

**Berechnung der Wegekosten für das
Bundesfernstraßennetz sowie der
externen Kosten nach Maßgabe der
Richtlinie 1999/62/EG für die
Jahre 2023 bis 2027**



Endbericht

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Referat StV 10
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Dezember 2021



Endbericht

Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßen- netz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtli- nie 1999/62/EG für die Jahre 2023 bis 2027

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Digitales und Verkehr

Version 2.3 Endversion

Korn, 22.12.2021

Auftragnehmer:

Alfen Consult GmbH, Leipzig & Aachen (Federführung)
AVISO GmbH, Aachen

Autoren:

Michael Korn (Alfen Consult)
Andreas Leupold (Alfen Consult)
Christiane Schneider (AVISO)
Karl-Hans Hartwig (IVM)
Helmut Daniels (BUNG)

Leipzig, Aachen, Münster, Köln im Dezember 2021



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenübersicht	7
GLOSSAR	11
Abkürzungsverzeichnis	12
1 Zusammenfassung	13
2 Vorbemerkung	22
2.1 Veranlassung	22
2.2 Aufgabenverständnis	22
2.3 Verwendete Unterlagen	25
3 Rahmenbedingungen	26
3.1 Rechtlicher Rahmen.....	26
3.1.1 Vorgaben der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU.....	26
3.1.2 Weiterer nationaler Rahmen	26
3.2 Institutioneller Rahmen der Wegekostenrechnung.....	27
3.3 Methoden zur Vermögensbewertung.....	30
3.4 Verzinsung des gebundenen Kapitals	32
3.4.1 Bisherige Vorgehensweise.....	32
3.4.2 Aktualisierung des kapitalmarktorientierten Zinssatzes.....	33
3.4.3 Potenzieller Ansatz einer Risikokomponente.....	34
3.5 Behandlung der Umsatzsteuer	36
3.6 Festlegung des Basisjahrs	36
3.7 Festlegung des Betrachtungsgegenstands	37
4 Wegekostenrechnung	39
4.1 Überblick	39
4.2 Berechnung des Bruttoanlagevermögens	40
4.2.1 Übersicht über die Methodik	40
4.2.2 Aufbereitung der Bestandsdaten.....	42
4.2.3 Festlegung des Bestandsnetzes im Basisjahr	43
4.2.4 Aufbereitung der Kostenbasis für das Basisjahr	45
4.2.5 Fortschreibung Netz und Kosten für die Prognosejahre 2023 bis 27	46

4.2.6	Grunderwerb.....	48
4.2.7	Planungs- und Managementkosten	49
4.2.8	Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.....	50
4.2.9	Erdbau	51
4.2.10	Oberbau.....	54
4.2.11	Ausstattung.....	56
4.2.12	Ingenieurbauwerke.....	57
4.2.13	Meistereien	66
4.2.14	Rastanlagen	66
4.2.15	Zusammenstellung des Bruttoanlagevermögens	67
4.3	Ableitung des Nettoanlagevermögens.....	68
4.3.1	Methodik	68
4.3.2	Grunderwerb.....	70
4.3.3	Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.....	70
4.3.4	Erdbau	70
4.3.5	Oberbau.....	71
4.3.6	Ausstattung.....	72
4.3.7	Ingenieurbauwerke.....	72
4.3.8	Meistereien	75
4.3.9	Rastanlagen	75
4.3.10	Zusammenstellung des Nettoanlagevermögens der Infrastrukturelemente.....	75
4.4	Ermittlung der Kapitalkosten	76
4.4.1	Methodik	76
4.4.2	Zusammenstellung der Abschreibung der Infrastrukturelemente.....	76
4.4.3	Zusammenstellung der Zinskosten der Infrastrukturelemente	77
4.5	Zusammenstellung der laufenden Kosten	78
4.5.1	Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung.....	78
4.5.2	Kosten des Winterdienstes und sonstige laufende Kosten des BMVI.....	81
4.5.3	Kosten des Mauterhebungssystems.....	82
4.5.4	Kosten für Verwaltung und Management.....	83
4.6	Ergebnisdarstellung der Wegekosten für die Prognosejahre	85
5	Prognose der Fahrleistungen 2023 bis 2027	88
5.1	Reale Entwicklung der Fahrleistungen bis 2020	89
5.2	Prognose der Fahrleistungsentwicklung für die Jahre 2023 bis 2027.....	90
5.2.1	Korrelationsanalysen.....	90

5.2.2	Entwicklung des Pkw-Bestands	91
5.2.3	Entwicklung des Bruttoinlandprodukts, national und Euroraum	92
5.2.4	Prognose Fahrleistung der Busse.....	93
5.2.5	Berücksichtigung des „Corona-Effekts“	95
5.3	Prognosefaktoren	96
5.4	Ergebnisse der aktualisierten Fahrleistungsprognosen 2023 bis 2027.....	98
6	Allokation der Infrastrukturkosten.....	100
6.1	Grundlegende Annahmen zur Allokation	100
6.2	Kostenallokation auf die Fzg-Kategorien	103
6.2.1	Gewichtsabhängig verursachte Kosten (AASHO)	105
6.2.2	Gewichtsabhängig veranlasste Kosten	105
6.2.3	Durch Lärmemission veranlasste Kosten	106
6.2.4	Kapazitätsabhängig veranlasste Kosten	106
6.2.5	Proportional veranlasste Kosten	106
6.2.6	Zusammenstellung der Kostenallokation nach Fahrzeugtypen und Allokationsprinzipien.....	106
6.3	Gewichtete Kosten pro Fzg.-Kategorie	108
7	Externe Kosten verkehrsbedingter Luftverschmutzung und Lärmbelastung.....	109
7.1	Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung	109
7.1.1	Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten	109
7.1.2	Angewendetes Berechnungsverfahren	110
7.1.3	Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung....	113
7.2	Ermittlung externer Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung	115
7.2.1	Vorgaben der Richtlinie zur Ermittlung der verursachten Kosten.....	115
7.2.2	Angewendetes Berechnungsverfahren	116
7.2.3	Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung	118
8	Empfehlung für die Mautsätze und Mauteinnahmen	121
8.1	Empfehlungen zur Differenzierung der Mautsätze	121
8.2	Ermittlung und Empfehlung der Mautsätze für die mautpflichtigen Fahrzeuge	121
8.3	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Jahre 2023 bis 2027	122
	Literatur	124

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung des Untersuchungsablaufs	24
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Ermittlung der Wegekosten jeweils für Basis- und Prognosejahr.....	39
Abbildung 3:	Datenbasis und Differenzierung zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens	41
Abbildung 4:	Schematische Darstellung Datenaufbereitung - durchgehende Strecke und Äste	42
Abbildung 5:	Übersicht zur Ermittlung des Nettoanlagevermögens	70
Abbildung 6:	Prinzipieller Ablauf der Fahrleistungsprognose 2023 bis 2027	88
Abbildung 7:	Erfassungsarten an Dauerzählstellen nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen	91
Abbildung 8:	Indexreihen gemeldete Pkw nach Bundesländern (2019=1).....	92
Abbildung 9:	Jährliche Veränderungsraten sowie Indexreihen des BIP für Deutschland und den Euroraum (preisbereinigt, 2019=1).....	93
Abbildung 10:	Anzahl Fernbuslinien 2013 bis 2019.....	94
Abbildung 11:	Entwicklungen 2004 bis 2019 sowie Prognosen bis 2030 für die Beförderungsleistung des Gelegenheitsfernbusverkehrs und des Fernlinienbusverkehrs.....	95
Abbildung 12:	Indexreihen (2019 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BAB nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)	97
Abbildung 13:	Indexreihen (2019 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BS nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)	97
Abbildung 14:	Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung	111
Abbildung 15:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen (ohne räumliche Differenzierung bei den anlastbaren Kosten gemäß Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1)	114
Abbildung 16:	Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw $\geq 7,5t$ zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar	114
Abbildung 17:	Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung	117
Abbildung 18:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen.....	119

Tabellenübersicht

HINWEIS:

Die Ergebnisse und Zwischenergebnisse des Gutachtens sind zum größten Teil in Tabellenform dargestellt. Diese Tabellen wurden in MS-Excel oder MS-Access erstellt und können aufgrund von Rundungen Differenzen aufweisen. Die Berechnungen erfolgten immer mit nicht gerundeten Werten.

Tabelle 1:	Zusammenstellung der Infrastrukturelemente im Bundesfernstraßennetz (durchgehende Strecke und Äste) für die Jahre 2019 (Basisjahr), 2023 und 2027	14
Tabelle 2:	Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen - Prognosejahre 2023 und 2027, in jeweiligen Preisen	15
Tabelle 3:	Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Prognosejahre 2023 und 2027, in jeweiligen Preisen	16
Tabelle 4:	Kalkulatorische Zinssätze für die Prognosejahre.....	16
Tabelle 5:	Wegekosten für die Prognosejahre 2023-2027 in [Mrd. €], in jeweiligen Preisen	17
Tabelle 6:	Fahrleistung für die Prognosejahre 2023-2027 in [Mrd. Fzkm]	18
Tabelle 7:	Wegekosten nach Fahrzeugkategorie für die Prognosejahre 2023 bis 2027	19
Tabelle 8:	Mögliche Mautteilsätze Infrastruktur für den Zeitraum 2023 bis 2027.....	19
Tabelle 9:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der geänderten Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1)	20
Tabelle 10:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der geänderten Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1)	20
Tabelle 11:	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2023.....	21
Tabelle 12:	Durchschnittlicher Kuponzins zum 31.12.2020 für ausstehende Bundeswertpapiere nach Laufzeiten.....	33
Tabelle 13:	Zusammenstellung der Infrastrukturelemente bezogen auf das Gesamtnetz der Bundesfernstraßen (durchgehende Strecke und Äste) im Basisjahr	45
Tabelle 14:	Baupreisindizes 2012 bis 2019	46
Tabelle 15:	Zusammenstellung Ansätze Fortschreibung Bestand in Prozent pro Jahr nach Infrastrukturelementen	47
Tabelle 16:	Indizes für die Prognosejahre	48
Tabelle 17:	Netzentwicklung, historische Ausgaben und Anlagevermögen für Grunderwerb	49
Tabelle 18:	BV Grunderwerb in den Prognosejahren, Preisstand 2019.....	49

Tabelle 19:	Investitionen in Bundesfernstraßen von 1991 bis 2019, A+E-Maßnahmen	50
Tabelle 20:	BV - A+E-Maßnahmen Prognosejahre 2023 bis 2027 inkl. Planung, Preisstand 2019	51
Tabelle 21:	Übersicht Anteile Kostengruppen Erdbau - durchgehende Strecke und Äste 2019	52
Tabelle 22:	Kostenansätze - Erdbau, Preisstand 2019	52
Tabelle 23:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Erdbau inkl. Planung und HG9 für 2019.....	53
Tabelle 24:	Kostenansätze - Oberbau, Preisstand 2019.....	56
Tabelle 25:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Oberbau durchgehende Strecke und Äste für 2019	56
Tabelle 26:	Kostenansätze - Ausstattung, Preisstand 2019 inkl. Planung.....	57
Tabelle 27:	Kostenansätze – Brücken, Preisstand 2019.....	60
Tabelle 28:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Anteile Bauwerksart - Brücken 2019	61
Tabelle 29:	gewichtete Kostenansätze ohne Planung für Tunnelbauwerke, Preisstand 2019	62
Tabelle 30:	BV - Anteile Tunnel nach Anzahl Fahrstreifen pro Röhre 2019	62
Tabelle 31:	Kostenansätze Trogbauwerke, Preisstand 2019	63
Tabelle 32:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Trogbauwerke 2019.....	63
Tabelle 33:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Stützbauwerke 2019.....	64
Tabelle 34:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Lärmschutz 2019.....	65
Tabelle 35:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Verkehrszeichenbrücken 2019.....	66
Tabelle 36:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Anzahl der Rastanlagen an BAB, Kostenansätze für 2019	67
Tabelle 37:	Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen – Basisjahr und Prognosejahre	68
Tabelle 38:	Nettoanlagevermögen (NV) - Erdbau und HG9, 2019.....	71
Tabelle 39:	Summe Nettoanlagevermögen (NV) – Oberbau, 2019	72
Tabelle 40:	Nettoanlagevermögen (NV) – Brücken, 2019.....	73
Tabelle 41:	Nettoanlagevermögen (NV) – Tunnel, 2019	73
Tabelle 42:	Nettoanlagevermögen (NV) – Trogbauwerke, 2019	74
Tabelle 43:	Nettoanlagevermögen (NV) – Stützbauwerke, 2019	74
Tabelle 44:	Nettoanlagevermögen (NV) - Lärmschutzbauwerke, 2019	75
Tabelle 45:	Nettoanlagevermögen (NV) – Verkehrszeichenbrücken, 2019	75
Tabelle 46:	Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Basisjahr und Prognosejahre	76
Tabelle 47:	Zusammenstellung Abschreibung – Prognosejahre	77
Tabelle 48:	Zusammenstellung Zinskosten – Prognosejahre.....	78

Tabelle 49:	Ansatz für Unterhaltskosten der Infrastrukturelemente p.a.	80
Tabelle 50:	Zusammenstellung der betrieblichen und baulichen Unterhaltung – Prognosejahre	80
Tabelle 51:	Betriebsdienstkosten auf Bundesfernstraßen, brutto, Preisstand 2019.....	81
Tabelle 52:	Relevante Kosten des Betriebsdienstes für die WKR auf Bundesfernstraßen netto, Preisstand 2019).....	82
Tabelle 53:	Kosten des Betriebsdienstes auf Bundesfernstraßen in den Wegekosten 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019).....	82
Tabelle 54:	Kosten der Mauterhebung für den Zeitraum 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019)	83
Tabelle 55:	Kosten für Verwaltung und Management für den Zeitraum 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019)	85
Tabelle 56:	Brutto- und Nettoanlagevermögen für Prognosejahre 2023 bis 2027.....	86
Tabelle 57:	Wegekosten für Prognosejahre 2023 bis 2027.....	87
Tabelle 58:	Entwicklung des Straßenverkehrs an Dauerzählstellen 2020 ggü. 2019, Datenquelle: BAST 2020 und eigene Berechnung	89
Tabelle 59:	Fahrleistungssummen für die Jahre 2023 bis 2027 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Fahrzeugkategorien (ohne Infrastrukturerweiterung)	98
Tabelle 60:	Änderungsraten der Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien für den Zeitraum 2023 bis 2027 (ohne Infrastrukturerweiterung)	99
Tabelle 61:	Übersicht Allokationsprinzipien, -verfahren und -schlüssel	102
Tabelle 62:	Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Allokationsprinzipien und -verfahren in Mrd. €.....	104
Tabelle 64:	Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Fzg.-Kategorie und Allokationsverfahren in Mrd. €	107
Tabelle 65:	Jährlicher Durchschnitt der Wegekosten, Fahrleistung und Kosten pro Fahrzeug-km an Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Fzg.- Kategorie * <i>Die ausgegraut dargestellten Fahrzeuggruppen unterliegen keiner Mautpflicht. Die Darstellung ist rein informativ.</i>	108
Tabelle 66:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1.....	110
Tabelle 67:	Kostensätze für Luftschadstoffe aus dem Straßenverkehr in € ₂₀₁₆ /t	112
Tabelle 68:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen (ohne räumliche Differenzierung bei den anlastbaren Kosten gemäß Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1)	113
Tabelle 69:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1	116

Tabelle 70:	Externe Kostensätze der Lärmeinwirkung p.a. und exponierter Person in € ₂₀₁₆	118
Tabelle 71:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen	119
Tabelle 72:	Mautteilsatz Infrastruktur bei Gewährleistung der Wegekostendeckung in der Mautperiode 2023 bis 2027	121
Tabelle 73:	Mögliche Mautteilsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU ohne räumliche Differenzierung	122
Tabelle 74:	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2023	123



GLOSSAR

<i>AASHO-Road Test</i>	Ein in den 60er Jahren in den USA durch die American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) durchgeführter und groß angelegter Performance-Test für verschiedene Bauweisen und Materialien für Straßen in Bezug auf die Belastung mit Schwerverkehr.
<i>Allokation der Wegekosten</i>	Verteilung der errechneten Wegekosten auf verschiedene kategorisierte Nutzergruppen und deren Fahrleistung auf den Wegen entsprechend
<i>verursachungsgerecht</i>	der Verursachung von Kosten, also beispielsweise aufgrund Abnutzung durch die Überrollung
<i>veranlassungsgerecht</i>	der Veranlassung von Kosten, also beispielsweise aufgrund der notwendigen Dimensionierung für die Zahl der Nutzer einer Nutzergruppe oder deren spezifischen Maße und Massen
<i>Bruttoanlagevermögen</i>	Wiederbeschaffungswert des Anlagevermögens zu aktuellen Preisen (Neuwert)
<i>Durchschnittlicher gewichteter Mautsatz</i>	Mit den Fahrleistungen der jeweiligen Nutzergruppe für jeden Abschnitt gewichteter, über alle Abschnitte aufsummierter und über alle Jahre des Prognosezeitraums gemittelter Mautsatz.
<i>Nettoanlagevermögen</i>	Wert des Anlagevermögens unter Berücksichtigung der Restlebensdauer der Anlagen (Bruttoanlagevermögen abzüglich kumulierter Abschreibungen)
<i>Perpetual Inventory Method (PIM)</i>	Bei der PIM wird das Bruttoanlagevermögen zum jeweiligen Stichtag aus den bisherigen kumulierten Investitionen in das Anlagevermögen berechnet, abzüglich der bereits vollständig abgeschrieben Vermögensbestandteile.
<i>Soziale Zeitpräferenzrate</i>	Die soziale Zeitpräferenzrate gibt die Präferenz der Gesellschaft für Gegenwartskonsum wieder, auf den bei einer öffentlichen Investition verzichtet werden muss. Da Investitionen letztlich dazu dienen, den zukünftigen Konsum zu erhöhen, drückt sie aus, wie viele zukünftige Konsumeinheiten die heutige Gesellschaft für jede Konsumeinheit fordert, die ihr in der Gegenwart entzogen wird. Eine positive Zeitpräferenzrate ist Ausdruck für eine Minderschätzung zukünftiger Bedürfnisse gegenüber den gegenwärtigen Bedürfnissen.
<i>Synthetische Methode (SM)</i>	Die SM geht bei der Berechnung des Bruttoanlagevermögens von einem physischen Bestand an Infrastrukturelementen aus, für den im Berichtsjahr die Wiederbeschaffungspreise ermittelt werden.
<i>Tagesgebrauchtwertabschreibung</i>	Die Tagesgebrauchtwertabschreibung richtet sich nach den aktuellen Tagesgebrauchtwerten (Nettoanlagevermögen). In jeder Periode wird die Differenz zwischen den Tagesgebrauchtwerten abgeschrieben. Die Tagesgebrauchtwerte ergeben sich durch die Multiplikation der Tagesneupreise (d.h. Bruttoanlagevermögen bzw. Wiederbeschaffungsneuwert) mit dem Verhältnis von Rest- und Gesamtnutzungsdauer am Periodenanfang bzw. Periodenende.

Abkürzungsverzeichnis

AKS-85.....	<i>Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen in der 1986 grundsätzlich eingeführten Fassung</i>
BAB	<i>Bundesautobahnen</i>
BAG	<i>Bundesamt für Güterverkehr</i>
BASt	<i>Bundesanstalt für Straßenwesen</i>
BIP	<i>Bruttoinlandsprodukt</i>
BISStra.....	<i>Bundesinformationssystem Straße</i>
BMDV	<i>Bundesministerium für Digitales und Verkehr</i>
BS	<i>Bundesstraßen</i>
BV	<i>Bruttoanlagevermögen</i>
BVWP	<i>Bundesverkehrswegeplan</i>
CAPM.....	<i>Capital Asset Pricing Modell</i>
CCAPM	<i>Consumption Capital Asset Pricing Modell</i>
Fzg	<i>Fahrzeug</i>
Fzkm	<i>Fahrzeugkilometer</i>
KBA	<i>Kraftfahrtbundesamt</i>
Lkw	<i>Lastkraftwagen</i>
INfz	<i>Leichte Nutzfahrzeuge, Lieferwagen</i>
LoA.....	<i>Lkw ohne Anhänger</i>
LZSZ	<i>Lastzüge/Sattelzüge</i>
Mot	<i>Motorräder</i>
NNV	<i>normiertes Nettovermögen</i>
NV	<i>Nettoanlagevermögen</i>
ÖPP.....	<i>Öffentlich Private Partnerschaft</i>
PIM.....	<i>Perpetual Inventory Method – siehe auch Glossar</i>
Pkw	<i>Personenkraftwagen; im Rahmen der Fahrleistungsprognose hier inkl. Kombi</i>
SM.....	<i>Synthetischen Methode – siehe auch Glossar</i>
SV	<i>Schwerverkehr; zGG>3,5t</i>
SVZ	<i>Straßenverkehrszählung</i>
WKR.....	<i>Wegekostenrechnungen</i>
zGG	<i>zulässiges Gesamtgewicht</i>



1 Zusammenfassung

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beauftragte im Februar 2020 das Gutachterteam Alfen Consult GmbH, Leipzig & Aachen und AVISO GmbH, Aachen, die Wegekostenrechnung für die deutschen Bundesfernstraßen und die externen Kosten der Luftverschmutzung und Lärmbelastung als Basis für die Festsetzung der Mautsätze für die Jahre 2023 bis 2027 zu erarbeiten.

Das vorliegende Gutachten führt die in den Wegekostenrechnungen (WKR) von Prognos/IWW 2002 (WKR2002) und ProgTrans/IWW 2007 (WKR2007) entwickelte und von Alfen Consult/AVISO/IVM in den Wegekostenrechnungen 2013 (WKR2013) und 2018 (WKR2018) weitergeführte Methodik fort. Die Methodik wurde im Rahmen der WKR2013 und WKR2018 in verschiedenen Workshops mit externen Experten und Vertretern der Europäischen Kommission diskutiert und diente schlussendlich als Grundlage der bei der Europäischen Kommission notifizierte Mautsätze für die Jahre 2014 bis 2022. Allerdings hat der Europäische Gerichtshof in seinem Urteil vom 28.10.2020 entschieden, dass die Kosten der Verkehrspolizei nicht mit der Maut angelastet werden dürfen. Die Wegekostenrechnung für den Zeitraum 2018 – 2022 (WKR2018) wurde in Folge dessen ebenfalls Neuberechnet, sodass am 01.10.2021 hinsichtlich der Kosten der Verkehrspolizei bereinigte Mautsätze in Kraft getreten sind.

Die Wegekosten werden für die Jahre 2023 bis 2027 weiterhin unter dem Ziel der Sicherstellung der langfristigen Substanzerhaltung der Straßeninfrastruktur berechnet. Das Bruttoanlagevermögen wird wie bisher zu Wiederbeschaffungswerten mittels der Methode der direkten Bestandsbewertung bzw. der sog. Synthetischen Methode (SM) bewertet. Als Abschreibungsmethode wird wiederum die Tagesgebrauchtwertabschreibung genutzt. Im Rahmen der SM werden die Bestandsaggregate des Infrastrukturnetzes zu entsprechenden Wiederbeschaffungskosten bewertet, sodass der Wiederbeschaffungswert der heutigen Infrastruktur abgeleitet werden kann. Hierfür wird ein umfassendes Bestandsregister aufgebaut, indem Lücken durch eigene Schätzungen ergänzt werden.

Die Wegekosten setzen sich aus den Kapitalkosten (Abschreibungen und Zinsen) und den laufenden Kosten zusammen. Um die Kapitalkosten zu ermitteln, werden entsprechend dem Basiskonzept der voran gegangenen WKR zunächst das Brutto- und Nettoanlagevermögen der Bundesfernstraßen getrennt für das Basisjahr 2019 und für die Prognosejahre 2023 bis 2027 berechnet. Darauf aufbauend werden die Kapitalkosten (Abschreibungen und Zinsen) abgeleitet.

Unter Einbindung der laufenden Kosten für die Bewirtschaftung der Straßen werden die Wegekosten eines Betrachtungsjahres auf die Nutzer des Jahres verteilt und nach den Vorgaben der Richtlinie 1999/62/EG, in der Fassung der Richtlinie 2013/22/EU, eine Maut für die Fahrzeuge des Schwerverkehrs die schweren Lkw (Lkw mit einem zGG \geq 7,5t) errechnet.

Ermittlung der Wegekosten

Für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens werden die Bestandsdaten zu den Mengen der bestehenden Straßeninfrastruktur des BMDV für das Basisjahr 2019 ausgewertet. Ausgehend vom Basisjahr 2019 wurde das Netz in Anlehnung an den Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2030 für die Prognosejahre fortgeschrieben. Dazu wurden die Projektexposés der fest disponierten Vorhaben und der Vorhaben des Vordringlichen Bedarfs aus PRINS ausgewertet und der jeweilige Flächenzuwachs identifiziert. Darüber hinaus wurde die Flächen- bzw. Längenentwicklung der einzelnen Infrastrukturelemente seit dem Basisjahr 2015 der WKR2018 bis zum Basisjahr 2019 ausgewertet und für die Ableitung der prozentualen Netzentwicklung herangezogen. Die daraus abgeleiteten Prozentwerte p.a. wurden auf die Infrastrukturelemente angewendet. Im Ergebnis wird das Netz der Bundesautobahnen, kurz BAB, (einschließlich Brücken und Stütz- und Trogbauwerke) mit etwa 0,4 % bzw. das Netz der Bundesstraßen, kurz BS, (einschließlich Brücken und Trogbauwerke) mit etwa 0,1 % p.a. und Stützbauwerke an BS mit etwa 0,3 % p.a. fortgeschrieben. Die Länge der Tunnelbauwerke wächst gemäß der ausgewerteten Projektexposés mit 1,6 % an BAB bzw. 2,8 % p.a. an BS überdurchschnittlich. Die „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017“ des BMDV war Grundlage zur Ableitung des jährlichen Ansatzes der Entwicklung des Bestandes an Lärmschutzbauwerken im Netz. Demnach wachsen Lärmschutzbauwerke/-wälle an BAB und BS mit durchschnittlich 1,5 % p.a..

Der Grunderwerb wurde nicht auf Basis des Bestandes ermittelt, da hierfür keine geeigneten Bestandsangaben und Wiederbeschaffungspreise verfügbar sind. Das diesbezügliche Bruttoanlagevermögen wird daher aus den kumulativen Ausgaben für Grunderwerb errechnet.

Infrastrukturelement	Einheit	Summe Bundesfernstraßen 2019 (Basisjahr)	Summe Bundesfernstraßen 2023	Summe Bundesfernstraßen 2027
Grunderwerb	Mio. m ²	nicht erhoben	nicht erhoben	nicht erhoben
Erdbau	Mio. m ²	972,8	982,4	992,1
Oberbau	Mio. m ²	734,0	741,4	748,9
Brücken	Mio. m ²	31,3	31,7	32,0
Tunnel und Trogbauwerke	km	346,8	371,8	399,1
Lärmschutzbauwerke	Mio. m ²	10,7	11,3	12,0
Lärmschutzwälle	km	1.267,4	1.345,2	1.427,7
Stützbauwerke	Mio. m ²	4,6	4,7	4,8
Verkehrszeichenbrücken	Riegellänge km	230,9	234,3	237,7
Meistereien	Stück	404	404	404
Rastanlagen unbewirtschaftet	Stück	1.481	1.481	1.481
Rastanlagen bewirtschaftet	Stück	460	460	460

Tabelle 1: Zusammenstellung der Infrastrukturelemente im Bundesfernstraßennetz (durchgehende Strecke und Äste) für die Jahre 2019 (Basisjahr), 2023 und 2027

Die Wiederbeschaffungspreise zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens wurden auf der Basis der Auswertung des Forschungsvorhabens „*Investitionskostenplausibilisierung und Umweltbewertung: Entwicklung eines kombinierten Verfahrens zur Abschätzung von Investitionskosten und zur Bewertung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben in der Bundesverkehrswegeplanung*“, der dokumentierten Angaben in der Straßeninformationsbank Bauwerke (SIB-Bauwerke) sowie von Erfahrungswerten des BMDV und sachkundiger Dritter abgeleitet und auf die jeweiligen Prognosejahre fortgeschrieben. Die Fortschreibung der Preise erfolgte dabei mit dem durchschnittlichen Preisindex für entsprechende Bauleistungen.

Jahr	2023 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Vermögen		
Grunderwerb	39,334	43,335
A+E-Maßnahmen ¹⁾	4,832	5,572
Erdbau ²⁾	153,174	161,406
Oberbau ²⁾	87,262	95,762
Brücken	111,523	119,665
Tunnel	18,111	20,841
Trogbauwerke	2,206	2,362
Stützbauwerke	7,562	8,127
Ausstattung ^{2),3)}	34,608	37,600
Meistereien	3,079	3,304
Rastanlagen	10,469	10,944
Summe	472,160	508,918
¹⁾ – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ²⁾ - durchgehende Strecke einschließlich Äste ³⁾ - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke		

Tabelle 2: Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen - Prognosejahre 2023 und 2027, in jeweiligen Preisen

Wertminderung durch Abnutzung sowie das Alter der Bauelemente führen zu einer Reduzierung des Anlagevermögens. Mithilfe von „Tagesgebräuchtwerten“ gehen Wertminderungen in die Berechnung ein. Das Nettoanlagevermögen ergibt sich wie in den vorangegangenen WKR aus der Aggregation der Tagesgebräuchtwerte aller Infrastrukturelemente entsprechend der Altersstruktur. Da die operative Funktionalität des Netzes erhalten bleiben soll, wird für die Wegekostenrechnung unterstellt, dass Infrastrukturelemente, die vollständig abgeschrieben sind, sofort ersetzt werden und eine zyklische Erneuerung nach Ablauf der angenommenen theoretischen Lebensdauer erfolgt. Die so gebildete Abgangsfunktion spiegelt in den einzelnen Perioden nicht zwangsläufig die tatsächlichen Ausgaben wider, da die Erhaltungsplanung auf Basis der tatsächlichen Zustandsentwicklung erfolgt.

Vermögen \ Jahr	2023 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Grunderwerb	39,334	43,335
A+E-Maßnahmen ¹⁾	4,832	5,572
Erdbau ²⁾	95,543	94,717
Oberbau ²⁾	48,625	52,845
Brücken	60,604	59,788
Tunnel	13,105	14,762
Trogbauwerke	1,444	1,449
Stützbauwerke	4,788	4,858
Ausstattung ^{2),3)}	17,497	18,903
Meistereien	1,540	1,652
Rastanlagen	5,234	5,472
Summe	292,546	303,353
¹⁾ – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ²⁾ - durchgehende Strecke einschließlich Äste ³⁾ - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke		

Tabelle 3: Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Prognosejahre 2023 und 2027, in jeweiligen Preisen

Aus dem Anlagevermögen werden die Kapitalkosten ermittelt. Die Abschreibung ergibt sich in der Tagesgebrauchtwertabschreibung aus der Differenz zwischen dem Nettoanlagevermögen am Ende der Periode und am Anfang der Periode. Die kalkulatorischen Zinsen werden unter Zugrundelegung spezifischer Zinssätze ermittelt. Der verwendete Zinssatz entspricht dem Mittel des Kupon-Zinses der ausstehenden Bundeswertpapiere mit 10 bzw. 30 Jahren Restlaufzeit zum Ende 2020.

Jahr	2023	2024	2025	2026	2027
Zinssatz	2,3 %	2,3 %	2,3 %	2,3 %	2,3 %

Tabelle 4: Kalkulatorische Zinssätze für die Prognosejahre

Die laufenden Kosten betreffen die Kosten für Unterhaltung, Betriebsdienst und Verwaltung sowie für die Mauterhebung. Die Kosten für Unterhaltung werden aus prozentualen Ansätzen hergeleitet, die sonst der Anrechnung von Unterhaltungskosten zur Ablöse von Straßeninfrastruktur beim Wechsel des Baulastträgers dienen. Die Kosten des Betriebsdienstes sowie die Mauterhebungskosten werden aus den Haushaltsansätzen des BMDV und seiner nachgeordneten Behörden zusammengestellt.

Insgesamt ergeben sich für die Prognosejahre folgende Wegekosten:

Jahr	2023	2024	2025	2026	2027
Anlagevermögen					
Bruttoanlagevermögen	472,160	481,100	490,301	499,537	508,918
Nettoanlagevermögen	292,980	295,422	298,171	301,043	303,844
Wegekosten					
kalkulatorische Kosten	10,731	10,917	11,114	11,316	11,515
Laufende Kosten	3,418	3,505	3,588	3,664	3,741
Summe	14,149	14,422	14,703	14,981	15,256

Tabelle 5: Wegekosten für die Prognosejahre 2023 bis 2027 in [Mrd. €], in jeweiligen Preisen

Fahrleistungsprognose

Die Fahrleistungen wurden im Wesentlichen auf der Grundlage der verfügbaren Daten der Straßenverkehrszählung 2015 (SVZ2015) und der automatischen Zählstellen an Bundesfernstraßen für die in Tabelle 6 dargestellten Fahrzeugkategorien ermittelt.

Die Ermittlung der netzbezogenen Verkehrsbelastungen für das Basisjahr 2019 erfolgte ausgehend von den Daten der SVZ 2015 auf Basis der von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) aus kontinuierlichen Dauerzählstellen auf Bundesfernstraßen zur Verfügung gestellten Daten der Jahre 2010 bis 2019. Zusätzlich berücksichtigt wurden Daten aus dem Verkehrsbarometer der BASt für das Jahr 2020 und weitere Annahmen zur Auswirkung der Corona-Pandemie auf die zukünftige Entwicklung der Fahrleistungen. Die Verkehrsentwicklungen an den Dauerzählstellen wurden mit der Entwicklung struktureller Größen wie Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Pkw-Bestand korreliert und entsprechende statistische Zusammenhänge (Prognosefunktionen) aus den Zeitreihen abgeleitet. Die ermittelten Prognosefaktoren wurden dann, unter zusätzlicher Berücksichtigung der Auswirkungen der Corona-Pandemie, auf die Verkehrsdaten des Basisjahres 2019 angewendet und die Fahrleistungen netzbezogen für 2023 bis 2027 berechnet.

Zur Ableitung der mautspezifischen Verkehre (Lkw \geq 7,5t zGG) nach Achs- und Schadstoffklassen dienten u.a. die vom BAG zur Verfügung gestellten abschnittsspezifischen Mautstatistiken 2018 bis 2020. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Mautpflicht auf allen Bundesfernstraßen erst zum 1. Juli 2018 eingeführt wurde.

In Tabelle 6 sind die Fahrleistungen nach Fahrzeugkategorien dargestellt, die für die Allokation der Wegekosten herangezogen werden.

	2023	2024	2025	2026	2027
Bundesfernstraßen					
Fahrzeugkategorien	Fahrleistung [Mrd. Fzkm]				
Motorräder	3,60	3,62	3,64	3,66	3,68
Pkw und Kombi	321,86	323,67	325,50	327,35	329,21
Lieferwagen	20,84	21,20	21,60	21,97	22,37
Busse	1,25	1,22	1,19	1,16	1,14
Lkw >3,5t zGG	53,00	53,68	54,37	55,11	55,80
davon Mautverkehr (2 Achsen)	2,69	2,69	2,70	2,71	2,72
davon Mautverkehr (3 Achsen)	1,90	1,92	1,95	1,98	2,01
davon Mautverkehr (4 Achsen)	2,66	2,70	2,74	2,78	2,82
davon Mautverkehr (>4 Achsen)	35,89	36,46	37,03	37,65	38,22
davon Mautverkehr (7,5t bis <12t)	1,21	1,22	1,22	1,23	1,24
davon Mautverkehr (12t bis 18t)	1,83	1,85	1,86	1,87	1,88
davon Mautverkehr (>18t)	40,08	40,71	41,33	42,02	42,64
davon Mautverkehr (gesamt)	43,13	43,77	44,41	45,11	45,76
Summe aller Kfz	400,55	403,40	406,31	409,25	412,20

Tabelle 6: Fahrleistung für die Prognosejahre 2023-2027 in [Mrd. Fzkm]

Allokation

Für eine gerechte Anlastung der Kosten auf die einzelnen Fahrzeugkategorien erfolgt die Allokation der Kosten unter Verwendung der folgenden gegenüber den vorangegangenen WKR unveränderten Allokationsprinzipien:

- verursachungsgerechte Anlastung von Kosten auf der Basis von Achslastäquivalenzziffern (AASHO-Faktoren),
- veranlassungsgerechte Anlastung von Kosten auf der Basis von gewichtsabhängig definierten Äquivalenzziffern,
- veranlassungsgerechte Anlastung von Kosten auf der Basis von Lärmemissionsziffern,
- kapazitätsabhängige Anlastung von Kosten auf Basis von Kapazitätsäquivalenzziffern,
- proportionale Anlastung von Kosten (insbesondere Allgemeinkosten).

Dazu werden die Kosten zunächst auf der Basis von ingenieurfachlichen Überlegungen den jeweiligen Allokationsprinzipien zugeordnet. Anschließend werden die Fahrleistungen der jeweiligen Fahrzeugkategorie mit Äquivalenzziffern multipliziert (adjustierte Fahrleistung) und eine Aufteilung der Kosten unter Gewichtung der adjustierten Fahrleistungen vorgenommen. Werden die aufgeteilten Kosten (siehe Tabelle 7) abschließend durch die tatsächliche Fahrleistung (nicht adjustierte Fahrleistung, siehe Tabelle 6) der jeweiligen Fahrzeugkategorie geteilt, kann ein gewichteter Kostensatz (Infrastrukturkostenanteil) pro Fahrzeugkilometer ermittelt werden.

Bundesfernstraßen						
Wegekosten [Mrd.€]						
	2023	2024	2025	2026	2027	Summe
Pkw und Kombi	6,828	6,922	7,019	7,120	7,217	35,105
Motorräder	0,057	0,058	0,059	0,060	0,061	0,296
leichte Nutzfahrzeuge	0,497	0,509	0,523	0,536	0,550	2,615
Busse	0,209	0,208	0,208	0,207	0,206	1,038
Lkw über 3,5t bis <7,5t	0,286	0,289	0,292	0,296	0,299	1,462
Lkw ab 7,5t zGG	6,272	6,436	6,601	6,763	6,923	32,995
<i>Lkw ab 7,5t bis <12t zGG</i>	0,078	0,079	0,081	0,082	0,083	0,402
<i>Lkw ab 12t bis einschließlich 18t zGG</i>	0,191	0,194	0,197	0,200	0,203	0,985
<i>Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen</i>	0,260	0,267	0,273	0,280	0,286	1,366
<i>Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen</i>	5,743	5,896	6,050	6,201	6,352	30,242
Summe alle Kfz	14,149	14,422	14,703	14,981	15,256	73,511

Tabelle 7: Wegekosten nach Fahrzeugkategorie für die Prognosejahre 2023 bis 2027

Die aus den Wegekosten gemäß Tabelle 7 und den Fahrleistungen gemäß Tabelle 6 resultierenden Mautteilsätze für die Infrastrukturkosten für den Zeitraum 2023 bis 2027 sind in Tabelle 8 dargestellt.

Mautpflichtige Fahrzeuggruppe	Mgl. Infrastrukturmaut €-Cent/Fzg.km
<i>Lkw ab 7,5t bis <12t zGG</i>	6,7
<i>Lkw ab 12t bis einschließlich 18t zGG</i>	10,9
<i>Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen</i>	14,3
<i>Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen</i>	15,5

Tabelle 8: Mögliche Mautteilsätze Infrastruktur für den Zeitraum 2023 bis 2027

Prüfung der Anlastung externer Kosten

Die Richtlinie 2011/76/EU zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG erlaubt den Mitgliedstaaten die Anlastung von externen Kosten der Luftverschmutzung und der Lärmbelastung. Anhang III regelt die Mindestanforderungen bei der Erhebung der externen Kosten in Bezug auf:

- betroffene Abschnitte des Straßennetzes,
- betroffene Fahrzeuge, Straßen und Zeiträume,
- Gebührenhöhe und
- Gebührenbestandteile (hier Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung).

Die Gebührenhöhe wird mittels der in der WKR2013 entwickelten und im Rahmen der WKR2018 fortgeführten Rechenverfahren ermittelt, wobei der Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der

Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 Höchstbeträge der gewogenen durchschnittlichen Gebühr festlegt. Dabei werden die neuesten Erkenntnisse zu Emissionsfaktoren und Wertansätzen, sowie die Richtlinie in ihrer aktuellen Fassung (ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1) berücksichtigt. Die mögliche Differenzierung der Örtlichkeit (gemäß Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1) wurde untersucht. Im Ergebnis wäre eine Anlastung der Aufschläge für die externen Kosten differenziert nach Fernstraßen und Vorstadtstraßen sowie in Bergregionen und flache Regionen im Gesamtnetz möglich.

Auf Basis der Gegenüberstellung der verursachten Kosten mit den maximal anlastbaren Kosten nach Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 können für die Bundesfernstraßen die in Anhang IIIb der Richtlinie angegebenen Höchstsätze verwendet werden (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10).

Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung

Cent/Fahrzeugkilometer	Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)
EURO 0	17,8	13,3
EURO I	12,2	8,9
EURO II	10,0	7,8
EURO III	7,8	6,7
EURO IV	4,5	3,4
EURO V nach dem 31. Dezember 2013	0	0
	3,4	2,3
EURO VI nach dem 31. Dezember 2017	0	0
	2,3	1,2
Umweltfreundlicher EURO VI als	0	0

Die Werte in Tabelle 9 dürfen in Bergregionen mit einem Faktor von höchstens 2 multipliziert werden, soweit dies durch Straßensteigung bzw. -gefälle, geografische Höhe und/oder Temperaturinversionen gerechtfertigt ist.

Tabelle 9: Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der geänderten Fassung (ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1)

Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Lärmbelastung

Cent/Fahrzeugkilometer	Tag	Nacht
Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	1,22	2,22
Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)	0,23	0,34

Die Werte in Tabelle 10 dürfen in Bergregionen mit einem Faktor von höchstens 2 multipliziert werden, soweit dies durch Straßensteigung bzw. -gefälle, Temperaturinversionen und/oder Amphitheater-Effekt von Tälern gerechtfertigt ist.

Tabelle 10: Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der geänderten Fassung (ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1)

Da aktuell auf eine räumliche Differenzierung der Mautteilsätze für die Luftverschmutzung und die Lärmbelastung verzichtet werden soll, ist für die Aufschläge für Luftverschmutzung die Spalte „Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)“ der Tabelle 9 relevant. Der Aufschlag für Lärmbelastung kann entsprechend einheitlich bis zu 0,23 Cent/km (Tabelle 10) betragen.

Mauteinnahmen

Werden die in Tabelle 8 dargestellten möglichen Mautteilsätze Infrastruktur für die mautpflichtigen Fahrzeuggruppen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 7,5t als Mautteilsätze für die Infrastrukturmaut und die Sätze für „Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)“ ohne erhöhte Aufschläge für Bergregionen und ohne Tag/Nacht-Differenzierung des Anhangs IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in ihrer aktuellen Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1) entsprechend Tabelle 9 und Tabelle 10 angesetzt, ergeben sich für das Netz der Bundesfernstraßen bei einer Einführung des Tarifsystems zum 1. Januar 2023 für den Gesamtzeitraum 2023 bis 2027 die in Tabelle 11 dargestellten Mauteinnahmen¹.

	Infrastrukturmaut	Einnahmen aus Aufschlag für Luft	Aufschlag für Lärm	Einnahmen Gesamt
Jahr	Mrd.€			
2023	6,471	0,570	0,086	7,127
2024	6,569	0,567	0,088	7,223
2025	6,667	0,567	0,089	7,323
2026	6,774	0,568	0,090	7,433
2027	6,873	0,571	0,092	7,535
Gesamt	33,354	2,843	0,444	36,641

Tabelle 11: Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2023

¹ Aus Praktikabilitätsgründen werden für die Mautfestsetzung bisher jeweils €Cent-Beträge mit einer Kommastelle verwendet. Daher wurde der Aufschlag für maximal anlastbare externe Kosten der Lärmbelastung nach der ersten Kommastelle abgeschnitten. Es ergibt sich ein Aufschlag von 0,2 €Cent/km.

2 Vorbemerkung

2.1 Veranlassung

Die aktuelle Mautperiode endet zum Ende des Jahres 2022. Um die Mautsätze für die Jahre 2023 fortfolgend zu bestimmen, bedarf es einer Feststellung der Wegekosten der nächsten Mautperiode 2023 bis 2027. Um die mit der Mautfestsetzung verbundenen Prozessschritte zeitgerecht umzusetzen, wurde im Februar 2020 die Gutachtergruppe Alfen/AVISO mit der Berechnung der Wegekosten und der externen Kosten nach Richtlinie 1999/62/EG, in der Fassung der Richtlinie 2013/22/EU, für den Zeitraum 2023 bis 2027 sowie die Erarbeitung eines Vorschlags für die Mautfestsetzung beauftragt (WKR2023). Das Gutachten baut auf den bisherigen Wegekostenrechnungen der Jahre 2002 (WKR2002), 2007 (WKR2007) sowie 2013/14 (WKR2013) und 2018 (WKR2018) auf und führt die im Zuge dessen entwickelte Methodik fort.

2.2 Aufgabenverständnis

In der WKR2023 sind die Wegekosten für die Jahre 2023 bis 2027 neu zu ermitteln und anschließend nach Prinzipien auf die Fahrzeugkategorien zu allokalieren. Die bewährte und von den verschiedenen Akteuren akzeptierte Methodik der WKR2013 wird nach einer Überprüfung auf eine Änderung der Rahmenbedingungen (rechtlicher Rahmen, verfügbare Daten, etc.) und auf Aktualität fortgeschrieben.

Die Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, gibt die Berechnung der Infrastrukturkosten in Form einer Vollkostenrechnung (vgl. Artikel 7b Abs. 1) vor. Die Kosten orientieren sich an den Baukosten, den Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Ausbau. Hierzu rechnen nach dem Verständnis der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, auch Abschreibungen nach technischen Nutzungsdauern und kalkulatorische Zinsen als Ausdruck der Opportunitätskosten. Die Kosten können ganz oder zum Teil den gebührenpflichtigen Fahrzeugen angelastet werden. Darüber hinaus ist mit der Novellierung der Richtlinie 1999/62/EG durch die Änderungsrichtlinie 2011/76/EU den Mitgliedstaaten freigestellt, den Verkehrsteilnehmern externe Kosten anzulasten. In Anhang IIIb der Richtlinie sind für die Anlastung der externen Kosten Höchstbeträge angegeben, die in regelmäßigen Abständen angepasst werden (der aktuellen Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1).

Die Bestimmung des Mautteilsatzes zur Deckung der Infrastrukturkosten erfolgt grob in drei Berechnungsschritten. Zunächst sind die Wegekosten (Infrastrukturkosten) zu bestimmen (siehe Kapitel 4). Sie setzen sich aus den Kapitalkosten (kalkulatorische Abschreibungen und kalkulatorische Zinsen) und den laufenden Kosten zusammen. Um die Kapitalkosten zu ermitteln, sind zunächst das Brutto- und das Nettoanlagevermögen der Bundesfernstraßen auf Basis einer geeigneten Methode zur Vermögensbewertung zu berechnen.

Parallel zu den Wegekosten sind die Fahrleistungsprognosen für die verschiedenen mautpflichtigen und nicht mautpflichtigen Fahrzeugkategorien abschnittsbezogen zu ermitteln (siehe Kapitel 5). Diese Fahrleistungsprognosen sind Grundlage für die Allokationsrechnung (Bestimmung des Anteils der jeweils einer Fahrzeuggruppe anlastbaren Infrastrukturkosten) und der Bestimmung der Luftverschmutzungskosten sowie der Lärmkosten.

Die ermittelten Wegekosten sind unter Berücksichtigung der Fahrleistung und Allokationsprinzipien auf die verschiedenen Nutzergruppen zu allokieren. Die Allokationsprinzipien werden dabei separat für die verschiedenen Infrastrukturelemente und Kostenpositionen anhand der Merkmale der Infrastrukturelemente und der verschiedenen Nutzergruppen festgelegt.

Anschließend werden die einer Fahrzeuggruppe zugeordneten Kosten durch die Fahrleistung dieser Gruppe dividiert und so ein Mautteilsatz pro Fahrleistungs-km berechnet.

Zusätzlich zum Mautteilsatz der Infrastrukturkosten wird ein Mautteilsatz für die Luftverschmutzungskosten und ein Mautteilsatz für Lärmkosten erhoben, die für die WKR2023 neu zu bestimmen sind. Maßgebend sind hierfür die in der Richtlinie 1999/62/EG (in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1) in Anhang IIIa dargestellten Berechnungsverfahren und die in Anhang IIIb angegebenen Richtwerte.

In der folgenden Abbildung 1 sind die von den Gutachtern gewählte Grobstruktur der methodischen Vorgehensweise sowie die einzelnen Arbeitspakete zusammenfassend dargestellt.



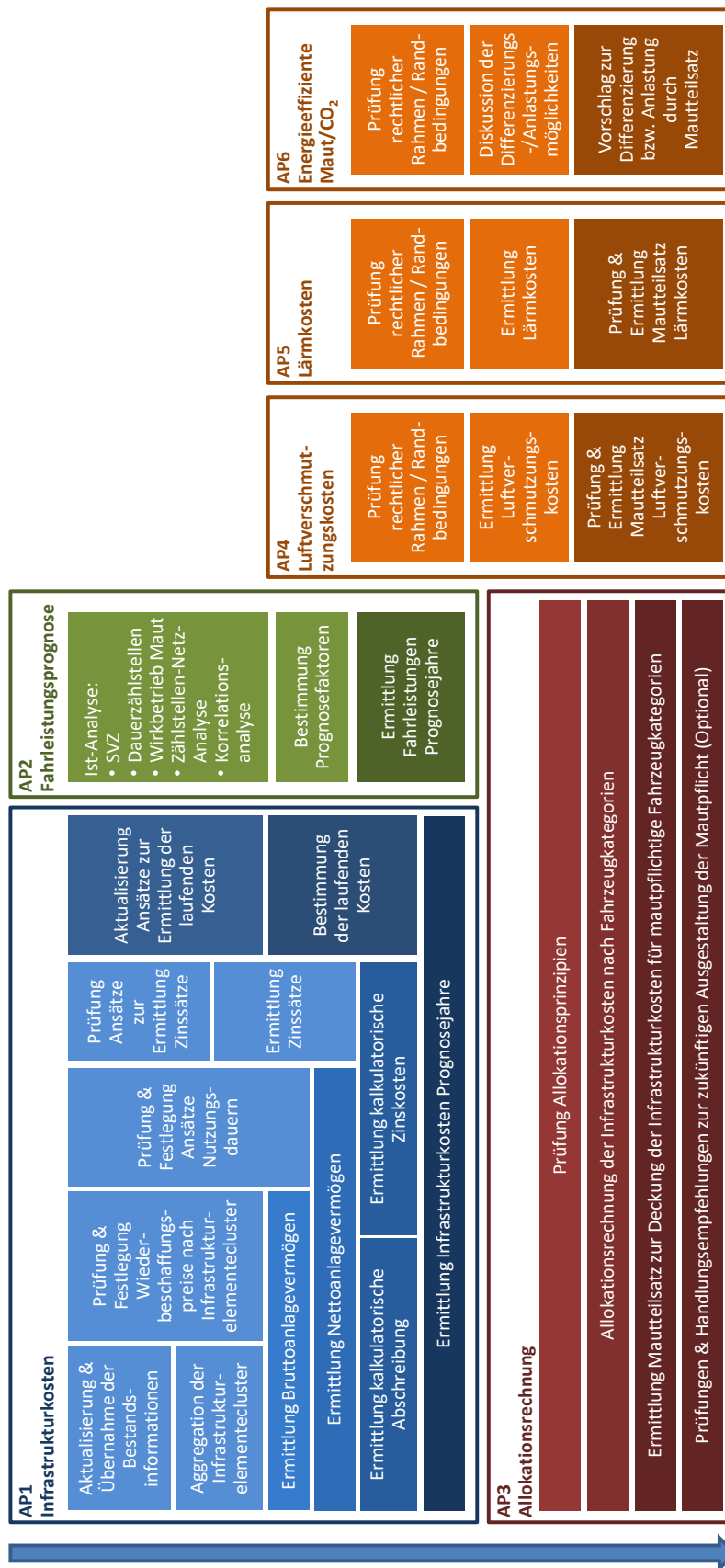


Abbildung 1: Darstellung des Untersuchungsablaufs

2.3 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung wurden neben den Bestandsdaten (siehe Abschnitt 4.2.2) durch die Gutachter insbesondere folgende Unterlagen einbezogen:

- Wegekostengutachten 2013-2017, Endbericht (WKR2013),
- Wegekostengutachten 2018-2022, Endbericht; Bericht zur Neuberechnung zum Wegekostengutachten 2018-2022 (WKR2018),
- Verkehrsbarometer (BASt, kontinuierlich),
- BAG-Mautstatistiken (kontinuierlich),
- Dauerzählstellen auf Bundesfernstraßen (BASt, kontinuierlich),
- SVZ 2015 (BASt soweit verfügbar),
- Fahrleistungserhebung 2014 (KBA, BASt soweit verfügbar),
- Verkehrsprognose 2030, halbj. Mittelfristprognosen (Basis: Verkehrs- bzw. Transportleistung),
- Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge (Wegekosten-Richtlinie),
- Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie)
- Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (Umgebungslärm-Richtlinie),
- Richtlinie 2006/38/EG (zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG),
- Richtlinie 2011/76/EU (zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG),
- Richtlinie 2013/22/EU (zur Anpassung bestimmter Richtlinien im Bereich Verkehr aufgrund des Beitritts der Republik Kroatien),
- Aktualisierte Anlagen II und IIIb (ABl. C 223 vom 07.07.2020, S. 1),
- Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017, 2018 und 2019
- Investitionskostenplausibilisierung und Umweltbewertung: Entwicklung eines kombinierten Verfahrens zur Abschätzung von Investitionskosten und zur Bewertung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben in der Bundesverkehrswegeplanung, Schlussbericht,
- Projektanmeldungen zum BVWP 2030/Kostenplausibilisierung.

3 Rahmenbedingungen

3.1 Rechtlicher Rahmen

3.1.1 Vorgaben der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU

Die Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, legt in ihrem Anhang III Eckpunkte für die Wegekostenrechnung fest. Sie regelt die Möglichkeiten und Grenzen der Anlastung von Kosten der Bereitstellung der Straßeninfrastruktur sowie der Anlastung von externen Kosten des Straßenverkehrs. Die WKR2023 orientiert sich für die Berechnung der Infrastrukturkosten an der Richtlinie, insbesondere den Artikeln 7, 7b und 7e sowie dem Anhang III der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU. Die externen Kosten werden maßgeblich unter Berücksichtigung der Artikel 7, 7c sowie der Anhänge IIIa und IIIb der Richtlinie 1999/62/EG (in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1) ermittelt.²

3.1.2 Weiterer nationaler Rahmen

Bei der Festlegung der Mautgebührenhöhe ist auch das nationale Gebührenrecht zu berücksichtigen. Maßgeblich sind insbesondere das Kostendeckungsprinzip und das Äquivalenzprinzip. Zudem dürfen heutige Lasten nicht unangemessen auf spätere Nutzer verschoben werden und umgekehrt (Periodenbezug). Die bisherigen Gerichtsverfahren zur Lkw-Maut legen zudem nahe, dass auch die Maßstäbe der kommunalabgabenrechtlichen Rechtsprechung als Vergleichsmaßstab herangezogen werden.

Einfachgesetzlich sind insbesondere die Bindungswirkungen durch das Bundesfernstraßenmautgesetz (BFStrMG) in der jeweiligen Fassung³ zu berücksichtigen. Das BFStrMG konkretisiert in § 1 den Geltungsbereich der Mautgebühr in Bezug auf das bemaute Bundesfernstraßennetz und die mautpflichtigen Fahrzeuge. In der dem Gutachten zugrundeliegenden Fassung (siehe Fußnote 3) gilt die Mautpflicht für Fahrzeuge des Güterkraftverkehrs ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5t.

Aussagen zur Berechnung der Mautsätze finden sich im BFStrMG nicht. Im Wegekostengutachten sind für die mautpflichtigen Bundesfernstraßen die Wegekosten in für die Nutzer transparenter Weise zu bestimmen und unter Berücksichtigung der Vorgaben des BFStrMG auf die Nutzer zu verteilen. Aus praktischen Erwägungen werden die Wegekosten grundsätzlich für den gesamten Untersuchungsbereich der Bundesfernstraßen (BAB und BS) in gleicher Weise ermittelt,

² Vgl. Alfen/AVISO/IVM, WKR2013.

³ Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen vom 12.07.2011 (BGBl. I S. 1378), welches dem Gutachten in der Fassung vom 29. Juni 2020 (BGBl. I S. 1528) zugrunde liegt.

wenngleich die Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, grundsätzlich lediglich für die BAB Gültigkeit entfaltet.⁴ Für die Verteilung kommt es nach der Systematik in Anlage 1 zu § 3 Absatz 3 BFStrMG auf die Differenzierung des zulässigen Gesamtgewichts, der Anzahl der Achsen und der Emissionsklasse der Fahrzeuge an. Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass die Maut eine Gebühr ist, die sich eng an den tatsächlichen Kosten der Aufgabenwahrnehmung orientieren muss, die der Gebühr zugrunde liegt.

3.2 Institutioneller Rahmen der Wegekostenrechnung

Die Wahl der „Betriebsfiktion“ hat zentrale Bedeutung für die Ermittlung der Wegekosten. Entscheidend für die Wahl der Betriebsfiktion sind die institutionellen Rahmenbedingungen, unter denen die Bereitstellung, die Bewirtschaftung und die Finanzierung der Bundesfernstraßen faktisch erfolgt. Dabei wird nach Art und Umfang zwischen „öffentlicher Verwaltung“ und „öffentlicher Unternehmung“ unterschieden.

In den WKR2002 und WKR2007 wurde vor dem Hintergrund der Empfehlungen der „Pällmann-Kommission“ und der Erwartung ihrer Umsetzung von der Betriebsfiktion „öffentliche Unternehmung“ ausgegangen. Aufgrund der Annahme von Übergangszeiträumen, wurde diese Betriebsfiktion allerdings von den Gutachtern nicht umfassend unterstellt, sondern eine Zwischenform angenommen (siehe hierzu Diskussionspapier der Gutachter der WKR2018 zur Betriebsfiktion vom 20.10.2016). Für die WKR2013 wurde die Betriebsfiktion „öffentliche Verwaltung“ unterstellt, da die Bundesfernstraßen letztlich weiterhin vom Staat bereitgestellt, bewirtschaftet und aus dem jährlichen Staatshaushalt finanziert wurden.

Mit dem „Gesetz zur Neuregelung des bundesstaatlichen Finanzausgleichsystems ab dem Jahr 2020 und zur Änderung haushaltsrechtlicher Vorschriften“ vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122) im Zusammenhang mit dem „Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 13. Juli 2017“ (BGBl. I S. 2347) kam es zu zentralen institutionellen Veränderungen. Zum 01.01.2021 hat der Bund von den Ländern Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, Finanzierung und vermögensmäßige Verwaltung der BAB übernommen und hierfür die Autobahn GmbH des Bundes geschaffen. Die BS werden weiterhin grundsätzlich in Auftragsverwaltung geführt. Auf Antrag der drei Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen wurden in diesen drei Ländern zum 01.01.2021 auch die BS in der Baulast des Bundes in Bundesverwaltung überführt.

Da die Änderung allerdings erst in der zweiten Hälfte der Mautperiode 2018 bis 2022 wirksam geworden ist und somit potenzielle organisatorischen Veränderungen für Bereitstellung,

⁴ Vgl. RL1999/62/EG Artikel 7 Abs. 1.

Finanzierung und Betrieb objektiv noch nicht greifen konnten, wurde auch in der WKR2018 weiterhin die Betriebsfiktion „öffentliche Verwaltung“ unterstellt.

In der WKR2023 werden nunmehr der erste vollständige Zeitraum der Aufgabenwahrnehmung durch die Autobahn GmbH und ihre Wirkung abgebildet.

Bundesstraßen in Auftragsverwaltung der Länder

Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, Finanzierung und vermögensmäßige Verwaltung der BS bleiben von der Gründung der Autobahn GmbH unberührt. Daher wird weiterhin von der Betriebsfiktion „öffentliche Verwaltung“ für die BS in Auftragsverwaltung der Länder ausgegangen. Die in der WKR2018 angelegte Vorgehensweise wird beibehalten.

Bundesautobahnen und Bundesstraßen in Bundesverwaltung

Seit dem 01.01.2021 hat die Autobahn GmbH die Verwaltung der BAB und der BS in Bundesverwaltung übernommen, d.h. die Ausführung von Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, vermögensmäßiger Verwaltung und Finanzierung (vgl. §1 InfrGG). Die Verkehrsinfrastrukturgesellschaft wurde dazu rückwirkend zum 01.01.2019 auf die Autobahn GmbH verschmolzen. Die Steuerung und Kontrolle der Autobahn GmbH erfolgt durch die Bundesregierung über die Gesellschafterversammlung und den Aufsichtsrat sowie durch den Bundestag im Rahmen der von ihm geschaffenen Einflussmöglichkeiten:

- Zustimmung zum Gesellschaftsvertrag,
- Zustimmung zur Finanzierung und Realisierung von geplanten Maßnahmen sowie
- Entsendung von Abgeordneten in den Aufsichtsrat.

Mit der Reform der Bundesfernstraßenverwaltung sollen bei den BAB und BS in Bundesverwaltung insbesondere:

- die Zuständigkeit zwischen Bund und Ländern entflochten und eine Synchronisierung von Aufgaben- und Ausgabenverantwortung erreicht werden,
- die Effektivität der Verwaltung erhöht werden,
- der Lebenszyklus in den Fokus gerückt und bundesweit einheitlich wirtschaftliche Gesichtspunkte bei Planung, Bau, Erhaltung, Betrieb und Finanzierung verstärkt berücksichtigt werden,
- gleichartige Teilaufgaben gebündelt werden, Verwaltungsinstanzen entfallen und die Verfahrensabläufe gestrafft werden,
- eine Verbesserung der personellen Situation sowie einheitliche Standards hinsichtlich bedarfsgerechter Aus- und Weiterbildung von Beschäftigten erreicht werden.

Grundsätzlich wird durch die Gründung der Autobahn GmbH eine bessere Abgrenzung von relevanten Wegekosten ermöglicht. Die Aufgaben der Autobahn GmbH sind wesentliche Bestandteile

der Wegekosten. Sie umfassen die Infrastrukturkosten nach Anlage III der RL 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, sowie Teile der Betriebs-, Bewirtschaftungs- und Mauteinziehungskosten. Hierzu gehören zukünftig auch die Kosten der Autobahn GmbH selbst. Diese können perspektivisch auf Basis des aktuellen Wirtschaftsplans der Autobahn GmbH für die Prognosejahre fortgeschrieben werden.

Die Reform bezweckt die Erhöhung der Effizienz und Effektivität der Aufgabenerledigung. Die Gesellschaft soll eine einheitliche Leitung nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen ermöglichen. Die Aufgabenerledigung folgt somit nicht mehr (ausschließlich) einer Verwaltungslogik, sondern muss sich zunehmend an unternehmerischen Maßstäben messen lassen, was für die Betriebsfiktion „öffentliches Unternehmen“ spricht. Entsprechende Management- und Planungsinstrumente werden derzeit konzipiert und umgesetzt. Allerdings sind die konkreten Leistungsvorgaben (Service Levels) und die Leistungsmessung (Performance Measurement) noch zu entwickeln.

Aufgrund der institutionellen Rahmenbedingungen unterliegt die Autobahn GmbH einschlägigen Restriktionen. Alleinigere Gesellschafter ist der Bund. Er hat gegenüber der GmbH die Weisungsbefugnis. Der BVWP liefert weiterhin die inhaltliche Grundlage von BAB-Projekten. Die rechtliche Grundlage ergibt sich auf Basis des vom Bundestag beschlossenen Fernstraßenausbaugesetz mit dem dazugehörigen Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen.

Die Autobahn GmbH des Bundes hat gemäß dem Infrastrukturgesellschaftserrichtungsgesetz (InfrGG) nach Maßgabe des Bedarfsplans für die Bundesfernstraßen und dem aktuell gültigen Investitionsrahmenplan für die Infrastruktur des Bundes einen Finanzierungs- und Realisierungsplan (FRP) für die BAB und BS in Bundesverwaltung aufgestellt. Im FRP werden nach Maßgabe des Bedarfsplans für die Bundesfernstraßen alle Investitionen in die BAB und BS in Bundesverwaltung abgebildet. Darunter fallen die Investitionsbedarfe für den Aus- und Neubau, den Ersatz und die Erhaltung der Bestandsnetze sowie sonstige Investitionen. Der FRP ist gemäß § 8 Absatz 1 InfrGG für einen Zeitraum von regelmäßig jeweils fünf Jahren aufzustellen. Der Betrachtungszeitraum des ersten FRP umfasst somit die Jahre 2021 bis 2025. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel erhält die Gesellschaft ein jährliches Investitionsbudget, welches sie im Lichte des aktuellen Finanzierungs- und Realisierungsplanes eigenverantwortlich managen muss. Die Autobahn GmbH entwickelt zudem ein Risikomanagement.

Die Finanzierung erfolgt zweckgebunden aus dem Aufkommen der Lkw-Maut über den Bundeshaushalt. Eine darüberhinausgehend geplante Straßenbenutzungsgebühr („Infrastrukturabgabe“) in Form einer Vignette für Pkw-Halter der EG-Fahrzeugklassen M und M1G, die für Inländer durch eine gleichzeitige Senkung der Kfz-Steuer kompensiert werden sollte (§16 InfrAG), wurde vom EuGH am 18. Juni 2019 untersagt.

Ergänzend zur Lkw-Maut können der Autobahn GmbH weitere Mittel aus dem Bundeshaushalt zufließen. Nach Maßgabe des Haushaltsgesetzes kann der Bund zudem Liquiditätshilfen zur Sicherstellung einer ordnungsgemäßen Kassenwirtschaft gewähren. Die Gesellschaft selbst ist nicht berechtigt, Kredite am Kapitalmarkt aufzunehmen oder Schulden des Bundes und von Dritten zu übernehmen. Ausgeschlossen ist auch die Übertragung des wirtschaftlichen Eigentums an den Bundesfernstraßen an die Gesellschaft.

Aufgrund der institutionellen Rahmenbedingungen soll die Autobahn GmbH sich nicht selbst finanzieren. Sie erbringt vielmehr ihre Aufgaben für den Eigentümer (Bund) gegen Kostenerstattung. Dabei werden die Projektkosten über das von der Autobahn GmbH betreute Finanzmanagementsystem, wie bisher, direkt aus dem Bundeshaushalt finanziert. Die Finanzierung der Bereitstellung und des Betriebs des Autobahnnetzes erfolgt somit weiterhin aus dem allgemeinen Bundeshaushalt.

Implikationen für die Betriebsfiktion

Im Ergebnis lassen sich bei den BAB und den BS in Bundesverwaltung derzeit nur geringe Anhaltspunkte dafür finden, dass eine Änderung der bisher verwendeten Betriebsfiktion „öffentliche Verwaltung“ angemessen wäre. Darüber hinaus sind mit Ausnahme der in Baulast des Bundes befindlichen BS in den drei Stadtstaaten die BS von der Reform nicht berührt, sodass auch hier die Betriebsfiktion bestehen bleibt. An der Betriebsfiktion „öffentliche Verwaltung“ wird daher trotz Etablierung der Autobahn GmbH festgehalten. Zumindest solange sich an den Aufgaben und Kompetenzen der Gesellschaft nichts Maßgebliches ändert.

3.3 Methoden zur Vermögensbewertung

In der Literatur und der Diskussion um die Berechnung von Wegekosten werden die Synthetische Methode (SM) und die Kumulative Methode (Perpetual Inventory Method – PIM) als sachgerecht und geeignet beschrieben. Die SM basiert auf der Bewertung eines aktuellen Bestandsregisters mit Wiederbeschaffungspreisen und der Addition der so ermittelten Vermögenswerte zum Bruttoanlagevermögen. Über die Altersstruktur der Anlagenteile lässt sich für den Bewertungszeitpunkt das Nettoanlagevermögen ableiten. Der Vorteil der SM besteht darin, dass über Altersinformationen der Anlagenteile hinaus keine historischen Angaben erforderlich sind und dass für eine möglichst verursachungs- und veranlassungsgerechte Kostenallokation ein hoher Differenzierungsgrad der Anlagenteile vorliegt. Als kritisch wird gesehen, dass die Verwendung von Wiederbeschaffungspreisen die Gefahr von groben Unter- oder Überschätzungen des tatsächlichen Anlagevermögens birgt. Außerdem kann die Verwendung von Wiederbeschaffungspreisen dazu führen, dass die Nutzer Preise zahlen, die den heutigen Bemessungs- und Qualitätsstandard widerspiegeln, obwohl wesentliche Teile des Netzes zu (schlechteren) früheren Standards gebaut wurden.

Für die PIM werden die historischen Investitionen in das zu bewertende Anlagevermögen kumuliert (Bruttoanlagevermögen) und in Preisen des Bewertungszeitpunkts ausgewiesen. Die jeweiligen Investitionen werden linear entsprechend ihrer jeweiligen Lebensdauer abgeschrieben und vom Bruttoanlagevermögen abgesetzt (Nettoanlagevermögen). Dazu müssen die Investitionen differenziert werden in solche, die das Bruttoanlagevermögen (Neubau) und solche, die lediglich das Nettoanlagevermögen erhöhen (Ersatz, Erhaltung). Trotz der vergleichsweise einfachen Vorgehensweise, die zu einer breiten Anwendung der PIM insbesondere im Rahmen von Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen geführt hat, ergeben sich bei ihrer praktischen Anwendung für die Wegekosten gleich mehrere Herausforderungen:

- die Verfügbarkeit langer Reihen historischer Investitionskosten getrennt nach BAB und BS ist eingeschränkt,
- die Höhe der anteiligen Erhaltungskosten bei Investitionen in Um-/Ausbau und Erweiterung sowie eine abschnittsbezogene Zuordnung von Erhaltung bzw. Ersatzneubau ist in historischen Investitionskosten nicht existent,
- in den historischen Investitionskosten liegt keine Differenzierung zu Anlagenteilen (z.B. Bauwerke, durchgehende Strecke, Ausstattung etc.) vor.

Da auch bei der PIM zur Ermittlung von in die Zukunft gerichteten Mautsätzen eine Prognose der Kosten erfolgen muss, bestehen grundsätzlich die gleichen Probleme wie bei der SM im Hinblick auf zu treffende Annahmen, wie Preisentwicklung, Investitionstätigkeit und Zinsentwicklung. Außerdem sind in beiden Bewertungsmethoden Annahmen zur Abgangs- bzw. Überlebensfunktion der Anlagenteile zu treffen, die maßgeblich die Entwicklung des Nettoanlagevermögens bzw. des gebundenen Kapitals bestimmen. Da beide Bewertungsmethoden bei gleichen Randbedingungen zu vergleichbaren Ergebnissen führen, haben sich die Gutachter in den WKR2013 und WKR2018 aufgrund der Vorteile der Methode und der Verfügbarkeit von Daten für die Nutzung der SM ausgesprochen. Sie findet international für Wegekosten aber insbesondere auch bei Bilanzierungsfragen Anwendung. Gleichwohl lassen sich beide Methoden bei Berücksichtigung der Eigenarten ganz oder teilweise substituieren. Davon wird in der Praxis beispielsweise Gebrauch gemacht, wenn historische Investitionskosten für bestimmte Zeiträume oder Anlagenteile nicht verfügbar sind, um mit der PIM zu arbeiten (z.B. Anlagevermögen der ehemaligen DDR) oder wenn historische Daten gesicherte Ergebnisse liefern ggü. einer mit Unsicherheiten behafteten Bewertung über SM (z.B. Grunderwerb in der WKR2013).

Um bei der Anwendung der SM Qualitätsunterschiede zwischen tatsächlich bestehendem Netz und dem theoretisch abgebildeten Netz durch Nutzung von Wiederbeschaffungswerten aus der aktuellen Bemessungs- und Baupraxis auf ein Minimum zu beschränken, haben die Gutachter seit der WKR2013 als Bezugsbasis für die Wiederbeschaffungspreise soweit möglich die Fläche (Bauwerke), die Anzahl der Fahrstreifen unter Berücksichtigung der Standstreifen (durchgehende

Strecke) genutzt. Damit wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass der maßgebliche Qualitätsunterschied in der deutlichen Ausweitung der Kapazitäten der Infrastruktur begründet liegt. Andere Qualitätsgewinne z.B. bei den Materialien wurden durch Preissenkungen im Rahmen des technischen Fortschritts aufgefangen und führen somit bei Anwendung der SM nicht zu überhöhten Kosten gegenüber dem PIM-Ansatz mit historischen Kosten. Dementsprechend hatte die Prüfung der Wiederbeschaffungswerte im Vergleich zu den historischen Kosten im Rahmen der WKR2013 deren Angemessenheit belegt.

Im Ergebnis nutzen die Gutachter weiterhin die SM als Bewertungsmethode und leiten die Abschreibung aus der Tagesgebrauchtwertabschreibung ab.

3.4 Verzinsung des gebundenen Kapitals

3.4.1 Bisherige Vorgehensweise

Werden die Bundesfernstraßen durch den Staat bereitgestellt und finanziert, kann das gebundene Kapital sowohl mit der Sozialen Opportunitätskostenrate verzinst werden, die beispielsweise durch die Umlaufrendite risikoloser Bundesanleihen repräsentiert wird, als auch mit der Sozialen Zeitpräferenzrate.⁵ In den WKR2002 und WKR2007 wurde offensichtlich die Soziale Zeitpräferenzrate verwendet, die bis 2008 auch ungefähr dem aktuellen Zinsniveau für öffentliche Anleihen entsprach, sich von diesem allerdings konzeptionell erheblich unterscheidet. Die Soziale Zeitpräferenzrate bildet nämlich die langfristig stabilen Präferenzen der gegenwärtigen Bevölkerung für Gegenwartskonsum ab und unterliegt daher keinen kurz- und mittelfristigen Schwankungen des Kapitalmarktes. Der nach 2008 einsetzende Rückgang des Kapitalmarktzinsniveaus spiegelte sich daher in den bis dato berechneten Wegekosten nicht wider. In der WKR2013 wurde dann aufgrund methodischer Überlegungen sowie Forderungen der EU-Kommission, bei Anwendung der SM jeweils aktuelle Nominalzinssätze für die Mautperiode zu verwenden, die durchschnittliche Umlaufrendite festverzinslicher Bundesanleihen mit mittlerer Laufzeit herangezogen und für die Mautperiode 2013 bis 2017 prognostiziert.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse einer Expertendiskussion im Zuge der WKR2018 wurde in der WKR2018 der Zinssatz aus der Zinsquote des Bundes ermittelt. Diese gibt den Zinssatz aus den Kuponzahlungen für ausstehende Bundeswertpapiere wieder, die der Bund jährlich für die von ihm aufgenommenen Schulden zu leisten hat. Unter der Prämisse, dass zur Infrastrukturfinanzierung aufgrund der Langlebigkeit der Anlagen langfristige Kreditinstrumente geeignet sind, wurde ein Mittel aus den Zinssätzen der 10-jährigen und 30-jährigen Anleihen verwendet. Dennoch hat

⁵ Vgl. Beckers et al. 2009; Link 2014.

die Expertenrunde auch den Ansatz der sozialen Zeitpräferenzrate für die Ermittlung kalkulatorischer Zinsen in der Wegekostenrechnung für vertretbar eingestuft.

3.4.2 Aktualisierung des kapitalmarktorientierten Zinssatzes

Bereits in der WKR2018 wurden zur Bestimmung sachgerechter Zinskosten die Zinssätze aus der Analyse der Kuponzahlungen ausstehender Bundeswertpapiere abgeleitet. Hier wird von den tatsächlichen Zinszahlungen ausgegangen, die der Bund als Kreditnehmer für die von ihm eingegangenen Schulden der vergangenen Jahre zu leisten hat. Die Finanzagentur des Bundes⁶ hält entsprechende Statistiken bereit, aus der sich ein aktueller, durchschnittlicher Kupon über verschiedene Laufzeiten ableiten lässt. Nachfolgende Tabelle fasst die Statistik mit Stand 31.12.2020 zusammen.

Kategorie	Volumen	durchschnittl. Kupon in 2020
alle Bundes-Wertpapiere (WP) mit Kupon ⁷	1.330 Mrd.€	1,3%
Bundes-WP mit Kupon und 30-jähriger Laufzeit	312,8 Mrd.€	3,7%
Bundes-WP mit Kupon und 10-jähriger Laufzeit	672,4 Mrd.€	0,9%
Bundes-WP mit Kupon und 5-jähriger Laufzeit	345,0 Mrd.€	0,0%

Tabelle 12: Durchschnittlicher Kuponzins zum 31.12.2020 für ausstehende Bundeswertpapiere nach Laufzeiten

Unter der Prämisse, dass zur Infrastrukturfinanzierung aufgrund der Langlebigkeit der Anlagen langfristige Kreditinstrumente geeignet sind, lassen sich auf Basis der Herleitung über die Kupons für die aktuellen Zinskosten des Bundes Zinsen zwischen 0,9 und 3,7% begründen. Der gemittelte Kuponzins von Bundes-WP mit 10-jährigen und 30-jährigen Laufzeiten betrug somit Ende 2020 2,3%.⁸

Die verwendeten Zinssätze sollten nicht den tatsächlichen Zinsschwankungen zeitnah folgen, sondern vielmehr eine Glättung der Wegekosten über längere Zeiträume bewirken. Mit dem gewählten Vorgehen könnten kurz- und mittelfristige Verwerfungen an den Kapitalmärkten für die Wegekosten ausgeblendet werden. Schließlich wird mit der Ableitung der Zinssätze aus den gegenwärtigen Zinszahlungen noch zu tilgender Kredite des Bundes trotz Verwendung historischer Kupons die von der EU-Kommission eingeforderte Aktualität gewährleistet.

⁶ Bundesrepublik Deutschland – Finanzagentur GmbH.

⁷ Die Summe enthält auch Anleihen mit 3- und 7-jährigen Laufzeiten, die hier aufgrund ihrer untergeordneten Bedeutung nicht gesondert dargestellt werden. Bei inflationsindexierten Anleihen wurde eine Indexanpassung von 1,5% unterstellt.

⁸ Eine Gewichtung der Volumina der jeweiligen Laufzeiten wird nicht vorgenommen, da keine Angaben dazu existieren, welches Portfolio an Bundeswertpapieren der Finanzierung der Straßeninfrastruktur zugrunde liegt.

3.4.3 Potenzieller Ansatz einer Risikokomponente

Gemäß der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, kann bei der Mautberechnung „...eine Kapitalverzinsung und/oder Gewinnmarge zu Marktbedingungen...“ angesetzt werden (Richtlinie 2011/76/EU, Art. 7b 1 sowie Anhang III Ziff. 2.2,1). Bei Verkehrsinfrastrukturbetreibern bestehen sie vor allem aus Verkehrsmengenrisiken, die bislang vom Staat und damit letztlich vom Steuerzahler getragen werden, weil für den Bund die Bereitstellungsverpflichtung besteht. Risiken sind dabei Größen, die negativ oder positiv von einem Erwartungswert abweichen. Systematische Risiken liegen vor, wenn risikobehaftete monetäre Größen oder Anlagen nicht durch Diversifizierung bzw. Streuung eliminiert werden können. Sie unterscheiden sich von spezifischen (unsystematischen) Risiken, die sich durch Diversifizierung eliminieren lassen. Generell gilt dabei, dass die Übertragung von Risiken unter den Beteiligten aus ökonomischer Sicht nach ihrer Risikotragfähigkeit aufgeteilt werden sollten. Dabei ist die Tragfähigkeit umso geringer, je geringer die Risikoneigung bzw. je größer die Risikoaversion der verantwortlichen Entscheidungsträger ist.

Da die Übernahme von systematischen Risiken im Allgemeinen mit Risikoaversion verbunden ist, entstehen den betroffenen Akteuren Kosten. Bei Bundesfernstraßen entstehen solche Risikokosten u.a. bedingt durch sinkende Mauteinnahmen, wenn das Verkehrsaufkommen durch einen konjunkturellen Abschwung zurückgeht. Sofern das Verkehrsmengenrisiko bei rein öffentlichen mautfinanzierten Projekten anfällt, muss der Staat das Risiko übernehmen. Das sollte allerdings nicht bedeuten, dass der Staat das Verkehrsmengenrisiko bei der Mautkalkulation überhaupt nicht berücksichtigt. Die Risikokosten würden „in letzter Konsequenz“ von den Steuerzahlern getragen, weil ja beim Fernstraßennetz offensichtlich eine Bereitstellungsverpflichtung des Staates besteht.

Wohlfahrtsökonomisch ist dies allerdings nur sinnvoll, wenn ein allokatives Marktversagen vorliegt. Dies wäre der Fall, wenn mit der Bereitstellung der Infrastruktur nicht-pekuniäre positive Externalitäten verbunden wären und sich daher die Vorteile für die Nutzer nicht durch eine entsprechende Bepreisung internalisieren ließen. Das trifft jedoch bei den Bundesfernstraßen nicht zu.⁹ Hier handelt es sich um Klubkollektivgüter mit zeitlicher Rivalität im Konsum und zeitweiligen Übernutzungserscheinungen, bei denen die Nutzer aus Effizienzgründen zur Kostendeckung herangezogen werden sollten. Das müsste aus Effizienzgründen dann auch explizit für die nicht-diversifizierbaren Risikobestandteile einer öffentlichen Fernstraßenmaut gelten.

Diese explizite Berücksichtigung von systematischem Risiko gehört in vielen Ländern auch bei öffentlicher Infrastruktureinrichtung zur Praxis und wird so auch von der Bundesnetzagentur bei der Regulierung der Trassenentgelte für die Schienenwege angewendet. Allerdings weist das

⁹ Vgl. Hartwig 2017.

dabei häufig verwendete Capital Asset Pricing Modell (CAPM) neben seinen restriktiven Verhaltensannahmen insbesondere für öffentliche Einrichtungen aufgrund ihrer mangelnden Börsennotierung erhebliche Probleme auf.¹⁰

In der Ökonometrie, aber auch beim Bundesrechnungshof werden zur Berücksichtigung von Mautrisiken zwei Varianten vorgeschlagen: das Consumption Capital Asset Pricing Modell (CCAPM) sowie Sicherheitsäquivalente.

Beim mehrperiodigen CCAPM wird das Ziel verfolgt, Einkommen und Vermögen zu erreichen, um letztlich Konsum zu erlangen, weshalb es im Gegenteil zum in der Regulierungspraxis oftmals genutzten CAPM das Investitionsrisiko nicht mit dem Marktrisiko verbindet, sondern mit dem Konsumrisiko der Wirtschaftssubjekte, das aus unsicheren Arbeits- und Kapitaleinkünften resultiert.¹¹ Besonders geeignet ist dabei eine Anwendung des CCAPM auf makroökonomischer Ebene, da hier geeignete Daten aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vorliegen. Das gilt sowohl für den gesamtwirtschaftlichen Konsum als auch für öffentliche Investitionen, sodass sich das Risiko öffentlicher Investitionen mit dem Konsumrisiko verbinden lässt.

Für die Bewertung von Nutzen-Kosten-Analysen öffentlicher Projekte empfiehlt der Bundesrechnungshof die Berücksichtigung von systematischen Risiken. So weist der Präsident des Bundesrechnungshofes in seinem „Gutachten zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Öffentlich Privaten Partnerschaften (ÖPP) im Bundesfernstraßenbau“ darauf hin, dass systematische Risiken über Zu- oder Abschläge bei den Zahlungsströmen abzubilden sind.¹² Dies findet schlussendlich auch Wiederhall in der „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ eingeführt durch Rundschreiben des Bundesfinanzministeriums vom 12. Januar 2011 mit verschiedenen nachfolgenden Änderungen. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass dies nur in wenigen Ausnahmefällen, wie zum Beispiel bei großen Infrastrukturprojekten gesamtwirtschaftlich relevant sein soll.¹³ Da die Arbeitsanleitung eine Konkretisierung von § 7 BHO darstellt, lässt sich ableiten, dass die Berücksichtigung von Risiken insbesondere auf eine Verteilung zwischen öffentlichen und privaten Akteuren abzielt.¹⁴ Aus ökonomischer Sicht hat die Berücksichtigung von Risiko allerdings grundsätzliche Bedeutung bei der Entscheidungsfindung. Entsprechend sollten auch

¹⁰ Vgl. zum allgemeinen Überblick Beckers et al. 2016 sowie für die Schienenwege Balks 2017.

¹¹ Vgl. insbes. Beckers / Corneo 2009, S. 19 sowie Lucas 1978 und Breeden 1979.

¹² Vgl. Der Präsident des Bundesrechnungshofes als Beauftragter für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung: Gutachten zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei öffentlich privaten Partnerschaften (ÖPP) im Bundesfernstraßenbau, Bonn 2013.

¹³ Vgl. BMF, Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 26.

¹⁴ Vgl. § 7 Abs 2 Satz 2 BHO.

konjunkturbedingte Schwankungen im Straßengüterverkehr, die zu einem Einbruch der Mauteinnahmen führen, angemessen berücksichtigt werden.¹⁵

Im Unterschied zum CAPM/CCAPM werden allerdings vom Bundesrechnungshof bei der Berechnung des Nettobarwerts (NBW) für die Ermittlung und Bewertung von Risiken öffentlicher Investitionen anstelle von risikoadjustierten Diskontierungsraten sog. Sicherheitsäquivalente (SÄ) von Zahlungen empfohlen, die mit dem risikofreien Zinssatz diskontiert werden.¹⁶ Eine theoretische Herleitung und Anwendung der Methodik findet sich in BECKERS/CORNEO 2009, eine praktische Umsetzung ist den Gutachtern indes bisher nicht bekannt.

3.5 Behandlung der Umsatzsteuer

Die Wegekosten sind unter der Betriebsfiktion „Öffentliche Verwaltung“ grundsätzlich ohne Umsatzsteuer (netto) anzusetzen, da diese in das Haushaltssystem zurückfließt.

Die Wiederbeschaffungspreise für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens sind daher auf der Basis von Nettopreisen ohne Steuer zu ermitteln.

Ein Großteil der laufenden Kosten (z.B. Betriebsdienst, Kosten des BAG) wird ganz überwiegend aus Haushaltstiteln abgeleitet, sodass diese Kosten den IST-Ausgaben inkl. Mehrwertsteuer entsprechen. Für die Betriebsdienstkosten und die Vergütung des Mautbetreibers wurden die Anteile der Umsatzsteuer herausgerechnet. Für den verbleibenden Teil der laufenden Kosten werden ebenfalls Anteile als steuerbare Lieferungen und Leistungen von Dritten bezogen und stellen keine internen Leistungen der Verwaltung oder sonstiger staatlicher Einheiten dar. Die Einbindung externer Dritter ist allerdings von Bundesland zu Bundesland und durchaus auch innerhalb der Bundesländer unterschiedlich. Aufgrund fehlender Ansätze für die Ableitung des nicht-staatlichen Anteils wurde auf eine weitere Bereinigung der Drittleistungen wegen ihres geringen Anteils an den gesamten laufenden Kosten verzichtet.

3.6 Festlegung des Basisjahrs

Grundlage für die Berechnung der Wegekosten und ihrer Allokation sind umfangreiche Daten zu den Bundesfernstraßen selbst und dem jeweiligen Verkehrsaufkommen. Da aktuell keine neue Straßenverkehrszählung (SVZ) vorliegt, baut die WKR2023 in Teilen auf der SVZ2015 auf. Gleichwohl haben sich die Gutachter vor dem Hintergrund der erforderlichen Aktualität für das Jahr 2019 als Basisjahr entschieden. Gleichzeitig fließen aber die tatsächlichen Fahrleistungen aus dem Wirkbetrieb des Mautsystems für die Jahre 2019 und 2020 ein.

¹⁵ Vgl. auch Mühlenkamp 2015, S. 208 ff.

¹⁶ Vgl. Bundesrechnungshof 2013, S. 29 ff., Mühlenkamp 2015, S. 230 ff.

Ausgehend vom Basisjahr 2019 werden Prognosen für die Folgejahre 2023 – 2027 erstellt. Dabei wird die Entwicklung des Netzes hinsichtlich Bestand, Kosten und Verkehr mit geeigneten Faktoren fortgeschrieben. Die Entwicklung der Altersstruktur der Infrastrukturelemente wird unter Verwendung einer Abgangsfunktion für die Anlagen simuliert, die auf der Annahme der zyklischen Re-Investition beruht. Die Fortschreibung für künftige Maßnahmen erfolgt damit auf Grundlage einer angemessenen Kostenschätzung entsprechend Anlage III der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU.

3.7 Festlegung des Betrachtungsgegenstands

Die BAB und BS bilden laut § 1 Abs. 1 des Bundesfernstraßengesetzes (FStrG) ein zusammenhängendes Verkehrsnetz, das dem weiträumigen Verkehr dient oder zu dienen bestimmt ist. Die Bundesfernstraßen gliedern sich gemäß § 1 Abs. 2 FStrG in BAB und BS mit den Ortsdurchfahrten (§ 5 Abs. 4 FStrG). Das BFStrMG differenziert nicht zwischen der Benutzung einer BAB und einer BS. Die BS übernehmen wesentliche Zubringer- und Ablauffunktionen, damit das Netz der BAB überhaupt erst funktionieren kann.

Das Gutachten differenziert vor dem Hintergrund der seit 2018 geltenden Mautpflicht auf allen Bundesfernstraßen nicht zwischen verschiedenen Netzteilen, soweit dies nicht für eine sachgerechte Kostenermittlung erforderlich ist. Die nachfolgenden Überlegungen beziehen sich daher ausdrücklich auf die Bundesfernstraßen als Ganzes.

Zunächst werden die Wegekosten der Bundesfernstraßen auf der Basis der spezifischen Kostenansätze ermittelt und auf die prognostizierten Fahrleistungen allokiert. Im Einvernehmen mit dem BMDV wurden dabei lediglich die Bundesfernstraßen, die im Basisjahr 2019 in der Baulast des Bundes waren, in die Untersuchung einbezogen. Für die nicht in der Baulast des Bundes stehenden Bundesfernstraßen, z.B. im Zuge von Ortsdurchfahrten durch Städte mit mehr als 80.000 Einwohnern, sind nur unzureichende Informationen zu Kosten und Verkehren verfügbar. Gleichwohl werden diese Abschnitte in die Mautpflicht aufgenommen.

Die Gutachter sehen es als sachgerecht an, den für die Strecken in Baulast des Bundes ermittelten Mautsatz auch auf solche Ortsdurchfahrten anzuwenden. Begründen lässt sich dies damit, dass auch bei den Strecken in Baulast des Bundes Ortsdurchfahrten enthalten sind und zudem die nicht in Baulast des Bundes befindlichen Bundesfernstraßen für das mautpflichtige Fahrzeugkollektiv (Lkw ab 7,5t zGG) grundsätzlich die gleiche Funktionalität bereitstellen. Dem mautpflichtigen Fahrzeugkollektiv können aus Sicht der Gutachter jedenfalls nicht oder nur untergeordnet über die eigentliche Verkehrsfunktion hinausgehende Kosten zugeordnet werden. Beispielsweise sind die Aufweitungen innerstädtischer Straßen und die hohe Anzahl von Knotenpunkten eher auf die Bedürfnisse des nicht mautpflichtigen Fahrzeugkollektivs, des ruhenden Verkehrs oder sonstiger Aufenthaltsfunktionen zurückzuführen, die für die Mauterhebung irrelevant sind.

Auch die Mauterhebungskosten (Erhebung und Kontrolle) fallen auf den Bundesfernstraßen in Baulast Dritter in gleicher Weise, wie im sonstigen Netz an. Denkbar sind höhere Aufwendungen für die Mauterhebung und Kontrolle für die innerörtlichen Straßen bzw. die letzte Meile aufgrund des hohen Knotenanteils. Gleichwohl wurde hierfür im vorliegenden Gutachten kein überproportionaler Kostenanteil an den Mauterhebungskosten berücksichtigt. Diesbezüglich fehlt es an Untersuchungen zu potenziellen Kostensprüngen, die eine Differenzierung rechtfertigen würden. Festzustellen ist allerdings, dass jegliche Änderungen am bemautes Netz neben den proportional auf allen Netzteilen anfallenden Erhebungs- und Kontrollkosten nicht zu vernachlässigende Umstellungskosten verursachen.



4 Wegekostenrechnung

4.1 Überblick

Die Wegekosten setzen sich aus den Kapitalkosten (Abschreibungen und Zinsen) und den laufenden Kosten zusammen. Um die Kapitalkosten zu ermitteln, werden entsprechend dem Basiskonzept der WKR2013 zunächst das Brutto- und das Nettoanlagevermögen des Bundesfernstraßennetzes für das Basisjahr und die Vermögenswerte für die Prognosejahre berechnet. Das Bruttovermögen beschreibt den Wiederbeschaffungswert des Anlagevermögens zu aktuellen Preisen (Neuwert); das daraus abgeleitete Nettovermögen berücksichtigt das Alter der Infrastruktur und spiegelt damit den tatsächlichen Wert des vorhandenen Anlagevermögens (Wiederbeschaffungszeitwert) wider. Aus dem in der Straßeninfrastruktur gebundenen Kapital, dem Nettoanlagevermögen, werden die Kapitalkosten (Abschreibungen und kalkulatorische Zinsen) für das Basisjahr und die Prognosejahre berechnet. Weiter sind die laufenden Kosten des Basisjahres und der Prognosejahre zu bestimmen (siehe Abbildung 2).

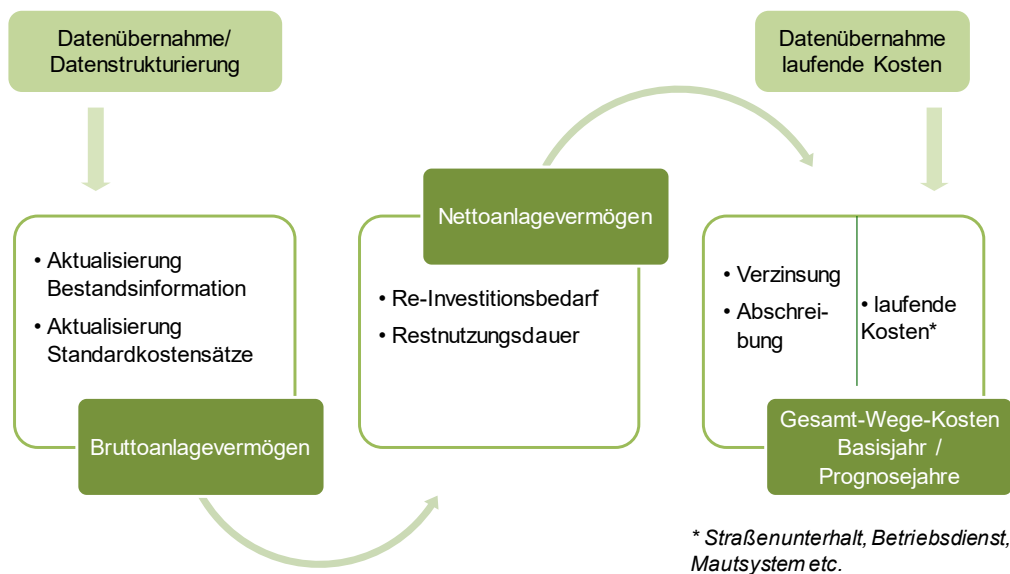


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Ermittlung der Wegekosten jeweils für Basis- und Prognosejahr

4.2 Berechnung des Bruttoanlagevermögens

4.2.1 Übersicht über die Methodik

Die Wegekosten werden sowohl abschnitts- als auch elementweise ermittelt. Auf Netzebene werden zunächst die folgenden Netzteile differenziert:

- Kantenbezogene Objekte (abschnittsweise)
 - Abschnitte der durchgehenden Strecke (von Netzknoten zu Netzknoten)
 - Äste (Zu- und Abfahrten, Parallelfahrestreifen, Übergangsfahrbahnen etc.)
- Punktbezogene Objekte (elementweise)
 - Ingenieurbauwerke
 - Brücken
 - Tunnel, Trogbauwerke
 - Stützbauwerke
 - Lärmschutzbauwerke
 - Verkehrszeichenbrücken
 - Autobahn- und Straßenmeistereien
 - Raststätten und Rastanlagen

Darauf aufbauend werden die kantenbezogenen Objekte in einzelne Infrastrukturelemente zerlegt. Die Zerlegung erfolgt dabei weitgehend in Anlehnung an die Hauptgruppen der AKS-85 (Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen). Folgende Infrastrukturelemente wurden differenziert:

- Grunderwerb
- Erdbau
- Oberbau
 - Deckschicht (bei Asphaltbauweise)
 - Binderschicht (bei Asphaltbauweise)
 - Betondecke (bei Betonbauweise)
 - Tragschicht
 - Frostschuttschicht
- Ausstattung
 - Ausstattung ohne Lärmschutz
- Sonstiges (Hauptgruppe 9)
 - Hauptgruppe 9 ohne Untergruppe G96
 - Untergruppe 96 (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen)

Die kantenbezogenen und punktbezogenen Elemente werden jeweils einem Abschnitt zugeordnet. Jedem Netzabschnitt (von Netzknoten zu Netzknoten) werden so die Kosten differenziert zugeordnet. Soweit die Daten nicht abschnittsweise vorhanden sind (z.B. Grunderwerb) oder eine Zuordnung zu dem Abschnitt keine faire Aufteilung darstellen würde (z.B. Rastanlagen und Meistereien), werden die Kosten im Verhältnis des Anteils der befestigten Fläche des betrachteten Abschnittes bezogen auf die Gesamtfläche des Netzes zugeordnet.

Das Bruttoanlagevermögen wird zunächst für jedes Infrastrukturelement bestimmt. Zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens werden differenziert nach den Merkmalen des jeweiligen Infrastrukturelementes Wiederbeschaffungspreise bzw. Standardkostensätze verwendet. Grundsätzlich wird nachfolgende Vorgehensweise gewählt:

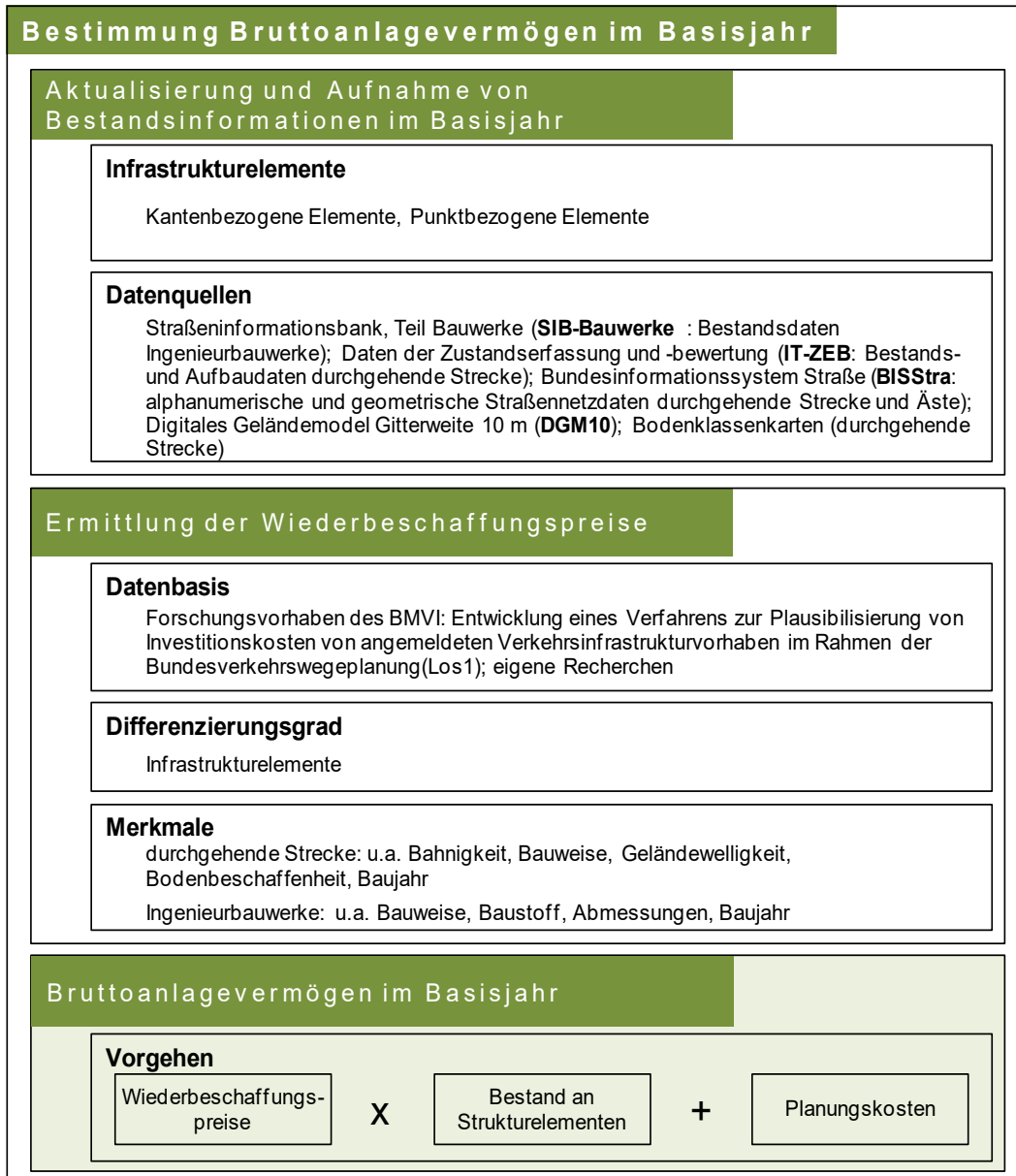


Abbildung 3: Datenbasis und Differenzierung zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens

Wird für einzelne Infrastrukturelemente von der Bewertung zu Wiederbeschaffungspreisen abgesehen, wird dies bei der Dokumentation der Berechnung explizit angegeben.

4.2.2 Aufbereitung der Bestandsdaten

Dem Vorgehen zur Aufbereitung der Bestandsdaten der WKR2013 und WKR2018 folgend wurden für das vorliegende Gutachten die Bestandsdaten aus den umfangreichen Datenquellen des BMDV und den Ländern für das Basisjahr 2019 neu aufgenommen und zusammengestellt (siehe Abbildung 4). Ziel war der Aufbau eines Bestandsinventars, welches anschließend für die weitgehend von Historiendaten unabhängige SM des Bruttoanlagevermögens verwendet werden kann.

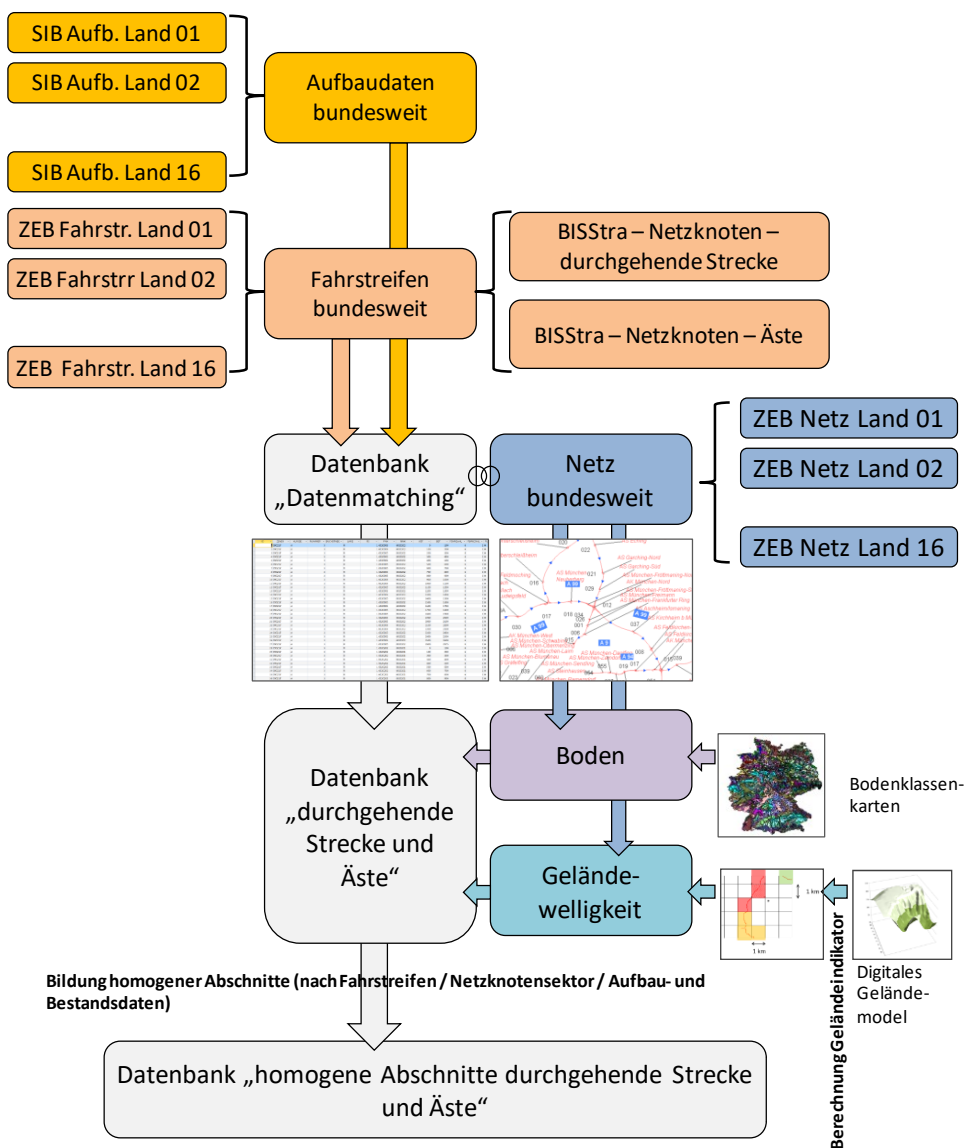


Abbildung 4: Schematische Darstellung Datenaufbereitung - durchgehende Strecke und Äste

Für die durchgehende Strecke an BAB sind Datensätze vorhanden, die das Bestandsnetz in 100m-Abschnitten des Fahrstreifens abbilden. Jeder 100-m-Abschnitt einer 6-streifigen BAB mit jeweils 3 Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn wird somit durch 6 einzelne Datensätze dokumentiert. Hingegen sind für die durchgehende Strecke an BS Datensätze vorhanden, die das Bestandsnetz in 100m-Abschnitten (freie Strecke) bzw. 20m-Abschnitten (Ortsdurchfahrten) abbilden. Hierbei sind

lediglich Informationen zum ersten Fahrstreifen dokumentiert, dem in der Datenbank die Anzahl der Richtungsfahrbahnen und deren Fahrstreifenanzahl zugeordnet sind. Handelt es sich um eine BS mit getrennten Richtungsfahrbahnen, sind jeweils Datensätze für den ersten Streifen pro Richtungsfahrbahn vorhanden.

Zusätzlich liegen aus BISStra¹⁷ die Informationen zu den Knoten – also Kreuzen, Kreuzungen, Zu- und Abfahrten, Länge der Sektoren, Anzahl der Fahrstreifen im Sektor – vor, sodass aus den einzelnen Datensätzen der durchgehenden Strecke Netzknotensektoren (Abschnitte zwischen zwei Knoten) gebildet wurden. Diese Daten wurden für eine möglichst vollständige geometrische Erfassung des Bestandes herangezogen. Wo erforderlich wurden daher die Datensätze zum Bestand um fehlende Sektoren oder Fahrstreifen im Sektor ergänzt. Die BISStra-Daten sind somit führend für die geometrische und somit flächenmäßige Bestandserfassung.

Innerhalb der Netzknotensektoren wurden durch die Gutachter homogene Abschnitte (Abschnitte eines Fahrstreifens ohne geometrische oder bauliche Änderungen innerhalb des Netzknotensektors) aggregiert. Den homogenen Abschnitten wurden soweit möglich alle Bestandsdaten zugeordnet, um eine spätere abschnittsweise Kostenzuordnung und -allokation zu ermöglichen. Bei fehlenden Informationen/Datensätzen wurden die Lücken möglichst plausibel geschlossen, bspw. durch benachbarte oder gegenüberliegende Fahrbahn- bzw. Abschnittsinformationen oder in Einzelfällen durch Mittelwerte des Gesamtnetzes.

Entsprechend dem Vorgehen der vorangegangenen Wegekostengutachten wurden die kanten- und punktbezogenen Elemente in die Infrastrukturelemente Grunderwerb, Erdbau, Oberbau, Brücken, Tunnel, Tröge, Stützbauwerke, Lärmschutzbauwerke, Verkehrszeichenbrücken, Ausstattung und besondere Anlagen disaggregiert. Im Bereich des Oberbaus wurden auf der Basis von plausiblen Annahmen Abschätzungen der Kostenanteile für die Frostschutzschicht, Tragschicht sowie Deck- und Binderschicht vorgenommen.

4.2.3 Festlegung des Bestandsnetzes im Basisjahr

Ausgangspunkte zur Beschreibung der kantenbezogenen Grunddaten des Bestandsnetzes an Bundesfernstraßen und der Daten für die Äste bildet der Abgleich der alphanumerischen und geometrischen Straßennetzdaten aus BISStra (Datenabruf mit Stand von September 2019) mit den für die turnusmäßig stattfindenden ZEB-Messungen zugrunde gelegte Straßennetzdaten bzw. dessen Unterteilung in 100m-Abschnitte pro Fahrstreifen an BAB sowie 100m bzw. 20m-Abschnitte an BS.

¹⁷ Bundesinformationssystem Straße.

Diese Informationen wurden u.a. ergänzt durch

- Aufbaudaten (bspw. Baujahr und Material der jeweiligen Schicht), die in den Straßeninformationsdatenbanken der Länder vorgehalten und dort anlassbezogen gepflegt werden und im Zuge des vorliegenden Gutachtens von den Ländern durch die Gutachter Anfang 2020 mit Stand September 2019 neu abgefragt wurden. Letzteres liegt für Äste nicht bundesweit vor, sodass hier – sofern nicht vorliegend – nur auf die alphanumerischen und geometrischen Straßennetzdaten aus BISStra zurückgegriffen wird.
- Daten zur Baulast (BISStra)
- Daten aus der Bodenübersichtskarte (BÜL100)
- Daten zur Geländewelligkeit, abgeleitet durch die Verschneidung mit dem digitalen Geländemodell.

Durch die Verwendung der verschiedenen Datenquellen und deren Verschneidung wurde das Bestandsnetz für die durchgehende Strecke und Äste für das Basisjahr 2019 gebildet. Grundsätzlich wurde somit der Vorgehensweise aus der WKR2013 und der WKR2018 zum Aufbau einer neuen Datenbank WKR2023 gefolgt. Allerdings konnte die Datenqualität nochmals verbessert werden, da durch ein Parallelprojekt zur Aufstellung und Fortschreibung einer Vermögensrechnung für die Bundesfernstraßen über die Jahre 2017 bis 2019 fortgeschriebene Datensätze zur Verfügung standen.

Der Bestand an Ingenieurbauwerken, Ausstattung und sonstigen Anlagenteilen musste ebenfalls neu aufgenommen und aufbereitet werden. Für Ingenieurbauwerke nach DIN 1076 wurde hierzu auf die Datenbank „SIB-Bauwerke“ zurückgegriffen, so dass auch für Brücken, Tunnel, Trogbauwerke, Stützbauwerke, Lärmschutzbauwerke und Verkehrszeichenbrücken die relevanten Daten vorliegen. Für die sonstigen Anlagenteile wie Lärmschutzwälle, Rastanlagen sowie Meistereien wurden weitere Statistiken ausgewertet, die durch das BMDV den Gutachtern zur Verfügung gestellt wurden.

Über das Gesamtnetz der Bundesfernstraßen aggregiert sich das zu betrachtende Netz im Basisjahr 2019 wie folgt:

Infrastrukturelement	Einheit	Summe Bundesfernstraßen
Grunderwerb	Mio. m ²	nicht erhoben
Erdbau	Mio. m ²	972,8
Oberbau	Mio. m ²	734,0
Brücken	Mio. m ²	31,3
Tunnel und Trogbauwerke	km	346,8
Lärmschutzbauwerke	Mio. m ²	10,7
Lärmschutzwälle	km	1.267,4
Stützbauwerke	Mio. m ²	4,6
Verkehrszeichenbrücken	Riegellänge km	230,9
Meistereien	Stück	404
Rastanlagen unbewirtschaftet	Stück	1.481
Rastanlagen bewirtschaftet	Stück	460

Tabelle 13: Zusammenstellung der Infrastrukturelemente bezogen auf das Gesamtnetz der Bundesfernstraßen (durchgehende Strecke und Äste) im Basisjahr

4.2.4 Aufbereitung der Kostenbasis für das Basisjahr

Weitere Vorbedingung für die Bestimmung des Anlagevermögens mit der synthetischen Methode (SM) ist die Verfügbarkeit sachgerechter Wiederbeschaffungspreise für die einzelnen Infrastrukturelemente. Die im Zuge des Forschungsvorhabens *„Investitionskostenplausibilisierung und Umweltbewertung: Entwicklung eines kombinierten Verfahrens zur Abschätzung von Investitionskosten und zur Bewertung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben in der Bundesverkehrswegeplanung“* (hier nachfolgend „ex-post Analyse“ genannt) abgeleiteten Standardkostenansätze bildeten im vorliegenden Gutachten die Grundlage zur Ableitung von Wiederbeschaffungspreisen. Diese Standardkostensätze basieren wesentlich auf der Analyse der in den Jahren 2003 bis 2014 umgesetzten und abgerechneten Baumaßnahmen. Die Gutachter überprüften die in der ex-post-Analyse abgeleiteten Standardkostenansätze für deren Verwendung in der WKR2023 unter Einbindung der eigenen Erfahrungswerte aus den letzten Jahren.

Die Wiederbeschaffungspreise gliedern sich nach Bautypen und Bauhauptleistungen (Bauteile) und basieren auf einer statistischen Auswertung der Vergleichskosten für die Bauhauptgruppen nach der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS-85). Hierbei ist in den einzelnen Hauptgruppen teilweise eine Gliederungstiefe bis zu den AKS-Untergruppen und Einzelkosten der Untergruppen zielführend. Dies gilt zum Beispiel für Schallschutzwände, die Teil der Hauptgruppe 8 (Ausstattung) sind. Die Gutachter der ex-post Analyse schätzen deren Ergebnis auch aufgrund der Einbeziehung eigener Daten und Erfahrungen für die Gliederungsebene der

Hauptgruppen der AKS-85 als valide ein (BUNG/AVISO, 2013). Die Standardkostensätze wurden nach verschiedenen Attributen (z.B. Bautyp, Baugrundtyp und Geländewelligkeit) differenziert.

Für verschiedene Bauwerke lassen sich aus der ex-post-Analyse keine geeigneten Standardkostensätze ableiten, da sie vergleichsweise selten vorkommen und der Differenzierungsgrad der ex-post-Analyse dafür zu gering ist. Dies betrifft beispielsweise die Kostenansätze für Spezialbrücken (z. B. Schrägseilbrücken), spezielle Stützbauwerke (z. B. Ankerwände) oder Verkehrszeichenbrücken, für die die Kosten nur grob erfasst und nicht detailliert nach Einzelgewerken bzw. Schwierigkeitsgraden aufgeschlüsselt werden konnten. Hierfür wurden daher Kostenansätze aus der Datenbank für Bauwerke nach DIN 1076 (SIB-Bauwerke) abgeleitet und angesetzt.

Auch für die Bauwerke des Lärmschutzes wurden alternative Datenquellen herangezogen. Diese basieren auf der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017“ des BMDV zu den historischen Aufwendungen für den Lärmschutz.

Kostenansätze für Meistereien und Rastanlagen wurden auf der Basis aktueller Vorhaben und in Abstimmung mit dem BMDV hergeleitet.

Da die Standardkostenansätze im Wesentlichen den Preisstand 2012 aufwiesen, erfolgte eine Anpassung der Kostenansätze auf das Jahr 2019 unter Verwendung der vom statistischen Bundesamt herausgegebenen relevanten Baupreisindizes (siehe Tabelle 14). Nähere Erläuterungen zu den einzelnen Standardkostensätzen finden sich nachstehend in den Darstellungen zur Berechnung des Bruttoanlagevermögens der einzelnen Infrastrukturelemente.

	2012 bis 2019
Ingenieurbauwerke	20,36%
Oberbau / Ausstattung und sonstiges	23,40%
Erdbau	27,96%

Tabelle 14: Baupreisindizes 2012 bis 2019

4.2.5 Fortschreibung Netz und Kosten für die Prognosejahre 2023 bis 2027

Das Netz der Bundesfernstraßen unterliegt einer ständigen flächenmäßigen Erweiterung bedingt durch den Aus- und Neubau von Strecken. Das den Berechnungen zugrunde gelegte Bestandsnetz bildet das Basisjahr 2019 ab. Für die Prognosejahre ist daher eine Annahme zur Fortschreibung des Bestandsnetzes zu treffen.

Für die Ableitung der Annahmen zur Netzentwicklung wurden Angaben zu den einzelnen Maßnahmen des BVWP 2030 ausgewertet. Der BVWP unterscheidet in „fest disponierte Maßnahmen“, „Maßnahmen des Vordringlichen Bedarfes“ sowie Maßnahmen des „Weiteren Bedarfes“. Datengrundlage hierfür ist das Projektinformationssystem (kurz PRINS) zum BVWP 2030. Die Datenbank wurde hinsichtlich der Angaben zu Querschnittsveränderungen in Abhängigkeit der

Zuordnung BAB und BS analysiert und die Netzentwicklung abgeleitet. Die PRINS-Datenbank weist darüber hinaus Tunnelbaumaßnahmen gesondert aus. Die Daten zu Tunnelbauwerken bzw. die Summe der Längenentwicklung wurden daher gesondert ausgewertet und die Entwicklung in Bezug auf Tunnelbauwerke abgeleitet.

Die PRINS-Datenbank enthält rund 24.000 Maßnahmen im Bereich des Straßenbaus, davon 261 Tunnelbauprojekte. Für die Ableitung des Ansatzes der Netzerweiterung in den Prognosejahren wurden Maßnahmen des Weiteren Bedarfes ausgenommen. Die „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017“ (BMDV, bisher nicht veröffentlicht) war ferner die Grundlage zur Ableitung des jährlichen Ansatzes der Entwicklung des Bestandes an Lärmschutzbauwerken im Netz.

Für die Bestimmung der Ansätze der Netzerweiterung wurde zudem die Entwicklung des Bestandes differenziert nach Infrastrukturelementen für die Jahre 2015 bis 2019 ausgewertet.

Im Ergebnis der Auswertung der PRINS-Daten für den Gültigkeitszeitraum des BVWP bis 2030 sowie der Lärmschutzstatistik ergeben sich die nachfolgend dargestellten Ansätze für die jährliche Fortschreibung in den Prognosejahren nach 2019.

Infrastrukturelement	Ansatz BAB	Ansatz BS
Durchgehende Strecke einschließlich Äste	0,40 % p.a.	0,10 % p.a.
Tunnel	1,60 % p.a.	2,80 % p.a.
Trogbauwerke	0,40 % p.a.	0,10 % p.a.
Lärmschutzbauwerke	1,50 % p.a.	1,50 % p.a.
Stützbauwerke	0,40 % p.a.	0,30 % p.a.
sonstige Ingenieurbauwerke (wie Brücken)	0,40 % p.a.	0,10 % p.a.

Tabelle 15: Zusammenstellung Ansätze Fortschreibung Bestand in Prozent pro Jahr nach Infrastrukturelementen

Wie in Abschnitt 4.2.4 beschrieben, werden die den Berechnungen zugrunde gelegten Standardkostenansätze in der ex-post-Analyse mit Preisstand 2012 angegeben. Für die Fortschreibung der Kostenansätze wurden die Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes zur Entwicklung der Baupreise bis Ende 2019 verwendet. Zunächst wurden die Kostenansätze mit Preisstand 2012 auf die tatsächliche Preissteigerung bis Ende 2019 fortgeschrieben (siehe Tabelle 14).¹⁸ Dies ist Basis für die in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Vermögensangaben für das zugrunde gelegte Basisjahr (2019). Die Indizes für die Fortschreibung der Kostenansätze in den Prognosejahren 2023 bis 2027 wurden aus der langfristigen durchschnittlichen jährlichen Baupreisänderung der Einzelindizes abgeleitet, die jeweils die durchschnittliche Entwicklung der Preise der letzten 25

¹⁸ Als Zwischenschritte in den Berechnungen erfolgt die Berechnungen für die Jahre 2020 bis 2022 und darauf aufbauend für die Prognosejahre 2023 bis 2027. Dabei wird für das Jahre 2020 ebenfalls die tatsächlichen Preissteigerungen herangezogen.

Jahre nachbildet. Dieser Zeitraum entspricht dem durchschnittlichen Nutzungsalter der bestehenden Infrastruktur im Basisjahr.

	Prognosejahre 2023 bis 2027
Ingenieurbauwerke	1,48 % p.a.
Oberbau / Ausstattung und sonstiges	1,65 % p.a.
Erdbau	1,12 % p.a.
Verbraucherpreisindex	2,00 % p.a.
Hochbau (Meistereien)	1,77 % p.a.
lfd. Unterhaltung / Verwaltung und Management	2,00 % p.a.

Tabelle 16: Indizes für die Prognosejahre

4.2.6 Grunderwerb

Bestandsdaten zum Grunderwerb liegen auch für die WKR2023 nicht vor. Aus diesem Grund wird das von den Gutachtern im Zuge der WKR2013 und WKR2018 verwendete Vorgehen herangezogen.

Die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens kann grundsätzlich entweder nach der Synthetischen Methode oder nach Perpetual Inventory Method erfolgen (siehe Kapitel 3.3). Beide Methoden führen unter sonst gleichen Annahmen zu gleichen Anlagevermögenswerten. Für die Ermittlung des Anlagevermögens bei den Grundstücken wird daher auf die vom BMDV zur Verfügung gestellten historischen Ausgaben für Grunderwerb für das Bundesfernstraßennetz zurückgegriffen. Für das frühere Bundesgebiet liegen Daten von 1959 bis 2019 vor. Für bereits vor 1959 vorhandene Netzteile und das Netz auf dem Gebiet der Neuen Bundesländer bis 1990 wurden aus den vorhandenen Daten Grunderwerbskosten abgeschätzt. Hierfür wurden die Netzerweiterungen im Zeitraum 1959 bis 1990 und im gleichen Zeitraum getätigte Ausgaben für Grunderwerb an Bundesfernstraßen herangezogen (siehe Tabelle 17).

Die historischen Grunderwerbskosten werden mit dem Verbraucherpreisindex (bzw. vor Erstellung dieses Index dem kombinierten Lebenshaltungsindex) fortgeschrieben.

Dadurch wird gewährleistet, dass heutige und zukünftige Nutzer den gleichen – um die Inflation bereinigten – Beitrag für die Nutzung der Grundstücke (bzw. die Opportunitätskosten des in den Grundstücken gebundenen Kapitals) zahlen. Die Wahl eines anderen Index bzw. der Wegfall der Indexierung würde zwangsläufig eine Verschiebung der Lasten in heutige oder zukünftige Generationen verursachen.

	Bundesfernstraßen
Historischer Grunderwerb 1959 bis 2019 real [Mio. €]	11.738,3
Historischer Grunderwerb 1959 bis 2019 Preisstand 2019 [Mio. €]	21.287,1
Netzlänge alte BL 1959 [km]	26.791,3
Netzlänge alte BL 1990 [km]	39.885,0
Netzlänge neue BL 1990 [km]*	13.386,0**
Netzlänge Gesamtdeutschland 1991 [km]	53.408,0
Grunderwerb 1959 bis 1990 Preisstand 2019 [Mio. €]	13.745,0
pauschal abgeschätzter Grunderwerb vor 1959 Preisstand 2019 [Mio. €]***	3.389,5
abgeschätzter Grunderwerb neue BL Preisstand 2019 [Mio. €]**	11.502,5
Grunderwerb Gesamt Preisstand 2019 [Mio. €] = Bruttoanlagevermögen	36.179,1
Grunderwerb Gesamt nicht indiziert [Mio. €]	19.411,1
<p>* In der Summe BS sind auch Erweiterungen des Netzes in den alten BL zwischen 1990 und 1991 enthalten. ** Der Grunderwerb in den neuen Bundesländern wurde anhand des für die Bundesrepublik dokumentierten Grunderwerbs im Verhältnis zur Netzentwicklungen zwischen 1959 und 1990 abgeschätzt. *** Der Netzzuwachs zwischen 1959 und 1971 entspricht etwa der Netzlänge des Netzes vor 1959. Der Grunderwerb wurde dementsprechend etwa gleich dem in diesem Zeitraum getätigtem Grunderwerb abgeschätzt.</p>	

Tabelle 17: Netzentwicklung, historische Ausgaben und Anlagevermögen für Grunderwerb
Quellen: Netzlängen - Bundesamt für Statistik; Ausgaben für Grunderwerb – BMDV

Die Fortschreibung des Anlagevermögens in den Prognosejahren erfolgt auf Basis der Haushaltsplanung des BMDV. Nachfolgend ist das Bruttoanlagevermögen für den Grunderwerb mit Preisstand 2019 angegeben.

Jahr	2019 [Mrd. €]	2023 [Mrd. €]	2024 [Mrd. €]	2025 [Mrd. €]	2026 [Mrd. €]	2027 [Mrd. €]
Grunderwerb	36,179	36,890	37,060	37,225	37,388	37,547

Tabelle 18: BV Grunderwerb in den Prognosejahren, Preisstand 2019

4.2.7 Planungs- und Managementkosten

Im deutschen System der Auftragsverwaltung waren die tatsächlichen Kosten für Planung und Management der Bereitstellung der Infrastruktur bisher nicht ohne weiteres aus statistischen Angaben oder dem Haushalt heraus verfügbar. Vielmehr wurden die Kosten von Bund und Ländern gemeinsam entsprechend den jeweils aktuellen Aufgabenzuweisungen aufgewendet. Nach § 6 des BABG (Gesetz über die vermögensrechtlichen Verhältnisse der Bundesautobahnen und sonstigen Bundesstraßen des Fernverkehrs) von 1972 zahlte der Bund den Ländern eine Pauschale bezogen auf die Baukosten.

Mit Wirkung zum 01.01.2021 gingen die Aufgaben für Planung, Umsetzung, Betrieb und Verwaltung der BAB auf die Autobahn GmbH des Bundes über.

Die jeweiligen Ausgaben können zukünftig grundsätzlich den Haushaltsansätzen für die Autobahn GmbH entnommen werden und so mittelfristig eine höhere Transparenz in Bezug auf die Kosten

der BAB geschaffen werden. Für die vorliegende Wegekostenrechnung können die Angaben aufgrund fehlenden Bezugs zu konkreten in der Wegekostenrechnung abgebildeten Maßnahmen (zyklische Re-Investition, Netzerweiterung) nicht verwendet werden.

Für die Abbildung der Kosten der Planung und Verwaltung aller Bundesfernstraßen wird an der bisherigen Abschätzung der Kosten festgehalten. Befinden sich die Infrastrukturelemente im Zyklus 1 (Erstmaßnahme), wird ein Planungskostenansatz von 18 % bezogen auf die Baukosten ohne Grunderwerb verwendet. Für jeden weiteren Zyklus (Folgemaßnahmen) wird ein verringerter Planungskostenansatz von 10 % angesetzt (für weitergehende Informationen siehe WKR2013).

4.2.8 Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Historische Kosten für landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (A+E-Maßnahmen) nach AKS-Gruppe 69 wurden in der ex-post-Analyse (Los 2: „Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben“; FE-Nr. 24.0015/2011) ausgewertet. Auf dieser Grundlage wird im vorliegenden Gutachten für Neubau ein pauschaler Kostensatz von 5 % bezogen auf die Baukosten ohne Grunderwerbskosten für landschaftspflegerische Maßnahmen zugrunde gelegt. Für Ausbaumaßnahmen ist ein geringerer Ansatz zu wählen, da hier geringere Eingriffe vorliegen, die zu einem geringeren Kompensationsanfordernis führen (bosch&partner, 2013). Nach Auskunft des BMDV sind insbesondere seit 1991 Straßenbaumaßnahmen mit entsprechenden Kosten behaftet. Daher wurden für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens die im Straßenbauhaushalt veranschlagten Straßenbauinvestitionen seit 1991 ausgewertet und die Investitionen in Neubau sowie Um- und Ausbau ohne Grunderwerb zusammengestellt. Für landschaftspflegerische Maßnahmen vor 1991 liegen keine Angaben zum Umfang der Kosten für A+E-Maßnahmen vor. Für Maßnahmen nach 1991 wurden die pauschalen Ansätze der ex-post-Analyse genutzt und auf die Baukosten (ohne Grunderwerb) angewendet. Die Kosten für A+E-Maßnahmen wurden anschließend mit dem Verbraucherpreisindex indiziert. Nachfolgende Tabelle zeigt die Investitionskosten seit 1991, die abgeleiteten historischen und die indizierten Kosten für A+E-Maßnahmen:

Zeitraum	Investitionen	geschätzte Kosten A+E Maßnahmen	
	(ohne Grunderwerb)	nicht indiziert	indiziert (Preistand 2019)
	[Mrd. €]	[Mrd. €]	[Mrd. €]
1991-2019	78,263	2,857	3,561

Tabelle 19: Investitionen in Bundesfernstraßen von 1991 bis 2019, A+E-Maßnahmen

Ausgehend von den bis 2020 getätigten und geplanten Investitionen wurden die Investitionsmaßnahmen im Zeitraum 2023 bis 2027 abgeschätzt und für die Ableitung des Anteils A+E-Maßnahmen herangezogen. Aufbauend auf den Investitionen in den Prognosejahren wurden die jeweiligen Anteile A+E-Maßnahmen (5 % bzw. 2,5 % - siehe oben) und der jeweils aktuelle Bestand bestimmt (siehe Tabelle 20).

Jahr	2019 [Mrd. €]	2023 [Mrd. €]	2024 [Mrd. €]	2025 [Mrd. €]	2026 [Mrd. €]	2027 [Mrd. €]
A+E-Maßnahmen	4,202	4,532	4,609	4,693	4,761	4,827

Tabelle 20: BV - A+E-Maßnahmen Prognosejahre 2023 bis 2027 inkl. Planung, Preisstand 2019

4.2.9 Erdbau

Die Kosten für den Erdbau hängen stark vom Bautyp (Anzahl Fahrstreifen sowie Neu- oder Ausbau), von der Welligkeit des Geländes und der Beschaffenheit des Baugrunds ab. Aus der ex-post-Analyse liegen hinsichtlich Bautyp, Baugrundtyp und Geländetopografie differenzierte Kostensätze für den Erdbau vor. Die Bestandsdatenhaltung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und des BMDV lässt zunächst keine Differenzierung der Aufwendungen für den Erdbau im Bundesgebiet zu. Die Gutachter haben daher im Rahmen der WKR2013 ein GIS¹⁹-basiertes Analyseverfahren entwickelt, auf dessen Basis die Topologie des Geländes beschrieben werden kann. Das Analyseverfahren antizipiert das Erdvolumen, das durchschnittlich bewegt werden müsste, um 1 km x 1 km große Planquadrate einzuebnen. Dazu wird anhand des digitalen Geländemodells im 10 m-Raster (DGM10) in Flächen mit 1 km Kantenlänge die mittlere Höhe über 100 x 100 Punkte ermittelt. Anschließend wird die Summe aus den Beträgen der Einzeldifferenzen in jedem Punkt zur mittleren Höhe errechnet und stellvertretend für das zu bewegende Erdvolumen verwendet. Der Indikator für die Welligkeit leitet sich damit aus dem zu bewegenden Erdvolumen oder alternativ aus der durchschnittlichen Höhendifferenz zur mittleren Höhe auf einem Planquadrat von 1 km² ab. Als maßgeblich für die Zuordnung zur Kategorie hügelig oder flach wurde ein Schwellenwert von 5 m festgelegt.

Neben der Geländewelligkeit ist für den Erdbau die Beschaffenheit des zu bewegenden Erdmaterials maßgebend. Hierzu wurden die GIS-Informationen des Bestandsnetzes mit Bodenübersichtskarten verschnitten. Solche Bodenübersichtskarten werden von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe online zur Verfügung gestellt. Durch sie können die Streckenabschnitte den Bodenklassen zugeordnet werden. Die Bodenklassen wurden anschließend den nachstehenden Baugrundtypen zugeordnet:

- Gut tragfähige Böden - 1
- Mäßig tragfähige Böden und Fels - 2
- Gering tragfähige Böden - 3

Zur Bestimmung des Bruttoanlagevermögens des Erdbaus wurden unter Anwendung der Geländewelligkeit und der Baugrundtypen insgesamt sechs Kostengruppen pro Straßenkategorie gebildet (siehe Tabelle 21). Aus den Bestandsdaten wurde unter Verwendung der Regelquerschnitte

¹⁹ Geoinformationssystem.

nach RAS-Q²⁰ und der Fahrstreifenangaben die maßgebenden Regelquerschnittsbreiten für die jeweiligen Abschnitte bestimmt. In gleicher Weise wurden die Äste nach Baugrundtyp differenziert. Allerdings wird aufgrund der notwendigen Rampen bei planfreien Kreuzungen die Annahme getroffen, dass hier immer die Geländewelligkeit „hügelig“ anzuwenden ist. Als maßgebende Bodenklasse für den Ast wird die Bodenklasse des angrenzenden Netzknotenabschnittes (durchgehende Strecke) verwendet.

Geländewelligkeit	Bodenklasse	Durchgehende Strecke				Äste	
		Anteil [Mio.m ²]	Anteil [%]	Gesamt [Mio.m ²]	Gesamt [%]	Anteil [Mio.m ²]	Anteil [%]
flach	1	41,8	5%	428,4	50 %		
	2	211,8	25%				
	3	174,9	20%				
hügelig	1	243,7	28%	432,6	50 %	35,4	32%
	2	144,6	17%			41,6	37%
	3	44,3	5%			34,8	31%
Gesamt		861,0	100%	861,0	100 %	111,8	100%

Tabelle 21: Übersicht Anteile Kostengruppen Erdbau - durchgehende Strecke und Äste 2019

Für die WKR 2023 wurde aus der ex-post-Analyse ein gewichteter Standardkostenansatz für den Quadratmeter Erdbau differenziert nach der jeweiligen Straßenkategorie (BAB, BS), dem Baugrundtyp und der Geländetopografie abgeleitet. Die Gewichtung der für die einzelnen Bautypen vorliegenden Kostendaten aus der ex-post-Analyse erfolgt dabei unter Verwendung der Anteile der Bautypen im jeweiligen Netz.

Für die sechs nach Baugrundtyp und Topografie differenzierten Kostensätze wurden die nachstehenden (flächengewichteten) Ansätze in Euro/m² in Bezug auf die Regelquerschnittsbreite (Kronenbreite) aus der ex-post Analyse abgeleitet. Den Kosten für den Erdbau wurden dabei zwei Drittel der ebenfalls in der ex-post Analyse ermittelten Kosten für Verkehrsführung zugeschlagen. Es ergeben sich folgende Kostenansätze:

Geländewelligkeit	Baugrundtyp	Erdbau durchgehende Strecke [€/m ²]	Erdbau Äste [€/m ²]
Flach Durchgehende Strecke	BG1	54,5	
	BG2	86,5	
	BG3	116,5	
Hügelig Durchgehende Strecke und Äste	BG1	105,6	86,1
	BG2	134,8	105,9
	BG3	220,7	166,9

Tabelle 22: Kostenansätze - Erdbau, Preisstand 2019

²⁰ RAS-Q: Richtlinie für die Anlage von Straßen - Teil Querschnitte, Ausgabe 1996. Die Richtlinie für die Anlage von Autobahnen Ausgabe 2008, zuletzt korrigiert Mai 2012, wird zur Bestimmung der für den Erdbau maßgebenden Fläche nicht verwendet, da der Großteil der Bestandsstrecken nach RAS-Q entworfen wurde.

Für die Ableitung des Errichtungszyklus beim Erdbau zur Berücksichtigung der Planungskosten wird eine theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren zu Grunde gelegt. Als Baujahr wird das Baujahr der Frostschutzschicht verwendet. Bei Ästen wird – sofern keine Aufbaudaten vorhanden sind – als Baujahr der Mittelwert aus den Baujahren der angrenzenden Netzknotenabschnitte verwendet. In etwa 97 % der Strecken des Bundesfernstraßennetzes sind aufgrund der langen theoretischen Nutzungsdauer noch im ersten Zyklus nach Errichtung, sodass ganz überwiegend der Planungskostenansatz von 18 % für den Erdbau zum Tragen kommt.

Dem Erdbau wurden die Aufwendungen für die Hauptgruppe 9 der AKS-85 „Sonstige besondere Anlagen und Kosten“ (HG9) zugeordnet, die u.a. folgende Ansätze enthält:

- Kosten zur Verlegung, Änderung und Sicherung von Ver- und Entsorgungsanlagen,
- Umleitungen,
- Maßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft im Bereich des Straßenkörpers (nicht gleichbedeutend mit Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen),
- Baustelleneinrichtung und
- sonstige besondere Kosten.

Ebenfalls in der HG9 in der Untergruppe HG96 enthalten sind landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen außerhalb des Straßenkörpers, die für die Wegekosten gesondert betrachtet wurden (siehe Kapitel 4.2.8) und nicht in den Ansätzen für Kosten nach HG9 enthalten sind. Für die Aufwendungen nach HG9 wurde im Rahmen der ex-post-Analyse ein einheitlicher Kostenansatz in Abhängigkeit der befestigten Fläche und Straßenkategorie abgeleitet. Für die WKR2023 wurde ein flächengewichteter Kostensatz in Höhe von 17,51 €/m² (befestigte Fläche, ohne Planungskosten, Preisstand 2019) bestimmt. Die Höhe der anzusetzenden Planungskosten bestimmt sich nach dem Errichtungszyklus, der aus den Altersinformationen des Erdbaus abgeleitet wurde.

In Summe ergeben sich folgende Bruttoanlagevermögen für die Straßenkategorien.

Geländewelligkeit	Baugrundtyp	Erdbau & HG9 durchgehende Strecke und Äste				Summe BV Erdbau & HG9 [Mrd.€]
		Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Folgemaßnahme (Zyklus>1)		
		Planung [%]	BV [Mrd.€]	Planung [%]	BV [Mrd.€]	
Flach Durchgehende Strecke	BG1	18 %	3,254	10 %	0,027	3,281
	BG2		24,258		0,607	24,866
	BG3		26,094		0,546	26,639
Hügelig Durchgehende Strecke und Äste	BG1		37,384		0,937	38,322
	BG2		30,142		0,792	30,934
	BG3		19,109		0,421	19,530
Summe			140,242		3,331	143,572

Tabelle 23: Bruttoanlagevermögen (BV) - Erdbau inkl. Planung und HG9 für 2019

4.2.10 Oberbau

Die Berechnung des Anlagevermögens und der Kapitalkosten für den Oberbau erfolgt getrennt für die einzelnen Schichten: Deckschicht bzw. Betondecke, Binderschicht (nur bei Asphaltbauweisen), Tragschicht und Frostschutzschicht.

Anhand der Deckschicht erfolgt eine Zuordnung zur Betonbauweise oder zur Asphaltbauweise. Maßgebend für die Berechnung des Bruttoanlagevermögens ist die befestigte Fläche des betrachteten Streckenabschnittes.

Aus den Bestandsdaten wurde unter Verwendung der Regelquerschnitte nach RAS-Q²¹ und der Fahrstreifenangaben die maßgebende befestigte Fläche im Streckenabschnitt bestimmt. Da den Gutachtern keine genauen Angaben zu den Seitenstreifen an BAB vorlagen, wurde wie bei der WKR2013 und WKR2018 der Anteil Seitenstreifen bezogen auf die Gesamtlänge aus der Längensstatistik abgeleitet. Es ergab sich ein Anteil von rund 81 %. Dieser Anteil wurde bei der Bestimmung der befestigten Fläche an BAB berücksichtigt.

Der Errichtungszyklus (maßgebend für die Höhe des verwendeten Kostenansatzes und der anzusetzenden Planungskosten) wird unter Verwendung der angegebenen Baujahre der Frostschutzschicht (als unterste und somit älteste Schicht) sowie der angegebenen Art der jeweiligen Schicht und den daraus nach RPE-Stra 01²² abgeleiteten theoretischen Nutzungsdauern bestimmt.

Für den Oberbau an Ästen liegen nicht flächendeckend Aufbaudaten vor. Aus diesem Grund wurde bei fehlenden Angaben – wie schon bei der WKR2013 und WKR2018 – die Annahme getroffen, dass hier der Oberbau ausschließlich in Asphaltbauweise hergestellt wird. Die befestigte Fläche bemisst sich unter Berücksichtigung der Fahrstreifenanzahl im Ast gemäß RAA²³. Sofern das Baujahr der jeweiligen Schicht des Oberbaus an Ästen nicht aus den Bestandsdaten bestimmbar ist, wird als Baujahr der Erstmaßnahme an Ästen für alle Schichten einheitlich das für den Erdbau bestimmte Baujahr verwendet (abgeleitet aus den Baujahren der Frostschutzschicht der an den Knoten angrenzenden Abschnitte). Folgemaßnahmen ergeben sich dann aus den Erneuerungszyklen. Für die Nutzungsdauern werden die gleichen Annahmen wie für die durchgehende Strecke zugrunde gelegt.

Aus der ex-post-Analyse wurden bezogen auf die einzelnen Straßenkategorien gewichtete Standardkostensätze für den Oberbau abgeleitet. Die Gewichtung erfolgte dabei anhand der Bautypen.

²¹ Die Richtlinie für die Anlage von Autobahnen Ausgabe 2008 (RAA), zuletzt korrigiert Mai 2012 wird zur Bestimmung der für den Erdbau maßgebenden Fläche nicht verwendet, da der Großteil der Bestandsstrecken nach RAS-Q entworfen wurde.

²² RPE-Stra 01: Richtlinie für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen Ausgabe 2001, Anhang 10.

²³ Die RAA- Richtlinie für die Anlage von Autobahnen Ausgabe 2008, zuletzt korrigiert Mai 2012.

Die ex-post-Analyse weist neben den Bautypen im Bereich des Oberbaus keine weitere Differenzierung aus. Für eine sachgerechte Allokation der Kosten der einzelnen Schichten haben die Gutachter eine weitere Differenzierung der Oberbaukosten vorgesehen. Dazu wurden hilfsweise Kostenansätze für die einzelnen Schichten aus dem Arbeitspapier 9 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Reihe R Abschnitt R3 Anhang 2 mit Stand 2000 (kurz AP9) herangezogen und die Oberbaukosten aus der ex-post-Analyse im Verhältnis dieser Kostenansätze zueinander aufgeteilt. Da die ex-post-Analyse die Umsetzung von Erstmaßnahmen und nicht von Folgemaßnahmen, wie z. B. den Ersatz von einzelnen Schichten, analysiert, haben die Gutachter auf Basis der Kostenansätze des AP9 einen Vergleich zwischen den Kosten für den alleinigen Einbau und denen für den kombinierten Aus- und Einbau einer Schicht (inkl. darüber liegender Schichten) angestellt und für die Folgemaßnahmen Anpassungsfaktoren abgeleitet. Die Kostenansätze der einzelnen Schichten für Erstmaßnahmen werden bei Folgemaßnahmen mit dem entsprechenden Faktor pro Schicht multipliziert.

Bei den Kosten des Oberbaus sind Verkehrsführungskosten zu berücksichtigen. Den Erstmaßnahmen wurde daher das nach dem Erdbau verbleibende Drittel der in der ex-post-Analyse ermittelten Verkehrsführungskosten zugeschlagen. Für die Folgemaßnahmen wurde aus den Angaben des AP9 abgeschätzt, welche festen (z.B. Einrichtung der Verkehrsführung) und zeitlich variablen (z.B. Abschreibung der Ausrüstung) Verkehrsführungskosten der Austausch der jeweiligen Schicht auf einer typischen Baustrecke verursacht. Dabei wurden die Verkehrsführungskosten für die einzelnen Schichten für 2-, 4-, 6- und 8-streifige BAB bzw. BS separat ermittelt und anschließend wieder entsprechend deren Netzanteil gewichtet. Der Deckschicht werden dabei immer die festen Kosten zugeordnet, da die Deckschicht in jedem Fall bei Folgemaßnahmen erneuert wird.

Die Kostenansätze für die Baumaßnahmen am Oberbau bei Ästen (Erst- und Folgemaßnahmen) wurden gegenüber den Ansätzen für die durchgehende Strecke auf Basis von Erfahrungswerten um 70 % erhöht. Zurückzuführen ist dies auf die deutlich geringeren Einbaubreiten für den Oberbau, die überproportionale Anteile der fixen Kostenbestandteile und der Nebenleistungen zur Folge haben.

Aus der ex-post-Analyse wurden für die einzelnen Oberbauschichten an BAB und BS die nachstehenden gewichteten Kostenansätze in Euro/m² in Bezug auf die befestigte Fläche Oberbau und in Abhängigkeit von der Bauweise abgeleitet. Wie oben dargestellt, werden für Erstmaßnahmen und für Folgemaßnahmen unterschiedliche Kostenansätze verwendet, die bereits die Kosten für Verkehrsführung enthalten.

Schicht Oberbau	Bauweise	Kosten Oberbau Strecke	Kosten Oberbau Strecke	Kosten Oberbau Äste	Kosten Oberbau Äste
		Erstmaßnahme [€/m ²]	Folgemaßnahme [€/m ²]	Erstmaßnahme [€/m ²]	Folgemaßnahme [€/m ²]
Bundesfernstraßen					
Deckschicht	Asphalt	10,45	18,91	15,84	28,14
Binderschicht		13,95	24,90	21,28	42,43
Tragschicht		32,31	41,45	48,11	54,94
Frostschuttschicht		24,01	21,68	35,86	24,15
Betondecke	Beton	19,93	43,53	33,60	69,55
Tragschicht		25,67	29,79	43,29	47,63
Frostschuttschicht		19,35	14,02	32,31	23,07

Tabelle 24: Kostenansätze - Oberbau, Preisstand 2019

Die Berechnung des Bruttoanlagevermögens erfolgt getrennt für jeden homogenen Abschnitt (siehe 4.2.2). Dies ist vor allem durch die später erforderliche Allokation der Kosten auf die Verkehrsteilnehmergruppen bedingt. In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Bauweise und vom Errichtungszyklus zusammenfassend dargestellt.

Schicht Oberbau	Bauweise	Oberbau durchgehende Strecke und Äste				Summe BV Oberbau [Mrd.€]
		Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Folgemaßnahme (Zyklus>1)		
		Planung [%]	BV [Mrd.€]	Planung [%]	BV [Mrd.€]	
Deckschicht	Asphalt	18 %	3,833	10 %	7,970	11,803
Binderschicht			7,361		7,067	14,428
Tragschicht			24,848		1,862	26,710
Frostschuttschicht			19,190		0,372	19,562
Betondecke	Beton		1,315		1,152	2,467
Tragschicht			2,384		0,043	2,427
Frostschuttschicht			1,810		0,011	1,821
		Summe	60,740		18,477	79,218

Tabelle 25: Bruttoanlagevermögen (BV) - Oberbau durchgehende Strecke und Äste für 2019

Für die Bundesfernstraßen ergibt sich somit insgesamt im Bereich Oberbau ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von 79,218 Mrd. €. Das Bruttoanlagevermögen enthält die Planungskosten und die Aufwendungen für Verkehrsführung.

4.2.11 Ausstattung

Der Ausstattung werden die Ausstattungselemente entlang der Straße wie Markierung, Leitsysteme und Verkehrszeichen, Lärmschutzbauwerke etc. zugeordnet. Elemente der Ausstattung sind lediglich dann in Bestandverzeichnissen dokumentiert, sofern sie den Bauwerken nach DIN 1076 (siehe nachfolgendes Kapitel 4.2.12) zuzuordnen sind. Daher wurden in der ex-post-Analyse die Kosten für die Ausstattung pro laufendem Meter Straße differenziert nach Bautypen und getrennt von den Bauwerkskosten ausgewiesen. Der Kostenansatz der ex-post-Analyse wird für die Wegekostenrechnung wie beim Erd- und Oberbau über die Netzanteile der Bautypen gewichtet und

auf den Quadratmeter befestigter Fläche umgerechnet. Für die Bauwerke wurden separate Kostenansätze ermittelt, da die ex-post-Analyse in diesem Bereich eine nur geringe Differenzierung ausweist (siehe Kapitel 4.2.12.5 und 4.2.12.6).

Eine Differenzierung in Errichtungszyklen ist nur für die Bauwerke der Ausstattung nach DIN 1076 (z.B. Lärmschutzbauwerke, Verkehrszeichenbrücken) möglich. Für die hier betrachteten Elemente der Ausstattung liegen keine Bestands- und Altersangaben vor. In der nachstehenden Tabelle sind die maßgebenden befestigten Flächen und die verwendeten Kostensätze differenziert nach den Infrastrukturelementen durchgehende Strecke und Äste an BAB und BS zusammenfassend dargestellt.

Infrastrukturelement	befestigte Fläche [Mio. m ²]	Kosten Ausstattung inkl. Planung [€/m ²]
durchgehende Strecke	653,5	29,85
Äste	80,5	70,30

Tabelle 26: Kostenansätze - Ausstattung, Preisstand 2019 inkl. Planung

Auf Basis der in Tabelle 26 dargestellten Kostenansätze ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 für den Bereich Ausstattung in Höhe von 25,168 Mrd. €.

4.2.12 Ingenieurbauwerke

Nach DIN 1076 „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung“ werden den Ingenieurbauwerken folgende Infrastrukturelemente zugeordnet:

- Brücken
„Brücken sind Überführungen eines Verkehrsweges über einen anderen Verkehrsweg, über ein Gewässer oder tiefer liegendes Gelände, wenn ihre lichte Weite rechtwinklig zwischen den Widerlagern gemessen 2,00m oder mehr beträgt.“
- Tunnel
„Tunnel sind dem Straßenverkehr dienende Bauwerke, die unterhalb der Erd- oder Wasseroberfläche liegen und in geschlossener Bauweise hergestellt werden oder bei offener Bauweise länger als 80 m sind. Zu den Tunneln gehören auch die für Bau und Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, soweit sie baulich integrierte Bestandteile des Tunnelbauwerkes sind.“
- Trogbauwerke
*„Trogbauwerke sind Stützbauwerke (auch Rampenbauwerke) und/oder Grundwasserwan-
 nen, die aus Stützwänden mit einer geschlossenen Sohle bestehen.“*

- Stützbauwerke
„Stützbauwerke sind Ingenieurbauwerke, die eine Stützfunktion gegenüber dem Erdreich, dem Straßenkörper oder Gewässer ausüben und eine sichtbare Höhe von 1,50m oder mehr aufweisen.“
- Lärmschutzbauwerke
„Lärmschutzbauwerke sind Wände mit der Funktion von Lärmschirmen, die eine sichtbare Höhe von 2,00m oder mehr aufweisen.“
- Verkehrszeichenbrücken
„Verkehrszeichenbrücken sind Tragkonstruktionen, an denen Schilder/Zeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt werden. Zu den Verkehrszeichenbrücken zählen auch entsprechende Tragkonstruktionen mit einseitiger oder beidseitiger Auskragung sowie Konstruktionen, die portalartig ganz oder teilweise über die Fahrbahn reichen.“
- Sonstige Ingenieurbauwerke
„Als sonstige Ingenieurbauwerke gelten insbesondere alle Bauwerke, für die ein Einzelsicherheitsnachweis erforderlich ist, wie z. B. Rohr- und Bandstraßenbrücken, Regenrückhaltebecken aus Stahlbeton, Schachtbauwerke.“

Die Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Bauwerksdaten erfolgt durch die Straßenbauverwaltungen der Länder bzw. durch die Autobahn GmbH des Bundes mit dem Programmsystem SIB-Bauwerke. Außerdem können mit diesem Programmsystem die Ergebnisse der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 einschließlich aller Messdaten, Zusatzuntersuchungen, Skizzen, Pläne, Einbauprotokolle, statische Berechnungen, digitale Fotos, etc. erfasst sowie Bauwerksbücher und Bauwerksprüfberichte erstellt werden. Der komplette Datenbestand wird mittels einer Exportfunktion zweimal jährlich, d. h. jeweils zum 01. März und 01. September eines jeden Jahres, an die BAST übermittelt. Die Berechnung des Brutto- und Nettoanlagevermögens sowie der Abschreibung, Zinsen, Re-Investitionen und Unterhaltung erfolgen separat für jedes Bauwerk und werden anschließend den Sektoren zugeordnet und aggregiert.

Diejenigen Infrastrukturelemente, die nicht den Ingenieurbauwerken nach DIN 1076 zugeordnet werden können, wie bspw. Durchlässe mit einer Öffnung oder einer lichten Weite von weniger als 2,00 m, Stützbauwerke mit weniger als 1,50 m sichtbarer Höhe, Drahtgitterkörbe mit Steinfüllung (Gabionen), Lärmschutzbauwerke mit weniger als 2,00 m sichtbarer Höhe, einfache Rohr- bzw. Peitschenmasten, Steilwälle, Erdbauwerke oder Entwässerungsanlagen, sind in den sonstigen Kostenansätzen erfasst (beispielsweise in den Kosten für den Erdbau).

4.2.12.1 Brücken

Die Bestimmung des Bruttoanlagevermögens folgt dem Vorgehen der WKR2013 und WKR2018. Es wurden Datensätze aus SIB-Bauwerke verwendet und zwischen Brücken mit und ohne besondere Komplexität unterschieden. Bauwerke ohne besondere Komplexität (überwiegender Teil aller Brücken) wurden den A- oder Ü-Bauwerken zugeordnet. Als A-Bauwerk werden bspw. im Falle einer BAB Brücken bezeichnet, auf denen die BAB aufliegt.

Ü-Bauwerke sind dagegen Brücken, auf denen andere Verkehrswege (zumeist nachgeordnete Straßenkategorien) über die BAB geführt werden. Diese Ü-Bauwerke werden den BAB zugeordnet, zum einen, weil sie zumeist erst durch den Bau der BAB erforderlich werden und die kreuzenden (bestehenden) Straßen verlegt werden müssen und zum anderen, weil deren Dimensionierung und somit deren Kosten maßgeblich von der zu überführenden BAB abhängen.

Die ex-post-Analyse differenziert die relevanten Brücken ebenfalls nach A- und Ü-Bauwerken sowie Talbrücken und weist die ermittelten Kostenansätze pro Quadratmeter Brückenfläche aus. Es wird weiterhin unterschieden nach Bauart, wie beispielsweise Aus- bzw. Neubau sowie Streifigkeit und Art des kreuzenden Verkehrsweges. Auf der Basis der Abschätzung der Häufigkeit der differenzierten Bauweisen im Netz wurden aus der ex-post-Analyse in Abstimmung mit dem BMDV Standardkostensätze für die Wegekostenrechnung für Brückenbauwerke abgeleitet (siehe Tabelle 28). Sofern keine gesonderten Angaben zur Bauwerksart aus den Bestandsdaten ableitbar, die eine Zuordnung des jeweiligen Brückenbauwerkes in die in Tabelle 27 dargestellten Kostengruppen ermöglichte, erfolgte anhand der Lage des maßgebenden Verkehrsweges eine Zuordnung des Bauwerkes in die beiden Kategorien sonstige A- und Ü-Bauwerk (war auch dies nicht möglich, erfolgte eine Zuordnung in die Kostengruppe "k.A."). Die jeweiligen Anteile im Bundesfernstraßennetz in Bezug auf die Gesamtbauwerksfläche sind in Tabelle 28 dargestellt.

Den Talbrücken wurden Brücken mit einer lichten Höhe größer 14 m zugeordnet (Pfeifer & Mölter, 2008). Für besonders komplexe Brückentypen, wie z.B. Schrägseilbrücken, die selten vorkommen, konnten in der ex-post-Analyse keine statistisch abgesicherten Kostenansätze abgeleitet werden. Aus diesem Grund wurden durch die Gutachter Kostenansätze ermittelt und mit dem BMDV abgestimmt. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Brückentypen und die gewichteten Kostenansätze getrennt nach Errichtungszyklen dargestellt.

Kostengruppe / Bauwerksart	Kostenansatz inkl. PL Brücken [€/m ² Brückenfläche]	
	Errichtungszyklus = 1	Errichtungszyklus > 1
sonstige - A-Bauwerk	3.301	3.122
Bogenbrücke	3.984	3.856
k.A.	3.832	3.619
Drehbrücke	4.484	Nicht vorhanden
Hängebrücke	5.257	Nicht vorhanden
Hub-/Klappbrücke	10.006	9.328
Schrägseilbrücke	5.663	Nicht vorhanden
Talbrücke	2.148	2.002
sonstige - Ü-Bauwerk	3.855	3.576

Tabelle 27: Kostenansätze – Brücken, Preisstand 2019

Das jeweilige Brückenbauwerk wurde den oben dargestellten Typen zugeordnet. Die Höhe der anzusetzenden Planungskosten richtet sich auch hier nach dem Errichtungszyklus des Bauwerkes, der unter Berücksichtigung des in SIB-Bauwerke hinterlegten Baujahres sowie der nach der Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz 2010 (ABBV-2010) maßgebenden theoretischen Nutzungsdauer abgeleitet wurde. In der ABBV-2010 sind für Unter- und Überbauten unterschiedliche Nutzungsdauern angegeben. In Abhängigkeit der Bauweise werden für den Unterbau Nutzungsdauern zwischen 50 bis 110 Jahren und für den Überbau 60 bis 100 angegeben. Der Großteil der Bestandsbrücken ist in Stahl- bzw. Spannbetonbauweise hergestellt. Nach ABBV-2010 beträgt die Nutzungsdauer für Überbauten aus Stahl- bzw. Spannbeton 70 Jahre und für Unterbauten 110 Jahre. Eine in Über- und Unterbauten differenzierte Ermittlung des Bruttovermögens war auf Basis des undifferenzierten Kostenansatzes nicht möglich, sodass die Gutachter aufgrund der überwiegenden Bedeutung des Überbaus für alle Brückenbauwerke einheitlich (Gesamtheit aus Über- und Unterbau) eine theoretische Nutzungsdauer von 80 Jahren wählten.

Unter Verwendung der in Tabelle 27 dargestellten Kostenansätze ergibt sich das nachfolgend dargestellte Bruttoanlagevermögen für das Bundesfernstraßennetz.

Kostengruppe / Bauwerksart	Bauwerksfläche [Mio.m ²]	Anteil Bauwerksart [%]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
sonstige - A-Bauwerk	20,72	66,2%	68,412
Bogenbrücke	1,08	3,5%	4,311
Drehbrücke	0,03	0,1%	0,108
Hängebrücke	0,00	0,0%	0,006
Hub-/Klappbrücke	0,05	0,2%	0,282
k.A.	0,00	0,0%	0,041
Schrägseilbrücke	0,30	1,0%	1,683
Talbrücke	3,73	11,9%	8,019
sonstige - Ü-Bauwerk	4,87	15,6%	18,785
Errichtungszyklus>1			
sonstige - A-Bauwerk	0,23	0,7%	0,710
Bogenbrücke	0,22	0,7%	0,849
k.A.	0,00	0,0%	0,002
Drehbrücke	0,00	0,0%	0,000
Hängebrücke	0,00	0,0%	0,000
Hub-/Klappbrücke	0,00	0,0%	0,002
Schrägseilbrücke	0,00	0,0%	0,000
Talbrücke	0,02	0,1%	0,048
sonstige - Ü-Bauwerk	0,02	0,1%	0,065
Summe	31,29	100,0%	103,322

Tabelle 28: Bruttoanlagevermögen (BV) - Anteile Bauwerksart - Brücken 2019

Es ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von 103,322 Mrd. € inkl. Planungskosten.

4.2.12.2 Tunnel

Wie bereits in der WKR2018 wurden die Tunnel in Abhängigkeit von der Streifenanzahl typisiert, da SIB-Bauwerke weitere Differenzierungsmerkmale, die in der ex-post-Analyse Verwendung fanden, wie bspw. Gesteinstyp und Lage, nicht ausweist. Der Bestand der Tunnelbauwerke ist in SIB-Bauwerke dokumentiert. Diese Bestandsdaten wurden unter Berücksichtigung der Streifenanzahl ausgewertet und für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens verwendet.

In den vergangenen Jahren sind die Anforderungen an die Tunnelbetriebstechnik (RABT 2006²⁴) und die damit verbundenen anteiligen Kosten für einen Tunnel stark gestiegen. Der Bestand an Tunnelbauwerken, der diese stark gestiegenen Anforderungen an die Tunnelbetriebstechnik erfüllt, hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Die Gutachter haben daher in Abstimmung mit dem BMDV den Kostenbestandteil für die Tunnelbetriebstechnik insbesondere für Tunnelbauwerke im Gegenverkehr (bzw. für Richtungstunnel, die eine Verkehrsführung im Gegenverkehr ermöglichen müssen) angepasst.²⁵

²⁴ Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln.

²⁵ Die jeweils gewichteten Kostenansätze der Tunneltechnik sind in den in Tabelle 29 dargestellten Kostenansätzen in Abhängigkeit der Anzahl der Fahrstreifen berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die gewichteten Kostenansätze für Tunnelbauwerke in Abhängigkeit von der Streifenanzahl zusammenfassend dargestellt.

Anzahl Fahrstreifen in der Röhre	Kostenansatz [€/m]
<3	41.358
=3	52.727
>3	107.675
sonstige ²⁶	6.330

Tabelle 29: gewichtete Kostenansätze ohne Planung für Tunnelbauwerke, Preisstand 2019

In der nachfolgenden Tabelle ist der Bestand an Tunnelbauwerken in Abhängigkeit von der Streifenanzahl zusammenfassend dargestellt.

Für Tunnel in offener Bauweise wurde nach ABBV-2010 eine theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren und für Tunnel in geschlossener Bauweise von 130 Jahren verwendet. Die Tunnelbauwerke befinden sich alle im ersten Errichtungszyklus.

Anzahl Fahrstreifen in der Röhre	Summe Länge Röhren [km] ²⁷	Anteile nach Anzahl FS in Röhre [%]	Summe BV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]
<3	221,81	78,4%	10,825
=3	42,35	15,0%	2,635
>3	17,15	6,1%	2,180
sonstige ²⁸	1,67	0,6%	0,012
Summe:	282,99	100,0%	15,652

Tabelle 30: BV - Anteile Tunnel nach Anzahl Fahrstreifen pro Röhre 2019

Aus den in Tabelle 30 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Tunnel ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von 15,652 Mrd. € inkl. Planungskosten.

4.2.12.3 Trogbauwerke

Für die Berechnung des Bruttoanlagevermögens von Trogbauwerken wurden die Bestandsdaten aus SIB-Bauwerke hinsichtlich Anzahl der Fahrstreifen, Länge und Bauweise ausgewertet. Die verwendeten Kostenansätze in Abhängigkeit der Fahrstreifenanzahl wurden aus der WKR2018 übernommen und an die Preisentwicklung angepasst. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Kostenansätze für Trogbauwerke in Abhängigkeit der Fahrstreifenanzahl zusammenfassend dargestellt.

²⁶ Sonstige Tunnelbauwerke sind bspw. Tunnel für Fuß- und Radwege in der Baulast des Bundes.

²⁷ Die Längenangabe bezieht sich auf die Länge der jeweiligen Röhre. Tunnelbauwerke mit zwei Röhren sind demnach in ihrer Länge zweimal erfasst. Jede Röhre wird als separates Bauwerk betrachtet.

²⁸ Sonstige Tunnelbauwerke sind bspw. Tunnel für Fuß- und Radwege in der Baulast des Bundes.

Anzahl Fahrstreifen	Kostenansatz [€/m]
<3	21.781
≥3	45.459
sonstige	6.330

Tabelle 31: Kostenansätze Trogbauwerke, Preisstand 2019

Die Trogbauwerke befinden sich alle im ersten Errichtungszyklus. Die Nutzungsdauer nach ABBV-2010 ist von der Bauweise (Stahlbeton, Pfahlwand, Schlitzwand, Stahlspundwand) abhängig und wird von 70 bis 110 Jahren angegeben. Die Gutachter legen bei Trogbauwerken einheitlich 90 Jahre Nutzungsdauer für die Berechnungen zugrunde.

In der nachfolgenden Tabelle sind der Bestand und das Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 an Trogbauwerken in Abhängigkeit der Kostengruppen zusammenfassend dargestellt.

Anzahl Fahrstreifen	Summe Länge [km]	Anteile nach Anzahl FS [%]	Summe BV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]
<3	41,15	64,5%	1,058
≥3	17,79	27,9%	0,954
sonstige	4,87	7,6%	0,036
Summe:	63,81	100,0%	2,048

Tabelle 32: Bruttoanlagevermögen (BV) - Trogbauwerke 2019

Aus den in Tabelle 29 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Trogbauwerke ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von 2,048 Mrd. € inkl. Planungskosten.

4.2.12.4 Stützbauwerke

Im Rahmen der ex-post-Analyse ließ die Datenlage bzw. die Anzahl untersuchter Projekte mit Stützbauwerken eine statistisch abgesicherte Ermittlung von Kostenansätzen nur für Standardstützbauwerke zu. Aus diesem Grund wurden wie bereits in der WKR2018 Kostenansätze für besondere Stützkonstruktionen verwendet, die im Rahmen der WKR2013 über die Auswertung von Einzelmaßnahmen (Kosten abgerechneter Baumaßnahmen) in Abhängigkeit von der Bauwerksfläche aus SIB-Bauwerke ermittelt wurden. Für Standardbauwerke wurde der Kostenansatz aus der ex-post-Analyse verwendet.

Der Bestand an Stützbauwerken nach DIN 1076 ist in SIB-Bauwerke dokumentiert. Diese Bestandsdaten wurden hinsichtlich Bauwerksfläche, Baujahr sowie Bauwerksart ausgewertet und für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens verwendet. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Kostenansätze zusammenfassend dargestellt.

Die theoretische Nutzungsdauer von Stützbauwerken beläuft sich nach ABBV-2010 in Abhängigkeit von der Baustoffklasse auf 70 bis 110 Jahre. Der überwiegende Teil der Stützbauwerke ist in Beton bzw. Stahlbeton oder Stein bzw. Mauerwerk gefertigt. Für die Berechnungen wird daher gemäß ABBV-2010 eine Nutzungsdauer von jeweils 110 Jahren zugrunde gelegt. Für Stützbauwerke aus anderen Materialien (bspw. Stahl) wurde eine Nutzungsdauer gemäß ABBV-2010 von

70 Jahren verwendet. Unter Berücksichtigung der Baujahre und der Nutzungsdauern erfolgte die Zuordnung in Erstmaßnahme und Folgemaßnahme. Nahezu 100 % des Bestandes an Stützbauwerken befindet sich im Errichtungszyklus 1.

Aus den in Tabelle 33 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Stützbauwerke ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von 6,996 Mrd. € inkl. Planungskosten.

Kostengruppe / Bauwerksart	Bauwerksfläche [Mio. m ²]	Anteil Bauwerksart [%]	Kostenansatz inkl. PL Stützbauwerke [€/m ² Bauwerksfläche]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1				
Ankerwand	0,01	0,2%	2.348	0,026
bewehrte Erde	0,04	0,8%	460	0,016
Fangzäune	0,04	0,9%	850	0,033
Flächensicherung	0,01	0,2%	743	0,008
Futterwand	0,00	0,1%	968	0,004
sonstiges	0,09	2,0%	3.658	0,324
Stützbauwerk	3,96	89,4%	1.534	6,073
Vernagelung	0,27	6,2%	519	0,142
Errichtungszyklus>1				
bewehrte Erde	0,00	0,0%	429	0,001
Futterwand	0,00	0,0%	902	0,003
sonstiges	0,00	0,1%	3.410	0,091
Stützbauwerk	0,00	0,0%	1.430	0,274
Vernagelung	0,00	0,0%	484	0,000
Summe	4,43	100,0%		6,996

Tabelle 33: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Stützbauwerke 2019

4.2.12.5 Lärmschutzbauwerke

Der Bestand an Lärmschutzbauwerken nach DIN 1076 ist in SIB-Bauwerke dokumentiert. SIB-Bauwerke unterscheidet zwischen Lärmschutzwänden, Lärmschutzsteilwällen, Lärmschutzbauwerken mit schallabsorbierender Bekleidung und Lärmschutz-/Schutzbauwerken. Die Kostenansätze wurden aus der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017 – 2018 – 2019“ des BMDV für Lärmschutzwälle, Lärmschutzwände, Lärmschutzsteilwälle und absorbierende Bekleidung abgeleitet. Aus SIB-Bauwerke und der Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen wurden für die verschiedenen Bauwerkstypen die nachfolgend in der Tabelle dargestellten Kostenansätze ermittelt.

Für Lärmschutzwände sind in der ABBV-2010 in Abhängigkeit des Baustoffes theoretische Nutzungsdauern von 30 bis 60 Jahren angegeben, die für die Berechnung genutzt wurden. Für Lärmschutzsteilwände gibt die ABBV-2010 60 Jahre an. Für die weiteren Bauwerkstypen wurde der Mittelwert von 50 Jahren verwendet.

Da in SIB-Bauwerke der Bestand an Lärmschutzwällen (kein Bauwerk nach DIN 1076) nicht dokumentiert ist, wurde zur Bestimmung des Bestandes auf Statistiken des BMDV zurückgegriffen. Dies ist zum einen die regelmäßig durch das BMDV veröffentlichte „Statistik des Lärmschutzes an

Bundesfernstraßen“ für die Jahre 2010 bis 2016, welche insgesamt Angaben für den Zeitraum von 1995 bis 2016 enthält. Darüber hinaus wurden zusätzliche Statistiken des BMDV für den Zeitraum 1978 bis 2019 verwendet. Für die Jahre vor 1978 wurde die Gesamtlänge an Lärmschutzwällen in 1978 gleichmäßig auf die Jahre 1970 bis 1977 verteilt. Für die Ableitung des Errichtungszyklus wurde eine theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren (ABBV-2010: Erdbau) angenommen. Es befinden sich somit alle Lärmschutzwälle im ersten Errichtungszyklus. Die Gesamtlänge der Lärmschutzwälle 2019 beträgt 1.267 km²⁹. Aus den Angaben der Statistik wurde ein Kostenansatz für Lärmschutzwälle abgeleitet.

In Tabelle 34 ist der Bestand des Lärmschutzes sowie die Kostenansätze und das insgesamt daraus ableitbare Bruttoanlagevermögen dargestellt.

Kostengruppe / Bauwerksart	Bauwerksfläche	Anteil Bauwerksart [%]	Kostenansatz inkl. PL Lärmschutz	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1				
Lärmschutz- / Schutzbauwerk	0,08 Mio. m ²	0,8%	427 €/m ²	0,035
Lärmschutzbauwerk aus Drahtgitterkörben mit Steinfüllung (Gabione)	0,07 Mio. m ²	0,6%	427 €/m ²	0,029
Lärmschutzbauwerk mit schallabsorbierender Bekleidung	0,09 Mio. m ²	0,8%	585 €/m ²	0,053
Lärmschutzsteilwall	0,17 Mio. m ²	1,6%	413 €/m ²	0,070
Lärmschutzwand	10,07 Mio. m ²	94,5%	434 €/m ²	4,368
Zwischensumme	10,48 Mio. m²			
Lärmschutzwall	1.267 km		915 €/m	1,159
Errichtungszyklus>1				
Lärmschutzwand	0,18 Mio. m ²	1,7%	405 €/m ²	0,073
Zwischensumme	0,18 Mio. m²			
Summe	10,66 Mio. m²	100,0%		5,787

Tabelle 34: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Lärmschutz 2019

Für 2019 beträgt das Bruttoanlagevermögen für Lärmschutzbauwerke somit ca. 5,787 Mrd. € inkl. Planungskosten.

4.2.12.6 Verkehrszeichenbrücken

Im Rahmen der ex-post-Analyse ließ die Datenlage bzw. die Anzahl untersuchter Projekte eine statistisch abgesicherte Ermittlung von Kostenansätzen für Verkehrszeichenbrücken nicht zu. Aus diesem Grund wurden die Kostenansätze über die Auswertung von Einzelmaßnahmen (Kosten abgerechneter Baumaßnahmen aus SIB-Bauwerke) in Abhängigkeit von der Riegelänge ermittelt und mit dem BMDV abgestimmt.

Der Bestand an Verkehrszeichenbrücken ist in SIB-Bauwerke dokumentiert, soweit diese Bauwerke im Sinne der DIN 1076 sind. Diese Daten wurden hinsichtlich Baujahr und Riegelänge für

²⁹ Vgl.: BMVI, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017 – 2018 – 2019, S. 18.

die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens ausgewertet. In der Tabelle 35 ist der Bestand zusammenfassend dargestellt.

Der Errichtungszyklus wurde unter Berücksichtigung von in SIB-Bauwerke hinterlegten Baujahren sowie der nach ABBV-2010 maßgebenden theoretischen Nutzungsdauer von 30 Jahren abgeleitet.

Summe Riegelänge [km]	Kostenansatz inkl. PL VZB [€/m]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1		
196,27	3.210	0,630
Errichtungszyklus>1		
34,64	2.992	0,104
230,90		0,734

Tabelle 35: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Verkehrszeichenbrücken 2019

Für 2019 beträgt das Bruttoanlagevermögen für Verkehrszeichenbrücken ca. 0,734 Mrd. € inkl. Planungskosten.

4.2.13 Meistereien

Betrachtet wird hier das Anlagevermögen der Meistereien an Bundesfernstraßen und nicht die Betriebsdienstkosten (siehe hierzu Abschnitt 4.5). In der Statistik des BMDV lassen sich für das Jahr 2018 im Bundesgebiet 186 Autobahnmeistereien feststellen und 217 Meistereien des Bundes auf BS.

Die Kostenansätze für die Erstellung einer Meisterei wurden aus verschiedenen Baumaßnahmen der jüngeren Vergangenheit und aus Erfahrungswerten des BMDV abgeleitet. Für Autobahnmeistereien wird dementsprechend ein Kostenansatz von 9,085 Mio. € pro Meisterei (Preisstand 2019, ohne Grunderwerb, inkl. Planung) und für Straßenmeistereien an BS von 5,299 Mio. € (Preisstand 2019, ohne Grunderwerb, inkl. Planung) angenommen.

Insgesamt ergibt sich aus den Kostenansätzen pro Meisterei und der Anzahl Meistereien an BAB und BS ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2019 in Höhe von ca. 2,840 Mrd. € inkl. Planungsleistungen.

4.2.14 Rastanlagen

Das BMDV führt eine Statistik zu den Rastanlagen an BAB. Mit dem erforderlichen Ausbau der Parkplätze mit dem Ziel der deutlichen Erhöhung der Lkw-Stellplätze entlang der Hauptverkehrsachsen, wurde die Datenlage deutlich verbessert. Für BS liegen weiterhin keine Daten vor, sodass dort keine Rastanlagen berücksichtigt sind.

Die Rastanlagen werden in der Statistik nach Art und Anzahl von Parkplätzen, der Lage im Netz sowie den vorhandenen Einrichtungen erfasst. Für die Wegekostenrechnung wurden die

Rastanlagen nach Größenklassen und Bewirtschaftungsgrad klassifiziert und auf der Basis von Erfahrungswerten aus der Planung solcher Anlagen mit Kostensätzen belegt.

Typ	Gesamtanzahl [Stück]	Kostenansatz inkl. PL [Mio. €/Stück]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Raststätten > 200 Stellplätze	84	22,423	1,884
Raststätten ≥ 100 Stellplätze	210	11,212	2,354
Raststätten < 100 Stellplätze	166	5,606	0,931
unbewirtschafteter Rastplatz mit WC ≥ 40 Stellplätze	578	5,835	3,372
unbewirtschafteter Rastplatz mit WC < 40 Stellplätze	285	3,032	0,864
Rastplatz o. WC	618	0,790	0,488
SUMME:			9,893

Tabelle 36: Bruttoanlagevermögen (BV) - Anzahl der Rastanlagen an BAB, Kostenansätze für 2019

Für die BAB ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Jahr 2019 von 9,893 Mrd. Euro inkl. Planungskosten.

4.2.15 Zusammenstellung des Bruttoanlagevermögens

Das jeweils zu den einzelnen Infrastrukturelementen beschriebene Vorgehen zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens für das Basisjahr wird für die Prognosejahre 2023 bis 2027 in gleicher Weise angewandt. Dabei werden die Netzerweiterungen (siehe Abschnitt 4.2.5) und die Kostenschreibungen (ebenda) zusätzlich berücksichtigt. Gleichzeitig werden die Errichtungszyklen zur Ableitung des relevanten Planungskostenansatzes für das jeweilige Prognosejahr unter Berücksichtigung der theoretischen Nutzungsdauern für jedes Prognosejahr neu bestimmt. Im Vergleich mit dem Bestandsnetz 2019 wird somit der Anteil an Infrastrukturelementen geringer, die im Errichtungszyklus 1 sind.

In der nachfolgenden Tabelle sind für das Basisjahr und die Prognosejahre das jeweilige Bruttoanlagevermögen nach Infrastrukturelementen mit Preisstand des jeweiligen Jahres dargestellt.

Jahr	2019 [Mrd.€]	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Grunderwerb	36,179	39,334	40,305	41,295	42,305	43,335
A+E-Maßnahmen¹⁾	4,190	4,832	5,013	5,206	5,387	5,572
Erdbau²⁾	143,572	153,174	155,198	157,244	159,305	161,406
Oberbau²⁾	79,218	87,262	89,328	91,519	93,642	95,762
Brücken	103,322	111,523	113,504	115,522	117,575	119,665
Tunnel	15,652	18,111	18,757	19,427	20,121	20,841
Trogbauwerke	2,048	2,206	2,244	2,283	2,322	2,362
Stützbauwerke	6,996	7,562	7,700	7,840	7,982	8,127
Ausstattung^{2),3)}	31,688	34,608	35,332	36,073	36,828	37,600
Meistereien	2,840	3,079	3,134	3,190	3,246	3,304
Rastanlagen	9,893	10,469	10,586	10,704	10,823	10,944
Summe	435,611	472,160	481,100	490,301	499,537	508,918
¹⁾ - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ²⁾ - durchgehende Strecke einschließlich Äste ³⁾ - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke						

Tabelle 37: Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen – Basisjahr und Prognosejahre

Das Bruttoanlagevermögen (inkl. Planungskosten) steigt aufgrund der Netzerweiterungen und der Kostenfortschreibung von ca. 435,611 Mrd. € im Basisjahr auf ca. 508,918 Mrd. € im Prognosejahr 2027.

4.3 Ableitung des Nettoanlagevermögens

4.3.1 Methodik

Wertminderung durch Abnutzung sowie das Alter der Bauelemente führen zu einer Reduzierung des Bruttoanlagevermögens. Mithilfe von „Tagesgebrauchtwerten“ gehen diese Wertminderungen in die Berechnung ein. Über die aggregierten Tagesgebrauchtwerte aller Infrastrukturelemente wird das Nettoanlagevermögen der Verkehrsinfrastruktur ermittelt.

Die Bestimmung des Nettoanlagevermögens für die verschiedenen Infrastrukturelemente folgt dem Vorgehen, welches in der WKR2013 und der WKR2018 ebenfalls Anwendung fand. Dies bedeutet, dass auch im vorliegenden Gutachten den Infrastrukturelementen eines der nachfolgend dargestellten Verfahren zur Bestimmung von Abschreibung und Nettoanlagevermögen zugeordnet wird (WKR2013, S. 81f):

- Tagesgebrauchtwertabschreibung
- 50 % Hypothese
- Keine Wertminderung durch Abschreibung

Im Rahmen der Tagesgebrauchtwertabschreibung ergibt sich das Nettovermögen aus dem Verhältnis der prognostizierten Restlebensdauer zur erwarteten Gesamtlebensdauer. Das normierte Nettovermögen (NNV) berechnet sich nach Gleichung (1) aus dem Verhältnis zwischen Restlebensdauer (T_{rest}) und Gesamtlebensdauer (T_{ges}):

$$NNV = \frac{T_{rest}}{T_{ges}} \quad (1)$$

Die verwendeten Gesamtlebensdauern der Bauelemente und die Verlaufsfunktionen, die sich zeitabhängig definieren, wurden den einzelnen unterschiedlichen Infrastrukturelementen zugeordnet. Das Nettoanlagevermögen ergibt sich dann durch die Multiplikation des Bruttoanlagevermögens im Betrachtungsjahr mit dem normierten Nettoanlagevermögen.

Infrastrukturelemente, die ihre Lebensdauer erreicht bzw. überschritten haben, werden nach dem zugrundeliegenden Abgangsmodell ersetzt, um die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur ungemindert zu gewährleisten. Die Re-Investitionen werden zu Wiederbeschaffungspreisen getätigt und erhöhen in diesem Umfang das Nettoanlagevermögen. Für das einzelne Infrastrukturelement entspricht das Nettoanlagevermögen im Zeitpunkt der Re-Investition dem Bruttoanlagevermögen. Die Addition der Nettoanlagevermögen über alle Elemente ergibt das Gesamt Nettoanlagevermögen.

Für bestimmte Bauelemente, wie z.B. Ausstattung und Tunnelbetriebstechnik, wird sofern die aktuell verfügbaren Daten keine weitere Differenzierung zuließen, wie schon in der WKR2007, WKR2013 und WKR2018 davon ausgegangen, dass das normierte Nettoanlagevermögen konstant 50 % beträgt (50 % Hypothese).

Für andere Elemente, wie Grunderwerb und A+E-Maßnahmen, entspricht das Nettoanlagevermögen im jeweiligen Jahr dem Bruttoanlagevermögen des gleichen Jahres.

In Abbildung 5 ist die Systematik zur Bestimmung des Nettoanlagevermögens dargestellt.

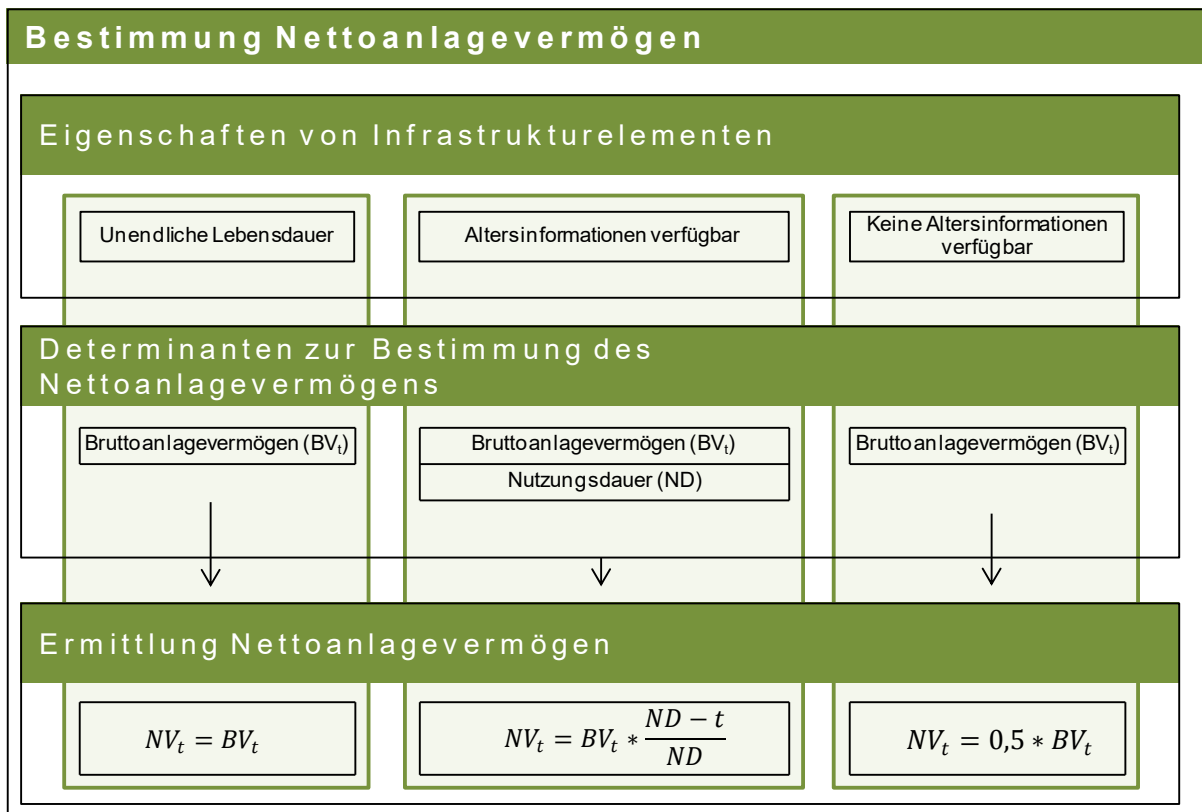


Abbildung 5: Übersicht zur Ermittlung des Nettoanlagevermögens

4.3.2 Grunderwerb

Der Grunderwerb ist zwingende Voraussetzung für die Nutzung der Straße. Die damit verbundenen Kosten sind daher von allen heutigen und zukünftigen Nutzern gleichermaßen zu tragen. Im vorliegenden Gutachten wird das Bruttoanlagevermögen im Bereich Grunderwerb aus den historischen kumulierten Grunderwerbskosten mit der Kumulativen Methode (PIM) berechnet. Da die Grundstücke keiner Abnutzung unterliegen, ist die Abschreibung gleich Null. Das Nettoanlagevermögen ist somit gleich dem Bruttoanlagevermögen. Für das Basisjahr beträgt das Nettoanlagevermögen somit ca. 36,179 Mrd. €.

4.3.3 Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Die landschaftspflegerischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden wie Grunderwerb behandelt. Es erfolgt keine Abschreibung, das Brutto- entspricht dem Nettoanlagevermögen. Für das Basisjahr beträgt das Nettoanlagevermögen somit ca. 4,190 Mrd. €.

4.3.4 Erdbau

Entsprechend der im Kapitel 4.3.1 beschriebenen Tagesgebrauchtwertabschreibung wurden die Tagesgebrauchtwerte für den Erdbau bestimmt. Wie bereits in Abschnitt 4.2.9 beschrieben, liegen für den Erdbau abschnittsbezogene Altersinformationen vor. Diese wurden im Zuge der

Berechnung des Bruttoanlagevermögens zunächst zur Bestimmung des Errichtungszyklus verwendet. Zur Herleitung des Nettoanlagevermögens wird über die Altersinformationen das normierte Nettoanlagevermögen aus dem Verhältnis von Restnutzungsdauer im jeweiligen Jahr und theoretischer Nutzungsdauer ermittelt und daraus durch die Multiplikation mit dem Bruttoanlagevermögen das Nettoanlagevermögen abgeleitet. Für den Erdbau und die Hauptgruppe 9 (HG9) wurde eine Lebensdauer von 90 Jahren angenommen, sodass sich beispielsweise für ein Erdbau-element mit einem Alter von 30 Jahren ein normiertes Nettoanlagevermögen von 2/3 des Brutto-anlagevermögens ergibt.

Geländewel- ligkeit	Bau- grund- typ	Erdbau & HG9 durchgehende Strecke und Äste				Summe NV Erdbau & HG9 [Mrd.€]
		Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Folgemaßnahme (Zyklus>1)		
		normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	
Flach durchgehende Strecke	BG1	64,0%	2,083	78,2%	0,021	2,104
	BG2	69,0%	16,734	87,4%	0,531	17,265
	BG3	66,6%	17,378	87,1%	0,475	17,853
Hügelig durchgehende Strecke und Äste	BG1	64,8%	24,232	70,6%	0,662	24,894
	BG2	65,9%	19,869	80,8%	0,640	20,509
	BG3	65,3%	12,474	74,5%	0,314	12,787
		Summe	92,770		2,644	95,414

Tabelle 38: Nettoanlagevermögen (NV) - Erdbau und HG9, 2019

4.3.5 Oberbau

Die einzelnen Schichten des Straßenoberbaus – Deckschicht bzw. Betondecke, Binderschicht (nur bei Asphaltbauweisen), Tragschicht und Frostschuttschicht - weisen unterschiedliche Nutzungsdauern auf. Die Bestimmung des Nettoanlagevermögens erfolgt daher getrennt für die jeweilige Schicht in Abhängigkeit von den theoretischen Nutzungsdauern gemäß RPE-Stra 01. Über das Verhältnis von (dem letzten in den Bestandsdaten angegebenen) Baujahr der jeweiligen Schicht zur theoretischen Nutzungsdauer wird das normierte Nettovermögen bestimmt. In die *Berechnungen* des Nettoanlagevermögens (vor allem für die Prognosejahre) gehen turnusmäßige Wiederherstellungen unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer ein.

Die RPE-Stra 01 gibt je nach Art der Deckschicht Nutzungsdauern zwischen 8 und 26 Jahren für die **Decke** als Richtwerte an, welche den Berechnungen des Nettoanlagevermögens zugrunde liegen. Für die **Binderschichten** (nur bei Asphaltbauweise) wird eine einheitliche Nutzungsdauer von 26 Jahren gemäß RPE-Stra 01 angenommen. Für die **Tragschicht** unterscheidet die RPE-Stra 01 in gebundene und nicht gebundene Tragschichten. Für gebundene Tragschichten wird als Richtwert eine Nutzungsdauer von 60 und für ungebundene Tragschichten von 55 Jahren angegeben und den Berechnungen zugrunde gelegt. Als Nutzungsdauer für die **Frostschuttschicht** wird einheitlich 90 Jahre nach RPE-Stra 01 angenommen.

Grundsätzlich gelten die oben aufgeführten Nutzungsdauern der durchgehenden Strecke für die Äste gleichermaßen. Ausnahme hiervon stellen Äste dar, für die derzeit keine detaillierten Aufbaudaten verfügbar sind. In diesem Fall werden für die Berechnungen des Nettoanlagevermögens einheitliche Annahmen zu den Nutzungsdauern pro Schicht verwendet. Die Baujahre an Ästen, für die keine detaillierten Aufbaudaten verfügbar sind, werden, wie im Abschnitt 4.2.10 für das Bruttoanlagevermögen dargestellt, aus den mittleren Baujahren der angrenzenden Netzknotenabschnitte abgeleitet.

Schicht Oberbau	Bauweise	Oberbau durchgehende Strecke und Äste				Summe NV Oberbau [Mrd.€]
		Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Folgemaßnahme (Zyklus>1)		
		normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	
Deckschicht	Asphalt	48,0%	1,839	60,0%	4,785	6,624
Binderschicht		50,7%	3,733	60,4%	4,269	8,002
Tragschicht		52,9%	13,135	76,6%	1,426	14,560
Frostschuttschicht		65,6%	12,592	78,4%	0,292	12,884
Betondecke	Beton	44,8%	0,589	59,8%	0,690	1,278
Tragschicht		61,8%	1,473	57,2%	0,024	1,498
Frostschuttschicht		74,2%	1,344	90,0%	0,010	1,354
Summe			34,705		11,495	46,200

Tabelle 39: Summe Nettoanlagevermögen (NV) – Oberbau, 2019

4.3.6 Ausstattung

Für die Elemente der Ausstattung ohne Bauwerke (u.a. Leitplanken, Schilder) liegen keine Bestandsdaten vor (vgl. Abschnitt 4.2.11). Aus diesem Grund wird zur Ermittlung von Abschreibung und Nettoanlagevermögen die 50 %-Hypothese verwendet. Es wird folglich davon ausgegangen, dass jedes Jahr so viel abgeschrieben wie gleichzeitig investiert wird. Das Nettoanlagevermögen hat sich bei 50 % des Bruttoanlagevermögens eingependelt. Das Nettoanlagevermögen beträgt im Basisjahr somit ca. 12,584 Mrd. €.

4.3.7 Ingenieurbauwerke

Das normierte Nettovermögen bestimmt sich aus dem Verhältnis aus der Restnutzungsdauer im betrachteten Jahr zur angenommenen Nutzungsdauer für das jeweilige Bauwerk. Basis hierfür sind die in SIB-Bauwerke angegebenen Baujahre.

4.3.7.1 Brücken

In Abschnitt 4.2.12.1 wurde beschrieben, dass für Brücken eine einheitliche Nutzungsdauer von 80 Jahren zur Bestimmung des Errichtungszyklus angenommen wurde. Dieser Ansatz gilt ebenso für die Ermittlung des Nettoanlagevermögens. In der nachfolgenden Tabelle ist das Ergebnis zur Bestimmung des Nettoanlagevermögens Brücken zusammenfassend in Abhängigkeit vom Errichtungszyklus dargestellt. Die eigentlichen Berechnungen zum Nettoanlagevermögen erfolgen

bauwerksspezifisch. Für die tabellarische Gesamtdarstellung wurde das nach einzelnen Bruttoanlagevermögen der Bauwerke gewichtete normierte Nettoanlagevermögen ausgewiesen. Diese lässt keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Restlebensdauer einzelner Bauwerke zu.

Kostengruppe / Bauwerksart	BV 2019 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2019 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
sonstige - A-Bauwerk	68,412	57,8%	39,574
Bogenbrücke	4,311	59,4%	2,559
Drehbrücke	0,108	68,3%	0,073
Hängebrücke	0,006	67,5%	0,004
Hub-/Klappbrücke	0,282	30,1%	0,085
k.A.	0,041	72,4%	0,029
Schrägeilbrücke	1,683	54,1%	0,911
Talbrücke	8,019	58,5%	4,688
sonstige - Ü-Bauwerk	18,785	58,7%	11,021
Errichtungszyklus>1			
sonstige - A-Bauwerk	0,710	93,8%	0,666
Bogenbrücke	0,849	86,0%	0,730
k.A.	0,002	62,5%	0,001
Hub-/Klappbrücke	0,002	96,3%	0,002
Talbrücke	0,048	98,2%	0,047
sonstige - Ü-Bauwerk	0,065	94,3%	0,061
Summe	103,322		60,452

Tabelle 40: Nettoanlagevermögen (NV) – Brücken, 2019

4.3.7.2 Tunnel

Für die Bestimmung des normierten Nettovermögens aus der maßgebenden Nutzungsdauer wird bei Tunneln zwischen offener (90 Jahre) und geschlossener Bauweise (130 Jahre) sowie der Tunnelbetriebstechnik (15 Jahre – 50% Hypothese) unterschieden (vgl. Abschnitt 4.2.12.2). Für die Darstellung in der nachfolgenden Tabelle wurde eine über das Bruttoanlagevermögen gewichtete Restnutzungsdauer (normiertes Nettoanlagevermögen) in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und vom Errichtungszyklus bestimmt.

Anzahl Fahrstreifen	Summe BV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]	normiertes NV [%]	Summe NV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]
Nutzungsdauer=130 Jahre			
<3	5,446	85,3%	4,648
3	0,735	85,3%	0,627
>3	0,088	81,4%	0,072
sonstige	0,007	16,1%	0,001
Nutzungsdauer=90 Jahre			
<3	4,152	74,6%	3,098
3	1,683	72,2%	1,215
>3	2,005	77,7%	1,558
sonstige	0,005	49,0%	0,002
Tunnelbetriebstechnik=15Jahre			
Tunnelbetriebstechnik	1,531	50,0%	0,766
Summe:	15,652		11,986

Tabelle 41: Nettoanlagevermögen (NV) – Tunnel, 2019

4.3.7.3 Trogbauwerke

Für Trogbauwerke wird für die Ermittlung des Nettoanlagevermögens eine einheitliche Nutzungsdauer von 90 Jahren angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.3).

Anzahl Fahrstreifen	Summe BV Trogbauwerke inkl. Planung [Mrd.€]	normiertes NV [%]	Summe NV Trogbauwerke inkl. Planung [Mrd.€]
<3	1,058	73,1%	0,774
≥3	0,954	65,9%	0,629
sonstige	0,036	62,6%	0,023
Summe:	2,048		1,425

Tabelle 42: Nettoanlagevermögen (NV) – Trogbauwerke, 2019

4.3.7.4 Stützbauwerke

Die maßgebende theoretische Nutzungsdauer von Stützbauwerken bestimmt sich nach der Baustoffklasse. Für Stützbauwerke aus Beton/Stahlbeton werden 110 Jahre und für alle anderen 70 Jahre angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.4).

Nutzungsdauer	BV 2019 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV	NV 2019 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
70	1,601	65,9%	1,055
110	5,025	65,4%	3,288
Errichtungszyklus>1			
70	0,019	41,7%	0,008
110	0,351	86,9%	0,305
Summe	6,996		4,655

Tabelle 43: Nettoanlagevermögen (NV) – Stützbauwerke, 2019

4.3.7.5 Lärmschutzbauwerke

Bei den Lärmschutzbauwerken ist für die Bestimmung des Nettoanlagevermögens grundsätzlich in Lärmschutzbauwerke gemäß DIN 1076 und Lärmschutzwälle zu unterscheiden (siehe Abschnitt 4.2.12.5). Für Lärmschutzbauwerke wird das normierte Nettovermögen aus den in SIB-Bauwerke angegebenen Baujahren abgeleitet. Für Lärmschutzwälle wird keine Bestandsdokumentation in SIB-Bauwerke geführt. Die Baujahre wurden daher aus den Statistiken des BMDV entnommen (siehe Abschnitt 4.2.12.5).

In der nachfolgenden Tabelle ist das Nettoanlagevermögen für Lärmschutzbauwerke zusammenfassend aufgeführt. Entsprechend der ABBV-2010 werden je nach Art des Lärmschutzbauwerkes (DIN 1076) Nutzungsdauern zwischen 40 und 60 Jahren zur Bestimmung des normierten Nettovermögens angesetzt (siehe Abschnitt 4.2.12.5). Für Lärmschutzwälle wurde, wie für den Erdbau, eine theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.5). Unter Zugrundelegung der in den Statistiken dokumentierten jahresweisen Längenveränderung wurden die Baujahre der Lärmschutzwälle abgeleitet und entsprechend Restnutzungsdauern bestimmt.

Nutzungsdauer	BV 2019 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2019 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
40	4,368	50,5%	2,205
50	0,117	55,6%	0,065
60	0,070	63,3%	0,044
90	1,159	72,0%	0,835
Errichtungszyklus>1			
40	0,073	90,0%	0,065
Summe	5,787		3,214

Tabelle 44: Nettoanlagevermögen (NV) - Lärmschutzbauwerke, 2019

4.3.7.6 Verkehrszeichenbrücken

Für Verkehrszeichenbrücken (VZB) wird eine einheitliche Nutzungsdauer von 30 Jahren angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.6) und auch der Ermittlung des Nettoanlagevermögens zugrunde gelegt.

BV 2019 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2019 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1		
0,630	51,8%	0,327
Errichtungszyklus>1		
0,104	73,4%	0,076
0,734		0,403

Tabelle 45: Nettoanlagevermögen (NV) – Verkehrszeichenbrücken, 2019

4.3.8 Meistereien

Für die Meistereien liegen derzeit keine Altersinformationen vor. Es wurde daher hier ebenfalls die 50 %-Hypothese angewendet. Die mittlere Lebensdauer wird mit 40 Jahren angenommen. Das Nettoanlagevermögen an Meistereien beträgt daher ca. 1,420 Mrd. € im Basisjahr 2019.

4.3.9 Rastanlagen

Auch hier wird in Ermangelung von Altersinformationen die 50 %-Hypothese verwendet. Die mittlere Lebensdauer wird mit 40 Jahren angenommen. Das Nettoanlagevermögen der Rastanlagen an BAB beträgt 4,946 Mrd. € im Basisjahr.

4.3.10 Zusammenstellung des Nettoanlagevermögens der Infrastrukturelemente

In den nachfolgenden Tabellen ist die Entwicklung des Nettoanlagevermögens für das Basisjahr und die Prognosejahre 2023 bis 2027 dargestellt. Die Berechnung erfolgt dabei, wie zuvor in den

obigen Abschnitten beschrieben, auf Basis des ermittelten Bruttoanlagevermögens für das Prognosejahr unter Berücksichtigung der Netzentwicklung und Kostenfortschreibung. Je nach betrachtetem Infrastrukturelement wird das Nettovermögen über das Verhältnis von der für die Prognosejahre fortgeschriebenen Restnutzungsdauer zur theoretischen Nutzungsdauer oder über die 50 %-Hypothese bestimmt. Grunderwerb und A+E-Maßnahmen werden nicht abgeschrieben, sodass dort das Nettovermögen dem Bruttovermögen entspricht.

Jahr	2019 [Mrd.€]	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Grunderwerb	36,179	39,334	40,305	41,295	42,305	43,335
A+E-Maßnahmen¹⁾	4,202	4,832	5,013	5,206	5,387	5,572
Erdbau²⁾	95,414	95,543	95,270	95,040	94,974	94,717
Oberbau²⁾	46,200	48,625	49,506	50,626	51,685	52,845
Brücken	60,452	60,604	60,449	60,245	60,030	59,788
Tunnel	11,986	13,539	13,941	14,369	14,799	15,253
Trogbauwerke	1,425	1,444	1,445	1,447	1,448	1,449
Stützbauwerke	4,655	4,788	4,808	4,826	4,842	4,858
Ausstattung^{2),3)}	16,201	17,497	17,827	18,171	18,539	18,903
Meistereien	1,420	1,540	1,567	1,595	1,623	1,652
Rastanlagen	4,946	5,234	5,293	5,352	5,412	5,472
Summe	283,081	292,980	295,422	298,171	301,043	303,844
1) - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen						
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste						
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke						

Tabelle 46: Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Basisjahr und Prognosejahre

4.4 Ermittlung der Kapitalkosten

4.4.1 Methodik

Die Kapitalkosten umfassen die kalkulatorischen Abschreibungen und die kalkulatorischen Zinsen. Die kalkulatorischen Abschreibungen werden mittels Tagesgebrauchtwertabschreibung ermittelt.

Die Re-Investitionen der Periode (t) sind bereits im Nettovermögen enthalten und gehen somit in die Ermittlung der kalkulatorischen Zinsen ein. Das Nettoanlagevermögen wird mit dem für das jeweilige Jahr prognostizierten Zinssatz auf das in der Infrastruktur gebundene Kapital (Nettovermögen) berechnet. Ein sachgerechter Zinssatz wurde in Kapitel 3.5 hergeleitet.

4.4.2 Zusammenstellung der Abschreibung der Infrastrukturelemente

Die Ermittlung der Abschreibung erfolgt pro homogenen Abschnitt bzw. pro Bauwerk für das jeweilige Jahr. Das Nettoanlagevermögen des jeweiligen Jahres wird zur Bestimmung der

Abschreibung mit dem Nettoanlagevermögen des Vorjahres subtrahiert (Tagesgebrauchtwertabschreibung). Sofern ein Anlagegut vollständig abgeschrieben ist, wird es ersetzt (re-investiert).

Zuschreibungen (in der Tabelle mit negativem Vorzeichen versehen) können sich in der Tagesgebrauchtwertabschreibung dann ergeben, wenn die Steigerung des Anlagevermögens durch den Preisindex die Wertminderung durch Alterung übersteigt. Dies ist besonders bei langlebigen Elementen (Ingenieurbauwerken oder Erdbau) im ersten Drittel des Lebenszyklus der Fall und wird in nachfolgenden Lebenszyklusphasen durch höhere Abschreibungen ausgeglichen.

Jahr	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Grunderwerb	-	-	-	-	-
A+E-Maßnahmen¹⁾	-	-	-	-	-
Erdbau²⁾	0,629	0,654	0,680	0,706	0,730
Oberbau²⁾	1,767	1,824	1,884	1,945	2,004
Brücken	0,490	0,517	0,544	0,573	0,602
Tunnel	0,089	0,093	0,098	0,102	0,107
Trogbauwerke	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005
Stützbauwerke	0,007	0,008	0,009	0,010	0,012
Ausstattung^{2),3)}	1,631	1,664	1,698	1,732	1,766
Meistereien	0,077	0,078	0,080	0,081	0,083
Rastanlagen	0,262	0,265	0,268	0,271	0,274
Summe	4,955	5,107	5,264	5,424	5,581
1) - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen					
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste					
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke					

Tabelle 47: Zusammenstellung Abschreibung – Prognosejahre

4.4.3 Zusammenstellung der Zinskosten der Infrastrukturelemente

In Abschnitt 3.5 wurden für die Berechnung der Zinskosten in den Prognosejahren Zinssätze hergeleitet. Die Zinskosten werden aus der Multiplikation des in den Infrastrukturelementen gebunden Kapitals (Nettoanlagevermögen) mit den jeweiligen Zinssätzen berechnet und sind für die Prognosejahre der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Jahr	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Grunderwerb	0,326	0,335	0,343	0,351	0,360
A+E-Maßnahmen¹⁾	0,040	0,042	0,043	0,045	0,046
Erdbau²⁾	2,197	2,191	2,186	2,184	2,179
Oberbau²⁾	1,118	1,139	1,164	1,189	1,215
Brücken	1,394	1,390	1,386	1,381	1,375
Tunnel	0,298	0,307	0,317	0,326	0,336
Trogbauwerke	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Stützbauwerke	0,110	0,111	0,111	0,111	0,112
Ausstattung^{2),3)}	0,202	0,206	0,210	0,214	0,218
Meistereien	0,013	0,013	0,013	0,013	0,014
Rastanlagen	0,043	0,044	0,044	0,045	0,045
Summe	5,776	5,810	5,850	5,893	5,933
1) - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen 2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste 3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke					

Tabelle 48: Zusammenstellung Zinskosten – Prognosejahre

4.5 Zusammenstellung der laufenden Kosten

Ein wesentlicher Bestandteil der Infrastrukturkosten sind die Betriebs-, Unterhaltungs- und Mauterhebungskosten. Für die Bestimmung der laufenden Kosten können weitgehend Haushaltsansätze herangezogen werden. Diese müssen auf Relevanz geprüft werden.

4.5.1 Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung

Die Kosten für den baulichen und betrieblichen Unterhalt des Bundesfernstraßennetzes werden in Abstimmung mit dem BMDV aus der ABBV-2010 bestimmt. Die ABBV-2010 regelt die Kalkulation der nach dem Bundesfernstraßengesetz zu leistenden Ablösebeträge für die kapitalisierten Unterhaltungskosten bei Eigentumswechsel zwischen Straßenbaulastträgern. Mit den im Rahmen der ABBV berechneten Beträgen sollen alle Aufwendungen für die Erhaltung und Unterhaltung abgegolten werden. Die Erhaltungskosten (Erneuerung von Bauteilen) wurden in der Wegekostenrechnung bereits bei der Ermittlung des Nettoanlagevermögens berücksichtigt, sodass die Unterhaltungskosten bei den laufenden Kosten angesetzt werden. Sie stellen die Aufwendungen des Straßenbaulastträgers dar, die notwendig sind, um die prognostizierten Lebensdauern der Bauteile zu gewährleisten. Hierfür sind in der ABBV prozentuale jährliche Kostenansätze angegeben, die für die Wegekostenrechnung bezogen auf die relevanten Anlagenteile (Infrastrukturelemente) herangezogen werden.

In der Realität können die Unterhaltungskosten von denen nach ABBV abweichen. Die Wegekostenrechnung unterstellt hier eine anforderungsgemäße Erhaltung und Unterhaltung und legt die daraus entstehenden Kosten auf die Nutzer um. Setzt der Straßenbaulastträger Erhaltungs- und Unterhaltsleistungen unzureichend um, kommt es zu einer Verkürzung der Lebensdauer des

betroffenen Anlagenteils, das dann bereits vor vollständiger Abschreibung erneuert werden muss. Da sich die Bewertung in der Wegekostenrechnung am Baujahr (bzw. am Jahr der Erneuerung) orientiert, wird das Anlagenteil dort als neuwertig angenommen, mit der Folge, dass dem Straßenbaulastträger bei unzureichenden Erhaltungs- und Unterhaltungsleistungen Kosten entstehen können, die er nicht über die Einnahmen aus der Lkw-Maut refinanzieren kann.

Wie in der WKR 2013 und 2018 werden die Ansätze für die Unterhaltung nach ABBV im Rahmen der Wegekostenrechnung so verstanden, dass sie alle Kosten erfassen, die aufgebracht werden müssen, um die Straßen in „dem regelmäßigen Verkehrsbedürfnis genügenden Zustand zu unterhalten“ (FStrG § 3 Abs. 1 Satz 2). Dies umfasst nach Auffassung der Gutachter alle Leistungen der Erhaltung exkl. der Erneuerung sowie alle bauwerks- bzw. anlagenbezogenen Leistungen des Betriebsdienstes. Dies sind beispielsweise die bauliche Erhaltung und Unterhaltung der Decke und der Bauwerke (Sofortmaßnahmen, Instandsetzung und Instandhaltung) und die Aufwendungen für die laufende Überwachung einschließlich Bauwerksprüfungen sowie für Behelfszustände, Betriebserschwernisse und Umleitungsmaßnahmen, die in diesem Zusammenhang anfallen.

Die (verkehrsgemäße) Reinigung und der Winterdienst wiederum stellen keine bauwerks- und anlagebezogenen Leistungen für die Realisierung der theoretischen Lebensdauern dar, sondern dienen der Leichtigkeit des Verkehrs. Ein bundesweit einheitliches Anlageregister für den Bestand der Ausstattung differenziert nach Markierung, Rückhaltesystemen, Verkehrszeichen, Leitpfosten, Beleuchtung, Signalanlagen, Begrenzungen und Böschungsbefestigungen liegt bisher nicht vor, sodass die diesbezüglichen Ansätze der ABBV nicht angewendet werden können. Die Kosten der Wartung und Instandhaltung der Ausstattung und der Grünpflege werden daher aus den Haushaltsansätzen des BMDV zum Betriebsdienst abgeleitet (siehe nachfolgendes Kapitel 4.5.2).

Die turnusmäßigen Erneuerungsmaßnahmen an Schichten, Bauwerken und sonstigen Infrastrukturelementen sind jeweils der Instandsetzung oder Erneuerung zuzuordnen. Die hierfür beim Straßenbaulastträger entstehenden Kosten werden durch die Abbildung der zyklischen Erneuerungen im normierten Nettovermögen bzw. dem daraus abgeleiteten Nettoanlagevermögen berücksichtigt. Die Kosten für die bauliche Unterhaltung, die betriebliche Erhaltung und den Betriebsdienst werden durch die Ansätze nach ABBV erfasst.

Die in nachfolgender Tabelle zusammengestellten Ansätze für die Unterhaltung sind in der ABBV-2010 dokumentiert und werden für die Wegekosten verwendet. Dabei werden die prozentualen Ansätze auf das bewertete Bruttoanlagevermögen (exkl. Planung und Verkehrsführung) angewendet. Weitere Anlagenteile (z.B. Beschilderung, Markierung etc.) der Ausstattung können auf der Basis des Bestandsregisters nicht differenziert werden. Die entsprechenden Kosten sind durch die 50 %-Hypothese bzw. mit Kosten für Leistungen des Betriebsdienstes in Ansatz gebracht worden. Die Werte nach ABBV-2010 werden für die Wegekostenrechnung bei folgenden Einzelelementen angewendet:

Infrastrukturelement		Unterhaltungskosten nach ABBV-2010 [%] von BV ohne Planung
Asphaltdeckschicht		2,0 %
Betondecke		1,5 %
Offenporiger Asphalt		3,0 %
Brücken		0,8 %
Stützbauwerke		0,5 %
Tunnel	offen	0,6 %
	geschlossen	0,9 %
	Tunnelbetriebstechnik	2,0 %
Tröge		0,5 %
Lärmschutzbauwerke (ohne Lärmschutzwall)		1,0 %
Verkehrszeichenbrücken		5,0 %

Tabelle 49: Ansatz für Unterhaltungskosten der Infrastrukturelemente p.a.

Das für das jeweilige Prognosejahr zu Preisen von Erstmaßnahmen errechnete Bruttoanlagevermögen ohne Planung und Verkehrsführung für die in der Tabelle 49 benannten Infrastrukturelemente wird mit dem Prozentwert nach ABBV-2010 multipliziert und so die Unterhaltungskosten berechnet. Für alle weiteren Infrastrukturelemente werden keine Unterhaltungskosten bestimmt. Die Summe der Kosten der Unterhaltung nach Infrastrukturelementen wird in nachfolgender Tabelle für die Prognosejahre ausgewiesen:

Jahr	2023	2024	2025	2026	2027
	[Mrd.€]	[Mrd.€]	[Mrd.€]	[Mrd.€]	[Mrd.€]
Grunderwerb	-	-	-	-	-
A+E-Maßnahmen¹⁾	-	-	-	-	-
Erdbau²⁾	-	-	-	-	-
Oberbau²⁾	0,244	0,253	0,262	0,271	0,279
Brücken	0,757	0,771	0,784	0,798	0,812
Tunnel	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151
Trogbauwerke	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010
Stützbauwerke	0,032	0,033	0,033	0,034	0,035
Ausstattung^{2),3)}	0,078	0,080	0,082	0,085	0,087
Meistereien	-	-	-	-	-
Rastanlagen	-	-	-	-	-
Summe	1,253	1,282	1,313	1,344	1,374
1) - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen					
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste					
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke					

Tabelle 50: Zusammenstellung der betrieblichen und baulichen Unterhaltung – Prognosejahre

4.5.2 Kosten des Winterdienstes und sonstige laufende Kosten des BMDV

Entsprechend den Darstellungen im vorangegangenen Kapitel werden Kosten für Grünpflege, Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung, Reinigung und Winterdienst bisher nicht erfasst. Im Haushaltsplan des BMDV werden die Betriebsdienstkosten für das jeweilige Jahr veranschlagt bzw. abgerechnet.

Bis zum Jahr 2020 liegen IST-Kosten vor und für die Jahre bis 2024 wurden im Rahmen der Finanzplanung des BMDV und der Autobahn GmbH aufgestellte SOLL-Kosten für den Betriebsdienst ermittelt und den Gutachtern übergeben.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Betriebsdienst für die BAB seit dem 01.01.2021 von der Autobahn GmbH des Bundes erbracht wird. Die hierfür geplanten Kosten werden daher nachfolgend neben den Kosten für den Betriebsdienst auf BS berücksichtigt.

In Abstimmung mit dem BMDV wurden die im von der Bundesregierung verabschiedeten 1. Entwurf des Bundeshaushaltes 2022 für den Betriebsdienst durch die Autobahn GmbH veranschlagten Kostenanteile des Titels 862-12 von 826,3 Mio. € (Betrieb und Verkehr)) auch für die Jahre 2023 bis 2027 angesetzt. Vor dem Hintergrund der von der Autobahn GmbH mittlerweile validierten Wirtschaftsplanung 2021 und dem darin ausgewiesenen Personalbedarf im Betriebsdienst ist davon auszugehen, dass die diesbezüglichen Kosten noch etwas höher liegen werden.

	2019 [Mrd.€]	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Betriebsdienstkosten Kap 1201	1,150	0,507	0,517	0,517	0,517	0,517
Betrieb WiPlan Autobahn GmbH	0,000	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Betriebsdienstkosten gesamt	1,150	1,317	1,327	1,327	1,327	1,327

Tabelle 51: Betriebsdienstkosten auf Bundesfernstraßen, brutto, Preisstand 2019

Die Betriebsdienstkosten setzen sich aus Leistungen in folgenden Leistungsbereichen zusammen:

- Sofortmaßnahmen,
- Pflege der Grünflächen,
- Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung,
- Reinigung der Straßen,
- Durchführung des Winterdienstes,
- Streckenwartung und Schadensbehebung.

Diese enthalten allerdings Kostenbestandteile, die in den Kosten nach Ablöserichtlinie bereits enthalten sind, sodass diese aus den Kosten heraus gerechnet werden müssen. Dies betrifft die Leistungsbereiche Sofortmaßnahmen, Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung sowie Streckenwartung und Schadensbehebung. Allerdings liegen die für die Anwendung der Ablöserichtlinie erforderlichen Informationen zum Bestand der Ausstattung nicht vor, sodass dieser Bereich in der Wegekostenrechnung nicht bei der baulichen Unterhaltung abgebildet werden kann.

Die Betriebsdienstkosten werden daher lediglich um die Kosten für Sofortmaßnahmen sowie Streckenwartung und Schadensbehebung reduziert. Im Schnitt haben diese beiden Leistungsbereiche im Jahr 2015 laut Elsner auf BAB 32,0 % und auf BS 24,0 % der Gesamtleistungen ausgemacht.³⁰ Im langfristigen Mittel betragen diese Anteile ca. 30,8 % bzw. 23,0 %.

Die Betriebsdienstkosten gehen in den Haushalt als Bruttokosten ein und enthalten für externe Leistungen (Material, Unternehmerleistungen) Umsatzsteueranteile, die für die Berechnung der Wegekosten herauszurechnen sind. Nach Erfahrungswerten der Gutachter aus verschiedenen Bundesländern liegt der Anteil der externen Leistungen bei etwa 45 %. Die entsprechende Umsatzsteuer wird aus den Beträgen herausgerechnet:

	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Betriebsdienstkosten Bundesfernstraßen (netto) ohne Sofortmaßnahmen, Streckenwartung, Schadensbehebung und ÖPP	0,887	0,894	0,894	0,894	0,894

Tabelle 52: Relevante Kosten des Betriebsdienstes für die WKR auf Bundesfernstraßen netto, Preisstand 2019)

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Konzessions- und Auftragnehmer der ÖPP-Projekte ebenfalls Betriebsdienstleistungen übernehmen, die über deren Vergütung abgegolten wird. Da die konkreten Anteile nicht bekannt sind, wird der sich aus Tabelle 52 ableitbare km-Ansatz für die ÖPP-Strecken angesetzt und als Zuschlag auf die Betriebsdienstkosten für die WKR verwendet. Im Prognosezeitraum 2023 bis 2027 werden mindestens für ÖPP-Projekte auf BAB mit einer Streckenlänge von 835,8 km Vergütungszahlungen vorgesehen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese Strecken in den Betriebsdienstkosten nicht enthalten sind. Wird dieser Ansatz zugrunde gelegt, ergeben sich für die laufenden Kosten in der WKR folgende Betriebsdienstkosten für die Jahre 2023 bis 2027 (netto).

2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
0,920	0,927	0,927	0,927	0,927

Tabelle 53: Kosten des Betriebsdienstes auf Bundesfernstraßen in den Wegekosten 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019)

Die ausgewiesenen Kosten werden in Anlehnung an den Wirtschaftsplan der Autobahn GmbH mit einer Preissteigerung von 2% fortgeschrieben.

4.5.3 Kosten des Mauterhebungssystems

Die Kosten der Mauterhebung müssen für die Wegekosten von den sonstigen laufenden Kosten getrennt ermittelt werden, da sie lediglich von den Mautzahlern zu tragen sind. Sie setzen sich

³⁰ Vgl. z.B. Elsner 2019, Handbuch für Straßen und Verkehrswesen, Management des Straßenbetriebsdienstes, Tabelle I.2, S. 1126.

zusammen aus Kosten des BMDV, den Kosten der nachgeordneten Behörden, wie BAG, KBA und BASt und der Betreibervergütung für den Betreiber des Mautsystems sowie der Vergütung für die Anbieter des europäischen elektronischen Mautdienstes. Hierbei wird berücksichtigt, dass die Toll Collect GmbH im Jahr 2018 in eine bundeseigene Gesellschaft umgewandelt wurde. In den Jahren 2016 bis 2019 fielen höhere Aufwendungen für die Umstellung des Mautsystems in Zusammenhang mit der Ausweitung der Lkw-Maut auf alle Bundesfernstraßen (MaB40K) an. Die hohen Aufwendungen des Betreibers mit der Anpassung des Mautsystems werden als einmaliger Umstellungsaufwand gewertet und auf 10 Jahre (etwa bisheriger Bestand des Mautsystems) verteilt (vgl. hierzu WKR2018 S. 84).

Für die Ermittlung der Kosten der Mauterhebung wurden die entsprechenden Haushaltsansätze herangezogen und in Abstimmung mit dem BMDV angesetzt.

Die Umsatzsteuer wurde bei der Zusammenstellung herausgerechnet.

Mauterhebungskosten (netto)	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
BMDV, BAG und nachgeordnete Behörden	0,169	0,168	0,168	0,168	0,168
Betreibervergütung und Vergütung für die Anbieter des europäischen elektronischen Mautdienstes	0,452	0,464	0,471	0,471	0,471
Summe	0,621	0,632	0,639	0,639	0,639

Tabelle 54: Kosten der Mauterhebung für den Zeitraum 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019)

Die ausgewiesenen Kosten werden mit einer Preissteigerung von 2% fortgeschrieben.

4.5.4 Kosten für Verwaltung und Management

Die Verwaltungs- und Managementkosten sind die gesamten Personalkosten und sächlichen Verwaltungskosten, die in Zusammenhang mit der Straßenbaulast anfallen. Die Planungskosten und die Verwaltungs- und Managementkosten der Länder im Zusammenhang mit der Bereitstellung, der Erhaltung und Unterhaltung von Bundesfernstraßen werden in der Wegekostenrechnung durch den Ansatz eines prozentualen Aufschlags auf die Wiederherstellungskosten abgegolten.

Relevante Sachkosten des BMDV aus den Kapiteln 1201³¹ Titelgruppe 01, die Personalkosten der Abteilung StB und der Autobahn GmbH werden als laufende Kosten der WKR erfasst. Als relevant werden die Kosten angesehen, die sich unmittelbar mit Maßnahmen auf Bundesfernstraßen beschäftigen. Aus dem Kapitel 1201 Titelgruppe 01 wurden dabei nur solche Kosten erfasst, die nicht bereits an anderer Stelle durch Ansätze in den Wegekosten erfasst sind, wie beispielsweise die Investitionen, pauschale Abgeltung der Zweckausgaben, Grunderwerb, Vorfinanzierungsanteile

³¹ Grundlage ist der im Dezember 2020 verabschiedete Bundeshaushalt.

usw. Da sich die Kosten auf externe Leistungen beziehen, wurden sie von der Umsatzsteuer befreit.

Für die Bewertung der Personalkosten wird hilfsweise auf die Anzahl der in der Abteilung Bundesfernstraßen beschäftigten Mitarbeiter zurückgegriffen. Aus der Anzahl wurden unter Verwendung der Vorgaben für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverwaltung die anzusetzenden Personal- und (personenbezogenen) Sachkosten ermittelt. Derzeit sind der Abteilung Bundesfernstraßen 135 Planstellen zugeordnet, woraus sich mit Personalkostensätzen für das Jahr 2019 21,8 Mio. € inkl. Overhead ergeben.

Hinzu treten die Verwaltungskosten der Autobahn GmbH aus dem Titel 682-12. Nicht berücksichtigt sind dabei explizit Planungs- und Projektmanagementkosten, die bereits durch den Planungskostenansatz berücksichtigt wurden.

In Abstimmung mit dem BMDV wurden die im von der Bundesregierung verabschiedeten 1. Entwurf des Bundeshaushaltes für das Jahr 2022³² für die Verwaltung der Autobahn GmbH des Bundes veranschlagten Summen des Titels 682-12 von 440 Mio. € (Verwaltung)) auch für die Prognosejahre 2023 bis 2027 angesetzt. Hinzu treten Kosten für Abstellung von Beamten des FBA an die Autobahn GmbH in Höhe von 68 Mio. € p.a. (Kap. 1228, Tgr. 01 bzw. zentralen Titeln in Kap. 1211). Vor dem Hintergrund des von der Autobahn GmbH mittlerweile validierten Wirtschaftsplans 2021 und dem darin ausgewiesenen Personalbedarf ist nicht davon auszugehen, dass die diesbezüglichen Kosten kurzfristig sinken.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass geschuldet durch die Etablierung der Autobahn GmbH, eine Umschichtung zwischen den Titeln im Bundeshaushalt stattgefunden hat. Im Verwaltungstitel der Autobahn GmbH (Titel 682-12) finden sich die Kosten für den Betriebsdienst auf BAB, die sich zuvor im Titel 521-11 befanden (siehe Kapitel 4.5.2), sowie Kosten für vermögensmäßige Verwaltung der BAB und die Kosten der Planung von Maßnahmen. Diese Kosten wurden bisher von den Ländern aufgebracht. Konkrete Angaben zu den jeweiligen Aufwendungen der Länder liegen den Gutachtern nicht vor. Lediglich für die Planung von Maßnahmen wurde in der Methodik der WKR ein pauschaler Zuschlag auf die Investitionskosten und somit im Anlagevermögen angesetzt.

³² Entwurf eines Gesetzes über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2022 (Haushaltsgesetz 2022) vom 06.08.2021.

	2023 [Mrd.€]	2024 [Mrd.€]	2025 [Mrd.€]	2026 [Mrd.€]	2027 [Mrd.€]
Sachkosten im Kapitel 1201 TG01	0,054	0,049	0,049	0,049	0,049
Personalkosten StB im BMDV	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Verwaltungskosten Autobahn GmbH	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383
Summe	0,459	0,454	0,454	0,454	0,454

Tabelle 55: Kosten für Verwaltung und Management für den Zeitraum 2023 bis 2027 (netto, Preisstand 2019)

Die ausgewiesenen Kosten werden mit einer Preissteigerung von 2 % fortgeschrieben.

4.6 Ergebnisdarstellung der Wegekosten für die Prognosejahre

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Ermittlung der Anlagevermögen sowie der daraus abgeleiteten Wegekosten für die Prognosejahre zusammenfassend dargestellt.

Das Bruttoanlagevermögen steigt aufgrund der zugrunde gelegten Kosten- und Netzfortschreibung von ca. 472,2 Mrd. € 2023 auf ca. 508,9 Mrd. € 2027. Dies entspricht einem Anstieg von ca. 8 %. Gleichzeitig wächst das Nettoanlagevermögen im Prognosezeitraum aufgrund der vorliegenden Altersstruktur um ca. 4 % von ca. 293,0 Mrd. € auf ca. 303,8 Mrd. €. Die ermittelten Wegekosten steigen von ca. 14,2 Mrd. € 2023 auf ca. 15,3 Mrd. € 2027.

(Alle Angaben in Mrd. €)

Jahr	2023		2024		2025		2026		2027	
	BV	NV	BV	NV	BV	NV	BV	NV	BV	NV
Grunderwerb	39,334	39,334	40,305	40,305	41,295	41,295	42,305	42,305	43,335	43,335
A+E-Maßnahmen¹⁾	4,832	4,832	5,013	5,013	5,206	5,206	5,387	5,387	5,572	5,572
Erdbau²⁾	153,174	95,543	155,198	95,270	157,244	95,040	159,305	94,974	161,406	94,717
Oberbau²⁾	87,262	48,625	89,328	49,506	91,519	50,626	93,642	51,685	95,762	52,845
Brücken	111,523	60,604	113,504	60,449	115,522	60,245	117,575	60,030	119,665	59,788
Tunnel	18,111	13,539	18,757	13,941	19,427	14,369	20,121	14,799	20,841	15,253
Trogbauwerke	2,206	1,444	2,244	1,445	2,283	1,447	2,322	1,448	2,362	1,449
Stützbauwerke	7,562	4,788	7,700	4,808	7,840	4,826	7,982	4,842	8,127	4,858
Ausstattung^{2),3)}	34,608	17,497	35,332	17,827	36,073	18,171	36,828	18,539	37,600	18,903
Meistereien	3,079	1,540	3,134	1,567	3,190	1,595	3,246	1,623	3,304	1,652
Rastanlagen	10,469	5,234	10,586	5,293	10,704	5,352	10,823	5,412	10,944	5,472
Summe	472,160	292,980	481,100	295,422	490,301	298,171	499,537	301,043	508,918	303,844
1) - landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen										
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste										
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke										

Tabelle 56: Brutto- und Nettoanlagevermögen für Prognosejahre 2023 bis 2027

(Alle Angaben in Mrd. €)

Jahr	2023	2024	2025	2026	2027	Durchschnitt WeKo 2023-2027
Abschreibung	4,955	5,107	5,264	5,424	5,581	5,266
Zinsen	5,776	5,810	5,850	5,893	5,933	5,852
Laufende Unterhaltung	1,253	1,282	1,313	1,344	1,374	1,313
Betriebliche Unterhaltung	0,996	1,024	1,044	1,065	1,087	1,043
Verwaltung& Management	0,497	0,501	0,511	0,521	0,532	0,512
Mauterhebung	0,672	0,698	0,720	0,734	0,749	0,715
Summe	14,149	14,422	14,703	14,981	15,256	14,702

Tabelle 57: Wegekosten für Prognosejahre 2023 bis 2027

5 Prognose der Fahrleistungen 2023 bis 2027

Zur Ermittlung der Fahrleistungsprognose wurden zunächst die vorliegenden Daten zur realen Verkehrsentwicklung bis 2020 herangezogen. Für die weitere Entwicklung für die Jahre 2023 bis 2027 wurde dann eine netzbezogene Fahrleistungsprognose erstellt. Der prinzipielle Ablauf der Vorgehensweise ist in Abbildung 6 dargestellt.

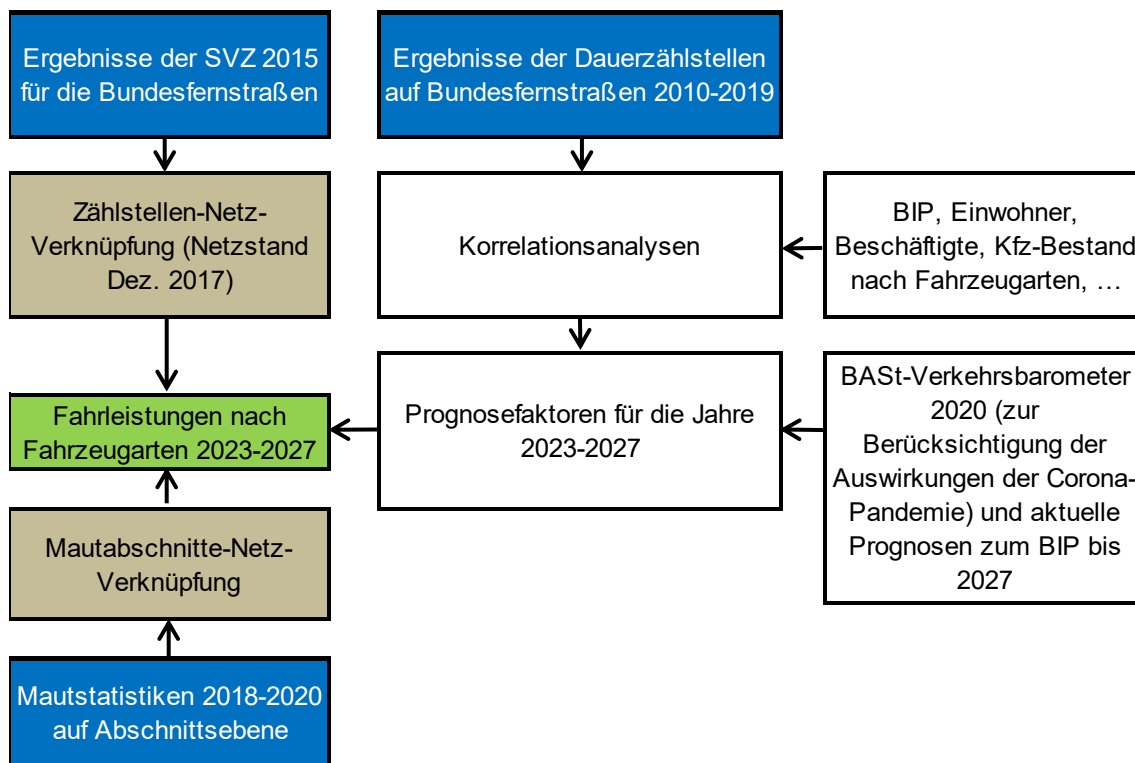


Abbildung 6: Prinzipieller Ablauf der Fahrleistungsprognose 2023 bis 2027

Das verwendete BISStra-Netz aller Bundesfernstraßen wurde mit den Verkehrswerten der letzten bundesweiten manuellen Straßenverkehrszählung aus dem Jahr 2015 (SVZ2015) versorgt. Für jede Zählstelle liegen Daten zu den jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken 2015 vor, differenziert nach

- Motorräder (Mot),
- Pkw und Kombi (Pkw),
- Leichte Nutzfahrzeuge, Lieferwagen (INfz),
- Busse (Bus),
- Lkw ohne Anhänger (LoA) und
- Lastzüge/Sattelzüge (LZSZ).

Mittels einer Zählstellen-Netz-Verknüpfung wurden diese Informationen auf die Netzabschnitte übertragen und mit den bereits aus WKR2018 abschnittsweise vorliegenden Informationen zu Kfz- / und Schwerverkehrsbelastung abgeglichen.

5.1 Reale Entwicklung der Fahrleistungen bis 2020

Aus der realen Entwicklung der Verkehrsbelastungen 2015 bis 2019 an den kontinuierlichen Dauerzählstellen auf den Bundesfernstraßen wurden auf Bundeslandebene differenziert nach BAB und BS Entwicklungsfaktoren abgeleitet und damit die abschnittsbezogenen Verkehrswerte des Basisjahres 2015 differenziert nach Fahrzeugkategorien auf das Jahr 2019 fortgeschrieben.

Zusätzlich wird von der BAST seit Ausbruch der Corona-Pandemie ein Verkehrsbarometer veröffentlicht (BAST 2020), das es erlaubt, sehr zeitnahe Aussagen zu monatlichen Verkehrsentwicklungen auf Bundesfernstraßen zu erhalten. Das Verkehrsbarometer Januar - Dezember 2020 wurde herangezogen, um die Entwicklung der Verkehrsbelastungen für das Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr 2019 (vgl. Tabelle 58) differenziert nach Personen- und Güterverkehr abzuleiten und auf das Netzmodell zu übertragen.

Änderung 2020 ggü. 2019	SV	Pkw	Infz	Busse
BAB	-3%	-19%	-8%	-44%
BS	-3%	-13%	-4%	-19%

Tabelle 58: Entwicklung des Straßenverkehrs an Dauerzählstellen 2020 ggü. 2019, Datenquelle: BAST 2020 und eigene Berechnung

Für den Pkw-Verkehr ergab sich aufgrund der Corona-Pandemie eine deutliche Reduktion der Fahrleistung 2020 im Vergleich zu 2019 von -19% auf BAB und -13% auf BS, bei Bussen sogar von -44% bzw. -19%. Dagegen zeigt sich beim Schwerverkehr (SV >3,5 t zGG) auf Bundesfernstraßen nur eine vergleichsweise geringe Auswirkung, die Reduktion der Fahrleistung 2020 gegenüber 2019 liegt auf BAB und BS bei -3%.

Als zusätzliche Datenquelle liegen Daten zu den Mautverkehren vor. Die Verknüpfung der auf den Bundesfernstraßen definierten Mautabschnitte mit dem Netz erfolgte für alle Streckenabschnitte. Damit war eine abschnittsbezogene Versorgung des Netzes mit den Mautverkehren möglich. Vom BAG wurden für die Jahre 2019 und 2020 abschnittsbezogene Daten zum erfassten Mautverkehr zur Verfügung gestellt, differenziert nach Gewichts-, Achs- und Schadstoffklassen, die den Netzabschnitten zugewiesen wurden und damit zur Ausweisung des realen Mautverkehrs berücksichtigt werden konnten. Die Mautdaten zeigen, dass sich die Fahrleistung der Mautverkehre in den Jahren 2019 und 2020 kaum verändert hat, d.h. sich die Auswirkungen der Corona-Pandemie im Jahr 2020 auf die Mautverkehre weniger ausgewirkt hat als auf den gesamten Schwerverkehr >3,5 t zGG.

Insgesamt konnten so auf Basis real erhobener Daten die Verkehrsbelastungen im Netzmodell abschnittsbezogen für das Jahr 2020 ermittelt werden.

5.2 Prognose der Fahrleistungsentwicklung für die Jahre 2023 bis 2027

Die erforderlichen Prognosefaktoren zur Ermittlung der Fahrleistungen für die Jahre 2023 bis 2027 wurden ebenfalls auf Basis der von der BAST zur Verfügung gestellten Daten der kontinuierlichen Dauerzählstellen im Bundesfernstraßennetz für die Jahre 2010 bis 2019 ermittelt. Diese bildeten die Grundlagedaten zur Durchführung von Korrelationsanalysen.

Zusätzlich berücksichtigt wurden Annahmen zur Auswirkung der Corona-Pandemie auf die zukünftige Entwicklung der Fahrleistungen.










Die Grundlagen dieser Prognoseansätze und die Ergebnisse der Fahrleistungsprognose werden im Folgenden erläutert.

5.2.1 Korrelationsanalysen

Bereits im Zuge der in WKR2013 und WKR2018 durchgeführten Korrelationsanalysen zwischen der Verkehrsentwicklung einerseits und der Entwicklung erklärender Strukturparameter andererseits hat sich gezeigt, dass für den Personenverkehr der Pkw-Bestand und für den Güterverkehr das Wirtschaftswachstum (BIP) die statistisch signifikantesten Erklärungsgrößen sind, auch im Vergleich zu Parameterkombinationen (z.B. Einwohnerzahl und Beschäftigtenzahl). Aktuelle Auswertungen haben dies bestätigt, so dass weiterhin die Strukturparameter Pkw-Bestand und BIP als erklärende Variablen herangezogen wurden, wobei sich für die Verkehrsentwicklung der Last- und Sattelzüge der BIP des Euroraums und für die Lkw der BIP für Deutschland als die geeignete erklärende Variable darstellte. In der Prognose dieser Größen sind die aus heutiger Sicht zukünftig erwarteten Entwicklungen enthalten.

In die Auswertung gingen alle kontinuierlichen Dauerzählstellen mit der Erfassungsart „8+1“ oder „5+1“ der BAST ein, bei denen für mindestens neun der zehn betrachteten Jahre Daten vorliegen. Bundesweit sind dies 516 Dauerzählstellen auf BAB und 576 Dauerzählstellen auf BS. Die insgesamt prinzipiell möglichen Erfassungsarten zur Fahrzeugartendifferenzierung können der nachstehenden Abbildung 7 entnommen werden. Die Erfassungsarten 1 und 2 sind aufgrund der fehlenden Fahrzeugartendifferenzierung für die Korrelationsanalyse nicht geeignet.



1	2	5+1	8+1	
Kfz	Pkw-ähnlich	nicht klassifizierbare Kfz	nicht klassifizierbare Kfz	
		Pkw-Gruppe	Motorrad	
			Pkw	
			Kleintransporter	
	Lkw-ähnlich	Pkw mit Anhänger	Pkw mit Anhänger	
		Lkw > 3,5t o. Anhänger	Lkw > 3,5t o. Anhänger	
		Lkw > 3,5t m. Anhänger / Sattelzug	Lkw > 3,5t m. Anhänger	
			Sattelzug	
		Bus	Bus	

} SV

SV: Schwerverkehr (Kfz > 3,5t zGG)
 LKW-ähnlich: SV + PKW mit Anhänger

Abbildung 7: Erfassungsarten an Dauerzählstellen nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen

Quelle: https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/pdf-dateien/erfassungsarten.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Analog zum Vorgehen in der WKR2013 und WKR2018 wurden zur Durchführung der Korrelationsanalysen die Daten-Kollektive der einzelnen Bundesländer zusammengefasst und analysiert. Teilweise wurden aufgrund der geringen Anzahl von Stationen die Daten mehrerer Bundesländer entlang der Verkehrsachsen zusätzlich zusammengefasst. Analysiert wurden die Daten aus dem Zeitraum 2010 bis 2019.

Für die Fahrzeugarten Lkw ohne Anhänger, Lastzüge/Sattelzüge und leichte Nutzfahrzeuge wurden für alle Bundesländer auf Basis der Werte der Dauerzählstellen Fahrleistungs-BIP-Elastizitäten bestimmt. Diese dienten der Ableitung der Prognosefaktoren, mit denen auf Basis der Prognosen für das BIP Vorhersagen für die Fahrleistungen des Güterverkehrs abgeschätzt wurden.

Für die Pkw wurde auf Prognosen des Pkw-Bestands nach Bundesländern (s.u.) zurückgegriffen und die Elastizitäten zwischen Pkw-Fahrleistung und Pkw-Bestand auf Basis der Daten der Dauerzählstellen bestimmt. Die so prognostizierten Fahrleistungsentwicklungen wurden entsprechend auch für die Motorräder angesetzt. Aufgrund der vergleichsweise geringen Fahrleistungsanteile wurden hier keine eigenen Analysen durchgeführt.

5.2.2 Entwicklung des Pkw-Bestands

Daten zur Entwicklung des Pkw-Bestandes nach Bundesländern wurden aus den Veröffentlichungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA, 2010-2020) übernommen. Zur Prognose des Pkw-Bestands bis 2027 wurde als Basis auf die gleitende Mittelfristprognose von (ITP, Intraplan, BAG 2020a, 2020b) zurückgegriffen. Dort wird bundesweit zwischen 2020 und 2023 eine Zunahme von

0,9%/a prognostiziert, was hier auch bis 2027 angesetzt wurde. Um die individuellen Entwicklungen der Bundesländer zu berücksichtigen, wurden die Entwicklungen der vergangenen Jahre aus den KBA Daten so skaliert, dass sich bundesweit bis 2027 als gewichteter Mittelwert eine Zunahme von 0,9%/a ergab. Die sich so ergebenden Indexreihen (2019=1) für die gemeldeten Pkw nach Bundesländern sind in Abbildung 8 dargestellt.

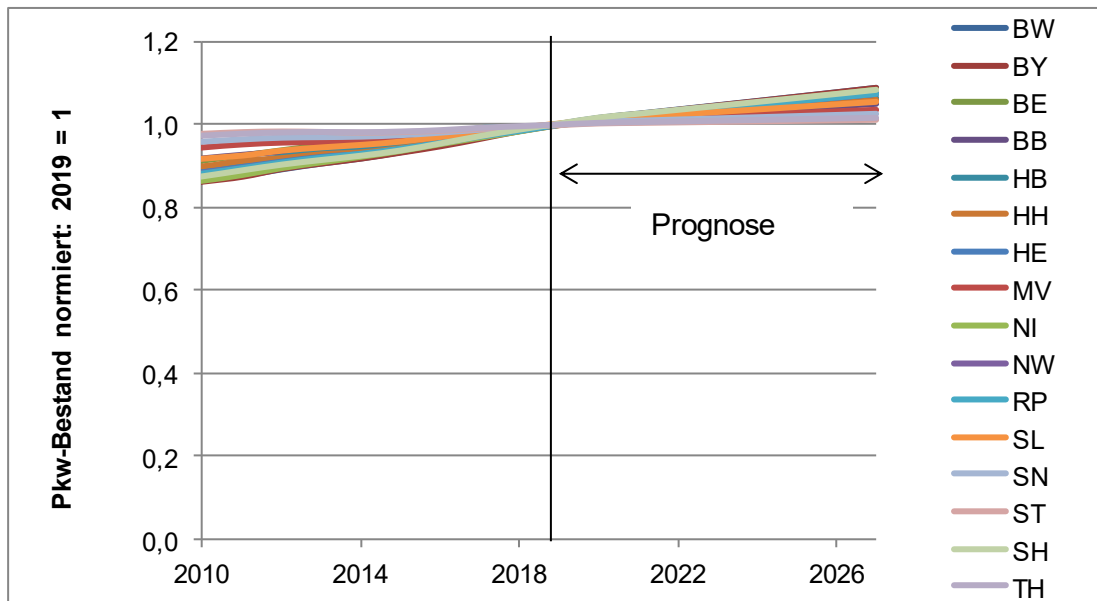


Abbildung 8: Indexreihen gemeldete Pkw nach Bundesländern (2019=1)

Quellen: (KBA, 2017-2020), (ITP, Intraplan, BAG 2020a, 2020b), eigene Berechnungen

5.2.3 Entwicklung des Bruttoinlandprodukts, national und Euroraum

Auf BAB tragen neben dem innerdeutschen Verkehr auch Exporte und Importe sowie der Transitverkehr in erheblichem Maße zum schweren Güterverkehr bei. Hier wurde daher zur Prognose der Verkehrsentwicklung der Lkw sowie Last- und Sattelzüge die Entwicklung des BIP für den Euroraum herangezogen. Zur Prognose der Verkehrsentwicklungen der Lkw ohne Anhänger, der Lastzüge/Sattelzüge auf Bundesstraßen und der Lieferwagen auf BAB und BS wurde auf die Entwicklung des BIP der Bundesrepublik Deutschland zurückgegriffen, da hier der Verkehr eher national geprägt ist. Für beide BIP-Größen sind die realen Werte bis 2020 sowie die Prognosen bis 2027 in Abbildung 9 dargestellt.

In der Abbildung sind zwei Einbrüche des BIP zu erkennen: 2009 (Wirtschaftskrise in Folge der Finanzkrise 2008) und 2020 (Einbruch des BIP in Jahr 2020 aufgrund der Corona Pandemie).

Zur Ableitung der Prognosefaktoren zur Fahrleistungsentwicklung des Güterverkehrs wurden in der Regressionsanalyse die Daten der Jahre 2010 bis 2019 berücksichtigt, d.h. ohne die Krisenjahre 2009 und 2020. Der Zusammenhang zwischen der Fahrleistung des Güterverkehrs und dem BIP ist in Krisenjahren anders als in Normaljahren, hängt von den sehr unterschiedlichen

singulären Ereignissen ab und kann nicht über solche mittels Regressionsanalysen ermittelten Zusammenhänge abgebildet werden. Im Jahr 2009 war in der Wirtschaftskrise der Einbruch bei der Fahrleistung des GV stärker ausgeprägt als prognostiziert, 2020 dagegen deutlich schwächer.

Daher wurden zusätzlich Korrekturen zur Berücksichtigung des „Corona-Effekts“ berücksichtigt, die im Weiteren erläutert werden.

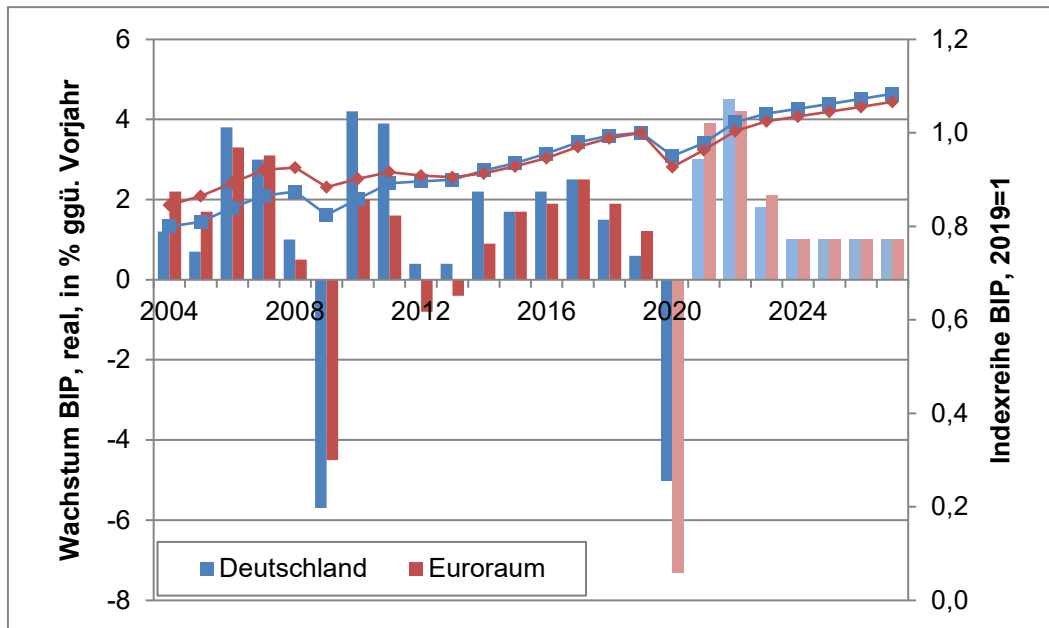


Abbildung 9: Jährliche Veränderungsrate sowie Indexreihen des BIP für Deutschland und den Euroraum (preisbereinigt, 2019=1)
 Quellen: Deutsche Bundesbank 2020, Europäische Zentralbank 2020, Bundesregierung Herbstprojektion 2020, eigene Berechnungen

5.2.4 Prognose Fahrleistung der Busse

Analog zum Vorgehen in der WKR2018 wurde die Prognose für die Busse bundesweit einheitlich für beide Straßenklassen durchgeführt, dabei nach Fernlinienbusverkehr und Gelegenheitsfernbusverkehr differenziert und die jeweils vorliegenden Verläufe der Entwicklung der Beförderungsleistungen aus den letzten Jahren extrapoliert.

Die Anzahl der Fernbuslinien seit der Liberalisierung wird vom BMDV herausgegeben und ist in Abbildung 10 dargestellt.

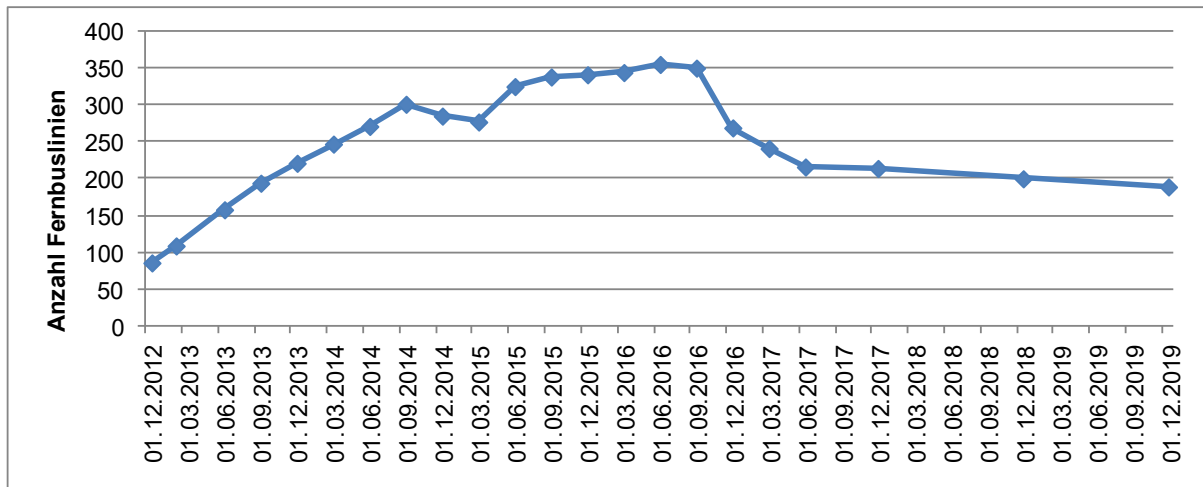


Abbildung 10: Anzahl Fernbuslinien 2013 bis 2019

Quelle: BMVI 2020

Für die Beförderungsleistung sowohl des Gelegenheitsfernbusverkehrs wie auch des Fernlinienbusverkehrs liegen Daten beim Statistischen Bundesamt vor (Destatis 2020).

Zusätzlich liegt zur Beförderungsleistung der Fernlinienbusse eine Prognose der BVWP 2030 (BMVI 2014) vor.

Analog zu WKR2018 wurden für die Prognose die vorliegenden Verläufe extrapoliert, dabei wurde für den Fernlinienbusverkehr eine Konsolidierung angenommen und eine Stagnation prognostiziert, für den Gelegenheitsfernbusverkehr wurde ein weiterer Rückgang angesetzt, jedoch im Vergleich zum Zeitraum bis 2019 etwas gedämpft. In Abbildung 11 sind die Entwicklungen 2004 bis 2019 sowie die Prognosen für die Beförderungsleistung des Gelegenheitsfernbusverkehrs und des Fernlinienbusverkehrs dargestellt, ebenso die Prognose nach BVWP 2030 für 2030.

Unter der Annahme eines konstanten Besetzungsgrads ist die Fahrleistung proportional zur Beförderungsleistung der Busse.

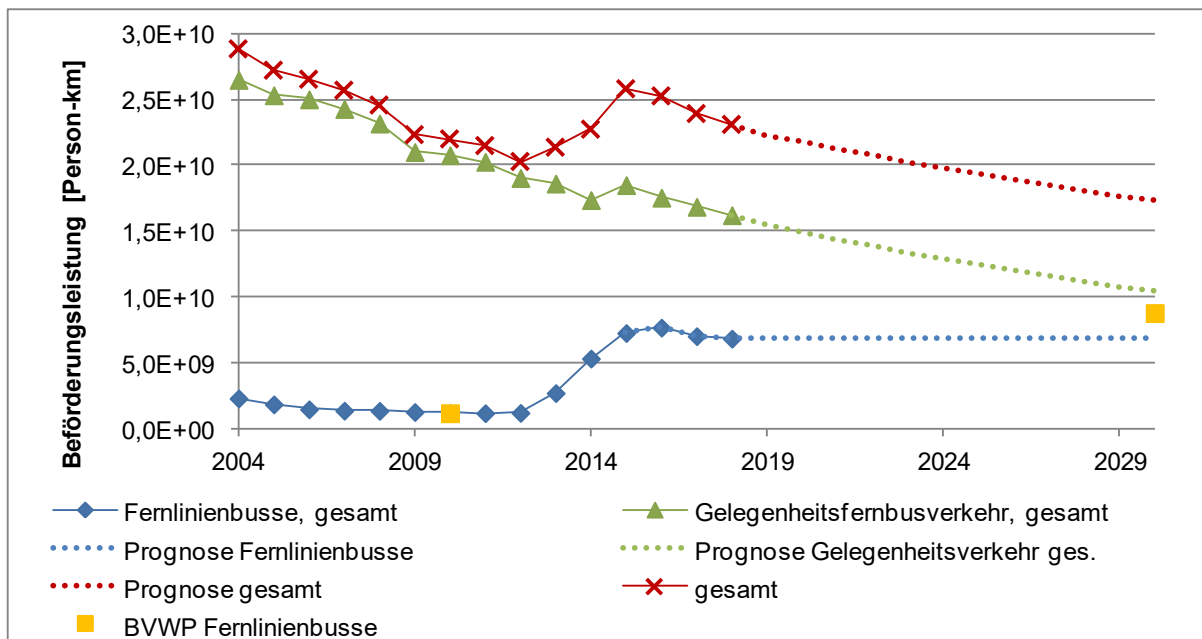


Abbildung 11: Entwicklungen 2004 bis 2019 sowie Prognosen bis 2030 für die Beförderungsleistung des Gelegenheitsfernbusverkehrs und des Fernlinienbusverkehrs
 Quellen: Destatis 2020, BMVI 2014, BMVI 2020, eigene Berechnungen

5.2.5 Berücksichtigung des „Corona-Effekts“

Als „Corona-Effekt“ wird der Einbruch des Verkehrs in Folge der Maßnahmen zur Eindämmung der Corona Pandemie in den Jahren 2020 und 2021 bezeichnet. Für das Jahr 2020 wurde die Entwicklung der Fahrleistungen aus realen Daten abgeleitet.

Für die Prognose der Fahrleistung der Jahre 2023 bis 2027 wurden wie oben erläutert zunächst über Regressionsanalysen Prognosefaktoren auf Basis der Daten der kontinuierlichen Dauerzählstellen im Bundesfernstraßennetz abgeleitet. Zur Ableitung der Fahrleistungs-BIP-Elastizitäten für den Güterverkehr wurde das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (national und EU, vgl. Abbildung 9), für den Personenverkehr die Entwicklung des Pkw-Bestandes (vgl. Abbildung 8) verwendet.

Da der Einbruch der Fahrleistung des Güterverkehrs im Krisenjahr 2020 deutlich schwächer ausgeprägt war, als nach dem Zusammenhang zwischen BIP und Fahrleistung in „Normaljahren“ zu erwarten wäre, wurde zur Bestimmung dieses „Corona-Effekts“ die ohne Krise prognostizierte Entwicklung für das Jahr 2020 an die aus dem Verkehrsbarometer der BAST abgeleiteten Werte angepasst. Der sich daraus ergebende Dämpfungsfaktor wurde auch für die folgenden Jahre 2021 bis 2023 in abgeschwächter Form für die Erholungsphase berücksichtigt.

Die Entwicklung der Pkw-Fahrleistung kann nur für „Normaljahre“ über Prognosefaktoren abgeleitet werden, die die Entwicklung in Abhängigkeit der Entwicklung des Pkw-Bestandes angeben. Um

die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Pkw-Fahrleistung zu berücksichtigen, wurden zusätzlich, wie bereits erläutert, die Daten zur Entwicklung der Pkw-Fahrleistung im Jahr 2020 aus dem BAST-Verkehrsbarometer berücksichtigt. Diese zeigen, dass der Personenverkehr sehr deutlich von der Corona-Pandemie beeinflusst wurde und sich im Vergleich zum Jahr 2019 deutlich reduziert hat (vgl. Tabelle 58). Für die Prognose der Fahrleistung des Personenverkehrs wurde davon ausgegangen, dass sich eine dauerhafte Reduzierung der Pkw-Fahrleistung auf BAB um 4% und auf BS um 3% nach Corona im Vergleich zu der Prognose ohne Corona-Einfluss einstellen wird. Damit werden langfristige Verhaltensänderungen, die auch in der Zeit nach Corona bestehen bleiben, berücksichtigt (mehr Home-Office, weniger Pendler, mehr Videokonferenzen, weniger Dienstreisen). Die über die Korrelationsanalysen zur Entwicklung der Pkw-Fahrleistung und des Pkw-Bestandes für „Normaljahre“ prognostizierten längerfristigen Entwicklungstendenzen wurden wieder ab dem Jahr 2023 berücksichtigt, aber ausgehend von dem insgesamt etwas niedrigeren Niveau im Vergleich zur Prognose ohne Corona.

5.3 Prognosefaktoren

Die bis 2027 abgeleiteten Prognosefaktoren zur Entwicklung der Fahrleistungen sind bezogen auf das Basisjahr 2019 und differenziert nach Bundesländern sowie Fahrzeugarten in Abbildung 12 (BAB) und Abbildung 13 (B) dargestellt. Dabei wurden die oben erläuterten realen Entwicklungen bis 2020 und Prognosen, inkl. Corona-Effekt, berücksichtigt. Der Einfluss der Corona-Pandemie im Jahr 2020 ist für alle Fahrzeugarten deutlich erkennbar, wobei die Reduktion unterschiedlich stark ausfällt, am höchsten für die Busse und die Pkw, am geringsten für die Last- und Sattelzüge (LZSZ).



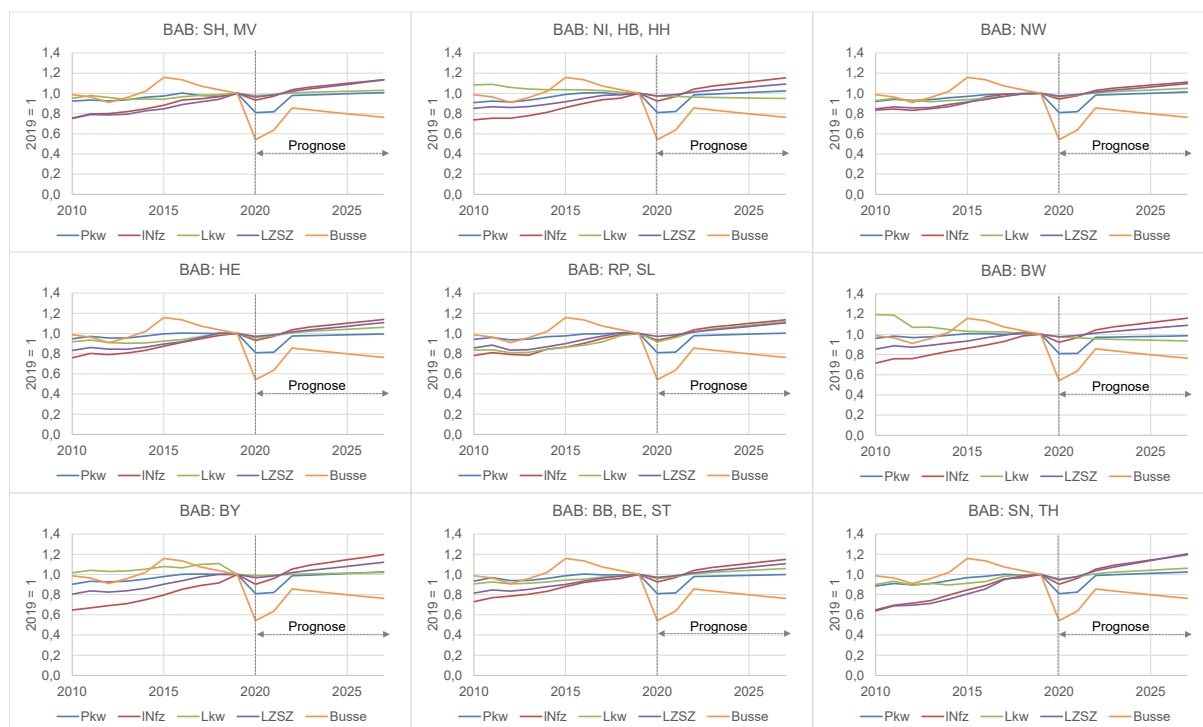


Abbildung 12: Indexreihen (2019 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BAB nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)

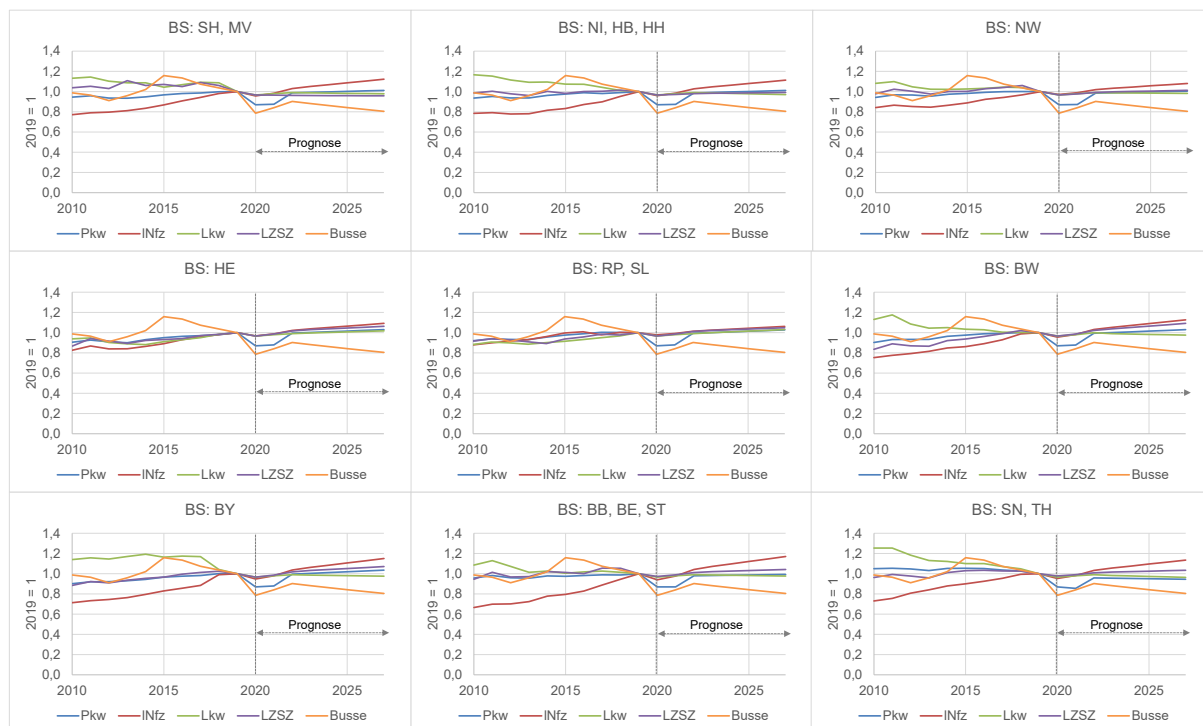


Abbildung 13: Indexreihen (2019 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BS nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)

Die Prognosefaktoren wurden pro Netzabschnitt auf die ermittelten Verkehrsstärken 2019 je Fahrzeugart angewendet und diese damit auf die Jahre 2023 bis 2027 fortgeschrieben. Ergebnis sind die im nachfolgenden Kapitel dargestellten Fahrleistungssummen für die Bundesfernstraßen für die Jahre 2023 bis 2027.

5.4 Ergebnisse der aktualisierten Fahrleistungsprognosen 2023 bis 2027

Nachstehende Tabelle 59 zeigt die ermittelte Fahrleistungsprognose für die Bundesfernstraßen für den Zeitraum 2023 bis 2027, die auf der vereinfachenden Annahme basiert, dass es keine Infrastrukturerweiterung im Bundesfernstraßennetz geben wird (Netzstand Dezember 2019).

Demnach wurde für die Kfz-Fahrleistungen ausgehend von 400,6 Mrd. Fzkm/Jahr im Jahr 2023 bis 2027 eine Zunahme auf 412,2 Mrd. Fzkm/a ermittelt. Die Aufteilung der Fahrleistungssummen nach den einzelnen Fahrzeugarten kann ebenfalls der Tabelle 59 entnommen werden. Hier sind zu den Lkw >3,5t zGG auch Angaben zum Mautverkehr, differenziert nach Achsklassen und nach Gewichtsklassen ausgewiesen. Für den Mautverkehr wird eine Zunahme von 43,13 Mrd. Fzkm/a im Jahr 2023 auf 45,76 Mrd. Fzkm/a im Jahr 2027 prognostiziert.

Den aufgeführten Fahrleistungssummen liegen folgende Netzlängen zugrunde:

- Autobahnen (BAB): 13.157 km
- Bundesstraßen (BS): 37.884 km

	2023	2024	2025	2026	2027
Bundesfernstraßen					
Fahrzeugkategorien	Fahrleistung in Mrd. Fzkm/a				
Motorräder	3,60	3,62	3,64	3,66	3,68
Pkw und Kombi	321,86	323,67	325,50	327,35	329,21
Lieferwagen	20,84	21,20	21,60	21,97	22,37
Busse	1,25	1,22	1,19	1,16	1,14
Lkw >3,5t zGG	53,00	53,68	54,37	55,11	55,80
davon Mautverkehr (2 Achsen)	2,69	2,69	2,70	2,71	2,72
davon Mautverkehr (3 Achsen)	1,90	1,92	1,95	1,98	2,01
davon Mautverkehr (4 Achsen)	2,66	2,70	2,74	2,78	2,82
davon Mautverkehr (>4 Achsen)	35,89	36,46	37,03	37,65	38,22
davon Mautverkehr (7,5t bis <12t)	1,21	1,22	1,22	1,23	1,24
davon Mautverkehr (12t bis 18t)	1,83	1,85	1,86	1,87	1,88
davon Mautverkehr (>18t)	40,08	40,71	41,33	42,02	42,64
davon Mautverkehr (gesamt)	43,13	43,77	44,41	45,11	45,76
Summe aller Kfz	400,55	403,40	406,31	409,25	412,20

Tabelle 59: Fahrleistungssummen für die Jahre 2023 bis 2027 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Fahrzeugkategorien (ohne Infrastrukturerweiterung)

Die prognostizierten Zuwachsraten (ohne Infrastrukturerweiterung) zwischen 2023 und 2027 für die einzelnen Fahrzeugkategorien können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Bis 2027 zeigt sich im Vergleich zum Jahr 2023 für den Gesamtverkehr ein moderater Zuwachs von 2,9%, für den Mautverkehr fällt der Zuwachs mit +6,1% deutlich stärker aus.

2027 / 2023	
Bundesautobahnen	
Fahrzeugkategorien	
Motorräder	2,3%
Pkw und Kombi	2,3%
Lieferwagen	7,4%
Busse	-8,7%
Lkw >3,5t zGG	5,3%
davon Mautverkehr (2 Achsen)	1,2%
davon Mautverkehr (3 Achsen)	5,7%
davon Mautverkehr (4 Achsen)	6,0%
davon Mautverkehr (>4 Achsen)	6,5%
davon Mautverkehr (7,5t bis <12t)	1,9%
davon Mautverkehr (12t bis 18t)	2,3%
davon Mautverkehr (>18t)	6,4%
davon Mautverkehr (gesamt)	6,1%
Summe aller Kfz	2,9%

Tabelle 60: Änderungsraten der Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien für den Zeitraum 2023 bis 2027 (ohne Infrastrukturerweiterung)

6 Allokation der Infrastrukturkosten

6.1 Grundlegende Annahmen zur Allokation

Im Rahmen der WKR2023 wurde an der über die vorangegangenen Wegekostenrechnungen entwickelten Methodik festgehalten. Die Allokationsberechnung im Rahmen der WKR2023 bleibt damit unverändert. Insofern wird für weiterführende Informationen auf die Gutachten WKR2013 und WKR2018 verwiesen. Nachfolgend werden die wichtigsten Berechnungsparameter und die Ergebnisse der Allokationsrechnung dargestellt.

Die Gestaltung und Auswahl der Allokationsprinzipien ist durch die Merkmale der Infrastrukturelemente und der verschiedenen Nutzergruppen (Fzg.-Kategorien) bestimmt. Grundsätzlich sollen den Fzg.-Kategorien die Kosten zugewiesen werden, für die sie durch ihre Nutzung im weitesten Sinne verantwortlich sind (user-pays-principle).

Ein geeignetes Maß für die Nutzung der Infrastruktur ist für die Zwecke der Allokationsrechnung die Fahrleistung, die die Fzg.-Kategorien im Bundesfernstraßennetz zurücklegen. Dementsprechend werden unter den Regelungen der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, fahrleistungsabhängige Kostensätze pro Fahrzeug-km bestimmt. Dazu werden die einer Fzg.-Kategorie zugeordneten Kosten durch die Fahrleistung dieser Gruppe dividiert und so ein Kostensatz pro Fahrleistung-km berechnet.

Wird einer Fzg.-Kategorie ein vergleichsweise großes Schädigungspotenzial (Maßstab für den Erhaltungsbedarf) oder ein vergleichsweise hoher Platzbedarf zugewiesen, liegt es nahe, die Fahrleistung dieser Fzg.-Kategorie entsprechend höher zu gewichten. Die Fahrleistung einer Fzg.-Kategorie, die demgegenüber eine geringe „Nutzungsintensität“ aufweist, sollte geringer gewichtet werden. Praktisch wird dies in der Allokation der Wegekosten durch die Einführung von Korrekturfaktoren bzw. Äquivalenzziffern umgesetzt, die sich aus den Allokationsprinzipien ableiten lassen. Da die Allokationsprinzipien für jedes Infrastrukturelement und jede Kostenposition (Zinsen, Abschreibung, laufende Kosten) separat festgelegt werden, erfolgt die Allokation ebenfalls in dieser Differenzierung.

Dem Vorgehen der vorangegangenen WKR folgend wird eine abschnitts- bzw. sektorenweise disaggregierte Allokation durchgeführt. Hierbei werden zunächst die unterschiedlichen Infrastrukturkostenpositionen den unterschiedlichen Allokationsverfahren zugeordnet und zusammengefasst. Durch die Äquivalenzziffern wird in einem zweiten Schritt bestimmt, wie stark gewichtet die nach den Allokationsverfahren aufgeteilten Infrastrukturkosten einer Fzg.-Kategorie zugeordnet werden. Die anschließende Aufteilung der so zugeordneten Infrastrukturkosten in Abhängigkeit der tatsächlichen Fahrleistung der jeweiligen Fzg.-Kategorie ergibt den spezifischen Anteil der Infrastrukturkosten im Abschnitt bzw. Sektor für die Fzg.-Kategorie. Über alle Abschnitte bzw. Sektoren gewichtet ergibt sich der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

Folgende Allokationsprinzipien, die eine faire Aufteilung der Kosten auf die Fzg.-Kategorien ermöglichen sollen, werden bei der Allokation genutzt:

- Verursachungsprinzip und
- Veranlassungsprinzip.

Den jeweiligen Allokationsprinzipien sind die in der nachfolgenden Tabelle 61 dargestellten Allokationsverfahren zugeordnet. Die Tabelle 61 enthält darüber hinaus Angaben, zu welchen Anteilen die jeweilige Kostenart (in Abhängigkeit des Infrastrukturelementes) nach den Allokationsverfahren auf die jeweiligen Nutzer allokiert werden (dem sogenannten Allokationsschlüssel – vgl. WKR2013, Tabelle 70). Diese Allokationsschlüssel bleiben gegenüber der WKR2013 und der WKR2018 unverändert.



Element	Kostenart	Verursachungs- prinzip gewichts- abhängig verursacht (AASHO)	Veranlassungsprinzip									
			Proportional- bezogen	kapazitäts- bezogen	gewichtsabhängig veranlasst		System Lkw		System Pkw	System leichte Lkw<7,5t	Lärm-emission	
					nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)	Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional		
Grunderwerb inkl A u E Maßnahmen	Zins			100%								
Erdbau	Zins			100%								
Erdbau	Abschreibung			100%								
Frostschuttschicht	Zins			100%								
Frostschuttschicht	Abschreibung			100%								
Tragschicht	Zins			27%		73%						
Tragschicht	Abschreibung	100%										
Binderschicht	Zins					100%						
Binderschicht	Abschreibung	100%										
Deckschicht	Zins			100%								
Deckschicht	Abschreibung	100%										
Tunnel & Trogbauwerke	Zins		45%	50%			5%					
Tunnel & Trogbauwerke	Abschreibung		80%				20%					
Brücken	Zins			85%	15%							
Brücken	Abschreibung			85%	15%							
Lärmschutz	Zins											100%
Lärmschutz	Abschreibung											100%
Ausstattung	Zins		33%	67%								
Ausstattung	Abschreibung		33%	67%								
Stützbauwerke	Zins		33%	67%								
Stützbauwerke	Abschreibung		33%	67%								
Meistereien	Zins		33%	67%								
Meistereien	Abschreibung		33%	67%								
Rastanlagen	Zins		20%					60%	15%	5%		
Rastanlagen	Abschreibung		20%					60%	15%	5%		
Betrieb (anteilig)	lfd. Kosten		45%	55%								
Mauterhebung	lfd. Kosten						100%					
Verwaltung	lfd. Kosten		100%									

Tabelle 61: Übersicht Allokationsprinzipien, -verfahren und -schlüssel



6.2 Kostenallokation auf die Fzg-Kategorien

Zunächst werden die Infrastrukturkosten unter Verwendung der Allokationsschlüssel gemäß Tabelle 61 den jeweiligen Allokationsverfahren abschnittsweise zugeordnet. Anschließend werden diese Kosten auf die jeweiligen Fzg.-Kategorien unter Anwendung der Äquivalenzziffern (siehe hierzu Kapitel 7.2 des Gutachtens zur WKR2018) und der jeweiligen Fahrleistung des jeweiligen Abschnittes aufgeteilt. Über alle Abschnitte bzw. Sektoren gewichtet ergibt sich der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

Unter Anwendung der Allokationsschlüssel nach Allokationsprinzip und -verfahren in Abhängigkeit der Kostenart werden die Infrastrukturkosten gemäß Tabelle 62 verteilt. Die Tabelle 62 stellt dabei die Infrastrukturkosten im jährlichen Durchschnitt für die Prognosejahre 2023 bis 2027 dar.



Berechnung der Wegekosten für 2023 bis 2027

Endbericht Dezember 2021

Alfen • AVISO

Element	Kostenart	Verursachungsprinzip gewichtsabhängig verursacht (AASHO)	Veranlassungsprinzip								Summe	
			Proportional	kapazitätsabhängig	gewichtsabhängig		System Lkw		System Pkw	System leichte Lkw < 7,5t		Lärmemission
					veranlasst		Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional		
					nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)						
Grunderwerb inkl. A+E-Maßnahmen	Zins			0,386								0,386
Erdbau	Zins			2,188								2,188
Erdbau	Abschreibung			0,680								0,680
Frostschuttschicht	Zins			0,327								0,327
Frostschuttschicht	Abschreibung			0,101								0,101
Tragschicht	Zins			0,108		0,291						0,398
Tragschicht	Abschreibung	0,314										0,314
Binderschicht	Zins					0,222						0,222
Binderschicht	Abschreibung	0,506										0,506
Deckschicht	Zins			0,218								0,218
Deckschicht	Abschreibung	1,226										1,226
Tunnel & Trogbauwerke	Zins		0,158	0,175			0,018					0,350
Tunnel & Trogbauwerke	Abschreibung		0,202				0,050					0,252
Brücken	Zins			1,177	0,208							1,385
Brücken	Abschreibung			1,130	0,199							1,330
Lärmschutz	Zins										0,083	0,083
Lärmschutz	Abschreibung										0,148	0,148
Ausstattung	Zins		0,042	0,085								0,126
Ausstattung	Abschreibung		0,539	1,094								1,632
Stützbauwerke	Zins		0,037	0,074								0,111
Stützbauwerke	Abschreibung		0,014	0,029								0,043
Meistereien	Zins		0,004	0,009								0,013
Meistereien	Abschreibung		0,026	0,053								0,080
Rastanlagen	Zins		0,009				0,027	0,007	0,002			0,044
Rastanlagen	Abschreibung		0,054				0,161	0,040	0,013			0,268
Betrieb (anteilig)	lfd. Kosten		0,469	0,574								1,043
Mauterhebung	lfd. Kosten					0,715						0,715
Verwaltung	lfd. Kosten		0,512									0,512
	Summe	2,046	2,066	8,407	0,407	0,513	0,783	0,187	0,047	0,016	0,232	14,702

Tabelle 62: Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Allokationsprinzipien und -verfahren in Mrd. €

6.2.1 Gewichtsabhängig verursachte Kosten (AASHO)

Als gewichtsabhängig verursachte Kosten werden die Abschreibung (Erhaltung) der Deck-, Binder- und Tragschicht sowie die zugehörigen Anteile der Unterhaltung definiert. Die jeweilige Fahrleistung der Fzg.-Kategorie auf dem betrachteten Abschnitt wird mit den jeweiligen Achslastäquivalenzziffern multipliziert und so die lastäquivalente Fahrleistung ermittelt. Die Summe der gewichtsabhängig verursachten Kosten auf dem Abschnitt wird durch die Summe der lastäquivalenten Fahrleistung aller Fzg.-Kategorien geteilt und der einzelnen Fzg.-Kategorie entsprechend ihrem Anteil an der Summe der lastäquivalenten Fahrleistung zugeordnet. Die der Fzg.-Kategorie zugeordneten Kosten werden anschließend wiederum durch die tatsächliche (nicht lastäquivalente) Fahrleistung der Fzg.-Kategorie geteilt und somit als Kosten pro Fahrzeug-km auf dem Abschnitt ausgewiesen. Über alle Abschnitte bzw. Sektoren fahrleistungsgewichtet ergibt sich für die gewichtsabhängig verursachten Kosten der gewichtete Mautsatzanteil im Netz.

6.2.2 Gewichtsabhängig veranlasste Kosten

Für die Aufteilung der **gewichtsabhängig veranlassten Kosten von Brücken** werden die Fahrleistungen der jeweiligen Fzg.-Kategorie mit den Gewichtsäquivalenzziffern multipliziert. Die Kosten werden entsprechend den Anteilen der jeweiligen Fzg.-Kategorie an der Summe der gewichtsäquivalenten Fahrleistung auf die Fzg.-Kategorie verteilt und durch die tatsächliche (nicht gewichtsäquivalente) Fahrleistung der Fzg.-Kategorie geteilt und somit als Kosten pro Fahrzeug-km auf dem Abschnitt ausgewiesen. Über alle Abschnitte bzw. Sektoren fahrleistungsgewichtet ergibt sich für die gewichtsabhängig veranlassten Kosten von Brücken der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

Die Aufteilung der **gewichtsabhängig veranlassten Kosten des Oberbaus** wird anhand der für die jeweilige Fzg.-Kategorie erforderlichen Mindestdicke der Tragschicht durchgeführt. Grundlage für die Bestimmung der Mindestdicke der Tragschicht, welche die jeweilige Fzg.-Kategorie auf dem Abschnitt erfordert, bildet die Dimensionierungsvorschrift der RStO-12. Anhand der Belastungszahl B wird die Straßenbauklasse und damit der Aufbau der Straße festgelegt.

Zunächst wird die Mindestdicke der Tragschicht für jede Fzg.-Kategorie mit ihrer spezifischen Achslastäquivalenzziffer bzw. einem Kollektiv verschiedener Fzg.-Kategorien und der Fahrleistung je Fzg.-Kategorie im Abschnitt ermittelt. Die Kosten für den Neubau (Zinskosten) werden dann entsprechend dem Verhältnis der Mindestdicke für die jeweilige Fzg.-Kategorie und der Summe der für alle Fzg.-Kategorien (Fahrzeugkollektiv) erforderlichen Mindestdicken zugeteilt. Dabei wird sukzessive das Fahrzeugkollektiv beginnend mit der Fzg.-Kategorie mit der höchsten Achslastäquivalenzziffer erweitert und für jedes neue Fahrzeugkollektiv die Mindestdicke im Abschnitt bestimmt. Die jeweilige Erhöhung der Mindestdicke durch die Erweiterung des Fahrzeugkollektivs durch eine weitere Fzg.-Kategorie gibt die durch diese Fzg.-Kategorie veranlasste Erhöhung und

somit die durch diese Fzg.-Kategorie veranlassten Kosten wieder. Die Teilung der so der jeweiligen Fzg.-Kategorie zugeordneten Kosten durch die tatsächliche (nicht gewichtete) Fahrleistung dieser Fzg.-Kategorie ergibt die Kosten der Fzg.-Kategorie pro Fahrzeug-km.

6.2.3 Durch Lärmemission veranlasste Kosten

Den durch Lärmemission veranlassten Kosten sind die Neubaukosten (Zins) und Erhaltung (Abschreibung) der Lärmschutzbauwerke zugeordnet. Die jeweilige Fahrleistung der Fzg.-Kategorie auf dem betrachteten Abschnitt wird mit den jeweiligen Lärmäquivalenzziffern multipliziert und so die lärmäquivalente Fahrleistung ermittelt. Die Summe der durch Lärmemission veranlassten Kosten auf dem Abschnitt wird durch die Summe der lärmäquivalenten Fahrleistung aller Fzg.-Kategorien geteilt und der einzelnen Fzg.-Kategorie entsprechend ihrem Anteil an der Summe der lärmäquivalenten Fahrleistung zugeordnet. Die der Fzg.-Kategorie zugeordneten Kosten werden anschließend wiederum durch die tatsächliche (nicht lärmäquivalente) Fahrleistung der Fzg.-Kategorie geteilt und somit als Kosten pro Fahrzeug-km auf dem Abschnitt ausgewiesen. Über alle Abschnitte bzw. Sektoren fahrleistungsgewichtet ergibt sich für die durch Lärmemission veranlassten Kosten der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

6.2.4 Kapazitätsabhängig veranlasste Kosten

Die Allokation der kapazitätsabhängig veranlassten Kosten erfolgt in gleicher Weise wie bei den oben bereits dargestellten Verfahren unter Anwendung von über Äquivalenzziffern gewichteten Fahrleistungen je Fzg.-Kategorie im jeweils betrachteten Abschnitt. Hierfür werden Kapazitätsäquivalenzziffern verwendet.

6.2.5 Proportional veranlasste Kosten

Die Aufteilung der proportional zu verteilenden Kosten erfolgt ausschließlich anhand der Fahrleistung der Fzg.-Kategorien in den betrachteten Abschnitten (also ohne Anwendung von Äquivalenzziffern). Die entsprechenden Kosten werden dazu lediglich durch die tatsächliche Gesamtfahrleistung geteilt. Es ergibt sich der Kostenanteil pro Fahrzeug-km.

6.2.6 Zusammenstellung der Kostenallokation nach Fahrzeugtypen und Allokationsprinzipien

Nachfolgend sind die nach den Fzg.-Kategorien allokierten Kosten nach Allokationsverfahren zusammenfassend dargestellt.

Berechnung der Wegekosten für 2023 bis 2027

Endbericht Dezember 2021

Alfen • AVISO

Fzg.-Kategorie	gewichtsabhängig verursacht (AASHO)	Proportional	kapazitätsabhängig	gewichtsabhängig veranlasst		System Lkw		System Pkw	System Lkw<7,5t	Lärmemission	Summe
				nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)	Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional		
PKW und Kombi		1,639	5,214					0,047		0,121	7,021
Motorräder (KRAD)		0,019	0,035					0,000		0,005	0,059
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)		0,110	0,393						0,011	0,009	0,523
Busse	0,124	0,006	0,050	0,013	0,014				0,001	0,001	0,208
Lkw über 3,5t bis <7,5t		0,048	0,232		0,001				0,004	0,006	0,292
Lkw 2 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,006	0,006	0,026	0,004	0,000	0,025	0,002			0,001	0,069
Lkw 2 Achsen und zGG ab 12t bis ≤ 18t	0,040	0,008	0,064	0,009	0,003	0,034	0,004			0,002	0,164
Lkw 2 Achsen und zGG über 18t	0,005	0,001	0,010	0,001	0,000	0,005	0,001			0,000	0,024
Lkw 3 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000			0,000	0,005
Lkw 3 Achsen und zGG ab 12t bis ≤ 18t	0,001	0,001	0,005	0,001	0,000	0,002	0,000			0,000	0,009
Lkw 3 Achsen und zGG über 18t	0,080	0,009	0,090	0,016	0,005	0,040	0,005			0,003	0,249
Lkw 4 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000			0,000	0,006
Lkw 4 Achsen und zGG ab 12t bis ≤ 18t	0,000	0,001	0,007	0,001	0,000	0,003	0,000			0,000	0,013
Lkw 4 Achsen und zGG über 18t	0,119	0,014	0,153	0,028	0,008	0,049	0,010			0,005	0,387
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,001
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 12t bis ≤ 18t	0,000	0,001	0,006	0,001	0,000	0,002	0,000			0,000	0,010
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG über 18t	1,671	0,201	2,116	0,334	0,481	0,619	0,164			0,076	5,662
Summe	2,046	2,066	8,407	0,407	0,513	0,783	0,187	0,047	0,016	0,232	14,702

Tabelle 63: Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Fzg.-Kategorie und Allokationsverfahren in Mrd. €

6.3 Gewichtete Kosten pro Fzg.-Kategorie

Werden die den jeweiligen Fzg.-Kategorien zugeordneten Kosten durch die jeweiligen Fahrleistungen dividiert, ergeben sich die gewichteten Kosten für die jeweilige Fahrzeugkategorie. Diese können zugleich als sachgerechte Sätze für einen potenziell zu erhebenden Mautteilsatz Infrastruktur angesehen werden.

Fzg.-Kategorie	Summe [Mrd.€]	Fahrleistung [Mrd. Fzkm]	Kosten pro Fzkm [€/Fzkm]
PKW und Kombi*	7,021	306,053	0,023
Motorräder (KRAD)*	0,059	3,306	0,018
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)*	0,523	20,372	0,026
Busse*	0,208	1,096	0,189
Lkw über 3,5t bis <7,5t*	0,292	8,851	0,033
Lkw 2 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,069	1,023	0,068
Lkw 2 Achsen und zGG ab 12t bis <18t	0,164	1,388	0,118
Lkw 2 Achsen und zGG ab 18t	0,024	0,218	0,111
Lkw 3 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,005	0,081	0,057
Lkw 3 Achsen und zGG ab 12t bis <18t	0,009	0,125	0,075
Lkw 3 Achsen und zGG ab 18t	0,249	1,694	0,147
Lkw 4 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,006	0,076	0,075
Lkw 4 Achsen und zGG ab 12t bis <18t	0,013	0,152	0,088
Lkw 4 Achsen und zGG ab 18t	0,387	2,468	0,157
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,001	0,012	0,063
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 12t bis <18t	0,010	0,143	0,071
Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 18t	5,662	36,667	0,154
Summe	14,702	383,723	0,038

Tabelle 64: Jährlicher Durchschnitt der Wegekosten, Fahrleistung und Kosten pro Fahrzeug-km an Bundesfernstraßen 2023 bis 2027 nach Fzg.-Kategorie

* Die ausgegraut dargestellten Fahrzeuggruppen unterliegen keiner Mautpflicht. Die Darstellung ist rein informativ.

7 Externe Kosten verkehrsbedingter Luftverschmutzung und Lärmbelastung

Grundsätzlich ist gemäß der Richtlinie 1999/62/EG (in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1) der Nachweis zur Anlastbarkeit der externen Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung zu führen. Der Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG (in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1) legt hier Höchstbeträge der gewogenen durchschnittlichen Gebühr fest (maximal anlastbare Kosten). Diese maximal anlastbaren Kosten sind den verursachten Kosten gegenüberzustellen und lediglich der jeweils geringere Betrag darf angelastet werden.

Daher wurden zunächst die durch Luftverschmutzung und Lärmbelastung verursachten Kosten auf Grundlage der aktualisierten Fahrleistungen und weiterer Datensätze ermittelt. Diese verursachten Kosten wurden dann den maximal anlastbaren Kosten gegenübergestellt.

7.1 Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

7.1.1 Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten

Die angewandte Methodik zur Berechnung der durch den Straßenverkehr verursachten Kosten der Luftverschmutzung gemäß der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, hat sich gegenüber der WKR2018 nicht verändert.

Die Formel zur Berechnung der verkehrsbedingten Luftverschmutzung gemäß der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, lautet wie folgt:

$$PCV_{ij} = \sum_k EF_{ik} \times PC_{jk} \quad (2)$$

Es bedeuten:

PCV_{ij} - Kosten der Luftverschmutzung durch ein Fahrzeug der Klasse i auf einer Straße der Kategorie j (€/Fzkm)

EF_{ik} - Emissionsfaktor des Schadstoffes k und der Fahrzeugklasse i (g/Fzkm)

PC_{jk} - monetäre Kosten des Schadstoffes k für eine Straße der Kategorie j (€/g)

Die verursachten Kosten durch Luftverschmutzung berechnen sich - vereinfacht ausgedrückt - aus der Multiplikation eines Emissionsfaktors in g/Fzkm mit einem Kostenansatz in €/g (je Fahrzeuggruppe und Straßenklasse). Damit beschränkt sich die Berechnung bei den Luftschadstoffen auf die **Emissionsseite**. Die Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, ermöglicht die Klassifizierung der Straßen in Vorstadtstraßen (einschl. BAB) und Fernstraßen (einschl. BAB) mit unterschiedlich hohen Kostensätzen. Die Luftschadstoffkomponenten, die in die

Berechnungen einzubeziehen sind, ergeben sich aus der Richtlinie 2001/81/EG zur Erstellung nationaler Emissionsinventare (NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃, PM10/PM2.5.).

Berechnungsverfahren bzw. Datenbasen für Emissionsfaktoren werden in der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, vorgeschlagen, können aber, ebenso wie die Kostensätze, von den einzelnen Mitgliedstaaten in eigener Regie gewählt werden, wenn sie wissenschaftlich nachgewiesen sind. Die so ermittelten Werte dürfen jedoch die in nachstehender Tabelle 65 aufgeführten spezifischen Kosten für die einzelnen Schadstoffklassen nicht überschreiten. Die hier aufgeführten Kostensätze haben den Stand der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1.

Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung		
Cent/Fahrzeugkilometer	Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)
EURO 0	17,8	13,3
EURO I	12,2	8,9
EURO II	10,0	7,8
EURO III	7,8	6,7
EURO IV	4,5	3,4
EURO V nach dem 31. Dezember 2013	0	0
	3,4	2,3
EURO VI nach dem 31. Dezember 2017	0	0
	2,3	1,2
Umweltfreundlicher als EURO VI	0	0

Tabelle 65: Höchstbeträge³³ für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1

7.1.2 Angewendetes Berechnungsverfahren

Das angewendete Verfahren zur Berechnung der durch Luftverschmutzung verursachten Kosten und der anschließenden Überprüfung der Anlastbarkeit ist in der folgenden Abbildung 14 dargestellt. Die Emissionsberechnungen wurden mit dem von AVISO entwickelten und ständig

³³ Die Werte dürfen in Bergregionen höchstens verdoppelt werden, wenn dies durch die Straßenneigung, die geografische Höhe und/oder Temperaturinversionen gerechtfertigt werden kann.

fortgeschriebenen Programmsystem *roadTEIM* (AVISO, 2020) durchgeführt. Das dort umgesetzte Emissionsmodell entspricht der VDI 3782, Bl. 7 (VDI, 2020) und damit dem aktuellen Wissensstand.

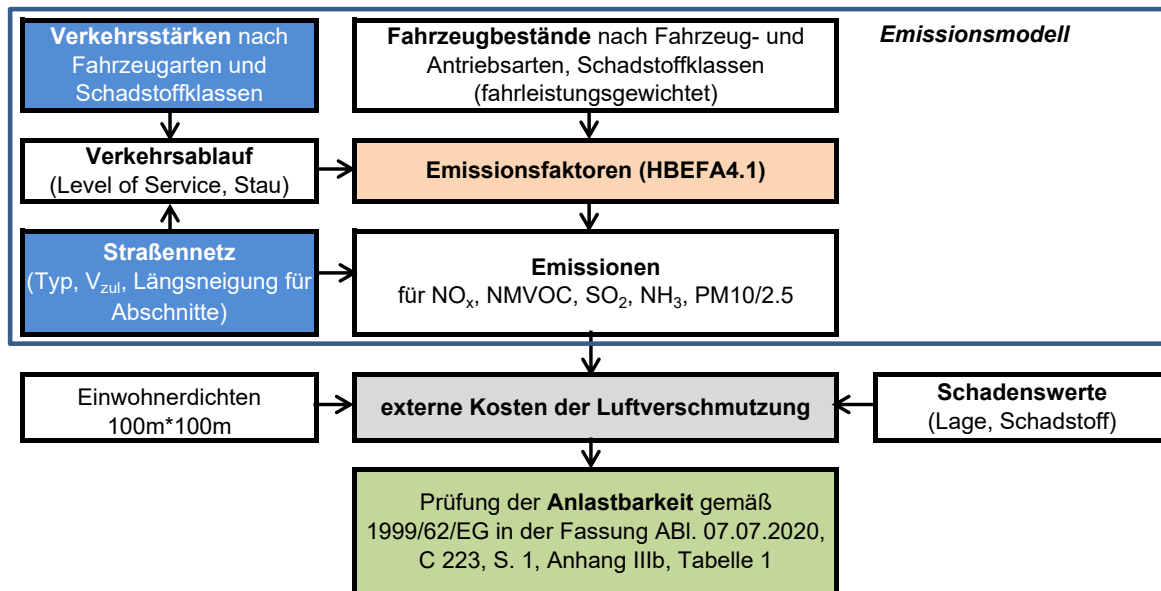


Abbildung 14: Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

1. Grundlagen Emissionsberechnung

Zentrale Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen stellt in Deutschland und anderen europäischen Ländern das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in der gegenüber der WKR2018(alt) aktualisierten Version 4.1 (HBEFA 4.1, Stand 2019) dar.

Die HBEFA 4.1-Datenbank enthält pro Fahrzeugkategorie für einzelne Fahrzeugschichten (unterschieden nach Motorkonzept, Euronormstufe, Gewichtsklasse, Steigungsklasse, etc.) und pro Verkehrssituation sogenannte Schichtemissionsfaktoren für verschiedene reglementierte und nicht-reglementierte Abgaskomponenten und erstmals auch Emissionsfaktoren für Abriebe (Bremsen, Reifen, Straße). Die Schichtemissionsfaktoren geben die charakteristischen spezifischen Emissionen für definierte Verkehrssituationen in $g/(Fz \cdot km)$ an. Die Schichtemissionsfaktoren aus HBEFA 4.1 liegen im Vergleich zur Version HBEFA 3.3 zum Teil deutlich höher, da für die neue Version 4.1 grundlegende Aktualisierungen durchgeführt wurden und umfangreiche neue Messdaten zur Verfügung standen.

Im HBEFA 4.1 sind zur Ermittlung der Emissionsfaktoren je Fahrzeugart typische bundesmittlere Flottenzusammensetzungen für BAB, Außerortsstraßen und Innerortsstraßen hinterlegt, die für das Bundesfernstraßennetz genutzt werden können. Die zugrundeliegenden dynamischen

(fahrleistungsgewichteten) Flotten werden aus den statischen (beim Kraftfahrt-Bundesamt gemeldeten) Fahrzeugbeständen bestimmt und wurden gegenüber der Vorgängerversion aktualisiert.

Für die Gruppe der Lkw $\geq 7,5$ t zGG liegen die realen Verteilungen nach Schadstoffklassen aus den Daten zum Mautverkehr 2018 bis 2020 vor. Die im HBEFA 4.1 enthaltenen Lkw-Flotten für BAB und Außerortsstraßen wurden für das Jahr 2020 differenziert nach Gewichtsklassen an die real erhobenen Verteilungen nach Schadstoffklassen der Mautverkehre angepasst. Ausgehend von diesen Flottenzusammensetzungen wurden auch die Flottenzusammensetzungen der Lkw $\geq 7,5$ t zGG für die Prognosejahre 2023 bis 2027 angepasst. Für die übrigen Fahrzeugarten wurden die mittleren Flottenzusammensetzungen für das Bundesgebiet aus HBEFA 4.1 für die Jahre 2023 bis 2027 unverändert übernommen.

2. Wert-/Kostensätze

Im Rahmen der WKR2018 wurden Ergebnisse von Untersuchungen des Umweltbundesamtes zur ökonomischen Bewertung von Umweltschäden, die auch die externen Luftschadstoff- und Lärmkosten des Verkehrs enthalten, verwendet. Diese Daten sind in der sog. „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“ zusammengefasst (UBA, 2012). Mittlerweile liegt eine neue Version 3.0 der Methodenkonvention vor (UBA 2019), die aktualisierte Kostensätze enthält. Diese wurden den aktuellen Berechnungen der verursachten Kosten zugrunde gelegt und können der nachstehenden Tabelle 66 entnommen werden. Die Schadenkosten beinhalten Gesundheits-, Material- und Ernteschäden sowie Biodiversitätsverluste.

Umgebung	Gesundheitsschäden				Nichtgesundheitliche Schäden
	Unbekannt	Urban	Suburban	Ländlich	
PM _{2.5}	59.700	242.500	70.000	41.100	0
PM _{coarse}	1.000	4.700	1.200	600	0
PM ₁₀	6.800	28.500	8.000	4.600	0
NO _x	15.000	15.000	15.000	15.000	3.500
SO ₂	14.200	14.200	14.200	14.200	1.400
NMVOG	1.200	1.200	1.200	1.200	1.000
NH ₃	23.000	23.000	23.000	23.000	10.300

Tabelle 66: Kostensätze für Luftschadstoffe³⁴ aus dem Straßenverkehr in €₂₀₁₆/t
Quelle: UBA, 2019

³⁴ Die Kategorien Urban, Suburban und Ländlich unterscheiden sich nach der Bevölkerungsdichte (Urban > 1.500, 300 < Suburban < 1.500, Ländlich < 300), Annahme: PM₁₀ besteht zu 10% aus PM_{2.5} und zu 90% aus PM_{coarse}. Für NO_x und SO₂ bilden die Kosten die Schäden durch sekundäre Feinstaubbildung ab.

7.1.3 Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

Die zusammengefassten Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 67 und Abbildung 15 dargestellt. Die verursachten externen Luftschadstoffkosten aller Fahrzeuge (Kfz) belaufen sich für 2023 auf den Bundesfernstraßen insgesamt auf etwa 4,3 Mrd. €, wovon auf die mautpflichtigen Lkw $\geq 7,5t$ zGG rund 23% entfallen. Aufgrund der stetigen Flottenerneuerung sinken die verursachten externen Luftschadstoffkosten trotz Fahrleistungszuwächsen bis 2027 auf ca. 3,3 Mrd. € ab, wobei der Anteil, der durch mautpflichtige Lkw verursachten Luftschadstoffkosten an den gesamten Luftschadstoffkosten, im Jahr 2027 etwas ansteigt auf 31%.

Die nach Tabelle 1 des Anhangs IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 maximal anlastbaren Kosten (ohne räumliche Differenzierung, d.h. Höchstsätze für Fernstraßen) liegen 2023 bei 59% der verursachten Kosten der Lkw $\geq 7,5t$ zGG. Dieser Anteil fällt nur geringfügig in den Jahren bis 2027 auf 57%.

Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2023 bis 2027 liegt die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 58%.

Luftschadstoffkosten in Mio. €/a					
				ohne örtlicher Differenzierung	
Jahr	Kfz Gesamt	Lkw $\geq 7,5t$	Anteil Lkw $\geq 7,5t$	für Lkw $\geq 7,5t$ nach Richtlinie anlastbar	Kostendeckung ggü. verursachten Kosten
Bundesfernstraßen					
2023	4.321,0	972,9	23%	569,7	59%
2024	4.018,7	970,6	24%	567,0	58%
2025	3.752,2	976,9	26%	566,6	58%
2026	3.513,5	990,6	28%	568,5	57%
2027	3.303,9	1.008,1	31%	571,0	57%
mittlere jährliche Kosten 2023-2027					
	3.781,9	983,8	26%	568,5	58%

Tabelle 67: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen³⁵ (ohne räumliche Differenzierung bei den anlastbaren Kosten gemäß Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1)

³⁵ Preisstand der berechneten verursachten Kosten ist 2016 (aus UBA Methodenkonvention 3.0) fortgeschrieben auf 2020, bei den anlastbaren Kosten ist kein Preisstand angegeben.

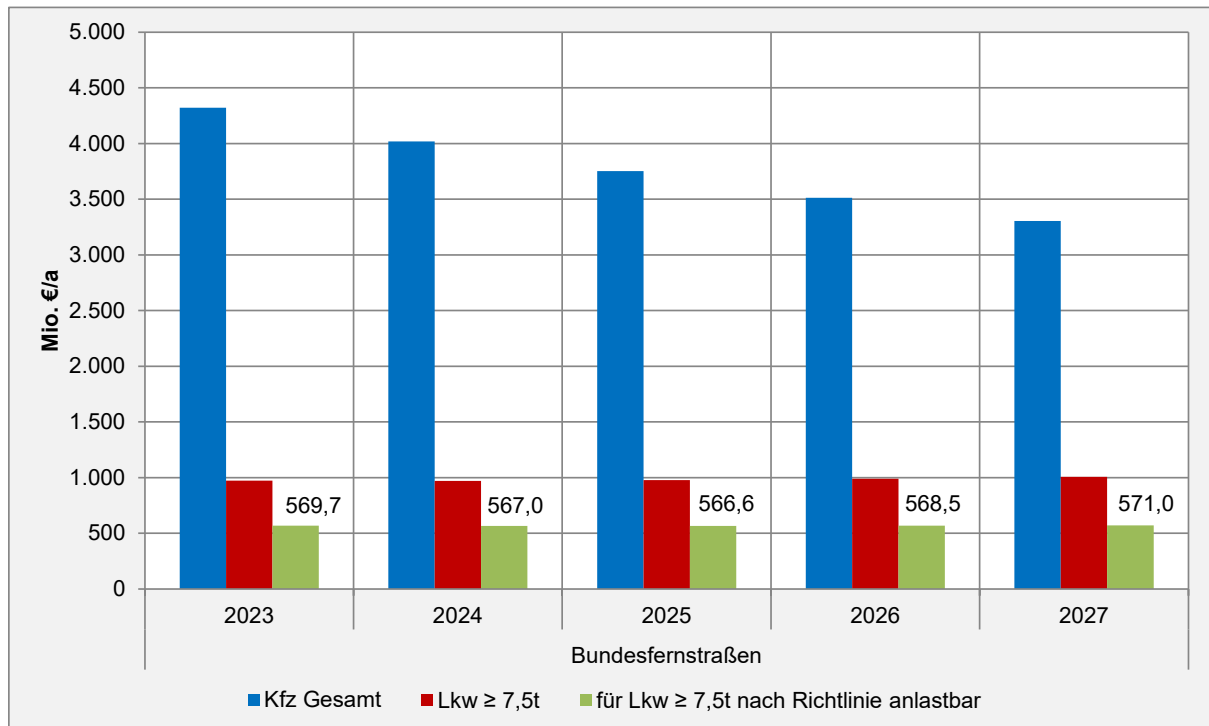


Abbildung 15: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen (ohne räumliche Differenzierung bei den anlastbaren Kosten gemäß Anhang IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1)

Nachstehende Abbildung 16 zeigt die Unterschiede der auf die Fahrleistung bezogenen gewogenen Kostensätze der verursachten Kosten aus den Berechnungen im Vergleich zu den anlastbaren Kostenansätzen gemäß der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 für die mautpflichtigen Lkw ≥ 7,5t zGG.

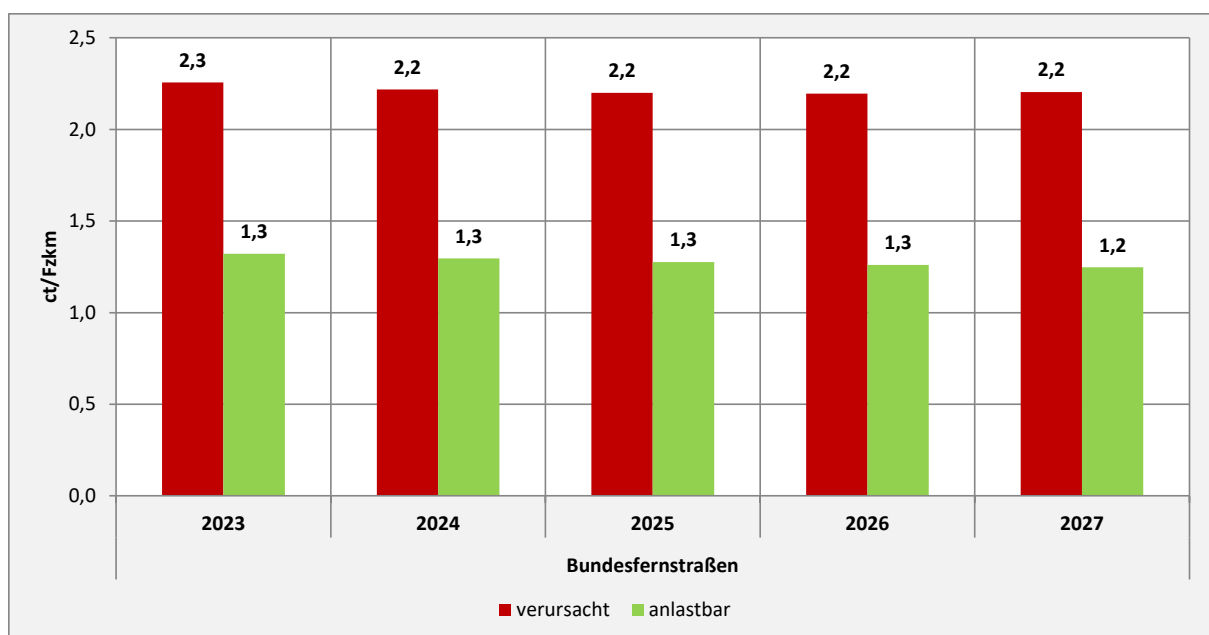


Abbildung 16: Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw ≥ 7,5t zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar

7.2 Ermittlung externer Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung

7.2.1 Vorgaben der Richtlinie zur Ermittlung der verursachten Kosten

Die angewandte Methodik zur Berechnung der durch den Straßenverkehr verursachten Kosten durch Lärmbelastung gemäß der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, hat sich gegenüber der WKR2018 nicht verändert.

Die Formel zur Berechnung der verkehrsbedingten Lärmbelastung gemäß der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, kann wie folgt zusammengefasst werden:

(3)

$$NCV_j \text{ (täglich)} = e \times \sum_k NC_{jk} \times POP_k / WADT$$

$$NCV_j \text{ (Tag)} = a \times NCV_j$$

$$NCV_j \text{ (Nacht)} = b \times NCV_j$$

Es bedeuten:

NCV_j - Kosten der Lärmbelastung durch ein schweres Nutzfahrzeug auf einer Straße der Kategorie j (€/Fzkm)

NC_{jk} - Kosten der Lärmbelastung je Person, die auf einer Straße der Kategorie j Lärm des Pegels k ausgesetzt ist (€/Person)

POP_k -Zahl der Einwohner, die dem täglichen Lärmpegel k pro Kilometer ausgesetzt sind (Personen/km)

WADT-gewogenes durchschnittliches tägliches Verkehrsvolumen (Pkw-Äquivalent)

a und b -Gewichtungsfaktoren, die vom Mitgliedsstaat so festgelegt werden, dass die daraus resultierende gewogene durchschnittliche Lärmgebühr pro Fzkm NCV_j (täglich) nicht überschreitet

e - Äquivalenzfaktor zur Umrechnung zwischen schweren Nutzfahrzeugen und Pkw; höchstens 4

Das Verfahren zur Berechnung der verursachten Lärmkosten stellt sich komplexer dar als bei den Luftschadstoffen. Es wechselt hier auf die **Immissions-/Rezeptorseite**, bezieht also die Lärmbetroffenheit (Anzahl Einwohner, die mit einem bestimmten Lärmpegel belastet sind) mit ein. Die Lärmwirkungsforschung gibt ab einem Pegelwert von 45 dB(A) Lärmkostensätze an, so dass Betroffene erst ab diesem Schallpegel in die Berechnung der externen Lärmbelastungskosten eingehen.

Auch bei der Lärmbelastung heißt es in der Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, dass die Berechnungsverfahren, ebenso wie die Kostensätze, von den einzelnen Mitgliedstaaten in eigener Regie gewählt werden können, wenn sie wissenschaftlich nachgewiesen sind. Die so ermittelten Werte dürfen jedoch die in nachstehender Tabelle 68 ausgewiesenen spezifischen Kosten für die genannten Zeitbereiche nicht überschreiten. Die aufgeführten Kostensätze haben den Stand der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1.

Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Lärmbelastung		
Cent/Fahrzeugkilometer	Tag	Nacht
Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	1,22	2,22
Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)	0,23	0,34

Tabelle 68: Höchstbeträge³⁶ für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1

7.2.2 Angewendetes Berechnungsverfahren

Bereits für die WKR2013 und WKR2018 wurde ein vereinfachtes, aber netzabdeckendes Lärmberechnungsverfahren gewählt, um für das hier betrachtete Netz der Bundesfernstraßen eine Abschätzung der verursachten Kosten durch die verkehrsbedingte Lärmbelastung durchzuführen. Das Verfahren für die Ermittlung ist in seinen Grundzügen in nachfolgender Abbildung 17 skizziert.

³⁶ Die Werte dürfen in Bergregionen höchstens verdoppelt werden, wenn dies durch die Straßenneigung, die geografische Höhe und/oder Temperaturinversionen gerechtfertigt werden kann.

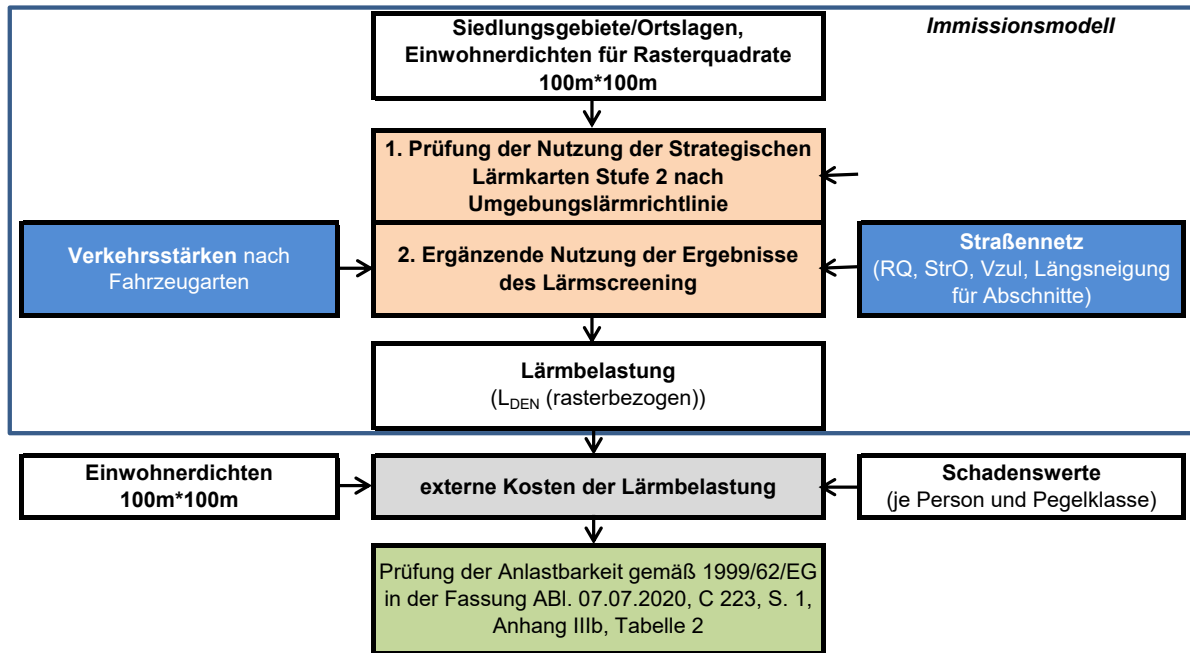


Abbildung 17: Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung

1. Berechnungsmethode

Es wurden analog zur WKR2018 für die vom Straßenverkehr verursachte Lärmbelastung Daten verwendet, die bereits in der WKR2013 mittels eines aufwändigen, das gesamte Bundesfernstraßennetz abdeckenden Lärmscreenings ermittelt worden waren. Wegen der logarithmischen Abhängigkeit zwischen Lärm und Verkehr führen Veränderungen der Verkehrsbelastungen, wie sie sich hier für das Bundesfernstraßennetz ergeben, nur zu vergleichsweise geringen Veränderungen der Lärmpegel. Zudem stehen weiterhin aus der EU-Umgebungslärmkartierung (Stand 2017) keine vollständigen Daten zur Lärmbelastung durch Straßenverkehr auf den Bundesfernstraßen zur Verfügung. Zum einen werden nur Lärmdaten ab der Pegelklasse >55 dB(A) ausgewiesen und zum anderen wird außerhalb der Ballungsräume nicht das vollständige Straßennetz betrachtet.

Die berechneten, vom Straßenverkehr verursachten Lärmpegel wurden mit im 100m x 100m-Raster vorliegenden Einwohnerdaten mittels eines geographischen Informationssystems (GIS) räumlich verschnitten. Im Ergebnis liegt für jede resultierende Teilfläche ein Wertepaar bestehend aus dem mittleren L_{DEN} und den betroffenen Einwohnern vor. Diese Daten wurden mit den BISStra-Sektoren des aktuell verwendeten BISStra-Netzes verschnitten, diesen dann längengewichtet zugewiesen und bildeten damit die Grundlage zur Ermittlung der verursachten Kosten.

2. Wert-/Kostensätze

Ebenso wie bei den Luftverschmutzungskosten sind Verfahren zur Berechnung der Kosten der Lärmbelastung sowohl national als auch international in verschiedenen Anwendungsbereichen etabliert (vgl. z.B. UBA 2019, DG MOVE 2019). Entsprechend finden sich auch aktuelle Kostensätze für die Lärmexposition differenziert nach L_{DEN} -Pegelklassen³⁷ in der bereits erwähnten „Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten“ (UBA, 2019), die der nachstehenden Tabelle 69 entnommen werden können. Diese Kostensätze stellen einen aktuelleren Stand dar als die in der WKR2018 verwendeten Kostensätze aus der Methodenkonvention 2.0. Die Kostensätze repräsentieren im Wesentlichen die Kosten für die Vermeidung/Verminderung von Gesundheitsschäden und sonstigen Belästigungswirkungen (direkte und indirekte (Folge)kosten).

L_{DEN} in dB(A)	45	50	55	60	65	70	75	>75
€/ (Person*a)	0	28	60	111	186	291	432	618

Tabelle 69: Externe Kostensätze der Lärmeinwirkung p.a. und exponierter Person in €₂₀₁₆
 Quelle: UBA 2019

7.2.3 Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung

Die Berechnungen der verursachten Kosten auf Basis der oben ausgewiesenen Kostensätze wurden für das Jahr 2023 durchgeführt und sind in Tabelle 70 ausgewiesen. Wie bereits erläutert, ergeben sich nur sehr geringe Veränderungen der Lärmbelastung aufgrund der Fahrleistungsentwicklung 2023 bis 2027, daher können die für das Jahr 2023 ermittelten verursachten Kosten näherungsweise auch für die Folgejahre angesetzt werden.

Neben den verursachten Lärmbelastungskosten sind in der nachstehenden Tabelle 70 sowie der Abbildung 18 auch die gemäß Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 maximal anlastbaren Kosten (ohne räumliche Differenzierung) ausgewiesen.

Von den für 2023 insgesamt berechneten verursachten Kosten von ca. 2,3 Mrd. € für die Bundesfernstraßen insgesamt entfallen 19 % auf die mautpflichtigen Lkw $\geq 7,5t$ zGG³⁸. Davon anlastbar sind etwa 20% durch die in der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABI. 07.07.2020, C 223, S. 1 festgelegten Maximalsätze (ohne räumliche Differenzierung, Maximalsätze für Fernstraßen/Tag).

³⁷ L_{DEN} = Tag-Abend-Nacht-Lärmindex, angegeben in dB(A),
 dB(A) = Mit der A-Bewertungsfilterkurve bewerteter Schalldruckpegel; die A-Kurve gibt das für Verkehrsgeräusche typische Frequenzspektrum für das menschliche Ohr am besten wieder.

³⁸ Die Kosten der Lkw $\geq 7,5t$ zGG wurden aus den Gesamtkosten mit Hilfe von Lärmgewichtungsfaktoren und den Fahrleistungsanteilen abgeleitet. Die entsprechenden Faktoren betragen für Lkw $\geq 7,5t$ zGG 4, bezogen auf Pkw=1.

Lärmbelastungskosten in Mio. €/a					
				ohne örtlicher Differenzierung	
Jahr	Kfz Gesamt	Lkw ≥ 7,5t	Anteil Lkw ≥ 7,5t	für Lkw ≥ 7,5t nach Richtlinie anlastbar	Kostendeckung ggü. verursachten Kosten
Bundesfernstraßen					
2023	2.265,4	421,9	19%	86,3	20%
2024				87,5	
2025				88,8	
2026				90,2	
2027				91,5	
mittlere jährliche Kosten 2023-2027				88,9	

Tabelle 70: Externe Kostender verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen³⁹

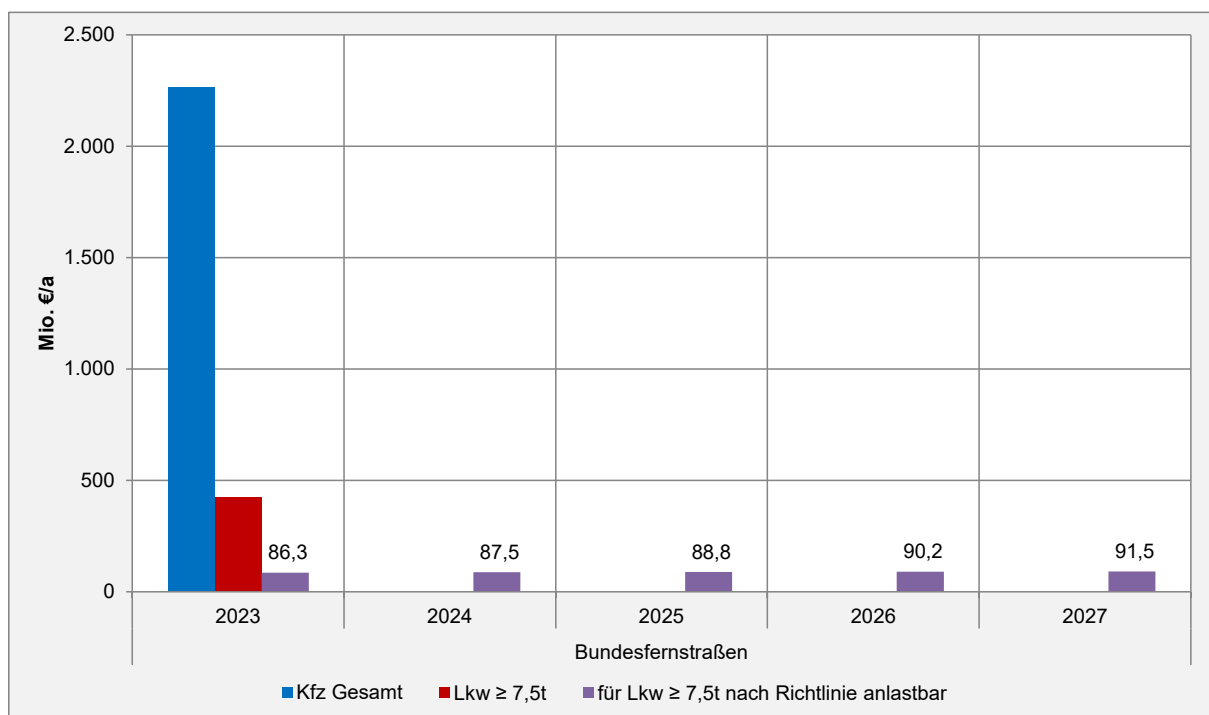


Abbildung 18: Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen⁴⁰

³⁹ Preisstand der berechneten Kosten ist 2016 (UBA Methodenkonvention 3.0) fortgeschrieben auf 2020, bei den anlastbaren Kostensätzen ist kein Preisstand angegeben.

⁴⁰ Es ergeben sich nur sehr geringe Veränderungen der Lärmbelastung aufgrund der Fahrleistungsentwicklung 2023 bis 2027. Daher wurde für die Jahre 2024 bis 2027 von entsprechenden detaillierten Berechnungen abgesehen, da näherungsweise die im Jahr 2023 verursachten Kosten auch für die Folgejahre angesetzt werden können.

Die auf die Fahrleistung bezogenen, mittleren Kostensätze für Lkw $\geq 7,5t$ zGG aus den Berechnungen der verursachten Kosten belaufen sich auf 1,0 Cent pro Fahrzeug und Kilometer auf den Bundesfernstraßen insgesamt und liegen damit höher als in der WKR2018. Der Grund dafür ist vor allem bei den aktuellen Kostensätzen aus der Methodenkongvention 3.0 (UBA 2019) zu sehen, die höher liegen als die in der WKR2018 verwendeten. Demgegenüber stehen die auf die Fahrleistung bezogenen, gemäß Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1 maximal anlastbaren Kostensätze von 0,23 ct/Fzkm auf Bundesfernstraßen (ohne räumliche Differenzierung, Höchstsatz für Fernstraßen/Tag).



8 Empfehlung für die Mautsätze und Mauteinnahmen

8.1 Empfehlungen zur Differenzierung der Mautsätze

Im Ergebnis der WKR2018 (siehe hierzu Kapitel 8.1 des Gutachtens zu WKR2018) wurde folgende Differenzierung der mautpflichtigen schweren Lkw ab 7,5t zGG vorgeschlagen und eingeführt:

- Lkw ab 7,5t bis <12t zGG
- Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG
- Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen
- Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen

Im Folgenden wird an dieser Differenzierung für die WKR2023 festgehalten.

8.2 Ermittlung und Empfehlung der Mautsätze für die mautpflichtigen Fahrzeuge

Die WKR2023 verfolgt den Zweck für die Jahre 2023 bis 2027 die Wegekosten zu ermitteln und für die mautpflichtigen Fahrzeugkategorien (Fahrzeuge ab 7,5t zGG) eine Kostendeckung zu erreichen. Aus den Angaben in Tabelle 64 und unter Berücksichtigung der zuvor dargestellten Differenzierung der mautpflichtigen Lkw ab 7,5t zGG wird der jeweilige Mautteilsatz Infrastruktur für die jeweilige Fahrzeugkategorie bestimmt. Hierzu werden die in Tabelle 64 aufgeführten 12 nach Gewicht und Anzahl der Achsen differenziert dargestellten Fahrzeugkategorien den unter Kapitel 8.1 zusammengeführten Fahrzeugkategorien zugeordnet. Die Wegekosten werden aufsummiert und zur Bestimmung des Mautteilsatzes Infrastruktur durch die Summe der Fahrleistungen der Fahrzeugkategorie dividiert (siehe Tabelle 71).

	Summe jährl. Durch- schnitt	Fahrleistung jährl. Durch- schnitt	Kosten pro Fzkm
Fzg.-Kategorie	[Mrd.€]	[Mrd. Fzkm]	[€-Cent/km]
Lkw ab 7,5t bis <12t zGG	0,080	1,191	6,7
<i>Lkw 2 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t</i>	<i>0,069</i>	<i>1,023</i>	
<i>Lkw 3 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t</i>	<i>0,005</i>	<i>0,081</i>	
<i>Lkw 4 Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t</i>	<i>0,006</i>	<i>0,076</i>	
<i>Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t</i>	<i>0,001</i>	<i>0,012</i>	
Lkw ab 12t bis einschließlich 18 t zGG	0,197	1,808	10,9
<i>Lkw 2 Achsen und zGG ab 12t bis 18t</i>	<i>0,164</i>	<i>1,388</i>	
<i>Lkw 3 Achsen und zGG ab 12t bis 18t</i>	<i>0,009</i>	<i>0,125</i>	
<i>Lkw 4 Achsen und zGG ab 12t bis 18t</i>	<i>0,013</i>	<i>0,152</i>	
<i>Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 12 bis 18t</i>	<i>0,010</i>	<i>0,143</i>	
Lkw >18t zGG und bis zu 3 Achsen	0,273	1,912	14,3
<i>Lkw 2 Achsen und zGG ab 18t</i>	<i>0,024</i>	<i>0,218</i>	
<i>Lkw 3 Achsen und zGG ab 18t</i>	<i>0,249</i>	<i>1,694</i>	
Lkw >18t zGG und mit 4 und mehr Achsen	6,048	39,135	15,5
<i>Lkw 4 Achsen und zGG ab 18t</i>	<i>0,387</i>	<i>2,468</i>	
<i>Lkw 5 und mehr Achsen und zGG ab 18t</i>	<i>5,662</i>	<i>36,667</i>	

Tabelle 71: Mautteilsatz Infrastruktur bei Gewährleistung der Wegekostendeckung in der Mautperiode 2023 bis 2027

Der von den mautpflichtigen Fahrzeugkategorien insgesamt zu entrichtende Mautsatz besteht neben dem Mautteilsatz Infrastruktur des Weiteren aus dem Mautteilsatz für die externen Kosten der Luftverschmutzung und einem Mautteilsatz zur Anlastung der externen Lärmkosten. Der **Mautteilsatz zur Anlastung der externen Kosten der Luftverschmutzung** (Mautteilsatz Luft) entspricht wie im Kapitel 6 dargestellt den aktuellen Höchstsätzen nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU in ihrer aktuellen Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1). Entsprechend kann eine örtliche Differenzierung und eine Differenzierung der Fzg.-Kategorien nach Euroschadstoffklassen erfolgen. Aufgrund der abnehmenden Bedeutung der Fahrzeuge mit Euro 0 und 1 wurde mit dem BMDV abgestimmt, diese Fahrzeuge wie auch schon in der WKR2018 nicht zu differenzieren.

Soweit wie bisher auf eine räumliche Differenzierung der Mautteilsätze Luft verzichtet werden soll, ergeben sich die aus Tabelle 72 ersichtlichen Aufschläge für externe Kosten der Luftverschmutzung.

Fahrzeugkategorie	Vorgeschlagene Mautteilsätze €Cent/Fzg.km
EURO 0, I	8,9
EURO II	7,8
EURO III	6,7
EURO IV	3,4
EURO V	2,3
EURO VI	1,2

Tabelle 72: Mögliche Mautteilsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU ohne räumliche Differenzierung

Der **Mautteilsatz zur Anlastung externer Kosten der Lärmbelastung** (Mautteilsatz Lärm) entspricht ebenfalls den Höchstsätzen des Anhangs IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in ihrer aktuellen Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1). Entsprechend der Richtlinie kann auch der Mautteilsatz für Lärm örtlich differenziert werden. Eine ebenfalls mögliche Differenzierung nach Tag und Nacht wurde als derzeit nicht praktikabel eingeschätzt und ebenfalls außen vor gelassen.

Soweit auch für den Mautteilsatz für externe Kosten der Lärmbelastung auf eine räumliche (und zeitliche) Differenzierung verzichtet werden soll, ergibt sich aus Gründen der Praktikabilität ein auf Zehntel-Cent gerundeter Betrag für die Anlastung der Kosten der Lärmbelastung von einheitlich 0,2 Cent/km.

8.3 Prognostizierte Mauteinnahmen für die Jahre 2023 bis 2027

Werden die in Tabelle 71 dargestellten möglichen Mautteilsätze Infrastruktur für die mautpflichtigen Fahrzeuggruppen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 7,5t als Mautteilsätze für die Infrastruktur und die Sätze für „Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)“ ohne erhöhte Aufschläge für Bergregionen und ohne Tag/Nacht-Differenzierung des Anhangs IIIb der Richtlinie 1999/62/EG in

ihrer aktuellen Fassung (ABl. 07.07.2020, C 223, S. 1) angesetzt, ergeben sich für das Netz der Bundesfernstraßen bei einer Einführung des Tarifsystems zum 1. Januar 2023 für den Gesamtzeitraum 2023 bis 2027 die in Tabelle 73 dargestellten Mauteinnahmen.

	Infrastrukturmaut	Einnahmen aus Aufschlag für Luft	Aufschlag für Lärm	Einnahmen Gesamt
Jahr	Mrd.€			
2023	6,471	0,570	0,086	7,127
2024	6,569	0,567	0,088	7,223
2025	6,667	0,567	0,089	7,323
2026	6,774	0,568	0,090	7,433
2027	6,873	0,571	0,092	7,535
Gesamt	33,354	2,843	0,444	36,641

Tabelle 73: Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2023 bis 2027 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2023

Literatur

- Alfen/AVISO/IVM* (WKR2013): Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017, Endbericht (WKR2013), März 2014.
- Alfen/AVISO/BUNG* (WKR2018): Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2023, Endbericht (WKR2018), März 2018.
- Balks* (2017): Balks, K.: Abschätzung der Kapitalkosten im Rahmen des Eisenbahnregulierungsgesetzes, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 88. Jg., 2017, S. 161-176.
- BASt* (2020): Verkehrsbarometer 2020 – Entwicklung des Straßenverkehrs auf Bundesfernstraßen nach Monaten (Stand 28.02.2021)
https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Statistik/Verkehrsdaten/Verkehrsbarometer.html
- Beckers et al.* (2009): Beckers, T., P. Klatt, G. Corneo und H. Mühlenkamp (2009): Zeitliche Homogenisierung und Berücksichtigung von Risiko im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Studie im Auftrag des Bundesrechnungshofes, Berlin und Speyer.
- Beckers et al.* (2016): Beckers, T., Lenz, A-K., Bieschke, N., Heurich, J., Hoffrichter, A., Wallbrecht, A. (2016): Bedeutung und Ermittlung von Kapitalkosten im Rahmen der Infrastrukturegulierung.
- BMVI* (2014): Verflechtungsprognose BVWP 2030.
- BMVI* (2020): <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/fernbusse-liberalisierung.html>
- BMW* (2020): Erholung verliert an Fahrt – Wirtschaft und Politik weiter im Zeichen der Pandemie; Gemeinschaftsdiagnose#2-2020, Herbst 2020, Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose i.A. des BMWi.
- BMDV* (2019): BMDV, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017 – 2018 – 2019.
- bosch&partner* (2013): Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben (LOS 2), FE-Nr. 24.0015/2011.
- BUNG/AVISO* (2013): Investitionskostenplausibilisierung und Umweltbewertung: Entwicklung eines kombinierten Verfahrens zur Abschätzung von Investitionskosten und zur Bewertung umwelt- und naturschutzfachlicher Wirkungen von Verkehrsinfrastrukturvorhaben in der Bundesverkehrswegeplanung“.
- Bundesregierung Herbstprojektion* (2020): Gesamtwirtschaftliches Produktionspotenzial und Konjunkturkomponenten, Datengrundlagen und Ergebnisse der Schätzungen der Bundesregierung, Stand: Herbstprojektion der Bundesregierung vom 30. Oktober 2020.
- Corneo* (2015): Corneo, G.: Volkswirtschaftliche Bewertung öffentlicher Investitionen, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft Berlin 2015/12.
- Destatis* (2020): Beförderte Personen, Beförderungsleistung (Personenfernverkehr mit Bussen): Deutschland, Jahre, Verkehrsart, Hauptverkehrsverbindung, Zugriff: 29.07.2020 / 15:39:52.
- Deutsche Bundesbank* (2020): Deutsche Bundesbank, Monatsbericht Dezember 2020, Perspektiven der deutschen Wirtschaft für die Jahre 2021 bis 2023

-
- DG MOVE* (2019): Handbook on the external costs of transport, Version 2019, European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Delft, January 2019.
- Elsner* (2019), Handbuch für Straßen und Verkehrswesen, Management des Straßenbetriebsdienstes.
- Europäische Zentralbank* (2020): European Central Bank: Eurosystem staff macroeconomic projections for the euro area, December 2020
- FGSV* (2009): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS.
- Goldmann* (2017): Goldmann, D.: Time-declinig riskadjusted social discount rates for trnsport planning, in: Transportation 2017.
- Hartwig* (2017): Hartwig, K.-H.: Abschätzung der Kapitalkosten im Rahmen des Eisenbahnregulierungsgesetzes - Kommentar, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 88. Jg., 2017, S. 177-180.
- HBEFA* (2019): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1.
- ITP, Intraplan, BAG* (2020a): Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr, Mittelfristprognose Winter 2019/20
- ITP, Intraplan, BAG* (2020b): Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr, Mittelfristprognose Sommer 2020
- KBA 2016*: Kraftfahrtbundesamt: Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2016, FZ 1
- KBA 2017*: Kraftfahrtbundesamt: Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2017, FZ 1
- KBA 2018*: Kraftfahrtbundesamt: Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2018, FZ 1
- KBA 2019*: Kraftfahrtbundesamt: Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2019, FZ 1
- KBA 2020*: Kraftfahrtbundesamt: Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2020, FZ 1
- Link* (2014): Link, H.: Ein Überblick zu methodischen Fragen der Wegekostenrechnung, Konferenz Verkehrsökonomik und -politik TU Berlin, 26./27 Juni 2014.
- Pfeifer & Mölter* (2008): Pfeifer, R. H. und Mölter, T. M. (2008): Handbuch Eisenbahnbrücken: Grundsätze für Planung und Konstruktion sowie Hinweise auf Bauverfahren; [Historie, Brückengruppen, Bauformen, Ausrüstungselemente, Behelfsbrücken, Bauverfahren].
- Prognos/IWW* (2002): Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr – Schlussbericht, im Auftrag des BMVI (FE-Nr. 96.693/2001), Basel und Karlsruhe, (WKR2002).
- ProgTrans/IWW* (2007): Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland – Endbericht, im Auftrag des BMVI, Referat A15, Berlin (A 15/315.4/7-02.2), Basel und Karlsruhe, (WKR2007).

SVZ (2015): BAST, Manuelle Straßenverkehrszählung 2015.

UBA (2012): Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten.

UBA (2020): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten.

VDI (2020): Verein Deutscher Ingenieure (2020): Umweltmeteorologie Kfz-Emissionsbestimmung Luftbeimengungen; VDI 3782, Blatt 7; VDI.

