

Schieneninfrastruktur: Grenzen der Leistungsfähigkeit und Maßnahmen

Notwendige Ausbaumaßnahmen und Investitionen zur Ertüchtigung der Schieneninfrastruktur in Deutschland bei Verdopplung des Schienengüterverkehrs im Jahr 2030

CHRISTIAN WINKLER | LARS KRÖGER |
ANIKA LOBIG | GERNOT LIEDTKE

Zur Erreichung von signifikanten Reduktionen des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Verkehr sind vielschichtige und tiefgreifende Maßnahmen erforderlich. Eine wichtige Möglichkeit ist dabei den Güterverkehr verstärkt auf die Schiene zu bringen. Eine Verdopplung der transportierten Verkehrsleistung des Güterverkehrs auf der Schiene im Jahr 2030 gegenüber der aktuellen Verkehrsprognose des Bundes ist möglich, erfordert jedoch zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen. Der aktuelle Bundesverkehrswegeplan leistet dafür einen bedeutenden Beitrag, allerdings wären bei einer solch drastischen Erhöhung noch weitere Maßnahmen erforderlich. Der vorliegende Beitrag zeigt entsprechende Maßnahmen auf und liefert eine erste grobe Abschätzung der dafür erforderlichen Investitionskosten.

Hintergrund

Die deutsche Bundesregierung hat sich mit dem Energiekonzept 2010 [1] und dem Klimaschutzplan 2050 [2] zum Ziel gesetzt, sowohl den Energieverbrauch als auch den CO₂-Ausstoß drastisch zu reduzieren. So soll laut Energiekonzept 2010

der Endenergieverbrauch bis 2020 um 10% und bis 2050 um 40% gegenüber 2005 reduziert werden. Der Klimaschutzplan 2050 sieht u.a. vor, dass im Verkehr im Jahr 2030 40% weniger CO₂-Emissionen emittiert werden sollen als 1990. Neben möglichen technologischen Maßnahmen kommt aufgrund der geringen Roll- und Luftwiderstände und der elektrischen Energieversorgung der Verlagerung auf den Schienenverkehr eine besondere Bedeutung zu. Vor diesem Hintergrund beauftragte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS) zwei Studien zur Abschätzung möglicher Verlagerungspotenziale des Personenfern- und Güterverkehrs auf die Schiene. Die Ergebnisse wurden bereits in Fachbeiträgen veröffentlicht [3 und 4]. Ob die identifizierten Verlagerungspotenziale auch auf der Schieneninfrastruktur realisiert werden können und welche zusätzlichen Infrastrukturmaßnahmen erforderlich sind, war Gegenstand einer dritten Studie [5]. Die Ergebnisse werden im vorliegenden Beitrag zusammengefasst.

Annahmen und Rahmenbedingungen

Die Analysen zur Ermittlung der verschiedenen Verlagerungspotenziale und deren Wirkungen beziehen sich auf das Jahr 2030 und bedurften der Verwendung von Verkehrsmodellen. Um die Kon-

sistenz der durchgeführten Analyse mit der aktuellen Bundesverkehrswegeplanung (BVWP 2030) [6] zu erreichen, wurden die gleichen Verflechtungsmatrizen und der gleiche Netzausbau wie in der Verkehrsprognose 2030 des Bundes (VP 2030) [7] zugrunde gelegt. Dies stellt den Referenzfall ohne zusätzliche Verlagerung dar. Darüber hinaus wurden die eingesetzten Modelle so konzipiert, dass damit robuste Ergebnisse auf einer strategischen, nationalen Ebene ermittelt werden konnten. Damit weisen sie einen hinreichenden Detaillierungsgrad für eine übergeordnete Planung auf, der im Fokus der Studien stand.

Im Güterverkehr wurden erhebliche Verlagerungspotenziale festgestellt. Hierzu untersuchte die Studie „Verlagerungspotenziale auf den Schienengüterverkehr in Deutschland“ technologische, organisatorische und regulative Maßnahmen mithilfe dreier Szenarien und quantifizierte die Verlagerungspotenziale vom Straßengüterverkehr auf den Schienengüterverkehr (SGV) [8]. Hierbei wurden sowohl der Kombinierte Verkehr (KV) als auch konventionelle Verkehre betrachtet. In den ersten beiden Szenarien baut der Staat eine zuverlässige Schieneninfrastruktur auf den Hauptrelationen des SGV auf. Zusätzlich wird der SGV mit einem Technologieförderprogramm unterstützt, welches die Mehrkosten für die entwickelten Maßnahmen auf Seiten der privaten Akteure abdeckt. Es zeigt sich, dass der Modal-Split-Anteil des SGV dadurch deutlich gesteigert werden kann. Der Nutzen für die Energiewende ist jedoch beschränkt, da lediglich eine Stabilisierung des Endenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen im Güterverkehr gegenüber 2010 erreicht wird. Das dritte Szenario lehnt sich an die Vision des EU-Weißbuchs für einen einheitlichen Verkehrsraum in der Europäischen Union (EU) [9] an und forciert ein multimodales Güterverkehrssystem. Dieses greift bei langläufigen Gütertransporten ab 300 km verstärkt auf den SGV oder die Binnenschifffahrt zurück und reduziert dadurch den Straßengüterfernverkehrsanteil signifikant. Es wird angenommen, dass 50% der KV-affinen Güter (z.B. Maschinen, Textilien, Möbel, Sammelgut) mit einer Transportentfernung über 400 km vom konventionellen Verkehr (Straße, Schiene und Binnenschiff) auf den kontinentalen KV (davon 90% auf den SGV und 10% auf das Binnenschiff) mithilfe massenleistungsfähiger Umschlaganlagen für alle Arten allgemeiner Ladungsgüter umgeschlagen werden können. Neben technologischen und organisatorischen Verbesserungen (z.B. automatische Kupplung,

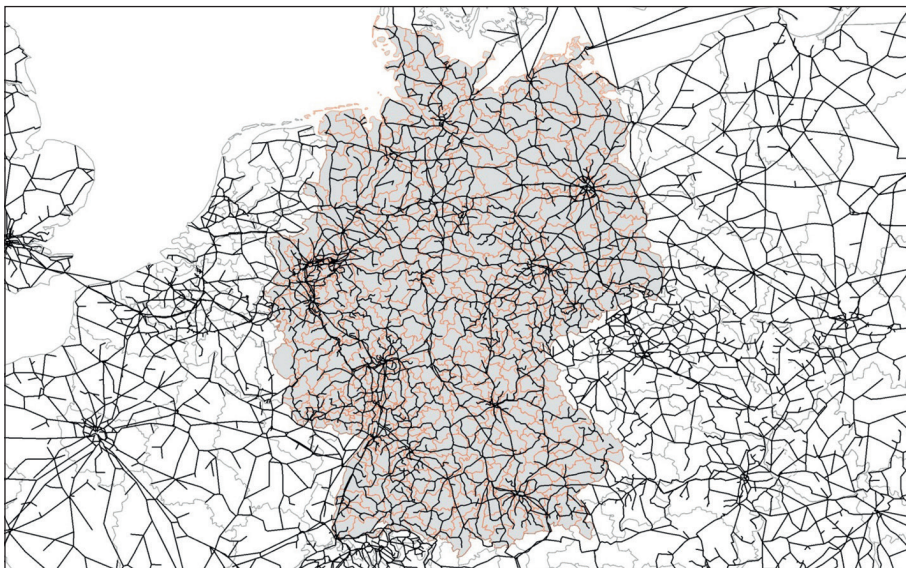


Abb. 1: Prognosenetz 2030 der Verkehrsprognose des Bundes (VP 2030)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
genehmigt von DVV Media Group, 2018.

längere und schwerere Züge, beschleunigte Zugbildungsprozesse) wird dies durch neue Zugangsmöglichkeiten zum SGV in Form von Railports und Umschlagterminals für nicht kranbare Sattelaufleger erreicht. Integratoren im Schienengüterverkehrsmarkt gelingt dadurch ein wettbewerbsfähiges Preis-Leistungsangebot im Vergleich zum Straßengüterfernverkehr. Im Vergleich zum Referenzszenario, also der VP 2030, verdoppelt sich die Verkehrsleistung des SGV fast von 154 Mrd. auf 303 Mrd. Tonnenkilometer. Dies führt zu einer deutlichen Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen gegenüber 2010. Das Szenario zur Multimodalität wird daher für die folgenden Infrastrukturanalysen herangezogen.

Infrastrukturbetrachtungen

Eine Verdopplung der Schienengüterverkehrsleistung hätte massive Auswirkungen auf die Nutzung der Schieneninfrastruktur in Deutschland und ist gegebenenfalls physisch nicht leistbar. Für die entsprechenden Analysen wurde ein digitales Netzmodell herangezogen, das im Rahmen der Erstellung der VP 2030 entwickelt wurde (Abb. 1). Dieses VP-2030-Netz umfasst den Netzzustand des Jahres 2014 sowie alle (weiteren) Infrastrukturmaßnahmen des vordringlichen Bedarfs des vorherigen BVWP 2003 [10] mit dem Planungshorizont 2015. Darüber hinaus wurden im Ausgangszustand Ausbaumaßnahmen zur Gewährleistung der Befahrbarkeit von 740-Meter-Zügen auf allen wesentlichen Korridoren und der Umsetzung des Zugsicherungssystems ETCS Level 2 (European Train Control System) implementiert. Zusätzlich wurde das Netz noch um alle Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs des neuen BVWP 2030 ergänzt, um Aussagen über gegebenenfalls weitere notwendige, über die derzeitigen Infrastrukturplanungen des Bundes hinausgehende Kapazitätsbedarfe und Investitionskosten treffen zu können. Das so definierte Netz repräsentiert den infrastrukturellen **Ausgangszustand** der folgenden Analysen der Wirkungen zusätzlicher Verlagerungen des SGV auf die Schiene.

Betrachtete Korridore

Die Auslastungen des Schienennetzes in Deutschland sind regional sehr unterschiedlich und treten vor allem auf wichtigen Verkehrskorridoren auf. Dabei sind für den SGV insbesondere die Nord-Süd-Relationen zwischen den Nordseehäfen und den bedeutenden deutschen Siedlungs- und Industrieschwerpunkten im Westen sowie Süden Deutschlands relevant. Darüber hinaus gewinnt der kontinentale Verkehr in Ost-West-Richtung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der Tatsache, dass es nahezu nur auf diesen Strecken zu Überlastungen kommt, wurden die Auslastungsanalysen auf relevante Güterverkehrskorridore in Deutschland beschränkt. Hierfür wurden einerseits die Europäischen Schienengüterverkehrskorridore (RFC) herangezogen, welche zur Harmonisierung der Streckenstandards in Europa und zur

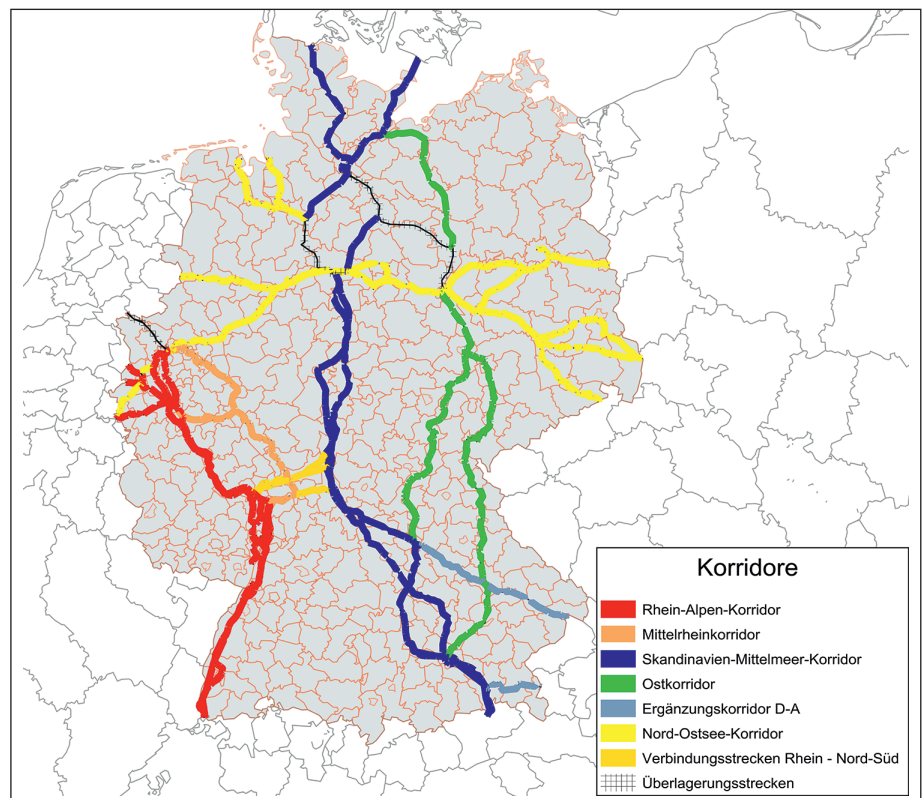


Abb. 2: Betrachtete Korridore in Deutschland (dargestellt sind Eisenbahnstrecken des Bundes mit Streckenhöchstgeschwindigkeiten ≥ 60 km/h)

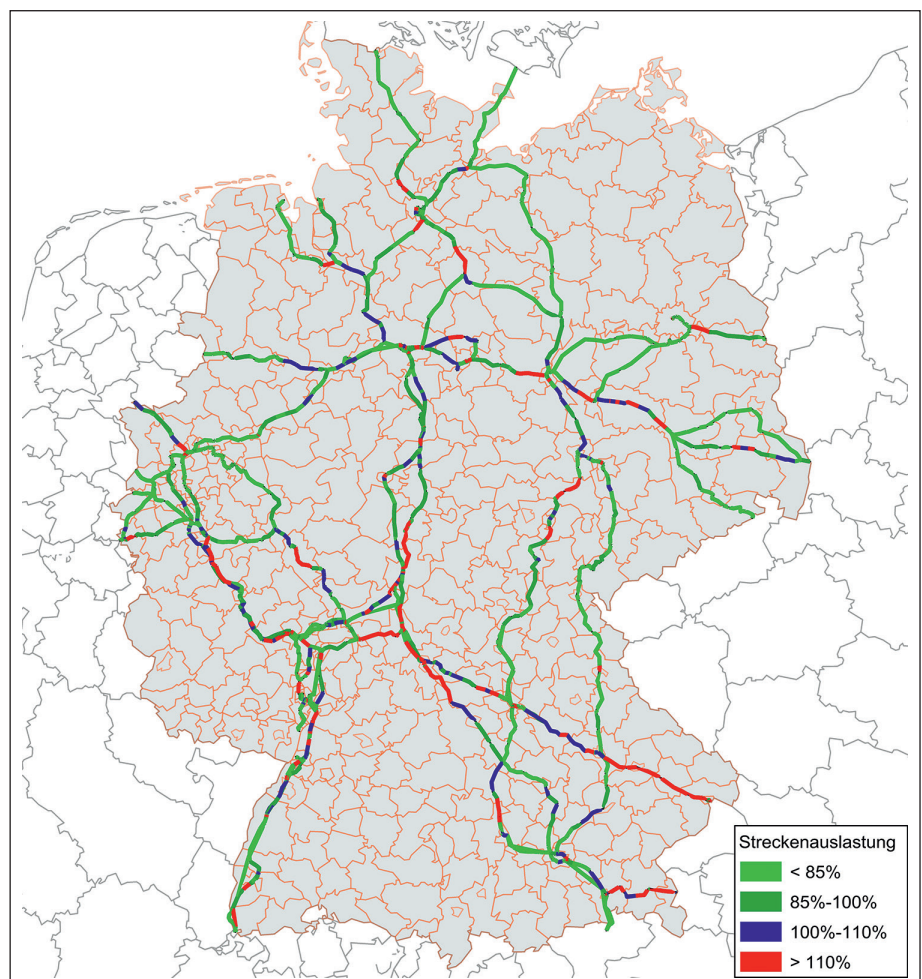


Abb. 3: Streckenauslastungen (Korridornetz) im Szenario „Multimodalität“ im Ausgangszustand

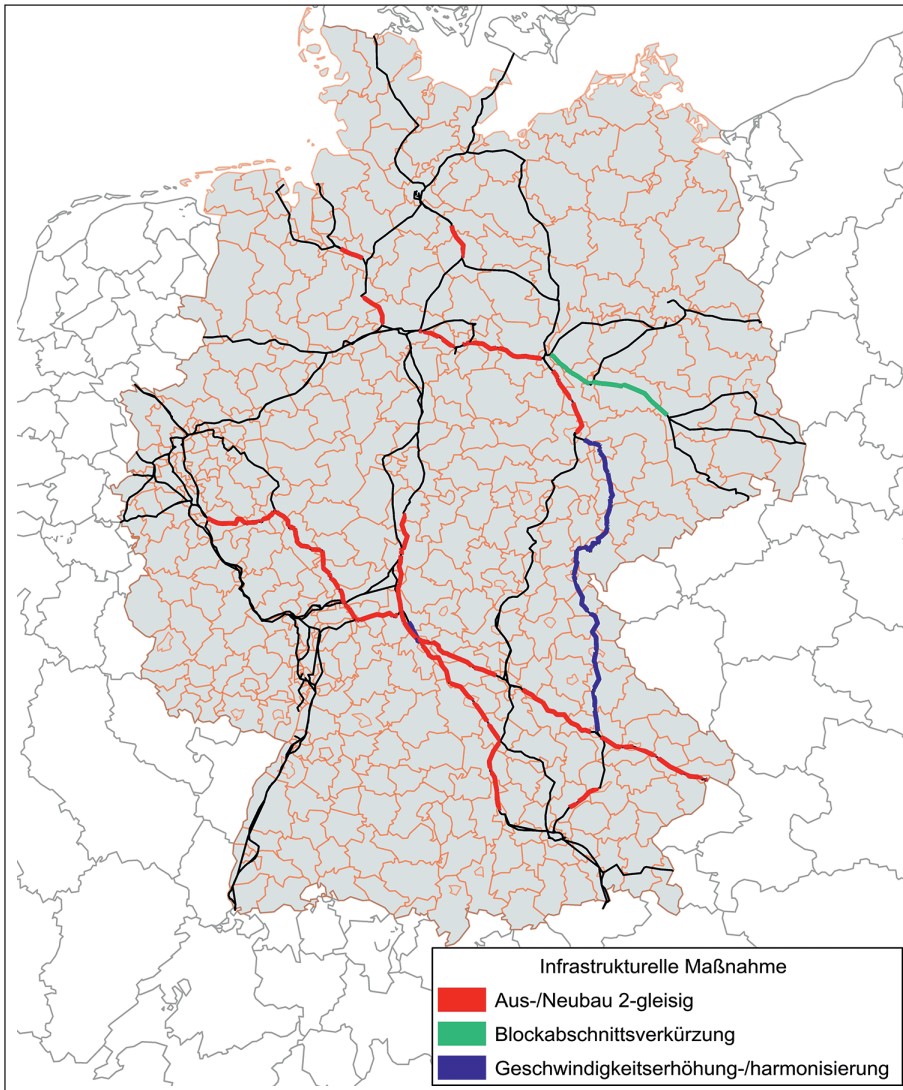


Abb. 4: Infrastrukturelle Maßnahmen im Ausbauzustand für das Multimodalitätsszenario im SGV

Vereinfachung des Transportmarktes durch die EU in der Verordnung 913/2010 [11] definiert wurden. Andererseits wurden zudem weitere ergänzende Verkehrskorridore auf nationaler Ebene betrachtet, bei denen es sich um den Mittelrheinkorridor und um den Ostkorridor handelt. Die definierten Korridore sind in Abb. 2 dargestellt. Die im BVWP 2030 als vordringlicher Bedarf eingestuft Schienenprojekte konzent-

rieren sich vornehmlich auf Abschnitte der gezeigten Korridore.

Infrastrukturelle Engpässe im Ausgangszustand

Zur Ermittlung der Streckenbelastungen des Schienennetzes auf Basis einer veränderten Nachfrage des SGV wurde zunächst ein Umlegungsmodell entwickelt und anhand der

Umlegungsergebnisse der VP 2030 kalibriert. Grundlage für diesen Schritt waren die durch die VP 2030 gegebenen Verkehrsnachfragemengen. Als Kontrollgrößen zur Modellprüfung wurden dabei die Trassenkilometer im Gesamtnetz, die Streckenauslastung der einzelnen Strecken und die Streckenlängenanteile mit Überlastung herangezogen.

Das Modell wurde im Anschluss dazu verwendet, die neue Verkehrsnachfrage des Multimodalitätsszenarios im SGV dem Schienennetz des Ausgangszustands gegenüberzustellen. Hierbei traten auf zahlreichen Netzabschnitten Überlastungen auf (Abb. 3), wobei Strecken mit Auslastungen von 100 bis 110% als überlastet und mit Auslastungen von über 110% als stark überlastet definiert wurden. Insgesamt weisen ca. 25 % aller Strecken des Korridornetzes eine Überlastung auf, wovon ca. 12 % stark überlastet sind. Als akzeptabel werden Werte von 10 bis 12 % für alle überlasteten Strecken und Werte von unter 5 % für stark überlastete Strecken angesehen. Abgeleitet wurden diese Zielgrößen auf Basis der Ergebnisse der Umlegung der VP 2030.

Beseitigung infrastruktureller Engpässe im Ausbauzustand

Die Vielzahl der hohen Auslastungen für das Multimodalitätsszenario des SGV im Ausgangszustand würde sehr wahrscheinlich zu einer Überlastung des Gesamtsystems führen. Zur Verhinderung einer solchen Überlastung sind weitere Infrastrukturmaßnahmen erforderlich, zu deren Identifikation weiterführende Kapazitätsanalysen des Netzes durchgeführt wurden. Die schließlich abgeleiteten Maßnahmen sind in Abb. 4 dargestellt und definieren in Ergänzung zur Infrastruktur des Ausgangszustands den **Ausbauzustand**. Bei den weiteren Maßnahmen handelt es sich um den Aus- und Neubau von Strecken mit zwei zusätzlichen Streckengleisen, Blockabschnittsverkürzungen und Geschwindigkeitserhöhungen bzw. -harmonisierungen. Bei der nachfolgenden Kostenabschätzung sind diese Maßnahmen in der Rubrik „Ausbauzustand“ aufgelistet (Tab. 1). Durch die zusätzlichen Maßnahmen des Ausbauzustands werden die vorgegebenen Zielwerte der Auslastungen eingehalten. Die Umlegungsergebnisse für den Ausbauzustand sind in Abb. 5 dargestellt.

Abschätzung des erforderlichen Investitionsvolumens

Die Analysen zeigen einen erheblichen Ausbaubedarf der Schieneninfrastruktur, um infrastrukturell die erforderlichen Voraussetzungen für das Ausschöpfen der Verlagerungspotenziale im SGV zu schaffen. Für die genannten Infrastrukturmaßnahmen sind zusätzliche Infrastrukturinvestitionen nötig. Zur Abschätzung dieser Kosten wurden verschiedene Kostensätze beispielsweise für Überholbahnhöfe, Ausstattung mit ETCS oder Neubau von Strecken recherchiert oder eigene Annahmen

	Nr.	Beschreibung	Geschätztes Investitionsvolumen [Mio. EUR]
Ausgangszustand	1	Zusätzliche Anzahl an Überholbahnhöfen zur Erhöhung der Streckenkapazität	896
	2	Ausstattung der Hauptkorridore mit ETCS	344
Ausbauzustand	3a	Neubaustrecken im flachen Gelände	9087
	3b	Neubaustrecken im bergigen Gelände	5944
	4	Erhöhung der Signalanzahl aufgrund von Blockverdichtung	9
	5	Streckenausbau aufgrund von Geschwindigkeitserhöhung	1237
Abgeschätztes Gesamtinvestitionsvolumen			17517

Tab. 1: Kostenabschätzung zur Realisierung der erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
genehmigt von DVV Media Group, 2018.

getroffen [5]. Anhand des Ausbaubedarfs und der Kostensätze erfolgte eine grobe Abschätzung des erforderlichen Investitionsvolumens. Die Kosten für einen Neubau von Schieneninfrastruktur können unter anderem aufgrund von topografischen Aspekten stark schwanken, weshalb nach flachem und bergigem Gelände unterschieden wurde. Des Weiteren wurde angenommen, dass es ausreicht, auf etwa 20% der Strecken mit geplanter Geschwindigkeitserhöhung eine Erweiterung der Kurvenradien oder eine Begradigung der Strecke vorzunehmen. Hierbei wurden die Kosten für eine Neubaustrasse im flachen Gelände angesetzt. Das abgeschätzte Gesamtinvestitionsvolumen ist in Tab. 1 zusammengefasst.

Insgesamt wird ein Investitionsvolumen in einer Größenordnung von etwa 17,5 Mrd. EUR abgeschätzt, um die entstehenden Engpässe weitestgehend zu beseitigen und die Voraussetzungen für eine erhebliche Zunahme des SGV zu schaffen. Dies entspricht einem jährlichen Investitionsvolumen von 1,3 Mrd. EUR ab 2017 bis zum Jahr 2030 zum heutigen Kostensatz. Zum Vergleich: Im Jahr 2014 waren im Bundeshaushaltsplan 4,23 Mrd. EUR Investitionen in die Bundesschienenwege vorgesehen [12]. Bei der Umsetzung der berücksichtigten Maßnahmen ist im Einzelfall zu prüfen, ob Parallelstrecken existieren und ertüchtigt werden können. Das Gesamtinvestitionsvolumen könnte dadurch reduziert werden.

Fazit

Die Verlagerung von Gütern von der Straße auf die energieeffizientere Bahn kann einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Verkehr leisten. Entsprechende Potenziale sind vorhanden, deren Realisierung aber auch die Aufnahmefähigkeit der Schieneninfrastruktur voraussetzt. Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen des BVWP 2030 stellt dafür einen wichtigen Schritt dar. Für die Verdopplung der Verkehrsleistung im SGV im Jahr 2030 im Vergleich zu den Prognosen der VP 2030 sind jedoch darüber hinausgehende infrastrukturelle Maßnahmen erforderlich. Eine erste grobe Schätzung beläuft sich auf ein Investitionsvolumen in Höhe von ca. 17,5 Mrd. EUR, was jährlichen Zusatzausgaben von etwa 1,3 Mrd. EUR entspricht. Der aus klimapolitischer Sicht erforderlichen Verdopplung der Schienengüterverkehrsleistung steht damit ein angemessenes Investitionsvolumen gegenüber. Im Fokus der vorgestellten Studie und des vorliegenden Beitrags stand die Betrachtung infrastruktureller Maßnahmen zur Erhöhung der Kapazitäten der Schieneninfrastruktur in Deutschland. Erhebliche Kapazitätssteigerungen erscheinen auch infolge einer zunehmend automatisierten und digitalisierten Leit- und Sicherungstechnik möglich. Analysen zur Ermittlung der damit verbundenen Kapazitätswirkungen werden zurzeit im Rahmen einer Studie im Auftrag des BMVI durchgeführt. ■

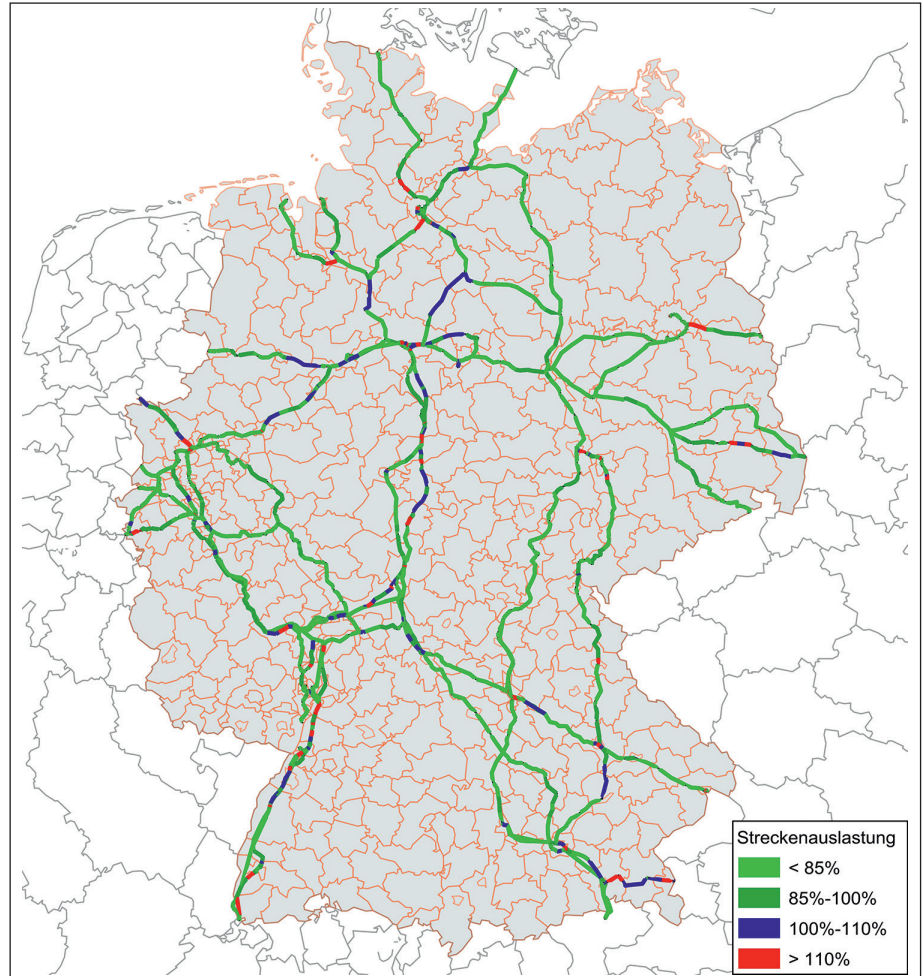


Abb. 5: Streckenauslastungen (Korridornetz) im Szenario „Multimodalität“ im Ausbauzustand

QUELLEN

- [1] Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 2010
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, 2016
- [3] Lobig, A.; Liedtke, G.; Knörr, W.: Beitrag des Schienengüterverkehrs zur Energiewende. Internationales Verkehrswesen (69) Heft 2/2017, S. 48–52
- [4] Nordenholz, F.; Winkler, C.; Knörr, W.: Welches zusätzliche Potenzial hat die Schiene im Fernverkehr? Internationales Verkehrswesen (69), Heft 3/2017, S. 14–16
- [5] Winkler, C.; Kröger, L.; Nordenholz, F.; Lobig, A.: Verkehrsverlagerungspotenzial auf den Schienenverkehr in Deutschland unter Beachtung infrastruktureller Restriktionen, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2016
- [6] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Bundesverkehrswegeplan 2030, 2016

- [7] ITP, BVU: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs, 2014
- [8] Lobig, A.; Liedtke, G.; Lischke, A.; Wolfermann, A.; Knörr, W.: Verkehrsverlagerungspotenzial auf den Schienengüterverkehr in Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2016
- [9] Europäische Kommission: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, Brüssel 2011
- [10] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Bundesverkehrswegeplan 2003, 2003
- [11] Europäische Union 2010: Verordnung (EU) Nr. 913/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2010 zur Schaffung eines europäischen Schienennetzes für einen wettbewerbsfähigen Güterverkehr
- [12] Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2014, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), Berlin, 2016



Dr.-Ing. Christian Winkler

Leiter der Gruppe Verkehrsmodellierung
Institut für Verkehrsforschung, DLR e.V.,
Berlin
christian.winkler@dlr.de



Lars Kröger, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrsforschung, DLR e.V.,
Berlin
lars.kroeger@dlr.de



Dipl.-Ing. Anika Lobig

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Verkehrsforschung, DLR e.V.,
Berlin
anika.lobig@dlr.de



Prof. Dr. rer. pol. Gernot Liedtke

Leiter der Abteilung Wirtschaftsverkehr
Institut für Verkehrsforschung, DLR e.V.,
Berlin
gernot.liedtke@dlr.de