



Verkehrsprognose 2040 Teil 2: Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose 2040

im Auftrag des
Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV)

Prognoseprämissen
Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

25.08.2022

Forschungsprojekt „Verkehrsprognose 2040 - Teil 2: Wirtschafts- und
Verkehrsentwicklungsprognose 2040“

Forschungskennzeichen: VB970423

Auftragnehmer

Intraplan Consult GmbH
Dingolfinger Straße 2
81673 München

Ansprechpartner
Tobias Kluth
T +49 (89) 45911 - 128
tobias.kluth@intraplan.de

Alexandra Rudolf
T +49 (89) 45911 - 130
alexandra.rudolf@intraplan.de

TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH
Merianstraße 16
79104 Freiburg

Ansprechpartner
Stefanos Kotzagiorgis
T +49 (761) 2177 2341
stefanos.kotzagiorgis@trimode-ts.de

ETR Economic Trends Research GbR
Lerchenstraße 28
22767 Hamburg

Ansprechpartner
Prof. Dr. Michael Bräuninger
T +49 (40) 2847 5131
braeuninger@mb-etr.de

MWP GmbH
Große Elbstraße 38
22767 Hamburg

Ansprechpartner
Dr. Martin Makait
T +49 (40) 3910 9030
makait@mwp-hamburg.de

Auftraggeber

Bundesministerium für Digitales und
Verkehr
Referat G13 „Prognosen, Statistik und
Sondererhebungen“
Robert-Schuman-Platz 1
53170 Bonn

25.08.2022

„Verkehrsprognose 2040 – Teil 2: Wirtschafts- und Verkehrsentwicklungsprognose“: Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

Kurzbeschreibung (3 Seiten)

Für das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) wird **eine strategische Langfristprognose** der Verkehrsentwicklung in Deutschland für den Personen- und Güterverkehr erstellt. Das zentrale **Prognosejahr** dieser Verkehrsprognose ist **2040**. Hierfür werden zwei alternative Entwicklungspfade (Prognosefälle) berechnet (zzgl. drei Langfrist-Szenarien 2050), die sich in den Annahmen zur Entwicklung der wichtigsten Rahmenbedingungen des Verkehrs unterscheiden:

- » Die „Basisprognose 2040“ als Prognosefall 1 stellt einen im Hinblick auf die verkehrs-, energie- und klimapolitischen Ziele ambitionierten, aber dennoch realistischen und an den heute (Juni 2022) absehbaren Entwicklungen orientierten Entwicklungspfad dar. Die Ergebnisse zur Basisprognose werden Anfang 2023 vorliegen. Sie bilden die Grundlage für den weiteren Prozess der Bedarfsplanüberprüfung (bis Ende 2023) und machen gleichzeitig transparent, in welcher Art und in welchem Umfang unter den gesetzten Prämissen eine Lücke in der Zielerreichung der verkehrs- und klimapolitischen Zielsetzungen besteht. Dies ist eine zentrale Erkenntnis für die Definition des zweiten Prognosefalles.
- » Der zweite Prognosefall, das „Szenario beschleunigte globale Transformation 2040“, geht von einem globalen Umfeld aus, in dem durch verstärkte internationale Kooperation und Anstrengungen ein höherer Zielerreichungsgrad bzgl. der genannten Zielsetzungen erlangt wird. Dieser globale Rahmen ermöglicht auch in Deutschland weitergehende Eingriffe in den Verkehr und seine Determinanten. Dieses Szenario wird nach Fertigstellung und Auswertung der Basisprognose abschließend definiert und berechnet (2023).

Für die Basisprognose 2040 wurde ein Gutachternvorschlag zu allen wichtigen Prognoseprämissen erstellt. Dies erfolgte unter Einbeziehung eines **prognosebegleitenden Ausschusses** aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis, der das Projekt fachlich unterstützt und begleitet, sowie mit Einbindung der **Referate im BMDV**, der zuständigen Ministerien des Bundes und der Länder sowie interessierter **Verbände** im Zeitraum November 2021 bis Juni 2022.

Neben der Prognose der Verkehrsverflechtungen im Personen- und Güterverkehr legt das Vorhaben auch großes Gewicht auf die Einbeziehung einer Seeverkehrsprognose und einer Luftverkehrsprognose (Passage und Cargo). Parallel werden in den Fachteilen 3 bis 5 – Straßenverkehrsprognose 2040, Eisenbahnverkehrsprognose 2040 und Binnenschiffahrtsprognose 2040 – Modelle entwickelt, mit denen die Verkehrsverflechtungsmatrizen auf die Infrastruktur bzw. das Angebot umgelegt werden können und Prognosen der verkehrsmittelspezifischen Verkehrsnachfrage erarbeitet und. Somit kann ein Bild der Aus- und ggf. Überlastung der Infrastrukturabschnitte der einzelnen Verkehrsträger erzeugt werden. In den Fachteilen 3 bis 5 findet in vielen Bereichen die **Operationalisierung** der dort erforderlichen Prognoseprämissen statt. In einem weiteren Arbeitsschritt werden dann die **Umweltwirkungen** der für das Jahr 2040 prognostizierten Verkehre berechnet, so dass Rückschlüsse zu verkehrs-, energie- und klimapolitischen Zielen möglich sein werden. Die im Rahmen dieser Studie und der parallel bearbeiteten Fachteile erarbeiteten Prognosegrundlagen bilden dann die Basis für die Bewertung der Bedarfspläne im Rahmen der **Bedarfsplanüberprüfung**.

Der Gutachternvorschlag zur Basisprognose definiert Prämissen, die aus derzeitiger Sicht alle verkehrspolitischen und –planerischen Ziele und Maßnahmen hinreichend berücksichtigen. Im Hinblick auf die Erreichung der Verkehrs- und Klimaziele werden mit den Prämissen **ambitionierte**, insgesamt aber **realistische** und an den absehbaren Planungen und Notwendigkeiten orientierte Entwicklungen bis 2040 angenommen. Die Erreichung der Ziele kann dabei nicht garantiert werden. Sehr wohl wird aber das Prognoseergebnis die eventuell verbleibenden Lücken zur Erreichung der Ziele aufzeigen und quantifizieren,

so dass im nachfolgenden Prognosefall 2 „Szenario beschleunigte globale Transformation 2040“ durch gezielte Veränderungen und Hinzunahme weiterer Prämissen der **Zielerreichungsgrad** erhöht werden kann.

Die Prognoseprämissen decken die folgenden **zehn Bereiche** ab:

- » **Bereich 1 „Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen“**, u.a.
 - Geopolitische Entwicklungen bzgl. Handelskonflikten, Krisen und Naturkatastrophen / Pandemien
 - Energiepolitische Entwicklungen bzgl. Atom- und Kohleenergie sowie Energieverbräuchen
 - Entwicklungen des weltweiten Ambitionsniveaus im Klimaschutz und entsprechende Auswirkungen auf Rohölpreise und CO₂-Zertifikatspreise
 - Entwicklung des Fachkräftemangels und möglicher Personalengpässe im Verkehrssektor
 - Übergreifende Themen wie Globalisierung, Lieferketten, nachhaltige Wirtschaft sowie die Entwicklung der grundlegenden Raum- und Siedlungsentwicklung
- » **Bereich 2 „Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)“**, u.a.
 - langfristige Nachwirkungen der **COVID-19-Pandemie** ab dem Jahr 2020 in Hinblick auf die Entwicklung von Home-Office, Geschäftsreisetätigkeit und des Online-Handels
 - umweltbewussteres Konsum- und Verkehrsverhalten, auch im Hinblick auf Führerschein- und Pkw-Besitz
- » **Bereich 3 „Verkehrsinfrastruktur Straße“**, u.a.
 - Infrastruktur Straße: Ausbau der Bundesfernstraßen inklusive einer möglichen Elektrifizierung ausgewählter Bundesautobahnen sowie temporärer Seitenstreifenfreigaben
- » **Bereich 4 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene“**, u.a.
 - Infrastruktur und Angebot Eisenbahn: Einführung des Deutschlandtaktes und Verbesserungen in der Leistungsfähigkeit des Schienengüterverkehrs
- » **Bereich 5 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt“**, u.a.
 - Infrastruktur und Angebot in der Binnenschifffahrt mit Fokus auf potenzielle wasserstandsbedingte Einschränkungen
- » **Bereich 6 „Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen“**, u.a.
 - Infrastruktur und Angebot im Seeverkehr: Schwerpunkte Schiffsgrößen und Ausbauplanungen Seehäfen
 - Infrastruktur und Angebot im Luftverkehr: Ausbauplanungen Flughäfen, Entwicklungen des Luftverkehrsangebots, Restriktionen bei Kurzstreckenflügen
- » **Bereich 7 „Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen“**, u.a.
 - Infrastruktur und Angebot im kommunalen ÖPNV inklusive „neue Mobilitätsformen“ sowie Infrastruktur für den nicht-motorisierten Verkehr
- » **Bereich 8 „Technologieentwicklung“**, u.a.
 - Kosten- und Verbrauchsentwicklung verschiedener Antriebstechnologien
 - Automatisiertes und vernetztes Fahren aller Verkehrsträger, allgemeine Digitalisierung im Verkehr

- » **Bereich 9 „Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten“**, u.a.
 - Kraftstoff- und Strompreisentwicklung sowie Energieeffizienz
 - Bepreisung des ruhenden und fließenden Straßenverkehrs
 - Preisentwicklung im öffentlichen Verkehr sowie im Schienengüterverkehr, Schiffs- und Luftverkehr
- » **Bereich 10 „Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen“** in Verkehrs-, Klima- und Energiepolitik, u.a.
 - Ablösung von Verbrennungsmotoren und Einschränkungen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Prognoseprämissen für den **Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“** der zehn Bereiche aufgelistet und mit einer knappen Beschreibung versehen.

1 Bereich 1 "Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen"		3
1-1	Entwicklung bestehender sowie neuer Handelskonflikte weltweit	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Konfliktniveaus, keine konkreten Handelskonflikte im Jahr 2040 4
1-2	Entwicklung bestehender sowie neuer Krisen und Unruhen weltweit	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Krisenniveaus, keine konkreten Krisen im Jahr 2040 5
1-3	Häufigkeit und Art von Naturkatastrophen und Pandemien	Fortschreibung des bisherigen durchschnittlichen Katastrophenniveaus, keine konkreten Naturkatastrophen im Jahr 2040 6
1-4	Zeitplan Kohleausstieg (in Deutschland)	wie im Koalitionsvertrag 2021 vereinbart (2030) 7
1-5	Atomenergienutzung	Umsetzung der aktuellen Gesetzeslage 8
1-6	Personalkosten im Verkehrsbereich (z.B. Fahrpersonal)	Vermeidung von Knappheiten durch geeignete Maßnahmen (Rekrutierung, Lohnerhöhung, Automatisierung) 9
1-7	Verfügbarkeit von Lkw-Fahrern und Busfahrern in Deutschland und im relevanten Ausland	25 % realer Lohnkostenanstieg 10
1-8	Verfügbarkeit Personal Eisenbahn	keine Restriktionen 11
1-9	Verfügbarkeit Personal Binnenschifffahrt	keine Restriktionen 12
1-10	Digitalisierung (allgemein)	Kontinuierliche Entwicklung/Produktivitätsfortschritt 13
1-11	Primärenergieverbrauch nach Energieträgern	Klimaschutzprogramm 2030 und Klimaschutzplan 2050 in Deutschland, IEA-Szenarien im Ausland 14
1-12	Rohölpreis sowie Preise für Rohölkalternativen	75 USD/Barrel (Preisstand 2020) gemäß IEA-Prognose 15
1-13	Weltweites Klimaschutz-Ambitionsniveau	zwischen den IEA-Szenarien "erklärte Politik" und "angekündigte Pfade" 16
1-14	Entwicklung Emissionshandel	120 USD/t in den Industrieländern (gemäß IEA) 19
1-15	Vorrang "nachhaltige Wirtschaft"	kein Trendbruch 20
1-16	3D-Druck	kein Trendbruch 21
1-17	Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie und Landwirtschaft	kein Trendbruch 22
1-18	Wirtschaftliche Entwicklung der Schwellenländer	kein Trendbruch 23
1-19	Regionalisierung vs. Globalisierung	tendenziell verlangsamte Globalisierung (wie in den letzten Jahren) 24
1-20	Entwicklung Lieferketten	weiterhin internationale Lieferketten 25
1-21	Raum- und Siedlungsstruktur (z.B. Suburbanisierung)	Regionale Struktur gemäß Bevölkerungsprognose, keine Rückkopplung Verkehrsprognose-Siedlungsstruktur 26
2 Bereich 2 "Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)"		27
2-1	Home-Office-Nutzung	Reduktion der Berufsverkehrsfahrten um 6 % 28
2-2	Videokonferenzen statt Geschäftsreisen	Geschäftsreisen um 10 % im Schienenpersonenfernverkehr und Pkw sowie um 5-10 % im Luftverkehr reduziert (Basiseffekt) 29
2-3	Online- statt stationärer Einkauf / KEP-Verkehr	Zusatzwachstum KEP-Verkehr (um ca. 2 Jahre beschleunigtes Wachstum) 31
2-4	Pkw-Besitz	Degression der Bestandsausweitung 33
2-5	Führerscheinbesitz	leichte Abschwächung in den unteren Altersgruppen 34
2-6	Umweltbewusstes Verkehrsverhalten / Entwicklung der Mobilitätsbedürfnisse	kein verbreiteter Mobilitäts- oder Konsumverzicht, aber erhöhte Akzeptanz verkehrslenkender / einschränkender Maßnahmen 35
2-7	Umweltbewusstes Konsumverhalten	Trendauswirkungen der Regionalisierung 36
3 Bereich 3 "Verkehrsinfrastruktur Straße"		37
3-1	Relevanter Ausbau der Bundesverkehrswege	VB wird realisiert, bei der Straße auch im Bau befindliche Projekte aus WB* 38
3-2	Relevante Ausbauplanungen Strasse im Ausland	mit dem VB vergleichbare Projektkategorien im Ausland, Details in Fachteil 3 "Straßenverkehrsprognose 2040" 39
3-3	Elektrifizierung des Bundesfernstraßennetzes durch Oberleitungen	kein Ausbau des Oberleitungsnetzes 40
3-4	Temporäre Seitenstreifenfreigaben	bestehende, nicht ausgebaute Abschnitte sowie Abschnitte mit Kapazitätseinschränkungen, Details Fachteil 3 "Straßenverkehrsprognose 2040" 42
3-5	Kapazität von Rastanlagen	Bedarfsgerechter Ausbau 43
3-6	Geschwindigkeitsregelung auf Autobahnen	wie heute 44
3-7	Geschwindigkeitsregelung innerorts	innerorts zunehmend punktuell Tempo 30 45
3-8	Einsatz von Lang-Lkw	BAB, Bundesstraßen, relevantes Ausland 46
3-9	Busspuren/Umweltspuren in Städten	Ausbau 47
3-10	Ladezonen für Kurierdienste/Handwerker, Aufteilung des öffentlichen Raumes	nicht unterstellt 48
4 Bereich 4 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene"		49
4-1	Deutschlandtakt 2040	vollständige Realisierung Zielfahrplan 50
4-2	Großknoten	Umsetzung gemäß BVWP 51
4-3	Reaktivierung stillgelegter Strecken	wie im Deutschlandtakt plus zusätzlich geplante (Abfrage bei Ländern durch Fachteil 4 "Eisenbahnverkehrsprognose 2040") 52
4-4	Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit Schienenpersonenverkehr	keine Verschlechterung von Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit trotz Angebotsausweitung 53
4-5	Relevante Ausbauplanungen im Ausland	grenzüberschreitende und überregionale Projekte, soweit im Bau oder verbindlich beschlossen 54
4-6	Ausbau von KV-Standorten und Gleisanschlüssen im Schienengüterverkehr	nachfragegerechte Erweiterung 55
4-7	Weitere Ausweisung von Güterverkehrstrassen an Güterverkehrskorridoren	keine weiteren unterstellt 56
4-8	Lange Güterzüge im In- und Ausland	740 m-Züge 57
4-9	Lichtraumprofile im Schienengüterverkehr	gemäß geplantem Infrastrukturausbau 58
4-10	Steigerung der Leistungsfähigkeiten (Kapazitäten) im Bestandsnetz Schiene	ETCS Level 2 59
4-11	Zuverlässigkeit SGV	Prognoseergebnis 60
5 Bereich 5 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt"		61
5-1	Relevanter Ausbau Bundeswasserstraßen	VB wird realisiert 62
5-2	Ausbau Binnenhäfen	Ausbau zu intermodalen Güterverkehrszentren 63
5-3	Wasserstandsbedingte Einschränkungen in der Binnenschifffahrt	keine Veränderung der Wasserstände an freifließenden Flüssen gegenüber der Ist-Situation und keine weitere Veränderung der Niedrigwasserperioden 64
5-4	Ausbauplanungen Wasserstrassen im Ausland	Ausbauplanungen berücksichtigt 65

6	Bereich 6 "Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen"		66
6-1	Anpassung der Fahrwasser und Terminalkapazitäten	VB wird realisiert	67
6-2	Entwicklung der Seehafen-Infrastruktur im Ausland	Ausbau Nordsee / Ostsee / Mittelmeer gemäß konkreter Planungen	68
6-3	Schiffahrtsrouten: Nutzung des „nördlichen Seewegs“	Nutzung in Sommermonaten unterstellt	69
6-4	Entwicklung der Neuen Seidenstraße	wird realisiert, aber mäßiges Transportvolumen im Verkehr mit Deutschland	70
6-5	Entwicklung der Schiffsgrößen und Hafeninfrastruktur / Schiffahrtsrouten Hafenwettbewerb	mittlere Schiffsgrößen nehmen zu, Zunahme aber mit abnehmender Tendenz	71
6-6	Flughafen-Infrastruktur Inland	Maßnahmen mit Baurecht oder laufendem Planfeststellungsverfahren realisiert	72
6-7	Flughafen-Infrastruktur Ausland	alle konkreten, realistischen Planungen	73
6-8	Inlandsflüge	keine Einschränkung unterstellt	74
6-9	Tendenzen im Angebot Luftverkehr	Angebotsstruktur und Entwicklungstendenzen im Wesentlichen unverändert	75
7	Bereich 7 "Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen"		76
7-1	Angebotsentwicklung Fernlinienbus	konsolidierte Entwicklung mit dem Markt	77
7-2	Angebotsentwicklung kommunaler/regionaler ÖPNV	in Städten massiver Ausbau bei Bus und Straßenbahn, absehbarer Ausbau im schienengebundenen Verkehr	78
7-3	Ridesharing-Dienste („Linienbedarfsverkehre“)	punktueller Ergänzung des ÖV (u.a. "letzte Meile")	79
7-4	Carsharing	weitere Zunahme auf niedrigem Niveau	80
7-5	Neue Fahrservice-Angebote/UBER (Ride-Hailing)	mittel-/langfristig auch in Deutschland; Ergänzung zwischen Taxi und ÖV (Kurzstreckenverkehr)	81
7-6	Förderung (privater) Fahrgemeinschaften	keine spezifischen Maßnahmen zur Förderung	82
7-7	Ausbau P+R und B+R	P+R Ausbau, B+R Ausbau unterstellt	83
7-8	Ausbau innerörtliches und überörtliches Radwegenetz	erheblicher Ausbau	84
7-9	Weiterentwicklung E-Scooter (Elektro-Tretroller, - Kleinstfahrzeuge)	wie Status quo	85
7-10	Förderung Fussverkehr	wird im Zuge der Stadt- und Verkehrsplanung gefördert	86
7-11	Paket- und Gütertransport im ÖV (Linienbusse, kommunale Bahnen)	nicht unterstellt	87
8	Bereich 8 "Technologieentwicklung"		88
8-1	THG-Emissionen der Stromerzeugung	Rückgang von 415 auf 87 g/kWh	89
8-2	Reichweitenentwicklung Batterien / Ladeinfrastruktur	Auflösung der limitierenden Effekte	90
8-3	Motorentechnologie: Kosten und Verbräuche	Kosten real vergleichbar zu heute	91
8-4	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Liquefied Natural Gas (LNG)	nach 2035 nur noch deutlich reduzierte Neuzulassungszahlen	92
8-5	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) < 26 t zGG	maßgebliche Technologie künftiger Lkw-Generationen, insbesondere im Nah- und Regionalverkehr	93
8-6	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) über 26 t zGG	trotz Reichweitenproblematik, Ladedauer und Batteriegewicht / -volumen maßgebliche Zukunftstechnologie	94
8-7	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Wasserstoff-Lkw (H2-Lkw) über 26 t zGG	Wasserstoff zum Betrieb von Lkw wird 2040 knapp und teuer sein, dennoch berücksichtigen	95
8-8	Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Oberleitungshybriden (OH-Lkw) über 26 t zGG	derzeit keine Bereitstellung der Infrastruktur durch den Bund mit ausreichender Netzabdeckung absehbar	96
8-9	Wasserstoffbedarf und Inlandsproduktion, Elektrolysekapazitäten	Bedarf 240 TWh, davon 110 TWh Inlandsproduktion, Preis 3 USD/kg	97
8-10	Autonomes Fahren Pkw: Marktreife und Marktdurchdringung	bis 2040 keine Marktdurchdringung Stufe 4; auf Autobahnen wird Verkehr komfortabler und sicherer	98
8-11	Autonomes Fahren Lkw: Marktreife und Marktdurchdringung	keine Marktdurchdringung	99
8-12	Ausbau Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) und Infrastruktur für automatisiertes Fahren	hochrangiges BFStr-Netz mit VBA ausgestattet	100
8-13	Automatisiertes Fahren Eisenbahn	keine Marktdurchdringung	101
8-14	Digitaler Kundenzugang (Personenverkehr)	durchgängiges e-Ticketing (Verringerung Einstiegsbarriere zum ÖV)	102
8-15	Entwicklung der Technologie im Schienengüterverkehr	Automatisierung Kupplungen, Automatisierung Rangierzentren	103
8-16	Entwicklung der Technologie im Luftverkehr	keine wesentlichen Änderungen	104
8-17	Flugtaxi (Personenverkehr) und Drohnen (Güterverkehr)	erlangt keine relevante Bedeutung	105
8-18	Erhöhung der Treibstoffeffizienz im Luftverkehr	30 % Effizienzsteigerung	106
8-19	Verfügbarkeit/Einsatz von Sustainable Aviation Fuels	10 % Anteil der SAF im Linien- und Charterverkehr	107
8-20	Automatisiertes Fahren Binnenschiff	technische Marktreife und teilweise Marktdurchdringung insbesondere im Kanalsystem bis 2040 gegeben	108
8-21	Anteile Schiffsantriebe und Nutzung alternativer Energieträger für Schiffsantriebe	alternative Energieträger	109
8-22	Automatisierung des Antriebs, der Steuerung und des Umschlags im Seeverkehr	Umschlagsysteme, Steuerung	110

9	Bereich 9 "Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten"	111
9-1	CO2-Bepreisung Kraftstoffe (soweit nicht am Emissionshandel teilnehmend)	wie im Emissionshandel (120 USD/t) 112
9-2	Strompreis (Privatverbrauch)	-14 % (EEG-Umlage, Stromsteuer) 113
9-3	Kraftstoffpreis	Endpreis steigt um 1,2 % p.a. 114
9-4	Kraftstoff- und Strompreis Nachbarländer	Entwicklung wie in Deutschland 115
9-5	Energieeffizienz fossil / elektrisch	dena-Leitstudie des EWI 116
9-6	Anteil Biokraftstoffe	wie heute 117
9-7	Kompensation für sinkende Energiesteuereinnahmen	5 ct/km Nutzerentgelt auf überörtlichen Straßen 118
9-8	Mautentwicklung Nachbarländer: Preisentwicklung und neue Systeme	Fortführung der bestehenden Systeme 119
9-9	Bepreisung des fließenden Verkehrs innerorts	nicht unterstellt 120
9-10	EU-Rahmen und Wegekostenrichtlinie Maut (zeitliche Differenzierung, Internalisierung externer Kosten)	CO2-Komponente in der Maut 121
9-11	Lkw-Mautentwicklung	35 ct/Lkw-km einschl. CO2-Komponente 122
9-12	Entwicklung Bußgeldkataloge und Erhöhung Kontrolldichte	real konstant 123
9-13	Kosten für Erwerb und Verlängerung der Fahrerlaubnis und Berufskraftfahrerqualifikation	real konstant 124
9-14	Subventionen Pkw-Neuanschaffung	Abschaffung 125
9-15	Besteuerung Neuwagenkauf bzw. "Erstzulassungssteuer" (wie z.B. in Dänemark)	nicht unterstellt 126
9-16	Subventionen Neuanschaffung Pedelecs/(E-)Fahrräder	nicht unterstellt 127
9-17	Parken	flächendeckende Parkraumbewirtschaftung, rückläufige Stellplatzverfügbarkeit, Erhöhung Parkkosten 128
9-18	Pendlerpauschale	bleibt 129
9-19	Kfz-Steuer	keine Änderungen 130
9-20	Preisentwicklung Schienenpersonenfernverkehr (eigenwirtschaftlich)	reale Preissenkung 0,5 % p.a. 131
9-21	Preisentwicklung Schienenpersonennahverkehr	real konstant 132
9-22	Preisentwicklung kommunaler/regionaler Öffentlicher Verkehr	real konstant 133
9-23	Trassenpreise	real konstant 134
9-24	Preise im kombinierten und Containerverkehr	real konstant 135
9-25	Trennung von Netz und Betrieb	nicht unterstellt bzw. gemäß Koalitionsvertrag 136
9-26	Luftverkehrssteuer	real konstant 137
9-27	Kerosinsteuer	nicht unterstellt 139
9-28	Zertifikate-Zuteilung Luftverkehr	ETS-Zertifikatspreise, für 100 % der Emissionen müssen Zertifikate erworben werden 140
9-29	sonst. Betriebskosten Luftverkehr	minus 0,5 % p.a. 141
9-30	Kosten Binnenschiff	real konstant 142
9-31	Kosten im Seeverkehr	reale Zunahme 143
9-32	Kostenfaktor Technologieumrüstung in der Schifffahrt	Kostensteigerungen durch Betrieb mit alternativen Kraftstoffen 144
10	Bereich 10 "Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen"	145
10-1	Verbrennungsmotoren für Kfz	Ablösung durch lokal emissionsfreie Fahrzeuge 146
10-2	Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz (Strecken / Zonen)	Zonen / Strecken mit Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz 147
10-3	Regelungen für Dienstwagen	Dienstwagenprivileg bleibt, Steuerermäßigung für E-Fzge. entfällt 148
10-4	Aufweichung von Gewichts- und Längenbeschränkungen im Lkw-Verkehr	keine Änderungen 149
10-5	Entwicklungen bei Lenk- und Ruhezeiten im Lkw-Verkehr	keine Änderungen 150

Verkehrsprognose 2040

Teil 2: Wirtschafts- und

Verkehrsentwicklungsprognose 2040

im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr

Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 "Basisprognose 2040"

Themenüberblick Prognoseprämissen

Die Prognoseprämissen-Vorschläge wurden in die folgenden zehn Bereiche gegliedert:

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Hinweis: Seit dem 24.02.2022 führt Russland Krieg gegen die Ukraine. Je nach Ausgang dieses Krieges und des damit zusammenhängenden Konflikts zwischen Russland (und Weißrussland) und dem übrigen Europa kann dies auch Auswirkungen auf die Deutschland betreffenden (Waren- und) Verkehrsströme im Jahr 2040 haben. Diese werden im Zuge der Prognoseerstellung zum gegebenen Zeitpunkt bestmöglich berücksichtigt.

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) **Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen**
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-1: Entwicklung bestehender sowie neuer **Handelskonflikte** weltweit

Auswirkungen: hoch (wirken direkt auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr)

- Handelskonflikte haben negative Effekte auf das Niveau des internationalen Handels.
- Damit sinken auch die induzierten Verkehrsströme.
- Durch Reduktion des Handels gibt es negative Effekte auf die Bruttowertschöpfung.
- Es ergeben sich auch Veränderungen von Wertschöpfungsketten.

Vorschlag:

- Es werden keine konkreten Handelskonflikte speziell für das Jahr 2040 berücksichtigt.

Begründung:

- Handelskonflikte sind nach Art, Ausmaß, Beteiligten und Zeitpunkt nicht prognostizierbar.

Alternativen: Zunahme protektionistischer Tendenzen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-2: Entwicklung bestehender sowie neuer **Krisen und Unruhen** weltweit

Auswirkungen: hoch (wirken direkt auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr)

- Das nationale und das globale Wirtschaftswachstum wird reduziert bei neuen/verschärften Krisen und Unruhen.
- Es kommt zu geringeren Transportleistungen bei niedrigerer Wertschöpfung.

Vorschlag:

- Es werden keine neuen Krisen und Unruhen weltweit berücksichtigt.
- Insbesondere für das Prognosejahr 2040 selbst werden keine besonderen Krisen und Unruhen angenommen.
- Dies gilt im Besonderen für Deutschland / Mitteleuropa.

Begründung:

- Krisen und Unruhen sind nach Art, Ausmaß, Beteiligten und Zeitpunkt nicht prognostizierbar.
- In den für Deutschland wichtigsten Ländern ist das Entstehen von Krisen am unwahrscheinlichsten.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-3: Häufigkeit und Art von **Naturkatastrophen und Pandemien**

Auswirkungen: hoch (Direkte Wirkungen auf Wirtschaft und Verkehr)

- Das nationale und das globale Wirtschaftswachstum wird bei im Prognosejahr auftretenden Naturkatastrophen und Pandemien reduziert.
- Es kommt zu geringeren Transportleistungen bei niedrigerer Wertschöpfung.

Vorschlag:

- Es werden keine Naturkatastrophen oder Pandemien weltweit berücksichtigt.
- Insbesondere für das Prognosejahr 2040 selbst wird keine Disruption unterstellt.

Begründung:

- Naturkatastrophen und Pandemien sind nicht prognostizierbar nach Art, Ausmaß und Zeitpunkt

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-4: Zeitplan Kohleausstieg (in Deutschland)

Auswirkungen: hoch (Wirtschaft und Verkehr; Transporte sind insb. für Binnenschifffahrt und Eisenbahn bedeutend)

- Ein früherer Kohleausstieg in Deutschland forciert den Anpassungsdruck auf die Unternehmen.
- Investitionen für den klimaneutralen Umbau sind in einem kürzeren Zeitraum zu erbringen.
- Ein beschleunigter Kohleausstieg führt potenziell zu einem Anstieg der Energiekosten.
- Durch den Kohleausstieg induzierte strukturelle Veränderungen treten früher ein.
- Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit und den Gütertransport.

Vorschlag:

- Wir folgen dem Koalitionsvertrag.

Begründung:

- Es ist davon auszugehen, dass der Koalitionsvertrag umgesetzt wird.

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung , [Koalitionsvertrag 2021]

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-5: Atomenergienutzung

Auswirkungen: hoch (direkter Einfluss auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr)

- Die weitere Nutzung der Atomenergie in anderen Ländern (Atomenergienutzung wird u.a. von Frankreich forciert) verschlechtert die Wettbewerbsbedingungen für Unternehmen in Deutschland.

Vorschlag:

- Wir folgen der aktuellen Gesetzeslage in den Ländern.

Begründung:

- Es ist davon auszugehen, dass die geltenden Regeln umgesetzt werden.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-6: **Personalkosten** im **Verkehrsbereich** (z.B. Fahrpersonal)

Auswirkungen: in einzelnen Bereichen relevant:

- Mangelnde Verfügbarkeit des Personals kann im Personen- und/oder Güterverkehr zwischenzeitlich zu Engpässen, langfristig aber zu Kostenerhöhungen führen.

Vorschlag:

- Wir gehen davon aus, dass die Knappheit langfristig durch Rekrutierung, bessere Bezahlung (Kostenerhöhung!) und durch Automatisierung/Produktivitätssteigerung überwunden wird.

Begründung:

- Über lange Zeiten sind die genannten Maßnahmen umsetzbar.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-7: Verfügbarkeit von **Lkw- und Busfahrern** in Deutschland und im relevanten Ausland

Auswirkungen:

- Nachfragedruck am Arbeitsmarkt führt zu Kostensteigerungen und somit zu einer Verschlechterung der Situation des Verkehrsträgers Straße im Verkehrsträgerwettbewerb und in der Verkehrsmittelwahlentscheidung

Vorschlag:

- 25 % Anstieg der realen Lohnkosten zur Deckung des Bedarfs

Begründung:

- Von fast 1 Mio. Lkw-Fahrern fehlen aktuell 60.000 bis 80.000, Tendenz steigend. Ähnlich ist die Situation bei Busfahrern.
- Anstieg der realen Lkw- und Bus-Fahrerkosten abhängig von Entwicklung des BIP (Schätzwert für 2040)
- Interdependenz mit Entwicklung des autonomen Fahrens (siehe auch Thema 8-11)

Alternativen:

- 35 % Anstieg der realen Lohnkosten zur Deckung des Bedarfs

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-8: Verfügbarkeit **Personal Eisenbahn**

Auswirkungen:

- geringe Auswirkungen auf die Wettbewerbsposition des Verkehrsträgers Eisenbahn im Verkehrsträgerwettbewerb und in der Verkehrsmittelwahlentscheidung

Vorschlag:

- keine Restriktionen bzgl. Personalverfügbarkeit
→ Wechselwirkungen mit dem Thema „Automatisiertes Fahren Eisenbahn“ (siehe auch Thema 8-13)

Begründung:

- Aktivitäten der Eisenbahninfrastruktur- (EIU) und der Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) zur Personalgewinnung
- Attraktivität des Schienensektors als umweltfreundlicher Verkehrsträger
- bei Personalknappheit Gegensteuerung durch steigendes Lohnniveau in diesem Sektor, ggf. mit Durchschlag auf die Preise, dann dort zu quantifizieren

Alternativen: keine (Angebotseinschränkungen wären nicht vermittelbar)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-9: Verfügbarkeit **Personal Binnenschifffahrt**

Auswirkungen:

- geringe Auswirkungen auf die Wettbewerbsposition der Binnenschifffahrt im Verkehrsträgerwettbewerb und in der Verkehrsmittelwahlentscheidung

Vorschlag:

- keine Restriktionen bzgl. Personalverfügbarkeit

Begründung:

- Die regelmäßigen Marktbeobachtungen des Bundesamtes für Güterverkehr (BAG) weisen keine größeren Probleme der Binnenschifffahrt bei der Personalbeschaffung nach.
- Durch internationale Agenturen wird das Problem, wie auch in der Vergangenheit, aufgefangen.

Alternativen: keine (Angebotseinschränkungen wären nicht vermittelbar)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-10: Digitalisierung (allgemein)

Auswirkungen: hoch (direkter Einfluss auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr, direkte Effekte auf den Verkehr werden unter Thema 8-5 betrachtet).

- Die Digitalisierung kann zu erheblichen Produktivitätsgewinnen in den verschiedenen Sektoren führen.

Vorschlag:

- Die digitale Infrastruktur ermöglicht eine Beschleunigung der Digitalisierung.
- Aufgrund von Knappheiten am Arbeitsmarkt beschleunigt sich die Digitalisierung.

Begründung:

- Produktivitätsgewinne sind vom ökonomischen Verhalten bestimmt.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-11: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Auswirkungen: hoch (direkte Wirkung auf die Wirtschaft und den Verkehr)

- Die Wettbewerbsbedingungen werden maßgeblich dadurch bestimmt, inwieweit andere Länder die fossilen Energieträger ersetzen.

Vorschlag:

- In Deutschland ist der Plan durch das Klimaschutzprogramm 2030 und den Klimaschutzplan 2050 und einige weitere ergänzende, beschlossene Maßnahmen vorgegeben.
- Soweit der Energieverbrauch im Verkehrssektor entsteht, wird er im Rahmen der Verkehrsprognose berechnet (über die prognostizierte Verkehrsleistung und den Antriebsartenmix) und wird nicht als Prognoseprämisse im Vorfeld festgelegt. Der berechnete Endenergieverbrauch im Verkehr wird für die Berechnung der entsprechenden Treibhausgas-Emissionen herangezogen.
- Für die internationale Entwicklung orientieren sich die Prognosen an den Szenarien der International Energy Agency (IEA). (vgl. weitere Folien unter Thema 1-13).

Begründung:

- Die Rahmenbedingungen sind klar umrissen und konsistent abgebildet, [vgl. IEA 2021].

Alternativen: andere Szenarien

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-12: Rohölpreis sowie Preise für Rohöialternativen

Auswirkungen: hoch (wirkt auf Wirtschaft und Kosten im Verkehr)

- Der Ölpreis bildet sich auf Basis von Angebot und Nachfrage am Ölmarkt.
- Dabei ist die Nachfrage durch die globalen Anstrengungen zum Klimaschutz bestimmt.
- Dann ist relevant, wie sich die Preise für Alternativen entwickeln (Wasserstoff, Folgeprodukte).

Vorschlag:

- Wir folgen den Szenarien der International Energy Agency (IEA).
- In der Basisprognose wird ein Ölpreis von 75 Dollar/Barrel (Preisstand 2020) angenommen.
- Die aktuellen Verwerfungen durch die Ukraine-Krise werden sich bis 2040 bereinigt haben. Insgesamt wird die Nachfrage 2040 deutlich niedriger sein als heute.
- Wir gehen von einem real konstanten Wechselkurs zwischen USD und EUR aus.

Begründung:

- Die Rahmenbedingungen sind klar umrissen und konsistent abgebildet, [vgl. IEA 2021].

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-13: Weltweites Klimaschutz-Ambitionsniveau

Auswirkungen: hoch (Wirtschaft und Verkehr)

- In Deutschland ist das Ambitionsniveau durch das Klimaschutzprogramm 2030 und den Klimaschutzplan 2050 sowie einige weitere ergänzende, beschlossene Maßnahmen vorgegeben.
- Die Wettbewerbsbedingungen werden maßgeblich dadurch bestimmt, inwieweit und in welcher Form andere Länder ihre CO₂-Emissionen reduzieren.

Vorschlag:

- Der Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ orientiert sich an der International Energy Agency (IEA). Die Annahmen liegen zwischen den IEA-Szenarien „Erklärte Politik“ und „Angekündigte Pfade“ (vgl. folgende Folie).

Begründung:

- Die Rahmenbedingungen sind klar umrissen und konsistent abgebildet.

Alternativen:

- Szenario „Nachhaltige Entwicklung“ und Szenario „Netto-Null-Emissionen“

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]

Zu Thema 1-13: Weltweites Klimaschutz-Ambitionsniveau - Ergänzung

Szenarien der International Energy Agency (IEA 2021): Annahmen im Überblick

- In dem **Erklärte-Politik-Szenario** (Stated Policies Scenario (STEPS)) werden die derzeit angekündigten Politikmaßnahmen umgesetzt.
- Das **Angekündigte-Pfade-Szenario** (Announced Pledges Scenario (APS)) nimmt an, dass alle bis Mitte 2021 national und international erklärten Ziele erreicht werden.
- In dem **Nachhaltige-Entwicklung-Szenario** (Sustainable Development Scenario (SDS)) wird ein Pfad zu einer Erwärmung unter 2 °C dargestellt. Somit werden die Ziele des Pariser Abkommens erreicht. Die Industrieländer erreichen das Ziel der Netto-Nullmission im Jahr 2050, China etwa 2060 und andere Länder etwa 2070.
- Das **Netto-Null-Emissionen-Szenario** (Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE)) zeigt einen Pfad globaler Null-Emission bis 2050. Dabei erreichen die Industrieländer das Ziel schon früher als 2050 und die energierelevanten UN Entwicklungsziele werden erreicht. In dem Szenario wird der globale Temperaturanstieg auf 1,5 °C beschränkt.

Quelle: [IEA 2021]

Zu Thema 1-13: Weltweites Klimaschutz-Ambitionsniveau - Ergänzung

Szenarien der International Energy Agency (IEA 2021): Einige Kennzahlen

	IEA-Szenario Erklärte Politik	IEA-Szenario Angekündigte Pfade	IEA-Szenario Nachhaltige Entwicklung	IEA-Szenario Netto-Null- Emissionen
	Energieverbrauch in EJ			
Kohle	132,9 (+0,8 CCUS)	101,5 (+12,0 CCUS)	46,6 (+15,0 CCUS)	16,0 (+15,6 CCUS)
Öl	199,6	162,4	124,8	42,2
Erneuerbare	153,0	194,4	238,6	294,6
Insgesamt	714,8	670,4	580,5	534,5
	CO ₂ -Emission (Mt)			
Insgesamt	35.313	26.722	16.441	6.316

Quelle: [IEA 2021]

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-14: Entwicklung Emissionshandel

Auswirkungen: hoch (auf Wirtschaft und Verkehr)

- Der Emissionshandel bietet einen transparenten Rahmen und führt zu einer effizienten Reduktion der CO₂-Emissionen.
- Im Gegensatz dazu sind bei regulierungsbasierten Ansätzen eher Verzerrungen der Wettbewerbsbedingung zu erwarten.

Vorschlag:

- CO₂-Preis im Jahr 2040: Industrieländer 120 USD/Tonne, andere Länder 90 USD/Tonne.

Begründung:

- Wir folgen den Szenarien der International Energy Agency (IEA).

Alternativen:

- Ein geringerer CO₂-Preis in den Industrieländern würde sich bei einer stärkeren globalen Integration der CO₂-Märkte ergeben.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-15: Vorrang "nachhaltige Wirtschaft"

Auswirkungen: gering (auf Wirtschaft und Verkehr)

- Nachhaltiges Wirtschaften (kürzere Wege, geringerer Ressourcenverbrauch bei der Produktion) reduziert die CO₂-Emissionen und den Rohstoffbedarf.

Vorschlag:

- Wir erwarten keinen Trendbruch in den makroökonomischen Aggregaten.

Begründung:

- Der Effekt auf den Konsum insgesamt bleibt gering.

Alternativen: Geringeres Wachstum der Konsumnachfrage

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-16: 3D-Druck

Auswirkungen: gering (auf Wirtschaft und Verkehr)

- 3D-Druck ermöglicht die schnelle Herstellung einzelner Produkte oder Vorprodukte.
- Deshalb werden weniger Fertigprodukte und dafür mehr Rohstoffe transportiert.

Vorschlag:

- Wir erwarten keinen Trendbruch im Handel oder im Verkehr.

Begründung:

- Da der 3D-Druck noch sehr teuer ist (und bleibt), wird er auf Einzelstücke oder sehr kleine Serien beschränkt bleiben [vgl. dazu Deutscher Bundestag 2017, S. 77ff]. Die Entwicklungen der letzten Jahre deuten nicht darauf hin, dass sich die Technikfolgenabschätzung bezüglich des 3D-Drucks geändert hat.

Alternativen: Veränderungen der Handelsstrukturen

Quelle: [Deutscher Bundestag 2017]; Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-17: **Wettbewerbsfähigkeit** der **Industrie** und **Landwirtschaft**

Auswirkungen: hoch (wirkt direkt auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr)

- Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und der europäischen Wirtschaft ist durch verschiedenste Regulierungsmaßnahmen bestimmt (Arbeitsschutz, Umweltauflagen, etc.).
- Veränderungen dieser Parameter könnten die wirtschaftliche Entwicklung insgesamt oder in einzelnen Sektoren beeinflussen.

Vorschlag:

- Wir erwarten keinen Trendbruch.

Begründung:

- Es ist nicht prognostizierbar, ob und ggf. wann und in welcher Form es zu Veränderungen kommt.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-18: Wirtschaftliche Entwicklung der **Schwellenländer**

Auswirkungen: hoch (wirkt direkt auf die Wirtschaft und damit auch auf den Verkehr)

- Strukturreformen oder Krisen in den Schwellenländern könnten das Wachstum in diesen Regionen stark beeinflussen.
- Dies hätte Rückwirkungen auf das globale Wachstum und die Handelsströme.

Vorschlag:

- Wir bilden diese Effekte im Rahmen von Sensitivitätsrechnungen ab.

Begründung:

- Damit wird der mögliche Entwicklungskorridor aufgezeigt.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-19: Regionalisierung vs. Globalisierung

Auswirkungen: hoch (auf Verkehr und Wirtschaft)

- Eine stärkere Regionalisierung würde den internationalen Handel bremsen.
- Dies hätte starke Auswirkungen auf den Gütertransport.
- Außerdem würden die Vorteile der internationalen Arbeitsteilung vermindert.
- Dies hätte Rückwirkungen auf das globale Wachstum.

Vorschlag:

- Die Globalisierung wird sich aufgrund des Wettbewerbs und der internationalen Kostendifferenzen fortsetzen.
- In den letzten Jahren hat sich die Globalisierung aber tendenziell verlangsamt. Wir schreiben diesen Trend fort.

Begründung:

- Aktuelle Trends verlangsamen die Globalisierung.

Alternativen: Orientierung an längerfristigen Trends (stärkere Globalisierung)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-20: Entwicklung Lieferketten

Auswirkungen: hoch (auf Verkehr und Wirtschaft)

- Eine stärkere Regionalisierung der Lieferketten würde die Versorgungssicherheit erhöhen.
- Dies würde den internationalen Handel bremsen.
- Dies hätte starke Auswirkungen auf den Gütertransport.
- Außerdem würden die Vorteile der internationalen Arbeitsteilung vermindert.
- Dies hätte Rückwirkungen auf das globale Wachstum.

Vorschlag:

- Die Lieferketten bleiben aufgrund des Wettbewerbs und der Kostendifferenzen international.
- In den letzten Jahren hat sich die Globalisierung aber tendenziell verlangsamt.
- Wir schreiben diesen Trend fort.

Begründung:

- Aktuelle Trends verlangsamen die Globalisierung.

Alternativen:

- Orientierung an längerfristigen Trends (stärkere internationale/interkontinentale Arbeitsteilung)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

1 Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen

Thema 1-21: Raum- und Siedlungsstruktur (z.B. Suburbanisierung)

Auswirkungen: hoch (direkte Wirkung auf den Verkehr)

- Eine Veränderung der Siedlungsstruktur beeinflusst die Verkehrsströme sowie den Modal-Split und die regionale wirtschaftliche Entwicklung.

Vorschlag:

- Die regionale Struktur der Bevölkerungsprognose (= Fachteil 1 „Bevölkerungsprognose 2040“) wird übernommen (keine Rückkopplung Verkehr-Klima-Bevölkerungsverteilung bzw. keine variable Änderung gegenüber Siedlungstrends der Vergangenheit).

Begründung:

- Die Prognose schreibt die Trends der letzten Jahre fort.

Alternativen: ein eigenständiges Szenario für die regionale Bevölkerungsentwicklung

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [BBSR 2021]

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)**
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-1: Home-Office-Nutzung

Auswirkungen: hoch (Verkehr: gesamtmodaler Anteil des Berufsverkehrs liegt bei 18 %)

Vorschlag:

- Gesamtmodale Reduktion der Berufsverkehrsfahrten um 6 %
- Realistische Bandbreite: 3 bis 10 %
- In Prognosen anhand Wirtschaftssektoren differenziert betrachtet (dadurch ggf. Stadt-Land-Unterschiede)

Begründung:

- Home-Office-Anteil in den Lockdown-Monaten 2020/2021: 27 % (immer) + 17 % (teilweise)
- Im Juni 2021 (keine Restriktionen): 15 % (immer) + 18 % (teilweise) = Obergrenze für realistische Schätzung
- Ein Teil davon kann oder will nach Überwindung der Pandemie nicht im Home-Office arbeiten
→ langfristiger Anteil: 20 % (± 5 Prozentpunkte)
- Anzahl der Tage pro Woche im Home-Office: im Mittel 2 bis 2,5
- Abzüglich Personen, die schon vor Pandemie im Home-Office waren
→ gesamtmodale Reduktion der Berufsverkehrsfahrten: 6 %
- Unterdurchschnittliche Reduktion im Motorisierten Individualverkehr, überdurchschnittliche Reduktion im Schienenpersonennahverkehr

Alternativen:

- höheres Vermeidungspotenzial durch aktive Firmen- und Arbeitsmarktpolitik unterstellen (dabei ggf. bis dahin neuere empirische Befunde und politische Entwicklungen berücksichtigen)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [Gleitende Mittelfristprognose 2021]

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-2: Videokonferenzen statt Geschäftsreisen

Auswirkungen: hoch (Geschäftsreiseverkehr)

- besonders im Fernverkehr: Geschäftsreiseanteil liegt im Luftverkehr bei ca. 30 %
- bei Schienenpersonenverkehr und Pkw 15 % bis 20 %, jeweils bezogen auf die Verkehrsleistung

Vorschlag:

- Reduktion (Basiseffekt) der Geschäftsreisen um 5 bis 10 % im Luftverkehr (höherer Anteil unregelmäßiger Geschäftsreisen) und
- um 10 % bei landgebundenen Geschäftsreisen (höherer Anteil routinemäßiger Geschäftsreisen)

Begründung:

- Ersetzbar sind vor allem eher routinemäßige und konzerninterne Vor-Ort-Besprechungen. Bei den meisten Geschäftsreisen steht aber der Kundenkontakt einschließlich Vertriebsaktivitäten (auch Messen, Kongresse o.ä.) und „Networking“ im Mittelpunkt, der, auch aus Wettbewerbsgründen, nicht ohne Nachteile ersetzbar ist.
- Die Pandemie hat eine Entwicklung beschleunigt bzw. vorgezogen, die ohnehin mittel- bis langfristig eingetreten wäre.
- Die größere Durchdringung und Verbesserungen in den Kommunikationstechnologien führen nicht nur zur potenziellen Ersetzung oder Reduzierung von Reiseaktivitäten, sondern sie eröffnen zusätzliche Möglichkeiten überregionaler und internationaler Zusammenarbeit einschließlich Mitarbeit von Orten, die weit weg vom Dienstsitz sind. Dies zieht im Endeffekt dann zusätzliche Reiseaktivitäten nach sich.

Alternativen:

- aufgrund der Bestrebungen der Firmen und der Verwaltung, den CO₂-Fußabdruck zu reduzieren, höheren Videokonferenz-Anteil unterstellen (dabei ggf. neueste Entwicklungen berücksichtigen)

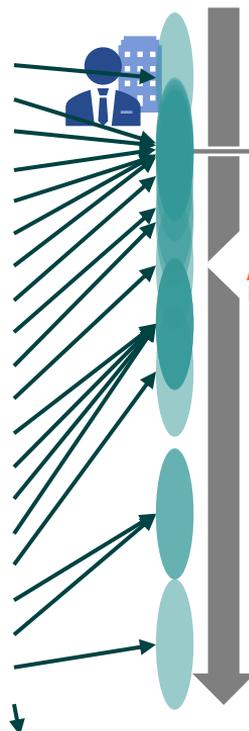
Quelle: Gutachterliche Einschätzung, siehe Folgefolie

Zu Thema 2-2: Videokonferenzen statt Geschäftsreisen – Ergänzung

Im Saldo wird langfristig ein um 5-10 % moderat niedrigeres Geschäftsreiseaufkommen erwartet

Einschätzungen zum Geschäftsreiseverhalten

Einschätzung	Referenz	vorher	Corona	Neuschätzung	„neue Normalität“
Einschätzung Skift Research mit Mc Kinsey	Skift Research, In Partnership with McKinsey and Company 09/20				
GBTA BTI Outlook 2020 Global Business Travel Association Emirates (Sep '20)	GBTA, Global Business Travel Association 02/21 GBTA, Global Business Travel Association (in: airliners.de) 02/21 Volker Greiner, Emirates-Verkaufschef für Nord- und Zentralasien (in: airliners.de) 09/20				
Beauftragter der Bundesregierung für Tourismus - Thomas Bareiß Kadri Samsunlu, Chef des Istanbul Airport.	Thomas Bareiß, Beauftragter der Bundesregierung für Tourismus (in: strome.de) 11/20 Kadri Samsunlu, Chef des Istanbul Airport (in: aero TELEGRAPH) 02/21				
Air France-KLM (Sep '20) United Airlines (Scott Kirby)	Stefan Guruseli, Deutschland-Direktor von Air France-KLM (in: airliners.de) 09/20 Scott Kirby, United Airlines-Chef (in: Financial Times) 03/21				
Dieter Wilken (DLR) Guillaume Faury - Airbus CEO	Dieter Wilken, Luftverkehrsforscher beim DLR (in: airliners.de) 11/20 Guillaume Faury, Airbus CEO (in: NZZ am Sonntag) 06/21				
Stephan Erler (Deutschland-Chef von Easyjet)	Stephan Erler, Deutschland-Chef von Easyjet (in: airliners.de) 11/20				
Lufthansa	Carsten Spohr, Lufthansa-Chef (in: aero.de) 04/21 Lufthansa, Planung (in: aero TELEGRAPH) 04/21				
Reto Francioni Swiss - Verwaltungsratspräsident IATA (Ende Jul. '20)	Reto Francioni, Präsident des Verwaltungsrates der Swiss (in: NZZ) 1/20 Bilan Pearce, Chefökonom des Weltflugverbandes (IATA) (in: aero.de) 07/20				
VDR - Deutschlands Geschäftsreiseverband (Aug./Okt '20) Michael Trestl, Austrian Vorstand	Christoph Camier, VDR-Präsident (in: VDR-Pressmitteilung) 08/20, Ricardo Hausmann, Harvard-Ökonom (in: VDR-Fachthemenbeitrag) 09/20, VDR, Michael Trestl, Austrian Vorstand (in: aero TELEGRAPH) 03/21				
Reisemanagement-Verband VDR	VDR, Reisemanagement-Verband (in: aero.de) 03/21				
Tobias Pogorevc Chef von Helvetic Airways Andreas Scheuer - Verkehrsminister Deutschland (Sep '20) Jay Sorenson US-Airline-Experte Andreas Bierwirth, Easyjet Aufsichtsrat (ex LH)	Tobias Pogorevc, Chef von Helvetic Airways (in: aero TELEGRAPH) 01/21 Andreas Scheuer, Verkehrsminister Deutschland (in: aero.de) 09/20 Jay Sorenson, US-Airline-Experte (in: ideawhiskocompany.com) 1/20 Andreas Bierwirth, Easyjet Aufsichtsrat (ex LH) (in: aero TELEGRAPH) 04/21				



„neue Normalität“:
langfristiger Effekt
auf
Geschäftsreisen
keine stärkeren Rückgänge als durch

bisher erwartete Digitalisierungseffekte

Änderung -7 %
infolge Corona

Digitalisierungsschub führt nachhaltig zu deutlich reduziertem Geschäftsreisebedarf

- besondere Situation im Teilsegment Luftverkehr ist zu berücksichtigen (Wertigkeit der Reisen, Reisezeitvorteil, etc.)
- höhere Einschätzungen des Effekts sind tendenziell Befragungsergebnissen während der akuten Krise zuzuordnen

- » auch langfristig wird ein Substitutionspotenzial durch Digitalisierung / Videokonferenzen erwartet
- » nach zunächst deutlichen Effekten wird jedoch mit Rückkehr eines Großteils der bisherigen Nachfrage gerechnet
- » **im Saldo ist ein um 5 bis 10 % reduziertes Geschäftsreiseaufkommen im Luftverkehr zu erwarten**

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-3: Online- statt stationärer Einkauf / KEP-Verkehr

Auswirkungen: erheblich (Einkaufsverkehr)

- Reduzierung Einkaufsverkehr bzw. Verlagerung von Personen- auf Güterverkehr
- geringere Attraktivität von zentralen Einkaufsschwerpunkten (Stadtzentren)

Vorschlag:

- Corona-Online-Boom durch Lockdown ausgelöst, danach bleibende Effekte größtenteils Vorwegnahme bzw. Beschleunigung allgemeiner Trends
- Stagnationstendenz beim eigentlichen Einkaufsverkehr im engeren Sinne wird zementiert aber im zusammengefassten Fahrtzweck „Einkauf / Erledigung“ durch den dynamischer wachsenden „Erledigungsverkehr“ wird dies vsl. mehr als kompensiert (Prognoseergebnis)
- Zusatzwachstum im KEP-Verkehr (Kurier-, Express- und Paketdienste) durch Corona: 5 bis 10 % Basiseffekt, vor allem international, wirkt sich auch auf den Straßengüterverkehr aus

Begründung:

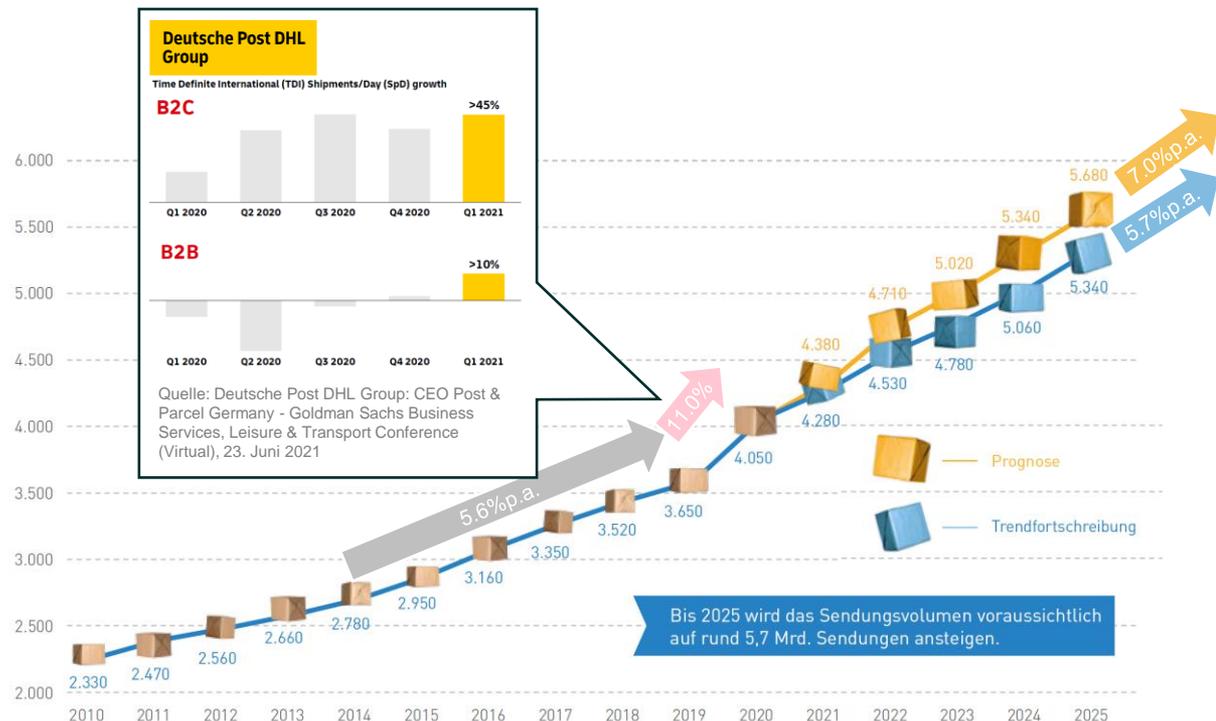
- Beobachtungen während der Corona-Krise und Prognosen des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK) (siehe nächste Seite)

Alternativen:

- Online-Handel setzt sich verstärkt auch bei Gütern des täglichen Bedarfs durch

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [BIEK 2021], siehe Folie

Zu Thema 2-3: Online- statt stationärer Einkauf / KEP-Verkehr – Ergänzung KEP-Wachstum durch Corona



Überproportionale Steigerung des KEP-Aufkommens durch die Corona-Krise in 2020 (+11 % statt 5 – 6 % in den Vorjahren):

- KE-Consult (im Auftrag des BIEK) sieht zumindest in den nächsten Jahren Basiseffekt und über den langjährigen Trend hinausgehende Zuwachsraten (vor allem B2C-Sendungen)

» auch weiterhin überdurchschnittliches Wachstum der KEP-Sendungen

» bei KEP-Fracht im Luftverkehr wird Corona-bedingt eine etwas beschleunigte Entwicklung erwartet (+ 5 – 10 %)

Abbildung 4: Prognostizierte Entwicklung der KEP-Sendungsvolumina bis 2025 (in Mio. Sendungen)
(Quellen: KEP-Studie 2020; KE-CONSULT Marktanalyse und Prognose)

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-4: Pkw-Besitz

Auswirkungen: potenziell hoch (wichtige Variable, aber erfahrungsgemäß geringere Varianz als erwartet)

Vorschlag:

- Pkw-Bestandprognose ist Bestandteil der Prognose; dort werden die erkennbaren Trends berücksichtigt
- Degression in der Bestandsausweitung wurde schon bisher in allen Prognosen berücksichtigt; zurückgehende Pkw-Verfügbarkeit bisher allenfalls punktuelle Effekte, z.B. in bestimmten Großstadtgebieten (siehe auch Thema 2-6).
- räumliche differenzierte Bestandsprognose erlaubt entsprechende Erkenntnisse

Begründung:

- „Bewusster Verzicht“ (als einzige Motivation) erfolgt nur in sehr engen Grenzen.
- Vor allem in der Fläche kaum möglich. Hier auch aktuell weiterhin ungebremster Anstieg der Pkw-Dichte.
- In allen bisherigen Prognosen wurde die Bestandsausweitung durchgängig unterschätzt.
- Carsharing bleibt auf niedrigem Niveau (siehe auch Thema 7-4). Derzeit 26.000 Fahrzeuge, Pkw-Gesamtbestand: 48,6 Mio.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung auf der Basis Bestandsentwicklung Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-5: Führerscheinbesitz

Auswirkungen: mittel (auf Pkw-Besitz und damit Pkw-Nutzung)

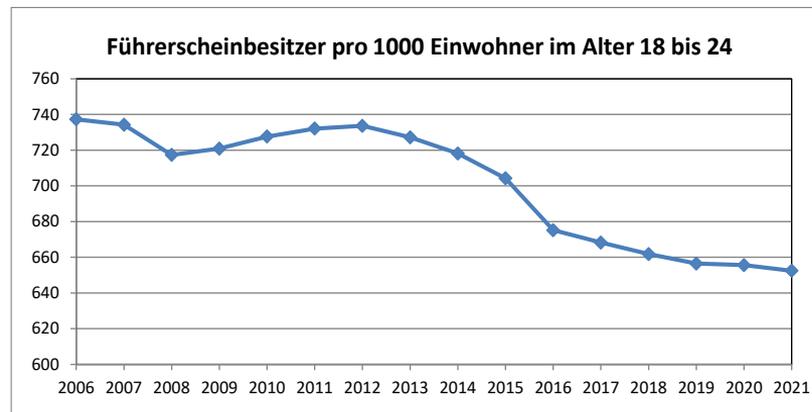
Vorschlag:

- leichte Abschwächung in den unteren Altersgruppen (< 24 J.), in anderen Altersgruppen keine Abschwächung

Begründung:

- bei <24 Jahren empirisch nachweisbar (siehe Abb.), aber 2015/16 auch durch Einfluss Flüchtlingskrise
- in höheren Altersgruppen darüber kein Effekt (Führerschein wird nach wie vor gemacht, nur später)
- Struktureffekt von Einwohnerzahl Stadt / Land wird berücksichtigt

Alternativen: keine



Quelle: Zentrales Führerscheinregister

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, u.a. auf Basis BMDV-Mobilitätsstudie „Mobilität in Deutschland 2017“ (MiD 2017)

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-6: **umweltbewusstes Verkehrsverhalten** / Entwicklung der **Mobilitätsbedürfnisse**

Auswirkungen: potenziell hoch (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- allenfalls punktuelle Indizien für geänderte Verhaltensnormen, meist dann aber im Zusammenhang mit anderen „objektiven“ Faktoren (z.B. Verzicht auf Privat-Pkw bei innerstädtischer Wohnlage mit entsprechender ÖV-Anbindung)
- kein verbreiteter Mobilitäts- (Personenverkehr) und Konsumverzicht (Güterverkehr) erkennbar, aber die Akzeptanz von allgemein gültigen verkehrslenkenden und einschränkenden Maßnahmen steigt
→ leichtere Durchsetzbarkeit verkehrslenkender Maßnahmen, die dann zu verändertem Verkehrsverhalten führen

Begründung:

- Trotz seit vielen Jahren steigendem Umweltbewusstsein sind bisher keine wesentlichen Veränderungen der Trends bei Verkehrswachstum und Modal-Split erkennbar.
- In der Corona-Krise trotz Lockdown-Maßnahmen, Reise-Einschränkungen, Veranstaltungs-Beschränkungen, Home-Office und Videokonferenzen sowie darüber hinausgehenden Appellen, auf Mobilität zu verzichten, verhältnismäßig geringer Rückgang bei der Gesamtmobilität → Mobilität ist offensichtlich eines der am wenigsten „verhandelbaren“ Grundbedürfnisse: Kompensation statt Verzicht (im Modal Split Fahrrad und Pkw statt Öffentlicher Verkehr; bei den Wegezwecken Ausflüge und Inlandsreisen statt weitgehend verbotener Auslandsreisen)

Alternativen: keine erkennbar

- Die Gutachter raten dringend davon ab, (statt/zusätzlich zu „objektiven“ Prognoseprämissen) mit nicht belegbaren allgemein geänderten Verhaltensnormen zu rechnen: Gefahr der „Beschönigung“ von Entwicklungen.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

2 Entwicklung des Verkehrsverhaltens

Thema 2-7: Umweltbewusstes Konsumverhalten

Auswirkungen:

- niedrig auf die Verkehrsentwicklung, kann jedoch die Verkehrsintensität beeinflussen (z.B. Rückgang der durchschnittlichen Transportdistanzen je konsumierter Tonne, da Waren stärker aus lokalen Regionen konsumiert werden)

Vorschlag:

- Umweltbewussteres Konsum- und Produktionsverhalten kann zu einer stärkeren Regionalisierung und Reduzierung von Verkehren führen
- Dies ist in fast allen Bereichen (Landwirtschaft, Ernährung, Energie, etc.) vorstellbar.
- Wird entsprechend der beobachteten Trendauswirkungen berücksichtigt.

Begründung:

- Eine Zunahme der Regionalisierung des Verbrauchs aus einem bewussteren Konsumverhalten und ein verändertes Beschaffungsverhalten (Substitution von Importrohstoffen durch inländische Recyclingsubstitute) ist schon seit Jahren zu beobachten und hat die Verkehrsintensität in Teilbereichen schon eingegrenzt.
- Diese Entwicklung wird sich weiter fortsetzen.
- Der Effekt muss allerdings nicht immer und überall durchschlagen, so werden z. B. aus Umweltgesichtspunkten regionale Lizenzen für den Abbau von Sand und Kies eingeschränkt, was einen Import oder eine Belieferung aus entfernteren Regionen erforderlich macht.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung (Basis: Statistisches Bundesamt, Zeitreihen über mehrere Jahre)

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße**
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

3 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot (hier alle Verkehrsträger)

Thema 3-1: relevanter Ausbau Bundesverkehrswege

Auswirkungen: hoch (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Dem Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ wird die Planungsprämisse zugrunde gelegt, dass die in den drei Bedarfsplänen der Verkehrsträger Schiene, Straße und Wasserstraße enthaltenen FD-E-, FD-, VB-E- und VB-Projekte bis 2040 realisiert sind. Die Festlegung dieser Planungsprämisse ist unabhängig davon, dass es Projekte geben kann, die insbesondere aus plan- und haushaltsrechtlichen Gründen nicht bis 2040 realisiert sein werden. Für den Verkehrsträger Straße werden zudem bereits realisierte bzw. im Bau befindliche Projekte des WB* berücksichtigt.
- Verkehrsinfrastrukturprojekte, die im Rahmen des Investitionsgesetzes Kohleregionen (InvKG) umgesetzt werden und die nicht unter die oben genannten Projektdringlichkeiten fallen, werden im Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“ als realisiert unterstellt, wenn deren Umsetzung zum Stichtag 30.04.2022 vom Bund-Länder-Koordinierungsgremium (BLKG) beschlossen wurde oder wenn deren Umsetzung zum o.g. Stichtag durch Beschluss des BLKG unter der Bedingung vorgemerkt wurde, dass die entsprechenden Mittel zum Baubeginn verfügbar sind.

Begründung:

- Beschluss des BMDV

Alternativen: keine

Quelle: BMDV

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-2: Relevante Ausbauplanungen Straße im Ausland

Auswirkungen:

- (bei dem erreichten Stand des Straßennetzausbaus insgesamt) gering (Verkehrsaufkommen in Deutschland)
- einzelne Verkehrsströme werden ggf. verlagert (→ Umlegung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“)
- insb. auch bzgl. Territorialprinzip („an Deutschland vorbei“) relevant

Vorschlag:

- Im Ausland werden die Ausbauplanungen für die hochrangigen Straßennetze (Autobahnen, Nationalstraßen) gemäß den jeweiligen nationalen Ausbauplänen unterstellt.
- Herangezogen wird jeweils die dem Vordringlichen Bedarf (VB) der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) am besten vergleichbare Projektkategorie.
- Details (Einzelprojekte) definiert Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“.

Begründung:

- Gültige bestehende Planungen können und sollen nicht negiert werden.
- Alle anderen Prämissen wären angreifbar.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-3: Elektrifizierung des Bundesfernstraßennetzes mit Oberleitungen

Auswirkungen:

- bedeutende Größe für die Transportkosten- und Verkehrsmittelwahlmodellierung
- Wirkung auf CO₂-Emissionen hoch

Vorschlag:

- kein Ausbau des Oberleitungsnetzes

Begründung:

- Umsetzung der Maßnahme hätte bedeutenden und abgesicherten Einfluss auf den Lkw-Flottenmix.
- Eine Elektrifizierung des Netzes bzw. eines anfangs erforderlichen und bis 2040 realisierbaren Kernnetzes (3.000 bis 4.000 km) wäre nach erfolgreichem Abschluss der derzeit laufenden Pilotphase bei einer Grundlagenentscheidung des Bundes und der Bereitstellung von ausreichenden Finanzmitteln prinzipiell umsetzbar; wird auch von einigen Nachbarländern aktuell diskutiert; die Elektrifizierung des vollständigen Autobahnnetzes wäre mit einem Investitionsaufwand zwischen 30 und 40 Mrd. EUR verbunden
- Batteriebetriebene Lkw weisen im Fernverkehr noch größere Probleme auf (Batteriegewichte, Reichweite etc.) (Thema 8-6); Wasserstofflösungen sind bis 2040 wahrscheinlich nicht wirtschaftlich (Thema 8-7).
- Vorstellbar ist der Betrieb von Hybriden (Diesel- oder BEV-Lkw) unter Oberleitung (Thema 8-8); dies ist aktuell die kostengünstigste Alternative aller Neuentwicklungen; Mehrkosten ggü. einem Diesel-Lkw zwischen 15 % und 35 %
- Dies ist zwar eine favorisierte Lösung in der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS), die erforderliche Grundlagenentscheidung und Finanzausstattung zur Umsetzung der Maßnahme werden jedoch nicht erwartet.

Alternativen: Ausstattung eines Kernnetzes (z.B. einstellige Autobahnnummern) mit Oberleitungen

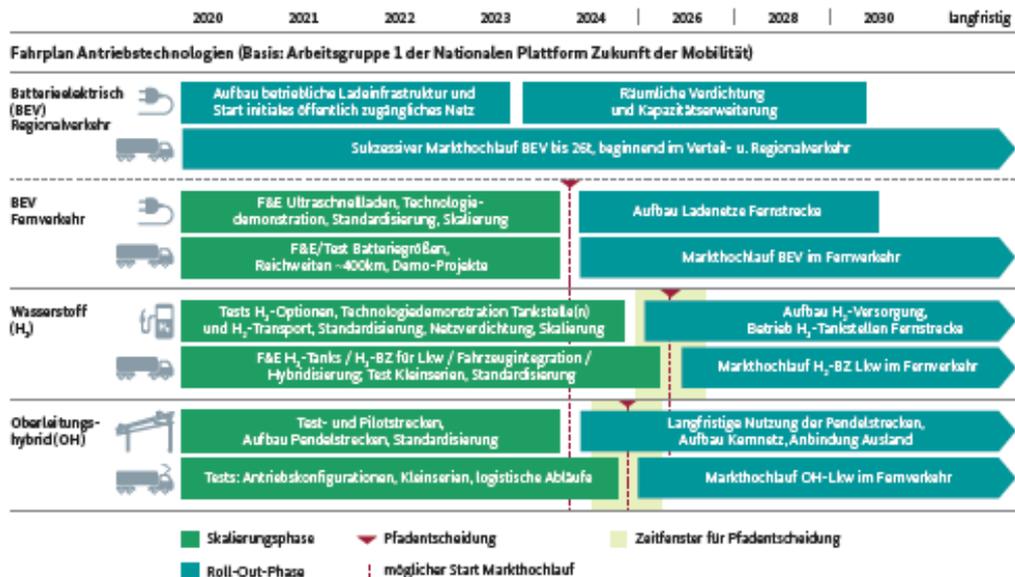
Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BMDV, Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS)

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-3: Elektrifizierung des Bundesfernstraßennetzes (Fortsetzung)

Arbeitsstand in der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS):

- In der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung wird, aufgrund der hohen Unsicherheit in der weiteren Entwicklung der Technologien für den schweren Lkw-Verkehr, eine parallele Entwicklung von Batterieelektrischen-, Wasserstoff- und Oberleitungs-Hybrid-Lkw im 40 t-Fernverkehrssegment vorgeschlagen
- folgender Markthochlauf (siehe Abbildung) wird empfohlen; hier ist u.a. auch der Aufbau eines Kernnetzes mit Oberleitung vorgesehen



Quelle: Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS)

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-4: Temporäre Seitenstreifenfreigaben

Auswirkungen: punktuell relevant (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Abschnitte mit bestehender temporärer Seitenstreifenfreigabe bleiben – soweit für diese nicht ein Ausbau unterstellt wird – wie im Status quo bestehen.
- Für Abschnitte, die zum Ausbau vorgesehen sind (insb. Vordringlicher Bedarf (VB)), wird keine temporäre Seitenstreifenfreigabe unterstellt.
- Für Abschnitte, die nicht als ausgebaut unterstellt werden (z.B. Weiterer Bedarf WB und WB*), bei denen aber 2040 voraussichtlich eine erhebliche Kapazitätseinschränkung verkehrswirksam wird und soweit die (baulichen) Voraussetzungen gegeben sind, kann im Einzelfall eine temporäre Seitenstreifenfreigabe angenommen werden.
- Details hierzu (Einzelprojekte) legt Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“ fest.

Begründung:

- Behebung von Kapazitätsengpässen entfaltet einen großen verkehrlichen Nutzen.
- Standstreifenfreigaben stellen einen wirtschaftlichen Weg für eine temporäre Zwischenlösung dar.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-5: Kapazitäten von Rastanlagen

Auswirkungen: geringer Einfluss auf die Verkehrsnachfrage

Vorschlag:

- Neu- und Ausbau von Rastanlagen

Begründung:

- BMDV schätzte 2018 einen Bedarf von etwa 23.000 regulären Lkw-Parkmöglichkeiten auf und an den Bundesautobahnen
- Es ist ein weiterer Aus- bzw. Neubau der öffentlichen Rastanlagen geplant; in den letzten Jahren wurden jeweils über 100 Mio. EUR in die Erweiterung und in den Neubau investiert.
- Zusätzlich ist ein Förderprogramm aufgelegt, welches die private Bereitstellung von Stellplätzen in Betriebshöfen unterstützt.
- Der Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. unterstützt ebenfalls die Bemühungen um private Initiativen (z.B. Nutzung von Stellflächen auf Betriebshöfen).

Alternativen:

- Wildparken auf Auffahrten oder Seitenstreifen
- Wildparken in Stadtbereichen oder Flächen in der Nähe von Autobahnen, wie Gewerbe- und Industrieflächen
- Einführung von Gebühren zur stärkeren Lenkung von Lkw auf „unausgelastete“ Autohöfe

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-6: Geschwindigkeitsregelung auf Autobahnen

Auswirkungen:

- gering auf die Verkehrsnachfrage und die CO₂-Emissionen (bei 120 oder 130 km/h)
- weitere Effekte, u.a. auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsfluss (ggf. Stauvermeidung)

Vorschlag: keine generelle Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen

Begründung:

- gemäß Koalitionsvertrag kein Thema
- Einschätzung: derzeit unter Berücksichtigung von Baustellen nur 55 bis 60 % des BAB-Netzes unlimitiert
- gerade auf hochbelasteten Abschnitten entweder permanente oder temporäre Tempolimits
→ generelles Tempolimit auf Autobahnen betrifft höchstens 50 % der Fahrleistung im Pkw-Verkehr auf Autobahnen und damit etwa 15 % der Pkw-Fahrleistung in Deutschland
- Nach einer Studie der BASt beträgt die Pkw-Durchschnittsgeschwindigkeit auf BAB bei 120 km/h Tempolimit 115,6 km/h, bei 130 km/h 118,3 km/h und ohne Tempolimit 124,7 km/h. Ein Tempolimit von 130 km/h würde bei dieser Durchschnittsbetrachtung zu einer Verringerung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf den betroffenen Netzabschnitten um 5,1 %, eines von 120 km/h um 7,3 % führen.
- Für die meisten Quelle-Ziel-Relationen, in denen viele Netzabschnitte mit unterschiedlichem Straßentyp, Lastzustand und Geschwindigkeits-Profil usw. zu durchfahren sind, sind die Auswirkungen auf die Reisezeit entsprechend geringer.
- Nur sehr geringe Minderung des CO₂-Ausstosses zu erwarten

Alternativen:

- Tempolimit 130 km/h auf Autobahnen (Die Wirkungen auf Verkehrsaufkommen und CO₂-Emissionen sind begrenzt.)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [BASt 2016]

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-7: Geschwindigkeitsregelung innerorts

Auswirkungen: gering auf die Verkehrsnachfrage und die CO₂-Emissionen; größer auf die Verkehrssicherheit

Vorschlag:

- Zunehmend punktuell Tempo 30 innerorts annehmen
- Es erfolgt keine „Beweislast-Umkehr“.
- Schaffung erweiterter Möglichkeiten für Kommunen, punktuell Tempo 30 anzuordnen

Begründung:

- Tempo 30 in Wohngebieten, insbesondere an Schulen, ist eine generelle Tendenz und wird zumeist von Anwohnern gewünscht oder zumindest akzeptiert („Sicherheit vor Leichtigkeit“ des Verkehrs); Stadt-Lebensräume und nichtmotorisierter Verkehr werden dadurch gestärkt bzw. weniger benachteiligt.
- Einschätzung: Nachfragestudien (zum Beispiel des Gutachters für das UBA) haben nur geringe Nachfragewirkungen ergeben (laut UBA-Studie Minderung in der Größenordnung von höchstens 1 % des innerstädtischen MIV in Großstädten ohne großflächige Tempo-30-Zonen).

Alternativen: generelles Tempolimit 30 km/h innerorts (außer Hauptverkehrsstraßen)

Quelle: [PwC/Intrapan 2020 für das UBA, „Mobilitätskonzepte für einen nachhaltigen Stadtverkehr“]

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-8: Einsatz von Lang-Lkw

Auswirkungen: insgesamt gering auf die Verkehrsprognose, kann jedoch die Kostenstruktur im Straßengüterverkehr und die Wettbewerbsfähigkeit verändern

Vorschlag:

- Einsatz von Lang-Lkw auf allen Autobahnen und Bundesstraßen
- Zulassung auch im deutschlandrelevanten Ausland
- Genehmigung des Lang-Lkw Einsatzes mit 44 t zGG im Vor- und Nachlauf zu KV-Terminals

Begründung:

- Positivnetz ist auf Autobahnen bereits flächendeckend
- Verlängerte Sattelaufleger bis 17,88 m Länge sind in den meisten Bundesländern im gesamten Straßennetz erlaubt.
- weitere Einschränkungen in der Zukunft nicht vertretbar

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-9: Busspuren/Umweltspuren in Städten

Auswirkungen: punktuell relevant (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: Komplettierung Ausbau Busspuren in Städten

Begründung:

- Dort, wo es zur Beschleunigung, zur Erhöhung der Zuverlässigkeit oder zur Einrichtung von Expressbuslinien erforderlich ist, wird von der Einrichtung zusätzlicher Busspuren ausgegangen (siehe auch Thema 7-2).
- Es erfolgt keine Betrachtung auf Einzelprojektebene, sondern ein systemischer Ansatz.

Alternativen:

- Beibehaltung Status quo: Ergänzungen werden nicht vorgenommen – erscheint angesichts der Bedeutung des ÖPNV in der Verkehrswende nicht realistisch.
- Zusätzlicher Bau von HOV-Lanes (High-Occupancy-Vehicle-Lanes, d.h. Spuren mit Mindestbesetzungsgrad) insbesondere auf Zubringerstraßen zu den Innenstädten – wird derzeit nicht verbreitet und ernsthaft geplant.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

3 Verkehrsinfrastruktur Straße

Thema 3-10: Ladezonen für Kurierdienste/Handwerker, Aufteilung des öffentlichen Raumes

Auswirkungen: gering auf die Verkehrsprognose, Veränderungen können Anbindungsqualität von Standorten beeinflussen

Vorschlag: keine gesonderte Annahme erforderlich

Begründung:

- Es wird davon ausgegangen, dass
 - a) keine größere Begrenzung von Ladezonen, mit negativen Folgen der Standortqualität, und
 - b) keine großflächigen Ausweisungen von Ladezonen mit einer möglichen / erforderlichen Reservierung (Buchbarkeit) erfolgen.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene**
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-1: Deutschlandtakt 2040

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- vollständige Realisierung des Zielfahrplans Deutschlandtakt bis 2040 (Infrastruktur und Verkehrsangebot Schiene)
→ Wechselwirkung zu den Themen
 - 4-2 Großknoten,
 - 4-3 Reaktivierung stillgelegter Strecken,
 - 4-5 Relevante Ausbauplanung im Ausland und
 - 4-10 Steigerung der Leistungsfähigkeit (Kapazitäten) im Bestandsnetz Schiene
- Weiterhin Unterstellung der Sonderprogramme Seehafenhinterlandverkehr, Digitale Schiene Deutschland, ETCS-Korridore sowie Maßnahmen aus dem Strukturstärkungsgesetz

Begründung:

- Vorliegen eines deutschlandweiten, integrierten Konzeptes für Infrastrukturausbau und Verkehrsangebot Schiene
- Umsetzung des Deutschlandtaktes ist explizites politisches Ziel.
- mit wesentlichen Akteuren im Eisenbahnsektor abgestimmt

Alternativen:

- Neuentwicklung und Abstimmung (insbesondere im Schienenpersonennahverkehr!) eines Verkehrsangebots Schiene für einen abweichenden Netzausbauzustand im Jahr 2040 (hier nicht zu empfehlen)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-2: Großknoten

Auswirkungen: hoch (Schienenpersonenverkehr und Schienengüterverkehr)

Vorschlag:

- vollständige Realisierung der Großknoten (Teil des Bundesverkehrswegeplans) im Bedarfsplan Schiene bis 2040
→ Wechselwirkung zu Themen
 - 4-1 Deutschlandtakt
 - 4-5 Relevante Ausbauplanung im Ausland,
 - 4-10 Steigerung der Leistungsfähigkeit (Kapazitäten) im Bestandsnetz Schiene

Begründung:

- Umsetzung der Großknoten im Bedarfsplan Schiene ist explizites politisches Ziel und
- Voraussetzung für die Umsetzung des Deutschlandtaktes

Alternativen:

- Einzelfallentscheidungen über Großknoten im Bedarfsplan Schiene (nicht zu empfehlen)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BMDV, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-3: Reaktivierung stillgelegter Strecken

Auswirkungen: regional (Verkehrsmittelwahl; Nachfragewirkung insgesamt oft überschätzt)

Vorschlag:

- vollständige Übernahme der im Deutschlandtakt unterstellten Streckenreaktivierungen
- zusätzliche Abfrage bei den Bundesländern bezüglich weiterer konkret geplanter Streckenreaktivierungen durch Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Begründung:

- Streckenreaktivierungen sind über die betroffenen Strecken hinaus nachfragewirksam,
- mit zusätzlichen Betriebsleistungen verbunden und
- wirken sich auf die Auslastungssituation im Schienennetz aus.

Alternativen:

- Busanbindung der betroffenen Siedlungsbereiche (angesichts der derzeitigen Trends und Diskussionen aber nicht empfehlenswert)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-4: Zuverlässigkeit / Pünktlichkeit Schienenpersonenverkehr

Auswirkungen: relevant (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- bis 2040: durchschnittliche Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit im Schienenpersonenverkehr (SPV) verschlechtert sich trotz höherer Betriebsleistungen (Deutschland-Takt) nicht gegenüber dem Status quo
→ Wechselwirkung zu Thema 4-10 Steigerung der Leistungsfähigkeit (Kapazitäten) im Bestandsnetz Schiene

Begründung:

- bis 2040 Leistungssteigerungen und Einsatz der Digitalisierung bzw. neuer Technologien auf Hauptstrecken und in großen Knoten zu erwarten, so dass
 - die dadurch möglichen Kapazitätssteigerungen höhere Zugzahlen ohne Beeinträchtigung der Betriebsqualität/Zuverlässigkeit ermöglichen und
 - umgekehrt die höheren Zugzahlen eine Verbesserung der Betriebsqualität/Zuverlässigkeit verhindern

Alternativen:

- verbesserte durchschnittliche Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit schon in 2040 würde weitere hohe Investitionen in das bestehende Netz erfordern

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-5: Relevante Ausbauplanungen im Ausland

Auswirkungen: auf vielen wichtigen internationalen Relationen (z.B. alpenquerender Verkehr) hoch (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- vollständige Übernahme aller derzeit bereits in Betrieb bzw. im Bau befindlicher oder verbindlich beschlossener Infrastrukturmaßnahmen Schiene für den grenzüberschreitenden Verkehr von und nach Deutschland
- vollständige Übernahme aller derzeit bereits in Betrieb bzw. im Bau befindlicher oder verbindlich beschlossener Infrastrukturmaßnahmen Schiene für den überregionalen Verkehr im Ausland

Begründung:

- Neu- und Ausbaumaßnahmen im grenzüberschreitenden Verkehr und im Ausland sind in Deutschland nachfragewirksam,
- können sich auf die Auslastungssituation im deutschen Schienennetz auswirken.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-6: Ausbau von KV-Standorten und Gleisanschlüssen im Schienengüterverkehr

Auswirkungen: auf die Verkehrsnachfrage gering; regionale/lokale Auswirkung auf die Verteilung (in Wechselwirkung mit Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“ zu untersuchen)

Vorschlag:

- nachfragebedingte Erweiterung der KV-Standorte
- Aufnahme und Betrachtung aller beantragten Planungen in die Prognose
- keine kapazitiven Restriktionen bei aktuellen Standorten
- keine gezielte Förderungen von intermodalen Verkehrsangeboten
- Erfassung aller Ausbaumaßnahmen von Gleisanschlüssen

Begründung:

- flächenweite Abdeckung mit KV-Angeboten ist vorhanden
- nachfrageseitige Erweiterung im Prognoseprozess gegeben

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-7: Weitere Ausweisung von **Güterverkehrsstrassen an Güterverkehrskorridoren**

Auswirkungen: niedrig auf die Verkehrsnachfrage (in Wechselwirkung mit Entscheidungen in Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“)

Vorschlag:

- keine weitere gesonderte Behandlung von Güterverkehrskorridoren

Begründung:

- In bisherigen Planungen (z.B. Deutschlandtakt) ist die nachfragegerechte Berücksichtigung von Güterverkehrsstrassen auch im „Tagesbereich“ geprüft und sichergestellt.
- Auf speziellen Güterverkehrsstrecken ist der Schienengüterverkehr (SGV) ohnehin gesichert.
- Alle derartigen Planungen sind Ausgangsbasis, sodass keine weitere Betrachtung erforderlich ist.

Alternativen:

- zusätzlicher Infrastrukturausbau über den Bundesverkehrswegeplan hinaus (bis 2040 aber unwahrscheinlich)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-8: Lange Güterzüge im In- und Ausland

Auswirkungen:

- hoher Einfluss auf die Verkehrsnachfrage, die Streckenkapazitäten und die Routenwahl im Schienengüterverkehr
- Wirkung steht in Wechselwirkung mit den getroffenen Entscheidungen in Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Vorschlag:

- durchgängige Umsetzung von 740 m-Zügen im öffentlichen DB-Netz möglich

Begründung:

- bewirkt erhebliche Kapazitätssteigerungen der Schieneninfrastruktur

Alternativen:

- weiterer Infrastrukturausbau zur Kapazitätserhöhung

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-9: Lichtraumprofile im Schienengüterverkehr

Auswirkungen:

- hoher Einfluss auf die Verkehrsnachfrage, die Streckenkapazitäten und die Routenwahl im Schienengüterverkehr
- Wirkung steht in Wechselwirkung mit den getroffenen Entscheidungen in Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Vorschlag:

- entsprechend dem geplanten Infrastrukturausbau unterstellt

Begründung:

- bewirkt erhebliche Kapazitätssteigerungen

Alternativen:

- weiterer Infrastrukturausbau zur Kapazitätserhöhung (bis 2040 aber unwahrscheinlich)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-10: Steigerung der **Leistungsfähigkeiten** (Kapazitäten) im **Bestandsnetz** Schiene

Auswirkungen:

- hoher Einfluss auf die Verkehrsnachfrage, die Streckenkapazitäten und die Routenwahl im Schienengüterverkehr
- Wirkung steht in Wechselwirkung mit den getroffenen Entscheidungen in Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Vorschlag:

- vollständige Umsetzung des European Train Control System (ETCS)-Ausbaus im öffentlichen DB Netz bis 2040
- European Train Control System (ETCS) Level 2 mit Blockdichte bis maximal 2 km
- nationale Elemente der Zugbeeinflussung international harmonisiert

Begründung:

- ETCS-Ausbau ist im Bedarfsplan enthalten und wird auch im Deutschland-Takt gefordert.
- hoher Nutzen
- ETCS-Ausbaustrategie der DB Netz AG berücksichtigt
- Bremskurvenprobleme werden als gelöst betrachtet

Alternativen: stärkerer Infrastrukturausbau zur Kapazitätserhöhung (bis 2040 aber unwahrscheinlich)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

4 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene

Thema 4-11: Zuverlässigkeit SGV

Auswirkungen:

- hoher Einfluss auf die Verkehrsnachfrage, die Streckenkapazitäten und die Routenwahl im Schienengüterverkehr
- Wirkung steht in Wechselwirkung mit den getroffenen Entscheidungen in Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Vorschlag:

- Explizite Berechnung der Zuverlässigkeit im unterstellten Netz und Berücksichtigung bei der Verkehrsmittelwahl (siehe u.a. Thema 4-10 Steigerung der Leistungsfähigkeiten (Kapazitäten) im Bestandsnetz Schiene)

Begründung:

- Zuverlässigkeit ist ein Ergebnis zwischen prognostizierter Verkehrsmenge und unterstelltem Infrastrukturausbau.
- Infrastrukturausbau und ETCS-Ausbau vorgesehen
- kann folglich nur berechnet werden

Alternativen: stärkerer Infrastrukturausbau (bis 2040 aber unwahrscheinlich)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt**
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

5 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt

Thema 5-1: Relevanter **Ausbau** der **Bundeswasserstraßen**

Auswirkungen: hoch auf die Verkehrsnachfrage (in Wechselwirkung mit Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“)

Vorschlag:

- Umsetzung aller Maßnahmen der Kategorien VB, VB-E und FD des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) 2030

Begründung:

- auch Bewertungsgrundlage

Alternativen:

- alle Maßnahmen bis 2040 umsetzen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BMDV, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“

5 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt

Thema 5-2: Ausbau Binnenhäfen

Auswirkungen: hoch auf die Verkehrsnachfrage (in Wechselwirkung mit Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“, Anpassung an veränderte Güterstrukturen)

Vorschlag:

- weitergehender Aus- und Umbau der Binnenhäfen zu intermodalen Güterverkehrszentren
- weiterer Ausbau der KV-Anlagen wie in Thema 4-6 „Ausbau von KV-Standorten und Gleisanschlüssen im Schienengüterverkehr“
- stärkere Automatisierung und Digitalisierung
- keine neuen Binnenhäfen

Begründung:

- Fortschreibung der vergangenen und aktuellen Entwicklungen
- Binnenhäfen sind vergleichbar zu Güterverkehrszentren (GVZ) und werden dahingehend weiter für intermodale Verkehre ausgebaut.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“

5 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt

Thema 5-3: Wasserstandsbedingte Einschränkungen in der Binnenschifffahrt

Auswirkungen: mittel (in Wechselwirkung mit Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“)

Vorschlag:

- keine Veränderung der Wasserstände an freifließenden Flüssen gegenüber der Ist-Situation und keine weitere Veränderung der Niedrigwasserperioden

Begründung:

- In der letzten Dekade hat die Binnenschifffahrt, insbesondere im Rheinverkehr, unter zunehmenden Einschränkungen aufgrund von Niedrigwasserperioden gelitten.
- Die Niedrigwasserperioden dauerten dabei länger als in der Vergangenheit und wiesen stärkere Ausschläge auf.
- Langfriststudien der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) zeigen, dass trotz des Klimawandels keine weitere Verschlechterung der Wasserstände bis 2040 zu erwarten ist.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BfG: Wahl der Prämisse „Wasserstandsbedingte Einschränkungen“ der Basisprognose 2040 im Zuge Verkehrsprognose 2040 des BMDV

5 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt

Thema 5-4: Ausbauplanungen Wasserstraßen im Ausland

Auswirkungen: gering auf die Verkehrsnachfrage (in Wechselwirkung mit Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“)

Vorschlag:

- Ausbauplanungen des Auslands berücksichtigen

Begründung:

- Konsistenz zu Annahmen bei den anderen Verkehrsträgern

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschifffahrtsprognose 2040“

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen**
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-1: Anpassung der Fahrwasser und Terminalkapazitäten

Auswirkungen: hohe Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit, das Umschlagsvolumen und die Hinterlandverkehre von Seehäfen

Vorschlag:

- Alle Maßnahmen der Kategorien VB, VB-E und FD des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) 2030 werden bis 2040 realisiert, inklusive Anpassung der Außenweser und Unterweser Nord.

Begründung:

- Die Realisierung aller Maßnahmen des BVWP 2030 ist notwendig, um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Seehäfen zu sichern und eine Verlagerung von Verkehren auf ausländische Seehäfen zu verhindern.

Alternativen:

- Einzelne Maßnahmen können aufgrund von Bedarfsentwicklungen überprüft werden.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-2: Entwicklung der Seehafen-Infrastruktur im Ausland

Auswirkungen: starke Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit und deutschlandrelevanten Hinterlandverkehre ausländischer Seehäfen

Vorschlag:

- Der Ausbau ausländischer Häfen findet weiterhin statt. Dies gilt sowohl für Nordseehäfen als auch für Häfen in der Ostsee und dem Mittelmeer. Der Ausbau ausländischer Häfen insbesondere im Mittelmeer und in der Ostsee in Verbindung mit dem Ausbau der Infrastrukturen im Hinterland wird zu Verlagerungen von Hafenumschlagsvolumen und Hinterlandverkehren führen.

Begründung:

- Der Ausbau ausländischer Häfen insbesondere im Mittelmeer und in der Ostsee wird von den Anrainerstaaten weiter vorangetrieben, um in einem größeren Ausmaß am globalen Handel teilzuhaben.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-3: **Schifffahrtsrouten:** Nutzung des „nördlichen Seewegs“

Auswirkungen: geringe Auswirkungen auf das Umschlagsvolumen, den Wettbewerb und die Hinterlandverkehre der deutschen Seehäfen

Vorschlag:

- Ein Teil der Verkehre zwischen Europa und Asien wird in Zukunft insbesondere in den Sommermonaten über den „nördlichen Seeweg“ realisiert werden. Hiervon werden skandinavische Häfen und auch nördlich gelegene deutsche Nordseehäfen profitieren. Bis 2040 wird die absolute Höhe dieser Verlagerung aber relativ niedrig sein, weil nicht viele Schiffe für diese Route baulich geeignet sind (Eisklasse).

Begründung:

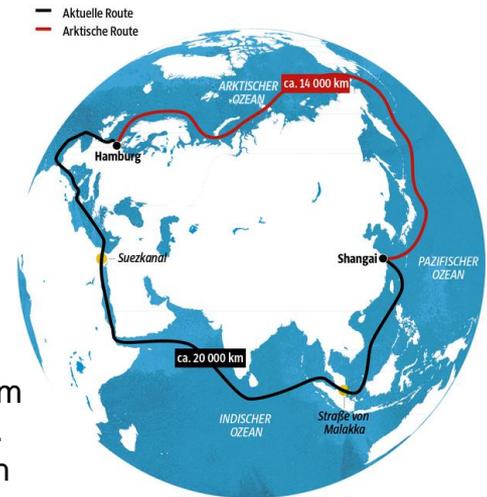
- Seit Anfang der 2000er Jahre geht das arktische Meereis im Sommer in Folge des Klimawandels drastisch zurück. Dadurch sind einst unzugängliche Seewege inzwischen im Sommer regelmäßig befahrbar. Die Nordostpassage ist ein Seeweg im Nordpolar-meer entlang der Nordküste Eurasiens, der Atlantik und Pazifik verbindet. Dieser Seeweg ist rund 6.000 km kürzer als der traditionelle Seeweg von Asien nach Europa über den Suezkanal.

Alternativen:

- Es kann ein stärkerer Effekt auf das Umschlagsvolumen und die Hinterlandverkehre der deutschen Seehäfen angenommen werden.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

Nordostpassage



Quelle: Süddeutsche Zeitung 23. August 2018, Schifffahrt

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-4: Entwicklung der „Neuen Seidenstraße“

Auswirkungen: geringe Auswirkungen auf das Volumen der Seetransporte

Vorschlag:

- Der Ausbau der „Neuen Seidenstraße“ wird von China in den kommenden Jahren fortgesetzt. Dies führt zu einer Verlagerung von Verkehren zwischen China und Europa vom Seeschiff auf die Bahn und zu einer deutlichen Reduktion der Transportzeiten gegenüber dem Seeverkehr auf ca. 14 bis 20 Tage (Seeweg ca. 35 Tage). Das Transportvolumen auf der Schiene wird aber auch in Zukunft gegenüber dem seewärtigen Transportvolumen relativ gering sein.



Quelle: Süddeutsche Zeitung 23. August 2018, Schifffahrt

Begründung:

- Seit 2013 strebt die Volksrepublik China eine Renaissance des historischen Transportnetzwerkes über den Landweg unter den Namen „One belt, one road“(OBOR) bzw. „Belt and Road Initiative“ (BRI) an. Die neuen Landwege sind allerdings aufgrund höherer Kosten vor allem für hochwertigere Wirtschaftsgüter geeignet.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-5: Entwicklung der **Schiffsgrößen** und **Hafeninfrastruktur** / **Schiffahrtsrouten** Hafenwettbewerb

Auswirkungen: mittlere Auswirkungen auf Umschlagsvolumen, Wettbewerbsfähigkeit und Hinterlandverkehre

Vorschlag:

- Die Schiffsgrößen werden auch in Zukunft weiter zunehmen. Dies gilt in unterschiedlichem Maße für die verschiedenen Schiffstypen (Containerschiffe, Bulker etc.). Infolgedessen werden die Wasserstraßen und Hafeninfrastrukturen angepasst.
- Um dem Wachstum der Schiffsgrößen gerecht zu werden, werden alle Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) der Kategorien VB, VB-E und FD bis 2040 realisiert.

Begründung:

- Große Reedereien werden weiter versuchen, Transportkosten durch Nutzung immer größerer Schiffe und den damit verbundenen Economies of Scale zu senken. Wann die Grenzen dieses Wachstums erreicht sind, ist nicht abzusehen. Die größten Containerschiffe können inzwischen fast 24.000 TEU (Twenty-foot equivalent unit = 20-Fuß-Standardcontainer, HMM Algeciras und MSC Gülsün) aufnehmen. Schiffe bis 30.000 TEU (Malacca-max) sollen in Planung sein.

Alternativen:

- Europäische Häfen schließen sich zusammen und verweigern die Abfertigung immer größerer Schiffe. Realisierung sehr unwahrscheinlich.

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BMDV

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-6: Flughafen-Infrastruktur Inland

Auswirkungen: für den Luftverkehr beträchtlich (Verkehrsmittelwahl); insbesondere im Drehkreuzverkehr

Vorschlag:

- konsistent zu den Annahmen bei der Bundesverkehrswegeplanung alle Maßnahmen, für die Baurecht besteht, oder für die derzeit Planfeststellungsverfahren (PFV) durchgeführt werden; im Einzelnen (hier nur nachfragerrelevante Hauptmaßnahmen aufgelistet):
 - Frankfurt/Main (FRA): Terminal T3 vollständig, Kapazität künftig bis zu 126 Flugbewegungen/h (gemäß PFB)
 - München (MUC): Ausbau Terminal T1, 3. Startbahn (Kapazität 120 Flugbewegungen/h) (gemäß PFB); kein ICE-Anschluss, aber weitere überregionale Flughafen-Express-Verbindungen
 - Berlin (BER): Errichtung der planfestgestellten Terminal T3 und T4 (zusammen bis zu 21 Mio. Passagiere pro Jahr); dann Schließung Terminal T5 (SXF alt)
 - Düsseldorf (DUS): technische Kapazität (ca. 60 Flugbewegungen/h) kann in 50 % der Tagesstunden genutzt werden (heute nur 45 Flugbewegungen/h, PFV vor dem Abschluss)
 - Köln-Bonn (CGN): Erweiterung der Fracht-Vorfelder (PFV vor dem Abschluss)
 - Leipzig-Halle (LEJ): Erweiterung des Haupt-Fracht-Vorfeldes (PFV läuft)
 - Stuttgart (STR): Fernbahnanschluss im Zuge Stuttgart 21
- intermodale Verknüpfungen mit den Fernverkehrsnetzen der Bahn: über die genannten hinaus keine zusätzlichen vor 2050 (vgl. TEN-V 2019 Nr. 1315/2013 Kap. 3 Art. 41 Abs. 3 (betrifft u.a. Zielsetzung für BER, HAM, FRA, CGN, DUS, STR, MUC))

Begründung:

- verkehrliche Notwendigkeit der Maßnahmen ist nachgewiesen und größtenteils gerichtlich bestätigt

Alternativen:

- Gegebenenfalls weitere ICE-Anschlüsse (München, Berlin, Düsseldorf, bei letzteren ist Infrastruktur vorhanden) als Voraussetzung für die Vermeidung von Inlandsflügen

Quelle: Ausbauplanungen der Flughäfen

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-7: Flughafen-Infrastruktur Ausland

Auswirkungen: im Luftverkehr im grenznahen Raum und im Drehkreuzverkehr relevant, insgesamt gering (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- alle konkreten/realistischen Planungen, soweit hier von Bedeutung: im Einzelnen (hier nur Hauptmaßnahmen aufgelistet)
 - Amsterdam (AMS): Flughafen Lelystad (LEY) als integrierter Entlastungsflughafen für LowCost und Touristik
 - Brüssel (BRU): Fernbahnanschluss im Zuge des Diabolo-Projektes
 - London (LHR): 3. Startbahn (Kapazitätserhöhung auf bis zu 120 Flugbewegungen/h)
 - Kopenhagen (CPH): einzelne direkte Fernzüge von/nach Hamburg im Zuge der Fehmarnbelt-Querung
 - Zürich (ZRH): Kapazitätserhöhung auf 70 Flugbewegungen/h im Zuge des bundesweiten SIL-Planes
 - Basel/Mulhouse: Schienenanschluss (S-Bahn auch aus Deutschland) und Terminal-Ausbau
 - Wien (VIE): Parallelpiste (3.Piste mit Baurecht, Kapazität mind. 90 Flugbewegungen/h)
 - Prag (PRG): Parallelpiste (Kapazität über 80 Flugbewegungen/h), verbesserte Erreichbarkeit aus Ostdeutschland mit der Bahn
 - Warschau: Neuer Zentralflughafen Centralny Port Komunikacyjny (CPK) zwischen Warschau und Lodz mit bis zu 4 Start- und Landebahnen (Baugesetz liegt vor)
 - Istanbul (IST): 4. bis 6. Startbahn und 2. Terminal (über 150 Mio. Passagiere pro Jahr möglich)
 - Dubai (DWC): Ausbau von derzeit einer auf bis zu 7 Startbahnen, Terminalkapazität bis 160 Mio. Passagiere pro Jahr

Begründung:

- Anders als in Deutschland werden die Pläne meist verhältnismäßig zügig und konsequent umgesetzt, so dass sie für 2040 als realistisch anzusehen sind.

Alternativen: keine

Quelle: Ausbauplanungen der für Deutschland relevanten Flughäfen

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-8: Inlandsflüge

Auswirkungen: für den innerdeutschen und den Drehkreuzverkehr deutscher Flughäfen sehr wichtig (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: kein Verbot von Inlandsflügen; kein Verbot des Verkaufs innerdeutscher Flugrelationen

Begründung:

- Innerdeutsche Flüge dienen fast immer sowohl dem innerdeutschen Punkt-Punkt-Verkehr als auch dem Zubringerverkehr zu internationalen und interkontinentalen Flügen.
- Ein Verbot würde hauptsächlich zu einer Verkehrsverlagerung zu ausländischen Drehkreuzen und zu grenznahen ausländischen Flughäfen und kaum zu weniger Flügen insgesamt führen.

Alternativen:

- Gegebenenfalls weitere ICE-Anschlüsse (München, Berlin, Düsseldorf, bei letzteren ist Infrastruktur vorhanden) als Voraussetzung für eine Verringerung von inländischem Luftverkehrsaufkommen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

6 Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen

Thema 6-9: Tendenzen im Angebot Luftverkehr

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Linie-/Netzwerke:
 - grundsätzliche Netzwerkstruktur der großen europäischen Airlines bleibt erhalten
 - Expansion der Golf-Carrier etwas verlangsamt, aber Turkish Airlines (über IST) aufgrund Flugrechten, flächendeckendem Punkt-Punkt-Aufkommen und Flugzeugeinsatz (Feeder-Verkehr mit Standard-Flugzeugen möglich) expansiv
 - Teildezentrales System der LH-Gruppe bleibt bestehen (FRA als Hub erster Ordnung, dazu MUC, ZRH, z.T. VIE, BRU)
 - BER kein erstrangiges Drehkreuz, aber als Hauptstadtflughafen mit guter Europa- und z.T. Interkont-Anbindung
 - zunehmend wirtschaftlich realisierbare Langstreckenflüge mit kleineren Flugzeugen (A321, 787, etc.) stärkt nicht-Hub-Flughäfen zu Lasten der Umsteigefunktion sekundärer Hub-Standorte
- Low Cost:
 - weiter überproportionales Wachstum aufgrund hoher Flexibilität
- Touristik / Sonstige:
 - nachfragegerechtes Wachstum, „ethnischer Verkehr“ als Wachstumsmarkt
- Cargo:
 - konventionelle Cargo auf Haupt-Passagierdrehkreuze (FRA, AMS, CDG u.a. sowie IST) konzentriert
 - dabei Frachter-Flotte vor allem in FRA
 - KEP-Verkehr (Kurier-, Express- und Paketdienste) mit eigenen Logistik Strukturen (Hauptdrehkreuze LEJ, CGN in Deutschland sowie Lüttich LGG und Paris CDG)
- Luftverkehrsabkommen/Flugrechte: Keine wesentlichen Änderungen

Begründung:

- unterschiedliche Wachstumsraten, aber Grund für Systemwechsel, auch unter Berücksichtigung von Corona, nicht ersichtlich

Alternativen: keine

Quelle: Studien der Gutachter für die Luftverkehrswirtschaft

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen**
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-1: Angebotsentwicklung Fernlinienbus

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: konsolidierte Entwicklung mit dem Markt

Begründung:

- Expansionsphase mit Erschließung des relevanten Marktes (ca. 2013 bis 2016) ist abgeschlossen, ebenso die Konsolidierungsphase (ca. 2016 bis 2018)
- Fernlinienbus bleibt auf den meisten Relationen preisgünstige Alternative zum Schienenpersonenfernverkehr
- Regionalverkehre wie heute nur dann im Angebot, wenn Teil von langlaufenden Linien

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsentwicklung gemäß Statistischem Bundesamt

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-2: **Angebotsentwicklung** kommunaler/regionaler ÖPNV

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: in Städten massiver Ausbau auf allen Ebenen:

- (kurz- bis mittelfristig möglicher) Ausbau der Linienbusangebote: zusätzliche Linien, Schnell-/ Expressbuslinien, Taktverdichtung und Beschleunigungsmaßnahmen (Thema 3-9); in Randbereichen (räumlich wie zeitlich) Ergänzung durch Bedarfsverkehre
- (mittelfristig möglicher) Ausbau Tram- und Stadtbahnen (ggf. auch Seilbahnen): Planung und Bau zusätzlicher Linien, Taktverdichtung und Beschleunigung sowie ggf. Kapazitätshöhung (längere Züge) auf bestehenden Linien
- Ausbau U-Bahn, S-Bahn, Regionalverkehr: soweit möglich Taktverdichtung und Kapazitätserhöhung; aufgrund langer Planungs- und Bauzeiten (ca. 20 Jahre für größere Schienenprojekte) sowie hohem Finanzierungsbedarf werden nur neue Schienenprojekte in der Prognose berücksichtigt, die sich zumindest in Vorplanung/Detailplanung befinden. Systemische Betrachtung, keine Einzelprojektanalyse.
- auf dem Land: bedarfsgerechter Ausbau als Alternative zum MIV, Ergänzung durch Bedarfsverkehre

Begründung:

- notwendig zur Erreichung der Verkehrs- und Klimaziele, teilweise bereits laufende Planungen im Rahmen kommunaler Verkehrswende

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung auf der Basis zahlreicher Studien der Gutachter für Kommunen

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-3: Ridesharing-Dienste („Linienbedarfsverkehre“)

Auswirkungen:

- trägt in Maßen zu Attraktivitätssteigerungen des Öffentlichen Verkehrs bei, insgesamt gering (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Ergänzung des bestehenden, konventionellen Öffentlichen Verkehrs („letzte Meile“)
- vor allem in der Spätverkehrszeit, am Stadtrand sowie im ländlichen Raum von Bedeutung
- Wirtschaftlichkeit stark eingeschränkt, d.h. Zuschussbedarf bzw. Integration in Tarifsysteme des Öffentlichen Verkehrs

Begründung:

- Anfängliche Erwartungen haben sich nicht erfüllt.
- solange Fahrer erforderlich sind, ist eine Wirtschaftlichkeit bei im Öffentlichen Verkehr üblichen Preisen oder leicht darüber kaum zu erwarten

Alternativen:

- Durch Integration der Fahrdienste (z.B. UBER, ggf. Taxi, siehe Thema 7-5) Ausweitung des Ridesharing mit der Folge von Attraktivitätssteigerungen im Öffentlichen Verkehr (letzte Meile), aber ggf. auch Konkurrenz
- ggf. Beitrag zur Reduzierung privaten Pkw-Besitzes in Städten (vgl. Thema 2-4 „Pkw-Besitz“)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-4: Carsharing

Auswirkungen: gering (Verkehrsaufkommen, wird vielfach überschätzt)

Vorschlag:

- Weitere Zunahme auf niedrigem Niveau
- Details regelt die Bestandsprognose (Niveau und Antriebsartenstruktur)

Begründung:

- Einerseits nehmen Flottengrößen und Mitgliederzahlen von Carsharing-Anbietern seit Jahren kontinuierlich zu. Durch die Digitalisierung (App-basierte Nutzung z.B. ohne Hinterlegung Schlüssel, flexible Buchung, GPS-Ortung etc.) bieten sich zusätzlich sowohl neue Möglichkeiten für stationsbasiertes Carsharing als auch für Free-Floating-Ansätze sowie für eine Kombination dieser.
- Jedoch lassen sich selbst in den deutschen Großstädten, die aufgrund der Bevölkerungsdichte und Knappheit an privaten Stellplätzen für Carsharing-Nutzung am ehesten prädestiniert wären, an weiter kontinuierlich steigenden Zahlen von Pkw-Bestand und Pkw-Dichte bislang keine reduzierenden Effekte der Sharing-Ansätze ablesen (vgl. Thema 2-4 „Pkw-Besitz“).
- Fahrzeuganzahl (2019):
Carsharing: 24.400 (0,05 % des Pkw-Gesamtbestands); Taxi (mit Fahrservice): 93.000; konventioneller Mietwagen (Selbstfahrer): 229.000
→ auch im Vergleich mit anderen Formen des MIV-Mietverkehrs hat Carsharing insgesamt eine untergeordnete Rolle
- Umsatz und geschätzte Verkehrsleistung 2019:
 - Carsharing: 400 Mio.EUR/0,8 Mrd. Fzg.-km (= 0,1 % der Fahrzeugfahrleistung),
 - dagegen Taxi (mit Fahrservice): 4,9 Mrd.EUR/ca. 3 Mrd. Fzg.-km,
 - konventioneller Mietwagen: 15,4 Mrd.EUR/>20 Mrd. Fzg.-km

Alternativen: Nutzung von Mietfahrzeugen (mit und ohne Fahrer) setzt sich mit Kohorten-Effekt in Städten vermehrt durch

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Umsatz und Verkehrszahlen nach Angaben der jeweiligen Verbände

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-5: Neue Fahrservice-Angebote/UBER (Ride-Hailing)

Auswirkungen: Stärkung „Fahrservice-Angebot“ (insgesamt nur im Kurzstreckenverkehr von Bedeutung)

Vorschlag:

- setzt sich wie in anderen Ländern durch
- Fahrservice-Beförderungen (heute weitestgehend Taxi) werden deutlich günstiger (Annahme: Kilometerpreis ggü. heutigem Taxi-Preis um ein Drittel günstiger)
- ausschließlich Kurzstrecken-Verkehr

Begründung:

- international, auch in einigen Nachbarländern wie Frankreich, fest etabliert; in Europa aber höhere Sicherheits- und Arbeitsschutz-Auflagen als anderswo, daher Preisdifferenz zu herkömmlichen Taxis geringer
- in Kombination mit Auflagen (siehe Paris) ggf. Auswirkungen auf Antriebsartenstruktur

Alternativen:

- Nutzung von Mietfahrzeugen (hier mit Fahrer) setzt sich mit Kohorten-Effekt in Städten vermehrt durch (vgl. Thema 2-4 „Pkw-Besitz“).

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-6: Förderung (privater) Fahrgemeinschaften

Auswirkungen: gering bei anlassbezogenen Fahrgemeinschaften (Verkehrsmittelwahl, Besetzungsgrad, Verkehrsaufkommen)

Vorschlag: keine spezifischen Maßnahmen unterstellen

Begründung:

- Vermittlungs-Plattformen (BlaBlaCar, fahrgemeinschaft.de usw.) sind in ausreichendem Maße vorhanden;
- Parkplätze an Autobahn-Zufahrten meist auch
- Nutzung der Möglichkeiten ist vor allem eine Frage der Parkplatz-Verfügbarkeit und Park-Kosten am Ziel sowie der Nutzerkosten und der Pkw-Verfügbarkeit

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-7: Ausbau P+R und B+R

Auswirkungen: gering (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- P+R (Park + Ride): weiterer Ausbau ohne erhöhte Dynamik, d.h. bei bestehenden Anlagen größere Kapazitäten, z.T. neue Anlagen
- B+R (Bike + Ride): insbesondere an Schnellbahnstationen neue Anlagen mit höheren Kapazitäten und mehr Komfort (Überdachung, Sicherheit/Abschließbarkeit, Service, etc.), dadurch ggf. Einfluss auf Einzugsgebiete von Stationen weil z.B. auch teurere E-Bikes am Bahnhof abgestellt werden können

Begründung:

- weiterer Ausbau P+R-Anlagen in den Stadtrandgebieten
- weiterer Ausbau B+R-Anlagen an Bahnhöfen und Stationen des Öffentlichen Personennahverkehrs

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-8: Ausbau **innerörtliches** und **überörtliches Radwegenetz**

Auswirkungen: für den Radverkehr hoch (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- erheblicher Ausbau innerstädtischer Radwegenetze sowie überörtlicher Radwegenetze inklusive Radschnellwege
- Verstärkung geschützter Radstreifen (sog. Pop-up-Radwege)
- Einrichtung Fahrradstraßen und Öffnung Einbahnstraßen
- Umwidmung von Pkw-Fahrspuren/Kfz-Stellplätzen
- Ausbau Fahrradabstellanlagen/Einrichtung Fahrradparkhäuser

Begründung:

- allgemein akzeptiertes Werkzeug der Verkehrswende
- laufende Planungen in den meisten Kommunen, laufende Förderprogramme auf Bundes- und Länderebene
- jeweils systemische Betrachtung nach Gebietstypen

Alternativen: keine, da schon hohes Aktivitätsniveau

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-9: Weiterentwicklung **E-Scooter** (Elektro-Tretroller, -Kleinstfahrzeuge)

Auswirkungen: gering (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: Durchdringung in Großstädten wie im Status quo, aber keine Nutzung als Alternative zum Pkw

Begründung:

- E-Scooter werden hauptsächlich für die sogenannte letzte Meile oder in kleineren Entfernungsbereichen eingesetzt.
- Die zurückgelegten Entfernungen liegen aktuell bei durchschnittlich 2 bis 3 km, die Höchstgeschwindigkeit liegt bei maximal 20 km/h. Daher ist nicht zu erwarten, dass Pkw-Fahrten durch E-Scooter ersetzt werden, sondern hauptsächlich Wege, die ansonsten zu Fuß, per Fahrrad oder mittels Kurzstreckenfahrten im ÖPNV zurückgelegt werden würden.
- Das Umweltbundesamt (UBA) kommt aktuell zu dem Ergebnis, dass elektrische Tretroller keinen Gewinn für die Umwelt darstellen.

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [UBA 2021]

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-10: Förderung Fußverkehr

Auswirkungen: gering (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Maßnahmen zur Förderung des Fußverkehrs inkl. Berücksichtigung der Wegeverkürzung („Fußwegenetze“)
- Erhöhung von Sicherheit und Aufenthaltsqualität in Städten wird unterstellt.

Begründung:

- zunehmender Ausbau Fußverkehr/Förderung von Nahmobilität in vielen Kommunen
- Fußwegeverkürzung durch Querungshilfen, „Durchschlupfe“, Fußgänger- und Radverkehrsbrücken, zusätzliche lichtsignalgesteuerte Übergänge über Hauptverkehrsstraßen

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

7 Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot

Thema 7-11: **Paket- und Gütertransport im ÖV** (Linienbusse, kommunale Bahnen)

Auswirkungen: gering (Verkehrsleistung Straßengüterverkehr)

Vorschlag: wird nicht berücksichtigt

Begründung:

- Grundsätzlich existieren außer ersten Pilotprojekten keine ausgereiften Konzepte, wie Güter mit Nahverkehrsmitteln im Stadtgebiet transportiert und ggf. auch verteilt werden können.
- Aktuell nicht erkennbar, wie flächendeckend sinnvolle Konzepte daraus entwickelt werden können.
- Bei der (zunehmend, siehe Thema 7-2) engen Taktung und hohen Besetzung innerstädtischer Linien im Öffentlichen Personennahverkehr sind derartige Konzepte in Städten tagsüber unrealistisch. Allenfalls in Tagesrandzeiten und in peripheren Regionen denkbar.

(Siehe überregionale Buslinien in Skandinavien mit Paketbeförderung; dabei handelt es sich aber um sehr dünn besiedelte Gebiete und langlaufende Linien; Übertragbarkeit auf Deutschland kann bezweifelt werden, zumal diese Konzepte auch in Skandinavien in Ballungsräumen und größeren Städten nicht zum Einsatz kommen.)

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung**
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

8 Technologieentwicklung

Thema 8-1: THG-Emissionen der Stromerzeugung

Auswirkungen:

- Für die Verkehrsnachfrage sehr gering, für die CO₂-Emissionen sehr hoch
- Im Grunde kein Technologie-Thema, sondern Prämisse zur Energieträgerstruktur der Stromerzeugung
- Teilweise abhängig von den Ergebnissen der Verkehrsprognose (z.B. E-Motorisierung)

Vorschlag:

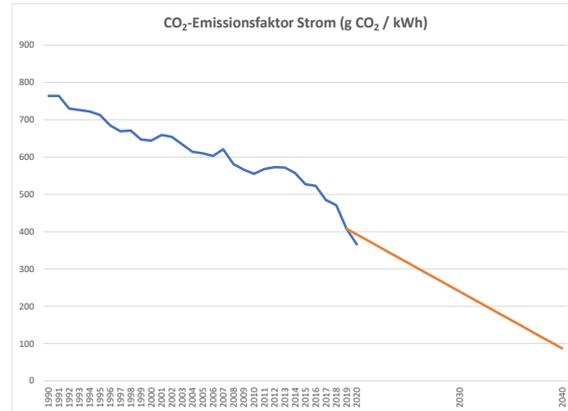
- Rückgang von 415 g/kWh (2019; 2020 ist pandemiebedingt verzerrt) auf 87 g/kWh im Jahr 2040 (vgl. Abb.)

Begründung:

- Setzung der Energieträgerstruktur gemäß Projektionsbericht 2021 für Deutschland (vgl. Tab.)

Alternativen: keine mit vergleichbar abgesicherter Quelle

Quelle: [Öko-Institut et al. 2021]



Quelle: Analyse gemäß UBA 2021, Prognose gemäß Projektionsbericht 2021

	Anteil an Erzeugung (%)	
	2019	2040
Braunkohle	18,8	0
Steinkohle	9,5	0
Erdgas	14,8	15
Öl	0,8	0
Kernenergie	12,4	0
Erneuerbare	39,6	82
Sonstige	4,2	2
Insg.	100	100

8 Technologieentwicklung

Thema 8-2: Reichweitenentwicklung Batterien / Ladeinfrastruktur

Auswirkungen: für die Verkehrsnachfrage gering, für die CO₂-Emissionen mittel (indirekt)

Vorschlag:

- vollständige Auflösung der im Pkw-Bereich bestehenden limitierenden Effekte auf die Nachfrage nach BEV-Pkw, d.h. Entwicklung eines bedürfnisgerechten Fahrzeugangebots durch die Automobilindustrie bis 2030

Begründung:

- Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs ist zentraler Bestandteil der Klimaschutzpläne
- zentral für die Entwicklung der Antriebsartenstruktur

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-3: **Motorentechnologie**: Kosten und Verbräuche (Pkw)

Auswirkungen: Für die Verkehrsnachfrage mittel, für die CO₂-Emissionen sehr hoch

Vorschlag:

- Kosten für im Jahr 2040 am Markt angebotene Fahrzeuge bleiben im Vergleich zu heute (real) konstant (zu Flottenverbräuchen vgl. Thema 9-5)

Begründung:

- Unter anderen Annahmen wäre eine Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs (2030 15 Mio. E-Pkw laut Koalitionsvertrag) schwer vorstellbar

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [Koalitionsvertrag 2021]

8 Technologieentwicklung

Thema 8-4: Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich:

Einsatz von Liquefied Natural Gas (LNG-) Lkw

Auswirkungen: wirkt sich auf die Kostenstruktur im Lkw-Einsatz und damit auf den Modal Split aus

Vorschlag: Neuzulassungszahlen von LNG-Lkw weitgehend zurückgefahren zugunsten lokal emissionsfreier Antriebstechnologien, aber noch LNG-Lkw im Bestand zu berücksichtigen

Begründung:

- weisen Mehrkosten gegenüber Diesel-Lkw von ca. 30 – 35 % in der Anschaffung auf
- leicht niedrigerer Verbrauch von LNG ggü. Diesel: 25 kg / 100 km
- LNG weist zwar rd. 25 % niedrigere CO₂-Emissionen als Diesel auf, aber bei Berücksichtigung von indirekten Emissionen keine Klimavorteile ggü. Diesel-Lkw (International Council on Clean Transportation (ICCT) , Öko-Institut, Decarbonization of road- freight transport and the role of LNG from a German perspective, Freiburg, Berlin 2020)
- kommt daher langfristig als alternative und zukunftsfähige Lösung nicht in Frage

Alternativen: keine

Quelle: ICCT, Öko-Institut

8 Technologieentwicklung

Thema 8-5: Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich: Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) bis 26 t zGG

Auswirkungen: wirkt sich auf die Kostenstruktur im Lkw-Einsatz und damit auf den Modal Split aus

Vorschlag: maßgebliche Technologie künftiger Lkw-Generationen, insbesondere im Nah- und Regionalverkehr

Begründung:

- mehrere Lösungen an BEV-Lkw mit kleineren Reichweiten für den Regional- und Fernverkehr bereits in Sicht
 - Mercedes e-Actros (400 km; 25 t zGG geht in Serienproduktion)
 - MAN eTGM (200 km; 26 t zGG ab 2024 in Serie)
 - SCANIA (250 km; 29 t zGG)
 - RENAULT Trucks (300 km; 26 t zGG)
 - DAF, VOLVO, etc.
- Verbrauch liegt zwischen 100 und 120 kWh pro 100 km
- Preisrichtwert für die Anschaffung: aktuell 2-3 mal mehr als ein Diesel-Lkw; zwischen 250 und 450 TEUR
- Der International Council on Clean Transportation (ICCT) und die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS) rechnen im Zeitverlauf bei Serienproduktion mit einer Halbierung der Anschaffungskosten.
- Lösungen eignen sich für kleinere Sendungsgrößen sowie für den Nah- und Regionalverkehr bis 400 km (75 % bis 80 % des Gesamtmarktes nach Verkehrsleistung deutscher Lkw)

Alternativen: keine

Quelle: ICCT, MKS

8 Technologieentwicklung

Thema 8-6: Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich:

Einsatz von Battery Electric Vehicles (BEV) über 26 t zGG

Auswirkungen: wirkt sich auf die Kostenstruktur im Lkw-Einsatz und damit auf den Modal Split aus

Vorschlag: trotz Reichweitenproblematik, Ladedauer und Batteriegewicht / -volumen maßgebliche Zukunftstechnologie

Begründung:

- Fahrzeuge >26 t zGG werden im Fernverkehrsbereich zu über 75 % eingesetzt (eigene Schätzung nach TREMOD)
- aktuell noch keine geeignete Lösung in Sicht
- mehrere Unternehmen arbeiten an geeigneten Lösungen; DAIMLER zieht sich aus diesem Segment zurück und konzentriert sich auf Wasserstoff-betriebene Lkw
- Entwicklungsprobleme: Batteriegröße und -gewicht, Reichweite, Ladezeit der Batterie, Anschaffungskosten
- Am weitesten ist die Entwicklung beim TESLA Semi Truck, jedoch besteht hohe Unsicherheit hinsichtlich der Angaben:
 - 40 t-Variante mit bis zu 1.000 km Reichweite
 - Produktionsstart sollte 2017 sein, seit Mitte 2021 wird in Amerika an dem Truck gearbeitet, erste Auslieferungen werden Mitte 2022 erwartet (für PEPSI)
 - Nutzlastverlust durch große Batterie max. 2-2,5 t, genannte Beladungszeit der Batterie 80 % in 30 Minuten
- Voraussichtliche aktuelle Anschaffungskosten > 450.000 EUR; TESLA bietet seinen Semit Truck für angeblich 150.000 EUR an – Neupreis der TESLA Pkw-Modelle S und X liegt bei 105.000 EUR bzw. 115.000 EUR
- aktuell noch keine fernverkehrsrelevante Lösung in Sicht – Wirtschaftlichkeit bei hohen Anschaffungskosten unklar

Alternativen: keine

Quelle: TREMOD

8 Technologieentwicklung

Thema 8-7: Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich:

Einsatz von Wasserstoff-Lkw (H₂-Lkw) über 26 t zGG

Auswirkungen: wirkt sich auf die Kostenstruktur im Lkw-Einsatz und damit auf den Modal Split aus

Vorschlag: Wasserstoff zum Betrieb von Lkw wird 2040 knapp und teuer sein, dennoch berücksichtigen

Begründung:

- Aktuell nur 25 t Brennstoffzellen-Lkw (HYUNDAI Xcient Fuell cell) mit Reichweite von 400 km und Verbrauch von 8 kg pro 100 km – Verkaufspreis nicht offengelegt; wird auf 250.000 EUR geschätzt
- Serienproduktion gestartet, sieben Fahrzeuge bereits in der Schweiz in Betrieb. 50 weitere sollen folgen - bis 2025 sollen bis zu 1.600 produziert (verkauft) werden
- keine geeignete Lösung für Fernverkehrsbereich bzw. 40 t in Sicht
- mehrere Unternehmen arbeiten allerdings an Lösungen; DAIMLER, VOLVO, HYUNDAI, NIKOLA
- Entwicklungsprobleme:
 - Anschaffungskosten: für 40 t-Fahrzeuge werden die Anschaffungskosten zwischen 500 und 600 TEUR geschätzt, der NIKOLA One soll nach Unternehmensangaben um die 420.000 USD kosten
 - Derzeitige Wasserstoffkosten von 9,5 EUR (brutto) pro kg führen zu Betriebskosten von 76 EUR/100 km (brutto)
 - nach Überschlagsrechnungen ist die Wirtschaftlichkeit auch bei einem Wasserstoffpreis von ungefähr 4,0 EUR/kg (netto)(siehe Thema 8-9) und voraussichtlicher Halbierung der Anschaffungskosten gerade an der Grenze zu Diesel-Lkw
 - weitere Voraussetzung: keine Energiebesteuerung des im Verkehr eingesetzten Wasserstoffs
- aktuell keine fernverkehrsrelevante Lösung in Sicht – Wirtschaftlichkeit bei hohen Anschaffungskosten und Treibstoffkosten unklar

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-8: Entwicklung von alternativen Antrieben im Lkw-Bereich:

Einsatz von Oberleitungshybriden (OH-Lkw) über 26 t zGG

Auswirkungen: wirkt sich auf die Kostenstruktur im Lkw-Einsatz und damit auf den Modal Split aus

Vorschlag: derzeit keine Bereitstellung der Infrastruktur durch den Bund mit ausreichender Netzabdeckung absehbar

Begründung:

- Hybrid-Lösung aktuell im Modellversuch
- bestehende Lösung vorhanden; Siemens gibt an, in Serienfertigung für die erforderlichen Anlagen gehen zu können
- neben dem Diesel-Hybrid ist das System erweiterbar auf Hybride mit batterieelektrischen und anderen Lösungen
- Ifeu, PTV, Fraunhofer zum Modellversuch: „Gegenwärtig liegen die Vollkosten für Oberleitungs-Lkw noch etwas über den Kosten von Diesel-Lkw.“ Technologie somit wirtschaftlich (ohne Berücksichtigung von Infrastrukturkosten)
- Umsetzungsprobleme:
 - Infrastrukturnetz fehlt: Vollständiger Autobahn-Netzausbau kostet 30-40 Mrd. EUR.
Alternativrechnung: in Deutschland sind 5,7 Mio. Lkw zugelassen, davon rd. 650.000 Lkw >10 t zGG; bei einer Förderung von mindestens 50.000 EUR je Lkw (sehr niedriger Wert) für den Wechsel auf batteriebetriebene Lkw würden Förderkosten von 32,5 Mrd. EUR anfallen.
 - Auslandskompatibilität: in Schweden wird ein elektrifizierter Autobahnabschnitt zwischen Örebro und Hallsberg gebaut, Dänemark prüft die Verbindung Öresund – Fehmarn. Machbarkeitsstudien und Modellprojekte im Vereinigten Königreich, in den Niederlanden, in Ungarn, Spanien, Polen. In Kanada wurde ein Modellversuch über 1.500 km E-Highway positiv beurteilt.

Alternativen: Unterstellung eines Ausbaus des Oberleitungsnetzes auf BAB

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [Koalitionsvertrag 2021]

8 Technologieentwicklung

Thema 8-9: Wasserstoffbedarf und Inlandsproduktion, Elektrolysekapazitäten

Auswirkungen: hoch

- Wasserstoff ist ein zentraler Baustein der Klimapolitik.
- Wasserstoff ist sowohl für die Entwicklung der Industrie als auch für den Verkehrssektor relevant.

Vorschlag:

- Wasserstoffbedarf 240 TWh, davon 130 TWh über Importe und 110 TWh eigene Kapazitäten
- 305 TWh PtL Nachfrage, davon 295 TWh PtL über Importe
- Erzeugungskosten für H₂ im Jahr 2040 Basisprognose: 3,0 USD/kg

Begründung:

- Die Annahmen zum Verbrauch folgen den Klimapfaden des Bundesverbandes der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (vgl. [BCG 2021]).
- Der Preis ist aus den Szenarien der International Energy Agency abgeleitet.

Alternativen:

- andere Erzeugungskosten für H₂

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [BCG 2021], [IEA 2021]

8 Technologieentwicklung

Thema 8-10: **Autonomes Fahren Pkw**: Marktreife und Marktdurchdringung

Auswirkungen: potenziell hoch (Fahrleistung und Verkehrsmittelwahl; Wechselwirkungen zu Verkehrsprognose 2040 Facheil 3 „Straßenverkehrsprognose“, Kapazitäten im Straßennetz)

Vorschlag:

- bis 2040 keine Marktdurchdringung bzgl. Stufe 4 und damit auch keine signifikanten verkehrlichen Wirkungen (Nachfrage) – aber komfortableres und sichereres Fahren auf Autobahnen

Begründung:

- Aus heutiger Sicht erscheint es nicht realistisch, dass die Technologien der Stufe 4 über Pilotprojekte hinaus nicht nur eine ausreichende Marktreife inkl. Berücksichtigung rechtlicher Aspekte erlangen, sondern auch bereits eine hinreichende Marktdurchdringung erzielen, um verkehrliche Wirkungen zu entfalten.

Alternativen:

- Unterstellung einer schnelleren technologischen Entwicklung und Marktdurchdringung mit entsprechenden Einflüssen auf die Verkehrsmittelwahl, jedoch nur auf freier Strecke auf BAB (Stärkung des Pkw-Verkehrs bezogen auf die Verkehrsleistung durch Komfortaspekte), nicht aber im städtischen Verkehr und keine nennenswerten Kapazitätswirkungen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-11: **Autonomes Fahren Lkw**: Marktreife und Marktdurchdringung

Auswirkungen: mittel auf die Verkehrsnachfrage, hat Einfluss auf den Modal-Split; mit Wechselwirkungen zu Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“ bezüglich angenommener Kapazitäten im Straßennetz

Vorschlag:

- bis 2040 keine Marktdurchdringung

Begründung:

- Aus heutiger Sicht erscheint es nicht realistisch, dass diese Technologien über Pilotprojekte hinaus nicht nur eine ausreichende Marktreife inkl. Berücksichtigung rechtlicher Aspekte erlangen, sondern auch bereits eine hinreichende Marktdurchdringung erzielen, um verkehrliche Wirkungen zu entfalten.

Alternativen:

- Unterstellung einer schnelleren technologischen Entwicklung und Marktdurchdringung mit entsprechenden Einflüssen auf die Verkehrsmittelwahl, jedoch nur auf freier Strecke auf Autobahnen (mit Fahrerbetriebsübernahme an Schnittpunkten zum übrigen Straßennetz)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-12: Ausbau **Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA)** und Infrastruktur (Strecken und Netze) für **automatisiertes Fahren**

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl; mit Wechselwirkungen Verkehrsprognose 2040 Fachteil 3 „Straßenverkehrsprognose 2040“, Kapazitäten im Straßennetz)

Vorschlag:

- Autobahn-Netz auf allen relevanten Abschnitten und hochrangiges Bundesfernstraßen-Netz auf ausgewählten Abschnitten mit Verkehrsbeeinflussungsanlagen ausgestattet

Begründung:

- positive Auswirkungen auf Verkehrsfluss, vergleichsweise geringe Kosten

Alternativen:

- in Abhängigkeit der Marktdurchdringung des autonomen Fahrens bei den Fahrzeugen zusätzlich Ausbau der ortsfesten Infrastrukturen zum autonomen Fahren

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-13: Automatisiertes Fahren Eisenbahn

Auswirkungen: gering hinsichtlich des Modal-Split und der Verkehrsnachfrage; mit Wechselwirkungen zu Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

Vorschlag:

- Der erforderliche ETCS-Ausbau ist zunächst nur auf das öffentliche Netz der DB AG konzentriert. Es fehlen, insbesondere beim Güterverkehr, zahlreiche Nebenanschlüsse und Anbindungen an private Verladeanlagen.
- Auch liegt der Anreiz zum autonomen Fahren eher bei den Eisenbahninfrastruktur- (EIU) als bei den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU).

Begründung:

- Umsetzungsmöglichkeiten erst nach flächendeckender ETCS-Umsetzung möglich
- Unternehmensspezifisch ist der Anreiz bei den transportdurchführenden Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) wegen der niedrigen Personalkosten gering.
- Wenn überhaupt, entstehen Vorteile durch entfallende Personalwechsel und den damit verbundenen Flächen- und Gleiserfordernissen in den Knoten, diese liegen jedoch in der Zuständigkeit der Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU), welche jedoch ihrerseits keinen Einfluss auf das Fahrgerät haben.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Verkehrsprognose 2040 Fachteil 4 „Eisenbahnverkehrsprognose 2040“

8 Technologieentwicklung

Thema 8-14: Digitaler Kundenzugang (Personenverkehr)

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl; Reduktion Zugangswiderstand zum Öffentlichen Verkehr)

Vorschlag:

- durchgängiges kundenfreundliches E-Ticketing, und zwar Anbieter-, Verkehrsmittel- und Länderübergreifend einschließlich komplementärer Leistungen (Sitzplatz, Service usw.); zuverlässige Echtzeitinformation über Auslastung, auch z.B. innerhalb von Zügen, verkehrsmittelübergreifende Alternativangebote bei Störungen usw.; kann zur Verbesserung der Zuverlässigkeit genutzt werden; „Datenhoheit“ weitgehend bei den ÖV-Unternehmen → insgesamt geringerer Zugangswiderstand

Begründung:

- Technologie weitgehend schon vorhanden, wird zunehmend umfassender und zuverlässiger; umfassende Verbesserung der Zuverlässigkeit bedarf aber vor allem Infrastruktur-Maßnahmen, Betriebsreserven und Resilienz

Alternativen:

- Verkehrsmittel- und Anbieter-übergreifende „Verkehrs-Vermittlung“ zunehmend durch eigene, privatwirtschaftliche Daten-Plattformen (wie booking.com etc. bei Hotels); ÖV verliert teilweise Datenhoheit (Annahme ist hier aber nicht zu empfehlen)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, VDV-Studie (Verband deutscher Verkehrsunternehmen) „Deutschland mobil 2030“

8 Technologieentwicklung

Thema 8-15: Entwicklung der **Technologie** im **Schienengüterverkehr**

Auswirkungen:

- Veränderung der Nutzerkosten, Kapazitätserhöhung, verbessertes Abbremsen, Zeiteinsparung digitale automatische Kupplung, europaweite Lokführerzulassung

Vorschlag:

- digitale automatische Kupplungen
- Automatisierung und Digitalisierung von Betriebs- und Anlagenprozessen in den neun Rangierzentren DB Netz
- Digitalisierung von Logistikprozessen
- Kapazitätseffekt des Einsatzes der digitalen automatischen Kupplung ca. 2 %

Begründung:

- in Kürze Pilotprojekte in Rangieranlagen
- Bei automatischer Kupplung ist mit einer Marktdurchsetzung zu rechnen.

Alternativen:

- Kapazitätserweiterung der Infrastruktur

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, BMDV – Masterplan Schienengüterverkehr, Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS); McKinsey – Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW (2018)

8 Technologieentwicklung

Thema 8-16: Entwicklung der Technologie im Luftverkehr

Auswirkungen: gering (Verkehrsmittelwahl) – betrifft zuvorderst die standortspezifische, evolutionäre Streckennetz-/Angebotsentwicklung

Vorschlag:

- Flugzeug-Größenentwicklung: mittel bis langfristig Stagnation
- Abfertigungsprozesse: keine wesentliche Änderung
- autonomes Fliegen: im Linienverkehr im Prognosezeitraum höchstens bei Cargo denkbar

Begründung:

- allgemein: lange Entwicklungszyklen, etablierte Schnittstellen zwischen Stakeholdern im Luftverkehrssystem und hohe Sicherheitsanforderungen lassen auch weiterhin nur eine langsame, evolutionäre Technologieentwicklung erwarten
- Regionalflugzeuge:
 - E-/Hybrid-Flugzeuge bei kleinen Regionalflugzeugen denkbar (auch im Cargo-Einsatz)
 - Single/Reduced-Pilot Operations denkbar – könnte Betriebskosten reduzieren
- Standardrumpfflugzeuge:
 - Erreichung eines neuen Effizienzsprungs mit von Grund auf neu entwickelten Flugzeugmustern bis 2040
 - operationelle Aspekte lassen im Kont-Verkehr auch weiterhin Single-Aisle-Konzepte bis ca. 200 Passagiere erwarten
- Langstrecken-/Widebody-Flugzeuge:
 - zunehmend auch effiziente Langstreckenflüge mit kleineren Widebodies neuer Technologie und Narrowbodies möglich
 - Double-Hubbing-Verbindungen nehmen deutlich ab
 - Neue Interkont-Verbindungen mit tendenziell größerer Regionalabdeckung/ Zielvielfalt (Sekundär-Hubs werden in ihrer Umsteigefunktion geschwächt, aufkommensstarke nicht-Hub-Flughäfen (z.B. DUS, BER, HAM) bekommen zusätzliche Interkont-Angebote)

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung auf der Basis zahlreicher eigener Studien für die Luftverkehrswirtschaft

8 Technologieentwicklung

Thema 8-17: **Flugtaxis** (Personenverkehr) und **Drohnen** (Güterverkehr)

Auswirkungen: gering (Verkehrsmittelwahl): begrenzte Auswirkungen denkbar auf Modal-Split im Flughafen-Zugang, punktuelle Alternative für Kurzstrecken-General Aviation

Vorschlag:

- kein wesentliches Substitutionspotenzial für (Linien-)Flugverbindungen ebenso wie im Zu-/Abgang von Flughäfen und für die Feinverteilung von Warensendungen

Begründung:

- Weiterentwicklung bis zu tatsächlicher Markteinführung und Marktentwicklung noch nicht absehbar
- Kostenstrukturen werden selbst bei autonom operierenden Systemen nicht unter die heutigen Kosten für individuelle Fahr- und Kurierdienste fallen. Damit ist auch künftig nicht von wesentlich steigenden Verkehrsanteilen individueller Transportangebote durch die technische Machbarkeit und Verfügbarkeit von Flugtaxis (Personenverkehr) und Drohnen (Kurier-, Express- und Paketdienste) auszugehen. (vgl. Taxi-Nutzung als Flughafenzubringer in Deutschland: ca. 10 % der Flugpassagiere)
- Märkte im interkontinentalen Ausland weisen aufgrund deren Regionalstrukturen deutlich höhere Potenziale im Vergleich zu Deutschland auf.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-18: Erhöhung der Treibstoffeffizienz im Luftverkehr

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl; sowohl im Kontext von Betriebskosten als auch Umweltwirkungen)

Vorschlag:

- Voranschreitende Flottendurchdringung aktueller Flugzeugmuster mit ca. 20 % höherer Treibstoffeffizienz gegenüber der 2019 noch vorherrschenden Bestandsflotte (Airbus neo, Boeing MAX, A350, B787, B777-8/9)
 - Die Flottenerneuerung geht notwendigerweise mit Kostensteigerungen in der Flugzeugtechnik einher, die über ansonsten abzuführende CO₂-Kompensationszahlungen etc. auf übergeordneter Ebene kompensiert werden.
- 2040: ca. 30 % gesteigerte Effizienz ggü. 2019 (flottenweit) + betriebliche Effizienzsteigerungen (weitere 10 %)

Begründung:

- Mit zunehmender Marktdurchdringung der seit ca. 2015 neu verfügbaren, effizienten Flugzeugmustern (vgl. A320neo, 737MAX, 787, A330neo, A350, 777-8/9) ist ggü. 2019 eine über 20 % verbesserte Treibstoffeffizienz erzielbar (überwiegend über Fortschritte in der Triebwerkstechnik).
- Bei künftigen Flugzeugmustern, deren Einführung nach 2035 ansteht, werden komplette Neuentwicklungen erwartet, die zusätzliche Steigerungen der Treibstoffeffizienz von über 30 % erwarten lassen.
- Nach 2035 wird ein weiterer Effizienzschub auf Basis künftiger Neuentwicklungen erwartet – sowohl mit weiter effizienzoptimierten konventionellen Triebwerken für Kerosin oder Sustainable Aviation Fuels (SAF, weiter um 30 % erhöhte Treibstoffeffizienz) als auch mit Elektro-Hybrid- und Wasserstoffantrieben. Zusätzlich könnten wasserstoffgetriebene Flugzeugmuster in der A320- und B737-Klasse Marktreife erlangen.
- Darüber hinaus sind (auch weiterhin) betriebliche Effizienzsteigerungen zu erwarten, die im Zeitraum bis 2030 insgesamt bis zu 8 % CO₂-Einsparungen ermöglichen dürften.

Alternativen: Langsamere Flottenerneuerung denkbar (z.B. durch Kostenbelastung des Luftverkehrs), aber unwahrscheinlich

Quelle: Gutachterliche Einschätzung u.a. auf der Basis der zum Thema 8-19 genannten Quellen

8 Technologieentwicklung

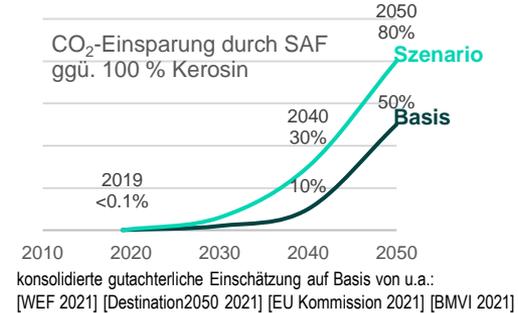
Thema 8-19: Verfügbarkeit/Einsatz von Sustainable Aviation Fuels (SAF)

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl)

- deutliche Erhöhung treibstoffbezogener Kosten, reduziert gleichzeitig CO₂-Kostenanteile
- **Vorschlag:** erwartete Umsetzung von (koordinierten) Beimischquoten in Abhängigkeit der Verfügbarkeit
- beinhaltet: CO₂-Einsparungspotenzial je nach SAF-Typ, Verfügbarkeit der Alternativen
- Konkurrenz mit anderen Verbrauchern (z.B. Straßengüterverkehr)

Begründung:

- SAF wird mittelfristig als Schlüssel auf dem Weg zum klimaneutralen Fliegen gesehen
- Um deren Einsatz anzukurbeln und damit die spezifischen Produktionskosten schnell zu senken, hat sich z.B. die Initiative "Clean Skies for Tomorrow" gegründet.
- Verschiedene Zielsetzungen forcieren den künftigen SAF-Einsatz i.d.R. über angestrebte Beimischquoten:
 - Zielsetzung "Clean Skies for Tomorrow"-Koalition (globale Luftverkehrsunternehmen): 2030: 10 % SAF
 - Zielsetzung "Destination 2050"-Strategie (europäische Luftverkehrsverbände): 2050: 83 % SAF
 - Zielsetzung "Fit for 55"-Paket (EU-Kommission): 2050: 63 % SAF
 - Zielsetzung "PtL-Roadmap" (nur E-Fuels, Bundesregierung): 2030: >200.000 t ≈ 2030: 3 % SAF
- Der Produktionshochlauf von SAF ist hierbei als kritisch anzusehen: Über die grundsätzlich ausreichende Verfügbarkeit klimaneutral und unter Vermeidung von Anbauflächenkonkurrenz bereitgestellter Primärenergie hinaus, gilt es die zunächst sehr hohen Produktionskosten durch steigende Absatzmengen zu senken.



Alternativen: Forcierte, d.h. beschleunigte Entwicklung

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [WEF 2021] [Destination2050 2021] [EU Kommission 2021] [BMDV 2021]

8 Technologieentwicklung

Thema 8-20: Automatisiertes Fahren Binnenschiff

Auswirkungen:

- gering hinsichtlich der Gesamtverkehrsnachfrage und des Modal-Split; mit Wechselwirkungen zu Verkehrsprognose 2040 Fachteil 5 „Binnenschiffverkehrsprognose 2040“
- höher hinsichtlich Entgegenwirken des Fachkräftemangels, geeignet die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes kleinerer Schiffsgefäße zu erhöhen, stärkere Einbindung der Binnenschifffahrt in die urbane Logistik und Mobilität

Vorschlag:

- technische Marktreife und teilweise Marktdurchdringung insbesondere im Kanalsystem bis 2040 gegeben

Begründung:

- Technik wird in unterschiedlichen Automatisierungs- und Erprobungstests in zahlreichen (geförderten) Projekten entwickelt und getestet
- technische Marktreife ist insbesondere für den Einsatz im Kanalsystem mittelfristig zu erwarten
- bei frei fließenden Flüssen aufwendig umzusetzen, entsprechende Testfelder und Projekte in Vorbereitung
- zum Empfang von Navigationssignalen müssen technische Anlagen installiert werden, sowie in den Binnenschiffen die entsprechenden Empfangsgeräte
- geeignet, die Verlagerung von Gütertransporten auf die Wasserstraße attraktiver zu machen
- finanzielle Unterstützung unbedingt erforderlich
- Technik führt zu einer Teilreduzierung des Personaleinsatzes sowie zur Erhöhung der Sicherheit

Alternativen:

- Anpassungen der Personalverordnung und der Rheinschiffpersonalverordnung (Rhein - RheinSchPersV) werden erfolgt sein

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-21: Anteile **Schiffsantriebe** und Nutzung alternativer Energieträger für Schiffsantriebe

Auswirkungen:

- geringe Auswirkungen auf Umschlagsvolumen der Seehäfen,
- geringe Auswirkungen in der Personenschiffahrt
- hohe Auswirkungen auf den Modal-Split (Verkehrsmittelwahlmodellierung) in der Binnengüterschiffahrt

Vorschlag:

- Die zunehmenden Anforderungen in Bezug auf Umweltverträglichkeit werden auch in der Seeschiffahrt verstärkt zur Nutzung alternativer Energieträger wie u.a. LNG (Liquefied Natural Gas = Flüssigerdgas), Methanol und Wasserstoff führen. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, wird in Seehäfen eine Infrastruktur zur Lagerung der entsprechenden Energieträger und zum Betanken von Seeschiffen mit den oben genannten Energieträgern geschaffen.
- In der Binnengüterschiffahrt werden die zunehmenden Anforderungen zur Umweltverträglichkeit, in Abhängigkeit der geltenden Preissituation (siehe auch Prämissen in den Bereichen 8 und 9) ebenfalls zu einer stärkeren Nutzung von alternativen Energieträgern (z.B. Methanol, LNG und Wasserstoff) führen. Eine entsprechende Ladeinfrastruktur für die entsprechenden Energieträger wird als realisiert angenommen.
- Auch in der Personenschiffahrt werden sich verstärkt alternative und nicht auf fossile Energiestoffe basierende Antriebstechnologien durchsetzen; insbesondere auf kurzen Fahrstrecken bis 50 km sind hier verstärkt auch batteriebetriebene Lösungen zu erwarten

Begründung:

- In der Passagierschiffahrt und in der Güterschiffahrt sind Schiffe mit LNG-Antrieb bereits in Dienst gestellt.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

8 Technologieentwicklung

Thema 8-22: **Automatisierung** des Antriebs, der Steuerung und des Umschlags im Seeverkehr

Auswirkungen: mittlere Auswirkungen auf Umschlagsvolumen, Wettbewerb und Hinterland-Verkehre der deutschen Seehäfen

Vorschlag:

- Die Automatisierung von Umschlagssystemen und der Steuerung von Seeschiffen wird weiter zunehmen. Autonom fahrende Seeschiffe in größerem Umfang sind bis 2040 allerdings in engeren Fahrwassern und Hafennähe nicht zu erwarten. Die Installation automatisierter Umschlagssysteme wird die Produktivität von Seehäfen weiter steigern.

Begründung:

- Der vermehrte Einsatz automatisierter Umschlagssysteme steigert die Wettbewerbsfähigkeit von Seehäfen. Assistenzsysteme auf Seeschiffen erhöhen die Betriebssicherheit und senken Betriebskosten.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten**
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-1: CO₂-Bepreisung Kraftstoffe (soweit nicht am Emissionshandel teilnehmend)

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl und Antriebsartenstruktur)

Vorschlag:

- wie im Emissionshandel (siehe oben Thema 1-14), d.h. 120 USD/t (in konstanten Preisen 2020) → entspricht (gerundet) 100 EUR/t (bei 1,20 USD/EUR, langfristiger Durchschnitt)

Begründung:

- wie International Energy Agency (IEA, siehe Thema 1-14)

Alternativen: 190 USD/t angelehnt an IEA (siehe Thema 1-14) oder sogar noch höher

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021], [IPCC 2021]

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-2: **Strompreis** (Privatverbrauch)

Auswirkungen: hoch (Mobilität und Verkehrsmittelwahl; beeinflusst u.a. Nutzerkosten im Pkw-Verkehr)

Vorschlag:

- 2040/2019 -14 % wegen Abschaffung EEG-Umlage und Stromsteuer (konstante Preise)

Begründung:

- generell abhängig von Energieträgerstruktur der Stromerzeugung (siehe Thema 8-1) und CO₂-Preis
- Die Spreizung zwischen Industrie- und Haushaltsstrom wird zunehmen.
- hier relevant: Haushaltsstrom (für E-Pkw)
- Preisanstieg wird gedämpft durch billigeres Laden in nachfrageschwachen Zeiten.

Alternativen: real konstant 2040/2019

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-3: Kraftstoffpreis

Auswirkungen: hoch (Mobilität, Verkehrsmittelwahl)

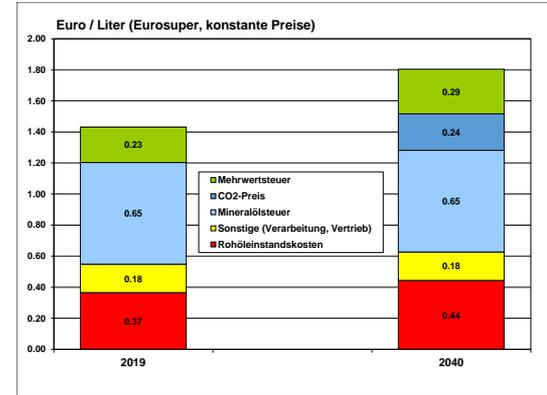
Vorschlag:

- Rohölpreis (siehe Thema 1-12) 75 USD/barrel entspricht +21 % ggü. 2019, erhöht den Endpreis um 8 ct/Liter (inkl. MWSt)
- Mineralölsteuer real konstant
- dafür CO₂-Preis (siehe Thema 9-1) 100 EUR/t entspricht 24 (exkl. MWSt) bzw. 28 ct/Liter (inkl. MWSt)
- Endpreis erhöht sich um 26 % bzw. 1,2 % p.a.
- Entwicklung verläuft insgesamt ähnlich wie in der langfristigen Vergangenheit (siehe Abb.).
- Zwischen 1988 und 2008 war Preisanstieg wesentlich stärker.
- Realer Höchststand von 2012 wird nur geringfügig (1 %) übertroffen.
- Nominal +81 % ggü. 2019 = +2,9 % p.a. (2019/1988: 3,4 %)
- Nominal absolut: 2,60 EUR (wenig aussagefähig)

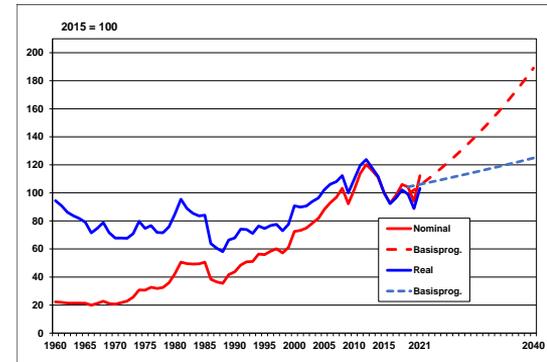
Begründung: ergibt sich aus den Annahmen

Alternativen: u.U. höherer CO₂-Preis

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]



Quelle:
Analyse: Gleitende Mittelfristprognose
Prognose: eigene Modellrechnungen



Quelle:
Analyse auf Basis DIW
eigene Ermittlungen

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-4: Kraftstoff- und Strompreis Nachbarländer

Auswirkungen: mittel (Mobilität, Verkehrsmittelwahl grenzüberschreitender Verkehr; ggf. Grauiimporte)

Vorschlag: Entwicklung wie in Deutschland

Begründung:

- Emissionshandel nur (mindestens) EU-weit sinnvoll
- Bei anderen Annahmen würden die Maßnahmen unterlaufen.
- Technisch müssten Grauiimporte geschätzt werden und deren Effekt auf den durchschnittlichen Endpreis.
→ weder praktikabel noch sinnvoll

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-5: Energieeffizienz fossil / elektrisch

Auswirkungen:

- für die Verkehrsnachfrage hoch, für die CO2-Emissionen sehr hoch

Vorschlag:

- Orientierung an den Annahmen der dena-Leitstudie (Deutsche Energie-Agentur) „Integrierte Energiewende“ des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln (EWI)

Begründung:

- detaillierte Darstellung nach Antriebsarten (für Pkw vgl. Tab., 2040/2020 = interpoliert)
- in sich konsistent und plausibel
- Rückgang um rund 0,5 % p.a. mag auf den ersten Blick gering erscheinen, ist aber im Vergleich zur Entwicklung der letzten 10 Jahre (Konstanz, auch wegen Fahrzeuggrößeneffekt) ein Fortschritt.
- aber jetzt nur erster Ansatz/Vorschlag; Erkenntnisfortschritt in der weiteren Bearbeitung vorbehalten

	kWh / Fzkm		Veränderung (%)	
	2020	2050	50/20	40/20
Benzin	0,60	0,50	-17	-11
Benzin PHEV	0,31	0,25	-19	-13
Diesel	0,54	0,42	-22	-15
Diesel PHEV	0,30	0,22	-27	-19
CNG	0,58	0,49	-16	-11
CNG PHEV	0,31	0,24	-23	-16
FCV	0,32	0,24	-25	-17
BEV	0,19	0,14	-26	-18

Alternativen: andere Studien

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [EWI 2021]

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-6: Anteil Biokraftstoffe

Auswirkungen: für Verkehrsentwicklung sehr gering, für CO₂-Emissionen mittel

Vorschlag:

- Konstanz der gegenwärtigen Beimischungsquoten (d.h. E10 bleibt, nicht E20)
- Anteil von E10 am Gesamtabsatz von Ottokraftstoff steigt
- verstärkt Biokraftstoffe der 3. Generation, auch in der Schifffahrt

Begründung:

- Kapazität begrenzt
- bei landwirtschaftlichen Quellen wegen konkurrierender Nutzung nicht erwünscht

Alternativen:

- höhere Anteile (weltweit vs. Deutschland)
- vollständige Umstellung Ottokraftstoff auf E10, d.h. kein Absatz E5 mehr

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-7: **Kompensation für sinkende Energiesteuereinnahmen**

Auswirkungen: hoch (Mobilität und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Auf überörtlichen Straßen wird ein Nutzungsentgelt in Höhe von 5 ct/Fzg.-km erhoben, um die Einnahmeausfälle aus dem sinkenden Mineralölsteueraufkommen und der Stromsteuer auszugleichen, d.h. die Nutzerkostenkomponenten Pkw aus staatlicher Bepreisung bleiben in der Summe real konstant.

Begründung:

- Bei sinkendem Mineralölsteueraufkommen durch abnehmende Anteile von Verbrennungsmotoren und sinkende Abgaben auf Strom (EEG-Umlage und Stromsteuer) entsteht eine Finanzierungslücke des Staates sowie ein Defizit in der Wegekostendeckung des Verkehrssektors.
- Bei der Struktur des deutschen Straßennetzes würde eine allgemeine Autobahnmaut zu deutlichen Verdrängungen ins untergeordnete Netz führen, da die Autobahnen, anders als z.B. in Italien oder Frankreich, mit einer deutlich stärkeren Ausrichtung auf den Regionalverkehr strukturiert sind.
- Kraftstoff-Bepreisung ist grundsätzlich die bessere Steuerungsmöglichkeit, weil auch eine klimafreundlichere Antriebsartenstruktur und sparsames Fahren "gefördert" wird – erfordert aber internationale Koordination.
- Eine aktuelle Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats im BMDV kommt zu einer ähnlichen Empfehlung.

Alternativen: Kompensation des Finanzierungsdefizits entweder über anderweitige Mehrbelastungen im Verkehrssektor oder von außerhalb des Verkehrssektors

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-8: **Mautentwicklung Nachbarländer:** Preisentwicklung und neue Systeme

Auswirkungen: gering (da größtenteils schon vorhanden; Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Fortführung bestehender Mautsysteme auf Autobahnen unter Anpassung der Mautsätze gemäß Inflation
- keine Einführung neuer Mautsysteme mit entfernungsabhängigen Gebühren für Pkw und – mit Ausnahme der Niederlande – für Lkw
- keine Umstellung bestehender Vignettenlösungen auf entfernungsabhängige Gebühren
- Fortführung der Sondermautstrecken in der bestehenden Systematik

Begründung:

- In einzelnen Nachbarländern gibt es entsprechende Diskussionen, aber keine konkreten Einführungspläne.

Alternativen:

- Unterstellung einer europaweiten Pkw-Straßenbenutzungsgebühr auf Autobahnen / Fernstraßen mit einheitlichem Rahmen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-9: **Bepreisung des fließenden Verkehrs innerorts** (in Deutschland)

Auswirkungen: regional erheblich (Mobilität und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- keine Bepreisung

Begründung:

- auf kommunaler Ebene derzeit rechtlich nicht möglich
- akut keine Bestrebungen zu entsprechenden Änderungen
- zudem Einführung von Nullemissionszonen in deutschen Städten angenommen (siehe Thema 10-2)

Alternativen:

- Rechtlicher Rahmen für die Einführung von Bepreisungsmodellen des fließenden Verkehrs innerorts wird als im Jahr 2040 umgesetzt angenommen
- Innerhalb dieses rechtlichen Rahmens führen Großstädte solche Bepreisungsmodelle überwiegend ein

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-10: EU-Rahmen und **Wegekostenrichtlinie Maut** (zeitliche Differenzierung, Internalisierung externer Kosten)

Auswirkungen: relevant hinsichtlich der Kosten im Straßengüterverkehr und der Verkehrsmittelwahlmodellierung

Vorschlag:

- Lkw-Maut, bei der CO₂-Emissionen (über eine zusätzliche Gebühr) berücksichtigt werden, ermöglicht höhere Mautsätze

Begründung:

- Ausweitung der Berechnungsgrundlage der Lkw-Maut auf EU-Ebene

Alternativen:

- stärkere Unterstützung von klimafreundlichen Technologien
- Verbot von fossilen Kraftstoffen als Antriebstechnologie (Neuzulassungsverbot für Verbrenner-Lkw)
- stärkere CO₂-Bepreisung von fossilen Kraftstoffen (siehe Thema 9-1 „CO₂-Bepreisung Kraftstoffe“)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-11: Lkw-Mautentwicklung

Auswirkungen: hoch hinsichtlich der verkehrsträgerspezifischen Nachfrage und der Verkehrsmittelwahl (Modal-Split)

Vorschlag:

- Gestaltung in Abhängigkeit des Lkw-Flottenmixes
- zusätzliche Belastung der in der Prognose fahrenden Dieselfahrzeuge mit „externen“ Kosten (CO₂-Komponente)
- Studie infras mit 35 ct/Lkw-km (> 3 Achsen) wird zugrunde gelegt, kleinere Lkw entsprechend
- Ausdehnung Lkw-Maut auf alle Lkw > 3,5 t (bisher ab 7,5 t) zGG

Begründung:

- Mautentwicklung wird in Zukunft stärker auf CO₂-Belastung ausgerichtet
- externe Kosten werden internalisiert
- bis 2040 wird die Flotte jedoch weitgehend CO₂-frei sein

Alternativen:

- stärkere Unterstützung von klimafreundlichen Technologien
- Verbot von fossilen Kraftstoffen als Antriebstechnologie (Neuzulassungsverbot für Verbrenner-Lkw)
- stärkere CO₂-Bepreisung von fossilen Kraftstoffen (siehe Thema 9-1 „CO₂-Bepreisung Kraftstoffe“)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [infras 2019]

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-12: Entwicklung Bußgeldkataloge und Erhöhung Kontrolldichte

Auswirkungen: gering hinsichtlich der Verkehrsnachfrage

Vorschlag:

- keine gesonderte Berücksichtigung bzw. keine reale Veränderung gegenüber heute

Begründung:

- Bußgelder sind insbesondere für die Lkw-Fahrer schmerzhaft.
- Halter und Fahrer zahlen parallel Strafen.
- Kontrollen sind häufig.
- Stärkere Strafen würden den Fahrermangel verschärfen.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-13: **Kosten** für Erwerb und Verlängerung der **Fahrerlaubnis** und **Berufsfahrerqualifikation**

Auswirkungen: gering hinsichtlich der Verkehrsnachfrage

Vorschlag:

- keine gesonderte Berücksichtigung bzw. keine reale Veränderung gegenüber heute

Begründung:

- Kosten für Führerscheinverlängerung in Höhe von 200-250 EUR alle fünf Jahre kaum von Bedeutung
- genauso die einmaligen (Ausbildungs-)Kosten für den Erwerb des Lkw-Führerscheins (bis zu 10.000 EUR)

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-14: Subventionen Pkw-Neanschaffung

Auswirkungen: mittel (auf Bestandsausweitung, indirekt auf Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- vollständige Abschaffung der Subventionierung des Kaufs von BEV-/PHEV-Pkw bei Erreichung einer vergleichbaren Wirtschaftlichkeit von lokal emissionsfreien Antrieben zu Verbrennungsmotoren (ab 2030)

Begründung:

- nicht mehr notwendig

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-15: **Besteuerung Neuwagenkauf** bzw. „Erstzulassungssteuer“ (wie z.B. in Dänemark)

Auswirkungen: mittel (auf Bestandsausweitung, indirekt auf Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- keine Besteuerung

Begründung:

- Steuererhöhung
- Erstzulassungssteuer für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ggf. kontraproduktiv: Altfahrzeuge bleiben länger im Einsatz; Flottenerneuerung mit moderneren, sparsameren Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor würde behindert

Alternativen:

- vorher (2025 bis 2035) Spreizung bei der Kfz-Steuer (siehe Thema 9-19) und ggf. der Treibstoffpreise ausreizen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-16: **Subventionen** Neuanschaffung **Pedelecs**/(E-)Fahrräder

Auswirkungen: gering (reine Mitnahmeeffekte, aber kaum Effekte auf Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- kurzfristig Fortführung der Förderungen, aber Auslaufen deutlich vor 2040 wegen Mitnahmeeffekten

Begründung:

- weit vor 2040 keine neue Technologie mehr und somit nicht mehr förderwürdig

Alternativen: keine erkennbar

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-17: Parken

Auswirkungen: mittel (Mobilität und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- flächendeckende Bewohnerparkgebiete bzw. Parkraumbewirtschaftung in Städten bei gleichzeitig rückläufiger Stellplatzverfügbarkeit
- deutliche Erhöhung Parkkosten: Tagesgebühren (+ 100 %) und Bewohnerparken (von aktuell 30 EUR auf 300 EUR) in Städten

Begründung:

- aktuell bereits Parkraumbewirtschaftung in allen deutschen Großstädten (zumindest in innenstadtnahen Gebieten), weitere Ausdehnung meist geplant, Reduzierung Stellplätze z.T. politisch gewünscht zur Reduzierung des Pkw-Verkehrs (z.B. München)
- aktuell Bauordnung in einigen Bundesländern so angepasst, dass kein landesweit einheitlicher Stellplatzschlüssel mehr besteht und Reduzierung möglich ist (z.B. Baden-Württemberg, Hamburg, Berlin, Brandenburg)
- Geändertes Straßenverkehrsgesetz (Juli 2020) ermächtigt Landesregierungen, Gebührenordnungen für Bewohnerparken selbst zu erlassen oder dies den Kommunen zu überlassen. Es ist davon auszugehen, dass Kommunen (insbesondere Großstädte) die Gebühren für das Bewohnerparken stark anheben werden (Vorschlag Deutscher Städtetag von 2015 war 200 EUR pro Jahr; andere europäische Großstädte liegen in ihren Planungen z.T. deutlich darüber).
- Es ist auch von einer starken Anhebung der generellen Parkgebühren bei gleichzeitiger Parkraumverknappung v.a. in Großstädten auszugehen, da Parkraumbewirtschaftung zunehmend als Push-Maßnahme hin zum Umweltverbund eingesetzt wird.

Alternativen:

- Fortschreibung Status quo (keine Flächenausdehnung, keine Verteuerung, keine Stellplatzschlüsseländerung)
- Deutliche Stellplatzreduktion im Bestand, überwiegend autofreie Wohngebiete (Neubau), nur noch Quartiersgaragen in Städten

Quelle: Gutachterliche Einschätzung; [difu 2020]; StVG §6a Abs. 5a; Landesbauordnung Bad.-Württ. §37, Brandenburg §87, BauO Berlin §49, HbauO §48

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-18: Pendlerpauschale

Auswirkungen: mittel (Verkehrsmittelwahl; auch Wohnort-/Arbeitsplatzwahl bzw. Siedlungsstruktur)

Vorschlag:

- keine Veränderung

Begründung:

- eine Reduzierung wird von den meisten Flächenländern strikt abgelehnt

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-19: Kfz-Steuer

Auswirkungen: gering (Mobilität und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Keine Änderungen bei der Kfz-Steuer

Begründung:

- Umlegung auf Mineralölsteuer wie häufig diskutiert würde gegebenenfalls Grauimporte (Tanktourismus) erhöhen

Alternativen:

- Abschaffung und Umlegung auf Mineralöl- bzw. Energiesteuern

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-20: Preisentwicklung Schienenpersonenfernverkehr (eigenwirtschaftlich)

Auswirkungen: hoch (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- reale Preissenkung über den Prognosezeitraum gemittelt um 0,5 % p.a. (inkl. der Mehrwertsteuerabsenkung vom 01.01.2020)

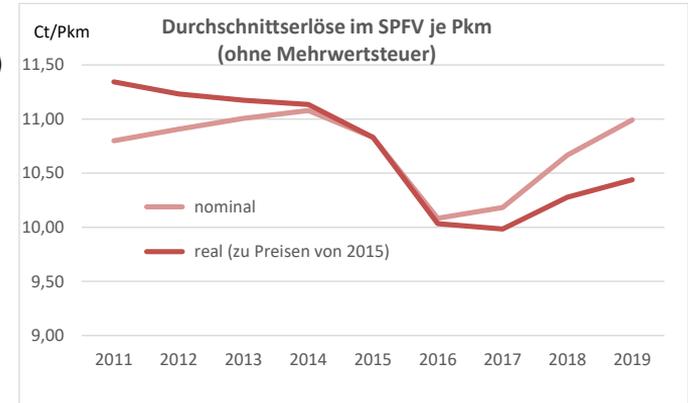
Begründung:

- Zwischen 2011 und 2019 sind die Erlöse pro Personenkilometer (Pkm) durchschnittlich real um 1 % p.a. gesunken (siehe Grafik).
- Auslöser war unter anderem der Konkurrenzdruck durch den Fernlinienbus
- Zum Teil liegt aber auch ein Struktureffekt zugrunde: Anstieg der mittleren Fahrtweite um 0,5 % p.a. → wirkt degressiv
- Rationalisierungspotenziale und steigendes Verkehrsaufkommen können die „Stückkosten“ weiter moderat senken

Alternativen:

- stärkere Absenkung (1 % p.a.) durch Subventionen
- z.B. niedrigere Trassenpreise

Quelle: Gutachterliche Einschätzung; Grafik auf Basis [VDV 2021]



9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

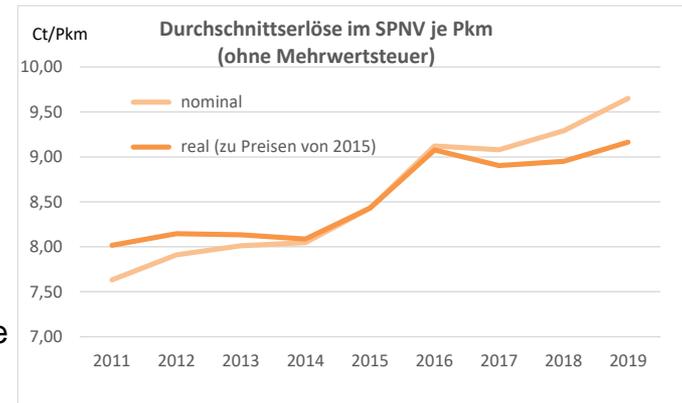
Thema 9-21: Preisentwicklung Schienenpersonennahverkehr

Auswirkungen: hoch (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: im Mittel real konstante Preise

Begründung:

- Zwischen 2011 und 2019 sind die Fahrgeldeinnahmen pro Personenkilometer (Pkm) im Schienenpersonennahverkehr deutlich gestiegen, und zwar inflationsbereinigt um 1,7 % p.a. (siehe Grafik).
- Ursächlich war trotz höherem Zeitkartenanteil die Verteuerung günstiger Pauschal-/Gruppentickets (z.B. Ländertickets) bzw. die Erschwerung von „Grau-Märkten“ (Verabredungen zu Gruppen via Internet).
- Aufgrund der Klimapolitik sind Preissteigerungen über der Inflationsrate kaum durchsetzbar.
- Andererseits fehlt für massive Verbilligungen der finanzielle Spielraum, zumal hier deutliche Mitnahmeeffekte zu erwarten sind.



Alternativen: stärkere Absenkung (1 % p.a.) durch Subventionen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung; Grafik auf Basis [VDV 2021]

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

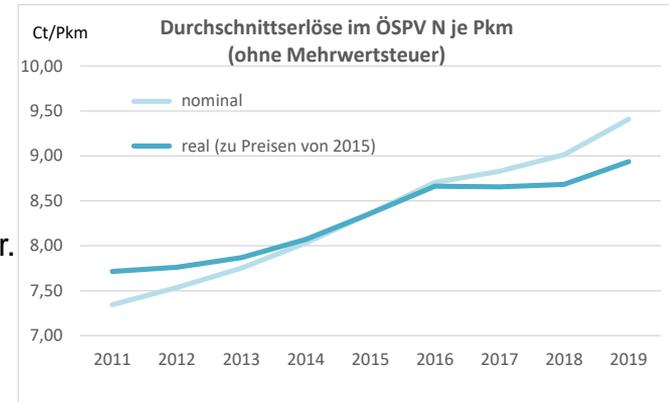
Thema 9-22: Preisentwicklung kommunaler / regionaler Öffentlicher Verkehr

Auswirkungen: hoch (Verkehrsaufkommen und Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag: im Mittel real konstante Preise

Begründung:

- Wie beim Schienenpersonennahverkehr sind zwischen 2011 und 2019 beim kommunalen / regionalen Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) die Fahrgeldeinnahmen pro Personenkilometer (Pkm) deutlich gestiegen, und zwar inflationsbereinigt um 1,9 % p.a. (siehe Grafik).
- Hier spiegeln sich auch die finanziellen Restriktionen der Kommunen wider.
- Aufgrund der Klimapolitik sind Preissteigerungen über der Inflationsrate kaum (mehr) durchsetzbar, zumal viele Kommunen „Klimaneutralität“ anstreben.
- Andererseits fehlt für massive Verbilligungen oder sogar „Nulltarif“ der finanzielle Spielraum.
- Massive Preissenkungen führen außerdem in vielen Fällen zu Mitnahmeeffekten.



Alternativen: stärkere Absenkung (1 % p.a.) durch Subventionen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung; Grafik auf Basis [VDV 2021]

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-23: Trassenpreise

Auswirkungen: mittel bezüglich der Verkehrsmittelwahlmodellierung (Modal-Split) im Schienengüterverkehr; im Schienenpersonenverkehr, insbesondere im Schienenpersonennahverkehr gering

Vorschlag:

- keine reale Veränderung

Begründung:

- Trassenpreise können bis zu 15 % der Kosten im Schienengüterverkehr ausmachen.
- Eine Reduzierung kann Verlagerungen zur Schiene begünstigen.

Alternativen:

- Umstellung der Trassen-Bepreisung nach Grenzkosten, statt bisher nach Vollkosten

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-24: Preise im kombinierten und Containerverkehr

Auswirkungen: hoch bezüglich der Verkehrsmittelwahl (Modal-Split) im Schienengüterverkehr und der verkehrsträgerspezifischen Nachfrage

Vorschlag:

- Beibehaltung der aktuellen KV-Förderung
- keine ergänzenden Fördermaßnahmen von kombinierten Verkehren
- keine neue Transportförderung von RoLa-Verkehren, wie z.B. in der Schweiz und in Österreich
- Die Frachtraten im Seehafen-Containerverkehr werden sich auf einem Niveau einpendeln, das deutlich über dem vor der Pandemie und zwischen realistischen Kosten und dem Krisenniveau liegt.

Begründung:

- Der Kombinierte Verkehr ist bereits auch ohne Förderung des Transportlaufes erfolgreich.
- Die Schweiz zieht sich aus der Förderung der RoLa zurück.

Alternativen:

- Eine stärkere Förderung von intermodalen Verkehren kann Eisenbahn und Binnenschiff stützen.
- Förderung der Digitalisierung und Automatisierung im intermodalen Verkehr

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-25: Trennung von Netz und Betrieb

Auswirkungen: gering auf die Verkehrsnachfrage

Vorschlag:

- Netz und Betrieb weitgehend voneinander unabhängig

Begründung:

- Trennung / Nicht-Trennung von Netz und Betrieb ist verkehrlich keine entscheidende Größe.
- Inwiefern Produktivitätsgewinne und Benachteiligungen bei der Trassenvergabe beseitigt werden, ist nicht messbar und in der Prognose nicht abbildbar.

Alternativen:

- vollständige Trennung von Netz und Betrieb, d.h. zwei voneinander getrennte Unternehmen
- Fortführung des Status quo mit entsprechenden Wechselwirkungen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-26: Luftverkehrssteuer

Auswirkungen: mittlerer Einfluss auf Ticketpreise; aufgrund von Mehrfachbesteuerung besonders im Inlandsverkehr

Vorschlag: Fortbestand in Deutschland (und EU-Ausland) auf real konstantem Niveau (aber keine Kerosinsteuer, siehe Thema 9-27)

Begründung:

- Luftverkehrssteuer wird pauschal nach Passagier und Reiseweitekategorie erhoben – konkreter CO₂-Ausstoß pro Reise steht gegenüber fiskalischen Aspekten im Hintergrund (mit innerdeutschen oder inner-EU-Flügen sind kürzere Flugrelationen systematisch stärker belastet als besonders CO₂-relevante Interkont-Relationen – diese sind nur mit globalen Regelungen angemessen erreichbar).
- Nationale Luftverkehrssteuern können die heimische Wirtschaft als Luftverkehrsstandort schwächen, da Ausweichreaktionen zu erwarten sind (grenznahe ausländische Flughäfen).
- Um Schwächungen der inländischen Drehkreuze und umwegige Umsteige Flüge zu vermeiden, werden Abgaben i.d.R. nach dem Endziel erhoben und Transfers sind meist ausgenommen.
- Global CO₂-wirksame Nachfragereaktionen werden – wie bereits in der Vergangenheit – nur in sehr begrenztem Umfang erwartet.

Alternativen:

- deutlich über deutsches Niveau (01.04.2020) hinausgehende Besteuerungen unwahrscheinlich (im EU-Ausland setzten sich entsprechende Regelungen bislang nicht durch – vgl. Frankreich, Schweiz)
- Ersatz durch deutliche Endziel- und tatsächlich CO₂-orientierte Besteuerung auf EU-Ebene koordiniert denkbar – wettbewerbsverzerrende Wirkung wird als vertretbar eingestuft

Quelle: Gutachterliche Einschätzung auf Basis Synopse internationaler Entwicklungen (siehe Folgefolie)

Zu Thema 9-26: Luftverkehrssteuer - Ergänzung

Luftverkehrsabgaben (international)

Änderungen seit Beginn der Corona-Krise	zusätzliche Abgaben/Steuern			Mindestpreis für Flugtickets	CO ₂ -Bepreisung	Anmerkung
	Kurzstrecke (bis ca. 1.000km)*	Mittelstrecke (bis ca. 3.000/4.000km)*	Langstrecke (ab ca. 3.000/4.000km)*			
Deutschland	+ 5,40 EUR (+72 %)	+ 9,42 EUR (+41 %)	+16,64 EUR (+39 %)	-	Corsia (CO ₂ -Kompensation im Rahmen des Klimaschutzprogramms der UN)	bereits vor Corona verabschiedet
	(ohne Transfer, nach Endziel)					
Österreich	einheitlich 12,00 EUR (auch Transfer) 30,00 EUR < 350 km			40 EUR	Streichung 2020 aus Baseline (Verringerung der sonst erhöhten Kompensationsverpflichtungen)	1.9.2020 früher als geplant umgesetzt
	+ 26,50 EUR/+8,50 EUR (+757 %/+243 %)	+ 4,50 EUR (+60 %)	-5,50 EUR (-30 %)			Mindestpreis EU-rechtlich umstritten
Schweiz	neu: 30...120 CHF (ohne Transfer) (je nach Klasse und Reisedistanz zum Endziel) Cargo- und Privatflüge zw. 500 und 3000 CHF			-		Parlament verabschiedet, CO ₂ -Gesetz bei Referendum im Juni 2021 mehrheitlich abgelehnt
Frankreich	30 EUR < 2000 km (vorh. 1,50 EUR: +1900 %)		60 EUR > 2000 km (vorh. 3,00 EUR: +1900 %) 400 EUR >2000km Business (vorh. 18,00 EUR: +2122 %)	-	Diskussion bei EU-Kommiss. [Mobilitätsstrat.] über - reduzierte CO ₂ -Kontingente - Treibstoffsteuer - „CO ₂ -neutrale Reisealternativen inner-EU < 500km“	Pläne derzeit eingefroren, neue Gesetzesinitiative in Planung
	Privatjet 2400 EUR					
Niederlande	einheitlich 7,00 EUR (ohne Transfer)			34 EUR		„Vliegtaks“ ab 2021 bereits 2018 beschlossen
					Mindestpreis nach Vorbild AT angestrebt	

Quellen

European Commission, COM(2020) 789 final 12/20

EURACTIV 06/20, Leonore Gewessler, Umweltministerin Österreich (in: aeroTELEGRAPH) 06/20

aeroTELEGRAPH 06/20, Carsten Spohr, Lufthansa-Chef (in: Neue Zürcher Zeitung) 07/20, travel inside 01/21, Nau.ch 06/21

Convention Citoyenne pour le Climat (CCC) - Vorschlag, von Regierung vorerst wegen Corona abgelehnt

aerobuzz.de 12/18, aeroTELEGRAPH 06/20

* länderspezifische Abgrenzungen von Kurz-/Mittel-/Langstrecke variieren stark

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-27: Kerosinsteuer

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl, Zielwahl), da starker Einfluss auf Ticketpreise

Vorschlag: keine Kerosinsteuer

Begründung:

- rechtliche Hürden
- würde zusammen mit Emissionshandel auf eine Doppelbesteuerung hinauslaufen (die verschiedenen Maßnahmen zur Beeinflussung des Ticketpreises sind im Verbund zu sehen)
- europaweiter Beschluss nicht zu erwarten – gleichzeitig ist nicht von nationalen Regelungen auszugehen, da diese noch gravierendere Wettbewerbsverzerrungen zur Folge hätten
- Benachteiligung der von inländischen Basen aus operierenden Luftverkehrsunternehmen und damit Schwächung der Zielvielfalt / internationalen Vernetzung / Erschließungsfunktion
- Möglichkeit, bei internationalen Flügen mit Fuel-Tankering Kosten zu umgehen, wodurch sich gleichzeitig Treibstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß erhöhen

Alternativen:

- Kerosinsteuer denkbar – ist aber gegenüber Emissionshandel als unterlegenes Besteuerungsprinzip einzustufen

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-28: Zertifikate-Zuteilung Luftverkehr

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl; deutliche Wirkung auf die Luftverkehrspreise)

Vorschlag:

- Verschärfung gegenüber verbindlichen Beschlüssen (einschl. Corsia = Green Deal „light“)
- ETS-Zertifikatspreise 120 USD/t (2040)
- Zertifikate für 100 % der Emissionsmengen
- Erhöhung der treibstoffbezogenen Kosten um etwa 80 %
- Unter Abzug der Effizienzgewinne steigen die Gesamtkosten real bis 2040 um 15 % bzw. um 0,7 % p.a.

Begründung:

- Marktkonforme CO₂-Bepreisung (entspricht ca. 30 ct/Liter)
- Druck auf Zertifikatspreise im ETS und Reduktionstempo der handelbaren Emissionsmenge steigt

Alternativen: höherer Zertifikatspreis 190 USD/t

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, [IEA 2021]



<https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-29: sonstige Betriebskosten Luftverkehr

Auswirkungen: Teilkompensation von Treibstoff-/Emissionskosten; Preise sind für die Luftverkehrsnachfrage wichtig

Vorschlag:

- Sonstige Betriebskosten profitieren im Saldo weiterhin von Effizienzgewinnen.
- im Mittel ca. 0,5 % p.a. (entspricht einer deutlichen Reduktion der Effizienzgewinne gegenüber der Vergangenheit)
- Treibstoff-/Emissionsbezogene Kostensteigerungen wirken sich entsprechend gedämpft auf die Ticketpreise aus.

Begründung:

- Anschaffung neuer, deutlich treibstoffeffizienterer Flugzeuge erhöht Abschreibungskosten (zahlt sich jedoch direkt über deutlich geringere treibstoffbezogene Kosten aus)
- u.a. Corona wirkt nachhaltig kostensenkend auf Crew-Gehälter und Overhead (sinkende Personalkosten)
- Entgelte (Flughäfen, Flugsicherungen) müssen langfristig Kosten decken → allg. Entgeltniveau steigt
- steigende Nachfrage bei weiterhin unterproportionalem Flugbewegungswachstum
 - steigende Flugbelegung → Skaleneffekte bei Bodenabfertigung (auch Liberalisierung)
 - Skaleneffekte bei FB-bezogenen Entgelten
 - Skaleneffekte bei Wartung

Alternativen: keine Einsparungen (mit Blick auf die Vergangenheit unwahrscheinlich)

Quelle: Gutachterliche Einschätzung; zahlreiche eigene Studien für die Luftverkehrswirtschaft

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-30: **Kosten Binnenschiff**

Auswirkungen: insgesamt aufgrund der Preisunterschiede zu anderen Verkehrsträgern gering; eher Auswirkungen auf die Reeder-Struktur (weniger mittelständische Betriebe)

Vorschlag:

- keine reale Veränderung ggü. heute
- keine gesonderte Förderung von Binnenschiffsverkehren
- KV-Förderung wird beibehalten

Begründung:

- Binnenschiffspreise bilden sich im Wettbewerb, daran wird auch weiter festgehalten.
- Veränderungen erfolgen in Abhängigkeit der Infrastruktur (Flottengröße) und der Marktbedingungen (Treibstoffpreise, Personalkosten etc.).
- Durch Veränderungen der Antriebstechnologien wird es zu einer Veränderung der Anschaffungs-/ Ersatz- und Treibstoffkosten kommen; dies wird berücksichtigt.
- Ufer- und Hafengelder werden weiterhin öffentlich bestimmt.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-31: **Kosten im Seeverkehr**

Auswirkungen: für die Nachfrage insgesamt gering, kann den Wettbewerb aber beeinflussen

Vorschlag:

- Die Kosten des Seeverkehrs werden infolge höherer Anforderungen in Bezug auf Umweltverträglichkeit und steigender Personalkosten weiter zunehmen. Dieser Anstieg kann von den Reedern durch Effizienzsteigerungsmaßnahmen nicht vollkommen kompensiert werden.
- Aufgrund dessen und infolge der abgebauten Überkapazitäten in der Seeschifffahrt werden die Frachtraten in der Seeschifffahrt in Zukunft auf einem deutlich höheren Niveau liegen als vor der über ein Jahrzehnt andauernden Schifffahrtskrise. Die Frachtraten werden sich nach Abklingen der aktuellen Turbulenzen in der Schifffahrt infolge der Coronakrise und des Ukrainekriegs auf einem Niveau einpendeln, das sowohl die tatsächlich entstehenden Kosten als auch eine angemessene Rendite der Reedereien abdeckt.

Begründung:

- Da kurz- und mittelfristig keine wesentlichen Überkapazitäten in der Schifffahrt zu erwarten sind und wichtige Relationen wie Asien - Europa von wenigen Allianzen dominiert werden, werden die Reedereien auch kurz- und mittelfristig ein relativ hohes Preisniveau am Markt durchsetzen können.

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

9 Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten

Thema 9-32: **Kostenfaktor Technologieumrüstung in der Schifffahrt**

Auswirkungen: hoch (Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Der Anteil von Schiffen in der See- und Binnenschifffahrt, die mit alternativen Kraftstoffen (wie z.B. Methanol oder Ammoniak) betrieben werden, wird aufgrund der Bestrebungen der EU im Rahmen von „Fit for 55“ deutlich ansteigen.
- Sowohl bei Neubauten als auch bei Umrüstungen ist hier mit erheblichen Kostensteigerungen gegenüber Schiffen mit fossilen Antrieben zu rechnen. Die Umrüstung von Großmotorgüterschiffen in der Binnenschifffahrt wird zu einer Steigerung der Vorhaltekosten von bis zu 15 % führen (rd. 350 €/KW) bzw. von bis zu 25 % im Falle von Neuanschaffungen (rd. 700 €/KW).

Begründung:

- EU-Bestrebungen z. B. im Rahmen von „Fit for 55“ werden zu einer Verdrängung von Schiffen mit fossilen Kraftstoffen in der See- und Binnenschifffahrt führen und die Nutzung alternativer Energieträger in der See- und Binnenschifffahrt fördern.
- Die erwartete Erhöhung der Rohölpreise sowie die mit der CO₂-Steuer auf fossile Kraftstoffe verbundenen Kostensteigerungen werden die verstärkte Umrüstung von Schiffen auf alternative Kraftstoffe unterstützen.
- Der Anteil der Schiffe mit alternativen Antrieben wird im Rahmen der Arbeiten bestimmt.
- Eine zusätzliche Energiebesteuerung fossiler Kraftstoffe wird aufgrund des Gleichbehandlungsgrundsatzes der Schiffer und der Flotten im Rahmen der Mannheimer Akte (1868) und des Widerstandes in den Beneluxstaaten nicht unterstellt.
- klimapolitisch relevant

Alternativen: Abschaffung des Energiesteuerprivilegs in der Schifffahrt

Quelle: Gutachterliche Einschätzung, Institut für nachhaltige Wirtschaft und Logistik, Potenzialanalyse Methanol als emissionsneutraler Energieträger für Schifffahrt und Energiewirtschaft

Definition der Prognoseprämissen für den Prognosefall 1 „Basisprognose 2040“

- 1) Wirtschaftliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen
- 2) Entwicklung des Verkehrsverhaltens (einschließlich langfristiger Folgewirkungen der COVID-19-Pandemie)
- 3) Verkehrsinfrastruktur Straße
- 4) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Schiene
- 5) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot Binnenschifffahrt
- 6) Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebot See- und Flughäfen
- 7) Sonstige Verkehrsinfrastruktur und sonstiges Verkehrsangebot, insbesondere in den Kommunen
- 8) Technologieentwicklung
- 9) Entwicklung der Nutzer- bzw. Transportkosten
- 10) Andere ordnungspolitische Rahmenbedingungen**

10 Andere Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Thema 10-1: **Verbrennungsmotoren** für Kfz

Auswirkungen: sehr hoch für Emissionen, wenn kostenneutral für Verkehr gering

Vorschlag:

- technologieoffene Ablösung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor durch lokal emissionsfreie Fahrzeuge
- keine generellen Verbote des Betriebs bereits zugelassener Fahrzeuge
- strecken- / zonenbezogene Verbote möglich (siehe Thema 10-2)
- Neuzulassungen ab 2035 zu über 95 % mit lokal emissionsfreien Antrieben
- Spezialfahrzeuge bis auf Weiteres ausgenommen

Begründung:

- Vorschlag UN-Klimagipfel: die Neuzulassung von Verbrennungsmotoren soll in führenden Märkten 2035 enden, weltweit 2040.
- Die EU plant EU-weites Verbot der Neuzulassung von Verbrennungsmotoren ab 2035. Verbrennungsmotoren, die mit E-Fuels betrieben werden, dürfen auch nach 2035 noch neu zugelassen werden.
- Die Automobilindustrie plant z.T. bereits den Ausstieg vom Verbrennungsmotor vor 2040.

Alternativen: internationales Verbot der Neuzulassung von Verbrennungsmotoren ab 2030

Quelle: [EU Kommission 2021]; [Zeit 2021]

10 Andere Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Thema 10-2: **Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz** (Strecken / Zonen)

Auswirkungen: regional hoch (Verkehrsmittelwahl, Emissionen)

Vorschlag:

- Einführung von Zonen oder Strecken mit Einschränkungen für fossil angetriebene Kfz in deutschen Städten 2040 gesetzlich erlaubt
- überörtlich (Fernstraßennetz) keine Einschränkung
- Alternative zur Bepreisung (siehe Thema 9-9)

Begründung:

- Das Land Berlin wollte bereits Anfang 2021 eine Nullemissionszone einführen, die jedoch aktuell gegen Bundesrecht verstößt.
- Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie zugehörige Verordnungen in Bezug auf Kriterien Umweltzone, Kennzeichnung der Fahrzeuge sowie Grenzwerte für Luftschadstoffe inklusive THG werden von Umweltverbänden bereits vorgeschlagen.
- Amsterdam sowie 40 weitere niederländische Städte führen ab 2025 Nullemissionszonen für Logistik und ab 2030 für den kompletten Verkehr ein.

Alternativen:

- Ausdehnung dieser Zonen auf ganze Städte

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

10 Andere Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Thema 10-3: Regelungen für Dienstwagen

Auswirkungen: gering (Verkehrsaufkommen, Verkehrsmittelwahl)

Vorschlag:

- Das sog. „Dienstwagenprivileg“ bleibt grundsätzlich erhalten.
- Die Sonderregelung der Dienstwagenbesteuerung von E-Pkw mit einem Satz von 0,5 % wird (deutlich vor 2040) abgeschafft.

Begründung:

- Förderung von E-Pkw und Plug-in-Hybriden (PHEV) nicht mehr notwendig und sachgerecht, sobald E-Pkw eine bedürfnisgerechte Reichweite und konkurrenzfähige Preise aufweisen bzw. spätestens beim Inkrafttreten eines Neuzulassungsverbots für fossil angetriebene Verbrenner

Alternativen: vollständige Abschaffung des Dienstwagenprivilegs

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

10 Andere Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Thema 10-4: Aufweichung von **Gewichts- und Längenbeschränkungen** im Lkw-Verkehr

Auswirkungen: gering hinsichtlich der verkehrsträgerspezifischen Verkehrsnachfrage (Modal-Split) und des Verkehrsträgerwettbewerbs

Vorschlag:

- keine Änderung gegenüber heute

Begründung:

- Lang-Lkw wird berücksichtigt.
- keine weiteren Veränderungen
- In Belgien und in den Niederlanden sowie in Skandinavien werden auch größere und schwerere Einheiten als durch die deutsche Lang-Lkw Regelung erlaubt eingesetzt.

Alternativen:

- Einsatz von Lang-Lkw (siehe Thema 3-8 "Einsatz von Lang-Lkw")

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

10 Andere Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Thema 10-5: Entwicklung bei **Lenk- und Ruhezeiten im Lkw-Verkehr**

Auswirkungen: gering hinsichtlich der verkehrsträgerspezifischen Verkehrsnachfrage (Modal-Split) und des Verkehrsträgerwettbewerbs

Vorschlag:

- keine Änderung gegenüber heute

Begründung:

- Begrenzungen sind vor Kurzem verschärft worden
- keine weiteren Veränderungen ersichtlich

Alternativen: keine

Quelle: Gutachterliche Einschätzung

Quellenverzeichnis

- [BASt 2016] Geschwindigkeiten auf Bundesautobahnen in den Jahren 2010 bis 2014
- [BBSR 2021] Raumordnungsprognose 2040. Bevölkerungsprognose: Ergebnisse und Methodik. BBSR-Analysen KOMPAKT 3/2021 <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/startseite/topmeldungen/bevoelkerungsprognose-bbsr-2040.html>
- [BCG 2021] Klimapfade 2.0: Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft <https://www.bcg.com/de-de/klimapfade>
- [BIEK 2021] KEP-Studie 2021: https://www.biek.de/files/biek/downloads/papiere/BIEK_KEP-Studie_2021.pdf
- [BMVI 2021] PtL-Roadmap: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/LF/ptl-roadmap.pdf?__blob=publicationFile
- [Destination2050 2021] NLR und SEO im Auftrag von A4E, ACI-Europe, ASD, CANSO, ERA https://www.destination2050.eu/wp-content/uploads/2021/02/Destination2050_Report.pdf
- [Deutscher Bundestag 2017]: Deutscher Bundestag 2017: Technikfolgenabschätzung - Additive Fertigungsverfahren „3-D-Druck“, Drucksache 18/13455
- [difu 2020] <https://difu.de/nachrichten/bewohnerparken-in-den-staedten-wie-teuer-darf-es-sein>
- [EU Kommission 2021] Pressemitteilung „Europäischer Gründer Deal“: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541, Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0561>
- [EWI 2021] dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf
- [Gleitende Mittelfristprognose 2021] Intraplan/BAG: Gleitende Mittelfristprognose 2021 im Auftrag des BMDV
- [IEA 2021] World Energy Outlook 2021 <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- [infras 2019] Infras: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland, 2019
- [ICC, Öko-Institut 2020] International Council on Clean Transportation (ICCT) , Öko-institut, Decarbonization of road- freight transport and the role of LNG from a German perspective, Freiburg, Berlin 2020
- [Koalitionsvertrag 2021] „Mehr Fortschritt wagen“ https://www.fdp.de/sites/default/files/2021-11/Koalitionsvertrag%202021-2025_0.pdf
- [McKinsey 2018] McKinsey – Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW (2018)
- [Öko-Institut et al. 2021] Projektionsbericht 2021 für Deutschland https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_uba_website.pdf
- [PwC/Intraplan 2021] für UBA Mobilitätskonzepte für einen nachhaltigen Stadtverkehr
- [UBA 2021] E-Scooter momentan kein Beitrag zur Verkehrswende <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/e-scooter#aktuelles-fazit-des-uba>
- [VDV 2018] Deutschland mobil 2030: Szenarien für die Umsetzung der Verkehrswende in Deutschland <https://www.vdv.de/deutschland-mobil-2030-die-verkehrswende-ist-moeglich.aspx>
- [VDV 2021] Verkehrswende gestalten – Gutachten über die Finanzierung von Leistungskosten im ÖPNV
- [WEF 2021] Pressemeldung „Clean Skies for Tomorrow“: <https://www.weforum.org/press/2021/09/clean-skies-for-tomorrow-leaders-commit-to-10-sustainable-aviation-fuel-by-2030/>
- [Zeit 2021] <https://www.zeit.de/news/2021-11/10/abschied-vom-verbrennungsmotor-zieht-deutschland-mit>