
FRÜHJAHR- GUTACHTEN 2024

15. Mai 2024

Mitglieder des Sachverständigenrates

Prof. Dr. Veronika Grimm

Prof. Dr. mult. Dr. h.c. Ulrike Malmendier

Prof. Dr. Dr. h.c. Monika Schnitzer, Vorsitzende

Prof. Dr. Achim Truger

Prof. Dr. Martin Werding

Dieses Frühjahrsgutachten beruht auch auf der sachkundigen und engagierten Arbeit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des wissenschaftlichen Stabes sowie der Geschäftsstelle des Sachverständigenrates.

Wissenschaftlicher Stab

Sylwia Bialek-Gregory, Ph.D. • Prof. Dr. Christian Breuer • Dr. João C. Claudio • Dr. Niklas Garnadt •

Michael Kogler, Ph.D. • Dr. Thilo Kroeger • Lukas Nöh, Ph.D. • Dr. Christian Ochsner, M.A. •

Dr. Lars Other • Veronika Püschel, M.Sc. • Dr. Benedikt Runschke • Dr. Leonard Salzmänn •

Claudia Schaffranka, M.A. • Dr. Milena Schwarz • Dr. Lenard Paul Simon • Balint Tatar, M.Sc. •

Dipl.-Betriebswirtin (FH) Nadine Winkelhaus • Dr. Christopher Zuber

Geschäftsstelle

Dipl.-Betriebswirtin (FH) Adina Ehm • Jasmin Frey • Waldemar Hamm, M.Sc. • Dipl.-Volkswirtin Birgit Hein •

Lena Hemes • Maximilian Lücke, M.Sc. • Volker Schmitt • Esther Thiel

Impressum

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

c/o Statistisches Bundesamt

65180 Wiesbaden

Tel.: 0049 611 / 75 2390

E-Mail: info@svr-wirtschaft.de

Internet: www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de

Abgeschlossen am 3. Mai 2024, 16:00 Uhr

© Sachverständigenrat

VORWORT

Mit dem vorliegenden Frühjahrsgutachten 2024 geht der Sachverständigenrat Wirtschaft zu einem neuen Veröffentlichungsrhythmus über. Künftig wird es zusätzlich zum gewohnten Jahresgutachten im November im Mai ein Gutachten geben, das neben einer Konjunkturprognose weitere Kapitel zu wirtschaftspolitischen Themen enthält. Formal sind diese Kapitel eine Vorabveröffentlichung des nachfolgenden Jahresgutachtens. Dies ermöglicht es, im Jahresverlauf zeitnäher auf wirtschaftliche Entwicklungen und aktuelle Themen zu reagieren. Durch den von März auf Mai verlegten Veröffentlichungstermin werden die beiden Konjunkturprognosen des Sachverständigenrates nun in halbjährlichem Abstand veröffentlicht. Das erste Frühjahrsgutachten 2024 enthält neben der Konjunkturprognose für die Jahre 2024 sowie 2025 ein Kapitel mit dem Titel „Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung“.

Prof. Dr. Achim Truger wurde vom Bundespräsidenten für eine weitere Amtsperiode von März 2024 bis Ende Februar 2029 zum Mitglied des Sachverständigenrates ernannt.

Prof. Dr. Veronika Grimm wurde am 26.02.2024 von der Hauptversammlung der Siemens Energy AG zum Mitglied des Aufsichtsrates gewählt.

Dieses Gutachten beruht ganz wesentlich auf der sachkundigen und engagierten Arbeit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des wissenschaftlichen Stabes:

Sylwia Bialek-Gregory, Ph.D. (Teamleiterin), Prof. Dr. Christian Breuer, Dr. João Carlos Claudio, Dr. Niklas Garnadt (Generalsekretär), Michael Kogler, Ph.D., Dr. Thilo Kroeger, Lukas Nöh, Ph.D. (Teamleiter), Dr. Christian Ochsner, M.A., Dr. Lars Other (stellvertretender Generalsekretär), Veronika Püschel, M.Sc., Dr. Benedikt Runschke, Dr. Leonard Salzmänn, Claudia Schaffranka, M.A., Dr. Milena Schwarz, Dr. Lenard Paul Simon, Balint Tatar, M.Sc., Dipl.-Betriebswirtin (FH) Nadine Winkelhaus und Dr. Christopher Zuber;

unterstützt von der Geschäftsstelle:

Dipl.-Betriebswirtin (FH) Adina Ehm, Jasmin Frey, Waldemar Hamm, M.Sc., Dipl.-Volkswirtin Birgit Hein, Lena Hemes, Maximilian Lücke, M.Sc., Volker Schmitt und Esther Thiel;

sowie den Praktikantinnen und Praktikanten:

Johannes Boeckh, Bjarne Duckert, Sebastian Hirsch (Werkstudent), Sebastian Kleine Kuhlmann, Friederike Leier, Vitus Rennert und Kathrin Schmidt.

Der Sachverständigenrat dankt dem Statistischen Bundesamt für die ausgezeichnete Zusammenarbeit und wertvolle Unterstützung insbesondere durch die Kapitelbetreuerinnen und Kapitelbetreuer.

Im März 2024 hat der Sachverständigenrat mit leitenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) aktuelle Fragestellungen zur Verkehrsinfrastruktur und zum Güterverkehr diskutiert.

Besonderer Dank gilt Dr. Sebastian Wolff und Georg Balke, M.Sc., von der TU München für die intensive Diskussion ihrer Forschungsergebnisse mit den Ratsmitgliedern und die Abbildungen und Daten zu den Gesamtbetriebskosten verschiedener LKW-Antriebe sowie zum Aufbau eines AFIR-konformen Ladenetzes, die sie dem Sachverständigenrat Wirtschaft zur Verfügung gestellt haben.

Prof. Dr. Ludger Frerichs (TU Braunschweig), Prof. Dr. Stefanie Marker (TU Berlin), Dr.-Ing. Stephan Schmid (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt/DLR), Dipl.-Ing. Fabian Schmitt (RWTH Aachen) sowie Dr. Sebastian Wolff und Georg Balke, M.Sc. (TU München) präsentierten und diskutierten die Ergebnisse ihrer Forschung im Rahmen eines Workshops zum Thema Antriebstechnologien und Energieinfrastruktur im Straßengüterverkehr mit einem Mitglied des Sachverständigenrates sowie dem wissenschaftlichen Stab.

Wir danken dem ADAC, der Bundesnetzagentur, dem ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, dem International Council on Clean Transportation, der Nationalen Plattform Mobilität, der NOW GmbH, dem Öko-Institut, der RWTH Aachen (insbesondere Prof. Dr. Dirk Uwe Sauer, Dr. Ivan Mareev und Jan Becker), Johannes Wirth (Technische Universität Nürnberg), Xiaoyu Zhou (FAU Erlangen-Nürnberg) sowie dem Umweltbundesamt für die Daten, die sie dem Sachverständigenrat Wirtschaft zur Verfügung gestellt bzw. recherchiert haben.

Unser Dank gilt allen, mit denen sich der wissenschaftliche Stab des Sachverständigenrates sowie einige Ratsmitglieder in Vorbereitung auf das Frühjahrsgutachten ausgetauscht haben, um unterschiedliche Fragestellungen zu diskutieren: der Australischen Botschaft in Deutschland, Bloomberg Economics, dem Conseil d'analyse économique, der Deutschen Bundesbank, dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband (DSGV), dem wissenschaftlichen Stab der Monopolkommission, Dr. Ing. Hans-Jörg Belitz (E.ON), Nils Beuck (DSL: Bundesverband Spedition und Logistik), Prof. Dr. Felix Creutzig (TU Berlin), Ingo Diefenbach (E.ON), Lutz Eckenroth (E.ON), Eilebrecht (E.ON), Carl-Friedrich Elmer (Agora Verkehrswende), Michael Fugel (DB Cargo), Dr. Andreas Geißler (Allianz pro Schiene), Melissa Grünnewig (MAN Truck & Bus SE), Prof. Dr. Gernot Liedtke (Institut für Verkehrsforschung/DLR), Johannes Löhr (Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur/NLL), Franz Loogen (e-mobil BW GmbH), Janiko Lüthje (E.ON), Florian Hacker (Öko-Institut), Christian Hochfeld (Agora Verkehrswende), Manuel Kallweit (Verband der Automobilindustrie), Axel Kießling (TenneT), Ulrich Leister (DB E.C.O. North America), Urs Maier (Agora Verkehrswende), René Mono (E.ON), Dr. Sigrid Evelyn Nikutta (DB Cargo AG), Lars Nolting (TenneT), Daniela Paitzies (Deutsches Verkehrsforum), Johannes Pallasch (Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur/NLL), Sascha Pfeifer (Verband der Automobilindustrie/VDA), Philipp Prinz (e-mobil BW GmbH), Eduard Rachmanin (NOW GmbH), Andreas Rade (Verband der Automobilindustrie/VDA), David Riemenschneider (E.ON), Anna Raiß (TenneT), Felipe Rodriguez (International Council on Clean

Transportation), Dr.-Ing. Stefan Rudi (Forschungszentrum Jülich GmbH), Götz Schneider (Verband der Automobilindustrie/VDA), Manfred Schuckert (Daimler Trucks/VDA), Christoph Schuler (MAN Truck & Bus SE), Jörg Stephan (BMDV), Jan Strobel (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft/BDEW) und Erdem Uzun (TenneT).

Der Sachverständigenrat weist darauf hin, dass die im Gutachten dargelegten Positionen nicht notwendigerweise die Meinungen der oben genannten Personen wiedergeben.

Wiesbaden, 15. Mai 2024

Veronika Grimm

Ulrike Malmendier

Monika Schnitzer

Achim Truger

Martin Werding

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung

Frühjahrgutachten 2024	1
1. Erholung der deutschen Wirtschaft verzögert sich weiter	1
2. Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung	2

Erstes Kapitel

Erholung der deutschen Wirtschaft verzögert sich weiter	6
I. Kurzfassung	8
II. Internationale Konjunktur	11
1. Aufschwung der Weltwirtschaft in Sicht	12
2. Rückgang der Inflation verlangsamt sich	17
3. Chancen und Risiken: Geopolitische Spannungen und hartnäckige Inflation	21
III. Euro-Raum	23
1. Wirtschaft steht vor langsamer Erholung	23
2. Inflationsrate bereits nah am Ziel	29
3. Chancen und Risiken: Inflationsentwicklung könnte die geldpolitische Lockerung verzögern	34
IV. Deutschland	35
1. Konjunktur stabilisiert sich	35
→ Konsumausgaben	39
→ Investitionen	41
→ Außenhandel	43
2. Inflation auf Kurs, Kerninflation weiterhin erhöht	46
3. Chancen und Risiken: Haushaltspolitik und Konsumneigung	47
4. Demografischer Wandel und geringe Reallokation prägen den Arbeitsmarkt	48
5. Neuausrichtung der öffentlichen Finanzen nach den Krisen	51
6. Mittelfristiges Wachstum weiterhin gedämpft	53
Anhang	55
Literatur	60

Zweites Kapitel

Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung

	64
I. Einleitung	66
II. Ausgangslage: Güterverkehr in Deutschland und Europa	70
1. Struktur des bestehenden Güterverkehrs	70
2. Herausforderung: Verkehrsinfrastruktur	75
3. Herausforderung: Dekarbonisierung	83
4. Regulatorischer Rahmen für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs	85
→ CO ₂ -spezifische Regulierung im Straßengüterverkehr	86
→ Kosten für Infrastrukturnutzung und Energie im Schienengüterverkehr	87
III. Strategien zur Dekarbonisierung des Güterverkehrs	89
1. Gütertransporte auf Schiene und Wasserstraße verlagern	89
→ Geringes nachfrageseitiges Verlagerungspotenzial	90
→ Verlagerung durch geringe Kapazität und Effizienz im Schienengüterverkehr nur eingeschränkt möglich	92
2. Straßengüterverkehr dekarbonisieren	95
→ BE-LKW mit höchster Marktreife für den Einsatz im Straßengüterverkehr	95
→ Alternative Antriebe können gegenüber dem Diesel zeitnah Wirtschaftlichkeit erreichen	99
→ Alternative Antriebe benötigen eine alternative Energieinfrastruktur	103
IV. Maßnahmen: Reformoptionen für den Güterverkehr der Zukunft	110
1. Hemmnisse bei der Modernisierung der Infrastruktur abbauen	110
2. Schienengüterverkehr stärken	112
→ Effizienz und Kapazität im Schienengüterverkehr steigern	113
→ Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs erhöhen	114
3. Energieinfrastruktur für alternative Antriebe aufbauen	116
→ Technologieoffen bleiben – öffentliche Mittel effizient priorisieren	120
Eine andere Meinung	125
Anhang	136
→ Europäischer Schienengüterverkehr	136
→ Hintergrund zu Berechnungen des Strombedarfs für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs	137
→ Hintergrund zur Berechnung des Internalisierungsgrads im Straßengüterverkehr im Jahr 2024	138
→ Langfristige Optionen zur Steigerung der Kapazität im Schienengüterverkehr	140
Literatur	145

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN IM TEXT

1	Konjunktureller Ausblick für Deutschland und Europa	8
2	Bestimmende Faktoren für die Prognose	9
3	Globales Wachstum und Einkaufsmanagerindizes	11
4	Regionale Beiträge zum globalen Wachstum von Industrieproduktion und Warenhandel	12
5	Entwicklung der globalen Frachtkosten und regionale Verteilung	13
6	Verbraucherpreisinflation	16
7	Inflation und Lohnwachstum in ausgewählten Volkswirtschaften	17
8	Energiepreise und Leitzinsen	18
9	Prognosefehler für die Inflation in 50 Ländern	20
10	Geopolitische Unsicherheit	21
11	BIP-Wachstum im Euro-Raum stagniert im 2. Halbjahr 2023, Volkswirtschaften mit hohem Offenheitsgrad wuchsen vergleichsweise schwach	24
12	Robuster Arbeitsmarkt sorgt weiterhin für dynamisches Nominallohnwachstum im Euro-Raum	27
13	Echtzeit- und Vorlaufindikatoren signalisieren eine leichte Erholung der Wirtschaft im Euro-Raum	28
14	HVPI-Inflation im Euro-Raum im Vergleich zum Vorjahreszeitraum stark rückläufig, Dienstleistungen leisten weiterhin den größten Beitrag	30
15	Einfache Zinsregeln legen eine baldige und allmähliche Senkung der Leitzinsen nahe	32
16	Diskrepanz zwischen Bruttowertschöpfung und Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	36
17	Konjunkturindikatoren in Deutschland	37
18	Voraussichtliche Entwicklung in Deutschland	39
19	Konsumindikatoren in Deutschland	40
20	Investitionsindikatoren	42
21	Exportindikator und preisliche Wettbewerbsfähigkeit	44
22	Inflation in Deutschland	47
23	Entwicklung des Arbeitsmarkts	48
24	Kaum Reallokation am Arbeitsmarkt	49
25	Entwicklung der öffentlichen Finanzen	52
26	Wachstumsbeiträge der Komponenten des Produktionspotenzials und des Arbeitsvolumens	53
27	Komponenten des Bruttoinlandsprodukts	58
28	Wirtschaftliche Bedeutung des Güterverkehrs	66
29	Güterverkehrsaufkommen und Güterverkehrsleistung nach Transportmitteln	71
30	Verkehrsleistung nach Verkehrsmitteln und Gütern im Jahr 2022	72
31	Modal Split im Inlandsgüterverkehr in Europa im Jahr 2022	73
32	Externe marginale Kosten und deren Internalisierung im Güterverkehr im Jahr 2016	74
33	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) auf den Bundesautobahnen im Jahr 2021	75
34	Güterverkehrsleistungen und Anteile der Verkehrsträger in Deutschland	76
35	Güterverkehrsleistung je km Verkehrsweg	77
36	Zustand der Straßen und Brücken auf Bundesfernstraßen	78
37	Zustandsnoten nach Anlagentypen für das Gesamtnetz der Bahn im Jahr 2022	79
38	Entwicklung der Verkehrsausgaben des Bundes und des Modernitätsgrads	80

39	Infrastrukturinvestitionen je Leistungskilometer im Jahr 2020 im internationalen Vergleich	81
40	Emissionen des Verkehrs	84
41	Entwicklung der anteiligen THG-Emissionen im Verkehr nach Verkehrsmittel	85
42	Trassenentgelte im Schienengüterverkehr in europäischen Ländern im Jahr 2021	87
43	Fahrstromkosten im Schienenverkehr	88
44	Gütertransport in standardisierten Transporteinheiten und Verlagerungspotenzial	91
45	Wettbewerb und Pünktlichkeit im Schienenverkehr	93
46	Gesamtbetriebskosten nach Fahrleistung und Reichweite	100
47	Schätzungen der Gesamtbetriebskosten verschiedener LKW-Antriebsarten im Jahr 2030	102
48	Ladeszenarien mit empfohlener Ladeleistung für BE-LKW	104
49	Szenarien für den Schwerlastverkehr und Endenergiebedarf für Nutzfahrzeuge in Deutschland	128
50	Energiekosten beeinflussen zukünftige Wirtschaftlichkeit	130
51	Fertigungskapazitäten für mobile Brennstoffzellen nach Ländern/Regionen gemäß angekündigten Projekten und dem IEA-Netto-Null-Emissions-Szenario 2050	131
52	Prognostizierter Wasserstoffbedarf im Jahr 2030 nach Sektoren in ausgewählten Systemstudien	134
53	Europäische Güterverkehrskorridore	136
54	AFIR-konformes Ladenetz entlang des TEN-V-Kernnetzes	142
55	Verteilung der Streckenlängen von LKW-Fahrten in der EU im Jahr 2030	143
56	Prognosen zum zukünftigen Modal Split im Güterverkehr	143

VERZEICHNIS DER TABELLEN IM TEXT

1	Bruttoinlandsprodukt und Verbraucherpreise ausgewählter Länder	14
2	Reale Konsumausgaben und verfügbares Realeinkommen privater Haushalte	25
3	Bruttoinlandsprodukt, Verbraucherpreise und Erwerbslosenquote im Euro-Raum	29
4	Prognoseannahmen	34
5	Wirtschaftliche Eckdaten	45
6	Arbeitsmarkt in Deutschland	50
7	Komponenten der Wachstumsprognose des Bruttoinlandsprodukts (in %)	55
8	Wachstumsbeiträge zum Bruttoinlandsprodukt nach Verwendungskomponenten	55
9	Die wichtigsten Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen für Deutschland	56
10	Einnahmen und Ausgaben des Staates sowie finanzpolitische Kennziffern	59
11	Alternative Antriebstechnologien für LKW und ihr Beitrag zur Dekarbonisierung des Güterverkehrs	122
12	Strategie und Marktgebiet der zehn größten LKW-Hersteller weltweit	132
13	Verkehrsmittel im Güterverkehr unterscheiden sich stark in ihrer Emissionsintensität	144

VERZEICHNIS DER KÄSTEN IM TEXT

1	Fokus: Die großen Volkswirtschaften USA und China	15
2	Analyse: Evaluation der Inflationsprognosen des Sachverständigenrates	20
3	Analyse: Auswirkungen von Veränderungen der verfügbaren preisbereinigten Einkommen auf den preisbereinigten Konsum privater Haushalte	25
4	Analyse: Geldpolitische Einordnung (r^* und Zinsregeln)	31
5	Prognoseannahmen für den Euro-Raum und Deutschland	33
6	Hintergrund: Zur Diskrepanz zwischen dem Produktionsindex und der Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe	36
7	Hintergrund: Wettbewerbsfähigkeit der Exporte Deutschlands gegenüber China	43
8	Fokus: Anhaltendes Labour Hoarding im deutschen Arbeitsmarkt	49
9	Hintergrund: Methodische Änderungen in der Bevölkerungsprojektion	54
10	Hintergrund: Externalitäten und Kosteninternalisierung im Güterverkehr	73
11	Hintergrund: Zustand der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland	77
12	Fokus: Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Infrastrukturzustands	82
13	Fokus: Gesamtwirtschaftliche Effekte der Dekarbonisierung des Güterverkehrs	88
14	Hintergrund: Die Deutsche Bahn AG	93
15	Hintergrund: Alternative Antriebstechnologien für LKW	98
16	Fokus: Wechselwirkungen zwischen Stromsystem und Hochlauf der Elektromobilität	105
17	Hintergrund: Wasserstoff-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr	107
18	Hintergrund: Europäische Anforderungen an den Aufbau der Versorgungsinfrastruktur für alternative Kraftstoffe	109

VERZEICHNIS DER PLUSTEXTE IM TEXT

1	Begrifflichkeiten: Güterverkehr in Deutschland	70
2	Hintergrund: Bundesverkehrswegeplan (BVWP) als zentrales Instrument der Verkehrsinfrastrukturplanung	80
3	Begriffserklärung: Total Costs of Ownership (TCO)	99
4	Hintergrund: Bestimmung der erforderlichen Ausgaben für die Verkehrsinfrastruktur	111
5	Hintergrund: Staatliche Förderung für emissionsarme Nutzfahrzeuge	116

Abkürzungen

AFIR	-	Alternative Fuels Infrastructure Regulation
ATO	-	Automatic Train Operation Technologies
BE	-	Batterieelektrisch
BE-LKW	-	Batterieelektrische LKW
BEV	-	vollständig batteriebetriebene Fahrzeuge
BIP	-	Bruttoinlandsprodukt
BMDV	-	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWi	-	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Abkürzung vor 08.12.2021)
BMWK	-	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Abkürzung seit 08.12.2021)
BSWAG	-	Bundesschienenwegeausbaugesetz
BVerfG	-	Bundesverfassungsgericht
BVWP	-	Bundesverkehrswegeplan
BWS	-	Bruttowertschöpfung
CCS	-	Combined Charging System
CO ₂	-	Kohlenstoffdioxid
CPB	-	niederländisches Centraal Planbureau
DAK	-	Digitale Automatische Kupplung
DB AG	-	Deutsche Bahn AG
dena	-	Deutsche Energie-Agentur
DIHK	-	Deutsche Industrie und Handelskammer
DLR	-	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DSD	-	Digitale Schiene Deutschland
EEG	-	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEX	-	Europäische Energiebörse
E-Fuels	-	Synthetische Kraftstoffe aus erneuerbarem Strom
EGIX	-	European Gas Index
ERTMS	-	European Rail Traffic Management System
ESR	-	European Effort Sharing Regulation
ETCS	-	European Train Control System
ETS	-	Emissions Trading Scheme
EU	-	Europäische Union
EU-ETS (II)	-	European Union Emissions Trading System (II)
Eurostat	-	Statistisches Amt der Europäischen Union
EZB	-	Europäische Zentralbank
FCE	-	Fuel Cell Electric
FCE-LKW	-	Fuel Cell Electric-LKW
FCEV	-	Brennstoffzellenfahrzeuge
Fed	-	Federal Reserve, US-amerikanische Notenbank
FuE	-	Forschung und Entwicklung
GmbH	-	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GW	-	Gigawatt
HCOB	-	Hamburg Commercial Bank
HVPI	-	Harmonisierter Verbraucherpreisindex
IAB	-	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IAM	-	Integrated Assessment Model
ICE	-	Intercity-Express
IEA	-	Internationale Energieagentur

Abkürzungen

IEC	-	International Electrotechnical Commission
IFGs	-	Investitionsfördergesellschaften
ifo	-	ifo Institut für Wirtschaftsforschung
ILO	-	International Labour Organization
ITU	-	Intermodal Transport Units
IWF	-	Internationaler Währungsfonds
JG	-	Jahresgutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
Kfz	-	Kraftfahrzeug
KI	-	Künstliche Intelligenz
KsNI	-	Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur
KTF	-	Klima- und Transformationsfonds
kW	-	Kilowatt
kWh	-	Kilowattstunde
KWKG	-	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
Lkm	-	Leistungskilometer
LKW	-	Lastkraftwagen
LHI	-	Labour Hoarding Indicator
LNG	-	Flüssigerdgas
LuFV	-	Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung
LVInfraGO	-	Leistungsvereinbarung InfraGO
MCS	-	Megawatt Charging System
MW	-	Megawatt
MWh	-	Megawattstunde
NASA	-	National Aeronautics and Space Administration
NATO	-	North Atlantic Treaty Organization
NBS	-	Staatliches Amt für Statistik der Volksrepublik China
nEHS	-	nationales Emissionshandelssystem
NLL	-	Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur
NWR	-	Nationaler Wasserstoffrat
OECD	-	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OPEC	-	Organisation erdölexportierender Länder
OSS	-	One-Stop Shops
PCCI	-	Persistent and Common Component of Inflation
PIK	-	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
PJ	-	Petajoule
PKW	-	Personenkraftwagen
PMI	-	Purchasing Managers' Index
PtG	-	Power-to-Gas
PtL	-	Power-to-Liquid
PV	-	Photovoltaik
SG	-	Sondergutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
SVR Wirtschaft	-	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
TCO	-	Total Costs of Ownership
TEN-V-Netz	-	Transeuropäisches Verkehrsnetz
TFP	-	Totale Faktorproduktivität
THE	-	Trading Hub Europe
THG	-	Treibhausgas

Abkürzungen

tkm	-	Tonnenkilometer
TRL	-	Technology Readiness Level
TSI	-	Technische Spezifikation der Interoperabilität
TWh	-	Terawattstunde
US	-	United States
VGR	-	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
VPI	-	Verbraucherpreisindex

GLOSSAR

Bruttoinlandsprodukt (BIP) – Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist ein zentrales Maß für die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft oder Wirtschaftsregion in einem bestimmten Zeitraum. Dabei werden alle innerhalb der geografischen Grenzen einer Volkswirtschaft in einer Periode erstellten und zu Marktpreisen bewerteten Waren und Dienstleistungen einbezogen, soweit diese nicht als Vorleistungen für die Produktion anderer Waren und Dienstleistungen verwendet werden. Zum zeitlichen Vergleich der wirtschaftlichen Leistungskraft einer Volkswirtschaft wird üblicherweise das reale Bruttoinlandsprodukt verwendet, das nicht in laufenden Preisen gemessen wird, sondern in konstanten Preisen eines bestimmten Basisjahres. (Quelle: Deutsche Bundesbank)

Eingebundener Verkehr – In das Netz eingebundener Verkehr bezeichnet Zugverkehr, der mit anderen Verkehren (Zügen) verknüpft ist. Beispielsweise Umsteigeverkehr oder die Verknüpfung von Güterzügen mit selbem Ziel aber unterschiedlicher Herkunft. (Quelle: Deutscher Bundestag Drucksache 17/3057 und § 52 Abs. 7 ERegG)

Einzelwagenverkehr – Im Einzelwagenverkehr werden einzelne Wagen oder Wagengruppen von verschiedenen Versendern aus einer Region zu einem Gesamtzug zusammengefasst und in eine Zielregion verbracht. Diese Wagen werden am Verladebahnhof oder bei einem Unternehmen mit Gleisanschluss beladen und zu einem sog. Zugbildungsbahnhof transportiert. Dort werden sie in zu einem Güterzug gebündelt und anschließend zu einem Zugbildungsbahnhof in der Zielregion befördert von wo sie schließlich verteilt werden. (Quelle: Railcargo und Verband deutscher Verkehrsunternehmen)

Fortgeschrittene Volkswirtschaft – Es existiert keine allgemeingültige Abgrenzung zwischen fortgeschrittenen Volkswirtschaften und Schwellen- und Entwicklungsländern. Im Herbst 2022 klassifiziert der IWF 40 Staaten als fortgeschrittene Volkswirtschaften (IWF WEO 2022 Autumn). Die Abgrenzung basiert größtenteils auf ökonomischen Indikatoren wie etwa einem hohen BIP pro Kopf, dem Export von diversifizierten Gütern und Dienstleistungen sowie einer größeren Integration in das globale Finanzsystem. Die restlichen Staaten werden als Schwellen- und Entwicklungsländer klassifiziert. (Quelle: Internationaler Währungsfonds, IWF)

Grenzkosten – Kosten, die entstehen, wenn eine zusätzliche Einheit produziert wird. Auch marginale Kosten genannt. (Quelle: Eigene Definition)

Neutraler Zins – Realzinssatz, der mit einem Produktions- und Beschäftigungsniveau vereinbar ist, was wiederum zu einer stabilen Inflationsrate in Höhe des Inflationsziels führt. (Quelle: Federal Reserve Bank of San Francisco)

Opec+ Staaten – Abkürzung für Organization of the Petroleum Exporting Countries, deutsch Organisation Erdöl exportierender Staaten, am 14. September 1960 in Bagdad von Irak, Iran, Kuwait, Saudi-Arabien und Venezuela gegründete Organisation, um eine gemeinsame Erdölpolitik zu betreiben und das Preisdiktat der multinationalen Erdölgesellschaften zu durchbrechen. Die OPEC-Staaten kooperieren zudem mit Staaten, die nicht formal der Organisation angehören, wie etwa Russland oder Mexiko. Diese Kooperation wird häufig mit OPEC+ bezeichnet. (Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung)

Statistischer Überhang – Der statistische Überhang ist die jahresdurchschnittliche Zuwachsrate des saison- und kalenderbereinigten Bruttoinlandsprodukts, die sich bereits ergibt, wenn die Höhe des Bruttoinlandsprodukts im vierten Quartal eines bestimmten Jahres t auch im gesamten darauffolgenden Jahr $t + 1$ unverändert bleibt. Der Überhang entspricht der prozentualen Differenz zwischen dem absoluten Niveau des Bruttoinlandsprodukts im letzten Quartal des Jahres t und dem durchschnittlichen Niveau der Quartale im Jahr t . (Quelle: JG 2005 Kasten 5)

Schwellen- und Entwicklungsland – Siehe fortgeschrittene Volkswirtschaften.

Totale Faktorproduktivität (TFP) – Die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung kann durch einfaktorische oder mehrfaktorische Produktivitätsmaße gemessen werden. Bei einem mehrfaktorischen Produktivitätsmaß betrachtet man die Outputgröße in Relation zu allen Inputfaktoren und nimmt meist eine spezifische Produktionsfunktion an. Die Residualgröße wird als Totale Faktorproduktivität bezeichnet. (Quelle: JG 2015 Kasten 22)

Vertakteter Verkehr – Vertakteter Verkehr bezeichnet Eisenbahnverkehrsdienste, die auf demselben Weg am selben Tag mindestens viermal und höchstens in zweistündigem Abstand grundsätzlich zur gleichen Minute durchgeführt werden. (Quelle: ERegG §1)

Vertikal integrierter Konzern – Ein Konzern, innerhalb dessen durch Unternehmenszusammenschlüsse mehrere vor- oder nachgelagerte Produktionsstufen ausgeführt werden. (Quelle: Deutsches Institut für Marketing)

Vorratsveränderungen – In den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen sind die Veränderungen der Vorratsbestände ein Bestandteil der Verwendungsrechnung des Bruttoinlandsprodukts (BIP). Die Vorräte umfassen Vorleistungsgüter, unfertige Erzeugnisse, Fertigerzeugnisse und Handelswaren. Als Datengrundlage für die Vorratsveränderungen dienen die jährlichen Strukturerhebungen der Unternehmen. Zusätzlich fließt die zum Teil deutlich größere statistische Abweichung der Entstehungsrechnung des BIP von der Verwendungsrechnung in die gesamtwirtschaftlichen Vorratsveränderungen mit ein. (Quelle: Statistisches Bundesamt)



FRÜHJAHRSGUTACHTEN 2024

1. Erholung der deutschen Wirtschaft verzögert sich weiter
2. Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung

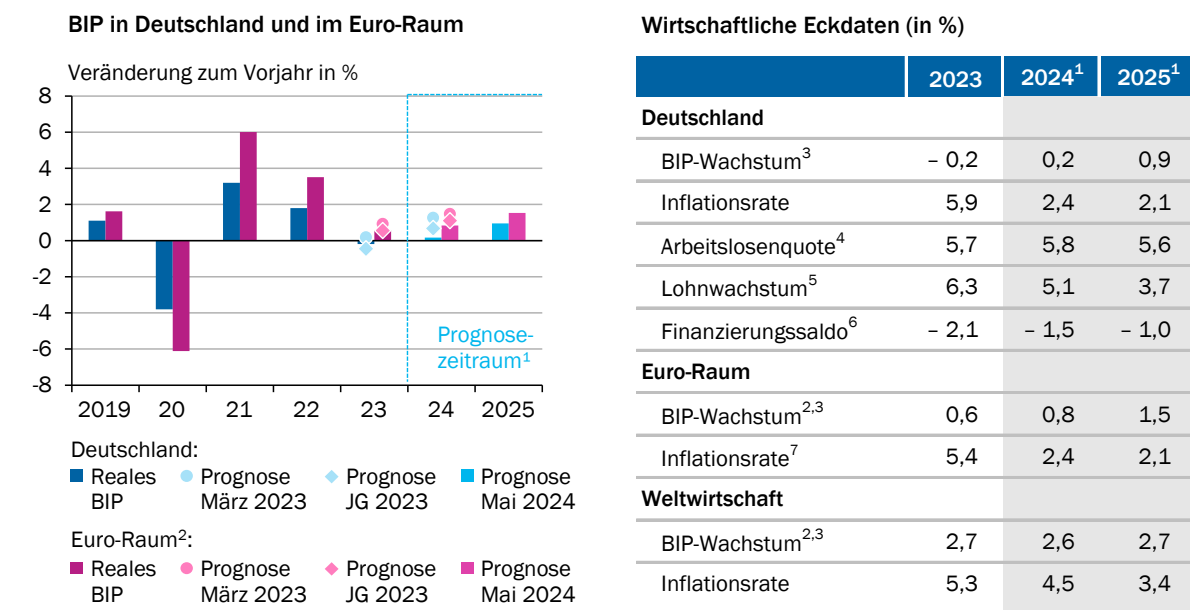
1. Im vorliegenden Frühjahrsgutachten präsentiert der Sachverständigenrat die aktuelle **Konjunkturprognose für die Jahre 2024 sowie 2025**. In einem zweiten Kapitel diskutiert der Sachverständigenrat die Herausforderungen für den **Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung**.

1. Erholung der deutschen Wirtschaft verzögert sich weiter

2. Nachdem das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der deutschen Volkswirtschaft im vergangenen Jahr preisbereinigt um 0,2 % zurückgegangen ist, erwartet der Sachverständigenrat für **dieses Jahr nur ein geringes BIP-Wachstum von 0,2 %**. [↘ ABBILDUNG K1 LINKS](#) [↘ ZIFFER 36](#) Allerdings ist davon auszugehen, dass die deutsche Wirtschaft im Jahresverlauf etwas an Fahrt gewinnt. So dürften die Inflation zurückgehen und die Nominallöhne steigen, [↘ ABBILDUNG K1 RECHTS](#) sodass ein anhaltendes Wachstum der Realeinkommen im Verlauf des Jahres 2024 zu einer moderaten Belebung der privaten Konsumausgaben führt. [↘ ZIFFER 38](#) **Im Jahr 2025** ist darüber hinaus damit zu rechnen, dass die Investitionen das Wachstum stützen und die deutsche Volkswirtschaft **um 0,9 % wachsen** dürfte.
3. Die **Verbraucherpreisinflation** in Deutschland hat sich **weiter verlangsamt**. Vor allem die Energie- und Importpreise sind deutlich gesunken, und die Geldpolitik wirkt restriktiv auf die gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Der Sachverständigenrat rechnet beim nationalen Verbraucherpreisindex **in den Jahren 2024 und 2025** mit Steigerungsraten **von 2,4 % bzw. 2,1 %**, nachdem die Inflation im vergangenen Jahr noch bei 5,9 % lag. Der erhöhte heimische Preisdruck infolge gestiegener Arbeitskosten verhindert allerdings eine schnellere Normalisierung der Inflationsraten. [↘ ZIFFER 47](#) Bei der Kerninflation ist mit Raten von 3,0 % im Jahr 2024 und 2,4 % im Jahr 2025 zu rechnen. Die Inflation im Euro-Raum ist ebenfalls deutlich zurückgegangen. [↘ ZIFFER 26](#) Daher ist davon auszugehen, dass die geldpolitische Straffung ihren Höhepunkt erreicht hat und es im Jahresverlauf zu ersten Zinssenkungen kommen wird. [↘ ZIFFER 27](#) Damit dürften sich die Finanzierungsbedingungen im Prognosehorizont verbessern.
4. Der andauernde Krieg in der Ukraine und der Konflikt im Nahen Osten stellen erhebliche **Risikofaktoren für die Weltwirtschaft** dar. [↘ ZIFFER 16](#) Neben der Gefahr, dass die Energiepreise erneut steigen, ist die weitere geld- und fiskalpolitische Ausrichtung unsicher. Sollte sich der Rückgang der Inflation im Euro-Raum am aktuellen Rand verlangsamen, könnte dies die Europäische Zentralbank (EZB) veranlassen, die ersten Leitzinssenkungen zu verschieben. [↘ ZIFFER 30](#) Gleichzeitig könnten bei der Planung der öffentlichen Haushalte zusätzliche Konsolidierungen für das Jahr 2025 notwendig sein. [↘ ZIFFER 48](#) In beiden Fällen dürfte sich die wirtschaftliche Erholung erneut verzögern, nicht zuletzt, da ein weiterer Anstieg der wirtschaftlichen Unsicherheit das Investitionsklima zusätzlich belasten dürfte. [↘ ZIFFER 40](#)

➤ ABBILDUNG K1

Konjunkturprognose für die Jahre 2024 und 2025 auf einen Blick



1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Werte basieren auf saison- und kalenderbereinigten Quartalswerten. 3 – Preisbereinigt. 4 – Registriert Arbeitslose in Relation zu allen zivilen Erwerbspersonen. 5 – Veränderung der Bruttolöhne und -gehälter (Inlandskonzept) je Arbeitnehmerstunde. 6 – In Relation zum nominalen BIP; Gebietskörperschaften und Sozialversicherung in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. 7 – Veränderung des Harmonisierten Verbraucherpreisindex.

Quellen: Eurostat, nationale Statistikämter, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-050-02

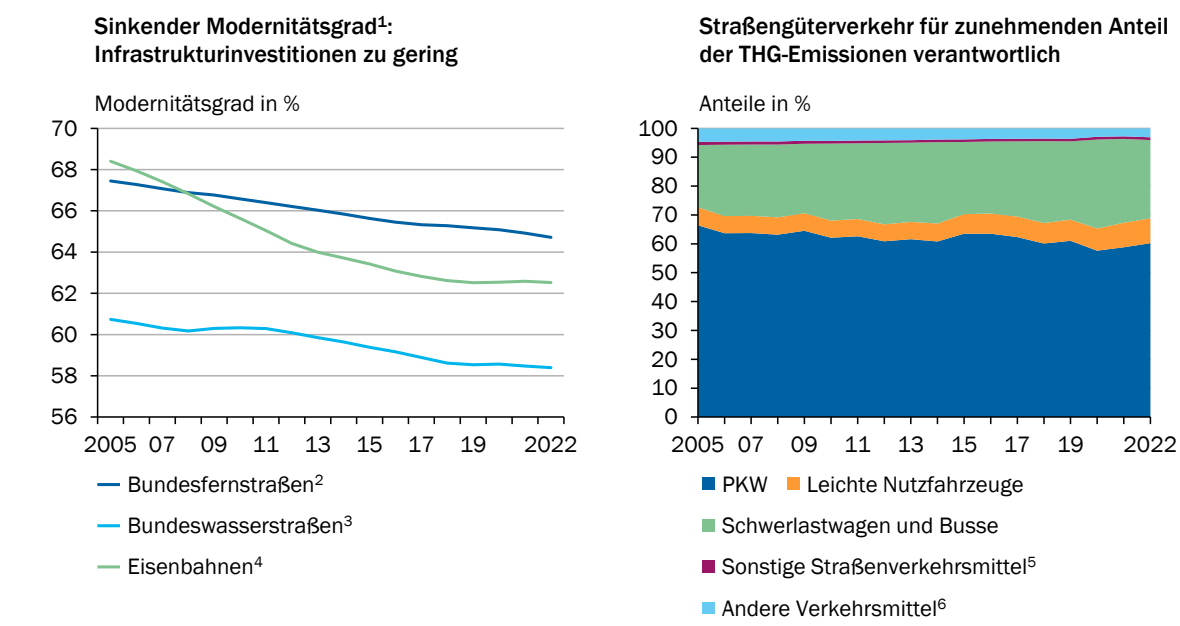
2. Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung

- Günstige, schnelle und zuverlässige **Gütertransporte** sind **Voraussetzung für** eine moderne **arbeitsteilige Volkswirtschaft** mit komplexen Wertschöpfungsketten. Der Güterverkehr leistet damit wichtige Beiträge zur gesamtwirtschaftlichen Produktivität. In Deutschland ist er aufgrund des vergleichsweise hohen Industrieanteils und der zentralen geografischen Lage ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. ➤ ZIFFER 60

Der **Güterverkehr in Deutschland** steht vor **zwei zentralen Herausforderungen**. ➤ ABBILDUNG K2 Einerseits verschlechtert sich der **Zustand der Verkehrsinfrastruktur**, was bereits heute Kapazitätsengpässe und Verzögerungen verursacht. ➤ ZIFFERN 75 FF. Aufgrund der absehbaren Zunahme des Güterverkehrs wird die Belastung der Infrastruktur weiter steigen. Andererseits **muss** der **Güterverkehr**, der 8 % der deutschen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) ausmacht, **dekarbonisiert werden**. ➤ ZIFFERN 80 FF. Auch wenn das novellierte Klimaschutzgesetz keine jahres- und sektorscharfen Klimaschutzziele mehr vorsieht, hat Deutschland nach der Lastenteilungsverordnung (European Effort Sharing Regulation, ESR) europäisch verpflichtende Ziele für den Verkehrs- und Gebäudesektor zu erfüllen.

ABBILDUNG K2

Herausforderungen Güterverkehr: Zukunftsfähige Infrastruktur und Dekarbonisierung



1 – Netto-Anlagevermögen in Relation zum Brutto-Anlagevermögen. Jahresendbestand ohne Grunderwerb. Für die Jahre 2020 bis 2022 vorläufige Werte. 2 – Ohne Verwaltung. 3 – Bis zur Seegrenze. 4 – Verkehrswege; bis 2012 Konzern der Deutschen Bahn. Ab 2005 veränderte Datenbasis. Ab 2013 Systemverbund Bahn. 5 – Motorräder und andere Straßenverkehrsmittel. 6 – Schienen-, Schiffs-, Flug- und übriger Verkehr.

Quellen: BMDV, Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-125-01

6. Die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland muss modernisiert und ausgebaut werden. [ABBILDUNG K2 LINKS](#) Dafür sind **höhere Infrastrukturausgaben** erforderlich, für die **eine stärkere Nutzerfinanzierung**, beispielsweise eine fahrleistungsabhängige PKW-Maut, herangezogen werden sollte. [ZIFFER 127](#) Eine feste, längerfristige Zuweisung von Haushaltsmitteln an Investitionsfördergesellschaften könnte die Infrastrukturausgaben verstetigen, für Planungssicherheit sorgen und zu einer Bündelung von Planungsexpertise beitragen. [ZIFFER 129](#) Darüber hinaus sollten nicht-monetäre Hemmnisse in Planungs- und Vergabeverfahren abgebaut werden. Ansatzpunkte wären insbesondere eine stärkere Gewichtung von Qualitäts- gegenüber Kostenkriterien in Vergabeprozessen sowie eine Abkehr vom Mittelstandsgebot, wenn dieses zu ineffizient kleinen Losgrößen zwingt.
7. Die **Potenziale für eine Verlagerung** des Güterverkehrs von der Straße **auf die Schiene sind begrenzt**. [ZIFFERN 93 FF.](#) Lediglich 6 % des derzeitigen Straßengüterverkehrs sind theoretisch für eine kurzfristige Verlagerung geeignet. Dieses Potenzial kann allerdings aufgrund **fehlender Schienenkapazitäten** nicht realisiert werden. [ZIFFER 98](#) Erst bei einer **erheblichen Effizienz- und Kapazitätserhöhung** des Schienenverkehrs könnte eine Verbesserung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit, beispielsweise durch eine Senkung von Steuern und Umlagen auf Fahrstrom, **zu einer stärkeren Verlagerung führen**. [ZIFFERN 135 FF.](#) Geeignete Maßnahmen für eine solche Effizienz- und Kapazitätserhöhung wären die europaweite Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung, [ZIFFER 132](#) eine effizientere Trassenplanung mit dem Bau ausreichender Überholgleise [ZIFFER 134](#) sowie der Ausbau europäischer Schienenverkehrskorridore

durch Abbau von Inkompatibilitäten wie national unterschiedliche Betriebssprachen. ↘ ZIFFER 135 Schließlich dürfte die eigentumsrechtliche Entflechtung der Infrastruktur vom restlichen DB-Konzern dazu beitragen, die Qualität der Schieneninfrastruktur zu erhöhen und den Wettbewerb unterschiedlicher Betreiber zu fördern. ↘ ZIFFER 137 Diese Vorteile müssten gegen mögliche Umstellungskosten und potenzielle Verluste von Verbundvorteilen abgewogen werden.

8. Der weitaus stärkere Hebel zur Reduktion der THG-Emissionen des Güterverkehrs ist die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs, der 98 % der THG-Emissionen im Güterverkehr ausmacht. ↘ ABBILDUNG K2 RECHTS Dazu müssen LKW auf alternative Antriebe umgestellt werden, wie batterieelektrische LKW (BE-LKW) oder Brennstoffzellen-LKW (FCE-LKW). Der nationale CO₂-Preis, die CO₂-Komponente der LKW-Maut und perspektivisch das EU-ETS II (EU Emissions Trading System) setzen dazu technologieneutrale Anreize. ↘ ZIFFERN 85 FF. Der **Hochlauf alternativer Antriebe erfordert** jedoch auch den **Aufbau einer entsprechenden Lade- oder Tankinfrastruktur, inklusive des zugehörigen Netzausbaus**. ↘ ZIFFERN 140 FF. Der öffentlichen Hand kommt dabei die Rolle zu, Koordinationsprobleme beim Aufbau zu beheben. Um die erforderlichen Netzwerk- und Skalierungseffekte zu erzielen, werden öffentliche Mittel am besten für den Ausbau der Lade- und Tankinfrastruktur für alternative Antriebe eingesetzt. ↘ ZIFFER 141
9. Angesichts der Notwendigkeit der Dekarbonisierung sprechen vor dem Hintergrund knapper öffentlicher Mittel und Planungskapazitäten drei Gründe dafür, die **staatliche Unterstützung zunächst auf den Aufbau der flächendeckenden Ladeinfrastruktur für BE-LKW zu fokussieren**. ↘ ZIFFERN 149 FF. ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 160 FF. Erstens weist der BE-LKW die **höchste Marktreife** auf und dürfte daher bis auf Weiteres die dominierende emissionsarme Antriebstechnologie sein. ↘ ZIFFER 104 Seine Einsatzmöglichkeiten haben sich aufgrund der technologischen Entwicklungssprünge bei der Batterie- und Ladetechnologie in den vergangenen Jahren deutlich erweitert. Beim Aufbau der Ladeinfrastruktur und beim Netzausbau bestehen Synergieeffekte mit dem Hochlauf des BE-PKW sowie mit der Elektrifizierung anderer Sektoren, etwa durch Nutzung von Flächen entlang der Autobahnen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. Um die Rahmenbedingungen für private Investitionen in die Ladeinfrastruktur zu verbessern, müssen insbesondere Flächen für Schnellladepunkte entlang der Autobahnen bereitgestellt und die dort aktuell und zukünftig verfügbaren Netzkapazitäten transparent kommuniziert werden. ↘ ZIFFER 118

Zweitens sind nur mit einer solchen Fokussierung deutliche **Fortschritte bei der Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs bis zum Jahr 2030** zu erreichen. ↘ ZIFFER 106 ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 168 FF. In der näheren Zukunft ist die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff ungewiss. Der BE-LKW kann dagegen bereits beim heutigen Strommix Emissionsreduktionspotenziale realisieren. Für die Anwendung von Wasserstoff im Straßengüterverkehr bestehen außerdem Nutzungskonflikte, insbesondere mit den Prozessen in der Industrie, die sich nicht oder nur schwer elektrifizieren lassen. ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 179 FF.

Drittens stellt der **BE-LKW die technische Basis für den FCE-LKW** dar. Eine solche Fokussierung verbaut daher nicht die Möglichkeit für einen späteren Einsatz von FCE-LKW in schwer zu elektrifizierenden Anwendungen des Güterfernverkehrs, sollte dies technisch erforderlich sein. ↘ ZIFFER 156 ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 173 FF. Innerhalb des Straßengüterverkehrs handelt es sich hierbei jedoch um Nischenanwendungen, die nicht notwendigerweise den Aufbau einer flächendeckenden öffentlich finanzierten Infrastruktur für Wasserstofftankstellen erfordern. ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 175 FF. Stattdessen könnten diese Anwendungsfälle beispielsweise auch über mobile Wasserstofftankstellen oder Betriebstankstellen abgedeckt werden oder durch den Einsatz von synthetischen Kraftstoffen dekarbonisiert werden.

10. Der Hochlauf des emissionsarmen Straßengüterverkehrs sollte europäisch koordiniert erfolgen. Die **europäische AFIR** (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) gibt bereits bis zum Jahr 2030 den Aufbau paralleler Lade- bzw. Tankinfrastrukturen für den BE-LKW und den FCE-LKW vor. ↘ KASTEN 18 Die **Zwischenevaluation** Ende des Jahres 2024 bietet Deutschland die Möglichkeit, sich **mit weiteren europäischen Mitgliedstaaten** zu **koordinieren** und Marktpotenziale sowie Bedarfe der durch AFIR regulierten Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe auf europäischer Ebene gemeinsam neu zu bewerten. ↘ ZIFFER 159 ↘ ANDERE MEINUNG ZIFFERN 181 FF.



ERHOLUNG DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT VERZÖGERT SICH WEITER

I. Kurzfassung

II. Internationale Konjunktur

1. Aufschwung der Weltwirtschaft in Sicht
2. Rückgang der Inflation verlangsamt sich
3. Chancen und Risiken: Geopolitische Spannungen und hartnäckige Inflation

III. Euro-Raum

1. Wirtschaft steht vor langsamer Erholung
2. Inflationsrate bereits nah am Ziel
3. Chancen und Risiken: Inflationsentwicklung könnte die geldpolitische Lockerung verzögern

IV. Deutschland

1. Konjunktur stabilisiert sich
2. Inflation auf Kurs, Kerninflation weiterhin erhöht
3. Chancen und Risiken: Haushaltspolitik und Konsumneigung
4. Demografischer Wandel und geringe Reallokation prägen den Arbeitsmarkt
5. Neuausrichtung der öffentlichen Finanzen nach den Krisen
6. Mittelfristiges Wachstum weiterhin gedämpft

Anhang

Literatur

WICHTIGSTE BOTSCHAFTEN

- Im Jahr 2024 dürften die Realeinkommenszuwächse die privaten Konsumausgaben und damit die deutsche Konjunktur langsam anschieben. Im Jahr 2025 dürften auch die Investitionen leicht an Fahrt gewinnen.
- Der Sachverständigenrat erwartet, dass das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt in Deutschland in diesem Jahr lediglich um 0,2 % und im Jahr 2025 um 0,9 % steigt. Für die Verbraucherpreisinflation prognostiziert er jahresdurchschnittliche Raten von 2,4 % bzw. 2,1 %.
- Die Prognose unterliegt angesichts der Unsicherheit über die geopolitischen Entwicklungen sowie die Haushalts- und Wirtschaftspolitik erheblichen Risiken.

DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE

Die Weltkonjunktur ist mit neuem Schwung in das Jahr 2024 gestartet. Dies liegt insbesondere an einer deutlichen Erholung des globalen Warenhandels. Gleichzeitig steigt auch die globale Industrieproduktion. Trotz hoher Zinsen und einer gestiegenen geopolitischen Unsicherheit sind insbesondere die Volkswirtschaften USA und China globale Wachstumstreiber. Während in den USA das Wirtschaftswachstum breit angelegt ist, ist in China der Dienstleistungssektor die treibende Kraft. Der Sachverständigenrat prognostiziert für **2024 und 2025 ein globales BIP-Wachstum von 2,6 % bzw. 2,7 %.**

Die Wirtschaft im Euro-Raum zeigt sich am aktuellen Rand zwar noch schwach, eine Belebung der Konjunktur dürfte jedoch anstehen. Steigende Reallöhne und der Aufschwung der Weltkonjunktur dürften die Nachfrage stärken. Mit einem kräftigeren Wachstum ist jedoch erst im Jahr 2025 zu rechnen. Das **BIP-Wachstum** im Euro-Raum wird in den Jahren 2024 und 2025 voraussichtlich **0,8 % bzw. 1,5 %** betragen. Die **Inflation** dürfte bei **2,4 % bzw. 2,1 %** liegen. Die geldpolitische Straffung zeigt ihre Wirkung, und es dürfte im Verlauf des Jahres 2024 zu ersten Zinssenkungen kommen. Die Finanzierungsbedingungen für Unternehmen dürften sich damit verbessern.

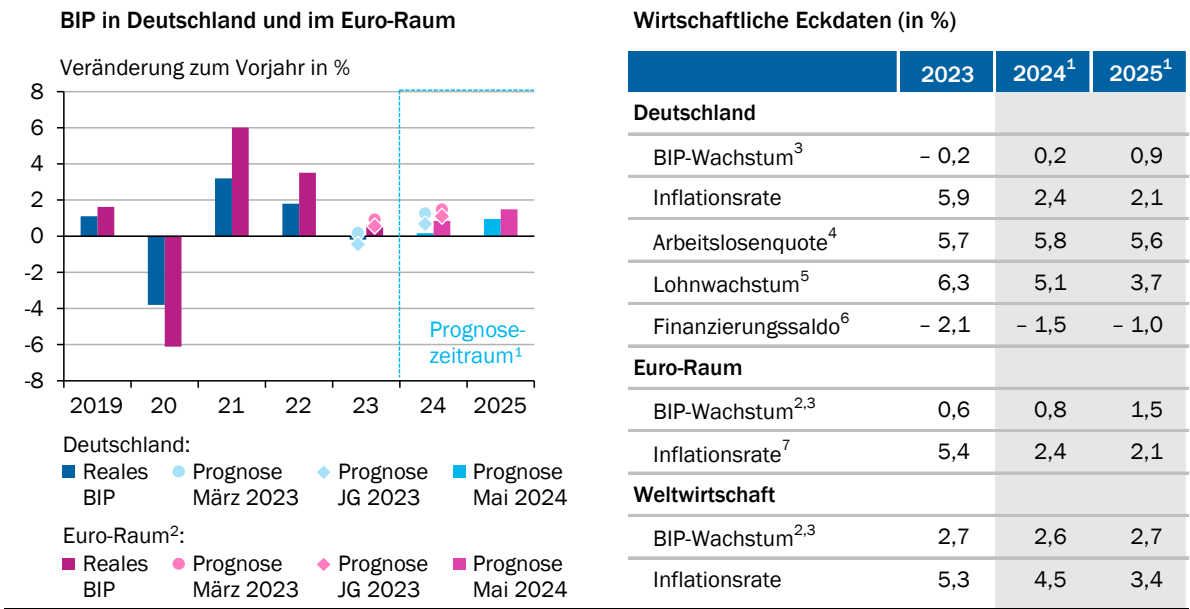
Die Erholung der deutschen Wirtschaft verzögert sich weiter. Das Bruttoinlandsprodukt fiel im Schlussquartal 2023 um 0,5 % im Vergleich zum Vorquartal. Auch das Beschäftigungswachstum hat sich nach den Zuwächsen der vergangenen Jahre abgeflacht. Allerdings lassen das verbesserte konjunkturelle Umfeld und die Aufhellung der Indikatoren erwarten, dass die deutsche Wirtschaft in den Jahren 2024 und 2025 **eine leichte Aufwärtsdynamik entwickelt. Insbesondere steigen wie im Euro-Raum die Realeinkommen an, was die privaten Konsumausgaben stützt.** Die im Verlauf des Jahres 2024 günstiger werdenden **Finanzierungsbedingungen dürften die Investitionen im Jahr 2025 anschieben.** Die Fiskalpolitik dürfte angesichts eines geringeren finanziellen Spielraums als in den Vorjahren dagegen restriktiv wirken. Ebenso belasten Arbeitskostensteigerungen und anhaltend hohe Industriepreise für Energie sowie eine demografisch bedingte geringere Dynamik am Arbeitsmarkt das gesamtwirtschaftliche Wachstum. Insgesamt ist davon auszugehen, dass das **deutsche BIP im Jahr 2024 um 0,2 % und im Jahr 2025 um 0,9 % wachsen wird.** Die **Inflation in Deutschland** dürfte in den beiden Jahren bei **2,4 % und 2,1 %** liegen.

I. KURZFASSUNG

1. Der Sachverständigenrat erwartet, dass sich die **schwache Entwicklung** der deutschen Volkswirtschaft **im Jahr 2024** zunächst fortsetzt und im Jahresdurchschnitt das Bruttoinlandsprodukt (BIP) [↗ GLOSSAR](#) preisbereinigt **nur minimal** um **0,2 %** steigt. Er revidiert damit seine Prognose gegenüber dem Herbst 2023 um 0,5 Prozentpunkte nach unten. **Im Jahr 2025** ist mit einem moderaten Wachstum der Gesamtwirtschaft um **0,9 %** zu rechnen. [↗ ZIFFER 36](#) Die Inflation dürfte im Jahr 2024 durchschnittlich 2,4 % betragen und damit um 0,2 Prozentpunkte geringer ausfallen als im Herbst 2023 prognostiziert. Im Vergleich zum Jahr 2023, als sie noch 5,9 % betrug, dürfte sie im Jahr 2024 damit deutlich zurückgehen. Im Jahr 2025 ist mit einer Inflationsrate von 2,1 % zu rechnen. [↗ ZIFFER 47](#) [↗ ABBILDUNG 1](#) Die Kerninflation beträgt 3,0 % im Jahr 2024 und 2,4 % im Jahr 2025.
2. Die **konjunkturelle Entwicklung wird** seit dem Herbst 2023 zunehmend **durch die schwache gesamtwirtschaftliche Nachfrage gebremst**. [↗ ZIFFER 34](#) [↗ ABBILDUNG 18](#) So ist das Ausgabeverhalten der privaten Haushalte trotz Reallohnzuwächsen zurückhaltend und die Auftragslage in der Industrie und im Bau hat sich – teils bedingt durch die geldpolitische Straffung – weiter eingetrübt. [↗ ABBILDUNG 2](#) Angesichts eines weiterhin anziehenden Wachstums der Realeinkommen dürfte der private Konsum im Prognosehorizont allerdings steigen,

[↗ ABBILDUNG 1](#)

Konjunktureller Ausblick für Deutschland und Europa



1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Werte basieren auf saison- und kalenderbereinigten Quartalswerten. 3 – Preisbereinigt. 4 – Registriert Arbeitslose in Relation zu allen zivilen Erwerbspersonen. 5 – Veränderung der Bruttolöhne und -gehälter (Inlandskonzept) je Arbeitnehmerstunde. 6 – In Relation zum nominalen BIP; Gebietskörperschaften und Sozialversicherung in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. 7 – Veränderung des Harmonisierten Verbraucherpreisindex.

Quellen: Eurostat, nationale Statistikämter, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-050-01

wobei eine anhaltend erhöhte Sparquote einen stärkeren Zuwachs verhindert. [↗ ZIFFER 38](#) Darüber hinaus dürften die Bauinvestitionen angesichts verbesserter Finanzierungsbedingungen im Jahr 2025 wieder zunehmen. [↗ ZIFFERN 40 F.](#) Die Fiskalpolitik dürfte im Prognosehorizont restriktiv wirken. So laufen die Maßnahmen anlässlich der Coronakrise und der Energiepreiskrise nach und nach aus, und die Haushaltskonsolidierungsbemühungen der Bundesregierung führen dazu, dass im Prognosezeitraum Ausgaben gekürzt oder Einnahmen erhöht werden. [↗ ZIFFERN 48 F.](#) Arbeitskostensteigerungen und anhaltend hohe Industriepreise für Energie sowie eine demografisch bedingte geringere Dynamik am Arbeitsmarkt belasten ebenfalls das gesamtwirtschaftliche Wachstum. [↗ ZIFFER 34](#)

- Der **Euro-Raum** als wichtigster Absatzmarkt der deutschen Exporte entwickelt sich aufgrund der geringeren Industrie- und Exportlastigkeit zwar **besser als die deutsche Wirtschaft**, allerdings hat sich das Wachstum mittlerweile auch dort abgeschwächt. Der Sachverständigenrat erwartet jedoch, dass das **BIP-Wachstum auch im Euro-Raum** wieder zulegen wird. **Im Jahr 2024** dürfte es **0,8 %** und im **Jahr 2025 voraussichtlich 1,5 %** betragen. [↗ ZIFFER 25](#) Die Weltwirtschaft ist maßgeblich vom starken Wachstum in den USA und in China geprägt und dürfte in den Jahren **2024 und 2025 um 2,6 % und 2,7 % wachsen**. [↗ ZIFFERN 6 UND 9 F.](#) **Die Aufhellung** im Prognosehorizont wird die deutschen Exporte allerdings nur **verhalten stützen**. So drängt insbesondere China verstärkt auf Absatzmärkte des deutschen Verarbeitenden Gewerbes. [↗ KASTEN 7](#) Aufgrund der abgeschmolzenen Auftragsbestände in bedeutenden Wirtschaftszweigen dürfte dies die Produktion und den Export im Prognosehorizont belasten.
- Wie in Deutschland geht auch im Euro-Raum die Inflation weiter zurück, dürfte sich aber gegen Ende des Prognosehorizonts bei rund 2 % und damit beim Inflationsziel der Europäischen Zentralbank (EZB) stabilisieren. Einerseits sinken die

↗ ABBILDUNG 2

Bestimmende Faktoren für die Prognose

	Ausgangslage	Ausblick	Chancen und Risiken
Private Haushalte	Kaufkraft nimmt wieder zu, Stimmung aber getrübt	Gedämpfte Erholung des privaten Konsums	Chance: Fallende Sparneigung könnte Konsumausgaben erhöhen
Industriekonjunktur	Gesunkene Auftragsbestände und geringere Wettbewerbsfähigkeit	Auslandsnachfrage erholt sich, liefert aber nur geringe Impulse	Risiko: Energiepreise könnten steigen
Geld- und Fiskalpolitik	Geldpolitische Straffung am Höhepunkt, Auslaufen fiskalischer Krisenmaßnahmen	Zinssenkung im Jahr 2024, weitere Konsolidierung der Staatsfinanzen	Risiken: Hohe Zinsen könnten andauern, restriktivere Fiskalpolitik

Quelle: eigene Darstellung
© Sachverständigenrat | 24-130-01

Energie- und Importpreise und die Geldpolitik ist restriktiv, andererseits besteht aufgrund steigender Arbeitskosten und niedriger Produktivität erhöhter binnenwirtschaftlicher Preisdruck. ↘ ZIFFER 47 Die **Teuerung im Euro-Raum dürfte** gemessen am harmonisierten Verbraucherpreisindex (HVPI) **bei 2,4 % und 2,1 % in den Jahren 2024 und 2025 liegen.** ↘ ZIFFERN 26 UND 47

Die geldpolitische Straffung dürfte ihren Höhepunkt erreicht haben und die Überwälzung der Leitzinserhöhungen auf die Finanzierungsbedingungen größtenteils abgeschlossen sein. ↘ ZIFFER 28 Es ist darüber hinaus zu erwarten, dass **die EZB** infolge des Inflationsrückgangs **im laufenden Jahr die Zinsen wieder senken wird.** Allerdings dürfte die Zinssenkung aufgrund des binnenwirtschaftlichen Preisdrucks zurückhaltend ausfallen und außerdem erst im Jahr 2025 die private Nachfrage stützen. ↘ ZIFFERN 27 F.

5. International stellt die **geopolitische Unsicherheit** ein erhebliches **Risiko für die Konjunktur dar.** Sie liegt deutlich höher als im historischen Durchschnitt der Jahre bis 2021. ↘ ZIFFER 16 Gründe hierfür sind der andauernde Krieg in der Ukraine und der Nahostkonflikt infolge des Terrorangriffs der Hamas auf Israel. Durch eine Ausweitung des Nahostkonflikts könnten insbesondere die Energiepreise erneut ansteigen. **Im Euro-Raum** könnte ein stärkeres Lohnwachstum oder eine stärkere Überwälzung der Arbeitskosten auf die Preise als angenommen die **Geldpolitik** dazu veranlassen, den Straffungskurs länger als erwartet beizubehalten. **In Deutschland** sind die **schwierigen Haushaltsplanungen des Bundes ein Risiko**, insbesondere für das Jahr 2025. Zur Einhaltung der Schuldenbremse im Jahr 2025 könnten zusätzliche Sparanstrengungen erforderlich sein. Es ist überdies unsicher, in welchen Bereichen die Bundesregierung konsolidieren wird. ↘ ZIFFERN 16 UND 48 Unabhängig von der Ausgestaltung der Fiskalpolitik und der Realisation geopolitischer Risiken beeinträchtigt **die Unsicherheit** darüber **das Investitionsklima.**

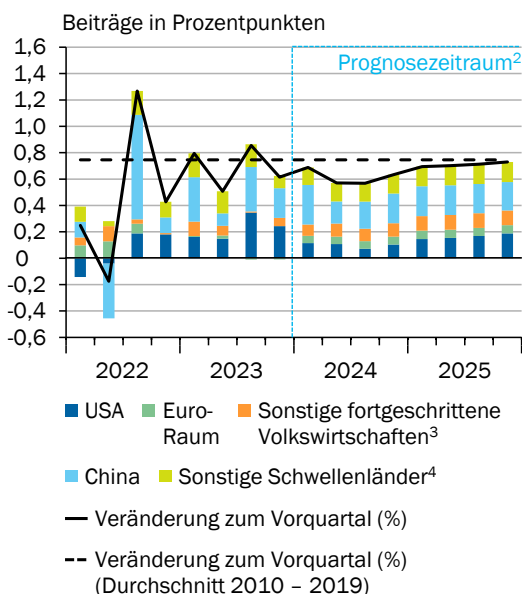
II. INTERNATIONALE KONJUNKTUR

6. Das **Wachstum des globalen BIP** im Jahr **2023** fiel **mit 2,7 % moderat** aus. [TABELLE 1](#) Die Wirtschaftsentwicklung in den einzelnen Ländern war sehr heterogen. Verwendungsseitig trugen die privaten Konsumausgaben in den **USA** und **China** maßgeblich zum globalen Wachstum bei. [KASTEN 1](#) In anderen fortgeschrittenen Volkswirtschaften wie dem Vereinigten Königreich und dem Euro-Raum war das Wachstum hingegen aufgrund der privaten Konsumzurückhaltung gering. [ZIFFERN 9 UND 19](#) [ABBILDUNG 3 LINKS](#) Entstehungsseitig dämpften zudem eine schwache globale Industrieproduktion sowie ein zeitweise rückläufiger Welthandel die Weltkonjunktur. **Seit Jahresbeginn 2024 legt das globale Wachstum erneut zu.** Dafür spielt die **Belebung des globalen Warenhandels** eine wichtige Rolle. [ZIFFER 8](#) Dies dürfte maßgeblich auf gesunkene Preise chinesischer Exporte zurückzuführen sein. Im Prognosehorizont dürften der Welthandel und die Weltindustrieproduktion weiter zulegen. Die Inflation dürfte weltweit weiter sinken, jedoch langsamer als im Vorjahr. [ZIFFER 15](#) Es ist zu erwarten, dass im Prognosehorizont die Leitzinsen in fortgeschrittenen Volkswirtschaften sinken. Dies dürfte insbesondere die Investitionen anregen. Der Sachverständigenrat erwartet, dass das Welt-BIP im Jahr 2024 um 2,6 % und im Jahr 2025 um 2,7 % wächst. [ZIFFER 11](#)

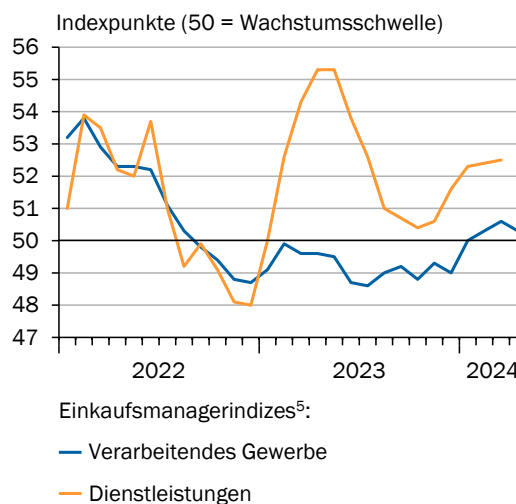
[ABBILDUNG 3](#)

Globales Wachstum und Einkaufsmanagerindizes

Globales BIP¹ wächst moderat



Impulse für das BIP vor allem aus dem Dienstleistungsbereich



1 – Durchschnitte der saisonbereinigten Quartalswerte. Das globale BIP wird angenähert durch die Summe der Länder in Tabelle 1 (Insgesamt). 2 – Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Abgrenzung wie in Fußnote 9 in Tabelle 1.

4 – Abgrenzung wie in Fußnote 10 in Tabelle 1. 5 – Globale Einkaufsmanagerindizes basierend auf einer monatlichen Umfrage unter Einkaufsleiterinnen/Einkaufsleitern und Geschäftsführerinnen/Geschäftsführern.

Quellen: Eurostat, IWF, nationale Statistikämter, OECD, S&P Global, eigene Berechnungen

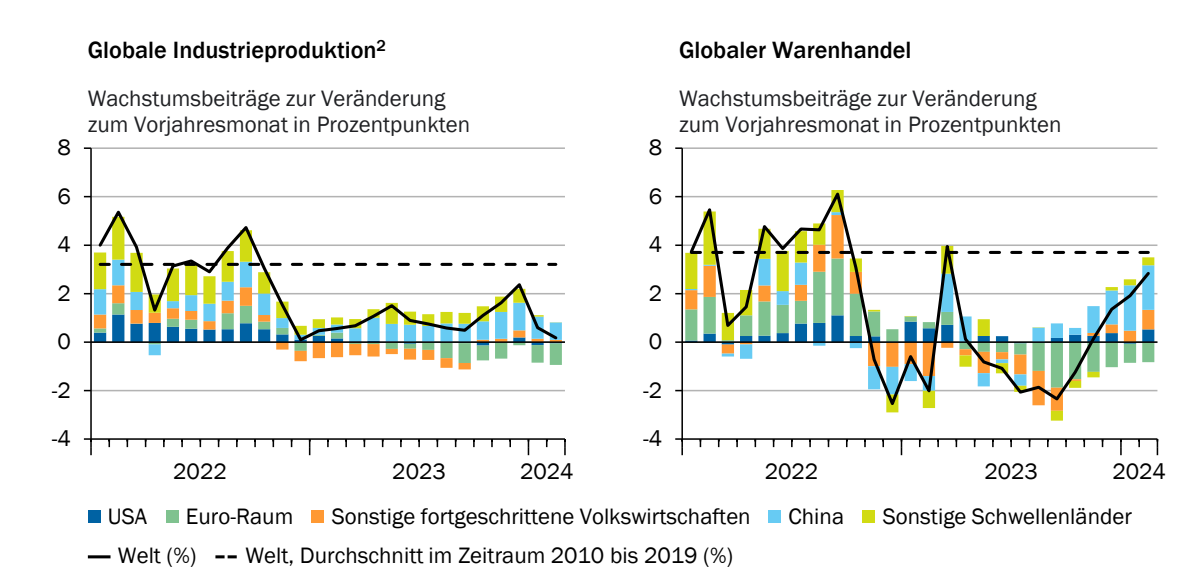
© Sachverständigenrat | 24-080-01

1. Aufschwung der Weltwirtschaft in Sicht

7. Die **globale Industrieproduktion wächst** zum Jahresbeginn 2024 **nur schwach**. [↗ ABBILDUNG 4 LINKS](#) Damit setzt sie die Entwicklung aus dem Vorjahr fort. Zum Wachstum trugen, wie schon seit Jahresbeginn 2023, hauptsächlich die Schwellenländer [↗ GLOSSAR](#) bei, insbesondere China, dagegen kaum die fortgeschrittenen Volkswirtschaften. [↗ GLOSSAR](#) Der **Einkaufsmanagerindex für das globale Verarbeitende Gewerbe**, der als Frühindikator für die Entwicklung der Industrieproduktion weltweit gilt, ging **am aktuellen Rand** zwar zurück, befindet sich aber weiterhin **über der Wachstumsschwelle** von 50 Punkten. [↗ ABBILDUNG 3 RECHTS](#) Wie bereits im Jahr 2023 liegt der Indikator in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften aber weiterhin unter dem Schwellenwert von 50 Punkten. Für die Schwellenländer liegt der Index überwiegend darüber. Der Einkaufsmanagerindex für den globalen Dienstleistungsbereich ist seit Januar 2023 oberhalb der Wachstumsschwelle. Neben der starken Dienstleistungsnachfrage in den USA dürften dafür inzwischen auch höhere Ausgaben für Dienstleistungen in Schwellenländern verantwortlich sein.
8. Der **globale Warenhandel erholt** sich seit September 2023. [↗ ABBILDUNG 4 RECHTS](#) **Positive Beiträge** zum globalen Warenhandel kamen in der 2. Jahreshälfte 2023 vor allem aus **China**. Neben den staatlich subventionierten Überkapazitäten im chinesischen Verarbeitenden Gewerbe begünstigt auch die konjunkturell bedingte schwache Preisentwicklung im Inland die chinesische Exportwirtschaft (Boullenois et al., 2024; Cotterill et al., 2024). [↗ KASTEN 1](#) Zur **Belebung des globalen Warenhandels** dürfte zudem der Rückgang der Frachtkosten im Jahr 2023 beigetragen haben. [↗ ABBILDUNG 5](#) Die schwache Güternachfrage aus dem Euro-Raum und dem Vereinigten Königreich belastet hingegen weiterhin den

[↗ ABBILDUNG 4](#)

Regionale Beiträge zum globalen Wachstum von Industrieproduktion und Warenhandel¹

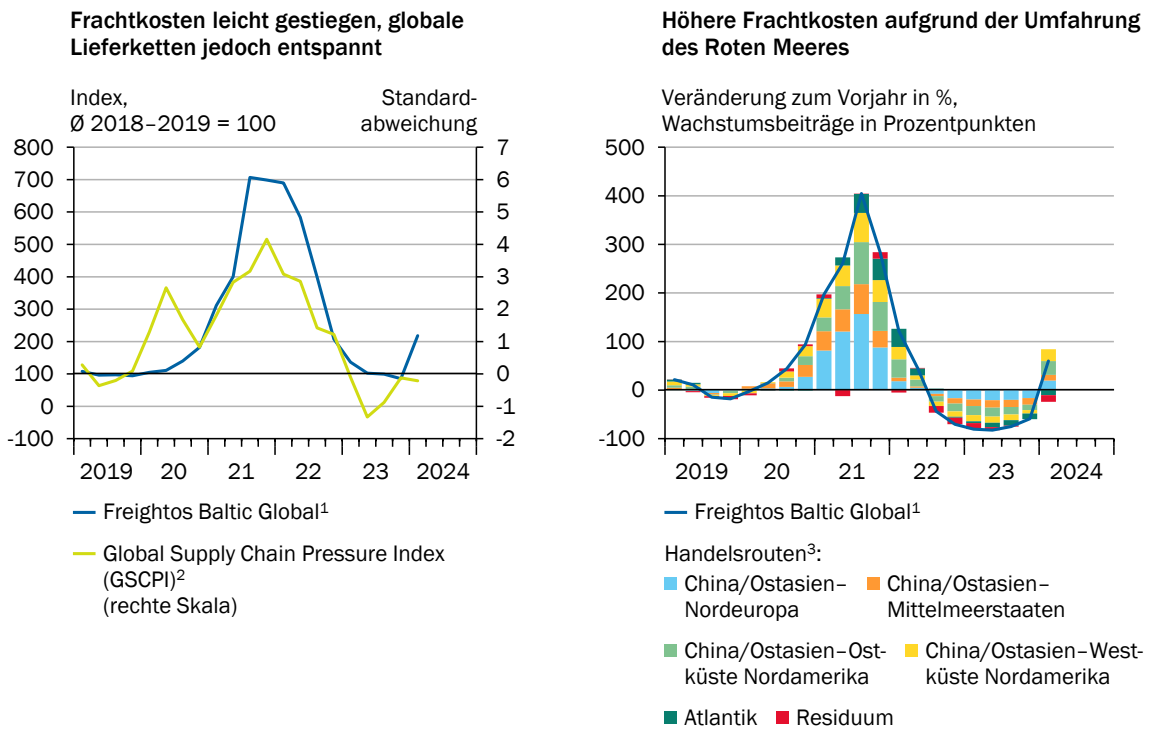


1 – Veränderung zum Vorjahresmonat, preis- und saisonbereinigt. Daten und Länderabgrenzung des niederländischen Centraal Planbureau (CPB). Ländergewichtung auf Basis des Jahres 2010. 2 – Ohne Baugewerbe.

Quellen: CPB, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-053-02

↳ ABBILDUNG 5

Entwicklung der globalen Frachtkosten und regionale Verteilung



1 – Frachtraten am Spotmarkt von 40-Fuß-Containern für zwölf Handelsrouten. 2 – Der GSCPI fasst verschiedene Indikatoren zu Transportkosten und Lieferengpässen zu einem Index zusammen. Der Mittelwert des Index ist auf null normiert. Dargestellt ist die Abweichung vom Mittelwert gemessen in Standardabweichungen. 3 – Die globale Preisänderung kann durch Preisänderungen bei den 12 Handelsrouten erklärt werden. Zur Schätzung der Gewichte für jede Handelsroute wird die globale Preisänderung auf die Preisänderungen der Handelsrouten unter folgenden zwei Nebenbedingungen regressiert: Jedes Gewicht ist größer oder gleich null und die Summe der Gewichte ist eins. Der zugrundeliegende Schätzzeitraum ist dabei 2017Q3 bis 2024Q1.

Quellen: Benigno et al. (2022), Freightos, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-078-03

Welthandel. ↳ ZIFFER 9 Im Prognosezeitraum lässt das laut OECD stagnierende Konsumentenvertrauen nur geringe Wachstumsbeiträge dieser Volkswirtschaften zum globalen Warenhandel im Jahr 2024 erwarten. Zwar sind die Frachtkosten seit Jahresbeginn aufgrund von Angriffen auf Frachtschiffe im Roten Meer und längeren Transportwegen gestiegen (IfW, 2024; OECD, 2024), die Frachtkosten liegen jedoch noch deutlich unter dem Niveau der 2. Jahreshälfte 2021.

↳ ABBILDUNG 5

9. In der **Gruppe der fortgeschrittenen Volkswirtschaften steigerten** im Jahr 2023 die **USA** und **Japan** ihre **Wirtschaftsleistung** um **2,5 %** bzw. **1,9 %**, was jeweils deutlich **über ihren Potenzialwachstumsraten** liegt (JG 2023 Ziffern 88 ff.). Der US-Aufschwung war maßgeblich durch stark gestiegene private Konsumausgaben getrieben. ↳ KASTEN 1 Zum BIP-Wachstum in Japan trug vor allem der Außenhandel durch hohe Exporte und gesunkene Importe in der ersten Jahreshälfte 2023 bei. Zuletzt wertete der Yen weiter ab und dürfte im Jahr 2024 erneut Impulse für den japanischen Außenbeitrag liefern. Im Vereinigten Königreich und im Euro-Raum war das BIP-Wachstum im Jahr 2023 hingegen gering und im 2. Halbjahr 2023 sogar negativ. ↳ TABELLE 1 Verwendungsseitig fielen in beiden Regionen **die privaten Konsumausgaben schwach aus**. ↳ ZIFFER 19

Auch in Japan blieb der private Konsum verhalten. Mit Ausnahme der USA dürfte im Prognosehorizont die **Konsumzurückhaltung** der privaten Verbraucherinnen und Verbraucher in vielen fortgeschrittenen Volkswirtschaften weiterhin die Wachstumsaussichten dämpfen.

TABELLE 1

Bruttoinlandsprodukt und Verbraucherpreise ausgewählter Länder

Land/Ländergruppe	Gewicht in % ¹	Bruttoinlandsprodukt ²			Verbraucherpreise		
		Veränderung zum Vorjahr in %					
		2023	2024 ³	2025 ³	2023	2024 ³	2025 ³
Europa	27,8	0,9	1,2	1,8	8,0	5,1	3,7
Euro-Raum	16,7	0,6	0,8	1,5	5,4	2,4	2,1
Vereinigtes Königreich	3,5	0,1	0,5	1,6	7,3	3,0	2,4
Russland	2,1	3,0	2,5	1,8	5,9	7,3	6,0
Mittel- und Osteuropa ⁴	1,9	0,4	2,5	3,3	11,4	4,1	3,9
Türkei	1,2	4,5	3,1	3,3	53,9	52,0	30,9
Andere Länder ⁵	2,5	0,8	1,3	1,9	4,0	2,3	1,7
Amerika	36,9	2,4	2,1	1,9	6,8	6,9	4,5
USA	29,0	2,5	2,3	1,8	4,1	3,1	2,4
Lateinamerika ⁶	3,3	1,6	0,9	2,1	33,1	44,3	24,6
Kanada	2,3	1,1	1,2	2,1	3,9	2,5	2,1
Brasilien	2,3	2,9	2,1	2,3	4,6	3,8	3,6
Asien	33,5	4,6	4,5	4,3	1,9	1,7	2,2
China	18,7	5,4	5,1	4,7	0,2	0,7	1,8
Japan	4,5	1,9	0,7	1,5	3,3	2,4	1,7
Indien	3,8	7,1	6,6	6,6	5,7	4,9	4,5
Asiatische Industrieländer ⁷	3,6	1,5	3,5	2,8	3,4	2,4	2,2
Südostasiatische Schwellenländer ⁸	2,9	4,1	4,5	4,9	3,4	2,0	1,8
Insgesamt	100	2,7	2,6	2,7	5,3	4,5	3,4
Fortgeschrittene Volkswirtschaften ⁹	65,6	1,6	1,6	1,8	4,6	2,8	2,2
Schwellenländer ¹⁰	34,4	4,7	4,4	4,3	6,8	7,8	5,7
nachrichtlich:							
exportgewichtet ¹¹	100	1,4	1,8	2,3	.	.	.
nach dem Messkonzept des IWF ¹²	100	3,2	3,1	3,2	.	.	.
Welthandel ¹³		– 1,7	1,3	2,0	.	.	.

1 – Anteil des BIP des Jahres 2023 in US-Dollar der aufgeführten Länder oder Ländergruppen am BIP aller aufgeführten Länder beziehungsweise Ländergruppen, die US-Dollar-gewichtet 90 % und gewichtet nach Kaufkraftparitäten 85 % des IWF-Länderkreises entsprechen. 2 – Preisbereinigt. Werte basieren auf saison- und kalenderbereinigten Quartalswerten. 3 – Prognose des Sachverständigenrates. 4 – Bulgarien, Polen, Rumänien, Tschechien und Ungarn. 5 – Dänemark, Norwegen, Schweden und Schweiz. 6 – Argentinien, Chile, Kolumbien und Mexiko. 7 – Hongkong, Republik Korea, Singapur und Taiwan. 8 – Indonesien, Malaysia, Philippinen und Thailand. 9 – Asiatische Industrieländer, Euro-Raum, Mittel- und Osteuropa, Australien, Dänemark, Japan, Kanada, Norwegen, Schweden, Schweiz, Vereinigtes Königreich und USA. 10 – Lateinamerika, südostasiatische Schwellenländer, Brasilien, China, Indien, Russland und Türkei. 11 – Summe der aufgeführten Länder, gewichtet mit den Anteilen an der deutschen Ausfuhr im Jahr 2023. 12 – Gewichte nach Kaufkraftparitäten und hochgerechnet auf den Länderkreis des IWF. 13 – Nach dem Messkonzept des niederländischen Centraal Planbureau (CPB).

Quellen: CPB, Eurostat, IWF, nationale Statistikämter, OECD, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-028-01

10. Unter den **Schwellenländern** bleibt das **Wirtschaftswachstum hoch**. Volkswirtschaften wie Indien und die Philippinen befinden sich im Aufschwung. [TABELLE 1](#) Die **chinesische Wirtschaft wuchs** im Jahr 2023 um **5,4 %** und übertraf somit das Wachstumsziel der Regierung von 5 %. Der relativ starke Anstieg der Wirtschaftsleistung Chinas war größtenteils bedingt durch das starke Wachstum im 1. Quartal 2023 nach Aufhebung der pandemiebedingten Einschränkungen. Nach einem schwachen Wachstum im 2. Quartal 2023 expandierte die chinesische Volkswirtschaft im 2. Halbjahr 2023 zudem erneut kräftig. [KASTEN 1](#) Im Frühjahr 2024 stellen eine steigende Industrieproduktion sowie höhere Umsätze im Einzelhandel und in anderen Dienstleistungsbereichen, wie beispielsweise im Reiseverkehr und Gastgewerbe, wesentliche Faktoren für weiterhin hohe BIP-Zuwachsraten in den Schwellenländern dar.

▸ KASTEN 1

Fokus: Die großen Volkswirtschaften USA und China

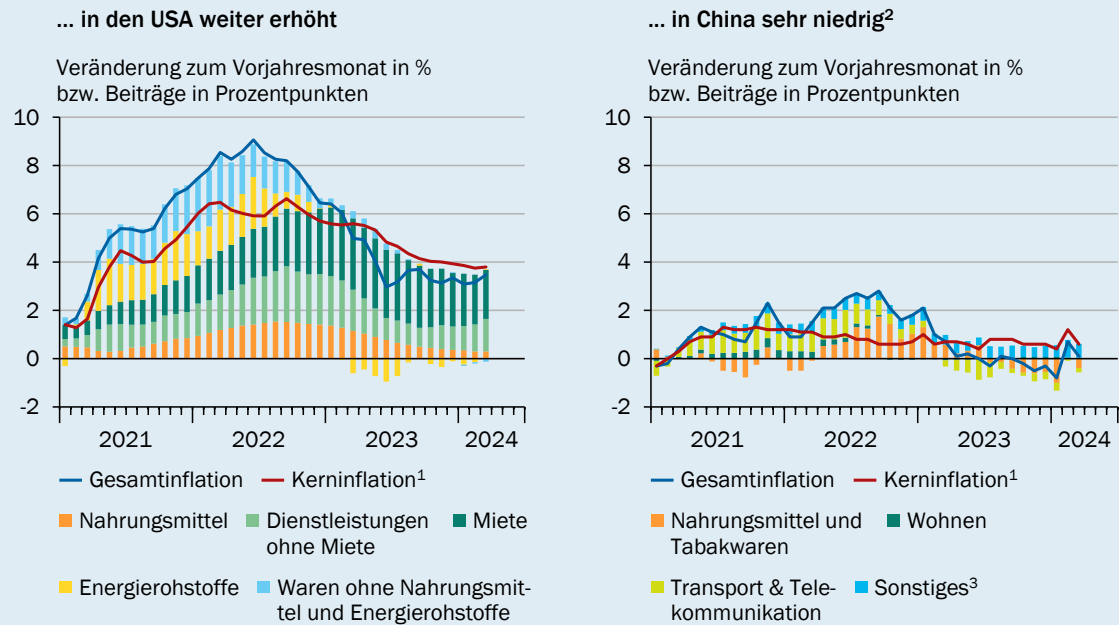
Das starke **Wirtschaftswachstum in den USA** in der 2. Jahreshälfte 2023 war **breit angelegt**. Den größten Beitrag zum Wachstum lieferten die privaten Konsumausgaben. Zusätzliche Impulse lieferten die Staatsausgaben sowie die Bauinvestitionen im Wohnungsbau und im Verarbeitenden Gewerbe. Die Verbraucherpreisinflation hat sich seit Sommer 2023 auf einem Niveau über 3 % stabilisiert und ist nicht weiter zurückgegangen. [ABBILDUNG 6 LINKS](#) Die **Kerninflation** sowie die **Inflation bei den Kerndienstleistungen ohne Wohnkosten („Super core“)** liegen noch über der **Gesamtinflation**. Ein Grund für die weiterhin hohe Kerninflation ist laut Schätzungen des IWF die expansiv ausgerichtete Fiskalpolitik (IWF, 2024). Insbesondere die **Inflation bei den Kerndienstleistungen ohne Wohnkosten** ist ein aussagekräftiger Indikator für die künftige Inflationsdynamik (Powell, 2022) und lässt keinen schnellen Rückgang der Inflation erwarten. Der Pfad für die am Markt erwarteten Leitzinssenkungen hat sich dadurch bereits zu Jahresbeginn um einige Monate nach hinten verschoben.

Im 1. Quartal 2024 ist die US-Wirtschaft nach der aktuellen Vorausschätzung um 0,4 % gegenüber dem Vorquartal gewachsen. Die Einkaufsmanagerindizes für das Verarbeitende Gewerbe und den Dienstleistungssektor setzten im April 2024 die Abwärtstendenz der letzten Monate fort, sie liegen aber immer noch über bzw. auf der Wachstumsschwelle. Der Ausblick für das US-Wachstum im 2. Quartal 2024 hat sich dementsprechend gegenüber dem letzten Jahr weiter abgekühlt. Da die Binnenwirtschaft nach wie vor expandiert und die Inflation in den USA nur sehr langsam weiter sinken dürfte, verschiebt sich der vom Markt erwartete Zinspfad. Dementsprechend signalisieren die vom Offenmarktausschuss des Federal Reserve Systems (Fed) veröffentlichten Zinsprojektionen für das Prognosejahr 2025 einen weniger stark fallenden US-Leitzins (FOMC, 2024). Das US-Wachstum zum Ende des Jahres 2023 stützt durch einen hohen statistischen Überhang [GLOSSAR](#) von 1,4 % das Wachstum im Jahr 2024. Ein weiterhin hohes Staatsdefizit dürfte das Wachstum ebenfalls stützen. Der **Sachverständigenrat hebt** daher die **Prognose für das BIP-Wachstum in den USA** für das Jahr **2024 auf 2,3 % an**. Für das Jahr 2025 geht der Sachverständigenrat von einem BIP-Wachstum von 1,8 % aus. [TABELLE 1](#) Für die Inflation prognostiziert der Sachverständigenrat 3,1 % und 2,4 % für die Jahre 2024 und 2025.

Nach dem starken Anstieg zu Jahresbeginn **wuchs die chinesische Wirtschaft im 2. Halbjahr 2023 annualisiert mit 5,4 %** zum Vorhalbjahr **erneut kräftig**. Entstehungsseitig stützte die Industrieproduktion. Verwendungsseitig trug der inländische Reiseverkehr zwar positiv bei, der private Konsum war aber verhalten. Die Verbraucherpreisinflation in China war über mehrere Monate der zweiten Jahreshälfte 2023 negativ. [ABBILDUNG 6 RECHTS](#) Maßgeblich dafür waren Rückgänge bei den Nahrungsmittel- und Energiepreisen. Die Kerninflation hingegen hat im gleichen Zeitraum nur leicht abgenommen.

ABBILDUNG 6

Verbraucherpreisinflation...



1 – Gesamtindex ohne Nahrungsmittel und Energie. 2 – Das Staatliche Amt für Statistik (National Bureau of Statistics, NBS) der Volksrepublik China veröffentlicht keine Gewichte für die Subindizes der Verbraucherpreisinflation. Die Gewichte werden alle fünf Jahre neu berechnet, zuletzt im Januar 2021. Zur Schätzung der Gewichte für die Subindizes wird die Verbraucherpreisinflation ab dem Jahr 2021 auf die Subindizes unter folgenden zwei Nebenbedingungen regressiert: Jedes Gewicht ist größer oder gleich null und die Summe der Gewichte ist eins. 3 – Umfasst Preisänderungen für die folgenden Kategorien: Kleidung; Haushaltsnahe Waren und Dienstleistungen; Bildung, Kultur und Erholung; Gesundheitsversorgung; Verschiedene Waren und Dienstleistungen.

Quellen: BLS, NBS, Refinitiv Datastream, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-081-03

Im 1. Quartal 2024 stieg das chinesische BIP um 1,6 % gegenüber dem Vorquartal. Am aktuellen Rand bleibt der Ausblick für das chinesische Wachstum im 2. Quartal 2024 weiterhin positiv. So sind die Industrieproduktion und Einzelhandelsumsätze seit Jahresbeginn aufwärtsgerichtet. Zudem stützen wie bereits im Jahr 2023 der inländische Reiseverkehr und die Investitionen in Infrastruktur die chinesische Binnenkonjunktur. Dagegen sind die Investitionen im Wohnungsbau und im gewerblichen Bau weiterhin rückläufig. Somit belastet der schwache Immobilienmarkt nach wie vor die Binnenwirtschaft und stellt ein Risiko für die chinesische Gesamtwirtschaft dar (JG 2023 Ziffer 13). Darüber hinaus befindet sich die Inflation in China weiterhin auf sehr niedrigem Niveau. Zu Jahresbeginn sorgten staatlich subventionierte Überkapazitäten in der Fleischproduktion für fallende Lebensmittelpreise. Die deflationäre Tendenz wurde im Februar 2024 kurzzeitig aufgrund des Neujahrsfestes unterbrochen. Im März 2024 fiel die Preisentwicklung erneut schwach aus. Der **Sachverständigenrat prognostiziert daher für das Wachstum des chinesischen BIP 5,1 % und 4,7 % für die Jahre 2024 und 2025.** [TABELLE 1](#) Für die Inflation geht der Sachverständigenrat von 0,7 % und 1,8 % für die Jahre 2024 und 2025 aus.

- 11. Das Wachstum des globalen BIP dürfte im Jahr 2024 auf ähnlichem Niveau wie im Vorjahr liegen.** [ABBILDUNG 3 LINKS](#) Dies signalisieren die global steigenden Einkaufsmanagerindizes für den Dienstleistungsbereich und das Verarbeitende Gewerbe. Entstehungsseitig dürften die Weltindustrieproduktion und der Warenhandel steigen. Darüber hinaus dürften sich im weiteren

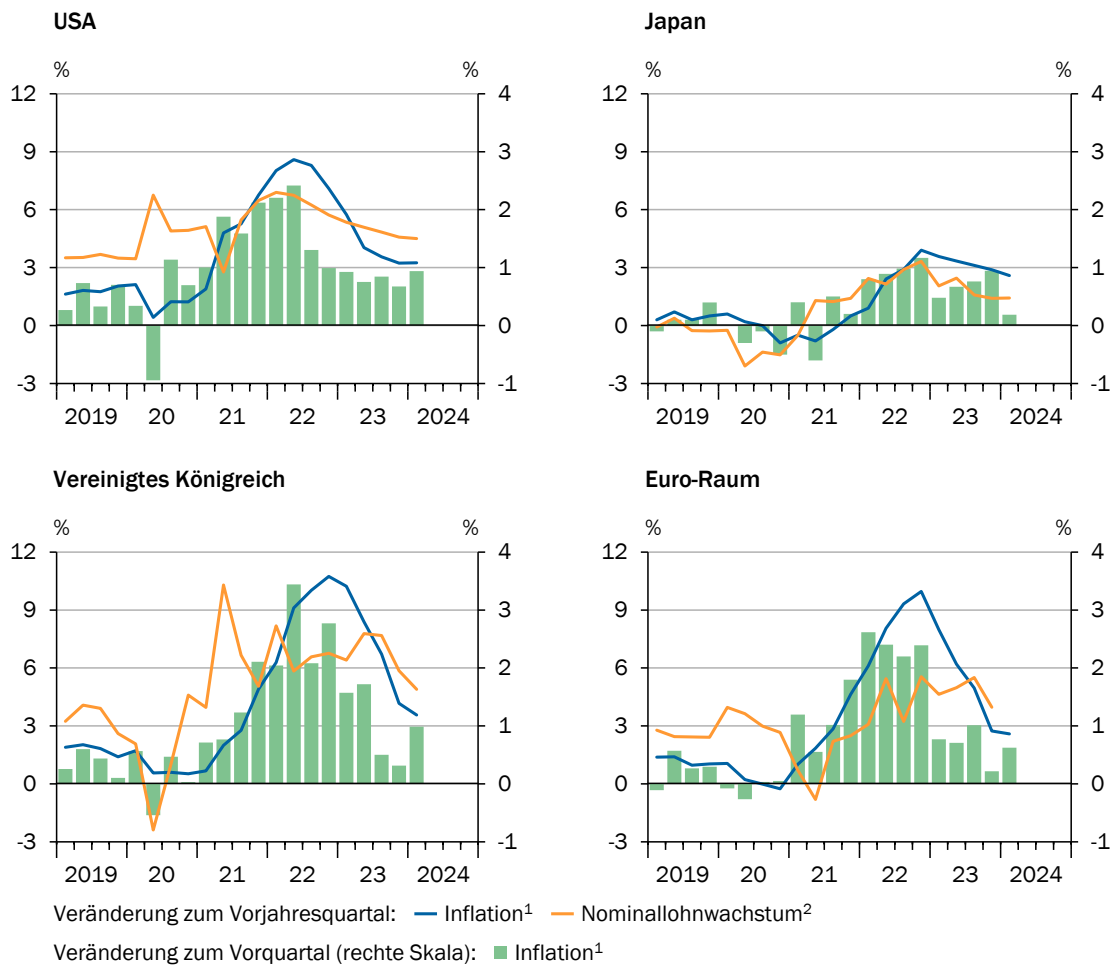
Prognosehorizont die Leitzinssenkungen positiv auf die Finanzierungsbedingungen auswirken und somit die Investitionen langsam anschieben. Im Gegensatz dazu ist mit nur geringen Impulsen seitens der Finanzpolitik zu rechnen, da viele öffentliche Haushalte weltweit konsolidieren. **Insgesamt erwartet der Sachverständigenrat ein globales BIP-Wachstum von 2,6 % im Jahr 2024 und 2,7 % im Jahr 2025.** [TABELLE 1](#) Der globale Warenhandel dürfte im Jahr 2024 bzw. im Jahr 2025 um 1,3 % und 2,0 % wachsen.

2. Rückgang der Inflation verlangsamt sich

12. Die **Verbraucherpreisinflation** hat **in vielen Volkswirtschaften** zu Jahresbeginn 2024 **weiter nachgelassen**. Der Rückgang hat sich aber zuletzt verlangsamt. [ABBILDUNG 7](#) In den USA und Japan verharrt die Verbraucherpreisinflation auf einem erhöhten Niveau. Dabei bestimmt in den USA die Kernrate – getrieben durch Preissteigerungen bei Mieten und Dienstleistungen – maßgeblich

[ABBILDUNG 7](#)

Inflation und Lohnwachstum in ausgewählten Volkswirtschaften



1 – Saisonbereinigt. 2 – Saison- und kalenderbereinigt. Für Japan und das Vereinigte Königreich: Wert für das 1. Quartal 2024 entspricht dem Wert für Januar.

Quellen: BLS, Eurostat, OECD, ONS, Statistics Bureau of Japan, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-077-02

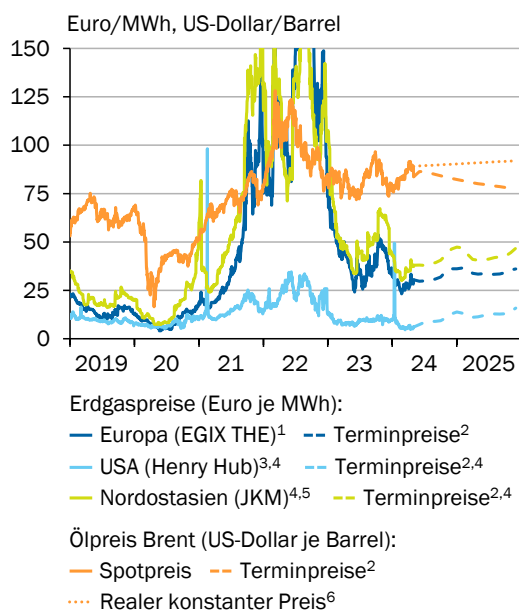
die Inflation. [↗ KASTEN 1](#) In den USA, dem Vereinigten Königreich und zuletzt zudem im Euro-Raum sind die Nominallöhne stark gestiegen. [↗ ABBILDUNG 7](#) Das **starke Lohnwachstum dürfte** zum Teil auf die Verbraucherinnen und Verbraucher überwältigt werden und damit den **Inflationsrückgang verlangsamen**. In China trugen dagegen fallende Preise für Nahrungsmittel, die zusammen mit Tabakwaren einen Anteil von etwa 30 % am Warenkorb haben, zu niedrigen, teils negativen Inflationsraten bei. [↗ KASTEN 1](#)

13. Der **Preis für Rohöl** der Nordseesorte Brent ist seit Jahresbeginn 2024 **deutlich gestiegen** und notierte im Monatsdurchschnitt des April 2024 bei knapp 89 US-Dollar je Barrel. [↗ ABBILDUNG 8 LINKS](#) Er liegt damit knapp 9 US-Dollar über dem langfristigen Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2019. Zum Preisanstieg trugen nachfrageseitig insbesondere eine bessere Konjunktur in China und den USA bei. Angebotsseitig sind die Fördermengen in den USA, Russland und einigen

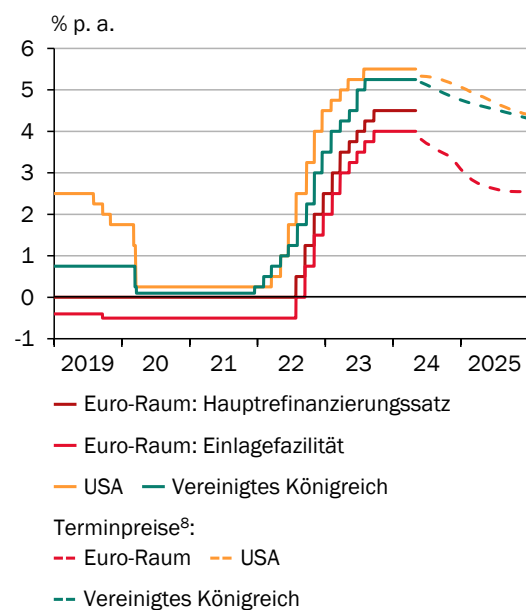
[↗ ABBILDUNG 8](#)

Energiepreise und Leitzinsen

Energiepreise haben sich zuletzt unterschiedlich entwickelt



Leitzinsen⁷ dürften im Prognosehorizont in fortgeschrittenen Volkswirtschaften sinken



1 – Der European Gas Index (EGIX) basiert auf börslichen Handelsgeschäften mit den jeweils aktuellen Frontmonatskontrakten der Trading Hub Europe (THE). Ein Frontmonatskontrakt ist definiert als ein zum nächsten Monat fälliger Kontrakt, der an den Terminbörsen gehandelt wird. 2 – Durchschnittliche Terminpreise der letzten 10 Handelstage für den Mai 2024 und die folgenden Monate, abgerufen am 3. Mai 2024. 3 – Die Preise basieren auf der Lieferung am Henry Hub in Louisiana. Offizielle Tagesschlusspreise um 14:30 Uhr auf dem Parkett der New York Mercantile Exchange (NYMEX) für einen bestimmten Liefermonat. 4 – Preis in US-Dollar/MMBtu (1 million British thermal units) umgerechnet in Euro/MWh. Für die Umrechnung der Terminpreise wird der letzte verfügbare Tageskurs verwendet. 5 – Japan Korea Marker (JKM) ist der nordostasiatische Spotpreisindex für LNG, das ab Schiff nach Japan und Korea geliefert wird. 6 – Ölpreis fortgeschrieben mit einer jährlichen Inflationsrate von 2 %. 7 – Die betrachteten Leitzinsen sind der Hauptrefinanzierungssatz sowie der EZB-Zinssatz für die Einlagefazilität für den Euro-Raum, die Federal Funds Rate für die USA und die Bank Rate für das Vereinigte Königreich. 8 – Erwartungen der Marktteilnehmerinnen/-teilnehmer über die Zentralbankzinsen ermittelt aus den 30-tägigen Federal Funds Futures für die USA, den 3-monatigen EURIBOR Futures für den Euro-Raum und den Overnight Index Swap Forwards für das Vereinigte Königreich. Durchschnittliche Terminpreise der vergangenen 10 Handelstage, abgerufen am 3. Mai 2024.

Quellen: BoE, EEX, EIA, EZB, Fed, ICE, NYMEX, Refinitiv Datastream, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-075-01

Mitgliedstaaten der OPEC+ [↗ GLOSSAR](#) zwar gestiegen. Die OPEC+ drosselt jedoch ihre Förderkapazität und hat weitere Produktionskürzungen angekündigt (IEA, 2024), sodass der Preis hoch bleiben dürfte. Die **Preise für Erdgas** sind **seit Jahresbeginn 2024 wieder gefallen**. Der Großhandelspreis für Erdgas in Europa betrug etwa 29 Euro je Megawattstunde (MWh) im April 2024. Zwar liegt er damit über dem Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2019 von etwa 20 Euro je MWh, aber deutlich unter den Höchstständen des Jahres 2022. Die Terminpreiskurven deuten für den Prognosezeitraum eine moderate Aufwärtsbewegung an.

14. Die Zentralbanken in den USA, dem Vereinigten Königreich und dem Euro-Raum haben **seit Oktober 2023** ihre **Leitzinsen konstant** gehalten. [↗ ABBILDUNG 8 RECHTS](#) Im Prognosehorizont ist mit **sinkenden Leitzinsen** aufgrund der zurückgehenden Verbraucherpreisinflation **zu rechnen**. Die nur langsam zurückgehende Inflation in den USA und dem Vereinigten Königreich [↗ ZIFFER 12](#) kann ein Grund dafür sein, dass die Märkte gemäß den Terminpreiskurven im Euro-Raum mit einer schnelleren und stärkeren Zinssenkung rechnen als in den USA und dem Vereinigten Königreich. Zum Jahresende 2025 dürften die Leitzinsen in den USA und im Vereinigten Königreich bei knapp unter 4,5 % liegen. Im Euro-Raum dürften sie stärker auf ca. 2,6 % fallen.
15. Im ersten Quartal 2024 lag die Verbraucherpreisinflation in den USA, dem Vereinigten Königreich, Japan und dem Euro-Raum moderat erhöht zwischen 2,5 % und 3,6 % gegenüber dem Vorjahresquartal. [↗ ABBILDUNG 7](#) Im Prognosehorizont dürfte die Inflation nicht mehr vorrangig durch die Energiepreise getrieben sein. [↗ KASTEN 5](#) [↗ ZIFFER 13](#) Zu erwarten ist, dass das **Nominallohnwachstum hoch bleibt** und die Inflation übersteigt. [↗ ZIFFER 12](#) Daraus entstehende Reallohngewinne dürften den **privaten Konsum im Prognosehorizont anschieben**, jedoch den schnellen Rückgang der Verbraucherpreisinflation bremsen. Der **Sachverständigenrat erwartet** daher eine **globale Inflation von 4,5 % für das Jahr 2024**. Die Zielwerte der großen Zentralbanken dürften somit gegen Ende des Jahres 2024 noch nicht erreicht werden. **Für das Jahr 2025** rechnet der Sachverständigenrat mit einer globalen Verbraucherpreisinflation von **3,4 %**. Die Inflationsdynamik unterliegt weiterhin einer erhöhten Unsicherheit. [↗ KASTEN 2](#) So könnte etwa eine Verschärfung der geopolitischen Spannungen die Normalisierung der Inflation wieder verlangsamen. [↗ ZIFFER 16](#)

Die Prognose der globalen Verbraucherpreisinflation ergibt sich aus den einzelnen Inflationsprognosen des Sachverständigenrates für 51 Länder. [↗ TABELLE 1](#) Die Evaluation der **Inflationsprognosen seit dem Jahr 2015** zeigt, dass diese **nicht systematisch verzerrt** waren und die Prognosefehler ähnlich den Prognosefehlern anderer Institutionen sind. [↗ KASTEN 2](#)

[KASTEN 2](#)

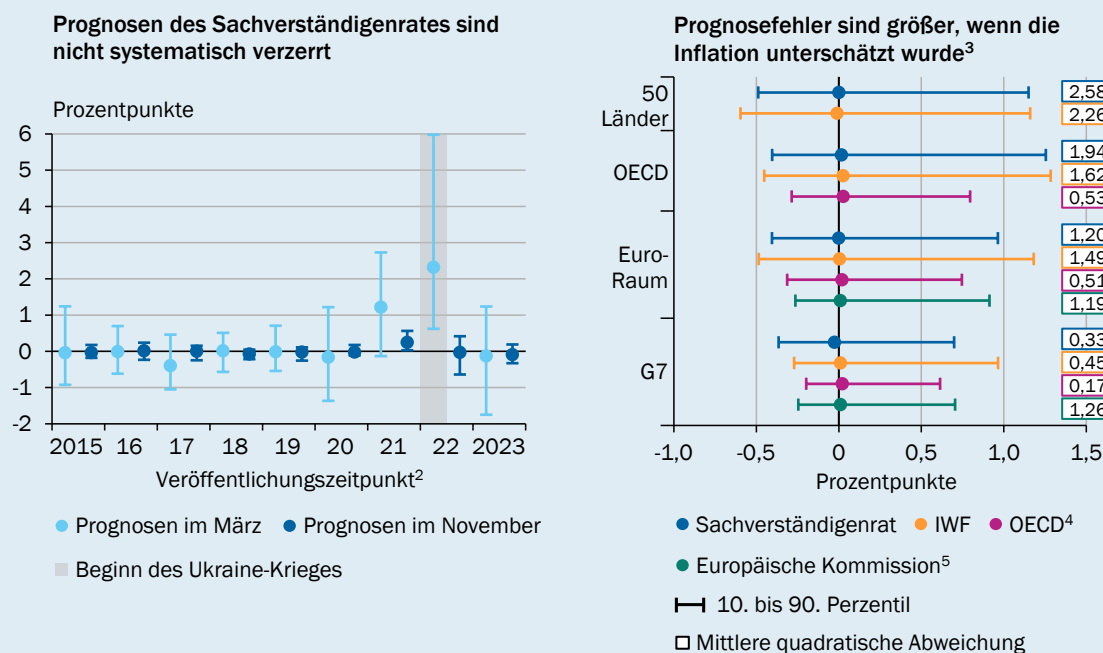
Analyse: Evaluation der Inflationsprognosen des Sachverständigenrates

Der Sachverständigenrat prognostiziert seit dem Jahr 2012 zweimal jährlich die Entwicklung des BIP und der Inflation für Deutschland und 49 weitere Länder. [TABELLE 1](#) Im Jahresgutachten 2023 hat der **Sachverständigenrat** systematisch seine **BIP-Prognosen für alle 50 Länder** evaluiert und gezeigt, dass sie **nicht systematisch verzerrt sind** (JG 2023 Kasten 2). Prognosen sind mit Unsicherheit behaftet. Schocks können das Preisniveau unerwartet heben, wie die Energiekrise im Jahr 2022 gezeigt hat (JG 2022 Ziffern 7 f.), oder senken, etwa durch einen unerwarteten Nachfrageeinbruch. Prognosefehler sind damit nicht immer vermeidbar.

Die **Inflationsprognosen** des Sachverständigenrates sind ebenso wie die BIP-Prognosen für die 50 Länder seit dem Jahr 2014 **nicht systematisch verzerrt**. [ABBILDUNG 9 LINKS](#) Die Unsicherheit über die Inflationsentwicklung und damit die Größe der Prognosefehler sind – wie bei den Prognosefehlern für das BIP (JG 2023 Kasten 2) – im März höher als im November. Mit den im Herbst vorliegenden zusätzlichen Informationen kann die Inflation für das jeweils aktuelle Jahr besser geschätzt werden.

[ABBILDUNG 9](#)

Prognosefehler für die Inflation in 50 Ländern¹



1 – Prognosefehler sind die Differenz zwischen der realisierten Inflation für das jeweilige Jahr und der Prognose für dasselbe Jahr, welche entweder im März oder November erstellt wurde. Die Whisker zeigen das 10. bis 90. Perzentil. Der Punkt repräsentiert den Median. Die 50 Länder umfassen die Länder aus Tabelle 1 ohne Australien. Prognosen für Venezuela, die in Veröffentlichungen bis März 2016 noch enthalten waren, werden nicht berücksichtigt. 2 – Prognosen aus dem November bzw. März stammen aus dem Jahresgutachten bzw. der Aktualisierten Konjunkturprognose. 3 – In den jeweiligen Gruppen 50 Länder, OECD, Euro-Raum und G7 werden 791, 526, 272 und 112 Prognosefehler einbezogen. 4 – Für Länder im Euro-Raum und das Vereinigte Königreich wird der Harmonisierte Verbraucherpreisindex (HVPI) genutzt. 5 – Die Europäische Kommission prognostiziert standardmäßig den HVPI. Nur für Kanada, Japan und die USA wird die Prognose des nationalen VPI genutzt.

Quellen: Europäische Kommission, IWF, OECD, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-114-02

Die **Prognosefehler** des Sachverständigenrates sind zudem **vergleichbar mit denen anderer Institutionen**, die ihre Prognosen zu ähnlichen Zeitpunkten veröffentlichen. [ABBILDUNG 9 RECHTS](#) Die Europäische Kommission und die OECD publizieren ihre Prognosen im Mai oder Juni bzw.

im November oder Dezember. Die Prognosen des IWF werden meist im April bzw. im Oktober veröffentlicht. Der Median nahe null zeigt an, dass die Inflation im betrachteten Zeitraum genauso häufig unter- wie überschätzt wurde. Die breitere Streuung der positiven Prognosefehler macht jedoch deutlich, dass die Prognosefehler größer waren, wenn die Inflation unterschätzt wurde. Insbesondere in den Jahren 2021 und 2022 ist der starke Inflationsanstieg von den meisten Institutionen wiederholt unterschätzt worden. Hierfür dürfte nicht zuletzt die Tendenz zur Rückkehr zum Mittelwert verantwortlich sein, die vielen empirischen Prognosemodellen inhärent ist (Konjunkturprognose 2022 Kasten 4). Gemäß dem mittleren quadratischen Fehler, einem Indikator für die durchschnittliche Prognosegüte, sind die Prognosen der OECD am wenigsten revisionsanfällig.

3. Chancen und Risiken: Geopolitische Spannungen und hartnäckige Inflation

16. Die **geopolitische Unsicherheit** ist seit Jahresbeginn 2022 **deutlich höher als im historischen Durchschnitt**. [ABBILDUNG 10 LINKS](#) Gründe hierfür sind der andauernde Krieg in der Ukraine und der Nahostkonflikt infolge des Terrorangriffs der Hamas auf Israel im Oktober 2023. [ABBILDUNG 10 RECHTS](#) Vergrößern sich die Unsicherheiten über die Unterstützung für die Ukraine, könnte sich das geopolitische Risiko insbesondere für Europa verschärfen. Zudem könnte eine geografische Ausweitung des Krieges im Nahen Osten Handelsrouten für Rohöl und Erdgas beeinträchtigen (Tagliapietra, 2023). Verwerfungen in der an Iran an-

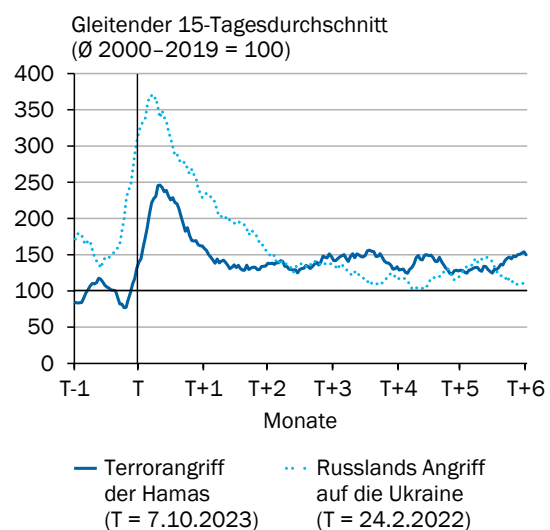
ABBILDUNG 10

Geopolitische Unsicherheit

Geopolitical Risk Index¹ ist seit dem Jahr 2022 erhöht...



... und hat insbesondere seit dem Herbst 2023 noch einmal zugenommen



1 – Der Geopolitical Risk Index spiegelt die Ergebnisse automatischer Textsuche in zehn Zeitungen in den USA wider. Er berechnet sich aus dem Anteil der Artikel zu negativen geopolitischen Ereignissen an der Gesamtzahl der Artikel in jeder Zeitung für jeden Monat (siehe Caldara und Iacoviello, 2022).

grenzenden Straße von Hormus, einer Meerenge, durch die etwa ein Fünftel der globalen Rohölmenge und ein Viertel der globalen LNG-Produktion verschifft wird, könnte Energie deutlich verteuern und damit die Inflation erneut anheizen.

17. Am aktuellen Rand verharret die **Verbraucherpreisinflation in den USA auf einem erhöhten Niveau**. ↘ [ZIFFER 12](#) Laut der Haushaltsbefragung durch die Federal Reserve Bank of New York kam es im März 2024 zu einer **Erhöhung der Inflationserwartungen** für die nächsten drei Jahre um 0,2 Prozentpunkte auf 2,9 % (New York Fed, 2024). Die erste Zinssenkung der Fed könnte deshalb später stattfinden, als dies die Märkte erwarten. **Länger anhaltende höhere Zinsen** würden die gesamtwirtschaftliche Nachfrage stärker belasten als prognostiziert. Zudem könnte das im Wahljahr 2024 weiterhin hohe Haushaltsdefizit der US-Regierung die Inflationsbekämpfung in den USA beeinträchtigen (IWF, 2024). ↘ [KASTEN 1](#)

Im Gegensatz zu den USA gehen die Inflationsraten in anderen Volkswirtschaften schneller zurück. Die Zentralbanken dieser Volkswirtschaften könnten ihre Leitzinsen deshalb früher als die Fed senken. Große **Zinsunterschiede könnten zu starken Abwertungen** der betroffenen Währungen **gegenüber dem US-Dollar führen**, was in den Volkswirtschaften zu einer Verteuierung der Importe führen und zu einer höheren Inflation beitragen könnte. Außerdem könnten signifikante Kapitalabflüsse aus Schwellenländern erfolgen, die häufig auf Auslandskapital für ihre Schuldenaufnahme angewiesen sind.

III. EURO-RAUM

18. Im Jahr 2023 ist das **BIP im Euro-Raum** nur **geringfügig gewachsen**. Der zeitweise rückläufige Welthandel, die restriktive Geldpolitik, die infolge des Energiepreisschocks schwächelnde Industrie sowie Kaufkraftverluste und das eingetrübte Konsumentenvertrauen haben die realwirtschaftliche Entwicklung belastet. Eine **Erholung** der **privaten Konsumausgaben** aufgrund steigender Realeinkommen **und** der **Aufschwung im Welthandel** sowie die steigende globale Industrieproduktion werden im Jahr 2024 das Wachstum im Euro-Raum moderat antreiben. Eine **Lockerung der Geldpolitik** im laufenden Jahr dürfte zudem positive Wachstumsimpulse für das Jahr 2025 liefern. Der Sachverständigenrat erwartet, dass das **BIP** im Euro-Raum im Jahr 2024 um **0,8 %** und im Jahr 2025 um **1,5 %** wachsen wird. Die **Inflation** dürfte von 5,4 % im Jahr 2023 auf **2,4 %** im Jahr 2024 und auf **2,1 %** im Jahr 2025 zurückgehen.

1. Wirtschaft steht vor langsamer Erholung

19. Im Jahr 2023 verzeichnete der **Euro-Raum ein schwaches BIP-Wachstum von 0,6 %**; [TABELLE 3](#) die Wirtschaftsleistung verharrete das gesamte Jahr über etwa auf dem gleichen Niveau. [ABBILDUNG 11 LINKS](#) Im 1. Quartal 2024 wuchs hingegen das BIP im Euro-Raum laut erster Schnellschätzung von Eurostat um 0,3 % im Vergleich zum Vorquartal, was eine beginnende Erholung der Wirtschaft andeutet.

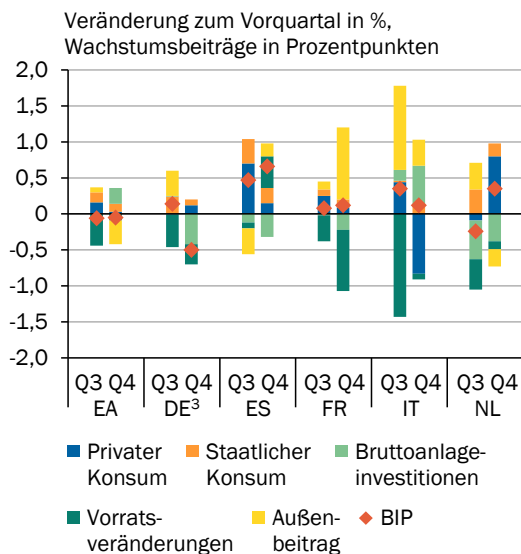
Die Entwicklung des preisbereinigten Konsums hat die Wirtschaft im Euro-Raum im 2. Halbjahr 2023 moderat gestützt. Allerdings war dies verstärkt auf den **Staatskonsum zurückzuführen**, der preis-, saison- und kalenderbereinigt sowohl im 3. als auch im 4. Quartal 2023 im Vergleich zum Vorquartal zugelegt hat. [ABBILDUNG 11 LINKS](#) Die **privaten Konsumausgaben** haben hingegen nach einem leichten Anstieg im 3. Quartal 2023 im folgenden Quartal nur einen marginalen Beitrag zum Gesamtwachstum geleistet. Dies kann auf die vergangenen Einbußen im Realeinkommen und auf das eingetrübte Konsumentenvertrauen zurückgeführt werden. Die **Bruttoanlageinvestitionen gingen** preis-, saison- und kalenderbereinigt im 2. Halbjahr 2023 in vielen Volkswirtschaften des Euro-Raums **zurück**. Ohne Berücksichtigung von Irland waren diese im 4. Quartal 2023 im Euro-Raum insgesamt deutlich rückläufig. Zudem trugen die zurückgehenden Vorratsveränderungen [GLOSSAR](#) in vielen Mitgliedstaaten negativ zum Wirtschaftswachstum bei. Unter den großen Volkswirtschaften expandierten die Bruttoanlageinvestitionen lediglich in Italien, was zum großen Teil von den Wohnbauinvestitionen im Rahmen des Superbonus-Programms (Europäische Kommission, 2024) getragen sein dürfte.

20. Die **schwache Entwicklung des globalen Warenhandels** und der weltweiten **Industrieproduktion** [ABBILDUNG 4](#) haben die wirtschaftliche Entwicklung im Jahr 2023 ebenfalls gebremst. [ZIFFER 8](#) Dabei waren nicht nur Volkswirtschaften mit einem hohen Anteil des Industriesektors an der Gesamtwertschöpfung (JG 2023 Kasten 3), sondern auch solche mit einem hohen Offenheitsgrad stärker

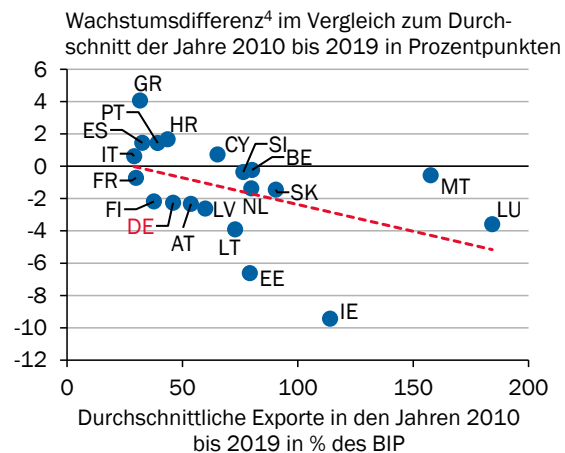
➤ **ABBILDUNG 11**

BIP-Wachstum¹ im Euro-Raum stagniert im 2. Halbjahr 2023, Volkswirtschaften mit hohem Offenheitsgrad wuchsen vergleichsweise schwach²

Bruttoanlageinvestitionen und Vorratsveränderungen belasten im 2. Halbjahr 2023



Mitgliedstaaten mit höheren Exportquoten wuchsen schwächer als in der Vergangenheit



1 – Preis-, saison- und kalenderbereinigt. 2 – AT-Österreich, BE-Belgien, CY-Zypern, DE-Deutschland, EA-Euro-Raum, EE-Estland, ES-Spanien, FI-Finnland, FR-Frankreich, GR-Griechenland, HR-Kroatien, IE-Irland, IT-Italien, LT-Litauen, LU-Luxemburg, LV-Lettland, MT-Malta, NL-Niederlande, PT-Portugal, SI-Slowenien, SK-Slowakei. 3 – Da bislang lediglich das BIP, nicht jedoch die Verwendungskomponenten für das Jahr 2023 revidiert wurden, wird unterstellt, dass es sich bei der Revision des BIP um eine Revision der Vorratsveränderungen handelt. 4 – Differenz zwischen dem realen BIP-Wachstum im Jahr 2023 und der durchschnittlichen Jahreswachstumsrate des realen BIP in den Jahren 2010 bis 2019.

Quellen: Eurostat, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-111-03

betroffen. ➤ **ABBILDUNG 11 RECHTS** Im Jahr 2023 war der Außenbeitrag zum BIP-Wachstum im Euro-Raum mit 0,2 Prozentpunkten zwar positiv. Dies lag jedoch daran, dass Importe in einem noch größeren Maße gesunken sind als Exporte. Die **Trendumkehr des Welthandels**, ➤ **ZIFFER 8** insbesondere vor dem Hintergrund der global steigenden Industrieproduktion, dürfte allerdings im Prognosehorizont zur wirtschaftlichen Erholung im Euro-Raum beitragen. ➤ **ABBILDUNG 4**

21. Die **Erholung des Euro-Raums** dürfte im Jahr 2024 zudem von der Entwicklung der **privaten Konsumnachfrage** geprägt sein. Durch das Ansteigen der Nominallöhne und den Rückgang der Inflationsraten kommt es zu einem Anstieg der Realeinkommen. Letzteres wird im Prognosehorizont jedoch nur allmählich in eine Erhöhung der realen Konsumausgaben übersetzt. ➤ **KASTEN 3** Von der **Fiskalpolitik** ist **nur wenig Auftrieb** für die wirtschaftliche Entwicklung im Euro-Raum zu erwarten, was insbesondere an den geplanten rückläufigen Defiziten in vielen Volkswirtschaften im Euro-Raum liegt (Europäische Kommission, 2023).

➤ **ZIFFER 34**

Die **Beziehung** zwischen **privaten Konsumausgaben** und dem **verfügbaren Einkommen** ist ein gründlich erforschtes Thema in der Literatur (z. B. Friedman, 1957; Davidson et al., 1978; Hall, 1978; Blinder und Deaton, 1985; Engle und Granger, 1987; Molana, 1991).

	Veränderung der realen Konsumausgaben privater Haushalte ^{2,3}				
	Deutschland	Frankreich	Italien	Spanien	Niederlande
Fehlerkorrekturterm in $t-1$	-0,26 *** (0,09)	-0,12 *** (0,05)	-0,27 *** (0,08)	-0,14 (0,08)	-0,18 *** (0,04)
Veränderung des verfügbaren Realeinkommens ² in t	0,61 *** (0,10)	0,14 ** (0,07)	0,26 *** (0,04)	0,19 ** (0,07)	0,20 *** (0,06)
Veränderung des verfügbaren Realeinkommens ² in $t-1$	-	0,21 *** (0,06)	-	0,14 *** (0,05)	0,17 *** (0,05)
Veränderung des verfügbaren Realeinkommens ² in $t-2$	-	0,23 *** (0,07)	-	0,14 ** (0,06)	-
Veränderung des verfügbaren Realeinkommens ² in $t-3$	-	0,16 *** (0,05)	-	0,11 * (0,05)	-
Veränderung der realen Konsumausgaben ² in $t-1$	-	-	0,21 ** (0,09)	-	-
R^2	0,53	0,40	0,59	0,49	0,51
Durbin-Watson-Koeffizient	2,09	2,20	1,77	1,85	2,18

1 – Signifikanzniveau: * p-Wert < 0,1; ** p-Wert < 0,05; *** p-Wert < 0,01. Regressionen basieren auf Quartalswerten für die Periode 1999Q1 bis 2019Q4. Für die Ermittlung der Signifikanzniveaus der Kointegration zwischen realen Konsumausgaben und verfügbarem Realeinkommen der privaten Haushalte und der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck aus der Niveauregression wurden kritische Werte aus Engle und Yoo (1987) bzw. MacKinnon (2010) herangezogen. Für die Niveauregressionen wurden logarithmierte preis-, saison- und kalenderbereinigte Werte verwendet, wobei die Niveauregression für Italien, Spanien und die Niederlande zusätzlich zu der Konstante einen deterministischen Zeittrend beinhaltet. Die Teststatistiken lieferten Evidenz, dass in den untersuchten Ländern zwischen realen Konsumausgaben und verfügbarem Realeinkommen ein langfristiger Zusammenhang besteht (Kointegrationsbeziehung). Für Deutschland, Frankreich und die Niederlande konnte die Hypothese der Scheinregression auf einem Signifikanzniveau von 1 % und für Spanien und Italien von 10 % abgelehnt werden. 2 – Veränderungen in den logarithmierten preis-, saison- und kalenderbereinigten Werten. 3 – Die Regression beinhaltet eine Konstante und für einige Mitgliedstaaten weitere Kontrollvariablen, wie bspw. das globale BIP-Wachstum gegenüber dem Vorjahresquartal bzw. den trendbereinigten 3-Monats-Euribor-Zinssatz.

Quellen: Eurostat, EZB, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-119-01

Um die Auswirkungen einer Veränderung des verfügbaren preisbereinigten Einkommens auf die preisbereinigten Konsumausgaben privater Haushalte zu untersuchen, hat der Sachverständigenrat ein **Fehlerkorrekturmodell** (Engle und Granger, 1987; Molana, 1991) geschätzt. Dazu werden die preisbereinigten Konsumausgaben der fünf größten Volkswirtschaften im Euro-Raum in zwei Stufen auf das verfügbare preisbereinigte Einkommen privater Haushalte regressiert. In der ersten Stufe wird die **langfristige Beziehung zwischen preisbereinigtem Konsum und verfügbarem Einkommen** mithilfe einer Regression der logarithmierten preisbereinigten privaten Konsumausgaben auf die logarithmierten verfügbaren preisbereinigten Ein-

kommen privater Haushalte geschätzt. In der zweiten Stufe werden die Variablen in ersten Differenzen, die Residuen aus der ersten Stufe – die Abweichungen vom langfristigen Zusammenhang – sowie weitere Kontrollvariablen aufeinander regressiert, um die **kurzfristige Dynamik** zu schätzen. Um eine Verzerrung der Schätzung durch Sondereffekte während der Pandemie zu vermeiden, wurde für die Analyse der Zeitraum zwischen dem 1. Quartal 1999 und dem 4. Quartal 2019 herangezogen.

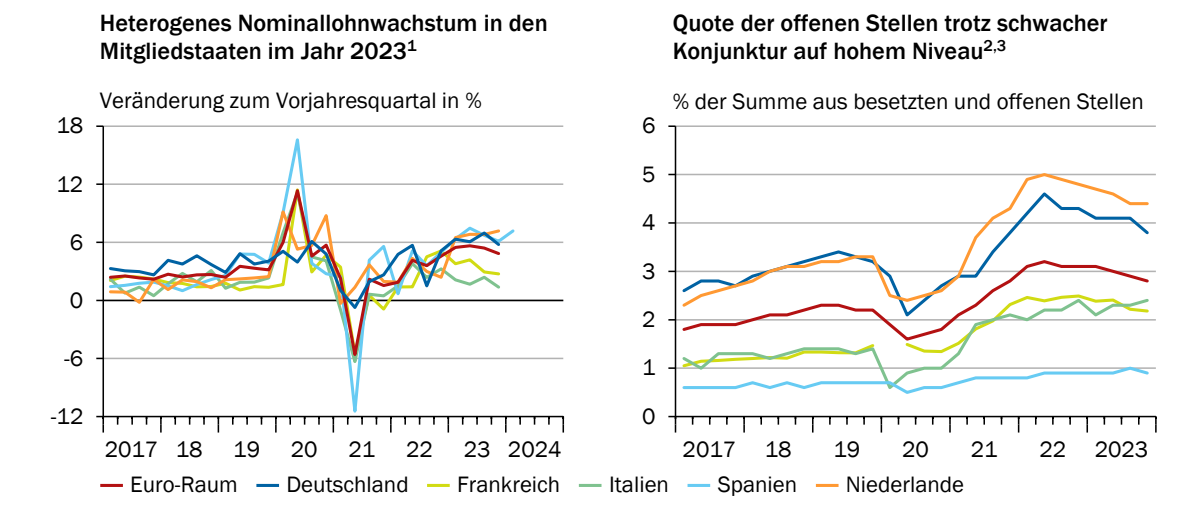
Die Ergebnisse aus der ersten Stufe legen nahe, dass in den untersuchten Volkswirtschaften ein **langfristiger positiver Zusammenhang zwischen** den preisbereinigten **Konsumausgaben** und dem **verfügbaren preisbereinigten Einkommen** privater Haushalte besteht. [TABELLE 2](#) Anhand der Regression aus der zweiten Stufe wird ersichtlich, [TABELLE 2](#) dass **Veränderungen** in den **preisbereinigten Konsumausgaben** im Vergleich zum Vorquartal nicht nur durch **zeitgleiche Veränderungen** im **verfügbaren preisbereinigten Einkommen**, sondern auch durch jene aus den **vergangenen Quartalen beeinflusst** werden. Da die Regressionskoeffizienten wesentlich kleiner als eins sind, dürften die preisbereinigten Konsumausgaben unterproportional auf eine Veränderung im preisbereinigten verfügbaren Einkommen reagieren. Ferner impliziert der negative Koeffizient für den Fehlerkorrekturterm, dass **Abweichungen vom langfristigen Zusammenhang** zwischen preisbereinigten Konsumausgaben und verfügbarem Einkommen **allmählich korrigiert** werden.

Insgesamt bedeutet dies für den Prognosehorizont, dass sich die **Reallohnzuwächse** aufgrund des starken Rückgangs der Inflation und der dynamischen Nominallohnentwicklung nur **graduell in steigende reale Konsumausgaben übersetzen**. Zudem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass dieser Effekt in Deutschland schneller ablaufen dürfte. Dabei ist aber zu beachten, dass nicht im Modell berücksichtigte Determinanten, wie etwa das Konsumentenvertrauen oder die gesamtwirtschaftliche Unsicherheit, die kurzfristige Dynamik des Konsums und des Sparverhaltens ebenfalls beeinflussen können. [ZIFFER 37](#)

22. Eine mögliche **Lockerung der Geldpolitik** im Lauf des Jahres 2024 dürfte sich nur **verzögert auf die realwirtschaftliche Entwicklung** im Euro-Raum auswirken. Eine strukturelle Vektorautoregression des realen BIP, des HVPI und des Leitzinssatzes im Sinne von Cecioni und Neri (2011), Ramey (2016) und Wolf (2022) legt nahe, dass die vollständige **Transmission** von Änderungen des **Nominalzinses in die Realwirtschaft** im Euro-Raum bis zu eineinhalb Jahre in Anspruch nimmt. Das Modell erlaubt zudem Rückschlüsse auf die Auswirkungen von Abweichungen von der derzeit an den Märkten erwarteten Entwicklung der Leitzinsen im Euro-Raum. Wenn es beispielsweise im Prognosehorizont im Vergleich zur Markterwartung nicht zu einer Zinssenkung käme, läge das BIP im Euro-Raum im 4. Quartal 2025 um etwa 1,0 % niedriger. Die Schätz- und Identifikationsunsicherheit ist allerdings erhöht, besonders gegen Ende des Prognosehorizonts.
23. Infolge des verhaltenen BIP-Wachstums **stagnierte im Winterhalbjahr 2023/24 die Erwerbslosigkeit im Euro-Raum** und lag im März 2024 bei 6,5 %. Der Arbeitsmarkt im Euro-Raum dürfte weiterhin von einem knappen Arbeitskräfteangebot geprägt sein (JG 2023 Abbildung 110). Beschäftigte dürften daher trotz gesamtwirtschaftlicher Unterauslastung sowie angesichts der sich bessernden konjunkturellen Aussichten in den Betrieben gehalten werden. Es ist davon auszugehen, dass die Nachfrage nach Arbeitskräften und das Beschäftigungswachstum im Zuge des verhaltenen Wirtschaftswachstums graduell abflachen und die **Erwerbslosenquote sich nur geringfügig ändern wird**. In

↳ ABBILDUNG 12

Robuster Arbeitsmarkt sorgt weiterhin für dynamisches Nominallohnwachstum im Euro-Raum



1 – Saison- und kalenderbereinigt (Deutschland und Frankreich saisonbereinigt). Die Abbildung zeigt Bruttolöhne und -gehälter pro geleisteter Arbeitsstunde. 2 – Saisonbereinigt. Gemäß der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2). Umfasst Industrie, Baugewerbe und Dienstleistungen (ohne private Haushalte mit Hauspersonal und extra-territoriale Organisationen und Körperschaften). 3 – Werte für Frankreich für Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten; kein Wert für 2020Q1.

Quellen: Dares France, Eurostat, eigene Berechnungen
 © Sachverständigenrat | 24-110-03

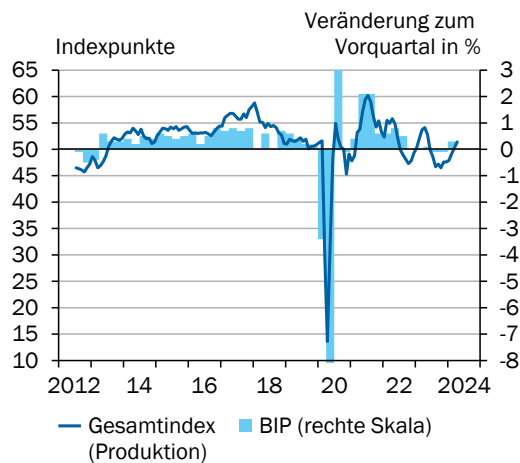
Anbetracht des engen Arbeitsmarktes und der vergangenen Kaufkraftverluste ist weiterhin mit robustem Lohnwachstum zu rechnen. Allerdings dürfte der Gipfel bei den Lohnerhöhungen bereits überschritten sein. ↳ ABBILDUNG 12 LINKS UND RECHTS Zudem deutet der Indeed Wage Tracker im 1. Quartal 2024 in den erfassten Mitgliedstaaten des Euro-Raums zumeist auf eine weiterhin fallende Tendenz der Nominallohnsteigerungen hin. Angesichts der rückläufigen Inflation ↳ ZIFFER 26 und der Entspannung am Arbeitsmarkt ist davon auszugehen, dass der Lohn- druck bis zum Ende des Prognosehorizonts allmählich abnehmen wird.

- 24. Die Stimmungsindikatoren deuten auf eine leichte Erholung der Wirtschaft im 1. Halbjahr 2024 hin.** So hat sich der aggregierte Einkaufsmanagerindex im Euro-Raum von seinem Tiefstand im 4. Quartal 2023 deutlich entfernt und die Wachstumsschwelle von 50 Indexpunkten wieder überschritten, was eine Expansion der wirtschaftlichen Aktivität anzeigt. ↳ ABBILDUNG 13 LINKS Laut dem Business and Consumer Survey der Europäischen Kommission hat sich das Konsumentenvertrauen im Vergleich zu seinem Tiefstand im 4. Quartal 2022 zwar erholt, bleibt aber weiterhin unterdurchschnittlich. ↳ ABBILDUNG 13 RECHTS Die Vertrauensindikatoren in der Industrie, im Bausektor und im Handel waren seit Ende 2021 weitestgehend rückläufig, haben sich aber im Winterhalbjahr 2023/24 zum größten Teil auf niedrigen Niveaus stabilisiert. Allerdings verzeichnete das Vertrauen in der Industrie erneut einen leichten Rückgang am aktuellen Rand. Das Vertrauen im Dienstleistungssektor weist seit Mitte 2022 eine Seitwärtsbewegung auf, was zum Teil durch das allmählich steigende Konsumentenvertrauen und die Verschiebung vom Güter- zum Dienstleistungskonsum bedingt sein dürfte.

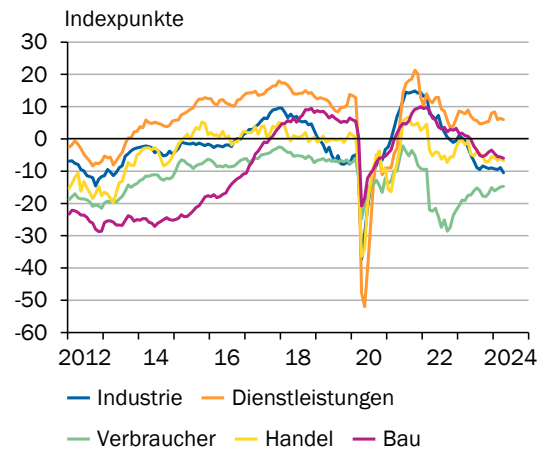
▸ ABBILDUNG 13

Echtzeit- und Vorlaufindikatoren signalisieren eine leichte Erholung der Wirtschaft im Euro-Raum

Einkaufsmanagerindex¹ deutet wieder auf eine Expansion der wirtschaftlichen Aktivität hin



Verbrauchervertrauen hat sich vom Tiefstand erholt, Vertrauensindikator der Industrie weiterhin schwach²



1 – HCOB Eurozone Composite PMI Output Index. 2 – Sektorale Vertrauensindikatoren aus dem Business and Consumer Survey der Europäischen Kommission.

Quellen: Europäische Kommission, Eurostat, S&P Global, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-109-02

- 25. Der Sachverständigenrat erwartet für das Jahr 2024 im Euro-Raum ein BIP-Wachstum von 0,8 %. ▸ TABELLE 3 Im Jahr 2025 dürfte sich das gesamtwirtschaftliche Wachstum im Euro-Raum stärker erholen und im Jahresdurchschnitt 1,5 % betragen.** Es ist damit zu rechnen, dass der moderate Rückgang der Inflation zusammen mit dem robusten Wachstum der Nominallöhne eine positive Wirkung auf das Realeinkommen haben werden. Die allmählich steigenden privaten Konsumausgaben ▸ KASTEN 3 dürften daher im Lauf des Jahres 2024 die wirtschaftliche Erholung vorantreiben. Die moderate Erholung des Welthandels und der globalen Industrieproduktion ▸ ZIFFER 11 dürfte bereits im Jahr 2024 Impulse liefern, vor allem für jene Volkswirtschaften im Euro-Raum mit einem hohen Exportanteil. Die erhöhten Energiepreise, allen voran Strompreise, dürften das Wachstum jedoch weiterhin belasten. Ferner ist davon auszugehen, dass Leitzinssenkungen, die bereits ab dem 2. Quartal 2024 erfolgen dürften, durch günstigere Finanzierungsbedingungen ▸ ZIFFER 28 erst ab dem Jahr 2025 für eine weitere Belebung sorgen werden, allen voran in den zinssensitiven Wirtschaftsbereichen.

TABELLE 3

Bruttoinlandsprodukt, Verbraucherpreise und Erwerbslosenquote im Euro-Raum

Land/Ländergruppe	Gewicht in % ¹	Bruttoinlandsprodukt (kalenderbereinigt) ²			Verbraucherpreise (HVPI) ³			Erwerbslosenquote ⁴		
		Veränderung zum Vorjahr in %						%		
		2023	2024 ⁵	2025 ⁵	2023	2024 ⁵	2025 ⁵	2023	2024 ⁵	2025 ⁵
Euro-Raum ⁶	100	0,6	0,8	1,5	5,4	2,4	2,1	6,6	6,5	6,4
darunter:										
Deutschland	28,7	0,0	0,2	1,1	6,0	2,4	2,1	3,0	3,3	3,2
Frankreich	19,5	0,9	0,8	1,4	5,7	2,4	1,9	7,3	7,6	7,5
Italien	14,5	1,0	0,7	1,0	5,9	1,5	1,8	7,7	7,3	7,3
Spanien	10,2	2,5	2,3	2,0	3,4	3,2	2,4	12,2	11,7	11,4
Niederlande	7,2	0,2	0,8	1,5	4,1	2,8	2,2	3,5	3,7	3,9
Belgien	4,1	1,4	1,4	1,5	2,3	3,7	2,2	5,5	5,5	5,5
Irland	3,5	– 3,3	0,1	3,9	5,2	2,0	2,0	4,3	4,4	4,4
Österreich	3,3	– 0,7	0,3	1,6	7,7	3,8	2,7	5,1	5,2	5,2
Finnland	1,9	– 1,0	– 0,2	1,9	4,3	1,2	1,6	7,2	7,9	7,9
Portugal	1,8	2,3	1,9	2,0	5,3	2,2	2,1	6,6	6,5	6,4
Griechenland	1,5	2,0	1,5	2,0	4,2	2,7	2,1	11,1	10,2	9,8
nachrichtlich:										
Euro-Raum ohne Deutschland	71,3	0,8	1,1	1,7	5,2	2,5	2,1	7,8	7,7	7,6

1 – Anteil des BIP des Jahres 2023 am BIP des Euro-Raums. 2 – Preisbereinigt. Werte basieren auf saison- und kalenderbereinigten Quartalswerten. 3 – Harmonisierter Verbraucherpreisindex. 4 – Nach dem Messkonzept der International Labour Organization (ILO). Für den gesamten Euro-Raum und den Euro-Raum ohne Deutschland gewichtet mit der Anzahl der Erwerbspersonen des Jahres 2023. 5 – Prognose des Sachverständigenrates. 6 – Gewichteter Durchschnitt der 20 Mitgliedstaaten des Euro-Raums.

Quellen: Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-029-01

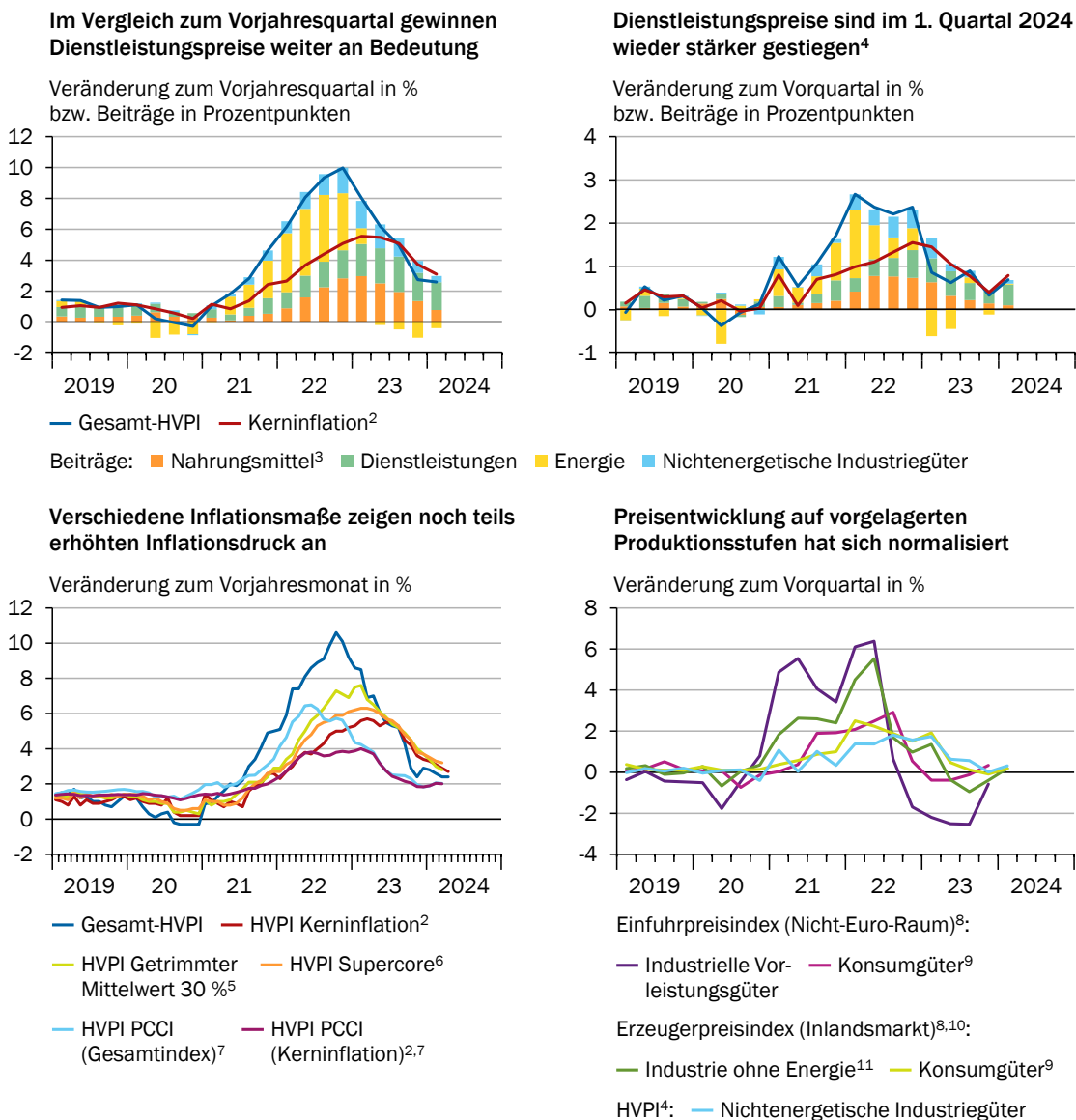
2. Inflationsrate bereits nah am Ziel

26. Die am HVPI gemessene Inflation im Euro-Raum betrug im Jahr 2023 rund 5,4 %. Sie **setzte damit im Winterhalbjahr 2023/24 ihre rückläufige Entwicklung fort** [ABBILDUNG 14 OBEN LINKS](#) und lag im April 2024 bei 2,4 % im Vergleich zum Vorjahresmonat. Allerdings hat im Vergleich zum Vorquartal die saisonbereinigte HVPI-Inflation im 1. Quartal 2024 deutlich zugenommen und lag bei 0,7 %. [ABBILDUNG 14 OBEN RECHTS](#)

Die **Kerninflation** hat ihren **Rückgang** ebenfalls **fortgesetzt**, lag im April 2024 im Vergleich zum Vorjahresmonat aber immer noch bei 2,7 %. Sie wird im Wesentlichen von der hohen Inflation im Dienstleistungssektor getrieben. Diese sank zwar im April 2024 im Vergleich zum Vorjahresmonat auf 3,7 %, verharrte aber in den vorangegangenen fünf Monaten bei 4,0 % und hat im 1. Quartal 2024 für den Gesamtindex weiter an Bedeutung gewonnen. [ABBILDUNG 14 OBEN LINKS UND RECHTS](#) Die **starke Persistenz der Dienstleistungsinflation** dürfte auf das kräftige Lohnwachstum [ABBILDUNG 12](#) und die größere Rolle der Arbeitskosten bei der Produktion von Dienstleistungen sowie auf die träge Überwälzung vorange-

ABBILDUNG 14

HVPI-Inflation¹ im Euro-Raum im Vergleich zum Vorjahreszeitraum stark rückläufig, Dienstleistungen leisten weiterhin den größten Beitrag



1 – Harmonisierter Verbraucherpreisindex. 2 – Gesamtindex ohne Energie, Nahrungsmittel, Alkohol und Tabak. 3 – Lebensmittel einschließlich Alkohol und Tabak. 4 – Außer Energie: saison- und kalenderbereinigte Werte und bis Ende des Jahres 2022 ohne Kroatien. 5 – Bei der Berechnung des getrimmten Mittelwerts werden zu jedem Zeitpunkt jeweils 15 % der Komponenten (gemessen an ihrer Gewichtung im Gesamtindex) mit den geringsten bzw. höchsten Preissteigerungen nicht berücksichtigt. 6 – Das Supercore-Maß für die Kernrate entspricht dem Teil der Preissteigerungen der jeweiligen Komponenten des HVPI ohne Energie und Nahrungsmittel, die im Rahmen einer Regression durch die Produktionslücke erklärt werden können. Details zur Berechnung bei Ehrmann et al. (2018). 7 – Gleitende 3-Monatsdurchschnitte. Die persistente und gemeinsame Komponente der Inflation (Persistent and Common Component of Inflation, PCCI) ist ein modellbasiertes Maß für die Kernrate des HVPI im Euro-Raum, das auf einem dynamischen Faktormodell für die einzelnen Komponenten des Gesamt-HVPI bzw. des Gesamt-HVPI ohne Energie und Nahrungsmittel in zwölf Mitgliedstaaten des Euro-Raums beruht. Details zur Berechnung bei Bańbura und Bobeica (2020a). 8 – Gemäß der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2). 9 – Ohne Nahrungsmittel und Tabak. 10 – In 2024Q1 sind nur Werte von Januar und Februar enthalten. 11 – Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden; Verarbeitendes Gewerbe / Herstellung von Waren ohne die industriellen Hauptgruppen der Energieerzeugung.

Quellen: Eurostat, EZB, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-063-03

gangener Kostensteigerungen im Dienstleistungssektor zurückzuführen sein (JG 2023 Kasten 7). Dies **trägt wesentlich zum hohen binnenwirtschaftlichen Preisdruck bei**, der beispielsweise am Anstieg des BIP-Deflators im 4. Quartal 2023 um 5,3 % im Vergleich zum Vorjahresquartal erkennbar ist. Die **Inflation bei nichtenergetischen Industriegütern** ist hingegen unter allen Inflationskomponenten **am stärksten gesunken** und lag im April 2024 bei 0,9 % im Vergleich zum Vorjahresmonat. Verschiedene weitere Inflationsmaße zeigen ebenfalls einen fallenden Trend an und liegen zum Teil – insbesondere die modellbasierten Inflationsmaße – bereits bei 2 %. [↗ ABBILDUNG 14 UNTEN LINKS](#) Auf vorgelagerten Produktionsstufen waren die Preise teils ebenfalls deutlich rückläufig, allerdings zeichnet sich bei einigen Indikatoren am aktuellen Rand eine Normalisierung und damit ein Ausklingen der energiepreisbedingten Effekte an. [↗ ABBILDUNG 14 UNTEN RECHTS](#)

27. Der EZB-Rat ließ die **Leitzinsen seit seiner Sitzung Ende Oktober 2023 unverändert**. [↗ ABBILDUNG 8 RECHTS](#) Er war seitdem der Auffassung, dass sich die Leitzinsen auf einem Niveau befinden, das bei ausreichend langer Beibehaltung einen wesentlichen Beitrag zur Preisstabilität leisten wird (EZB, 2023a, 2024a). Im April hat der **EZB-Rat angedeutet**, dass eine **geldpolitische Lockerung angemessen** wäre, wenn seine aktualisierte Beurteilung der Inflationsaussichten, der Inflationsdynamik und der Stärke der geldpolitischen Transmission seine Zuversicht stärken, dass die Inflation sich nachhaltig dem Zielwert annähert (EZB, 2024b). Eine Senkung der Leitzinsen in der Sitzung im Juni ist von den Marktteilnehmern bereits eingepreist. [↗ ABBILDUNG 8 RECHTS](#) Die Zinsregeln für den Euro-Raum legen ebenfalls nahe, dass eine Lockerung der Geldpolitik im 2. Quartal 2024 gerechtfertigt sein dürfte. [↗ KASTEN 4](#)

↗ KASTEN 4

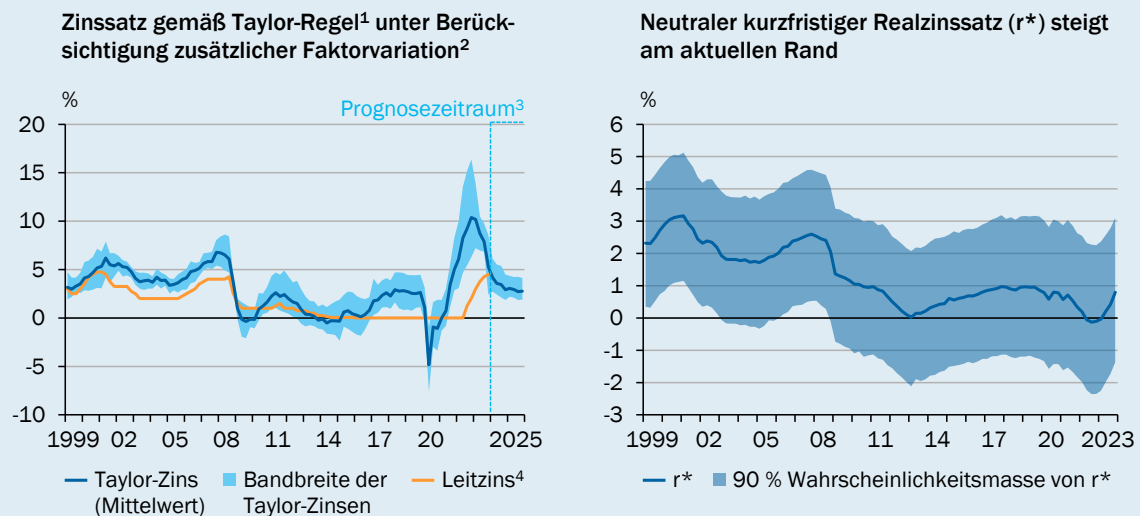
Analyse: Geldpolitische Einordnung (r^* und Zinsregeln)

Infolge des starken Rückgangs der Inflation im Euro-Raum wird von den Märkten eine baldige Leitzinssenkung erwartet. [↗ ABBILDUNG 8](#) Einfache **Zinsregeln** (auch bekannt als geldpolitische Reaktionsfunktionen) wie beispielsweise die Taylor-Regel können Anhaltspunkte zur geldpolitischen Ausrichtung bieten und werden häufig von Entscheidungsgremien der Geldpolitik als Orientierungshilfe herangezogen.

Bei der Berechnung der **Taylor-Regel** kommt dem nicht beobachtbaren **neutralen kurzfristigen Realzinssatz r^*** [↗ GLOSSAR](#) eine wichtige Rolle zu. Bei r^* handelt es sich um den Realzinssatz, der den Kapitalmarkt räumt, ohne Inflationsdruck zu erzeugen. Um die Entwicklung des neutralen Zinssatzes r^* für den Euro-Raum abzuschätzen, greift der Sachverständigenrat auf das Bayesianische Verfahren von Berger und Kempa (2019) und Berger und Ochsner (2024) zurück, die eine Variante des Holston-Laubach-Williams (2017) Modells nutzen, um r^* zu schätzen. Die Schätzung zeigt einen Anstieg von r^* von etwa $-0,13\%$ im 3. Quartal 2022 auf etwa $0,8\%$ im 4. Quartal 2023 an. [↗ ABBILDUNG 15 RECHTS](#) Berücksichtigt man diese Entwicklung von r^* , dürfte die Geldpolitik im Euro-Raum laut **Taylor-Regel** derzeit hinreichend restriktiv sein, sodass mit einer Rückkehr der Inflation zu ihrem Ziel von 2% im Prognosehorizont zu rechnen sein dürfte. [↗ ABBILDUNG 15 LINKS](#) Angesichts der stark gefallen Inflation dürfte eine Zinssenkung im 2. Quartal 2024 angemessen sein.

↳ ABBILDUNG 15

Einfache Zinsregeln legen eine baldige und allmähliche Senkung der Leitzinsen nahe



28. Seit Herbst 2023 haben sich die **Kreditzinsen auf hohem Niveau stabilisiert**. Im Januar 2024 gingen die Zinsen für Wohnungsbaukredite an private Haushalte minimal zurück, während jene für Unternehmenskredite weitgehend unverändert blieben (EZB, 2024c). Bei den Kreditrichtlinien der Banken, die während der geldpolitischen Straffung deutlich restriktiver wurden, zeigt sich ein ähnliches Bild: Im 1. Quartal 2024 verschärfen die Banken im Euro-Raum diese Richtlinien für Unternehmens- und Konsumentenkredite nochmals leicht, während sie jene für Wohnungsbaukredite an private Haushalte, vor allem getrieben durch den Wettbewerb im französischen Bankenmarkt, erstmals seit Ende 2021 wieder lockerten (EZB, 2024d). Insgesamt wirkt sich das gestiegene Zinsniveau weiter negativ auf das Kreditwachstum aus. Im Januar 2024 lagen die Jahreswachstumsraten der **Kreditvergabe** von Banken **an Unternehmen und Haushalte** (bereinigt um Verkäufe und Verbriefungen) im Durchschnitt des Euro-Raums sowie in Deutschland und Frankreich **nahe null** und leicht unter den Vergleichswerten des 4. Quartals 2023.

Nach der jüngsten geldpolitischen Straffung manifestiert sich ein deutlicher **Unterschied** zwischen den **Zinsen für Einlagen mit fester Laufzeit**, die

ähnlich wie die Leitzinsen gestiegen sind, und jenen für **täglich fällige Einlagen**, die beispielsweise aufgrund von Marktmacht der Banken nur schwach und langsam zunahm. Dies führt zu erheblichen **Umschichtungen der Portfolios** der Haushalte. So sank im Euro-Raum das Volumen der täglich fälligen Einlagen privater Haushalte von 5,6 Billionen Euro im Juli 2022 auf noch 5,1 Billionen Euro im Januar 2024. Im selben Zeitraum verdreifachten sich die Einlagen mit fester Laufzeit von bis zu 2 Jahren (EZB, 2022, 2024c).

29. Der Sachverständigenrat prognostiziert für den Euro-Raum im Jahresdurchschnitt einen **Anstieg des HVPI** gegenüber dem Vorjahr um **2,4 % im Jahr 2024** und um **2,1 % im Jahr 2025**. Die **Inflation dürfte sich** im Lauf des Jahres 2024 **dem Inflationsziel von 2 % von oben nähern**, da die Auswirkungen der vergangenen Energiepreisschocks und Versorgungsengpässe sowie der Wiederbelebung der Wirtschaft nach der Pandemie abklingen und die restriktive Geldpolitik die Nachfrage weiterhin belastet. Allerdings dürften steigende Realeinkommen zu einer Erhöhung der Nachfrage führen und damit den Rückgang des Preisanstiegs dämpfen. Zudem dürften sich die hohen Inflationsraten im Dienstleistungssektor in den Mitgliedstaaten mit besonders angespannten Arbeitsmärkten und hohen Steigerungen der Lohnstückkosten vor dem Hintergrund einer verzögerten Überwälzung langsamer normalisieren. [↗ ZIFFER 47](#)

↗ KASTEN 5

Prognoseannahmen für den Euro-Raum und Deutschland

Die Großhandelspreise für Energieträger – insbesondere für Erdgas – sind im Winterhalbjahr 2023/24 weiter zurückgegangen [↗ ZIFFER 13](#) [↗ TABELLE 4](#) und notieren inflationsbereinigt leicht über dem Durchschnittsniveau der Jahre 2010 bis 2019. Die Terminpreise für Erdgas lassen ebenfalls nur eine moderate Erhöhung für das Winterhalbjahr 2024/25 erwarten. Der **Sachverständigenrat geht** dementsprechend davon aus, **dass sich die Preise für Erdgas** über den Prognosehorizont etwa **auf dem aktuellen Niveau stabilisieren** werden. Bei den Großhandelspreisen für Strom in Deutschland ist von einer etwas höheren Volatilität und einem höheren Preisniveau als derzeit auszugehen. Die Terminmärkte für Rohöl der Sorte Brent legen für das Jahr 2024 im Vergleich zum aktuellen Niveau [↗ ZIFFER 13](#) eine fallende Preistendenz nahe.

Weltweit dürften Zentralbanken im Jahresverlauf 2024 die Zinsen senken. [↗ ZIFFER 14](#) Zinsregeln legen ebenfalls eine Lockerung der Geldpolitik der EZB nahe. [↗ KASTEN 4](#) Da im Winterhalbjahr 2023/24 die Zentralbanken die Leitzinsen unverändert ließen, hat der Wechselkurs des Euro gegenüber dem US-Dollar wenig Dynamik gezeigt. Für den Prognosehorizont wird das zum Datenschluss beobachtete **Wechselkursniveau von 1,09 US-Dollar je Euro konstant fortgeschrieben**.

Der Sachverständigenrat trifft für seine Prognose die Annahme, dass sich die direkten wirtschaftlichen Auswirkungen des **Angriffskrieges Russlands auf die Ukraine** sowie des **Nahostkonflikts** im Weiteren **nicht verschärfen** werden. Die Abhängigkeit von Rohstoff- und Energieimporten aus Russland ist durch neue Lieferanten sowie einen geringeren Erdgasverbrauch gesunken. Darüber hinaus ist bisher nicht von einer Verknappung des globalen Erdölangebots im Zuge des Nahostkonflikts auszugehen. [↗ ZIFFER 16](#) Allerdings tragen die Fortsetzung des Ukraine-Krieges und Spannungen zwischen den Mitgliedstaaten der NATO und Russland sowie der Nahostkonflikt weiterhin zur erhöhten Unsicherheit bei. [↗ ZIFFER 16](#)

TABELLE 4

Prognoseannahmen¹

	2023				2024				2025			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Ölpreis (Brent) US-Dollar/Barrel	82,2	77,9	85,9	83,0	81,9	87,3	86,3	84,0	82,1	80,5	79,2	78,1
Gaspreis (EGIX THE) Euro/MWh	54,3	35,9	34,2	43,5	28,0	28,4	29,4	33,2	35,1	32,8	32,5	34,6
Strompreis (EEX Phelix) Euro/MWh	122,9	99,5	98,3	87,6	69,9	56,5	71,4	88,6	95,6	74,5	81,1	93,4
Einlagezins (EZB) ² % p. a.	2,5	3,3	3,8	4,0	4,0	3,8	3,6	3,3	2,8	2,7	2,6	2,5
Wechselkurs (EZB) Euro in US-Dollar	1,07	1,09	1,09	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09

1 – Bis 2024Q1 beobachtete Werte; ab 2024Q2 Annahmen. 2 – Zinssatz für die Einlagefazilität.

Quellen: EEX, EZB, ICE, NYMEX, Refinitiv Datastream, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-047-02

Der **Krankenstand** in Deutschland ist seit dem Jahr 2022 **deutlich erhöht**, und eine **Normalisierung deutet sich bisher nicht an**. Dies belastet weiterhin das gesamtwirtschaftliche Arbeitsvolumen. Eine Berechnung des Sachverständigenrates zeigt, dass sich bei einer Rückkehr des Krankenstands auf das mit dem vorpandemischen Trend fortgeschriebene Niveau für das Jahr 2023 eine Erhöhung des gesamtwirtschaftlichen Arbeitsvolumens von rund 1,7 % ergeben hätte. Während der erhöhte Krankenstand bisher überwiegend auf nachpandemische Nachholeffekte bei Atemwegserkrankungen zurückgeführt wurde (JG 2023 Kasten 8), deutet die ausbleibende Normalisierung aktuell auf einen strukturell erhöhten Stand hin.

3. Chancen und Risiken: Inflationsentwicklung könnte die geldpolitische Lockerung verzögern

30. Ein unerwartet starkes Wachstum der Nominallohne könnte die **Inflation wieder ansteigen** lassen (Lagarde und de Guindos, 2024). Infolgedessen könnte die EZB sich veranlasst sehen, die Leitzinsen länger als geplant auf dem aktuellen oder einem höheren Niveau zu halten, als dies derzeit von den Märkten erwartet wird. [ZIFFER 22](#) Darüber hinaus könnte die **Transmission der restriktiven Geldpolitik** auf die Realwirtschaft des Euro-Raums **stärker** ausfallen als zunächst angenommen. Eine weitere **Verschärfung der geopolitischen Spannungen** dürfte zudem die **makroökonomische Unsicherheit erhöhen**, was sich durch das verstärkte Vorsichtssparen der privaten Haushalte auf den privaten Konsum auswirken könnte.

IV. DEUTSCHLAND

31. **Die deutsche Wirtschaft ist weiterhin in einer Schwächephase.** Das Bruttoinlandsprodukt fiel im 4. Quartal 2023 preis-, saison- und kalenderbereinigt um 0,5 %. Das Beschäftigungswachstum ist nach den Zuwächsen der vergangenen Jahre nahezu zum Erliegen gekommen. Im Winter 2023/24 haben die andauernden Streiks und der weiterhin erhöhte Krankenstand (Jannsen, 2022; Michelsen und Junker, 2024), aber auch eine allgemein schwache Nachfrage die Konjunktur belastet. Es gibt allerdings **Anzeichen, dass** sich die Entwicklung dreht und **das Wachstum der deutschen Wirtschaft** im Verlauf des Jahres 2024 **anzieht**. Der Sachverständigenrat erwartet, dass das deutsche BIP im Jahr 2024 um 0,2 % und im Jahr 2025 um 0,9 % wächst. So dürften die Zugewinne beim realen Arbeitseinkommen zu steigenden privaten Konsumausgaben führen und die in diesem Jahr sich verbessernden Finanzierungsbedingungen im Jahr 2025 die Bauinvestitionen stützen. Die Erholung dürfte aber ausschließlich von der inländischen Verwendung getragen sein, da die Exporte sich gedämpft entwickeln. Die Inflation dürfte von 5,9 % im Jahr 2023 auf 2,4 % im Jahr 2024 und auf 2,1 % im Jahr 2025 zurückgehen. Die Kerninflation beträgt 3,0 % im Jahr 2024 und 2,4 % im Jahr 2025.

1. Konjunktur stabilisiert sich

32. **Der Abschwung im Winter 2023/24 war breit angelegt.** So zeigt sich die schwache Entwicklung zum einen im Einzelhandel, der deutliche Umsatz- und Wertschöpfungsverluste verkraften musste. Hier dürften neben einem verstärkten Dienstleistungskonsum der privaten Haushalte nach Ende der Corona-Pandemie allerdings auch spezielle Probleme des stationären Einzelhandels eine Rolle spielen (Creditreform, 2024). Darüber hinaus verzeichnete das Verarbeitende Gewerbe im Vorjahresvergleich deutliche Rückgänge, sowohl gemessen an der Bruttowertschöpfung als auch am Produktionsindex. [↘ ABBILDUNGEN 16 UND 17 OBEN LINKS](#) Dieser Rückgang steht mit einer international schwachen Nachfrage nach Investitionsgütern und damit mit dem starken Rückgang der deutschen Warenexporte in Verbindung. [↘ KASTEN 7](#) Die Auftragsbestände sind mittlerweile entweder deutlich zurückgegangen oder wirken laut der aktuellen ifo Konjunkturmfrage wenig stützend.

Seit dem Jahr 2017 ist der Produktionsindex im Verarbeitenden Gewerbe zurückgegangen. Dies hat die Debatte um den **wirtschaftlichen Strukturwandel Deutschlands** angeheizt (Walk, 2023; Heymann, 2024). Anders als der Produktionsindex ist die Bruttowertschöpfung im gleichen Zeitraum stabil geblieben, was die Sorge vor einer Deindustrialisierung etwas relativieren kann (Gemeinschaftsdiagnose, 2023; Lehmann und Wollmershäuser, 2024). [↘ KASTEN 6](#) Grund für den Unterschied zwischen Bruttowertschöpfung und Produktion ist eine gesunkene Vorleistungsquote. Dieser Rückgang könnte durch zunehmende Automatisierung im Produktionsprozess und Verlagerung vorleistungsintensiver Produktion ins Ausland zu erklären sein (Krenz et al., 2021; Lehmann und Wollmershäuser, 2024).

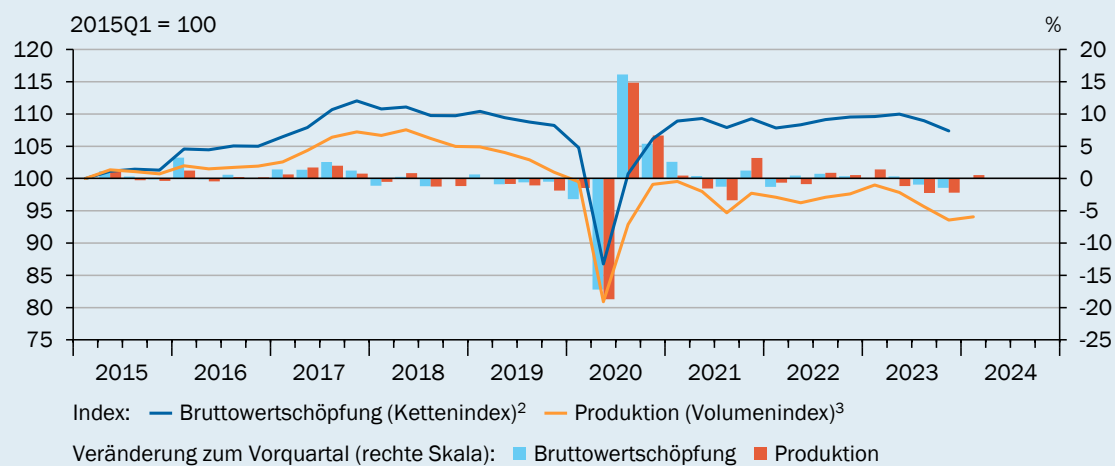
[KASTEN 6](#)

Hintergrund: Zur Diskrepanz zwischen dem Produktionsindex und der Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe

Der **Produktionsindex**, der das monatliche Produktionsvolumen im Verarbeitenden Gewerbe misst, ist zwischen den Jahren 2015 und 2023 um 4,2 % **zurückgegangen**. Im Jahr 2023 beschleunigte sich der Rückgang und betrug zwischen Januar und Dezember 2023 6,5 %, gefolgt von einem Anstieg zu Beginn des Jahres 2024. [ABBILDUNG 16](#) Demgegenüber lag die vierteljährlich veröffentlichte **Bruttowertschöpfung** (BWS), die die Differenz des Produktions- und Vorleistungsvolumens beruhend auf der Kostenstrukturhebung angibt, im Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2023 um 7,9 % **über dem Wert des Jahres 2015**. Im Zeitraum zwischen den Jahren 2017 und 2023 war die BWS dagegen annähernd konstant.

[ABBILDUNG 16](#)

Diskrepanz zwischen Bruttowertschöpfung und Produktion im Verarbeitenden Gewerbe¹



1 – Saison- und kalenderbereinigte Werte. 2 – Werte ab 2022Q1 fortgeschrieben auf Basis des Produktionsindex. 3 – Wert für 2024Q1 berechnet als Mittelwert aus den Werten für Januar und Februar.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-117-02

Da die Kostenstrukturhebung mit einem Rücklauf von 20 Monaten veröffentlicht wird, werden die Werte der BWS ab 2022 vom Statistischen Bundesamt vorläufig mithilfe des Produktionsindex fortgeschrieben. Der kurzfristige **Gleichlauf beider Indikatoren** für die Werte ab 2022 ist daher konstruktionsbedingt. Allerdings sind auch die revidierten Werte der BWS in der kurzen Frist überwiegend gleichläufig, insbesondere qualitativ. [ABBILDUNG 16](#)

Für die **langfristige Diskrepanz** der beiden Indizes spielt die **Vorleistungsquote** eine wichtige Rolle. Nimmt die Vorleistungsquote am Produktionsvolumen ab, liegt die Änderungsrate der BWS über der Änderungsrate der Produktion, da ein **Rückgang der Vorleistungen bei gegebener Produktion die Wertschöpfung erhöht**. Die **reale Vorleistungsquote der deutschen Industrie** ist zwischen den Jahren 2010 und 2021 **zurückgegangen** (Lehmann und Wollmershäuser, 2024). Über den Einfluss der Vorleistungsquote auf die BWS im Jahr 2022 wird erst die Kostenstrukturhebung des Jahres 2022, die Mitte 2024 veröffentlicht wird, Auskunft geben.

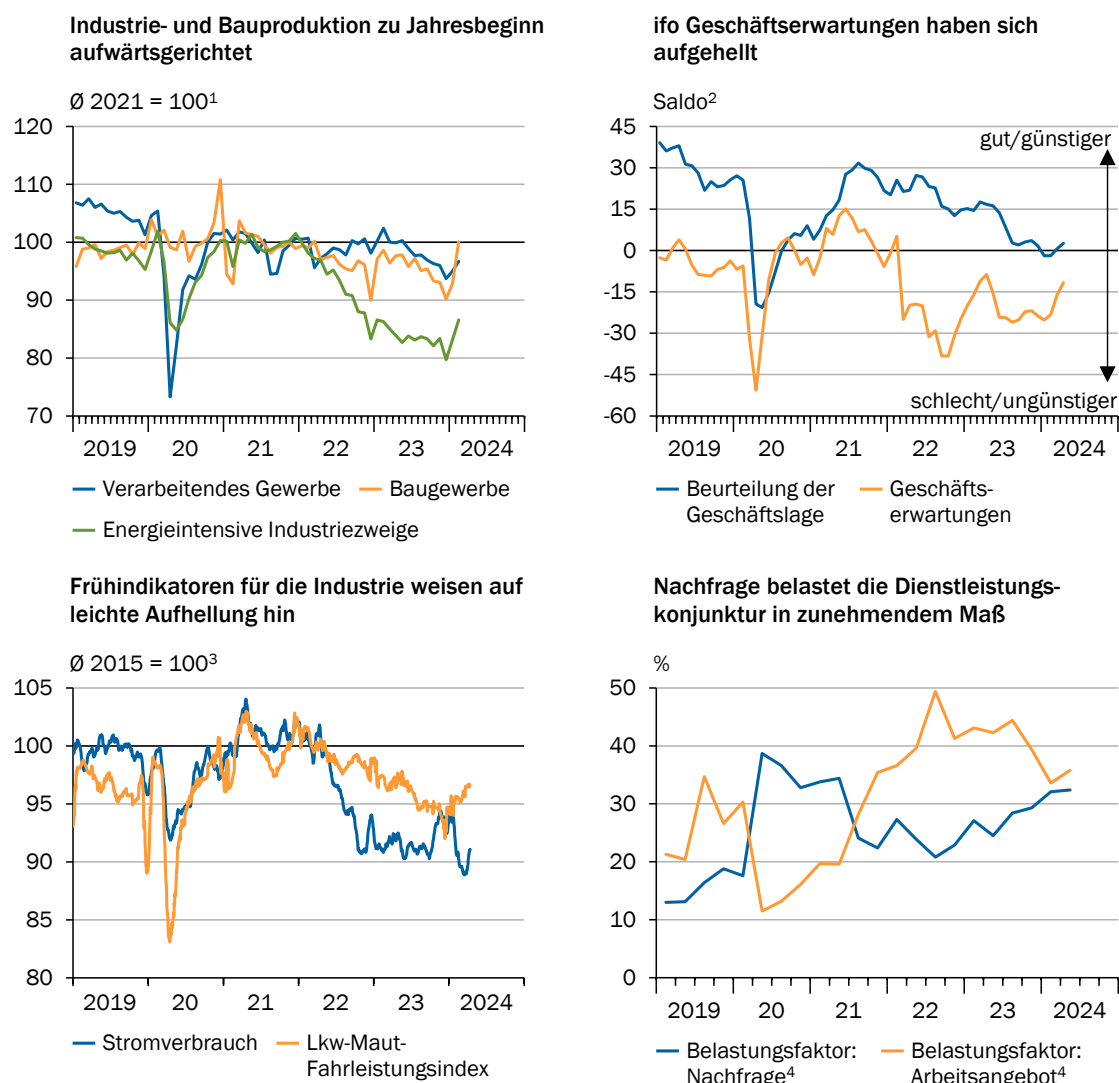
Theoretisch könnte die Diskrepanz statt auf die Vorleistungsquote auch auf **Gewichtungsunterschiede** der Bestandteile der Indizes zurückgeführt werden. Anders als bei der BWS sind die Gewichte für die einzelnen Wirtschaftsbereiche beim aggregierten Produktionsindex fix und entsprechen dem BWS-Anteil der Wirtschaftsbereiche im Basisjahr, das bis Dezember 2023 das Jahr 2015 war. Eigene Berechnungen ergeben zwar für den Zeitraum 2015 bis 2020 vernachlässigbar geringe Änderungen der Gewichte. Es könnte jedoch **in Folge der Energiekrise**

2022 zu einer **Schwerpunktverlagerung in der Industrie** gekommen sein, die den Produktionsindex seitdem nach unten verzerrt. Auch diese Hypothese kann erst mit der Veröffentlichung der nächsten Kostenstrukturerhebung überprüft werden.

33. **Angebotsseitige Engpässe spielen** für die Gesamtwirtschaft nach wie vor **eine wesentliche Rolle**. Allerdings sind sie laut Verbandsumfragen seit Herbst 2023 etwas in den Hintergrund gerückt (DIHK, 2024a). [ABBILDUNG 17 UNTEN RECHTS](#) Neben den **hohen Krankenständen** bzw. sinkenden Arbeitsstunden dürfte **das Horten von Arbeitskräften** aufgrund der Arbeitskräfteengpässe in zunehmendem Maß eine Rolle spielen. [ZIFFER 51](#) [KÄSTEN 8 UND 5](#) Dies behindert die

ABBILDUNG 17

Konjunkturindikatoren in Deutschland



1 – Volumenindex; saison- und kalenderbereinigte Werte. 2 – Geschäftserwartungen in den nächsten sechs Monaten. Differenz der prozentualen Anteile, die eine Verbesserung und eine Verschlechterung erwarten bzw. beurteilen.

3 – Gleitender 30-Tagesdurchschnitt; saison- und kalenderbereinigte Werte. 4 – Anteil der Unternehmen, die von den angegebenen produktionslimitierenden Faktoren berichten. Saisonbereinigte Werte.

Quellen: Deutsche Bundesbank, Europäische Kommission, ifo, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-016-02

Reallokation und kann die Arbeitsproduktivität senken. Die **Energie- und Arbeitskosten beeinträchtigen** ebenfalls die Geschäftstätigkeit der Unternehmen. Die Energiepreise werden im Bau und in der Industrie sogar als der größte Belastungsfaktor beurteilt, obwohl sie im Vergleich zum Vorjahr stark gefallen sind. [↘ ZIFFER 13](#) Um ihre Kosten zu senken, investieren deutsche Industrieunternehmen laut DIHK-Umfrage verstärkt im Ausland (DIHK, 2024b).

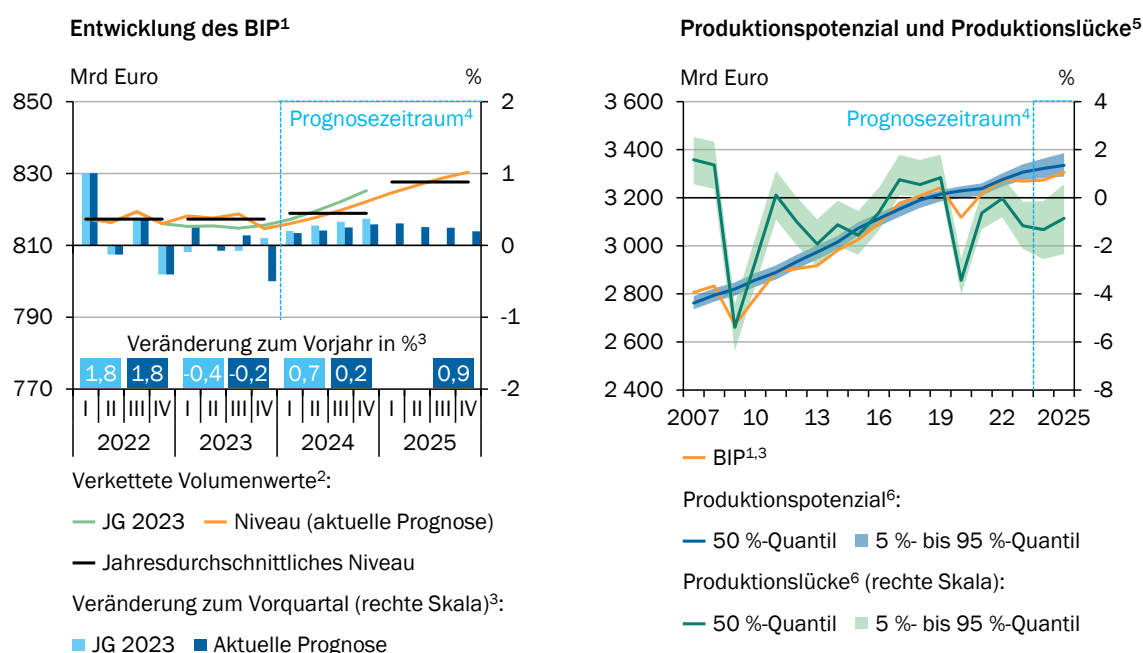
34. Die **schwache wirtschaftliche Entwicklung ist zunehmend durch einen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage zu erklären**. Dies liegt unter anderem daran, dass sich private Haushalte mit ihren Konsumausgaben zurückhalten und die Auftragseingänge im Verarbeitenden Gewerbe schwach sind. [↘ KASTEN 7](#) [↘ ZIFFER 38](#) In der Dienstleistungsbranche berichten mittlerweile 32 % der Unternehmen, dass eine mangelnde Nachfrage ihre Geschäftstätigkeit behindert. [↘ ABBILDUNG 17 UNTEN RECHTS](#) Dies ist der höchste Wert seit dem pandemiebedingten Hochstand von 39 % im 2. Quartal 2020.

Während sich die private Nachfrage im Prognosehorizont erholen dürfte, **wirkt die Fiskalpolitik leicht restriktiv**. [↘ ZIFFERN 54 FF.](#) Der Bundeshaushalt 2024 wurde ohne Nutzung der Ausnahmeklausel der Schuldenbremse verabschiedet. Dies geht mit einer **Konsolidierung** einher. Insbesondere fallen Ausgaben zur Abfederung der Energiekrise wie die Strom- und Gaspreisbremse weg. Die progressionsbedingt steigenden nominalen Steuereinnahmen tragen zur Konsolidierung bei, wobei die Anpassung des Einkommensteuertarifs durch das Inflationsausgleichsgesetz die kontraktive Wirkung dämpft. Insgesamt sinkt das strukturelle Finanzierungsdefizit in Relation zum BIP nach Einschätzung des Sachverständigenrates von –1,5 % im Jahr 2023 auf –0,8 % bzw. –0,6 % in den Jahren 2024 und 2025.

35. Da das BIP unterhalb des mittelfristigen Produktionspotenzials liegt, ist die Produktionslücke negativ. Dies impliziert eine Unterauslastung. Laut der Schätzung des Sachverständigenrates vergrößert sich die Produktionslücke von betragsmäßig 1,2 % des Produktionspotenzials im Jahr 2023 auf 1,3 % im Jahr 2024. [↘ ABBILDUNG 18 RECHTS](#) Auch die umfragebasierte Kapazitätsauslastung ist sektorübergreifend gefallen. In der Prognose wird allerdings unterstellt, dass **das BIP zur Normalauslastung konvergiert**. So dürfte die inländische Nachfrage, hier insbesondere der Konsum und die Investitionen, das BIP-Wachstum moderat anschieben. [↘ ZIFFERN 38 UND 40](#)
36. Das BIP-Wachstum im 1. Quartal 2024 betrug laut der Schnellmeldung des Statistischen Bundesamts vom 30. April 2024 rund 0,2 %. Eine Gegenbewegung zu den Rückgängen in der Industrie- und Bauproduktion zum Jahresende 2023 hat hierzu wesentlich beigetragen. [↘ ABBILDUNG 17 OBEN LINKS](#) Die aktuell verfügbaren **Stimmungs- und Echtzeitindikatoren** haben sich zwar **aufgehellt**. Allerdings sind sie im mehrjährigen Vergleich nach wie vor eingetrübt, ebenso wie die Auftragslage in der Industrie. [↘ ABBILDUNG 17 OBEN RECHTS UND UNTEN LINKS](#) Der Nowcast für das 2. Quartal deutet auf ein BIP-Wachstum von 0,2 % hin. Im Jahresverlauf 2024 dürften die BIP-Wachstumsraten gegenüber dem Vorquartal bis zum Jahresende leicht zulegen, insgesamt aber schwach bleiben. [↘ ABBILDUNG 18 LINKS](#) Das Wachstum im Gesamtjahr 2024 ist außerdem von einem statistischen Überhang

↳ ABBILDUNG 18

Voraussichtliche Entwicklung in Deutschland



1 – Verkettete Volumenwerte, preisbereinigt, Referenzjahr 2015. 2 – Saison- und kalenderbereinigt. 3 – Ursprungswerte. 4 – Prognose des Sachverständigenrates. 5 – Eigene Berechnungen. 6 – Quantile der Stichprobe.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-030-01

von –0,3 % aus dem Jahr 2023 beeinflusst und dürfte dementsprechend nur 0,2 % betragen. Im Jahresverlauf 2025 dürften die Quartalswachstumsraten wieder leicht zurückgehen, sodass im Gesamtjahr mit einem Wachstum von 0,9 % gerechnet wird. ↳ TABELLE 5 Die Produktionslücke dürfte im Jahr 2025 mit –0,9 % betragsmäßig etwas kleiner ausfallen als im Jahr 2024. ↳ ABBILDUNG 18 RECHTS

Konsumausgaben

37. Die **preisbereinigten privaten Konsumausgaben** zeigen bislang noch **wenig Aufwärtsdynamik**. So wuchsen sie im 4. Quartal 2023 nur um 0,2 % im Vergleich zum Vorquartal. Eine mögliche Ursache besteht darin, dass die nominalen Nettolöhne im Jahr 2023 zwar kräftig um 9,0 % stiegen, der preisbereinigte Zuwachs im Gesamtjahr 2023 allerdings nur 2,5 % betrug. Der Zuwachs ist vorwiegend auf das 4. Quartal 2023 zurückzuführen, in dem die Nettolöhne und -gehälter preis- und saisonbereinigt um 1,9 % gegenüber dem Vorquartal wuchsen. Außerdem ist die **Sparquote mit 11,4 % gegenüber der Zeit vor der Pandemie erhöht** und ein Rückgang deutet sich laut Umfragedaten für die kommenden 12 Monate nicht an. Dabei ist es wahrscheinlich, dass die privaten Haushalte derzeit aus Vorsichtsgründen Finanzmittel zurückhalten, um sich auf mögliche zukünftige Ausgaben vorzubereiten. So sind die **Konsumentenerwartungen über die allgemeine wirtschaftliche Lage weiterhin trüb**. ↳ ABBILDUNG 19 LINKS Diese Erwartungen weisen eine negative Korrelation mit der Sparquote auf. ↳ ABBILDUNG 19 RECHTS Ebenfalls negativ und etwas stärker ist die Korre-

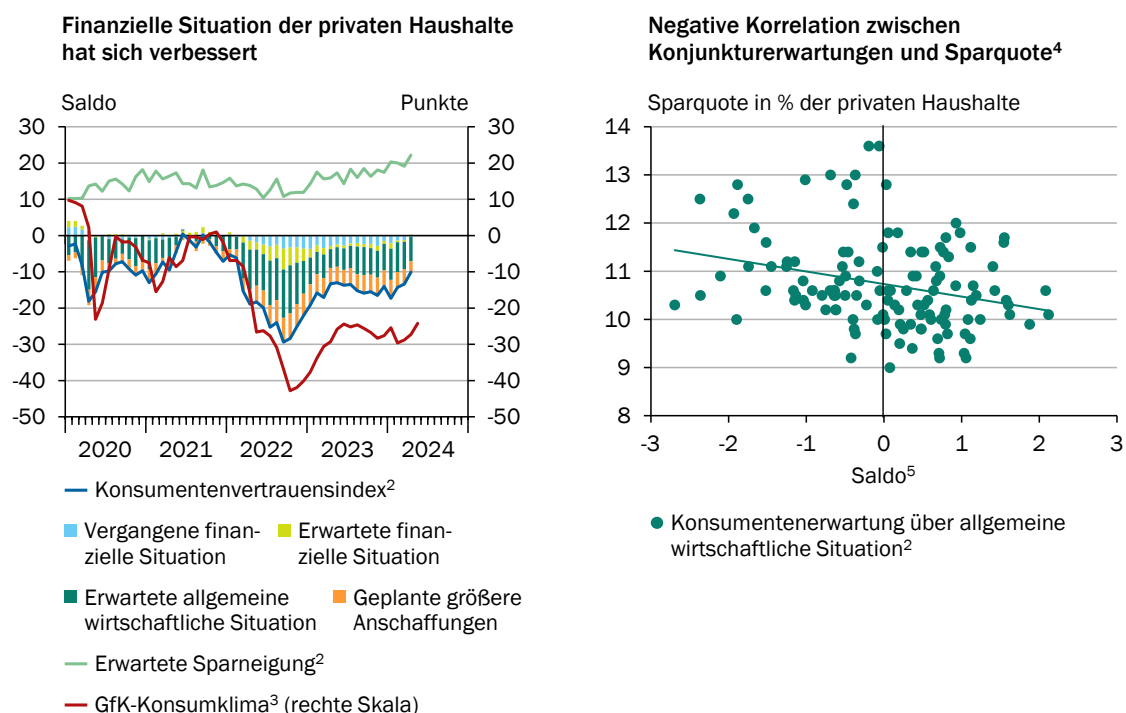
lation mit den Erwartungen über die eigene finanzielle Situation. Diese belastet allerdings nicht mehr das Konsumentenvertrauen.

38. Im Verlauf der Jahre 2024 und 2025 dürften positive Impulse vom privaten Konsum ausgehen. **So dürften die Nettolöhne** um 5,2 % in diesem Jahr und um 3,1 % im kommenden Jahr **weiter zulegen**. Verbraucherpreisbereinigt dürften die Zuwächse bei 2,7 % und 1,0 % liegen. Hierbei ist entscheidend, dass zahlreiche unter dem Einfluss hoher Inflationsraten geschlossene Tarifvereinbarungen erst im Prognosehorizont wirksam werden und angesichts der zurückgehenden Inflation in diesem Jahr und im kommenden Jahr mit Reallohnzuwächsen einhergehen. [↘ ZIFFER 53](#) Die steuerfreie Inflationsausgleichsprämie dürfte außerdem im Jahr 2024 noch genutzt werden, bevor sie im Jahr 2025 ausläuft. Auch die monetären Sozialleistungen dürften mit Raten von 5,3 % und 3,7 % kräftig steigen. Die Dynamik der **Beschäftigung dürfte dagegen schwach sein** und im Gegensatz zum Jahr 2023 nur **geringe Impulse** für den privaten Konsum liefern. [↘ ZIFFER 52](#) Vor diesem Hintergrund ist von Wachstumsraten der privaten Konsumausgaben von 0,8 % im Jahr 2024 und 0,9 % im Jahr 2025 auszugehen.

39. Nachdem der **Staatskonsum im Jahr 2023** aufgrund des Wegfalls von pandemiebedingten Aufwendungen preisbereinigt um 1,5 % **gefallen ist**, dürfte

↘ ABBILDUNG 19

Konsumindikatoren in Deutschland¹



1 – Saisonbereinigte Werte. 2 – Der Konsumentenvertrauensindex und der Indikator zur Sparneigung basieren auf ausgewählten Fragen, die an die Verbraucherinnen/Verbraucher gemäß dem Gemeinsamen Harmonisierten EU-Programm für Konjunkturumfragen bei Unternehmerinnen/Unternehmern und Verbraucherinnen/Verbrauchern gestellt werden. Sie beziehen sich jeweils auf die vergangenen bzw. kommenden 12 Monate. 3 – Basierend auf monatlich rund 2 000 Verbraucherinterviews. 4 – Werte ab dem Jahr 1991, 3-Monatsdurchschnitte. Ohne Betrachtung der Quartale 2020Q2 bis 2021Q2. 5 – Standardabweichungen vom Mittelwert.

Quellen: Europäische Kommission, GfK, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-052-02

er **im Jahr 2024 um 1,3 %** und **im Jahr 2025 um 1,1 % ansteigen**. Im Jahr 2024 dürfte der Anteil des Staatskonsums am BIP 22 % betragen und damit auf einem höheren Niveau als vor der Corona-Pandemie von knapp 20 % verbleiben. Dazu trägt neben weiterhin erhöhten Vorleistungen im Gesundheitsbereich auch die Einführung des 49-Euro Tickets und die damit verbundene Zuordnung öffentlicher Verkehrsbetriebe zum Staatssektor bei.

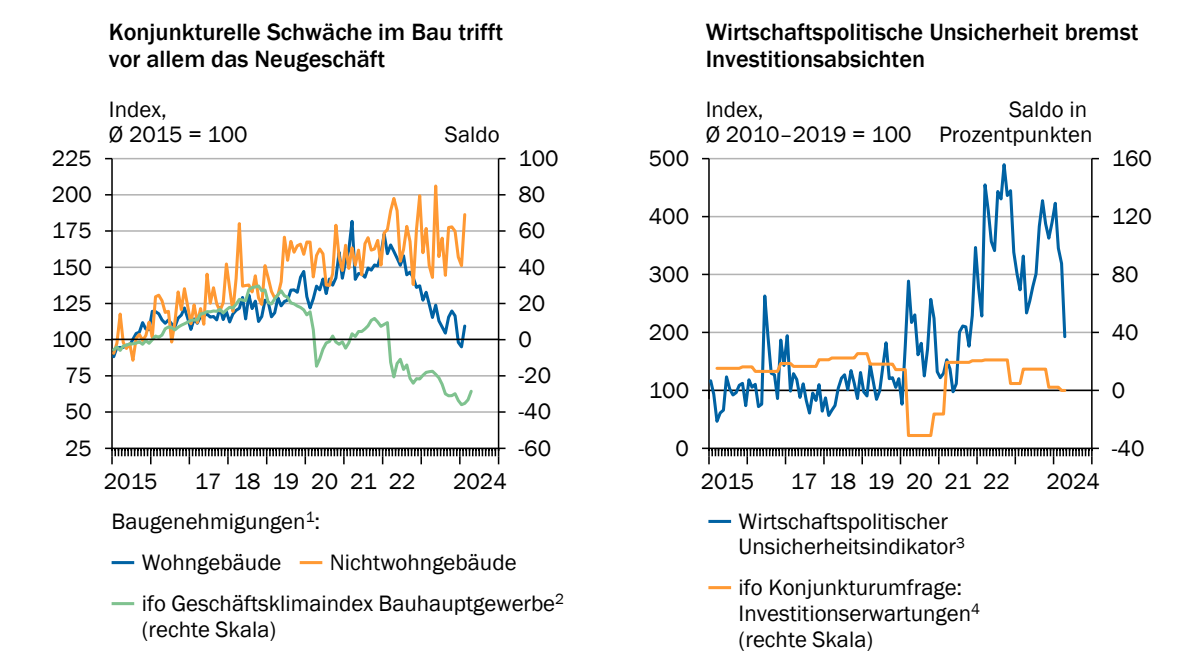
Investitionen

40. Neben den höheren Finanzierungskosten infolge der geldpolitischen Straffung **senkt die wirtschaftspolitische Unsicherheit die Investitionsbereitschaft vieler Unternehmen**. So ist am aktuellen Rand der auf der Auswertung von Zeitungsartikeln basierende wirtschaftspolitische Unsicherheitsindikator von Baker et al. (2016) für Deutschland im Vergleich zum Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2019 noch deutlich erhöht. [↗ ABBILDUNG 20 RECHTS](#) Die wirtschaftspolitische Unsicherheit stieg laut diesem Indikator nach dem russischen Angriff auf die Ukraine stark an und verharrte bis März 2024 auf sehr hohem Niveau. Im April 2024 ging er deutlich zurück, befand sich aber immer noch über dem Niveau der ersten Coronawelle im Jahr 2020. Insbesondere in der aktuellen Schwächephase der deutschen Wirtschaft können sich unerwartete Anstiege in der wirtschaftspolitischen Unsicherheit dämpfend auf die privaten Investitionen auswirken (Caggiano et al., 2014; Salzmann, 2020; Lhuissier und Tripier, 2021). Dies deckt sich mit aktuellen Unternehmensbefragungen. Diesen zufolge plant im Frühjahr 2024 ein geringerer Anteil der Unternehmen ihre Investitionen auszuweiten als noch im Herbst 2023 (DIHK, 2024a; ifo Institut, 2024a). [↗ ABBILDUNG 20 RECHTS](#) [↗ ZIFFER 48](#)
41. Die **Ausrüstungsinvestitionen** zeigten bis zum 3. Quartal 2023 entgegen der allgemeinen konjunkturellen Schwäche eine **Aufwärtstendenz**. Im 4. Quartal 2023 verzeichneten sie hingegen einen starken Rückgang um 3,5 % zum Vorquartal. Diese Entwicklung bestimmten insbesondere die privaten Unternehmensinvestitionen in Fahrzeuge. Hierzu dürfte die bis August 2023 geltende Förderung von Elektrofahrzeugen wesentlich beigetragen haben. Im Jahr 2024 dürften keine starken Impulse von privaten Ausrüstungsinvestitionen kommen. Dies signalisieren die Inlandsumsätze der Investitionsgüterhersteller, die im Januar und Februar 2024 gegenüber dem Durchschnitt des Vorquartals um 2,9 % gesunken sind. Zudem entwickelten sich die Zulassungen für gewerblich genutzte Fahrzeuge im 1. Quartal 2024 seitwärts. Im späteren Prognosehorizont dürfte die Nachfrage nach energieeffizienteren Ausrüstungsgütern etwas anziehen. So befinden sich laut DIHK Ersatzinvestitionen als Investitionsmotiv für die befragten Unternehmen auf dem bisher höchsten Niveau. Die öffentlichen Ausgaben für militärische Waffensysteme dürften im gesamten Prognosehorizont die Ausrüstungsinvestitionen anschieben. Insgesamt rechnet der Sachverständigenrat mit einem Rückgang der Ausrüstungsinvestitionen um 1,6 % im Jahr 2024 und mit einem Anstieg um 2,6 % im Jahr 2025.
42. Im Jahr 2023 sanken die Bauinvestitionen zum dritten Mal in Folge. Die **konjunkturelle Schwäche des Baugewerbes zeigte sich** vor allem an den **rückläufigen Wohnbauinvestitionen**, die im Jahresverlauf immer stärker zurückgegangen sind. Zuletzt beklagten über 50 % der vom ifo Institut befragten

Wohnbauunternehmen einen hohen Auftragsmangel (ifo Institut, 2024b). Hierfür dürften die im Jahr 2023 stark gestiegenen Hypothekenzinsen maßgeblich verantwortlich gewesen sein. [↗ ZIFFER 28](#)

43. Trotz aller belastenden Faktoren dürfte die gesamte Bauwirtschaft im 1. Quartal 2024 eine wetterbedingt positive Gegenbewegung zum rückläufigen 4. Quartal 2023 aufgewiesen haben. Hierfür liefern die Bauproduktionszahlen im Januar und Februar 2024 recht starke Signale (Statistisches Bundesamt, 2024). Die **Konjunkturflaute im Wohnbau dürfte sich dennoch im Jahresverlauf 2024 fortsetzen**. Im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen fallen aktuell sowohl die Geschäftserwartungen als auch die Investitionsabsichten des Baugewerbes am schlechtesten aus (DIHK, 2024a). Laut ifo Institut erreichten im Februar 2024 die Geschäftserwartungen von Unternehmen im Bauhauptgewerbe den niedrigsten Wert seit 1991. Zuletzt verbesserten sich die Erwartungen dennoch merklich, sie befinden sich aber immer noch auf einem niedrigen Niveau (ifo Institut, 2024c). [↗ ABBILDUNG 20 LINKS](#) **Dagegen dürfte wie bereits im Jahr 2023 der Nichtwohnbau die Baukonjunktur stützen**. So befinden sich die preisbereinigten Auftragsbestände im Nichtwohnbau nach den Höchstständen im Jahr 2022 weiterhin auf erhöhtem Niveau. Zudem dürfte der gewerbliche Bau ab dem Jahr 2024 von den Aufträgen für die Sanierung des Schienennetzes und für den Ausbau des Energienetzes profitieren.

[↗ ABBILDUNG 20](#)
Investitionsindikatoren



1 – Veranschlagte Kosten des Bauwerks, einschließlich Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden; saison- und kalenderbereinigt. 2 – Aktuelle Geschäftslage und Geschäftserwartungen in sechs Monaten. Saisonbereinigter Mittelwert aus der Differenz der prozentualen Anteile, die eine Verbesserung und eine Verschlechterung erwarten bzw. beurteilen. 3 – Der Index misst die relative Häufigkeit, mit der die Wörter „Unsicherheit“, „Wirtschaft“ sowie spezifische politikbezogene Schlüsselwörter in Zeitungsartikeln gemeinsam auftreten. 4 – Der Saldo ergibt sich, indem man vom prozentualen Anteil der Unternehmen, die ihre Investitionen ausweiten wollen, den prozentualen Anteil derer abzieht, die ihre Investitionen senken wollen.

Quellen: Baker et al. (2024), Deutsche Bundesbank, ifo, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-017-05

Ab dem Jahr 2025 dürften die **Wohnbauinvestitionen** im Zuge verbesserter Finanzierungsbedingungen leicht **an Schwung gewinnen**. [↗ ZIFFER 27](#) Ein erstes Anzeichen einer Erholung der Wohnbauinvestitionen im weiteren Prognosehorizont stellt die Zunahme der neu abgeschlossenen Hypothekenverträge für Wohnbaukredite dar (Boysen-Hogrefe et al., 2024). Insgesamt dürften die Bauinvestitionen im Jahr 2024 um 1,5 % zurückgehen und im Jahr 2025 um 0,7 % wieder leicht steigen.

Außenhandel

44. Die deutsche **Exportwirtschaft hat sich stark abgekühlt**, was angesichts ihrer großen Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft wesentlich zur aktuellen Konjunkturschwäche beiträgt. [↗ ABBILDUNG 11](#) **Die preisbereinigten Exporte** gingen im Jahr 2023 deutlich um 2,1 % zurück. Die Exportschwäche steht mit dem im Jahr 2023 schwachen globalen Warenhandel in Verbindung. [↗ ZIFFERN 6 FF.](#) Hier dürfte die geldpolitische Straffung eine Rolle spielen, die die Nachfrage nach Investitionsgütern gedämpft hat. Dass sich die deutschen Exporte allerdings – anders als in der Vergangenheit – nochmals deutlich schwächer zeigen als der Welthandel, ist ein Hinweis auf **erhöhten preislichen** [↗ ABBILDUNG 21 RECHTS](#) oder **technologischen Wettbewerbsdruck auf das deutsche Verarbeitende Gewerbe**. [↗ KASTEN 7](#) Dieser kommt mit dem Abschmelzen der Auftragsbestände zunehmend zum Tragen, insbesondere im Automobilbau. [↗ ABBILDUNG 21 RECHTS](#) Der Exportrückgang wurde von noch stärker rückläufigen Importen (–3,4 %) überlagert, sodass der Wachstumsbeitrag des Außenbeitrags im Gesamtjahr positiv war. Dementsprechend ist der positive Außenbeitrag im Jahr 2023 vor allem auf die schwache Binnenkonjunktur Deutschlands zurückzuführen.

↗ KASTEN 7

Hintergrund: Wettbewerbsfähigkeit der Exporte Deutschlands gegenüber China

Die **deutsche und die chinesische Wirtschaft** sind stark miteinander **verflochten**. Neben der starken Bedeutung von chinesischen Importen (JG 2022 Ziffern 462 ff.) spielt **China als Absatzmarkt** eine erhebliche Rolle, insbesondere in den Kernbereichen Fahrzeug- und Maschinenbau (Deutsche Bundesbank, 2024).

Die deutschen Exporte nach China sind in realen Größen seit dem Jahr 2018 rückläufig, trotz substanziellen Wachstums des chinesischen BIP. [↗ ZIFFER 10](#) Dies hat mehrere Gründe. Zum einen ist ein verstärkter Trend zur **Wertschöpfungsverlagerung von Deutschland nach China** zu beobachten (Stamer, 2023). Produkte, die in China verkauft werden, werden zunehmend vor Ort produziert. Eine Motivation für den Standortwechsel deutscher Unternehmen könnte sein, nahe am Kunden zu sein und durch die Produktionsverlagerung ihre Produktions- und Transportkosten zu senken. Darüber hinaus hat die **Fertigungstiefe der chinesischen Industrie zugenommen**. Der Wertschöpfungsanteil an in China konsumierten und investierten Gütern ist deutlich gewachsen, was die chinesische Nachfrage nach Endprodukten aus Deutschland gedämpft hat. In diesem Zusammenhang ist eine deutlich gefallene Handelsintensität des chinesischen Verarbeitenden Gewerbes zu nennen (Gemeinschaftsdiagnose, 2024).

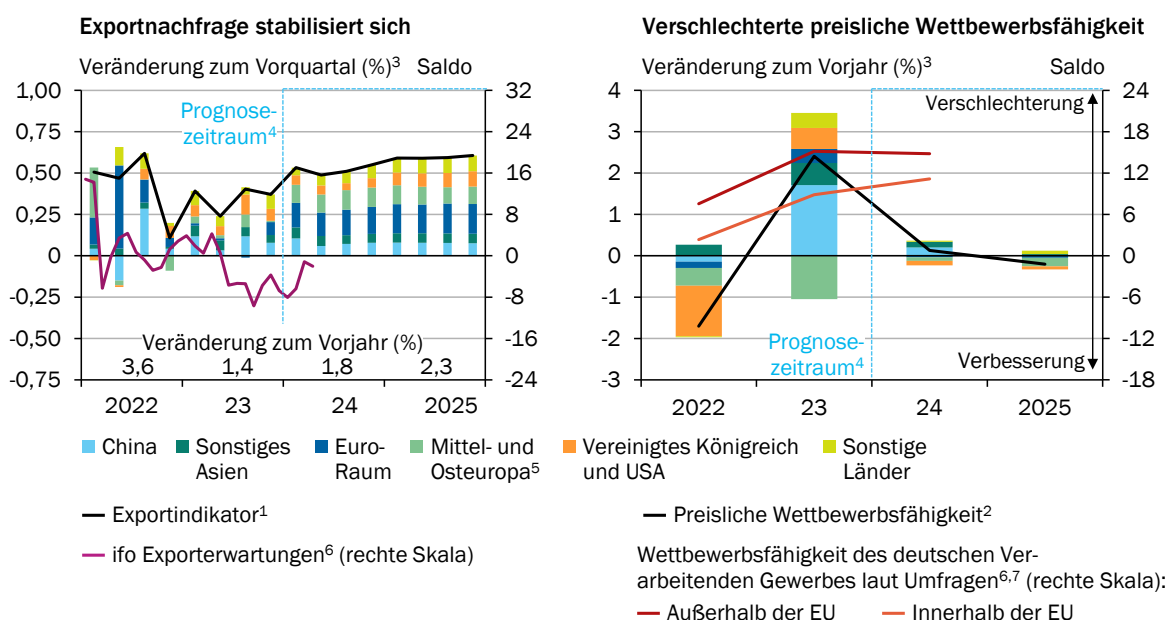
Mit dem Wandel seiner Wertschöpfung drängt **China** zunehmend in die Kernbereiche des deutschen Verarbeitenden Gewerbes und **konkurriert somit auch auf dem Absatzmarkt in Drittländern**. So sinken seit mehreren Jahren die Anteile der deutschen Exporte an den Importen der EU sowie an den globalen Exporten. Parallel dazu sind die entsprechenden chinesischen

Anteile gestiegen (Matthes, 2023; Barkin und Sebastian, 2024). In der Elektroindustrie hat China gemessen an den EU-Importen Deutschland bereits den Rang abgelaufen. Bei Elektrofahrzeugen erhöht China ebenfalls zügig seine Marktanteile in Europa, wenn auch von einem niedrigeren Niveau aus. Umfragen unter deutschen Fahrzeugherstellern zufolge sehen 58 % der Unternehmen China in den kommenden 5 Jahren als Technologieführer in ihrem Bereich (AHK Greater China, 2024).

Der **chinesische Staat spielt** in diesem Zusammenhang eine **wesentliche Rolle**. So verzerren umfangreiche Subventionen für die Industrie den Wettbewerb (THINK!DESK, 2017; Mattera und Silva, 2018; OECD, 2019). Diese ermöglichen es den chinesischen Unternehmen, Überkapazitäten aufzubauen. Das Investitionsprogramm „Made-In-China-2025“ der chinesischen Regierung dürfte diese Entwicklung verstärken, da es das Ziel hat, Marktanteile in bestimmten Industriebranchen auszubauen.

ABBILDUNG 21

Exportindikator¹ und preisliche Wettbewerbsfähigkeit²



1 – Der Indikator basiert auf der Entwicklung des BIP von 50 Handelspartnern und entspricht der Summe der Beiträge. Die Gewichtung eines Landes ergibt sich aus dem jeweiligen Anteil am deutschen Export. Länderabgrenzung gemäß Tabelle 1. Saison- und kalenderbereinigt. 2 – Der Indikator basiert auf den Inflationsraten Deutschlands relativ zu denen von 37 Handelspartnern sowie Wechselkursen und entspricht der Summe der Wachstumsbeiträge; eine positive Veränderung zeigt eine verringerte preisliche Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte an. Methode und Länderabgrenzung der Deutschen Bundesbank. Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Beiträge der einzelnen Regionen in Prozentpunkten. 4 – Prognose des Sachverständigenrates für den Exportindikator und die preisliche Wettbewerbsfähigkeit. 5 – Bulgarien, Polen, Rumänien, Tschechien, Ungarn. 6 – Saisonbereinigt. 7 – Jahresdurchschnitte der vierteljährlichen Umfragewerte der Europäischen Kommission. Werte mit umgekehrten Vorzeichen dargestellt. Der Wert für das Jahr 2024 bezieht sich auf die ersten beiden Quartale 2024.

Quellen: Deutsche Bundesbank, Europäische Kommission, ifo, nationale Statistikämter, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-051-01

45. Die **Erholung der globalen Konjunktur** und insbesondere des Welthandels dürfte dazu beitragen, dass die deutschen **Exporte im Jahr 2024 etwas an Fahrt gewinnen**. So weisen verbesserte Exporterwartungen bereits auf eine Stabilisierung hin. Die Auswirkung der weltweiten geldpolitischen Straffung dürfte langsam zurückgehen und die Auslandsnachfrage nach Investitionsgütern damit gegen Ende des Prognosehorizonts nur noch wenig belasten. Der Aufwärtstrend dürfte aber deutlich weniger stark sein als vor Ausbruch der Energiekrise. Wie in der Gesamtwirtschaft ist das Trendwachstum in der Exportindustrie deutlich zurückgegangen. [↘ ZIFFER 58](#) Der Sachverständigenrat geht von einem Rückgang der Exporte um 0,3 % in diesem Jahr und einem verhaltenen Wachstum von 1,8 % im Jahr 2025 aus. **Die Importe dürften** im Zuge steigender Nachfrage nach Vorprodukten für Exportgüter und der Konsumnachfrage ebenfalls **an Dynamik**

↘ TABELLE 5

Wirtschaftliche Eckdaten

	Einheit	2022	2023	2024 ¹	2025 ¹
Bruttoinlandsprodukt^{2,3}	Wachstum in %	1,8	- 0,2	0,2	0,9
Konsumausgaben	Wachstum in %	3,2	- 1,0	0,8	0,9
Private Konsumausgaben ⁴	Wachstum in %	3,9	- 0,7	0,6	0,9
Konsumausgaben des Staates	Wachstum in %	1,6	- 1,5	1,3	1,1
Bruttoanlageinvestitionen	Wachstum in %	0,1	- 0,7	- 1,0	1,5
Ausrüstungsinvestitionen ⁵	Wachstum in %	4,0	3,0	- 1,6	2,6
Bauinvestitionen	Wachstum in %	- 1,8	- 2,7	- 1,5	0,7
Sonstige Anlagen	Wachstum in %	- 0,7	- 0,6	1,8	2,4
Inländische Verwendung ³	Wachstum in %	3,2	- 0,8	0,0	1,1
Außenbeitrag	Wachstumsbeitrag in Prozentpunkten	- 1,2	0,6	0,1	- 0,1
Exporte	Wachstum in %	3,3	- 2,2	- 0,3	1,8
Importe	Wachstum in %	6,6	- 3,4	- 0,6	2,2
Leistungsbilanzsaldo⁶	%	4,2	5,9	6,7	6,7
Erwerbstätige	Tausend	45 596	45 933	46 054	46 099
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	Tausend	34 507	34 789	34 967	35 091
Registriert Arbeitslose	Tausend	2 418	2 609	2 679	2 592
Arbeitslosenquote⁷	%	5,3	5,7	5,8	5,6
Verbraucherpreise⁸	Wachstum in %	6,9	5,9	2,4	2,1
Finanzierungssaldo des Staates⁹	%	- 2,5	- 2,1	- 1,5	- 1,0
Bruttoinlandsprodukt pro Kopf^{10,11}	Wachstum in %	1,1	- 1,1	- 0,2	0,6
Bruttoinlandsprodukt, kalenderbereinigt¹¹	Wachstum in %	1,9	0,0	0,2	1,1

1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Preisbereinigt. Veränderung zum Vorjahr. Gilt zudem für alle angegebenen Bestandteile des BIP. 3 – Da die verwendungsseitige Zusammensetzung der Revisionen des BIP im Jahr 2023 noch aussteht, wird unterstellt, dass es sich um eine Anpassung der Vorratsveränderungen handelt. 4 – Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck. 5 – Einschließlich militärischer Waffensysteme. 6 – In Relation zum BIP.

7 – Registriert Arbeitslose in Relation zu allen zivilen Erwerbspersonen. 8 – Veränderung zum Vorjahr. 9 – Gebietskörperschaften und Sozialversicherung in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen; in Relation zum BIP. 10 – Bevölkerungsentwicklung gemäß Mittelfristprojektion des Sachverständigenrates. 11 – Preisbereinigt. Veränderung zum Vorjahr.

Quellen: BA, Deutsche Bundesbank, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-032-01

gewinnen. Aufgrund des negativen Überhangs des Jahres 2023 dürften sie im Jahr 2024 um 0,6 % schrumpfen und im Jahr 2025 dann um 2,2 % wachsen.

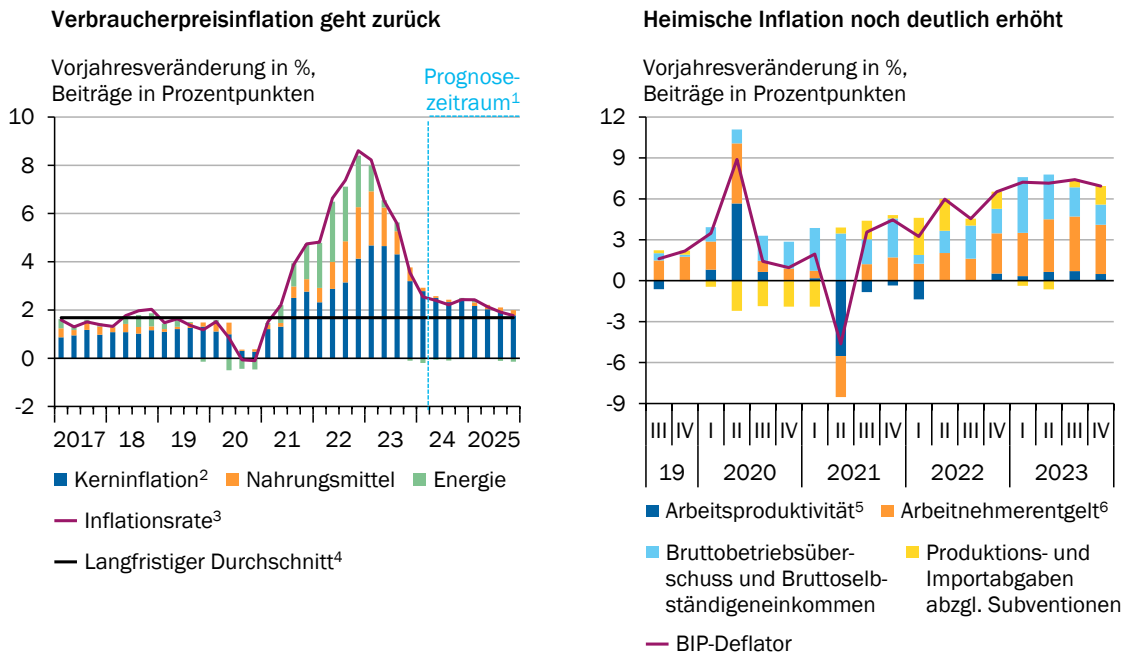
2. Inflation auf Kurs, Kerninflation weiterhin erhöht

46. Seit dem Herbst 2023 **ging die Verbraucherpreisinflation weiter zurück.** Im 1. Quartal 2024 betrug sie im Vorjahresvergleich 2,5 %, nach 5,6 % im 3. Quartal 2023. Die hohe Inflation im Jahr 2023 führt allerdings zu Basiseffekten im Jahr 2024, die die Inflation im Vorjahresvergleich deutlich beeinflussen (EZB, 2023b). So ist die Inflation im Vergleich zum Vorquartal im 1. Quartal 2024 wieder angestiegen, während sie im Vorjahresvergleich zurückging. Die Kerninflation liegt deutlich höher als die Gesamtrate und schwächte sich überdies weniger ab. Im 1. Quartal 2024 betrug sie 3,4 % im Vorjahresvergleich, nach 5,2 % im 3. Quartal 2023. [ABBILDUNG 22 LINKS](#) Der **heimische Preisauftrieb, gemessen am BIP-Deflator, ist deutlich höher als die importierte Inflation, die den Verbraucherpreisindex (VPI) dämpft.** So stieg der BIP-Deflator im 1. Quartal 2024 um 4,6 % gegenüber dem Vorjahresquartal an. Die Schnellmeldung des Statistischen Bundesamts legt nahe, dass sich das Deflatorwachstum gegenüber dem 4. Quartal 2023 zwar um 1,8 Prozentpunkte deutlich verlangsamt hat. Inwieweit dies aber durch Sondereffekte zu erklären ist oder ob das Ergebnis erneut revidiert wird, wird sich erst mit der Veröffentlichung der ausführlichen Ergebnisse zeigen. So hoben im 4. Quartal 2023 Sondereffekte bei den Vorratsveränderungen die Teuerung stark an und wirken durch den Überhang auch auf den BIP-Deflator im Jahr 2024. Auf der Verteilungsseite tragen vorwiegend Arbeitnehmerentgelte zum Anstieg bei, während der Gewinnanteil nur noch gering ist. [ZIF-FERN 15 UND 26](#)
47. Der Rückgang der Jahresverlaufsrate des VPI dürfte sich bis zum 3. Quartal 2024 fortsetzen, allerdings mit stark verlangsamttem Tempo. Bei der Kerninflation ist von anhaltendem Preisdruck auszugehen. Die **Lohnstückkostendynamik** ist vor dem Hintergrund bereits feststehender Lohnabschlüsse einerseits und der aus der konjunkturellen Schwäche folgenden geringen Produktivitätsentwicklung andererseits **anhaltend hoch.** In den Jahren 2024 und 2025 dürften die nominalen Lohnstückkosten nach Stundenkonzept um 5,3 % und 3,1 % steigen, bei einem durchschnittlichen Wachstum von 1,6 % in den Jahren 2010 bis 2019. Da das Niveau der aggregierten Betriebsüberschüsse und Selbständigeneinkommen im Jahresverlauf 2023 zurückgegangen ist, dürfte neuer Preisdruck weniger abgefedert werden können. [ABBILDUNG 22 RECHTS](#) Gleichzeitig dürfte die im Prognosehorizont angenommene **gesamtwirtschaftliche Unterauslastung dämpfend auf die Kostenüberwälzung wirken** (Bańbura und Bobeica, 2020b). Eine Überwälzung der Lohnkosten dürfte vor allem bei den Dienstleistungen stattfinden, da die Lohnintensität hier besonders hoch ist (JG 2023 Kasten 7). Im Vergleich zu Gütern kann außerdem nur relativ schwer auf ausländische Dienstleistungen ausgewichen werden.

Im **Jahr 2024** ist mit einer jahresdurchschnittlichen **Inflation von 2,4 % zu rechnen.** Im **Jahr 2025** dürfte sie bei **2,1 %** liegen. Die Kernrate dürfte 3,0 % im Jahr 2024 und 2,4 % im Jahr 2025 betragen. Der BIP-Deflator dürfte um 3,1 % bzw. 1,8 % steigen.

ABBILDUNG 22

Inflation in Deutschland



1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Gesamtindex ohne Nahrungsmittel und Energie. 3 – Verbraucherpreisindex, saison- und kalenderbereinigt. 4 – Durchschnitt über den Zeitraum von 1999 bis 2022. 5 – Die Arbeitsproduktivität geht mit negativem Vorzeichen in den BIP-Deflator ein. 6 – Gemäß Inlandskonzept.

Quellen: Deutsche Bundesbank, Eurostat, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-039-02

3. Chancen und Risiken: Haushaltspolitik und Konsumneigung

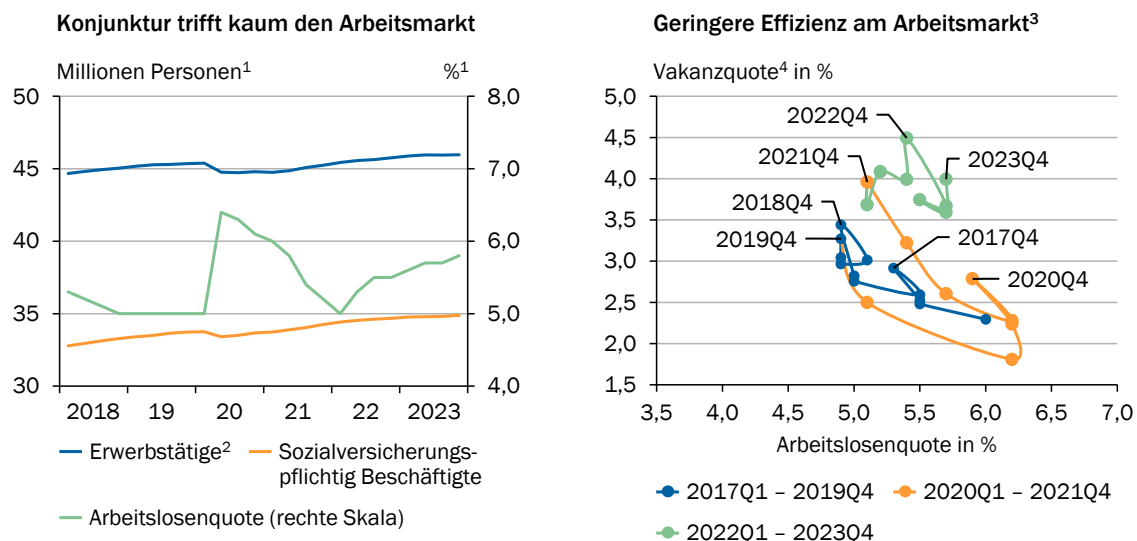
48. Die **Unsicherheit über die zukünftige Ausgestaltung der Haushalts- und Wirtschaftspolitik** ist derzeit **hoch**. Infolge des BVerfG-Urteils im November 2023 stehen Mittel aus Sondervermögen in deutlich geringerem Umfang zur Verfügung als zuvor im Haushalt eingeplant waren (BVerfG, 2023; SVR Wirtschaft, 2024). Hierdurch haben sich die ohnehin geringen finanzpolitischen Spielräume weiter verengt und der Konsolidierungsdruck ist gestiegen. Insbesondere besteht Unsicherheit über den konkreten Konsolidierungskurs im Jahr 2025. Ob die in dieser Prognose unterstellte zurückhaltende Ausgabenpolitik ausreichend zur Einhaltung der Schuldenbremse sein wird oder ob zusätzliche Sparanstrengungen notwendig sein werden, ist ungewiss.
49. Die **Reaktion privater Haushalte auf die zu erwartenden Realeinkommenszuwächse** könnte das Wachstum stärker anschieben, als in dieser Prognose unterstellt. Es wird zwar angenommen, dass das Sparverhalten sich tendenziell normalisiert, aus Vorsichtsmotiven aber dennoch erhöht bleibt. Entsprechend werden die privaten Konsumausgaben nur verhalten ausgeweitet. Im Fall einer stärkeren Verausgabung der realen Einkommenszuwächse könnte der Konsum allerdings überproportional steigen. [ZIFFER 38](#)

4. Demografischer Wandel und geringe Reallokation prägen den Arbeitsmarkt

50. Der **Arbeitsmarkt** zeigt sich **weiterhin weitgehend resilient** gegenüber der wirtschaftlichen Schwächephase. Die Erwerbstätigkeit ist im 4. Quartal 2023 gegenüber dem Vorquartal um 0,1 % gestiegen, das Wachstum schwächt sich aber zunehmend ab. [ABBILDUNG 23 LINKS](#) Maßgeblich für den Zuwachs ist der Anstieg der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung. Im 4. Quartal 2023 stieg die Arbeitslosenquote gegenüber dem Vorquartal um 0,1 Prozentpunkte auf 5,8 %. [ABBILDUNG 23 LINKS](#) Die konjunkturell bedingte Kurzarbeit ist im Februar 2024 leicht auf 0,6 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten angestiegen, befindet sich angesichts der wirtschaftlichen Lage aber weiterhin auf einem moderaten Niveau (BA, 2024a).
51. **Seit der Corona-Pandemie** haben sich die **strukturellen Bedingungen am deutschen Arbeitsmarkt verschlechtert und die Matching-Effizienz verringert**. Dies lässt sich anhand der Außenverschiebung der Beveridge-Kurve für den Zeitraum 2022 und 2023 gegenüber dem vorpandemischen Niveau erkennen. [ABBILDUNG 23 RECHTS](#) Einflussfaktoren, die diese Entwicklung hervorgerufen haben, sind sowohl auf der Angebots- als auch der Nachfrageseite zu finden. Angebotsseitig zeichnet sich aufgrund des demografischen Wandels und rückläufiger durchschnittlicher Arbeitszeiten eine zunehmende Knappheit ab. Nachfrageseitig ist ein zunehmendes Horten von Arbeitskräften zu beobachten, da viele

[ABBILDUNG 23](#)

Entwicklung des Arbeitsmarkts



1 – Saisonbereinigt. 2 – Arbeitsort in Deutschland unabhängig vom Wohnort (Inländerkonzept). 3 – Die Darstellung des inversen Zusammenhangs von Vakanzquote und Arbeitslosenquote wird auch als Beveridge-Kurve bezeichnet und ist ein einfaches Modell für Angebot und Nachfrage am Arbeitsmarkt. Während Bewegungen entlang der stilisierten Kurve konjunkturelle Schwankungen der Beschäftigung darstellen, deutet eine Verschiebung der Kurve nach außen auf eine Verschlechterung der strukturellen Bedingungen (z. B. erhöhte Suchfraktionen oder erhöhter Skill-Mismatch) und somit auf eine niedrigere Effizienz des Arbeitsmarkts hin. 4 – Verhältnis der sofort zu besetzenden Stellen gemäß der IAB-Stellenerhebung zu der Summe aus den sofort zu besetzenden Stellen und den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.

Quellen: BA, IAB, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-061-01

Unternehmen trotz schlechter wirtschaftlicher Lage auf Entlassungen verzichten. [KASTEN 8](#) Beides erschwert es Unternehmen, offene Stellen zu besetzen und verhindert gleichzeitig einen signifikanten Anstieg der Arbeitslosigkeit. Zudem besteht die Gefahr, dass sich die bestehende Arbeitslosigkeit aufgrund eines zunehmenden qualifikatorischen und regionalen Mismatch zwischen Arbeitsuchenden und offenen Stellen verfestigt (BA, 2024b).

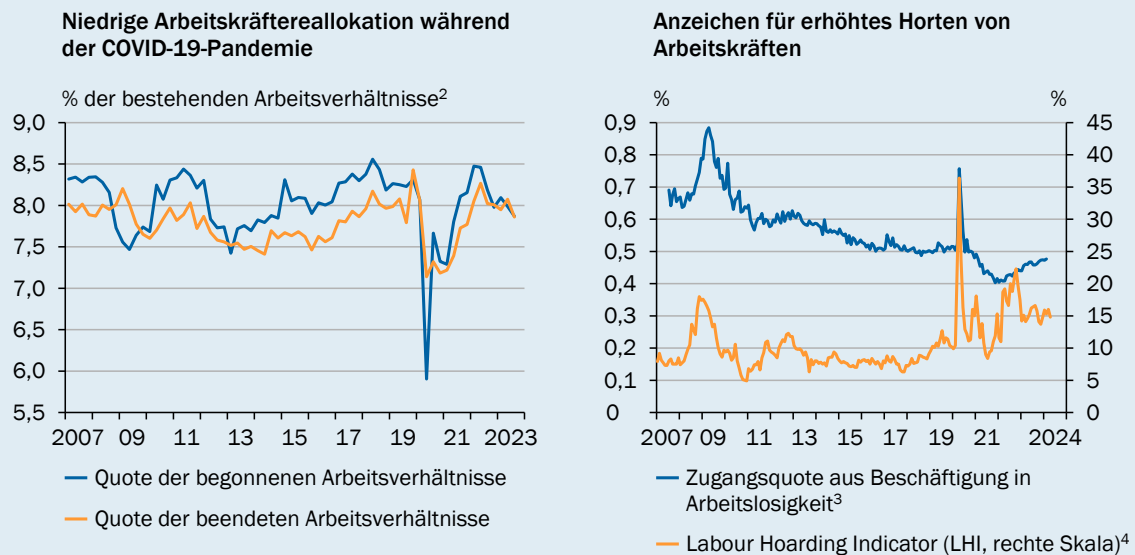
▸ KASTEN 8

Fokus: Anhaltendes Labour Hoarding im deutschen Arbeitsmarkt

Seit der Finanzkrise 2008 hat sich das Beschäftigungswachstum in Deutschland vom Wirtschaftswachstum entkoppelt. Dies lässt sich vor allem auf eine Verschiebung der sektoralen Zusammensetzung hin zu beschäftigungsintensiveren Dienstleistungen zurückführen (Klinger und Weber, 2020). **Trotz der schlechten wirtschaftlichen Entwicklung steigt die Beschäftigung in Deutschland aktuell ebenfalls weiter an.** [ABBILDUNG 23 LINKS](#) In den Jahren 2020 und 2021 wurde das Halten von Arbeitskräften in Deutschland staatlich unterstützt, um die temporären Effekte der Corona-Pandemie abzufedern. Die staatlichen Unterstützungsmaßnahmen umfassten unter anderem Corona-Unternehmenshilfen, die Aussetzung der Insolvenzantragspflicht und eine erleichterte Nutzung von Kurzarbeit (Fitzenberger und Walwei, 2023). In der Folge kam es in Deutschland – im Gegensatz zu den USA – zu einem Horten von Arbeitskräften (Labour Hoarding) und somit nicht zu einer größeren Reallokation von Beschäftigten. Stattdessen gingen sowohl die Anzahl der begonnenen als auch der beendeten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnisse zurück (Garnadt et al., 2021). [ABBILDUNG 24 LINKS](#)

▸ ABBILDUNG 24

Kaum Reallokation am Arbeitsmarkt¹



1 – Saisonbereinigte Werte. 2 – Quartalszahlen. 3 – Übergänge von sozialversicherungspflichtiger Beschäftigung in die Arbeitslosigkeit (SGB III) relativ zum Bestand an sozialversicherungspflichtiger Beschäftigung. Daten ab Juli 2007 verfügbar. 4 – Der Indikator basiert auf Daten der harmonisierten Business and Consumer Surveys und misst den (gewichteten) Prozentsatz der Unternehmen, die einen Rückgang ihrer Produktion, aber eine gleichbleibende oder sogar steigende Beschäftigung erwarten.

Quellen: BA, Europäische Kommission, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-112-01

Verschiedene Indikatoren deuten darauf hin, dass das **Horten von Arbeitskräften auch in den Folgejahren weiter verbreitet** ist. Zum einen haben sich die Übergänge von Beschäftigung

in Arbeitslosigkeit trotz der aktuellen wirtschaftlichen Schwäche kaum erhöht. [↘ ABBILDUNG 24 RECHTS](#) Zum anderen weist Deutschland beim umfragebasierten Labour Hoarding Indicator der Europäischen Kommission seit Beginn des Jahres 2022 einen Wert deutlich über den meisten anderen EU-Staaten auf. Dieser liegt am aktuellen Rand mehr als 50 % über dem Wert von Ende des Jahres 2019. [↘ ABBILDUNG 24 RECHTS](#) Während das **Horten** von Arbeitskräften kurzfristig zu einer Stabilisierung des Arbeitsmarktes beiträgt, **kann es sich mittelfristig über das Ausbleiben von Reallokation der Arbeitskräfte hin zu produktiveren Unternehmen, negativ auf die gesamtwirtschaftliche Produktivität auswirken** (Cooper et al., 2017; Giupponi und Landais, 2023).

52. Wichtige Beschäftigungsindikatoren, wie das ifo Beschäftigungsbarometer und das IAB-Arbeitsmarktbarometer, deuten im April 2024 auf eine **kurzfristig weiter leicht steigende Beschäftigung** hin. Allerdings setzt der voranschreitende demografische Wandel der weiteren Beschäftigungsentwicklung Grenzen (JG 2023 Abbildung 110). Für den Prognosezeitraum ist daher nach einem Anstieg um 0,3 % im Jahr 2024 von einer Stagnation bei den Erwerbstätigen im Jahr 2025 auszugehen. [↘ ZIFFERN 23 UND 38](#) [↘ TABELLE 6](#)

[↘ TABELLE 6](#)

Arbeitsmarkt in Deutschland

	2022	2023	2024 ¹	2025 ¹	2024 ¹	2025 ¹
	Jahreswert				Veränderung zum Vorjahr	
	Tausend Personen				%	
Erwerbspersonen ²	46 800	47 119	47 370	47 382	0,5	0,0
Erwerbslose ³	1 343	1 334	1 460	1 426	9,4	- 2,3
Erwerbstätige ⁴	45 596	45 933	46 054	46 099	0,3	0,1
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	34 507	34 789	34 967	35 091	0,5	0,4
Ausschließlich geringfügig entlohnt Beschäftigte ⁵	4 125	4 197	4 136	4 062	- 1,5	- 1,8
Registriert Arbeitslose	2 418	2 609	2 679	2 592	2,7	- 3,2
Unterbeschäftigung (ohne Kurzarbeit) ⁶	3 185	3 449	3 515	3 397	1,9	- 3,4
Kurzarbeit (Beschäftigungsäquivalent) ⁷	161	74	63	56	- 14,4	- 12,1
	Jahresdurchschnitte in %				Prozentpunkte	
Arbeitslosenquote ⁸	5,3	5,7	5,8	5,6	0,1	- 0,2
ILO-Erwerbslosenquote ⁹	3,1	3,0	3,3	3,2	0,2	- 0,1
	Veränderung zum Vorjahr in %					
Tariflöhne (Stundenkonzept)	2,2	3,7	4,6	3,0	.	.
Effektivlöhne ¹⁰	4,3	6,3	5,1	3,7	.	.

1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Erwerbslose und Erwerbstätige im erwerbsfähigen Alter mit Wohnort in Deutschland (Inländerkonzept); in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. 3 – Nach dem Messkonzept der International Labour Organization (ILO). 4 – Erwerbstätige mit einem Arbeitsplatz in Deutschland unabhängig von ihrem Wohnort (Inlandskonzept). 5 – Beschäftigte mit einem monatlichen Arbeitsentgelt bis zu 450 Euro und seit dem 1. Oktober 2022 mit einem Arbeitsentgelt bis zu 520 Euro (§ 8 Absatz 1 Nr. 1 SGB IV). 6 – Gemäß Unterbeschäftigungskonzept der BA. 7 – Ab dem Jahr 2023 Prognose des Sachverständigenrates. 8 – Registriert Arbeitslose in Relation zu allen zivilen Erwerbspersonen. 9 – Erwerbslose in Relation zu den zivilen Erwerbspersonen, jeweils Personen in Privathaushalten im Alter von 15 bis 74 Jahren. 10 – Bruttolöhne und -gehälter (Inlandskonzept) je Arbeitnehmerstunde.

Quellen: BA, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-033-02

Aufgrund der wirtschaftlichen Erholung im Jahr 2024 und der weiterhin angespannten Lage auf dem Arbeitsmarkt kommt es nur zu einem **geringen Anstieg der Arbeitslosigkeit**. [↘ ABBILDUNG 23 RECHTS](#) So ist zu erwarten, dass Unternehmen der aktuellen konjunkturellen Schwäche begegnen, indem sie ihre Neueinstellungen reduzieren, aber sich zunächst nicht von ihren Beschäftigten trennen. [↘ KASTEN 8](#) Gut ausgebildete Arbeitskräfte ohne Anstellung dürften aufgrund der weiterhin hohen Arbeitsmarktanspannung hingegen kaum Probleme haben, eine neue Anstellung zu finden. Im Jahr 2025 dürfte die stärkere wirtschaftliche Erholung zu einem Rückgang der Arbeitslosigkeit führen. [↘ TABELLE 6](#)

53. Für das laufende Jahr ist, vor allem aufgrund bereits beschlossener Lohnerhöhungen aus dem vergangenen Jahr und dem Rückgang der Inflation, von einem **weiteren Anstieg der Reallöhne** auszugehen. Für das Jahr 2025 ist zu erwarten, dass die Nominallohnzuwächse aufgrund der niedrigen Inflation und der wirtschaftlichen Lage wieder auf ein geringeres Niveau zurückkehren werden. [↘ TABELLE 6](#) Die Reallöhne werden voraussichtlich erst zum Ende des Prognosezeitraums ihr vorpandemisches Niveau wieder erreichen.

5. Neuausrichtung der öffentlichen Finanzen nach den Krisen

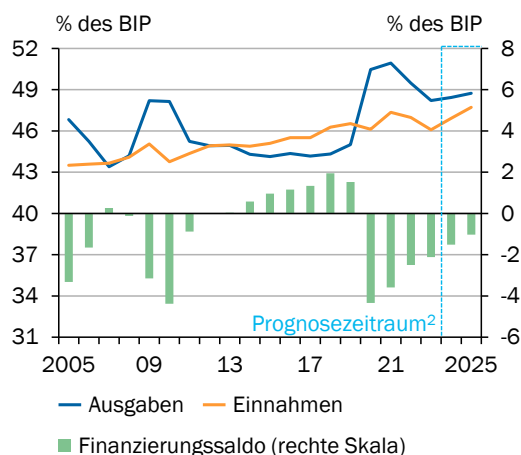
54. Die Bundesregierung wendet die Ausnahmeklausel der Schuldenbremse nach den Jahren 2020 bis 2023 im laufenden Jahr nicht erneut an. Im Rahmen der Ausnahmeklausel gebildete Rücklagen in Sondervermögen stehen nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom November 2023 nicht mehr zur Verfügung (SVR Wirtschaft, 2024). **Insgesamt sind die finanzpolitischen Spielräume im Prognosezeitraum geringer als in den Vorjahren.** Neben dem Auslaufen krisenbedingter Einmalmaßnahmen, wie beispielsweise der Strom- und Gaspreisbremse, führt dies zu einem gedämpften nominalen Anstieg der öffentlichen Ausgaben.
55. Die **Staatsausgaben** dürften im Jahr 2024 trotz Auslaufens der Maßnahmen zur Eindämmung der Energiekrise sowohl **nominal als auch relativ zum BIP leicht zunehmen**. [↘ ABBILDUNG 25 LINKS](#) Dies ist neben höheren Verteidigungsausgaben auch auf zusätzliche Investitionen in den Klimaschutz zurückzuführen. Die monetären Sozialleistungen bleiben nicht zuletzt aufgrund der Erhöhung des Kindergelds und der Reform des Wohngelds in Relation zum BIP auf einem höheren Niveau als vor den Krisenjahren. Für das Haushaltsjahr 2025 ergeben sich große finanzpolitische Herausforderungen. Das Bundesfinanzministerium plant ab dem Jahr 2025 eine Rückkehr zum im Juli 2023 beschlossenen Finanzplan des Bundes (BMF, 2024). Dieser sieht im Kernhaushalt deutlich niedrigere Ausgaben vor, als für das Jahr 2024 veranschlagt. Zudem ist die Finanzierung und der Umfang der Maßnahmen aus den Mitteln des Klima- und Transformationsfonds (KTF) bislang offen. Während hierfür im laufenden Jahr noch vorhandene Rücklagen des KTF genutzt werden können, dürften diese im kommenden Jahr weitestgehend aufgebraucht sein. Die tatsächlich geleisteten Fördermittel könnten jedoch deutlich geringer ausfallen als veranschlagt. Ein Grund hierfür ist, dass diese häufig nicht vollständig abgerufen werden.

56. Die **Einnahmen** des Staates **dürften** im Jahr 2024 **nominal** um rund 5,1 % **zunehmen**. **Im Verhältnis zum BIP** werden die Staatseinnahmen im laufenden Jahr ebenfalls ansteigen. Der Anstieg der Steuereinnahmen wird im laufenden Jahr durch Mindereinnahmen im Zusammenhang mit der Verschiebung des Einkommensteuertarifs durch das Inflationsausgleichsgesetz gedämpft. Im kommenden Jahr setzt sich der Anstieg der Sozialbeiträge ungemindert fort, wobei der Wegfall der abgabenfreien Inflationsausgleichsprämien den Anstieg verstärkt. Die Steuereinnahmen werden im Jahr 2025 anders als in den Vorjahren annahmegemäß nicht erneut durch Tarifierpassungen gedämpft, sodass die Einnahmen insgesamt im kommenden Jahr nominal um 4,5 % zunehmen.
57. Das **Finanzierungsdefizit des Staates dürfte** im Prognosezeitraum **zurückgehen**. [ABBILDUNG 25 LINKS](#) Nach –2,1 % im Jahr 2023 wird dieses in den Jahren 2024 und 2025 voraussichtlich –1,5 % bzw. –1,0 % des BIP betragen. [TABELLE 10 ANHANG](#) Unterstellt ist eine zurückhaltende Ausgabenpolitik des Bundes aufgrund der Restriktionen der Schuldenbremse und der teilweise nicht mehr zur Verfügung stehenden Mittel aus Sondervermögen. Ob diese Prognose mit der Einhaltung der Schuldenbremse im Jahr 2025 kompatibel ist, ist nicht sicher zu beurteilen, da für die Schuldenbremse eine von den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) abweichende Buchungssystematik angewendet wird. Darüber hinaus ist der Mittelabfluss aus Sondervermögen unklar. [ZIFFER 55](#) Sollte der zur Einhaltung der Schuldenbremse notwendige Konsolidierungsbedarf für das Jahr 2025 höher ausfallen als in der Prognose angenommen, könnte dies die Konjunktur zusätzlich leicht dämpfen. Die **Schuldenstandsquote dürfte** im Prognosezeitraum **leicht zurückgehen** und 63,4 % des BIP im Jahr 2024 und 63,0 % im Jahr 2025 betragen. [ABBILDUNG 25 RECHTS](#)

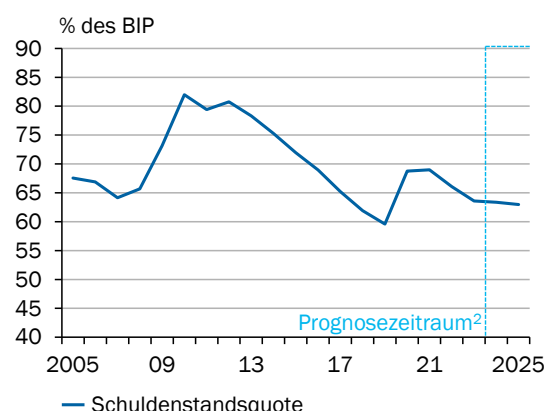
[ABBILDUNG 25](#)

Entwicklung der öffentlichen Finanzen

**Ausgaben und Einnahmen des Staates¹
näheren sich wieder an**



Schuldenstandsquote³ sinkt weiter



1 – In der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (nominale Angaben). 2 – Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Bruttoschulden des Staates in der Abgrenzung gemäß dem Vertrag von Maastricht.

Quellen: Deutsche Bundesbank, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-087-01

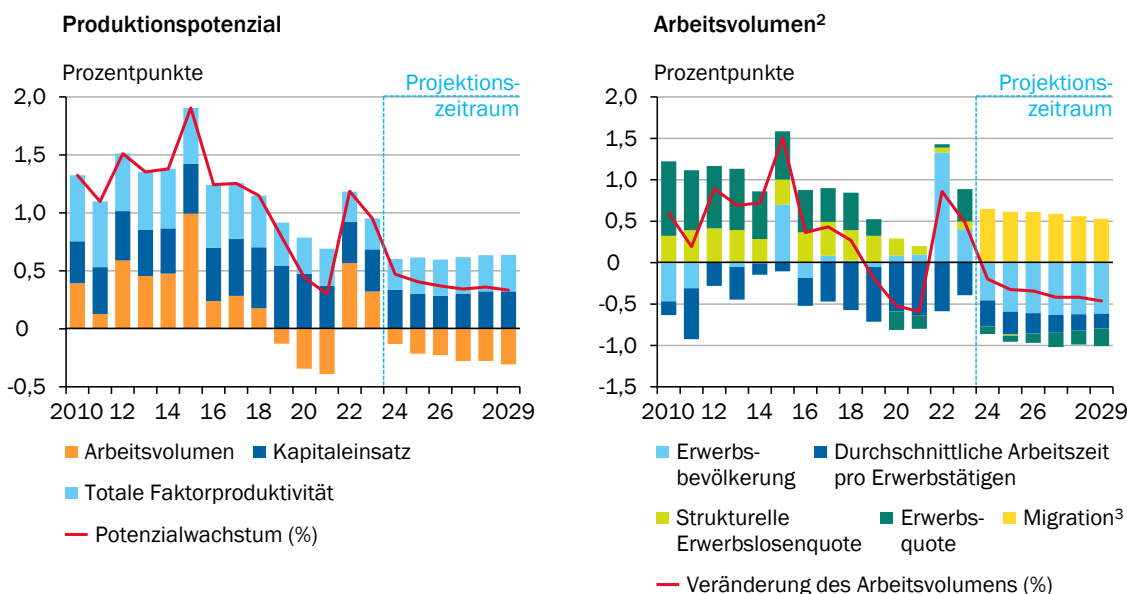
6. Mittelfristiges Wachstum weiterhin gedämpft

58. In der Mittelfristprojektion wird das **Produktionspotenzial** in Deutschland für die **kommenden fünf Jahre** unter den **gegebenen strukturellen Rahmenbedingungen** geschätzt. Eine wichtige Determinante ist dabei die Dynamik der Bevölkerungsentwicklung am aktuellen Rand. Bisher basierte die Abschätzung der Zuwanderung auf der Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamts, die nur alle drei Jahre aktualisiert wird. Ein neuer Ansatz ermöglicht es hier, die Daten jährlich zu aktualisieren und damit die demografische Entwicklung sowie die Integration von Zugewanderten in den Arbeitsmarkt detaillierter abzubilden und für die Projektion zu nutzen. [↗ KASTEN 9](#)

Der Sachverständigenrat schätzt das **Potenzialwachstum im Jahr 2024 auf 0,5 % und im Jahr 2025 auf 0,4 %**. [↗ ABBILDUNG 26 LINKS](#) In den Folgejahren bis 2029 dürfte das Potenzialwachstum jeweils bei etwa 0,3 % bis 0,4 % verharren. Damit haben sich die Wachstumsaussichten bis zum Ende der Dekade im Vergleich zur Herbstschätzung 2023 kaum verändert. Der Sachverständigenrat zerlegt das Wachstum des Produktionspotenzials in Wachstumsbeiträge des Kapitaleinsatzes, des Arbeitseinsatzes und der Totalen Faktorproduktivität (TFP). Vom Kapitaleinsatz sind keine bedeutenden Wachstumsimpulse zu erwarten. Die seit dem Jahr 2021 andauernde Stagnation bei den Investitionen schlägt sich in einem relativ geringen Trendwachstum von jährlich etwa 0,9 % im Kapitaleinsatz nieder. Das TFP-Wachstum [↗ GLOSSAR](#) beläuft sich gemäß den Projektionen in den kommenden Jahren ebenfalls auf lediglich 0,3 %. [↗ ABBILDUNG 26 LINKS](#)

[↗ ABBILDUNG 26](#)

Wachstumsbeiträge der Komponenten des Produktionspotenzials und des Arbeitsvolumens¹



1 – Berechnungen des Sachverständigenrates. 2 – Die Produktionselastizität des Faktors Arbeit beträgt 0,66. 3 – Ab dem Jahr 2024 explizit modelliert; bis 2023 in Erwerbsbevölkerung inbegriffen.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-046-01

59. Aufgrund von Datenrevisionen und methodischen Änderungen in der Bevölkerungsprojektion wurde das Arbeitsvolumen in den Jahren 2022 und 2023 gegenüber der Herbstschätzung 2023 nach oben korrigiert. [↗ ABBILDUNG 26 RECHTS](#) [↗ KASTEN 9](#) Das ändert nichts an der Tatsache, dass Arbeit auch in den kommenden Jahren ein knapper Faktor bleiben dürfte. Insbesondere die fortschreitende Alterung der geburtenstarken Jahrgänge führt zu einem stetigen Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials. **Ab dem Jahr 2024** und bis zum Ende des Projektionshorizonts sind vom Arbeitsvolumen daher **ausschließlich negative Wachstumsbeiträge** zu erwarten.

[↗ KASTEN 9](#)

Hintergrund: Methodische Änderungen in der Bevölkerungsprojektion

Die 15. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung stellt seit dem Jahr 2022 die Grundlage für die Abschätzung der künftigen Erwerbspersonenentwicklung im Rahmen der Wachstumsprojektion des Sachverständigenrates dar. Da die Bevölkerungsvorausberechnung nur alle drei Jahre aktualisiert wird, kann dies zu Verzerrungen führen, wenn die zwischenzeitlichen Entwicklungen stark von den unterstellten Entwicklungen abweichen. Dies ist am aktuellen Rand insbesondere bei der Zuwanderung der Fall. Um auch in den Jahren zwischen den amtlichen Vorausberechnungen aktuelle Informationen zur Bevölkerungsentwicklung in die mittelfristige Wachstumsprojektion einfließen lassen zu können, hat der Sachverständigenrat **methodische Änderungen** in der **Bevölkerungsprojektion** vorgenommen. Diese **basiert nun** auf dem **aktuellen Bevölkerungsstand sowie auf aktualisierten Annahmen zur Zuwanderung, Geburtenziffer und Lebenserwartung**. Zudem wird künftig zwischen drei Gruppen unterschieden: der einheimischen Bevölkerung, d. h. allen Personen, die bis zum Vorjahr in der Bevölkerungsstatistik erfasst wurden, künftigen einwandernden Fachkräften und künftigen Geflüchteten. Diese Einteilung ermöglicht es, die verschiedenen demografischen Bewegungen und die Integration in den Arbeitsmarkt detaillierter und aktueller als bisher abzubilden.

Für das Jahr 2024 wird eine **Nettozuwanderung** von 550 000 Personen angenommen, davon etwa 250 000 Fachkräfte und 300 000 Geflüchtete. Diese Werte sinken nach dem Vorbild der 15. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung bis zum Jahr 2032 linear auf 150 000 bzw. 100 000 Personen ab. Es wird angenommen, dass alle Zugewanderten durchschnittlich 25 Jahre alt und zu gleichen Teilen männlich und weiblich sind. Zudem werden etwaige **ökonomische Friktionen bei der Arbeitsmarktintegration der Zugewanderten berücksichtigt**. Es wird angenommen, dass die Erwerbsquote der Zugewanderten bei 65 % liegt. Die strukturelle Erwerbslosenquote von zugewanderten Fachkräften wird auf 8 % und die von Geflüchteten auf 30 % gesetzt.

ANHANG

↘ TABELLE 7

Komponenten der Wachstumsprognose des Bruttoinlandsprodukts¹ (in %)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024 ²	2025 ²
Statistischer Überhang am Ende des Vorjahres ³	0,4	0,2	2,4	0,9	- 0,2	- 0,3	0,4
Jahresverlaufsrate ⁴	0,9	- 2,1	1,6	0,8	- 0,2	0,9	1,0
Jahresdurchschnittliche Veränderungsrate des Bruttoinlandsprodukts, kalenderbereinigt	1,1	- 4,2	3,1	1,9	0,0	0,2	1,1
Kalendereffekt (in % des Bruttoinlandsprodukts)	0,0	0,4	0,0	- 0,1	- 0,2	0,0	- 0,1
Jahresdurchschnittliche Rate des Bruttoinlandsprodukts ⁵	1,1	- 3,8	3,2	1,8	- 0,2	0,2	0,9

1 – Preisbereinigt. 2 – Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Prozentuale Differenz zwischen dem absoluten Niveau des BIP im letzten Quartal des Jahres und dem durchschnittlichen Niveau der Quartale desselben Jahres (siehe JG 2005 Kasten 5), saison- und kalenderbereinigt. 4 – Veränderung des 4. Quartals zum 4. Quartal des Vorjahres, saison- und kalenderbereinigt. 5 – Abweichungen in den Summen rundungsbedingt.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-037-01

↘ TABELLE 8

Wachstumsbeiträge zum Bruttoinlandsprodukt nach Verwendungskomponenten¹

Prozentpunkte

	2019	2020	2021	2022	2023	2024 ²	2025 ²
Inländische Verwendung³	1,4	- 2,9	2,3	3,0	- 0,7	0,0	1,0
Konsumausgaben	1,4	- 2,2	1,4	2,3	- 0,7	0,6	0,7
Private Konsumausgaben ⁴	0,8	- 3,0	0,8	1,9	- 0,4	0,3	0,4
Konsumausgaben des Staates	0,5	0,8	0,7	0,3	- 0,3	0,3	0,2
Bruttoanlageinvestitionen	0,4	- 0,5	0,0	0,0	- 0,1	- 0,2	0,3
Ausrüstungsinvestitionen ⁵	0,1	- 0,8	0,2	0,3	0,2	- 0,1	0,2
Bauinvestitionen	0,1	0,4	- 0,3	- 0,2	- 0,3	- 0,2	0,1
Sonstige Anlagen	0,2	- 0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Vorratsveränderungen ³	- 0,3	- 0,2	0,9	0,7	0,1	- 0,3	0,0
Außenbeitrag	- 0,3	- 1,0	0,9	- 1,2	0,6	0,1	- 0,1
Exporte	1,1	- 4,4	4,2	1,6	- 1,1	- 0,2	0,8
Importe	- 1,4	3,4	- 3,4	- 2,8	1,7	0,3	- 0,9
Bruttoinlandsprodukt³ (%)	1,1	- 3,8	3,2	1,8	- 0,2	0,2	0,9

1 – Wachstumsbeiträge zum preisbereinigten BIP. Abweichungen in den Summen rundungsbedingt. 2 – Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Da die verwendungsseitige Zusammensetzung der Revisionen des BIP im Jahr 2023 noch aussteht, wird unterstellt, dass es sich um eine Anpassung der Vorratsveränderungen handelt. 4 – Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck. 5 – Einschließlich militärischer Waffensysteme.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-035-01

TABELLE 9

Die wichtigsten Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen für Deutschland

Absolute Werte

	Einheit	2023	2024 ¹	2025 ¹	2024 ¹		2025 ¹	
					1. Hj.	2. Hj.	1. Hj.	2. Hj.
Verwendung des Inlandsprodukts								
In jeweiligen Preisen								
Konsumausgaben	Mrd Euro	2 978,2	3 083,9	3 177,6	1 504,4	1 579,5	1 552,6	1 625,0
Private Konsumausgaben ²	Mrd Euro	2 089,7	2 155,0	2 217,6	1 052,7	1 102,4	1 084,8	1 132,8
Konsumausgaben des Staates	Mrd Euro	888,5	928,8	959,9	451,7	477,1	467,8	492,2
Bruttoanlageinvestitionen	Mrd Euro	904,2	912,7	937,3	442,5	470,2	451,7	485,6
Ausrüstungsinvestitionen ³	Mrd Euro	275,5	277,2	289,9	132,0	145,2	137,3	152,6
Bauinvestitionen	Mrd Euro	486,8	489,9	495,0	242,4	247,5	243,1	251,9
Sonstige Anlagen	Mrd Euro	141,9	145,7	152,4	68,1	77,6	71,3	81,1
Inländische Verwendung ⁴	Mrd Euro	3 954,7	4 059,7	4 176,0	1 983,4	2 076,3	2 038,6	2 137,4
Exporte	Mrd Euro	1 942,5	1 951,1	2 016,3	965,2	985,9	990,5	1 025,9
Importe	Mrd Euro	1 771,0	1 749,3	1 813,8	854,6	894,7	879,8	934,0
Bruttoinlandsprodukt ⁴	Mrd Euro	4 126,2	4 261,5	4 378,5	2 094,0	2 167,5	2 149,2	2 229,3
Verkettete Volumenangaben								
Konsumausgaben	Mrd Euro	2 394,4	2 413,8	2 436,4	1 189,4	1 224,4	1 200,1	1 236,3
Private Konsumausgaben ²	Mrd Euro	1 692,7	1 703,0	1 717,9	837,2	865,6	844,3	873,5
Konsumausgaben des Staates	Mrd Euro	700,5	709,7	717,3	351,5	358,2	355,1	362,2
Bruttoanlageinvestitionen	Mrd Euro	657,4	650,9	660,8	316,3	334,6	319,0	341,8
Ausrüstungsinvestitionen ³	Mrd Euro	229,2	225,6	231,4	107,7	117,9	109,6	121,8
Bauinvestitionen	Mrd Euro	306,2	301,7	303,7	149,5	152,2	149,3	154,4
Sonstige Anlagen	Mrd Euro	123,9	126,1	129,2	59,4	66,8	60,8	68,4
Inländische Verwendung ⁴	Mrd Euro	3 103,3	3 104,7	3 138,0	1 527,9	1 576,8	1 541,6	1 596,3
Exporte	Mrd Euro	1 605,2	1 599,9	1 629,1	794,5	805,5	804,9	824,2
Importe	Mrd Euro	1 447,2	1 437,9	1 469,7	704,6	733,2	716,7	753,0
Bruttoinlandsprodukt ⁴	Mrd Euro	3 268,6	3 274,0	3 305,0	1 620,9	1 653,0	1 632,9	1 672,0
Preisentwicklung (Deflatoren)								
Konsumausgaben	2015=100	124,4	127,8	130,4	126,5	129,0	129,4	131,4
Private Konsumausgaben ²	2015=100	123,5	126,6	129,1	125,7	127,4	128,5	129,7
Konsumausgaben des Staates	2015=100	126,8	130,9	133,8	128,5	133,2	131,7	135,9
Bruttoanlageinvestitionen	2015=100	137,5	140,2	141,8	139,9	140,6	141,6	142,1
Ausrüstungsinvestitionen ³	2015=100	120,2	122,9	125,3	122,6	123,1	125,3	125,3
Bauinvestitionen	2015=100	159,0	162,4	163,0	162,1	162,6	162,8	163,2
Sonstige Anlagen	2015=100	114,5	115,5	117,9	114,7	116,2	117,3	118,5
Inländische Verwendung ⁴	2015=100	127,4	130,8	133,1	129,8	131,7	132,2	133,9
Terms of Trade	2015=100	98,9	100,2	100,3	100,2	100,3	100,2	100,3
Exporte	2015=100	121,0	122,0	123,8	121,5	122,4	123,1	124,5
Importe	2015=100	122,4	121,7	123,4	121,3	122,0	122,8	124,1
Bruttoinlandsprodukt ⁴	2015=100	126,2	130,2	132,5	129,2	131,1	131,6	133,3
Entstehung des Inlandsprodukts								
Erwerbstätige (Inland)	Tausend	45 933	46 054	46 099	45 893	46 214	45 963	46 234
Arbeitsvolumen	Mio Std.	61 661	61 759	61 857	30 323	31 435	30 427	31 430
Produktivität (Stundenbasis)	2015=100	105,7	105,7	106,5	106,7	105,0	107,1	106,2
Verteilung des Volkseinkommens								
Volkseinkommen	Mrd Euro	3 080,4	3 144,7	3 240,2	1 527,1	1 617,5	1 572,4	1 667,8
Arbeitnehmerentgelte	Mrd Euro	2 158,8	2 277,0	2 368,7	1 087,7	1 189,3	1 138,2	1 230,5
Bruttolöhne und -gehälter	Mrd Euro	1 778,9	1 872,2	1 943,8	891,7	980,4	931,6	1 012,1
darunter: Nettolöhne und -gehälter ⁵	Mrd Euro	1 219,3	1 282,3	1 321,5	602,8	679,6	624,8	696,7
Unternehmens- und Vermögens-einkommen	Mrd Euro	921,6	867,7	871,4	439,5	428,2	434,1	437,3
Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte ²	Mrd Euro	2 295,5	2 369,8	2 430,7	1 173,9	1 195,9	1 203,7	1 227,0
Sparquote der privaten Haushalte ^{2,6}	%	11,4	11,4	11,1	12,6	10,3	12,2	10,1
nachrichtlich:								
nominale Lohnstückkosten ⁷	2015=100	123,5	130,0	134,0	125,3	134,7	130,2	137,8
reale Lohnstückkosten ⁸	2015=100	97,8	100,0	101,2	97,0	102,8	98,9	103,4
Verbraucherpreise	2020=100	116,7	119,5	122,0	118,8	120,2	121,5	122,4

1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck. 3 – Einschließlich militärischer Waffensysteme. 4 – Da die verwendungsseitige Zusammensetzung der Revisionen des BIP Jahr 2023 noch aussteht, wird unterstellt, dass es sich um eine Anpassung der Vorratsveränderungen handelt. 5 – Arbeitnehmerentgelte abzüglich Sozialbeiträge der Arbeitgeber sowie Sozialbeiträge und Lohnsteuer der Arbeitnehmer. 6 – Ersparnis in Relation zum verfügbaren Einkommen. 7 – Arbeitnehmerentgelt je geleisteter Arbeitnehmerstunde in Relation zum realen BIP je geleisteter Erwerbstätigenstunde. 8 – Arbeitnehmerentgelt je geleisteter Arbeitnehmerstunde in Relation zum BIP je geleisteter Erwerbstätigenstunde.

Quellen: BA, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-038-01

NOCH TABELLE 9

Die wichtigsten Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen für Deutschland
 Veränderung gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum in %

2023	2024 ¹	2025 ¹	2024 ¹		2025 ¹		
			1. Hj.	2. Hj.	1. Hj.	2. Hj.	
							Verwendung des Inlandsprodukts
							In jeweiligen Preisen
5,2	3,5	3,0	3,8	3,3	3,2	2,9	Konsumausgaben
5,6	3,1	2,9	3,0	3,2	3,1	2,8	Private Konsumausgaben ²
4,4	4,5	3,4	5,7	3,4	3,6	3,2	Konsumausgaben des Staates
5,6	0,9	2,7	- 0,1	1,9	2,1	3,3	Bruttoanlageinvestitionen
8,7	0,6	4,6	- 0,4	1,6	4,0	5,1	Ausrüstungsinvestitionen ³
5,0	0,6	1,1	- 0,3	1,6	0,3	1,8	Bauinvestitionen
1,9	2,6	4,6	1,4	3,7	4,7	4,6	Sonstige Anlagen
4,1	2,7	2,9	2,6	2,7	2,8	2,9	Inländische Verwendung ⁴
- 1,6	0,4	3,3	- 1,5	2,4	2,6	4,1	Exporte
- 6,7	- 1,2	3,7	- 4,0	1,6	2,9	4,4	Importe
6,4	3,3	2,7	3,6	3,0	2,6	2,8	Bruttoinlandsprodukt ⁴
							Verkettete Volumenangaben
- 1,0	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	Konsumausgaben
- 0,7	0,6	0,9	0,3	0,9	0,8	0,9	Private Konsumausgaben ²
- 1,5	1,3	1,1	1,6	1,0	1,0	1,1	Konsumausgaben des Staates
- 0,7	- 1,0	1,5	- 2,0	- 0,1	0,8	2,2	Bruttoanlageinvestitionen
3,0	- 1,6	2,6	- 2,6	- 0,6	1,8	3,3	Ausrüstungsinvestitionen ³
- 2,7	- 1,5	0,7	- 2,6	- 0,3	- 0,1	1,4	Bauinvestitionen
- 0,6	1,8	2,4	1,3	2,1	2,4	2,5	Sonstige Anlagen
- 0,8	0,0	1,1	- 0,5	0,6	0,9	1,2	Inländische Verwendung ⁴
- 2,2	- 0,3	1,8	- 2,0	1,3	1,3	2,3	Exporte
- 3,4	- 0,6	2,2	- 2,6	1,3	1,7	2,7	Importe
- 0,2	0,2	0,9	- 0,3	0,6	0,7	1,2	Bruttoinlandsprodukt ⁴
							Preisentwicklung (Deflatoren)
6,2	2,7	2,1	3,1	2,3	2,3	1,9	Konsumausgaben
6,3	2,5	2,0	2,7	2,3	2,2	1,8	Private Konsumausgaben ²
6,0	3,2	2,2	4,0	2,4	2,5	2,0	Konsumausgaben des Staates
6,3	2,0	1,2	1,9	2,0	1,2	1,1	Bruttoanlageinvestitionen
5,6	2,2	2,0	2,2	2,3	2,2	1,8	Ausrüstungsinvestitionen ³
7,9	2,1	0,4	2,3	1,9	0,4	0,4	Bauinvestitionen
2,5	0,8	2,1	0,1	1,4	2,3	2,0	Sonstige Anlagen
4,9	2,6	1,8	3,1	2,1	1,9	1,7	Inländische Verwendung ⁴
4,1	1,4	0,0	2,0	0,7	0,1	0,0	Terms of Trade
0,6	0,8	1,5	0,5	1,1	1,3	1,7	Exporte
- 3,4	- 0,6	1,4	- 1,5	0,3	1,2	1,7	Importe
6,6	3,1	1,8	3,9	2,4	1,9	1,7	Bruttoinlandsprodukt ⁴
							Entstehung des Inlandsprodukts
0,7	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,0	Erwerbstätige (Inland)
0,4	0,2	0,2	- 0,6	0,9	0,3	0,0	Arbeitsvolumen
- 0,7	0,0	0,8	0,2	- 0,1	0,4	1,2	Produktivität (Stundenbasis)
							Verteilung des Volkseinkommens
6,6	2,1	3,0	2,2	1,9	3,0	3,1	Volkseinkommen
6,7	5,5	4,0	5,7	5,3	4,7	3,5	Arbeitnehmerentgelte
7,0	5,2	3,8	5,4	5,1	4,5	3,2	Bruttolöhne und -gehälter
9,0	5,2	3,1	5,1	5,2	3,7	2,5	darunter: Nettolöhne und -gehälter ⁵
6,3	- 5,9	0,4	- 5,4	- 6,3	- 1,2	2,1	Unternehmens- und Vermögens-einkommen
6,1	3,2	2,6	3,5	3,0	2,5	2,6	Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte ²
.	.	.	.	.	.	.	Sparquote der privaten Haushalte ^{2,6}
							nachrichtlich:
6,7	5,3	3,1	5,9	4,8	3,9	2,3	nominale Lohnstückkosten ⁷
0,0	2,2	1,3	2,0	2,4	2,0	0,6	reale Lohnstückkosten ⁸
5,9	2,4	2,1	2,5	2,3	2,3	1,8	Verbraucherpreise

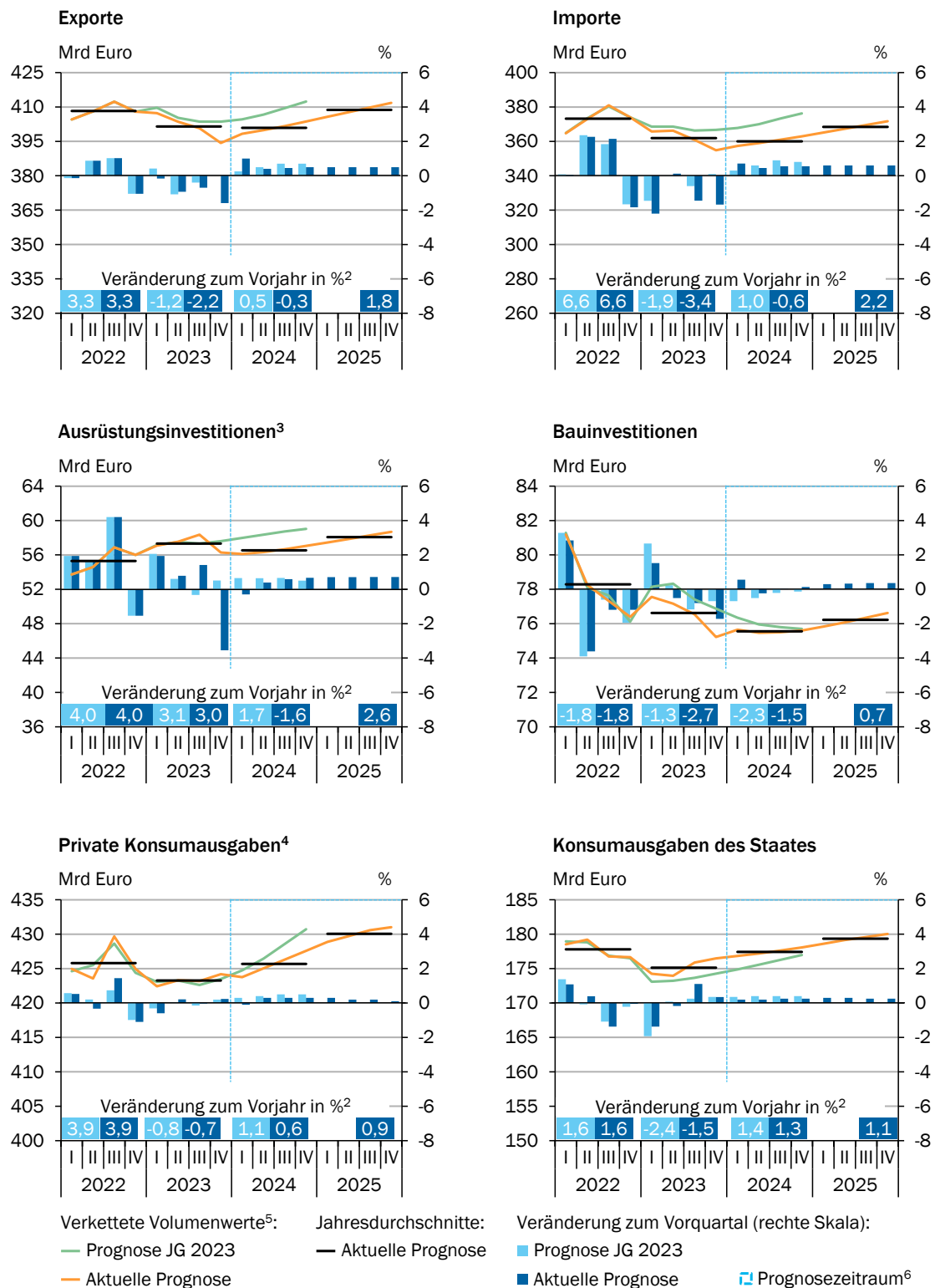
1 – Prognose des Sachverständigenrates. 2 – Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck. 3 – Einschließlich militärischer Waffensysteme. 4 – Da die verwendungsseitige Zusammensetzung der Revisionen des BIP Jahr 2023 noch aussteht, wird unterstellt, dass es sich um eine Anpassung der Vorratsveränderungen handelt. 5 – Arbeitnehmerentgelte abzüglich Sozialbeiträge der Arbeitgeber sowie Sozialbeiträge und Lohnsteuer der Arbeitnehmer. 6 – Ersparnis in Relation zum verfügbaren Einkommen. 7 – Arbeitnehmerentgelt je geleisteter Arbeitnehmerstunde in Relation zum realen BIP je geleisteter Erwerbstätigenstunde. 8 – Arbeitnehmerentgelt je geleisteter Arbeitnehmerstunde in Relation zum BIP je geleisteter Erwerbstätigenstunde.

Quellen: BA, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-038-01

ABBILDUNG 27

Komponenten des Bruttoinlandsprodukts¹



1 – Alle angegebenen Komponenten des BIP preisbereinigt. 2 – Ursprungswerte. 3 – Einschließlich militärischer Waffensysteme. 4 – Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck. 5 – Referenzjahr 2015; saison- und kalenderbereinigt. 6 – Aktueller Prognosezeitraum. Prognosen des Sachverständigenrates.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
 © Sachverständigenrat | 24-049-02

TABELLE 10

Einnahmen und Ausgaben des Staates¹ sowie finanzpolitische Kennziffern

	Mrd Euro			Veränderung zum Vorjahr in %	
	2023	2024 ²	2025 ²	2024 ²	2025 ²
Einnahmen	1 901,8	1 999,4	2 089,1	5,1	4,5
Steuern	953,7	984,8	1 027,9	3,3	4,4
Sozialbeiträge	709,6	757,2	794,7	6,7	4,9
Verkäufe	157,8	172,6	179,5	9,4	4,0
Sonstige laufende Transfers	31,1	31,3	31,9	0,7	1,8
Vermögenstransfers	19,4	19,6	20,1	0,9	2,6
Empfangene Vermögenseinkommen	30,0	33,8	35,0	12,3	3,6
Empfangene sonstige Subventionen	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
Ausgaben	1 989,2	2 063,9	2 134,2	3,8	3,4
Monetäre Sozialleistungen	661,4	696,1	721,7	5,3	3,7
Soziale Sachleistungen	359,8	369,0	379,7	2,6	2,9
Arbeitnehmerentgelte	327,4	348,4	363,3	6,4	4,3
Vorleistungen	256,5	274,0	280,9	6,8	2,5
Subventionen	66,3	40,2	38,8	– 39,5	– 3,5
Bruttoinvestitionen	108,0	115,7	121,8	7,1	5,3
Sonstige laufende Transfers	91,5	93,1	97,0	1,7	4,2
Vermögenstransfers	82,6	86,4	86,6	4,7	0,2
Geleistete Vermögenseinkommen (Zinsen)	36,1	41,4	44,8	14,6	8,1
Geleistete sonstige Produktionsabgaben	0,3	0,3	0,3	3,3	6,0
Nettozugang an nichtprod. Vermögensgütern	– 0,7	– 0,7	– 0,7	0,0	0,0
Finanzierungssaldo	– 87,4	– 64,5	– 45,1	x	x
Finanzpolitische Kennziffern (%)³					
Steuerquote ⁴	23,5	23,5	23,8	x	x
Abgabenquote ⁵	39,6	40,1	40,9	x	x
Finanzierungssaldo	– 2,1	– 1,5	– 1,0	x	x
Struktureller Finanzierungssaldo ⁶	– 1,5	– 0,8	– 0,6	x	x
Struktureller Primärsaldo ⁶	– 0,7	0,2	0,5	x	x
Schuldenstandsquote ⁷	63,6	63,4	63,0	x	x

1 – In der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (nominale Angaben). 2 – Prognose des Sachverständigenrates. 3 – Jeweils in Relation zum BIP. 4 – Steuern einschließlich Erbschaftsteuer und Steuern an die EU. 5 – Steuern einschließlich Erbschaftsteuer, Steuern an die EU und tatsächliche Sozialbeiträge. 6 – Basierend auf der Schätzung für das Produktionspotenzial. Berechnet mit einer Budgetsemielastizität von 0,504. Die Budgetsemielastizität misst, um wie viele Prozentpunkte sich das Verhältnis zwischen Finanzierungssaldo und BIP verändert bei einer 1-prozentigen Erhöhung des BIP. 7 – Bruttoschulden des Staates in der Abgrenzung gemäß dem Vertrag von Maastricht.

Quellen: Deutsche Bundesbank, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-034-01

LITERATUR

AHK Greater China (2024), Business Confidence Survey 2023/24: Ready, set... compete, Business Confidence Survey, Deutsche Handelskammer in China, Peking.

BA (2024a), Die Lage am Arbeits- und Ausbildungsmarkt in Deutschland, Berichte: Arbeitsmarkt kompakt April 2024, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.

BA (2024b), Arbeits- und Fachkräftemangel trotz Arbeitslosigkeit, Berichte: Arbeitsmarkt kompakt März 2024, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.

Baker, B., Scott R., N. Bloom und S.J. Davis (2024), Economic Policy Uncertainty Index for Germany [DEEPUINDEX], retrieved from FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis, <https://fred.stlouisfed.org/series/DEEPUINDEX>, abgerufen am 4.5.2024.

Baker, S.R., N. Bloom und S.J. Davis (2016), Measuring economic policy uncertainty, Quarterly Journal of Economics 131 (4), 1593–1636.

Bañbura, M. und E. Bobeica (2020a), PCCI – a data-rich measure of underlying inflation in the euro area, ECB Statistics Paper 38, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

Bañbura, M. und E. Bobeica (2020b), Does the Phillips curve help to forecast euro area inflation?, ECB Working Paper 2471, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

Barkin, N. und G. Sebastian (2024), Tipping point? Germany and China in an era of zero-sum competition, Research Note China February 2024, Rhodium Group, New York, NY.

Benigno, G., J. di Giovanni, J.J.J. Groen und A.I. Noble (2022), A new barometer of global supply chain pressures, Liberty Street Economics January 4, 2022, Federal Reserve Bank of New York.

Berger, T. und B. Kempa (2019), Testing for time variation in the natural rate of interest, Journal of Applied Econometrics 34 (5), 836–842.

Berger, T. und C. Ochsner (2024), A note on the synchronisation of the natural rates of interest in Germany and the euro area, mimeo.

Blinder, A.S. und A. Deaton (1985), The time series consumption function revisited, Brookings Papers on Economic Activity 16 (2), 465–521.

BMF (2024), Verfahrenshinweise für die Aufstellung des Bundeshaushalts 2025 und des neuen Finanzplans 2026 bis 2028, Brief von Finanzminister Christian Lindner an die Obersten Bundesbehörden, 7. März.

Boullenois, C., A. Kratz und D.H. Rosen (2024), Overcapacity at the gate, Note, Rhodium Group, New York, NY.

Boysen-Hogrefe, J. et al. (2024), Deutsche Konjunktur im Frühjahr 2024: Erholung mit Hindernissen, Kieler Konjunkturbericht 112 (2024, Q1), Kiel Institut für Weltwirtschaft.

BVerfG (2023), Urteil des Zweiten Senats vom 15. November 2023, 2 BvF 1/22-Rn. 1-231, Bundesverfassungsgericht, Karlsruhe, 15. November.

Caggiano, G., E. Castelnuovo und N. Groshenny (2014), Uncertainty shocks and unemployment dynamics in U.S. recessions, Journal of Monetary Economics 67, 78–92.

Caldara, D. und M. Iacoviello (2022), Measuring geopolitical risk, American Economic Review 112 (4), 1194–1225.

Cecioni, M. und S. Neri (2011), The monetary transmission mechanism in the euro area: Has it changed and why?, Bank of Italy Temi di Discussione (Working Paper) 808, Banca d'Italia – Eurosystem, Rom.

Cooper, R., M. Meyer und I. Schott (2017), The employment and output effects of short-time work in Germany, NBER Working Paper 23688, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Cotterill, J., M. Arnold und C. Jones (2024), China to export deflation to the world as economy stumbles, Financial Times, 8. Februar.

Creditreform (2024), Zeitenwende im stationären Einzelhandel?, Pressemeldung, Verband der Vereine Creditreform, Neuss, 17. Januar.

Davidson, J.E.H., D.F. Hendry, F. Srba und S. Yeo (1978), Econometric modelling of the aggregate time-series relationship between consumers' expenditure and income in the United Kingdom, *Economic Journal* 88 (352), 661–692.

Deutsche Bundesbank (2024), Risiken für Deutschland aus der wirtschaftlichen Verflechtung mit China, Monatsbericht Januar 2024, 11–30.

DIHK (2024a), DIHK-Konjunkturumfrage Jahresbeginn 2024: Schlechte Stimmung der Unternehmen verfestigt sich, DIHK-Konjunkturumfrage 1–2024, Deutsche Industrie- und Handelskammer, Berlin.

DIHK (2024b), Auslandsinvestitionen der Industrie 2024: Sonderauswertung der DIHK-Konjunkturumfrage vom Jahresbeginn 2024, Deutsche Industrie- und Handelskammer, Berlin.

Ehrmann, M., G. Ferrucci, M. Lenza und D. O'Brien (2018), Measures of underlying inflation for the euro area, *ECB Economic Bulletin* 4/2018, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main, 94–115.

Engle, R.F. und C.W.J. Granger (1987), Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing, *Econometrica* 55 (2), 251–276.

Engle, R.F. und B.S. Yoo (1987), Forecasting and testing in co-integrated systems, *Journal of Econometrics* 35 (1), 143–159.

Europäische Kommission (2024), Superbonus – Strengthening of the Ecobonus and Sismabonus for energy efficiency and building safety, https://commission.europa.eu/projects/superbonus-strengthening-ecobonus-and-sismabonus-energy-efficiency-and-building-safety_en, abgerufen am 2.5.2024.

Europäische Kommission (2023), European Economic Forecast – Autumn 2023, European Economy Institutional Paper 258, November 2023, Brüssel.

EZB (2024a), Monetary policy decisions, Pressemitteilung, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main, 7. März.

EZB (2024b), Monetary policy decisions, Pressemitteilung, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main, 11. April.

EZB (2024c), Wirtschaftsbericht 02/2024, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

EZB (2024d), The euro area bank lending survey – First quarter of 2024, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

EZB (2023a), Monetary policy decisions, Pressemitteilung, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main, 14. September.

EZB (2023b), Eurosystem staff macroeconomic projections for the euro area – December 2023, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

EZB (2022), Wirtschaftsbericht 07/2022, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.

Fitzenberger, B. und U. Walwei (2023), Kurzarbeitergeld in der Covid-19-Pandemie: Lessons learned, IAB-Forschungsbericht 5/2023, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.

FOMC (2024), March 20, 2024: FOMC Projections materials, accessible version, Federal Open Market Committee, <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcprojtabl20240320.htm>, abgerufen am 2.5.2024.

Friedman, M. (1957), *A theory of the consumption function*, Princeton University Press.

Garnadt, N., C. von Rüden und E. Thiel (2021), Labour reallocation dynamics in Germany during the COVID-19 pandemic and past recessions, Working Paper 08/2021, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.

Gemeinschaftsdiagnose (2024), Gemeinschaftsdiagnose Frühjahr 2024: Deutsche Wirtschaft kränkt – Reform der Schuldenbremse kein Allheilmittel, 1–2024, Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Kiel.

Gemeinschaftsdiagnose (2023), Gemeinschaftsdiagnose Herbst 2023: Kaufkraft kehrt zurück – Politische Unsicherheit hoch, 2–2023, Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Halle (Saale).

Giupponi, G. und C. Landais (2023), Subsidizing labour hoarding in recessions: The employment and welfare effects of short-time work, *Review of Economic Studies* 90 (4), 1963–2005.

Hall, R.E. (1978), Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: Theory and evidence, *Journal of Political Economy* 86 (6), 971–987.

- Heymann, E. (2024), Deutsche Industrieproduktion: Der Rückgang ist noch nicht vorbei, Deutschland-Monitor 27. Februar 2024, Deutsche Bank Research, Frankfurt am Main.
- Holston, K., T. Laubach und J.C. Williams (2017), Measuring the natural rate of interest: International trends and determinants, *Journal of International Economics* 108, 59–75.
- IEA (2024), Oil Market Report – March 2024, Internationale Energieagentur, Paris.
- ifo Institut (2024a), Unternehmen planen weniger Investitionen für 2024, <https://www.ifo.de/fakten/2024-04-18/unternehmen-planen-weniger-investitionen-fuer-2024>, abgerufen am 2.5.2024.
- ifo Institut (2024b), Stimmung im Wohnungsbau erneut auf historischem Tiefststand, <https://www.ifo.de/fakten/2024-03-14/stimmung-im-wohnungsbau-erneut-auf-historischem-tiefst-stand>, abgerufen am 16.4.2024.
- ifo Institut (2024c), ifo Geschäftsklimaindex gestiegen (April 2024), ifo Geschäftsklima Deutschland, München, 24. April.
- IfW (2024), Kiel Trade Indicator 2/24: Frachtmenge im Roten Meer geht weiter zurück, weniger Schiffe in Hamburg, Medienmitteilung, Kiel Institut für Weltwirtschaft, 7. Februar.
- IWF (2024), Fiscal policy in the great election year, Fiscal Monitor April 2024, Internationaler Währungsfonds, Washington, DC.
- Jannsen, N. (2022), Pandemiebedingte Arbeitsausfälle und Wirtschaftsleistung, *Wirtschaftsdienst* 102 (3), 239–240.
- Klinger, S. und E. Weber (2020), GDP-employment decoupling in Germany, *Structural Change and Economic Dynamics* 52, 82–98.
- Krenz, A., K. Prettnner und H. Strulik (2021), Robots, reshoring, and the lot of low-skilled workers, *European Economic Review* 136, 103744.
- Lagarde, C. und L. de Guindos (2024), Monetary policy statement (with Q&A), Rede, Frankfurt am Main, 11. April.
- Lehmann, R. und T. Wollmershäuser (2024), Struktureller Wandel im Verarbeitenden Gewerbe: Produktion unterzeichnet Bruttowertschöpfung, ifo Schnelldienst 77 (2), 55–60.
- Lhuissier, S. und F. Tripier (2021), Regime-dependent effects of uncertainty shocks: A structural interpretation, *Quantitative Economics* 12 (4), 1139–1170.
- MacKinnon, J.G. (2010), Critical values for cointegration tests, QED Working Paper 1227, Queen's University, Department of Economics, Kingston, CA.
- Mattera, G. und F. Silva (2018), State enterprises in the steel sector, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, OECD Science, Technology and Industry Policy Paper 53, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- Matthes, J. (2023), Development of the competitive pressure from China on the EU market, IW-Report 39, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Michelsen, C. und S. Junker (2024), Hoher Krankenstand drückt Deutschland in die Rezession, #MacroScopePharma, vfa Economic Policy Brief 01/24, Verband Forschender Arzneimittelhersteller, Berlin.
- Molana, H. (1991), The time series consumption function: error correction, random walk and the steady-state, *Economic Journal* 101 (406), 382.
- New York Fed (2024), Inflation expectations are mixed; Consumers express concerns about retaining and finding jobs, Pressemitteilung, Federal Reserve Bank of New York, 8. April.
- OECD (2024), OECD Economic Outlook, Interim Report – February 2024: Strengthening the foundations for growth, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- OECD (2019), Measuring distortions in international markets: The aluminium value chain, OECD Trade Policy Paper 218, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- Powell, J.H. (2022), Inflation and the labor market, Rede, Hutchins Center on Fiscal and Monetary Policy, Washington, DC, 30. November.
- Ramey, V.A. (2016), Macroeconomic shocks and their propagation, in: Taylor, J.B. und H. Uhlig (Hrsg.), *Handbook of Macroeconomics*, Bd. 2, Elsevier, Amsterdam, 71–162.

Salzmann, L. (2020), The impact of uncertainty and financial shocks in recessions and booms, Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2020: Gender Economics, Kiel.

Stamer, V. (2023), Deutsche Exporte ausgebremst: China ersetzt „Made in Germany“, Kiel Policy Brief 167, Kiel Institut für Weltwirtschaft.

Statistisches Bundesamt (2024), Produktion im Februar 2024: +2,1 % zum Vormonat, Pressemitteilung 141, Wiesbaden, 8. April.

SVR Wirtschaft (2024), Die Schuldenbremse nach dem BVerfG-Urteil: Flexibilität erhöhen – Stabilität wahren, Policy Brief 1/2024, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.

Tagliapietra, S. (2023), Israel-Hamas war: Implications for the global oil market, First glance 10 October 2023, Bruegel, Brüssel.

THINK!DESK (2017), Analysis of market-distortions in the Chinese non-ferrous metals industry, Final Report im Auftrag der Wirtschaftsvereinigung Metalle, THINK!DESK China Research & Consulting, München.

Walk, E. (2023), Die Deindustrialisierung in Deutschland schreitet voran – aber aus anderen Gründen als landläufig gedacht, <https://www.metzler.com/de/metzler/bankhaus/presse-news/details/news/Metzler/MAM/markt-aktuell/2023-kw-47>, abgerufen am 15.4.2024.

Wolf, C.K. (2022), What can we learn from sign-restricted VARs?, AEA Papers and Proceedings 112, 471–475.

2

GÜTERVERKEHR ZWISCHEN INFRASTRUKTUR- ANFORDERUNGEN UND DEKARBONISIERUNG

I. Einleitung

II. Ausgangslage: Güterverkehr in Deutschland und Europa

1. Struktur des bestehenden Güterverkehrs
2. Herausforderung: Verkehrsinfrastruktur
3. Herausforderung: Dekarbonisierung
4. Regulatorischer Rahmen für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs

III. Strategien zur Dekarbonisierung des Güterverkehrs

1. Gütertransporte auf Schiene und Wasserstraße verlagern
2. Straßengüterverkehr dekarbonisieren

IV. Maßnahmen: Reformoptionen für den Güterverkehr der Zukunft

1. Hemmnisse bei der Modernisierung der Infrastruktur abbauen
2. Schienengüterverkehr stärken
3. Energieinfrastruktur für alternative Antriebe aufbauen

Eine andere Meinung: Mit langfristiger Perspektive ein breites Technologie-Portfolio stärken

Anhang

Literatur

WICHTIGSTE BOTSCHAFTEN

- Der zunehmend schlechtere Zustand der Straßen- und Schieneninfrastruktur belastet die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland und macht höhere Investitionen erforderlich.
- Eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene ist aufgrund von Kapazitätsengpässen und großteils getrennten Märkten zwischen Straßen- und Schienengüterverkehr nur begrenzt möglich.
- Für eine schnelle und effiziente Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs sollte die Politik zunächst auf den bedarfsgerechten Aufbau der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische LKW fokussieren.

DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE

Der **schlechte Zustand der Verkehrsinfrastruktur** führt zunehmend zu Staus auf Autobahnen und einer geringen Zuverlässigkeit im Schienenverkehr und beeinträchtigt so den Güterverkehr und die Wirtschaftsaktivität. Das absehbar wachsende Transportaufkommen lässt die Belastung der Infrastruktur weiter steigen, was eine **umfangreiche Ertüchtigung erforderlich** macht. Gleichzeitig muss der **Güterverkehr dekarbonisiert** werden.

Die **Modernisierung** und der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland sollten vor allem **durch eine stärkere Nutzerfinanzierung** der Infrastruktur, z. B. **durch eine fahrleistungsabhängige PKW-Maut**, finanziert werden. Eine feste Zuweisung von Mitteln an Investitionsfördergesellschaften könnte die Infrastrukturausgaben verstetigen und für Planungssicherheit sorgen. Nicht-monetäre Hemmnisse wie Planungs- und Verwaltungshemmnisse müssen abgebaut werden. Eine **stärkere Qualitätsorientierung in Vergabeverfahren** könnte zur Verbesserung der Verfahren beitragen.

Den **Güterverkehr von der Straße auf die Schiene zu verlagern**, um die Dekarbonisierung zu beschleunigen, ist **nur begrenzt möglich**. Potenziale dafür sollten gestärkt und genutzt werden. Unabhängig davon müssen Kapazität und Qualität im Schienennetz erhöht werden. Eine strikte Abtrennung einer Infrastrukturgesellschaft von den anderen Teilen des DB-Konzerns kann die Anreize dafür stärken. Eine **europäische Abstimmung** beim Schienengüterverkehr, z. B. durch die europaweite Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung, **würde die Effizienz im grenzüberschreitenden Güterverkehr steigern**.

Der LKW wird selbst im klimaneutralen Güterverkehr das dominierende Transportmittel bleiben. Der nationale CO₂-Preis und die CO₂-Komponente der LKW-Maut, perspektivisch das EU-ETS II (EU Emissions Trading System II), schaffen technologieneutrale Anreize für einen Wechsel zu alternativen Antrieben. Batterieelektrische LKW haben die höchste Marktreife. Mit ihnen können bereits beim heutigen Strommix Emissionen reduziert werden. Deshalb sollte der **Fokus zunächst auf einer Beschleunigung der Marktdurchdringung von batterieelektrischen LKW** liegen, da nur so deutliche Fortschritte bei der Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs bis zum Jahr 2030 zu erreichen sind. **Voraussetzung dafür** ist der **schnelle Aufbau der Ladeinfrastruktur**. Um private Investitionen in die Ladeinfrastruktur anzureizen, müssen insbesondere schnell und unbürokratisch Flächen für den Aufbau von LKW-Ladesäulen sowie zeitnah digitale Informationen zu den Netzkapazitäten möglicher Ladestandorte bereitstehen.

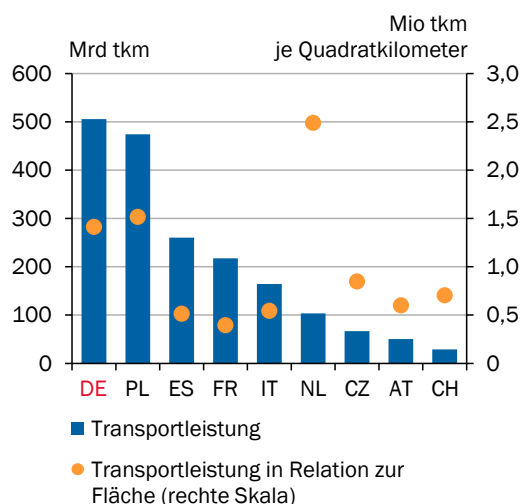
I. EINLEITUNG

60. Ein günstiger, schneller und **zuverlässiger Güterverkehr ist Voraussetzung für eine moderne arbeitsteilige Volkswirtschaft** mit komplexen Wertschöpfungsketten (Hummels, 2007; NCFRP, 2012). Er leistet damit wichtige Beiträge zur Produktivität einer Volkswirtschaft. [↗ KASTEN 12](#) Die Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens ist eng verbunden mit der wirtschaftlichen Entwicklung insgesamt. [↗ ABBILDUNG 28 RECHTS](#)
61. **In Deutschland** finden absolut und **im Verhältnis zur Fläche viele Gütertransporte** statt. [↗ ABBILDUNG 28 LINKS](#) Die Bedeutung von Transporten für eine Volkswirtschaft hängt einerseits von der Struktur der Wirtschaft und andererseits von der Größe des Landes und seiner geografischen Lage ab. In dienstleistungsstarken Volkswirtschaften, wie beispielsweise Japan oder dem Vereinigten Königreich, spielen Gütertransporte für die Wertschöpfung eine vergleichsweise geringere Rolle. In Deutschland hingegen, wo das Verarbeitende Gewerbe und damit einhergehende Vorprodukte einen verhältnismäßig hohen Anteil der Wertschöpfung ausmachen, ist der Güterverkehr bedeutender. [↗ ZIFFER 75](#) [↗ KASTEN 12](#) Im Jahr 2022 machte der Wirtschaftszweig Verkehr und Lagerei 4,9 % der deutschen Bruttowertschöpfung aus. In der Europäischen Union (EU) lag er im selben Jahr

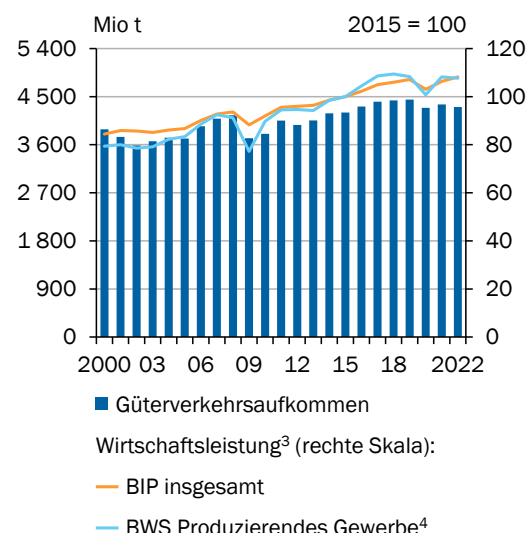
[↗ ABBILDUNG 28](#)

Wirtschaftliche Bedeutung des Güterverkehrs¹

Heterogene Bedeutung des Güterverkehrs in ausgewählten europäischen Volkswirtschaften²



Güterverkehr und wirtschaftliche Entwicklung sind in Deutschland eng korreliert



1 – Umfasst inländische, grenzüberschreitende und Transitfracht. 2 – DE-Deutschland, PL-Polen, ES-Spanien, FR-Frankreich, IT-Italien, NL-Niederlande, CZ-Tschechien, AT-Österreich, CH-Schweiz. Durchschnittswerte der Jahre 2017 bis 2021, außer für Spanien (bis 2020). 3 – Preisbereinigte Werte, Kettenindex. Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). 4 – Ohne Baugewerbe.

Quellen: BMDV, FAO, OECD, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-101-04

mit 5,2 % noch etwas höher, was auf die besonders hohen Anteile an der Bruttowertschöpfung in osteuropäischen Ländern zurückzuführen ist.

62. Für einen auch in Zukunft verlässlichen und leistungsstarken Güterverkehr in Deutschland ist die Bewältigung von **zwei Herausforderungen** von zentraler Bedeutung. Zum einen gilt es, die **veraltete Verkehrsinfrastruktur zu modernisieren und auszubauen**. Zum anderen muss der **Güterverkehr dekarbonisiert** werden. Bei den dringend anstehenden Investitionen zum Erhalt und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur müssen deshalb die Anforderungen des klimaneutralen Güterverkehrs berücksichtigt werden. Durch seine zentrale geografische Lage mit vielen wirtschaftsstarken Nachbarn ist Deutschland zudem ein wichtiger Transitstaat für den Gütertransport innerhalb Europas. Daher ist es wichtig, dass der Aufbau der Lade- und Betankungsinfrastruktur für LKW [↗ ZIFFERN 140 FF.](#) sowie der Schieneninfrastruktur [↗ ZIFFERN 184 FF. ANHANG](#) mit den Nachbarstaaten koordiniert wird.
63. **Verkehr verursacht externe Kosten.** [↗ KASTEN 10](#) Der Güterverkehr ist für ein Drittel der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) des Verkehrs und somit für etwa 8 % der gesamten THG-Emissionen in Deutschland verantwortlich. Bislang stiegen mit einer Zunahme der Verkehrsleistung auch die THG-Emissionen. **Um das Ziel der Klimaneutralität bis Mitte des Jahrhunderts zu erreichen**, muss dieser Zusammenhang durchbrochen werden. [↗ ZIFFER 80](#) Für den Güterverkehr sind **drei komplementäre Strategien** denkbar, die jedoch unterschiedlich erfolgversprechend sind.

Erstens könnten **Transporte vermieden** werden. Empirisch zeigt sich allerdings, dass die Nachfrage nach straßengebundenen Transporten wenig preissensitiv reagiert (de Jong et al., 2010; Musso et al., 2013; Wang und Zhang, 2017; Blechschmidt et al., 2022) und zudem ein enger Zusammenhang zwischen Güterverkehrsleistung und wirtschaftlicher Entwicklung besteht, weswegen eine umfassende Vermeidung nicht zu erwarten ist. [↗ KASTEN 13](#) [↗ ABBILDUNG 28](#) **Zweitens** können Gütertransporte von der Straße **auf weniger emissionsintensive Verkehrsträger** wie die Schiene **verlagert werden**. [↗ ZIFFER 71](#) Das nachfrageseitige Verlagerungspotenzial ist jedoch begrenzt, da LKW einen grundsätzlich anderen Transportmarkt bedienen als Bahn und Binnenschiffe. [↗ ZIFFERN 93 FF.](#) Zudem fehlen Schienenkapazitäten. [↗ ZIFFERN 98 FF.](#) Prognosen lassen daher erwarten, dass auch der klimaneutrale Güterverkehr noch maßgeblich vom LKW geprägt sein wird. [↗ ZIFFER 76](#) [↗ ABBILDUNG 56 ANHANG](#) **Drittens** kann der **Wechsel auf emissionsarme Antriebstechnologien im Straßengüterverkehr** die THG-Emissionen je Tonnenkilometer reduzieren. [↗ ZIFFERN 102 FF.](#) Diese Strategie bietet unter den aktuellen Voraussetzungen den größten Hebel für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs. Auch sie ist allerdings mit großen Herausforderungen verbunden, insbesondere dem Aufbau einer entsprechenden Lade- oder Betankungsinfrastruktur inklusive des zugehörigen Netzausbaus. [↗ ZIFFERN 116 FF.](#)

64. **Marktorientierte Steuerungsinstrumente** wie der nationale CO₂-Preis im Verkehrssektor (nationales Emissionshandelssystem, nEHS), der zukünftig im erweiterten europäischen Emissionshandelssystem EU-ETS II (EU Emissions

Trading System II) aufgehen soll, [↘ ZIFFER 85](#) und die CO₂-basierte LKW-Maut [↘ ZIFFER 87](#) **zielen auf eine Internalisierung der externen Effekte des Güterverkehrs ab** und liefern technologie neutrale Anreize zu dessen Dekarbonisierung. Voraussetzung ist, dass die Ausgestaltung dieser Instrumente einen ausreichend hohen Anreiz zur Erreichung der Klimaneutralität setzt. Unter dem bislang im nEHS festgelegten Preiskorridor dürften die Klimaziele verfehlt werden (Rickels et al., 2023). Zwar könnten sich im EU-ETS II zukünftig höhere Preise einstellen. Es fehlt jedoch insgesamt an Planungssicherheit über die zukünftigen CO₂-Preise im Verkehrssektor (SVR Wirtschaft, 2023). [↘ ZIFFER 86](#)

Selbst wenn der CO₂-Preis den externen Kosten der THG-Emissionen entspricht, können verschiedene **Marktunvollkommenheiten die Dekarbonisierung bremsen**. Beispielsweise können Netzwerkexternalitäten und Koordinationsprobleme den Aufbau einer Lade- und Tankinfrastruktur und den Umstieg auf emissionsarme Antriebe bremsen oder gar verhindern. [↘ ZIFFER 151](#) Darüber hinaus entstehen bei Forschung und Entwicklung (FuE) zu neuen Antrieben typischerweise Wissensexternalitäten, die zu ineffizient niedrigen FuE-Ausgaben führen. Staatliche Eingriffe sollten darauf fokussieren, solche Marktunvollkommenheiten gezielt zu adressieren, z. B. indem staatliche Stellen eine Koordinierungsfunktion übernehmen oder Forschungsaktivitäten fördern.

65. **Für einen leistungsstarken und zukunftssicheren Güterverkehr** muss die **veraltete Verkehrsinfrastruktur modernisiert und ausgebaut** werden. Dafür müssen die Finanzierung notwendiger Investitionen sichergestellt [↘ ZIFFERN 127 FF.](#) und die Planungs- und Genehmigungsverfahren vereinfacht werden. [↘ ZIFFERN 129 FF.](#) Wo **Verlagerungspotenziale von der Straße auf die Schiene** bestehen, können diese nur gehoben werden, wenn Kapazität und Effizienz des Schienengüterverkehrs gesteigert werden. [↘ ZIFFERN 131 FF.](#) Die **Behebung von Fehlanreizen bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen in der Schieneninfrastruktur** stellt einen wichtigen Hebel zur nachhaltigen Verbesserung der Schieneninfrastruktur dar. [↘ ZIFFER 136](#)
66. **Größtes Hemmnis für den Hochlauf alternativer Antriebstechnologien** im Straßengüterverkehr stellt die bislang **fehlende Lade- oder Betankungsinfrastruktur für emissionsarme LKW** dar. Monetäre und nicht-monetäre Hemmnisse schränken deren Aufbau ein. [↘ ZIFFERN 140 FF.](#) Die Rahmenbedingungen für private Investitionen in Ladeinfrastruktur können verbessert werden, indem öffentliche Flächen schnell und unbürokratisch verfügbar gemacht und Informationen zu geeigneten Standorten und Netzkapazitäten digital und kostenfrei bereitstehen. [↘ ZIFFERN 142 FF.](#) Staatliche Fördermittel können Koordinations- und Netzwerkexternalitäten [↘ ZIFFER 151](#) adressieren und so den flächendeckenden Aufbau von Lade- und Tankinfrastruktur beschleunigen. Durch die Neuaufrichtung des Klima- und Transformationsfonds (KTF) im Zuge des BVerfG-Urteils wurden öffentliche Mittel für den Aufbau der Lade- und Tankinfrastruktur gekürzt. [↘ PLUSTEXT 5](#) Daher ist es nun besonders wichtig, verfügbare Mittel zu priorisieren und zielgerichtet dort einzusetzen, wo sie eine besonders große Hebelwirkung erzielen können.

67. Verschiedene Gründe sprechen dafür, **verfügbare Planungskapazitäten und öffentliche Mittel kurzfristig zunächst darauf zu konzentrieren**, die direkte Stromnutzung im Straßengüterverkehr für breite Marktsegmente zu ermöglichen und **den bedarfsgerechten Aufbau von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische LKW (BE-LKW) sicherzustellen**. Der BE-LKW verfügt derzeit über die höchste Marktreife für den Straßengüterverkehr. Aufgrund erheblicher Technologiesprünge von Batterie- und Ladetechnik dürften sich, bis auf wenige Nischenanwendungen, künftig alle Einsatzprofile des Straßengüterverkehrs durch BE-LKW abdecken lassen. [↗ ZIFFER 104](#)

Der **breite Einsatz anderer emissionsarmer Antriebstechnologien** wie Brennstoffzellen-LKW (Fuel Cell Electric-LKW, FCE-LKW) und Oberleitungs-Hybrid-LKW ist **zwar technisch möglich**, jedoch **aufgrund** noch bestehender **technischer und marktlicher Hürden nicht zeitnah zu erwarten**. [↗ ZIFFER 105](#) [↗ KASTEN 15](#) Der **BE-LKW kann hingegen mit heute** verfügbaren Reichweiten und Ladetechnologien und zu heutigen Energiepreisen den Nah- und Verteilverkehr, und damit bereits **einen Großteil des Straßengüterverkehrs, wirtschaftlicher abdecken als der Diesel-LKW** [↗ ZIFFERN 108 FF.](#) und bereits mit dem heutigen Strommix Emissionsreduktionspotenziale realisieren. [↗ ZIFFER 106](#) Im Sinne einer volkswirtschaftlich effizienten Dekarbonisierung sollten diese vergleichsweise einfach zu hebenden Potenziale deshalb vorrangig erschlossen werden. Es bestehen zudem hohe Synergieeffekte mit dem Hochlauf des BE-PKW sowie beim Netzausbau für Lademöglichkeiten entlang der Autobahnen. Es stellt deshalb eine **No-regret-Maßnahme** dar, dem Hochlauf von BE-LKW im privaten und staatlichen Handeln die höchste Priorität einzuräumen.

68. **Dort wo die technischen und marktlichen Hürden für einen Markthochlauf noch höher sind** als beim BE-LKW, insbesondere bei FCE-LKW und dem Einsatz von synthetischen Kraftstoffen, sollte der Fokus hingegen auf einer **technologieneutralen Forschungsförderung** und der **Erprobung schwieriger zu elektrifizierender Anwendungsfälle im Straßengüterverkehr** liegen. So bleibt die Option offen, zu einem späteren Zeitpunkt diese Antriebstechnologien parallel zum BE-LKW einzusetzen, sofern dies bei bestimmten Einsatzprofilen aus technischen Gründen erforderlich sein sollte oder aus Gründen der Wirtschaftlichkeit geboten wäre. [↗ ZIFFERN 104 UND 108 FF.](#) Für solche Anwendungsfälle bereits kurzfristig eine öffentlich geförderte flächendeckende Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur für FCE-LKW aufzubauen, ist hingegen wenig zielführend. Hierfür bestehen noch zu große technische und marktliche Unsicherheiten. [↗ KÄSTEN 15 UND 17](#) Zudem könnten solche schwer zu elektrifizierenden Nischenanwendungen beispielsweise auch über mobile Wasserstoff-tankstellen oder Betriebstankstellen abgedeckt werden oder durch synthetische Kraftstoffe dekarbonisiert werden, die auf die bestehende Betankungsinfrastruktur zurückgreifen können. Da der Hochlauf der Lade- und Betankungsinfrastruktur für emissionsarme Antriebe europäisch koordiniert erfolgen muss, sollte sich Deutschland im Rahmen der Zwischenevaluation der EU-Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) Ende des Jahres 2024 daher dafür einsetzen, dass die Bedarfe der mit der AFIR regulierten Infrastruk-

turen für alternative Kraftstoffe, die bereits bis zum Jahr 2030 den flächendeckenden Aufbau einer Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur für LKW vorsieht, neu bewertet werden. [↘ ZIFFER 159](#)

II. AUSGANGSLAGE: GÜTERVERKEHR IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

69. Der absehbare Anstieg des Güterverkehrs in Deutschland [↘ ZIFFER 76](#) stellt diesen vor **zwei große Herausforderungen**. Einerseits wird die ohnehin **überlastete Infrastruktur** künftig **noch stärker belastet** als bisher. Die Verkehrsinfrastruktur muss daher modernisiert und ausgebaut werden. Andererseits dürften durch das höhere Verkehrsaufkommen die **externen Kosten des Güterverkehrs steigen**. Insbesondere werden die THG-Emissionen steigen, wenn keine Anstrengungen zur Dekarbonisierung unternommen werden. [↘ ZIFFER 81](#)

1. Struktur des bestehenden Güterverkehrs

70. Die **Straße ist mit weitem Abstand der dominierende Verkehrsträger** des Güterverkehrs. Etwa 70 % des Güterverkehrsaufkommens [↘ PLUSTEXT 1](#) wurden im Jahr 2022 durch LKW transportiert. [↘ ABBILDUNG 29 LINKS](#) Etwa 14 % des Güterverkehrsaufkommens wurden durch ausländische LKW transportiert. Dieser Anteil hat in den vergangenen zehn Jahren um etwa 3 Prozentpunkte zugenommen. Da ausländische LKW längere Strecken fahren als deutsche LKW, ist ihr Anteil gemessen an der Güterverkehrsleistung, also dem Güterverkehrsaufkommen pro zurückgelegter Entfernung, höher und stärker gewachsen. [↘ ABBILDUNG 29 RECHTS](#) Über die Hälfte der von deutschen LKW transportierten Fracht in Tonnen wurde im Jahr 2022 weniger als 50 km weit bewegt. Nur 9 % des Güterverkehrsaufkommens wurden im Jahr 2022 durch die Schiene erbracht und weniger als 5 % durch den Binnenschiffsverkehr. Da Schiene und Wasserstraße längere Transportstrecken bedienen, fällt ihr Anteil gemessen an der Güterverkehrsleistung höher aus.



[↘ PLUSTEXT 1](#)

Begrifflichkeiten: Güterverkehr in Deutschland

Der Güterverkehr umfasst den Transport von Gütern auf Straßen, Schienen, der Wasserstraße, in der Luft oder in Rohrfernleitungen. Als **Modal Split** wird in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Güterverkehrsaufkommens (in Tonnen) oder der Güterverkehrsleistung (Aufkommen pro zurückgelegter Entfernung, ausgedrückt in Tonnenkilometern) auf verschiedene Verkehrsmittel bezeichnet. Der inländische Güterverkehr umfasst alle Transportwege, die innerhalb Deutschlands zurückgelegt werden; das umfasst inländische, grenzüberschreitende sowie Transitfracht. Der Straßengüterverkehr wird typischerweise unterteilt in **Güternahverkehr** (bis 50 km), **Verteilverkehr** (über 50 bis 150 km) und **Güterfernverkehr** (über 150 km). Der Transport von Gütern auf der Straße findet durch LKW statt. Unterschieden wird zwischen leichten LKW (bis 7,5 Tonnen), mittelschweren LKW

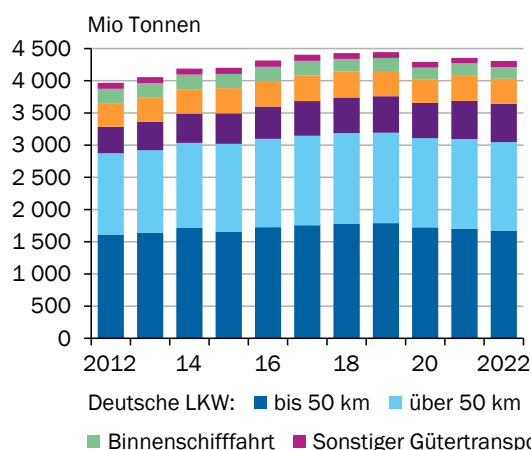
(bis 13,5 Tonnen) und schweren LKW (bis 40 Tonnen). Leichte und mittelschwere LKW werden vorwiegend im Nah- und Verteilverkehr eingesetzt, schwere LKW vor allem im Güterfernverkehr.

- 71. Je nach Güterart werden unterschiedliche Transportmittel vorrangig genutzt.** [ABBILDUNG 30](#) Durch die Energiewende dürfte die Nachfrage nach Massengütern wie Kohle, Erdöl und Koks sinken, die zumeist per Schiene oder Binnenschiff transportiert werden (Repenning et al., 2023). Das dürfte Kapazitäten bei Bahn- und Wasserstraßen freisetzen (Blechschmidt et al., 2022). [ABBILDUNG 30](#) Diese dürften jedoch künftig für erhebliche Zuwächse beim Transport anderer Massengüter, wie Ammoniak oder Wasserstoff, benötigt werden (Arlt et al., 2023; DWSV, 2023; Reiner, 2023).
- 72. Für die meisten Waren erfolgt der Großteil der Transporte auf der Straße.** [ABBILDUNG 30](#) **Die meisten Transporte** in Deutschland wie auch in Europa finden **über Transportdistanzen unter 200 km** (75 %) bzw. mit einem Sendungsgewicht von bis zu 30 t (85 %) statt (Blechschmidt et al., 2022). [ABBILDUNG 55 ANHANG](#) Dafür ist der Transport per Schiene anstelle eines Transports per LKW zum großen Teil nicht möglich oder aktuell kaum wettbewerbsfähig (UBA, 2022). Nur wenige Betriebe haben einen direkten Zugang zum Schienennetz. Der Transport auf der letzten Meile muss somit per LKW stattfinden (DB, 2022). Daher sind der Schienengüterverkehr und der Straßengüterverkehr grundsätzlich als getrennte Märkte zu betrachten (Bundeskartellamt, 2005).

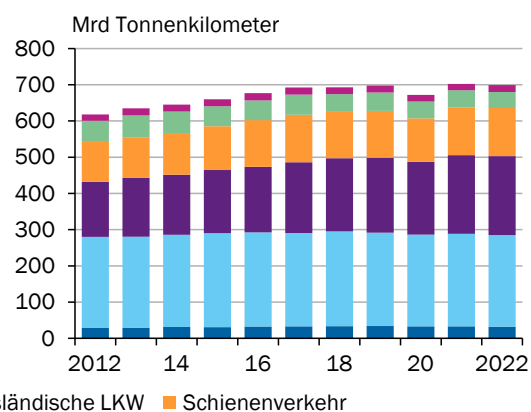
[ABBILDUNG 29](#)

Güterverkehrsaufkommen und Güterverkehrsleistung nach Transportmitteln¹

Der LKW dominiert das Güterverkehrsaufkommen in Deutschland²



Mit längeren Strecken steigt der Anteil eines Transportmittels an der Güterverkehrsleistung⁴



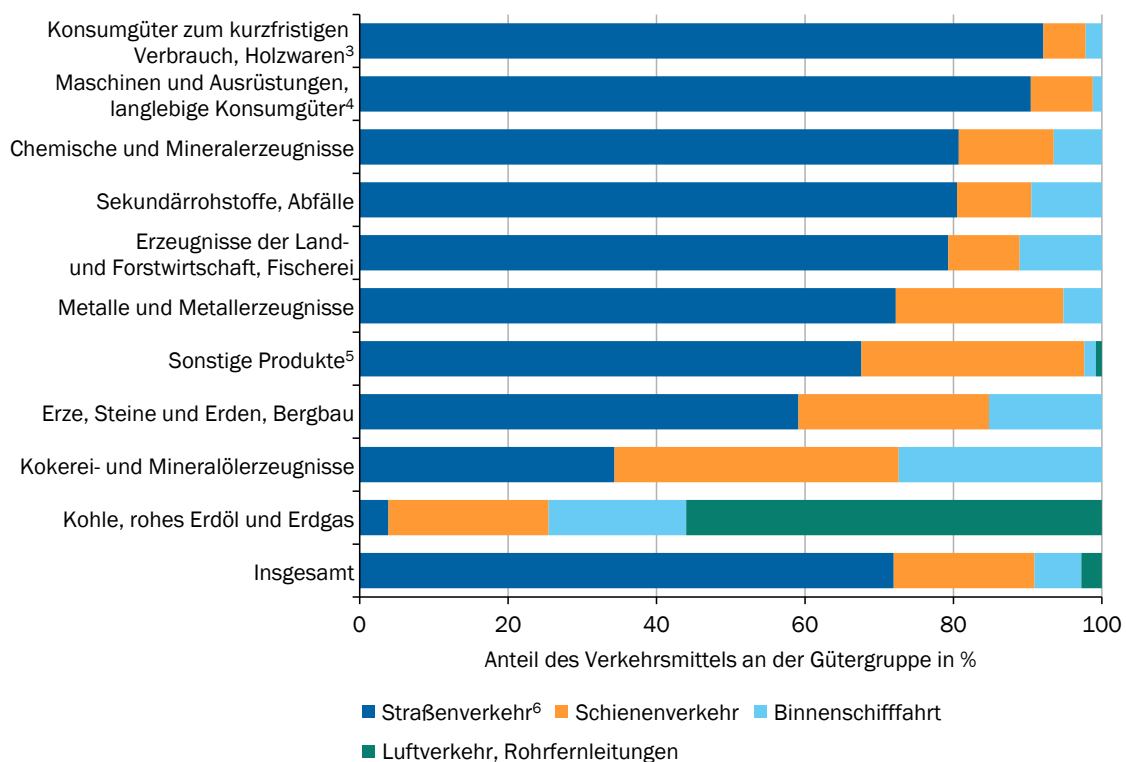
1 – Ohne Seeschifffahrt. 2 – Umfasst inländische, grenzüberschreitende und Transitfracht. Bei der Entfernung in km werden lediglich die innerhalb des Bundesgebiets zurückgelegten Strecken berücksichtigt. 3 – Luftverkehr (Fracht und Luftpost, einschließlich Doppelzählungen im Umladeverkehr) und Rohrfernleitungen. 4 – Bezieht sich auf die im Bundesgebiet zurückgelegte Entfernung. Die Verkehrsleistungen von der Grenze zum Empfangsort im Ausland sowie vom Herkunftsort im Ausland bis zur Grenze der Bundesrepublik Deutschland sind hier nicht nachgewiesen.

73. **Zwischen den Mitgliedstaaten der EU bestehen erhebliche Unterschiede im Modal Split.** [▶ PLUSTEXT 1](#) Der Anteil des Schienengüterverkehrs an der gesamten Güterverkehrsleistung (in Tonnenkilometern) lag in der EU im Jahr 2022 laut Eurostat bei 17,1 %, der des Straßengüterverkehrs bei 77,8 %. Der Modal Split in Deutschland liegt etwa im europäischen Durchschnitt, mit einem etwas höheren Anteil des Schienengüterverkehrs. [▶ ABBILDUNG 31](#) Im Schienengüterverkehr lag der Anteil grenzüberschreitender Lieferungen und des Transitverkehrs in Deutschland im Jahr 2022 laut Eurostat bei 51 %, im EU-Durchschnitt bei 50 %. Im Straßengüterverkehr machten der grenzüberschreitende und Transitgüterverkehr in Deutschland 40,9 % der Straßengütertransporte aus (BMDV, 2023a).
74. Der **Güterverkehr** ist Voraussetzung für die geografische Arbeitsteilung in Wertschöpfungsketten, **belastet** jedoch auch **Umwelt und Gesellschaft**, z. B. durch klimaschädliche THG-Emissionen, lokale Luftverschmutzung, Lärm, Unfälle und Verkehrsstaus (Wissenschaftlicher Beirat beim BMVBS, 2009; Leisinger

▶ ABBILDUNG 30

Verkehrsleistung¹ nach Verkehrsmitteln und Gütern² im Jahr 2022

Transportmittelwahl heterogen – Straßentransport dominant



1 – Basierend auf der auf dem Bundesgebiet erbrachten Verkehrsleistung in Mrd Tonnenkilometern (ohne Seeschifffahrt).

2 – Gemäß dem Einheitlichen Güterverzeichnis für die Verkehrsstistik (NST 2007). 3 – Nahrungs- und Genussmittel, Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren, Holzwaren, Papier, Pappe, Druckerzeugnisse. 4 – Maschinen und Ausrüstungen, Haushaltsgeräte, Fahrzeuge, Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte. 5 – Post, Pakete, Güter und Material für die Güterbeförderung, Umzugsgut und sonstige nichtmarktbestimmte Güter, Sammelgut, Gutart unbekannt, sonstige Güter. 6 – Die Verteilung auf Gütergruppen wird vom BMDV nur für inländische LKW veröffentlicht, die Verteilung für ausländische LKW wurde mithilfe von Daten des KBA (2024) geschätzt.

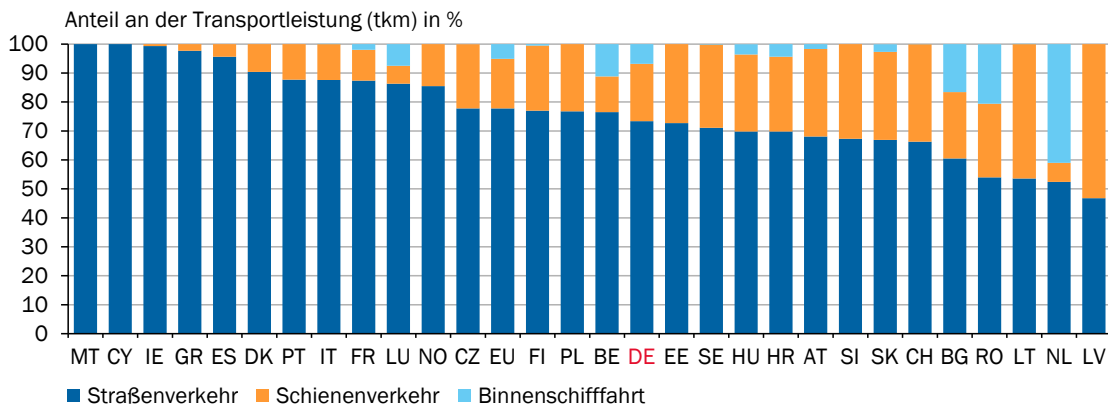
Quellen: BMDV, KBA (2024), eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-043-01

[ABBILDUNG 31](#)

Modal Split im Inlandsgüterverkehr¹ in Europa im Jahr 2022

Straßengüterverkehr dominiert in fast allen europäischen Ländern²



1 – Abgrenzung nach dem Territorialprinzip. Enthält gesamtes Güterverkehrsaufkommen auf dem Hoheitsgebiet des jeweiligen Landes von In- und Ausländern (inkl. grenzüberschreitender Güterverkehr und Transitverkehr). 2 – MT-Malta, CY-Zypern, IE-Irland, GR-Griechenland, ES-Spanien, DK-Dänemark, PT-Portugal, IT-Italien, FR-Frankreich, LU-Luxemburg, NO-Norwegen, CZ-Tschechien, EU-Europäische Union (27), FI-Finnland, PL-Polen, BE-Belgien, DE-Deutschland, EE-Estland, SE-Schweden, HU-Ungarn, HR-Kroatien, AT-Österreich, SI-Slowenien, SK-Slowakei, CH-Schweiz, BG-Bulgarien, RO-Rumänien, LT-Litauen, NL-Niederlande, LV-Lettland. Daten für Belgien, die Schweiz und die EU geschätzt.

Quelle: Eurostat

© Sachverständigenrat | 24-093-01

und Runkel, 2023). Diese externen Kosten werden durch politische Rahmensetzung derzeit nur zum Teil internalisiert, ebenso wie die Kosten, die durch die Abnutzung der Infrastruktur entstehen (Kopper et al., 2013). [KASTEN 10](#)

[KASTEN 10](#)

Hintergrund: Externalitäten und Kosteninternalisierung im Güterverkehr

Neben den Kosten, die direkt beim Transportunternehmen anfallen, verursacht der Güterverkehr Kosten durch die Abnutzung von Infrastruktur und externe Kosten, z. B. durch Umwelt- oder Lärmbelastung. Die gesamten externen Kosten des innerdeutschen Güterverkehrs wurden für das Jahr 2017 auf 32,5 Mrd Euro, etwa 1 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP), geschätzt. Mit einem Anteil von 37 % sind die Kosten für Klimafolgen und lokale Luftverschmutzung besonders hoch (Bieler und Sutter, 2019). **Wenn externe Kosten nicht** durch geeignete politische Rahmensetzung **internalisiert werden**, werden sie weder von den Transportunternehmen noch von deren Kunden bei ihren Entscheidungen berücksichtigt. Dadurch **kann das Transportaufkommen im Güterverkehr ineffizient hoch ausfallen** und – soweit die externen Kosten oder deren Internalisierung unterschiedlich hoch ausfallen – die Wahl der Transportmittel verzerrt werden (Leisinger und Runkel, 2023). Nur wenige aktuelle Studien versuchen, die externen Kosten des Güterverkehrs für die EU (Europäische Kommission, 2019a, 2020) oder für Deutschland (Bieler und Sutter, 2019; UBA, 2020a) zu erfassen und zu quantifizieren. Die Studien der Europäischen Kommission (2019a, 2020) sind am umfangreichsten und berichten als einzige einen Internalisierungsgrad der Kosten für Externalitäten und Infrastruktur.

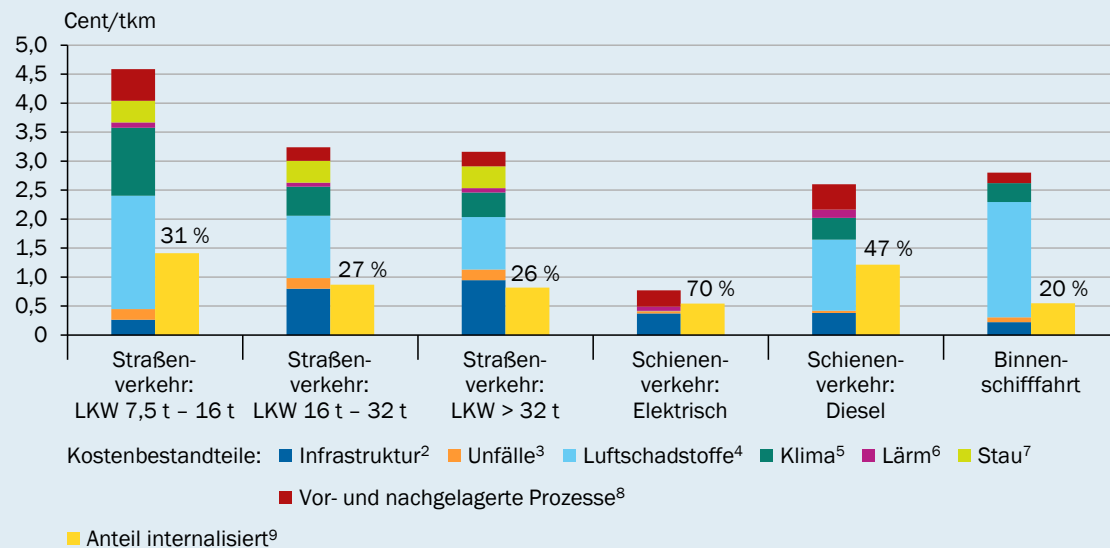
Der **Straßengütertransport** weist – gemessen an den Durchschnittskosten (Bieler und Sutter, 2019; UBA, 2020a) oder den Grenzkosten [GLOSSAR](#) (Europäische Kommission, 2020) – **höhere negative Externalitäten auf als andere Transportmittel**. Für den Transport eines zusätzlichen Tonnenkilometers auf der Straße fielen je nach Ladungskapazität des LKW

externe Kosten zwischen 3,2 und 4,6 Cent an. [ABBILDUNG 32](#) Mehr als die Hälfte der Kosten entfallen auf Klima- und Luftverschmutzung. Beim Transport eines Tonnenkilometers durch einen elektrifizierten Zug sind die Grenzkosten mit etwa 0,8 Cent deutlich geringer. Gut ein Drittel der Grenzkosten entfällt auf die vor- und nachgelagerten Prozesse, zu denen die Energiebereitstellung für die Elektrifizierung zählt.

[ABBILDUNG 32](#)

Externe marginale Kosten und deren Internalisierung im Güterverkehr im Jahr 2016¹

Der Internalisierungsgrad beim Schienenverkehr ist deutlich höher als bei anderen Verkehrsmitteln



1 – Datenbasis aus dem Jahr 2016, in Preisen von 2023 (berechnet mit dem Verbraucherpreisindex). 2 – Kosten für Neubau, Ausbau, Instandsetzung und Reparatur. 3 – Personenschäden, medizinische Kosten, Verwaltungskosten, wirtschaftliche Folgeschäden, Sachschäden und sonstige Unfallfolgekosten. 4 – Gesundheitsschäden, Ernteaufälle, Material- und Gebäudeschäden und Verlust an Biodiversität. 5 – Kosten durch den Anstieg des Meeresspiegels, Verlust an Biodiversität, Probleme des Wassermanagements, extreme Wetterereignisse und Ernteaufälle. Es wurde ein CO₂-Preis von 100 Euro pro Tonne zugrunde gelegt. 6 – Physische und psychische Beeinträchtigung durch Lärm. Lärmkosten können nur für den Straßenverkehr und Schienengüterverkehr zuverlässig geschätzt werden. 7 – Kosten durch Verspätungen und Überlastungen. Staukosten können nur für den Straßenverkehr zuverlässig geschätzt werden. 8 – Kosten für Erzeugung, Umwandlung, Transport und Übertragung der benötigten Energie. Für die Energieerzeugung beim Schienengüterverkehr wird der für den Schienenverkehr spezifische Strommix angenommen. Nicht berücksichtigt werden andere Kosten im Lebenszyklus wie Kosten der Produktion, der Wartung oder Entsorgung des Transportmittels. 9 – Anteil der variablen Steuern und Gebühren an den externen Grenzkosten; zu den Details siehe Ziffern 190 ff. Anhang.

Quellen: Europäische Kommission (2019a), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-102-01

Der Internalisierungsgrad beim elektrifizierten Schienengüterverkehr ist deutlich höher als bei anderen Transportmitteln. [ABBILDUNG 32](#) Die in der Abbildung dargestellten externen marginalen Kosten sowie deren Internalisierung wurden für das Jahr 2016 berechnet. Seither haben sich verschiedene regulatorische Änderungen ergeben. Insbesondere werden nun im Verkehr ein nationaler CO₂-Preis [ZIFFER 85](#) und eine CO₂-basierte LKW-Maut [ZIFFERN 87 FF.](#) erhoben. Nach Schätzungen des Sachverständigenrates dürften diese Maßnahmen den Internalisierungsgrad bei LKW bis zu 16 Tonnen um etwa elf Prozentpunkte und den von schweren LKW mit mehr als 32 Tonnen um etwa sieben Prozentpunkte erhöht haben. [ZIFFERN 190 FF. ANHANG](#) Für elektrisch betriebene Güterzüge dürfte der Internalisierungsgrad insgesamt leicht zugenommen haben. Der CO₂-Preis im EU-ETS hat sich seit dem Berichtsjahr 2016 fast verzehnfacht, was zu einem deutlichen Anstieg der Internalisierung führt. Dämpfend wirkte hingegen

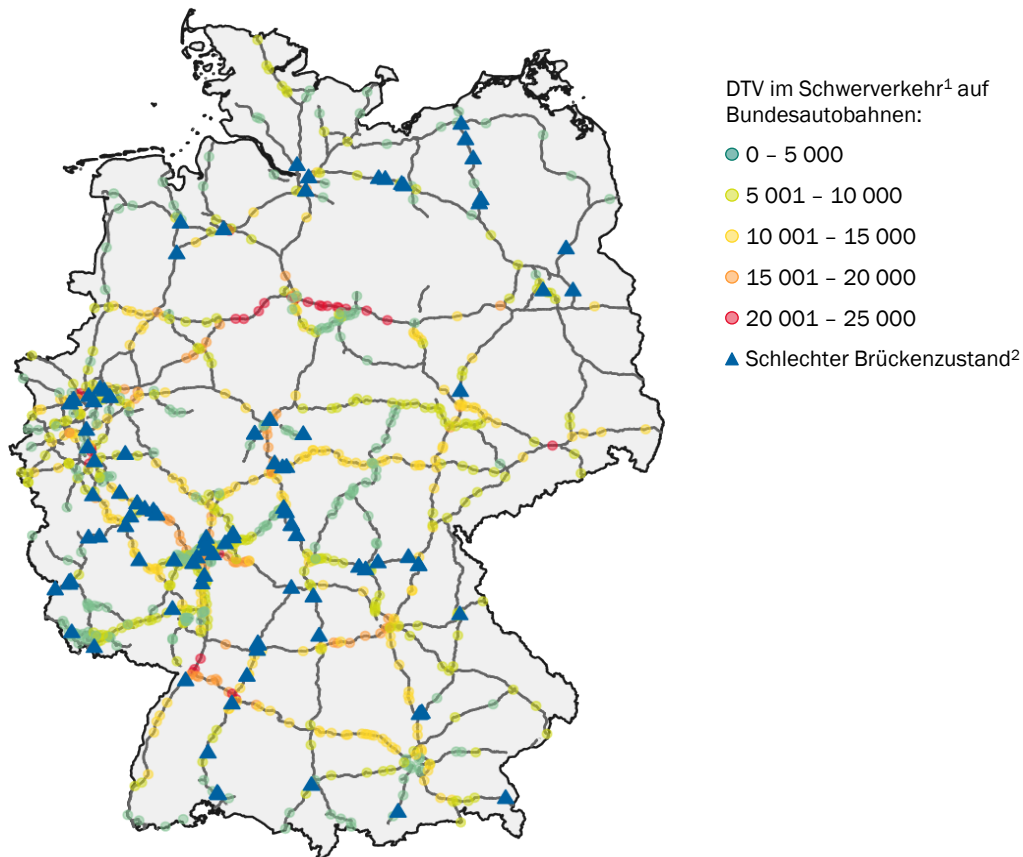
der Wegfall der EEG-Umlage auf Strom und die Subventionierung der Trassenentgelte durch den Bund. [↗ ZIFFERN 89 F.](#)

2. Herausforderung: Verkehrsinfrastruktur

75. **Deutschland spielt** wegen seiner **zentralen geografischen Lage** und der Nähe zu den drei wichtigsten Seehäfen Europas (Rotterdam, Antwerpen, Hamburg) für den europäischen Güterverkehr eine wichtige Rolle. [↗ ABBILDUNG 53 ANHANG](#) Daneben gibt es internationale Güterverbindungen auf der Schiene mit direktem Anschluss zur Binnenschifffahrt (Duisburg) sowie für den Güterverkehr bedeutende Flughäfen (Frankfurt am Main, Leipzig/Halle). Der Zustand dieser Infrastruktur hat sich jedoch bei sämtlichen Verkehrswegen in den vergangenen Jahren verschlechtert. [↗ ABBILDUNG 33](#) [↗ KASTEN 11](#) Eine Einführung verkehrsbeschränkender Maßnahmen oder gar eine Sperrung von Brücken in sehr schlechtem Zustand, wie sie beispielsweise seit dem Jahr 2021 bei der A45-Talbrücke Rahmede besteht, hat gravierende Folgen für die Wirtschaft. [↗ KASTEN 12](#)

[↗ ABBILDUNG 33](#)

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) auf den Bundesautobahnen im Jahr 2021
Viele marode Brücken an stark belasteten Autobahnstrecken



1 – Abgebildet ist die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke im Schwerverkehr in beide Fahrrichtungen an allen Wochentagen. 2 – Brücken mit der schlechtesten Zustandsnote im Bereich von 3,5 – 4,0.

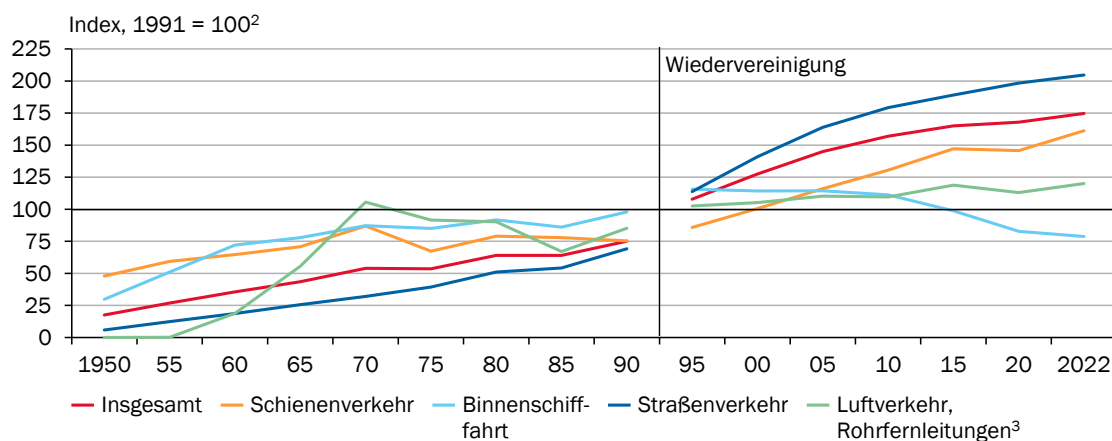
Quellen: Bundesanstalt für Straßenwesen, GADM, © OpenStreetMap contributors (2024), eigene Darstellung
© Sachverständigenrat | 24-084-01

76. Die **Güterverkehrsleistung** ist seit der Nachkriegszeit stark gestiegen, [ABBILDUNG 34 OBEN](#) insbesondere im Straßengüterverkehr und, seit der Deutschen Einheit, im Schienengüterverkehr. [ABBILDUNG 34 UNTEN](#) Zur Abschätzung der künftigen Entwicklung des Güterverkehrs gibt es **verschiedene Prognosemodelle** auf globaler, europäischer und nationaler Ebene, die zentraler Bestandteil der Infrastrukturplanung sind. [PLUSTEXT 2](#) Die OECD rechnet in ihrem globalen Verkehrsmodell mit einem Anstieg der Güterverkehrsleistung in Europa bis zum Jahr 2050 um 71,6 % gegenüber dem Jahr 2019 (ITF, 2023a). Die EU geht in ihrem Modell von einem geringeren Anstieg um lediglich 50 % gegenüber dem Jahr 2015 aus (De Vita et al., 2021). Die gleitende Langfristprognose des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) prognostiziert für Deutschland bis zum Jahr 2051 einen Anstieg der Güterverkehrsleistung um 46 % gegenüber dem Jahr 2019 (Intraplan und Trimode, 2023). Allen Modellen ist **gemein, dass sie eine zunehmende Güterverkehrsleistung prognostizieren**, und zwar vor allem

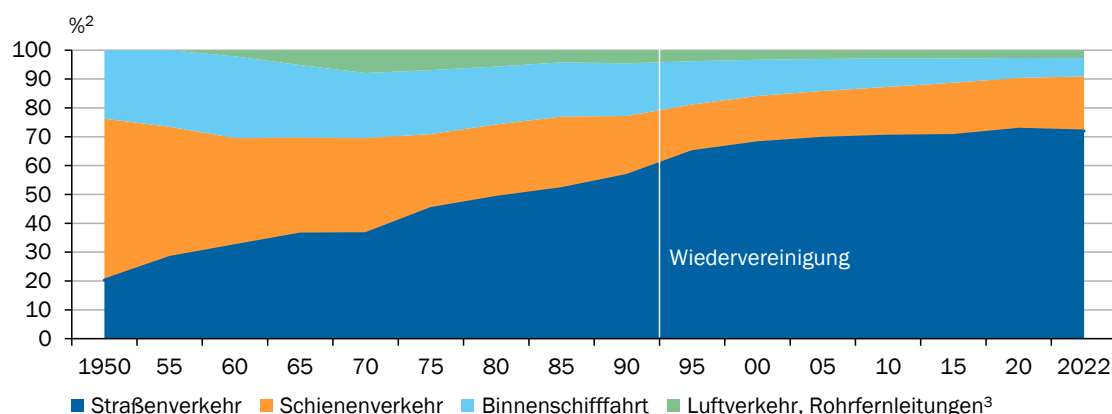
[ABBILDUNG 34](#)

Güterverkehrsleistungen und Anteile der Verkehrsträger in Deutschland¹

Stetig steigende Güterverkehrsleistungen, außer auf den Binnenwasserstraßen



Anteil der Straße seit der Wiedervereinigung auf hohem Niveau



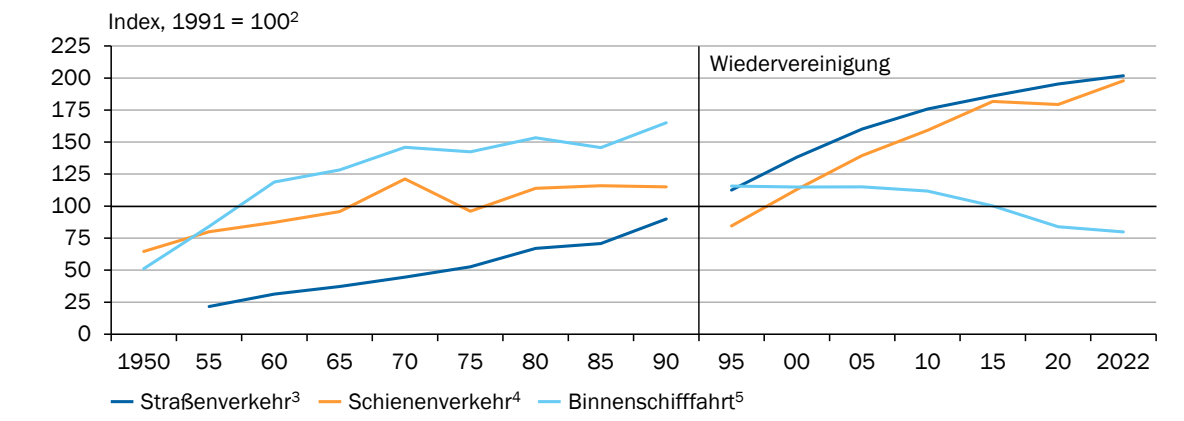
1 – Ohne Seeschifffahrt. Bis 1990: Früheres Bundesgebiet. 2 – Berechnungen auf Basis der Güterverkehrsleistung in Tonnenkilometern (tkm). Diese umfasst inländische, grenzüberschreitende und Transitfracht. Bei der Entfernung in km werden lediglich die innerhalb des Bundesgebiets zurückgelegten Strecken berücksichtigt. 3 – Luftverkehr umfasst Fracht und Luftpost ohne Umladungen.

Quellen: BMDV, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-013-01

[ABBILDUNG 35](#)

Güterverkehrsleistung je km Verkehrsweg¹

Seit der Wiedervereinigung hat sich die Belastung des Straßen- und Schienennetzes stark erhöht



1 – Ohne Seeschifffahrt. Bis 1990: Früheres Bundesgebiet. 2 – Berechnungen auf Basis der Güterverkehrsleistung in Tonnenkilometern (tkm). Diese umfasst inländische, grenzüberschreitende und Transitfracht. Bei der Entfernung in km werden lediglich die innerhalb des Bundesgebiets zurückgelegten Strecken berücksichtigt. 3 – Straßen des überörtlichen Verkehrs, einschließlich Ortsdurchfahrten. Keine Daten für das Jahr 1950 verfügbar. 4 – Betriebslänge der Deutschen Bundesbahn und Reichsbahn bzw. der DB AG. Bis 1960 ohne Saarland und Berlin-West. 5 – Binnenwasserstraßen des Bundes, ohne die vom Bund zur Verwaltung an die Bundesländer delegierten Strecken (Hamburg, Ems-Jade-Kanal).

Quellen: BMDV, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-068-01

im Straßengüterverkehr. So wird für Deutschland mit einem stärkeren Zuwachs bei der Güterverkehrsleistung über die Straße (+54 %) als über die Schiene (+33 %) oder die Wasserstraße (0 %) gerechnet (Intraplan und Trimode, 2023). Der Anteil der Schiene am Modal Split könnte sich nach dieser Prognose künftig auf rund 17,3 % reduzieren.

- 77. Große Teile der Infrastruktur in Deutschland sind nicht für die Belastung durch den heutigen Güterverkehr ausgelegt.** Beim Straßen- und Schienenverkehr hat sich die Güterverkehrsleistung je km seit der Wiedervereinigung verdoppelt. [ABBILDUNG 35](#) Die Altersstruktur der Brückenbauwerke ist angesichts der steigenden Belastungen ein zunehmendes Problem (JG 2019 Abbildung 88). [KASTEN 11](#) Schon heute ist die Verkehrsinfrastruktur bei sämtlichen Verkehrswegen in einem schlechten Zustand. [KASTEN 11](#) Zeitnah werden viele Ersatz- und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Dies betrifft sämtliche Verkehrswege und erschwert eine mögliche Verlagerung der Transporte von der Straße auf Schienen- oder Wasserwege.

[KASTEN 11](#)

Hintergrund: Zustand der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland

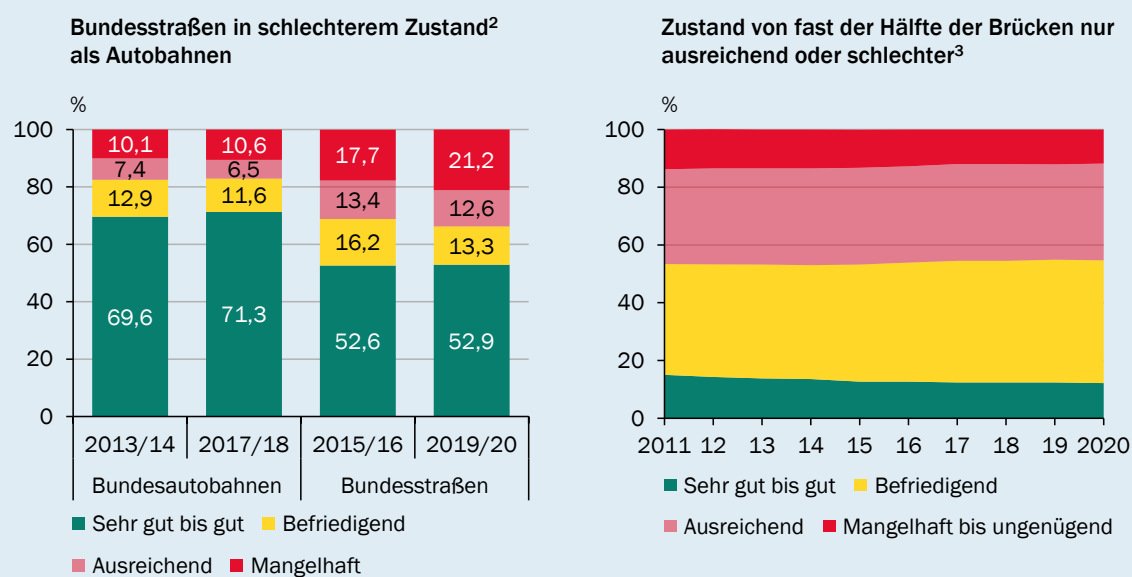
Der Zustand der Straßen- und Schieneninfrastruktur wird in regelmäßigen Abständen einer Bewertung unterzogen, die als Datengrundlage für das Erhaltungsmanagement und die Planung von Erhaltungsmaßnahmen dient. Die Zustandsnoten bewegen sich zwischen 1 (sehr gut/neuwertig) und 5 (sehr schlecht/mangelhaft). Sie geben an, ob Instandhaltungsmaßnahmen notwendig sind, lassen aber keinen Rückschluss auf mangelnde Verkehrssicherheit der Bauwerke zu. Bauwerke mit schlechten Zustandsnoten sind unter Einschränkungen weiterhin

nutzbar (BMDV, 2023b, S. 178 ff.; DB InfraGO, 2024a, S. 9 ff.).

Bei den Bundesfernstraßen lässt sich der Zustand am Substanz- und Gebrauchswert ablesen. Die **Substanzwerte** zeigen, dass die **Bundesautobahnen im Gegensatz zu den Bundesstraßen und den kommunalen Straßen in einem vergleichsweise guten Zustand** sind. [ABBILDUNG 36 LINKS](#) Bei 10,6 % der Bundesautobahnen und 21,2 % der Bundesstraßen sind verkehrsbeschränkende Maßnahmen (z. B. Reduzierung der Geschwindigkeit, Abstandsregelungen) zu prüfen oder bereits eingeleitet. Die **Gebrauchswerte** hingegen, die den Fahrkomfort und nicht den baulichen Zustand der Straße abbilden, **fallen deutlich besser aus**. Dies lässt vermuten, dass sich die **Instandhaltungsarbeiten vor allem auf die Wiederherstellung einer guten Oberfläche konzentrieren**, ohne die bauliche Substanz zu verbessern (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2020).

[ABBILDUNG 36](#)

Zustand¹ der Straßen und Brücken auf Bundesfernstraßen



1 – Die Angaben entstammen den Verkehrsinvestitionsberichten des BMDV der jeweiligen Jahre. 2 – Zusammengefasste fünfstufige Substanzwerte. Die Kategorien sehr gut bis gut entsprechen den Noten 1 bis 2,5, befriedigend 2,5 bis 3,5, ausreichend 3,5 bis 4,5 und mangelhaft 4,5 bis 5. Ab der Note 3,5 ist der Warnwert überschritten und es wird eine intensive Beobachtung und Analyse sowie ggf. die Planung von Maßnahmen eingeleitet. 3 – Zusammengefasste sechsstufige Zustandsnoten. Die Kategorien sehr gut bis gut entsprechen den Noten 1 bis 1,9, befriedigend 2,0 bis 2,4, ausreichend 2,5 bis 2,9 und mangelhaft bis ungenügend 3,0 bis 4,0. Ab der Note 3,0 ist der Warnwert überschritten und es sind in naher Zukunft Instandsetzungsmaßnahmen zu ergreifen.

Quellen: BMDV, Deutscher Bundestag
 © Sachverständigenrat | 24-064-01

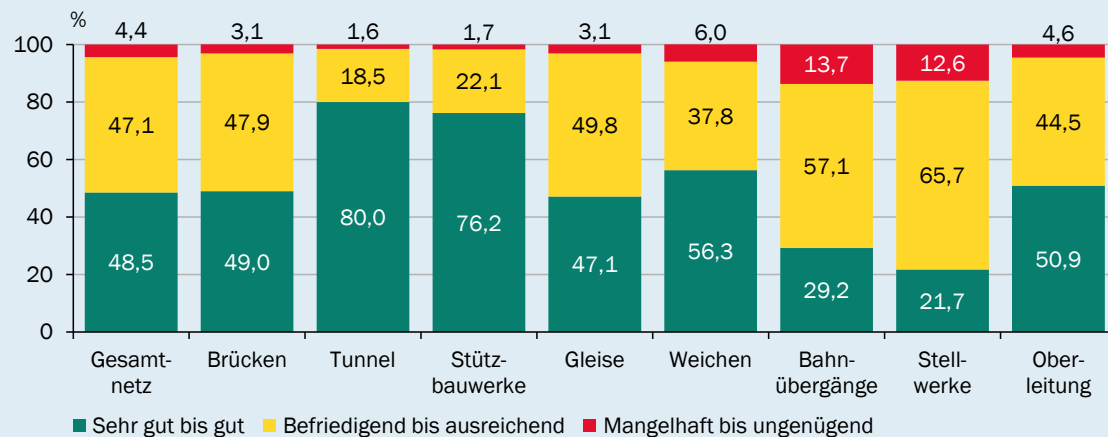
Auch der Zustand von Brücken an Bundesfernstraßen verschlechtert sich. [ABBILDUNG 36 RECHTS](#) Ein wichtiger Teil der heutigen Brücken im früheren Bundesgebiet wurde während der 1970er-Jahre gebaut (JG 2019 Abbildung 88). Die dabei zugrunde gelegten Verkehrslastmodelle richteten sich nach den damals zulässigen Fahrzeuggesamtgewichten und Achslasten. Diese haben sich jedoch in den folgenden Jahrzehnten erhöht, weshalb gerade die älteren Brücken mit Baujahr vor dem Jahr 1985 lediglich für deutlich geringere Belastungen ausgelegt sind (BMDV, 2022). [ABBILDUNG 36 RECHTS](#) So wurde beispielsweise bei der Talbrücke Rahmede an der A45 in den 1960er-Jahren mit einer täglichen Verkehrsbelastung im Jahr 1980 von 25 000 Fahrzeugen geplant. Bei Fertigstellung der Brücke im Jahr 1968 lag das zulässige Gesamtgewicht bei 38 Tonnen. Zuletzt lag die Belastung der Brücke jedoch bei 64 000 Fahrzeugen, wovon rund 13 000 LKW waren (Autobahn GmbH, 2024). Zusätzlich liegt das heutige zulässige

Gesamtgewicht für LKW mit 40 Tonnen höher als damals und Daten von LKW-Wiegeanlagen an anderen Brücken bestätigen, dass selbst dieses Gewicht regelmäßig überschritten wird (Land.NRW, 2019). Gemessen an der heutigen Nutzungsdauer von 100 Jahren haben demnach viele Brücken bereits die Hälfte ihres Lebenszyklus erreicht. Die stark gestiegene Güterverkehrsleistung belastet diese jedoch stärker als ursprünglich geplant, [ABBILDUNG 34 OBEN](#) weshalb die tatsächliche Lebensdauer niedriger liegen dürfte (BMDV, 2022).

Der Zustand der Schieneninfrastruktur wurde erstmals im Jahr 2021 im Netzzustandsbericht mit einem zur Straße ähnlichen Notenschema bewertet. Die **Gesamtnote des Schienennetzes** von 3,01 im Jahr 2022 hat sich im Vergleich zum Vorjahr (2,93) **weiter verschlechtert**. [ABBILDUNG 37](#) Über die Hälfte der Anlagen gilt als mittelmäßig oder schlechter, muss daher potenziell instandgesetzt oder erneuert werden, oder weist sogar Nachholbedarf auf. Von 16,2 % der Anlagen im Gesamtnetz geht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit zur Beeinträchtigung des Betriebs aus. **Pünktlichkeitsrelevante Anlagen wie Stellwerke, Bahnübergänge, Gleise und Weichen erhalten die schlechteste Bewertung.**

[ABBILDUNG 37](#)

Zustandsnoten¹ nach Anlagentypen für das Gesamtnetz der Bahn im Jahr 2022
Stellwerke, Bahnübergänge, Gleise und Weichen in schlechtem Zustand



1 – Zusammengefasste Zustandsnoten in Anlehnung an das Notenschema des Netzzustandsberichts. Die Kategorien sehr gut bis gut entsprechen den Noten 1 bis 2, befriedigend bis ausreichend 3 bis 4 und mangelhaft bis ungenügend 5 bis 6 (einschränkend).

Quellen: DB InfraGO (2024a), eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-065-01

Auch bei der Schiene weist über die Hälfte der Brücken einen schlechten Zustand auf und benötigt mindestens Instandhaltungsmaßnahmen und eine parallele Planung von Ersatzinvestitionen. [ABBILDUNG 37](#) Bei 5,8 % bzw. 1 485 Eisenbahnbrücken ist ein Neubau erforderlich (DB InfraGO, 2024a). Hauptverantwortlich für den schlechten Zustand vieler Anlagentypen ist deren Überalterung und die damit einhergehende Störanfälligkeit (DB InfraGO, 2024a). Die Anzahl der Infrastrukturmängel ist daher zuletzt angestiegen und die gesetzten Ziele der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) wurden deutlich verfehlt (DB, 2024a).

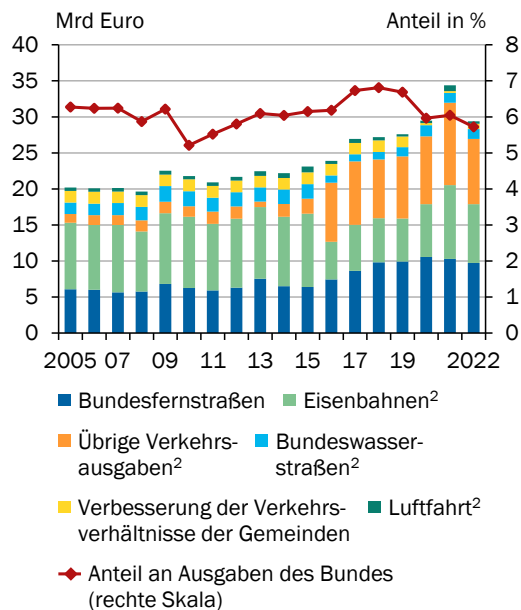
Der Erhaltungszustand von Brücken über dem Kanalnetz von Wasserstraßen ist ebenfalls schlecht. Fast 50 % aller Brücken und 85 % der Schleusen weisen nur einen ausreichenden oder schlechteren Erhaltungszustand auf (BMVI, 2015a, 2020). [ZIFFER 95](#)

78. Die Ausgaben des Bundes für die Verkehrswege verharrten in den Jahren von 2005 bis 2015 preisbereinigt auf weitgehend konstantem Niveau. [ABBILDUNG 38 LINKS](#) Gemessen am Bundeshaushalt ist der Anteil der Verkehrsausgaben nach der Finanzkrise sogar deutlich zurückgegangen. Erst seit dem Jahr 2016 steigen sie

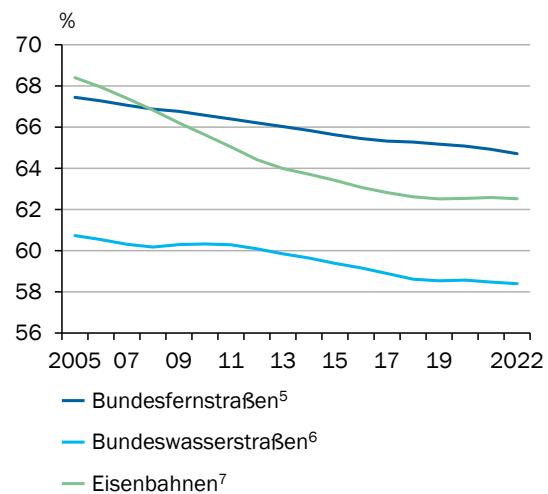
ABBILDUNG 38

Entwicklung der Verkehrsausgaben des Bundes und des Modernitätsgrads

Schiene und Straße treiben erhöhte Verkehrsausgaben¹ seit 2016



Modernitätsgrad³ sinkt: Investitionen unzureichend für Werterhalt⁴



- 1 – Verkehrsausgaben preisbereinigt mit der durchschnittlichen Entwicklung der Baupreisindizes im Hoch- und Tiefbau.
 2 – Im Rahmen einer umfassenden Modernisierung des Haushalts- und Rechnungswesens im Jahr 2016 wurden Verwaltungsleistungen und Sondervermögen in die übrigen Verkehrsausgaben umgegliedert. 3 – Netto-Anlagevermögen in Relation zum Brutto-Anlagevermögen. Jahresendbestand ohne Grunderwerb. 4 – Für die Jahre 2020 bis 2022 vorläufige Werte. 5 – Ohne Verwaltung. 6 – Bis zur Seegrenze. 7 – Verkehrswege; bis 2012 Konzern der Deutschen Bahn. Ab 2005 veränderte Datenbasis. Ab 2013 Systemverbund Bahn.

Quellen: BMDV, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen
 © Sachverständigenrat | 24-066-02

wieder merklich an. Hiervon hat vor allem die Schiene profitiert. Auch die Mittel für Wasserstraßen und Bundesfernstraßen wurden erhöht. **Am aktuellen Rand dämpfen jedoch die stark gestiegenen Preise das Wachstum** der realen Ausgaben. Im Jahr 2022 betrug der Anteil der Verkehrsausgaben am Bundeshaushalt 5,7 %. Davon entfielen 60,1 % auf Investitionen und 39,9 % auf Instandhaltung. Als Investitionen gelten dabei Erhaltungsmaßnahmen, die über die normale Instandhaltung hinausgehen, sowie Ersatz- oder Neubauten. Zum Werterhalt der Infrastruktur ist die Höhe der Investitionen jedoch unzureichend. [ABBILDUNG 38 RECHTS](#) Lediglich bei der Schiene konnte der Wertverfall, also der Rückgang des Modernitätsgrads, zuletzt gestoppt werden.



PLUSTEXT 2

Hintergrund: Bundesverkehrswegeplan (BVWP) als zentrales Instrument der Verkehrsinfrastrukturplanung

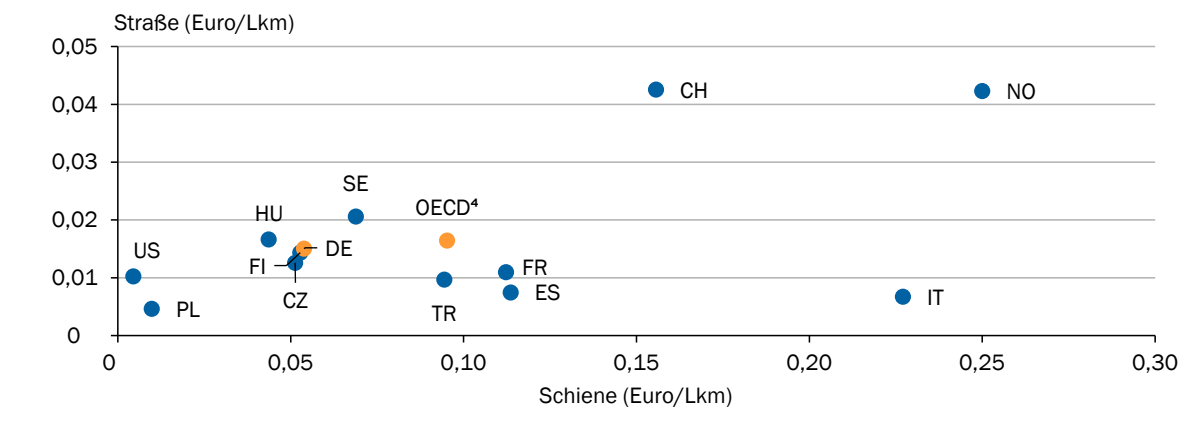
Der **BVWP** ist eine **Sammlung von Projekten zum Erhalt und Ersatz sowie zum Aus- und Neubau von Verkehrsinfrastruktur**. Er umfasst einen Zeitraum von 15 Jahren, stellt aber keine Planungs- oder Finanzierungszusage dar (Deutscher Bundestag, 2023a). **Aktuell** gilt der im Jahr 2016 beschlossene BVWP **bis zum Jahr 2030**. Er umfasst 141,6 Mrd Euro für Erhalt und Ersatz und 63,6 Mrd Euro für Aus- und

Neubau. Der Bedarf für Erhalt und Ersatz wird aus dem aktuellen Zustand der Bauwerke und dem aufgrund der bisherigen Verkehrsentwicklung zu erwartenden Verschleiß berechnet und mit dem BVWP 2030 erstmalig vollumfänglich übernommen (Maerschalk et al., 2017). Aus- und Neubauprojekte können von den beauftragten Verwaltern der Verkehrsinfrastruktur und von privaten Akteuren eingereicht werden. Unter Berücksichtigung des erwarteten Verkehrsaufkommens (Verkehrsprognose 2030) werden diese im Anschluss auf ihre Wirtschaftlichkeit, die Umweltauswirkungen sowie auf raumordnerische und städtebauliche Aspekte hin geprüft. Nur Projekte mit einem günstigen Nutzen-Kosten-Verhältnis werden in den BVWP aufgenommen. Die priorisierten Projekte bekommen über die vom Bundestag verabschiedeten Ausbaugesetze und Bedarfspläne eine gesetzliche Grundlage und werden aus dem Bundeshaushalt finanziert. Zu ihrer Realisierung stellt das BMDV fünfjährige Investitionspläne auf. Alle fünf Jahre wird überprüft, ob die Bedarfspläne an die aktuelle Verkehrsentwicklung angepasst werden müssen (BMVI, 2016).

- 79. Im internationalen Vergleich lag Deutschland bei den Investitionen in den Schienen- und Straßenverkehr im Jahr 2020 unter den OECD-Ländern jeweils im Mittelfeld.** [ABBILDUNG 39](#) Normiert auf die Verkehrsleistung werden je Leistungskilometer (Personen- und Tonnenkilometer) für die Straße etwa 1,5 Cent und für die Schiene etwas mehr als 5 Cent durch die öffentlichen Haushalte ausgegeben. Länder wie Norwegen, die Schweiz und Schweden investieren deutlich mehr als Deutschland, sowohl in ihre Schienen- als auch in die Straßeninfrastruktur.

▸ **ABBILDUNG 39**

Infrastrukturinvestitionen¹ je Leistungskilometer² im Jahr 2020 im internationalen Vergleich³
Deutschland investiert unterdurchschnittlich in Straße und Schiene



1 – Infrastrukturinvestitionen umfassen Ausgaben für Neubau und Verbesserungen der bestehenden Verkehrswege.

2 – Leistungskilometer (Lkm) umfassen die Güterverkehrsleistung in Tonnenkilometer und die Personenverkehrsleistung in Personenkilometer. 3 – CH-Schweiz, CZ-Tschechien, DE-Deutschland, ES-Spanien, FI-Finnland, FR-Frankreich, HU-Ungarn, IT-Italien, NO-Norwegen, PL-Polen, SE-Schweden, TR-Türkei, US-USA. 4 – Ungewichteter Mittelwert der gezeigten Länder.

Quellen: OECD, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-059-01

➤ KASTEN 12

Fokus: Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Infrastrukturzustands

In Deutschland geben vier von fünf Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor an, dass sie durch Infrastrukturmängel in ihren Geschäftsabläufen regelmäßig beeinträchtigt werden (Puls und Schmitz, 2022). Besonders wichtig ist in Deutschland die Verkehrsinfrastruktur für das Verarbeitende Gewerbe. Dies liegt sowohl an notwendigen Transporten von Vorprodukten zu den Produktionsstätten als auch an der Lieferung der fertigen Waren an den Großhandel, Export(flug)häfen sowie Konsumentinnen und Konsumenten. Damit ist der **Güterverkehr nicht nur am Anfang von Wertschöpfungsketten relevant**, wo diese am fragilsten sind (Costinot et al., 2013; Demir et al., 2024). **Vielmehr wird er im Produktionsprozess mehrfach in Anspruch genommen**, da die Wertschöpfung typischerweise in mehreren Schritten und in unterschiedlichen Betrieben an verschiedenen Standorten erfolgt. Die Produktionsstruktur wurde in den vergangenen zwei Jahrzehnten immer stärker in (globale) Wertschöpfungsketten fragmentiert und auf Just-in-time-Lieferprozesse umgestellt (Baldwin, 2022). Dies hat dazu geführt, dass schon eine kleine Verlängerung oder Verzögerung der Gütertransporte erhebliche Auswirkungen auf das Verarbeitende Gewerbe haben kann. Beispiele dafür waren die Störungen der Lieferketten aufgrund der Überlastung der Hafenabfertigung nach den großen Lockdowns während der Corona-Pandemie in den Jahren 2020 und 2021, die Blockade des Suez-Kanals zu Jahresbeginn 2021, aber auch der niedrige Wasserstand im Rhein und in anderen wichtigen Binnenflüssen Deutschlands, z. B. im Sommer 2018 (Ademmer et al., 2019, 2023; Stamer, 2021; Meier und Pinto, 2024). Aufgrund des hohen Wertschöpfungsanteils des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland von etwa 20 % in den letzten zehn Jahren können solche Störungen auch gesamtwirtschaftlich bedeutsam sein (OECD, 2024).

Die grundsätzliche **Bedeutung der Transportinfrastruktur für die Wertschöpfung** lässt sich anhand struktureller Modelle der regionalen Wertschöpfungsstruktur erkennen: So war die Gesamtwohlfahrt durch den Ausbaustand des westdeutschen Autobahnnetzes im Jahr 1974 um 16,1 % höher, als sie es ohne Autobahnnetz gewesen wäre (Santamaría, 2022). Das reale Einkommen lag um 4,6 % über dem der Referenzsituation.

Im einfachen Vergleich von Regionen untereinander bestätigt sich dies: Für Deutschland schätzen Gaus und Link (2020) mit einer Panelregression den Zusammenhang zwischen der regionalen Verkehrsinfrastruktur und regionaler Bruttowertschöpfung auf Ebene der Landkreise. Die **bessere Ausstattung eines Landkreises sowohl mit Autobahnen als auch mit Bundesstraßen steigert die regionale Bruttowertschöpfung**. Aber auch die Dichte der Straßennetze in den Nachbarregionen beeinflusst das regionale Wachstum stark positiv. Eine schlechte Qualität der Bundesstraßen kann dagegen wachstumshemmend wirken.

Die **makroökonomische Elastizität der gesamtwirtschaftlichen Produktion in Bezug auf Infrastrukturinvestitionen** wurde in frühen Studien auf zwischen 0,05 und 0,39 geschätzt (Stephan, 2001, 2003; Kemmerling und Stephan, 2002; Wieland und Ragnitz, 2015). Bei einem Anstieg des Infrastrukturkapitalstocks um 1 % könnte die gesamtwirtschaftliche Produktion also um 0,05 % bis 0,4 % steigen. Dementsprechend benötigt es hohe Investitionen in Verkehrsinfrastruktur, um einen merklichen Anstieg des BIP auszulösen (Wieland und Ragnitz, 2015). Allerdings können die Grenzerträge dieser Art Investitionen unter der Annahme von Abschreiberraten von 10 % und langfristigen realen Zinssätzen von 4 % bei 16 % liegen (Bom und Ligthart, 2014). Dies deckt sich mit der generellen Literatur zu den Auswirkungen von öffentlichen Investitionen auf die gesamtwirtschaftliche Produktion (Bom und Ligthart, 2014; Belitz et al., 2020; Ramey, 2021). Laut einer Metastudie liegt die Elastizität der privaten Produktion, d. h. der Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie von Dienstleistungen, in Bezug auf Investitionen in die Kerninfrastruktur, also Straßen, Schienen, Flughäfen sowie Energie- und Wasserversorgung, bei 0,083 in der kurzen Frist und bis zu 1,22 in der langen Frist (Bom und Ligthart, 2014).

Durch Einschränkungen der Infrastruktur wie z. B. Staus oder Brückensperrungen aufgrund ihres schlechten Zustands [↗ KASTEN 11](#) kann die **Produktion behindert werden**. So zeigt Gaus (2023), dass Brückensperrungen die Kosten der Produktion lokal erhöhen, da Umwege im Transport entstehen. Eine mangelhafte Befahrbarkeit von Wasserwegen führt ebenso zu erhöhten Produktionskosten: Im Jahr 2022 fielen die Pegelstände am Mittelrhein kurzfristig auf historische Tiefstände, weswegen zeitweise die dreifache Anzahl an Transporten nötig war, um die gleiche Menge zu transportieren (Ademmer et al., 2019, 2023; FAZ, 2022).

3. Herausforderung: Dekarbonisierung

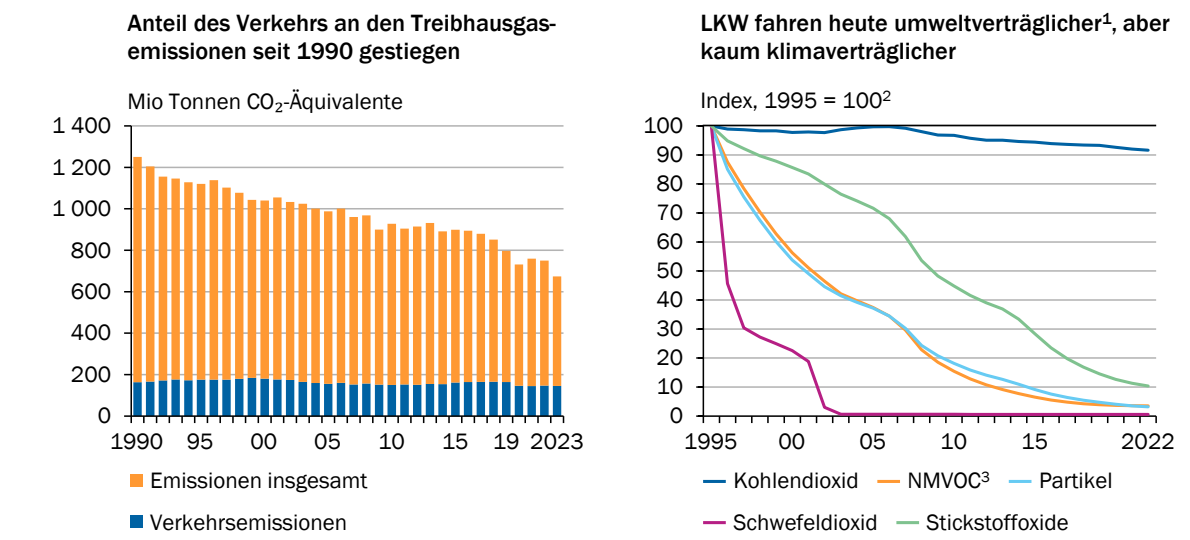
- 80. Deutschland und die EU streben bis Mitte des Jahrhunderts Klimaneutralität an.** Als Zwischenziel legt das Bundes-Klimaschutzgesetz fest, dass die gesamten THG-Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 bis zum Jahr 2030 um 65 % sinken müssen. Nach dem Europäischen Klimagesetz müssen die Mitgliedstaaten die Netto-THG-Emissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber dem Jahr 1990 senken, bis zum Jahr 2050 um 90 %.

Mit der jüngsten Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes verlieren jahresscharfe **Emissionsgrenzen des Verkehrssektors an Relevanz**. Die **CO₂-Einsparvorgaben der Lastenteilungsverordnung der EU** (European Effort Sharing Regulation, ESR) **gelten** allerdings **weiter**. Demnach muss Deutschland in den Bereichen Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfall seine **Emissionen bis zum Jahr 2030 um 50 % im Vergleich zum Jahr 2005 senken**. Laut Projektionsbericht des Umweltbundesamtes (Harthan et al., 2023) droht Deutschland ab dem Jahr 2026 mehr zu emittieren, als in den Sektoren unter der Lastenteilungsverordnung erlaubt ist. In diesem Fall müsste Deutschland als Ausgleich spätestens im Jahr 2033 Zertifikate anderer Mitgliedstaaten zukaufen (Expertenrat für Klimafragen, 2024). Die Kosten für etwaige Ankäufe von Emissionszertifikaten anderer EU-Mitgliedstaaten abzuschätzen ist schwierig, da die Zertifikatspreise auch davon abhängen, wie hoch die Defizite in der Zielerreichung in anderen Mitgliedstaaten ausfallen. Einzelne Schätzungen gehen jedoch davon aus, dass dadurch Kosten in Milliardenhöhe für Deutschland entstehen könnten (Kurmayer, 2023).

- 81.** In Deutschland entstehen rund 20 % der THG-Emissionen im Verkehrssektor (UBA, 2024a). Von 1990 bis 2023 sind die THG-Emissionen in Deutschland insgesamt um 46 % gesunken (UBA, 2024b). Die Emissionen im Verkehrssektor sind dagegen nahezu konstant geblieben. **Der Anteil des Verkehrs an den Gesamtemissionen ist** somit seit 1990 von etwa 13 % auf 21,6 % im Jahr 2023 **gestiegen**. [↗ ABBILDUNG 40 LINKS](#) Die Corona-Pandemie führte lediglich zu einem kurzzeitigen Rückgang der THG-Emissionen im Verkehrssektor. Ein Drittel der THG-Emissionen des Verkehrssektors und der daraus resultierenden negativen Klimawirkung [↗ KASTEN 10](#) wird durch den Güterverkehr verursacht. Der Anteil von Nutzfahrzeugen an den gesamten Verkehrsemissionen ist in den vergangenen Jahren angestiegen. [↗ ABBILDUNG 41](#)

ABBILDUNG 40

Emissionen des Verkehrs



1 – Im Sinne lokal wirksamer Schadstoffe. 2 – Spezifische Emissionen von LKW (direkte Emissionen je Fahrleistung in g/km) normiert auf das Jahr 1995. 3 – Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (non-methan volatile organic compound).

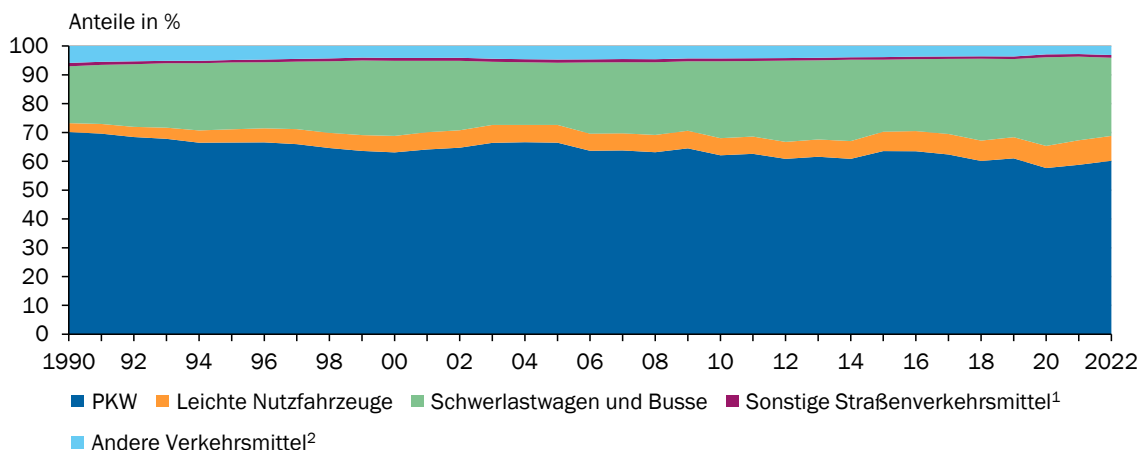
Quelle: Umweltbundesamt

© Sachverständigenrat | 24-018-01

82. Durch bessere Motoren, bessere Abgastechnik und eine höhere Kraftstoffqualität sind die Emissionen von LKW pro Kilometer seit 1995 gesunken. [ABBILDUNG 40 RECHTS](#) Dabei verringerten sich vor allem die Emissionen lokal wirksamer Luftschadstoffe. Die Luftbelastung durch Schwefeldioxid-Emissionen sank beispielsweise um mehr als 98 % im Vergleich zum Ausgangsjahr. Die THG-Emissionen je km sanken lediglich um 10 %. Die gesamten **THG-Emissionen des Straßengüterverkehrs** sind **durch den starken Anstieg der Güterverkehrsleistung** zwischen den Jahren 1995 und 2021 sogar um 23 % **gestiegen** (UBA, 2023a). Der Straßengüterverkehr ist damit für etwa 98 % der im inländischen Güterverkehr ausgestoßenen THG-Emissionen verantwortlich (DLR, 2022).
83. Leichte Nutzfahrzeuge mit bis zu 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht machen rund 75 % des Bestands an Nutzfahrzeugen aus, sie sind aber nur für rund 20 % der THG-Emissionen im Nutzfahrzeugbereich verantwortlich (Timmerberg et al., 2017). Den **Großteil der THG-Emissionen im Straßengüterverkehr stoßen** schwere Nutzfahrzeuge ab 3,5 Tonnen, vor allem **Last- und Sattelzüge, aus**, die vorwiegend im Fernverkehr bei hohen Transportdistanzen eingesetzt werden (Göckeler et al., 2023). Bei typischen Verbrauchswerten und Jahresfahrleistungen entspricht die Dekarbonisierung eines solchen LKW der von 52 PKW (Marker, 2024). Hier besteht somit ein besonders starker Hebel für die Dekarbonisierung des Verkehrssektors.
84. Der elektrifizierte **Schienengüterverkehr stößt deutlich weniger THG-Emissionen aus als der Straßengüterverkehr**. [TABELLE 13 ANHANG](#) Der Transport auf der Wasserstraße hat aus Perspektive des Klimaschutzes ebenfalls Vorteile gegenüber dem LKW-Transport. In der Luftschadstoffbilanz ist der

↳ ABBILDUNG 41

Entwicklung der anteiligen THG-Emissionen im Verkehr nach Verkehrsmittel Nutzfahrzeuge mit steigendem Anteil an den Verkehrsemissionen



1 – Motorräder und andere Straßenverkehrsmittel. 2 – Schienen-, Schiffs-, Flug- und übriger Verkehr.

Quellen: Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-079-01

Transport per Binnenschiff jedoch deutlich schlechter als andere Verkehrsmittel (UBA, 2020b).

4. Regulatorischer Rahmen für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs

85. Der **CO₂-Preis** stellt das **Leitinstrument zum Erreichen der Klimaziele** in der EU dar (UBA, 2023b; SG 2019 Ziffern 107 ff.). Derzeit werden die CO₂-Emissionen der Industrie, des Energiesektors und des Luftverkehrs über den europäischen Emissionshandel EU-ETS (EU Emissions Trading System) bepreist. Für das Jahr 2027 plant die EU die Einführung eines zweiten europäischen Emissionshandelssystems (EU-ETS II), das die bislang noch nicht vom ETS abgedeckten Sektoren Verkehr und Gebäude umfassen soll. Bislang werden diese Sektoren in Deutschland durch den nationalen Emissionshandel (nEHS) abgedeckt. Deutschland beabsichtigt, den nEHS dann in das neue europäische Handelssystem zu überführen (Deutscher Bundestag, 2023b). **Die CO₂-Emissionen des Güterverkehrs unterliegen somit unterschiedlichen Emissionshandelsystemen und daher unterschiedlichen CO₂-Preisen.** Der Teil des Güterverkehrs, der elektrisch betrieben wird, unterliegt dem EU-ETS. Dies gilt sowohl für den Schienengüterverkehr als auch für den Straßengüterverkehr. Im Schienengüterverkehr wurden im Jahr 2020 97 % der Güterverkehrsleistung elektrisch erbracht (Allianz pro Schiene, 2024). ↳ ZIFFER 84
86. Für die kommenden Jahre ist es **unsicher, ob die Preissignale im Transportsektor ausreichen werden, um** gemeinsam mit den vom EU-ETS abgedeckten Sektoren die notwendige **Verringerung der Gesamtemissionen zu erreichen** (SVR Wirtschaft, 2023). Die Grenzvermeidungskosten zur Erreichung von Klimaneutralität in der EU im Jahr 2050 könnten im Verkehrs- und

Gebäudesektor einen Preis von 200 bis 300 Euro je Tonne CO₂ notwendig machen (Kalkuhl et al., 2023). Der tatsächlich realisierte Preis hängt jedoch auch vom Umfang zusätzlicher Klimaschutzmaßnahmen durch Standards, Verbote oder Förderprogramme ab. Eine aktuelle Auswertung verschiedener Studien zu zukünftigen Preisen im EU-ETS II zeigt eine hohe Spanne der Preise zwischen 60 bis 380 Euro je Tonne CO₂ (Günther et al., 2024). Zu einem gewissen Grad erklärt sich diese Bandbreite durch unterschiedliche Modellansätze, zum Teil ist sie jedoch auch auf die Effektivität komplementärer Politikmaßnahmen zurückzuführen (Pahle, 2024). Es besteht insgesamt daher eine hohe Unsicherheit im Hinblick auf zukünftige CO₂-Preise im Verkehrssektor.

CO₂-spezifische Regulierung im Straßengüterverkehr

87. Auf deutschen Autobahnen und Bundesstraßen gilt seit dem Jahr 2005 eine Mautpflicht für schwere Nutzfahrzeuge. Die Einnahmen werden je zur Hälfte für Investitionen in die Bundesfernstraßen und die Schiene verwendet. Die EU hat beschlossen, dass die **LKW-Maut künftig an den CO₂-Ausstoß des Fahrzeugs gekoppelt** werden muss (EU-Richtlinie 2022/362). Dies wurde in Deutschland mit der jüngsten Mautreform umgesetzt. Seit dem 1. Dezember 2023 wird in Deutschland nun ein CO₂-Aufschlag in Höhe von 200 Euro je Tonne CO₂ erhoben. Dies entspricht dem in der EU-Richtlinie vorgesehenen Maximalbetrag (Bundesregierung, 2023a). [↪ KASTEN 13](#) Damit setzt sich die Maut aus vier Teilsätzen zusammen: Kosten der Infrastruktur, der Luftverschmutzung, der Lärmbelastung und des CO₂-Ausstoßes. Je nach Fahrzeugklasse beträgt der Mautteilsatz für den CO₂-Ausstoß zwischen 4,0 und 16,2 Cent je Kilometer. **Dadurch dürfte ein großer Teil der Klimakosten auf mautpflichtigen Straßen internalisiert** werden (UBA, 2020a). [↪ KASTEN 10](#) Emissionsfreie LKW werden bis Dezember 2025 vollständig von der LKW-Maut befreit. Danach müssen für sie nur die Mautteilsätze für Luftverschmutzung und Lärmbelastung in voller Höhe entrichtet werden. Der Mautteilsatz für die Infrastrukturkosten wird um 75 % ermäßigt, für den CO₂-Ausstoß wird kein Mautteilsatz erhoben. Die CO₂-basierten Maut-einnahmen des Bundes werden im Jahr 2024 voraussichtlich 6,8 Mrd Euro betragen und damit rund 45 % der gesamten Mauteinnahmen im Jahr 2024 ausmachen (Bundesregierung, 2023a).
88. Gleichzeitig sind auch die **Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen** zur Dekarbonisierung ihrer Flotte verpflichtet. Im Jahr 2019 wurde eine europäische Regelung verabschiedet, die **für Hersteller schwerer Nutzfahrzeuge CO₂-Flottengrenzwerte** (in Gramm CO₂ pro tkm) festlegt (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2019). Danach müssen sie die CO₂-Emissionen ihrer Flotte ab dem Jahr 2025 um 15 % gegenüber dem Referenzjahr 2019 senken. Andernfalls sind erhebliche Strafzahlungen zu leisten. Die Verschärfung der Flottenziele für die Jahre nach 2025 wurde vor Kurzem beschlossen. So müssen die CO₂-Emissionen ab dem Jahr 2030 um 45 % anstatt um bisher 30 % gegenüber dem Referenzwert gesenkt werden. Ab dem Jahr 2035 steigt das Reduktionsziel auf 65 % und ab dem Jahr 2040 auf 90 % an (Europäische Kommission, 2023a). Die Verordnung ist grundsätzlich technologieneutral. Es bleibt den Herstellern überlassen, wie sie die Flottenziele erreichen.

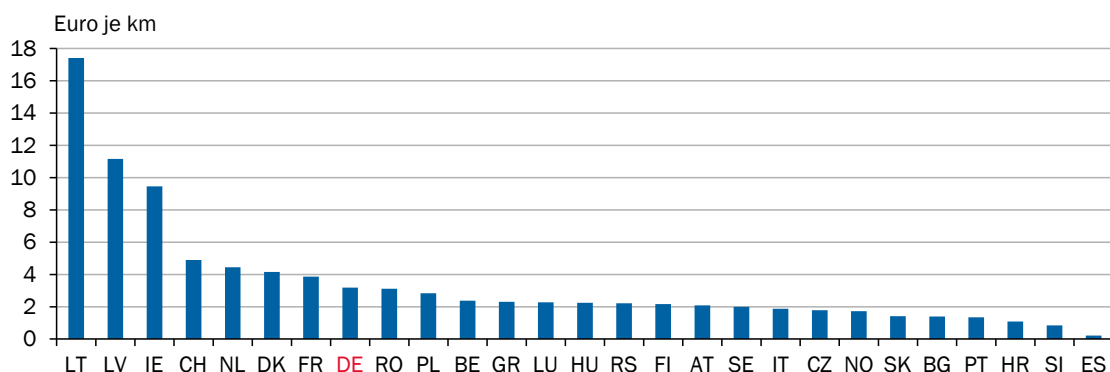
Kosten für Infrastrukturnutzung und Energie im Schienengüterverkehr

89. **Für die Nutzung der Schieneninfrastruktur** müssen die Verkehrsunternehmen **Trassenentgelte an die Betreiber der Schieneninfrastruktur** entrichten. Diese orientieren sich an EU-weit geltenden Entgeltgrundsätzen. Dabei ist festgelegt, dass die Verkehrsunternehmen mindestens die von ihnen unmittelbar verursachten marginalen Kosten zu tragen haben. Insgesamt sind die **Trassenentgelte für den Schienengüterverkehr in Deutschland im internationalen Vergleich nicht außergewöhnlich hoch**. [↗ ABBILDUNG 42](#) Zudem werden die Trassenentgelte für die Verkehrsunternehmen durch ein Förderprogramm der Bundesregierung derzeit um 31,5 % reduziert (DB InfraGO, 2024b). Für die Nutzung von Serviceeinrichtungen wie Güterterminals oder Abstellgleisen sind ebenfalls Entgelte zu entrichten. Insgesamt machten die Kosten für die Nutzung von Infrastruktur im Jahr 2022 rund 10 % des Umsatzes im Schienengüterverkehr aus (BNetzA, 2024a).
90. Neben den Infrastrukturentgelten müssen Schienenverkehrsunternehmen die **Stromkosten für den Betrieb ihrer Bahnen** tragen. Diese setzen sich aus dem Bezugspreis für den Fahrstrom, den Netzentgelten für das Bahnstromnetz, der Stromsteuer und weiteren Umlagen zusammen. [↗ ABBILDUNG 43](#) Der Bezugspreis für den Fahrstrom hat sich zwischen den Jahren 2020 und 2022 etwa verdreifacht, dürfte im Jahr 2023 aber wieder leicht zurückgegangen sein (BNetzA, 2024a). [↗ ABBILDUNG 43 LINKS](#) Die Abschaffung der EEG-Umlage zum 1. Juli 2022 führte zu einem deutlichen Rückgang der Abgabenlast. [↗ ABBILDUNG 43 RECHTS](#) Fahrstrom wird zudem bei der Stromsteuer und bei den Umlagen stark begünstigt. So liegt die Stromsteuer lediglich bei 56 % des Regelsatzes, die Umlagen bei 3,9 bis 10 % des jeweiligen Regelsatzes (BAFA, 2023; netztransparenz.de, 2023a, 2023b, 2023c; Zoll, 2024, §9 StromStG)

[↗ ABBILDUNG 42](#)

Trassenentgelte im Schienengüterverkehr in europäischen Ländern¹ im Jahr 2021

Trassenentgelt in Deutschland im europäischen Vergleich nicht besonders hoch

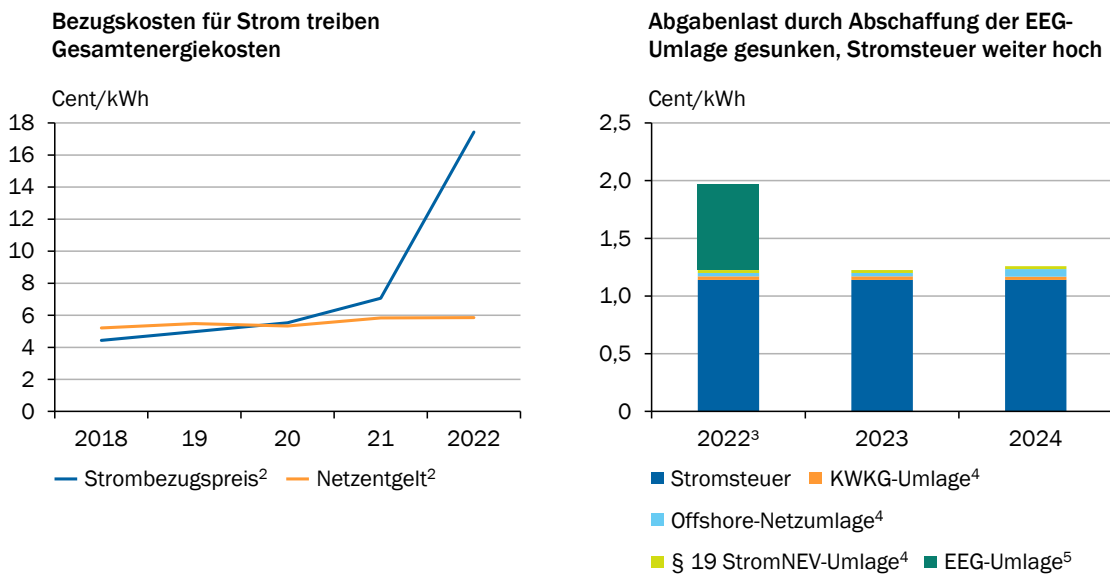


1 – LT-Litauen, LV-Lettland, IE-Irland, CH-Schweiz, NL-Niederlande, DK-Dänemark, FR-Frankreich, DE-Deutschland, RO-Rumänien, PL-Polen, BE-Belgien, GR-Griechenland, LU-Luxemburg, HU-Ungarn, RS-Serbien, FI-Finnland, AT-Österreich, SE-Schweden, IT-Italien, CZ-Tschechien, NO-Norwegen, SK-Slowakei, BG-Bulgarien, PT-Portugal, HR-Kroatien, SI-Slowenien, ES-Spanien.

Quellen: IRG-rail, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-095-01

ABBILDUNG 43

Fahrstromkosten¹ im Schienenverkehr



1 – Ohne Mehrwertsteuer. 2 – Netto, ohne Steuern und Umlagen. 3 – Zusätzlich Abschaltbare Lasten-Umlage i. H. v. 0,003 Cent/kWh. 4 – Umlage für Strommengen ab einer Gigawattstunde. Für Strommengen darunter gilt ein höherer Umlagesatz. 5 – Auf 20 % begrenzte EEG-Umlage nach § 65 EEG, zum 1. Juli 2022 abgeschafft.

Quellen: Bundesnetzagentur, DB Energie, netztransparenz.de, Zoll, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 24-104-01

KASTEN 13

Fokus: Gesamtwirtschaftliche Effekte der Dekarbonisierung des Güterverkehrs

Die Dekarbonisierung des Güterverkehrs dürfte künftig zu höheren Kosten im Logistiksektor führen. Kosten dürften beispielsweise durch den Anstieg der Mautkosten entstehen, mittelfristig erhöhte Energiekosten für Strom (durch die zu amortisierenden Investitionen in die Lade- und Netzinfrastruktur) sowie höhere Anschaffungskosten für LKW mit emissionsarmen Antriebskonzepten. [ZIFFER 108](#) So dürfte die **Mauterhöhung** [ZIFFER 87](#) die **Transportkosten signifikant erhöhen**. Bislang haben Mautkosten im Durchschnitt einen Anteil von etwa 11 % der LKW-Transportkosten ausgemacht (G+S Magazin, 2021; Trimode, 2022; Transporeon, 2023). Im Lauf des Jahres könnte dieser Anteil auf etwa 18 % steigen (Transporeon, 2023). Kurzfristig führt neben Deutschland lediglich Österreich eine CO₂-Komponente bei der LKW-Maut ein, die zudem wesentlich geringer ist als die deutsche CO₂-Komponente. Dadurch könnte es zu Unterschieden in den Transportkosten innerhalb Europas kommen und Deutschland, als Vorreiter, einen Wettbewerbsnachteil haben.

Aus **erhöhten Transportkosten** entstehen **negative Produktivitätseffekte** (Branco et al., 2023). Logistikunternehmen dürften diesen Kostenanstieg in ihren Fixkosten und den variablen Kosten je Transportkilometer an ihre Kundinnen und Kunden weitergeben. Die Effekte dieser Kostenweitergabe sowie der Anteil des Kostenanstiegs, der weitergereicht wird, sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt unsicher. Allerdings machen die Transportkosten nur einen kleinen Anteil der Gesamtkosten eines gehandelten Produktes aus. [ZIFFER 89](#) Da die innereuropäisch zurückgelegten Strecken nur einen Bruchteil des gesamten Transportwegs in **außer-europäische Absatzmärkte** ausmachen, dürften sich die steigenden Kosten nicht nennenswert auf die **internationale Wettbewerbsfähigkeit** deutscher Exporte auswirken. Langfristig dürften sich Steigerungen der Transportkosten zudem innereuropäisch angleichen, wenn sich z. B. die CO₂-

Komponenten in der Maut angleichen oder der EU-ETS II die CO₂-Emissionen des Transportsektors einheitlich bepreist. [↗ ZIFFER 85](#) Die **Nachfrage nach straßengebundenen Transporten ist wenig preissensitiv** (Musso et al., 2013; Blechschmidt et al., 2022). Beim Transport von Nahrungsmitteln wird die Preiselastizität beispielsweise auf –0,02 und bei Chemie und Düngemitteln auf –0,19 geschätzt, d. h. bei einem Preisanstieg des straßengebundenen Transports um 1 % je tkm sinkt die Nachfrage nach Transporten von Nahrungsmitteln (Chemie und Düngemitteln) in tkm um 0,02 % (0,19 %). Die Nachfrage nach Straßentransporten von besonders schwerer Fracht (mit 100 Tonnen oder mehr) reagiert hingegen mit einer Elastizität von –2,9 deutlich stärker auf Kostensteigerungen. Insgesamt dürften die Auswirkungen der Einführung der CO₂-Komponente und der damit einhergehenden durchschnittlichen Mauterhöhung für LKW auf die Fahrleistung gering ausfallen.

III. STRATEGIEN ZUR DEKARBONISIERUNG DES GÜTERVERKEHRS

91. **Um den Güterverkehr zu dekarbonisieren, können verschiedene Strategien** verfolgt werden: eine **Vermeidung von Transporten** und damit von THG-Emissionen, eine **Verlagerung von Transporten** auf emissionsärmere Verkehrsträger [↗ ZIFFER 71](#) sowie ein **Antriebswechsel** im Straßengüterverkehr. [↗ ZIFFER 102](#) Aufgrund der engen Beziehung zwischen Gütertransport und wirtschaftlicher Entwicklung ist eine umfassende Reduktion von Gütertransporten nicht zu erwarten. [↗ ZIFFER 60](#) Zwar können Effizienzsteigerungen insbesondere durch die Vermeidung von Leerfahrten und durch die Erhöhung des Auslastungsgrads oder den verstärkten Einsatz von Lang-LKW für großvolumige Waren einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Güterverkehrs leisten, die Potenziale dürften allerdings insgesamt begrenzt bleiben. Die anderen beiden Strategien, Verlagerung und Antriebswechsel, werden im Folgenden näher beleuchtet und ihre Erfolgsaussichten für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs eingeschätzt.

1. Gütertransporte auf Schiene und Wasserstraße verlagern

92. Da Straßentransporte aktuell die höchsten CO₂-Emissionen pro Tonnenkilometer verursachen, könnte eine **stärkere Nutzung von Schienentransporten und Binnenschiffen** den **CO₂-Ausstoß verringern**. [↗ TABELLE 13 ANHANG](#) Gemessen an der gesamten Güterverkehrsleistung stagniert der Anteil des Schienengüterverkehrs weitgehend. Im Jahr 2022 betrug er rund 18 %. [↗ ZIFFER 70](#) Der Anteil der Binnenschifffahrt ist sogar rückläufig. Das im Koalitionsvertrag formulierte Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2030 einen **Anteil des Schienengüterverkehrs von 25 % am Modal Split zu erreichen, dürfte bei der gegenwärtigen Dynamik nicht zu realisieren sein** (SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, 2021). [↗ ABBILDUNG 45 LINKS](#) [↗ ZIFFER 76](#)

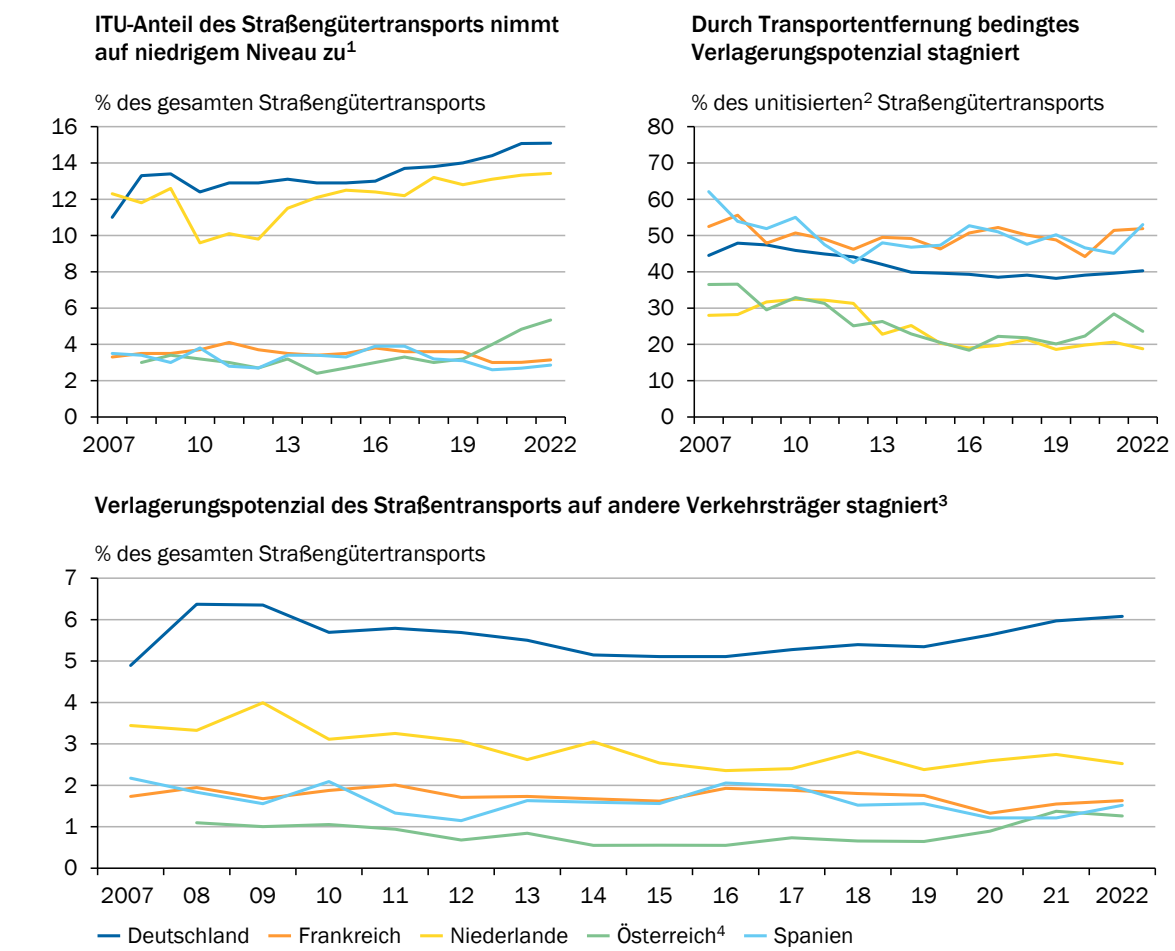
Geringes nachfrageseitiges Verlagerungspotenzial

93. Die **bestimmenden Faktoren für die Wahl des Transportmittels** sind die **Zugänglichkeit**, z. B. ob ein Gleisanschluss besteht oder ein Binnenhafen in der Region verfügbar ist, die **Transportdistanz**, die **Charakteristika der** zu transportierenden **Güter und Waren**, der **Umfang der Ladung** und die angestrebte **Transportzeit** (Tavasszy und van Meijeren, 2011). Da das Verladen von einem Transportmittel auf ein anderes zeitintensiv ist, wird ein intermodaler Transport unter Einbezug der Schiene meist nur von Nachfragern genutzt, die nicht auf zeitkritische Transporte angewiesen sind. Da für viele Waren und Vorprodukte allerdings die Lieferzeit kritischer ist (BNetzA, 2022a), ist der Anteil am gesamten Transportvolumen, für den eine Verlagerung vom Straßen- auf den Schienentransport ökonomisch sinnvoll ist, auf absehbare Zeit gering (Kreutzberger, 2004; Europäischer Rechnungshof, 2016; Puls, 2022; BNetzA, 2024a).
94. Zudem werden **die meisten Güter nicht in standardisierten Transportbehältern** wie Containern **transportiert**, sogenannten Intermodal Transport Units (ITU), die sich leicht zwischen Transportmitteln verladen lassen. Stattdessen werden, unter anderem aufgrund der geringen Gesamtsendungsgröße, wesentlich flexiblere Behälter wie z. B. Kartons oder Paletten genutzt. [↘ ABBILDUNG 44 OBEN LINKS](#) Etwa 40 % der straßengebundenen ITU-Transporte in Deutschland eignen sich aufgrund der Wegstrecke (über 300 km) für eine potenzielle Verlagerung von der Straße auf andere Transportmittel. [↘ ABBILDUNG 44 OBEN RECHTS](#) Da ITU-Transporte im gesamten straßengebundenen Transport allerdings nur einen Anteil von 15 % einnehmen, liegt das gesamte so bestimmte Verlagerungspotenzial in Deutschland bei 6 %. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern ist dieser Anteil hoch und steigt im Zeitverlauf leicht an. [↘ ABBILDUNG 44 UNTEN](#) Innovationen zur Weiterentwicklung von ITU, wie z. B. kleinere Subcontainer („Citybox“), und deren Handling bergen, unter anderem aufgrund von zeitintensiven Hürden für die Marktdurchdringung, erst mittelfristig Potenzial die Attraktivität von ITU-Transporten zu steigern (van Binsbergen et al., 2014; Europäische Kommission, 2022a; Kiani Mavi et al., 2022).
95. Eine starke **Verlagerung von Transporten**, insbesondere zeitkritischer kleinteiliger Güter (Kurier-, Express- und Paketdienste, Lebensmittel, Konsumgüter), **auf die Schiene wird** auch langfristig **nicht effizient sein** (Pinto et al., 2018; Puls, 2022). Für eine zumindest theoretische Möglichkeit, eine Verlagerung durchzuführen, fehlen unter anderem intermodale Hubs, die den kombinierten Güterverkehr ermöglichen und komplexere Logistikketten zulassen (Nothegger, 2023).
96. Der Schienengüterverkehr ist aufgrund der bedienten Transportmärkte insbesondere im grenzüberschreitenden Verkehr von Bedeutung. **Allerdings bestehen** historisch gewachsene **Inkompatibilitäten** der nationalen Eisenbahnnetze (Stoll et al., 2017). [↘ ZIFFERN 184 FF. ANHANG](#) Die EU hat es sich zum Ziel gesetzt, einen einheitlichen europäischen Eisenbahnraum zu schaffen. Um diesen zu stärken, ist der Ausbau der europäischen Eisenbahnkorridore im Transeuropäischen Verkehrsnetz (TEN-V-Netz) notwendig. [↘ ZIFFER 131](#) Für diesen Verkehr bestehen

schon intermodale Hubs, z. B. an den See- und Binnenhäfen sowie weiteren Umschlagplätzen. Die **Liberalisierung des Schienen(güter)verkehrs** im Lauf der 1990er- und 2000er-Jahre **innerhalb der EU hat jedoch nur geringfügige Veränderungen im Verkehrsaufkommen und bei der Wahl des Transportmittels bewirkt** (Eisenkopf et al., 2006). Aufgrund der unterschiedlichen Transportmärkte, die Schienengüterverkehr und LKW-Logistik bedienen, [ZIFFER 72](#) bedarf es mehr als einer reinen Zunahme des Wettbewerbs und sinkender relativer Preise des Schienengüterverkehrs gegenüber dem Straßenverkehr, um eine Verlagerung zu erreichen.

ABBILDUNG 44

Gütertransport in standardisierten Transporteinheiten und Verlagerungspotenzial



1 – Anteil des gesamten Straßengütertransports (in tkm) der in Intermodal Transport Units (ITU) transportiert wird, d. h. standardisierten Transporteinheiten, die für den Transport mit verschiedenen Verkehrsträgern geeignet sind. Solche ITU umfassen Container, Wechselbehälter und andere (von der Größe her) standardisierte Verpackungen, die mit einfachen Geräten (z. B. Kränen) bewegt werden können. 2 – Verlagerungspotenzial im unitisierten Verkehr der Straße in Prozent des unitisierten Straßengüterverkehrs. „Unitisierung“ drückt den Anteil der gesamten transportierten Güter aus, der in ITU transportiert wird. 3 – Das Verlagerungspotenzial gibt den potenziell zu verlagernden Anteil des unitisierten Straßengütertransports in Prozent des gesamten Straßengüterverkehrs an. 4 – Der von Eurostat angegebene ITU-Anteil des Jahres 2007 für Österreich erscheint im Zeitverlauf unplausibel hoch (24,6 %) und wird daher, genauso wie das Verlagerungspotenzial im gesamten Straßengüterverkehr (9 %), in der Abbildung nicht gezeigt.

Quellen: Eurostat, eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-113-01

97. Der Schienengüterverkehr bietet mit dem **Einzelwagenverkehr** [↗ GLOSSAR](#) grundsätzlich eine **Möglichkeit, auch kleinere Warenmengen mit der Bahn zu transportieren**. Kunden können dabei auch ohne direkten Gleisanschluss Güter in ITU per Bahn transportieren lassen. Innerhalb Deutschlands bietet momentan nur die DB Cargo AG flächendeckenden Einzelwagenverkehr an (DB Cargo, 2024a), allerdings ist dieser **Geschäftszweig seit Jahren defizitär** und machte im Jahr 2022 etwa die Hälfte des Gesamtverlusts von DB Cargo aus (Cordes, 2023). Gleichzeitig zeigen sich Kunden mit den Transportkosten unzufrieden (BNetzA, 2022a), was angesichts der fehlenden Konkurrenz und der hohen Defizite darauf hindeutet, dass die Kosten dieser Verkehrsart zu hoch sind, um im Verhältnis zum LKW-Transport ausreichend Nachfrage zu generieren. [↗ ZIFFER 198 ANHANG](#)

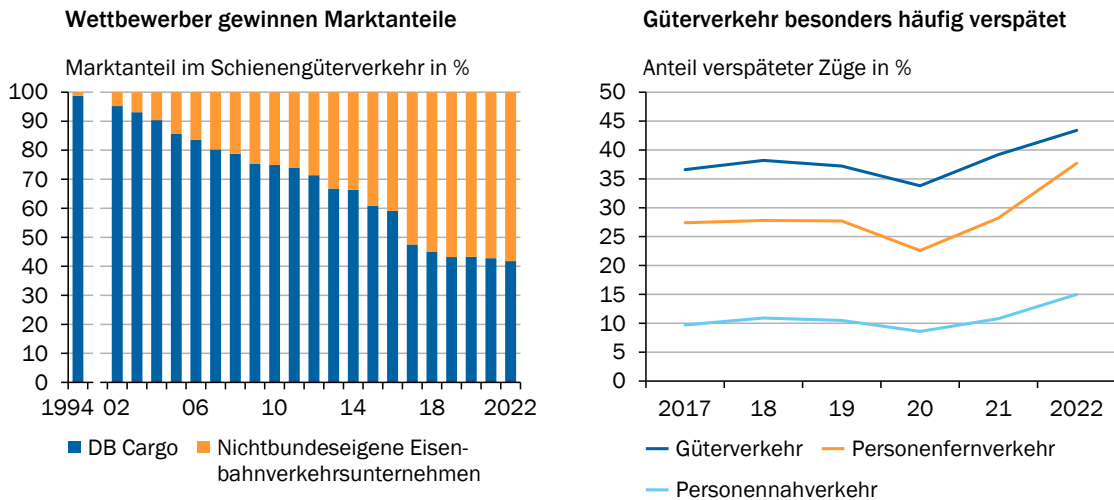
Verlagerung durch geringe Kapazität und Effizienz im Schienengüterverkehr nur eingeschränkt möglich

98. Selbst für Transporte, für die der Schienentransport eine Alternative zum Straßentransport darstellen könnte, [↗ ZIFFER 94](#) sind die tatsächlichen Verlagerungsmöglichkeiten aus anderen Gründen begrenzt. So hat das derzeitige **Schiennetz seine Kapazitätsgrenze erreicht** (DB, 2023a), was eine erhebliche Ausweitung des Schienengüterverkehrs verhindert (DB, 2023b, 2023c). Die Kapazität der Schiene wird durch **ineffiziente Prozesse** bei der Trassenzuteilung verknappt. [↗ ZIFFER 100](#) Vor allem führen die vielen, beispielsweise durch gestörte Weichen ausgelöst, Verspätungen dazu, dass Züge neu disponiert werden müssen. Dies geschieht bislang noch manuell, da automatisierte Systeme und Konnektivitäten zwischen Zügen und Leitstellen fehlen (Moosbrugger, 2008; Meirich, 2017; Eurailpress, 2023). [↗ ZIFFER 195 ANHANG](#)
99. Zudem ist **der Schienentransport momentan deutlich** langsamer und mit höheren Durchschnittsverspätungen verbunden als der Straßentransport. [↗ KASTEN 14](#) [↗ ABBILDUNG 45 RECHTS](#) Der Anteil der verspäteten Güterzüge lag im Jahr 2022 mit 43,4 % noch über dem im Personenfernverkehr mit 37,7 % (BNetzA, 2024a). [↗ ABBILDUNG 45 RECHTS](#) Vor allem im Einzelwagenverkehr ist die Unzufriedenheit der Kunden mit den generellen Transportzeiten und der Pünktlichkeit hoch (BNetzA, 2022a).

Die Deutsche Bahn nennt Baustellen als Hauptursache für den Anstieg der Verspätungen im Schienengüterverkehr im Jahr 2021 (Bundesregierung, 2022a). Allerdings sind die Verspätungszeiten schon seit Jahren erhöht. Ein **Umstieg auf den Schienentransport kann** deshalb **Umstellungen in Produktionsprozessen erforderlich machen**, die die betriebswirtschaftlichen Kosten erhöhen (just-in-time- und just-in-sequence-Ansätze müssten durch höhere Lagerhaltung und zusätzliche Pufferzeiten ersetzt werden). Allerdings sind die hohen Verspätungen ein endogenes Problem des schlechten Infrastrukturzustands und der hohen Kapazitätsauslastung. Eine deutliche Verbesserung des Zustands sowie ein Ausbau der Infrastruktur könnten die Verzögerungen und die dadurch entstehenden Ineffizienzen verringern.

[ABBILDUNG 45](#)

Wettbewerb und Pünktlichkeit im Schienenverkehr



Quellen: Bundesnetzagentur, DB
© Sachverständigenrat | 24-094-01

[KASTEN 14](#)

Hintergrund: Die Deutsche Bahn AG

Die **Deutsche Bahn AG (DB AG)** dominiert den Schienenverkehr in Deutschland. Im Jahr 2022 betrug ihr Anteil am Personennahverkehr 66 % und am Personenfernverkehr 96 %. Der Tochterkonzern DB Cargo AG erbrachte rund 41 % des Schienengüterverkehrs (BNetzA, 2024a). Zum 1.1.2024 wurden die Infrastruktursparten DB Netz AG und DB Station und Service AG in die gemeinwohlorientierte DB InfraGo AG verschmolzen. DB InfraGo AG betreibt rund 85 % des öffentlichen deutschen Schienennetzes, was einer Betriebslänge von mehr als 33 000 km entspricht (BNetzA, 2024a). Ihre Geschäftstätigkeit soll nach eigenen Angaben auf die Erreichung von drei politisch gesetzten Zielen ausgerichtet sein: die Verdoppelung der Verkehrsleistung im Schienenpersonenverkehr, die Steigerung des Marktanteils des Schienengüterverkehrs auf 25 % und die Umsetzung des Deutschlandtakts (DB InfraGo, 2024c).

Der **Bund ist Alleineigentümer der DB AG und verfassungsrechtlich zum Erhalt und Ausbau des Schienennetzes verpflichtet** (Artikel 87e GG). Während der Bund die Kosten für die Ersatzinvestitionen übernimmt, trägt die **DB AG die Kosten für die Instandhaltung**. Diese Zweiteilung führt zu Fehlanreizen für die DB AG, Instandhaltungsinvestitionen zu verzögern, bis Ersatzinvestitionen notwendig werden, die dann vom Bund zu finanzieren sind (Deutscher Bundestag, 2019). Die Folge sind Störungen und Verspätungen. Ob die DB AG ihrer Instandhaltungsverpflichtung ausreichend nachkommt und die gewährten Bundeszuschüsse für Ersatzinvestitionen nachhaltig einsetzt, soll anhand von Qualitätskennzahlen im Rahmen der LuFV überprüft werden, deren oberflächliche und unpräzise Ausgestaltung jedoch ebenfalls Fehlanreize setzt (Monopolkommission, 2019, 2023a). Inwiefern der geplante Nachtrag zur LuFV III und die neue LVInfraGO, die zum 1. Januar 2025 in Kraft treten soll, diese Fehlanreize adressiert, ist ungewiss (Bundesregierung, 2023b). Im Jahr 2023 erhielt die DB Netz AG Investitionszuschüsse in Höhe von 9,2 Mrd Euro aus öffentlichen Mitteln. Mit diesen Zuschüssen wurden im selben Jahr Infrastrukturinvestitionen in Höhe von 12,7 Mrd Euro getätigt (DB, 2024b).

Im Güterverkehr haben nicht-bundeseigene Eisenbahnunternehmen über Jahre Marktanteile hinzugewonnen, seit 2018 stagniert diese Entwicklung jedoch. [ABBILDUNG 45 LINKS](#) Im Jahr 2022 hatte der größte private Konkurrent der DB Cargo AG, Captrain Deutschland, einen Marktanteil von 6,1 % (mofair und Die Güterbahnen, 2023). [ABBILDUNG 45](#) Die DB Cargo AG schreibt

seit Langem Verluste, die sich im Jahr 2023 auf 583 Millionen Euro beliefen (DB Cargo, 2024b). [↗ ZIFFER 97](#) Auf Basis eines Ergebnisabführungsvertrags werden diese vollständig und unbefristet von der DB AG abgedeckt (DB Cargo, 2024b). Da der DB Cargo dadurch ungerechtfertigte Vorteile gegenüber Wettbewerbern entstehen könnten, hat die Europäische Kommission im Jahr 2022 ein Prüfverfahren eingeleitet (Europäische Kommission, 2022b). [↗ ZIFFER 198 ANHANG](#) Auch bei den nicht-bundeseigenen Güterverkehrsunternehmen lag die Umsatzrendite im Jahr 2022 aufgrund gestiegener Energie- und Personalkosten im negativen Bereich. Allerdings konnten sie in den Vorjahren stets eine positive Umsatzrendite von zwei bis vier Prozent erzielen (BNetzA, 2024a). Dennoch bestehen aufgrund der vertikal integrierten Konzernstruktur der DB AG weiterhin Hemmnisse für einen freien Wettbewerb auf der Schiene. Da der DB Konzern gleichzeitig Haupteigentümer und Nutzer der Schieneninfrastruktur ist, könnten andere Verkehrsunternehmen beispielsweise bei der Informationsweitergabe von Baustellenplanungen benachteiligt werden (Monopolkommission, 2023a).

100. Üblicherweise haben **Personenverkehre** in der Trassenbelegung **Vorrang gegenüber dem Güterverkehr**. Züge des Schienengüterverkehrs sind oftmals auf Strecken unterwegs, die auch von wesentlich schnelleren Zügen im Fernverkehr genutzt werden. Die Zuweisung der Trassen im Fahrplan erfolgt normalerweise nur bei Überschneidungen der Trassenbuchung nach Vorrangregeln. Diese Regeln sehen vor, dass vertakteten oder eingebundenen Verkehren [↗ GLOSSAR](#) die höchste Priorität eingeräumt wird, es folgen grenzüberschreitende Verkehre und zuletzt der Schienengüterverkehr (DB Netz, 2024). **Demnach wird eingebundenem, grenzüberschreitendem Güterverkehr die höchste Priorität eingeräumt**, was vor allem die TEN-V-Güterverkehrskorridore betrifft. [↗ ZIFFER 96 UND 184 FF.](#)

Der Schienengüterverkehr scheint also nur scheinbar benachteiligt, da er vor allem im getakteten Verkehr, also auf regelmäßig befahrenen Strecken, dem Personenverkehr gleichgestellt ist. **Auf der Strecke selbst**, d. h. nachdem die Trassenzuweisung im Fahrplan erfolgt ist, **besteht keine grundsätzliche Vorrangregel** der verschiedenen Verkehre gegeneinander (DB Netz, 2024). Allerdings führt die oftmals notwendige Neu-Disposition der Züge nach Störungen dazu, dass der langsamere Schienengüterverkehr den übrigen Zügen Vorrang einräumen muss, was Verspätungszeiten und Folgestörungen nach sich ziehen kann (BNetzA, 2015). [↗ ZIFFER 134](#)

101. Die Möglichkeiten für die **Verlagerung des Güterverkehrs auf Binnenschiffe** sind aus ähnlichen Gründen wie bei der Bahn **begrenzt**. Beispielsweise unterscheiden sich die bedienten Güter- und Transportmärkte stark vom typischen LKW-Transport (UBA, 2022). Die Transportkosten sind nur bei voll beladenen Binnenschiffen und Distanzen von über 200 km niedriger als im straßengebundenen Transport. Zudem ist das Wasserstraßennetz regional begrenzt und die Möglichkeit des Ausbaus der Wasserstraßen eingeschränkt (BMVI, 2020). Gleichzeitig ist Schiffsdiesel besonders emissionsintensiv in Partikeln und Stickoxiden [↗ TABELLE 13 ANHANG](#) und die saisonalen Unsicherheiten der Befahrbarkeit der Wasserstraßen nehmen aufgrund des Klimawandels zu. [↗ KASTEN 12](#)

2. Straßengüterverkehr dekarbonisieren

102. Um das gesetzte Ziel eines vollständig klimaneutralen Güterverkehrs bis zum Jahr 2045 zu erreichen, ist ein **steiler Markthochlauf emissionsarmer Nutzfahrzeuge in den kommenden Jahren erforderlich**. Die Bundesregierung (2019a) zielt mit ihrem Klimaschutzprogramm 2030 darauf ab, dass im schweren Straßengüterverkehr [↗ ZIFFER 83](#) bis zum Jahr 2030 ein Drittel der Fahrleistung elektrisch oder unter Verwendung strombasierter Kraftstoffe erbracht wird. Der heutige Straßentransport ist allerdings mit 97 % der LKW-Neuzulassungen noch von Diesel-LKW dominiert (ACEA, 2024).

BE-LKW mit höchster Marktreife für den Einsatz im Straßengüterverkehr

103. **Für den dekarbonisierten Straßengüterverkehr kommen unterschiedliche Antriebskonzepte in Frage**, die jeweils spezifische Vor- und Nachteile aufweisen. Hierzu gehören batterieelektrische Antriebe, Wasserstoffantriebe, Oberleitungen sowie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, die durch synthetische Kraftstoffe betrieben werden. Alle diese Technologien weisen unterschiedliche Reifegrade auf (Lischke, 2023). Zudem unterscheiden sie sich in Bezug auf Nutzlast, Energieeffizienz, Reichweite, Anschaffungs- und Betriebskosten sowie die Tank- bzw. Ladedauer. [↗ KASTEN 15](#) Darüber hinaus sind unterschiedliche Herausforderungen bei der Skalierung der Lade- und Tankinfrastruktur zu meistern (etwa bezüglich Flächenverfügbarkeiten, Koordination von Rast- sowie Lade- und Tankzeiten, Ausbau der Stromversorgung oder mit Blick auf die Wasserstoffverfügbarkeit). Zudem ist die Anschlussfähigkeit an die europäische Transformationsstrategie zu beachten.
104. **Im Güternah- und Verteilverkehr** bestehen mit heute bereits verfügbaren Reichweiten von batterieelektrischen LKW (BE-LKW) [↗ KASTEN 15](#) **wenig Zweifel an der techno-ökonomischen Machbarkeit eines flächendeckenden Einsatzes von BE-LKW**, auch aufgrund hoher Synergieeffekte mit batterieelektrischen PKW (BE-PKW; Link und Plötz, 2022; Tol et al., 2022; Winkler et al., 2022; Frieske et al., 2023; NOW, 2023a). Wie aktuelle Studien berichten, sind die Potenziale von batterieelektrischen Antrieben für den Güterfernverkehr in der Vergangenheit unterschätzt worden (Hoekstra, 2019; Liimatainen et al., 2019; McKinnon, 2021; Nykvist und Olsson, 2021; Bhardwaj und Mostofi, 2022). Die enormen technologischen Fortschritte der letzten zehn Jahre bei der Batteriezelle erlauben höhere Reichweiten (Löbberding et al., 2020) und eine erhebliche Verkürzung der Ladezeiten (Mukhopadhyay, 2019). Innerhalb der letzten Dekade sind zudem die Produktionskosten der Lithium-Ionen-Batterie um 85 % gesunken, weitere Kostenreduktionen sind zu erwarten (Orangi et al., 2024). Die Internationale Energieagentur (IEA) geht davon aus, dass weitere Innovationen in der Batteriechemie und -herstellung die durchschnittlichen Kosten für Lithium-Ionen-Batterien zwischen 2023 und 2030 um weitere 40 % senken werden (IEA, 2024). Bis zum Jahr 2030 besteht das Potenzial, durch weiter optimierte Batterietechnologien volumen- und gewichtseinsparende Innovationen voranzutreiben und damit die Reichweite von BE-LKW noch einmal deutlich zu steigern.

(Thielmann et al., 2020). Der Einsatz von Natrium-Ionen-Batterien in Elektrofahrzeugen bietet zudem Potenziale für die Reduzierung von Rohstoffabhängigkeiten und für massive weitere Leistungssteigerungen (IEA, 2024).

Mit einer leistungsfähigen Ladetechnologie sind aus technologischer Sicht **rein batterieelektrische Anwendungen für alle Einsatzprofile im Güterverkehr denkbar** (Jöhrens et al., 2022; Tol et al., 2022; Zähringer et al., 2022; Alonso-Villar et al., 2023; Cheng und Lin, 2024; Plötz et al., 2024). Einige besonders anspruchsvolle Anwendungsfälle für Nutzfahrzeuge, beispielsweise im Bergbau, auf Baustellen, bei extremer Kälte oder Hitze sowie bei schwer planbaren mehrtätigen Fernverkehrstransporten, dürften sich auch zukünftig nur schwer elektrifizieren lassen. Sie könnten künftig parallel zum BE-LKW den Einsatz alternativer emissionsarmer Antriebstechnologien [↘ KASTEN 15](#) erforderlich machen. Im gesamten Straßengüterverkehr spielen solche Anwendungen jedoch nur eine Nischenrolle. [↘ ZIFFERN 70 FF.](#)

105. Aufgrund der höheren Energiedichte von komprimiertem Wasserstoff erlauben Brennstoffzellen-LKW (FCE-LKW) im Vergleich zu BE-LKW theoretisch höhere Reichweiten und eine kürzere Betankungsdauer im Vergleich zur Ladedauer. Diese in der Debatte häufig stark betonten **komparativen Vorteile beim Einsatz von Wasserstoff im LKW gegenüber dem batterieelektrischen Antrieb relativieren sich** jedoch zunehmend **durch die Entwicklung der Batterie- und Ladetechnik**, wodurch ein breiter Einsatz von FCE-LKW im Straßengüterverkehr immer weniger wahrscheinlich wird (Plötz et al., 2022; Albatayneh et al., 2023; Orangi et al., 2024). [↘ ZIFFER 104](#) Wasserstoff-Kraftstoffoptionen mit höheren Energiespeicherdichten, die zukünftig Reichweiten von bis zu 1 000 km bei einer Betankungsdauer von zehn bis fünfzehn Minuten ermöglichen könnten, befinden sich erst im Erprobungsstadium. Diese sowie weitere bestehende technische und marktliche Unsicherheiten hinsichtlich Fahrzeugen [↘ KASTEN 15](#) und Betankung [↘ KASTEN 17](#) verzögern die Marktreife von FCE-LKW. Auch weitere Antriebsoptionen für LKW wie Oberleitungs-Hybrid-LKW und synthetische Kraftstoffe stehen noch vor Hürden, bevor sie für einen Einsatz im Straßengüterverkehr denkbar wären. [↘ KASTEN 15](#) Insgesamt stellen **BE-LKW** daher **nach derzeitigem Stand für den Straßengüterverkehr** die Antriebstechnologie mit der **höchsten Marktreife** dar.
106. Zumindest kurz- bis mittelfristig unterscheiden sich die **Emissionsreduktionspotenziale, die im Straßengüterverkehr mit verschiedenen Antriebstechnologien realisiert werden können**. Aufgrund der hohen Laufleistung erlauben BE-LKW, trotz vergleichsweise hoher THG-Emissionen im Produktionsprozess, über den gesamten Lebenszyklus hinweg bereits beim heutigen Strommix deutliche Emissionsreduktionen (Wolff et al., 2020). Heutiger Wasserstoff wird nahezu ausschließlich aus fossilen Energieträgern gewonnen und lediglich 5 % der weltweiten Produktion werden gehandelt (Hebling et al., 2019). Die künftige Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff in Deutschland ist ungewiss (Odenweller et al., 2022). Für die Anwendung im Straßengüterverkehr bestehen zudem Nutzungskonflikte, insbesondere mit der Industrie, wo sich Anwendungen teilweise nicht oder nur schwer elektrifizieren lassen (Castelvecchi, 2022).

Verschiedene Metastudien zeigen eine extrem **hohe Bandbreite an Schätzungen zu zukünftigem Bedarf und Angebot an grünem Wasserstoff** in Deutschland in den Jahren 2030 und 2050 (Hebling et al., 2019; IRENA, 2022; Europäische Kommission, 2023b; Scheller et al., 2023). Wie viel grüner Wasserstoff künftig in Deutschland verfügbar sein wird, hängt einerseits von der künftigen inländischen Produktionsmenge ab, deren Wirtschaftlichkeit wiederum maßgeblich durch zukünftige Strom- und Importpreise bedingt wird (Scheller et al., 2023), und andererseits davon, ob Absichtserklärungen für Importvorhaben (BMBF, 2023) realisiert werden können. Trotz ehrgeiziger Ankündigungen kam der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zuletzt weltweit nur schleppend voran (IEA, 2022; Niemeier et al., 2024). Das **gilt auch für E-Fuels**, die heute noch nicht kommerziell verfügbar sind. Alle weltweit bis 2035 angekündigten neuen E-Fuel-Projekte entsprächen zusammen nur etwa 10 % der unverzichtbaren E-Fuel-Bedarfe Deutschlands (Ueckerdt et al., 2021; Ueckerdt und Odenweller, 2023). Es ist daher insgesamt nicht zu erwarten, dass diese Technologien in nennenswertem Umfang zur Erreichung der Emissionsziele 2030 [↘ ZIFFERN 80 UND 102](#) beitragen können.

107. Im Zuge der Antriebswende rückt die **Verfügbarkeit und verlässliche Versorgung mit Rohstoffen** zunehmend in den Fokus (Backhaus, 2021). Dies gilt **für BE-LKW und FCE-LKW in gleicher Weise**. Beide Antriebsarten basieren auf dem Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien und elektrischen Traktionsmotoren als Schlüsseltechnologien, die wiederum auf die Verfügbarkeit von Lithium, Kobalt und Seltenen Erden angewiesen sind (Thielmann et al., 2020). Die Produktion von Brennstoffzellen hängt zudem von der Verfügbarkeit weiterer kritischer Rohstoffe, wie beispielsweise Platin, ab (JG 2022 Tabelle 24). **Für weite Teile der Wertschöpfungsketten besteht** auf der Anbieterseite eine **starke Länderkonzentration**. Für Lithium-Ionen-Batterien und Elektromotoren sind Unternehmen aus China dominante Anbieter, für Platinmetalle sind dies Anbieter aus Südafrika und Russland (Buchert et al., 2023; JG 2022 Ziffern 486ff.). Durch die verschiedenen bereits angestoßenen europäischen Initiativen zur Batterieproduktion kann sich Europa künftig strategisch unabhängiger von anderen Ländern aufstellen (T&E, 2023).

Die Elektrifizierung des LKW-Verkehrs, sowohl durch BE-LKW als auch durch FCE-LKW, **erlaubt große Treibhausgasminderungen bei vergleichsweise geringen zusätzlichen Rohstoffbedarfen** (Buchert et al., 2023). Durch Innovationen bei der Produktion von Schlüsselkomponenten für die Antriebswende lassen sich Rohstoffabhängigkeiten weiter deutlich reduzieren (Dühen et al., 2020; IEA, 2024). So kann beispielweise die Natrium-Ionen-Batterie gänzlich ohne kritische Rohstoffe hergestellt werden und bietet zudem Chancen für Wertschöpfung in Deutschland (Fraunhofer IKTS, 2023). Nichtsdestotrotz sollten beim Hochlauf emissionsarmer Antriebe Recycling- und Zweitnutzungspotenziale für Schlüsselrohstoffe konsequent erschlossen werden (Buchert und Sutter, 2020).

➤ KASTEN 15

Hintergrund: Alternative Antriebstechnologien für LKW

Bei **batterieelektrischen LKW** (BE-LKW) wird ein Batteriespeicher im Fahrzeug verbaut und der Antrieb erfolgt strombasiert über einen oder mehrere Elektromotoren. Die Alltagstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit von BE-LKW hängt wesentlich von der Entwicklung der Batterietechnologie ab. Die enormen Innovationssprünge der vergangenen Jahre bei der Batterieentwicklung ermöglichen heute Reichweiten schwerer Nutzfahrzeuge von etwa 500 km ohne signifikante Einbußen bei der Nutzlast, weitere Innovationssprünge sind zu erwarten. ➤ ZIFFER 104 Bei allen großen deutschen Nutzfahrzeugherstellern sind BE-LKW bereits bestellbar.

In **Brennstoffzellen-LKW** (FCE-LKW) wird Wasserstoff in Strom für den elektrischen Antriebsstrang umgewandelt. Hersteller erproben aktuell für den Güterfernverkehr geeignete Fahrzeuge mit Reichweiten von bis zu 1 000 Kilometern. Dies erfordert Wasserstofftanks mit größerer Speicherkapazität als bisher (Frieske et al., 2023; Zerhusen et al., 2023). Hierfür bestehen noch Forschungs- und Entwicklungsbedarfe (NWR, 2023a; Zerhusen et al., 2023). Zudem herrscht noch Unsicherheit darüber, ob Wasserstoff in FCE-LKW künftig in gasförmigem oder flüssigem Zustand eingesetzt wird. Nutzfahrzeughersteller erwarten die Technologie- und Serienreife für FCE-LKW daher erst gegen Ende des Jahrzehnts (NOW, 2023a). Aufgrund der Umwandlungsprozesse bei der Herstellung und dem Transport von Wasserstoff sowie der Rückverstromung im Fahrzeug ist der technische Wirkungsgrad von FCE-LKW deutlich schlechter als bei direkter batteriebetriebener Stromnutzung (Hosseini und Butler, 2020).

Eine weitere Option der Energieversorgung von Nutzfahrzeugen ist die direkte Bereitstellung der **Antriebsenergie aus** an der Fahrbahn installierten **Oberleitungssystemen**. Oberleitungs-Hybrid-LKW nutzen den Strom einer Oberleitung und legen Strecken abseits der Oberleitungen mit einer Batterie zurück. Sie haben den Vorteil, dass das Batteriesystem während der Fahrt geladen werden kann, wodurch Standzeiten zum Nachladen vermieden oder reduziert werden können. Die Technologie von Fahrzeugen und Infrastruktur hat derzeit noch keine Serienreife. Nutzfahrzeughersteller schreiben der Antriebstechnologie **insgesamt nur ein geringes Marktpotenzial** zu (NOW, 2023a).

Als Alternative zur Elektrifizierung von Antrieben wird diskutiert, **LKW** mit Verbrennungsmotoren künftig **mit synthetischen Kraftstoffen** aus erneuerbarem Strom (E-Fuels) zu betreiben. Synthetische Kraftstoffe haben den Vorteil der Nutzung weitestgehend bestehender Antriebstechnik sowie einer etablierten Versorgungsinfrastruktur und sind damit theoretisch unmittelbar einsatzbereit. Allerdings werden E-Fuels bisher nur in Demonstrations- und Pilotanlagen hergestellt und sind, auch aufgrund hoher Herstellungskosten, **noch weit von der Möglichkeit einer flächendeckenden Versorgung entfernt** (Ueckerdt et al., 2021). LKW mit Verbrennungsmotoren können auch mit synthetisch hergestellten Kraftstoffen aus biogenen Rest- und Abfallstoffen (z. B. Biodiesel) betrieben werden. Ihre CO₂-Bilanz ist von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängig und kann von einer großen Emissionseinsparung bis hin zu einer Erhöhung der Emissionen gegenüber LKW mit konventionellen Kraftstoffen führen (Wietschel et al., 2019). Aufgrund des begrenzten Biomassepotenzials von heimischen Reststoffen ist ungewiss, in welchem Umfang solche Kraftstoffe künftig zur Verfügung stehen können.

Alternative Antriebe können gegenüber dem Diesel zeitnah Wirtschaftlichkeit erreichen

108. Der Straßengüterverkehr ist durch einen hohen Wettbewerbsdruck gekennzeichnet, der sich in sehr geringen Preissetzungsspielräumen widerspiegelt (Wieland, 2010; DSGVO, 2023). **Für den Markterfolg einer Antriebstechnologie sind daher konkurrenzfähige Gesamtbetriebskosten (Total Costs of Ownership, TCO) entscheidend.** [↗ PLUSTEXT 3](#)



↗ PLUSTEXT 3

Begriffserklärung: Total Costs of Ownership (TCO)

Gesamtbetriebskosten (Total costs of ownership, TCO) berücksichtigen nicht nur die Anschaffungskosten eines Fahrzeugs, sondern **alle Aspekte der späteren Nutzung** wie Energiekosten, Reparaturkosten oder Wartungskosten **über den gesamten Lebenszyklus** hinweg. Ein einheitliches Modell für die TCO-Berechnung existiert nicht. So werden teilweise auch Versicherungskosten, Infrastrukturkosten oder Kfz-Steuern in TCO-Kalkulationen berücksichtigt. Der Restwert eines Fahrzeugs wird für alle alternativen Antriebsarten gleich berechnet, weil die Unsicherheiten über eine Nachnutzung gleichermaßen hoch sind, und ergibt sich durch Abschreibung des Kaufwerts mit einer jahres- oder kilometerabhängigen Rate. Der Verschleiß der Batterie wird bei BE-LKW gesondert berücksichtigt. In einigen Studien werden zudem staatliche Steuerungsinstrumente wie die CO₂-Bepreisung oder die LKW-Maut mit einbezogen.

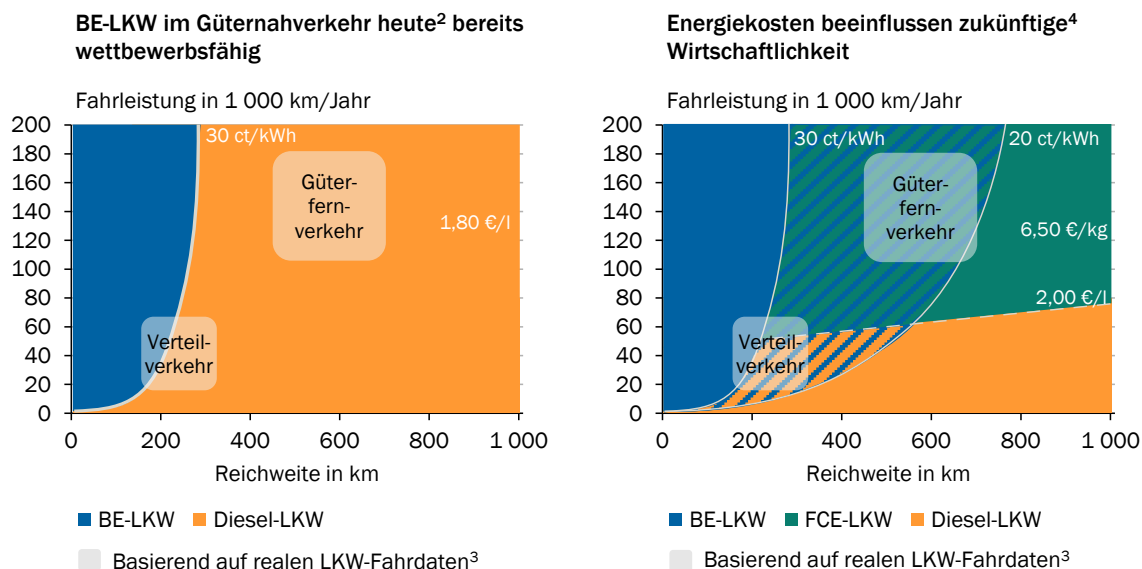
109. Eine TCO-Kostenberechnung auf Basis heutiger Herstellkosten der Fahrzeugkomponenten und unter Berücksichtigung von Betriebs- und Instandhaltungskosten zeigt, dass der **Güternahverkehr und Teile des Verteilverkehrs** bis ca. 300 km Reichweite bereits bei heutigen Energiepreisen **am wirtschaftlichsten durch BE-LKW abgedeckt** werden können. [↗ ABBILDUNG 46 LINKS](#) Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Link und Plötz, 2022). Solche Anwendungsfälle umfassen ca. 75 % aller LKW-Transporte und damit bereits einen Großteil der inländischen Straßengütertransporte. [↗ ZIFFER 72](#) Dass der heutige Straßengüterverkehr trotzdem durch Diesel-LKW geprägt ist, [↗ ZIFFER 102](#) dürfte maßgeblich auf die noch nicht flächendeckend vorhandene Ladeinfrastruktur für BE-LKW zurückzuführen sein. Anwendungsfälle mit höherer Reichweite und höherer Fahrleistung werden hingegen heute noch am wirtschaftlichsten durch Diesel-LKW abgedeckt. Bei heutigen Preisen für Wasserstoff erreicht dieser auch bei hoher Reichweite und Fahrleistung keine Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Diesel-LKW. [↗ ABBILDUNG 46 LINKS](#)
110. Durch den nationalen CO₂-Preis, die CO₂-Komponente der LKW-Maut und perspektivisch das EU-ETS II [↗ ZIFFER 85](#) wird der Betrieb von Diesel-LKW in den kommenden Jahren zunehmend teurer und unattraktiver werden. **Steigt der Diesel-Preis, werden BE-LKW und FCE-LKW relativ zum Diesel-LKW automatisch wirtschaftlicher**, während andere technisch mögliche Optionen [↗ KASTEN 15](#) in den Hintergrund rücken. [↗ ABBILDUNG 46 RECHTS](#) Der BE-LKW gewinnt

dann vom Nah- und Verteilverkehr ausgehend gegenüber dem Diesel-LKW Wirtschaftlichkeit hinzu, der FCE-LKW zunächst für sehr hohe Reichweiten und Fahrleistungen, die im Güterverkehr praktisch keine Rolle spielen.

111. Welcher Antrieb künftig als **wirtschaftlichster emissionsarmer LKW-Antrieb den Straßengüterfernverkehr** bedienen kann, wird maßgeblich durch das Verhältnis der zukünftigen Marktpreise von Strom zu Wasserstoff beeinflusst. Die dargestellte TCO-Kostenberechnung zeigt, dass bei einem künftigen Preis für Ladestrom von 20 Cent je kWh BE-LKW praktisch den gesamten Güterfernverkehr in Deutschland wirtschaftlicher abdecken könnten als alternative Antriebsarten. [ABBILDUNG 46 RECHTS](#) Wenn der Strompreis unverändert bei 30 Cent je kWh bleibt, aber der Wasserstoff-Kraftstoffpreis künftig unter 6,50 Euro je kg fällt, sind in der Berechnung hingegen FCE-LKW die wirtschaftlichste Option für den Güterfernverkehr. Diese Ergebnisse decken sich mit anderen Studien zur TCO-Kostenparität (Ahluwalia et al., 2022; Basma et al., 2022). Zu berücksichtigen ist bei dieser Betrachtung allerdings, dass FCE-LKW aufgrund ihres geringeren technischen Wirkungsgrads [KASTEN 15](#) etwa doppelt so viel eingesetzte Energie für die gleiche Strecke benötigen wie BE-LKW.
112. Welche Erzeugungskosten und Marktpreise sich für Strom und Wasserstoff zukünftig tatsächlich einstellen werden, hängt von verschiedenen Faktoren ab und

[ABBILDUNG 46](#)

Gesamtbetriebskosten nach Fahrleistung und Reichweite¹



1 – Gesamtbetriebskosten basierend auf aktuellen Herstellkosten der Fahrzeugkomponenten (Brennstoffzelle 130 Euro je kW, Wasserstofftank 415 Euro je kg und Batteriepack 120 Euro je kWh) sowie Kosten für Betrieb und Instandhaltung basierend auf König et al. (2021). Gezeigt wird der Antrieb mit den jeweils niedrigsten Gesamtkosten. 2 – Bei einem Marktpreis für Ladestrom von 30 Cent je kWh, einem Diesel-Preis an der Tankstelle von 1,80 Euro je Liter und einem Wasserstoff-Kraftstoffpreis von 10 Euro je kg. In diesem Szenario hat der FCE-LKW für keinen Anwendungsfall die günstigsten Gesamtbetriebskosten. 3 – Die eingezeichneten Einsatzgebiete „Verteilverkehr“ und „Güterfernverkehr“ basieren auf realen LKW-Fahrdaten deutscher Flottenbetreiber nach Balke und Adenaw (2023). 4 – Bei einem Marktpreis für Ladestrom zwischen 20 Cent je kWh und 30 Cent je kWh, einem Diesel-Preis an der Tankstelle von 2 Euro je Liter und einem Wasserstoff-Kraftstoffpreis von 6,50 Euro je kg.

Quellen: Balke und Adenaw (2023), Wolff et al. (2020), Wolff und Balke (2024), eigene Darstellung

© Sachverständigenrat | 24-100-02

ist mit hoher Unsicherheit behaftet (World Energy Council, 2021; EWI, 2022; Pehnt et al., 2023; vbw, 2023; Wietschel et al., 2023). Abhängig davon, wo geladen wird, [↗ ZIFFER 116](#) unterscheidet sich der **Marktpreis für Ladestrom**. Besonders teuer dürfte für LKW künftig das Schnellladen entlang der Autobahn sein (Hildermeier und Jahn, 2024). Das Laden im privaten Depot dürfte, auch aufgrund der bestehenden Potenziale für die Vor-Ort-Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen, [↗ KASTEN 16](#) erheblich günstiger sein. Insgesamt halten verschiedene Studien einen durchschnittlichen Marktpreis für Ladestrom von LKW **zwischen 20 und 30 Cent je Kilowattstunde (kWh) im Jahr 2030** für realistisch (Jöhrens et al., 2022; Göckeler et al., 2023).

Wasserstoff-Kraftstoffkosten liegen heute meist in einem Bereich von 10 bis 15 Euro je kg. Mittelfristig **könnten sich** diese, Studien zufolge, **auf 4 bis 6 Euro je kg reduzieren lassen**. **Erforderlich für einen solchen Kostenrückgang wären jedoch Skaleneffekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette, staatliche Förderung** sowie eine hohe Auslastung der Versorgungs- und Betankungsinfrastruktur (Basma et al., 2022; Zerhusen et al., 2023). Dies unterstellt außerdem, dass der Verkauf von Wasserstoff an der Tankstelle wie **bislang steuer- und abgabenfrei** erfolgt und keine Internalisierung der staatlichen Kosten für den Aufbau des Wasserstoffnetzes erfolgt. Die oben unterstellten Marktpreise für Strom bestehen hingegen etwa zur Hälfte aus Steuern, Abgaben und gesetzlich regulierten Netzentgelten. Ein Vergleich von Strom- und Wasserstoffpreis ist deshalb zuungunsten des Marktpreises für Strom verzerrt. Sollten künftig, analog zum Strompreis, auch für Wasserstoff Steuern, Abgaben und Netzentgelte erhoben werden, dürften Marktpreise für Wasserstoff-Kraftstoff deutlich höher als die hier genannten steuerfreien Preise liegen.

- 113. Für die Wirtschaftlichkeit der neuen Antriebstechnologien ist auch der Zweitmarkt für LKW relevant.** Während heute ein Großteil gebrauchter Diesel-LKW nach Afrika und Süd-/Osteuropa abgesetzt werden kann, können LKW mit alternativen Antrieben nur dort sinnvoll eingesetzt werden, wo eine entsprechende Infrastruktur vorhanden ist. Aufgrund der bestehenden Unsicherheit darüber ist der Residualwert von Diesel-LKW höher als der von LKW mit alternativen Antrieben. [↗ PLUSTEXT 3](#)

Die **Nachnutzungsoptionen für LKW mit alternativen Antrieben** sind aktuell **noch unsicher**. Die Lebensdauer von BE-LKW und ihrer wichtigsten Komponente, der Batterie, könnte zukünftig jedoch, anders als beim Diesel-LKW oder dem FCE-LKW, nicht mehr synchron verlaufen. Neue Geschäftsmodelle zielen darauf ab, BE-LKW nach Ende der Lebensdauer der Batterie weiter auf dem Erstmarkt zu nutzen, nachdem sie mit einer neuen oder aufbereiteten Batterie aufgerüstet wurden (Berylls, 2023). Die **Restwerte von Fahrzeug und Batterie könnten dann fortan getrennt betrachtet werden**. Second-Life-Anwendungen aus gebrauchten Batterien haben das Potenzial, die Gesamtbetriebskosten des BE-LKW gegenüber anderen alternativen Antriebstechnologien deutlich zu verbessern (Lebeau et al., 2019). Und schließlich lässt sich durch Recycling der Batterie ihr Materialwert nutzen. Aufgrund der Umweltwirkungen bei Rohstoffgewinnung, Herstellung und Entsorgung ist Batterierecycling ohnehin erstrebenswert (Thielmann et al., 2020). [↗ ZIFFER 107](#)

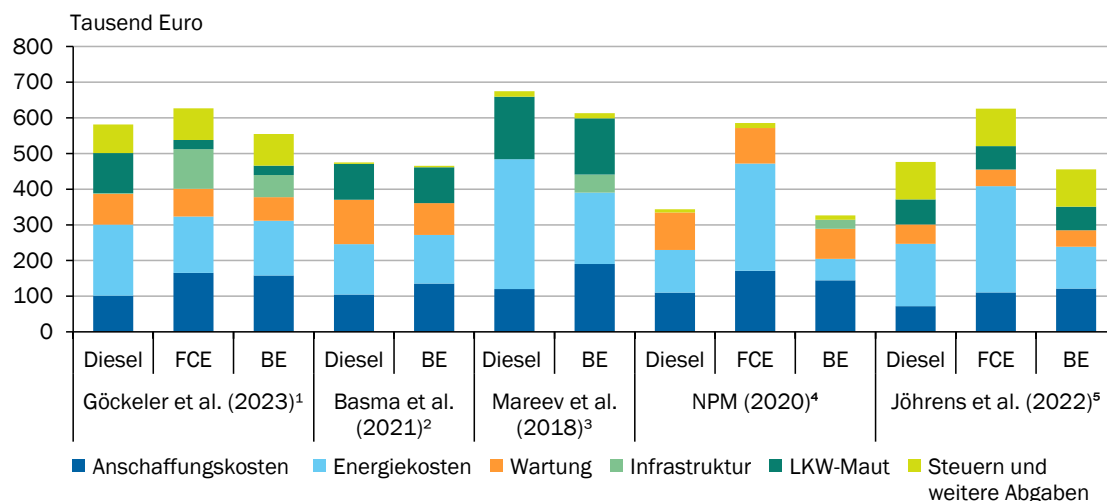
114. Die **Wettbewerbsfähigkeit von Technologieoptionen** lässt sich **durch staatliche Steuerungsinstrumente entscheidend beeinflussen**. So stellen beispielsweise die Steuern und Zuschläge, die in Deutschland auf die Stromproduktion und -übertragung erhoben werden, einen entscheidenden Hebel für günstigere Strompreise dar und haben somit, neben steigenden fossilen Kraftstoffkosten, Einfluss auf das Erreichen der TCO-Parität des BE-LKW mit dem Diesel-LKW (Basma et al., 2021; Bushnell et al., 2021). [ZIFFER 147](#) Die künftige Rolle von BE-LKW und FCE-LKW im Straßengüterfernverkehr hängt daher auch von den politisch gesetzten Rahmenbedingungen ab, der weiteren technologischen Entwicklung und der Verfügbarkeit von Infrastrukturen.

115. Werden solche weiteren Faktoren, insbesondere die Kosten für den Aufbau der Energieinfrastruktur, die Energieeffizienz und staatliche Steuerungsinstrumente wie die LKW-Maut mit einbezogen, zeigen verschiedene Studien, dass **BE-LKW auch im Güterfernverkehr bereits im Jahr 2030 vergleichbare Gesamtbetriebskosten wie Diesel-LKW** erzielen können (Mareev et al., 2018; NPM, 2020; Basma et al., 2021; Wolff et al., 2021; Jöhrens et al., 2022; Tol et al., 2022; Burke et al., 2023). In den betrachteten Studien besteht eine große Heterogenität hinsichtlich der Annahmen beispielsweise zu Einsatzprofilen und Energiekosten in verschiedenen berechneten Szenarien. Insgesamt kommen sie jedoch

[ABBILDUNG 47](#)

Schätzungen der Gesamtbetriebskosten verschiedener LKW-Antriebsarten im Jahr 2030

BE-LKW im Güterfernverkehr verschiedenen Studien zufolge künftig wettbewerbsfähig gegenüber dem Diesel-LKW



1 – Gesamtbetriebskosten für eine Sattelzugmaschine (40 t) mit Jahresfahrleistung von 120 000 km. Anschaffungsjahr 2030. BE-LKW mit Reichweite 600 km. Szenario „recharge2035“. 2 – Gesamtbetriebskosten für eine Sattelzugmaschine (40 t) mit Gesamtfahrleistung von 790 000 km nach 5 Jahren. Anschaffungsjahr 2029. BE-LKW mit 500 km Reichweite. Energiekosten beinhalten die Kosten für öffentliche und private Ladeinfrastruktur. 3 – Gesamtbetriebskosten für eine Sattelzugmaschine (40 t) mit Gesamtfahrleistung von 939 640 km. Anschaffungsjahr 2030. Batteriekapazität von 600 kWh. „Average Route“, Szenarien 1 & 7. 4 – Gesamtbetriebskosten für eine Sattelzugmaschine (40 t) mit Nutzungsdauer von 6 Jahren. Anschaffungsjahr 2030. Szenario ohne staatliche Steuerungsinstrumente mit sinkenden Fahrzeugpreisen. Ohne Kosten für Ausfalltage. Nur Anschaffungskosten der privaten Ladeinfrastruktur bei BE-LKW berücksichtigt. Kosten der öffentlichen Ladeinfrastruktur (BE, FCE) nicht berücksichtigt. 5 – Gesamtbetriebskosten für ein schweres Nutzfahrzeug (> 26 t) mit Gesamtfahrleistung von 468 100 km bis Verkauf. Anschaffungsjahr 2030. Ohne Arbeitskosten und keine Berücksichtigung der Kosten für private und öffentliche Ladeinfrastruktur (BE, FCE).

Quellen: Basma et al. (2021), Göckeler et al. (2023), Jöhrens et al. (2022), Mareev et al. (2018), NPM (2020), eigene Berechnungen
© Sachverständigenrat | 24-107-01

zum Ergebnis, dass BE-LKW bereits in näherer Zukunft eine Wirtschaftlichkeit gegenüber Diesel-LKW und FCE-LKW im Straßengüterfernverkehr erreichen können. [↗ ABBILDUNG 47](#)

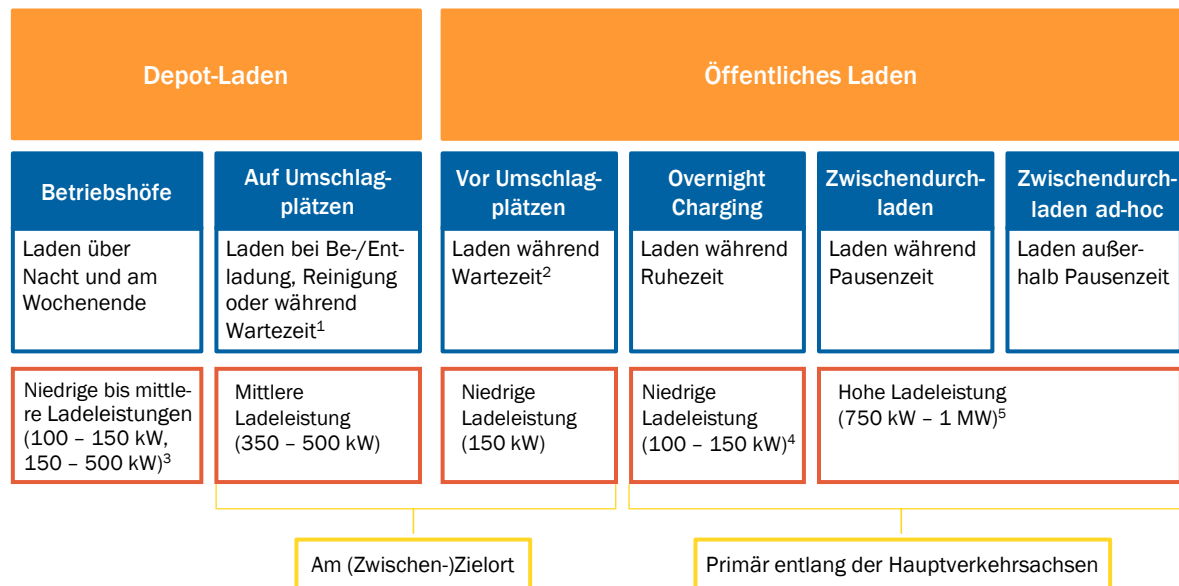
Die Anschaffungskosten für BE-LKW liegen in den Studien noch deutlich höher als beim Diesel-LKW, doch werden sie durch geringere Betriebskosten kompensiert. [↗ ABBILDUNG 47](#) FCE-LKW sind hingegen mit vergleichsweise hohen **Anschaffungskosten und Betriebskosten** verbunden, die aus heutiger Sicht auch perspektivisch **über denen von BE-LKW** liegen dürften (Tol et al., 2022; Göckeler et al., 2023). [↗ ABBILDUNG 47](#) Eine Kostenparität mit dem Diesel-LKW kann dadurch erst deutlich später als beim BE-LKW (NPM, 2020; Burke et al., 2023) und selbst das nur unter optimistischen Annahmen zum künftigen Wasserstoffpreis (Jöhrens et al., 2022) und für einen begrenzten Teil der Einsatzprofile innerhalb der EU mit sehr hohen Transportdistanzen (Tol et al., 2022) erreicht werden.

Alternative Antriebe benötigen eine alternative Energieinfrastruktur

116. **Für emissionsarme Alternativen zum Diesel-LKW muss eine öffentlich zugängliche Versorgungsinfrastruktur aufgebaut werden.** Während FCE-LKW auf eine öffentlich zugängliche Tankstelleninfrastruktur angewiesen sind, ist beim Aufbau der Ladeinfrastruktur für BE-LKW zwischen verschiedenen Ladeszenarien zu unterscheiden, die sich vielfach auch im privaten Depot realisieren lassen. [↗ ABBILDUNG 48](#) Simulationen basierend auf heutigen LKW-Fahrprofilen zeigen, dass sich in Deutschland und Europa [↗ ABBILDUNG 55 ANHANG](#) mittelfristig der überwiegende Teil der Gütertransporte allein mit betrieblicher Ladeinfrastruktur realisieren lässt (Speth und Plötz, 2024). Dies deckt sich mit den Ergebnissen vergleichbarer Studien. Zwar ist im Güterfernverkehr, der in Deutschland den Großteil der THG-Emissionen des Straßengüterverkehrs ausmacht, der Bedarf für öffentliche Ladepunkte höher (Puls, 2022). [↗ ZIFFER 117](#) Allerdings dominiert in der Studie auch hier das Laden im Depot (Speth und Plötz, 2024).
117. Während für das Laden mit bis zu 500 Kilowatt (kW) Leistung mit dem Combined Charging System (CCS) ein bestehender internationaler Standard eingesetzt werden kann, bedarf es für die Szenarien mit höheren Ladeleistungen eines neuen Standards. Ein solcher befindet sich mit dem **Megawatt Charging System (MCS)** bereits im Standardisierungsprozess. Der finale IEC-Standard könnte noch dieses Jahres verabschiedet werden (Zeyen, 2024). Die Installation und der Betrieb erster Megawatt-Ladestationen für LKW im Pilotbetrieb ist gestartet. So konnten die LKW-Hersteller Daimler Truck und MAN im Frühjahr 2024 unabhängig voneinander jeweils einen Ladevorgang mit MCS demonstrieren und die erste Ladesäule für MCS-Laden in ihren Entwicklungszentren in Betrieb nehmen. Erst mit der Verfügbarkeit des MCS-Standards wird das erforderliche **volle Spektrum an Ladeszenarien für den batterieelektrischen Fernverkehr** zur Verfügung stehen, denn nur dieser Standard erlaubt ein Aufladen der Batterie innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Fahrtunterbrechung von 45 Minuten, die nach einer Lenkdauer von viereinhalb Stunden vorgesehen ist (Art.7 EG

ABBILDUNG 48

Ladeszenarien mit empfohlener Ladeleistung für BE-LKW



1 – Primär bei Tank- und Silofahrzeugen. 2 – Primär bei Stückgutfahrzeugen. 3 – Abhängig davon, ob parallel oder sequenziell geladen wird. 4 – In Verbindung mit Lastmanagement. 5 – Das Megawatt-Ladesystem (MCS), das sich derzeit noch im Standardisierungsprozess befindet, wird voraussichtlich Ladeleistungen von bis zu 3,75 MW ermöglichen. Allerdings dürfte eine Spitzenleistung von etwa 1 MW ausreichen, um den LKW innerhalb der gesetzlichen Pausenzeit vollständig aufzuladen.

Quellen: NPM (2021a), eigene Darstellung
© Sachverständigenrat | 24-073-01

561/2006). Der Bedarf an öffentlichen MCS-Ladepunkten für den Güterfernverkehr dürfte jedoch erst mit einer gewissen Verzögerung ansteigen, weil zunächst Fahrzeuge mit eher regionalen Einsatzprofilen und entsprechend kürzeren Reichweiten elektrifiziert werden dürften, [s. ZIFFERN 108 FF.](#) die fast ausschließlich im privaten Depot oder in Industriegebieten laden (Jöhrens et al., 2022; Speth und Plötz, 2024).

- 118. Herausforderungen** beim Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur für BE-LKW ergeben sich aus dem erforderlichen **Anschluss der Ladepunkte an das Stromnetz**, [s. KASTEN 16](#) der entsprechende Infrastrukturplanungen und Investitionen erforderlich macht. Je mehr Ladepunkte lokal geclustert sind und je schneller geladen wird, desto mehr Strom wird auf einmal an einem bestimmten Ort benötigt. Dafür wird oft eine Erweiterung oder Umrüstung des Verteilnetzes erforderlich. Die Bedingungen für den Netzanschluss werden dabei durch die lokalen Verteilnetzbetreiber bestimmt. Diese haben zwar gemäß § 17 EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) eine Netzanschlusspflicht. Die Bereitstellung von Informationen über Anschlussmöglichkeiten ist jedoch häufig zeitaufwendig, da in der Hoch- und Mittelspannung für jeden Standort eine individuelle Prüfung und Berechnung durch den Netzbetreiber erforderlich ist.

↳ KASTEN 16

Fokus: Wechselwirkungen zwischen Stromsystem und Hochlauf der Elektromobilität

Für einen breiten Ausbau von Ladestationen wird eine **deutliche Erhöhung der Stromerzeugung und der installierten Stromerzeugungskapazität benötigt**. Zwischen der maximalen Stromerzeugungskapazität und der tatsächlichen Stromerzeugung liegt eine Lücke, die bei konventionellen Kraftwerken wesentlich von der Nachfrage determiniert wird. Da die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von externen Faktoren abhängt, muss die Erzeugungskapazität deutlich ausgeweitet werden, um zu jedem Zeitpunkt die Nachfrage nach Strom bedienen zu können. Daher wird die **Lücke zwischen tatsächlicher Stromerzeugung und Stromerzeugungskapazität** mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung **zunehmen**. Eine Abschätzung des Sachverständigenrates ergibt, dass in einem Szenario, in dem der Straßengüterverkehr gänzlich durch BE-LKW abgedeckt würde, zusätzlich etwa 100 TWh Strom jährlich und, je nach Ladeverhalten, ca. 2,85 bis 10 Gigawatt (GW) Erzeugungskapazität benötigt werden dürften. ↳ ZIFFERN 187 FF. ANHANG Je nachdem, wie stark der Straßengüterverkehr künftig wächst und welchen Marktanteil BE-LKW erreichen, müssen diese Werte nach oben oder unten korrigiert werden. Zum Vergleich lag der gesamte deutsche Stromverbrauch im Jahr 2023 bei 456,8 TWh (BNetzA, 2024b) und die gesamte installierte Erzeugungsleistung bei 232,7 GW (BNetzA, 2024c).

Der von der Bundesnetzagentur genehmigte Szenariorahmen 2023-2037/2045 (BNetzA, 2022b), der auf den Langfristszenarien 3 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) basiert (Fraunhofer ISI et al., 2024), **sieht bis zum Jahr 2045 einen massiven Zuwachs des Strombedarfs vor**, mit einem Anstieg des jährlichen Netto- bzw. Bruttostromverbrauchs um bis zu 744 TWh (also 163 %) bzw. um bis zu 770 TWh (also 169 %). Dementsprechend ist eine große Expansion der Erzeugungskapazität geplant: bis zu 519 GW (232 %) sollen zugebaut werden. Zusätzlich werden bis zu 113,4 GW an neuen PV-Batteriespeichern und 54,5 GW an Großbatteriespeichern erwartet (BNetzA, 2022b). Um die Stromnetze auf die steigende Nachfrage durch die Elektromobilität vorzubereiten, muss zudem der Netzausbau auf der Verteilnetzebene vorausschauend getätigt werden. Die **Anpassung des § 14d EnWG** im Jahr 2023 **verpflichtet die Verteilnetzbetreiber, beim Netzausbau die voraussichtliche Stromnachfrage bis zum Jahr 2045 zu berücksichtigen**.

Im Verhältnis zum gesamten geplanten Umbau der Stromsysteme, der für das Erreichen von Klimaneutralität notwendig ist, **macht die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs insgesamt damit nur einen kleinen Teil der erwarteten Bedarfe aus**. Den Berechnungen der hier dargestellten Analyse folgend könnte der Energiebedarf eines vollständig elektrifizierten Straßengüterverkehrs künftig etwa 8 % der jährlichen Stromerzeugung in Deutschland ausmachen. Andere Simulationen für Deutschland kommen zu ähnlichen Ergebnissen (Göckeler et al., 2023). Damit geht nicht zwangsläufig einher, dass die Spitzennachfrage um denselben Betrag steigen muss. Vielmehr lässt sich der Umfang des notwendigen Netzausbaus reduzieren, wenn optimiert geladen wird, abhängig von Anwendungsfällen und gesteuert durch passende regulatorische Bedingungen, beispielsweise durch Time-of-Use-Tarife (Bernard et al., 2022). ↳ ZIFFER 189 ANHANG Logistikzentren sind zudem attraktive Standorte für Photovoltaik. Hier besteht einer Studie zufolge ein erhebliches Potenzial, den notwendigen Strombedarf teilweise selbst zu decken und dadurch die Stromkosten für batterieelektrische Nutzfahrzeuge zu senken (Biedenbach und Blume, 2023).

119. Auer et al. (2023) bewerten die Attraktivität von öffentlichen LKW-Parkflächen und ihre potenzielle Eignung für die LKW-Ladeinfrastruktur in Deutschland in einer umfassenden Studie. Die **Realisationsdauern und die notwendigen Investitionen** zum Anschluss von Ladepunkten an das Stromnetz **sind je nach**

erforderlichem Netzanschluss sehr unterschiedlich. Ab einer Gesamtleistung eines Standorts von 15 Megawatt (MW) dürfte in der Regel ein Anschluss an das Hochspannungsnetz erforderlich werden. Das dürfte mit Realisationsdauern von etwa 5 Jahren verbunden sein (Blume et al., 2023). Ist mit dem Anschluss an das Hochspannungsnetz die gleichzeitige Errichtung eines Umspannwerks erforderlich, so sind Realisationsdauern von bis zu zehn Jahren und Investitionskosten von bis zu 20 Mio Euro möglich. Bei privaten Depots ist ein Anschluss an das Mittelspannungsnetz in der Regel ausreichend, wodurch die Realisationszeit auf ein bis zwei Jahre und die Investitionskosten auf unter 100 000 Euro reduziert werden können (NLL, 2022a). Durch ein aktives Lademanagement, d. h. durch Aufteilung der maximalen Last, die an einem Ladepunkt gezogen werden kann, auf alle Fahrzeuge, die gleichzeitig laden, lassen sich die Netzanschlusskosten erheblich reduzieren (Burgess und Kippelt, 2021).

120. Da Ladevorgänge im Durchschnitt momentan deutlich länger dauern als Tankvorgänge und es daher künftig mehr Ladepunkte geben muss, als heute Zapfsäulen zur Verfügung stehen, um eine ähnliche Anzahl von Fahrzeugen mit Antriebsenergie zu versorgen, geht mit dem Hochlauf emissionsarmer Fahrzeuge ein **deutlich erhöhter Flächenbedarf für parkende und ladende Fahrzeuge** einher (Monopolkommission, 2023a). Insbesondere entlang der Autobahnen, wo ohnehin bereits zu wenig Stellplätze für LKW zur Verfügung stehen (BaST, 2019; BGL, 2019), könnte das zum Problem werden. Darüber hinaus dürfte für einen reibungslosen Ablauf in der Logistikbranche erforderlich sein, dass Reservierungsmöglichkeiten für öffentliche Ladeinfrastruktur geschaffen werden, damit Fahrten und Ankunftszeiten genau geplant werden können.

121. **Die EU-Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) gibt den Rahmen für den europaweiten Aufbau der Lade- und Tankinfrastruktur für emissionsarme LKW vor.** ↘ KASTEN 18 Deutschland setzt die Anforderungen für den Aufbau der Ladeinfrastruktur im Rahmen des Masterplans Ladeinfrastruktur II (Bundesregierung, 2022b) um. Erste Zwischenziele müssen bereits bis Ende des Jahres 2025 erfüllt werden. ↘ KASTEN 18 Vorgesehen ist der Aufbau eines ersten AFIR-konformen öffentlichen CCS- und MCS-Ladenetzes für BE-LKW entlang der Autobahnen (Initialnetz) auf Flächen des Bundes. Autohöfe und öffentlich zugängliche private Flächen werden nicht mit einbezogen. Im initialen LKW-Ladenetz sind insgesamt rund 4 000 Ladepunkte vorgesehen, davon 1 800 MCS-Ladepunkte.

Wie schon im Rahmen des sogenannten Deutschlandnetzes für PKW ist **geplant, über Ausschreibungen Aufträge zur Errichtung und zum Betrieb von Schnellladeinfrastruktur für LKW zu vergeben** und den Aufbau sowie Betrieb von Ladestationen an bewirtschafteten und unbewirtschafteten Raststätten durch öffentliche Mittel zu unterstützen. Die **Netzanschlüsse** sollen in einem **von der Vergabe unabhängigen Verfahren von der Autobahn GmbH** bestellt und **umgesetzt werden**. Diese bleiben somit Eigentum des Bundes. Die anfallenden Kosten sind im Klima- und Transformationsfonds (KTF) berücksichtigt. Es ist jedoch geplant, die Nutzung der Netzanschlüsse den Betreibern der Ladeinfrastruktur anteilig in Rechnung zu stellen. Der Autobauer Tesla und der Ladestationenbetreiber Fastned klagen seit zwei Jahren gegen die Autobahn GmbH,

weil diese mit dem Konzessionär fast aller Raststätten, dem Unternehmen Autobahn Tank & Rast Gruppe GmbH & Co. KG, einen Vertrag zum Aufbau der Ladeinfrastruktur ohne Ausschreibungsverfahren geschlossen hatte (Monopolkommission, 2023b; Tartler, 2023). Aufgrund dieses laufenden Verfahrens können im ersten Schritt lediglich unbewirtschaftete Rastanlagen in die Ausschreibungen einbezogen werden.

Obwohl die Ausschreibungen ursprünglich bereits Ende 2023 hätten beginnen sollen (Bundesregierung, 2022b), ist dieser Schritt nun **erst für das laufende Jahr 2024 geplant**. Details werden derzeit noch erarbeitet. Geplant ist aber offenbar, wie bei den Ausschreibungen des Deutschlandnetzes, mit den zukünftigen Betreibern Verträge zu schließen, die sicherstellen sollen, dass nach erfolgtem Zuschlag der Aufbau der Ladesäulen innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums zu realisieren ist. Zudem sollen dem Ladesäulenbetreiber Vorgaben zu den technischen und baulichen Mindestanforderungen der zu errichtenden Ladesäulen sowie bezüglich der Preise für den Ladestrom gemacht werden.

- 122.** Die AFIR erfordert auch den Aufbau eines **AFIR-konformen öffentlichen Initialnetzes für Wasserstofftankstellen bis zum Jahr 2030**. [↪ KASTEN 18](#) Hierfür kündigte die Bundesregierung die Entwicklung eines Masterplans für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr an (BMDV, 2023c). Konkrete Pläne stehen hierfür allerdings noch aus. Um AFIR-konform zu sein, müssen Wasserstofftankstellen die Betankung mit gasförmigem oder flüssigem Wasserstoff mit einem bestimmten Druckniveau ermöglichen. Nicht alle bislang in Deutschland existierenden Wasserstofftankstellen erfüllen diese Anforderungen. Die Förderung von Wasserstofftankstellen erfolgte bislang über Investitionszuschüsse. In den letzten Förderaufrufen des Bundes im Jahr 2023 war eine Förderquote in Höhe von bis zu 80 % der Investitionskosten möglich. Eine Prüfung, ob ein Anreiz zum Ausbau des Wasserstofftankstellennetzes mit einem ähnlichen Fördermechanismus wie der Ausschreibung, äquivalent zur Ladeinfrastruktur, möglich und zielführend ist, ist noch nicht abgeschlossen. Angesichts notwendiger Priorisierungen im KTF trifft das BMDV aktuell keine Aussage zu künftigen Fördermöglichkeiten im Bereich Wasserstoffbetankungsinfrastruktur.

[↪ KASTEN 17](#)

Hintergrund: Wasserstoff-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr

Die derzeit **existierenden Wasserstofftankstellen** in Deutschland **sind mit FCE-LKW nur bedingt kompatibel**. Mögliche Transport- und Anlieferoptionen sowie notwendige Speicher- und Aufbereitungsanlagen an Wasserstofftankstellen hängen davon ab, in welcher Form Wasserstoff in schweren Nutzfahrzeugen künftig eingesetzt wird, worüber jedoch noch Unsicherheit besteht (Zerhusen et al., 2023). [↪ KASTEN 15](#) Sollte künftig gasförmiger Wasserstoff in FCE-LKW eingesetzt werden, müsste, um schwere FCE-LKW in ähnlicher Zeit wie Diesel-LKW betanken zu können, die Durchflussrate des Wasserstoffs von der Zapfsäule in das Fahrzeug erhöht werden (IEA, 2023a; Zerhusen et al., 2023). Findet hingegen in künftigen FCE-LKW flüssiger Wasserstoff Anwendung, was sich nach Angaben von Herstellern derzeit abzuzeichnen scheint, können die existierenden Tankstellen für gasförmigen Wasserstoff nicht für LKW genutzt oder ertüchtigt

werden. Daher wäre der Aufbau einer gänzlich neuen Versorgungsinfrastruktur notwendig.

Für die künftige **Versorgung von Tankstellen mit klimaneutralem Wasserstoff** existiert bislang noch **kein etabliertes Modell**. Wasserstoff kann in unterschiedlichen Aggregatzuständen an Tankstellen bereitgestellt werden. Heute ist die Anlieferung von gasförmigem Druckwasserstoff sowie von tiefkaltem Flüssigwasserstoff mittels LKW etabliert. Die Versorgung durch LKW ist jedoch nicht für höhere Abgabemengen geeignet, für die andere Versorgungswege erforderlich wären (NWR, 2023a; Zerhusen et al., 2023). Das Wasserstoff-Kernnetz bildet das Grundgerüst für den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland. Die Wasserstoffleitungen sollen bis zum Jahr 2032 sukzessive in Betrieb gehen (BMW, 2023a). Technisch wäre eine **Bereitstellung von Wasserstoff als Kraftstoff über das Wasserstoff-Kernnetz möglich**, wobei dieses nicht direkt kompatibel mit der Infrastruktur von Tankstellen sein wird, weil dort andere Druckniveaus herrschen. Es müssten daher Verdichter an den Zapfsäulen eingesetzt werden, die zusätzliche Energie brauchen. Zudem wäre der **Aufbau einer regionalen Verteilinfrastruktur von der Pipeline des Kernnetzes zur Tankstelle notwendig**. Der Bau solcher Anschlussleitungen ist mit hohen Investitionskosten und großem Planungsaufwand verbunden (Zerhusen et al., 2023). Alternativ könnte eine Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyseur direkt an der Tankstelle erfolgen (NWR, 2023b; Zerhusen et al., 2023). Um eine entsprechende Erzeugungskapazität an den Tankstellen zu sichern, wäre jedoch ein erheblicher Flächen- und Strombedarf der Gesamtanlage und ein entsprechend dimensionierter Netzanschluss nötig (Zerhusen et al., 2023), der wiederum hohe Investitionen und einen zeitlichen Vorlauf erfordert.

↳ ZIFFER 119

123. Im vergangenen Jahr hat die **europaweit erste automatische Batteriewechselstation** für BE-LKW **in Deutschland den Testbetrieb** eröffnet. Darin wird durch einen Roboter eine leere Batterie gegen eine volle Batterie ausgetauscht. Der ganze Vorgang dauert etwa zehn Minuten – also so lange, wie das Betanken eines Diesel-LKW. Verschiedene Studien betrachten diese Technologie als vielversprechende Ergänzung zum Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur, weil lange Ladepausen vermieden werden können und die Notwendigkeit zum Aufbau von Netzkapazitäten entfällt (Vallera et al., 2021; Zhu et al., 2023). Allerdings müssten in den Stationen Batterien vorgehalten werden, die im laufenden Transformationsprozess noch viele Jahre ein knappes Gut bleiben dürften. In Asien, insbesondere in China, sind Batteriewechselstationen für PKW und LKW weit verbreitet (IEA, 2023a). Fast alle großen chinesischen LKW-Hersteller haben inzwischen ein batteriewechselfähiges Modell ihrer BE-LKW auf den Markt gebracht. Die Gesamtzahl der Batteriewechselstationen in China lag Ende des Jahres 2022 bei fast 2 000 und damit 50 % höher als Ende 2021 (IEA, 2023a).
124. Weil der Güterverkehr in Europa grenzüberschreitend stattfindet, muss die jeweils **notwendige Versorgungsinfrastruktur europaweit vorhanden sein**. Die meisten europäischen Länder haben damit begonnen, eine Ladeinfrastruktur für BE-LKW aufzubauen. Dabei schreiten vor allem Schweden und die Niederlande voran (Mulholland und Egerstrom, 2024). Oberleitungen spielen hingegen in anderen europäischen Ländern kaum (mehr) eine Rolle. Wasserstoff-tankstellen für PKW werden in mehreren Ländern zurückgebaut, weil sie unter anderem den aktuellen Standards nicht entsprechen (Everfuel, 2023; Automobil-

woche, 2024; FR, 2024). Deutschland verfügt heute über die meisten Wasserstofftankstellen Europas. Allerdings wurden auch hierzulande zuletzt Wasserstofftankstellen geschlossen (Nicoley, 2024).

▸ KASTEN 18

Hintergrund: Europäische Anforderungen an den Aufbau der Versorgungsinfrastruktur für alternative Kraftstoffe

Das **Europäische Parlament** hat im Jahr 2023 eine ergänzende **Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR)** erlassen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023). Die AFIR gibt europaweit Anforderungen für den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe vor und strebt eine Vereinheitlichung sowie Interoperabilität der Lade- und Bezahlstellen an. Sie legt unter anderem Mindestanforderungen für den Aufbau einer batterieelektrisch- und wasserstoffbasierten Lade- und Tankinfrastruktur entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V) bis zum Jahr 2030 fest (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023). Für schwere Nutzfahrzeuge soll entlang des TEN-V-Kernetzes (in Deutschland 6 369 km) alle 60 km in jeder Richtung ein Ladestandort mit mindestens 3,6 MW aggregierter Ladekapazität und alle 200 km eine Wasserstofftankstelle errichtet werden. ▸ **ABBILDUNG 54 ANHANG** Entlang des TEN-V-Gesamtnetzes (in Deutschland weitere 5 027 km) soll in jeder Fahrtrichtung alle 100 km ein Ladestandort mit mindestens 1,5 MW aggregierter Ladeleistung errichtet werden (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023). Bis Ende des Jahres 2025 (2027) sollen bereits 15 % (25 %) der Ladestandorte entlang des TEN-V-Kernetzes in Betrieb genommen sein. Insgesamt sollen durch AFIR bis zum Jahr 2030 europaweit rund 2 800 Ladestationen mit einer Gesamtladeleistung von 7,5 GW installiert werden (Plötz et al., 2024).

Da die AFIR lediglich eine Gesamtkapazität je Ladestandort vorschreibt, lassen sich die Anforderungen auch durch den Aufbau von CCS-Ladestationen erfüllen und erfordern nicht zwangsläufig eine Megawattladeinfrastruktur. Eine europaweite Evaluation der AFIR kommt zu dem Schluss, dass deren Anforderungen kurzfristig zu hoch (etwa 25 % mehr Lademöglichkeiten als der in der Studie prognostizierte Bedarf) und längerfristig zu niedrig (80 % mehr Ladekapazität im Jahr 2030 nötig) sein könnten (Ragon et al., 2022). Für Deutschland berechnen Balke et al. (2024b), dass erst ein öffentliches Ladenetz entlang der Hauptverkehrsrouten mit Abständen von 60 km und einer Ladeleistung von 1,7 MW je Ladepunkt dafür sorgen würde, dass der Güterfernverkehr in Deutschland mit hoher Sicherheit ohne Zeitverlust und mit geringen Batteriekapazitäten betrieben werden kann. Bei einer stärkeren Anpassung der Tourenplanung kann auch eine Ladeleistung von 1 MW je Ladepunkt mit Abständen von 100 km ausreichend sein. Eine strategische Platzierung von Ladestationen über Deutschland hinweg kann die Gesamtzahl der notwendigen Standorte deutlich reduzieren und 93,8 % des inländischen Langstreckenverkehrs in Deutschland abdecken (Balke et al., 2024a). ▸ **ABBILDUNG 54 ANHANG** Die AFIR dürfte daher insgesamt mit Blick auf die **Netzwerkdichte für Deutschland prinzipiell ausreichend** sein, die in der Verordnung **vorgesehene Mindestladeleistung** liegt jedoch **am absoluten Minimum**.

IV. MASSNAHMEN: REFORMOPTIONEN FÜR DEN GÜTERVERKEHR DER ZUKUNFT

125. Angesichts der beiden Herausforderungen des Güterverkehrs, des Zustands der Infrastruktur und der Notwendigkeit einer beschleunigten Dekarbonisierung, besteht politischer Handlungsbedarf. **Monetäre und nicht-monetäre Hemmnisse schränken die Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur ein.** [↗ ZIFFERN 126 FF.](#) Um im künftigen Verkehrssystem eine möglichst leistungsfähige Infrastruktur bereitzustellen, muss deren Finanzierung gesichert [↗ ZIFFER 127](#) und die Planungs- und Genehmigungsverfahren müssen vereinfacht und beschleunigt werden. [↗ ZIFFER 129](#) Damit der Schienengüterverkehr gestärkt wird, gilt es, **Verlagerungspotenziale bestmöglich zu nutzen.** Dazu müssen die Kapazitäten der Schiene ausgebaut und effizienter genutzt werden. Für die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs muss vor allem der **Aufbau einer Energieinfrastruktur für alternative Antriebe** vorangetrieben werden. Die öffentliche Hand sollte dafür Flächen entlang der Autobahnen für den Aufbau der Lade- und Tankinfrastruktur unbürokratisch bereitstellen und mögliche Hemmnisse für die Bereitstellung privater Flächen reduzieren. [↗ ZIFFER 144](#) Die Politik sollte darüber hinaus durch technologische Richtungsentscheidungen die Unsicherheit für private Akteure über die künftigen Rahmenbedingungen reduzieren und so den Markthochlauf von BE-LKW beschleunigen. [↗ ZIFFER 159](#)

1. Hemmnisse bei der Modernisierung der Infrastruktur abbauen

126. Der sinkende Modernitätsgrad [↗ ABBILDUNG 38 RECHTS](#) sowie die sich verschlechternden Zustandsnoten [↗ KASTEN 11](#) legen nahe, dass **mehr finanzielle Mittel für die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland bereitgestellt werden sollten.** Verlässliche Schätzungen zur Höhe der Ausgaben, die für eine zukunftsfähige Verkehrsinfrastruktur erforderlich wären, liegen jedoch nicht vor. [↗ PLUSTEXT 4](#) Zwar legt der Bundesverkehrswegeplan 2030 (BVWP) für die mittlere Frist fest, in welchen Bereichen der Verkehrsinfrastruktur in den kommenden Jahren Bedarfe bei Ersatz und Erhalt sowie Aus- und Neubau bestehen. [↗ PLUSTEXT 2](#) Der tatsächliche Finanzbedarf kann darüber jedoch nur unzureichend abgeschätzt werden. Die Priorisierung der Projekte anhand der Nutzen-Kosten-Analyse setzt einen Anreiz, die tatsächlichen Kosten eher zu unterschätzen (Böttger, 2023). [↗ PLUSTEXT 2](#) Auch starke Preissteigerungen, wie sie seit dem Jahr 2019 eingetreten sind, können lediglich zeitversetzt berücksichtigt werden. [↗ PLUSTEXT 2](#) Dies kann zu Verzögerungen beitragen und schafft Unsicherheit (Handelsblatt, 2024a). Auch sind die Kostenangaben für Aus- und Neubauprojekte mangels einheitlicher Vorgaben zur Kostenermittlung zwischen den Projekten nicht vergleichbar (Bundesrechnungshof, 2016).



➤ PLUSTEXT 4

Hintergrund: Bestimmung der erforderlichen Ausgaben für die Verkehrsinfrastruktur

In Deutschland wird zur **Bestimmung der erforderlichen Ausgaben für die Verkehrsinfrastruktur**, insbesondere auf kommunaler Ebene, **häufig auf Befragungen zurückgegriffen** (Arndt und Schneider, 2023; Raffer und Scheller, 2023). Die **Aussagekraft dieser Umfragen** kann jedoch durch Selektionseffekte, strategisches Antwortverhalten oder mangelnde Abgrenzung des Investitionsrückstands **beeinträchtigt sein** (Christofzik et al., 2019; Gornig, 2019). Um die benötigten Mittel zu bestimmen, kann **alternativ ermittelt werden, wie teuer es wäre, das bestehende Anlagevermögen in seinen Ursprungszustand zu bringen**. Für Deutschland wurde für den Zeitraum von 2006 bis 2011 auf diese Weise ein Ausgabendefizit von 3,8 Mrd Euro pro Jahr festgestellt, der größte Anteil davon bei den Wasserwegen und der Schiene (Kunert und Link, 2013). Künftige Nachfrageveränderungen aufgrund der wirtschaftlichen oder demografischen Entwicklung und neue Bedarfe, z. B. aufgrund der angestrebten Dekarbonisierung, bleiben hier jedoch unberücksichtigt. Dieser Nachteil könnte über Schätzungen der Nachfrage nach Verkehrsinfrastruktur adressiert werden (Fay, 2001; Fay und Yepes, 2003; Ruiz-Núñez und Wei, 2015; Branchoux et al., 2018). Der BVWP kann dies nur bedingt leisten, da für den Erhalt und Ersatz lediglich die zurückliegende Verkehrsentwicklung berücksichtigt wird. Sich verändernde Verkehrsströme, wie sie beispielsweise im Zuge der strukturellen Veränderungen durch die Dekarbonisierung des Güterverkehrs auftreten können, finden also keine Berücksichtigung. ➤ PLUSTEXT 2

127. Im Jahr 2023 wurden rund 22,4 % der Verkehrsausgaben durch die LKW-Maut und der Rest über das Steueraufkommen, im Wesentlichen aus der Energiesteuer, finanziert (Bundesregierung, 2023c; BMF, 2024). Mit dem Umstieg auf alternative Antriebe dürften diese Steuereinnahmen stark sinken (UBA, 2021; Wissenschaftlicher Beirat beim BMDV, 2022; JG 2020 Ziffer 386). Eine stärkere Nutzerfinanzierung kann dazu beitragen, den Wegfall der Steuereinnahmen zu kompensieren. Um sicherzustellen, dass die Entgelte zur Nutzung der Infrastruktur tatsächlich zu deren Erhaltung und Ausbau eingesetzt werden, ist die **Zweckbindung der systeminhärenten Finanzierungsquellen**, wie sie bei den Maut-einnahmen besteht (BFStrMG § 11 Abs. 3), **wichtig**. Die LKW-Maut könnte im Zeitraum von 2024 bis zum Jahr 2027 etwa 42 % der geplanten Verkehrsausgaben des Bundes decken (BMDV, 2023d; Bundesregierung, 2023c, S. 65). Konsequenterweise sollten künftig neben LKW auch PKW für die Nutzerfinanzierung der Infrastruktur herangezogen werden. Dies könnte über eine fahrleistungsabhängige PKW-Maut geschehen. Da schwere Fahrzeuge die Infrastruktur stärker abnutzen als leichte Fahrzeuge, wäre eine Differenzierung nach Gewicht sinnvoll (Agora Verkehrswende, 2022).
128. Der Sachverständigenrat hat einen Vorschlag erarbeitet, wie der **Verschuldungsspielraum durch eine Reform der Schuldenbremse erhöht** werden kann, ohne dass die Tragfähigkeit der Staatsfinanzen gefährdet wird (SVR Wirtschaft, 2024). Mit einer solchen Reform könnte je nach Entwicklung der Schuldenstandsquote bis zum Jahr 2027 der strukturelle Verschuldungsspielraum kumuliert um 21,6 Mrd bis 57,5 Mrd Euro steigen. Dieser sollte für zukunftsgerichtete Investitionen genutzt werden. Investitionen in die Infrastruktur,

von denen künftige Generationen profitieren, die diese auch nutzen, stellen eine Investition in diesem Sinne und damit einen bestmöglichen Gebrauch erweiterter Verschuldungsspielräume dar.

129. Entscheidend ist jedoch vor allem, dafür zu sorgen, dass die notwendigen öffentlichen Infrastrukturinvestitionen nicht länger die Residualgröße der Haushaltspolitik sind. Nach Vorschlag des wissenschaftlichen Beirats beim BMWi (2020) könnten Bund und Länder dazu **Investitionsfördergesellschaften** (IFGs) einrichten, deren Finanzierung aus den Kernhaushalten langfristig garantiert wird. Dies könnte z. B. durch bindende vertragliche oder gesetzliche Ansprüche auf gleichbleibende Mittelzuweisungen über einen Zeitraum von fünf oder mehr Jahren erfolgen, sodass den Auftraggebenden und Auftragnehmenden Planungssicherheit gewährt werden kann. Die Errichtung von Investitionsfördergesellschaften könnte mittelfristig auch dazu **beitragen, Planungs- und Verwaltungshemmnisse auf kommunaler Ebene zu überwinden** (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2020). So könnten zentrale Planungskompetenzen und Personal auf Ebene mehrerer Länder oder Kommunen gebündelt werden. Hierdurch ließen sich Synergieeffekte und Kostenvorteile erzielen. Beispiele für solche Gesellschaften sind die Autobahn GmbH zur Verwaltung des deutschen Bundesfernstraßennetzes und die im Rahmen der Deutschen Einheit zum Aufbau der Infrastruktur in Ostdeutschland gegründete DEGES GmbH.
130. Umfangreiche nachbar- und wettbewerbsrechtliche Vorschriften eröffnen Spielraum für Klagen und führen zu erheblichen Verzögerungen und Kostensteigerungen bei Infrastrukturprojekten (BMVI, 2015b; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2020). Die Durchsetzung des Baurechts von bedeutenden Infrastrukturprojekten per Gesetz wie in Dänemark (Roland Berger, 2013, S. 76 ff.; IHK Nord, 2017) kann ein Weg sein, um wichtige Teile der Infrastruktur zügiger zu modernisieren. Ein Weg in die richtige Richtung ist das „**Gesetz zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren im Verkehrsbereich**“. Für ausgewählte Projekte im Bereich Schiene und Straße wurde ein überragendes öffentliches Interesse festgelegt und dadurch deren Planungsverfahren beschleunigt. Sinnvoll ist auch der im Gesetz beschlossene Wegfall der Genehmigungspflicht und Umweltverträglichkeitsprüfungen bei der Sanierung von Brücken.

Vergabeverfahren in Deutschland **folgen dem möglichst rechtssicheren Weg**, das macht sie jedoch langsam und kostspielig. Ansatzpunkte für Reformen ergeben sich bei einer Abkehr von der starken Preisfokussierung und einem stärkeren Einbezug von qualitativen Wertungskriterien im Rahmen von funktionalen Ausschreibungen, sowie beim sogenannten Mittelstandsgebot, das zu einer ineffizient kleinen Losbildung zwingen kann (BMVI, 2015b; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2020).

2. Schienengüterverkehr stärken

131. Die **Potenziale zur Verlagerung** des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene sind mittelfristig begrenzt. ↘ **ZIFFERN 98 FF.** Eine zentrale Voraussetzung, um diese zu erhöhen, wäre eine erhebliche Effizienz- und Kapazitätssteigerung im

Schienenverkehr. ↘ ZIFFER 132 Erst bei entsprechend verfügbaren Kapazitäten ist eine Steigerung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit, beispielsweise durch eine Senkung von Steuern und Umlagen auf Fahrstrom im Schienenverkehr, erfolgversprechend. ↘ ZIFFER 90 Dort wo die Schiene bereits heute Effizienzvorteile gegenüber der Straße bietet, insbesondere **auf langen, internationalen Strecken**, ↘ ZIFFER 94 sollten die Voraussetzungen für eine intermodale Verlagerung zusätzlich gestärkt werden. ↘ ZIFFER 198 ANHANG

Effizienz und Kapazität im Schienengüterverkehr steigern

132. Die Wahl des Transportmittels für kleinere Ladungsgrößen hängt vor allem von der Transportzeit ab. ↘ ZIFFER 93 Hier spielt auch die **Beladungszeit bzw. die Zeit der Zugzusammenstellung** eine **entscheidende Rolle**. Insbesondere im Einzelwagenverkehr werden Züge aus kleineren Zugteilen zusammengestellt. In vielen Fällen passiert dies noch durch Kuppeln per Hand, was Personal erfordert und verhältnismäßig langsam ist (Bundesregierung, 2019b). Eine **entscheidende Verbesserung könnte die europaweite Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) sein** (BMDV, 2021a). Sie erfordert aber Investitionen in diese Technologie. Bei etwa 54 000 bislang händisch durchgeführten Kuppelvorgängen pro Tag allein in Deutschland ließe sich durch eine automatisierte Kupplung eine erhebliche Zeitersparnis realisieren (DB Cargo, 2024c). Erste koordinierte Erprobungen haben jedoch gezeigt, dass noch weiterer Optimierungsbedarf des DAK-Systems besteht, bevor es flächendeckend eingeführt werden kann; erste Einsätze sind jedoch für das laufende Jahr geplant (DB, 2024c, 2024d). Sobald diese Kundeneinsätze die Serienreife der Technologie gezeigt haben, sollten möglichst große Flottenteile zügig mit der Technologie ausgestattet werden.
133. Die **Kapazität des vorhandenen Schienennetzes** kann **durch die Auslastung einzelner Strukturelemente** wie Gleisabschnitte, Brücken oder Bahnhöfe **beschränkt** sein (Meirich, 2017). Durch eine **effizientere Trassenplanung**, z. B. in der Disposition, ↘ ZIFFERN 98 UND 100 kann die Kapazität erhöht werden (Meirich, 2017). Da die Streckenbelastung regional höchst unterschiedlich ist (DB, 2023a), könnte eine Umleitung des Schienengüterfernverkehrs auf weniger stark ausgelastete Strecken Kapazitäten freisetzen und somit zu einer Kapazitätsausweitung beitragen. Allerdings könnte dies für den langsameren Schienengüterverkehr teils erheblich längere Strecken bedeuten, die unter Berücksichtigung bestehender arbeitsrechtlicher Regelungen, z. B. zur täglichen Rückkehr zum Heimatbahnhof, nicht umsetzbar sein könnten, sowie aufgrund von höherem Verschleiß der Güterzüge zu höheren Transportkosten führen. Zukünftig können sowohl bei der Trassenplanung als auch bei der Disposition nach Störungen KI-Systeme die Effizienz erhöhen. ↘ ZIFFER 195 ANHANG
134. Für eine Kapazitätserweiterung im gemischten Betrieb des Schienennetzes ist es notwendig, **ausreichend Überholgleise vorzuhalten**, um schnelleren Zügen die Möglichkeit zu geben, langsamere Verkehre zu überholen (Muthmann, 2004). Allerdings hat die DB AG das Netz über viele Jahre eher rück- als ausgebaut. Vor allem Überholgleise sind den ausbleibenden Investitionen zum Opfer gefallen

(VCD, 2022). Diesem Mangel soll mit dem Bundesverkehrswegeplan 2030 Abhilfe geschaffen werden, in dem unter anderem der **Ausbau des sogenannten 740m-Netzes**, ein Netz an Überholgleisen für bis zu 740 Meter lange Züge, angelegt ist (BVWP, 2018). Damit kann zukünftig die Kapazität im Schienengüterverkehr erhöht werden. Nach erfolgtem Ausbau wird es so **möglich, längere Güterzüge einzusetzen** und in schnellerem Tempo zu bewegen (DB, 2023c).

Weitere, allerdings voraussichtlich **erst in der langen Frist umsetzbare Strategien**, die die Kapazität des Schienensystems erhöhen könnten, umfassen **Digitalisierungen** von Signal- und Leitsystemen, **autonom fahrende (Güter-)Züge** und die Belegung von Schnellfahrstrecken mit Güterzügen, für welche diese allerdings technisch aufgerüstet werden müssen. [↗ ZIFFERN 195 FF. ANHANG](#)

Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs erhöhen

135. Auf europäischer Ebene laufen zahlreiche Initiativen zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums. [↗ ZIFFER 184 ANHANG](#) Insbesondere auf langen Strecken ist der Schienengüterverkehr prinzipiell rentabel und weitere Potenziale sollten erschlossen werden. Beim **Ausbau der europäischen Schienengüterverkehrs-Korridore** kommt Deutschland aufgrund seiner zentralen Lage eine Schlüsselrolle zu. Die Verfahren zur Genehmigung von Neu- und Ausbaustrecken **sollten beschleunigt werden**. Ebenso sollten Inkompatibilitäten im internationalen Schienengüterverkehr, die durch nationale Regulierungen und Normen bedingt sind, weiter reduziert werden. Hierzu könnte beispielsweise die Einführung einer gemeinsamen europäischen Betriebssprache beitragen. Darüber hinaus sollten auch technische Inkompatibilitäten wie unterschiedliche Gleisspurweiten mittelfristig vereinheitlicht werden.
136. Das Bundesschienenwegeausbaugesetz (BSWAG) setzt **Fehlanreize bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen in der Schieneninfrastruktur**. [↗ KASTEN 14](#) Der Bund ist in der derzeitigen Ausgestaltung verpflichtet, Ersatzinvestitionen zu finanzieren, während die DB AG lediglich für Instandhaltungsmaßnahmen aufkommen muss. Das führt dazu, dass notwendige und ökonomisch effiziente Instandhaltungen verzögert werden und schlimmstenfalls gänzlich ausbleiben, bis die Substanz nur noch einen vollständigen Ersatz erlaubt. In einer im Vermittlungsausschuss befindlichen **Überarbeitung des BSWAG** ist angelegt, dass auch der Bund für Instandhaltungsausgaben aufkommen darf. Dies würde die **Anreizproblematik nur in Teilen und zu Lasten des Bundes ausräumen**.

Darüber hinaus sollte die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (**LuFV**) **grundlegend überarbeitet** werden. Ob die DB AG die bereitgestellten Bundeszuschüsse für Ersatzinvestitionen adäquat einsetzt und ob sie ihrer Instandhaltungsverpflichtung in ausreichendem Maße nachkommt, kann durch die Qualitätskennzahlen nur unzureichend überprüft werden. Hierzu ist eine Überarbeitung und Erweiterung dieser Kennzahlen notwendig (Monopolkommission, 2023a). Der Sachverständigenrat sieht in der Behebung dieser Anreizprobleme einen wichtigen Hebel zur langfristige nachhaltigen Verbesserung der Schieneninfrastruktur.

137. Eine **eigentumsrechtliche Entflechtung der Infrastrukturgesellschaft vom übrigen DB-Konzern** könnte dazu beitragen, die Qualität der Schieneninfrastruktur zu erhöhen. Zum einen könnte die Transparenz über die Verwendung staatlicher Investitionskostenzuschüsse für Infrastrukturinvestitionen in die Schiene verbessert werden. [↪ KASTEN 14](#) Zum anderen könnte eine von Konzerninteressen geleitete ineffiziente Priorisierung von Investitionen verhindert werden. Diese können entstehen, wenn sich Investitionen an den Zielen der bahn-eigenen Verkehrsunternehmen und nicht an den Zielen des gesamten Schienennetzes orientieren (Monopolkommission, 2015a). Zudem könnte sich ein wirksamer Wettbewerb zwischen den Verkehrsunternehmen entwickeln. [↪ KASTEN 14](#) Als vertikal integrierter Konzern [↪ GLOSSAR](#) ist es im Interesse der DB AG, ihren Gesamtgewinn zu maximieren. **Konzernunternehmen könnten deshalb trotz regulatorischer Vorkehrungen Vorteile gegenüber Wettbewerbern eingeräumt werden**, beispielsweise beim **Zugang zur Schieneninfrastruktur** (Monopolkommission, 2023a). Ein starker Wettbewerb führt zu Kostensenkungen, Innovationen und höherer Qualität. Dadurch könnte die Attraktivität des Schienengüterverkehrs in Deutschland gesteigert werden (Monopolkommission, 2015a, 2023a). Inwieweit die im Januar 2024 gegründete gemeinwohlorientierte Infrastrukturgesellschaft DB InfraGo diesen Zielen näher kommt, ist derzeit noch schwer zu beurteilen. [↪ KASTEN 14](#)

Mit einer eigentumsrechtlichen Trennung gehen jedoch auch **Übergangskosten** durch die Schaffung von Doppelstrukturen einher. Positive **Verbundvorteile könnten verloren gehen**. Verschiedene empirische **Studien** untersuchten die Effekte einer vertikalen Trennung auf die Kosten, **kommen jedoch zu gemischten Ergebnissen**. So finden beispielsweise Cantos et al. (2010) überwiegend positive Effekte. Mizutani et al. (2015) legen hingegen nahe, dass die Eisenbahnstruktur in Abhängigkeit von den länderspezifischen Gegebenheiten gewählt werden solle, da sie stark von der Verkehrsintensität abhängt. Aufgrund der oben beschriebenen Effizienz- und Wettbewerbsvorteile überwiegen jedoch in der Gesamteinschätzung die positiven Effekte einer eigentumsrechtlichen Trennung.

138. Um Anreize zur Qualitätsverbesserung für die Betreiber der Schieneninfrastruktur zu schaffen, könnte eine **qualitätsabhängige Komponente in das Tarifenpreissystem** aufgenommen werden (Monopolkommission, 2023a). So könnte den Betreibern der Schienenwege bei Erfüllung von vordefinierten Qualitätszielen ein höherer Preissetzungsspielraum zugestanden werden. Bei Nichterfüllen der Ziele müssten entsprechende Abschläge hingenommen werden. Als Qualitätsparameter könnten beispielsweise Zuverlässigkeit, Schienennetzgröße, Substanzqualität, Kapazitätseinschränkungen und Servicequalität geeignet sein (Monopolkommission, 2023a).
139. Zur Stärkung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit der Schiene bestehen Entlastungspotenziale bei der Stromsteuer und den weiteren Umlagen auf den Fahrstrom. [↪ ZIFFER 90](#) Die **Stromsteuer für Fahrstrom im Schienenverkehr** ist in **Deutschland** nach Angaben der Europäischen Kommission mit 1,14 Cent pro kWh deutlich **höher als in anderen europäischen Ländern**. Einige EU-Länder wie Belgien und Schweden erheben gar keine Steuern. Dies ist möglich, da auf europäischer Ebene für Fahrstrom kein Mindeststeuersatz festgelegt ist (EU

Richtlinie 2003/96/, Artikel 15). Um die preisliche Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs zu stärken, könnte die Stromsteuer auf Null oder den für energieintensive Unternehmen geltenden Satz von 0,05 Cent pro kWh gesenkt werden.

3. Energieinfrastruktur für alternative Antriebe aufbauen

- 140. Beim Aufbau einer flächendeckenden Lade- und Tankinfrastruktur für LKW** mit alternativen Antrieben kann aufgrund der notwendigen Koordination eine, möglicherweise auch finanzielle, öffentliche Unterstützung angezeigt sein (JG 2020 Ziffern 454 ff.). Dadurch könnte ein zügiger Aufbau der Ladepunkte gesichert bzw. eine anfängliche Unterauslastung überbrückt werden (Monopolkommission, 2023b). In den vergangenen fünf Jahren wurden die Investitionskostenzuschüsse für Aufbau- und Netzanschlusskosten öffentlich zugänglicher Lade- und Tankinfrastruktur allerdings nie vollständig abgerufen (Deutscher Bundestag, 2023c). Zudem wurden nur noch etwa ein Viertel der zugebauten Ladesäulen finanziell gefördert (NLL, 2022b; Monopolkommission, 2023b). Dies deutet darauf hin, dass für den **Hochlauf der Lade- und Tankinfrastruktur vor allem nicht-monetäre Hemmnisse** bestehen. [↗ ZIFFERN 116 UND 118](#)

Aufgrund der zeitnah zu erwartenden Wirtschaftlichkeit von BE-LKW [↗ ZIFFERN 108 FF.](#) besteht kein Grund anzunehmen, dass dies beim Aufbau der Ladeinfrastruktur für LKW grundsätzlich anders sein sollte, zumal CCS-Ladestationen auch durch BE-PKW genutzt werden können. **Für den Hochlauf einer MCS-Ladeinfrastruktur** entlang der Autobahnen, die nur durch den schweren Güterfernverkehr genutzt wird, sowie für **Ladestationen im privaten Depot**, die für die Elektrifizierung des Nah- und Verteilverkehrs eine wichtige Voraussetzung sind, **kann eine öffentliche Förderung jedoch sinnvoll sein, um den Markthochlauf zu beschleunigen**. Sie sollte dann aber auf die Phase des Markthochlaufs beschränkt werden.



[↗ PLUSTEXT 5](#)

Hintergrund: Staatliche Förderung für emissionsarme Nutzfahrzeuge

Die **Richtlinie zur Förderung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Lade- und Tankinfrastruktur (KsNI)** förderte bislang die Anschaffung von emissionsfreien Nutzfahrzeugen mit bis zu 80 % der Mehrkosten gegenüber Diesel-LKW (BMVI, 2021). **Zudem wurde auch die Beschaffung von betriebsnotwendiger Lade- und Tankinfrastruktur bezuschusst**. Damit hatte Deutschland die großzügigste öffentliche Förderung für den Kauf von emissionsarmen LKW in Europa (IEA, 2023a). Im anlässlich des Bundesverfassungsgerichtsurteils vom 15.11.2023 **neu aufgestellten Klima- und Transformationsfonds (KTF)** sind für das Programm jedoch **keine Mittel mehr vorgesehen** (Bundesregierung, 2023d). Derzeit sieht der KTF insgesamt **noch 1,9 Mrd Euro zur Förderung der öffentlichen Lade- und Tankinfrastruktur** für den Personen- und Nutzfahrzeugverkehr vor (gekürzt um 0,29 Mrd Euro) (BMWK, 2023b). Diese Mittel werden vor allem in den Aufbau des initialen Lade- und Tankstellennetzes für PKW und LKW entlang der Autobahnen fließen.

141. Mit dem Ende der Bundesförderung KsNI läuft die **Kaufförderung für emissionsarme Nutzfahrzeuge aus**. [↘ PLUSTEXT 5](#) Bei der Kaufentscheidung sind nicht allein der Anschaffungspreis, sondern die Gesamtbetriebskosten über den Lebenszyklus entscheidend. [↘ PLUSTEXT 3](#) Insbesondere im Güterfernverkehr entscheiden vor allem niedrige Energie- bzw. Kraftstoffkosten sowie die Verfügbarkeit der Lade- bzw. Tankinfrastruktur über die Wettbewerbsfähigkeit einer Technologieoption (Plötz et al., 2018). Die Wettbewerbsfähigkeit mit dem Diesel-LKW dürfte im Güternah- und Teilen des Regionalverkehrs bereits gegeben sein und sich von dort aus auf weitere Anwendungsfälle ausweiten (NPM, 2020; Basma et al., 2021; Jöhrens et al., 2022; Tol et al., 2022). [↘ ZIFFERN 108 FF.](#) Für die Kaufförderung von PKW zeigen verschiedene Studien hohe Mitnahmeeffekte (Muehlegger und Rapson, 2019; Xing et al., 2021; Qorbani et al., 2024). Das Auslaufen der Kaufförderung ist deshalb zu begrüßen. Öffentliche Mittel sind besser für den Aufbau der Ladeinfrastruktur für alternative Antriebe eingesetzt (Springel, 2021).
142. **Im Zuge der Neuaufstellung des KTF** sind auch die **öffentlichen Mittel**, die **in den Aufbau der Lade- und Tankinfrastruktur** fließen, **gekürzt** worden. [↘ PLUSTEXT 5](#) Künftig werden diese vor allem für den Aufbau eines initialen Lade- und Tankstellennetzes entlang der Autobahnen eingesetzt. [↘ ZIFFER 121](#) **Auch außerhalb des Initialnetzes** wird eine **Ladeinfrastruktur für BE-LKW benötigt**, insbesondere auf Autohöfen, öffentlich zugänglichen privaten Flächen und im privaten Depot (Agora Verkehrswende, 2024). [↘ ZIFFER 116](#) Der öffentlichen Hand kommt dabei die Rolle zu, Koordinationsprobleme beim Aufbau der Ladeinfrastruktur zu beheben. Mit dem sogenannten „FlächenTool“, das die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (NLL) im Auftrag des Bundes aufgebaut hat und verwaltet, steht eine sinnvolle digitale Informationsplattform zur Verfügung, damit privates und öffentliches Flächenangebot zügig und unbürokratisch mit einer entsprechenden Nachfrage zusammenfinden kann. Eine regionale Ermittlung des künftigen Bedarfs für Ladeinfrastruktur auf Basis von Verkehrsströmen, sozioökonomischer Daten sowie Nutzer- und Raumstrukturen, ermöglicht das „StandortTool“. Zusätzlich könnte eine E-Mobilitäts-Beratung nach dem Modell der Energieberatung dazu beitragen, Speditionen beim Antriebswechsel der Flotte sowie der Planung von Ladesäulen im Depot und entsprechenden Netzananschlussbegehren zu unterstützen und Unsicherheiten zu reduzieren. Darüber hinaus sollte erwogen werden, die Investitionskostenförderung für den Aufbau von Ladestationen im privaten Depot für die Phase des Markthochlaufs wieder aufzunehmen. Damit dürften sich hohe Potenziale für die Dekarbonisierung im Güternah- und Verteilverkehr heben lassen. [↘ ZIFFER 109](#)
143. Um einen diskriminierungsfreien Zugang zu Flächen und Fördermitteln zu sichern, ist die öffentliche Ausschreibung prinzipiell ein geeignetes Instrument. Vor diesem Hintergrund ist es zu begrüßen, dass die aktuell geplante Vergabe für das initiale Ladenetz für LKW mittels Ausschreibungen erfolgen soll. [↘ ZIFFER 122](#) Bei der konkreten **Ausgestaltung der Ausschreibungen** ist jedoch **auf deren Markt- und Wettbewerbskonformität zu achten**. So bestehen Zweifel, ob hinreichende Gründe für eine weitreichende Übernahme des Betriebs- und Auslastungsrisikos sowie die geplanten Zuschlagskriterien durch den Bund [↘ ZIFFER 122](#) gegeben sind (Monopolkommission, 2021, 2023b). Die NLL begründet

dies mit dem Vorliegen von Marktversagen und damit, der Entstehung marktbeherrschender regionaler Wettbewerbskräfte entgegenwirken zu wollen (Hanken, 2024; Pallasch, 2024). Durch die beabsichtigten Leistungs- und Preisvorgaben werden jedoch regulierungsähnliche Maßstäbe gesetzt. Aufgrund der bestehenden kartellrechtlichen Eingriffsmöglichkeiten ist nicht ersichtlich, warum diese für den Aufbau und Betrieb öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur erforderlich sind, zumal es bisher keine belastbaren Hinweise darauf gibt, dass die Ladestrompreise in Deutschland systematisch missbräuchlich überhöht wären (Bundeskartellamt, 2021; Monopolkommission, 2023b). Vielmehr entsteht durch kleinteilige Vorgaben das Risiko langwieriger und bürokratischer Prozesse rund um die Ausschreibungen (Tartler, 2023; Andreae, 2024; von Knobelsdorff, 2024).

144. Bereits im Vorfeld der geplanten Ausschreibungen bestehen verschiedene **Hemmnisse**, die die **Bereitstellung öffentlicher Flächen des Bundes** für den Aufbau des initialen Lade- und Tankstellennetzes **verzögern**. [↘ ZIFFER 121](#) So müssen die Standorte, die durch die NLL entlang der Autobahnen identifiziert wurden und die für die Ausschreibungen des Bundes potenziell in Frage kämen, nun zunächst noch ein zeitintensives Netzanschlussbegehren [↘ ZIFFER 118](#) durchlaufen. Der zügigen Bearbeitung dieser Anfragen sollte durch die Netzbetreiber eine hohe Priorität eingeräumt werden. Hinzu kommt, dass der **Aufbau von Ladestationen an bewirtschafteten Autobahnraststätten durch** das derzeit anhängige **Verfahren gegen die Autobahn GmbH verzögert wird**. [↘ ZIFFER 122](#) Für den Markthochlauf von BE-LKW ist das ungünstig, da der elektrifizierte Straßengüterfernverkehr auf Lademöglichkeiten entlang der Autobahnen angewiesen ist und unbewirtschaftete Rastanlagen für die Pausenzeiten der LKW-Fahrer naturgemäß deutlich unattraktiver sind. Es muss dringend eine rechtssichere Lösung gefunden werden, damit der Aufbau der PKW- und LKW-Ladeinfrastruktur an bewirtschafteten Autobahnraststätten weitergeführt werden kann. Eine Voraussetzung dafür könnte sein, mit dem Konzessionär der Rastanlagen ergänzende vertragliche Vereinbarungen über den Zugang dritter Ladesäulenbetreiber zu den Rastanlagen und über die dafür zu verlangenden Entgelte in Form von Konzessionsabgaben bzw. Pachtzinsen zu treffen (Monopolkommission, 2023b).

145. Informationen zu den Netzkapazitäten eines möglichen Standorts für Ladesäulen sowie zu den Kosten der Netzanschlüsse müssen derzeit für jedes Projekt individuell angefragt werden, was häufig mit langen Wartezeiten verbunden ist. [↘ ZIFFER 118](#) Sinnvoller wäre es, wenn **interaktive Netzkarten** zu Anschlusskapazitäten auf der Hoch- und Mittelspannungsebene kostenfrei und öffentlich verfügbar wären und **für die Standortplanung beim Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur** in Deutschland genutzt werden könnten. Digitale Netzkarten werden beispielsweise in Teilen der USA (Bialek et al., 2023) und Belgiens (Verdoodt, 2024) bereits genutzt. Auf diese Weise könnten künftig Standorte bereits vorausschauend so ausgewählt werden, dass sie die Anforderungen an heutige und zukünftige Netzkapazitäten erfüllen. Um eine solche Karte deutschlandweit aufzubauen, müssten alle Verteilnetzbetreiber Informationen zu ihren Netzkapazitäten regelmäßig an eine zentrale Stelle, beispielsweise die Bundesnetzagentur oder die NLL melden. Der NLL liegen auch Informationen zu ge-

eigneten Flächen für PKW- und LKW-Ladeinfrastruktur vor sowie dazu, wo welche Nachfrage von BE-LKW zu erwarten sein könnte. [↗ ZIFFER 144](#) Diese Daten könnten verknüpft werden, sodass eine umfassende Informationsgrundlage für potenzielle Ladesäulenbetreiber, Netzbetreiber und Politik entstehen würde.

146. Die durch die AFIR vorgeschriebene Mindest-Ladeleistung bis zum Jahr 2030 entlang der Autobahnen dürfte nicht ausreichend sein, um den Güterfernverkehr in Deutschland zu elektrifizieren (Plötz et al., 2024). [↗ KASTEN 18](#) Dies erfordert, zumindest perspektivisch, den Aufbau einer Schnellladeinfrastruktur entlang der Autobahnen. **Deutschland sollte die Mindestanforderungen an Ladekapazitäten von AFIR daher möglichst übererfüllen.**

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur für BE-LKW entlang der Autobahnen kann nicht warten, bis der MCS-Standardisierungsprozess abgeschlossen ist. Insofern ist es richtig, den **Aufbau** des initialen Ladenetzes für LKW bereits heute, **basierend auf dem aktuellen CCS-Standard**, voranzutreiben. Um die Auslastung zu erhöhen und zudem Netzbedarfe zu optimieren, [↗ ZIFFER 119](#) ist es ohnehin sinnvoll, an den Ladestandorten die gemeinsame Nutzung für MCS-Laden und CCS-Laden, beispielsweise für das Übernachten, zu ermöglichen. [↗ ZIFFER 116](#) An jedem Standort des initialen Ladenetzes ist derzeit mindestens ein MCS-Ladepunkt vorgesehen und im Schnitt sind fünf MCS-Ladepunkte mit hohen Ladeleistungen an jedem Standort geplant. Insgesamt dürften so **1 800 MCS-Ladepunkte entlang der Autobahnen in Deutschland** entstehen. Das stellt eine sehr gute Basis für den Hochlauf von BE-LKW dar und könnte, sofern der geplante Aufbau der Ladestationen bis zum Jahr 2030 gelingt und die Standorte strategisch gewählt wurden (Balke et al., 2024a), **theoretisch ausreichen, um den Straßengüterfernverkehr in Deutschland vollständig zu elektrifizieren** (Balke et al., 2024a, 2024b; Plötz et al., 2024). [↗ KASTEN 18](#) Für einen schnelleren Markthochlauf sollte der Aufbau einer weiterführenden Schnellladeinfrastruktur bereits heute mit Blick auf den benötigten Stromnetzausbau sowie die benötigten Flächen geplant werden.

147. Die **Höhe der Marktpreise für Ladestrom** ist ein **zentraler Hebel um TCO-Kostenparität** zwischen BE-LKW und Diesel-LKW **zu erreichen**. [↗ ZIFFER 114](#) Die Preise unterscheiden sich europaweit deutlich, oft zwischen Standorten in benachbarten EU-Mitgliedstaaten, und werden vor allem durch Unterschiede in den Netzentgelten getrieben (Hildermeier und Jahn, 2024). Hier bestehen Potenziale, insbesondere die Kosten für Schnellladen in Deutschland zu senken (ACER, 2023; Hildermeier und Jahn, 2024). Zudem bestehen nach wie vor ungenutzte Potenziale bei der Stromsteuer, die auf den europäischen Mindestsatz gesenkt werden könnte (JG 2020 Ziffer 391; JG 2022 Ziffer 196; JG 2023 Ziffer 173). Darüber hinaus bestehen **hohe Synergieeffekte** zwischen der **Erzeugung erneuerbarer Energien entlang der Autobahnen sowie am LKW-Depot und dem Netzausbau für die Ladeinfrastruktur** (Biedenbach und Blume, 2023). [↗ KASTEN 16](#) Beim Aufbau von Ladeinfrastruktur im privaten Depot sollte daher der kombinierte Aufbau mit Photovoltaikanlagen mitgedacht werden. Der Verkauf von lokalem PV-Strom an fremde Unternehmen (Frachtführer) ist für Gebäudeeigentümer allerdings regulatorisch schwierig; un-

ter Umständen muss eine Registrierung als Energieversorgungsunternehmen erfolgen (Next, 2024). Eine Senkung der Markteintrittshürden kann die Anreize für Investitionen in Photovoltaik-Anlagen im privaten Depot stärken.

148. **Um die deutsche und europäische Versorgung mit Wasserstoff sicherzustellen, ist ein weitreichendes Versorgungsnetz innerhalb Europas erforderlich** (JG 2022 Kasten 26). Dessen Aufbau ist sinnvoll, unabhängig von der Frage, welche Rolle die Technologie im Straßengüterverkehr künftig spielen wird. Bei knapper Verfügbarkeit von und hoher Nachfrage nach grünem Wasserstoff wird dem Einsatz von Wasserstoff dort Priorität eingeräumt werden, wo eine Elektrifizierung von Prozessen besonders schwierig ist (Schreyer et al., 2024). Dies ist insbesondere in der Stahlindustrie und Grundstoffchemie der Fall, wo keine ökonomisch attraktiven Alternativen zur Wasserstoffnutzung bestehen dürften (Wietschel et al., 2023).

Technologieoffen bleiben – öffentliche Mittel effizient priorisieren

149. Im Güterverkehr werden derzeit sowohl von LKW-Herstellern als auch von der Politik mehrere infrage kommende technologische Alternativen für emissionsfreie Antriebe unterstützt, wobei der batterieelektrische Antrieb im Mittelpunkt der Strategien von LKW-Herstellern steht (NOW, 2023a). Das **Verfolgen paralleler Technologiepfade ermöglicht einen Wettbewerb** zwischen unterschiedlichen Technologien, ist **jedoch mit erhöhten Investitionskosten** und Unsicherheiten sowohl für Anbietende als auch für die Nutzenden und die öffentliche Hand verbunden (Jaffe et al., 2005; Azar und Sandén, 2011; Krutilla und Krause, 2011; Monopolkommission, 2015b).
150. **Technologieneutrale Anreize für die Dekarbonisierung** des Güterverkehrs setzen insbesondere der **nationale CO₂-Preis im Verkehrssektor**, das zukünftige europäische Emissionshandelssystem **EU-ETS II** und die **CO₂-basierte LKW-Maut**. Um die Planungssicherheit hinsichtlich zukünftiger CO₂-Preise im Verkehrssektor zu erhöhen, sollte Deutschland erwägen, einen nationalen CO₂-Mindestpreis einzuführen (Edenhofer et al., 2019; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019; SG 2019 Ziffern 141 ff.). Technologieneutralität ist auch für die **wissenschaftliche Grundlagenforschung**, beispielsweise bei der Weiterentwicklung von Antriebssystem, Antriebskomponenten und energetischer Effizienz sowie der Entwicklung von Nachnutzungskonzepten für LKW-Komponenten zentral. Mit Hilfe von resultierenden Wissens-Spillovern kann Forschung einen wichtigen Beitrag leisten, frühzeitig Kompetenzen zu schaffen, während sich die Technologien etablieren (JG 2020 Ziffern 436 ff.).
151. Marktbasierte Anreizmechanismen können aufgrund von Marktunvollkommenheiten unzureichend bleiben. Begleitende Maßnahmen können daher erforderlich sein (Edenhofer et al., 2019; Stiglitz, 2019). **Im Verkehrssektor erschweren Netzwerkeffekte den Markthochlauf emissionsarmer Fahrzeuge** (Li et al., 2017; Springel, 2021; Rapson und Muehlegger, 2023). Der Umstieg auf emissionsarme LKW ist für Unternehmen nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn gleichzeitig eine ausreichende Lade- bzw. Tankinfrastruktur vorhanden ist. Die **Förderung öffentlich zugänglicher Lade- und Tankinfrastruktur** kann

dazu beitragen, solche Koordinations- und Netzwerkexternalitäten zu adressieren, und helfen, dass technologieneutrale Anreize wie der CO₂-Preis eine stärkere Anpassungsreaktion gewährleisten.

152. **Damit die gesamtwirtschaftlichen Kosten zur Erreichung der Klimaziele so niedrig wie möglich** ausfallen, sollten **öffentliche Mittel dort eingesetzt** werden, **wo sie eine besonders starke Hebelwirkung entfalten**. Volkswirtschaftlich effizient werden THG-Emissionen reduziert, indem jeweils die nach dem Stand der technischen Möglichkeiten besonders einfach zu hebenden Potenziale („low hanging fruits“) zuerst genutzt werden. Durch technologischen Fortschritt wird es dann über die Zeit möglich, weitere notwendige Emissionseinsparungen günstiger zu erzielen. Eine Fokussierung öffentlicher Fördermaßnahmen trägt dazu bei, Planungsunsicherheiten für private Akteure zu reduzieren und gleichzeitig bei knappen Kassen die verfügbaren Mittel effizient einzusetzen. Damit eine solche Priorisierung nicht durch Interessengruppen vereinahmt wird (Baldwin und Robert-Nicoud, 2007), sollten hierbei strenge und transparente Kriterien angelegt werden. Dabei sollte die Erfolgswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden, mit der eine neue Technologie bereits in näherer Zukunft zum gesellschaftlichen Ziel der Dekarbonisierung beizutragen vermag.
153. Viele Lösungen zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs sind technisch in der längeren Frist vermutlich möglich, in der kürzeren Frist aber nicht alle gleichermaßen realisierbar. Vier Kriterien sind besonders wichtig für die Bestimmung der **Wahrscheinlichkeit**, dass eine **Technologie den Straßengüterverkehr in der näheren Zukunft effektiv dekarbonisiert** (ITF, 2023b): Erstens, der **Reifegrad** der Technologie. Zweitens, das Potenzial, gegenüber dem Diesel-LKW und emissionsarmen Alternativen **wettbewerbsfähig** zu werden. Drittens, das **Emissionsreduktionspotenzial** und viertens, das Potenzial für einen **schnellen Markthochlauf**. [↪ TABELLE 11](#) Unter Berücksichtigung dieser Kriterien zeigt sich, dass sich für den BE-LKW derzeit die höchste Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Marktetablierung bis zum Jahr 2030 ergibt. Für diese Technologie ist eine Marktreife bereits erreicht bzw. steht unmittelbar bevor. [↪ ZIFFER 104](#) [↪ KASTEN 15](#) Bereits heute können LKW des Güternah- und Verteilverkehrs zu kompetitiven TCO batterieelektrisch betrieben werden. [↪ ZIFFERN 108 FF.](#) Hier bestehen hohe Potenziale für kurzfristige Emissionsreduktionen im Straßengüterverkehr, die mit bereits verfügbaren Ladetechnologien und Reichweiten realisiert werden können.
154. Vor dem Hintergrund der europäischen Klimaziele bis zum Jahr 2030 sollte daher der **Schwerpunkt staatlichen Handelns** zunächst **auf einer Marktdurchdringung von BE-LKW** liegen, denn nur dies gewährleistet zeitnahe Erfolge bei der Dekarbonisierung. Der limitierende Faktor ist derzeit die Verfügbarkeit der Infrastruktur. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur sollte deshalb prioritär vorangetrieben werden. Vor dem Hintergrund knapper öffentlicher Mittel und Planungskapazitäten sind nur mit einer solchen Fokussierung deutliche Fortschritte bei der Dekarbonisierung des Güterverkehrs bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Dies beschleunigt zudem die Technologieskalierung. Die Politik garantiert dadurch eine hohe Nutzungsintensität der Ladeinfrastruktur. Dies senkt die Kos-

➤ TABELLE 11

Alternative Antriebstechnologien für LKW und ihr Beitrag zur Dekarbonisierung des Güterverkehrs

	Technologiereife ¹	Wettbewerbsfähigkeit ²	Emissionsminderungspotenzial	Geschwindigkeit ³
BE-LKW (Nahverkehr)	TRL 9	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich
BE-LKW (Fernverkehr)	Fahrzeug: TRL 8/9	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich	Wahrscheinlich
	Laden mit < 350 kW: TRL 8			
	Laden mit > 1 MW: TRL 6/7			
BE-LKW mit Batteriewechsel	TRL 8/9	Ungewiss	Wahrscheinlich	Ungewiss
FCE-LKW	Fahrzeug: TRL 8/9	Herausfordernd	Kurzfristig herausfordernd	
	Tanken mit hoher Fließgeschwindigkeit: TRL 4		Langfristig möglich	Herausfordernd
LKW mit Oberleitung	TRL 8	Möglich	Wahrscheinlich	Herausfordernd
LKW mit E-Fuels	TRL 6	Unwahrscheinlich	Unwahrscheinlich	Unwahrscheinlich

1 – Der ETP-Leitfaden für saubere Energietechnologien ist ein interaktiver Rahmen, in dem die Internationale Energieagentur (IEA) Informationen zu über 550 einzelnen Technologiekonzepten und -komponenten für das gesamte Energiesystem bereitstellt, die zur Erreichung des Ziels von Klimaneutralität beitragen. Für jede dieser Technologien enthält der Leitfaden Informationen zum Reifegrad, dem Technology Readiness Level (TRL). Das TRL ist eine Skala zur Bewertung des Entwicklungsstandes von neuen Technologien auf der Basis einer systematischen Analyse. Entwickelt wurde die Methodik 1988 von der NASA für die Bewertung von Raumfahrttechnologien, davon ausgehend hat sie sich als Bewertungsstandard in weiteren Bereichen verschiedener Technologiebereiche etabliert. Die IEA verwendet eine Skala von 1 („initial idea“) bis 11 („proof of stability reached“). 2 – Wettbewerbsfähige Gesamtbetriebskosten. 3 – Schneller Markthochlauf.

Quellen: IEA, ITF (2023b), eigene Darstellung
© Sachverständigenrat | 24-106-02

ten und steigert wiederum die Wahrscheinlichkeit, dass der BE-LKW wirtschaftlich wird. ➤ ZIFFER 112 **Die Wahrscheinlichkeit, dass sich diese Investitionen zukünftig als Fehler herausstellen, ist gering („No-regret“).** Dies gilt umso mehr, da zwischen dem Hochlauf von BE-LKW und BE-PKW, die sich gegenüber emissionsarmen Alternativen bereits weitgehend am Markt durchgesetzt haben, hohe Synergien bestehen. Synergieeffekte bestehen auch beim Netzausbau für Lademöglichkeiten entlang der Autobahnen, wo Flächen künftig ohnehin verstärkt für die erneuerbare Energieerzeugung genutzt werden sollen (BMWK, 2023c).

155. Die Privatwirtschaft hat diesen Weg bereits eingeschlagen. Deutsche LKW-Hersteller sind EU-weit führend beim Verkauf emissionsarmer LKW (Mulholland und Egerstrom, 2024). Traditionell nimmt Europa auch weltweit eine führende Rolle in der Nutzfahrzeugtechnologie ein. Bei Europas größten LKW-Herstellern (Daimler Truck, Traton Group und Volvo Group) können bereits heute batterieelektrische Lösungen für alle LKW-Segmente, inklusive der schweren Klasse, ➤ PLUSTEXT 1 bestellt werden (Daimler Truck, 2024; Traton, 2024; Volvo, 2024). Für den anspruchsvollen Langstrecken-Straßentransport halten zwei dieser drei Hersteller sich noch die Option offen, dass dieses Einsatzprofil künftig auch durch den FCE-LKW abgedeckt werden könnte, ➤ ZIFFER 104 weswegen sie in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts die Serienreife entsprechender schwerer FCE-LKW anstreben (Daimler Truck, 2024, S. 12; Volvo, 2024, S. 24). Für die anderen LKW-Segmente, die insbesondere Einsatz im Nah- und Verteil-

verkehr finden, bieten diese Hersteller keine FCE-LKW an und ihre Unternehmensstrategien sehen dies auch perspektivisch nicht vor (Daimler Truck, 2024; Traton, 2024; Volvo, 2024). Den Aufbau einer Ladeinfrastruktur für BE-LKW treiben die drei LKW-Hersteller gemeinsam entschieden voran. Über das Joint Venture Milence sollen bis zum Jahr 2027 mindestens 1 700 öffentlich zugängliche Schnellladepunkte an und in der Nähe von Autobahnen sowie an Logistik-Hubs in Europa entstehen. Dass die Hersteller sich insgesamt **mehr Verbindlichkeit und Investitionssicherheit von der Politik** wünschen, zeigt nicht zuletzt die jüngste Diskussion über die Verschärfung der europäischen Flottenziele. [↘ ZIFFER 88](#) Bei dieser setzte sich das BMDV dafür ein, dass auch E-Fuels auf die CO₂-Flottenziele angerechnet werden dürfen, während LKW-Hersteller und Zulieferer appellierten, unabhängig davon einer Verschärfung der Regulierung zuzustimmen, da im Fokus der Privatwirtschaft der zügige Hochlauf von BE-LKW stehe (Handelsblatt, 2024b; Mortsiefer, 2024).

156. BE-LKW bilden die technische Basis für den FCE-LKW. Die **verbleibende Ungewissheit** in Bezug auf den Wettbewerb zwischen Wasserstoff und Strom **im schweren Güterfernverkehr** kann daher mit einem **adaptiven Politikan-satz** angegangen werden (Schreyer et al., 2024). Solange die künftige Verfügbarkeit und die Preise von grünem Wasserstoff ungewiss sind, sollte für diese Anwendung auch die direkte Elektrifizierung durch den BE-LKW bevorzugt werden, während Wasserstoffoptionen weiter entwickelt, getestet und demonstriert werden können.

Auf dieser Grundlage kann in den kommenden Jahren ein besseres Verständnis für mögliche technische Grenzen des BE-LKW in anspruchsvollen Anwendungsfällen entwickelt sowie die Praxistauglichkeit der entstehenden Schnellladeinfrastruktur für hohe Reichweiten erprobt werden. Sollten diese den Einsatz von FCE-LKW technisch erforderlich machen oder sich herausstellen, dass der Einsatz von FCE-LKW gegenüber BE-LKW künftig kostengünstiger ist, sollte dieser Ansatz in Richtung einer größeren Rolle des Wasserstoffs angepasst werden. Der Aufbau von Infrastrukturen mit langen Vorlaufzeiten, wie z. B. Wasserstoffpipelines, für die hohe Synergieeffekte mit der industriellen Wasserstoffnutzung bestehen, könnte diese Unwägbarkeiten berücksichtigen und leicht überdimensioniert sein, um auch für optimistische Wasserstoffszenarien vorbereitet zu sein. **Auf eine öffentliche Förderung von Wasserstofftankstellen** sowie den Aufbau von kostenintensiven Verteilinfrastrukturen für Wasserstofftankstellen [↘ KASTEN 17](#) sollte hingegen **zunächst verzichtet werden**.

157. Verschiedene Studien unterstreichen die **Bedeutung des Aufbaus einer öffentlichen Lade- und Tankinfrastruktur** für die Marktdurchdringung emissionsarmer Antriebe und damit **für die Dekarbonisierung des Güterverkehrs**. Sie stellen Szenarien zum zukünftigen Bestand schwerer Nutzfahrzeuge des Verkehrssektors in Deutschland bis zum Jahr 2045 auf. Diese Szenarien haben nicht den Anspruch, die wahrscheinlichsten Pfade darzustellen, sondern spiegeln vielmehr unterschiedliche Annahmen beispielsweise über die künftige technologische Entwicklung und die politische Unterstützung wider und beleuchten die Auswirkungen dieser Annahmen auf den möglichen Lösungsraum. So zeigen

etwa die Langfristszenarien für die Transformation des Verkehrssektors (Fraunhofer ISI et al., 2024) [↗ ABBILDUNG 49](#) je nach Annahme unterschiedliche Anteile verschiedener Antriebstechnologien am Bestand der schweren Nutzfahrzeuge im Jahr 2045. In einem Szenario (T45-H2) wird angenommen, dass bis 2030 keine öffentlich verfügbare Ladeinfrastruktur für BE-LKW aufgebaut wird, sondern stattdessen zu diesem Zeitpunkt nur eine öffentliche Infrastruktur für Wasserstofftankstellen existiert. Unter dieser Annahme folgt im Jahr 2045 ein vergleichsweise großer Bestand an FCE-LKW bei Einsatzprofilen mit hoher Fahrleistung. Denn ohne öffentliche Ladeinfrastruktur kann nur der Teil der Flotte batterieelektrisch betrieben werden, der ohne öffentliches Nachladen auskommt (Fraunhofer ISI et al., 2024, S. 27). Gleichzeitig verdeutlichen die Langfristszenarien aber, dass aufgrund der **Effizienz- und Kostenvorteile des batterieelektrischen Antriebs** der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur für BE-LKW zu einer schnelleren Marktdurchdringung mit emissionsarmen LKW und somit einer schnelleren Dekarbonisierung führt als der Aufbau einer Infrastruktur für Wasserstofftankstellen (Fraunhofer ISI et al., 2024, S. 9).

158. **Den Ausbau des Tankstellennetzes für Wasserstoff aus industriepolitischen Gründen staatlich zu forcieren, erscheint ordnungspolitisch fragwürdig.** [↗ ZIFFERN 173 FF.](#) Hierfür müsste überzeugend argumentiert werden, warum in diesem konkreten Fall der Staat besser als die Unternehmen absehen kann, welche Technologie und damit welches Geschäftsmodell sich durchsetzen wird bzw. durchsetzen sollte („picking winners“). Die bereits bestehende Marktreife der BE-LKW lässt keinen Zweifel daran, dass dieser Antrieb in der Zukunft breite Anwendung finden wird. Dagegen geben die Entwicklungspläne für emissionsarme Antriebe der europäischen LKW-Hersteller keinen Anlass zur Annahme, dass sie davon ausgehen, dass sich daneben auch der FCE-Antrieb, von Nischenanwendungen abgesehen, durchsetzen wird. Eine zu frühe Errichtung eines Wasserstofftankstellennetzes in Deutschland, noch bevor klar ist, welche Transport- und Anlieferoptionen sowie notwendige Speicher- und Aufbereitungsanlagen dafür benötigt werden, [↗ KASTEN 17](#) birgt außerdem das Risiko, in eine Technologie zu investieren, die sich im Nachhinein als nicht marktfähig erweist und damit in einer Investitionsruine mündet. Dies ist bei den bereits existierenden Wasserstofftankstellen zu beobachten, die allem Anschein nach sowohl in Deutschland als auch in einigen anderen Ländern nach und nach zurückgebaut werden, weil sie den Marktstandards nicht mehr entsprechen. [↗ ZIFFER 124](#)
159. Die AFIR [↗ KASTEN 18](#) gibt den Aufbau paralleler Lade- bzw. Tankinfrastrukturen für den BE-LKW und den FCE-LKW bis zum Jahr 2030 vor. Studien kommen zu dem Schluss, dass in fast allen europäischen Mitgliedstaaten noch erheblicher Nachholbedarf beim Aufbau von Ladestationen für BE-LKW besteht, um die Ziele der AFIR zu erreichen. Wasserstofftankstellen für den Hochlauf emissionsarmer Nutzfahrzeuge dürften in Europa diesen Abschätzungen zufolge hingegen erst frühestens im Jahr 2035 benötigt werden (Ragon et al., 2022; Mulholland und Egerstrom, 2024). Für Ende des Jahres 2024 sieht die **AFIR eine offizielle Zwischenevaluation** (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023) vor. In diesem Zuge soll **die Technologie- und Marktreife von schweren Nutzfahrzeugen neu bewertet** werden. Je nach Ergebnis dieser Bewertung kann die EU-Kommission Vorschläge zur Änderung der

AFIR vorlegen. Die Bundesregierung plant, der EU-Kommission Ende dieses Jahres eine Analyse über zukünftige Bedarfe aller mit der AFIR regulierten Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe vorzulegen. Der Hochlauf des emissionsarmen Straßengüterverkehrs sollte europäisch koordiniert erfolgen. Die Zwischenevaluation von AFIR bietet Deutschland die Möglichkeit, sich mit weiteren europäischen Mitgliedstaaten zu koordinieren und gemeinsam die Potenziale der verschiedenen Antriebstechnologien für eine effiziente kurzfristige Dekarbonisierung neu zu bewerten.

Eine andere Meinung: Mit langfristiger Perspektive ein breites Technologie-Portfolio stärken

160. Ein Mitglied des Sachverständigenrates, Veronika Grimm, kann sich der Mehrheitsposition des Sachverständigenrates im Kapitel „Güterverkehr zwischen Infrastrukturanforderungen und Dekarbonisierung“ in einigen Punkten nicht anschließen. Dies betrifft Teile der Ausführungen und Handlungsempfehlungen zum Straßengüterverkehr. Die Darstellung und Einordnung der verschiedenen Optionen im straßengebundenen Güterverkehr ² ZIFFERN 67 F., 102 FF. UND 140 FF. lässt relevante Perspektiven und Szenarien außer Acht und fokussiert zu stark auf die kurze und mittlere Frist. Dies ist zu bemängeln, da **langfristige Entwicklungen und industriepolitische Chancen bei der Ableitung kurzfristiger Handlungsempfehlungen zwingend mitgedacht werden sollten**, denn:
 - Die Klimaziele der Bundesregierung für das Jahr 2045 sind nur zu erreichen, wenn eine Vielfalt von Technologieoptionen hinreichend schnell nutzbar wird, sodass sie zur Emissionsminderung rechtzeitig vor dem Jahr 2045 beitragen können. Eine **Beschränkung auf diejenigen Technologien, die zum aktuellen Zeitpunkt bereits ausgereift sind, verbaut die Entdeckung von Umsetzungschancen**, und **gefährdet somit den Transformationsprozess**. Sie lässt sich daher durch Hinweise auf die kurzfristige Dringlichkeit der Emissionsminderung nicht rechtfertigen.
 - Wenn Deutschland und Europa **langfristige Perspektiven der Technologieentwicklung außer Acht lassen**, indem sie sich ausschließlich auf aktuell ausgereifte Technologien konzentrieren, **setzen sie ihre Wettbewerbsfähigkeit bei wichtigen Zukunftstechnologien aufs Spiel**. Schließlich sind ohne umfangreiche Innovationen weder die von Europa angestrebte globale Technologie- und Marktführerschaft noch in der Folge ein entsprechender Beitrag zum Prosperitätswachstum denkbar.
 - Darüber hinaus kann eine zu **enge Fokussierung auf die direkte Elektrifizierung im Verkehr zu Herausforderungen in der Umsetzungspraxis und zu einseitigen Abhängigkeiten führen**. So könnte es bei der vollen Skalierung der Technologien, etwa aufgrund von Versorgungsengpässen bei Vorprodukten oder aufgrund von Hemmnissen beim Ausbau der Infrastruktur, zu erheblichen Verzögerungen kommen. In einem solchen Falle wird es missionskritisch sein, eine Reihe von Technologieoptionen zur Verfügung zu haben, nicht nur eine einzige.

161. Vor diesem Hintergrund erscheint es nicht zielführend, aufgrund der schnelleren Marktreife von batterieelektrischen LKW (BE-LKW) die Vorbereitung des Markthochlaufs anderer Technologieoptionen mit geringerer Priorität voranzutreiben. **Die ambitionierten Klimaziele erfordern** – gerade weil die Bedeutung von Mobilität nicht ab- sondern zunehmen wird – im Verkehrssektor **vorausschauendes politisches Handeln, das den technologischen Fortschritt weitestmöglich für die Transformation nutzbar macht**. Insofern stehen die Antriebstechnologien im Güterverkehr nicht in Konkurrenz, sondern ergänzen sich auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Verkehrsszenarien bieten Orientierung, geben aber keine Handlungsanleitung

162. Um politische Entscheidungen an aktuellen Einschätzungen des Lösungsraums orientieren zu können, werden regelmäßig im Rahmen von Systemstudien sowie in sektorspezifischen Analysen die **möglichen Dekarbonisierungspfade abgeschätzt** (unter anderem EWI, 2021; Fraunhofer ISI et al., 2021; Luderer et al., 2021; BCG, 2021; Stolten et al., 2022; acatech et al., 2023; Fraunhofer ISI et al., 2024).
163. Die Zielsetzung der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 im Rahmen des im Jahr 2019 vorgestellten Green Deal und das Vorziehen des Klimaneutralitätsziels für Deutschland auf das Jahr 2045 durch das Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2021 hat die Ergebnisse der Systemstudien maßgeblich verändert. Insbesondere müssen nun auch im Güterverkehr klimaneutrale Lösungen für sämtliche Anwendungen gefunden werden. Mit Blick auf den straßengebundenen Güterverkehr **gehen die aus den Szenarien abgeleiteten Einschätzungen zum zukünftigen Technologiemarkt weit auseinander, da heute noch große Unsicherheiten bestehen** (acatech et al., 2023; Fraunhofer ISI et al., 2024). Dies betrifft etwa die rechtzeitige Verfügbarkeit von Infrastrukturen (EWK, 2024; Weiss et al., 2024), die zu erwartenden Strom- und Treibstoffpreise ^{↘ ZIFFERN 170 FF.} sowie die Kosten der Fahrzeuge unter Einbeziehung von Nachnutzungsoptionen. Zudem wurde der Wechsel zu 100 %-Klimaneutralitätsszenarien erst mit einer gewissen Verzögerung in den Studien konsequent umgesetzt.
164. Die jüngeren **Systemstudien für Deutschland projizieren** überwiegend eine **Mischung von Antriebstechnologien im Schwerlastverkehr**, wobei die direkte Elektrifizierung, also der Einsatz von BE-LKW, in den allermeisten Szenarien zum Güterverkehr den größten Anteil hat. Je nach Szenario nutzen in den Studienergebnissen 0 % bis zu 75 % der LKW in der Schwermobilität Wasserstoff (acatech und DECHEMA, 2022). Szenarien der dena-Leitstudie (2021) und des Kopernikus-Projekts Ariadne (Luderer et al., 2021) gehen für das Jahr 2050 von jährlich etwa 40 bis 50 TWh Wasserstoffbedarf im LKW-Verkehr aus (acatech und DECHEMA, 2022). Vor dem Hintergrund der im Mai 2024 absehbaren Verschärfung der europäischen kurz- und mittelfristigen CO₂-Emissionsreduktionsziele für schwere Nutzfahrzeuge erwartet der Nationale Wasserstoffrat (NWR) in seiner jüngsten Bedarfsschätzung bereits im Jahr 2030 einen Wasserstoffbedarf von etwa 22 TWh für LKW und Busse (NWR, 2024). Für das Jahr 2035, in dem nach der Verschärfung für schwere Nutzfahrzeuge die CO₂-Emissionen um 65 %

gegenüber dem Jahr 2019 gesenkt werden müssten, erwartet der NWR für diese Fahrzeugklassen einen Wasserstoffbedarf von etwa 58 TWh.

165. Die im Februar 2024 veröffentlichten Langfristszenarien für die Transformation des Verkehrssektors (Fraunhofer ISI et al., 2024), die im Rahmen des Projekts „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Langfristszenarien 3) im Auftrag des BMWK erstellt wurden, untersuchen in einer Reihe von Szenarien unterschiedliche denkbare Entwicklungen des Gesamtsystems, damit das **Spektrum der Optionen sowie die Vor- und Nachteile verschiedener Pfade** genauer **in den Blick genommen** werden können. Angesichts der zahlreichen Unsicherheiten und der verschiedenen komplementären Handlungsfelder ist dieses Vorgehen äußerst sinnvoll, im Grunde sogar unverzichtbar.
166. Die jeweils vollständig konsistent durchgerechneten Szenarien spiegeln wider, dass ganz **unterschiedliche Technologiepfade möglich** sind. ↘ ABBILDUNG 49 Wie gut sie im Einzelfall zu realisieren sein werden, hängt unter anderem davon ab, **ob verschiedene Energieträger** in hinreichender Menge und zu verkraftbaren Preisen **zur Verfügung stehen** werden und ob die entsprechenden **Infrastrukturen verfügbar** sind. Würde die Nutzfahrzeugflotte komplett elektrifiziert, so ergäbe sich im Jahr 2045 dafür ein Strombedarf von jährlich 69 TWh. Würden auch FCE-LKW genutzt (Szenario T45-H2), so läge der jährliche Strombedarf für die BE-LKW bei lediglich 35 TWh, es würden jedoch 61 TWh Wasserstoff benötigt, zum Großteil (57 TWh) für schwere Nutzfahrzeuge. ↘ ABBILDUNG 49
RECHTS Ein Szenario, in dem ein Großteil der Schwermobilität synthetische Kohlenwasserstoffe nutzt, wird als „Fallback“ berechnet, falls die vollständige Umsetzung der anderen Pfade nicht gelingt.
167. Aktuelle wissenschaftliche **Studien für den europäischen Straßengüterverkehr** zeigen, dass **neben batterieelektrischen Antrieben zukünftig auch in Europa weitere Technologieoptionen eine Rolle spielen** dürfen.
 - So analysieren Shirizadeh et al. (2024) in einer iterativen Kopplung eines Energiesystemmodells mit Modellen zur Verkehrsentwicklung, dem Fahrverhalten sowie dem Gütertransport unterschiedliche Wege zur vollständigen Dekarbonisierung des europäischen Schwerlastverkehrs. Basierend auf drei unterschiedlichen Szenarien zur Verfügbarkeit von alternativen Kraftstoffen, Infrastrukturen, Energiepreisen oder zur Entwicklung des Fracht- und Fahrgastaufkommens ergeben sich unterschiedliche Pfade in der Schwerlastmobilität, bei denen BE-LKW stets eine wichtige Rolle spielen, andere Antriebskonzepte insbesondere für mittlere und lange Strecken aber ebenfalls zur Anwendung kommen.
 - Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Schreyer et al. (2024), die basierend auf dem am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) entwickelten Integrated Assessment Model (IAM) REMIND die indirekte und direkte Elektrifizierung des europäischen Energiesystems untersuchen. Neben einer fast vollständigen Durchdringung von batterieelektrischen Antrieben im Personenverkehr zeigt sich für die Schwerlastmobilität ein diverses Bild über alle

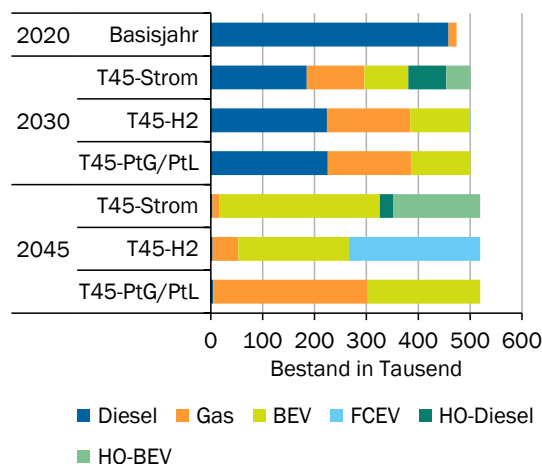
betrachteten Szenarien hinweg. Hier spielen neben BE-LKW auch FCE-LKW, Hybride Systeme, aber auch Verbrennungsmotoren eine Rolle.

- Carboni et al. (2024) analysieren mit Hilfe eines agentenbasierten IAM Szenarien zur Erreichung der Klimaneutralität des italienischen Schwerlastverkehrs unter Berücksichtigung unterschiedlicher Annahmen hinsichtlich Technologieentwicklung, Energiepreisen und politischer Regulierung. Für leichte LKW ergibt sich eine vollständige Elektrifizierung, wohingegen bei mittleren und schweren LKW batterieelektrische Antriebe keine Rolle spielen.
- Aryanpur und Rogan (2024) kommen in einer Energiesystemmodellierung für Irland zu dem Ergebnis, dass insbesondere unter Berücksichtigung von nicht ausschließlich finanziellen Faktoren wie Ladezeit oder zulässigem Gesamtgewicht auch FCE-LKW für schwere Lasten zur Anwendung kommen.

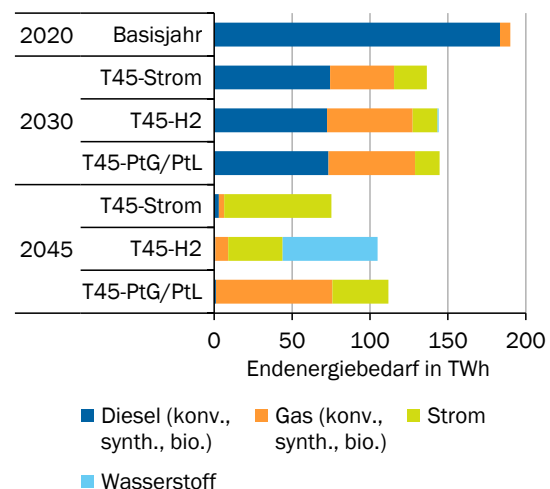
ABBILDUNG 49

Szenarien¹ für den Schwerlastverkehr und Endenergiebedarf für Nutzfahrzeuge² in Deutschland

Bestand schwerer Nutzfahrzeuge in den Szenarien T45-Strom, T45-H2 und T45-PtG/PtL in den Jahren 2030 und 2045



Endenergiebedarf Nutzfahrzeuge in den Szenarien T45-Strom, T45-H2 und T45-PtG/PtL in den Jahren 2030 und 2045



1 – Langfristszenarien für die Transformation des Verkehrssektors (Fraunhofer ISI et al., 2024) aus dem Projekt „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Langfristszenarien 3) im Auftrag des BMWK. Die Szenarien berücksichtigen das Klimaschutzgesetz entsprechend der Novelle des Jahres 2021 mit den Sektorzielen für das Jahr 2030 und dem Ziel der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045. Die drei Szenarien stellen „Extremwelten“ dar, um einen Orientierungsrahmen bereitzustellen. T45-Strom: starke Elektrifizierung. T45-H2: starke Nutzung von Wasserstoff. T45-PtG/PtL: starke Nutzung von synthetischen Kohlenwasserstoffen. Um eine möglichst große Bandbreite an Szenarien darzustellen wird im Szenario T45-Strom, in Anlehnung an die Methodik in Speth et al. (2022), davon ausgegangen, dass eine öffentliche Schnellladeinfrastruktur für Nutzfahrzeuge aufgebaut wird. Diese erlaubt es im Jahr 2045 jedem Fahrzeug, falls notwendig, einmal täglich öffentlich nachzuladen, was die Reichweite der Fahrzeuge verdoppelt. Zusätzlich werden 8 000 km des Straßennetzes bis zum Jahr 2045 mit Oberleitungen elektrifiziert. Auf eine Wasserstofftankstelleninfrastruktur wird hingegen verzichtet. Im Szenario T45-H2 wird angenommen, dass eine Wasserstofftankstelleninfrastruktur aufgebaut wird, die ab dem Jahr 2030 einen uneingeschränkten Betrieb von Wasserstoff-Nutzfahrzeugen ermöglicht. Es steht jedoch keine öffentliche Ladeinfrastruktur für Nutzfahrzeuge zur Verfügung. Batterieelektrische Fahrzeuge können nur an der privaten Depotinfrastruktur nachgeladen werden. 2 – Die Berechnungen zeigen einen Stand zu Beginn des Ukraine-Kriegs. Trotz der mittlerweile gesunkenen Gaspreise haben sich die Rahmenbedingungen für gasbetriebene LKW ungünstig entwickelt. Daher könnte ein großer Teil der Gas-Energiemenge weiterhin als Diesel nachgefragt werden. Die Effizienz beider Antriebe ist nahezu identisch, sodass die eingesetzten Energiemengen sehr ähnlich wären.

Quelle: Fraunhofer ISI et al. (2024)

© Sachverständigenrat | 24-126-01

Die hier betrachtete Auswahl aktueller Studien legt nahe, dass insbesondere **für mittlere und schwere Lasten Mischungen unterschiedlicher Technologien erwartet werden** können und keinesfalls bereits eine klare Tendenz zu einer bestimmten Technologie – weder zur reinen Elektrifizierung, noch zur annähernd vollständigen Nutzung von Wasserstoff – im Schwerlastverkehr erkennbar ist.

Unsicherheit über zukünftige Rahmenbedingungen ernst nehmen

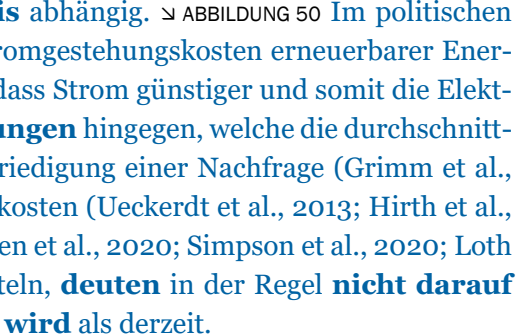
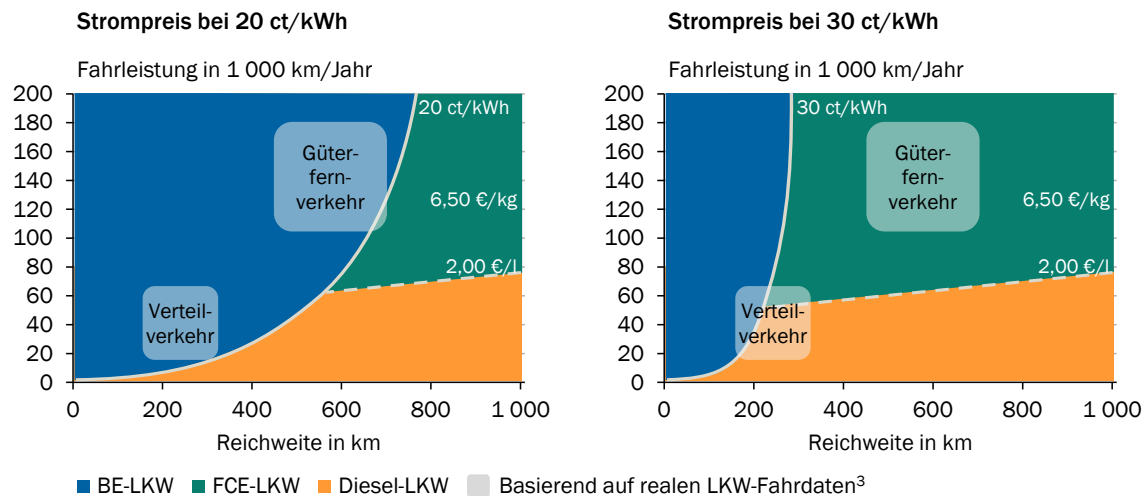
168. Der **Hochlauf der Batteriemobilität und der Hochlauf der Wasserstoffmobilität im Schwerlastverkehr** sehen sich beide **mit** ihren eigenen **zahlreichen Herausforderungen konfrontiert**. So wird für BE-LKW etwa eine flächendeckende Ladeinfrastruktur benötigt, weshalb das Stromnetz ausgebaut werden muss und – gerade entlang der Autobahnen – umfangreiche Flächen verfügbar gemacht werden müssen (Weiss et al., 2024; EWK, 2024; VM BW, 2024). Für die Wasserstoffmobilität ist zwar ein weniger dichtes Tankstellennetz nötig. Allerdings muss Wasserstoff – auch durch umfangreiche Importe (Bauer et al., 2023; EWK, 2024) – verfügbar gemacht und vor allem eine Einigung über die Betankungstechnologie erreicht werden (NOW, 2023a, S. 26).
169. Es ist heute nicht abschließend absehbar, in welchem Umfang sich der rein batterieelektrische Antrieb für LKW durchsetzen wird (acatech et al., 2023; Fraunhofer ISI et al., 2024; Plötz et al., 2022). Da ein großer Teil des Logistiksektors in hohem Maße kostenabhängig ist, werden dort die Gesamtbetriebskosten entscheidend sein. **Zentrale Einflussfaktoren**, die deren Entwicklung beeinflussen werden, sind die **Verfügbarkeit der Lade- bzw. Tankinfrastruktur**, die **Kosten des Netzausbaus**, die **Stromkosten**, die **Wasserstoffkosten**, die **Realisation von ausreichenden Wasserstoffimporten**, die Möglichkeiten der **Nachnutzung der Fahrzeuge** sowie die **Verfügbarkeit der Rohstoffe** für die verschiedenen Technologieoptionen. Für Anwendungsfelder mit hohem Energiebedarf und/oder dort, wo eine geringe Kostensensibilität vorliegt, etwa beim Schwerlastverkehr in abgelegenen Gebieten oder dem Transport von übergroßen und extrem schweren Gütern (beispielsweise von Rotorblättern für Windräder), wird Wasserstoff voraussichtlich eine Rolle spielen (Plötz et al., 2022).
170. Insbesondere mit Blick auf die Gesamtbetriebskosten besteht heute noch hohe Unsicherheit, ob FCE-LKW für lange Distanzen geringere Gesamtbetriebskosten aufweisen werden als BE-LKW. Dies ist unter anderem vom zukünftigen **Strompreis relativ zum Wasserstoffpreis** abhängig.  **ABBILDUNG 50** Im politischen Raum werden häufig die sinkenden Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien angeführt, um zu argumentieren, dass Strom günstiger und somit die Elektromobilität attraktiver wird. **Berechnungen** hingegen, welche die durchschnittlichen Stromerzeugungskosten zur Befriedigung einer Nachfrage (Grimm et al., 2024) oder gar die zukünftigen Systemkosten (Ueckerdt et al., 2013; Hirth et al., 2015; Reichelstein und Sahoo, 2015; Shen et al., 2020; Simpson et al., 2020; Loth et al., 2022; Egerer et al., 2022) ermitteln, **deuten** in der Regel **nicht darauf hin**, dass **Strom deutlich günstiger wird** als derzeit.

ABBILDUNG 50

Energiekosten beeinflussen zukünftige¹ Wirtschaftlichkeit²



1 – Bei einem Marktpreis für Ladestrom von 20 bzw. 30 Cent je kWh, einem Diesel-Preis an der Tankstelle von 2 Euro je Liter und einem Wasserstoff-Kraftstoffpreis von 6,50 Euro je kg. 2 – Gesamtbetriebskosten basierend auf aktuellen Herstellkosten der Fahrzeugkomponenten (Brennstoffzelle 130 Euro je kW, Wasserstofftank 415 Euro je kg und Batteriepack 120 Euro je kWh) sowie Kosten für Betrieb und Instandhaltung basierend auf König et al. (2021). Gezeigt wird der Antrieb mit den jeweils niedrigsten Gesamtkosten. 3 – Die eingezeichneten Einsatzgebiete „Verteilverkehr“ und „Güterfernverkehr“ basieren auf realen LKW-Fahrdaten deutscher Flottenbetreiber nach Balke und Adenaw (2023).

Quellen: Balke und Adenaw (2023), Wolff et al. (2020), Wolff und Balke (2024), eigene Darstellung

© Sachverständigenrat | 24-124-01

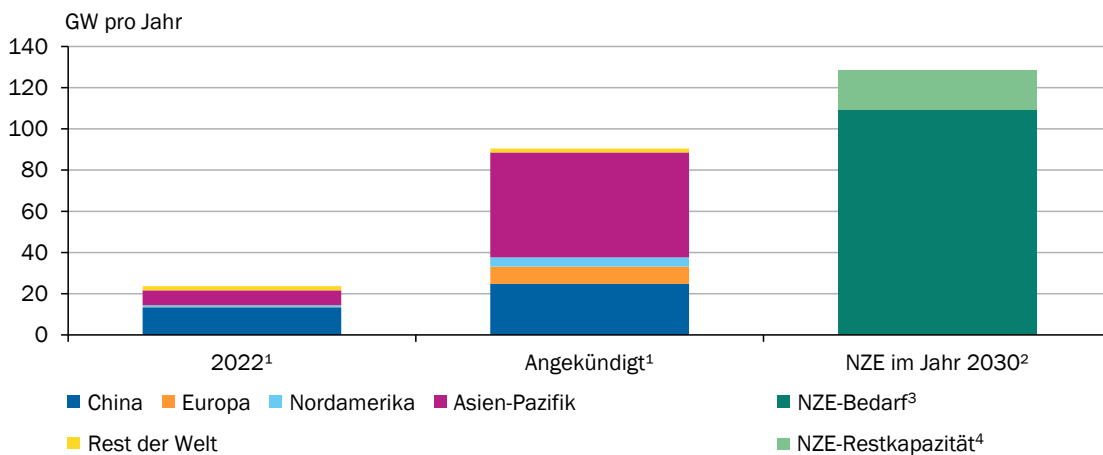
171. Die **Abschätzungen zukünftiger Gestehungskosten von grünem und blauem Wasserstoff** hängen von den **Kosten für Strom und Erdgas** an den **Produktionsstandorten des Wasserstoffs** sowie von den **Transportkosten** ab. An günstigen Standorten für erneuerbare Energien (Stromgestehungskosten von 20 bis 30 Euro/MWh) könnten im Jahr 2030 Wasserstoffkosten von 2 Euro/kg erreicht werden. Bei Stromkosten von über 100 Euro/MWh dürften die Vollkosten der Wasserstofferzeugung hingegen über 10 Euro/kg betragen (EWK, 2024, Abbildung 66 und Ziffer 256).
172. Für Deutschland lagen die aktuellen Vollkostenindikatoren (HydexPlus Green und HydexPlus Blue) in den vergangenen Monaten in der Bandbreite von 5,60 bis 8,70 Euro/kg, der Marktpreisindikator Hydrix der EEX schwankt aktuell um 7,50 Euro/kg mit leicht rückläufiger Tendenz. Die Kostenindikatoren von S&P/Platts für blauen Wasserstoff, wie auch die Preisindikatoren für grünen Wasserstoff aus Saudi-Arabien liegen bei etwa 3,50 Euro/kg (EWK, 2024, Abbildung 67 und Ziffer 257). Transportkosten dürften beim Handel großer Volumina im kommenden Jahrzehnt nur einen geringen Teil der Einstandskosten von Wasserstoff in Europa ausmachen (z. B. Runge et al., 2023). Es lassen sich aus den Kostenindikatoren zwar nicht unmittelbar Preiserwartungen ableiten, es wird jedoch deutlich, dass **Wasserstoffpreise erreichbar** sind, die **FCE-LKW zu einer attraktiven Option für die Schwermobilität werden lassen** können.

Der Weltmarkt für Antriebstechnologien ist entscheidend

173. Aus Sicht der Hersteller und mit Blick auf die Wertschöpfung in Deutschland und Europa ist nicht nur der zukünftige Antriebsmix in Deutschland von Bedeutung, sondern der Blick sollte sich auch auf **Exportmärkte für LKW mit verschiedenen Antriebsarten in Europa** ^{↘ ZIFFER 167} und darüber hinaus richten. Im Vergleich mit der Batterieentwicklung und -produktion ist Deutschland bei der Herstellung von Brennstoffzellen in einer besseren Wettbewerbsposition. Sowohl bei den Patentanmeldungen, als auch mit Blick auf die industriellen Akteure gehört Deutschland hinter den USA und Japan zu den führenden Staaten (Fraunhofer ISI, 2024). Um im kommenden Jahrzehnt eine **gute Wettbewerbsposition im Bereich der Brennstoffzellenproduktion wie auch als Anbieter von FCE-LKW und FCE-Nutzfahrzeugen** zu erlangen, dürfte die zeitnahe Skalierung der Brennstoffzellenproduktion im Bereich der Mobilitätsanwendungen und der Betrieb von signifikanten Fahrzeugzahlen in Europa notwendig sein.
174. Die Nationale Plattform für die Zukunft der Mobilität hat daher bereits im Jahr 2021 dringend empfohlen, die **Aktivitäten im Bereich der Brennstoffzellentechnologie auszubauen, da ansonsten** – wie schon bei der Batteriemobilität – die **Marktführerschaft an China verlorengehen dürfte** (NPM, 2021b). China hat zuletzt sein Engagement im Bereich der FCE-LKW verstärkt (IEA, 2023b; Mao et al., 2023) und hat heute einen Anteil von 95 % am weltweiten Bestand an FCE-LKW (IEA, 2023b). Dieser ist allerdings zahlenmäßig mit ca. 8 000 Fahrzeugen Mitte des Jahres 2023 noch gering. Die in Europa angekün-

↘ ABBILDUNG 51

Fertigungskapazitäten für mobile Brennstoffzellen nach Ländern/Regionen gemäß angekündigten Projekten und dem IEA-Netto-Null-Emissions-Szenario 2050
Für das Jahr 2022 und bis zum Jahr 2030



1 – Die Kapazitäten im Jahr 2022 und die angekündigten Kapazitäten beinhalten Materialtransportgeräte und andere Transportanwendungen. Angekündigte Kapazitäten schließen bestehende Kapazitäten ein. 2 – Netto-Null-Emissions-Szenario bis zum Jahr 2050. 3 – Die zur Deckung der prognostizierten Nachfrage im NZE-Szenario erforderliche Produktionskapazität (NZE-Nachfrage) wird unter der Annahme einer Auslastungsrate von 85 % geschätzt. Die NZE-Nachfrage nach Brennstoffzellen basiert ausschließlich auf Brennstoffzellenfahrzeugen. 4 – Die NZE-Restkapazität stellt die Produktionskapazität dar, die im Durchschnitt ungenutzt bliebe, was eine gewisse Flexibilität zur Anpassung an Nachfrageschwankungen bietet.

Quelle: IEA-Analyse auf der Grundlage von Daten von E4tech und Unternehmensankündigungen
© Sachverständigenrat | 24-128-01

digte Fertigungskapazität für Brennstoffzellen für Mobilitätsanwendungen bleiben heute deutlich hinter den in Asien angekündigten Kapazitäten zurück (IEA, 2023b; Fraunhofer ISI, 2024). ↘ ABBILDUNG 51

175. Eine **reine Forschungsförderung dürfte** in dieser Situation **nicht ausreichend** sein, wie von der Ratsmehrheit suggeriert. ↘ ZIFFER 68 Es ist vielmehr der **Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur notwendig**, sodass eine signifikante Anzahl an Fahrzeugen betrieben werden kann. Die Vorgaben der AFIR (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023) zur Errichtung von Wasserstofftankstellen zeigen daher in die richtige Richtung. Der Vorschlag der Ratsmehrheit, Deutschland solle sich dafür einsetzen, dass die Anforderungen zum Ausbau der Wasserstofftankstellen-Infrastruktur im Rahmen der Evaluation und Überarbeitung der AFIR Ende des Jahres 2024 abgeschwächt werden, ↘ ZIFFER 159 ist nicht zielführend. Eine Strategie, bei der man zunächst vorwiegend auf BE-LKW setzt, bis klar wird, dass diese den schweren Güterfernverkehr nicht vollständig abdecken können (Vorschlag der Ratsmehrheit in ↘ ZIFFER 156), würde erneut Unsicherheiten generieren, die dazu führen dürften, dass europäische Hersteller an Wettbewerbsfähigkeit einbüßen. Werden dann zu einem späteren Zeitpunkt FCE-LKW im schweren Güterfernverkehr benötigt, so dürften aufgrund des fehlenden Angebots heimischer Hersteller asiatische oder US-amerikanische Hersteller zum Zug kommen. ↘ TABELLE 12
176. Die zehn weltweit größten LKW-Hersteller setzen heute bis auf eine Ausnahme bei Antrieben für schwere LKW auf mehrere Technologieoptionen. ↘ TABELLE 12 Die drei europäischen Hersteller unter ihnen, Daimler Truck, Traton und Volvo, sind weltweit aktiv. Die asiatischen Hersteller sind bisher vorwiegend auf den Märkten in Asien und Afrika vertreten, expandieren aber teilweise nach Europa und Südamerika. Es dürfte für europäische Hersteller schwieriger werden, signifikante

↘ TABELLE 12

Strategie und Marktgebiet der zehn größten LKW-Hersteller weltweit

Unternehmen	Hauptsitz	Strategie				Marktgebiete
		Batterie-elektrisch	Brennstoffzelle	Hybrid	PtG/PtL ¹	
Daimler Truck	Deutschland	X	X			Nordamerika, Europa, Asien
Dongfeng	China	X	X			China + X ²
FAW	China	X	X	X		China + X ²
Isuzu	Japan	X	X		X	Japan, Asien
Paccar	USA	X	X		X	Nordamerika, Europa
Shaanxi/Shacman	China	X	X	X		China, Osteuropa, Afrika
Sinotruk	China	X	X	X		China, Afrika, Südostasien
Tata	Indien	X	X		X	Indien
Traton	Deutschland	X				Europa, Nord- und Südamerika
Volvo	Schweden	X	X	X	X	Europa, Nordamerika

1 – Synthetische Kraftstoffe: Power-to-Gas (PtG) bzw. Power-to-Liquid (PtL). 2 – Möglicherweise weitere Marktgebiete.

Quellen: Daimler Truck (2024), Dongfeng Motor (2024), H2-Share (2024), Isuzu (2023), Paccar (2024a, 2024b), Shacman (2024a, 2024b), Sinotruk (2023, 2024), sohu (2024a, 2024b), Tata Motors (2023a, 2023b), Traton (2023, 2024), Volvo (2024), Yiyu (2021)
© Sachverständigenrat | 24-135-01

Marktanteile bei FCE-LKW im asiatischen Markt zu erreichen, wenn die Produktion und der Betrieb der FCE-LKW nicht zeitnah in Europa skaliert wird. Ein **zu starker Fokus auf die Erreichung der für das Jahr 2030 gesteckten Zwischenziele** mit der Konsequenz, dass die Konzentration aktuell vorrangig der Batteriemobilität gelten würde, wie von der Ratsmehrheit präferiert, ^{↘ ZIF-FERN 67 F. UND 156 FF.} **würde dazu führen, dass Deutschland im Bereich der Entwicklung von Brennstoffzellen** für Mobilitätsanwendungen technologisch, möglicherweise unwiederbringlich, **hinter die internationalen Wettbewerber zurückgeworfen** würde (NPM, 2021b).

Abhängigkeiten und Transformationsrisiken durch Diversifizierung reduzieren

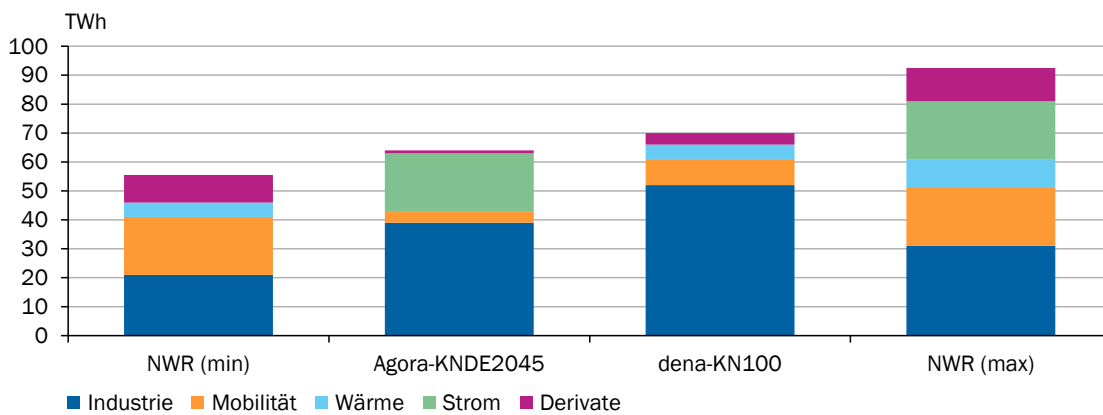
177. Eine breite technologische Basis in der Mobilität ist nicht zuletzt von Bedeutung, um **Abhängigkeiten** im Bereich der Energieversorgung **von einzelnen Technologien und Rohstoffen möglichst gering zu halten** und eine **Diversifizierung von Lieferbeziehungen für Vorprodukte zu ermöglichen**. Im Bereich der Energieversorgung ermöglicht eine breite technologische Basis in der Mobilität, auf stoffliche Energieträger (Wasserstoff, E-Fuels) auszuweichen, falls die vollständige Elektrifizierung des Güterverkehrs aufgrund von Hemmnissen beim Netzausbau oder eines schleppenden Ausbaus von zusätzlichen Erzeugungskapazitäten nicht umsetzbar ist. Sowohl für die Herstellung von Batterien als auch für die Herstellung von Brennstoffzellen werden zahlreiche – aber unterschiedliche – kritische Rohstoffe benötigt, die in Europa gar nicht oder nicht in ausreichender Menge heimisch verfügbar sind (NOW, 2020, 2023b). Darüber hinaus hängen der europäische Ausbau der Stromversorgung und der Netze sowie die Realisierbarkeit von Wasserstoffimporten davon ab, ob Rohstoffverfügbarkeiten gegeben sind und belastbare strategische Partnerschaften existieren.
178. Der Sachverständigenrat hat daher bereits in der Vergangenheit die Bedeutung von Handelsabkommen (etwa mit den Mercosur-Staaten oder Australien), insbesondere mit Blick auf die Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe hervorgehoben (Grimm und von Rüden, 2022a, 2022b; JG 2022). Setzt man auf mehrere Technologieoptionen für die Transformation des Verkehrssektors, so wäre es einfacher, **auf alternative Technologien auszuweichen, wenn sich bestimmte Lösungspfade unerwartet verschließen oder nicht wie geplant skalierbar sind**. Hemmnisse dieser Art sind angesichts der aktuellen weltpolitischen Lage nicht auszuschließen.

Synergien mit anderen Handlungsfeldern frühzeitig mitdenken

179. Das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2045 in Deutschland und im Jahr 2050 in der EU erfordert es, schon heute die Voraussetzungen dafür zu schaffen, im nächsten Jahrzehnt die umfassende Transformation im Verkehrssektor deutlich schneller als bisher voranbringen zu können. Angesichts der beschränkten Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln gilt es zweifellos, diese zielgerichtet einzusetzen. Zugleich gilt es jedoch ebenso, **vorausschauende Entscheidungen zu treffen**, um ein **breites Spektrum an Technologien für die Transformation**

▸ ABBILDUNG 52

Prognostizierter Wasserstoffbedarf¹ im Jahr 2030 nach Sektoren in ausgewählten Systemstudien



1 – Der Wasserstoffbedarf für die Produktion von Derivaten wird vereinfacht mit 1,67 TWh H₂/TWh Derivat angenommen.

Quelle: EWK (2024) basierend auf Prognos et al. (2021), dena (2021) und NWR (2023d)

© Sachverständigenrat | 24-127-01

nutzbar zu machen und Exportmärkte der Zukunft zu erschließen. Denn nur eine starke zukünftige Wertschöpfungsbasis und eine größere Resilienz des (diversifizierten) Wirtschaftsmodells legen die Grundlage für Wachstum und zukünftige Steuereinnahmen.

180. Wasserstoff wird in der Industrie und für die Stromerzeugung schon im Jahr 2030 benötigt. Verschiedene jüngere Studien schätzen die Bedarfe in diesen Sektoren sowie in der Mobilität unterschiedlich ein. ▸ ABBILDUNG 52 **Im Zuge der Wasserstoffbeschaffung**, vor allem auch über Importe aus Regionen mit günstigen Bedingungen für die Erzeugung (EWK, 2024, Abschnitt 4.4.3; Runge et al., 2023; Bauer et al., 2023), **dürfte die Einbeziehung von Bedarfen für die Mobilität zu größeren Mengenszenarien führen.** Das kann einerseits eine Konkurrenz mit anderen Anwendungsfeldern begründen, was die Preise erhöhen könnte. Die größeren Mengen führen aber auch zu einer schnelleren Skalierung der Produktion, was die Kosten schneller sinken lässt. Zudem erlauben größere Volumina bei der Beschaffung eine bessere Diversifizierung der Importe, da mit mehreren Anbietern aus unterschiedlichen Regionen Verträge abgeschlossen werden können. Auch könnten sich Synergieeffekte beim Aufbau der Infrastrukturen ergeben. So empfiehlt der Nationale Wasserstoffrat, bei der Netzplanung die Wasserstoffbedarfe verschiedener Abnehmer, die Transformationspläne der Verteilnetzbetreiber und die kommunale Wärmeplanung integriert zu betrachten (NWR, 2023c).

Fazit: Fokus nicht zu eng setzen und technologiespezifisch Externalitäten adressieren

181. Die angeführten Argumente zeigen auf, warum die Mehrheitsposition zur Einordnung der Antriebstechnologien, ▸ ZIFFERN 140 FF. insbesondere auf Basis der Tabelle ▸ TABELLE 11 des Gutachtens zu kurz greift. Weder sind die dort aufgeführten Aspekte ausreichend, um eine Priorisierung abzuleiten, noch sollte die kurzfristige

Marktreife der Maßstab für eine solche Entscheidung sein. Zudem gehen die Einschätzungen in den einzelnen Zellen der Tabelle lediglich auf wenige Studien zurück, sodass hier nicht die Studienlage in ihrer Gesamtheit als Orientierungsrahmen, sondern Ergebnisse und Einschätzungen einzelner Studien als handlungsleitend interpretiert werden. Selbst wenn eine Mehrzahl der verfügbaren Studien sich auf die Vorteile von BE-LKW konzentrieren würde, sollte die aktuelle Marktreife der BE-LKW nicht zu stark in den Mittelpunkt der Handlungsempfehlungen gerückt werden. Im Gegenteil: **Die Berücksichtigung von allen Technologien, die bis zum Jahr 2045 eine tragende Rolle spielen** dürften – auch solcher, die sich noch in früheren Entwicklungsstadien befinden – **ist entscheidend für die Erreichung der Klimaziele und die europäische Wettbewerbsfähigkeit** in den entsprechenden Technologiesegmenten.

182. **Angesichts der Unsicherheiten** und fortwährend notwendigen Neubewertungen dürfte es von großer Bedeutung sein, **ein breites technologisches Spektrum mit hoher Ambition zu entwickeln**. Eine Fokussierung der öffentlichen Mittel auf die Unterstützung der batterieelektrischen Mobilität im Güterverkehr mit der Begründung, dass die Marktreife bereits erreicht sei, wie es im Haupttext positiv eingeordnet wird, ^{↘ ZIFFER 152} dürfte im Fall der Schwermobilität nicht zielführend sein. Dies würde den Weg zur Technologie- und Marktführerschaft bei Antriebstechnologien verbauen, die mittel- und langfristig eine entscheidende Rolle für die Dekarbonisierung der Mobilität spielen werden. Die **Vorgehensweise der** vom BMWK beauftragten **Langfristszenarien** (Fraunhofer ISI et al., 2024), **ein breites Spektrum an Optionen aufzuzeigen**, um die Optionen kontinuierlich im Blick zu behalten, **ist** vor diesem Hintergrund **zu begrüßen**.
183. Um Chancen für die Entwicklung und Skalierung verschiedener Mobilitätsoptionen im Güterverkehr zu eröffnen, gilt es, neben der CO₂-Bepreisung in netzgebundenen Sektoren, insbesondere **Netzwerkexternalitäten durch staatliche Maßnahmen zu internalisieren** (SG 2019 Ziffer 252; JG 2020 Ziffern 454ff.). Neben dem ambitionierten Strom- und Ladenetzausbau für die Batteriemobilität ist ein Wasserstofftransport- und -tankstellennetz notwendig, **um größere Pilot- und Demonstrationsprojekte zu ermöglichen** und dadurch schnell praktische Erfahrungen im Rahmen der Anwendungen zu sammeln. Insofern ist es zu begrüßen, dass gemäß der AFIR (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2023) bis zum Jahr 2030 Wasserstofftankstellen, die sowohl Personenkraftwagen als auch schwere Nutzfahrzeuge versorgen können, in allen städtischen Knoten und alle 200 km entlang des TEN-V-Kernnetzes errichtet werden müssen (e-mobil BW, 2023).

ANHANG

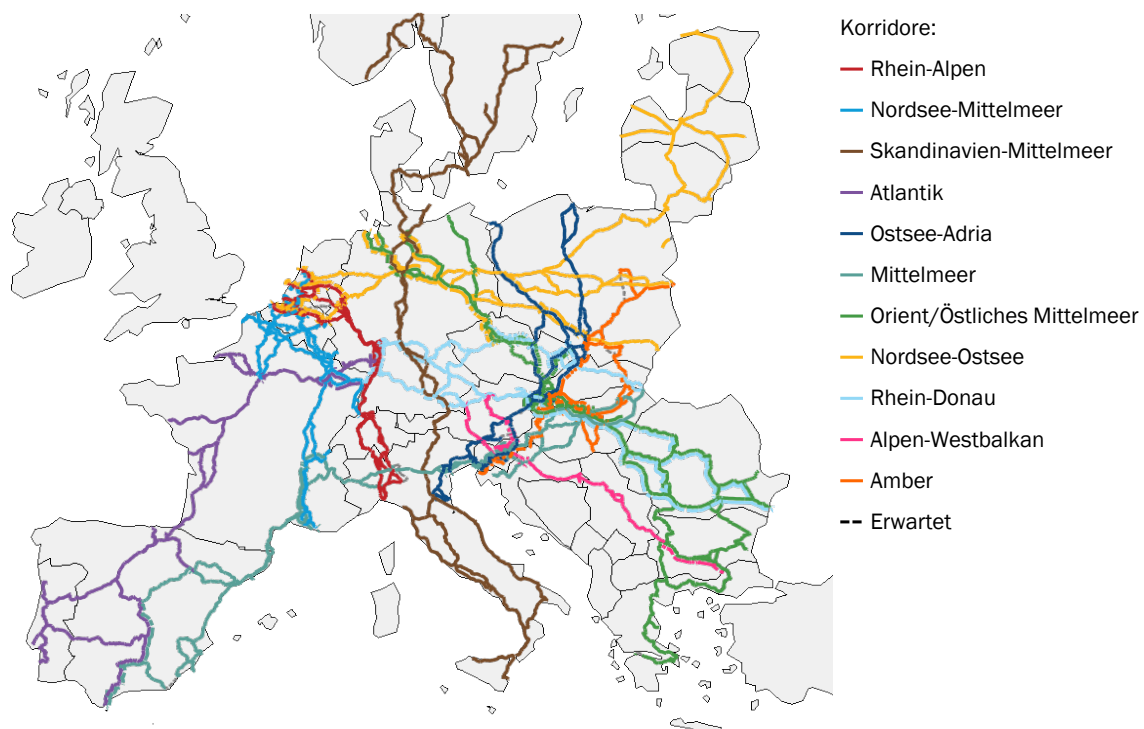
Europäischer Schienengüterverkehr

184. Die Grundlagen für einen europäischen Schienengüterverkehr wurden im Rahmen von **vier Eisenbahnpaketen mit Gesetzesvorhaben zur Harmonisierung im europäischen Eisenbahnraum** geschaffen (BMDV, 2021b). Trotz weitreichender regulatorischer Maßnahmen in den vergangenen Jahrzehnten bleiben **viele** historisch gewachsene **Inkompatibilitäten zwischen den nationalen Eisenbahnnetzen bestehen**. Technische Hindernisse bestehen in Form von Unterschieden in Gleisspurweiten, Strom- und Oberleitungssystemen, Radlasten sowie bei den Zugsicherungs- und Kommunikationssystemen. Auf betrieblicher Seite erfordern grenzüberschreitende Verbindungen eine länderrübergreifende Kooperation. **Bei der Übergabe von Zügen an der Grenze** kann es zu längeren **Verzögerungen** kommen (Stoll et al., 2017). Gründe sind unter anderem nationale netzspezifische Priorisierungen, Sprachanforderungen an die Triebfahrzeugführenden und tarifvertragliche Regelungen zu Arbeits- und Ruhezeiten. Zur Harmonisierung der technischen und betrieblichen Anforderungen bei Neu- und Ausbaumaßnahmen wurde bereits Anfang der 2000er-Jahre die Einführung der Technischen Spezifikation der Interoperabilität (TSI) beschlossen (Stoll et al., 2017).

ABBILDUNG 53

Europäische Güterverkehrskorridore

Deutschland ist an sechs Korridoren beteiligt



Quellen: EuroGeographics bezüglich der Verwaltungsgrenzen, RailNetEurope
© Sachverständigenrat | 24-097-01

185. **Zur Förderung des transeuropäischen Schienengüterverkehrs** wird ein **Netz von elf Kernkorridoren** ausgebaut. [↘ ABBILDUNG 53](#) Dieses überschneidet sich weitgehend mit den Korridoren des Transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V). Die Infrastrukturbetreiber dieser Korridore sind verpflichtet, enger als bisher zusammenzuarbeiten und grenzüberschreitende Trassen anzubieten. Die Entscheidungsbefugnis eines jeden Korridors wurde in sogenannten One-Stop Shops (OSS) gebündelt. Dadurch sollen Prozesse vereinfacht und für die Endnutzer eine einheitliche Anlaufstelle eingerichtet werden (BMDV, 2021b). Die **Anrainerstaaten** haben sich entsprechend der EU-Verordnung zum Aufbau des TEN-V-Netzes (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2013) **verpflichtet, die Korridore vollständig zu elektrifizieren und mit dem European Rail Traffic Management System (ERTMS) auszustatten** (Stoll et al., 2017). Teil des Systems soll sein, ein einheitliches europäisches Eisenbahnverkehrsleitsystem (European Train Control System, ETCS) einzuführen, das einen aufwendigen Zugwagenaustausch beim Grenzübergang obsolet macht.
186. Sechs der geplanten Kernkorridore verlaufen durch Deutschland. [↘ ABBILDUNG 53](#) Der Ausbau des Netzes umfasst mehrere Großprojekte. **Während die EU-Nachbarn diese ehrgeizig voranbringen, hinkt Deutschland hinterher.** Der 64 km lange Brennerbasistunnel als Teil des Skandinavien-Mittelmeer-Korridors könnte den alpendurchquerenden Güterverkehr zwischen Österreich und Italien ab dem Jahr 2032 deutlich entlasten. **Mit dem vierspurigen Ausbau der Schienenanbindung aus deutscher Richtung, dem Brennernordzulauf, ist jedoch erst in etwa 20 Jahren zu rechnen** (DB InfraGO und ÖBB Infra, 2024). Ähnlich steht es um den Anschluss an den Schweizer Teil des TEN-V-Rhein-Alpen-Korridors. Die Schweiz hat zwischen den Jahren 2007 und 2020 drei Eisenbahntunnel (Lötschberg-, Gotthard-, und Ceneri-Basistunnel) von insgesamt 107 km Länge fertiggestellt (EDA, 2020). Der nördliche Zubringer aus Deutschland wird erst im Jahr 2035 vierspurig ausgebaut sein (DB, 2024e).

Hintergrund zu Berechnungen des Strombedarfs für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs

187. In einem Szenario, in dem der **gesamte Straßengüterverkehr** im Jahr 2045 **batterieelektrisch betrieben** wird, würde sich der Stromverbrauch direkt aus dem aktuellen Endenergieverbrauch ergeben. Aktuell liegt dieser bei ca. 640 Petajoule (PJ), also etwa 177,7 Terrawattstunden (TWh) (Statistisches Bundesamt, 2022, Tabelle 1.2.1.). Da batteriebetriebene Nutzfahrzeuge jedoch einen höheren Wirkungsgrad aufweisen als konventionelle LKW mit Dieselmotor – bei Diesel-LKW liegt der Effizienzfaktor bei ca. 0,45, beim Elektroantrieb bei ca. 0,8 (Ekberg et al., 2021) –, kann der Endenergieverbrauch mit dem Faktor $(0,45/0,8) = (1/1,77)$ nach unten korrigiert werden, was einem **Bruttostromverbrauch des Straßengüterverkehrs von ca. 100 TWh** entsprechen würde.

Um den zu erwartenden zukünftigen Stromverbrauch abzubilden, muss diese Zahl **um die Wachstumsrate des Straßengüterverkehrs sowie um einen möglichen Anteil alternativer Antriebsarten zum BE-LKW korrigiert** werden. Diese zwei Werte können zurzeit nur mit Unsicherheit prognostiziert

werden. Für das Jahr 2045 schwanken die in verschiedenen Prognosen genannten Wachstumsraten des Straßengüterverkehrs zwischen 30 % und 70 %. [↪ ZIFFER 76](#) Zudem könnten Teile des Straßengüterverkehrs künftig durch alternative emissionsarme Antriebe betrieben werden. Würde der BE-LKW im klimaneutralen Straßengüterverkehr lediglich einen Anteil von 80 % ausmachen, ergäbe sich insgesamt eine Bandbreite von möglichen Bruttostromverbräuchen von ca. 104 bis 136 TWh.

188. Für die Stromsysteme ist neben der gesamten benötigten Strommenge auch die **Verteilung des Strombedarfs über die Zeit** relevant, insbesondere die Fluktuation des Ladebedarfs im Tagesverlauf. Beim zeitlich hochkonzentrierten Laden braucht es viel mehr Stromerzeugungs- und Netzkapazitäten, als wenn der Bedarf über die Zeit verteilt ist. Würden beispielsweise alle LKW jeden Tag für eine Stunde lang zur gleichen Uhrzeit laden, bräuhete es bei einem jährlichen Verbrauch von 1 000 TWh ca. 273 GW Erzeugungskapazitäten, die für LKW-Strom verfügbar sein müssten. Ein solch konzentriertes Laden ist aber nicht zu erwarten. Vielmehr dürfte ein großer Teil der Ladevorgänge im betrieblichen Depot oder während der gesetzlich vorgeschriebenen Fahrtunterbrechungen stattfinden.

[↪ ZIFFERN 116 FF.](#) [↪ KASTEN 16](#)

189. Die **Obergrenze dafür, wie konzentriert das Laden sein wird** und wie sehr es die Stromsysteme belastet, wird daher voraussichtlich **durch den Bedarf für die öffentliche Ladeinfrastruktur**, insbesondere für Megacharger, definiert. Unter der Annahme, dass diese Ladeform 25 % des Ladebedarfs [↪ ZIFFER 116](#) – ca. 25 TWh – abdecken wird, verlangt sie eine verfügbare Erzeugungskapazität von zwischen 2,85 GW (wenn das Laden gleichmäßig über den Tag verteilt ist) und 22,9 GW (wenn das Laden immer innerhalb von drei Stunden am Tag erfolgt). Wie viel Zubau an zusätzlicher Erzeugungskapazität dies erfordert, hängt davon ab, ob sich die Ladezeiten mit hoher Residuallast überschneiden, d. h. mit den Zeiten, in denen eine relativ hohe Nachfrage im Vergleich zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien herrscht. Hohe Residuallast wird voraussichtlich in den Morgen- und Abendstunden (Agora Energiewende et al., 2023) anfallen, also tendenziell nicht in den Zeiten, in denen BE-LKW geladen werden (Daimler Truck und TenneT TSO, 2022). Daher kann davon ausgegangen werden, dass, je nach Ladeverhalten beim öffentlichen Laden, ca. 2,85 bis 10 GW an zusätzlicher, zeitgerecht produzierter Erzeugungskapazität benötigt werden.

Hintergrund zur Berechnung des Internalisierungsgrads im Straßengüterverkehr im Jahr 2024

190. Die Europäische Kommission berücksichtigt bei ihrer Berechnung des Internalisierungsgrads für das Jahr 2016 die LKW-Maut und die Energiesteuer auf Diesel. Die **LKW-Maut wurde seither mehrfach reformiert**. Insbesondere wurde im Dezember 2023 ein Mautanteil für CO₂-Emissionen eingeführt. [↪ ZIFFER 87](#) Zusätzlich wird seit dem Jahr 2021 ein **CO₂-Preis auf Dieselkraftstoff** erhoben. Um zu **quantifizieren**, wie sich diese regulatorischen Änderungen auf den **Internalisierungsgrad im Straßengüterverkehr** ausgewirkt haben, hat der Sachverständigenrat eine Analyse durchgeführt. Im Folgenden werden die Annahmen zur Ermittlung der Steuern und Gebühren im Jahr 2024 erläutert. Die

externen Kostensätze aus dem Jahr 2016 werden mit der Inflationsrate fortgeschrieben.

191. Zunächst wird der Anteil der **LKW-Maut und der Steuern an den gesamten** von der Europäischen Kommission **für das Jahr 2016** ermittelten **marginalen Steuern und Gebühren geschätzt**. Nach eigenen Angaben betragen im Jahr 2016 die Energiesteuern etwa 9,5 Euro pro 1 000 tkm, und die Mautgebühren 4,5 Euro pro 1 000 km (Europäische Kommission, 2019b, S. 77). Das entspricht einem Verhältnis von 2:1. Da die Maut je gefahrenem km erhoben wird, fallen die relativen Mautkosten je tkm für LKW mit geringerem Gewicht höher aus als für schwerere LKW. Darauf basierend lässt sich ermitteln, dass das Verhältnis von Mautanteil/Steueranteil für kleine LKW (7,5 bis 16 Tonnen) 40/60, für mittlere LKW (16 bis 32 Tonnen) 30/70 und für große LKW (mehr als 32 Tonnen) 20/80 beträgt. Die tatsächlichen Kostenanteile könnten höher oder geringer ausfallen.
192. Bei der **Abschätzung des Anstiegs der Mautgebühren** seit dem Jahr 2016 ist zu beachten, dass die Fahrzeugklassen in den Mauttarifen von den Fahrzeugklassen der Europäischen Kommission abweichen. Zudem haben sich die Fahrzeugklassen in den für 2016 und 2024 geltenden Mauttarifen geändert. Für das Jahr 2016 wird für kleine LKW der Mautsatz für LKW mit zwei Achsen, für mittlere LKW der Mautsatz für LKW mit drei Achsen und für große LKW der Mautsatz für LKW mit vier Achsen zugrunde gelegt. Für das Jahr 2024 wird für kleine LKW der Mittelwert der Mautsätze für LKW mit 7,5 bis 12 t und LKW mit 12 bis 18 t, für mittlere LKW der Mautsatz für LKW mit bis zu drei Achsen und mehr als 18 t und für große LKW der Mautsatz mit bis zu vier Achsen und mehr als 18 t zugrunde gelegt. Innerhalb der einzelnen Gewichtsklassen werden die Mauttarife nach den Euro-Schadstoffklassen I bis VI differenziert. Zudem wird innerhalb der Euro-Schadstoffklasse VI nach CO₂-Klassen (1 bis 5) unterschieden. Die CO₂-Klasse 5 gilt für emissionsfreie LKW. Diese werden in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Für jeden Fahrzeugtyp (unterschieden nach Gewichts- und Achsenklassen, Euro-Schadstoffklasse und CO₂-Klassen) **wird der Anstieg des Mautsatzes ermittelt**. Daraus wird für jede Fahrzeugklasse (klein/mittel/groß) der Mittelwert gebildet. So ergibt sich für kleine LKW ein Anstieg der Mautkosten von 124 %, für mittlere LKW ein Anstieg von 152 % und für große LKW ein Anstieg von 158 %. Dabei wird die stark vereinfachende Annahme getroffen, dass innerhalb jeder Gewichtsklasse eine Gleichverteilung über die verschiedenen CO₂-Schadstoff-Klassen-Kombinationen vorliegt. Es wäre jedoch auch plausibel anzunehmen, dass der Anteil der LKW der Euro-Schadstoffklasse VI stetig steigt.

193. Die **Einführung des nationalen CO₂-Preises** wirkt sich linear auf alle Fahrzeugklassen aus. Der CO₂-Preis kann als Mengensteuer pro Liter Diesel interpretiert werden. Die Energiesteuer auf einen Liter Diesel beträgt in den Jahren 2016 und 2024 jeweils 47,04 Cent (§ 2 Abs. 1 Satz 4b Energiesteuergesetz). Der CO₂-Preis pro Liter Diesel beträgt im Jahr 2024 ca. 14,4 Cent (Bundesregierung, 2024). Dies ergibt einen **Anstieg der Steuerlast um etwa 31 %**.
194. **Insgesamt stiegen die Steuern und Gebühren durch diese Änderungen** nach der hier dargestellten Berechnung für die kleinen LKW um 5,2 Cent, für die

mittleren LKW um 3,1 Cent und für die schweren LKW um 2,2 Cent je tkm an. Daraus ergeben sich **Internalisierungssätze von 42 % für kleine LKW, 37 % für mittlere LKW und 33 % für große LKW.**

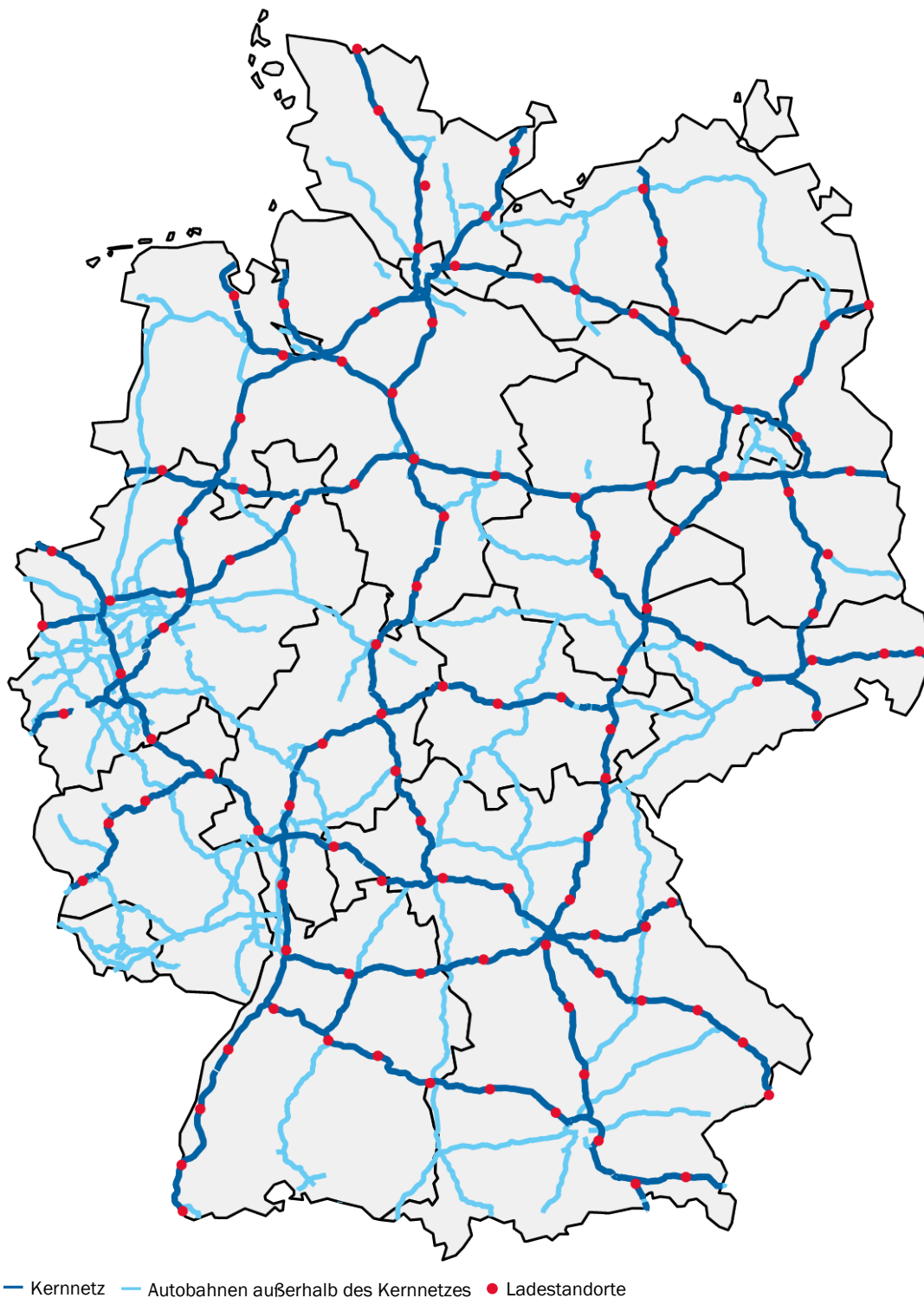
Langfristige Optionen zur Steigerung der Kapazität im Schienengüterverkehr

195. **Um die Kapazität auf der Schiene zu erhöhen**, bieten sich weitere technische Möglichkeiten an, die die **Mindestzugfolgezeiten** reduzieren können, also die Zeit, die vergehen muss, bis nach Durchfahrt eines Zuges durch einen Streckenabschnitt (Blockabschnitt) der Folgezug einfahren kann. Es wird erwartet, dass **Digitalisierungskonzepte** unter Nutzung neuer Querschnittstechnologien wie Künstlicher Intelligenz **helfen können, die Schienenkapazität zu erhöhen** (DB, 2024f, 2024g). Zukünftig könnte die verstärkte Nutzung von KI die Trassenbelegung auch in Echtzeit und im Verkehr selbst optimieren. Allerdings sind bislang nur geringe Anteile des Schienennetzes für andere digitalisierte Lösungen vorbereitet. So waren z. B. zu Beginn des Jahres 2023 lediglich 520 km des über 33 000 km langen Netzes der DB Netz AG mit dem europäischen Zugbeeinflussungssystem (ETCS) ausgestattet (Bundesregierung, 2023e). Um größere Anteile des Streckennetzes, insbesondere die Hochleistungskorridore, für digitale Leitsysteme vorzubereiten, müssten erhebliche Investitionen getätigt werden.
196. In der Diskussion ist auch die **bessere Auslastung von Schnellfahrstrecken durch Belegung mit dem Schienengüterverkehr** (Bundesregierung, 2023e). Vor allem nachts, wenn wenig bis gar keine ICE auf den Strecken unterwegs sind, können sie auf manchen Strecken für Güterzüge freigegeben werden. Es mangelt allerdings noch an technischen Voraussetzungen in den Triebwagen des Schienengüterverkehrs, um die Schnellfahrstrecken zu befahren. Für solche Kapazitätserweiterungen sind daher weitere Investitionen in die Züge erforderlich. [↗ ZIFFER 132](#)
197. **In der langen Frist** sind weitere **Konzepte denkbar**, die die Flexibilität und Geschwindigkeit im Schienengüterverkehr erheblich verbessern könnten. Da die Pünktlichkeit und Geschwindigkeit des Schienengüterverkehrs nicht nur durch die Zeit und den Personalaufwand bei der Zugzusammenstellung beeinflusst wird, [↗ ZIFFER 132](#) sondern auch durch die notwendigen Personalwechsel, [↗ ZIFFER 133](#) könnten automatisierte, **autonom fahrende Züge** dieser Problematik begegnen. Die DB Cargo AG, die Digitale Schiene Deutschland (DSD), das Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) sowie der niederländische Infrastrukturbetreiber Pro-Rail B.V. erproben gegenwärtig bereits automatisiert fahrende Güterzüge auf der Betuweroute zwischen dem Hafen Rotterdam und dem Ruhrgebiet (DB, 2021; EBA, 2021). Das Erprobungsprojekt hat eine Laufzeit bis zum Jahr 2025 und soll unter anderem die technisch-betriebliche Anwendungsreife der ATO-Technologie nachweisen. Noch beschränkt sich die Erprobung auf den niederländischen Abschnitt der Strecke, der dem Güterverkehr vorbehalten ist (24Rhein, 2021). Denkbar ist, die Erprobungen auf andere Strecken auszuweiten, wobei diese technisch ertüchtigt werden müssen.

198. **Damit auch Potenziale für den Schienengüterverkehr auf kürzeren Strecken genutzt werden** können, ist der **Aufbau intermodaler Hubs** zielführend, auch wenn Deutschland im europäischen Vergleich bereits über vergleichsweise viele solcher Umschlagplätze verfügt (ECA, 2023). Umschlagprozesse können durch den **Einsatz digitaler Lösungen**, wie verbesserte Dokumentenübergaben und Frachtverfolgungssysteme, effizienter organisiert werden (Bergstrand, 2020). **Gleisanschlüsse bei Unternehmen** können zudem die Transportwege der ersten und letzten Meile mittels LKW verkürzen (Die Güterbahnen, 2023; VCI, 2024). Der Aufbau und Unterhalt solcher intermodaler Hubs ist sowohl im alleinigen Betrieb durch die DB AG als Infrastrukturbetreiber, unternehmerisch durch Großunternehmen oder Logistikkonzerne oder in partnerschaftlichen Gesellschaften zwischen der DB AG und Unternehmen möglich. Für den Ausbau des Schienennetzes für Gleisanschlüsse liegt die Finanzierungsverpflichtung in der Regel bei den Unternehmen, die die Gleisanschlüsse in Auftrag geben, während der Bau durch die DB AG getätigt wird.

▸ ABBILDUNG 54

AFIR-konformes Ladenetz entlang des TEN-V-Kernetzes¹



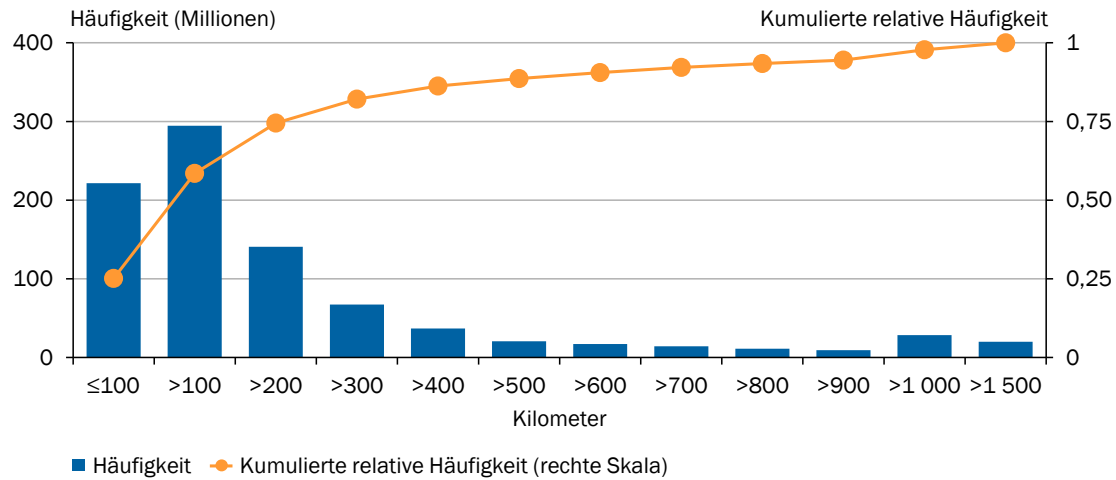
1 – Die Karte zeigt eine mögliche Umsetzung der europäischen Anforderungen der Verordnung zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V-Kernetz) zum Jahr 2030 in Deutschland. Inkludiert sind bestehende Autobahnen, die derzeit für das TEN-V-Kernetz aufgewertet werden (z. B. A1), exkludiert sind bisher ungebauete Autobahnen.

Quellen: Balke et al. (2024a), eigene Darstellung
© Sachverständigenrat | 24-115-01

ABBILDUNG 55

Verteilung der Streckenlängen von LKW-Fahrten in der EU im Jahr 2030¹

75 % der europäischen LKW-Transporte mit Distanzen unter 300 km



1 – Prognose für das Jahr 2030 auf Grundlage der durchschnittlichen Wachstumsraten des LKW-Güterverkehrs für die Jahre 2010 bis 2019.

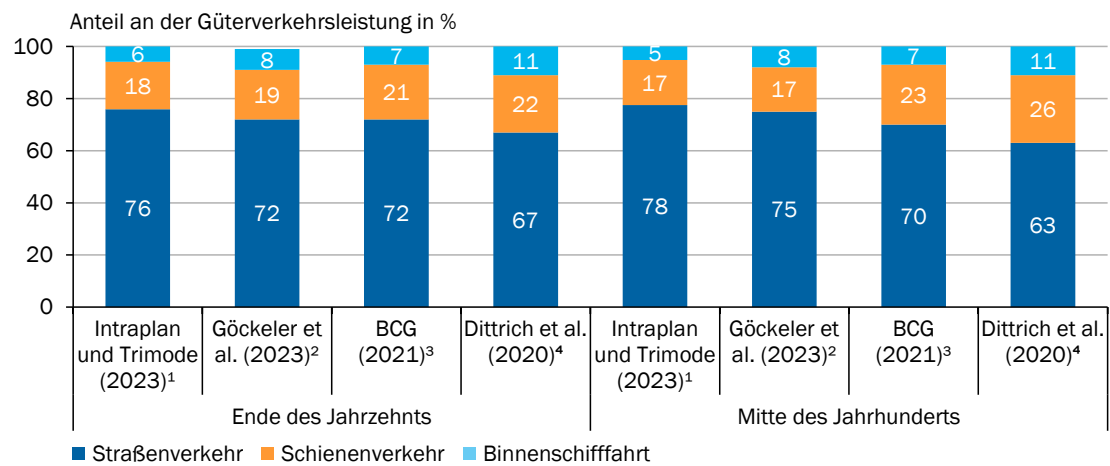
Quelle: Speth et al. (2022) auf Basis des ETISplus-Datensatzes

© Sachverständigenrat | 24-098-01

ABBILDUNG 56

Prognosen zum zukünftigen Modal Split im Güterverkehr

LKW auch im klimaneutralen Güterverkehr wichtigstes Transportmittel



1 – Werte für die Jahre 2036 und 2051. 2 – Werte für die Jahre 2030 und 2045. Abweichung von 100 Prozent, weil im Szenario weitere Verkehrsträger berücksichtigt wurden. 3 – Werte für die Jahre 2030 und 2045. 4 – Werte für die Jahre 2030 und 2050; Szenario GreenEe2.

Quellen: BCG (2021), Dittrich et al. (2020), Göckeler et al. (2023), Intraplan und Trimode (2023)

© Sachverständigenrat | 24-031-01

TABELLE 13

Verkehrsmittel im Güterverkehr unterscheiden sich stark in ihrer Emissionsintensität¹

Verkehrsmittel	Treibhausgase ⁴	Stickoxide	Partikel ⁵
	Gramm pro Tonnenkilometer ⁶		
Lastkraftwagen (LKW)²	121	0,198	0,010
davon:			
LKW von 3,5 bis 7,5 Tonnen	569	1,775	0,068
LKW von 7,5 bis 12 Tonnen	398	1,115	0,041
LKW über 12 Tonnen	253	0,604	0,022
Last- und Sattelzüge	103	0,139	0,008
Güterbahnen³	16	0,032	0,001
davon:			
Dieseltraktion	28	0,242	0,007
Elektrotraktion	15	0,018	0,001
Binnenschiffe	36	0,415	0,011

1 – Durchschnittliche Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr in Deutschland im Jahr 2022. 2 – LKW mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 3,5 Tonnen sowie Sattelzüge und Lastzüge. 3 – Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren, können daher von den in der Tabelle dargestellten Werten abweichen. 4 – CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten gemäß AR5 (5. Sachstandsbericht des IPCC). 5 – Partikelemissionen von Fahrzeugen stammen zum Teil aus dem Auspuff, z. B. Rußpartikel. Darüber hinaus entsteht Feinstaub durch den Verschleiß von Bremsen und Reifen. Hier ohne Abrieb von Bremsen, Oberleitungen, Reifen und Straßenbelag. 6 – Einschließlich der Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Diesel, Flüssig- und Erdgas.

Quelle: Umweltbundesamt

© Sachverständigenrat | 24-027-01

LITERATUR

24Rhein (2021), Deutsche Bahn: Erste Züge auf Rotterdam-Ruhrgebiet-Route fahren bald ferngesteuert, <https://www.24rhein.de/leben-im-westen/verkehr/deutsche-bahn-zuege-automatisch-rotterdam-betuweroute-niederlande-ruhrgebiet-91033081.html>, abgerufen am 19.3.2024.

acatech und DECHEMA (2022), Wasserstoff im Mobilitätssektor, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften / Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie, Berlin.

acatech, Leopoldina, und Akademienunion (2023), Wie wird Deutschland klimaneutral? Handlungsoptionen für Technologieumbau, Verbrauchsreduktion und Kohlenstoffmanagement, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, Stellungnahme, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, Berlin.

ACEA (2024), New commercial vehicle registrations: vans +14.6%, trucks +16.3%, buses +19.4% in 2023, Pressemitteilung, European Automobile Manufacturers' Association, Brüssel, 26. Januar.

ACER (2023), Report on electricity transmission and distribution tariff methodologies in Europe, European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, Ljubljana.

Ademmer, M., N. Jannsen, S. Kooths und S. Möse (2019), Niedrigwasser bremsst Produktion, Wirtschaftsdienst 99 (1), 79–80.

Ademmer, M., N. Jannsen und S. Meuchelböck (2023), Extreme weather events and economic activity: The case of low water levels on the Rhine river, German Economic Review 24 (2), 121–144.

Agora Energiewende, Prognos, und Consentec (2023), Klimaneutrales Stromsystem 2035: Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann, Studie, Version 1.3, April 2023, Berlin.

Agora Verkehrswende (2024), E-Lkw im Fernverkehr – von öffentlichen Schnellladepunkten und ausreichend Stellplätzen, Webinar-Präsentation vom 12. März 2024, Berlin.

Agora Verkehrswende (2022), PKW-Maut für die Mobilitätswende: Eine verursachergerechte Straßennutzungsgebühr als Baustein für ein digitalisiertes und klimaneutrales Verkehrssystem, Studie, Agora Verkehrswende mit INFRAS, Berlin.

Ahluwalia, R.K., X. Wang, D.D. Papadias und A.G. Star (2022), Performance and total cost of ownership of a fuel cell hybrid mining truck, Energies 16 (1), 286.

Albatayneh, A., A. Juaidi, M. Jaradat und F. Manzano-Agugliaro (2023), Future of electric and hydrogen cars and trucks: An overview, Energies 16 (7), 3230.

Allianz pro Schiene (2024), Elektromobilität: Die Mobilität von morgen schon heute auf der Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/umwelt/elektromobilitaet/>, abgerufen am 26.3.2024.

Alonso-Villar, A., B. Davíðsdóttir, H. Stefánsson, E.I. Ásgeirsson und R. Kristjánsson (2023), Electrification potential for heavy-duty vehicles in harsh climate conditions: A case study based technical feasibility assessment, Journal of Cleaner Production 417, 137997.

Andreae, K. (2024), Standpunkt: Wir brauchen keine neuen Förderprogramme für Ladesäulen, Tagespiegel Background Verkehr & Smart Mobility, Berlin, 18. Januar.

Arlt, W., A. Galster, G.-F. Witthus und H. Köpplinger (2023), Notwendige Forschungen und Entwicklungen zur Erschließung einer effizienten Energieversorgung mit Wasserstoff-Technologien, Wasserstoff gegen den Klimawandel, München, 14–17.

Arndt, W.-H. und S. Schneider (2023), Investitionsbedarfe für ein nachhaltiges Verkehrssystem – Schwerpunkt kommunale Netze, Difu Impulse 7/2023, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin.

Aryanpur, V. und F. Rogan (2024), Decarbonising road freight transport: The role of zero-emission trucks and intangible costs, Scientific Reports 14 (1), 2113.

Auer, J., S. Link und P. Plötz (2023), Public charging locations for battery electric trucks: A GIS-based statistical analysis using real-world truck stop data for Germany, Working Paper Sustainability and Innovation S 04/2023, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.

Autobahn GmbH (2024), Projekt: A45: Ersatzneubau Talbrücke Rahmede, <https://www.autobahn.de/die-autobahn/projekte/detail/ersatzneubau-talbruecke-rahmede>, abgerufen am 22.3.2024.

Automobilwoche (2024), Shell schließt weitere Wasserstoff-Tankstellen, <https://www.automobilwoche.de/bc-online/der-energiekonzern-shell-schliesst-dauerhaft-alle-seine-wasserstoff-tankstellen>, abgerufen am 14.2.2024.

Azar, C. und B.A. Sandén (2011), The elusive quest for technology-neutral policies, *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1 (1), 135–139.

Backhaus, R. (2021), Battery raw materials – Where from and where to?, *ATZ worldwide* 123 (9), 8–13.

BAFA (2023), Merkblatt für Schienenbahnen 2023, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn.

Baldwin, R.E. (2022), The peak globalisation myth: Part 3 – How global supply chains are unwinding, <https://cepr.org/voxeu/columns/peak-globalisation-myth-part-3-how-global-supply-chains-are-unwinding>, abgerufen am 11.2.2024.

Baldwin, R.E. und F. Robert-Nicoud (2007), Entry and asymmetric lobbying: Why governments pick losers, *Journal of the European Economic Association* 5 (5), 1064–1093.

Balke, G. und L. Adenaw (2023), Heavy commercial vehicles' mobility: Dataset of trucks' anonymized recorded driving and operation (DT-CARGO), Data in Brief 48, 109246.

Balke, G., M. Zähringer, A. Paper und M. Lienkamp (2024a), Navigating the change: Constrained optimization and ramp-up strategy of a charging network for battery electric heavy trucks, 27th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, mimeo.

Balke, G., M. Zähringer, J. Schneider und M. Lienkamp (2024b), Connecting the dots: A comprehensive modeling and evaluation approach to assess the performance and robustness of charging networks for battery electric trucks and its application to Germany, *World Electric Vehicle Journal* 15 (1), 32.

Basma, H., A. Saboori und F. Rodríguez (2021), Total cost of ownership for tractor-trailers in Europe battery electric versus diesel, White Paper, International Council on Clean Transportation, Washington, DC.

Basma, H., Y. Zhou und F. Rodríguez (2022), Fuel-cell hydrogen long-haul trucks in Europe: A total cost of ownership analysis, ICCT White Paper, International Council on Clean Transportation, Berlin.

BaST (2019), Lkw-Parksituation im Umfeld der BAB 2018, Bundesweite Erhebung der Lkw-Parksituation an und auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

Bauer, F. et al. (2023), The market ramp-up of renewable hydrogen and its derivatives – the role of H2Global, FAU, eex, OTH und H2Global Policy Paper, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, European Energy Exchange AG, Ostbayerische Technische Hochschule und H2Global, Nürnberg, Leipzig, Regensburg und Hamburg.

BCG (2021), Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft, Gutachten für den Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), Boston Consulting Group, Berlin.

Belitz, H., M. Clemens, S. Gebauer und C. Michelsen (2020), Öffentliche Investitionen als Triebkraft privatwirtschaftlicher Investitionstätigkeit, DIW Berlin: Politikberatung kompakt 158, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.

Bergstrand, L. (2020), How can Internet of Things (IoT) enable more time-efficient documentation handling within intermodal freight transits? Examples from a Swedish road-rail intermodal terminal, Masterthesis, School of Business, Economics and Law at the University of Gothenburg, Göteborg.

Bernard, M.R., A. Tankou, H. Cui und P.-L. Ragon (2022), Charging solutions for battery electric trucks, ICCT White Paper, International Council on Clean Transportation, Washington, DC.

Berylls (2023), Battery Lifetime Value: How energy storage will determine the life cycle of electric trucks, <https://www.berylls.com/battery-lifetime-value-how-energy-storage-will-determine-the-life-cycle-of-electric-trucks/>, abgerufen am 26.3.2024.

BGL (2019), 35.000 bis 40.000 Lkw-Stellplätze fehlen an deutschen Autobahnen, Pressemitteilung, Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung, Frankfurt am Main, 17. Oktober.

Bhardwaj, S. und H. Mostofi (2022), Technical and business aspects of battery electric trucks – A systematic review, *Future Transportation* 2 (2), 382–401.

Bialek, S., Y. Dvorkin, J. Kim und B. Ünel (2023), Who knows what: Information barriers to efficient DER roll-out out in the U.S., *Economics of Energy & Environmental Policy* 12 (1).

Biedenbach, F. und Y. Blume (2023), Size matters: Multi-use optimization of a depot for battery electric heavy-duty trucks, Konferenzpapier, 36th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS36), Sacramento, CA, 11. Juni.

Bieler, C. und D. Sutter (2019), Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland: Straßen-, Schienen-, Luft- und Binnenschiffverkehr 2017, Schlussbericht im Auftrag von Allianz pro Schiene, INFRAS, Zürich.

van Binsbergen, A., R. Konings, L.A. Tavasszy und J.H.R. van Duin (2014), Innovations in intermodal freight transport: Lessons from Europe, Konferenzpapier, Papers of the 93th annual meeting of the Transportation Research Board (TRB), Washington, DC, 15. Januar.

Blechtschmidt, J. et al. (2022), Handlungsoptionen für eine ökologische Gestaltung der Transportmittelwahl im Güterfernverkehr, Texte, Abschlussbericht 50/2022 (UBA FB00673), Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Blume, Y., M. Hecker, M. Müller und A. Weiß (2023), Einfluss des Hochlaufs batterieelektrischer Nutzfahrzeuge auf die Verteilnetzplanung, FfE Discussion Paper 2023-01, Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München.

BMBF (2023), Welche Projekte für die internationale Wasserstoff-Kooperation fördert das BMBF?, <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/woher-soll-der-gruene-wasserstoff-kommen.html>, abgerufen am 26.4.2024.

BMDV (2023a), Verkehr in Zahlen 2023/2024, 52. Jahrgang, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin.

BMDV (2023b), Verkehrsinvestitionsbericht 2021, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin.

BMDV (2023c), Markthochlauf für Wasserstoff beschleunigen, <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Artikel/K/markthochlauf-wasserstoff-beschleunigen.html>, abgerufen am 10.4.2024.

BMDV (2023d), Entwurf eines Dritten Gesetzes zur Änderung mautrechtlicher Vorschriften, Referentenentwurf, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 25. April.

BMDV (2022), Brücken an Bundesfernstraßen – Bilanz und Ausblick, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Bonn.

BMDV (2021a), Schlüsseltechnologie für den Güterzug der Zukunft – Die Digitale Automatische Kupplung (DAK), <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/schiene-innovationen-forschung/schiene-gueterverkehr-digitale-automatische-kupplung-dak.html>, abgerufen am 28.2.2024.

BMDV (2021b), Europäische Eisenbahnpolitik, <https://bmdv.bund.de/DE/Themen/EU-Politik/EU-Verkehrspolitik/Europaeische-Schienenverkehrspolitik/europaeische-schienenverkehrspolitik.html>, abgerufen am 27.2.2024.

BMF (2024), BMF-Monatsbericht: Januar 2024, Bundesministerium der Finanzen, Berlin.

BMVI (2021), Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur, Richtlinie KsNI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, 2. August.

BMVI (2020), Investitionsrahmenplan 2019–2023 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMVI (2016), Bundesverkehrswegeplan 2030, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMVI (2015a), Verkehrsinfrastrukturbericht, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMVI (2015b), Reformkommission Bau von Großprojekten, Endbericht, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMWK (2023a), FAQ zum Wasserstoff-Kernnetz, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/Wasserstoff-Kernnetz/faq-wasserstoff-kernnetz.html>, abgerufen am 26.3.2024.

BMWK (2023b), Der Klima- und Transformationsfonds 2024: Entlastung schaffen, Zukunftsinvestitionen sichern, Transformation gestalten, Pressemitteilung, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, 21. Dezember.

BMWK (2023c), Photovoltaik-Strategie: Handlungsfelder und Maßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der Photovoltaik, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin.

BNetzA (2024a), Marktuntersuchung Eisenbahnen 2023, Dezember 2023/Januar 2024, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn.

BNetzA (2024b), Bundesnetzagentur veröffentlicht Daten zum Strommarkt 2023, Pressemitteilung, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn, 3. Januar.

BNetzA (2024c), SMARD | Installierte Erzeugungsleistung, <https://www.smard.de/page/home/wiki-article/446/2362>, abgerufen am 28.2.2024.

BNetzA (2022a), Ergebnisse der Endkundenbefragung 2021 im Schienengüterverkehr, Endkundenkonsultation 2021, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn.

BNetzA (2022b), Genehmigung des Szenariorahmens 2023–2037/2045, Bedarfsermittlung Stand Juli 2022, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn.

BNetzA (2015), Positionspapier der Bundesnetzagentur: Dispositionsrichtlinien DB Netz AG, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn.

Bom, P.R.D. und J.E. Ligthart (2014), What have we learned from three decades of research on the productivity of public capital?, *Journal of Economic Surveys* 28 (5), 889–916.

Böttger, C. (2023), Herausforderung Verkehrsinfrastruktur: heutiges System des Bundesverkehrswegebauplans, *Wirtschaftsdienst* 103 (6), 364–367.

Branchoux, C., L. Fang und Y. Tateno (2018), Estimating infrastructure financing needs in the Asia-Pacific least developed countries, landlocked developing countries, and small island developing states, *Economies* 6 (3), 43.

Branco, C., D.C. Dohse, J. Pereira Dos Santos und J. Tavares (2023), Nobody's gonna slow me down? The effects of a transportation cost shock on firm performance and behavior, *Journal of Urban Economics* 136, 103569.

Buchert, M. et al. (2023), Bedarf strategischer Rohstoffe für den Pkw- und Lkw-Sektor in Deutschland bis 2040, Bericht im Rahmen des Projekts „Analysen und Bewertungen der Klimaschutzwirkung von Instrumenten und Maßnahmen zur Treibhausgasminderung im Verkehr, Entwicklung von Gestaltungsoptionen“ ELM04010, im Auftrag des BMWK, Öko-Institut, Darmstadt.

Buchert, M. und J. Sutter (2020), Stand und Perspektiven des Recyclings von Lithium-Ionen-Batterien aus der Elektromobilität, Synthesepapier erstellt im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit geförderten Verbundvorhabens MERCATOR „Material Effizientes Recycling für die Circular Economy von Automobilspeichern durch Technologie ohne Reststoffe“, Öko-Institut, Freiburg im Breisgau.

Bundeskartellamt (2021), Sektoruntersuchung zur Bereitstellung und Vermarktung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Sachstandsbericht Oktober 2021, Az. B8-28/20, Bonn.

Bundeskartellamt (2005), Beschluss vom 30.9.2005, B9-50/05 – Railion/RBH, Bonn, 30. September.

Bundesrechnungshof (2016), Bericht an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages nach §88 Abs. 2 BHO über die Plausibilisierung der Investitionskosten von Straßenbauprojekten zur Aufstellung des Bundesverkehrswegebauplans 2030, V3-2015-5056/III, Bonn.

Bundesregierung (2024), Ab Januar 2024 CO₂-Preis steigt auf 45 Euro pro Tonne, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/co2-preis-kohle-abfallbrennstoffe-2061622>, abgerufen am 10.4.2024.

Bundesregierung (2023a), Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Dritten Gesetzes zur Änderung mautrechtlicher Vorschriften, Drucksache 270/23, Bundesrat, Berlin, 15. Juni.

Bundesregierung (2023b), Reform der Konzernstruktur der Deutsche Bahn Aktiengesellschaft, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Wolfgang Wiehle, Dr. Dirk Spaniel, René Bochmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD, Drucksache 20/8945, Deutscher Bundestag, Berlin, 19. Oktober.

Bundesregierung (2023c), Finanzplan des Bundes 2023 bis 2027, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Drucksache 321/23, Deutscher Bundestag, Berlin.

Bundesregierung (2023d), Der Klima- und Transformationsfonds 2024, Stand: 21. Dezember 2023, Berlin.

Bundesregierung (2023e), Aktueller Stand zur Umsetzung des Masterplans Schienenverkehr, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU, Drucksache 20/6944, Deutscher Bundestag, Berlin, 24. Mai.

Bundesregierung (2022a), Aktuelle Probleme des Schienengüterverkehrs, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Wolfgang Wiehle, Dr. Dirk Spaniel, René Bochmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD, Drucksache 20/603, Deutscher Bundestag, Berlin, 3. Februar.

Bundesregierung (2022b), Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin.

Bundesregierung (2019a), Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, Stand: 9. Oktober 2019, Berlin.

Bundesregierung (2019b), Pünktlichkeit im Schienengüterverkehr, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Christian Jung, Frank Sitta, Torsten Herbst, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP, Drucksache 19/9864, Deutscher Bundestag, Berlin, 6. Mai.

Burges, K. und S. Kippelt (2021), Grid-related challenges of high-power and megawatt charging stations for battery-electric long-haul trucks, Studie im Auftrag von Transport & Environment, Brüssel.

Burke, A.F., J. Zhao, M.R. Miller, A. Sinha und L.M. Fulton (2023), Projections of the costs of medium- and heavy-duty battery-electric and fuel cell vehicles (2020-2040) and related economic issues, Energy for Sustainable Development 77, 101343.

Bushnell, J., E. Muehlegger und D. Rapson (2021), Do electricity prices affect electric vehicle adoption?, ITS report UC-ITS-2020-12, UC Office of the President: University of California, Institute of Transportation Studies, Davis, CA.

BVWP (2018), Bundesverkehrswegeplan 2030 – Projekt 2-050-V01, https://www.bvwp-projekte.de/schiene_2018/2-050-V01/2-050-V01.html, abgerufen am 19.3.2024.

Cantos, P., J.M. Pastor und L. Serrano (2010), Vertical and horizontal separation in the European railway sector and its effects on productivity, Journal of Transport Economics and Policy 44 (2), 139–160.

Carboni, M., A. Dall-Orsoletta, A. Hawkes und S. Giarola (2024), The future of road freight transport and alternative technologies: A case study for Italy, Energy Conversion and Management 299, 117819.

Castelvecchi, D. (2022), The hydrogen revolution, Nature 611 (7936), 440–443.

Cheng, X. und J. Lin (2024), Is electric truck a viable alternative to diesel truck in long-haul operation?, Transportation Research Part D: Transport and Environment 129, 104119.

Christofzik, D.I., L.P. Feld und M. Yeter (2019), Öffentliche Investitionen: Wie viel ist zu wenig?, Schweizer Monat – Die Autorenzeitschrift für Politik, Wirtschaft und Kultur 1064 (März), 60–63.

Cordes, M. (2023), Einzelwagenverkehr 2022 mit enormen Verlusten, Deutsche Verkehrs-Zeitung, 15. August.

Costinot, A., J. Vogel und S. Wang (2013), An elementary theory of global supply chains, Review of Economic Studies 80 (1), 109–144.

Daimler Truck (2024), Geschäftsbericht 2023, Daimler Truck Holding, Leinfelden-Echterdingen.

Daimler Truck und TenneT TSO (2022), Flexibility marketing options for charging processes of electric medium-duty and heavy-duty commercial vehicles, Feasibility study.

DB (2024a), Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht 2023, Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung, Deutsche Bahn, Berlin.

DB (2024b), Investitionen und öffentliche Zuwendungen, <https://ir.deutschebahn.com/de/db-konzern/investitionen/>, abgerufen am 27.2.2024.

DB (2024c), Pilotprojekt zur Demonstration, Erprobung und Zulassung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) für den Schienengüterverkehr, <https://www.dac4.eu/>, abgerufen am 28.2.2024.

DB (2024d), DB Cargo: Digitaler Güterzug geht in Kundeneinsatz, Presseinformation, Berlin, 2. April.

DB (2024e), BauInfoPortal Karlsruhe – Basel, BauInfoPortal, Projektbeschreibung, Deutsche Bahn, Berlin.

DB (2024f), Künstliche Intelligenz bei der DB, <https://www.deutschebahn.com/de/kuenstlicheintelligenz-6898594>, abgerufen am 28.2.2024.

DB (2024g), AI Prototyping – KI-basiertes Kapazitäts- und Verkehrsmanagement: Entwicklung von Software-Prototypen für die Planung und Disposition von Zugfahrten auf Basis künstlicher Intelligenz, <https://digitale-schiene-deutschland.de/AI-Prototyping>, abgerufen am 9.4.2024.

DB (2023a), Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht 2022, Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung, Deutsche Bahn, Berlin.

DB (2023b), Daten & Fakten 2022, Deutsche Bahn, Berlin.

DB (2023c), Integrierter Bericht 2022: Entwicklung der Infrastruktur Deutsche Bahn, <https://ibir.deutschebahn.com/2022/de/konzernlagebericht/entwicklung-der-geschaeftsfelder/geschaeftsfelder-im-systemverbund-bahn/infrastruktur/entwicklung-der-infrastruktur/>, abgerufen am 19.3.2024.

DB (2022), Daten & Fakten 2021, Deutsche Bahn, Berlin.

DB (2021), Erprobung automatisierter Güterzüge nimmt Fahrt auf, Presseinformation, Deutsche Bahn, Berlin, Mainz, 5. Oktober.

DB Cargo (2024a), Einzelwagenverkehr: Flexibel und flächendeckend, <https://www.dbcargo.com/rail-de-de/leistungen/schienentransporte/einzelwagen>, abgerufen am 27.2.2024.

DB Cargo (2024b), Geschäftsbericht 2023, Geschäftsbericht, Mainz.

DB Cargo (2024c), Die Digitale Automatische Kupplung DAK, <https://www.dbcargo.com/rail-de-de/gruen-und-innovativ/dbcargo-lab/digitale-automatische-kupplung>, abgerufen am 28.2.2024.

DB InfraGO (2024a), Netzzustandsbericht Fahrweg 2022, Geschäftsbereich Fahrweg, Frankfurt am Main.

DB InfraGO (2024b), SGV: Anpassung Fördersatz Trassenpreisförderung ab 01.03.2024 auf 31,5 % beschlossen., <https://www.dbinfrago.com/web/aktuelles/kund-inneninformationen/kund-inneninformationen/2024-KW09-Anpassung-Foerdersatz-Trassenpreisfoerderung-12701528>, abgerufen am 26.3.2024.

DB InfraGO (2024c), Projektbeschreibung: Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe–Basel, <https://www.karlsruhe-basel.de/projektbeschreibung.html>, abgerufen am 27.2.2024.

DB InfraGO und ÖBB Infra (2024), Projektüberblick: Bahnprojekt Brenner-Nordzulauf, <https://www.brennernordzulauf.eu/projektueberblick.html>, abgerufen am 27.2.2024.

DB Netz (2024), Nutzungsbedingungen Netz der DB Netz AG (NBN 2024), Gültig ab 10.12.2023, Frankfurt am Main.

De Vita, A. et al. (2021), EU reference scenario 2020 – Energy, transport and GHG emissions: Trends to 2050, Europäische Kommission, Generaldirektionen Energie, Klimapolitik sowie Mobilität und Verkehr, Brüssel.

Demir, B., A.C. Fieler, D.Y. Xu und K.K. Yang (2024), O-ring production networks, Journal of Political Economy 132 (1), 200–247.

dena (2021), dena-Leitstudie: Aufbruch Klimaneutralität – Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, Abschlussbericht, Deutsche Energie-Agentur, Berlin.

Deutscher Bundestag (2023a), Bundesverkehrswegeplan und Ausbaugesetze – Aufnahme von Projekten, Ausarbeitung WD 5-3000-012/23, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.

Deutscher Bundestag (2023b), Neuer EU-Emissionshandel für Gebäude und Straßenverkehr, Dokumentation WD 8-3000-001/23, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.

Deutscher Bundestag (2023c), Fördermaßnahmen im Bereich Elektromobilität und Ladeinfrastruktur, Sachstand WD 5-3000-098/23, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.

Deutscher Bundestag (2019), Expertenkritik an LuFV III, Verkehr und digitale Infrastruktur – Anhörung – hib 1132/2019, https://www.bundestag.de/webarchiv/presse/hib/2019_10/662764-662764, abgerufen am 10.4.2024.

Die Güterbahnen (2023), Einzelwagenverkehrsförderung: Ja, aber richtig!, Presseinformation, Netzwerk Europäischer Eisenbahnen, Berlin, 27. September.

Dittrich, M. et al. (2020), Transformationsprozess zum treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Deutschland – GreenLate, Climate Change 02/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

DLR (2022), Güterverkehr in Deutschland – Verkehrsmittel im Vergleich, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, <https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/daten-und-fakten/gueterverkehr-in-deutschland-verkehrsmittel-im-vergleich>, abgerufen am 26.2.2024.

Dongfeng Motor (2024), Report on production and sales volume of Dongfeng Motor Group for 2023, Dongfeng Motor Group Company, Hong Kong.

DSGV (2023), Branchenreport Logistik 2022, Deutscher Sparkassen- und Giroverband, Berlin.

Dühnen, S., J. Betz, M. Kolek, R. Schmuck, M. Winter und T. Placke (2020), Toward green battery cells: Perspective on materials and technologies, Small Methods 4 (7), 2000039.

DWSV (2023), 3. Bayerischer Wasserstraßen- und Schifffahrtstag am 25.09.2023 in Nürnberg, <https://www.schifffahrtsverein.de/2023/07/25/3-bayerischer-wasserstrassen-und-schifffahrtstag-am-25-09-2023-in-nuernberg/>, abgerufen am 29.2.2024.

EBA (2021), Laufende Projekte: ATO, Eisenbahn-Bundesamt, https://www.eba.bund.de/Z-SGV/Projekte/laufende_Projekte/ATO/ato_node.html, abgerufen am 19.3.2024.

ECA (2023), Intermodal freight transport: EU still far from getting freight off the road, Special Report 08/2023, European Court of Auditors, Luxemburg.

EDA (2020), Das Schweizer Jahrhundertbauwerk, das Norden und Süden Europas näher zusammenrückt, Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten, <http://houseofswitzerland.org/de/swissstories/wirtschaft/das-schweizer-jahrhundertbauwerk-das-norden-und-sueden-europas-naeher>, abgerufen am 27.2.2024.

Edenhofer, O., C. Flachsland, M. Kalkuhl, B. Knopf und M. Pahle (2019), Optionen für eine CO₂-Preisreform, Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Arbeitspapier 04/2019, Wiesbaden.

Egerer, J., V. Grimm, L.M. Lang, U. Pfefferer und C. Sölch (2022), Mobilisierung von Erzeugungskapazitäten auf dem deutschen Strommarkt, Wirtschaftsdienst 102 (11), 846–854.

Eisenkopf, A., G. Jarzembowski, C. Kirchner, J. Ludewig, G. McCullough und W. Rothengatter (2006), The liberalisation of rail transport in the EU, Intereconomics 41 (6), 292–313.

Ekberg, K., L. Eriksson und C. Sundström (2021), Electrification of a heavy-duty CI truck—Comparison of electric turbocharger and crank shaft motor, Energies 14 (5), 1402.

e-mobil BW (2023), Europaweite Infrastruktur für alternative Kraftstoffe, <https://www.e-mobilbw.de/service/meldungen-detail/europaweite-infrastruktur-fuer-alternative-kraftstoffe>, abgerufen am 29.4.2024.

Eurailpress (2023), Multi-Agenten-KI hilft DB bei Zugdisposition, <https://www.eurailpress.de/railim-pacts/technologie/detail/news/multi-agenten-ki-hilft-db-bei-zugdisposition.html>, abgerufen am 23.4.2024.

Europäische Kommission (2023a), Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/1242 im Hinblick auf die Verschärfung der CO₂-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge und die Einbeziehung von Meldepflichten sowie zur Aufhebung der Verordnung (EU) 2018/956, 6539/23, COM(2023) 88 final, Brüssel, 17. Februar.

Europäische Kommission (2023b), METIS 3, study S5: The impact of industry transition on a CO₂-neutral European energy system, erstellt vom Fraunhofer ISI, Generaldirektion Energie, Brüssel.

Europäische Kommission (2022a), Comparative evaluation of transshipment technologies for intermodal transport and their cost, Final Report; verfasst durch PricewaterhouseCoopers und KombiConsult, Generaldirektion Mobilität und Verkehr, Brüssel.

Europäische Kommission (2022b), Kommission leitet eingehende Prüfung der deutschen Unterstützungsmaßnahmen für DB Cargo ein, Pressemitteilung, Vertretung der Europäischen Kommission in Deutschland, Berlin, 31. Januar.

Europäische Kommission (2020), Handbook on the external costs of transport, Version 2019 – 1.1, 18.4K83.131, Generaldirektion Mobilität und Verkehr, Brüssel.

Europäische Kommission (2019a), State of play of internalisation in the European transport sector, 19.4K83.071a, Generaldirektion Mobilität und Verkehr, Brüssel.

Europäische Kommission (2019b), Transport taxes and charges in Europe: An overview study of economic internalisation measures applied in Europe, 18.4K83.138, Generaldirektion Mobilität und Verkehr, Brüssel.

Europäischer Rechnungshof (2016), Der Schienengüterverkehr in der EU: noch nicht auf dem richtigen Kurs, Sonderbericht 08, Luxemburg.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2023), Verordnung (EU) 2023/1804 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU, PE/25/2023/INIT, Straßburg, 13. September.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2019), Verordnung (EU) 2019/1242 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 zur Festlegung von CO₂-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 595/2009 und (EU)

2018/956 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Richtlinie 96/53/EG des Rates, PE/60/2019/REV/1, Brüssel, 20. Juni.

[Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union](#) (2013), Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU, OJ L 348, Straßburg, 11. Dezember.

[Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union](#) (2006), Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2006 zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates – Erklärung, OJ L 102, Straßburg, 15. März.

[Everfuel](#) (2023), Everfuel Interim Report Q2 2023, Interim Report, Herning, DK.

[EWI](#) (2022), Szenarien für die Preisentwicklung von Energieträgern, Studie Im Auftrag des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“ (ESYS), Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln.

[EWI](#) (2021), dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität: Klimaneutralität 2045 – Transformation der Verbrauchssektoren und des Energiesystems, Gutachterbericht im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur (dena), Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln.

[EWK](#) (2024), Stellungnahme zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ Monitoringbericht, Stellungnahme Mai 2024, A. Löschel, V. Grimm, F.C. Matthes und A. Weidlich, Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, Berlin, Bochum, Freiburg, Nürnberg.

[Expertenrat für Klimafragen](#) (2024), Prüfbericht zur Berechnung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2023, Prüfung und Bewertung der Emissionsdaten gemäß § 12 Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz, Berlin.

[Fay, M.](#) (2001), Financing the future: Infrastructure needs in Latin America, 2000-05, Policy Research Working Paper WPS2545, Weltbank, Washington, DC.

[Fay, M. und T. Yepes](#) (2003), Investing in infrastructure: What is needed from 2000 to 2010?, Policy Research Working Paper WPS3102, Weltbank, Washington, DC.

[FAZ](#) (2022), Niedrigwasser bremst die Binnenschifffahrt aus, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/schneller-schlau/niedrigwasser-bremst-die-binnenschifffahrt-aus-18338070.html>, abgerufen am 26.3.2024.

[FR](#) (2024), Shell schließt alle Wasserstofftankstellen in den USA – zu wenig Nachfrage, Frankfurter Rundschau, Sacramento, CA, 12. Februar.

[Fraunhofer IKTS](#) (2023), Wann kommt der Natrium-Akku in Deutschland?, Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, <https://www.ikts.fraunhofer.de/de/blog/wann-kommt-der-natrium-akku-in-deutschland.html>, abgerufen am 5.5.2024.

[Fraunhofer ISI](#) (2024), H2GO – Nationaler Aktionsplan Brennstoffzellen-Produktion, <https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/neue-technologien/projekte/h2go.html>, abgerufen am 2.5.2024.

[Fraunhofer ISI, Consentec, ifeu, und TU Berlin](#) (2024), Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3 – T45-Szenarien – Modul Verkehr, Im Auftrag des BMWK, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Consentec, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Technische Universität Berlin, Karlsruhe.

[Fraunhofer ISI, Consentec, ifeu, und TU Berlin](#) (2021), Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3, Kurzbericht: 3 Hauptszenarien, im Auftrag des BMWi, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Consentec, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Technische Universität Berlin, Karlsruhe.

[Frieske, B., S. Hasselwander, Ö. Deniz, S. Stieler und S. Schumich](#) (2023), Strukturstudie BW 2023 – Transformation der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie in Baden-Württemberg durch Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung, Projektbericht herausgegeben von e-mobil BW, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Fahrzeugkonzepte, IMU Institut, Stuttgart.

[G+S Magazin](#) (2021), Mautkosten: Auswirkungen der Maut auf die Transportkosten und Frachtpreise, <https://www.gs-magazin.de/blog/mautkosten-berechnung-und-auswirkungen/>, abgerufen am 29.2.2024.

- Gaus, D. (2023), Market access, productivity, and failing infrastructure: Evidence from German firms, SSRN Scholarly Paper 4505493, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Gaus, D. und H. Link (2020), Economic effects of transportation infrastructure quantity and quality: A study of German counties, DIW Discussion Paper 1848, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Göckeler, K., I. Steinbach, W.K. Görz, F. Hacker, R. Blanck und M. Mottschall (2023), StratES – Szenarien für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs: Studie auf Basis von Markthochlaufmodellierungen, Dritter Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens StratES, Öko-Institut, Berlin.
- Gornig, M. (2019), Investitionslücke in Deutschland: Und es gibt sie doch! Vor allem Kommunen sind arm dran, DIW aktuell 19, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Grimm, V., L. Oechsle und G. Zöttl (2024), Stromgestehungskosten von Erneuerbaren sind kein guter Indikator für zukünftige Stromkosten, UTN-FAU Policy Brief, Technische Universität Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.
- Grimm, V. und C. von Rüden (2022a), Es ist Zeit, sich aus wirtschaftlichen Abhängigkeiten zu lösen, Perspektiven der Wirtschaftspolitik 23 (4), 244–248.
- Grimm, V. und C. von Rüden (2022b), Die Krise bekämpfen, das Wirtschaftsmodell neu justieren, Wirtschaftsdienst 102 (12), 922–928.
- Günther, C., M. Pahle, K. Govorukha, S. Osorio und T. Fotiou (2024), Carbon prices on the rise? Shedding light on the emerging EU ETS2, PIK Working Paper, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- H2-Share (2024), Dongfeng: 500 H2 trucks, <https://fuelcelltrucks.eu/project/dongfeng/>, abgerufen am 26.4.2024.
- Handelsblatt (2024a), Infrastruktur: Autobahngesellschaft fehlt Geld für Bau von Fernstraßen, Handelsblatt, Berlin, 10. April.
- Handelsblatt (2024b), Flottengrenzwerte: EU verabschiedet neue Vorgaben für Lkw-Abgase, Handelsblatt, Algier, Brüssel, Berlin, 9. Februar.
- Hanken, M. (2024), Rolle der Kommunen beim Ladeinfrastruktur-Aufbau, Rechtssichere Vergabe bei öffentlicher Ladeinfrastruktur (für Kommunen), Präsentation bei Energieagentur Rheinland-Pfalz, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, 5. März.
- Harthan, R.O. et al. (2023), Projektionsbericht 2023 für Deutschland, Climate Change 39/2023, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Hebling, C. et al. (2019), Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Karlsruhe und Freiburg.
- Hildermeier, J. und A. Jahn (2024), The power of moving loads: Cost analysis of megawatt charging in Europe, RAP Analysis, Regulatory Assistance Project, Brüssel.
- Hirth, L., F. Ueckerdt und O. Edenhofer (2015), Integration costs revisited – An economic framework for wind and solar variability, Renewable Energy 74, 925–939.
- Hoekstra, A. (2019), The underestimated potential of battery electric vehicles to reduce emissions, Joule 3 (6), 1412–1414.
- Hosseini, S.E. und B. Butler (2020), An overview of development and challenges in hydrogen powered vehicles, International Journal of Green Energy 17 (1), 13–37.
- Hummels, D. (2007), Transportation costs and international trade in the second era of globalization, Journal of Economic Perspectives 21 (3), 131–154.
- IEA (2024), Batteries and secure energy transitions – Analysis and key findings, World Energy Outlook Special Report, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2023a), Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2023b), Global Hydrogen Review 2023, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2022), World Energy Outlook 2022: An updated roadmap to Net Zero Emissions by 2050, Internationale Energieagentur, Paris.

IHK Nord (2017), Norddeutsche Infrastrukturprojekte beschleunigen: Von Dänemark und den Niederlanden lernen?, Thesenpapier, Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Industrie- und Handelskammern, Hamburg.

Intraplan und Trimode (2023), Prognose 2022 – Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022, im Auftrag des BMDV, VB970426, Stand vom 01.03.2023, Intraplan Consult, TTS Trimode Transport Solutions, Bonn.

IRENA (2022), Accelerating hydrogen deployment in the G7: Recommendations for the Hydrogen Action Pact, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Isuzu (2023), Integrated report 2023: Moving the world – for you, Isuzu Motors Limited, Yokohama.

ITF (2023a), ITF Transport Outlook Database, https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ITF_OUTLOOK_2023_DOM_FREIGHT, abgerufen am 1.2.2024.

ITF (2023b), How governments can bring low-emission trucks to our roads – and fast, International Transport Forum Policy Papers, International Transport Forum Policy Paper 127, International Transport Forum, OECD Publishing, Paris.

Jaffe, A.B., R.G. Newell und R.N. Stavins (2005), A tale of two market failures: Technology and environmental policy, *Ecological Economics* 54 (2–3), 164–174.

Jöhrens, J. et al. (2022), Vergleichende Analyse der Potentiale von Antriebstechnologien für Lkw im Zeithorizont 2030, Teilbericht im Rahmen des Vorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“, ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung, PTV Transport Consult, Heidelberg / Karlsruhe.

de Jong, G., A. Schroten, H. van Essen, M. Otten und P. Bucci (2010), The price sensitivity of road freight transport – a review of elasticities, Report, Significance & CE Delft, Den Haag / Delft.

Kalkuhl, M., M. Kellner, T. Bergmann und K. Rütten (2023), CO₂-Bepreisung zur Erreichung der Klimaneutralität im Verkehrs- und Gebäudesektor: Investitionsanreize und Verteilungswirkungen, MCC-Arbeitspapier, Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Berlin.

KBA (2024), Güterbeförderung Jahr 2022, Verkehr europäischer Lastkraftfahrzeuge (VE) VE 4, Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.

Kemmerling, A. und A. Stephan (2002), The contribution of local public infrastructure to private productivity and its political economy: Evidence from a panel of large German cities, *Public Choice* 113 (3), 403–424.

Kiani Mavi, R., N. Kiani Mavi, D. Olaru, S. Biermann und S. Chi (2022), Innovations in freight transport: A systematic literature evaluation and COVID implications, *International Journal of Logistics Management* 33 (4), 1157–1195.

von Knobelsdorff, K.-C. (2024), Die Förderung des Ladesäulenausbaus ist unverzichtbar, Tagesspiegel Background Verkehr & Smart Mobility, Berlin, 23. Januar.

König, A., L. Nicoletti, D. Schröder, S. Wolff, A. Waclaw und M. Lienkamp (2021), An overview of parameter and cost for battery electric vehicles, *World Electric Vehicle Journal* 12 (1), 21.

Kopper, C., K.-H. Hartwig, W. Rothengatter, E. Gawel und A. Eisenkopf (2013), Die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: marode und unterfinanziert, *Wirtschaftsdienst* 93 (10), 659–677.

Kreutzberger, E. (2004), The shipper's perspective on distance and time and the operator (intermodal goods transport) response, *European Transport \ Trasporti Europei* (25–26), 99–113.

Krutilla, K. und R. Krause (2011), Transaction costs and environmental policy: An assessment framework and literature review, *International Review of Environmental and Resource Economics* 4 (3–4), 261–354.

Kunert, U. und H. Link (2013), Transport infrastructure: Higher investments needed to preserve assets, *DIW Economic Bulletin* 3 (10), 12–17.

Kurmayer, N.J. (2023), Costly gap: Germany to fall significantly short of EU climate targets, <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/costly-gap-germany-to-fall-significantly-short-of-eu-climate-targets/>, abgerufen am 25.4.2024.

Land.NRW (2019), Rheinbrücke Neuenkamp: 75 rechtswidrig überladene Lkw täglich. Lkw-Waage ist zum Schutz der Brücke weiter notwendig, Pressemitteilung, Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 30. Juli.

- Lebeau, P., C. Macharis und J. Van Mierlo (2019), How to improve the total cost of ownership of electric vehicles: An analysis of the light commercial vehicle segment, *World Electric Vehicle Journal* 10 (4), 90.
- Leisinger, C. und M. Runkel (2023), Vergleich der Verkehrsträger: Subventionen und staatlich induzierte Preisbestandteile im Güterverkehr auf Schiene und Straße, FÖS-Studie Im Auftrag von Netzwerk Europäischer Eisenbahnen (NEE), Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft, Berlin.
- Li, S., L. Tong, J. Xing und Y. Zhou (2017), The market for electric vehicles: Indirect network effects and policy design, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4 (1), 89–133.
- Liimatainen, H., O. van Vliet und D. Aplin (2019), The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis, *Applied Energy* 236, 804–814.
- Link, S. und P. Plötz (2022), Technical feasibility of heavy-duty battery-electric trucks for urban and regional delivery in germany – A real-world case study, *World Electric Vehicle Journal* 13 (9), 161.
- Lischke, A. (2023), Stand und Perspektiven alternativer Antriebstechniken für schwere Nutzfahrzeuge, in: Wiemer, K., M. Kern und T. Raussen (Hrsg.), *Bioabfall- und stoffspezifische Verwertung V: Tagungsband 34. Kasseler Abfall- und Ressourcenforum*, Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie, Kassel, 368–378.
- Löbberding, H. et al. (2020), From cell to battery system in BEVs: Analysis of system packing efficiency and cell types, *World Electric Vehicle Journal* 11 (4), 77.
- Loth, E., C. Qin, J.G. Simpson und K. Dykes (2022), Why we must move beyond LCOE for renewable energy design, *Advances in Applied Energy* 8, 100112.
- Luderer, G., C. Kost und D. Sörgel (2021), Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich, Ariadne Report, im Auftrag des BMBF, Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- Maerschalk, G., G. Krause und K. Hinsch (2017), Erhaltungsbedarfsprognose (BVWP) 2016-2030 der Bundesfernstraßen, Schlussbericht im Auftrag des BMVI, FE-Projekt 21.0054/2012, SEP Maerschalk, München.
- Mao, S., Y. Zhang, G. Bieker und F. Rodriguez (2023), Zero-emission bus and truck market in China: A 2021 update, ICCT Working Paper 2023–04, International Council on Clean Transportation, Peking.
- Mareev, I., J. Becker und D.U. Sauer (2018), Battery dimensioning and life cycle costs analysis for a heavy-duty truck considering the requirements of long-haul transportation, *Energies* 11 (1), 55.
- Marker, S. (2024), Impuls: Batteriewechsel – Antriebe im Straßengüterverkehr, Präsentation, Technische Universität Berlin, 7. Februar.
- McKinnon, A. (2021), Towards a carbon-free logistics, in: Secchi, C. und A. Gili (Hrsg.), *The global quest for sustainability: The role of green infrastructure in a post-pandemic world*, 1. Auflage, ISPI : Ledizioni LediPublishing, Mailand, 125–143.
- Meier, M. und E. Pinto (2024), COVID-19 supply chain disruptions, *European Economic Review* 162, 104674.
- Meirich, C. (2017), Berechnung und Bewertung der Gesamtleistungsfähigkeit von Eisenbahnnetzen, RWTH-Dissertation RWTH-2017-06606, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen.
- Mizutani, F., A. Smith, C. Nash und S. Uranishi (2015), Comparing the costs of vertical separation, integration, and intermediate organisational structures in European and East Asian railways, *Journal of Transport Economics and Policy* 49 (3), 496–515.
- mofair und Die Güterbahnen (2023), 8. Wettbewerber-Report Eisenbahnen 2023/24, mofair, Netzwerk Europäischer Eisenbahnen / Die Güterbahnen, Berlin.
- Monopolkommission (2023a), Bahn 2023: Time to GO: Endlich qualitätswirksam in den Wettbewerb!, Gutachten der Monopolkommission gemäß § 78 ERegG, Sektorgutachten 9, Bonn.
- Monopolkommission (2023b), Energie 2023: Mit Wettbewerb aus der Energiekrise, Gutachten der Monopolkommission gemäß § 62 EnWG, Sektorgutachten 9, Bonn.
- Monopolkommission (2021), Energie 2021: Wettbewerbschancen bei Strombörsen, E-Ladesäulen und Wasserstoff nutzen, Sektorgutachten der Monopolkommission gemäß § 62 EnWG, Sektorgutachten 8, Bonn.
- Monopolkommission (2019), Bahn 2019: Mehr Qualität und Wettbewerb auf die Schiene, Gutachten der Monopolkommission gemäß § 78 ERegG, Sektorgutachten 7, Bonn.

[Monopolkommission](#) (2015a), Bahn 2015: Wettbewerbspolitik aus der Spur?, Sondergutachten der Monopolkommission gemäß § 36 AEG, Sondergutachten 69, Bonn.

[Monopolkommission](#) (2015b), Energie 2015: Ein wettbewerbliches Marktdesign für die Energiewende, Sondergutachten der Monopolkommission gemäß § 62 Abs. 1 EnWG, Sondergutachten 71, Bonn.

[Moosbrugger](#), R. (2008), Disposition und Störfallmanagement bei der DB Netz AG, Präsentation beim Eisenbahntechnologisches Kolloquium 2008 der TU Darmstadt, DB Netz.

[Mortsiefer](#), H. (2024), Krisengipfel im Kanzleramt bringt keine Lösung, Tagesspiegel Background Energie & Klima, Berlin, 9. Februar.

[Muehleger](#), E. und D. Rapson (2019), Understanding the distributional impacts of vehicle policy: Who buys new and used electric vehicles?, Policy Brief, UC Davis: National Center for Sustainable Transportation, Davis, CA.

[Mukhopadhyay](#), T. (2019), Innovations in thermal management systems for EVs, PreScouter – Custom Intelligence from a Global Network of Experts, <https://www.prescouter.com/2019/10/innovations-in-thermal-management-systems-for-evs/>, abgerufen am 24.4.2024.

[Mulholland](#), E. und N. Egerstrom (2024), European heavy-duty vehicle market development quarterly (January – June 2023), ICCT Market Spotlight, International Council on Clean Transportation.

[Musso](#), A., C. Piccioni, M. Tozzi, G. Godard, A. Lapeyre und K. Papandreou (2013), Road transport elasticity: How fuel price changes can affect traffic demand on a toll motorway, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 87, 85–102.

[Muthmann](#), T. (2004), Rechnerische Bestimmung der optimalen Streckenauslastung mit Hilfe der Streckendurchsatzleistung, Dissertation, Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik der Technischen Universität Darmstadt.

[NCFRP](#) (2012), Preserving and protecting freight infrastructure and routes, NCFRP Report 16, National Cooperative Freight Research Program; Transportation Research Board; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC.

[netztransparenz.de](#) (2023a), § 19 StromNEV-Umlage 2024, <https://www.netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen/Sonstige-Umlagen/-19-StromNEV-Umlage/-19-StromNEV-Umlagen-%C3%9Cbersicht/-19-StromNEV-Umlage-2024>, abgerufen am 21.3.2024.

[netztransparenz.de](#) (2023b), Ermittlung der Offshore-Netzumlage 2024 – Prognosekonzept und Berechnung der Übertragungsnetzbetreiber, Präsentation Stand: 25.10.2023, 50Hertz; Amprion; TenneT TSO; Transnet BW.

[netztransparenz.de](#) (2023c), Ermittlung der KWKG-Umlage 2024 – Prognosekonzept und Berechnung der Übertragungsnetzbetreiber, Präsentation Stand: 25.10.2023, 50Hertz; Amprion; TenneT TSO; Transnet BW.

[Next](#) (2024), Direktvermarktung von Strom aus Erneuerbaren Energien, <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/direktvermarktung>, abgerufen am 27.3.2024.

[Nicoley](#), P. (2024), Darum macht die einzige öffentliche Wasserstofftankstelle in RLP dicht, <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/koblenz/koblenz-wasserstoff-tankstelle-einzige-oeffentliche-in-rlp-macht-dicht-100.html>, abgerufen am 26.3.2024.

[Niemeier](#), D., D. Haag, F. Schäfer und M. Hufen (2024), Navigating the hydrogen ecosystem: What is preventing progress and how to gain momentum?, Strategy& – Part of the PwC network, München, Stuttgart, Hamburg.

[NLL](#) (2022a), Einfach laden an Rastanlagen: Auslegung des Netzanschlusses für E-Lkw-Lade-Hubs, im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, Berlin.

[NLL](#) (2022b), Öffentliche Ladeinfrastruktur: Report November 2022, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, Berlin.

[Nothegger](#) (2023), Warum es so schwierig ist, Gütertransporte von der Straße auf die Schiene zu verlagern, <https://blog.nothegger-transporte.at/intermodal/warum-es-so-schwierig-ist-guetertransporte-von-der-strasse-auf-die-schiene-zu-verlagern/>, abgerufen am 8.4.2024.

[NOW](#) (2023a), Marktentwicklung klimafreundlicher Technologien im schweren Straßengüterverkehr, Auswertung der Cleanroom-Gespräche 2022 mit Nutzfahrzeugherstellern, Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie, Berlin.

[NOW](#) (2023b), Elektromobilität und Rohstoffe – Bedarfe und Verfügbarkeiten, Factsheet Stand: März 2023, Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Berlin.

NOW (2020), Elektromobilität und Rohstoffe – Bedarfe, Verfügbarkeiten, Umweltauswirkungen, Factsheet Stand: September 2020, Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Berlin.

NPM (2021a), Ladeinfrastruktur für batterieelektrische LKW, Arbeitsgruppe 5 „Verknüpfung der Verkehrs- und Energienetze, Sektorkopplung“, Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Berlin.

NPM (2021b), Positionspapier „Brennstoffzelle“, Arbeitsgruppe 4 „Sicherung des Mobilitäts- und Produktionsstandortes, Batteriezellproduktion, Rohstoffe und Recycling, Bildung und Qualifizierung“, Zwischenbericht, Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Berlin.

NPM (2020), Werkstattbericht Antriebswechsel Nutzfahrzeuge: Wege zur Dekarbonisierung schwerer Lkw mit Fokus der Elektrifizierung, Arbeitsgruppe 1 „Klimaschutz im Verkehr“, Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Berlin.

NWR (2024), Update 2024: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, Grundlagenpapier, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.

NWR (2023a), Forschungs- und Entwicklungsbedarfe: Speicherung, Transport und Betankung von Wasserstoff im Bereich Straßenfahrzeuge und Bahn, Informations- und Grundlagenpapier, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.

NWR (2023b), Versorgung des Verkehrssektors mit grünem Wasserstoff und seinen Derivaten, Stellungnahme, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.

NWR (2023c), Eckpunkte für die prozessuale Weiterentwicklung der Wasserstoffnetzplanung, Stellungnahme, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.

NWR (2023d), Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, Grundlagenpapier, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.

Nykvist, B. und O. Olsson (2021), The feasibility of heavy battery electric trucks, *Joule* 5 (4), 901–913.

Odenweller, A., F. Ueckerdt, G.F. Nemet, M. Jensterle und G. Luderer (2022), Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply, *Nature Energy* 7 (9), 854–865.

OECD (2024), National income – Value added by activity – OECD Data, <http://data.oecd.org/natincome/value-added-by-activity.htm>, abgerufen am 11.2.2024.

OpenStreetMap contributors (2024), Geofabrik GmbH retrieved from <https://www.geofabrik.de>, <https://download.geofabrik.de/europe/germany.html>; <https://www.openstreetmap.org/copyright>, abgerufen am 9.4.2024.

Orangi, S., N. Manjong, D.P. Clos, L. Usai, O.S. Burheim und A.H. Strømman (2024), Historical and prospective lithium-ion battery cost trajectories from a bottom-up production modeling perspective, *Journal of Energy Storage* 76, 109800.

Paccar (2024a), 2023 Annual report, Bellevue, WA.

Paccar (2024b), Sustainability presentation, ESG Presentation, Bellevue, WA.

Pahle, M. (2024), Die CO₂-Bepreisung im Umbruch, FES Impuls, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Pallasch, J. (2024), Öffentliche Ladeinfrastruktur für Lkw, Podiumsdiskussion der Agora Verkehrswende, Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur NOW, 12. März.

Pehnt, M. et al. (2023), Heizen mit 65 % erneuerbaren Energien – Begleitende Analysen zur Ausgestaltung der Regelung aus dem Koalitionsvertrag 2021, Teilbericht im Rahmen des Projektes „Gebäudeenergiegesetz und EPBD“, ifeu Heidelberg, ITG Dresden, Öko-Institut, Stiftung Umweltenergierecht.

Pinto, J.T. de M., O. Mistage, P. Bilotta und E. Helmers (2018), Road-rail intermodal freight transport as a strategy for climate change mitigation, *Environmental Development* 25, 100–110.

Plötz, P. et al. (2018), Alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr – Handlungsempfehlungen für Deutschland, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Öko-Institut, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung, Karlsruhe, Berlin, Heidelberg.

Plötz, P., D. Speth, L. Kappler, F. Klausmann und B. Satvat (2024), Megawatt-Laden im Lkw-Fernverkehr: Erste Erkenntnisse zu Herausforderungen und Lösungsansätzen, Bericht aus dem Projekt HOLA (Hochleistungsladen LKW-Fernverkehr), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.

Plötz, P., M. Wietschel, H. Döscher und A. Thielmann (2022), Status Quo und Zukunft von Wasserstoff im Verkehrssektor, <https://www.isi.fraunhofer.de/de/blog/2022/status-quo-und-zukunft-h2-Verkehrssektor.html>, abgerufen am 24.4.2024.

- Prognos, Öko-Institut, und Wuppertal-Institut (2021), Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Bericht im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende 209/01-ES-2021/DE, Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, Berlin und Wuppertal.
- Puls, T. (2022), Faktencheck Güterverkehr in Deutschland: Von der fehlenden Infrastruktur zum Verlagerungspotenzial, IW-Gutachten im Auftrag durch Pro Mobilität, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Puls, T. und E. Schmitz (2022), Wie stark beeinträchtigen Infrastrukturprobleme die Unternehmen in Deutschland?, IW Trends 49 (4), 89–110.
- Qorbani, D., H.P.L.M. Korzilius und S.-E. Fleten (2024), Ownership of battery electric vehicles is uneven in Norwegian households, Communications Earth & Environment 5 (1), 170.
- Raffer, C. und H. Scheller (2023), KfW-Kommunalpanel 2023, KfW Research, Deutsches Institut für Urbanistik, Frankfurt am Main.
- Ragon, P.-L., E. Mulholland, H. Basma und F. Rodríguez (2022), A review of the AFIR proposal: Public infrastructure needs to support the transition to a zero-emission truck fleet in the European Union, ICCT White Paper, International Council on Clean Transportation, Washington, DC.
- Ramey, V.A. (2021), The macroeconomic consequences of infrastructure investment, in: Glaeser, E.L. und J.M. Poterba (Hrsg.), Economic Analysis and Infrastructure Investment, University of Chicago Press, 219–276.
- Rapson, D.S. und E. Muehlegger (2023), The economics of electric vehicles, Review of Environmental Economics and Policy 17 (2), 274–294.
- Reichelstein, S. und A. Sahoo (2015), Time of day pricing and the levelized cost of intermittent power generation, Energy Economics 48, 97–108.
- Reiner, M. (2023), Transport von Wasserstoff als Chance für Binnenschifffahrt, <https://www.br.de/nachrichten/wirtschaft/transport-von-wasserstoff-als-chance-fuer-binnenschifffahrt,TqsU7sl>, abgerufen am 27.2.2024.
- Repenning, J. et al. (2023), Klimaschutzinstrumente-Szenario 2030 (KIS-2030) zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030, Climate Change 30/2023, Teilbericht im Rahmen des Projektes „THG-Projektionen: Politikszenerarien für den Klimaschutz X“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Rickels, W., C. Rischer, F. Schenuit und S. Peterson (2023), Potential efficiency gains from the introduction of an emissions trading system for the buildings and road transport sectors in the European Union, Kiel Working Paper 2249, Kiel Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Roland Berger (2013), Best-Practices-Studie zur Verkehrsinfrastrukturplanung und -finanzierung in der EU, Endbericht, im Auftrag von BDI, Agv MoVe, BBS, HDB, Pro Mobilität, VDA und VDV, Roland Berger Strategy Consultants, Berlin.
- Ruiz-Nuñez, F. und Z. Wei (2015), Infrastructure investment demands in emerging markets and developing economies, Policy Research Working Paper WPS7414, Weltbank, Washington, DC.
- Runge, P., C. Sölch, J. Albert, P. Wasserscheid, G. Zöttl und V. Grimm (2023), Economic comparison of electric fuels for heavy duty mobility produced at excellent global sites – a 2035 scenario, Applied Energy 347, 121379.
- Santamaría, M. (2022), Reshaping infrastructure: Evidence from the division of Germany, mimeo.
- Scheller, F., S. Wald, H. Kondziella, P.A. Gunkel, T. Bruckner und D. Keles (2023), Future role and economic benefits of hydrogen and synthetic energy carriers in Germany: A review of long-term energy scenarios, Sustainable Energy Technologies and Assessments 56, 103037.
- Schreyer, F. et al. (2024), Distinct roles of direct and indirect electrification in pathways to a renewables-dominated European energy system, One Earth 7 (2), 226–241.
- Shacman (2024a), New energy, <https://www.shacman.com/technology/new-energy.htm>, abgerufen am 26.4.2024.
- Shacman (2024b), Heavy truck exports, reaching new heights, <https://www.shacmaninternational.com/news/heavy-truck-exports-reaching-new-heights/>, abgerufen am 26.4.2024.
- Shen, W. et al. (2020), A comprehensive review of variable renewable energy levelized cost of electricity, Renewable and Sustainable Energy Reviews 133, 110301.
- Shirizadeh, B. et al. (2024), Climate neutrality in European heavy-duty road transport: How to decarbonise trucks and buses in less than 30 years?, Energy Conversion and Management 309, 118438.

Simpson, J., E. Loth und K. Dykes (2020), Cost of Valued Energy for design of renewable energy systems, *Renewable Energy* 153, 290–300.

Sinotruck (2024), New energy vehicles, <https://en.sinotruk.com/eportal/ui?pa-geld=a0ed72c78fb649d2979c084cf9917c4f>, abgerufen am 26.4.2024.

Sinotruck (2023), Annual report 2022, Hong Kong.

sohu (2024a), Der Jahresabsatz von FAW Jiefang im Jahr 2023 wird 240.000 Einheiten betragen, wobei die Verkäufe schwerer Lkw um 47 % und die Verkäufe in Übersee um mehr als 60 % zunehmen werden (Übersetzung), https://www.sohu.com/a/751106639_120774496, abgerufen am 26.4.2024.

sohu (2024b), Markt für schwere Lkw 2023: Dongfeng fiel aus den Top drei, Beiben sprang auf den neunten Platz, und die beiden schweren Lkw mit neuer Energie konkurrierten um die Vorherrschaft (Übersetzung), https://www.sohu.com/a/755510516_120774496, abgerufen am 26.4.2024.

SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP (2021), Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit, Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP), Bundesregierung, Berlin.

Speth, D. und P. Plötz (2024), Depot slow charging is sufficient for most electric trucks in Germany, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 128, 104078.

Speth, D., V. Sauter und P. Plötz (2022), Where to charge electric trucks in Europe – Modelling a charging infrastructure network, *World Electric Vehicle Journal* 13 (9), 162.

Springel, K. (2021), Network externality and subsidy structure in two-sided markets: Evidence from electric vehicle incentives, *American Economic Journal: Economic Policy* 13 (4), 393–432.

Stamer, V. (2021), Maritimer Handel: Stau im Suezkanal verschärft Folgen der Corona-Krise, *Medieninformation*, Institut für Weltwirtschaft, Kiel, 29. März.

Statistisches Bundesamt (2022), Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Verkehr und Umwelt, Berichtszeitraum 2005 – 2020, Wiesbaden.

Stephan, A. (2003), Assessing the contribution of public capital to private production: Evidence from the German manufacturing sector, *International Review of Applied Economics* 17 (4), 399–417.

Stephan, A. (2001), Regional infrastructure policy and its impact on productivity: A comparison of Germany and France, WZB Discussion Paper FS IV 01 – 02, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.

Stiglitz, J.E. (2019), Addressing climate change through price and non-price interventions, *European Economic Review* 119, 594–612.

Stoll, F., A. Schüttert und N. Nießen (2017), Interoperabler Schienenverkehr in Europa, *Internationales Verkehrswesen* 69 (3), 36–39.

Stolten, D. et al. (2022), Neue Ziele auf alten Wegen? Strategien für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis zum Jahr 2045, *Energie & Umwelt* 577, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung Techno-ökonomische Systemanalyse (IEK-3), Jülich.

SVR Wirtschaft (2024), Die Schuldenbremse nach dem BVerfG-Urteil: Flexibilität erhöhen – Stabilität wahren, Policy Brief 1/2024, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.

SVR Wirtschaft (2023), Stellungnahme des SVR Wirtschaft zum Entwurf des Klimaschutzprogramms 2023, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.

Tartler, J. (2023), „Super-GAU für das Klima“, Tagesspiegel Background Verkehr & Smart Mobility, Berlin, 4. Oktober.

Tata Motors (2023a), Tata Motors India investor day 2023, Investorenpräsentation, Mumbai, 7. Juni.

Tata Motors (2023b), 78th Integrated annual report 2022-23, Mumbai.

Tavasszy, L.A. und J. van Meijeren (2011), Modal shift target for freight transport above 300 km: An assessment, 17th ACEA SAG Meeting, Discussion Paper, Association des Constructeurs Européens d'Automobile, Brüssel.

T&E (2023), A European response to US IRA: How Europe can use its soft and financial powers to build a successful electric vehicle value chain, Report, Transport & Environment – European Federation for Transport and Environment, Brüssel.

Thielmann, A. et al. (2020), Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.

Timmerberg, S., C. Dieckmann, R. Mackenthun und M. Kaltschmitt (2017), Biomethane in transportation sector, in: Meyers, R.A. (Hrsg.), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, Springer, New York, NY, 1–31.

Tol, D., T. Frateur, M. Verbeek, I. Riemersma und H. Mulder (2022), Techno-economic uptake potential of zeroemission trucks in Europe, TNO Report 2022 R11862, Transport & Environment, Agora Verkehrswende, Den Haag.

Transporeon (2023), Road market update: The real cost of Germany's toll increase, <https://www.transporeon.com/en/community/blog/the-real-cost-of-germanys-toll-increase>, abgerufen am 27.2.2024.

Traton (2024), Transform: 2023 Annual report, <https://annualreport.traton.com/2023/en/index.html>, abgerufen am 26.4.2024.

Traton (2023), Traton way forward, Präsentation April 2023, München.

Trimode (2022), Der Anteil von Transportkosten am Produktwert transportierter Güter, Endbericht an das Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Trimode Transport Solutions, Freiburg im Breisgau.

UBA (2024a), Bausteine für einen klimagerechten Verkehr, Klimaschutzinstrumente im Verkehr, Kurzpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

UBA (2024b), Treibhausgas-Emissionen in Deutschland, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>, abgerufen am 26.2.2024.

UBA (2023a), Emissionen des Verkehrs, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs>, abgerufen am 26.2.2024.

UBA (2023b), Der Europäische Emissionshandel, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel>, abgerufen am 26.2.2024.

UBA (2022), Hebel zur Gestaltung eines treibhausgasneutralen und umweltschonenden Güterverkehrs, Klimaschutzinstrumente im Verkehr, Kurzpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

UBA (2021), Fahrleistungsabhängige Pkw-Maut, Klimaschutzinstrumente im Verkehr, Kurzpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

UBA (2020a), Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten: Kostensätze, Stand 12/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

UBA (2020b), Binnenschiffe, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsstandards/binnenschiffe>, abgerufen am 26.2.2024.

Ueckerdt, F., C. Bauer, A. Dirnacher, J. Everall, R. Sacchi und G. Luderer (2021), Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation, Nature Climate Change 11 (5), 384–393.

Ueckerdt, F., L. Hirth, G. Luderer und O. Edenhofer (2013), System LCOE: What are the costs of variable renewables?, Energy 63, 61–75.

Ueckerdt, F. und A. Odenweller (2023), E-Fuels – Aktueller Stand und Projektionen, PIK Analyse-Papier, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.

Vallera, A.M., P.M. Nunes und M.C. Brito (2021), Why we need battery swapping technology, Energy Policy 157, 112481.

vbw (2023), Strompreisprognose 2023, vbw Studie durch Prognos, Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, München.

VCD (2022), Deutschland-Takt, Verkehrsclub Deutschland, <https://www.vcd.org/artikel/deutschland-takt/>, abgerufen am 19.3.2024.

VCI (2024), Mit Gleisanschluss-Charta Schienenverkehr zukunftsfähig machen, Pressemitteilung, Verband der Chemischen Industrie, Frankfurt am Main, 30. Januar.

Verdoodt, B. (2024), Fluvius publiceert elektrische capaciteitswijzer voor bedrijven, <https://pers.fluvius.be/fluvius-publiceert-elektrische-capaciteitswijzer-voor-bedrijven>, abgerufen am 28.2.2024.

VM BW (2024), Bedarfs- und Standortanalyse zum flächendeckenden Laden von E-Lkw in Baden-Württemberg, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.

Volvo (2024), Volvo Group: Annual report 2023, Volvo Group, Göteborg.

- Wang, X. (Cara) und D. Zhang (2017), Truck freight demand elasticity with respect to tolls in New York State, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 101, 51–60.
- Weiss, A. et al. (2024), Zukunftspfad Stromversorgung: Perspektiven zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Energiewende in Deutschland bis 2035, McKinsey & Company, Düsseldorf.
- Wieland, B. (2010), Europäische Verkehrspolitik und der Wettbewerb im Eisenbahnwesen und im Straßengüterverkehr, *Wirtschaftsdienst* 90 (13), 43–50.
- Wieland, B. und J. Ragnitz (2015), Produktivitäts- und Wachstumswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen: Ein Überblick, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* 1, 1–46.
- Wietschel, M. et al. (2019), Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw, Endbericht, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- Wietschel, M., B. Weißenburger, M. Rehfeldt, B. Lux, L. Zheng und J. Meier (2023), Preiselastische Wasserstoffnachfrage in Deutschland – Methodik und Ergebnisse, HYPAT Working Paper 01/2023, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- Winkler, J.K., A. Grahle, A.M. Syré, K. Martins-Turner und D. Göhlich (2022), Fuel cell drive for urban freight transport in comparison to diesel and battery electric drives: a case study of the food retailing industry in Berlin, *European Transport Research Review* 14 (1), 2.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMDV (2022), Kompensation zukünftiger Einnahmeausfälle des Staates aufgrund der Antriebswende im Straßenverkehr, Gutachten 01/2022, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Digitales und Verkehr, Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMVBS (2009), Internalisierung externer Kosten des Straßengüterverkehrs, Stellungnahme, Wissenschaftlicher Beirat für Verkehr beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2020), Öffentliche Infrastruktur in Deutschland: Probleme und Reformbedarf, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2019), Energiepreise und effiziente Klimapolitik, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Wolff, S. und G. Balke (2024), Unter Strom: Potentiale Batterieelektrischer Lkw, Präsentation Expertengespräch, TUM School of Engineering and Design, Garching.
- Wolff, S., M. Lienkamp und K.-V. Schaller (2021), Status Nutzfahrzeuge 2020: Alles auf eine Karte?, Technische Universität München – Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik.
- Wolff, S., M. Seidenfus, K. Gordon, S. Álvarez, S. Kalt und M. Lienkamp (2020), Scalable life-cycle inventory for heavy-duty vehicle production, *Sustainability* 12 (13), 5396.
- World Energy Council (2021), Hydrogen demand and cost dynamics, Working Paper in collaboration with EPRI and PwC, London.
- Xing, J., B. Leard und S. Li (2021), What does an electric vehicle replace?, *Journal of Environmental Economics and Management* 107, 102432.
- Yiyu, S. (2021), FAW Jiefang hat eine neue Energiestrategie veröffentlicht, die auf die weltweit führenden Schlüsseltechnologien verweist (Übersetzung), <https://www.chinanews.com/cj/2021/09-29/9576887.shtml>, abgerufen am 26.4.2024.
- Zähringer, M., S. Wolff, J. Schneider, G. Balke und M. Lienkamp (2022), Time vs. capacity – The potential of optimal charging stop strategies for battery electric trucks, *Energies* 15 (19), 7137.
- Zerhusen, J., H. Landinger, Y. Astono, M. Böhm, J. Pagenkopf und F. Heckert (2023), H₂-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr: Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven, Herausgegeben von e-mobil BW, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart.
- Zeyen, M. (2024), Overview of DC charging standardization and MCS, Rede, European Symposium on Truck Megawatt Charging 2024, EURAF Campus Berlin, 7. März.
- Zhu, F. et al. (2023), Does the battery swapping energy supply mode have better economic potential for electric heavy-duty trucks?, *eTransportation* 15, 100215.

Zoll (2024), Steuerermäßigte Verwendung, https://www.zoll.de/DE/Unternehmen/Herstellung-Vertrieb-in-Deutschland/Steuern/Strom/Steuerverguenstigung/Steuerermaessigte-Verwendung/steuerermaessigte-verwendung_node.html, abgerufen am 13.3.2024.