

Kapeller, Jakob; Porak, Laura; Schütz, Bernhard

**Working Paper**

## Transnationaler Schienenausbau in Europa: Hindernisse, Kosten und ökonomische Effekte

ICAE Working Paper Series, No. 158

**Provided in Cooperation with:**

Johannes Kepler University Linz, Institute for Comprehensive Analysis of the Economy (ICAE)

*Suggested Citation:* Kapeller, Jakob; Porak, Laura; Schütz, Bernhard (2025) : Transnationaler Schienenausbau in Europa: Hindernisse, Kosten und ökonomische Effekte, ICAE Working Paper Series, No. 158, Johannes Kepler University Linz, Institute for Comprehensive Analysis of the Economy (ICAE), Linz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/313116>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Transnationaler Schienenausbau in Europa – Hindernisse, Kosten und ökonomische Effekte

Jakob Kapeller, Laura Porak und Bernhard Schütz

Februar 2025

# Transnationaler Schienenausbau in Europa – Hindernisse, Kosten und ökonomische Effekte\*

Jakob Kapeller<sup>1</sup>, Laura Porak<sup>2</sup> und Bernhard Schütz<sup>3</sup>

## Abstract

Der Sektor Mobilität steht im Zusammenhang mit der Klimakrise immer wieder im Mittelpunkt der öffentlichen Debatte – auch deshalb, weil es im Verkehrssektor in der Vergangenheit nicht gelungen ist das bestehende Emissionsvolumen zu reduzieren. Vor diesem Hintergrund scheint eine Verlagerung des Verkehrssektors in Richtung Schiene als zentrale Optionen um die Klimaverträglichkeit des Verkehrssektors zu erhöhen. Eine solche Verlagerung erfordert jedoch einen Ausbau der Infrastruktur. Daher beschäftigt sich dieser Policy Brief mit den Herausforderungen und Chancen, die der transeuropäische Schienenausbau mit sich bringt. Zu diesem Zweck wird Deutschland, das auf Grund fehlender Schienenausbauinvestitionen alleine in diesem Bereich eine Investitionslücke in Höhe von 100 Mrd. € aufweist, in Form einer mixed-methods Fallstudie genauer analysiert. Hierfür, wurden auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche Interviews mit zentralen Expert\*innen (Mitarbeitenden der Bundesbahnen, Interessensvertretungen und Politiker\*innen) geführt und in Folge, auch unter Einbezug von Informationen aus den Interviews, eine Input-Output-Analyse durchgeführt, die die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Infrastrukturinvestitionen berechnet. Die so erzielten Ergebnisse legen nahe, dass eine rasche Umsetzung der Baumaßnahmen innerhalb der Kapazitätsgrenzen läge und zugleich höhere Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte erzeugen würde. Ferner steigert eine Verschiebung des Ausbaus die Kosten wegen der anhaltenden Baukosteninflation. Abschließend argumentiert der Policy Brief, dass der Infrastrukturausbau von einer aktiven Gestaltung der politischen Rahmenbedingungen sowie einer Ausweitung der öffentlichen Finanzierung für Infrastruktur begleitet werden sollte.

---

\* Die vorliegende Studie ist im Rahmen des von Dezernat Zukunft geförderten European Macro Policy Networks entstanden. Die Autor\*innen danken Anna Hornykewycz und Lukas Cserjan für wertvolle Kommentare. JK und BS wurden außerdem durch Forschungsförderungsmittel der Hans Böckler Stiftung (Fördernummer 201-544-2) bzw. des LIFT\_C der Johannes Kepler Universität Linz (LIFTC-2022-1-114; nur JK) unterstützt.

<sup>1</sup> Universität Duisburg-Essen, Institut für Sozioökonomie und Johannes Kepler Universität Linz, Institut für die Gesamtanalyse der Wirtschaft (ICAE), [jakob.kapeller@uni-due.de](mailto:jakob.kapeller@uni-due.de)

<sup>2</sup> Johannes Kepler Universität Linz, Institut für die Gesamtanalyse der Wirtschaft (ICAE), [laura.porak@jku.at](mailto:laura.porak@jku.at)

<sup>3</sup> Wiener Institut für internationale Wirtschaftsvergleiche (wiiw) und Universität Duisburg-Essen, Institut für Sozioökonomie, [schuetz@wiiw.ac.at](mailto:schuetz@wiiw.ac.at).

## **Transnationaler Schienenausbau – Hindernisse, Kosten und verteilungspolitische Effekte**

### **1. Warum transnationaler Schienenausbau?**

Der vom Menschen verursachte Klimawandel schreitet schneller voran als erwartet. Durch Treibhausgasemissionen, Umweltverschmutzung und die Zerstörung der biologischen Vielfalt verursachte Katastrophen bedrohen die menschliche Lebensgrundlage und resultieren in sozioökonomischen und politischen Herausforderungen (IPCC, 2018). Dabei zeigen die anhaltenden Extremwetterereignisse der letzten Jahre, dass sich das Leben durch die Klimakrise auch in Europa drastisch verändern wird. Korrespondierend dazu ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten die politische Bedeutung der Klimapolitik stetig gewachsen – eine Entwicklung, die heute durch populistische Bewegungen zunehmend in Frage gestellt wird, die klimapolitische Initiativen als Quelle sozialer und wirtschaftlicher Unsicherheit darstellen und traditionelle wirtschaftliche und politische Arrangements gegenüber Ansprüchen nach Veränderung verteidigen. Die vor dem Hintergrund des Klimawandels notwendige sozial-ökologische Umgestaltung der gesellschaftlichen Versorgungssysteme wird so mit Widerstand konfrontiert, der den Status quo bewahren möchte und so eine Transformation erschwert.

Der Verkehrssektor steht in diesem Zusammenhang im Fokus der öffentlichen und politischen Diskussion. Die individualisierten Verkehrsgewohnheiten und die vorwiegende Nutzung fossiler Brennstoffe sind emissionsintensiv und haben negative Umwelt- und Klimaauswirkungen (Wang-Helmreich et al. 2022). Zwischen 1990 und 2019 stiegen die Emissionen im Verkehrssektor um 33,5 %, entgegen dem Trend in anderen Sektoren (Abb. 1 und 2). Laut der Europäischen Umweltagentur war der Verkehr 2019 für etwa 25 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU verantwortlich. Sollte diese Entwicklung nicht rasch umgekehrt werden, wird das EU-Klimaneutralitätsziel für 2050 (European Commission, 2019) verfehlt und die Klimakrise weiter verschärft. Zwar hat die EU die Dringlichkeit einer grünen Transformation des Verkehrssektors erkannt und entsprechende Maßnahmen beschlossen, doch wird nach derzeitigem Stand bis 2050 lediglich eine Reduktion der Emissionen um 22 % gegenüber 1990 erreicht (European Environment Agency, 2022). Diese Entwicklung steht im Widerspruch zu den EU-Klimazielen, die eine Reduktion um 90 % erfordern. Obwohl dieses Ziel ambitioniert erscheint, zeigt der Verkehrssektor laut jüngeren Studien ein enormes Einsparpotenzial (Åkerman et al., 2021).

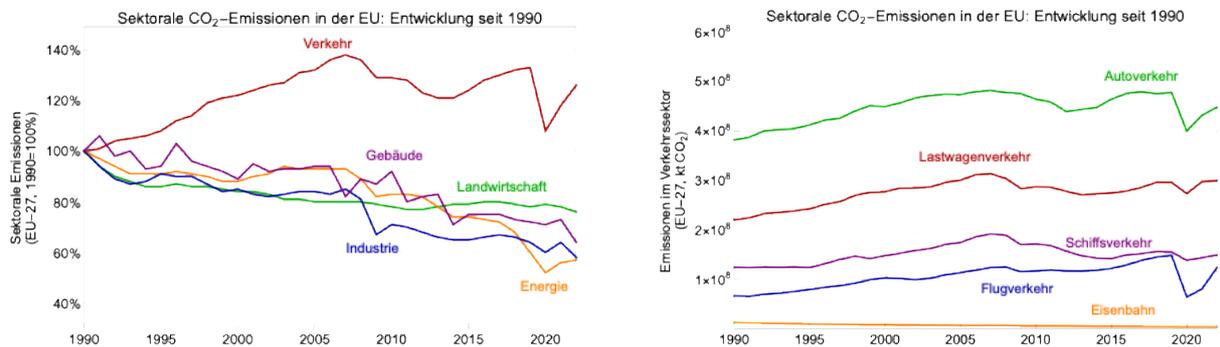


Abbildung 1: Emissionen nach Sektoren (links) und Verkehrsbereichen (rechts) im Zeitverlauf (Daten: European Environment Agency)

Die Realisierung dieses Potenzials erfordert jedoch tiefgreifende Veränderungen unseres Mobilitätsverhaltens sowie der dazugehörigen Infrastruktur. Letztere spielt dabei eine zentrale Rolle für die Transformation des Verkehrssektors. Infrastrukturen wie Bahnhöfe oder Ladesäulen sind nicht nur notwendige Voraussetzung, um bestimmte Formen der Fortbewegung erst zu ermöglichen, sondern sie prägen darüber hinaus auch das Mobilitätsverhalten der Menschen. So fördert eine gut ausgebaute Schieneninfrastruktur den Umstieg auf den Zug, während der Ausbau von Ladesäulen im öffentlichen Raum den Wechsel zur E-Mobilität unterstützt. In vielen europäischen Ländern sind die öffentlichen (Schienen-)Infrastrukturen jedoch derzeit in einem schlechten Zustand (Rudolph et al., 2023), wodurch die notwendige Transformation des Mobilitätsverhaltens gebremst wird. Der Ausbau sowie die Instandhaltung von Infrastruktur stellen somit eine zentrale Voraussetzung für eine Verhaltensänderung im Sinne einer erfolgreichen sozial-ökologischen Verkehrswende dar. Im Gegensatz zum motorisierten Individualverkehr, der gegenwärtig etwa 60% der Verkehrsemissionen verursacht (vgl. Abb. 1), erweist sich die Bahn nämlich als umweltfreundlicher Verkehrsträger: Züge sind extrem effizient beim Verhältnis von Energieaufwand zu Passagieren (Wang-Helmreich, Hanna et al., 2022). So entfallen etwa 5.1% des Personenverkehrs auf den Verkehrsträger Bahn, aber nur 0.4% der GHG-Emissionen und 1.9% des Energieverbrauchs (Europäischer Rat, 2024). Ferner können Eisenbahnstrecken elektrifiziert werden (über Ober- oder Unterleitungen), wodurch sich eine günstige CO<sub>2</sub>-Bilanz ergibt, ohne auf ressourcenintensive Speichertechnologien<sup>4</sup> angewiesen zu sein. Zudem können im innereuropäischen Fernverkehr Hochgeschwindigkeitszüge (etwa in Frankreich der TGV mit Spitzen bei 320km/h im Regelbetrieb) mittel- und langfristig eine Alternative gegenüber dem umweltschädlichen Flugverkehr darstellen.<sup>5</sup> Dies zeigt sich an der geplanten Strecke *Via Vindobona* zwischen Wien-Prag-Berlin: Der Bau wird die Fahrzeit von Wien nach Berlin auf fast die Hälfte (also 4:45 Stunden) verkürzen. In Vergleich dauert ein Flug von Wien nach Berlin 1:15 Stunden, wobei zur Berechnung der Reisezeit noch die Zeit zum und vom Flughafen einzubeziehen ist. Angenommen man muss 2 Stunden vor Abflug das Stadtzentrum

<sup>4</sup> Die meisten Batterien werden mit Lithium hergestellt. Lithium ist eine seltene Erde, deren Abbau für die lokal betroffene Bevölkerung und Umwelt eine große Herausforderung ist (Mejia-Muñoz and Babidge, 2023).

<sup>5</sup> Dabei ist ein Ausbau des Fernverkehrs nur ein Teil einer Mobilitätswende – auch der komplementäre Ausbau regionaler Verbindungen und Netze ist wesentlich für eine gelingende Verkehrswende.

verlassen und braucht nach Ankunft 1,5 Stunden in das Stadtzentrum, so ergibt sich eine etwa äquivalente Reisezeit von 4:45 Stunden. Die Bedeutung, die dem Verkehrsträger Zug in der sozial-ökologischen Transformation zugesprochen wird, legt nahe, dass ein Infrastrukturausbau erforderlich ist. Trotzdem wird in vielen EU-Ländern derzeit mehr in das Straßennetz als in das Schienennetz investiert (Rudolph et al., 2023). Dies verzögert die Mobilitätswende, da individuelle Verkehrsentscheidungen nicht nur von finanziellen Anreizen (z.B. durch CO<sub>2</sub>-Bepreisung oder fossile Subventionen), sondern auch von vorhandenen Infrastrukturen (also dem Zugang bzw. der Qualität), und gesellschaftlich dominanten Narrativen (etwa über Freiheit durch individualisierten Autoverkehr) abhängen – diese verfestigen und verstärken sich wechselseitig (Cao et al., 2023; Mattioli et al., 2020). Ein effizientes, transeuropäisches Schienennetz wäre ein langfristiger Gestaltungsschritt unser Mobilitätsverhalten stärker in Richtung gemeinsam genutzter Infrastrukturen und Nachhaltigkeit im Sinne der Nutzung nicht-fossiler Energieträger zu formen. Da die EU aus vielen kleinen und mittleren Nationalstaaten besteht, ist ein gemeinsames europäisches Vorgehen zentral, um Skaleneffekte zu realisieren. Gegenwärtig stehen den transeuropäischen Bestrebungen noch nationale Besonderheiten (die Spurbreite der Züge, Tickets, Fahrsysteme, etc.) aber auch national fokussierte Fahrpläne im Wege. Besonders vor dem Hintergrund der geplanten Steigerung des Hochgeschwindigkeitszugverkehrs bis 2030 um 50 % und einer Verdreifachung bis 2050 (Europäische Kommission, 2019) ist ein transnationaler Infrastrukturausbau jedoch von zentraler Bedeutung.

Um also das Potenzial des transeuropäischen Schienenverkehrs auszuschöpfen, braucht es eine historische Kehrtwende im politischen Diskurs und der Infrastrukturpolitik. Zwar hat die EU seit dem *Europäischen Grünen Deal* (2019) die grüne Transition zu einem zentralen Ziel erklärt, doch kommt diese neue Schwerpunktsetzung – angesichts des teilweise hohen nationalen Infrastrukturinvestitionsbedarfs – reichlich spät. Zudem fehlt es der EU an Kompetenzen und finanziellen Mitteln, um den Bahnausbau in den Mitgliedstaaten zu forcieren. In den Mitgliedstaaten selbst ist die Entwicklung – je nach Interessenslagen – durchaus heterogen: Während Länder wie Italien, Spanien oder Frankreich ein funktionierendes Hochgeschwindigkeitsnetzwerk vorweisen können, steht besonders Deutschland vor großen Herausforderungen. Konfliktlinien zeichnen sich dabei besonders in Bezug auf Infrastruktur, deren Finanzierung sowie der Dringlichkeit der Transformation ab. Vor diesem Hintergrund fokussiert sich dieser Policy-Brief auf Deutschland und analysiert die Hindernisse, Kosten und ökonomischen Konsequenzen (Wertschöpfungs- sowie Beschäftigungseffekte) des erforderlichen Infrastrukturausbaus für die transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsstrecken in Deutschland. Deutschland erscheint als besonders interessanter *extreme/critical case* (Flyvbjerg, 2006), da besonders hohe Investitionen im Bereich der Schieneninfrastruktur und der Betriebsausstattung notwendig sind. Zudem verlaufen 6 von 9 *TEN-V Korridoren* durch Deutschland, womit der Ausbau in Deutschland zur zentralen Anforderung für eine Umsetzung der *TEN-V Verordnung* ist. Zur Bearbeitung wurde ein mixed-methods design angewandt: Eine umfassende Literaturrecherche wurde durch Policy Papers und

Interviews mit Personen aus europäischen Bahnbetrieben (ÖBB, DB), NGOs und Verkehrsministerien ergänzt. Komplementär dazu wurden die Gesamtkosten für die Umsetzung des *Deutschlandstakts* und auf dieser Basis ein Input-Output-Modell für die erwarteten ökonomischen Effekte dieser Investitionen geschätzt.

Im Weiteren ist der vorliegende Policy-Brief wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird die Literatur zum transeuropäischen Zugausbau, an die dieses Forschungsprojekt anschließt, dargestellt und zentrale Einsichten für das Projekt diskutiert, Kapitel 3 beschreibt das methodische Vorgehen, und in Kapitel 4 erfolgt eine Bestandsaufnahme des transeuropäischen Zugverkehrs mit spezifischem Fokus auf Deutschland. Anschließend wird in Kapitel 5 das Input-Output-Modell und in Kapitel 6 ergänzende Policy-Vorschläge auf Basis der Literaturrecherche, Policy-Papers und Interviews vorgestellt.

## **2. Der transeuropäische Schienenausbau als Gegenstand der wissenschaftlichen Diskussion**

Die wissenschaftliche Debatte zum (transeuropäischen) Schienenausbau lässt sich grob in fünf Bereiche einteilen: (1) die historische Entwicklung und politische Einbettung der Europäischen Eisenbahnen bzw. des Schienennetzes; (2) die technische Umsetzung eines solchen Ausbaus; (3) Kosten-Nutzen-Analysen zu unterschiedlichen Facetten, wobei teils die Kosten des Ausbaus der Schieneninfrastruktur berücksichtigt werden; (4) der Wandel bzw. die Rolle von Konsument\*innenpräferenzen; (5) Input-Output-Analysen, die die volkswirtschaftlichen Effekte von bestimmten Investitionen abbilden. Einige Studien beschäftigen sich nur mit dem Güter- oder Personenverkehr, viele unterscheiden jedoch nicht zwischen den beiden Transporttypen, auch weil die relevante Infrastruktur zumeist für beide Transportmodi verwendet werden.

Mit Blick auf die *historische Entwicklung* der Europäischen Eisenbahnen und Zuginfrastruktur finden sich etwa in Rudolph et al. (2023), Aistleitner et al. (2018) oder Van Der Vleuten et al. (2007) zusammenfassende Übersichten über breitere Entwicklungsdynamiken. Engartner (2008) zeichnet spezifisch die Privatisierung der Deutschen Bahn nach. Die Analysen zeigen wie die europäische Politik lange Zeit einen Fokus auf die Stärkung des Wettbewerbs unter den (meist nationalstaatlich orientierten) Betreibern legte. Dies sollte Effizienz und Performance steigern – eine Strategie, die rückblickend für die Errichtung europäischer Hochgeschwindigkeitsnetze nur eingeschränkt hilfreich erscheint.

Ein weiterer Teil der Literatur, oft aus den Verkehrswissenschaften, fokussiert auf die technische Machbarkeit bzw. technische Aspekte, die für einen erfolgreichen Schieneninfrastrukturausbau zentral sind. So entwickeln etwa Bugarinovic and Boskovic (2015) ein Modell für grenzüberschreitende Zugtickets, während ECORYS TRANSPORT und CE Delft (2005) sowie Campos et al. (2007) die Bau- bzw. Erhaltungskosten eines Hochgeschwindigkeitszugsystems schätzen. Rosell und Codina (2020) stellen ein mathematisches Modell zur Evaluierung von Infrastruktur- und Kapazitäts-Verbesserungen

vor. Bernardino et al. (2015) präsentieren eine Szenarien-Analyse, die sich auf die Entwicklung der Transportnachfrage im Jahr 2050 fokussiert. Ausführlich und empirisch über den transeuropäischen Schienenausbau berichten die Europäische Kommission (2005, 2021, 2022) und sowie zwei thematisch einschlägige UN-Berichte (Adelsberger, 2018; Raczyński, 2021). Lindner (2022) befasst sich mit der Umsetzung der neuen EU-Verordnungen zur technischen Harmonisierung der Bahn. Einen Blick auf zukünftige Szenarien des Verkehrssektors werfen etwa Banister and Hickman (2013) oder der EUROPEAN Mobility Atlas (2021). Spezifischer auf Deutschland fokussiert Holzhey (2010). Besonders die Kommissions- und UN-Berichte, sowie Holzhey (2010) sind für politische Entscheidungsträger\*innen relevant: sie beschäftigen sich mit dem Status Quo der Umsetzung sowie den Effekten auf die ökonomische Performance und schlagen konkrete Politikmaßnahmen vor, etwa Public-Private Partnerships um Finanzierung zu ermöglichen. Diese Arbeiten zeigen, dass Forschung in diesem Feld auch anwendungsorientiert ist.

Weiters beschäftigen sich Studien aus ökonomischer Sicht mit den Kosten und Nutzen des Ausbaus des Güter- und Personenschienenverkehrs. So diskutieren Pagliara et al. (2012), Janic und Jovanović (2012), VCÖ (2017), Europäische Kommission (2019), Holzner et al. (2022), Schade et al. (2022), Wang-Helmreich et al. (2022), Beria et al. (2018) und Cheng et al. (2015) die positiven sozialen und ökologischen Effekte, die eine Verlagerung des Güter- und Personenverkehrs von der Straße auf die Schiene mit sich bringen würde. Dabei werden unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt: Beria et al. (2018) analysieren die Umwelt-Kosten für den Ausbau und den Nutzen von Hochgeschwindigkeitszügen, während Cheng et al. (2015) auf den ökonomischen Nutzen des Infrastrukturausbaus fokussieren. Die meisten dieser Studien rekurrieren aus volkswirtschaftlicher Sicht auf Nutzen bzw. Kosten; auch betriebswirtschaftliche Kennzahlen werden gelegentlich berücksichtigt. Doch sind Kosten-Nutzen-Analysen in mehrfacher Hinsicht von arbiträren Setzungen der Forscher\*innen abhängig: Sowohl Kosten- als auch Nutzenbewertungen können unterschiedlich vollzogen werden (z.B. ob und wie Konsument\*innen bzw. Umweltnutzen erfasst und bewertet werden) und der jeweils verwendete Modellrahmen entscheidet welche Effekte berücksichtigt werden können (dies betrifft etwa die Frage, ob zusätzliche Investitionen zu Verdrängungseffekten oder zusätzlicher Wertschöpfung führen). Da diese Annahmen mit normativen Implikationen einhergehen sind die Studien aus dieser Gruppe, trotz ihrer quantitativen Ausrichtung, meist stark interpretationsbedürftig.

Ein weiterer Teil der relevanten Literatur fokussiert auf das Verhalten der Konsument\*innen, diskutiert also individuelle und kollektive Verhaltensänderungen, die für einen klimaneutralen Verkehrssektor notwendig sind. In diesem Zusammenhang beschäftigen sich einige Studien mit Verkehrspräferenzen und -verhalten (Beck and Rose, 2016; Keseru et al., 2019; Sañudo et al., 2019; Susilo and Cats, 2014). Åkerman et al. (2021) etwa stellen durch ihr Modell zu emissionsarmen Langstrecken-Reisen für Schweden fest, dass pro-Kopf Emission in der Luftfahrt bis 2060 um 38%-59% reduziert werden

könnten, indem der Zugverkehr ausgebaut und entsprechende Verhaltensänderungen bei Konsument\*innen erreicht werden. Andere Studien beschäftigen sich mit politischen Maßnahmen: Wang-Helmreich, et al. (2022) argumentieren etwa, dass angebotsseitige Veränderungen (Bepreisung, Parkraumbewirtschaftung, Ausbau von öffentlichen Verkehrsmitteln) notwendig sind und bieten so Evidenz für das eingangs genannte Argument, dass bestehende Infrastrukturen Pfadabhängigkeiten schaffen, die gegenwärtiges Verhalten prägen.

Schließlich werden Investitionen in den Eisenbahnsektor mit Hilfe von Input-Output-Modellen (IO-Modell) analysiert (siehe Dwiatmoko et al., 2020; Keček et al., 2022; Lee and Yoo, 2016; Levine, 2009; Pyataev, 2019; Weisbrod et al., 2014; Xin and Li, 2017; Zhao et al., 2022), wobei in manchen Anwendungen zwischen dem Bau und Betrieb der Eisenbahn unterschieden wird. Die gesichteten Arbeiten weisen großteils einen nationalen Fokus auf und nutzen primär Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (erfassen also keine unbezahlten Arbeiten, e.g., Care-Arbeit oder Umweltfaktoren). Der nationale Fokus wird sowohl von den zur Verfügung stehenden Daten als auch von typischerweise national formulierten Politikinteressen getrieben. Vor diesem Hintergrund ist es wenig überraschend, dass es bis dato keine IO-Analyse gibt, die die erwarteten Wertschöpfungseffekte für den gesamten EU-Raum ins Auge fasst. In Summe zeigen die Analysen, dass Verkehrsinfrastruktur eng mit anderen inländischen Wirtschaftssektoren verflochten ist (z.B., Xin and Li, 2017; Zhao et al., 2022). Positive Beschäftigungseffekte stehen daher im Zentrum vieler Analysen, während die Frage, wie sich die Infrastruktur auf die Umwelt auswirkt, eher selten behandelt (z. B. von Levine 2009 oder Cheng et al. 2018). Eine allgemeine Einschränkung von IO-Modellen in diesem Zusammenhang ist, dass der Effekt von Schieneninfrastrukturinvestitionen auf die hierdurch induzierten Vorleistungen nur näherungsweise bestimmt werden kann, da die geschätzten Vorleistungen immer ausgehend von den durchschnittlichen Bedarfen der betroffenen Sektoren – wie Hoch- oder Tiefbau – berechnet werden.

Insgesamt bietet die dargestellte Literatur vielfältige Anknüpfungspunkte für diesen Policy-Brief: Wir schließen an betriebswirtschaftlich-technische Analysen eines Infrastrukturausbaus, Input-Output-Analysen von Wertschöpfungseffekten bzw. an Forschung zu Mobilitätsverhalten und institutionellen Pfadabhängigkeiten, die eine Verkehrsverlagerung erschweren oder verhindern, an. In Bezug auf betriebswirtschaftlich-technische Studien sind die UN-Masterpläne (Adelsberger, 2018; Raczyński, 2021) zum transeuropäischen Hochgeschwindigkeits-Zugnetzwerk zu nennen, der Überblick der Europäische Kommission (2005) und (2021) und spezifisch auf Deutschland fokussiert Holzhey (2010). Diese Studien betrachten den IST-Zustand des transeuropäischen Netzes sowie die Kosten des Ausbaus empirisch. Komplementär dazu ist die Arbeit von ECORYS TRANSPORT and CE Delft (2005) sowie Campos et al. (2007) zu den Modalitäten der Kostenschätzung des Schienenausbaus und -erhaltung zu sehen. Ferner legen die empirischen Studien zu Verkehrsverhalten nahe, dass es ohne aktives politisches Handeln unmöglich ist, die notwendigen Verhaltensänderungen zu erreichen, während die Input-Output-

Modelle die Wertschöpfungseffekte darstellen, die mit den entsprechenden Infrastrukturinvestitionen einhergehen. Gesamthaft betrachtet liefern die gesichteten Literaturstränge allesamt wichtige Grundlagen für weiterführende Arbeiten zum Thema. Dieses Projekt integriert die unterschiedlichen Aspekte (i.e., betriebswirtschaftliche Kosten, Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte sowie Hindernisse beim transeuropäischen Schienenausbau) anhand des Beispiels Deutschland in eine Analyse.

### **3. Methodisches Vorgehen**

Wie in der Einleitung dargelegt fokussieren wir auf Deutschland als ‚*extreme case*‘ (Cheng et al., 2015; Flyvbjerg, 2006), da die Investitions Herausforderung Deutschlands im EU Vergleich am größten ist (Rudolph et al., 2023). Gerade da es bei Transformationsprozessen wie etwa der Verkehrswende länderspezifische Herausforderungen gibt, können *case studies* (Fallstudien) einen wertvollen Beitrag zum besseren Verständnis gegenwärtiger Herausforderungen leisten: Durch die Analyse eines besonders schwierigen Falls, kann ein besseres Verständnis über die Herausforderungen beim Ausbau des transeuropäischen Schienennetzwerks gewonnen werden (Gerring, 2006; Schade et al., 2022). Case Studies (wovon *extreme cases* eine Variante sind) setzen die Analyse nahe am empirischen Gegenstand an und kombinieren häufig qualitative und quantitative Ansätze. Dies gilt auch für unsere Studie: Nach einer umfassenden Literaturrecherche, führten wir Dokumentanalysen und Expert\*inneninterviews durch. Aufbauend auf den ersten Ergebnissen, wurde ein Input-Output Modell erarbeitet, mit dem die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte des Infrastrukturausbaus in Deutschland geschätzt werden. Auf dieser Basis werden Kosten, Hindernisse und Chancen eines transeuropäischen Infrastrukturausbaus in den Blick genommen und entsprechende Policy-Vorschläge erarbeitet. Im Folgenden werden die verwendeten Forschungsmethoden und deren Zusammenspiel kurz beschrieben.

In einem ersten Schritt wurden wissenschaftliche Literatur und Policy-Papers von Mitgliedstaaten bzw. der EU analysiert um den aktuellen Stand, Kontextfaktoren und die spezifischen Dynamiken im Feld des transeuropäischen Zugausbaus nachzuvollziehen und darzustellen. Entsprechend der Fallauswahl haben wir uns dabei auf Deutschland und die EU als Rahmensetzerin für deutsche Infrastrukturpolitik, fokussiert. Nachdem ein grundlegendes Verständnis über das Feld erlangt wurde, wurden Expert\*inneninterviews durchgeführt, um einen tieferen Einblick auch in Bezug auf technische bzw. betriebliche Herausforderungen zu erhalten. Expert\*inneninterviews fokussieren das Wissen einer\*s Expertin\*en (z.B., Techniker\*innen, Ökonom\*innen) über ein bestimmtes Handlungs- und/oder Tätigkeitsfeld (z.B., den transeuropäischen Schienenausbau) (Döringer 2021; Meuser und Nagel 2009). Ein derartiges Interview wird mit einer Person geführt, die über umfangreiche Kenntnisse, Fähigkeiten oder Erfahrungen zu einem bestimmten Thema verfügt und entsprechende Einblicke zu einer Fragestellung geben kann. Zentral ist die sorgfältige Auswahl geeigneter Expert\*innen. Unser Projekt interessiert sich für Herausforderungen und Chancen des transeuropäischen Zugausbaus. Entsprechend

gilt es mit Personen in unterschiedlichen Rollen beim (transeuropäischen) Zugausbau zu sprechen: Dies sind vorwiegend Personen, die bei der Deutschen Bahn (DB), in Verkehrsministerien oder Verkehrswende-NGOs arbeiten, aber auch jene, die Informationen über die Zusammenarbeit zwischen Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission geben können. Ferner war es uns ein Anliegen mit Politiker\*innen oder Bahnbetrieben in Nachbarländern von Deutschland zu sprechen, um eine externe Einschätzung über die Situation in Deutschland zu erhalten. Zu diesem Zweck wurde die ÖBB gewählt, da viele Schnittstellen mit der DB bestehen (z.B., Brennerbasis-Tunnel, Nachtzugbetrieb etc.). Insgesamt ermöglichen uns die unterschiedlichen Perspektiven ein besseres Verständnis des transeuropäischen Zugausbaus. Im Rahmen des Projekts führten wir fünf Gespräche online durch (siehe Tabelle 1). Zugang zu den Interviewpartner\*innen erhielten wir durch persönliche Kontakte und über die Anwendung eines Schneeballverfahrens.

Organisation	Land	Interviewkennung
Deutsche Bahn (DB)	Deutschland	(i_1)
Deutsche Bahn (DB), InfraGo	Deutschland	(i_5)
Österreichische Bundesbahn (ÖBB)	Österreich	(i_2)
BMFK (Bundesministerium für Klima), Koordination TEN-V	Österreich	(i_3)
Allianz pro Schiene (NGO)	Deutschland	(i_4)

*Tabelle 1: Übersicht Interviewpartner\*innen*

Ferner bilden die Interviews eine Grundlage für die Schätzung der volkswirtschaftlichen Effekte von Schieneninfrastrukturinvestitionen, weil einige für unser Modell erforderliche Informationen und Daten, insbesondere die sektorale Verteilung der erwarteten Kosten, aus Policy Dokumenten oder verfügbaren statistischen Daten nicht hervorgehen. Unter Schieneninfrastruktur werden Gleise und Weichen, Bahnsteige und Umschlagsterminals, Signalanlagen und Stellwerke sowie Oberleitungen und die zugehörigen Energieversorgungsanlagen gezählt. Durch eine Input-Output-Analyse (IO-Analyse) werden die damit verbundenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in Deutschland geschätzt. Hierfür verwenden wir ein Input-Output Modell (Miller und Blair, 2009) auf Basis von Input-Output Tabellen<sup>6</sup> und sektoralen Beschäftigungsdaten<sup>7</sup> des Statistischen Bundesamtes. Das Modell berücksichtigt

- die direkten Nachfrageeffekte, die sich durch die Investitionen in den einzelnen Industrien ergeben,
- die indirekten Effekte, also jene zusätzliche Nachfrage, die dadurch in den zuliefernden Industrien entsteht und

<sup>6</sup> Statistisches Bundesamt: Input-Output-Tabelle (Revision 2019) - Inländische Produktion (Herstellungspreise): Deutschland.

<sup>7</sup> Statistisches Bundesamt: Erwerbstätige, Arbeitnehmer (im Inland): Deutschland, Jahre, Produktionsbereiche.

- die induzierten Effekte, die die zusätzliche Nachfrage durch steigende Lohneinkommen stimulieren.

IO-Analysen sind gut geeignet, um die weitreichenden Wertschätzungseffekte von (öffentlichen) Investitionen unter der Annahme zu schätzen, dass keine relevanten Kapazitätsgrenzen vorliegen. Da Zahlen bezüglich der für den transeuropäischen Schienenausbau notwendigen Investitionen nur ungenau bzw. nicht vorhanden sind, dient der *Deutschlandtakt*, mit dem in Deutschland die TEN-V Regulierung umgesetzt wird (BMDV, 2024) für unser Modell als Investitionsziel. Die Relevanz der unterschiedlichen TEN-V Korridore in Deutschland wird in Tabelle 2 dargestellt.

Name	Länder	Kosten (EU, 2022)	Streckenverlauf	Länge (DE)	Anzahl Projekte (DE)	Kosten (DE, 2023)
Rhine-Danube	F, DE, CZ, AT, HU, SVK, ROU	€ 107,3 Mrd	Frankfurt - Stuttgart - Augsburg - Linz (AT) / Frankfurt - Nürnberg - Regensburg - Linz (AT) / Nürnberg - Prag (CZ) / Bremen - Hannover- Halle - Dresden - Prag (CZ) / Hamburg/Rostock - Berlin - Dresden - Prag (CZ)	1833 km	56	€ 20,2 Mrd.
North-Sea-Rhine-Mediterranean	NL - BEL - F - DE - CH - It	€ 89,4 Mrd.	Arnhem (NL) - Düsseldorf - Köln- Mainz - Mannheim - Freiburg - Basel (CH) / Köln - Trier - Luxemburg (L)	750 km	0	0
North-Sea Baltic	BEL - LUX - DE - PL - FIN - EST - LVA - LTU - UKR	€ 53,6 Mrd.	Poznan (PL) - Frankfurt (Oder) - Berlin - Hamburg / Berlin - Magdeburg - Braunschweig - Hannover - Bremen - Bremerhaven / Legnica (PL) - Dresden - Leipzig - Magdeburg / Hannover - Osnabrück - Hengelo (NL) / Hannover - Köln - Antwerpen (NL)	1940 km	32	€ 14,47 Mrd.
Atlantic Corridor	PT - ES - F - DE	€ 42,7 Mrd.	Strasbourg (F) - Mannheim	200 km	1	€ 1,8 Mrd.
Scandinavian - Mediterranean	FIN- SWE - DNK - DE - AT - IT	€133.2 Mrd.	Kopenhagen (D) - Fehmarn - Hamburg- Hannover / Bremen - Hannover - Kassel - Würzburg - Nürnberg - München - Innsbruck (AT), Grenzübergänge in D: Flensburg und Kufstein	987 km	48	€ 25,7 Mrd.

Tabelle 2: Darstellung der TEN-V Korridore und deren Relevanz für Deutschland

Da einige Bauprojekte des Deutschlandtakts auf zwei TEN-V Korridoren liegen, summieren die Kosten auf EU-Ebene und jene für die Realisierung des Deutschlandtakts auf unterschiedliche Summen. Deutschland zeichnet sich in allen Korridoren durch ein hohes Ausmaß an Einhaltung der TEN-V Vorschriften aus (80-90% laut EU-Berichten<sup>8</sup> zu den in Deutschland relevanten Korridoren), einzig die fehlende Elektrifizierung von einigen Hauptstrecken<sup>9</sup> wird bemängelt. Vor diesem Hintergrund wird, für die Schätzung der deutschen Investitionen in transeuropäische Schieneninfrastruktur der Investitionsplan für den Deutschlandtakt als Ziel angenommen (spezifisch der „vordringliche Bedarf“ des *Bundesverkehrswegeplans 2030* (BMDV, 2024)). Wegen des Fokus auf die transeuropäischen Netzwerke, wurden nur Investitionen an transeuropäischen Strecken berücksichtigt (n=181). Dabei wurde jedes Bauprojekt unter Verwendung von Google Maps individuell in Bezug auf TEN-V Relevanz bewertet sowie dessen Streckenlänge ermittelt. Für Bauprojekte, für die keine Kosten verfügbar waren, haben wir diese mittels durchschnittlicher Kilometerkosten von vergleichbaren Projekten (e.g. bei Weichen oder Überwerfungsbauten) geschätzt. Hierfür wurden die Bauprojekte nach Form des Bauvorhabens bzw. der Art der Bautätigkeit klassifiziert (siehe Tabelle 3). Da jede Bautätigkeit unterschiedliche Güter und Dienstleistungen benötigt, ist dies eine wesentliche Voraussetzung um in einem späteren Schritt die Wertschöpfungseffekte in unterschiedlichen Sektoren möglichst präzise zu schätzen.

Klassifizierung	Summe Kosten in Mio €
Neubaustrecke mit Tunnel	€ 2.129,4
Neu- und Ausbaustrecke ohne Tunnel, elektrische Traktion	€ 40.690,5
Neu- und Ausbaustrecke ohne Tunnel, Dieseltraktion	€ 110,4
Bahnhofsumbau (Gleise)	€ 3.714,8
Elektrifizierung	€ 389,7,8
Bahnhofsumbau (Gebäude)	€ 45,0
<b>Summe</b>	<b>€ 47.079,7</b>

Tabelle 3: Baukosten nach Art der Bautätigkeit (zu Preisen von 2023)

Als Grundlage für die verschiedenen Kostenanteile pro Baukategorien und die folgenden Effekte auf andere Sektoren dient eine Studie von ÖBB-Infrastruktur et al. (2011), die die relative Verteilung der Ausgaben für bestimmte Bautätigkeiten auf unterschiedliche Sektoren zeigt wie sie in Tabelle 4

<sup>8</sup>Die Berichte zu nationaler TEN-V Compliance sind auf der Website der Europäischen Kommission einsehbar: [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en)  
<sup>9</sup> Im Kontrast dazu bemängelt der NGO-Interviewpartner (i\_4) die fehlende Elektrifizierung von regionalen Strecken.

zusammenfassend dargestellt wird<sup>10</sup>. Demnach gilt: Wird eine Neubaustrecke mit Tunnel gebaut, so werden 77% der Kosten im Tiefbau anfallen, 3% bei der Energieversorgung und dem Hochbau, 6% im Sektor „vorbereitende Baustellenarbeiten“ sowie 5% für die Architektur- und Ingenieurbüros.

	Neubau-Strecke mit Tunnel	Ausbaustrecke mit Tunnel	Strecke ohne Tunnel, elektrische Traktion	Strecke ohne Tunnel, Dieseltraktion	Bahnhofsumbau (Gleise)	Elektrifizierung	Bahnhofsumbau (Gebäude)
<b>Tiefbau</b>	77%	77%	73%	74%	95%	57%	0%
<b>Energieversorgung</b>	3%	3%	4%	0%	0%	0%	0%
<b>Hochbau</b>	3%	5%	4%	4%	0%	18%	95%
<b>Vorbereitende Baustellenarbeiten</b>	6%	7%	10%	12%	0%	21%	0%
<b>DL-Architektur und Ingenieurbüros</b>	5%	5%	5%	6%	5%	3%	5%

Tabelle 4: Sektorale Kostenanteile nach Art der Bautätigkeit (basierend auf ÖBB-Infrastruktur et al. 2011)

Aufbauend auf diesen Informationen schätzen wir drei Szenarien, die sich in der Umsetzungsdauer des *Deutschlandtakts* unterscheiden. Diese Entscheidung wurde getroffen, da sich unsere Interviewpartner\*innen allesamt für den *Deutschlandtakt* und die entsprechenden Maßnahmen ausgesprochen haben. Uneinigkeit bestand jedoch hinsichtlich des geeigneten Umsetzungszeitraums. Dafür gab es unterschiedliche Gründe: Entweder wurden mögliche Kapazitätsengpässe in den Raum gestellt (e.g., Ingenieurbüros, die derartige Projekte planen können oder entsprechende Baufirmen und Arbeitskräfte) oder es wurde auf die Schuldenbremse und damit begrenzte finanzielle Spielräume verwiesen. Szenario1 geht im Folgenden von einer Umsetzung im Zeitraum 2022-2030 aus. Dieses Szenario bildet den ursprünglichen Zeitplan ab und kann als „ambitionierte Szenario“ bezeichnet werden. Außerdem inkludieren wir zwei weitere Szenarien, die eine langsamere Umsetzung vorsehen (2022-2050 sowie 2022-2070). Für den Zeitraum bis 2050 sprach sich eine InfraGo Interviewpartnerin aus, da bei einem ambitionierteren Ausbau wegen der allgemeinen EU-Mobilitätswende Arbeitskräfte und Materiallieferengpässe (Schienen, Leitsicherungstechnik, etc.) in Europa entstehen würden. Das deutsche Verkehrsministerium vertritt in medialen Stellungnahmen die Zielmarke 2070.

Schlussendlich werden auf Basis der IO-Analyse, den politischen Dokumenten und Expert\*inneninterviews Policy-Vorschläge erarbeitet, um die sozial-ökologische Transformation im

<sup>10</sup> Die Kostenanteile in Tabelle 2 summieren sich nicht auf 1, weil die Kostenanteile für den Erwerb von Grundstücken nicht berücksichtigt wurden. Begründung hierfür ist, dass es sich dabei um eine reine Übertragung von Eigentum handelt und damit keine Wertschöpfung im klassischen Sinn.

Verkehrssektor zu beschleunigen. Die Darstellung der empirischen Ergebnisse gliedert sich also wie folgt: Zuerst wird in Kapitel 4 anhand der Interviews und Policy-Dokumente der Status Quo der Umsetzung beschrieben. Dann werden in Kapitel 5 Wertschöpfungseffekte für die unterschiedlichen Szenarien zur weiteren Umsetzung berechnet und in Kapitel 6 politische Maßnahmen vorgeschlagen.

#### **4. Bestandsaufnahme und aktuelle Entwicklungen des transeuropäischen Schienennetzes**

Im folgenden Kapitel werden ökologische bzw. sozio-ökonomische Kontextfaktoren und politische Maßnahmen diskutiert, die den transeuropäischen Schienenausbau in Deutschland prägen. Dazu stellen wir in 4.1 zentrale Eckpunkte der Geschichte der Europäischen Eisenbahnpolitik und in 4.2 aktuelle Entwicklungen in Deutschland dar.

##### **4.1 TEN-V Netze und Europäische Investitionen in die Schieneninfrastruktur**

Die meisten europäischen Länder verfolgten bis in die 1980er Jahre eine aktive staatliche Eisenbahnpolitik und die nationalen Eisenbahnunternehmen befanden sich vordergründig in öffentlicher Hand (Aisleitner et al. 2018). Auch in den Folgejahren blieben die meisten Europäischen Netze trotz Liberalisierungsanstrengungen in öffentlicher Hand und national ausgerichtet. Erst im späten 20. Jhd. rücken die transeuropäischen Netze als Transmissionsriemen wirtschaftlicher Integration in den politischen Fokus. Entsprechend gewinnt Verkehrspolitik in der Europäischen Union mit dem Vertrag von Maastricht (1993) an Bedeutung, der den Ausbau der transeuropäischen Netze als eine Voraussetzung für Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum, Beschäftigung und Wohlstand diskutiert. Mit dem *General Agreement on Tariffs on Services (GATS)* (1995) werden supranationale Liberalisierungsbestrebungen (also, wettbewerbliche Bedingungen und den Zugang für externe Anbieter\*innen herzustellen) auf den Bereich der (öffentlichen) Dienstleistungen ausgedehnt – und damit auch auf den Eisenbahnsektor. Als Reaktion werden auf EU Ebene Politiken zur Harmonisierung und Liberalisierung verabschiedet und der *Einheitliche Europäische Eisenbahnraum* geschaffen. Doch auch heute noch sind EU-Schienennetze durch nationale Grenzen und technische bzw. betriebliche Unterschiede fragmentiert, während der Ausbau von internationalen Verbindungen für die Mitgliedsstaaten meist geringe Priorität hat. Ferner sind die Zuverlässigkeit und Effizienz der Schienennetze zentrale Herausforderungen in der grünen Transition (Europäischer Rat, 2024). Um ein besseres Verständnis über die Kontextfaktoren zu gewinnen, die die deutsche Mobilitätswende prägen werden im Folgenden die relevanten Politiken für einen *Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraum* und die *TEN-V* Politiken für transeuropäischen Infrastrukturausbau zusammenfassend vorgestellt.

Ein *Einheitlicher Europäischer Eisenbahnraum (EEE)* durch Liberalisierung und Harmonisierung von nationalen Vorschriften soll Transaktionskosten an nationalen Grenzen substantiell verringern. Die Liberalisierung besteht im Wesentlichen in der Abschaffung nationaler Monopole und der Einführung von Auktionsmärkten zur Stärkung marktlichen Wettbewerbs als eine zentrale Säule der europäischen

Verkehrspolitik (Aisleitner et al. 2018; Finger 2011, Europäischer Rat, 2024). Dabei spielt die EU und die Europäische Kommission (EK) als ihr Exekutivorgan eine zentrale Rolle: Aus der tragenden Rolle wirtschaftsliberaler Prinzipien in den EU Verträgen (etwa im Bereich des Wettbewerbsrechts, siehe Buch-Hansen and Wigger, 2010; Havertz, 2020) und der Mitgliedschaft in der WTO<sup>11</sup>, werden Verpflichtungen zur Liberalisierung des Eisenbahnsektors abgeleitet. In diese Sinne wurden zwischen 2001 und 2016 vier EU-Eisenbahnliberalisierungspakete verabschiedet. Die übergeordneten Ziele sind die Öffnung des Eisenbahnmarkts für den Wettbewerb, die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Interoperabilität der nationalen Systeme und eine gemeinsamer regulatorischer Rahmen (z.B., Wettbewerbsbedingungen, Sicherheit, Lärm, Fahrgastreue und Preise) für den *EEE* festzulegen (Europäischer Rat, 2024; European Parliament, 2024). Das letzte Paket (2016) trat 2021 in Kraft und bestand aus einer technischen Säule zur Harmonisierung von Technik- und Sicherheitsstandards (u.a. Interoperabilität und Effizienzsteigerung der Infrastrukturnutzung) und einer politischen Säule zur weiteren internen Liberalisierung (Aisleitner et al. 2018). In Zusammenhang mit diesem Paket schlug die Kommission auch vor, die Direktvergabe von öffentlichen Aufträgen über die *Verordnung über öffentliche Personenverkehrsdienste* (PSO-Verordnung) zurückzudrängen und auktionsbasierte Verfahren als primäres Vergabeinstrument zu stärken. Dieser Vorschlag konnte sich aber nicht durchsetzen und die Direktvergabe blieb Bestandteil der Verordnung.<sup>12</sup>

Parallel zu dem regulatorischen Rahmen für einen *Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraum* bestehen seit den 90er Jahren Bemühungen die Europäische Kooperation in Infrastrukturfragen zu verstärken, um die ökonomische Integration voranzutreiben. Daher wurde im *Vertrag von Maastricht* (1993) eine Integration nationaler Verkehrs-, Energie, und Telekommunikationsnetze auf EU-Ebene beschlossen: Mit der Verordnung über das *Transeuropäische Verkehrsnetz* (TEN-V) werden neun Korridore definiert<sup>13</sup>, die Schienenwege, Straßen, Seewege, Häfen und Flughäfen umfassen (siehe Abb. 2 sowie Tabelle 2 für die in Deutschland befindlichen Streckenteile). Obgleich dieser Plan bis 2010 umgesetzt werden sollte, wurde bis 2008 nur ein Drittel des geplanten Netzes fertiggestellt und ein Bruchteil der auf € 600 Mrd. veranschlagten Investitionen getätigt. Die Kosten des Infrastrukturausbaus und die Wirtschafts- und Finanzkrise (2008/09) erklären die mangelnde Umsetzung und darauffolgende Überarbeitung der Ziele: Nun soll bis 2030 ein 9.400 km langes Kernnetz entstehen, wovon 750 km Neubauten und 4.200 km eine Generalsanierung erfordern. Das erweiterte Netz soll bis 2040

---

<sup>11</sup> Die WTO (World Trade Organisation) ist eine internationale Organisation mit 164 Mitgliedstaaten. Ziel ist es globalen Freihandel zu fördern, wozu Märkte nach bestimmten Prinzipien schrittweise liberalisiert werden sollen, etwa durch das GATT (General Agreement on Trade and Tariffs), und das GATS (General Agreement on Tariffs on Services). Für unseren Fall ist besonders das Freihandelsabkommen zum Dienstleistungssektor interessant.

<sup>12</sup> Doch publiziert die Kommission im Juni 2023 im EU-Amtsblatt eine (nicht rechtsverbindliche) Auslegungsleitlinie zur PSO-Verordnung, in der die Direktvergabe interpretativ zurückgedrängt wird und nur nach Rechtfertigung einzusetzen ist. Liberalisierung ist also auch gegenwärtig ein Ziel der Europäischen Eisenbahnpolitik. Dies erschwert die aktive politische Gestaltung von öffentlichen Infrastrukturen und wie unser ÖBB-Interviewpartner (i\_2) betont, da die zukünftige Vergabe von bestimmten Strecken (z.B., die ÖBB-Nachtzugstrecken) einer steten Unsicherheit unterliegt.

<sup>13</sup> Die konkrete Streckenführung ist oftmals Resultat von politischen Auseinandersetzungen. In Deutschland zeigt sich dies etwa im Norden: Die lokale Industrievereinigung lobbyierte für einen Korridor an der Norddeutschen Küste, da damit finanzielle Möglichkeiten einhergehen, konnte sich aber letztlich hiermit nicht durchsetzen (cf. Schlimbach 2024).

fertiggestellt werden (Europäischer Rat, 2024). Zudem werden Mindestanforderungen für die Schieneninfrastruktur festgelegt, deren Missachtung durch Vertragsverletzungsverfahren<sup>14</sup> geahndet werden kann. In der Praxis wird damit in diesem Politikfeld mehr Fokus auf zentrale Steuerung und Planung gelegt – eine Entwicklung, die in einem gewissen Spannungsfeld zu den Liberalisierungstendenzen des *Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraums* steht. In der Praxis ist dabei die Finanzierung die größte Herausforderung: Zwar ist Infrastruktur die Aufgabe der Mitgliedstaaten, doch werden wegen der hohen Kosten seit 2013 durch die *Connecting Europe Facility (CEF)* von EU-Ebene Zuschüsse vergeben. Die CEF dient der „nachhaltigen Konnektivität“ zwischen Mitgliedstaaten und finanziert auf Antrag und nach Bewilligung bis zu 40% von grenzüberschreitenden Infrastrukturprojekten (Europäisches Parlament, 2024). Das Ziel der „nachhaltigen Konnektivität“ impliziert eine höhere Gewichtung des Schienennetzes gegenüber anderen Verkehrsträgern – eine Priorisierung, die vom Europäischen Rat unterstützt wird (Europäisches Parlament, 2024).



Abbildung 2: TEN-V Netz (Quelle: Europäische Union)

In der sozial-ökologischen Transformation gewinnt die Bahn als grünes Verkehrsmittel an Bedeutung: Entsprechend wurde 2021 zum Jahr der Schiene erklärt und im *Europäischen Grünen Deal (EGD)* (2019) bzw. in der *Sustainable and Smart Mobility Communication* (2020) ein Plan sowie Ziele für eine

<sup>14</sup> Ein Interviewpartner wirft die Frage auf, ob Vertragsverletzungsverfahren und Strafzahlungen an diesem Punkt sinnvoll sind, oder den Bau der notwendigen Schieneninfrastruktur nur weiter verzögern.

Verkehrswende formuliert. Bis 2030 soll die Anzahl der mittels Hochgeschwindigkeitsbahnverkehr transportierter Personen verdoppelt und Gütertransporte um 50% gesteigert werden. Bis 2050 gelten noch ehrgeizigere Ziele: Der Personentransport soll verdreifacht und der Gütertransport verdoppelt werden (Europäischer Rat, 2024). Sowohl die analysierten Policy-Papers als auch unsere Interviewpartner betonten, dass diese Ziele höhere Trassenkapazitäten und einen Ausbau erfordern. In diesem Sinne fand eine Überarbeitung der *TEN-V Verordnung* statt, zu der seit dem 19.12. 2023 eine vorläufige Einigung besteht (Europäischer Rat, 2024). Die Einigung umfasst die Einführung des *Europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystems* (ERTMS) sowie einer europäischen Regelspurweite, die Erhöhung der Zahl der Güterzüge mit 740m Länge, die Mindeststreckengeschwindigkeit von 160 km/h für Personenzüge und eine Anpassung der Hauptkorridore an neue Anforderungen.

Die Relevanz der Bahn für die sozial-ökologische Transformation spiegelt sich auch in einer Ausweitung der Mittel des *CEF* wider (European Council, 2021). Gegenwärtige *CEF-Projekte* sind etwa der Brennerbasis-Tunnel (AT/IT) oder Erztunnel (D/CZ)) oder die Einführung des ETCS (*European Train Control System*). In Deutschland soll dies zuerst im *TEN-V* Korridor Rhein-Alpen-Rotterdam umgesetzt werden, wozu € 1 Mrd. zur Verfügung stehen. Bis 2030 werden weitere 5 Mrd. € für die ETCS-Einführung veranschlagt. Doch genügt diese Ausweitung keineswegs, um den transeuropäischen Infrastrukturausbau zu finanzieren: Die Umsetzung der *TEN-V Verordnung* würde laut Kommission € 500 Mrd. und der transeuropäische Zugausbau etwa € 2 Billionen kosten. Auch der *Europäische Rechnungshof* ist in Bezug auf das Verhältnis der verfügbaren Mittel und Ziele skeptisch (European Court of Auditors., 2018). Um dieses Problem zu umgehen, bietet die *TEN-V Verordnung* Möglichkeiten und Anreize zu Public-Private Partnerships. Damit gehen jedoch auch neue und zusätzliche Risiken einher, da ausländischen Unternehmen der Weg zu kritischer Infrastruktur in der EU geebnet wird, woraus sich vielfältige technologische und betriebliche Abhängigkeiten ergeben (Mohan et al., 2024; Rabe and Gippner, 2017).

#### **4.2 Der Spezialfall Deutschland**

In der Vergangenheit stand die deutsche Eisenbahninfrastruktur nicht immer im Fokus der Politik: Zwar wurde nach der deutschen Wiedervereinigung (1989) in den Schienenausbau investiert und zugleich durch die Bahnreform 1993/94 die *Deutsche Bahn AG* (DB AG), eine Aktiengesellschaft in öffentlichem Eigentum, gegründet und so der deutsche Fern- und Güterverkehr der Eigenrentabilität verpflichtet. In Kombination mit fiskalischen Problemen<sup>15</sup> Deutschlands in den späten 1990er Jahren führte diese Konstellation jedoch zu einem Rückgang der Investitionen – Ausbauprojekte wurden gestrichen und Infrastruktur rückgebaut, sofern diese nicht wirtschaftlich war. So wurde das 1994 noch 44.600 km umfassende Schienennetz bis 2019 auf 39.200 km reduziert. Diese Tendenz wurde durch adverse Anreizstrukturen wie Subventionen und Steuerbefreiungen für fossile Energieträger weiter verstärkt.

---

<sup>15</sup> Diese fiskalischen Probleme sind maßgeblich durch die Maastricht Kriterien (1993) der EU ausgelöst worden.

Unser NGO-Interviewpartner beschreibt die versäumte Instandhaltung als „das größte Versagen“ (i\_4: 4) der politischen und betrieblichen Governance-Strukturen. Zwar wurde, wie unser DB-Interviewpartner (i\_2) betont, die Notwendigkeit zu Investieren schon in den späten 00er Jahren erkannt, doch die langen Planungsperioden verzögerten den Prozess. Letztlich wurde erst mit der sozial-ökologischen Transformation der Ausbau der deutschen Schieneninfrastruktur wieder aktiv gefördert. In diesem Sinne sahen der Koalitionsvertrag der „Ampelregierung“ (SPD, FDP und Grüne) (2021) und der darauf aufbauende *Masterplan Schienenverkehr 2030* eine Verdoppelung der Fahrgastzahlen bis 2030 vor (Intraplan Consult GmbH et al., 2022). Im internationalen Vergleich liegen die größten Herausforderungen für Deutschland dabei bei Qualität und Zuverlässigkeit, was nahelegt, dass hohe Infrastrukturinvestitionen notwendig sind. Anschließend werden die wichtigsten Entwicklungen der jüngeren deutschen Eisenbahnpolitik, mit Fokus auf Kosten bzw. Finanzierbarkeit, dargestellt.

Ein wesentliches Element der deutschen Mobilitätswende ist der *Deutschlandtakt*, ein deutschlandweiter Taktplan für den Güter- und Personenverkehr, der auf Grundlage eines zuvor geschätzten künftigen Bedarfs entworfen wurde. Der optimierte und integrierte Fahrplan (besonders an der Schnittstelle Nah- und Fernverkehr) führt zu kürzeren Reisezeiten und häufigeren Verbindungen – im Vorgriff auf einen Europatakt auch in Kooperation mit Nachbarländern. Nach Angaben des deutschen Bundesministeriums für Digitales and Verkehr (BMDV) sind die zentralen Streckenabschnitte des *TEN-V-Netzes* weitgehend identisch mit denen des *Deutschlandtakts* (BMDV, 2024b). Obwohl der *Deutschlandtakt* unterschiedliche Aspekte umfasst, steht die Schieneninfrastruktur im Fokus des Projekts: Zur Umsetzung wurden vom Bundestag 181 Bauprojekte mit einem Volumen von € 48 Mrd. in den „vordringlichen Bedarf“ des *Bundesverkehrswegeplans 2030* (BMDV, 2024a) aufgenommen, deren Analyse die Grundlage für die zusammenfassende Kostendarstellung in Tabelle 3 bildet. Dieses Investitionsvolumen entspricht ungefähr € 7 Mrd. pro Jahr. Aktuell stehen allerdings nur etwa € 2 Mrd. jährlich zur Verfügung, wodurch der *Deutschlandtakt* kurz- und mittelfristig unrealisierbar bleibt – es zeigt sich also eine für deutsche Infrastrukturpolitik typische Lücke zwischen Investitionsbedarf und verfügbaren Mitteln. Besonders die NGO (i\_4) hebt hervor, dass die Umsetzung der Maßnahmen zu langsam erfolgt und die Investitionslücke sowie die marode Infrastruktur durch fehlende Ersatzinvestitionen verursacht wurde. Dies legt nahe, dass auch die 2009 eingeführte Instrument der *Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen* (LuFV) zur Förderung von Ersatzinvestitionen in das deutsche Schienennetz nicht die erwünschten Effekte hatte. Diese Verträge verpflichten den Bund zu jährlichen Investitionen, während die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (z.B., DB InfraGo) garantieren, das Schienennetz (auch durch eigene Investitionen) in einer bestimmten Qualität zu erhalten. Eine LuFV wird jeweils für fünf Jahre abgeschlossen: In der ersten Periode (2009-2014) lag die Summe bei € 2,5 Mrd. jährlich, und in der zweiten Periode (2015-2019) bei € 3,9 Mrd. jährlich. Die dritte Periode (2020-2029) sieht in den ersten fünf Jahren € 4,6 Mrd. und in den folgenden fünf Jahren € 5,6 Mrd. jährlich vor. Die Periode 2020-29 soll durch € 31 Mrd. von der DB (etwa durch

Trassengebühren) ergänzt werden. Insgesamt stehen zwischen 2020 und 2030 somit € 82 Mrd. für die Sanierung des Bestandsnetzes zur Verfügung. Doch wird von unseren Interviewpartner\*innen eine Investitionslücke von zumindest € 100 Mrd. geschätzt. Geht man von dieser Schätzung aus und addiert dazu den Finanzbedarf zur Implementierung des Deutschlandtakts so ergeben sich bis 2030 Gesamtkosten von etwa € 148 Mrd. für Investitionen in die Schieneninfrastruktur, wovon ein beträchtlicher Anteil von € 117 Mrd. von der öffentlichen Hand kommen sollte. Eine politische Einigung in diese Richtung scheint jedoch in weiter Ferne und die veranschlagten Gelder reichen kaum, um das deutsche Schienennetz in einen funktionierenden Zustand zu versetzen und sicherlich nicht für einen sozial-ökologischen Ausbau. Auch der internationale Vergleich legt nahe, dass die deutschen Investitionen – trotz steigenden Ausgaben in den letzten Jahren – noch immer sehr gering sind: Im Jahr 2022 investierte etwa die Schweiz pro Kopf € 450 in die Schieneninfrastruktur, Österreich € 319 und Deutschland nur € 114 (Allianz pro Schiene 2023).

Zusammenfassend steht die DB also wegen vergangener infrastrukturpolitischer Entscheidungen der deutschen Bundesregierung unter Druck: Die deutsche Sparpolitik seit den späten 1990er Jahren hat zu einer Investitionslücke von etwa € 100 Mrd. beigetragen (bei Preisen von 2022). Sofern also eine künftige Bundesregierung keine Investitionsoffensive ergreift, werden die geforderte Eigenwirtschaftlichkeit des Fern- und Güterverkehrs und steigende Energie-, Rohstoff- und Baukosten die Investitionslücke vermutlich weiter erhöhen. Dazu kommen operative Herausforderungen für den Schieneninfrastrukturausbau, wie etwa die nur kurzfristige Vergabe entsprechender finanzieller Mittel (NGO-Referent, i\_4) oder die systematisch geringere Taktfrequenz auf internationalen Streckenabschnitten.

	2011-2015		2016-2018		2019-2023	
	Total	annual	Total	annual	Total	annual
<b>Summe (in Mrd. €)</b>	€ 20	€ 4	€ 17,3	€ 5,8	€ 30,7	€ 6,2
<b>- <u>davon</u> Erhaltung (in Mrd. €)</b>	€ 13,9	€ 2,8	€ 11,3	€ 3,8	€ 22	€ 4,4
<b>- <u>davon</u> Aus/Neubau (in Mrd. €)</b>	€ 6,2	€ 1,2	€ 6	€ 2	€ 8,6	€ 1,72

Tabelle 5: Schätzungen für Investitionen in die Deutsche Schieneninfrastruktur (in Mrd.), Quelle: Investitionsrahmenplan 2019-2023

Ob sich in Bezug auf deutsche Eisenbahnpolitik eine Zeitenwende bevorsteht, ist aber noch unklar: Tabelle 5 zeigt jedenfalls, dass die Investitionsvolumina im Kontext der grünen Transformation sukzessive steigen auch wenn die zur Verfügung stehenden Mittel letztlich nicht ausreichend sind. Ferner werden die *DB Netz* und *DB-Station&Service* ab 2024 in der gemeinwohlorientierten Infrastrukturgesellschaft (InfraGO) zusammengeführt, um u.a. eine langfristige Infrastrukturplanung zu

ermöglichen und das Diktat der Wirtschaftlichkeit zurückzudrängen, wobei umstritten bleibt welche Folgen dies genau mit sich bringen wird.<sup>16</sup>

Darüber hinaus muss der Güter- und Fernverkehr in Deutschland nach wie vor eigenwirtschaftlich funktionieren. Dies stellt eine zentrale Herausforderung beim transnationalen Infrastrukturausbau dar. Auf den meisten internationalen Strecken verkehrt derzeit alle 1-2 Stunden ein Zug. Um die Rentabilität einer Schnellfahrstrecke sicherzustellen, wäre allerdings eine Frequenz von 4-5 Züge pro Stunde nötig (i\_1). Zudem erschwert das derzeitige Marktumfeld, das vielseitige Anreize zur Nutzung des Individualverkehrs setzt, die Eigenwirtschaftlichkeit des Schienenverkehrs. Doch die „Doppelverwendung“ des deutschen Schienennetzes (für Güter- und Fernverkehr fahren auf dem gleichen Netz) erleichtert, die hohen Kosten zu erwirtschaften. Darüber hinaus können so die Umwelteffekte der Infrastruktur minimal gehalten werden (weniger Bodenversiegelung). Ob diese neuen Maßnahmen ausreichen, um die Versäumnisse der Vergangenheit zu beheben, lässt sich gegenwärtig noch nicht final beantworten.

## **5. Das transeuropäische Schienennetz in Deutschland: Kostenschätzung und ökonomische Effekte**

Der Infrastrukturausbau hat wie eingangs erwähnt positive Wertschöpfungseffekte, die von der Höhe und zeitlichen Verteilung der Investitionen abhängig sind. Nachdem aus den vorlaufenden Recherchen hervorgeht, dass sowohl der Umsetzungszeitrahmen als auch die Mittelhöhe für den Infrastrukturausbau umstritten sind, nähern wir uns diesen Fragen anhand eines IO-Modells mit drei Szenarien. Hinsichtlich der Höhe der benötigten Mittel wurde die Gesamtsumme der für den *Deutschlandtakt* erforderlichen Investitionen berechnet, die im Folgenden für die IO-Analyse maßgeblich ist. Da dies aus dem „vordringlichen Bedarf“ des *Bundesverkehrswegeplans 2030* (BMDV, 2024a) nicht ersichtlich war, wurde hierzu eine eigene Kostenschätzung zur Fertigstellung des transeuropäischen Schienennetzes in Deutschland entlang der in Abschnitt 3 beschriebenen Leitlinien durchgeführt. Für die Fertigstellung errechnen sich dabei Gesamtkosten von etwa 47 Mrd. € (siehe Tabelle 3). Unsere Schätzungen decken sich also weitgehend mit den von der deutschen Regierung veranschlagten € 48 Mrd. für den *Deutschlandtakt*. Beide Werte beziehen sich auf den Neu- und Ausbau des deutschen Schienennetzes, die bestehende Investitionslücke von € 100 Mrd. ist hierzu zu addieren.

Bevor wir jedoch zu den unterschiedlichen Modellszenarien kommen, möchten wir auf zentrale Herausforderungen verweisen, die sich bei der Anwendung der IO-Analyse – also einem statischen Verfahren, das Prognosen durch lineare Interpolation der gegenwärtigen intersektoralen wirtschaftlichen

---

<sup>16</sup>Aus dem Interview mit der InfraGo (i\_5) geht hervor, dass gemeinnützig als Zielsetzung verstanden wird, sich jedoch institutionell bis auf neue Kooperationsmöglichkeiten durch die Zusammenlegung von DB-Teilgesellschaften, wenig verändert hat. Der NGO-Interviewpartner (i\_4) hebt hervor, dass diese fehlende Definition von Gemeinnützigkeit die größte Schwäche der InfraGo ist.

Verflechtungen erstellt – auf Infrastrukturfragen ergeben und teils auch von unseren Interviewpartner\*innen betont wurden. Ein erster wesentlicher Punkt in diesem Kontext sind die langen Planungshorizonte: Für Schieneninfrastrukturprojekte beträgt die Planungszeit (inkl. Vorplanung mit Öffentlichkeitsbeteiligung, Umweltverträglichkeitsprüfung, Großplanung, und Baugenehmigung) ungefähr 10-15 Jahre. Zwar soll die Dauer in Zukunft reduziert werden, doch wird von unseren Interviewpartner\*innen hervorgehoben, dass die Öffentlichkeitsbeteiligung zentral ist. Damit wird anerkannt, dass ein partizipativer Prozess mit Konsensfindung Zeit benötigt. Ferner schildert ein Interviewpartner (i\_1), dass auch formale Genehmigungsverfahren – also, mit abgeschlossener Planung – lange Zeiträume in Anspruch nehmen können. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Planungsdauer und die konkrete Streckenführung das Resultat von politischen Auseinandersetzungen zwischen unterschiedlichen Interessensgruppen sind. Darüber hinaus ist damit zu rechnen, dass Materialkosten mittelfristig weiter steigen werden, etwa durch energiegetriebene Inflation und Veränderungen in globalen Lieferketten. Etwaige wirtschaftliche Kapazitätsgrenzen werden in der IO-Analyse nicht explizit berücksichtigt, obwohl öffentliche Investitionen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte erzeugen. Aus Sicht unserer Interviewpartner\*innen sind dabei zwei Aspekte essentiell: Zum einen sollten heimische Firmen mit den Infrastrukturprojekten betraut werden, damit die Investitionen nicht ins Ausland abfließen und keine neuen strategischen Abhängigkeiten (etwa von amerikanischer oder chinesischer Technologie) geschaffen werden. Zum anderen wäre es günstig Investitionen über einen längeren Zeitraum und zwischen unterschiedlichen Firmen zu verteilen, um nicht an wirtschaftliche Kapazitätsgrenzen zu stoßen oder Inflationseffekte zu erzeugen. In diesem Sinne wird von der InfraGO-Interviewpartnerin argumentiert, dass eine Umsetzung des *Deutschlandtakts* bis 2030 mit gegebenen wirtschaftlichen Kapazitäten in Europa nicht machbar ist (i\_5).

Unsere Interviewpartner\*innen sind sich weitgehend einig, dass für den Aus- sowie Neubau von Schieneninfrastruktur zwischen € 50 und 100 Millionen pro Trassenkilometer zu veranschlagen sind. Dies wird meist anhand der Kosten für neue Schnellfahrtstrecken geschätzt (z.B. die Strecke Wendlingen-Ulm kostet etwa € 65 Mio./km, i\_2). Zwar gehen Kostenschätzungen in älteren Studien (vor 2015, etwa Holzhey (2010)) von € 15-30 Millionen pro Trassenkilometer aus, doch sind die Kosten seither aus zwei Gründen gestiegen: *Erstens*, wegen einer Inflation bei Baumaterialien, und *zweitens*, weil der Schienenausbau in Deutschland oftmals auf dicht-besiedeltem Gebiet stattfindet, sodass Land erworben werden muss und umfassende Lärmschutzmaßnahmen (z.B., Tunnel, Lärmschutzwände) erforderlich sind. Folglich muss das Budget für den Infrastrukturausbau angepasst werden, damit die Mobilitätswende wegen fehlender Mittel nicht verschoben wird. Diese Ausführungen verdeutlichen die Herausforderungen, die mit der Expansion der Schieneninfrastruktur einhergehen – und zwar sowohl aus einer makro-ökonomischen aber auch technischen (i.e., Modell) Perspektive. Wie in Abschnitt 3 ausgeführt rechnen wir drei von Politik und Interviewpartner\*innen artikuliert Szenarien, die sich hinsichtlich der intendierten Umsetzungsgeschwindigkeit unterscheiden (siehe Tabelle 6).

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
<b>Laufzeit</b>	2022-2030	2022-2050	2022-2070
<b>Jährliche Investitionssumme (in Mrd. €)</b>	€ 5,1	€ 1,6	€ 0,9
<b>ArbeitnehmerInnen (in Tausend)</b>	65	20	12
<b>Erwerbstätige (in Tausend)</b>	72	22	13
<b>Bruttowertschöpfung (in Mrd. €)</b>	€ 6,4	€ 2,0	€ 1,2
<b>ArbeitnehmerInnenentgelte (in Mrd. €)</b>	€ 3,3	€ 1,0	€ 0,6
<b>Nettobetriebsüberschüsse (in Mrd. €)</b>	€ 1,8	€ 0,6	€ 0,3
<b>Importe (in Mrd. €)</b>	€ 1,1	€ 0,3	€ 0,2
<b>Nominaler Produktionswert (in Mrd. €)</b>	€ 13,7	€ 4,2	€ 2,5
<b>Bruttolöhne und -gehälter (in Mrd. €)</b>	€ 2,8	€ 0,9	€ 0,5
<b>Multiplikator</b>	1,26	1,26	1,26

Tabelle 6: Ergebnisse Input-Output Modell: Jährliche Investitionen und damit einhergehende jährliche Wertschöpfungs-, Einkommens- und Beschäftigungseffekte (Preise von 2023; Umrechnung mittels BIP-Deflator).

Aufgrund des linearen Charakters des Modells ergibt sich ein Wertschöpfungsmultiplikator von 1,26 für alle Szenarien.<sup>17</sup> Je nach Umsetzungsdauer ergeben sich ein zusätzlicher Bedarf an Arbeitskräften zwischen 12.000 (Szenario 3) und 65.000 (Szenario 1) pro Jahr bei einer jährlichen Wertschöpfung zwischen € 1,2 Mrd. (Szenario 3) und € 6,4 Mrd. (Szenario 1). Die jährliche Investitionssumme entspricht je nach Umsetzungsszenario zwischen 0,12% (im schnellsten Szenario) und 0,02% (im langsamsten Szenario) des deutschen Bruttoinlandsproduktes. Der damit einhergehende Wertschöpfungseffekt beträgt je nach Szenario zwischen 0,17% und 0,03% der deutschen Gesamtwertschöpfung.<sup>18</sup> Der dadurch verursachte Bedarf an Arbeitnehmer\*innen entspricht je nach Szenario zwischen 0,15% und 0,03% der Gesamtbeschäftigung.<sup>19</sup> Allerdings würde der Arbeitnehmer\*innenbedarf in den Bausektoren (Hochbau, Tiefbau und vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations-, Ausbauarbeiten) für das ambitionierteste Umsetzungsszenario (Szenario 1) 1,1% der ArbeitnehmerInnen im Baugewerbe betragen. Für die Szenarien 2 und 3 wären dies jeweils mit 0,3% und 0,2% deutlich weniger.<sup>20</sup> Insgesamt lässt sich somit sagen, dass die benötigten Ressourcen gemessen an der Gesamtgröße der deutschen Wirtschaft überschaubar erscheinen. Dies relativiert sich aber, sobald man die hohe Konzentration der Aktivitäten auf den Bausektor berücksichtigt. Hier wäre zumindest das

<sup>17</sup> Der Wertschöpfungsmultiplikator setzt die Investitionssumme in Bezug zur damit einhergehenden Wertschöpfung über die gesamte Umsetzungsdauer. Da das zugrundeliegende Modell Linearität annimmt, führt z.B. eine längere Umsetzungsphase nur dazu, dass die Investitionen und die damit einhergehende Wertschöpfung über eine größere Anzahl an Perioden verteilt werden. Die Gesamtsumme der Investitionen und die dadurch ausgelöste Wertschöpfung ändern sich dadurch aber nicht.

<sup>18</sup> Eigene Berechnungen basierend auf DESTATIS (2025a), jeweils auf Basis der Werte für 2023.

<sup>19</sup> Eigene Berechnungen basierend auf DESTATIS (2025b), jeweils auf Basis der Werte für 2023.

<sup>20</sup> Eigene Berechnungen basierend auf DESTATIS (2025c), jeweils auf Basis der Werte für 2023.

zeitlich ambitionierte Umsetzungsszenario zu einem deutlichen Anstieg des Arbeitskräftebedarfs führen.

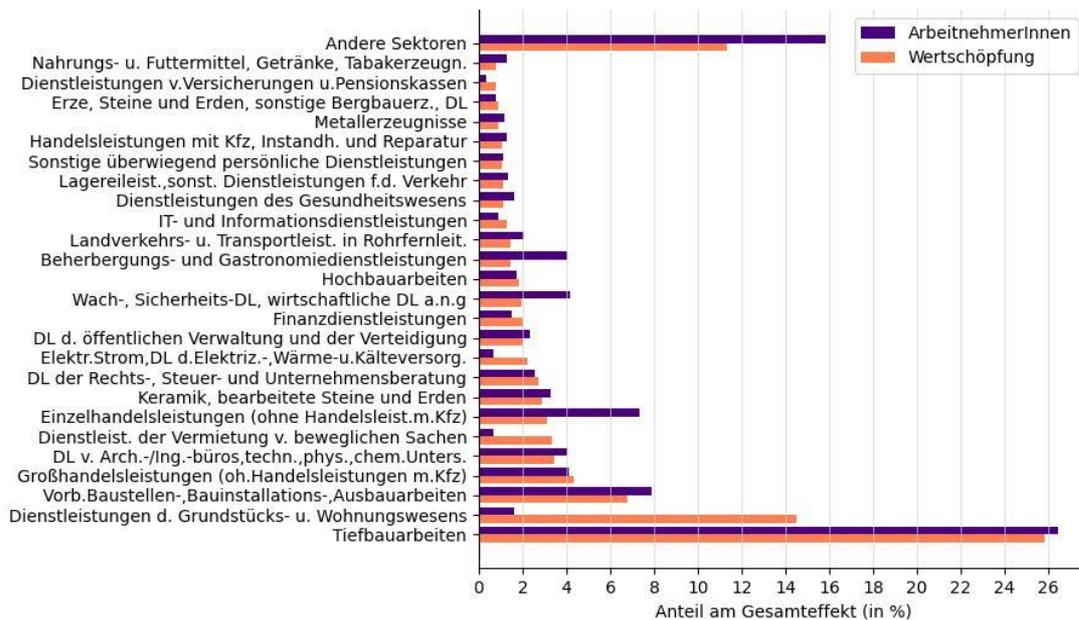


Abbildung 3: Verteilung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte nach Sektoren (in %)

Abbildung 3 illustriert daher ergänzend, wie sich diese Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte jeweils prozentual auf die einzelnen Sektoren aufteilen. Wenig überraschend dominiert hier der Tiefbausektor mit jeweils über 25% des gesamten Wertschöpfungsanteils. Ebenfalls einen größeren Anteil haben vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und Ausbauarbeiten. Dabei zeigt sich teils ein Unterschied zwischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungsanteilen: Bei personalintensiven Sektoren, wie dem Einzelhandel ist der Beschäftigungseffekt größer, während etwa bei Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens der Wertschöpfungsanteil stärker ins Gewicht fällt.

## 6. Politische Schlussfolgerung und flankierende Maßnahmen zur Umsetzung

Die Bedeutung der sozial-ökologische Transformation in der Verkehrspolitik zeigt sich etwa in ambitionierteren Zielsetzungen auf EU-Ebene aber auch der Mitgliedstaaten für die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene. Darüber hinaus werden die öffentlichen Zuschüsse für den Ausbau des Schienennetzes im Rahmen des ‚European Green Deal‘ besonders seit 2019 erhöht. Eine zentrale Herausforderung für Deutschland ist dabei, dass diese intendierte Expansion durch eine bestehende Investitionslücke von € 100 Mrd. beim Schienennetz gebremst wird. Da marode Infrastruktur die Lebensqualität der Bürger\*innen einschränkt, scheint retrospektiv ein früheres politisches Reagieren der Bundesregierung geboten – schließlich ist bei Infrastrukturfragen zentral langfristige und vorausschauende Weichenstellungen vorzunehmen. Unsere drei Szenarien über Investitionszeiträume über den der Deutschlandtakt umgesetzt werden soll, zeigen jedoch, dass es für

eine Umsetzung der betreffenden Pläne zwar signifikanter Mittel bedarf – die allerdings vor dem Hintergrund der dadurch erreichten Ziele angemessen und bei Betrachtung der Kapazitäten der deutschen Volkswirtschaft, und dabei insbesondere des Bausektors, durchaus machbar erscheinen. Die durchgeführten Expert\*inneninterviews legen ferner nahe, dass die Mobilitätswende nur gelingen kann, wenn der politische Willen dazu besteht entsprechende Mittel bereitzustellen und zugleich flankierende Maßnahmen vorzunehmen. Konkret wurden dabei die nachstehenden Aspekte und Handlungsfelder genannt, die das zentrale Politikinstrument der Infrastrukturexpansion ergänzen bzw. stützen sollen.

### ***Abschaffung fossiler Subventionen und Reduktion der Anreize zur Nutzung fossiler Energieträger***

Individuelle Entscheidungen für Verkehrsmittel sind stark von der Marktgestaltung bzw. den politisch geschaffenen Anreizen abhängig: Sind fossile Verkehrsträger billiger, angenehmer und leichter verwendbar, so werden diese mehr verwendet. Fossile Subventionen im Verkehrssektor sollten daher ersatzlos abgeschafft werden. Gegenwärtig wird die Nutzung fossiler Treibstoffe direkt und indirekt gefördert: Deutsche Straßen sind meist kostenlos und die Pendlerpauschale unterstützt täglich weite Arbeitswege. Zudem sind Flugtickets und Kerosin Mehrwertsteuerbefreit – das begünstigt Billigflüge. Im Gegensatz dazu wird die Bahn in Deutschland durch regulatorische Bedingungen – auch im Vergleich mit anderen EU Ländern (Allianz Pro Schiene, 2024) – teuer gemacht: Hohes Netzentgelt, hohe Stromkosten und keine Mehrwertsteuerbefreiung der Zugtickets. Um die Mobilitätswende voranzutreiben und die sozial-ökologischen Kosten der Verkehrsträger korrekt abzubilden, sollte die Politik hier eingreifen– etwa indem wie von der Europäischen Kommission (2021) vorgeschlagen, die Umsatzsteuer auf Zugtickets reduziert bzw. ausgesetzt wird.

### ***Raumordnung für eine Mobilitätswende***

Öffentlicher Nah- und Fernverkehr ist besonders in dicht besiedelten Regionen bzw. Räumen effizient, je dünner die Besiedelung, desto mehr spricht für motorisierten Individualverkehr – die Raumordnung beeinflusst damit auch individuelle Verkehrsentscheidungen. Zukunftsgerichtete Raumordnung kann eine Mobilitätswende unterstützen: Zersiedlung im ländlichen Raum oder Betriebsansiedelungen fernab von öffentlicher Infrastruktur müssen verhindert werden (i\_1). Stattdessen sollten regionale und lokale Zentren geschaffen werden, von denen eine gute öffentliche Verbindung in größere Ballungsräume besteht. Unterstützt werden kann die Verkehrsverlagerung durch strenge Parkordnungen in Ballungszentren.

### ***Zugangsbarrieren zum Verkehrsträger Bahn abbauen***

Die Bahn als Verkehrsträger kann in vielerlei Hinsicht attraktiver gestaltet werden, etwa durch eine Erhöhung der Pünktlichkeitsquote, eine Erweiterung des Bestandsnetzes (auch durch teilweise Inbetriebnahme bereits stillgelegter Strecken), die Einführung eines gesamteuropäischen Ticketing-Systems oder die Ausweitung von Pauschalzahlungsmodellen ähnlich dem *Deutschlandticket*.

### ***Institutionelle Modalitäten der Finanzierung des Infrastrukturausbaus***

Deutschland ist durch die Maastricht-Kriterien der EU und die Schuldenbremse im Verfassungsrang bei öffentlichen Ausgaben doppelt eingeschränkt, doch erleichtert die Doppelverwendung der Schieneninfrastruktur (für Güter- und Personenverkehr) die Finanzierung. Ferner ist die Finanzarchitektur der deutschen Schienennetze aus zwei Gründen problematisch: So regelt die *LuFV* die Finanzierung der Infrastrukturinstandhaltung, doch entstehen durch ihre konkrete Gestaltung, Anreize kleine Instandhaltungsarbeiten nach hinten zu verschieben, da diese aus Trassengebühren und den jährlichen Zuwendungen gezahlt werden, während größere Projekte vom Bund übernommen werden. Diese Konstellation führt potentiell zu systematischen Fehlanreizen. Ferner ist die *DB InfraGO* (früher DB Netz AG) sowohl für Instandhaltung als auch Prüfung der Auftragsbefriedigung verantwortlich. Letzteres führt zu einer gewissen Doppelrolle der DB, die – wie von Interviewpartnerin (i\_4) betont – Anreize bietet, den wahren Zustand des Netzes und damit eigene Versäumnisse zu verschleiern. Zum anderen stellt, wie von unserer InfraGo Interviewpartnerin (i\_5) betont, die kurzfristige Planung der öffentlichen Haushalte (für 1 Jahr) eine Herausforderung für große Infrastrukturprojekte dar, die langfristige Planungsarbeit erfordern. Auch für die Unternehmen, die mit dem öffentlichen Infrastrukturprojekt betraut werden, ist ein längerer Planungshorizont vorteilhaft.

In den Interviews und den Policy-Dokumenten wurden drei Lösungsansätze für diese Problematik präsentiert: Erstens könnte die Schuldenbremse übergangen werden, sofern die Investitionen in Infrastruktur als Eigenkapitalerhöhung der DB AG verbucht werden. Unternehmensbeteiligungen (aka Eigenkapitalerhöhungen) fallen nach ESVG nicht unter die Ausgaben im Sinne der Schuldenbremse. Zugleich kann die Gemeinwohlorientierung der neu gegründeten *InfraGO* (seit 1.1.2024, Zusammenlegung von *DB Netz AG* und *DB-Station und Service AG*) die gesellschaftlich wünschenswerte Verwendung der Gelder sicherstellen. Zweitens könnte – ähnlich wie für die deutsche Bundeswehr – ein Sondervermögen für die Mobilitätswende eingerichtet werden. Ein derartiger Vorschlag wurde von einem breiten Bündnis deutscher Ökonom\*innen (Arbeitgeber- und Arbeitnehmerseite) bereits vorgebracht (tagesschau, 2024). Auch Interviewpartnerin (i\_4) hebt hervor, dass ein langfristiger Infrastrukturfonds geschaffen werden sollte, um eine bessere Planbarkeit der Infrastrukturinvestitionen zu gewährleisten. Drittens, wurde vorgeschlagen die PSO-Verordnung auf einzelne Strecken anzuwenden, um in Einklang mit EU-Regeln nicht eigenwirtschaftliche Strecken zu subventionieren, wie es etwa von Österreich für die ÖBB-Nachzugstrecken gemacht wurde. Alternativ könnte Deutschland für einen begrenzten Zeitraum (etwa 5 Jahre nach der Neueinführung) das Risiko für eine politisch gewünschte Strecke übernehmen, wie es die Niederlande machen (beide Vorschläge von i\_4).

### ***Frequenzerhöhung von transnationalen Verbindungen***

Auf Grund der teuren Verkehrsinfrastruktur, aber auch wegen des transnationalen Charakters der Mobilitätswende ist eine EU-weite Koordination in verkehrs- und infrastrukturpolitischen Fragen und eine Passung zwischen nationalen und transeuropäischen Netzen zentral. Transnationale Verbindungen sollten vor diesem Hintergrund gestärkt werden, indem tagsüber die Frequenz erhöht wird und Nachtzüge mit Schlafwagen eingeführt werden. Dies gilt besonders für viel befahrene Strecken wie etwa Nürnberg-Wien (Tag) bzw. Hamburg-Wien (Nachtzug). Bei weniger frequentierten Verbindungen, argumentiert der DB-Interviewpartner (i\_1), dass es z.B. auf der Strecke Paris-Frankfurt auch möglich wäre, zuerst die Zuglänge verdoppeln um so mit geringen Kosten die Kapazität verdoppeln. Nur wenn sowohl nationale als auch transnationale Verbindungen funktionieren, kann der Verkehrsträger Zug eine geeignete Alternative zum Flugverkehr oder motorisierten Individualverkehr sein.

### ***Harmonisierung auf EU-Ebene***

Die fehlende Harmonisierung von nationalen und technischen Standards wird in den Policy-Dokumenten und Interviews durchwegs als großes Problem beschrieben. Gegenwärtig gibt es nationale Dienstvorschriften für Zugpersonal, technischen Standards für Fahrzeuge und Zugsicherungssysteme. Entsprechend müssen Zuggarnituren mehrfach ausgerüstet werden, sofern diese grenzüberschreitend funktionieren sollen. Das verursacht hohe Transaktionskosten. In diesem Sinne hebt unser ÖBB-Interviewpartner (i\_1) die Relevanz einer Harmonisierung von Dienstvorschriften für Zugpersonal, technischen Standards für Fahrzeuge und Zugsicherungssysteme hervor, um den Organisationsaufwand reduzieren und die Effizienz des Transportmittels steigern. Auf EU-Ebene werden daher gegenwärtig zahlreiche Innovationen vorbereitet, etwas das European Train Control System (ETCS) und die DAK (Digitale, autonomistische Mehrfachkuppelung), um das manuelle Rangieren überflüssig zu machen. Diese Reformen werden in den Interviews begrüßt, doch wird auch hervorgehoben, dass die Vereinheitlichung schnell und mit einer verbindlichen Deadline umzusetzen sei. Der Verkehrsreferent der NGO (i\_4) schlägt 2030 als Deadline vor. Ferner wird auf EU-Ebene mehr Kooperation gefordert: Der *Europäische Rechnungshof* berichtete, dass das *Europäische Eisenbahnverkehrsleitsystem* (ERTMS) nicht bis 2030 eingeführt sein wird (Europäischer Rat, 2024). Dies wird auf mangelnde Koordination zwischen den Mitgliedstaaten zurückgeführt.

## Literatur

- Adelsberger, H., 2018. Trans-european railway high-speed: Master plan study. UNECE, Geneva.
- Åkerman, J., Kamb, A., Larsson, J., Nässén, J., 2021. Low-carbon scenarios for long-distance travel 2060. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 99, 103010.
- Allianz Pro Schiene, 2024. Elektromobilität. Allianz Pro Schiene.
- Banister, D., Hickman, R., 2013. Transport futures: Thinking the unthinkable. *Transport Policy* 29, 283–293.
- Beck, M.J., Rose, J.M., 2016. The best of times and the worst of times: A new best–worst measure of attitudes toward public transport experiences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 86, 108–123.
- Beria, P., Grimaldi, R., Albalade, D., Bel, G., 2018. Delusions of success: Costs and demand of high-speed rail in Italy and Spain. *Transport Policy* 68, 63–79.
- Bernardino, J., Aggelakakis, A., Reichenbach, M., Vieira, J., Boile, M., Schippl, J., Christidis, P., Papanikolaou, A., Condeco, A., Garcia, H., Krail, M., 2015. Transport demand evolution in Europe – factors of change, scenarios and challenges. *Eur J Futures Res* 3, 13.
- BMDV, B. für D. und V., 2024a. Transeuropäische Verkehrsnetze (TEN-V).
- BMDV, B. für D. und V., 2024b. Transeuropäische Verkehrsnetze (TEN-V).
- Buch-Hansen, H., Wigger, A., 2010. Revisiting 50 years of market-making: The neoliberal transformation of European competition policy. *Review of International Political Economy* 17, 20–44.
- Bugarinovic, M., Boskovic, B., 2015. A systems approach to access charges in unbundling railways. *European Journal of Operational Research* 240, 848–860.
- Campos, J., de Rus, G., Barron, I., 2007. The cost of building and operating a new high speed rail line.
- Cao, J., Jin, T., Shou, T., Cheng, L., Liu, Z., Witlox, F., 2023. Investigating the Nonlinear Relationship Between Car Dependency and the Built Environment. *UP* 8.
- Cheng, Y., Loo, B.P.Y., Vickerman, R., 2015. High-speed rail networks, economic integration and regional specialisation in China and Europe. *Travel Behaviour and Society* 2, 1–14.
- Cordera, R., Sañudo, R., Echániz, E., Nogués, S., dell’Olio, L., 2023. Future scenarios for the European railway sector: A methodology based on past trends and a stated preference survey. *International Journal of Sustainable Transportation* 17, 148–162.
- DESTATIS, 2025a. VGR des Bundes - Bruttowertschöpfung, Bruttoinlandsprodukt (nominal/preisbereinigt), URL: <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/81000/table/81000-0001>
- DESTATIS, 2025b. Arbeitnehmer: Deutschland, Quartale, Inlands-/Inländerkonzept, Original- und bereinigte Daten, URL: <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/13321/table/13321-0003>

DESTATIS, 2025c. Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen (Inlandskonzept), URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabellen/arbeitnehmer-wirtschaftsbereiche.html>

Dwiatmoko, H., Hidayat, A.K., Supriyatno, D., Mudjanarko, S.W., Ramli, M.I., 2020. The influence of railway development on the Indonesian national economy: an input-output approach. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 419, 012104.

ECORYS TRANSPORT, CE Delft, 2005. Infrastructure expenditures and costs Practical guidelines to calculate total infrastructure costs for five modes of transport.

Engartner, T., 2008. Die Privatisierung der Deutschen Bahn: über die Implementierung marktorientierter Verkehrspolitik, 1. Aufl. ed. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Europäische Kommission (Ed.), 2005. Transeuropäisches Verkehrsnetz: TEN-V vorrangige Achsen und Projekte 2005. Amt für amtl. Veröff. der EG, Luxemburg.

Europäischer Rat, 2024. Eisenbahnpolitik. URL: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/rail-transport-policy/>

Europäisches Parlament, n.d. Transeuropäische Netze – Leitlinien. Kurzdarstellungen des Europäischen Parlaments.

European Commission. Directorate General for Mobility and Transport., M Five., TRT., 2019. The impact of Ten-T completion on growth, jobs and the environment: methodology and results : final report. Publications Office, LU.

European Council, 2021. Rat nimmt Fazilität „Connecting Europe“ 2.0, ein Leitprogramm der EU, an. URL: <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2021/06/14/eu-s-flagship-programme-connecting-europe-facility-2-0-adopted-by-the-council/>

European Court of Auditors., 2018. Europäisches Hochgeschwindigkeitsschiennetz: keine Realität, sondern ein unwirksamer Flickenteppich. Sonderbericht, Nr. 19, 2018. Publications Office, LU.

EUROPEAN Mobility Atlas: Facts and Figures about Transport and Mobility in Europe, 2021. . Heinrich-Böll-Stiftung European Union, Brussels.

European Parliament, 2024. Verkehrs- und Tourismuspolitik Schienenverkehr Schienenverkehr. URL: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/130/schienenverkehr>

Flyvbjerg, B., 2006. Five Misunderstandings About Case-Study Research. Qualitative Inquiry 12, 219–245.

Fratzcher, M., 2021. Schluss mit den gigantischen Subventionen für Kohle, Öl und Gas.

Gerring, J., 2006. Case Study Research: Principles and Practices. Cambridge University Press, Leiden.

Havertz, R., 2020. Ordoliberalism as Early Ideational Influence on European Economic Integration. JGP 13, 23–46.

Holzhey, 2010. Schiennetz 2025/2030 Ausbaukonzeption für einen leistungsfähigen Schienengüterverkehr in Deutschland (No. 42). Umweltbundesamt.

- Holzner, M., Weber, K., Zahid, M.U., Zangl, M., 2022. Environmental Impact Evaluation of a European High Speed Railway Network along the ‘European Silk Road’ ( No. 459), wiiw Research Report.
- Intraplan Consult GmbH, VIA Consulting & Development GmbH, TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH, SMA und Partner AG, 2022. Abschlussbericht zum Zielfahrplan Deutschlandtakt Grundlagen, Konzeptionierung und wirtschaftliche Bewertung.
- IPCC, 2018. Special report on the effects of global Warming of 1.5 °C.
- Janic, M., Jovanović, T., 2012. Estimating Some Social and Environmental Effects from Rail/Road Substitution in the Trans-European Transport Corridors. *PROMET* 24, 335–341.
- Keček, D., Brlek, P., Buntak, K., 2022. Economic effects of transport sectors on Croatian economy: an input–output approach. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 35, 2023–2038.
- Keseru, I., Coosemans, T., Macharis, C., 2019. Building Scenarios for the Future of Transport in Europe: The Mobility4EU Approach. In: Müller, B., Meyer, G. (Eds.), *Towards User-Centric Transport in Europe*, Lecture Notes in Mobility. Springer International Publishing, Cham, pp. 15–30.
- Lee, M.-K., Yoo, S.-H., 2016. The role of transportation sectors in the Korean national economy: An input-output analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 93, 13–22.
- Levine, L., 2009. Job Loss and Infrastructure Job Creation During the Recession (CRS Report for Congress No. 7–5700). Congressional Research Service.
- Lindner, L., 2022. Stand der technischen Harmonisierung der Eisenbahnsysteme in der Europäischen Union. *Bündnis Bahn für Alle*.
- Mattioli, G., Roberts, C., Steinberger, J.K., Brown, A., 2020. The political economy of car dependence: A systems of provision approach. *Energy Research & Social Science* 66, 101486.
- Mejia-Muñoz, S., Babidge, S., 2023. Lithium extractivism: perpetuating historical asymmetries in the ‘Green economy.’ *Third World Quarterly* 44, 1119–1136.
- Mohan, G., Boni, F., Rogers, S., Schaefer, F., Wang, Y., 2024. De-risking, re-balancing and recentralising: Intra-state relations in Chinese-backed transport infrastructure projects in Europe. *Political Geography* 113, 103152.
- Pagliara, F., Vassallo, J.M., Román, C., 2012. High-Speed Rail versus Air Transportation: Case Study of Madrid–Barcelona, Spain. *Transportation Research Record* 2289, 10–17.
- Pyataev, M., 2019. Rail transport in the system of Russian national input-output tables. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 403, 012215.
- Rabe, W., Gippner, O., 2017. Perceptions of China’s outward foreign direct investment in European critical infrastructure and strategic industries. *Int Polit* 54, 468–486.
- Raczyński, J., 2021. Trans-European railway high-speed: master plan study : phase 2 : a general background to support further required studies. United Nations, Geneva.
- Rosell, F., Codina, E., 2020. A model that assesses proposals for infrastructure improvement and capacity expansion on a mixed railway network. *Transportation Research Procedia* 47, 441–448.

Rudolph, F., Riach, N., Kees, 2023. Development of Transport Infrastructure in Europe: Exploring the shrinking and expansion of railways, motorways and airports. T3 Transportation Think Tank/Wuppertal Institute, Berlin/Wuppertal.

Sañudo, R., Echaniz, E., Alonso, B., Cordera, R., 2019. Addressing the Importance of Service Attributes in Railways. Sustainability 11, 3411.

Schade, W., Rothengatter, W., Stich, M., Streif, M., Himmelsbach, M., Lindberg, N., Stasio, C. de, Fermi, F., Maffii, S., Zani, L., 2022. Analysis accompanying the impact assessment for the revision of Regulation (EU) N° 1315/2013 on Union guidelines for the development of the trans-European transport network: final report. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Susilo, Y.O., Cats, O., 2014. Exploring key determinants of travel satisfaction for multi-modal trips by different traveler groups. Transportation Research Part A: Policy and Practice 67, 366–380.

Van Der Vleuten, E., Anastasiadou, I., Lagendijk, V., Schipper, F., 2007. Europe's System Builders: The Contested Shaping of Transnational Road, Electricity and Rail Networks. Contemp. Eur. Hist. 16, 321.

VCÖ, Wien, Österreich, 2017. Ausgeblendete Kosten des Verkehrs ( No. 3), Mobilität mit Zukunft.

Wang-Helmreich, Hanna, Obergassel, Wolfgang, Lah, Oliver, 2022. Moving transport to net zero : what it takes to decarbonise the global transport sector 1527 KB, 32 pages.

Weisbrod, G., Cutler, D., Duncan, C., 2014. Economic Impact of Public Transportation Investment. American Public Transportation Association (APTA).

Xin, X., Li, M., 2017. Correlation Analysis of China's Urban Rail Transit Industry. Period. Polytech. Transp. Eng. 45, 148.

Zhao, B., Wang, N., Wang, Y., 2022. The role of different transportation modes in China's national economy: An input–output analysis. Transport Policy 127, 92–102.