Veränderungen ohne Probleme in der Engpassanalyse berücksichtigen.

⁵⁵ Nach Planung des Netzbeirats der DB Netz bedeutet das, dass eine Ausfinanzierung der Projekte erst nach 2040 erfolgt. Vgl. DB Netz AG (2011b), S. 28-29.

Abbildung 13: Auslastung 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Engpassanalyse für 2025 kommt zu 53 überlasteten Streckenabschnitten (Abbildung 13). Bei 23 der 24 Strecken, die schon in 2011 überlastet sind, verstärken sich die Engpässe. Zudem entwickeln sich 23 weitere Streckenabschnitte, die 2011 bereits an der Kapazitätsgrenze liegen, und 7 Abschnitte, die 2011 noch ohne Einschränkungen befahrbar sind, zu Engpassstrecken. Alle 53 überlasteten Strecken sind nicht in der Lage, das Wachstum des Schienenverkehrs reibungsfrei aufzunehmen. Tabelle 12 enthält die, gegenüber 2011 zusätzlich anfallenden Engpassstrecken mit Überlastungen von mehr als 110 % im Jahr 2025. wobei auch hier direkt aneinander liegende Streckenabschnitte zu Einheiten zusammengefasst werden. Lediglich auf dem Abschnitt Rheydt-Odenkirchen – Rheydt Hbf bildet sich die gegenwärtig bestehende Überlastung aufgrund entfallender Nahverkehrslinien 2025 auf den Zustand der Vollauslastung zurück.

Tabelle 12: Zusätzliche überlastete Schienenverkehrskorridore 2025

Schienenverkehrskorridore	Überlasteter Streckenabschnitt
Nord-Süd-Korridor I	
<i>Rheinschiene</i>	Oberhausen Hbf Obn - Wesel Duisburg Hochfeld-Süd - Duisburg Hbf Düsseldorf Hbf - Duisburg Hbf Köln Mülheim Berliner Straße - Köln Bruder Klaus Siedlung Troisdorf - Landesgrenze Bonn Hbf - Bonn-Mehlem Köln West - Hürth-Kalscheuren
<i>Zulauf</i>	Köln-Ehrenfeld - Köln West Mönchengladbach - Viersen-Helenabrunn Düsseldorf Hbf - Neuss Pbf Westseite
Nord-Süd-Korridor II	
	Münster (Westf.) Geist - Lünen Hbf
West-Ost-Korridor	
<i>Obere Ruhrschiene</i>	Bottrop Hbf - Gladbeck West Wanne-Eickel Hbf - Wanne-Eickel Wof Dortmund Dfd - Dortmund Hbf
<i>Untere Ruhrschiene</i>	Duisburg-Kaiserberg - Essen West Abzw. Essen-Kray Süd - Bochum Hbf
<i>Westfalenachse</i>	Minden (Westf.) - Löhne Minden (Westf.) - Bückeburg

Quelle: Eigene Berechnungen.

Abseits der Korridore ist zusätzlich der Streckenabschnitt Schladern – Rosbach überlastet. Die Belastungen in den Knoten Köln, Duisburg, Düsseldorf und Dortmund übersteigen weit ihre Leistungsfähigkeit. Eine neue Knotenproblematik bildet sich in den Bahnhöfen Bochum, Gelsenkirchen, Minden und Oberhausen heraus.

Die Ursachen für die Überlastungen der in 2025 neu hinzugekommenen Streckenabschnitte verdeutlicht Tabelle 13. Die Ursachenanalyse zeigt auch für den Prognosezeitraum 2025, dass sich Überlastungen dort einstellen, wo entweder Infrastruktur- bzw. Kapazitätsmängel aufgrund von Eingleisigkeit, „minderwertigen Streckenstandards“ sowie Mischverkehren bestehen oder wo die absoluten Belastungen nicht durch höhere Zugfrequenzen aufgefangen werden können.

Tabelle 13: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte 2025

Überlasteter Streckenabschnitt	Kapazitiv					Belastungs-spezifisch		
	1 Gleis	Streckenstandard			Heterogenität	SPNV	SPFV	SGV
	P	G	R					
Nord-Süd-Korridor I								
Oberhausen Hbf Obn - OB-Sterkrade				X			X	
OB-Sterkrade - Wesel	X			X		X	X	
DU Hochfeld-Süd - Duisburg Hbf			X	X			X	
Düsseldorf Hbf - Düsseldorf Rethel						X	X	
Düsseldorf Rethel - Duisburg-Großenbaum						X	X	
Duisburg-Großenbaum - Duisburg Hbf				X		X	X	
Köln Mülheim Berliner Straße - Köln Bruder Klaus Siedlung						X	X	
Troisdorf - Bonn-Beuel	X			X			X	
Bonn-Beuel - Niederdollendorf	X			X			X	
Niederdollendorf - Bad Honnef	X			X			X	
Bad Honnef - Landesgrenze	X			X			X	
Bonn - Bonn-Mehlem				X				
Köln West - Köln Süd	X					X		
Köln Süd - Hürth-Kalscheuren				X		X	X	
Köln-Ehrenfeld - Köln West	X	X					X	
Mönchengladbach - Viersen-Helenabrunn			X	X				
Düsseldorf - NE Rheinparkcent.	X					X		
NE Rheinparkcent. - Neuss Am Kaiser	X					X		
Neuss Am Kaiser - Neuss Pbf Westseite	X					X		
Nord-Süd-Korridor II								
Geist - Lünen Hbf	X				X			
West-Ost-Korridor								
Bottrop Hbf - Gladbeck West			X	X				
Wanne-Eickel Hbf - Wanne-Eickel Wof			X	X				
Dortmund Dfd - Dortmund Hbf			X			X		
Duisburg-Kaiserberg - Mülheim-Styrum				X		X	X	
Mülheim-Styrum - Mülheim (Ruhr) Hbf						X	X	
Mülheim (Ruhr) Hbf - Essen West			X	X			X	
Essen-Kray Süd - Bochum Hbf				X				
Minden (Westf.) - Löhne	X			X		X		
Minden (Westf.) - Bückeburg				X		X	X	
Sonstige								
Schladern - Rosbach	X					X		

Quelle: Eigene Berechnungen.

Parallel zum Anstieg der Kapazitätsüberlastungen werden von 2011 bis 2025 auch jene Streckenabschnitte zunehmen, die an der Kapazitätsgrenze liegen.⁵⁶ Sind es 2011 noch 50 Abschnitte, auf denen die Vollauslastung, d.h. eine Auslastung zwischen 85 und 110 %, erreicht wird, so wächst ihre Zahl bis 2025 auf 65 an. Da sich 23 von den 2011 vollausgelasteten Strecken zu Kapazitätsengpässen entwickeln, also die Belastungskategorie wechseln, bedeutet das, dass zu den Strecken, die 2011 an der Kapazitätsgrenze operieren, bis 2025 39 neue Abschnitte mit Vollauslastung hinzukommen. Nur auf zwei Streckenabschnitten kann 2025 aufgrund entfallener SPNV-Linien im Vergleich zu 2011 der Verkehr nun ohne Einschränkung bewältigt werden. Für die Zeit nach 2025 werden somit aus vollausgelasteten Strecken sukzessive überlastete Strecken, sofern nicht entsprechende Infrastrukturmaßnahmen getroffen werden.

⁵⁶ Vgl. Tabelle A2 im Anhang.

5. Maßnahmen zur Beseitigung und Verhinderung von Engpässen

Die Maßnahmen und Einzelinstrumente, mit denen sich die Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur sichern und verbessern lässt, sind vielfältig. Im Rahmen einer engpassorientierten Strategie sind sie danach zu unterscheiden, ob sie kapazitätssteigernd oder belastungsreduzierend wirken. In beiden Fällen sinkt die Netzauslastung und Überlastungen werden verringert, so dass mehr Trassen zur Verfügung stehen, um wachsende Verkehre aufzufangen. Der Einsatz der Maßnahmen richtet sich direkt auf die Infrastruktur, das Transportmaterial, Betriebsabläufe und Betriebsverfahren auf dem Netz sowie auf die Ausgestaltung der Netzentgelte.

5.1 Infrastrukturseitige Maßnahmen

Infrastrukturseitige Maßnahmen umfassen kleinere und daher meist mit geringem Aufwand verbundene oder große, relativ teure Maßnahmen.

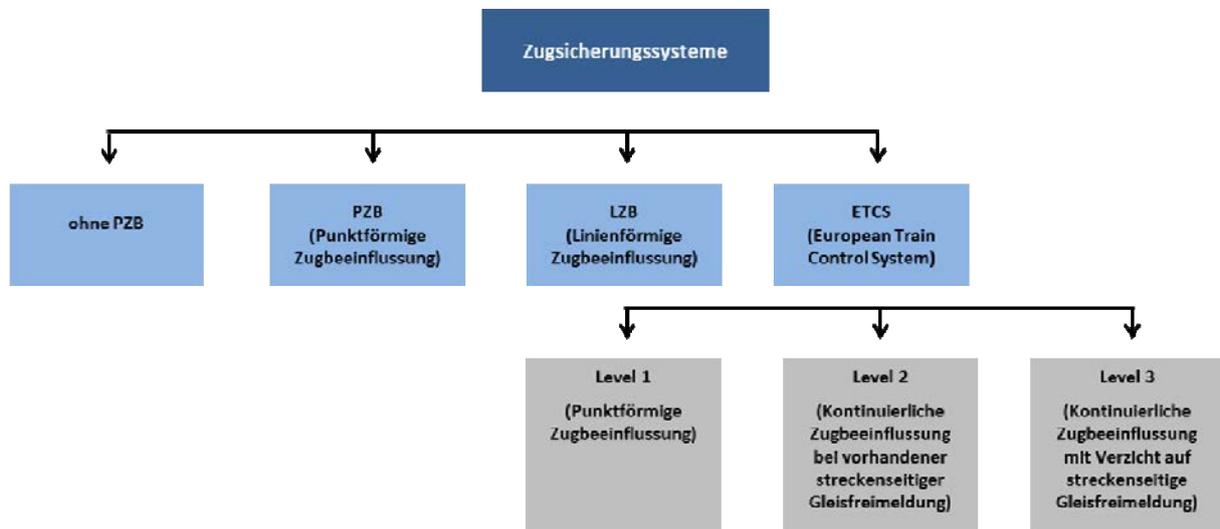
5.1.1 Kleinere Maßnahmen

Verbesserung der Leit- und Sicherungstechnik

Je nach Geschwindigkeit und technischer Ausstattung eines Zuges variieren die Bremswege von einigen hundert Metern bis zu mehreren Kilometern. Aus diesem Grund ist es zwingend erforderlich, dass der Zugführer die zur Zugsteuerung nötigen Informationen frühzeitig erhält. Diese Informationen werden über entsprechende Zugsicherungs- bzw. Zugsicherungssysteme vermittelt. Die Kommunikation der Informationen erfolgt entweder über Signale oder über eine voll automatisierte Abstands- und Geschwindigkeitskontrolle. Für gewöhnlich ist ein Gleis in mehrere Streckenabschnitte, sogenannte Blöcke, unterteilt. Die Länge eines Blocks richtet sich nach der Geschwindigkeit. Je höher sie ist, desto größer ist in der Regel auch der einzuhaltende Blockabstand. Entscheidenden Einfluss sowohl auf die Sicherheit als auch auf die Kapazität eines Streckenabschnitts nimmt die Ausgestaltung der Leit- und Sicherungstechnik (LST), weil mit der eingesetzten Leit- und Sicherungs-Technologie die einzuhaltenden Blockabstände erheblich variieren. So erlaubt eine hochwertige LST kürzere Zugfolgezeiten, wodurch auf einer

gegebenen Strecke mehr Trassen zur Verfügung stehen. Gegenwärtig lassen sich folgende Zugsicherungssysteme unterscheiden:⁵⁷

Übersicht 4: Zugsicherungssysteme



Quelle: Eigene Darstellung nach Eschlbeck (2010a).

Leit- und Zugsicherungssysteme unterscheiden sich dadurch, ob sie die Züge punktförmig beeinflussen (PZB), linienförmig (LZB) oder kontinuierlich (ETCS).⁵⁸ Strecken ohne eine dieser Techniken sind in Nordrhein-Westfalen nur in minimalem Umfang vorhanden (1,64%).

Wie die Studie „Influence of ETCS on line capacity“ der RWTH Aachen für drei Streckentypen [Hochgeschwindigkeitsstrecke (HGS) bis 300 km/h, Konventionelle Strecke (KS) bis 160 km/h und Regionalstrecke (RS) bis 80 km/h] zeigt, lässt sich vor allem durch die Umrüstung konventioneller Systeme auf ETCS Level 3 eine signifikante Verbesserung der Streckenkapazität erreichen (Abbildung 14).⁵⁹ Der Kapazitätseffekt durch eine Umrüstung konventioneller Systeme auf ETCS Level 1 oder Level 2 ist demgegenüber begrenzt. Der Kapazitätsverbesserung von ETCS Level 3 wird durch das Fahren im absoluten Bremswegabstand (*moving blocks*) ermöglicht, wodurch erhebliche Kapazitätsvorteile durch die Verkürzung der Blockabstände generiert werden können.⁶⁰ In Europa wird gegenwärtig ETCS auf dem Level 1 und Level 2 angewendet.

⁵⁷ Ergänzende Erläuterungen zum ETCS finden sich z.B. bei Eschlbeck (2010a und 2010b) oder bei EU-Kommission (2006).

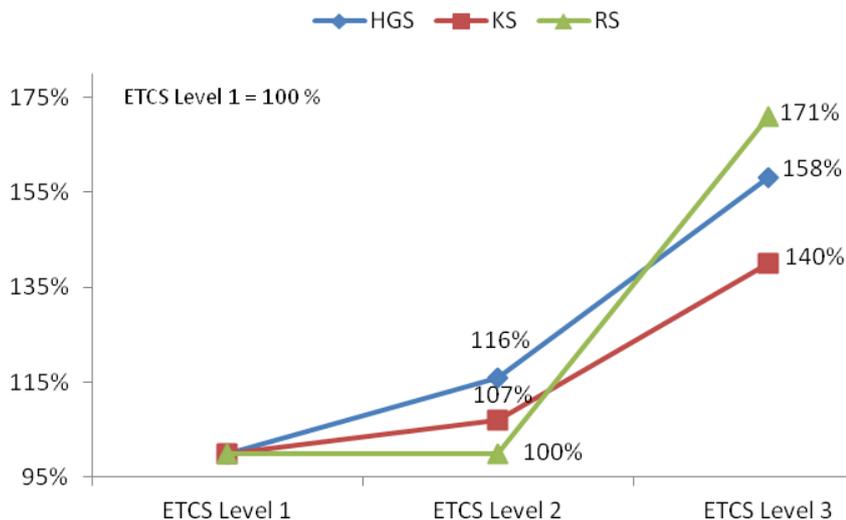
⁵⁸ Vgl. zur Erläuterung zum ETCS Eschlbeck (2010a und 2010b) sowie EU-Kommission (2006).

⁵⁹ Vgl. RWTH Aachen (2008), S. 35ff.; BMBF (2003), S. 92.

⁶⁰ Vgl. Abril et al. (2008), S. 777; BVU (2008), S. 5.

Die technischen Spezifikationen für ETCS Level 3 stehen noch aus, so dass eine Einführung dieser Technik in absehbarer Zeit ausgeschlossen sein dürfte.⁶¹

Abbildung 14: Kapazitätseffekte durch ETCS



Quelle: Eigene Darstellung nach RWTH (2008).

Den potenziellen Kapazitätsgewinnen stehen hohe Kosten gegenüber, die für den Einbau der ETCS-Komponenten anfallen. Die Kosten für die fahrzeugseitige Neuausrüstung mit einem ETCS-Bordmodul werden von der EU-Kommission auf 100.000 € bis 300.000 € beziffert.⁶² Der Netzbeirat der DB Netz AG geht sogar von Aufwendungen bis zu 500.000 € je Lok aus.⁶³ Zusätzlich müssen die Schienenwege mit der neuen Technologie ausgestattet werden. Die Kosten hierfür werden auf 30.000 € bis 300.000 € pro km geschätzt. Allerdings birgt die ETCS-Technologie Größenvorteile bei der Herstellung, so dass zukünftig mit einem Rückgang der Durchschnittskosten der Produktion und Installation gerechnet werden kann.⁶⁴ Weiterhin entstehen bei der Einführung der neuen Technologie hohe Risiken. So müssen nach wie vor sämtliche neu ausgerüsteten Strecken so lange parallel mit alter und neuer Technik betrieben werden, bis das ETCS flächendeckend umgesetzt ist, was ein erhebliches finanzielles Risiko für Netzbetreiber und EVU nach sich zieht und somit geringe Anreize für weitreichende Investitionen schafft. Darüber hinaus existiert eine Vielfalt von nationalen ETCS-Versionen, womit das

⁶¹ Vgl. BVU (2008), S. 5.

⁶² Praktische Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass die Kosten der Umrüstung dort etwa bei 250.000 € liegen.

⁶³ Vgl. DVZ (2010).

⁶⁴ Vgl. EU-Kommission (2006), S. 11; Eschlbeck (2010a), S.15ff.

Ziel der Interoperabilität im europäischen Schienenverkehr konterkariert wird. Nach Ansicht des Netzbeirates der DB erfüllt das ETCS nicht die Voraussetzungen, um sich als Standardsystem in Europa etablieren zu können, weshalb er den Bund und die DB Netz AG auffordert, bis auf weiteres nicht mehr in das europäische Zugsicherungssystem zu investieren. Eine verbindliche finanzielle Zusicherung durch den Bund für die Umsetzung von ETCS in Deutschland steht ohnehin noch aus.⁶⁵ Schließlich sind Leistungssteigerungen durch eine Ausstattung mit ETCS-Technik nur zu erwarten, wenn im eingesetzten Streckenbereich keine ähnlich spezifizierte konventionelle Zugsicherungstechnik installiert ist. D. h. der Wechsel zu ETCS Level 2 auf einer Strecke, die bereits über die hoch leistungsfähige LZB-Technik verfügt, bewirkt keine Kapazitätsverbesserung.⁶⁶

Ausbau von Abstell- und Überholgleisen

Nebengleise in Form von Abstell- oder Überholgleisen können die Aufnahmefähigkeit einer Schienenstrecke entscheidend verbessern. Die Einrichtung derartiger Gleise empfiehlt sich besonders auf Mischverkehrsstrecken, auf denen disharmonische Geschwindigkeitsprofile der verschiedenen Zugkategorien trassenvernichtend wirken. Hier kann die Vorhaltung von seitengleich gerichteten, zuglangen Überholgleisen zu einer dichteren Taktfolge führen.

Die alleinige Existenz eines Nebengleises reicht jedoch nicht aus, um die Streckenkapazität zu verbessern. Wichtiger ist eine geeignete Positionierung der Überholmöglichkeit. So verbessert ein mittig platziertes Überholgleis auf einer 25 km langen eingleisigen Strecke die Kapazität um ca. 40 %, während ein Nebengleis in unmittelbarer Nähe des Start- oder Zielpunktes praktisch keinen Effekt auf die Kapazität ausübt.⁶⁷

Das nordrhein-westfälische Schienennetz war bis vor wenigen Jahren noch wesentlich stärker mit Nebengleisen ausgestattet. Seither wurden jedoch zahlreiche Überholstellen aus Kostengründen abgebaut. Eine Reaktivierung könnte sich als sinnvoll erweisen, muss aber berücksichtigen dass der Neubau von Nebengleisen aufgrund der hohen Investitionskosten, die sich im einstelligen Millionenbereich je Streckenkilometer bewegen, eine kostenintensive Maßnahme darstellt. Denn die Länge des Gleises muss sich im Minimum nach der in Deutschland maximal zulässigen Zuglänge (740 m)

⁶⁵ Vgl. Pörner (2011), S. 31; Eschlbeck (2010a), S. 17f.

⁶⁶ Vgl. BVU (2008), S. 6.

⁶⁷ Vgl. UBA (2010), S. 42f.

richten. Daher ist der Bedarf an Überholmöglichkeiten im Einzelfall einer genauen Prüfung zu unterziehen, damit der Bau bedarfsorientiert und kostenschonend erfolgt.

Elektrifizierung von Nebenstrecken

Elektrifizierte Strecken steigern das Beschleunigungsvermögen und die Geschwindigkeit der Züge. Damit erhöht sich ebenfalls die Durchlassfähigkeit des Netzes, und die theoretische Kapazität der Schienenstrecken steigt. Außerdem nimmt die Flexibilität bei Betriebsstörungen durch ein zunehmend elektrifiziertes Netz zu, wie z. B. im Fall von Streckensperrungen, da bei erforderlichen Umleitungen die Traktionsart keine Restriktion darstellt.⁶⁸

In NRW sind fast zwei Drittel des Schienennetzes elektrifiziert, davon insbesondere die Hauptverkehrsadern. Die weitere Elektrifizierung des Streckennetzes ist folglich nur bei jenen Ausweichrouten und Bypassen zu prüfen, die eine wirksame Entlastung stark ausgelasteter Verkehrskorridore bieten können. Zu berücksichtigen sind dabei die hohen Kosten für den Streckenausbau mit Oberleitungen. Sie liegen zwischen 1 und 2 Mio. €/je Streckenkilometer.⁶⁹

Niveaufreie Kreuzungsmöglichkeiten und Verbindungskurven

Netzengpässe können u. a. auf das Fehlen von oder die zu geringe Ausstattung mit niveaufreien Kreuzungsmöglichkeiten bzw. Verbindungskurven, insbesondere an den Ein- und Ausfahrten von Bahnhöfen, zurückgeführt werden. Das gilt besonders in den Knoten, die eine Vielzahl von Zugbewegungen zu bewältigen haben. Der positive Einfluss solcher Maßnahmen auf die Kapazität der Schieneninfrastruktur ist unbestritten, und der Investitionsbedarf in diesem Bereich wird regelmäßig durch Umfragen des VDV unter den Nutzern der Bundesschienenwege artikuliert.⁷⁰

Auch mit dem Bau von Überwerfungsbauwerken und Verbindungskurven gehen hohe Kosten einher. Die Aufwendungen für die Erstellung derartiger Punktinfrastrukturen sind der Höhe nach zentraler Bestandteil jeder Infrastruktureneubaumaßnahme und nicht zu unterschätzen.

⁶⁸ Vgl. UBA (2010), S. 43.

⁶⁹ Vgl. UBA (2010), S. 120; Landtag von Baden-Württemberg (2009), S. 2.

⁷⁰ Vgl. VDV (2006).

5.1.2 Größere Maßnahmen

Aus- und Neubau von Strecken

Sofern Eingleisigkeit die Ursache eines Kapazitätsengpasses ist oder die Netzleistungsfähigkeit nicht durch kleinere Maßnahmen verbessert werden kann, bleibt nur ein Streckenausbau oder Streckenneubau. Die durchschnittlichen Kosten einer solchen größeren Maßnahme liegen in Nordrhein-Westfalen bei etwa 12,7 Mio. € pro km (Tabelle 14).⁷¹

Tabelle 14: Kosten für den Neu- und Ausbau von Gleisen in NRW

Art	Streckenabschnitt	Länge In km	Investitions- kosten (in Mio. €)	Investitions- kosten je km Gleis
ABS	(Amsterdam –) Grenze D/ NL – Emmerich – Oberhausen	73	1342,1	18,4
ABS	Münster – Lünen (–Dortmund)	42	377,2	9,0
ABS	„Eiserner Rhein“ (Ø beider Varianten)	24,5	316,5	12,9
NBS	Hagen – Gießen (2. Baustufe)	6,6	408,7	61,9
ABS	Nienburg – Minden	53	236,4	4,4
ABS	Minden – Haste	36	551,5	15,3
ABS	Grenze D/NL – Kaldenkirchen – Viersen/Rheydt – Rheydt-Odenkirchen	23	50	2,2
Gesamtlänge/ Investitionskosten/ Ø-Nutzen-Kosten-Verhältnis		258,1	3282,4	12,7

Quelle: BVU/Intraplan (2010).

Allerdings handelt es sich hier um eine grobe Schätzung, da die spezifischen Kosten stark von der individuellen Maßnahme abhängen und damit in einer erheblichen Bandbreite variieren. Dies bestätigen die Daten aus der Bedarfsplanüberprüfung des BVWP 2003. In den Investitionskosten je km Gleis sind sämtliche Kosten für die durchzuführenden Baumaßnahmen der jeweiligen Streckenabschnitte enthalten, u. a. die Aufwendungen für Bahnkörper, Tunnel und Brücken, Signalanlagen sowie die Planung.

⁷¹ Vgl. Tabelle 14.

Ausbau wichtiger Knoten

Für den Ausbau wichtiger Knoten können die Kosten ebenfalls nur grob geschätzt werden. Auch hier hängen die Investitionsaufwendungen stark von den spezifischen Gegebenheiten und dem Umfang der jeweiligen Baumaßnahme ab. Exemplarisch können die Kosten für den Ausbau der Knoten Mannheim und München angeführt werden, die den Kostenschätzungen im Rahmen der Bedarfsplanüberprüfung des BVWP entnommen sind.

Tabelle 15: Kosten für die Ertüchtigung von Knoten

Knoten	Investitionskosten in Mio. €	Maßnahmen (Auswahl)
Mannheim	159,5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verschiebung der Bahnsteigkanten ▪ Errichtung Kreuzungsbauwerk Mannheim Friedrichsfeld Süd ▪ Ausfädelung für den SGV ▪ Viergleisiger Ausbau Heidelberg Wieblingen – Heidelberg Hbf
München	368	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viergleisiger Ausbau Daglfing – Johanneskirchen oberirdisch ▪ Wendeanlage Hallbergmoos ▪ Daglfinger Kurve + Umbau Einfädelungsbereich M-Riem

Quelle: BVU/Intraplan (2010).

Das Beispiel Stuttgart 21 zeigt allerdings, dass sich die kalkulierten Aufwendungen für den Ausbau von größeren Verkehrsknoten auch im mehrstelligen Milliardenbereich bewegen können. Der Ausbau von Knoten zählt daher zu den kostenintensivsten Maßnahmen zur Beseitigung von Engpassstellen und sollte einer besonders gründlichen Prüfung unterzogen werden.

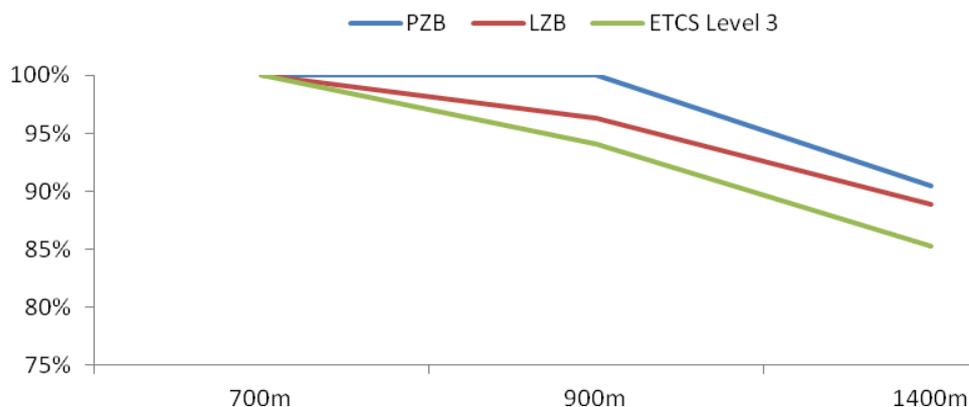
5.2 Transportmaterial

Erhöhung der zulässigen Zuglänge

Der Einsatz von längeren Güterzügen führt zu einer besseren Nutzung der vorhandenen Kapazität im Bestandsnetz. Allerdings ist die Quantifizierung der Kapazitätswirkung nicht ohne weiteres möglich, denn von einer Erhöhung der Zuglänge gehen zwei gegenläufige Effekte aus. Auf der einen Seite vergrößert sich die Ladekapazität der Züge. So würde eine Erhöhung der Zuglänge von 700 m auf 1.500 m eine Verdopplung

der Kapazität bedeuten. Auf der anderen Seite nimmt durch eine Verlängerung der Züge die Streckenleistungsfähigkeit ab, wobei diese Abnahme allerdings verhältnismäßig gering ausfällt (Abbildung 15). Bei einer Ausstattung mit ETCS Level 2 etwa verringert sich für einen 1400 m langen Zug die Aufnahmefähigkeit der Strecke um 11 %, während sich die Zugladekapazität verdoppelt. Zudem wirkt sich die Verlängerung der Züge positiv auf alle Arten von Schienengütertransport aus.⁷²

Abbildung 15: Abnahme der Streckenleistungsfähigkeit durch Erhöhung der zulässigen Zuglänge



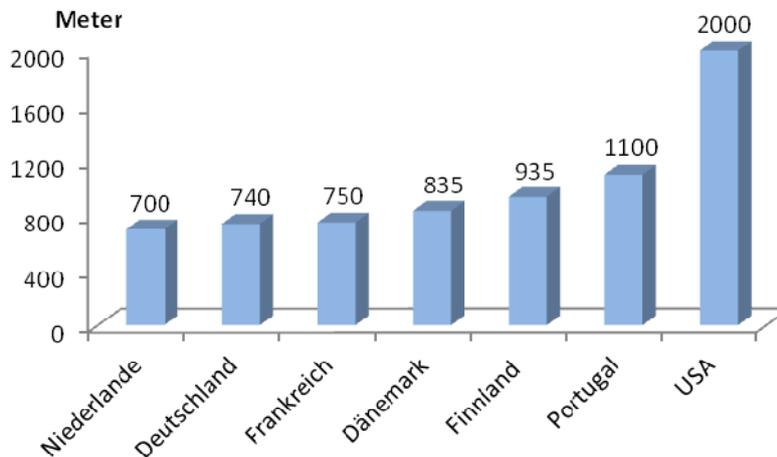
Quelle: Eigene Darstellung nach BMBF (2003), S. 86.

Bisher dürfen Züge in Deutschland die maximal zulässige Regelzuglänge von 740 m nicht übersteigen. Dagegen sind in Nordamerika und anderen Teilen Europas „überlange Züge“ schon heute gängige Praxis (Abbildung 16). Auch in Deutschland wurde das Konzept bereits getestet und die zulässige Zuglänge auf der Relation Padborg – Maschen von 650 m auf 835 m erhöht. Damit steigt die Interoperabilität der grenzüberschreitenden Verkehre in Richtung Dänemark, wo die zugelassene Gesamtzuglänge ohnehin 835 m beträgt. Nach der erfolgreich verlaufenden dreimonatigen Testphase wird inzwischen der Regelbetrieb auf diesem Streckenabschnitt vorbereitet. Auf der Betuwe-Linie zwischen Oberhausen und Rotterdam wurde der Einsatz überlanger Güterzüge ebenfalls erprobt. Ziel dieses im Jahr 2009 durchgeführten Pilotprojektes war die Überprüfung dieser transportseitigen Neuerung, die von Seiten der DB AG mit einem positiven Fazit abgeschlossen werden konnte.⁷³ Diese Beispiele zeigen deutlich, dass die Verlängerung der Zuglänge eine umsetzbare und zweckmäßige Maßnahme darstellen kann, um die Kapazität im bestehenden Streckennetz zu erhöhen.

⁷² Vgl. BMBF (2003), S. 161.

⁷³ Vgl. Deutsche Bahn AG (2010a), S. 118.

Abbildung 16: Maximal zulässige Zuglängen im Ländervergleich



Quelle: Angaben der nationalen Netzbetreiber.

Der Einsatz überlanger Züge ist allerdings nicht ohne den kostenintensiven Umbau einzelner Streckenkomponenten möglich. Zunächst ist eine Anpassung der Länge sämtlicher Überhol- und Abstellgleise notwendig. Außerdem wird die Fahr- und Längsdynamik der Züge beeinflusst, wodurch eine fahrzeugseitige Abstimmung der Technik (u. a. Zugkraft der Triebwagen) erforderlich wird. Schließlich muss gegebenenfalls die Leit- und Sicherungstechnik verändert werden. Die in Deutschland verwendete LZB-Technik erfasst z. B. nur Züge bis zu einer Länge von 790 m, während ETCS auch überlange Zugverbände unterstützt.

Ein Alleingang Deutschlands bei der Verlängerung von Zügen gegenüber seinen unmittelbaren Partnern würde die Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs weiter beeinträchtigen. Das gilt etwa für die Relationen zwischen Deutschland und den Niederlanden im Hinblick auf Zugbildung sowie Leit- und Sicherungstechnik. Auch könnte der Einsatz überlanger Güterzüge zwar insbesondere für stark ausgelastete europäische Güterverkehrskorridore eine Lösung bei Kapazitätsproblemen bringen, aber nur dann, wenn ein integriertes Konzept eine Vielzahl von Staaten mit einschließt. Die Vorteile einer allein auf Nordrhein-Westfalen ausgerichteten Strategie sind demgegenüber bei der Vielzahl an länderübergreifenden Transporten als gering einzuschätzen.

Doppelstockwagen im Containerverkehr

Doppelstock-Containertragwagen werden zur Entlastung auf stark befahrenen Strecken bereits seit den 1980er Jahren im nordamerikanischen Schienengüterverkehr erfolgreich eingesetzt. Da Doppelstockzüge bei gleichbleibender Zuglänge ein wesentlich größeres Fassungsvermögen aufweisen, entstehen zwei wesentliche Vorteile: Erstens sinken die Durchschnittskosten für die Transporteure. Zweitens verringert sich die Belastung mit Zügen im Schienennetz, da sich eine gleichbleibende Transportmenge auf eine deutlich geringere Anzahl an Zügen verteilt.

Allerdings kommt es durch die zweite Ladeebene nicht zu einer Verdoppelung der Kapazität. Wie eine Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF 2003) zeigt, erlauben einsatzfähige Doppelstockzüge in Deutschland eine Erweiterung der Transportleistung um allenfalls 50 - 60 %. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass diese Maßnahme nicht ohne technische Anpassungen umzusetzen ist, wie die Anpassung des Lichtraumprofils von Brücken und Tunneln sowie die Angleichung der Oberleitungen durch den Umbau aller E-Loks.⁷⁴ Um das volle Potenzial der Doppelstockzüge ausnutzen zu können, ist weiterhin eine Verstärkung der Achslast notwendig.

Allein die Kosten zur Anpassung des Lichtraumprofils werden auf 300.000 bis 350.000 € pro Streckenkilometer geschätzt. Zusätzlich muss bei internationalen Verkehren die Interoperabilität gewährleistet bleiben. Daher wäre eine Insellösung für Deutschland wenig zielführend. Das BMBF (2003) und die DB AG (2007) stimmen bei der Abwägung aller Kosten und Nutzen dieser Maßnahme darin überein, dass eine flächendeckende Einführung von Doppelstockwagen in Deutschland nicht zweckmäßig ist. Allenfalls sei eine Einzelfallprüfung für bestimmte Strecken denkbar.⁷⁵

5.3 Betriebsablauf und Betriebsverfahren

Entmischung von Verkehren

Wie die Engpassanalyse gezeigt hat, beeinträchtigen Mischverkehre die Leistungsfähigkeit des Schienennetzes erheblich. Die parallele Inanspruchnahme vieler Trassen durch Hochgeschwindigkeits-, Güter- und Regionalverkehre kann erhebliche Kapazitätsprobleme auf stark belasteten Strecken verursachen, da die Leistungsfähigkeit einer Trasse in hohem Maße von dem Mischungsverhältnis der Züge abhängt. Je größer die Ge-

⁷⁴ Vgl. BMBF (2003), S. 71f.

⁷⁵ Vgl. UBA (2010), S. 41, Deutsche Bahn AG (2007), S. 13.

schwindigkeitsschere zwischen den Zügen ist, desto geringer ist die Leistungsfähigkeit eines Streckenabschnittes. Auf Schienenwegen, die von Zügen mit disharmonischen Geschwindigkeitsprofilen befahren werden, kann das Kapazitätspotenzial einer Trasse um bis zu zwei Dritteln sinken.

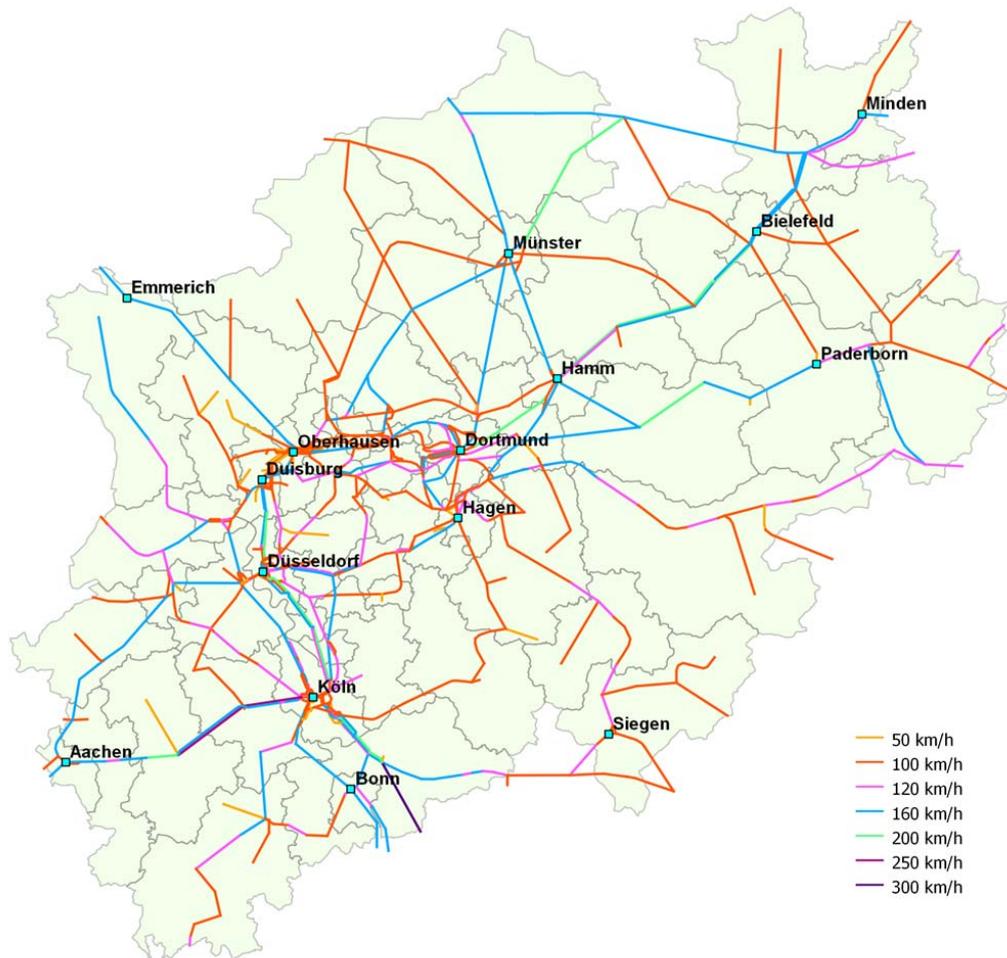
Vielfach wird daher eine Entmischung durch die infrastrukturelle Trennung schneller und langsamer Verkehre oder die weitgehende Harmonisierung der Geschwindigkeiten empfohlen. Grundsätzlich kann die Angleichung der Geschwindigkeitsprofile durch die Entmischung von langsamen und schnellen Verkehren die Kapazität einer Strecke signifikant erhöhen. Die Idee der Entmischung von Verkehren wurde daher bereits 1995 durch die Strategie Netz-21 der DB AG aufgegriffen, die eine Harmonisierung der Zuggeschwindigkeiten anstrebt. Der im Jahr 2008 vorgestellte Masterplan Güterverkehr und Logistik der Bundesregierung sieht eine Fortführung der Strategie Netz-21 vor und verweist darauf, dass die Entmischung von langsamen und schnellen Verkehren ebenfalls im Bundesverkehrswegeplan sowie in den Bedarfsplänen Berücksichtigung findet. Nach Angaben der DB AG führt eine stärkere Trennung disharmonischer Verkehre zu einem Kapazitätsanstieg von bis zu 20 % je Strecke.⁷⁶

Eine Entmischung ist allerdings sehr kostenintensiv. So wäre eine vollständige Harmonisierung der Verkehre mit erheblichen intermodalen Wettbewerbseinbußen verbunden, insbesondere für das Hochgeschwindigkeitssegment. Eine räumliche Entflechtung der Verkehre ist nur dort ohne Ausbaumaßnahmen zu realisieren, wo die Infrastruktur zur Verfügung steht. Eingleisige Streckenabschnitte kommen für die Umsetzung dieser Maßnahme nicht in Frage. Abers selbst auf zweigleisigen Strecken ist ein kapazitätserweiternder Effekt durch die Trennung schneller und langsamer Verkehre nicht zu erwarten. Zudem ist das Vorhalten bestimmter Strecken für „gleichartige Verkehre“ aus betriebswirtschaftlicher Sicht überhaupt nur sinnvoll, wenn mindestens 240 Trassen pro Tag in Anspruch genommen werden. Schließlich fordert das deutsche Netz mit seinem „Flickenteppich permanent wechselnder Ausstattungsmerkmale wie der zulässigen Geschwindigkeit“⁷⁷ erhebliche Investitionen, um eine an verschiedenen Geschwindigkeiten ausgerichtete Entmischung zu ermöglichen (Abbildung 17).

⁷⁶ Vgl. Bundesregierung (2008), S. 44.

⁷⁷ UBA (2010), S. 35.

Abbildung 17: Geschwindigkeitsmerkmale der Schieneninfrastruktur in NRW



Quelle: Eigene Darstellung.

Daher wird vorgeschlagen, an Stelle einer baulich-infrastrukturellen Entmischung eine Optimierung der Betriebsabläufe vorzunehmen. Hierzu gehören der Einsatz beschleunigungsstarker moderner Fahrzeuge und kürzere Umläufe im Schienenpersonennahverkehr sowie dessen Konzentration auf Geschwindigkeiten zwischen 160 und 200 km/h. Allerdings setzen solche Maßnahmen mindestens dreigleisige Strecken voraus.⁷⁸

IT-unterstützte Netzplanung

Eine IT-Unterstützung zur Netz- und Trassenplanung, Trassenvergabe sowie Zugdisposition wird bislang nur punktuell eingesetzt. Das bedeutet, dass auch die Trassenallokation auf vielen stark ausgelasteten Strecken noch manuell erfolgt. Hier könnte eine Rechnerunterstützung deutlich bessere Ergebnisse erzielen. Als positives Beispiel dafür

⁷⁸ Vgl. BMBF (2003), S. 160, UBA (2010), S. 35 f.

kann das in der Schweiz flächendeckend verwendete Eisenbahnsimulationsprogramm „OpenTrack“ angeführt werden. OpenTrack ist aus einem Forschungsprojekt zum Thema „Interaktive Betriebssimulation von Eisenbahnnetzen“ der ETH Zürich hervorgegangen und ist u. a. in der Lage, Probleme bei der Fahrzeitberechnung und Fahrplan-konstruktion zu lösen.⁷⁹ Auch die DB AG verfügt über Simulationssoftware (z. B. RailSys), die zur einer verbesserten Planung und Steuerung der Kapazitäten eingesetzt werden kann. Jedoch konzentriert sich der Einsatz dieses Tools auf die Simulation von Verkehrsabläufen in den großen Verkehrsknoten.⁸⁰ Die flächendeckende Nutzung IT-gestützter Simulationsprogramme würde die Auslastung der vorhandenen Infrastruktur verbessern, indem die Allokation der Trassen effizienter als es mit manuellen Verfahren durchgeführt werden. Damit ergäbe eine vergleichsweise kostengünstige Möglichkeit zur Kapazitätserweiterung durch eine Optimierung der Betriebsverfahren.

Baustellenmanagement

Wie bei den Straßen beeinträchtigen auch im Schienennetz Baustellen die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur. Häufig werden hier unzureichende Abstellkapazitäten für an- und abfahrende Baustellenverkehre, die unzureichende Abstimmung und Kommunikation zwischen dem Netzbetreiber und den Transportunternehmen, die fehlende Flexibilität bezüglich der zeitlichen Planung sowie häufige Vollsperrungen anstelle von Baumaßnahmen im laufenden Betrieb genannt und auf die Schweiz verwiesen, wo Vollsperrungen durch Arbeiten in den nächtlichen Sperrpausen oder durch vorübergehende eingleisige Streckenführung vermieden werden.⁸¹

Im Jahr 2006 hat die Bundesnetzagentur daher das „Performance Regime“ (§21 Abs. 1 EIBV) angestoßen, das über die Entgeltstruktur Anreize zur Reduktion von Betriebsstörungen vermitteln soll. Ein „Possession Regime“ soll dabei insbesondere für die schnellere zeitliche Abwicklung von Instandhaltungsmaßnahmen und Bauarbeiten sorgen.⁸² Das von der DB Netz AG dazu entwickelte Performance Regime wurde jedoch von zahlreichen Marktteilnehmern mit der Begründung der Ungleichbehandlung und Undurchschaubarkeit zurückgewiesen. Verschiedene Unzulänglichkeiten des Perfor-

⁷⁹ Vgl. OpenTrack (2011).

⁸⁰ Vgl. Engel (2006), S. 45ff.

⁸¹ Vgl. UBA (2010), S. 33.

⁸² Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 54f.

mance Regimes haben zu diversen Rechtstreitigkeiten und dazu geführt, dass das Regime zurzeit ausgesetzt worden ist.⁸³

Trassen-Sharing

Die gängige Vergabepaxis sieht vor, dass jeweils nur ein einziges Transportunternehmen den Zuschlag für eine Trasse erhalten und diese Trasse nicht ohne weiteres an ein anderes Transportunternehmen weiterverkaufen kann. Entfällt der Bedarf für eine Trasse, ist es für das betroffene Unternehmen somit nicht möglich, einem Dritten die Nutzung der abgemeldeten Verbindung einzuräumen, was insbesondere bei sehr kurzfristigen Änderungen zu einer ineffizienten Trassenvergabe führen kann. Eine Lockerung der geltenden Anmelde- und Vergabeverfahren könnte zu einer effizienteren Trassenallokation führen.⁸⁴

Die praktische Realisierung dürfte mit geringen finanziellen Aufwendungen verbunden sein. Allerdings sind die zu erwartenden Kapazitätsgewinne ebenfalls eher gering. Zudem kann eine derartige Maßnahme nicht punktuelle Engpässe auflösen, sondern lediglich die Belastung im Gesamtnetz besser verteilen.

Streckenöffnungszeiten

Die Stellwerke auf einigen Nebenstrecken in Nordrhein-Westfalen sind nur tagsüber besetzt. Oftmals erfolgt die nächtliche Betriebsruhe in der Zeit zwischen 23.00 Uhr und 04.00 Uhr. Denkt man über die Einrichtung von Ausweichrouten/Bypässen für stark ausgelastete Strecken nach, so ist es insbesondere für den vom Personenverkehr oft in die Nachtstunden verdrängten Güterverkehr wichtig, dass diese alternativen Routen auch während der Nachtzeiten befahren werden können. Kommt eine Nebenstrecke als Bypass in Frage, sollte eine Verlängerung der Streckenöffnungszeiten angestrebt werden. Ob die Durchführung dieser Maßnahme sinnvoll ist, hängt im Einzelfall von der Ausgestaltung der Betriebsruhe auf dem jeweiligen Streckenabschnitt ab.

5.4 Tarifäre Maßnahmen

Tarifäre Maßnahmen in Form von Preisdifferenzierung und Peak Load-Pricing sind die klassischen Lehrbuchinstrumente zur Entlastung von Infrastrukturengpässen. Im Schienenverkehr würde das bedeuten, dass der Netzbetreiber bei starken Belastungen

⁸³ Vgl. mofair e. V./Netzwerk Privatbahnen e. V. (2009), S. 19.

⁸⁴ Vgl. UBA (2010), S. 36f.

und Überlastungen des Netzes die Netznutzer durch entsprechende Tarifierhöhungen zu Verkehrsverlagerungen in auslastungsschwächere Zeiten oder auf auslastungsschwächere Netzteile veranlasst, um hierdurch eine effizientere Auslastung der vorhandenen Kapazitäten zu erreichen. Darüber hinaus kann er durch eine Preisdifferenzierung nach der Zuglänge oder nach der Netzbelastungsintensität des Rollmaterials Anreize für eine bessere Auslastung von Strecken und den Einsatz infrastrukturschonender Transportmittel schaffen. Die DB Netz AG erhebt daher bereits in ihrem Trassenpreissystem Zuschläge für besonders stark ausgelastete Streckenabschnitte.⁸⁵ Das gilt auch für andere europäische Staaten wie Großbritannien mit Zuschlägen für streckenspezifische Kapazitätsbeanspruchung, Italien mit Zuschlägen für das Kernnetz, Österreich mit Zuschlägen für Streckenabschnitte, Frankreich und die Niederlande mit Zuschlägen für Streckenauslastung innerhalb der Streckenkategorien sowie für Luxemburg und Polen mit Zuschlägen bei Überlastungen.⁸⁶ Im Gegensatz zu Deutschland wird auch in den meisten dieser Länder eine zeitliche Preisdifferenzierung betrieben.

Obwohl bereits gegenwärtig starke Netzbelastungen und -überlastungen offensichtlich sind, werden auslastungsabhängige Tarife in Deutschland lediglich auf 9 Streckenabschnitten erhoben, wovon sich nur einer in Nordrhein-Westfalen befindet. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Bundesnetzagentur als Regulierungsbehörde für die Trassenpreise solchen Maßnahmen skeptisch gegenübersteht, weil sie damit Möglichkeiten zur Preisdiskriminierung und Behinderung von Konkurrenten der DB-Transportsparten befürchtet. Auch dürfte sich eine räumliche und zeitliche Preisdifferenzierung vor allem im Schienenpersonenverkehr politisch kaum durchsetzen lassen, allein schon deshalb, weil die für die Spitzenlasten verantwortlichen Pendler- und Schülerverkehre kaum über Ausweichoptionen in Schwachlastzeiten verfügen. Zudem würde eine Spitzenlasttarifierung für den Schienenpersonenverkehr erhebliche Wettbewerbsnachteile mit sich bringen und gewünschte Verlagerungen von der Straße auf die Schiene konterkarieren. Tarifäre Maßnahmen zur Engpassbeseitigung und Engpassverhinderung sind daher eher für den Güterverkehr geeignet, der weniger zeitkritisch ist und bei längeren Relationen geringeren räumlichen Bindungen unterliegt, so dass ihm keine wettbewerblichen Nachteile durch längere Ausweichrouten oder durch Transporte in den vom Personenverkehr ungenutzten Zeitfenstern entstehen. Allerdings müssten die mit solchen Umwegen und zeitlichen Verengungen verbundenen zusätzlichen

⁸⁵ Vgl. DB Netz AG (2010).

⁸⁶ Vgl. ÖBB Infrastruktur (2011), Isenmann (2010a und 2010b).

Kosten für die Transportunternehmen durch entsprechend geringere Trassenpreise für Schwachlaststrecken und Schwachlastzeiten kompensiert werden. Da kurzfristige Ausweichmöglichkeiten im Netz bei Überlastungen nur begrenzt möglich sind, müssen Spitzenlasttarife mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf angekündigt werden.

Kasten 2: Instrumente zur Engpassbeseitigung

Instrument		Bewertung		Wirkungsvariable Engpass	
		Nutzen/Chancen	Kosten/Risiken	Kapazität und/oder Belastung	
I.	Infrastrukturseitige Instrumente				
	a)	Kleinere Maßnahmen			
	1	Verbesserung der Leit- und Sicherungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> Kapazitätswachse durch verbesserte Technik möglich „moving blocks“ 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeugeitige Kosten: 100-500 Tsd. €/km Streckenseitige Kosten: 30-300 Tsd. €/km ETCS Level 3 noch nicht einsatzfähig Parallelität verschiedener Systeme 	K
	2	Ausbau von Abstell- und Überholgleisen	<ul style="list-style-type: none"> Zweistellige Kapazitätswachsraten im Bestandsnetz möglich „Intelligente“ Positionierung notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> < 10 Mio. €/km Reaktivierung zahlreicher in der Vergangenheit abmontierten Nebengleise nötig 	K
	3	Elektrifizierung von Nebenstrecken	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung der Durchlassfähigkeit des Netzes Ausweichrouten/Bypässe reduzieren die Belastung in stark ausgelasteten Korridoren 	<ul style="list-style-type: none"> 1 bis 2 Mio. €/km 	B
	4	Niveaufreie Kreuzungsmöglichkeiten und Verbindungskurven in stark belasteten Knoten	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau besonders in Hauptverkehrsknoten sinnvoll 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten generell im ein- bis zweistelligen Millionenbereich 	K
	b)	Größere Maßnahmen			
	5	Aus- und Neubau einzelner Strecken	<ul style="list-style-type: none"> Signifikante Kapazitätserweiterung 	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Kosten bei 12,7 Mio. €/km; allerdings hohe Bandbreite 	K
	6	Ausbau wichtiger Knoten	<ul style="list-style-type: none"> In stark überlasteten Knoten ist der Ausbau unumgänglich, wenn eine Kapazitätssteigerung erzielt werden soll 	<ul style="list-style-type: none"> Sehr hohe Kosten; oft dreistellige Millionenbeträge oder mehr 	K

II. Transportseitige Instrumente						
		7	Erhöhung der maximal zulässigen Zuglänge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Positive Erfahrungen in den USA und Teilen Europas ▪ Erfolgreiche Testprojekte auf einzelnen Relationen in Deutschland 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostenintensiver Streckenumbau notwendig ▪ Internationale Interoperabilität nicht gewährleistet ▪ Insellösung für NRW nicht praktikabel 	K/B
		8	Einsatz von Doppelstockwagen im Containerverkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Kapazitätseffekt durch zweite Ladeebene ▪ Transportzuwachs von 50 – 60 % bei gleichbleibender Zuglänge möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Kosten für technische Anpassungen (bspw. Kosten für Anpassung des Lichtraumprofils bei ca. 300 Tsd. €/km) ▪ Internationale Interoperabilität nicht gewährleistet ▪ Insellösung für NRW nicht praktikabel 	B
III. Optimierung der Betriebsverfahren						
		9	Entmischung von Verkehren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angleichung der Geschwindigkeiten erhöht die Kapazität ▪ Langfristige Strategie der Bahn auf Entmischung ausgerichtet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schienennetz ist nicht flächendeckend für Entmischung nach Geschwindigkeiten ausgelegt ▪ Erst ab einer Infrastrukturmenge von mindestens drei Gleisen sinnvoll 	K
		10	IT-unterstützte Netzplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IT-gestützte Systeme deutlich effizienter als manuelle Netzplanung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software bereits vorhanden 	K
		11	Verbesserung des Baustellenmanagements	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weniger Vollsperrungen erhöhen die Kapazität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anreizsystem über Entgeltstruktur vorerst gescheitert 	K
		12	Trassen-Sharing	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effizientere Trassenallokation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe finanzielle Aufwendungen notwendig ▪ Nicht zur Auflösung punktueller Überlastungen geeignet 	B
		13	Flexibilisierung der Streckenöffnungszeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relevant für die Nutzung von Ausweichrouten/Bypässen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überschaubare betriebliche Kosten 	B
IV. Tarifäre Instrumente						
		14	Preisdifferenzierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung der Netzkapazität durch effektivere Verteilung der Belastungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administrative Kosten müssen überschaubar bleiben ▪ Diskriminierungsfreie Preisgestaltung notwendig 	B

Quelle: Eigene Darstellung.

6. Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur sicherstellen

Das Prognoseszenario macht deutlich, dass das nordrhein-westfälische Schienennetz ohne geeignete Maßnahmen immer stärker an seine Kapazitätsgrenzen stoßen wird. Bereits im Status Quo sind erhebliche Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit zu beobachten, bis 2025 werden diese stark zunehmen, wenn keine entsprechenden Maßnahmen ergriffen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hier durchgeführten Analysen zur Netzleistungsfähigkeit – wie allgemein üblich – von einem optimistischen Betriebsszenario ausgehen, das in der Realität häufig so nicht gegeben ist. Gleichmaßen abstrahieren die zugrunde gelegten Prognosen zum Verkehrswachstum von künftigen umweltpolitisch motivierten Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, den Modal Split zugunsten des Schienenverkehrs zu verlagern.⁸⁷ Das bedeutet aber: Der Handlungsbedarf zur Sicherstellung der Netzleistungsfähigkeit dürfte eher unter- als überschätzt werden.

6.1 Grundelemente einer leistungssichernden Netzkonzeption

Wie eingangs bereits dargestellt, benötigt man zur Sicherstellung der Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen ein Programm, dessen strategische Ausrichtung die Restriktionen berücksichtigt, die von der zunehmenden Mittelknappheit der öffentlichen Haushalte ausgehen. Eine solche Programmstrategie muss darauf gerichtet sein, die knappen Mittel effizient einzusetzen, und das bedeutet, sie muss sich am tatsächlichen Bedarf orientieren und dort ansetzen, wo die Netzleistungsfähigkeit am stärksten beeinträchtigt wird: Bei Kapazitätsüberlastungen. Ihre Vermeidung ist vorrangig, indem man vorhandene Engpässe beseitigt und das Entstehen von Engpässen vorzeitig verhindert. Diese Strategie der vorrangigen Engpassvermeidung muss dann im Weiteren schrittweise jene überlasteten Streckenabschnitte priorisieren, die besonders starke Verkehrsmengen aufweisen und künftig den stärksten Verkehrszuwachs und dementsprechend den größten Bedarf an Trassen zu bewältigen haben. Denn der Schienenverkehr kann nur wachsen und die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen, wenn das entsprechende Infrastrukturangebot zur Verfügung steht, wobei unter den

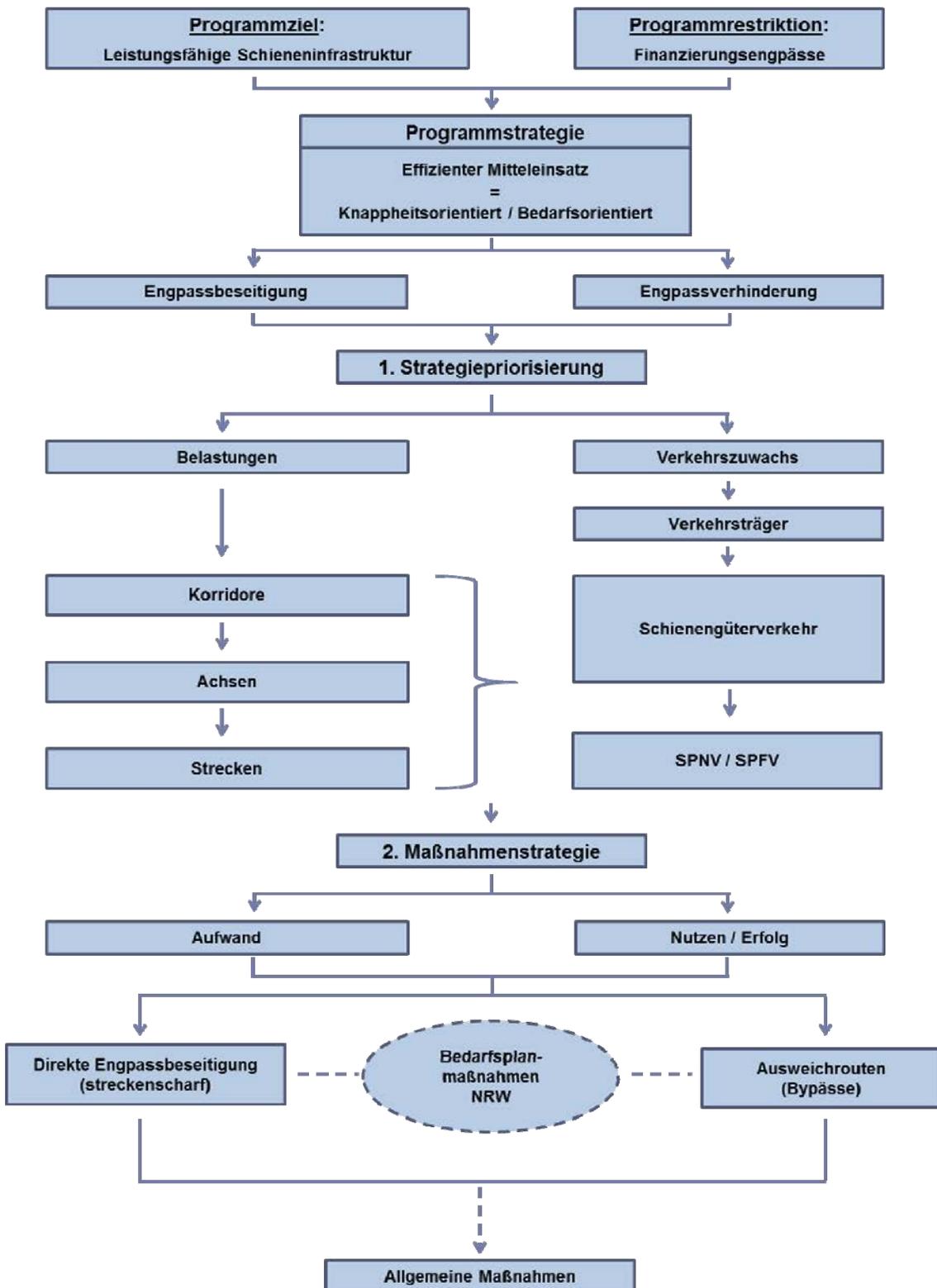
⁸⁷ Vgl. dazu etwa das neue EU-Weissbuch, Europäische Kommission (2011), S. 8ff., wonach bis 2030 rund 30% des Straßengüterverkehrs auf Bahn und Schiff und ein großer Teil des Personenverkehrs über mittlere Entfernungen von 300 km auf die Schiene verlagert werden soll.

Maßnahmen auf den verschiedenen Stufen wiederum jene zu priorisieren sind, welche bei gegebenem Mitteleinsatz den größten Erfolg versprechen.

Die Analysen des Schienennetzes in Nordrhein-Westfalen zeigen gegenwärtig die stärksten Belastungen sowie bestehende Überlastungen vor allem auf Streckenabschnitten in den beiden Nord-Süd-Korridoren und im West-Ost-Korridor. Hier wird der größte Teil der Verkehrsleistungen bewältigt. Bis 2025 wird sich die Situation in diesen Korridoren noch wesentlich verschärfen, da nicht zu erwarten ist, dass zwischenzeitlich genügend Mittel in die Engpassvermeidung fließen werden. Den stärksten Zuwachs wird bis 2025 der Schienengüterverkehr aufweisen, wobei die für Nordrhein-Westfalen geografisch wie wirtschaftlich bedeutenden Seehafenhinterlandverkehre mit einem prognostizierten durchschnittlichen Wachstum von 168 % als überragender Wachstumstreiber wirken. Wachstumsstark ist auch der Schienenpersonennahverkehr im Ballungsraum Rhein-Ruhr.

Für die Strategie der vorrangigen Engpassvermeidung bedeutet das, dass die Beseitigung und Verhinderung von Kapazitätsengpässen auf den Korridorstrecken und in den Knoten mit aufkommensstarkem Schienengüterverkehr und hoher Netzwirkung Vorrang genießen (Übersicht 5). Aufgrund des hohen Anteils von Mischverkehren profitieren davon automatisch auch jene Schienenpersonenverkehre, die sich das vorhandene Netz mit dem Güterverkehr teilen. Wie die Belastungs- und Überlastungsanalysen zeigen, gehen im Personenverkehr vor allem vom Schienenpersonennahverkehr in den Korridoren des Ballungsraumes Rhein-Ruhr die stärksten Netzbelastungen aus, was entsprechende weitere Maßnahmen dort erfordert, wo die Vermeidung von Engpässen mit aufkommensstarkem Güterverkehr nicht automatisch auch zusätzliche Trassen für den Schienenpersonenverkehr schafft. Die prozessuale Vorgehensweise sieht dann in weiteren Schritten Maßnahmen zur Vermeidung künftiger Überlastungen auf jenen Teilen des Netzes vor, die sich nach Datenlage im Stadium seiner Volllastung (85-110%) befindet. Denn vor allem für Streckenabschnitte am oberen Auslastungsrand können bereits geringe Zuwächse an Verkehrsaufkommen sehr schnell zu einer Überlastung führen.

Übersicht 5: Programmstrategie und Priorisierung



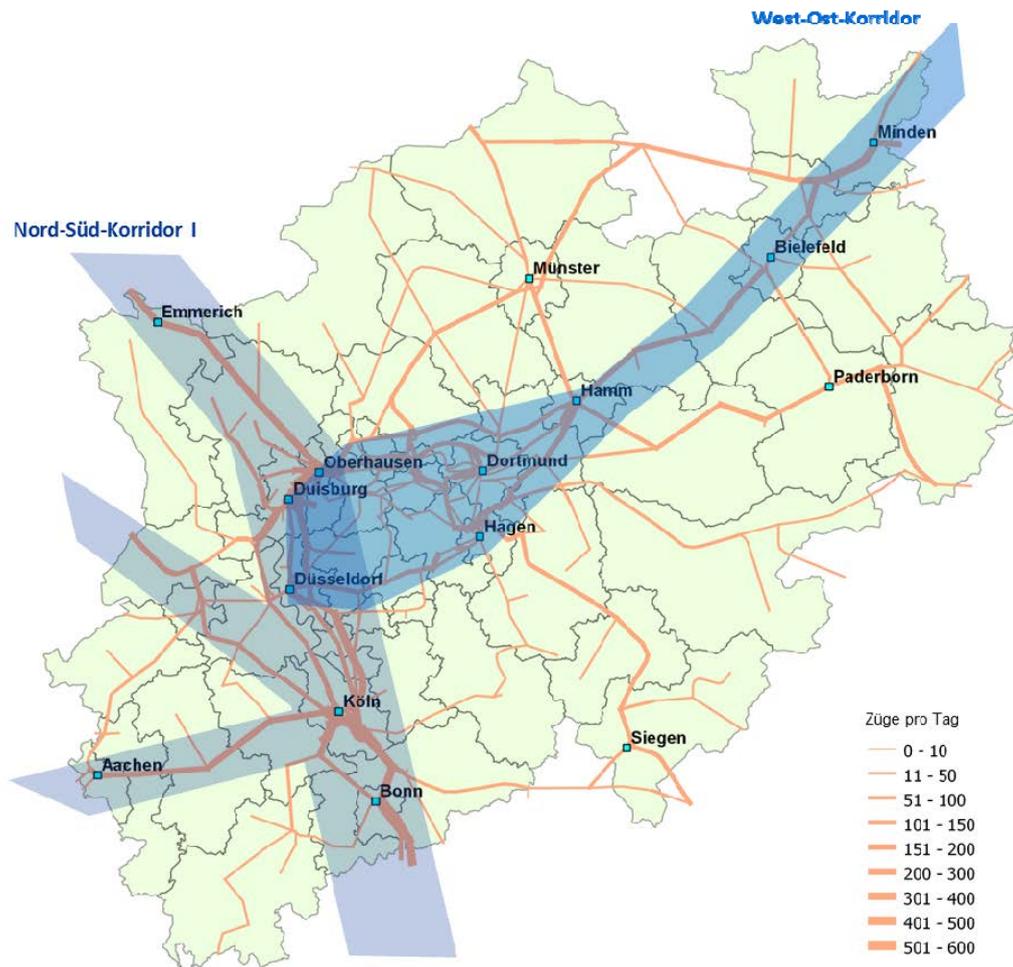
Quelle: Eigene Darstellung.

Die Effizienzorientierung des Programms zur nachhaltigen Sicherung der Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs in Nordrhein-Westfalen erfordert auch für den Mitteleinsatz bei der Engpassvermeidung eine entsprechende Vorgehensweise. Danach ist nach der Identifikation von gegenwärtigen und zukünftigen Überlastungen zunächst zu prüfen, ob im Bestandsnetz kostengünstige Entlastungsoptionen in Form von Bypässen existieren, die ohne größeren Aufwand und ohne das Risiko zusätzlicher neuer Engpässe genutzt werden können. Stehen solche Ausweichoptionen nicht zur Verfügung, sollten infrastrukturseitige Maßnahmen mit streckenscharf einsetzbaren Instrumenten vorgezogen werden, denn die Überlastungen betreffen selten längere Relationen in den Korridoren, sondern verteilen sich eher auf einzelne Abschnitte. Das zeigt auch eine genauere Betrachtung der Bedarfsplanprojekte für die Bundesschienenwege. Zwar gibt es allgemeine Maßnahmen, mit denen sich Überlastungen durch eine bessere Auslastung der vorhandenen Netzkapazitäten erreichen lassen, ihre Wirkung ist jedoch auf das Gesamtnetz ausgerichtet und ihr Einsatz für eine gezielte isolierte Engpassbeseitigung nicht geeignet. Eine solche gezielte Engpassorientierung kann allerdings nicht bedeuten, dass Interdependenzen zwischen dem Schienennetz in Nordrhein-Westfalen und dem Gesamtnetz unberücksichtigt bleiben. Gerade die Ausrichtung an Korridoren, die nicht allein durch das Bundesland verlaufen, sondern Bestandteil deutschland- und europaweiter Schienenverkehrskorridore sind, kann die Wirkungszusammenhänge zwischen Engpässen und Engpassbeseitigungsmaßnahmen nicht vernachlässigen.

6.2 Engpassorientierung Schienengüterverkehr

Die Strategie der vorrangigen Engpassvermeidung für den Schienengüterverkehr in den Hauptkorridoren impliziert zunächst die Bestimmung der in den Korridoren verlaufenden Achsen und Routen mit dem jeweils höchsten Güterverkehrsaufkommen. Da es um die zukünftige bedarfsorientierte Bereitstellung des Schienennetzes geht, werden die Belastungsdaten des Jahres 2025 zugrunde gelegt. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Berücksichtigung der hohen prognostizierten Wachstumsraten des Güterverkehrs, berücksichtigt aber auch diejenigen Routen, die bereits heute Belastungsschwerpunkte aufweisen. Angesichts der zeitintensiven Planungs-, Genehmigungs- und Bauphasen wird damit frühzeitig auf künftige Belastungsprobleme hingewiesen.

Abbildung 18: Belastung SGV 2025



Streckenscharf prognostiziert liegen die Zugzahlen im Güterverkehr 2025 durchschnittlich bei ca. 47 Zügen, mit Spitzenbelastungen von 573 Zügen pro Tag und Streckenabschnitt (Abbildung 18). Die stärksten Belastungen konzentrieren sich auf den Nord-Süd-Korridor I und den West-Ost-Korridor. Auf dem Nord-Süd-Korridor II sind keine nennenswerten Belastungen zu erwarten, da hier der Schienenpersonenverkehr dominiert.

Eine differenzierte Betrachtung zeigt das stärkste Aufkommen beim Güterumschlag im Hinterland der ARA-Häfen. Das betrifft vor allem die gesamte Rheinschiene von Emmerich über Bonn und weiter in Richtung Basel mit ihren beiden Zubringerrelationen aus den Beneluxstaaten, zu erheblichen Teilen allerdings auch die West-Ost-Verbindung im Ballungsraum Rhein-Ruhr und dem Bergischen Land. Speziell auf der Westfalenachse bündeln sich Güterverkehre sowohl aus dem Ruhrgebiet als auch aus den nordwestdeutschen Seehäfen Hamburg und Bremen.

Tabelle 16: Hauptachsen Schienengüterverkehr 2025

Schienengüterverkehrskorridore
<p>Nord-Süd-Korridor I</p> <p><i>Rheinschiene</i></p> <p>NL – Emmerich – Oberhausen – Duisburg – Düsseldorf – Köln – Bonn – Basel</p> <p><i>Zulauf</i></p> <p>Aachen – Düren – Köln</p> <p>NL – Kaldenkirchen – Viersen – Krefeld – Duisburg</p> <p>Viersen – Rheydt – Grevenbroich – Köln</p> <p>Duisburg – Neuss – Köln</p>
<p>Nord-Süd-Korridor II</p> <p><i>Keine starken Güterverkehrsbelastungen</i></p>
<p>Ost-West-Korridor</p> <p><i>Obere Ruhrschiene</i></p> <p>Duisburg – Oberhausen – Gelsenkirchen – Dortmund – Hamm</p> <p><i>Untere Ruhrschiene</i></p> <p>Duisburg – Essen – Bochum – Dortmund – Hamm</p> <p><i>Wupperachse</i></p> <p>Düsseldorf - Wuppertal – Hagen – Dortmund – Hagen – Hamm</p> <p><i>Westfalenachse</i></p> <p>Hamm – Bielefeld – Minden – Niedersachsen</p>

Quelle: Eigene Berechnung.

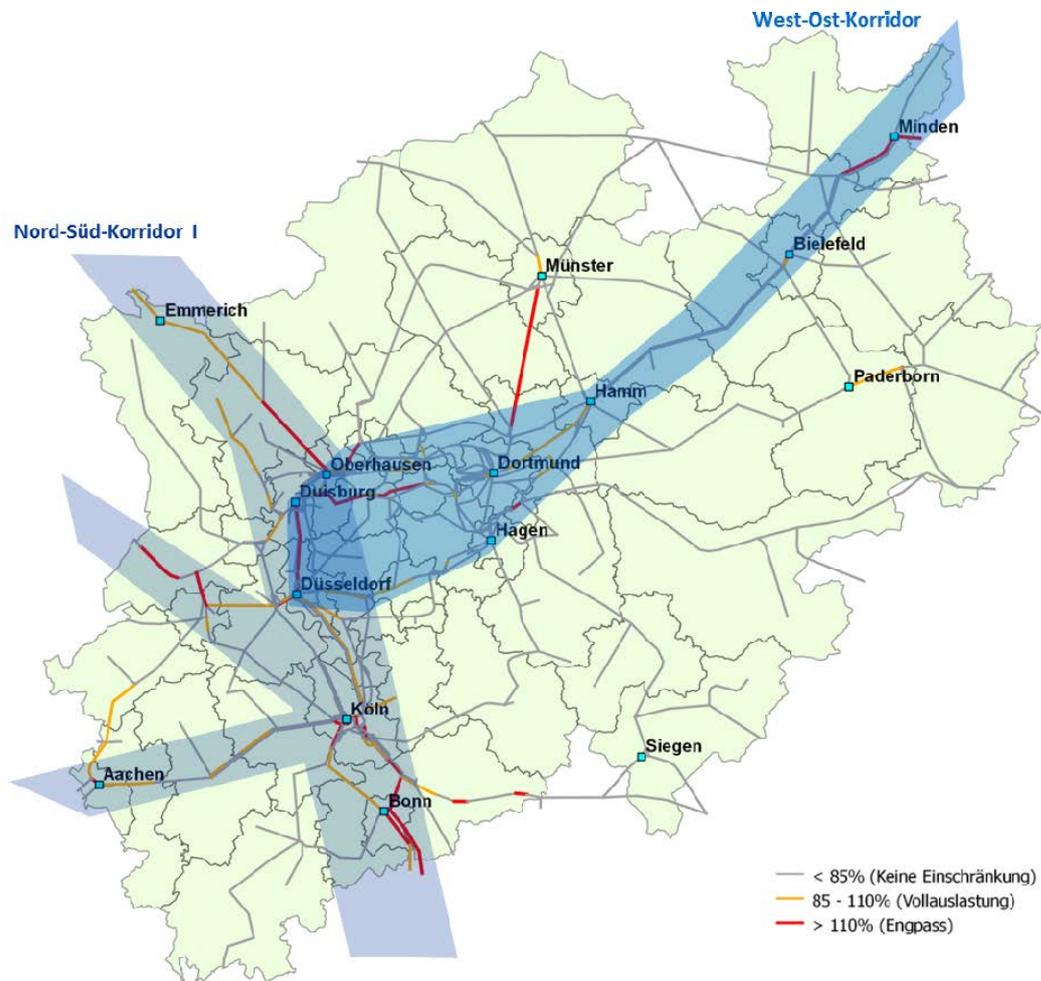
Folgende Transporte und Relationen im Güterverkehr bilden die Hauptbelastungen in den beiden nordrhein-westfälischen Korridoren:⁸⁸

- Containerverkehre im Seehafenhinterland der ARA-Häfen nach Süddeutschland, Schweiz und Italien sowie nach Ostdeutschland und Polen/Tschechien,
- KLV-Verkehre aus Rotterdam und dem Ruhrgebiet in südliche und östliche Richtung,
- Neuwagentransporte zum Export ab Antwerpen/Zeebrugge,
- Chemieverkehre aus- und eingehend von Rhein-Ruhr (z. B. Bayer) und Ostdeutschland (u. a. Buna/Leuna),
- Koks-/Kohletransporte aus Polen,
- Transport von Erzeugnissen der Stahlindustrie im Ruhrgebiet,

⁸⁸ Vgl. UBA (2010), S. 94 u. S. 106.

- Gemischte Transporte auch im Transitverkehr zwischen Frankreich/Benelux und Osteuropa.

Abbildung 19: Auslastung SGV 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

Der Vergleich mit der Belastungsanalyse in Kapitel 4.2.1 verdeutlicht, dass der Großteil der Gütertransporte dort verläuft, wo auch der Personennahverkehr in den Ballungsräumen Rhein-Ruhr und auf den Nord-Süd-Intercityverbindungen in hohem Maße Trassen benötigt. Somit wirken der Güter- und Personenverkehr in diesen Abschnitten wechselseitig negativ aufeinander. Eine Strategie der Engpassvermeidung, die aufgrund des starken Wachstums zunächst am Schienengüterverkehrsaufkommen ansetzt, schafft damit automatisch auch freie Trassen für den Personenverkehr, so dass dieser implizit zu erheblichen Teilen in der Priorisierungsstrategie erfasst ist. So können im

Zuge der Stärkung der güterverkehrsrelevanten Achsen oder der Bildung von Bypässen für den Schienengüterverkehr Netzengpässe im Personenverkehr behoben werden.

Die Engpassanalyse für die Korridore mit aufkommensstarkem Schienengüterverkehr für das Jahr 2025 betrachtet streckenscharf alle überlasteten Abschnitte im Netz, auf denen ein Verkehrsaufkommen von mehr als 10 Güterzügen pro Tag zu bewältigen ist (Abbildung 19). Engpassstellen abseits der Korridore werden nicht betrachtet. Im Ergebnis lassen sich 28 überlastete Streckenabschnitte identifizieren, die in Tabelle 17 mit ihren jeweiligen Trassendefiziten benannt und bei aneinander anschließenden Abschnitten zusammengefasst werden. Je höher das ausgewiesene Kapazitätsdefizit ausfällt, umso dringlicher ist der Handlungsbedarf.

Nach Tabelle 17 bestehen Engpassstellen für den Güterverkehr vor allem auf der Rheinschiene und deren Zubringerverbindungen. Im West-Ost-Korridor befinden sich Überlastungen im Ruhrgebiet und im Abschnitt Löhne – Minden. Diese Flaschenhälse führen zudem zu Problemen in den Knoten Köln, Duisburg und Oberhausen, deren Überlastungen aufgrund ihrer hohen Netzwirkungen die Leistungsfähigkeit des Gesamtnetzes beeinträchtigen. Auch wenn die Strategie an der Priorisierung von Engpassstellen ansetzt, ist in diesem Zusammenhang gleichwohl darauf hinzuweisen, dass die Abbildung 19 für die beiden Korridore zusätzlich eine erhebliche Anzahl von Streckenabschnitten ausweist, die sich 2025 an der Kapazitätsgrenze befinden und über kurz oder lang ebenfalls überlastet sein werden.

Tabelle 17: Überlastete güterverkehrsrelevante Streckenabschnitte 2025

Schienerverkehrs- korridore	Überlasteter Streckenabschnitt	Trassendefizit (Züge / Tag)
Nord-Süd-Korridor I		
	Oberhausen Hbf Obn - Oberhausen-Sterkrade	25
	Oberhausen-Sterkrade - Wesel	71
	Duisburg Sigle - Duisburg Ruhrtal	207
	Duisburg Hochfeld-Süd - Duisburg Hbf	84
	Duisburg Hbf - Duisburg Duissern	590
	Düsseldorf Hbf - Düsseldorf Rethel	89
	Köln-Kalk Nord - Gremberg Nord	245
	Köln Ehrenfeld - Köln West	79
	Köln Messe/Deutz - Köln Hbf	131
	Köln Mülheim Berliner Straße - Köln Bruder Klaus Siedlung	68
	Köln-Süd - Hürth-Kalscheuren	81
	Troisdorf - Bonn-Beuel	165
	Bonn-Beuel - Landesgrenze	43
	Bonn Hbf - Bonn-Mehlem	51
	Aachen Hbf - Aachen West	145
	Mönchengladbach - Viersen	69
	Dülken - Kaldenkirchen	38
Ost-West-Korridor		
	Oberhausen West - Oberhausen Walzwerk	108
	Bottrop Hbf - Gladbeck West	50
	Wanne-Eickel Hbf - Herne-Rottbruch	56
	Essen West - Essen Hbf	248
	Westhofen - Schwerte (Ruhr)	80
	Minden (Westf.) - Löhne	25
	Minden - Bückeburg	56

Quelle: Eigene Berechnungen.

Damit die Engpassbeseitigung effizient erfolgen kann, sind die jeweiligen Maßnahmen ursachenadäquat einzusetzen. Dazu werden in der folgenden Übersicht die Ursachen der Kapazitätsüberlastungen für jeden einzelnen Streckenabschnitt beschrieben (Tabelle 18). Analog zur bisherigen Vorgehensweise werden dabei kapazitätsspezifische, die Netzleistungsfähigkeit beeinträchtigende Ursachen und belastungsspezifische Ursachen, die auf ein zu hohes Verkehrsaufkommen zurückzuführen sind, unterscheiden.

Tabelle 18: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte im SGV 2025

Überlasteter Streckenabschnitt		Kapazitive Ursachen	Belastungsspezifische Ursachen
Oberhausen Hbf Obn	- Oberhausen-Sterkrade	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (SPNV:51%/SPFV:0%/SGV:49%)	Starke Zunahme der SGV-Frequenz im SHHV
Oberhausen-Sterkrade	- Wesel	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (40%/0%/60%)	Starke Zunahme der SGV-Frequenz im SHHV
Duisburg Sigle	- Duisburg Ruhrtal	Eingleisigkeit; Streckenstandard G 120	Starke Zunahme der SGV-Frequenz im SHHV; Sehr hohe Belastungen im SPV (> 400 PZ/Tag)
Duisburg Hbf	- Duisburg-Duissern	Streckenstandard R 120; Heterogenität zwischen SPNV und SGV (45%/2%/53%)	Starke Zunahme der SGV-Frequenz im SHHV
Düsseldorf Hbf	- Düsseldorf Rethel		Sehr hohe Belastungen im SPV (> 400 PZ/Tag)
Duisburg Hochfeld-Süd	- Duisburg Hbf	Streckenstandard R 120; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (49%/0%/51%)	Starke Zunahme der SGV-Frequenz im SHHV
Köln Mülheim Berliner Straße	- Köln Bruder Klaus Siedlung		Sehr hohe Belastungen im SPV (> 400 PZ/Tag)
Köln Messe/Deutz	- Köln Hbf	Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (65%/33%/2%)	Sehr hohe Belastungen im SPV (> 600 PZ/Tag)
Köln-Ehrenfeld	- Köln West	Eingleisigkeit; Streckenstandard G 120	Hohe Belastungen im SGV (> 300 GZ/Tag)
Köln-Kalk Nord	- Gremberg Nord	Eingleisigkeit; Streckenstandard G 120	Bereits 2011 hohe SGV-Frequenz (> 400 GZ/Tag)
Köln Süd	- Hürth-Kalscheuren	Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (67%/25%/8%)	
Troisdorf	- Bonn-Beuel	Heterogenität zwischen SPNV und SGV (38%/0%/62%)	Hohe Belastungen im SGV (> 200 GZ/Tag)
Bonn-Beuel	- Landesgrenze	Heterogenität zwischen SPNV und SGV (23%/0%/77%)	Hohe Belastungen im SGV (> 200 GZ/Tag)
Bonn Hbf	- Bonn-Mehlem	Starke Heterogenität zwischen SPV und SGV (39%/41%/20%)	
Dülken	- Kaldenkirchen	Eingleisigkeit; Streckenstandard R 120; Heterogenität zwischen SPNV und SGV (24%/0%/76%)	
Mönchengladbach	- Viersen	Streckenstandard R 120; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (59%/0%/41% bzw. 64%/0%/36%)	
Aachen Hbf	- Aachen West	Streckenstandard R 120; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (68%/0%/32%)	
Oberhausen West	- Oberhausen Walzwerk	Eingleisigkeit; Streckenstandard G 120	Bereits 2011 hohe SGV-Frequenz (> 200 GZ/Tag)
Bottrop Hbf	- Gladbeck West	Streckenstandard R 120; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (48%/0%/52%)	
Wanne-Eickel Hbf	- Herne-Rottbruch	Abschnittweise Eingleisigkeit; Streckenstandard R 120; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SGV (56%/0%/44% bzw. 53%/0%/47%)	

Essen West	- Essen Hbf		Sehr hohe Belastungen im SPV (> 600 PZ/Tag)
Westhofen	- Schwerte (Ruhr)	Starke Heterogenität zwischen SPV und SGV (32%/19%/49%)	
Minden (Westf.)	- Löhne	Starke Heterogenität zwischen SPV und SGV (41%/40%/19%)	Hohe Belastungen im SPV (> 200 PZ/Tag)
Minden (Westf.)	- Bückeberg	Starke Heterogenität zwischen SPV und SGV (33%/23%/44%)	Hohe Belastungen im SPV (> 200 PZ/Tag) & SGV (> 150 HZ/Tag)

Quelle: Eigene Berechnungen.

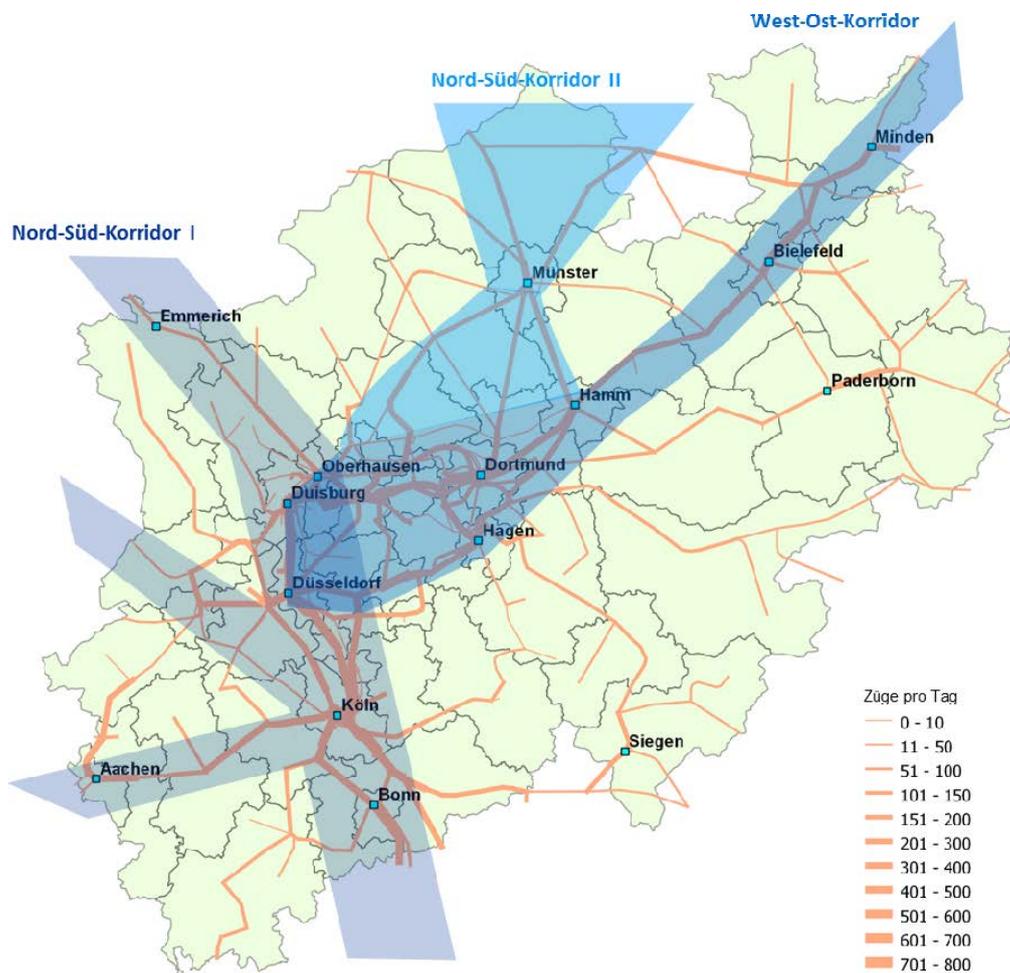
Die Überlastungen sind vorwiegend in Infrastruktur- bzw. Kapazitätsmängeln wie der Eingleisigkeit, einem minderwertigen Streckenstandard oder in einem ausgeprägten Mischverkehrsbetrieb mit gegenseitiger Behinderung, insbesondere im Zusammenspiel von Personennah- und Güterverkehr, begründet. Zudem weisen fast alle Engpassstellen überdurchschnittlich hohe Zugzahlen im Personen- und/oder Güterverkehr auf.

6.3 Engpassorientierung Schienenpersonenverkehr

Auch wenn mit der Beseitigung von Netzüberlastungen auf Streckenabschnitten mit aufkommens- und wachstumsstarken Schienengüterverkehr gleichsam zusätzliche Trassen für den Schienenpersonenverkehr, und hier insbesondere den aufkommensstarken und auch zukünftig wachsenden Personennahverkehr gewonnen werden können, so werden reine Personenverkehrsstecken bei einer solchen Betrachtung nicht berücksichtigt. Sowohl im Nord-Süd-Korridor I und im West-Ost-Korridor als auch in dem von starken Güterverkehrsbelastungen freien und daher bislang nicht analysierten Nord-West-Korridor II befinden sich jedoch eine nicht unerhebliche Anzahl von Streckenabschnitten mit Kapazitätsengpässen für den Schienenpersonenverkehr. Entsprechend der oben dargestellten Priorisierungsstrategie sind sie im Weiteren einer spezifischen Engpassanalyse zu unterziehen, um entsprechende Maßnahmen zur Engpassbeseitigung und ein leistungsfähiges Schienennetz auch für diese Verkehre einzuleiten.

Die Zugzahlen im Personenverkehr liegen in der Prognose für 2025 durchschnittlich bei ca. 103 Zügen pro Tag und Streckenabschnitt mit Belastungsspitzen von 788 Zügen pro Tag und Streckenabschnitt. Starke Belastungen finden sich in allen drei Korridoren (Abbildung 20). Am Stärksten ist das Aufkommen im Ballungsraum Rhein-Ruhr, insbesondere auf der mittleren Rheinschiene sowie im Ruhrgebiet und auf den entsprechenden Zulaufstrecken.

Abbildung 20: Belastung SPV 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

Wie bereits in Kapitel 6.2 gezeigt wurde, befindet sich ein Großteil der personenverkehrsrelevanten Verbindungen auf Strecken, die ebenfalls vom Güterverkehr genutzt werden. Diese Abschnitte wurden daher bereits in der Priorisierungsstrategie der Engpassbeseitigung für den Schienengüterverkehr erfasst. Für das Jahr Prognosejahr 2025 verbleiben in den Korridoren jedoch 22 überlastete Streckenabschnitte, auf denen nahezu ausschließlich Personenzüge verkehren (SGV < 10 Züge pro Tag).

Tabelle 19: Überlastete Streckenabschnitte des Personenverkehrs 2025

Schienerverkehrs-korridore	Überlasteter Streckenabschnitt	Trassendefizit (Züge/Tag)
Nord-Süd-Korridor I		
	Duisburg-Großenbaum - Duisburg Hbf	59
	Düsseldorf Rethel - Duisburg-Großenbaum	81
	Düsseldorf Hbf - Neuss Pbf Westseite	36
	Düsseldorf Hbf - Düsseldorf Derendorf	71
	Köln Hbf - Köln Posthof	499
	Köln Posthof - Köln Flughafen Nordost	170
	Köln Hbf - Köln Hansaring	304
	Köln Hbf - Köln Bbf	70
	Köln Hbf - Köln West	157
	Köln West - Köln Süd	56
	Porz-Wahn - Troisdorf Nord	52
Nord-Süd-Korridor II		
	Münster (Westf.) Geist - Lünen Hbf	51
Ost-West-Korridor		
	Duisburg-Kaiserberg - Mülheim (Ruhr)-Styrum	79
	Essen West - Mülheim (Ruhr)-Styrum	60
	Essen Kray Süd - Bochum Hbf	90
	Dortmund Dfd - Dortmund Hbf	35

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle 19 enthält die Überlastungen auf Korridorstrecken mit überwiegender Belegung mit Personenverkehr, wobei aneinandergrenzende Abschnitte zusammengefasst sind. Je höher das Trassendefizit, umso dringender ist auch hier der Handlungsbedarf. Die Engpassstellen finden sich vor allem in den Großknoten Köln und Düsseldorf, sowie den Städten Dortmund und Köln. Zudem weist die Strecke Münster – Lünen auf der Nord-Süd-Verbindung Trassendefizite auf. Die Ursachen für diese Überlastungen sind streckenscharf in Tabelle 20 zusammengefasst.

Gründe für die Überlastungen sind auch hier überwiegend Infrastruktur- bzw. Kapazitätsmängel, z. B. minderwertige Streckenstandards, oder die starke Heterogenität von Personenfernverkehr und Personennahverkehr. Zudem weisen fast alle Engpassstellen überdurchschnittlich hohe Belastungen im Personennahverkehr auf, denen die bestehende Infrastruktur nicht gewachsen ist. Dies ist vor allem in den Schienenverkehrsknoten der Fall, wo sich vermehrt die Nahverkehrs- und S-Bahn-Linien zwischen den Großstädten bündeln.

Tabelle 20: Ursachen überlasteter Streckenabschnitte im SPV 2025

Überlasteter Streckenabschnitt		Kapazitive Ursachen	Belastungsspezifische Ursachen
Duisburg-Großenbaum	- Duisburg Hbf	Streckenstandard P160 II; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (60%/40%/0%)	Hohe Belastungen im SPNV (> 200 PZ/Tag)
Düsseldorf Rethel	- Duisburg-Großenbaum	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (60%/39%/1%)	Hohe Belastungen im SPNV (> 200 PZ/Tag)
Düsseldorf Hbf	- Neuss Pbf Westseite	Streckenstandard P160 II	Hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag)
Düsseldorf Hbf	- Düsseldorf Derendorf	Streckenstandard R120	Hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag)
Köln Hbf	- Köln Posthof		Sehr hohe Belastungen im SPNV (> 500 PZ/Tag)
Köln Posthof	- Köln Flughafen Nordost	Streckenstandard P160 II	Sehr hohe Belastungen im SPNV (> 400 PZ/Tag)
Köln Hbf	- Köln Hansaring	Streckenstandard P160II	Hohe Belastungen im SPNV (> 500 PZ/Tag)
Köln Hbf	- Köln Bbf	Streckenstandard R120	Hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag)
Köln Hbf	- Köln West	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (65%/33%/1%)	Hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag) & SPFV (> 150 PZ/Tag)
Köln West	- Köln Süd	Streckenstandard P160 II	Hohe Belastungen im SPNV (> 200 PZ/Tag)
Porz-Wahn	- Troisdorf Nord	Streckenstandard P160 II	Sehr hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag)
Duisburg-Kaiserberg	- Mülheim (Ruhr)-Styrum	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (59%/40%/1%)	Hohe Belastungen im SPNV (> 200 PZ/Tag) & SPFV (> 150 PZ/Tag)
Essen West	- Mülheim (Ruhr)-Styrum		Sehr hohe Belastungen im SPNV (> 400 PZ/Tag)
Essen Kray Süd	- Bochum Hbf	Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (67%/31%/2%)	Hohe Belastungen im SPNV (> 200 PZ/Tag)
Dortmund Dfd	- Dortmund Hbf	Streckenstandard R120	Hohe Belastungen im SPNV (> 300 PZ/Tag)
Münster (Westf.) Geist	- Lünen Hbf	Eingleisigkeit; Starke Heterogenität zwischen SPNV und SPFV (57%/39%/4%)	

Quelle: Eigene Berechnungen.

7. Maßnahmen zur Engpassvermeidung

Ein effizienzorientiertes Programm zur Sicherung der Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs erfordert Effizienz auch für den Mitteleinsatz bei der Engpassvermeidung. Dementsprechend ist zu überprüfen, in welchem Verhältnis der Mittelaufwand zum erwarteten Nutzen, hier: der Beseitigung und Verhinderung von Netzüberlastungen durch entsprechende Trassenzugewinne, steht. Konkret bedeutet dies, dass zunächst im Bestandsnetz nach kostengünstigen Entlastungsoptionen für überlastete Strecken zu suchen ist, die sich ohne größeren Aufwand und ohne das Risiko neuer Engpässe nutzen lassen. Bei solchen Bypässen sollte es sich um längere Ausweichrouten handeln, die den bereits stark belasteten und an vielen Stellen überlasteten Korridoren Verkehre abnehmen können. Im Idealfall ist eine Entlastung in einem so großen Umfang möglich, dass sich die Engpässe in den Korridoren zurückbilden und dort weitere Maßnahmen unterbleiben können. Auch wenn damit Infrastrukturkosten für die Aufbereitung der Bypässe sowie steigende Transportkosten für längere Ausweichrouten entstünden, könnte der Aufwand deutlich geringer sein als für entsprechende Ertüchtigungsmaßnahmen in den Korridoren.

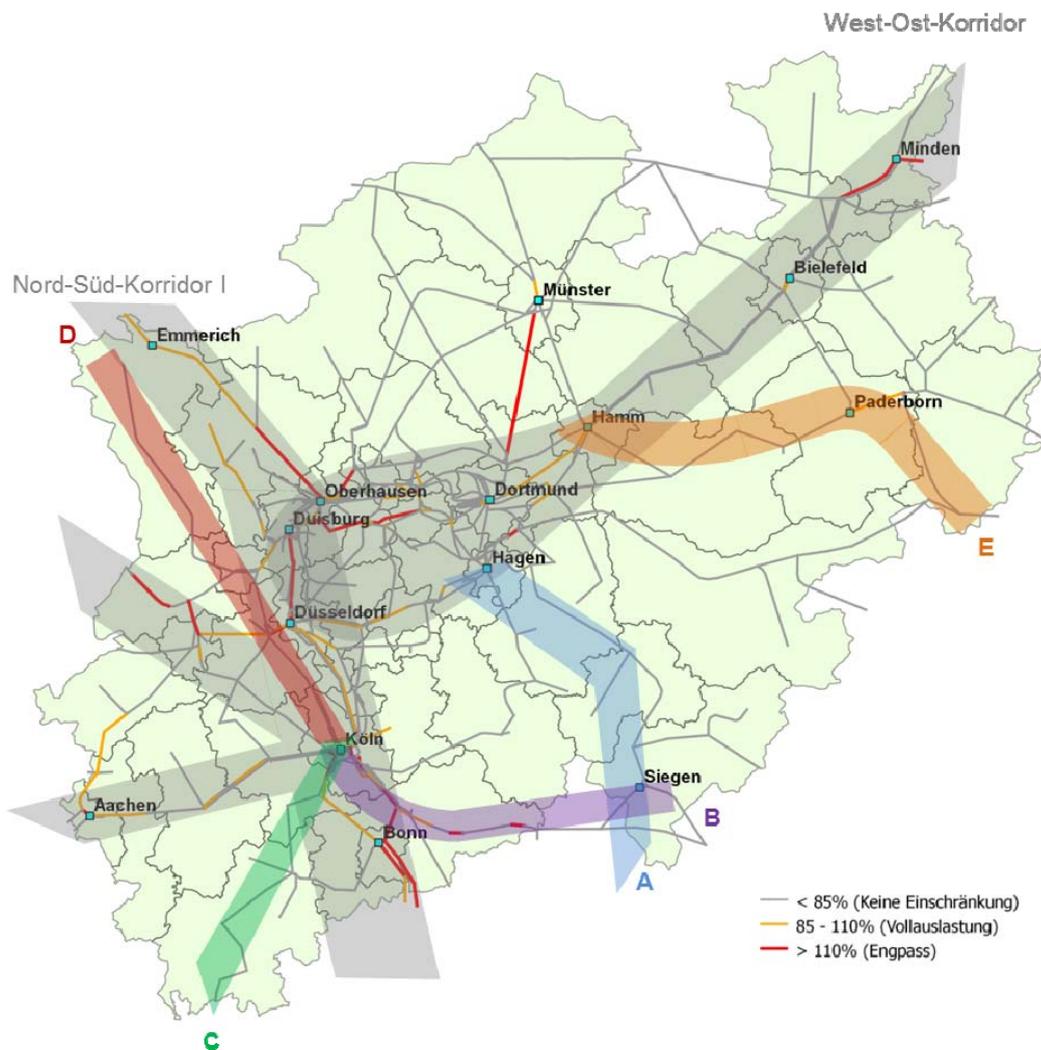
Stehen solche Ausweichoptionen nicht zur Verfügung, sollten streckenscharfe Maßnahmen allgemeinen Maßnahmen vorgezogen werden, die ihre Wirkung eher im Gesamtnetz entfalten, da die Überlastungen sich auf vereinzelte Streckenabschnitte in den Korridoren verteilen. Hierfür Maßnahmen mit allgemeiner Netzwirkung einzusetzen, mit denen sich Überlastungen durch eine bessere Auslastung der vorhandenen Gesamtkapazitäten erreichen lassen, die aber für eine Engpassbeseitigung auf einzelnen Streckenabschnitten viel zu aufwändig sind, ist wenig zielführend.

7.1 Potenzielle Ausweichrouten im Bestandsnetz

Längere Ausweichrouten sind nur für langlaufende Verkehre sinnvoll, um überlastete Korridore großräumig zu umfahren. Daher bietet sich die Suche nach solchen Bypässen vor allem für den langlaufenden Schienengüterverkehr an. Dies entspricht auch der hier verfolgten Programmstrategie. Für die beiden mit hohem Schienenverkehrsaufkommen belasteten nordrhein-westfälischen Korridore stehen verschiedene Ausweichrouten zur

Verfügung, die auch Gegenstand von Studien, Programmen und Plänen sind (Abbildung 21).⁸⁹

Abbildung 21: Potentielle Bypässe im SGV 2025



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ausweichrouten A bis D bilden Optionen für die Entlastung des aufkommensstärksten Korridors im deutschen Schienengüterverkehr, des Nord-Süd-Korridors I. Hier treten nicht nur massive Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Netzes durch Vollauslastung bis zu 110 % und Überlastung auf. Im besonders kritischen Bereich südlich von Bonn sind zudem im engen und kurvenreichen Rheintal Neubau- und Ausbaumaßnahmen, die einer Entlastung dienen könnten, nicht möglich, ganz abgesehen von der jetzt

⁸⁹ Vgl. u.a. DB Netz AG (2009), Deutsche Bahn AG (2008), UBA (2010), S. 94 ff., DIHK/Siegmann (2010).

bereits bestehenden Lärmbelastung. Die Ausweichroute E kann der Entlastung des West-Ost-Korridors dienen, in dem der Abschnitt Minden – Wunstorf – Hannover zu den meistbefahrenen Strecken Deutschlands zählt.

A: Ruhr-Sieg-Strecke (Hagen – Siegen – Gießen)

Die Ruhr-Sieg-Strecke ist eine zweigleisige elektrifizierte Hauptstrecke der DB AG mit einem Geschwindigkeitsprofil von 100 - 120 km/h. Sie weist durchgängig die höchste Streckenklasse D4 22,5t 8,0t/m auf und ist daher für Güterverkehre jeglicher Art geeignet. Als Ausweichroute für den Nord-Süd-Korridor I könnte die Ruhr-Sieg-Strecke Hinterlandtransporte der ARA-Häfen und des Ruhrgebiets aufnehmen. Von Emmerich über Oberhausen kommend würden sie durch das Ruhrgebiet geleitet und über Hagen, Siegen, Gießen und Aschaffenburg in den Süden geführt. Zusätzlich wäre eine Aufnahme von Hinterlandverkehren der deutschen Nordseehäfen möglich die am Ruhrgebiet und der Rheinschiene vorbeigeführt werden könnten.⁹⁰ Die Belastungsanalysen zeigen auch für 2025 keine Überlastungen auf dieser Route. Die Aufnahmekapazität beläuft sich je nach Streckenstandard und unterschiedlichen Belastungen mit Schienenpersonenverkehr auf 46 bis 150 Züge pro Tag und Streckenabschnitt. Da letztlich der Abschnitt mit den wenigsten Trassen die Kapazität der Gesamtroute bestimmt, könnte die Ruhr-Sieg-Strecke mindestens 46 Züge/Tag zusätzlich aufnehmen. Damit würde die Rheinschiene nicht nur entlastet, es würden zusätzlich die massiven Engpässe zwischen Bonn-Beuel und der Landesgrenze zumindest so lange beseitigt, wie das Trassendefizit dieser Strecken das zu erwartende Niveau von 43 Zügen/Tag nicht überschreitet.

Damit die Ruhr-Sieg-Strecke als Ausweichroute dienen kann, sind verschiedene Maßnahmen erforderlich. Dazu gehört in jedem Falle die Anpassung des Lichtraumprofils in den auf der Strecke vorhandenen Tunnel für Containerverkehre. Auch ist die starke Steigung von bis zu 16 Promille auf der Strecke ein Hindernis für besonders schwere Güterverkehre, die zur Überwindung des Anstiegs Doppeltraktion benötigen. Im Bundesverkehrswegeplan 2003 war daher eine Ertüchtigung des Abschnitts durch einen eingleisigen Neubau zwischen Altenhundem – Welschen Ennest zur Abflachung der Strecke vorgesehen. Nach der Bedarfsplanüberprüfung im Jahr 2010 wurde diese Maßnahme allerdings aufgrund eines Neuberechneten Nutzen-Kosten-Koeffizienten von

⁹⁰ Vgl. Steinbrecher/Schubert (2011), S.128.

0,8 gegenüber ursprünglich 2,6 wieder zurückgestellt. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass die Anpassung des Lichtraumprofils einen vergleichsweise geringen Aufwand von etwa 60 Mio. € verursacht und Güterzüge von maximal 1.500 t diese starke Steigung auch ohne Hilfe bewältigen können, sodass die Streckenabflachung zunächst nicht erforderlich wäre. Damit die Ruhr-Sieg-Strecke ihre Bypassfunktion erfüllen kann, muss im weiteren Verlauf der Route allerdings auch der stark ausgelastete bzw. überlastete Abschnitt Gießen – Friedberg ausgebaut werden, der die Verkehre von der Ruhr-Sieg-Strecke aufnehmen und in den Süden weiterleiten muss.⁹¹

B: Siegstrecke (Köln – Troisdorf – Siegen)

Die Siegstrecke ist eine überwiegend zweigleisige elektrifizierte Hauptstrecke der DB AG mit einem Geschwindigkeitsprofil von 100 - 160 km/h. Sie weist durchgängig die höchste Streckenklasse D4 22,5t 8,0t/m auf. Die auf der Strecke liegenden Abschnitte Blankenberg – Merten (3,2 km) und Schladern – Rosbach (1,8 km) sind eingleisig. Sie könnte Verkehre ab Troisdorf von der südlichen Rheinschiene im Nord-West-Korridor I nach Siegen umleiten und damit die Strecke von Troisdorf bis zur Landesgrenze und weiter in den Süden entlasten. Nach Beseitigung von vorhandenen Eingleisigkeiten auf den Abschnitten Blankenberg – Merten und Schladern – Rosbach könnten 20 bis 108 zusätzliche Züge pro Tag und Streckenabschnitt aufgenommen werden. Aufgrund der restriktivsten freien Trassenkapazität von 20 Zügen ist sie allerdings nicht geeignet, die Überlastungen auf der südlichen Rheinschiene spürbar zu verringern oder gar zu beseitigen. Um diese Restriktion zu lockern, muss die Leistungsfähigkeit auf den Abschnitten Troisdorf – Siegburg/Bonn und Siegburg/Bonn – Hennef (Sieg) erhöht werden. Somit dürfte die Sieg-Strecke keine kostengünstige Alternativroute zur Entlastung der Hauptachsen darstellen.

C: Eifelstecke (Köln – Gerolstein – Trier)

Westlich der südlichen Rheinschiene käme die Eifelstecke von Köln über Gerolstein und Trier als mögliche Ausweichroute infrage. Sie könnte Frankreichverkehre von der unteren nordrhein-westfälischen Rheinschiene übernehmen. Eine detaillierte Betrachtung der Streckeneigenschaften zeigt jedoch, dass es sich bei dieser Strecke um eine nicht-elektrifizierte, stellenweise eingleisige Verbindung mit starken Steigungen handelt. Somit scheidet diese Verbindung auf absehbare Zeit als kostengünstige Alternativroute

⁹¹ Vgl. BVU/Intraplan (2010), Planfall 32.

aus. Allenfalls in einer langen Frist, nach Ausschöpfung anderer Alternativrouten sowie nach der kompletten Beseitigung der Eingleisigkeit und einer vollständigen Elektrifizierung, könnte sie als Bypass in Frage kommen.⁹²

D: Elten – Kleve – Krefeld – Neuss - Köln

Zur Entlastung der nördlichen Rheinschiene entlang der Betuwe-Linie und der Metropolverbindung Düsseldorf – Köln, aber auch als Alternative zum Ausbau der Strecke Emmerich – Oberhausen, wird westlich des Nord-Süd-Korridors eine Ausweichroute von den Niederlanden (Venlo/Nijmegen) über Kleve und Neuss nach Köln vorgeschlagen.⁹³ Gegenwärtig handelt es sich dabei um eine überwiegend zweigleisige elektrifizierte Hauptstrecke der DB AG mit maximalen Geschwindigkeiten zwischen von 100 und 160 km/h. Sie weist durchgängig die höchste Streckenklasse D4 22,5t 8,0t/m auf. Der Abschnitt Kleve - Krefeld (64,9 km) ist nicht elektrifiziert und die Strecke Kleve – Geldern (34,8 km) weist lediglich ein Gleis auf. Nach Beseitigung der Eingleisigkeiten und der Ausstattung mit Oberleitungen können 92 bis 196 zusätzliche Züge pro Tag und Streckenabschnitt über diesen Bypass laufen. Damit würde das Trassendefizit, das 2025 ohne den Ausbau der Strecke Emmerich – Oberhausen mit ihren vielen Bahnübergängen bestehen würde, mehr als kompensiert und deren dreigleisiger Ausbau überflüssig. Allerdings müssten die bereits genannten Ausbaumaßnahmen für die Ausweichroute um die Ertüchtigung oder sogar den Neubau der Rheinbrücke Griethausen aufgestockt werden, deren Kosten noch völlig unklar sind. Da zudem der Ausbau der Strecke Emmerich – Oberhausen im Gegensatz zu einer völlig neuen Maßnahme für den Bypass Elten – Kleve-Krefeld bereits seit langem in der Öffentlichkeit diskutiert wird und für die Bewohner endlich den von ihnen gewünschten Lärmschutz bringen würde, ist auch diese Ausweichroute in absehbarer Zeit keine Alternative.

E: Hamm – Paderborn – Altenbeken – Warburg – Kassel

Eine Ausweichroute für die im West-Ost-Korridor liegende und teilweise überlastete Westfalenachse kann die Strecke von Hamm über Altenbeken und Warburg nach Kassel liefern. Hierbei handelt es sich um eine zweigleisige elektrifizierte Hauptstrecke der DB AG mit einem Geschwindigkeitsprofil von 120 bis 200 km/h. Die Strecke weist durchgängig die höchste Streckenklasse D4 22,5t 8,0t/m auf und wäre geradezu

⁹² Vgl. auch UBA (2010), S. 112f.

⁹³ Vgl. DIHK/Siegmann (2010), UBA (2010), S. 100.

prädestiniert dafür, um vor allem Güterverkehre der ARA-Häfen und aus dem Ruhrgebiet in östlicher Verbindung Richtung Berlin oder Halle/Leipzig und den osteuropäischen Staaten zu führen. Nach Beseitigung der Engpässe zwischen Paderborn und Altenbeken könnte der Bypass zwischen 65 und 350 zusätzliche Züge pro Tag und Streckenabschnitt aufnehmen. Damit ließe sich das Trassendefizit von 25 Zügen pro Tag auf dem Streckenabschnitt Minden-Löhne bzw. 56 Zügen pro Tag auf dem Abschnitt Minden-Bückeburg mit Hilfe einer Umleitung auf den weitergefassten West-Ost-Korridor beseitigen. Die Nutzung als Ausweichstrecke ist ohne weiteren zusätzlichen Aufwand möglich, da die im Bundesverkehrswegeplan 2003 enthaltenen Maßnahmen zur Ertüchtigung der Verbindung Hamm – Kassel – Halle bereits weitgehend abgeschlossen sind oder in absehbarer Zeit abgeschlossen werden.

Im Ergebnis sind gegenwärtig nur zwei Routen in Nordrhein-Westfalen in der Lage, die in sie gesetzten Anforderungen als kostengünstige Entlastungsoptionen für langlaufende Schienengüterverkehre zu erfüllen. Das sind die Ruhr-Sieg-Strecke über Hagen – Siegen und Gießen sowie die Strecke Hamm – Paderborn – Altenbeken – Kassel. Diese Einschätzung scheint auch die DB AG zu teilen, die beide Routen als zentrale Bestandteile ihres Wachstumsprogramms ausweist.⁹⁴ Das bedeutet gleichzeitig, dass die Ruhr – Sieg – Strecke wieder in den Bedarfsplan Bundesschienenwege aufzunehmen ist.

7.2 Streckenscharfe Maßnahmen

Streckenscharfe Maßnahmen, die eine gezielte Auflösung und Verhinderung von Netzengpässen ermöglichen, lassen sich aus Kasten 2 am Ende des Kapitels 5 entnehmen. Dazu gehören Infrastrukturmaßnahmen wie Streckenausbau und -neubau, die Verbesserung der Leit- und Sicherungstechnik, der Ausbau von Abstell- und Überholgleisen und die Elektrifizierung von Strecken sowie netzbetriebliche Anpassungsmaßnahmen wie die Entmischung von Verkehren und die Flexibilisierung von Streckenöffnungszeiten. Sie weisen unterschiedliche Kosten auf und sind überwiegend darauf gerichtet, die Netzkapazität zu erhöhen (Übersicht 6).

Welche dieser Maßnahmen unter Effizienzgesichtspunkten tatsächlich einzusetzen sind, kann nur im Einzelfalle entschieden werden. Bei dieser Entscheidung spielen das Ausmaß des zu beseitigenden Trassendefizits, die Überlastungsursachen und die Maßnahmenkosten die zentrale Rolle, die wiederum von einer Anzahl weiterer Faktoren

⁹⁴ Vgl. DB Netz AG (2009).

abhängen wie regionalen Gegebenheiten oder der Notwendigkeit von Lärmschutz. Aus diesem Grunde soll nur die allgemeine Eignung der Maßnahmen für Nordrhein-Westfalen bestimmt werden.

Übersicht 6: Streckenscharfe Instrumente zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit

Streckenscharfe Instrumente	Kosten	Wirkungsvariable
Kleinere Maßnahmen		
Verbesserung der Leit- und Sicherungstechnik	100-500 Tsd. € je Lok + 30-300 Tsd. € je km	Kapazität
Ausbau von Abstell- und Überholgleisen	< 10 Mio. € je km	Kapazität
Elektrifizierung von Nebenstrecken	1 bis 2 Mio. € je km	Belastung
Optimierung der Betriebsverfahren		
Entmischung von Verkehren	geringe Kosten, evtl. Neubau notwendig	Kapazität
Flexibilisierung der Streckenöffnungszeiten	geringe betriebliche Kosten	Belastung
Größere Maßnahmen		
Streckenaus- und Neubau	ca. 12,7 Mio. € je km (hohe Bandbreite)	Kapazität

Quelle: Eigene Darstellung.

Elektrifizierung: Da fast zwei Drittel des Schienennetzes und insbesondere alle Haupttrouten und Korridore elektrifiziert sind, bietet die Maßnahme nur für nicht elektrifizierte Ausweichrouten eine Option. Die hier als Ausweichrouten empfohlenen Strecken erfüllen diesen Standard bereits.

Flexibilisierung von Streckenöffnungszeiten: Nach dem DB-Infrastrukturregister sind eingeschränkte Öffnungszeiten auf den Korridoren nicht relevant, sondern nur auf bestimmten Nebenstrecken. Von den hier diskutierten Ausweichrouten wäre nur der Bypass Kleve – Krefeld – Neuss – Köln betroffen, der dafür allerdings auf absehbare Zeit nicht in Frage kommt.

Verbesserung der Leit- und Sicherungstechnik: Als kostengünstige Maßnahme, die durch die Verkürzung der Blockabstände eine signifikante Verbesserung der Streckenkapazität bewirkt, sollte in jedem Falle geprüft werden, ob sich eine höherwertige Technik einsetzen lässt. Das dürfte vor allem für den Einsatz von LZB-Technik gelten, die Geschwindigkeiten von mehr als 160 km/h erlaubt. ETCS-Technik wird demgegen-

über von Experten auf absehbare als wenig effizient erachtet.⁹⁵ Erstens können signifikante Verbesserungen der Streckenkapazität gegenüber der LZB-Technik erst durch den aufwändigen Einsatz von ETCS-Level 3 erreicht werden, die bislang aber noch gar nicht zur Verfügung steht, zweitens erfordert die Umsetzung von ETCS zusätzlich parallele Investitionen in eine ähnlich spezifizierte Zugtechnik.

Entmischung von Verkehren: Die Entmischung von Verkehren mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsprofilen bewirkt eine eindeutige Kapazitätserhöhung im Bestandsnetz mit einer entsprechenden Zunahme des Trassenangebots. Insofern war die 1995 von der DB AG eingeleitete Strategie „Netz-21“ sinnvoll. Das setzt allerdings die ausreichende Verfügbarkeit Gleisen voraus, wobei das Minimum bei Dreigleisigkeit gesehen wird, was wiederum entsprechende infrastrukturelle Maßnahmen erfordert. Bei langlaufenden Verkehren können solche Maßnahmen sich nicht auf einen punktuellen Streckenneubau beschränken, sondern sie müssen großflächig angelegt sein.⁹⁶ Zudem ist darauf zu achten, dass nach einer Entmischung die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Gleise durch die Inanspruchnahme einer Mindestzahl an Trassen gegeben ist.

Abstell- und Überholgleise: Ist bei Mischverkehren ein großflächiger Streckenneubau nicht wirtschaftlich, kann die Aufnahmekapazität des Netzes durch seitengerichtete zuglange Überholgleise verbessert werden. Bei ihnen genügt die punktuelle Platzierung an der richtigen Stelle der Strecke. Die Gleislänge sollte im Minimum die zulässige maximale Zuglänge von gegenwärtig 740 m erreichen. Die Investitionskosten sind deutlich geringer als der Streckenausbau und -neubau.

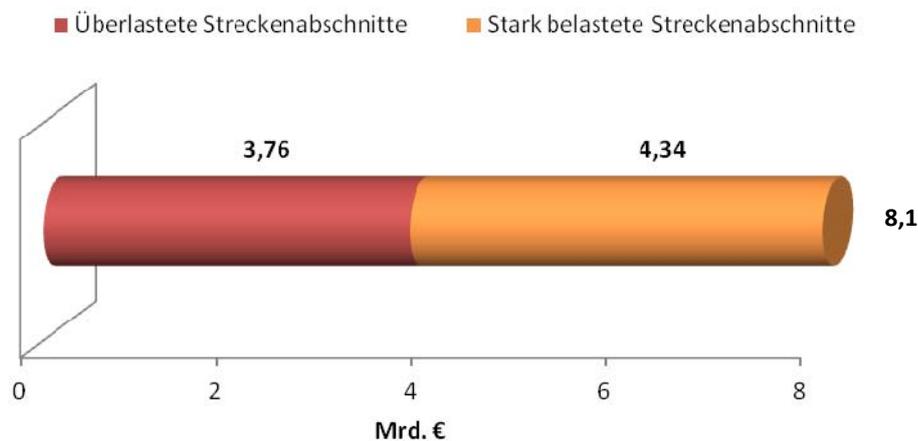
Neubau- und Ausbau von Strecken: Bei eingleisigen und zudem mit Mischverkehren belasteten Strecken bietet sich zur Engpassvermeidung vor allem der Neubau und Ausbau an. Sie sorgen in jedem Falle für eine Kapazitätzunahme mit zusätzlichen Trassen. Als „letzte“ Maßnahme sind sie die teuerste Alternative. Legt man die Kostenschätzungen für die geplanten nordrhein-westfälischen Schienenaus- und Neubauvorhaben des „Bedarfsplans für die Bundesschienenwege“ zugrunde, die sich noch nicht im Bau befinden, belaufen sich die durchschnittlichen Kosten für den Gleisaus- bzw. Neubau auf ca. 12,7 Mio. € je Streckenkilometer. Unterstellt man weiterhin, dass sämtliche für das Jahr 2025 identifizierten überlasteten Streckenabschnitte mit zusätzlichen Gleisen ausgerüstet werden müssten, entstehen Aufwendungen in Höhe von

⁹⁵ Vgl. Kap. 4.

⁹⁶ Vgl. Mann (2011), S. 36.

3,76 Mrd. €. Bei Nutzung der Strecke Hagen – Siegen – Gießen als Bypass könnten die Aufwendungen sogar geringer ausfallen. Würden zur vorbeugenden Vermeidung von Überlastungen in einem zweiten Schritt auch jene Streckenabschnitte mit zusätzlichen Gleisen ausgestattet, die 2025 vorhersehbar an der Kapazitätsgrenze liegen, steigt der Betrag um 4,34 Mrd. € auf 8,1 Mrd. € (Übersicht 7).

Übersicht 7: Investitionsbedarf für Schienenaus- und Neubau in NRW



Quelle: Eigene Darstellung nach BVU/Intraplan (2010).

7.3 Streckenscharfe Bedarfsplanprojekte ohne Finanzierungsvereinbarung

Im Bedarfsplan für die Bundesschienenwege sind mehrere streckenscharfe Aus- und Neubauprojekte aufgeführt, für die bislang zwar keine Finanzierungsvereinbarungen vorliegen, die sich aber genau an Abschnitten ausrichten, für die künftig massive Überlastungen und Belastungen bestehen. Sie sollten daher in jedem Falle möglichst zügig umgesetzt werden, da hier bereits konkrete streckenscharfe Maßnahmen geplant und kalkuliert sind. Die eigentlich sinnvolle Orientierung an den jeweils ermittelten Nutzen-Kosten-Koeffizienten ist dabei wenig hilfreich, weil die ihnen zugrunde liegenden Berechnungen sehr stark auf Kostensenkungen durch Zeitgewinne und hierbei vor allem Kostensenkungen durch Verkehrsverlagerungen fokussiert sind und zudem der Schienenpersonennahverkehr völlig unberücksichtigt bleibt. Die Auswirkungen eines Abbaus von Kapazitätsengpässen, sowohl streckenspezifisch als auch für das Gesamtnetz, werden kaum betrachtet. Dementsprechend werden im Folgenden auch Bedarfsplanprojekte als sinnvoll empfohlen, die bei der Revision der Bedarfsplanprojekte 2010 ein zu geringes Nutzen-Kosten-Verhältnis erreicht haben und daher zurückgestellt wurden.

7.3.1 Güterverkehrsorientierte Bedarfsplanprojekte

Nord-West-Korridor I

ABS (Amsterdam –) Grenze D/NL – Emmerich – Oberhausen

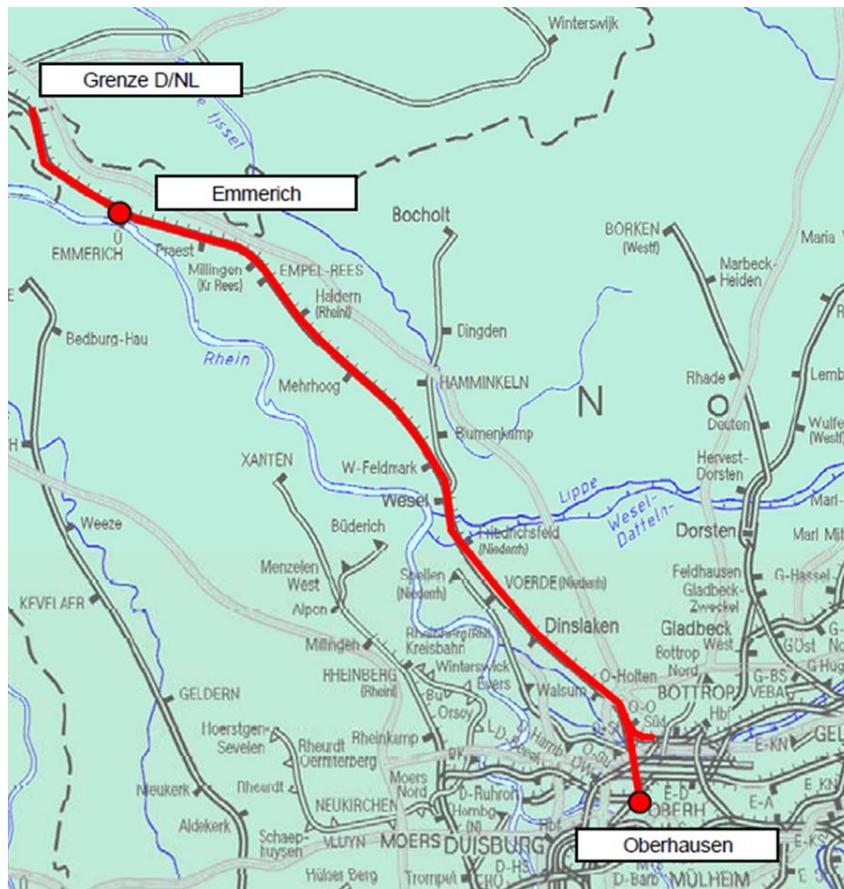
Als Bestandteil der europäischen Magistrale, die von England bis Norditalien reicht, bildet die Betuwe-Linie den vorrangigen Anschluss des deutschen Schienennetzes an die ARA-Häfen (insbesondere Rotterdam und Amsterdam). Sie verläuft in den Niederlanden vom Hafen Rotterdam nach Zevenaar und auf deutscher Seite von Emmerich nach Oberhausen. Um die stark expandierende Nachfrage nach Güterverkehr zu befriedigen, wurde bereits 1992 zwischen Deutschland und den Niederlanden eine Vereinbarung zu ihrer Ertüchtigung getroffen. 2007 wurde der niederländische Teil mit einer ausschließlich für den Güterverkehr gebauten neuen Strecke in Betrieb genommen. Sie ist komplett elektrifiziert und mit ETCS Level 1 und 2 ausgestattet. Sollte der Ausbau zwischen Emmerich und Oberhausen sich weiter verzögern, wird der wachsende Seehafenhinterlandverkehr auf deutscher Seite zunehmende Engpässe vor allem auf dem Teilstück Wesel – Oberhausen-Sterkrade verursachen. Zur Entmischung der Verkehre sind bereits folgende streckenscharfe Maßnahmen zum Teil schon begonnen, vor allem aber vorgesehen.⁹⁷

- Dreigleisiger Ausbau Oberhausen – Grenze D/NL, umfangreicher Lärmschutz,
- Verdichtung der Blockteilung,
- Elektronisches Stellwerk in Emmerich,
- ETCS,
- Zweigleisiger, höhenfreier Neubau einer Verbindungskurve Sterkrade – Oberhausen – Grafenbusch.

Die Streckenlänge beträgt 73 km, die Investitionskosten betragen 1.342,1 Mio. € (Preisstand 2010).

⁹⁷ Vgl. BVU/Intraplan (2010), S. 9-139.

Abbildung 22: ABS (Amsterdam –) Grenze D/NL – Emmerich – Oberhausen



Quelle: BVU/Intriplan (2010), S. 9-139.

ABS Grenze D/NL – Kaldenkirchen – Viersen/Rheydt – Rheydt-Odenkirchen

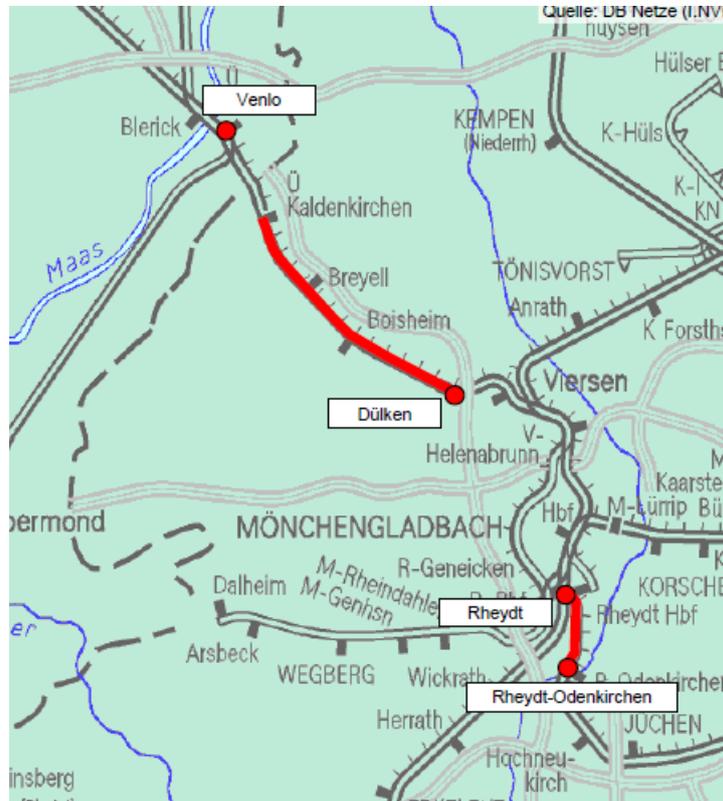
Der Ausbau der vielfach unterschätzten eingleisigen Streckenabschnitte Kaldenkirchen – Dülken und Rheydt – Rheydt-Odenkirchen soll zu einer verbesserten Anbindung des deutschen Schienennetzes an die ARA-Häfen beitragen. Zum einen führt diese Maßnahme zu einer Reduzierung der schon heute hohen Auslastung auf dieser Strecke. Zum anderen besteht durch den Ausbau die Möglichkeit, das starke Wachstum auf der Betuwe-Linie in Teilen aufzufangen. Gegenwärtig ist die Belastung mit Güterverkehr höher als auf der Strecke Emmerich – Oberhausen. Vorgesehen ist.⁹⁸

- Zweigleisiger Ausbau der Streckenabschnitte Kaldenkirchen – Dülken und Rheydt – Rheydt-Odenkirchen.

⁹⁸ Vgl. BVU/Intriplan (2010), S. 10-45.

Die Streckenlänge beträgt 23 km, die Investitionskosten betragen 50,0 Mio. € (Preisstand 2010).

Abbildung 23: ABS Grenze D/NL – Kaldenkirchen – Viersen/Rheydt – Rheydt-Odenkirchen



Quelle: BVU/Intraplan (2010), S. 10-45.

ABS Köln – Aachen (Ausbauabschnitt II)

Nach dem Abschluss des Ausbaubeschnitts III mit der Sanierung des Buschtunnels und des Neubaus einer Tunnelröhre soll durch den Ausbau der Überholgleise zwischen Aachen und Düren die Kapazität in diesem Abschnitt erhöht werden. Die Baumaßnahmen führen einerseits zu einer Entspannung auf dieser bereits stark ausgelasteten Strecke und andererseits zu einer Erhöhung der Aufnahmefähigkeit für den prognostizierten Verkehrszuwachs. Die zusätzlichen Kapazitäten kommen sowohl dem Güter- als auch dem Personenverkehr zugute.⁹⁹

- In Ausbaubeschnitt II ist zunächst die Verlängerung von Überholgleisen in den Bahnhöfen Stolberg, Eschweiler und Aachen Rothe Erde vorgesehen.¹⁰⁰

⁹⁹ Vgl. BVU/Intraplan (2010), S. 9-346.

¹⁰⁰ Vgl. Deutsche Bahn AG (2008), S. 7.

Die Streckenmaßnahmen erfolgen punktuell, die Investitionskosten betragen 28,0 Mio. € (Preisstand 2008).

Bypass-Strecke

ABS Hagen – Gießen (2. Baustufe)

Das Ausbauvorhaben auf dem Streckenabschnitt Hagen – Gießen (2. Baustufe) sieht vor, dass die heutige Steilstrecke durch den Neubau eines eingleisigen Abschnitts zwischen Altenhündem – Welschen Ennest abgeflacht wird. Damit soll die Strecke Hagen – Siegen – Gießen als Alternativroute zur stark belasteten Rheinschiene dienen. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis der zuvor beschriebenen Ausbaumaßnahme wurde in der Bedarfsplanüberprüfung 2010 des BVWP von 2,6 auf 0,8 korrigiert, mit der Begründung, dass die Streckenverkürzung keinen wesentlichen verkehrlichen Nutzen generieren könnte. Außerdem bilde der hoch belastete, in Hessen liegende, Abschnitt zwischen Gießen und Friedberg bereits ohne die Verlagerung von Verkehren einen erheblichen Engpassfaktor auf der Ausweichroute. Das Projekt wurde entsprechend zurückgesellt.

Wie bereits in der Bypassanalyse argumentiert, könnte man die Strecke Hagen – Siegen – Gießen zunächst auch ohne die aufwändige Abflachung der Steilstrecke als Ausweichstrecke für die chronisch überlastete Rheinschiene nutzen, die im engen Rheintal kaum Möglichkeiten für eine effektive Entlastung bietet. Dazu müssten lediglich das Lichtraumprofil der Tunnel erweitert und vorwiegend Containerverkehre bis zu 1.500 t auf den Bypass gelenkt werden. Die vorgesehene Maßnahme.¹⁰¹

- Neubau eines eingleisigen Streckenabschnittes Altenhündem – Welschen Ennest zur Abflachung der heutigen Steilstrecke mit einer Streckenlänge von 6,6 km und Investitionskosten von 409,0 Mio. € (Preisstand 2010) könnte daher zunächst unterbleiben.

Die Kosten für die Erweiterung der Tunnel würde ca. 50 Mio. € betragen.

¹⁰¹ Vgl. BVU/Intraplan (2010), S. 10-69.

Abbildung 24: ABS Hagen – Gießen (2. Baustufe)



Quelle: BVU/Intriplan (2010), S. 10-69.

West-Ost Korridor

ABS Minden – Haste ABS/NBS Haste – Seelze

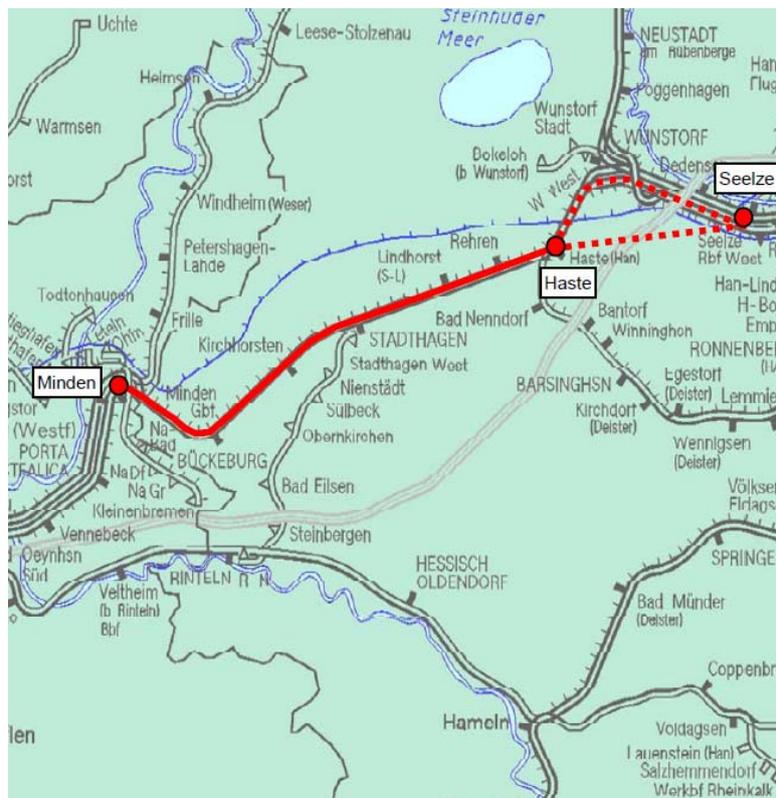
Im West-Ost-Korridor bildet der Abschnitt Minden – Wunstorf den letzten zweigleisigen Abschnitt zwischen dem Ruhrgebiet und Hannover, wobei der größte Teil allerdings in Niedersachsen liegt. D.h. das Projekt ist Nordrhein-Westfalen nur zu einem geringen Anteil zuzurechnen. Die Engpassanalyse zeigt, dass besonders auf dieser Strecke mit großen Zuwächsen im Güterverkehr zu rechnen ist. Ohne den Ausbau können zusätzliche Nachfragezuwächse nicht adäquat bedient werden. Eine Erweiterung auf vier Gleise ermöglicht die Entmischung langsamer und schneller Verkehre, wodurch nicht nur die Kapazitäten im Güterverkehr steigen, sondern auch eine Qualitätsverbesserung (durch die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit) im Schienenpersonenverkehr zu erwarten ist. Die Maßnahmen:¹⁰²

¹⁰² Vgl. BVU/Intriplan (2010), S. 10-27.

- Zwei zusätzliche Gleise zwischen Minden und Haste (danach Viergleisigkeit Minden – Haste), $V_{\max} = 230 \text{ km/h}$,
- Zweigleisige Neubaustrecke Haste – Seelze, $V_{\max} = 230 \text{ km/h}$.

Die Streckenlänge beträgt 51 km, die Investitionskosten liegen bei 1.041,7 Mio. € (Preisstand 2010).

Abbildung 25: ABS Minden – Haste ABS/NBS Haste – Seelze



Quelle: BVU/Intraplan (2010), S. 10-27.

7.3.2 Personenverkehrsorientierte Bedarfsplanprojekte

Nord-West-Korridor II

Rhein-Ruhr-Express (RRX)

Der Rhein-Ruhr-Express soll die dichtbesiedelte Metropolregion Rhein-Ruhr in ihrem Kern zwischen Köln und Dortmund sowie das dazugehörige Umland mit schnellem Personenverkehr versorgen. Nach Angaben der DB Netz AG ist der Regionalverkehr im Kernbereich gegenwärtig durch folgende Mängel gekennzeichnet:¹⁰³

- das Angebot basiert auf Linien im Stundentakt, die untereinander nicht vertaktet sind,
- aufgrund von Kapazitätsengpässen auf einzelnen Streckenabschnitten kann die hohe Nachfrage nach Personenverkehr nicht bedient werden, es kommt zu übervollen Zügen,
- es gibt nur wenige Direktverbindungen zwischen den großen Städten des Korridors:
 - eine Regionalverkehrsverbindung/h Dortmund/Essen – Köln
 - 2,5 RE-Verbindungen/h Essen – Düsseldorf
 - 2 RE-Verbindungen/h Düsseldorf – Köln,
- der Personenverkehr auf der Ruhrschiene ist verspätungsanfällig wegen der Mischung von Fernverkehr, Regionalverkehr und S-Bahn sowie von Regionalverkehrslinien, die nur einzelne Abschnitte nutzen und aufgrund von Haltezeitüberschreitungen durch übervolle Züge,
- durch die Bedienung von Halten mit relativ geringen Ein- und Aussteigerzahlen kommt es zu langen Reisezeiten,
- es kommt zu Parallelverkehren und Taktabweichungen des Fernverkehrs.

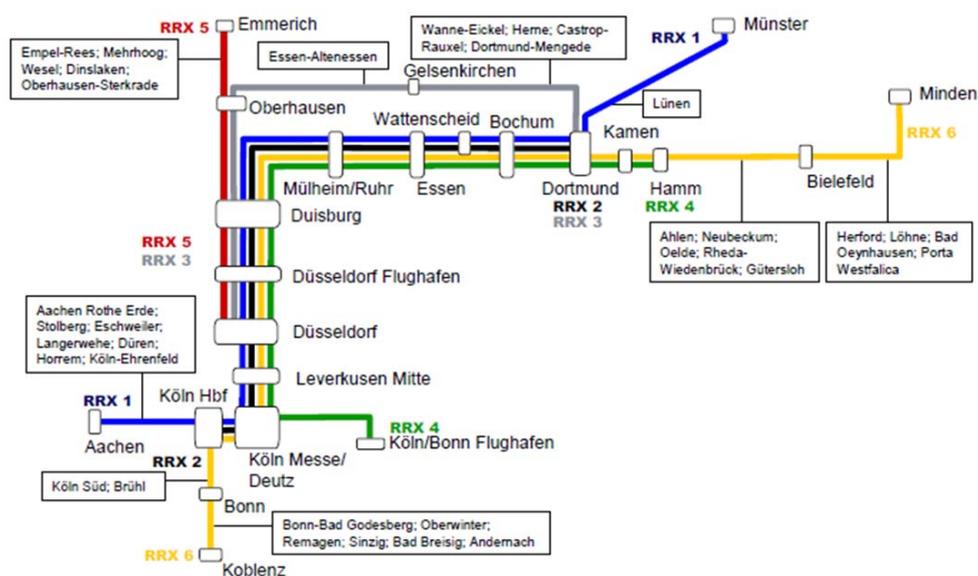
Durch den Ausbau stark belasteter Strecken und Knoten und die verkehrliche Entmischung im Streckenabschnitt Düsseldorf Hbf – Duisburg Hbf soll die Leistungsfähigkeit im Kernnetz gesteigert werden. Von einer 15-minütigen Vertaktung wird eine bessere

¹⁰³ Vgl. DB Netz AG (2009), S. 4.

Verteilung der Nachfrage erwartet. Außerdem sind beschleunigungsstärkere Triebwagen und der Entfall ausgewählter Haltestellen vorgesehen. Im Ergebnis soll ein Angebot zwischen Schienenpersonenfernverkehr und Regionalexpress entstehen, das folgende Maßnahmen im Kernnetz erfordert:¹⁰⁴

- Vervollständigung der Viergleisigkeit von Köln-Mülheim bis Düsseldorf-Reisholz,
- Sechsgleisiger Ausbau von Düsseldorf-Reisholz bis Duisburg-Großenbaum,
- Sechsgleisiger Ausbau im Bereich Mülheim/Ruhr Hbf – Mülheim/Ruhr-Heißen,
- Punktuelle Maßnahmen: Essen-Steele, Essen-Steele Ost und Bochum-Langendreer,
- Umgestaltung des Spurplans im Großknoten Dortmund,
- Umbaumaßnahmen an den Verkehrsstationen Leverkusen Mitte, Düsseldorf-Reisholz, Düsseldorf Hbf, Düsseldorf Flughafen, Düsseldorf-Angermund, Duisburg-Rahm, Essen-Steele, Dortmund Hbf, Kamen,
- Verbesserung des Lärmschutzes.

Abbildung 26: RRX-Liniennetz und RRX Systemhalte



Quelle: DB Netz AG (2009).

¹⁰⁴ Vgl. BVU/Intraplan/sma (2006), MWEBWV NRW (2011b).

Von infrastrukturellen Ausbaumaßnahmen sind eine Streckenlänge von ca. 50 km sowie mehrere Knoten betroffen, die Investitionskosten belaufen sich auf ca. 2 Mrd. € (Preisstand 2009).

ABS Münster – Lünen (– Dortmund)

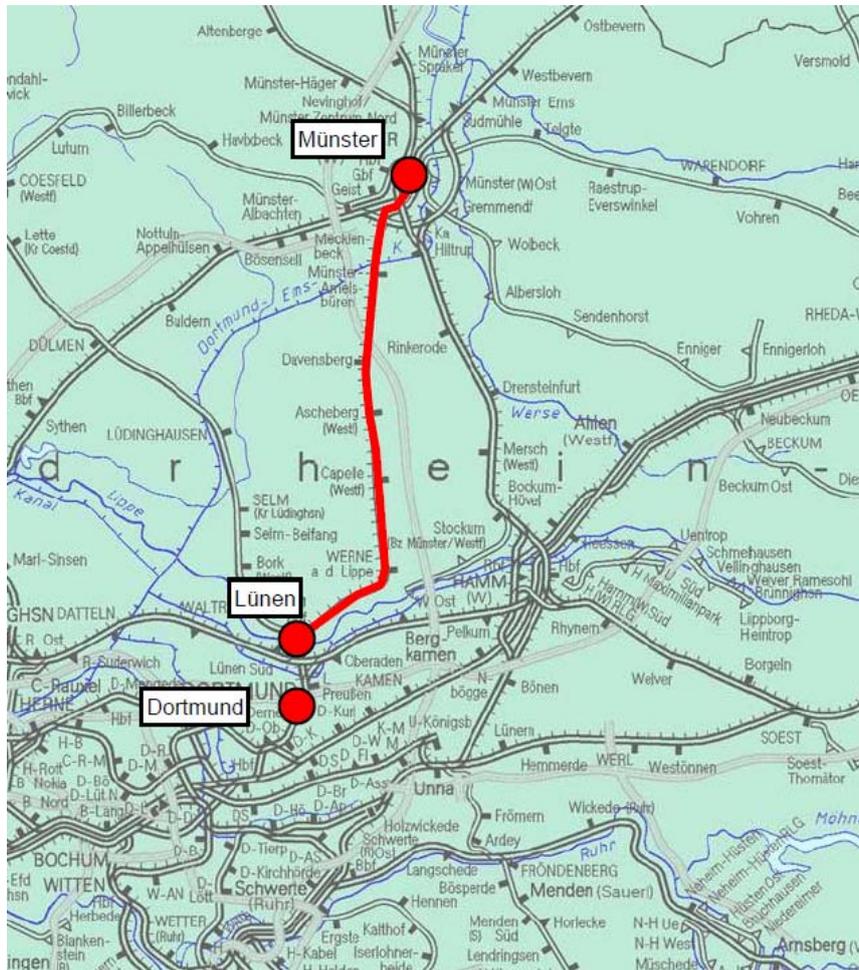
Die Verbindung Münster – Lünen (– Dortmund) gehört zu den wenigen eingleisigen Abschnitten des deutschen Fernverkehrsnetzes und ist bereits heute stark belastet, der Engpassanalyse zufolge im Jahr 2025 überlastet. Grund ist das hohe Aufkommen an Schienenpersonenverkehr auf der kürzesten Verbindung zwischen dem Ruhrgebiet und Hamburg sowie an regionalen Pendlerverkehren. Dabei führt die Mischung von schnellem Personenfernverkehr und langsamem Personennahverkehr zu gegenseitigen Beeinträchtigungen mit erheblichen Fahrplanstörungen und Verspätungen. Güterverkehr wird ausschließlich im Nachtsprung abgewickelt. Der Bau eines zweiten Gleises würde die Streckenkapazität erhöhen und die Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit des Personenverkehrs verbessern. Gleichzeitig ist die Verbindung Dortmund – Münster als einer der Außenäste im Liniennetz des Rhein-Ruhr-Express (RRX) vorgesehen. Die Außenäste sollen die Randregionen der Metropolregion Rhein-Ruhr an das Kernnetz des RRX anbinden, der den gesamten Raum mit schnellem Schienenpersonennahverkehr versorgen wird. Für die Strecke Münster – Lünen ist vorgesehen.¹⁰⁵

- Zweigleisiger Ausbau zwischen Münster und Lünen,
- Erhöhung der Streckengeschwindigkeit zwischen Münster und Lünen von 160 auf 200 km/h.

Die Streckenlänge beträgt 42 km, die Investitionskosten sind auf 377,2 Mio. € veranschlagt (Preisstand 2010)

¹⁰⁵ Vgl. BVU/Intraplan (2010), S. 9-197.

Abbildung 27: ABS Münster – Lünen (–Dortmund)



Quelle: BVU/Intraplan (2010), S. 9-197.

7.3 Allgemeine und sonstige Maßnahmen

Für eine isolierte Anwendung auf Netzprobleme in Nordrhein-Westfalen kommen allgemeine Maßnahmen nicht in Frage. Dazu gehören eine IT-unterstützte Netzplanung, Verbesserungen des Baustellenmanagements, Trassen-Sharing und Preisdifferenzierung. Sie eignen sich nicht dazu, gezielt Engpässe auf überlasteten Strecken aufzulösen, sondern dienen vielmehr der besseren Auslastung des Gesamtnetzes und der netzweiten Kapazitätserhöhung. Für isolierte sonstige Maßnahmen stünden die Kosten in keinem Verhältnis zum Aufwand. Das gilt z. B. für den Einsatz von Doppelstockwagen im Containerverkehr oder die Erhöhung der zulässigen Zuglänge. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sollte ihr Einsatz aber unbedingt geprüft werden, weil sich hier die Kosten großräumiger verteilen und durchaus trassensteigernde Effekte zu erwarten sind.

Orientiert man sich an der Strategie der bedarfsorientierten Engpassvermeidung und Trassensteigerung, ist auf gesamtwirtschaftlicher Ebene allerdings auch eine Änderung der Verkehrsinfrastrukturpolitik erforderlich. Unter dem Diktat der zunehmenden Mittelknappheit muss sie sich auf absehbare Zeit von Wunschvorstellungen verabschieden und aus den Zwängen der Mittelverteilung nach Proporz befreien. Nur dann ist sie in der Lage, die knappen Mittel dorthin zu lenken, wo sie am dringendsten benötigt werden und das Verhältnis von Leistungsverbesserung und Aufwand am größten ist. Die dafür benötigten Entscheidungskriterien müssen Nutzen-Kosten-Analysen liefern, die sich gerade bei der Schieneninfrastruktur stärker als bisher an Zuverlässigkeit, Engpassproblemen und Verkehrskorridoren orientiert.

8. Literaturverzeichnis

Abril, M., F. Barber, L. Ingolotti, M. A. Salido, P. Tormos und A. Lova (2008): An assessment of railway capacity, in: Transportation Research Part E, Vol. 44, S. 774-806.

Bhatta, E. R. und M. P Drennan (2003): The Economic Benefits of Public Investment in Transportation: A Review of Recent Literature, in: Journal of Planning Education and Research, Bd. 22, S. 288-296.

BMBF (2003): Verbundvorhaben "Die moderne europäische Güterbahn der Zukunft", Studie zur Leitvision "Europäischer Schienengüterverkehr 2010" Schlußbericht, Bonn.

BMVBS (2003a): Grundlagen für die Zukunft der Mobilität in Deutschland, Bundesverkehrswegeplan 2003, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin.

BMVBS (2003b): Die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik, Bundesverkehrswegeplan 2003, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin.

Bom, P. R. D. und J. E. Lighthart (2008): How Productive is Private Capital? A Meta-Analysis, CESifo Working Paper Nr. 2206 / CentER Discussion Paper Nr. 2008-10, Tilburg.

BMBF (2003): Verbundvorhaben „Die moderne europäische Güterbahn der Zukunft, Studie zur Leitvision „Europäischer Schienengüterverkehr 2010“, Schlussbericht Januar 2003, Bonn.

Bundesnetzagentur (2008): Abschlussbericht der Bundesnetzagentur zur Einführung einer Anreizregulierung im Eisenbahnsektor, revidierte Fassung vom 26.05.2008, Bonn.

Bundesregierung (2008): Masterplan Güterverkehr und Logistik, Berlin.

BVU (2001): Zeitscheibenbetrachtung und Endogenisierung des Leistungsverhaltens in WIZUG, Schlussbericht August 2001, Freiburg.

BVU (2008): Prognose der Verkehrsnachfrage und der Zugzahlen auf der Oberrhein-strecke 2025, Ergänzungsbericht November 2008, Freiburg und Aachen.

BVU und Intraplan (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025, Freiburg und München.

BVU und Intraplan (2010): Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege, Abschlussbericht November 2010, Freiburg und München.

- BVU, Intraplan, SMA und Partner AG (2006):** Entwicklung und Bewertung eines Konzeptes für den Rhein-Ruhr-Express in Nordrhein-Westfalen, Kurzfassung des Schlussberichtes November 2006, Freiburg u. a. O.
- CAWM (2008):** Bedeutung der Infrastruktur im internationalen Standortwettbewerb und ihre Lage in Deutschland, Endbericht im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie, Münster.
- Deutsche Bahn AG (2008):** Masterplan Nordrhein-Westfalen, Weichenstellung für die Zukunft, online verfügbar unter: http://www.mbv.nrw.de/verkehr/Strassenverkehr/container/Masterplan-Nordrhein-Westfalen_12-2008.pdf [abgerufen am 23.03.2011].
- Deutsche Bahn AG (2010a):** Geschäftsbericht 2009, Berlin.
- Deutsche Bahn AG (2010b):** Ökologische Verkehrskonzepte zur Anbindung der norddeutschen Seehäfen und Abwicklung der Verkehrsströme, Vortrag von M. Ksoll am 13.11.2010, Maritime Konferenz, Forum 5, Wismar.
- DB Netz AG (2009):** Wachstumsprogramm, online verfügbar unter: http://www.dbnetze.com/site/shared/de/dateianhaenge/infomaterial/dbnetze/wachstumsprogramm__dbnetze.pdf [abgerufen am 15.06.2011].
- DB Netz AG (2010):** Trassenpreissystem (TPS), Liste der Entgelte der DB Netz AG 2011 für Trassen, Zusatz- und Nebenleistungen, Stand 12.02.2010, Frankfurt am Main.
- DB Netz AG (2011a):** Infrastrukturregister, online verfügbar unter: <http://fahrweg.dbnetze.com/site/dbnetz/de/nutzungsbedingungen/infrastrukturregister/infrastrukturregister.html> [abgerufen am 15.06.2011].
- DB Netz AG (2011b):** Die Schiene als Garant für die Zukunftsfähigkeit der deutschen Seehäfen, Andere Häfen braucht das Land, Maritime Fachkonferenz, Dr.-Ing. Cay Lienau, Bremerhaven.
- DB Netz AG Regionalbereich West (2009):** Präsentation Regionalbereich West, Juni 2009, Duisburg.
- Deutsches Verkehrsforum (2009):** Zukunftsprogramm Verkehrsinfrastruktur: Transparenz herstellen, Mitteleinsatz optimieren, Finanzierung reformieren, Strategiepapier, Dezember 2010, Berlin.
- DIHK, Siegmann (2010):** Neue Netzstrategie für mehr Güter auf der Schiene erforderlich: Empfehlungen für eine neue Bahnpolitik, Kurzgutachten im Auftrag des DIHK, TU Berlin.
- DIW (2009):** Verkehr in Zahlen 2009/2010, Bundesministerium für Verkehr Bau- und Stadtentwicklung (Hrsg.), 37. Jahrgang, Hamburg.

- DVZ (2010):** Netzbeirat will ETCS/ERTMS stoppen, online verfügbar unter: <http://www.dvz.de/news/politik/artikel/id/netzbeirat-will-etcsertms-stoppen.html> [abgerufen am 15.06.2011].
- Engel, R. (2006):** Nochmals: Netzplanung klein geschrieben, in: Der Fahrgast, Nr. 1 2006, S. 45-48.
- Eschlbeck, R. (2010a):** Das European-Train-Control-System (ETCS), in: Deine Bahn, 38 (5), S. 13-19.
- Eschlbeck, R. (2010b):** Das European-Train-Control-System (ETCS), in: Deine Bahn, 38 (6), S. 20-24.
- Europäische Kommission (2006):** ERTMS – Für einen flüssigen und sicheren Eisenbahnverkehr, Ein europäisches wirtschaftliches Großvorhaben, Brüssel.
- Europäische Kommission (2011):** WEISSBUCH - Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum - Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, KOM(2011) 144 endgültig, Brüssel.
- Fernald, J. (1999):** Assessing the Link between Public Capital and Productivity, in: American Economic Review, Vol. 89 (3), S. 619-638.
- Garcia-Mila, T. und T. J. McGuire (1992):** The contribution of publicly provided inputs to states economies, in: Regional Science and Urban Economics, Vol. 22 (2), S. 229-241.
- Goodwin, P. et al. (2001):** Assessing the benefits of transport, European Conference of Ministers of Transport (Hrsg.), Prag.
- Hartwig, K.-H. (2009):** Zur Diskussion gestellt. Konjunkturpaket II: Was bringen Investitionen in Infrastruktur?, in: ifo Schnelldienst, 62. Jg., 4.-5. KW, 30. Januar 2009, München.
- Hartwig, K.-H. und H. Armbrrecht (2005):** Volkswirtschaftliche Effekte unterlassener Infrastrukturinvestitionen, Berlin.
- IFMO (2007):** Verkehrsinfrastruktur-Benchmarking Europa – Verkehrsinfrastrukturausstattung und verkehrspolitische Rahmenbedingungen in ausgewählten europäischen Staaten, Berlin.
- Isenmann, T. (2010a):** Neues schweizerisches Trassenpreissystem: Herausforderungen und Würdigung des Vorschlages des BAV, online verfügbar unter: http://www.trasse.ch/doc/de_SVWG_neues_Trassenpreissystem_100528.pdf [abgerufen am 15.06.2011].
- Isenmann, T. (2010b):** Das Politikum Trassenpreis. Auslegeordnung und Herausforderungen für die Zukunft, LITRA - Informationsdienst für den Öffentlichen Verkehr (Hrsg.), Bern.

- IT NRW (2011):** Statistik Verkehr, online verfügbar unter: <http://www.it.nrw.de/statistik/n/index.html> [abgerufen am 23.03.2011].
- KCM NRW (2011):** NRW-Fahrplanbuch 2011, Busse & Bahnen NRW, Kompetenzzentrum Marketing und Tarif des Landes NRW [Hrsg.].
- Kommission Zukunft der Bahn in Nordrhein-Westfalen (2001):** Abschlussbericht, Düsseldorf.
- Landtag von Baden-Württemberg (2009):** Elektrifizierung und zweispuriger Ausbau der Schienenstrecke Tübingen-Sigmaringen im Zusammenhang mit dem Projekt Stuttgart 21, Drucksache 14/5542, Stuttgart.
- Mann (2010):** Öffentliche Anhörung, Ausschuss für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, redigiertes Wortprotokoll, Protokoll Nr. 17/38, Berlin.
- mofair e.V. und Netzwerk Privatbahnen e.V. (2009):** Positionspapier Eisenbahnregulierung, durchgeführt von KCW GmbH und Orth Kluth Rechtsanwälte, Berlin.
- MWEBWV NRW (2011a):** Bahnwirtschaft, online verfügbar unter: http://www.mbv.nrw.de/verkehr/Bus_Bahn/bahnwirtschaft/index.php [abgerufen am 23.03.2011].
- MWEBWV NRW (2011b):** Rhein Ruhr Xpress, online verfügbar unter: <http://www.rrx.de/> [abgerufen am 15.06.2011].
- MWEBWV NRW (2011c):** SPNV-Prognose NRW 2025, Stand: 12.08.2011.
- Netzbeirat (2010):** Gespräch mit dem Ausschuss für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung am 09. Juni 2010, online verfügbar unter: <http://www.toni-hofreiter.de/dateien/DB-Netzbeirat.pdf> [abgerufen am 15.06.2011].
- NRW Invest (2011):** North Rhine-Westphalia at a glance, online verfügbar unter: http://www.nrwinvest.com/NRW_at_a_glance/index.php [abgerufen am 23.03.2011].
- NWL (2010):** Netzzustandsbericht Nordrhein-Westfalen. Teil 2 2010: A. Entwicklung der Streckengeschwindigkeiten 1996 – 2009 im S-Bahn-Netz NRW, B. Analyse der Langsamfahrstellen 2009 im Gesamtnetz NRW, Unna.
- ÖBB Infrastruktur (2011):** Produktkatalog Netzzugang 2012, Version 3, Wien.
- Opentrack (2011):** Eisenbahnsimulation, online verfügbar unter: http://www.opentrack.ch/opentrack/opentrack_d/opentrack_d.html [abgerufen am 15.06.2011].
- PLANCO (2007):** Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße, Schlussbericht im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost November 2007, Magdeburg u. a. O.
- Pörner, R. (2011):** Infrastruktur Spezial: 4 Fragen an ..., in: Internationales Verkehrswesen, Heft 3, S. 31.

- Reinhold, T. und G. Kasperkovitz (2011):** Perspektiven für die Eisenbahn bis 2025, In: Internationales Verkehrswesen 63 (4), S.72 – 74.
- RWI (2010):** Verkehrsinfrastrukturinvestitionen – Wachstumsaspekte im Rahmen einer gestaltenden Finanzpolitik, Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen, 2010, Essen.
- RWTH Aachen (2008):** Influence of ETCS on the line capacity, International Union of Railways (UIC) (Hrsg.), Paris.
- SMA und Partner AG (2010):** Nordrhein-Westfalen Fahrplan 2011, Netzgrafik im Auftrag des KCITF Kompetenzzentrum, Zürich und Bielefeld.
- Statistisches Bundesamt (2007):** Regionale Ergebnisse des Schienenverkehrs 2005, in: Wirtschaft und Statistik, S. 875-884.
- Statistisches Bundesamt (2009a):** Eisenbahnverkehr Betriebsdaten des Schienenverkehrs 2008. Fachserie 8 Reihe 2.1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2009b):** Personenverkehr mit Bussen und Bahnen 2008. Fachserie 8 Reihe 3.1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011):** GENESIS-Online, online verfügbar unter: <https://www.genesis.destatis.de/genesis/online> [abgerufen am 23.03.2011].
- Steinbrecher, J.; T. Schubert (2011):** Güterverkehrsstudie Dreiländereck Südwestfalen Lahn-Dill Altenkirchen, Siegen.
- Stephan, A. (1997):** The Impact of Road Infrastructure on Productivity and Growth: Some Preliminary Results for the German Manufacturing Sector, Discussion Paper FS IV 97-47, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).
- UBA (2010):** Schienennetz 2025/2030, Ausbaukonzeption für einen leistungsfähigen Schienengüterverkehr in Deutschland, durchgeführt von KCW GmbH, Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.
- UIC (2004):** Capacity, 1. Auflage, Paris.
- VDV (2006):** Investitionsbedarf für das Bundeschienenwegenetz aus Sicht der Nutzer, Ergebnisse einer Unternehmensbefragung des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) unter Mitarbeit der Bundesarbeitsgemeinschaft der Aufgabenträger im SPNV (BAG-SPNV), Köln.
- VDV (2010):** VDV-Statistik 2009, Köln.
- VDV (2011):** Investitionsbedarf für Infrastrukturen der Nichtbundeseigenen Eisenbahnen, Köln.
- VRR, NWL und NVR (2009):** Qualitätsbericht SPNV NRW, Sachstand 2009, Gelsenkirchen.

ZRL (2010): Nachfrageentwicklung im Raum Ruhr-Lippe 1997-2008, Unna.

Anhang

Überlastete und vollausgelastete Schienenverkehrskorridore 2011

Überlastete Streckenabschnitte 2011 (24 Streckenabschnitte)

Nord-Süd-Korridor I

Duisburg Sigle	-	Duisburg Ruhrtal
Duisburg Hbf	-	Duisburg-Duissern
Düsseldorf Hbf	-	Düsseldorf Wehrhahn
Düsseldorf-Wehrhahn	-	Düsseldorf-Derendorf
Köln Messe/Deutz	-	Köln Hbf
Köln Hbf	-	Köln Messe/Deutz
Köln Messe/Deutz	-	Köln Posthof
Köln Hbf	-	Köln Bbf
Köln Hbf	-	Köln West
Köln Hbf	-	Köln Hansaring
Köln Posthof	-	Köln Kalk
Köln Kalk	-	Köln Flughafen Nordost
Köln-Kalk Nord	-	Gremberg Nord
Porz-Wahn	-	Troisdorf Nord
Aachen Hbf	-	Aachen West
Dülken	-	Kaldenkirchen
Rheydt-Odenkirchen	-	Rheydt
Viersen-Helenabrunn	-	Viersen

West-Ost-Korridor

Oberhausen West	-	Oberhausen Walzwerk
Essen West	-	Essen Hbf
Wanne-Eickel Wof	-	Herne-Rottbruch
Westhofen	-	Schwerte (Ruhr)

Sonstige

Altenbeken - Altenbeken (Tunnel) Esig F/Asig X
 Blankenberg (Sieg) - Merten (Sieg)

Vollausgelastete Streckenabschnitte 2011 (50 Streckenabschnitte)

Nord-Süd-Korridor I

Abzw Duisburg-Buchholz - Duisburg Hbf
 Duisburg Hochfeld-Süd Abzw. - Duisburg Hbf
 Düsseldorf-Unterrath Karthäuserstr - Duisburg-Großenbaum
 Köln-Ehrenfeld - Köln West
 Köln West - Köln Süd
 Köln Süd - Hürth-Kalscheuren
 Köln Steinstraße - Porz-Wahn
 Troisdorf - Bonn-Beuel
 Bonn-Beuel - Niederdollendorf
 Niederdollendorf - Bad Honnef
 Bad Honnef - Landesgrenze
 Bonn - Bonn-Mehlem
 Bonn-Mehlem - Landesgrenze
 Düsseldorf - NE Rheinparkcent.
 NE Rheinparkcent. - Neuss Am Kaiser
 Neuss Am Kaiser - Neuss Pbf Westseite

Mönchengladbach	-	Viersen-Helenabrunn
Köln-Dellbrück	-	Bergisch Gladbach
Eschweiler	-	Stolberg (Rheinl.) Hbf
Stolberg (Rheinl.) Hbf	-	Aachen Hbf

West-Ost-Korridor

Duisburg-Kaiserberg	-	Mülheim (Ruhr)-Styrum
Duisburg-Kaiserberg	-	Abzw. Oberhausen Kolkmannshof
Essen West	-	Mühlheim (Ruhr) Hbf
Mühlheim (Ruhr) Hbf	-	Mühlheim Styrum
Abzw Essen-Kray Süd	-	Bochum Hbf
Bochum Stockumer Straße	-	Bochum-Langendreer
Bochum-Riemke	-	Herne-Rottbruch
Essen-Dellwig Ost	-	Bottrop Hbf
Bottrop Hbf	-	Gladbeck West
Wanne-Eickel Hbf	-	Wanne-Eickel Wof
Düsseldorf-Gerresheim	-	Hochdahl (Abzw)
Wuppertal Vohwinkel	-	Wuppertal Hbf
Abzw. Wuppertal Linden	-	Wuppertal-Vohwinkel
Abzw Linderhausen	-	Gevelsberg West

Dortmund Hbf	-	Dortmund-Dorstfeld (tief)
Dortmund Dfd	-	Dortmund Hbf
Unna	-	Unna-Königsborn
Unna	-	Holzwickede
Hamm Westf. RBf	-	Selmig Abzw.
Bielefeld Hbf	-	Brackwede
Minden (Westf.)	-	Bückeberg

Nord-Süd-Korridor II

Münster (Westf.) Zentrum Nord	-	Münster (Westf.) Hbf
Geist	-	Lünen Hbf

Sonstige

Troisdorf	-	Siegburg/Bonn
Siegburg/Bonn	-	Hennef (Sieg)
Millingen	-	Alpen
Benhausen	-	Paderborn Hbf
Altenbeken (Tunnel) Esig F/Asig X	-	Benhausen
Rheinkamp	-	Millingen
Schladern	-	Rosbach

Überlastete und vollausgelastete Schienenverkehrskorridore 2025

Überlastete Streckenabschnitte 2025 (53 Streckenabschnitte)

Nord-Süd-Korridor I

OB-Sterkrade	-	Wesel
Oberhausen Hbf Obn	-	OB-Sterkrade
Duisburg Sigle	-	Duisburg Ruhrtal
Duisburg Hbf	-	Duisburg-Duissern
DU Hochfeld-Süd	-	Duisburg Hbf
Düsseldorf Hbf	-	Düsseldorf Rethel
Düsseldorf Rethel	-	Duisburg-Großenbaum
Duisburg-Großenbaum	-	Duisburg Hbf
Düsseldorf Hbf	-	Düsseldorf Wehrhahn
Düsseldorf-Wehrhahn	-	Düsseldorf-Derendorf
Köln Mülheim Berliner Straße	-	Köln Bruder Klaus Siedlung
Köln Messe/Deutz	-	Köln Hbf
Köln Hbf	-	Köln Messe/Deutz
Köln Messe/Deutz	-	Köln Posthof
Köln Hbf	-	Köln Bbf
Köln Hbf	-	Köln West
Köln Hbf	-	Köln Hansaring
Köln Posthof	-	Köln Kalk
Köln Kalk	-	Köln Flughafen Nordost
Köln-Kalk Nord	-	Gremberg Nord
Porz-Wahn	-	Troisdorf Nord
Troisdorf	-	Bonn-Beuel
Bonn-Beuel	-	Niederdollendorf
Niederdollendorf	-	Bad Honnef
Bad Honnef	-	Landesgrenze
Bonn	-	Bonn-Mehlem
Köln West	-	Köln Süd
Köln Süd	-	Hürth-Kalscheuren
Köln-Ehrenfeld	-	Köln West
Aachen Hbf	-	Aachen West
Viersen-Helenabrunn	-	Viersen
Mönchengladbach	-	Viersen-Helenabrunn

Düsseldorf	-	NE Rheinparkcent.
NE Rheinparkcent.	-	Neuss Am Kaiser
Neuss Am Kaiser	-	Neuss Pbf Westseite
Dülken	-	Kaldenkirchen

West-Ost-Korridor

Oberhausen West	-	Oberhausen Walzwerk
Duisburg-Kaiserberg	-	Mülheim (Ruhr)-Styrum
Bottrop Hbf	-	Gladbeck West
Essen West	-	Mühlheim (Ruhr) Hbf
Mühlheim (Ruhr) Hbf	-	Mühlheim Styrum
Essen West	-	Essen Hbf
Essen-Kray Süd	-	Bochum Hbf
Wanne-Eickel Hbf	-	Wanne-Eickel Wof
Wanne-Eickel Wof	-	Herne-Rottbruch
Dortmund Dfd	-	Dortmund Hbf
Westhofen	-	Schwerte (Ruhr)
Minden (Westf.)	-	Löhne
Minden (Westf.)	-	Bückeberg

Nord-Süd-Korridor II

Münster (Westf.) Geist	-	Lünen Hbf
------------------------	---	-----------

Sonstige

Schladern	-	Rosbach
Altenbeken	-	Altenbeken (Tunnel) Esig F/Asig X
Blankenberg (Sieg)	-	Merten (Sieg)

Vollausgelastete Streckenabschnitte 2025 (65 Streckenabschnitte)**Nord-Süd-Korridor I**

Wesel	-	Emmerich
Oberhausen Hbf	-	Oberhausen Hbf Obn
Oberhausen-Sterkrade	-	Abzw Grafenbusch

Duisburg-Duisern	-	Duisburg-Kaiserberg
Abzw Düsseldorf Emma	-	Düsseldorf Hbf
Düsseldorf Berg	-	Düsseldorf Emma
Düsseldorf-Reisholz Abzw	-	Düsseldorf Berg
Langenfeld (Rheinl)	-	Düsseldorf-Reisholz Abzw
Köln-Bruder-Klaus-Siedlung	-	Langenfeld (Rheinl)
Köln Messe/Deutz	-	Köln Mühlheim
Köln Steinstraße	-	Porz-Wahn
Köln Flughafen Nordost	-	Köln Frankfurter Straße
Gremberg Nord	-	Gremberg Süd
Bonn-Mehlem	-	Landesgrenze
Hürth-Kalscheuren	-	Brühl
Brühl	-	Bonn
Abzw Duisburg-Mühlenberg	-	Rheinhausen
Krefeld-Linn	-	Duisburg-Mühlenberg
Abzw Erftkanal	-	Düsseldorf Hbf
Köln-Dellbrück	-	Bergisch Gladbach
Aachen West	-	Herzogenrath
Herzogenrath	-	Lindern
Rheydt-Odenkirchen	-	Rheydt
Mönchengladbach Hbf	-	Neuss Hbf
Merzenich	-	Düren
Sindorf	-	Buir
Eschweiler	-	Stolberg (Rheinl) Hbf
Stolberg (Rheinl) Hbf	-	Aachen Hbf

West-Ost-Korridor

Oberhausen Walzwerk	-	Oberhausen-Osterfeld
Bottrop Süd	-	Oberhausen-Osterfeld Süd
Essen-Dellwig Ost	-	Bottrop Hbf
Duisburg-Kaiserberg	-	Abzw. Oberhausen Kolkmannshof
Wanne Unser Fritz	-	Wanne-Eickel Hbf
Gelsenkirchen Hbf	-	Wanne-Eickel Hbf
Recklinghausen Süd	-	Herne
Essen-Steele Ost	-	Essen-Steele
Essen Hbf	-	Abzw Essen-Kray Süd
Bochum-Riemke	-	Herne-Rottbruch
Bochum Hbf	-	Bochum Prinz von Preußen
Bochum Stockumer Straße	-	Bochum-Langendreer
Bochum-Langendreer	-	Dortmund-Lüdingdortmund
Dortmund Möllerbrücke	-	Dortmund-Dorstfeld
Dortmund Hbf	-	Dortmund-Dorstfeld (tief)
Dortmund-Kurl	-	Selmig Abzw.
Dortmund Schnetterbrücke	-	Dortmund Dfd
Dortmund-Körne (Abzw)	-	Dortmund-Kurl
Düsseldorf Eller	-	Hilden

Düsseldorf-Gerresheim	-	Hochdahl (Abzw)
Hochdahl (Abzw)	-	Abzw Gruiten
Wuppertal Vohwinkel	-	Wuppertal Hbf
Abzw Wuppertal Linden	-	Wuppertal-Vohwinkel
Abzw Linderhausen	-	Gevelsberg West
Unna	-	Unna-Königsborn
Unna	-	Holzwickede
Hamm Westf. RBf	-	Selmig Abzw.
Bielefeld Hbf	-	Brackwede

Nord-Süd-Korridor II

Münster Zentrum Nord	-	Münster (Westf.) Hbf
----------------------	---	----------------------

Sonstige

Trompet	-	Moers
Siegburg/Bonn	-	Hennef (Sieg)
Troisdorf	-	Siegburg/Bonn
Alpen	-	Xanten
Millingen	-	Alpen
Rheinkamp	-	Millingen
Benhausen	-	Paderborn Hbf
Altenbeken (Tunnel) Esig F/Asig X	-	Benhausen

Quelle: Eigene Berechnung.