

**Berechnung der Wegekosten für das  
Bundesfernstraßennetz sowie der  
externen Kosten nach Maßgabe der  
Richtlinie 1999/62/EG für die  
Jahre 2018 bis 2022**



**Endbericht**

**Bundesministerium für Verkehr und  
digitale Infrastruktur**

Referat G14  
Invalidenstraße 44  
10115 Berlin

5. März 2018



## Endbericht

# Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßen- netz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtli- nie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022

### Im Auftrag des

Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur

Version 5.14    Korn, 05.03.2018

### Auftragnehmer:

Alfen Consult GmbH, Weimar & Leipzig (Federführung)

AVISO GmbH, Aachen

BUNG Ingenieure AG, Köln

### Autoren:

Michael Korn (Alfen Consult)

Andreas Leupold (Alfen Consult)

Christiane Schneider (AVISO)

Karl-Hans Hartwig (IVM)

Helmut Daniels (BUNG)

Weimar, Leipzig, Aachen, Münster, Köln März 2018



## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenübersicht</b> .....	<b>9</b>
<b>GLOSSAR</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Vorbemerkung</b> .....	<b>24</b>
2.1 Veranlassung .....	24
2.2 Aufgabenverständnis .....	24
2.3 Verwendete Unterlagen .....	26
2.4 Ausgangssituation.....	27
<b>3 Rahmenbedingungen</b> .....	<b>29</b>
3.1 Rechtlicher Rahmen.....	29
3.1.1 Vorgaben der Wegekostenrichtlinie .....	29
3.1.2 Weiterer nationaler Rahmen .....	29
3.2 Institutioneller Rahmen der Wegekostenrechnung.....	30
3.3 Methoden zur Vermögensbewertung.....	31
3.4 Verzinsung des gebundenen Kapitals .....	33
3.4.1 Bisherige Vorgehensweise.....	33
3.4.2 Zinssatz für öffentliche Anleihen .....	33
3.4.3 Soziale Zeitpräferenzrate .....	35
3.4.4 Zinssätze für die Wegekostenrechnung 2018 bis 2022.....	36
3.5 Behandlung der Umsatzsteuer .....	38
3.6 Festlegung des Basisjahrs.....	39
3.7 Festlegung des Betrachtungsgegenstands .....	39
<b>4 Wegekostenrechnung</b> .....	<b>41</b>
4.1 Überblick .....	41
4.2 Berechnung des Bruttoanlagevermögens .....	41
4.2.1 Übersicht über die Methodik .....	41
4.2.2 Aufbereitung der Bestandsdaten.....	43
4.2.3 Festlegung des Bestandsnetzes im Basisjahr .....	45

---

4.2.4	Aufbereitung der Kostenbasis für das Basisjahr .....	46
4.2.5	Fortschreibung des Netzes und der Kosten für die Prognosejahre 2018 bis 2022.....	48
4.2.6	Grunderwerb.....	49
4.2.7	Planungs- und Managementkosten .....	51
4.2.8	Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.....	51
4.2.9	Erdbau .....	52
4.2.10	Oberbau.....	56
4.2.11	Ausstattung.....	59
4.2.12	Ingenieurbauwerke.....	60
4.2.13	Meistereien .....	68
4.2.14	Rastanlagen .....	68
4.2.15	Zusammenstellung des Bruttoanlagevermögens .....	69
4.3	Ableitung des Nettoanlagevermögens.....	70
4.3.1	Methodik .....	70
4.3.2	Grunderwerb.....	72
4.3.3	Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.....	72
4.3.4	Erdbau .....	72
4.3.5	Oberbau.....	73
4.3.6	Ausstattung.....	74
4.3.7	Ingenieurbauwerke.....	74
4.3.8	Meistereien .....	77
4.3.9	Rastanlagen .....	77
4.3.10	Zusammenstellung des Nettoanlagevermögens der Infrastrukturelemente.....	78
4.4	Ermittlung der Kapitalkosten .....	78
4.4.1	Methodik .....	78
4.4.2	Zusammenstellung der Abschreibung der Infrastrukturelemente.....	78
4.4.3	Zusammenstellung der Zinskosten der Infrastrukturelemente .....	79
4.5	Zusammenstellung der laufenden Kosten .....	80
4.5.1	Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung.....	80
4.5.2	Kosten des Winterdienstes und sonstige laufende Kosten des BMVI.....	82
4.5.3	Kosten des Mauterhebungssystems.....	84
4.5.4	Kosten für die Verkehrspolizei .....	84
4.5.5	Kosten für Verwaltung und Management.....	86
4.6	Ergebnisdarstellung der Wegekosten für die Prognosejahre .....	87
<b>5</b>	<b>Prognose der Fahrleistungen 2018 bis 2022 .....</b>	<b>90</b>

---

---

5.1	Korrelationsanalysen und Prognosefaktoren.....	91
5.1.1	Analyse und Prognose des Pkw-Bestands .....	91
5.1.2	Entwicklung des Bruttoinlandprodukts, national und Euroraum .....	92
5.1.3	Auswahl der Dauerzählstellen für die Korrelationsanalysen 2005 bis 2016.....	93
5.1.4	Prognosefaktoren .....	94
5.1.5	Ergebnisse der Fahrleistungsprognosen 2018-2022.....	96
<b>6</b>	<b>Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung</b>	<b>101</b>
6.1	Ermöglichung der Anlastung externer Kosten durch die Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07 .....	101
6.2	Festlegung der Ortsklassen .....	101
6.3	Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung .....	103
6.3.1	Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten .....	103
6.3.2	Angewendetes Berechnungsverfahren.....	104
6.3.3	Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung....	108
6.3.4	Sensitivitätsbetrachtung bezüglich Ortsklasse .....	111
6.4	Ermittlung externer Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung .....	113
6.4.1	Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten .....	113
6.4.2	Angewendetes Berechnungsverfahren.....	114
6.4.3	Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung .....	116
6.4.4	Sensitivitätsanalyse bezüglich Ortsklasse .....	118
<b>7</b>	<b>Allokation der Infrastrukturkosten.....</b>	<b>120</b>
7.1	Grundlegende Annahmen zur Allokation .....	120
7.1.1	Differenzierung der Fahrzeuggruppen .....	121
7.1.2	Verwendete Allokationsprinzipien .....	122
7.2	Anpassung der Äquivalenzziffern .....	124
7.2.1	Achslastäquivalenzziffern.....	124
7.2.2	Gewichtsäquivalenzziffern .....	125
7.2.3	Kapazitätsäquivalenzziffern .....	126
7.2.4	Lärmäquivalenzziffern .....	128
7.3	Kostenallokation auf die Fzg-Kategorien .....	128
7.3.1	Gewichtsabhängig verursachte Kosten (AASHO) .....	131
7.3.2	Gewichtsabhängig veranlasste Kosten.....	131
7.3.3	Durch Lärmemission veranlasste Kosten .....	133
7.3.4	Kapazitätsabhängig veranlasste Kosten.....	133



---

7.3.5	Proportional veranlasste Kosten .....	133
7.3.6	Zusammenstellung der Kostenallokation nach Fahrzeugtypen und Allokationsprinzipien.....	133
7.4	Gewichtete Kosten pro Fzg.-Kategorie.....	135
<b>8</b>	<b>Empfehlung für die Mautsätze und Mauteinnahmen .....</b>	<b>136</b>
8.1	Empfehlungen zur Differenzierung der Mautsätze .....	136
8.2	Ermittlung der Mautsätze für die mautpflichtigen Fahrzeuge .....	136
8.2.1	Wegekostendeckung im ersten Halbjahr 2018 mit aktuellen Mautsätzen.....	137
8.2.2	Wegekostendeckung im zweiten Halbjahr bei Beibehaltung der aktuellen Mautsätze .....	138
8.2.3	Empfehlung zur Festsetzung der Mautsätze ab dem 01.01.2019.....	141
8.3	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Jahre 2018 bis 2022 .....	142
	<b>Literatur .....</b>	<b>144</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung des Untersuchungsablaufs .....	25
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Ermittlung der Wegekosten jeweils für Basis- und Prognosejahr.....	41
Abbildung 3:	Datenbasis und Differenzierung zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens .....	43
Abbildung 4:	Schematische Darstellung Datenaufbereitung - durchgehende Strecke und Äste .....	44
Abbildung 5:	Übersicht zur Ermittlung des Nettoanlagevermögens .....	72
Abbildung 6:	Prinzipieller Ablauf der Fahrleistungsprognose 2018-2022.....	90
Abbildung 7:	Indexreihen gemeldete Pkw nach Bundesländern (2015=1).....	92
Abbildung 8:	Jährliche Veränderungsraten sowie Indexreihen des BIP für Deutschland und den Euroraum (preisbereinigt, 2015=1).....	93
Abbildung 9:	Erfassungsarten an Dauerzählstellen nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen .....	93
Abbildung 10:	Indexreihen (2015 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BAB nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge) .....	95
Abbildung 11	Indexreihen (2015 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf Bundesstraßen nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INfz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge) .....	95
Abbildung 12:	Kfz-Fahrleistungen auf Bundesfernstraßen für das Basisjahr 2015 und die Prognosejahre 2018-2022 (ohne Infrastrukturweiterung).....	96
Abbildung 13:	Aufteilung der Mautverkehre auf die Achsklassen (2015_1 = bis September 2015, 2015_2 = ab Oktober 2015) .....	98
Abbildung 14:	Aufteilung der Mautverkehre auf BAB nach Schadstoffklassen für die Jahre 2011 bis 2016 und nach Achsklassen und Schadstoffklassen für das Jahr 2016 (2015_1 = bis September 2015, 2015_2 = ab Oktober 2015) .....	99
Abbildung 15:	Prognose der Flottenzusammensetzung der Lkw >7,5t zGG nach (HBEFA 2014, HBEFA 2017) nach Schadstoffklassen für die Jahre 2016 bis 2025 für BAB (motorway) .....	100
Abbildung 16:	Verteilungen der Fahrleistungsanteile der Kfz und der mautpflichtigen Lkw ≥7,5t zGG auf Vorstadt- und Fernstraßen für Autobahnen und Bundesstraßen .....	102
Abbildung 17:	Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung .....	105
Abbildung 18:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen.....	110
Abbildung 19:	Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw ≥7,5t zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar .....	110

---

Abbildung 20: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen bei Verzicht auf regionale Differenzierung der Mautaufschläge .....	111
Abbildung 21: Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw $\geq 7,5t$ zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar bei Verzicht auf regionale Differenzierung der Mautaufschläge .....	112
Abbildung 22: Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung .....	114
Abbildung 23: Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen .....	118
Abbildung 24: Funktion zur Ermittlung der Mindestdicke in Anlehnung an die RStO-01 .....	132



## 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 2015 (Basisjahr), 2018 und 2022.....	16
Tabelle 2:	Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen - Prognosejahre 2018 und 2022.....	17
Tabelle 3:	Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Prognosejahre 2018 und 2022.....	18
Tabelle 4:	Kalkulatorische Zinssätze für die Prognosejahre.....	18
Tabelle 5:	Wegekosten für die Prognosejahre 2018-2022 in [Mrd. €].....	19
Tabelle 6:	Fahrleistung für die Prognosejahre 2018-2022 in [Mrd. Fzghm].....	19
Tabelle 7:	Summe Wegekosten nach Fahrzeugkategorie für die Prognosejahre 2018-2022.....	20
Tabelle 8:	Mögliche Mautteilsätze Infrastruktur für den Zeitraum 2019 bis 2022 unter Verrechnung der Wegekostendeckung 2018.....	21
Tabelle 9:	Höchstsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung (Anhang IIIb RL 2011/76/EU).....	22
Tabelle 10:	Höchstsätze für externe Lärmkosten (Anhang IIIb RL 2011/76/EU).....	22
Tabelle 11:	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2018 bis 2022 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2019.....	23
Tabelle 12:	Nominale aktuelle und historische Zinssätze verschiedener Bundesanleihen.....	34
Tabelle 13:	Durchschnittlicher Kuponzins Oktober 2017 für ausstehende Bundeswertpapiere nach Laufzeiten.....	35
Tabelle 14:	Entwicklung Verbraucherpreise und Baupreise für Straßen- und Brückenbau.....	36
Tabelle 15:	Möglichkeiten kalkulatorischer Zinssätze.....	37
Tabelle 16:	Zusammenstellung der Infrastrukturelemente bezogen auf das Gesamtnetz der Bundesfernstraßen (durchgehende Strecke und Äste) im Basisjahr.....	46
Tabelle 17:	Baupreisindizes 2012 bis 2015.....	48
Tabelle 18:	Zusammenstellung Ansätze Fortschreibung Bestand in Prozent pro Jahr nach Infrastrukturelementen.....	48
Tabelle 19:	Baupreisindizes für die Prognosejahre.....	49
Tabelle 20:	Netzentwicklung und historische Ausgaben für Grunderwerb.....	50
Tabelle 21:	BV Grunderwerb in den Prognosejahren, Preisstand 2015.....	51

Tabelle 22:	Investitionen in Bundesfernstraßen von 1991 bis 2015, anteilige A+E-Maßnahmen .....	52
Tabelle 23:	BV - A+E-Maßnahmen in den Prognosejahren 2013 bis 2017 inkl. Planung, Preisstand 2015 .....	52
Tabelle 24:	Übersicht Anteile Kostengruppen Erdbau - durchgehende Strecke und Äste für 2015 .....	54
Tabelle 25:	Bautypen und Querschnitte der einzelnen Straßenkategorien 2015.....	54
Tabelle 26:	Kostenansätze - Erdbau, Preisstand 2015 .....	55
Tabelle 27:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Erdbau inkl. Planung und HG9 für 2015.....	56
Tabelle 28:	Kostenansätze - Oberbau, Preisstand 2015.....	58
Tabelle 29:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Oberbau durchgehende Strecke und Äste für 2015 .....	59
Tabelle 30:	Kostenansätze - Ausstattung, Preisstand 2015 inkl. Planung.....	60
Tabelle 31:	Kostenansätze – Brücken, Preisstand 2015.....	62
Tabelle 32:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Anteile Bauwerksart - Brücken 2015 .....	63
Tabelle 33:	Kostenansätze Tunnelbauwerke, Preisstand 2015 .....	63
Tabelle 34:	BV - Anteile Tunnel nach Anzahl Fahrstreifen pro Röhre 2015 .....	64
Tabelle 35:	Kostenansätze Trogbauwerke, Preisstand 2015 .....	64
Tabelle 36:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Trogbauwerke 2015.....	65
Tabelle 37:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Stützbauwerke 2015.....	66
Tabelle 38:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Lärmschutz 2015.....	67
Tabelle 39:	Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Verkehrszeichenbrücken 2015.....	68
Tabelle 40:	Bruttoanlagevermögen (BV) - Anzahl der Rastanlagen an BAB, Kostenansätze für 2015 .....	69
Tabelle 41:	Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen – Basisjahr und Prognosejahre .....	70
Tabelle 42:	Nettoanlagevermögen (NV) - Erdbau und HG9, 2015.....	73
Tabelle 43:	Summe Nettoanlagevermögen (NV) – Oberbau, 2015 .....	74
Tabelle 44:	Nettoanlagevermögen (NV) – Brücken, 2015.....	75
Tabelle 45:	Nettoanlagevermögen (NV) – Tunnel, 2015 .....	75
Tabelle 46:	Nettoanlagevermögen (NV) – Trogbauwerke, 2015.....	76
Tabelle 47:	Nettoanlagevermögen (NV) – Stützbauwerke, 2015 .....	76
Tabelle 48:	Nettoanlagevermögen (NV) - Lärmschutzbauwerke, 2015 .....	77
Tabelle 49:	Nettoanlagevermögen (NV) – Verkehrszeichenbrücken, 2015 .....	77
Tabelle 50:	Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Basisjahr und Prognosejahre .....	78
Tabelle 51:	Zusammenstellung Abschreibung – Prognosejahre .....	79
Tabelle 52:	Zusammenstellung Zinskosten – Prognosejahre.....	79

Tabelle 53:	Ansatz für Unterhaltskosten der Infrastrukturelemente p.a. ....	81
Tabelle 54:	Zusammenstellung betrieblichen und baulichen Unterhaltung – Prognosejahre .....	82
Tabelle 55:	Betriebsdienstkosten auf Bundesfernstraßen aus den Haushaltsplanungen (Kap. 1201, brutto, Preisstand 2016).....	82
Tabelle 56:	Relevante Kosten des Betriebsdienstes aus dem Haushalt für die WKR auf Bundesfernstraßen (Kap. 1201, netto, Preisstand 2016).....	83
Tabelle 57:	Kosten des Betriebsdienstes auf Bundesfernstraßen in den Wegekosten 2018-2022 (netto, Preisstand 2016) .....	84
Tabelle 58:	Kosten der Mauterhebung für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016) .....	84
Tabelle 59:	Kosten für verkehrspolizeiliche Aufgaben der Länder an Bundesfernstraßen für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016) .....	86
Tabelle 60:	Kosten für Verwaltung und Management im BMVI, Kapitel 1201 TG 01 für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016).....	86
Tabelle 61:	Personalkosten des BMVI Abt. StB und Kosten der VIFG für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016) .....	86
Tabelle 62:	Summe der Verwaltungs- und Managementkosten für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016) .....	87
Tabelle 63:	Brutto- und Nettoanlagevermögen für Prognosejahre 2018-2022 .....	88
Tabelle 64:	Wegekosten für Prognosejahre 2018-2022 .....	89
Tabelle 65:	Fahrleistungssummen für das Basisjahr 2015 sowie 2018-2022 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Fahrzeugkategorien (ohne Infrastrukturerweiterung).....	97
Tabelle 66:	Zuwachsraten der Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien für den Zeitraum 2018-2022 (ohne Infrastrukturerweiterung) .....	97
Tabelle 67:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07 .....	104
Tabelle 68:	Kostensätze für Luftschadstoffe aus dem Straßenverkehr in € <sub>2010</sub> /t .....	108
Tabelle 69:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen .....	109
Tabelle 70:	Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07.....	114
Tabelle 71:	Externe Kostensätze der Lärmeinwirkung p.a. und exponierter Person in € <sub>2010</sub> .....	116
Tabelle 72:	Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen.....	117
Tabelle 73:	Anlastbare Kosten bei Verzicht auf örtliche Differenzierung .....	119
Tabelle 74:	Übersicht Fzg.-Kategorien WKR2018 und Vergleich mit WKR2013 .....	121
Tabelle 75:	Übersicht Allokationsprinzipien, -verfahren und -schlüssel .....	123

---

Tabelle 76:	Achslastäquivalenzziffern der LKW und Busse (Schwere Nutzfahrzeuge).....	125
Tabelle 77:	Gewichtsäquivalenzziffern für Brücken.....	126
Tabelle 78:	Kapazitätsäquivalenzziffern nach ProgTrans/IWW 2007 .....	127
Tabelle 79:	Kapazitätsäquivalenzziffern .....	127
Tabelle 80:	Lärmäquivalenzziffern .....	128
Tabelle 81:	Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Allokationsprinzipien und -verfahren in Mrd. €.....	130
Tabelle 82:	Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Fzg.-Kategorie und Allokationsverfahren in Mrd. € .....	134
Tabelle 83:	Jährlicher Durchschnitt der Wegekosten, Fahrleistung und Kosten pro Fahrzeug-km an Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Fzg.-Kategorie .....	135
Tabelle 84:	Wegekostendeckung im Teilmautsatz Infrastruktur im ersten Halbjahr 2018 .....	138
Tabelle 85:	Wegekostendeckung im Teilmautsatz Infrastruktur im zweiten Halbjahr 2018 .....	140
Tabelle 86:	Teilmautsatz Infrastruktur bei Gewährleistung der Wegekostendeckung in der Mautperiode 2018 bis 2022 .....	141
Tabelle 87:	Mögliche Teilmautsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU ohne räumliche Differenzierung .....	142
Tabelle 88:	Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2018 bis 2022 .....	143



## GLOSSAR

<i>AASHO-Road Test</i>	Ein in den 60er Jahren in den USA durch das Highway Research Board 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 kumulierte 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.



## 1 Zusammenfassung

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) beauftragte im August 2016 das Gutachterteam Alfen Consult GmbH, Weimar, AVISO GmbH, Aachen und BUNG Ingenieure AG, Köln, die Wegekostenrechnung für die deutschen Bundesfernstraßen und die externen Kosten der Luftverschmutzung und Lärmbelästigung als Basis für die Festsetzung der Mautsätze für die Jahre 2018 bis 2022 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 der Wegekostenrechnung 2013 (WKR2013) weitergeführte Methodik fort. Die Methodik wurde im Rahmen der WKR2013 in verschiedenen Workshops mit externen Experten und Vertretern der Europäischen Kommission diskutiert und diente schlussendlich als Grundlage der durch die Kommission notifizierten Mautsätze für die Jahre 2014 bis 2017.

Die Wegekosten werden für die Jahre 2018 bis 2022 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 ebenfalls die Tagesgebrauchwertabschreibung 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 Basis-konzept der voran gegangenen WKR zunächst das Brutto- und Nettoanlagevermögen der Bundesfernstraßen getrennt für das Basisjahr 2015 und für die Prognosejahre 2018 bis 2022 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 eine Maut für 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 BMVI für das Basisjahr 2015 ausgewertet. Ausgehend vom Basisjahr 2015 wurde das Netz in Anlehnung an den Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2030 für die Prognosejahre fortgeschrieben. Dazu wurden die Projektexposés der fest disponier-

ten Vorhaben und der Vorhaben des Vordringlichen Bedarfs aus PRINS ausgewertet und der jeweilige Flächenzuwachs identifiziert. Die daraus abgeleiteten Prozentwerte p.a. wurden – mit Ausnahme für Tunnelbauwerke und Lärmschutzbauwerke – für alle Infrastrukturelemente angewendet. Im Ergebnis wird das Netz der Bundesautobahnen (BAB) mit etwa 0,4 % bzw. das Netz der Bundesstraßen (BS) mit etwa 0,3 % p.a. wachsen. 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 2015“ des BMVI war Grundlage zur Ableitung des jährlichen Ansatzes der Entwicklung des Bestandes an Lärmschutzbauwerken im Netz. Demnach wachsen Lärmschutzbauwerke/-wälle mit durchschnittlich 1,5 % p.a. an BAB und BS.

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 unter Anwendung einer Preisanpassung in Höhe der allgemeinen Preisentwicklung (Inflationsausgleich) errechnet.

Infrastrukturelement	Einheit	Summe Bundesfernstraßen 2015 (Basisjahr)	Summe Bundesfernstraßen 2018	Summe Bundesfernstraßen 2022
Grunderwerb	Mio. m <sup>2</sup>	nicht erhoben	nicht erhoben	nicht erhoben
Erdbau	Mio. m <sup>2</sup>	956,66	966,99	980,57
Oberbau	Mio. m <sup>2</sup>	719,03	727,74	737,99
Brücken	Mio. m <sup>2</sup>	30,89	31,24	31,70
Tunnel und Trogbauwerke	km	324,31	345,39	375,84
Lärmschutzbauwerke	Mio. m <sup>2</sup>	9,87	10,32	10,96
Lärmschutzwälle	km	1.211,19	1.266,52	1.344,23
Stützbauwerke	Mio. m <sup>2</sup>	4,04	4,08	4,13
Verkehrszeichenbrücken	Riegellänge km	219,09	221,76	225,21
Meistereien	Stück	362	362	362
Rastanlagen unbewirtschaftet	Stück	1.540	1.540	1.540
Rastanlagen bewirtschaftet	Stück	441	441	441

**Tabelle 1: Zusammenstellung der Infrastrukturelemente im Bundesfernstraßennetz (durchgehende Strecke und Äste) für die Jahre 2015 (Basisjahr), 2018 und 2022**

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 BMVI und sachkundiger Dritter abgeleitet und auf die jeweiligen Prognosejahre fortgeschrieben. Die Fortschreibung

der Preise erfolgte dabei mit dem durchschnittlichen Preisindex für entsprechende Bauleistungen.

Vermögen \ Jahr	2018 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
Grunderwerb	36,11	39,92
A+E-Maßnahmen <sup>1)</sup>	3,59	4,30
Erdbau <sup>2)</sup>	119,13	127,14
Oberbau <sup>2)</sup>	69,81	77,13
Brücken	90,99	98,46
Tunnel	13,26	15,19
Trogbauwerke	1,98	2,28
Stützbauwerke	5,67	6,12
Ausstattung <sup>2),3)</sup>	27,56	30,12
Meistereien	2,36	2,56
Rastanlagen	7,30	7,69
<b>Summe</b>	<b>377,77</b>	<b>410,92</b>
<sup>1)</sup> – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen <sup>2)</sup> - durchgehende Strecke einschließlich Äste <sup>3)</sup> - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke		

**Tabelle 2: Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen - Prognosejahre 2018 und 2022**

Wertminderung durch Abnutzung sowie das Alter der Bauelemente führen zu einer Reduzierung des Bruttoanlagevermögens. Mithilfe von „Tagesgebrauchtwerten“ gehen Wertminderungen in die Berechnung ein. Das Nettoanlagevermögen ergibt sich im hier vorliegenden Gutachten aus der Aggregation der Tagesgebrauchtwerte 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	2018 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
Grunderwerb	36,11	39,92
A+E-Maßnahmen <sup>1)</sup>	3,59	4,30
Erdbau <sup>2)</sup>	78,28	78,63
Oberbau <sup>2)</sup>	39,44	42,13
Brücken	53,24	53,86
Tunnel	10,73	11,94
Trogbauwerke	1,42	1,59
Stützbauwerke	3,64	3,75
Ausstattung <sup>2),3)</sup>	14,13	15,28
Meistereien	1,18	1,28
Rastanlagen	3,65	3,84
<b>Summe</b>	<b>245,43</b>	<b>256,52</b>
<sup>1)</sup> – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen <sup>2)</sup> - durchgehende Strecke einschließlich Äste <sup>3)</sup> - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke		

**Tabelle 3: Zusammenstellung Nettoanlagevermögen - Prognosejahre 2018 und 2022**

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. Die Zinssätze werden in Abhängigkeit der geltenden institutionellen Rahmenbedingungen wie folgt festgelegt.

Jahr	2018	2019	2020	2021	2022
Zinssatz	3,3 %	3,3 %	3,3 %	3,3 %	3,3 %

**Tabelle 4: Kalkulatorische Zinssätze für die Prognosejahre**

Die laufenden Kosten betreffen die Kosten für Unterhaltung, Betriebsdienst, Polizei 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 BMVI und seiner nachgeordneten Behörden zusammengestellt. Die Kosten für Polizei basieren auf Angaben verschiedener Bundesländer, die im Rahmen einer gezielten Abfrage ermittelt wurden.

Insgesamt ergeben sich für die Prognosejahre folgende Wegekosten:

Jahr	2018	2019	2020	2021	2022
Anlagevermögen					
Bruttoanlagevermögen	377,767	385,700	393,806	402,347	410,922
Nettoanlagevermögen	245,426	247,890	250,643	253,723	256,517
Wegekosten					
Abschreibung, Ersatz, Zinsen	11,530	11,730	11,945	12,169	12,396
Laufende Kosten	3,895	3,996	4,025	4,131	4,218
<b>Summe</b>	<b>15,425</b>	<b>15,726</b>	<b>15,970</b>	<b>16,300</b>	<b>16,614</b>

**Tabelle 5: Wegekosten für die Prognosejahre 2018-2022 in [Mrd. €]**

### 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 Ableitung der erforderlichen Prognosefaktoren für die Jahre 2018 bis 2022 erfolgte auf Basis der von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) aus kontinuierlichen Dauerzählstellen auf Autobahnen bzw. Bundesstraßen zur Verfügung gestellten Daten der Jahre 2005 bis 2015. 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 auf die Verkehrsdaten des Basisjahres 2015 angewendet und die Fahrleistungen netzbezogen für 2018-2022 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 2011-2016.

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

Bundesfernstraßen						
Fahrleistung [Mrd. Fzgkm]						
	2018	2019	2020	2021	2022	Summe
Pkw und Kombi	306,13	306,85	307,56	308,28	308,99	1.537,81
Motorräder	4,90	4,91	4,92	4,93	4,94	24,61
leichte Nutzfahrzeuge	17,44	17,74	18,04	18,35	18,66	90,22
Busse	1,73	1,69	1,65	1,60	1,56	8,23
Lastkraftwagen (Lkw 3,5t bis <7,5t zGG)	9,44	9,49	9,53	9,58	9,63	47,67
Lkw ab 7,5t	40,44	41,17	41,92	42,67	43,42	209,62
<i>Lkw ab 7,5t bis &lt;12t zGG</i>	<i>2,66</i>	<i>2,67</i>	<i>2,68</i>	<i>2,69</i>	<i>2,69</i>	<i>13,39</i>
<i>Lkw ab 12t bis einschließlich 18t zGG</i>	<i>2,27</i>	<i>2,30</i>	<i>2,33</i>	<i>2,36</i>	<i>2,39</i>	<i>11,65</i>
<i>Lkw &gt;18t zGG und bis zu 3 Achsen</i>	<i>0,38</i>	<i>0,39</i>	<i>0,39</i>	<i>0,40</i>	<i>0,41</i>	<i>1,97</i>
<i>Lkw &gt;18t zGG und mit 4 und mehr Achsen</i>	<i>35,12</i>	<i>35,81</i>	<i>36,51</i>	<i>37,22</i>	<i>37,94</i>	<i>182,61</i>
<b>Summe alle Kfz</b>	<b>380,08</b>	<b>381,85</b>	<b>383,62</b>	<b>385,41</b>	<b>387,21</b>	<b>1.918,16</b>

**Tabelle 6: Fahrleistung für die Prognosejahre 2018-2022 in [Mrd. Fzgkm]**

## Allokation

Für eine gerechte Anlastung der Kosten auf die einzelnen Fahrzeugkategorien erfolgt die Allokation der Kosten unter Verwendung der folgenden 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.€]						
	2018	2019	2020	2021	2022	Summe
Pkw und Kombi	7,814	7,917	8,026	8,137	8,245	40,139
Motorräder	0,092	0,094	0,095	0,097	0,098	0,476
leichte Nutzfahrzeuge	0,503	0,517	0,531	0,546	0,561	2,658
Busse	0,301	0,300	0,299	0,298	0,297	1,496
Lastkraftwagen (Lkw 3,5t bis <7,5t zGG)	0,334	0,339	0,344	0,349	0,354	1,718
Lkw ab 7,5t zGG	6,381	6,559	6,675	6,873	7,059	33,547
<i>Lkw ab 7,5t bis &lt;12t zGG</i>	0,214	0,216	0,215	0,219	0,222	1,086
<i>Lkw ab 12t bis einschließlich 18t zGG</i>	0,259	0,264	0,266	0,273	0,278	1,340
<i>Lkw &gt;18t zGG und bis zu 3 Achsen</i>	0,058	0,059	0,060	0,062	0,064	0,304
<i>Lkw &gt;18t zGG und mit 4 und mehr Achsen</i>	5,851	6,020	6,132	6,319	6,495	30,818
<b>Summe alle Kfz</b>	<b>15,425</b>	<b>15,726</b>	<b>15,970</b>	<b>16,300</b>	<b>16,614</b>	<b>80,035</b>

**Tabelle 7: Summe Wegekosten nach Fahrzeugkategorie für die Prognosejahre 2018-2022**

Da nach aktueller Einschätzung des BMVI die Einführung der in der WKR2018 ermittelten Mautsätze erst zum 01.01.2019 erfolgen kann, soll entsprechend der Vorgehensweise in der WKR2013 eine Verrechnung mit den Folgejahren der Berechnungsperiode erfolgen. Die daraus resultierenden Mautsätze für die Infrastrukturkosten für den Zeitraum 2019 bis 2022 in Tabelle 8 dargestellt.

Mautpflichtige Fahrzeuggruppe	Mgl. Infrastrukturmaut €/Fzg.km
<i>Lkw ab 7,5t bis &lt;12t zGG</i>	<b>0,080</b>
<i>Lkw ab 12t bis einschließlich 18t zGG</i>	<b>0,115</b>
<i>Lkw &gt;18t zGG und bis zu 3 Achsen</i>	<b>0,160</b>
<i>Lkw &gt;18t zGG und mit 4 und mehr Achsen</i>	<b>0,174</b>

**Tabelle 8: Mögliche Mautteilsätze Infrastruktur für den Zeitraum 2019 bis 2022 unter Verrechnung der Wegekostendeckung 2018**

### 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 Rechenverfahren ermittelt, wobei der Anhang IIIb der Richtlinie Höchstbeträge der gewogenen durchschnittlichen Gebühr festlegt. Dabei werden die neuesten Erkenntnisse zu Emissionsfaktoren und Wertansätzen berücksichtigt. Erstmals wurde die mögliche Differenzierung der Örtlichkeit, wie in Anhang IIIb der Richtlinie 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 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

Eurocent/Fahrzeugkilometer	Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)
EURO 0	16,9	12,7
EURO I	11,7	8,5
EURO II	9,6	7,4
EURO III	7,4	6,4
EURO IV	4,3	3,2
EURO V nach dem 31. Dezember 2013	0	0
	3,2	2,2
EURO VI nach dem 31. Dezember 2017	0	0
	2,2	1,1
Umweltfreundlicher als EURO VI	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: Höchstsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung (Anhang IIIb RL 2011/76/EU)**

Höchstbeträge für die Anlastung der Kosten der Lärmbelastung

Eurocent/Fahrzeugkilometer	Tag	Nacht
Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	1,17	2,12
Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)	0,22	0,32“

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 Amphitheatereffekt von Tälern gerechtfertigt ist.

**Tabelle 10: Höchstsätze für externe Lärmkosten (Anhang IIIb RL 2011/76/EU)**

Da aktuell auf eine räumliche Differenzierung der Teilmautsätze für die Luftverschmutzung und die Lärmbelastung verzichtet werden soll, ist für die Aufschläge für Luftverschmutzung die Spalte „Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)“ der Tabelle 8 relevant. Der Aufschlag für Lärmbelastung würde einheitlich 0,2 Cent/km (auf Zehntel-Cent gerundeter Wert 0,22 aus Tabelle 9) betragen.

### Mauteinnahmen

Werden die in Tabelle 8 dargestellten möglichen Mautteilsätze Infrastruktur für die mautpflichtigen Fahrzeuggruppen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 7,5t als Teilmautsätze 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 entsprechend Tabelle 9 und Tabelle 10 angesetzt, ergeben sich für das Netz der Bundesfernstraßen bei einer Einführung des Tarifsystems zum 1. Januar 2019 für den Gesamtzeitraum 2018 bis 2022 die in Tabelle 11 dargestellten Mauteinnahmen.

	Infrastrukturmaut	Einnahmen aus Aufschlag für Luft	Aufschlag für Lärm	Einnahmen Gesamt
Jahr	Mrd.€			
2018	4,868	0,254	0	5,122
2019	6,893	0,583	0,083	7,559
2020	7,021	0,563	0,086	7,670
2021	7,150	0,548	0,087	7,785
2022	7,281	0,540	0,089	7,910
<b>Gesamt</b>	<b>33,213</b>	<b>2,488</b>	<b>0,345</b>	<b>36,046</b>

**Tabelle 11: Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2018 bis 2022 bei Einführung der neuen Mautsätze zum 01.01.2019**

## 2 Vorbemerkung

### 2.1 Veranlassung

Im August 2016 wurde die Gutachtergruppe Alfen/AVISO/BUNG mit der Berechnung der Wegekosten und der externen Kosten nach Richtlinie 1999/62/EG (zuletzt geändert durch die RL 2013/22/EU) für den Zeitraum 2018 bis 2022 sowie die Erarbeitung eines Vorschlags für Mautfestsetzung beauftragt (WKR2018). Das Gutachten baut auf den bisherigen Wegekostenrechnungen der Jahre 2002 (WKR2002), 2007 (WKR2007) sowie 2013/14 (WKR2013) auf und führt die damit begonnene Diskussion fort. Die aktuell geltenden Mautsätze basieren auf der 2. Ergänzungsberechnung von Alfen/AVISO/IVM aus dem Jahr 2014, welche wiederum aus der WKR2013 abgeleitet wurde.

### 2.2 Aufgabenverständnis

In der WKR2018 sind die Wegekosten für die Jahre 2018 bis 2022 neu zu ermitteln und anschließend nach Prinzipien der Fairness auf die Fahrzeugkategorien zu allokalieren. Die bewährte und von den verschiedenen Akteuren akzeptierte Methodik der WKR2013 wird nach einer Überprüfung auf Änderung der Rahmenbedingung (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 Wegekostenrichtlinie 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/EU durch die Änderungsrichtlinie 2011/76/EU den Mitgliedstaaten freigestellt, den Verkehrsteilnehmern externe Kosten anzulasten.

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 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 allokierten. Die Allokationsprinzipien werden dabei separat für die verschiedenen Infrastrukturelemente und Kostenpositionen anhand der Merkmale der Infrastrukturelemente und der verschiedenen Nutzergruppen festgelegt.

Neben der Berücksichtigung der aktuellen Mautpflicht sind dabei weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten zu prüfen. 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 seit 1.1.2015 ein Mautteilsatz für die Luftverschmutzungskosten erhoben, der für die WKR2018 neu zu bestimmen ist und durch einen Mautteilsatz für Lärmkosten ergänzt werden soll. Maßgebend sind hierfür die in der Richtlinie 1999/62/EG zuletzt geändert durch die RL 2013/22/EU in Anhang IIIb angegebenen berücksichtigungsfähigen Höchstsätze und die entsprechenden Berechnungsverfahren gemäß Anhang IIIa der Richtlinie. Die Gutachter orientieren sich dabei an nationalen und internationalen Methoden und Wertansätzen.

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

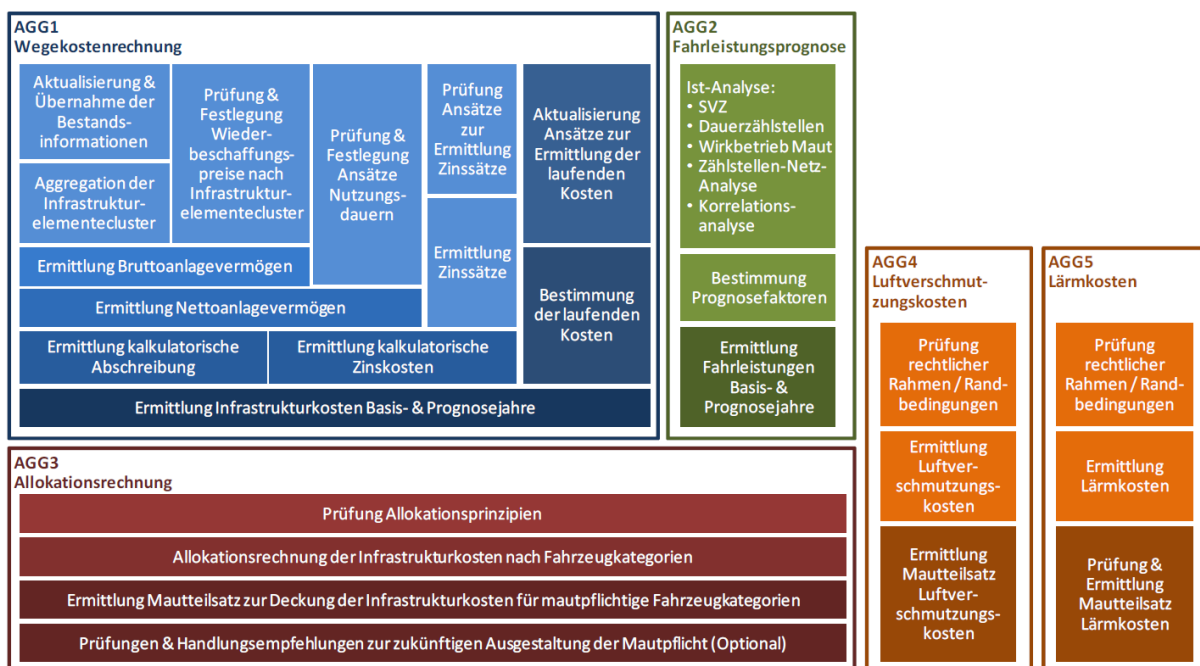


Abbildung 1: Darstellung des Untersuchungsablaufs

Vor dem Hintergrund der Bedeutung der Wegekostenrechnung und der daraus abgeleiteten Mautsätze für Gewerbe, Industrie und Politik sowie der europäischen Vorgaben wird eine hohe Flexibilität der Berechnung und der Gutachter benötigt, die es ermöglicht, schnell und umfassend weitere Szenarien (z.B. alternative Netzzuschneide, alternative Fahrzeuggruppen) zu berechnen und zeitgerecht und sachgerecht auf ad-hoc Beratungsanforderungen durch das BMVI zu reagieren. Dabei legen die Gutachter hohen Wert auf Transparenz und Nachvollziehbarkeit.

### 2.3 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung wurden durch die Gutachter insbesondere folgende Unterlagen einbezogen:

- Wegekostengutachten 2013-2017, Endbericht (WKR2013),
- 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 (2014/C 46/05),
- Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015,
- 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.

## 2.4 Ausgangssituation

Mit der WKR2002 von Prognos/IWW wurde eine Methodik als Grundlage für die Bestimmung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr entwickelt. Die Methodik verfolgt das Ziel der Ermittlung fairer Gebühren für die Benutzung der Straßenverkehrsinfrastruktur und zeichnet sich durch folgende Punkte aus (Prognos/IWW, 2002):

- Kostendeckung der geplanten Erweiterung und der substanzsichernden Erhaltung,
- Herstellung eines direkten Bezuges zu den von einer Nutzerkategorie veranlassten oder verursachten Kosten,
- Orientierung an der intergenerationalen Gerechtigkeit.

Wesentlichen Einfluss auf die methodische Herangehensweise der Wegekostenrechnung übt die sogenannte „Betriebsfiktion“ als institutionelles Abbild der Organisation der Bereitstellung von Straßeninfrastruktur und die verfügbare Datengrundlage aus. In der WKR 2002 und 2007 wurde vor dem Hintergrund der Empfehlungen der Pällmann-Kommission zur Schaffung einer Bundesfernstraßengesellschaft von der Betriebsfiktion „Öffentliches Unternehmen“ ausgegangen. Dieses sollte zur kaufmännischen Planung und Abrechnung verpflichtet sein, sich aber zu Bedingungen der öffentlichen Hand am Kapitalmarkt refinanzieren (Prognos/IWW, 2002). Zudem wurde die direkte Bestandsbewertung (Synthetische Methode, kurz: SM) aufgrund des direkten Bezuges zu den aktuellen Wiederbeschaffungspreisen und der verfügbaren Bestandsdaten der Verwendung von historischen Anschaffungskosten (Perpetual Inventory Methode, kurz: PIM) vorgezogen. Die SM impliziert die Verwendung der Tagesgebrauchtwertabschreibung. Die Zinssätze wurden auf Basis der sozialen Zeitpräferenzrate festgelegt, die auch zur Bewertung von Maßnahmen des BVWP verwendet wird.

2007 wurde die WKR2002 durch ProgTrans/IWW auf Basis der 2002 eingeführten Methodik aktualisiert (WKR2007). Hintergrund der Aktualisierung waren sowohl die nunmehr verfügbaren Daten aus dem Wirkbetrieb des Mautsystems als auch die Novellierung der Richtlinie 1999/62/EG durch die Richtlinie 2006/38/EG. Die neue Richtlinie räumte den Mitgliedstaaten bei der Differenzierung der Mautsätze größeren Handlungsspielraum ein, machte aber insbesondere im Anhang III bei der Berechnung der den Mautsätzen zugrundeliegenden Kosten konkretisierende Vorgaben (z. B. Aufzählung der anrechenbaren Kostenpositionen, Vorgaben zu Amortisationszeiten).

Nach Ablauf des Prognosezeitraums der WKR2007 wurde durch Alfen/AVISO/IVM für die Jahre 2013 bis 2017 eine Neuberechnung der Wegekosten (WKR2013) vorgenommen. Neben der Fortschreibung der Ansätze und Vorgehensweise sowie der Anpassung an die erneute Novellierung der Wegekostenrichtlinie durch die Richtlinie 2011/76/EU wurde in der WKR2013 insbesondere die Betriebsfiktion vor dem Hintergrund der institutionellen Wirklichkeit in „Öffentliche Verwaltung“ geändert. Die Verwendung der Synthetischen Methode und der Tagesgebrauchtwertabschreibung als methodische Werkzeuge zur Bestimmung der Kapitalkosten wurde beibehalten. Die Zinssätze wurden auf Basis der sozialen Opportunitätskostenrate durch den Zinssatz öffentlicher Anleihen bestimmt.

Im Zuge der Erstellung der WKR2018 war vor dem Hintergrund der aktuellen Gesetzesinitiative zur Gründung einer Verkehrsinfrastrukturgesellschaft (VIG) und der damit verbundenen institutionellen Rahmenbedingungen erneut zu diskutieren, welche Betriebsfiktion für die Ermittlung der Wegekosten sachgerecht ist. Gleichmaßen auf dem Prüfstand sind dabei die methodischen Annahmen und Werkzeuge, die in der WKR2013 eingesetzt wurden.



## 3 Rahmenbedingungen

### 3.1 Rechtlicher Rahmen

#### 3.1.1 Vorgaben der Wegekostenrichtlinie

Die Richtlinie 1999/62/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/22/EU, legt in ihrem Anhang III Eckpunkte für die Wegekostenrechnung fest. Die Wegekostenrichtlinie regelt die Möglichkeiten und Grenzen der Anlastung von Kosten der Bereitstellung der Straßeninfrastruktur sowie der Anlastung von externen Kosten des Straßenverkehrs. Die WKR2013 orientierte sich für die Berechnung der Infrastrukturkosten an der Richtlinie, insbes. den Artikeln 7, 7b und 7e sowie dem Anhang III der RL 1999/62/EG. Die externen Kosten wurden maßgeblich unter Berücksichtigung der Artikel 7, 7c sowie der Anhänge IIIa und IIIb der Richtlinie ermittelt.<sup>1</sup>

Auch die WKR2018 orientiert sich an diesen Vorgaben.

#### 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).

Einfachgesetzlich sind insbesondere die Bindungswirkungen durch das Bundesfernstraßenmautgesetz (BFStrMG zuletzt geändert am 27. März 2017)<sup>2</sup> zu berücksichtigen. Das BFStrMG konkretisiert in § 1 den Geltungsbereich der Mautgebühr. 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 (Bundesautobahnen und Bundesstraßen) in gleicher Weise ermittelt, wenngleich die Wegekostenrichtlinie lediglich für die Bundesautobahnen Gültigkeit entfaltet.<sup>3</sup> Für die Verteilung kommt es nach der Systematik in Anlage 1 zu § 3 Absatz 3 BFStrMG auf die Differenzierung der Anzahl der Achsen und der Emissionsklasse der Fahrzeuge an. Grundsätzlich bleibt festzuhal-

---

<sup>1</sup> Vgl. Alfen/AVISO/IVM, WKR2013.

<sup>2</sup> Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen vom 12.07.2011 (BGBl. I S. 1378), das zuletzt durch das Vierte Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes vom 27.03.2017 (BGBl. I S. 564) geändert worden ist.

<sup>3</sup> Vgl. RL1999/62/EG Artikel 7 Abs. 1.

ten, 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

Mit dem Gesetz zur Neuregelung des bundesstaatlichen Finanzausgleichsystems ab dem Jahr 2020 und zu 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) wurden zentrale institutionelle Veränderungen vorgenommen. So geht nach Art. 90 GG und im Rahmen eines parallel dazu in Kraft getretenen Begleitgesetzes die Verwaltung der Bundesautobahnen spätestens am 1. Januar 2021 auf den Bund über, der sich zur Erledigung seiner Aufgaben einer Gesellschaft privaten Rechts bedienen kann. Als Rechtsform ist die GmbH vorgesehen. Ihre Steuerung und Kontrolle 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.

Die Infrastrukturgesellschaft befindet sich im unveräußerlichen Eigentum des Bundes. Eine unmittelbare oder mittelbare Beteiligung Dritter an der Gesellschaft und deren Tochtergesellschaften ist ausgeschlossen. Eine Beteiligung im Rahmen von Öffentlich-Privaten-Partnerschaften (ÖPP) ist auf Stecken bis 100 km Maximallänge je Vorhaben beschränkt. Das Bundesverkehrsministerium überträgt der Infrastrukturgesellschaft Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung, Finanzierung und vermögensmäßige Verwaltung. Sie ist dabei an das Fernstraßenausbaugesetz und den vom Bundestag verabschiedeten Bedarfsplan gebunden. D.h. Entscheidungen über Neubau- und Ausbau bleiben beim Bundesgesetzgeber. Nach Maßgabe des Bedarfsplans erstellt die Infrastrukturgesellschaft einen Finanzierungs- und Realisierungsplan für einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren. Die Finanzierung erfolgt zweckgebunden aus dem Aufkommen der Lkw-Maut und der Infrastrukturabgabe über den Bundeshaushalt. Ergänzend können 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.

Auch wenn die beschlossenen Reformmaßnahmen zur Abschaffung der Bundesauftragsverwaltung für die Autobahnen und zur Gründung einer Infrastrukturgesellschaft in privater Rechtsform führen, sind die Auswirkungen dieser institutionellen Veränderungen für die Ermittlung der We-

gekosten in der Mautperiode 2018 bis 2022 gering. So beginnt die Gesellschaft ihre Tätigkeit erst Anfang 2021. Zudem wäre durch die Rechtsform der GmbH zwar für die Autobahnen ein Wechsel von der Betriebsfiktion „Öffentliche Verwaltung“ zur Betriebsfiktion „Öffentliche Unternehmung“ denkbar. Faktisch findet jedoch zumindest in der anstehenden Mautperiode keine materielle Veränderung sowohl bei der Bereitstellung als auch der Finanzierung der Bundesfernstraßen statt. Dementsprechend ist weiterhin von der Betriebsfiktion „Öffentliche Verwaltung“ auszugehen, so dass sich keine Änderungen bei der methodischen Herangehensweise gegenüber der WKR2013 ergeben.

### 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 Bundesautobahnen und Bundesstraßen 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 der WKR2013 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 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.<sup>4</sup> 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 mit dem Ergebnis, dass die EU-Kommission die Zinsfestlegung in der WKR2007 als exzessiv bezeichnete. 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 – 2017 prognostiziert.

### 3.4.2 Zinssatz für öffentliche Anleihen

Unabhängig von der Wahl des angemessenen Zinssatzes aus dem breiten Spektrum öffentlicher Anleihen sind mit der Verwendung der jeweils aktuellen Zinsen erhebliche Probleme verbunden. Das betrifft zum einen die erheblichen Schwankungen, denen die Zinssätze selbst in kurzen Zeiträumen durch ökonomische und politische Veränderungen unterliegen, wodurch letztlich die Mautsätze zwischen den Mautperioden erheblich differieren können und die Preiskalkulation für die gewerblichen Nutzer der Bundesfernstraßen beeinträchtigen. Das betrifft zum anderen erhebliche Schwierigkeiten und Unsicherheiten, die bei den erforderlichen Zinsprognosen für die jeweilige Mautperiode entstehen.<sup>5</sup> In der Praxis führt letzteres dazu, dass Zinsprognosen für den Zeitraum der Mautperiode von derzeit 5 Jahren anzustellen sind, während verfügbare Prognosen von Banken und Wirtschaftsforschungsinstituten i.d.R. nur einen Zeitraum von 12 Monaten umfassen. Angesichts des hohen Anteils der kalkulatorischen Zinsen an den gesamten Wegekosten sollten daher die verwendeten Zinssätze nicht den tatsächlichen Zinsschwankungen zeitnah folgen, sondern eher eine Glättung der Wegekosten über längere Zeiträume bewirken, ohne das Ziel der Kostendeckung und Kostenwahrheit zu vernachlässigen. Möglich ist dies beispielsweise

---

<sup>4</sup> Vgl. Beckers et al. 2009; Link 2014.

<sup>5</sup> Vgl. u.a. Spinwork/Bedke/Hein 2010.

durch die Verwendung eines historischen Zinssatzes, der aus einem längerjährigen Durchschnitt der Renditen für Bundeswertpapiere mittlerer Laufzeit ermittelt wird. Dies wird sowohl in anderen Wegekostenrechnungen praktiziert als auch im Gutachten von booz&co für EU-Kommission und von den Expertenworkshops zur Ermittlung der Kapitalkosten des BMVI im Januar 2015 und im Juni 2017 empfohlen.<sup>6</sup>

Die Unterschiede zwischen historischen und aktuellen Zinsen zeigt Tabelle 11 am Beispiel aktueller Umlaufrenditen für mittlere und lange Laufzeiten. Die historischen Zinsen werden dabei als 12-jähriger Durchschnitt dargestellt.

Kategorie	aktueller Zinssatz*	historischer Zinssatz**
Umlaufrendite börsennotierter Bundes-WP mit Restlaufzeit 5-8 Jahre	-0,1 %	1,8 %
Umlaufrendite börsennotierter Bundes-WP mit Restlaufzeit 8-15 Jahre	0,4 %	2,2 %
Umlaufrendite börsennotierter Bundes-WP mit Restlaufzeit 15-30 Jahre	1,1 %	2,8 %
	*Okt 2017	**Durchschnitt 12 Jahre 11/05 – 10/17

**Tabelle 12: Nominale aktuelle und historische Zinssätze verschiedener Bundesanleihen**  
 (Quelle: Dt. Bundesbank)

Die Wahl des Zeitraums von 12 Jahren für die Durchschnittsbildung bei den historischen Zinssätzen beruht auf einer durchschnittlichen Kapitalbindungsdauer deutscher Staatsanleihen von derzeit etwa 12 Jahren, wenn davon abgesehen wird, dass der Bund mit der Deutschen Finanzagentur aktives Schuldenmanagement am Markt betreibt.<sup>7</sup> Die resultierenden Renditen reichen bei einem 12-jährigen Durchschnitt von 1,8 % für mittlere Laufzeiten bis 2,8 % für lange Laufzeiten. Bei längeren Beobachtungszeiträumen von mehr als 12 Jahren steigen die Zinssätze weiter an.

Ein alternativer Weg zur Bestimmung sachgerechter Zinskosten besteht in der Ermittlung des Zinssatzes aus den Kuponzahlungen ausstehender Bundeswertpapiere. Hier wird von den tatsächlichen Zinszahlungen ausgegangen, die der Bund als Kreditnehmer für die von ihm eingegangenen Schulden der vergangenen Jahre zu leisten hat. Der Zinssatz ergibt sich dabei aus dem Verhältnis der Kuponzahlungen zum Schuldenstand des jeweiligen Jahres und gewährleistet damit trotz der Verwendung historischer Zinsen eine hohe Aktualität der Zinsbelastung. Die Deutsche Bundesbank verwendet diese „Zinsquote“ zur Bestimmung der jährlichen Zinsbelas-

<sup>6</sup> Vgl. Link 2014, booz&co 2010, S. 49.

<sup>7</sup> Vgl. Finanzagentur Deutschland, Einzelaufstellung der ausstehenden Bundeswertpapiere und Kreditmarkt-mittel in der Übersicht, 03.01.2017 hier berechnet als durchschnittliche Laufzeit der ausstehenden Wertpapiere gewichtet mit dem jeweiligen Emissionsvolumen.

tung der öffentlichen Haushalte.<sup>8</sup> Die Finanzagentur hält entsprechende Statistiken bereit, aus der sich ein aktueller durchschnittlicher Kupon über verschiedene Laufzeiten ableiten lässt. Nachfolgende Tabelle fasst die Statistik mit Stand 03.01.2017 zusammen.

Kategorie <sup>9</sup>	Volumen	Zinsquote
Zinsquote aller Bundes-WP mit Kupon	1.118 Mrd. €	1,9 %
Zinsquote Bundes-WP mit Kupon und 30-jähriger Laufzeit	216 Mrd. €	4,3 %
Zinsquote Bundes-WP mit Kupon und 10-jähriger Laufzeit	569 Mrd. €	2,2 %

**Tabelle 13: Durchschnittlicher Kuponzins Oktober 2017 für ausstehende Bundeswertpapiere nach Laufzeiten**

Mit den dargestellten Ansätzen zur Bestimmung der Zinskosten des Bundes könnten kurz- und mittelfristige Verwerfungen, wie sie etwa derzeit an den Kapitalmärkten bestehen, für die Wegekosten ausgeblendet werden. Zudem 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 der Zinsbelastungen gewährleistet. Diese zeigt sich auch beim Vergleich der historischen Zinssätze für mittel- und langfristige Anleihen des Bundes mit seinen aktuellen Zinszahlungen. Aufgrund seiner Verschuldungspraxis durch kontinuierliche Emission von Bundeswertpapieren mit unterschiedlichen Laufzeiten sind beide Zinssätze in etwa gleich und spiegeln damit aktuelle Finanzierungskosten des Bundes wider.

### 3.4.3 Soziale Zeitpräferenzrate

Die Soziale Zeitpräferenzrate wird zur Bewertung öffentlicher Projekte im BVWP verwendet und lag offensichtlich auch der WKR2007 zugrunde. Der Expertenworkshop 2013 befand ihre Anwendung eher für die wohlfahrtsökonomische Sichtweise angemessen als für den hier verwendeten institutionellen Ansatz. Zudem wird sie methodisch eher für die Bewertung von öffentlichen Investitionen verwendet. Da sie von den langfristig stabilen Präferenzen der Bevölkerung bestimmt wird, ist sie allerdings unabhängig von den kurzfristigen Schwankungen der Kapitalmärkte. Zuletzt wurde sie für den BVWP 2030 aktualisiert, sodass durch ihre Verwendung sowohl für die Bewertung der Vorteilhaftigkeit relevanter Fernstraßenprojekte als auch für die Ermittlung der kalkulatorischen Kosten des gebundenen Kapitals derselbe methodische Ansatz genutzt werden könnte.

Aufgrund ihrer langfristigen Stabilität besteht allerdings bei steigenden Kapitalmarktzinsen die Gefahr, dass für die staatliche Schuldenaufnahme faktisch höhere Kosten anfallen, als die Verwendung der Sozialen Zeitpräferenzrate signalisiert. Auch wird bei ihrer Berechnung für die

<sup>8</sup> Vgl. Deutsche Bundesbank 2003.

<sup>9</sup> Bei inflationsindexierten Anleihen wurde eine Indexanpassung von 1,5% unterstellt.

WKR2018 eine Inflationsprognose für die anstehende Mautperiode benötigt, denn ihre Herleitung beruht auf der gesellschaftlichen intertemporalen Präferenz für den realen Konsum. Bei Nutzung der SM als Bewertungsmethode – wie in der WKR2018 – muss sie daher durch Addition der prognostizierten Preissteigerungsrate in eine Nominalgröße für die einzelnen Jahre der Mautperiode 2018-2022 transformiert werden. Für den aktuellen BVWP wurde die Soziale Zeitpräferenzrate auf real 1,7 % veranschlagt.<sup>10</sup> Die nachfolgende Tabelle zeigt historische Steigerungsraten verschiedener Preisindices für verschiedene Zeiträume.

Index	Historischer Zeitraum <sup>11</sup>			Prognose (Dt. Bundesbank) <sup>12</sup>		
	1986-2015	1996-2015	2006-2015	2016	2017	2018
Verbraucherpreisindex	<del>1,63 %</del>	1,44 %	1,49 %	0,4 % <sup>13</sup>	1,6 %	1,7 %
Baupreisindex (Straßenbau)	1,63 %	1,28 %	2,44 %	<del> </del>		
Baupreisindex (Brückenbau)	1,63 %	1,05 %	2,05 %			

**Tabelle 14: Entwicklung Verbraucherpreise und Baupreise für Straßen- und Brückenbau**

In Anlehnung an die Vorgehensweise von Link bei Anwendung der PIM wäre hierfür eine Steigerungsrate für Baupreise anzusetzen.<sup>14</sup> Bei einer Baupreissteigerung von 1,63 % im langjährigen Durchschnitt ergibt sich eine nominale Zeitpräferenzrate von 3,3 %<sup>15</sup>.

### 3.4.4 Zinssätze für die Wegekostenrechnung 2018 bis 2022

Die Gutachter kommen zu dem Schluss, dass die Betriebsaufnahme der Infrastrukturgesellschaft in der vorgesehenen Gestaltung keinen Einfluss auf die Festlegung des kalkulatorischen Zinssatzes hat. Es gilt die Betriebsfiktion „Öffentliche Verwaltung“. Dementsprechend ist das gebundene Kapital mit einer angemessenen Umlaufrendite festverzinslicher Wertpapiere des Bundes oder mit der Sozialen Zeitpräferenzrate zu verzinsen.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Expertendiskussion im letzten Workshop am 23. Mai 2017 im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur wird der Zinssatz über den gesamten Mautzeitraum hinweg konstant gehalten.

<sup>10</sup> Vgl. Intraplan; Planco; TUBS 2015, S.51.

<sup>11</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt, Baupreisindizes Sonstige Bauwerke (61261BV103),

<sup>12</sup> Vgl. Deutsche Bundesbank, Monatsbericht Dezember 2018, S. 19.

<sup>13</sup> Aktuell wird für 2016 ein Anstieg des Verbraucherpreisindex von 1,9 % durch das Statistische Bundesamt angegeben.

<sup>14</sup> Vgl. Link 2014.

<sup>15</sup> Vor dem Hintergrund des aktuellen Investitionshochlaufs im Bereich der Verkehrsinfrastruktur und der beabsichtigten besseren finanziellen Hinterlegung des BVWP 2030 ist nicht damit zu rechnen, dass das Investitionsvolumen im Zeitraum 2018-2022 einbricht und die Preissteigerung bei den Baupreisen signifikant unter historische Durchschnitte fällt, wie dies von 1995 bis 2005 aufgrund einer starken Investitionszurückhaltung im Straßenbau der Fall war.

Die bereits oben dazu vorgestellten Ansätze zur Ermittlung der kalkulatorischen Zinsen ergeben dazu die in Tabelle 15 enthaltenen Werte:

Möglichkeiten für kalkulatorische Zinssätze	Zinssatz
Historischer Zinssatz für die Umlaufrendite von Bundesanleihen mit einer Restlaufzeit von 15-30 Jahren über einen Analysezeitraum von 12 Jahren (durchschnittl. Kapitalbindung von Bundeswertpapieren)	3,1 %
Durchschnittlicher Kupon der im Umlauf befindlichen Bundesanleihen mit 10 oder 30-jähriger Laufzeit	2,3 bis 4,3 %
Soziale Zeitpräferenzrate	3,3 %

**Tabelle 15: Möglichkeiten kalkulatorischer Zinssätze**

Die Gutachter haben sich dabei aus den oben genannten Gründen für die Zinsquote entschieden, die den Zinssatz aus den Kuponzahlungen für ausstehender Bundeswertpapiere wiedergibt, 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, ergeben sich aktuell Zinssätze zwischen 2,3 und 4,3 %. Im Mittel aus den Zinssätze der 10-jährigen und 30-jährigen Anleihen ergibt sich so ein Zinssatz von 3,3 %. Dieser entspricht aktuell auch der nominalen Sozialen Zeitpräferenzrate des aktuellen Bundesverkehrswegeplanes und kommt dem historischen Zinssatz für Bundesanleihen mittlerer Laufzeit nahe.

Gemäß der Wegekostenrichtlinie kann bei der Mautberechnung „...eine Kapitalverzinsung und/oder Gewinnmarge zu Marktbedingungen...“ angesetzt werden (RL 2011/76EU, Art. 7b 1 sowie Anhang III Ziff. 2.2,1). Diese Einschätzung wird auch von den Expertenworkshop des BMVI vom 23. Mai 2017 geteilt und weltweit bei öffentlichen Projekten umgesetzt. Damit sollen vor allem systematische Risiken abgesichert werden, die sich nicht durch Diversifikation beeinflussen lassen. 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. Wohlfahrtsökonomisch ist dies allerdings nur sinnvoll, wenn ein allokatives Marktversagen vorliegt, weil mit der Bereitstellung der Infrastruktur nicht-pekuniäre positive Externalitäten verbunden sind und sich daher die Vorteile für die Nutzer nicht durch eine entsprechende Bepreisung internalisieren lassen. Das trifft jedoch bei den Bundesfernstraßen nicht zu, sodass die Nutzer aus Effizienzgründen auch zur Deckung der Risikokosten herangezogen werden können.<sup>16</sup>

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

<sup>16</sup> 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.<sup>17</sup> Mittlerweile liegen allerdings Ansätze vor, mit denen sich diese Schwierigkeiten umgehen lassen könnten. Dazu gehört für öffentliche Infrastruktureinrichtungen etwa die Verwendung des Consumption Capital Asset Pricing Modell (CCAPM), bei dem die fehlende Börsennotierung dadurch umgangen wird, dass das Investitionsrisiko nicht auf Aktienrenditen bezogen wird, sondern auf die Wachstumsrate des aggregierten Konsums.<sup>18</sup> Zudem werden aktuell Verfahren zur Berücksichtigung von systematischem Risiko in der Diskontierungsrate von Nutzen-Kosten-Analysen für öffentliche Investitionen entwickelt.<sup>19</sup> All dies dürfte dazu führen, dass künftig auch bei der Ermittlung der Wegekosten für die Bundesfernstraßen eine begründbare explizite Berücksichtigung von systematischem Risiko erfolgen kann.

### 3.5 Behandlung der Umsatzsteuer

Die Wegekosten sind unter der Betriebsfiktion „Öffentliche Verwaltung“ grundsätzlich ohne Umsatzsteuer (netto) anzusetzen, da diese in das Haushaltssystem zurückfließt. Selbst unter der Verwaltung der Bundesautobahnen durch eine Infrastrukturgesellschaft in privater Rechtsform gilt grundsätzlich gleiches, wenn auch mit anderer Begründung. In dem Zeitraum, in welchem die Gesellschaft als Geschäftsbesorger auftritt, ändert sich nichts, verglichen mit der Situation vor Betriebsaufnahme der Infrastrukturgesellschaft. Die Maut ist nicht mit Umsatzsteuer belegt.

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, Polizei, Kosten des BAG) werden 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.

---

<sup>17</sup> Vgl. zum allgemeinen Überblick Beckers et al. 2016 sowie für die Schienenwege Balks 2017.

<sup>18</sup> Vgl. Goldmann 2017.

<sup>19</sup> Vgl. Corneo, G. 2015.

### 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. Eine gute Datenbasis insbesondere für die Verkehrsdaten liefert die im 5-jährigen Rhythmus flächendeckend durchgeführte Straßenverkehrszählung, aus der Daten aus dem Jahre 2015 vorliegen. Ausgehend von dieser bundesweiten IST-Aufnahme können unter Verwendung der räumlichen Stichprobendaten der Dauerzählstellen belastbare Tendaussagen abgeleitet werden. Im vorliegenden Gutachten wurde deshalb das Jahr 2015 als Basisjahr gewählt.

Ausgehend vom Basisjahr 2015 werden Prognosen für die Folgejahre 2016 – 2022 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 RL 1999/62/EG.

### 3.7 Festlegung des Betrachtungsgegenstands

Die Bundesautobahnen und Bundesstraßen 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 Bundesautobahnen und Bundesstraßen mit den Ortsdurchfahrten (§ 5 Abs. 4 FStrG). Das BFStrMG differenziert nicht zwischen der Benutzung einer Bundesautobahn und einer Bundesstraße. Die Bundesstraßen übernehmen wesentliche Zubringer- und Ablauffunktionen, damit das Netz der Bundesautobahnen überhaupt erst funktionieren kann.

Das Gutachten differenziert vor dem Hintergrund der für 2018 vorgesehenen Einführung der Mautpflicht auf allen Bundesfernstraßen nicht zwischen verschiedenen Netzteilen, soweit dies nicht für eine sachgerechte Kostenermittlung erforderlich ist. Eine zu dieser Frage angefertigte „Gutachterliche Stellungnahme für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur zur Zulässigkeit der Erhebung einheitlicher Mautsätze für das Bundesfernstraßennetz“ vom 21. Dezember 2017 von PricewaterhouseCoopers Legal AG, Berlin hat die Zulässigkeit eines einheitlichen Mautsatzes nach nationalem und EU-Recht bestätigt. 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 BMVI wurden dabei lediglich die Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes 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 unzu-

reichende 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 innerörtlichen Straßen bzw. die letzte Meile aufgrund des hohen Knotenanteils für die Mauterhebung und Kontrolle. 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 Basis-konzept der WKR2013 zunächst das Brutto- und Nettoanlagevermögen des Bundesfernstraßen-netzes 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 Infrastruk-tur und spiegelt damit den tatsächlichen Wert des vorhandenen Anlagevermögens wider. Aus dem in der Straßeninfrastruktur gebundenen Kapital, dem Nettoanlagevermögen, werden die Kapitalkosten (Abschreibungen und kalkulatorische Zinsen) für das Basisjahr und die Prognose-jahre berechnet. Weiter sind die laufenden Kosten des Basisjahres und der Prognosejahre zu bestimmen (siehe Abbildung 2).

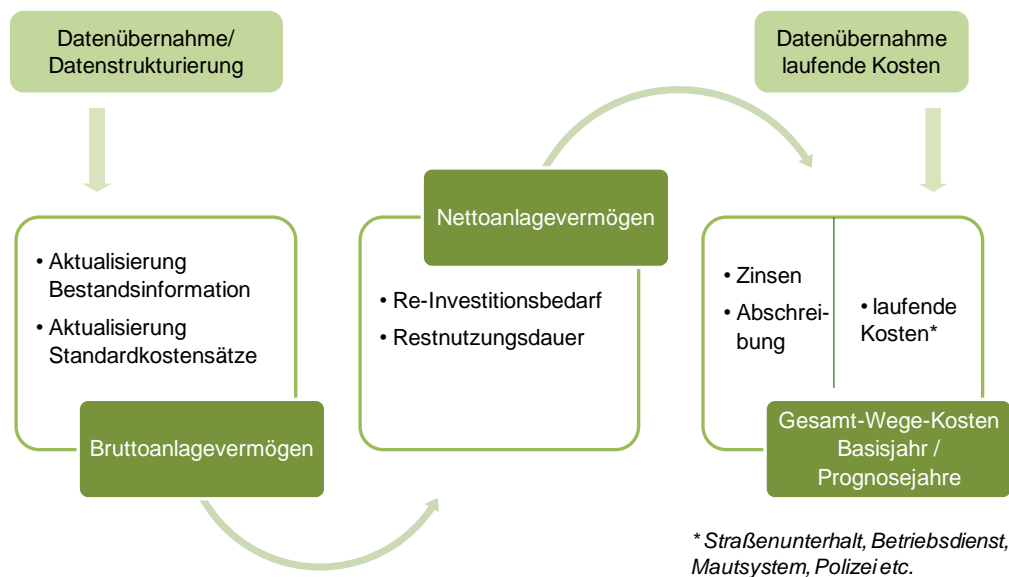


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Ermittlung der Wegekosten jeweils für Basis- und Prognosejahr

### 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, Parallelfahstreifen, Übergangsfahrbahnen etc.)<sup>20</sup>
- Punktbezogene Objekte (elementweise)
  - Ingenieurbauwerke
    - Brücken
    - Tunnel, Trogbauwerke
    - Stützbauwerke
    - Lärmschutzbauwerke
    - Verkehrszeichenbrücken
  - Autobahnmeistereien
  - 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 (Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen). Folgende Infrastrukturelemente wurden differenziert:

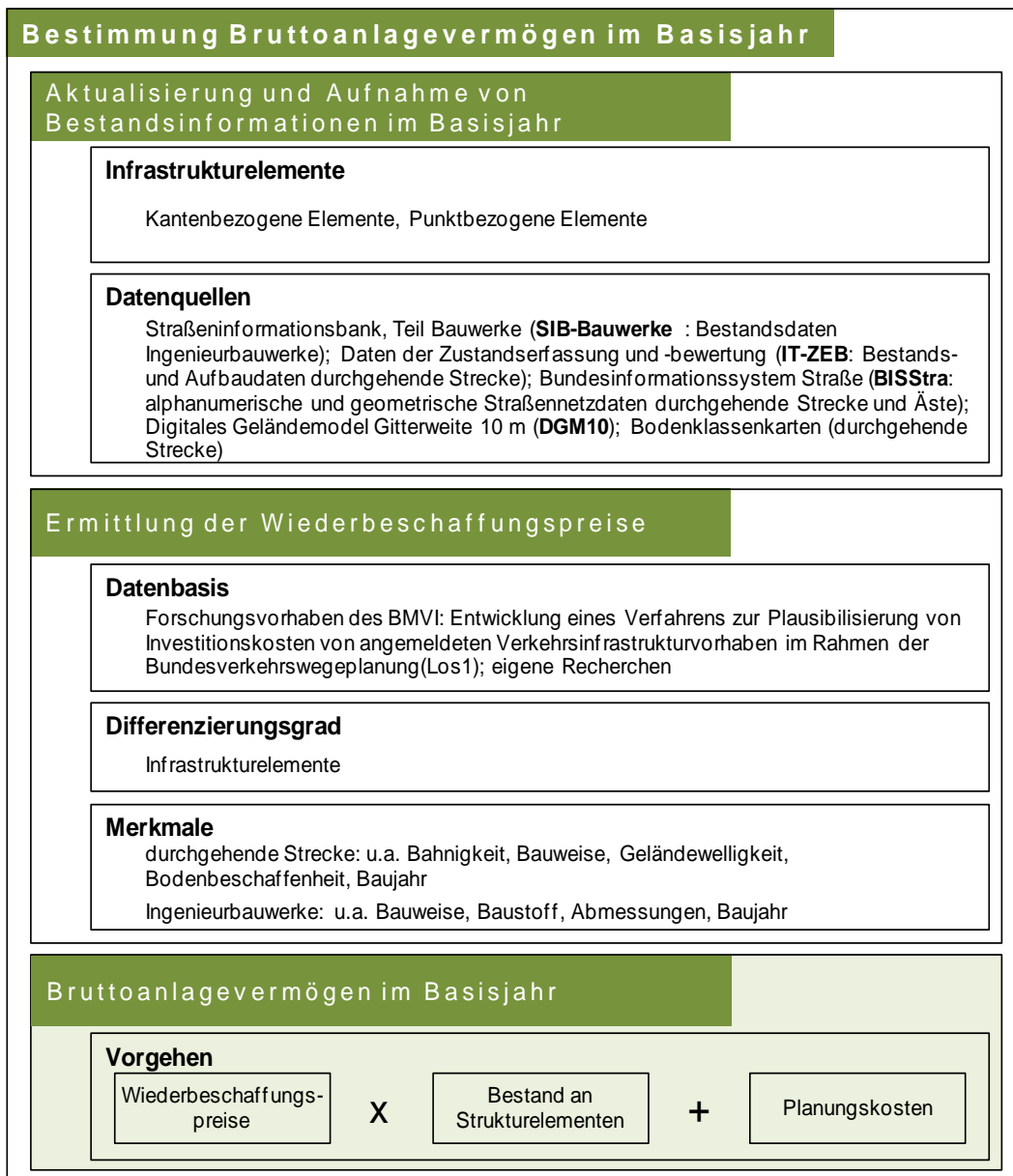
- Grunderwerb
- Erdbau
- Oberbau
  - Deckschicht (bei Asphaltbauweise)
  - Binderschicht (bei Asphaltbauweise)
  - Betondecke (bei Betonbauweise)
  - Tragschicht
  - Frostschuttschicht
- Ausstattung
  - Ausstattung ohne Lärmschutz
- Sonstiges (Hauptgruppe 9)
  - Hauptgruppe 9 ohne Untergruppe G96
  -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

---

<sup>20</sup> Zu- und Abfahrten werden der jeweils höheren Straßenkategorie zugeordnet, d. h. Zufahrten von Bundesstraßen auf BAB werden den BAB zugeordnet. Zu- und Abfahrten von sonstigen (nicht mautpflichtigen) Bundesstraßen auf mautpflichtige Bundesstraßen werden den mautpflichtigen Bundesstraßen zugeordnet.

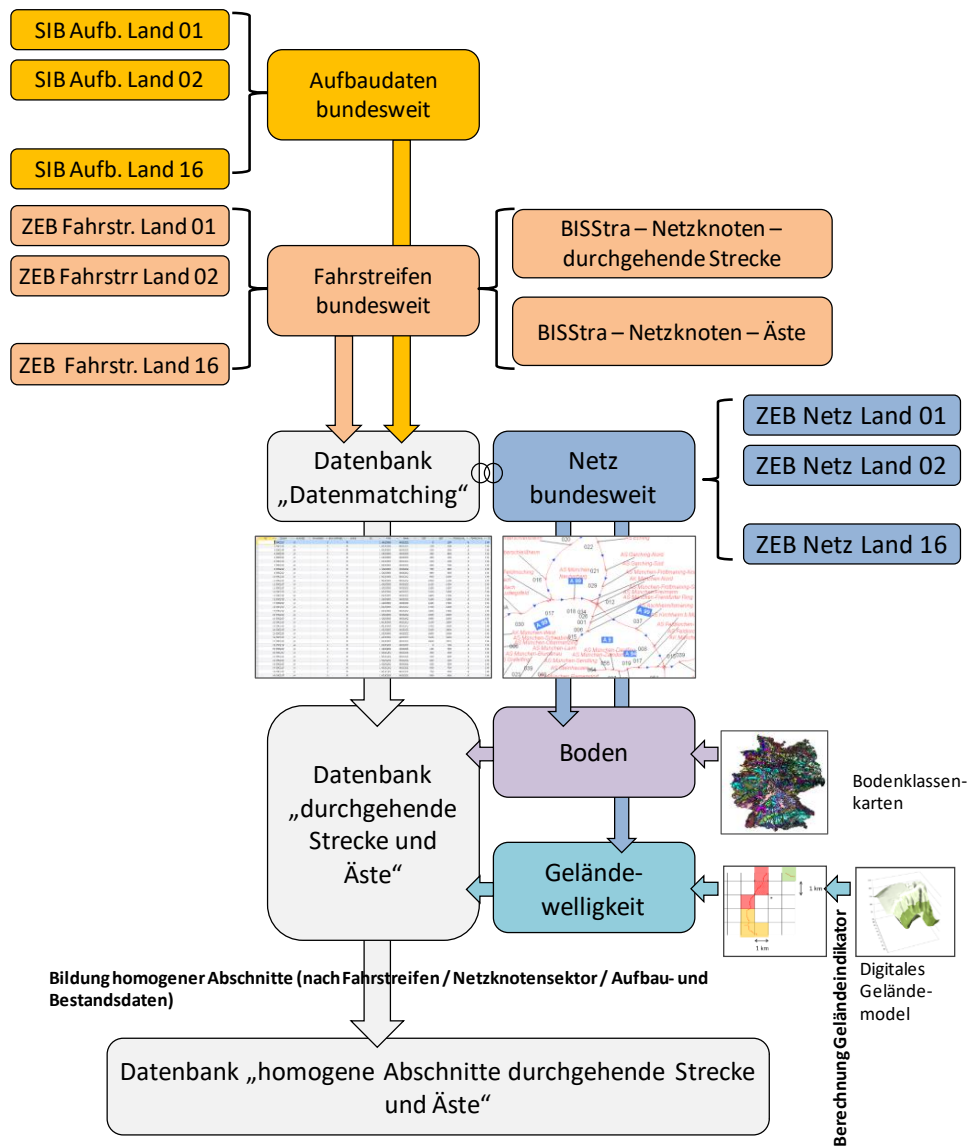


**Abbildung 3: Datenbasis und Differenzierung zur Ermittlung des Bruttoanlagevermögens**

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 folgend wurden für das vorliegende Gutachten die Bestandsdaten aus den umfangreichen Datenquellen des BMVI und den Ländern für das Basisjahr 2015 neu aufgenommen und zusammengestellt (siehe Abbildung 4). Ziel war der Aufbau eines Bestandsinventars, welches anschließend für die weitgehend von Historiendaten unabhängige Synthetische Bewertungsmethode des Bruttoanlagevermögens verwendet werden kann.



**Abbildung 4: Schematische Darstellung Datenaufbereitung - durchgehende Strecke und Äste**

Für die durchgehende Strecke an Bundesautobahnen (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 Bundesstraßen (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 Bundesstraße mit getrennten Richtungsfahrbahnen, sind jeweils Datensätze für den ersten Streifen pro Richtungsfahrbahn vorhanden.

Zusätzlich liegen aus BISStra<sup>21</sup> die Informationen zu den Knoten – also Kreuzen, Kreuzungen, Zu- und Abfahrten – vor, sodass aus den einzelnen Datensätzen der durchgehenden Strecke Netzknotensektoren (Abschnitte zwischen zwei Knoten) gebildet wurden. 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 Frostschuttschicht, 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 Dezember 2015) 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.

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 Ende 2016 neu abgefragt wurden. Letzteres liegt für Äste nicht bundesweit vor, sodass hier nur auf die alphanumerischen und geometrischen Straßennetzdaten aus BISStra zurückgegriffen wird.
- Daten zur Baulast (BISStra)
- Daten aus der Bodenübersichtskarte (BÜL100)

---

<sup>21</sup> Bundesinformationssystem Straße.

- 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 2015 gebildet. Grundsätzlich wurde somit der Vorgehensweise aus der WKR2013 zum Aufbau einer neuen Datenbank WKR2018 gefolgt.

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 BMVI den Gutachtern zur Verfügung gestellt wurden.

Über das Gesamtnetz der Bundesfernstraßen aggregiert sich das zu betrachtende Netz im Basisjahr 2015 wie folgt:

Infrastrukturelement	Einheit	Summe Bundesfernstraßen
Grunderwerb	Mio. m <sup>2</sup>	<b>nicht erhoben</b>
Erdbau	Mio. m <sup>2</sup>	<b>956,66</b>
Oberbau	Mio. m <sup>2</sup>	<b>719,03</b>
Brücken	Mio. m <sup>2</sup>	<b>30,89</b>
Tunnel und Trogbauwerke	km	<b>324,31</b>
Lärmschutzbauwerke	Mio. m <sup>2</sup>	<b>9,87</b>
Lärmschutzwälle	km	<b>1.211,19</b>
Stützbauwerke	Mio. m <sup>2</sup>	<b>4,04</b>
Verkehrszeichenbrücken	Riegellänge km	<b>219,09</b>
Meistereien	Stück	<b>362</b>
Rastanlagen unbewirtschaftet	Stück	<b>1.540</b>
Rastanlagen bewirtschaftet	Stück	<b>441</b>

**Tabelle 16: 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 Verkehrsinfra-*

*strukturvorhaben 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 letzten Jahren umgesetzten und abgerechneten Baumaßnahmen. Die Gutachter überprüften die in der ex-post-Analyse abgeleiteten Standardkostenansätze für deren Verwendung in der WKR2018.

Die ex-post Analyse gliedert sich nach Bautypen und Bauhauptleistungen (Bauteile) und erfolgt durch eine statistische Auswertung der Vergleichskosten für die Bauhauptgruppen nach der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS). 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 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 2015“ des BMVI zu den historischen Aufwendungen für den Lärmschutz.

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

Da die Standardkostenansätze im Wesentlichen den Preisstand 2012 aufwiesen, erfolgte eine Anpassung der Kostenansätze auf das Jahr 2015 unter Verwendung der vom statistischen Bundesamt herausgegebenen relevanten Baupreisindizes (siehe Tabelle 17). Nähere Erläuterungen zu den einzelnen Standardkostensätzen finden sich nachstehend in den Darstellungen zur Berechnung des Bruttoanlagevermögens der einzelnen Infrastrukturelemente.

	2012 bis 2015
Ingenieurbauwerke	4,73 %
Oberbau / Ausstattung und sonstiges	4,15 %
Erdbau	5,86 %

**Tabelle 17: Baupreisindizes 2012 bis 2015**

#### 4.2.5 Fortschreibung des Netzes und der Kosten für die Prognosejahre 2018 bis 2022

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 2015 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 Bundesautobahn und Bundesstraße 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 2015“ war ferner die Grundlage zur Ableitung des jährlichen Ansatzes Entwicklung des Bestandes an Lärmschutzbauwerken im Netz.

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 2015.

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

**Tabelle 18: Zusammenstellung Ansätze Fortschreibung Bestand in Prozent pro Jahr nach Infrastrukturelementen**

Wie in Abschnitt 4.2.4 beschrieben, werden die den Berechnungen zugrunde gelegten Standardkostenansätze mit Preisstand 2012 angegeben. Für die Fortschreibung der Kostenansätze wurden die Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes zur Entwicklung der Baupreise bis Ende 2015 verwendet. Zunächst wurden die Kostenansätze mit Preisstand 2012 auf die tatsächliche Preissteigerung bis Ende 2015 fortgeschrieben (siehe nachstehende Tabelle). Die Indizes für die Fortschreibung der Kostenansätze in den Prognosejahren 2018-2022 wurden aus der langfristigen durchschnittlichen jährlichen Baupreisänderung der Einzelindizes abgeleitet.

	Prognosejahre 2018-2022
Ingenieurbauwerke	1,63 % p.a.
Oberbau / Ausstattung und sonstiges	1,70 % p.a.
Erdbau	1,30 % p.a.
Verbraucherpreisindex	2,00 % p.a.
Hochbau (Meistereien)	2,00 % p.a.

**Tabelle 19: Baupreisindizes für die Prognosejahre**

#### 4.2.6 Grunderwerb

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

Für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens macht sich die vorliegende Wegekostenrechnung zunutze, dass die SM und die PIM unter sonst gleichen Annahmen zu gleichen Anlagevermögenswerten führen. Für die Ermittlung des Anlagevermögens bei den Grundstücken wird daher auf die vom BMVI zur Verfügung gestellten historischen Ausgaben für Grunderwerb für das Bundesfernstraßennetz zurückgegriffen. Für das frühere Bundesgebiet liegen Daten von 1959 bis 2015 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 20).

Weiteres Element im Rahmen der PIM ist die Festlegung eines angemessenen Index für die Fortschreibung der historischen Kosten auf den Preisstand des Betrachtungsjahres. Als Grundlage für einen angemessenen Index können die Daten des Statistischen Bundesamtes zu den Kauffällen für Bauland und speziell für „Sonstiges Bauland“ herangezogen werden (Statistisches Bundesamt Fachserie 17 Reihe 5). Als „Sonstiges Bauland“ werden durch das statistische Bundesamt Industrieland, Land für Verkehrszwecke und Freiflächen erfasst, soweit sie in den Baugebieten der Gemeinden liegen. Für sonstige Grundstücke (nicht innergemeindliche Grundstücke bzw. nicht Bauland) kann die Statistik zu Kaufwerten für landwirtschaftliche Grundstücke als Grundlage dienen (Statistisches Bundesamt Fachserie 3 Reihe 2.4). Die Statistiken weisen die

gemeldeten Käufe/Verkäufe für entsprechendes Land in verschiedenen Aggregationsstufen (z.B. nach Gemeindegößenklassen, Bundesländern, Ertragsmesszahl etc.) aus. Für die Preisentwicklung bei Kaufwerten für sonstiges Bauland oder landwirtschaftliche Grundstücke werden vom Statistischen Bundesamt keine Indizes ausgewiesen.<sup>22</sup> Alternativ käme hier die Anwendung des ausgewiesenen Indexes für Bauland infrage. Allerdings ist dieser sachlich an die Kostenentwicklung in urbanen Gebieten gebunden und stellt für die hier zu betrachtenden, ganz überwiegend im ländlichen Raum liegenden Straßen keine geeignete Bezugsgröße dar. Zusätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass den Nutzern möglicherweise ungerechtfertigt Wertsteigerungen der Grundstücke angelastet würden.

Dementsprechend werden im Rahmen des vorliegenden Wegekostengutachtens die historischen Grunderwerbskosten 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 würde zwangsläufig eine Verschiebung der Lasten in heutige oder zukünftige Generationen verursachen.

	Bundesfernstraßen
Historischer Grunderwerb 1959-2015 real in [Mio. €]	11.037,4
Historischer Grunderwerb 1959-2015 Preisstand 2015 in [Mio. €]	19.467,0
Netzlänge alte BL 1959 in [km]	26.791,3
Netzlänge alte BL 1990 in [km]	39.885,0
Netzlänge neue BL 1990 in [km]**	13.386,0
Netzlänge Gesamtdeutschland 1991 in [km]	53.408,0
Grunderwerb 1959-1990 Preisstand 2015 in [Mio. €]	13.005,0
pauschal abgeschätzter Grunderwerb vor 1959 Preisstand 2015 in [Mio. €]***	3.207,0
abgeschätzter Grunderwerb neue BL Preisstand 2015 in [Mio. €]	10.845,4
<b>Grunderwerb Gesamt Preisstand 2015 in [Mio. €] = Bruttoanlagevermögen</b>	<b>33.519,4</b>
<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 20: Netzentwicklung und historische Ausgaben für Grunderwerb**

Quellen: Netzlängen - Bundesamt für Statistik; Ausgaben für Grunderwerb – BMVI

<sup>22</sup> Die in der Statistik ausgewiesenen Kaufwerte sind für einen zeitlichen Vergleich nur bedingt verwendbar, weil die den Durchschnittswerten jeweils zugrundeliegenden Grundstücke in ihrer Struktur ganz unterschiedlich zusammengesetzt sein können. Die statistischen Massen, aus denen die Kaufwerte ermittelt werden, können sich jeweils aus anders gearteten Einzelfällen zusammensetzen. Die Statistiken haben daher mehr den Charakter einer Eigentumswechselstatistik als den einer Preisstatistik. Es werden daher keine prozentualen Veränderungen (Indizes) veröffentlicht. (Statistisches Bundesamt, Fachserie 3 Reihe 2.4 und Fachserie 17 Reihe 5, S. 4).

Die Fortschreibung des Anlagevermögens in den Prognosejahren erfolgt auf Basis der Haushaltsplanung des BMVI. Nachfolgend ist das Bruttoanlagevermögen für den Grunderwerb mit Preisstand 2015 angegeben.

Jahr	2015 [Mrd.€]	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
Grunderwerb	33,519	34,030	34,211	34,392	34,573	34,754

**Tabelle 21: BV Grunderwerb in den Prognosejahren, Preisstand 2015**

#### 4.2.7 Planungs- und Managementkosten

Im deutschen System der Auftragsverwaltung sind die tatsächlichen Kosten für Planung und Management der Bereitstellung der Infrastruktur nicht ohne weiteres aus statistischen Angaben oder dem Haushalt heraus verfügbar. Vielmehr werden 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 zahlt der Bund den Ländern eine Pauschale in Höhe von 3 % bezogen auf die Baukosten:

*„Er gilt Zweckausgaben, die bei der Entwurfsbearbeitung und Bauaufsicht entstehen, durch die Zahlung einer Pauschale ab, die für Kosten der Entwurfsbearbeitung 2 v. H. der Baukosten, für Kosten der Bauaufsicht 1 v. H. der Baukosten beträgt.“*

Die Zahlung der Pauschale ist unabhängig davon, welche Kosten der Auftragsverwaltung tatsächlich entstehen und umfasst ausdrücklich nicht das Verwaltungshandeln der Länder (eigener Personalkostenanteil). Derzeit liegen Daten in der notwendigen Differenzierung weiterhin nicht vor, so dass die Gutachter in Abstimmung mit dem BMVI den im Rahmen des WKR2013 abgeleiteten Planungskostenansatz verwenden.

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 Ausbau-

maßnahmen ist ein geringerer Ansatz zu wählen, da hier überwiegend nur Straßenbegleitpflanzungen vorgenommen werden (bosch&partner, 2013). Nach Auskunft des BMVI 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, sodass die pauschalen Ansätze der ex-post-Analyse genutzt wurden und auf die Baukosten (ohne Grunderwerb) angewendet wurden. Die Kosten für A+E-Maßnahmen wurden anschließend mit dem Verbraucherpreisindex indiziert. Dies entspricht dem methodischen Vorgehen bei den Kosten für den Grunderwerb. Nachfolgende Tabelle gibt die Ergebnisse der Analyse der Investitionskosten seit 1991, die abgeleiteten indizierten Investitionskosten und die Kosten für A+E-Maßnahmen wieder:

Zeitraum	Investitionen	geschätzte Kosten A+E Maßnahmen	
	(ohne Grunderwerb)	nicht indiziert	indiziert (Preisstand 2015)
	[Mrd. €]	[Mrd. €]	[Mrd. €]
1991-2015	70,849	2,600	3,125

**Tabelle 22: Investitionen in Bundesfernstraßen von 1991 bis 2015, anteilige A+E-Maßnahmen**

Ausgehend von den bis 2015 getätigten Investitionen wurden die im Straßenbauhaushalt veranschlagten Straßenbauinvestitionen für die Jahre 2016-2020 ausgewertet und für die Ableitung des Anteils A+E-Maßnahmen herangezogen. Für die Prognosejahre 2020-2022 erfolgte für die Ableitung des Anteils A+E-Maßnahmen zunächst eine Abschätzung der Straßenbauinvestitionen auf Basis der bis 2020 im Straßenbauhaushalt veranschlagten Investitionen (getrennt in Neubau und Um-/Ausbau). Aufbauend auf den Investitionen in den Prognosejahren wurden die jeweiligen Anteile A+E-Maßnahmen (5 % bzw. 2,5 % - siehe oben) bestimmt (siehe Tabelle 23).

Jahr	2015 [Mrd. €]	2018 [Mrd. €]	2019 [Mrd. €]	2020 [Mrd. €]	2021 [Mrd. €]	2022 [Mrd. €]
A+E-Maßnahmen	3,125	3,382	3,484	3,572	3,660	3,747

**Tabelle 23: BV - A+E-Maßnahmen in den Prognosejahren 2013 bis 2017 inkl. Planung, Preisstand 2015**

#### 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 Kostenansätze für den Erdbau vor. Die Bestandsdatenhaltung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und des BMVI lässt zunächst keine Differenzierung der Aufwendungen für den Erdbau im

Bundesgebiet zu. Die Gutachter haben daher im Rahmen der WKR2013 ein GIS<sup>23</sup>-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 mal 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 km<sup>2</sup> 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 24). Aus den Bestandsdaten wurde unter Verwendung der Regelquerschnitte nach RAS-Q<sup>24</sup> 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.

---

<sup>23</sup> Geoinformationssystem.

<sup>24</sup> 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.

Geländewelligkeit	Boden- klasse	Durchgehende Strecke				Äste	
		Anteil [Mio.m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]	Gesamt [Mio.m <sup>2</sup> ]	Gesamt [%]	Anteil [Mio.m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
Flach	1	41,5	5 %	421,8	50 %		
	2	212,9	25 %				
	3	167,4	20 %				
hügelig	1	234,4	28 %	416,7	50 %	38,2	32 %
	2	139,6	17 %			51,1	43 %
	3	42,7	5 %			28,8	24 %
<b>Gesamt</b>		<b>838,5</b>	<b>100 %</b>	<b>838,5</b>	<b>100 %</b>	<b>118,1</b>	<b>100 %</b>

**Tabelle 24: Übersicht Anteile Kostengruppen Erdbau - durchgehende Strecke und Äste für 2015**

Für die WKR 2018-2022 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 entsprechend Tabelle 25. Für die Bautypen wurden je nach Straßenkategorie typische Querschnitte angenommen.

Bautyp	BAB - Netzteil nach Bautypen	BS - Netzteil nach Bautypen
<b>Netzlänge Gesamt</b>	<b>12.988 km</b>	<b>38.018 km</b>
Bautyp 02 (2-streifiger Neubau)		85,9 % (RQ 10,5)
Bautyp 03 (3-streifiger Neubau)		3,6 % (RQ 15,5)
Bautyp 04 (4-streifiger Neubau)	72,5 % (RQ 29,5)	3,7 % (RQ20, RQ 26, Q 29,5)
Bautyp 24 (4-streifiger Ausbau)		6,8 % (RQ 26 und RQ 29,5)
Bautyp 46 (6-streifiger Ausbau)	26,8 % (RQ 35,5)	
Bautyp 68 (8-streifiger Ausbau)	0,7 % (RQ 43,5)	
Summe	100 %	100 %

**Tabelle 25: Bautypen und Querschnitte der einzelnen Straßenkategorien 2015**

Für die sechs nach Baugrundtyp und Topografie differenzierten Kostensätze wurden die nachstehenden Ansätze in Euro/m<sup>2</sup> 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 BAB [€/m <sup>2</sup> ]	Erdbau BS [€/m <sup>2</sup> ]
Flach Durchgehende Strecke	BG1	38,0	52,3
	BG2	56,4	83,2
	BG3	73,1	116,1
Hügelig Durchgehende Strecke und Äste	BG1	59,3	100,2
	BG2	69,2	135,6
	BG3	115,9	188,9

**Tabelle 26: Kostenansätze - Erdbau, Preisstand 2015**

Für die Ableitung des Errichtungszyklus beim Erdbau zur Berücksichtigung der Planungskosten wird die theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren zu Grunde gelegt. Als Baujahr wird das Baujahr der Frostschutzschicht verwendet. Bei Ästen wird als Baujahr der Mittelwert aus den Baujahren der angrenzenden Netzknotenabschnitte verwendet. In etwa 96 % 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 zugeordnet wurden die Aufwendungen für die Hauptgruppe 9 der AKS „Sonstige besondere Anlagen und Kosten“ (HG9), 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 in Höhe von 10,72 €/m<sup>2</sup> (befestigte Fläche, ohne Planungskosten, Preisstand 2015) für Bundesautobahnen und von 17,50 €/m<sup>2</sup> (befestigte Fläche, ohne Planungskosten, Preisstand 2015) für Bundesstraßen abgeleitet. 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	Baugrund- typ	Erdbau & HG9 durchgehende Strecke und Äste				Summe BV Erdbau & HG9 [Mrd.€]
		Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Folgebemaßnahme (Zyklus>1)		
		Planung [%]	BV [Mrd.€]	Planung [%]	BV [Mrd.€]	
Flach Durchgehende Strecke	BG1	18 %	2,586	10 %	0,057	<b>2,643</b>
	BG2		19,057		1,049	<b>20,107</b>
	BG3		19,603		1,000	<b>20,603</b>
Hügelig Durchgehende Strecke und Äste	BG1		29,237		1,044	<b>30,281</b>
	BG2		24,466		0,900	<b>25,366</b>
	BG3		14,004		0,410	<b>14,414</b>
	<b>Summe</b>		<b>108,953</b>		<b>4,460</b>	<b>113,413</b>

**Tabelle 27: Bruttoanlagevermögen (BV) - Erdbau inkl. Planung und HG9 für 2015**

#### 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 Frostschuttschicht.

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-Q<sup>25</sup> 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 der Anteil Seitenstreifen bezogen auf die Gesamtlänge aus der Längenstatistik abgeleitet. Es ergab sich ein Anteil von rund 82 %. 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 Frostschuttschicht (als unterste und somit älteste Schicht) sowie der angegebenen Art der jeweiligen

<sup>25</sup> 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.

Schicht und den daraus nach RPE-Stra 01<sup>26</sup> abgeleiteten theoretischen Nutzungsdauern bestimmt.

Für den Oberbau an Ästen liegen keine Aufbaudaten vor. Aus diesem Grund wurde – wie schon bei der WKR2013 – die Annahme getroffen, dass hier der Oberbau ausschließlich in Asphaltbauweise hergestellt wird. Die befestigte Fläche bemisst sich unter Berücksichtigung der Fahrstreifenanzahl im Ast gemäß RAA<sup>27</sup>. Als Baujahr der Erstmaßnahme an Ästen wird für alle Schichten einheitlich das für den Erdbau bestimmte Baujahr verwendet (abgeleitet aus den Baujahren der Frostschuttschicht 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 in gleicher Weise wie beim Erdbau (siehe Tabelle 25). 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

---

<sup>26</sup> RPE-Stra 01: Richtlinie für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen Ausgabe 2001, Anhang 10.

<sup>27</sup> Die RAA- Richtlinie für die Anlage von Autobahnen Ausgabe 2008, zuletzt korrigiert Mai 2012.

ten für die einzelnen Schichten für 2-, 4-, 6- und 8-streifige Bundesautobahnen bzw. Bundesstraßen 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 Bundesautobahnen und Bundesstraßen die nachstehenden Kostenansätze in Euro/m<sup>2</sup> 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 [€/m <sup>2</sup> ] Erstmaßnahme	Kosten Oberbau Strecke [€/m <sup>2</sup> ] Folgemaßnahme	Kosten Oberbau Äste [€/m <sup>2</sup> ] Erstmaßnahme	Kosten Oberbau Äste [€/m <sup>2</sup> ] Folgemaßnahme
<b>Bundesautobahnen</b>					
Deckschicht	Asphalt	7,10	15,58	11,89	22,82
Binderschicht		9,73	21,35	16,41	36,16
Tragschicht		21,77	24,00	36,69	40,49
Frostschuttschicht		16,14	11,67	26,94	19,25
Betondecke	Beton	16,82	36,92		
Tragschicht		21,77	24,00		
Frostschuttschicht		16,14	11,67		
<b>Bundesstraßen</b>					
Deckschicht	Asphalt	10,05	16,23	14,68	25,12
Binderschicht		13,32	20,81	19,90	35,11
Tragschicht		31,21	37,94	46,23	55,09
Frostschuttschicht		22,57	18,61	33,53	26,37
Betondecke	Beton	20,94	36,96		
Tragschicht		29,59	34,53		
Frostschuttschicht		21,43	11,94		

**Tabelle 28: Kostenansätze - Oberbau, Preisstand 2015**

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)		Folgebmaßnahme (Zyklus>1)		
		Planung [%]	BV [Mrd.€]	Planung [%]	BV [Mrd.€]	
Deckschicht	Asphalt	18 %	3,186	10 %	6,589	9,776
Binderschicht			6,372		5,454	11,826
Tragschicht			20,704		1,385	22,089
Frostschuttschicht			15,364		0,491	15,854
Betondecke	Beton		0,986		1,045	2,030
Tragschicht			1,896		0,049	1,945
Frostschuttschicht			1,420		0,014	1,433
		<b>Summe</b>	<b>49,927</b>		<b>15,027</b>	<b>64,953</b>

**Tabelle 29: Bruttoanlagevermögen (BV) - Oberbau durchgehende Strecke und Äste für 2015**

Für die Bundesfernstraßen ergibt sich somit insgesamt im Bereich Oberbau ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von 64,953 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 <sup>2</sup> ]	Kosten Ausstattung inkl. Planung [€/m <sup>2</sup> ]
durchgehende Strecke BAB	307,469	26,40
Äste BAB	53,853	65,96
durchgehende Strecke BS	332,899	24,02
Äste BS	25,728	40,37

**Tabelle 30: Kostenansätze - Ausstattung, Preisstand 2015 inkl. Planung**

Unter Zugrundelegung der in Tabelle 30 dargestellten Kostenansätze ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 für den Bereich Ausstattung in Höhe von 20,703 Mrd. €.

#### 4.2.12 Ingenieurbauwerke

Nach DIN 1076 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 Grundwasserrinnen, 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.“*

Die Ingenieurbauwerke werden in der Datenbank SIB-Bauwerke bei der BASt geführt. 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 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. Es wurden Datensätze aus der 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 BMVI Standardkostensätze für die Wegekostenrechnung für A-Bauwerke, Ü-Bauwerke und Talbrücken abgeleitet (siehe Tabelle 32).

Den Talbrücken wurden Brücken mit einer lichten Höhe größer 14m 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 BMVI abgestimmt. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Brückentypen und Kostenansätze getrennt für BAB und BS dargestellt.

Kostengruppe / Bauwerksart	Kostenansatz inkl. PL Brücken an BAB [ €/m <sup>2</sup> Brückenfläche]	Kostenansatz inkl. PL Brücken an BS [ €/m <sup>2</sup> Brückenfläche]
Errichtungszyklus=1		
A-Bauwerk	2.667	2.929
Bogenbrücke	3.198	3.871
Drehbrücke	nicht vorhanden	3.847
Hängebrücke	3.162	6.478
Hub-/Klappbrücke	nicht vorhanden	8.579
k.A.	nicht vorhanden	3.275
Schrägseilbrücke	5.121	1.923
Talbrücke	1.782	2.289
Ü-Bauwerk	3.280	3.246
Errichtungszyklus>1		
A-Bauwerk	2.486	2.968
Bogenbrücke	2.981	3.667
Hängebrücke	2.948	nicht vorhanden
k.A.	nicht vorhanden	3.069
Schrägseilbrücke	4.774	nicht vorhanden
Talbrücke	1.661	2.167
Ü-Bauwerk	3.058	2.916

**Tabelle 31: Kostenansätze – Brücken, Preisstand 2015**

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 der 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 50-110 Jahren und für den Überbau 60-100 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 der Bestandsdaten 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 31 dargestellten Kostenansätze ergibt sich das nachfolgend dargestellte Bruttoanlagevermögen für das Bundesfernstraßennetz.

Kostengruppe / Bauwerksart	Bauwerksfläche [Mio.m²]	Anteil Bauwerksart [%]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
A-Bauwerk	20,471	66,3 %	56,618
Bogenbrücke	1,225	4,0 %	4,178
Drehbrücke	0,001	0,0 %	0,005
Hängebrücke	0,054	0,2 %	0,246
Hub-/Klappbrücke	0,005	0,0 %	0,046
k.A.	0,027	0,1 %	0,087
Schrägseilbrücke	0,278	0,9 %	1,223
Talbrücke	3,868	12,5 %	7,160
Ü-Bauwerk	4,814	15,6 %	15,745
Errichtungszyklus>1			
A-Bauwerk	0,061	0,2 %	0,170
Bogenbrücke	0,077	0,2 %	0,277
Hängebrücke	0,000	0,0 %	0,000
k.A.	0,001	0,0 %	0,003
Schrägseilbrücke	0,000	0,0 %	0,000
Talbrücke	0,002	0,0 %	0,004
Ü-Bauwerk	0,003	0,0 %	0,011
<b>Summe</b>	<b>30,886</b>	<b>100,00 %</b>	<b>85,772</b>

**Tabelle 32: Bruttoanlagevermögen (BV) - Anteile Bauwerksart - Brücken 2015**

Es ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von 85,772 Mrd. € inkl. Planungskosten.

#### 4.2.12.2 Tunnel

In Abstimmung mit dem BMVI wurden die Tunnel in Abhängigkeit von der Streifenanzahl typisiert, da die 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 der SIB-Bauwerke dokumentiert. Diese Bestandsdaten wurden unter Berücksichtigung der Streifenanzahl ausgewertet und für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens verwendet. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Kostenansätze für Tunnelbauwerke in Abhängigkeit von der Streifenanzahl zusammenfassend dargestellt.

Anzahl Fahrstreifen in der Röhre	Kostenansatz BAB [€/m]	Kostenansatz BS [€/m]
<3	35.050	32.667
=3	45.070	66.553
>3	97.920	66.553
sonstige <sup>28</sup>	5.430	5.430

**Tabelle 33: Kostenansätze Tunnelbauwerke, Preisstand 2015**

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

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

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] <sup>29</sup>	Anteile nach Anzahl FS in Röhre [%]	Summe BV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]
<3	202,34	78,0 %	8,12
=3	37,41	14,4 %	1,989
>3	18,45	7,1 %	1,869
sonstige <sup>30</sup>	1,08	0,4 %	0,007
<b>Summe:</b>	<b>259,27</b>	<b>100,0 %</b>	<b>11,985</b>

**Tabelle 34: BV - Anteile Tunnel nach Anzahl Fahrstreifen pro Röhre 2015**

Aus den in Tabelle 34 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Tunnel ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von 11,985 Mrd. € inkl. Planungskosten.

#### 4.2.12.3 Trogbauwerke

Für die Berechnung des Bruttoanlagevermögens von Trogbauwerken wurden die Bestandsdaten der SIB-Bauwerke hinsichtlich Anzahl der Fahrstreifen, Länge und Bauweise ausgewertet. Die verwendeten Kostenansätze in Abhängigkeit der Fahrstreifenanzahl wurden in Abstimmung mit dem BMVI ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle sind die verwendeten Kostenansätze für Trogbauwerke in Abhängigkeit der Fahrstreifenanzahl zusammenfassend dargestellt.

Anzahl Fahrstreifen	Kostenansatz BAB [€/m]	Kostenansatz BS [€/m]
<3	22.790	17.906
=3	40.150	31.470
>3	40.150	38.676
sonstige	5.430	5.430

**Tabelle 35: Kostenansätze Trogbauwerke, Preisstand 2015**

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 ist der Bestand und das Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 an Trogbauwerken in Abhängigkeit der Kostengruppen zusammenfassend dargestellt.

<sup>29</sup> 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.

<sup>30</sup> Sonstige Tunnelbauwerke sind bspw. Tunnel für Fuß- und Radwege in der Baulast des Bundes.

Anzahl Fahrstreifen	Summe Länge Röhren [km]	Anteile nach Anzahl FS in Röhre [%]	Summe BV Tunnel inkl. Planung [Mrd.€]
<3	42,03	64,6 %	0,94
=3	2,81	4,3 %	0,128
>3	14,40	22,1 %	0,677
sonstige	5,81	8,9 %	0,037
<b>Summe:</b>	<b>65,04</b>	<b>100,0 %</b>	<b>1,781</b>

**Tabelle 36: Bruttoanlagevermögen (BV) - Trogbauwerke 2015**

Aus den in Tabelle 33 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Trogbauwerke ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von 1,781 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 Kostenansätze für besondere Stützkonstruktionen verwendet, die im Rahmen der WKR2013 über die Auswertung von Einzelmaßnahmen (Kosten abgerechneter Baumaßnahmen) in Abhängigkeit von der Bauwerksfläche aus der SIB-Bauwerke ermittelt und mit dem BMVI abgestimmt wurden. Für Standardbauwerke wurde der Kostenansatz aus der ex-post-Analyse verwendet.

Der Bestand an Stützbauwerken nach DIN 1076 ist in der 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. In etwa 95 % des Bestandes an Stützbauwerken befindet sich im Errichtungszyklus 1.

Aus den in Tabelle 37 dargestellten Ansätzen ergibt sich für Stützbauwerke ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von 5,345 Mrd. € inkl. Planungskosten.

Kostengruppe / Bauwerksart	Bauwerksfläche [m²]	Anteil Bauwerksart [%]	Kostenansatz inkl. PL Stützbauwerke [€/m² Bauwerksfläche]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1				
Ankerwand	13.703	0,3 %	2.006	0,027
bewehrte Erde	20.729	0,5 %	401	0,008
Fangzäune	14.252	0,4 %	732	0,010
Flächensicherung	4.573	0,1 %	637	0,003
Futterwand	1.836	0,0 %	838	0,002
sonstiges	64.162	1,6 %	3.139	0,201
Stützbauwerk	3.603.962	89,2 %	1.322	4,763
Vernagelung	94.897	2,3 %	448	0,043
Errichtungszyklus>1				
bewehrte Erde	2.070	0,1 %	802	0,001
Futterwand	3.176	0,1 %	838	0,002
sonstiges	10.615	0,3 %	6.278	0,031
Stützbauwerk	205.310	5,1 %	1.322	0,253
<b>Summe</b>	<b>4.039.284</b>	<b>100,0 %</b>		<b>5,345</b>

**Tabelle 37: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Stützbauwerke 2015**

#### 4.2.12.5 Lärmschutzbauwerke

Der Bestand an Lärmschutzbauwerken nach DIN 1076 ist in der SIB-Bauwerke dokumentiert. Die SIB-Bauwerke unterscheidet zwischen Lärmschutzwänden, Lärmschutzsteilwällen, Lärmschutzbauwerken mit schallabsorbierender Bekleidung und Lärmschutz-/Schutzbauwerken. Die Kostenansätze wurden aus der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015“ des BMVI für Lärmschutzwälle, Lärmschutzwände, Lärmschutzsteilwälle und absorbierende Bekleidung abgeleitet (BMVI, 2016). Aus den Angaben der SIB-Bauwerke und der Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen wurden für die verschiedenen Bauwerkstypen die nachfolgend in der Tabelle dargestellten Kostansätze ermittelt.

Für Lärmschutzwände sind in der ABBV-2010 in Abhängigkeit des Baustoffes theoretische Nutzungsdauern von 30-60 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 der SIB-Bauwerke der Bestand an Lärmschutzwällen (kein Bauwerk nach DIN 1076) nicht dokumentiert ist, wurden zur Bestimmung des Anlagevermögens die Längenangaben aus der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015“ verwendet. Die Statistik enthält die Längenzuwächse ab 1996. Für die Jahre vor 1996 wurde die Gesamtlänge an Lärmschutzwällen in 1995 gleichmäßig auf die Jahre 1970-1995 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 2015 beträgt 927,96 km an Bundesautobahnen und 283,20 km an Bundesstra-

ße (BMVI, 2016, S. 21). Aus den Angaben der Statistik wurde ein Kostenansatz für Lärmschutzwälle abgeleitet.

In Tabelle 38 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	102.381 m <sup>2</sup>	1,0 %	366 €/m <sup>2</sup>	0,037
Lärmschutzbauwerk aus Drahtgitterkörben mit Steinfüllung (Gabione)	14.864 m <sup>2</sup>	0,2 %	366 €/m <sup>2</sup>	0,005
Lärmschutzbauwerk mit schallabsorbierender Bekleidung	89.804 m <sup>2</sup>	0,9 %	502 €/m <sup>2</sup>	0,045
Lärmschutzsteilwall	148.398 m <sup>2</sup>	1,5 %	354 €/m <sup>2</sup>	0,053
Lärmschutzwand	9.481.298 m <sup>2</sup>	96,0 %	372 €/m <sup>2</sup>	3,524
<b>Zwischensumme</b>	<b>9.836.744 m<sup>2</sup></b>			
Lärmschutzwall	1.211 km		661 €/m <sup>2</sup>	0,800
Errichtungszyklus>1				
Lärmschutzwand	35.774 m <sup>2</sup>	0,4 %	347 €/m <sup>2</sup>	0,012
<b>Zwischensumme</b>	<b>35.774 m<sup>2</sup></b>			
<b>Summe</b>	<b>9.872.518 m<sup>2</sup></b>	<b>100,00 %</b>		<b>4,477</b>

**Tabelle 38: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Lärmschutz 2015**

Für 2015 beträgt das Bruttoanlagevermögen für Lärmschutzbauwerke somit ca. 4,477 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 in SIB-Bauwerke) in Abhängigkeit von der Riegelänge ermittelt und mit dem BMVI abgestimmt.

Der Bestand an Verkehrszeichenbrücken ist in der SIB-Bauwerke dokumentiert, soweit diese Bauwerke im Sinne der DIN 1076 sind. Diese Daten wurden hinsichtlich Baujahr und Riegelänge für die Ermittlung des Bruttoanlagevermögens ausgewertet. In der Tabelle 39 ist der Bestand zusammenfassend dargestellt.

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

Summe Riegelänge [m]	Kostenansatz inkl. PL VZB [€/m]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1		
191.134	2.749	0,526
Errichtungszyklus>1		
27.952	2.563	0,072
<b>219.087</b>		<b>0,597</b>

**Tabelle 39: Bruttoanlagevermögen (BV) und Bestand - Verkehrszeichenbrücken 2015**

Für 2015 beträgt das Bruttoanlagevermögen für Verkehrszeichenbrücken ca. 0,597 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). Die Statistik des BMVI weist im Basisjahr 2015 im Bundesgebiet 185 Autobahnmeistereien und 167 Meistereien an Bundesstraßen aus.

Die Kostenansätze für die Erstellung einer Meisterei wurden aus verschiedenen Baumaßnahmen der jüngeren Vergangenheit und aus Erfahrungswerten des BMVI abgeleitet. Für Autobahnmeistereien wird dementsprechend ein Kostenansatz von 7,89 Mio. € pro Meisterei (Preisstand 2015, ohne Grunderwerb, inkl. Planung) und für Straßenmeistereien an Bundesstraßen von 4,60 Mio. € (Preisstand 2015, ohne Grunderwerb, inkl. Planung) angenommen.

Insgesamt ergibt sich aus den Kostenansätzen pro Meisterei und der Anzahl Meistereien an Autobahnen und Bundesstraßen ein Bruttoanlagevermögen für das Basisjahr 2015 in Höhe von ca. 2,227 Mrd. € inkl. Planungsleistungen.

#### 4.2.14 Rastanlagen

Das BMVI führt eine Statistik zu den Rastanlagen an Bundesautobahnen. Mit dem erforderlichen Ausbau der Parkplätze mit dem Ziel der deutlichen Erhöhung der Lkw-Stellplätze entlang der Hauptverkehrsachsen, wurde die Datenlage deutlich verbessert. Für die Bundesstraßen 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 [Mio. €/Stück]	BV inkl. Planung [Mrd. €]
Raststätten > 200 Stellplätze	49	15,678	0,907
Raststätten > 100 Stellplätze	174	7,839	1,610
Raststätten < 100 Stellplätze	218	3,919	1,008
unbewirtschafteter Rastplatz mit WC > 40 Stellplätze	419	4,080	2,017
unbewirtschafteter Rastplatz mit WC <40 Stellplätze	402	2,120	1,006
Rastplatz o. WC	719	0,552	0,468
<b>SUMME:</b>			<b>7,015</b>

**Tabelle 40: Bruttoanlagevermögen (BV) - Anzahl der Rastanlagen an BAB, Kostenansätze für 2015**

Für die BAB ergibt sich ein Bruttoanlagevermögen für das Jahr 2015 von 7,015 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 2018-2022 in gleicher Weise angewandt. Dabei werden die Netzerweiterungen (siehe Abschnitt 4.2.5) und die Kostenfortschreibungen (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 2015 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 zusammenfassend mit Preisstand des jeweiligen Jahres dargestellt.

Jahr	2015 [Mrd.€]	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
<b>Grunderwerb</b>	33,519	36,113	37,031	37,972	38,935	39,922
<b>A+E- Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	3,125	3,589	3,772	3,943	4,122	4,304
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	113,413	119,129	121,084	123,069	125,089	127,140
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	64,953	69,811	71,483	73,208	75,225	77,133
<b>Brücken</b>	85,772	90,994	92,799	94,645	96,531	98,462
<b>Tunnel</b>	11,985	13,261	13,718	14,191	14,682	15,191
<b>Trogbauwerke</b>	1,781	1,978	2,048	2,122	2,198	2,277
<b>Stützbau- werke</b>	5,345	5,666	5,778	5,890	6,005	6,123
<b>Ausstat- tung<sup>2),3)</sup></b>	25,778	27,561	28,181	28,814	29,461	30,123
<b>Meistereien</b>	2,227	2,364	2,411	2,459	2,508	2,559
<b>Rastanlagen</b>	7,024	7,302	7,397	7,493	7,590	7,689
<b>Summe</b>	<b>354,922</b>	<b>377,767</b>	<b>385,700</b>	<b>393,806</b>	<b>402,347</b>	<b>410,922</b>
<sup>1)</sup> – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen <sup>2)</sup> - durchgehende Strecke einschließlich Äste <sup>3)</sup> - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke						

**Tabelle 41: Zusammenstellung Bruttoanlagevermögen – Basisjahr und Prognosejahre**

Das Bruttoanlagevermögen (inkl. Planungskosten) steigt aufgrund der Netzerweiterungen und der Kostenfortschreibung von ca. 355 Mrd. € im Basisjahr auf ca. 411 Mrd. € im Prognosejahr 2022.

### 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 ebenfalls Anwendung fand. Dies bedeutet, dass auch im vorliegenden Gutachten den Infrastrukturelementen eine 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 (5) aus dem Verhältnis zwischen Restlebensdauer ( $T_{rest}$ ) und Gesamtlebensdauer ( $T_{ges}$ ):

$$NNV = \frac{T_{rest}}{T_{ges}} \quad (5)$$

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 Gesamtnettoanlagevermögen.

Für bestimmte Bauelemente, wie z.B. Ausstattung, wird sofern die aktuell verfügbaren Daten keine weitere Differenzierung zuließen, wie schon in der WKR2007 und WKR2013 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.

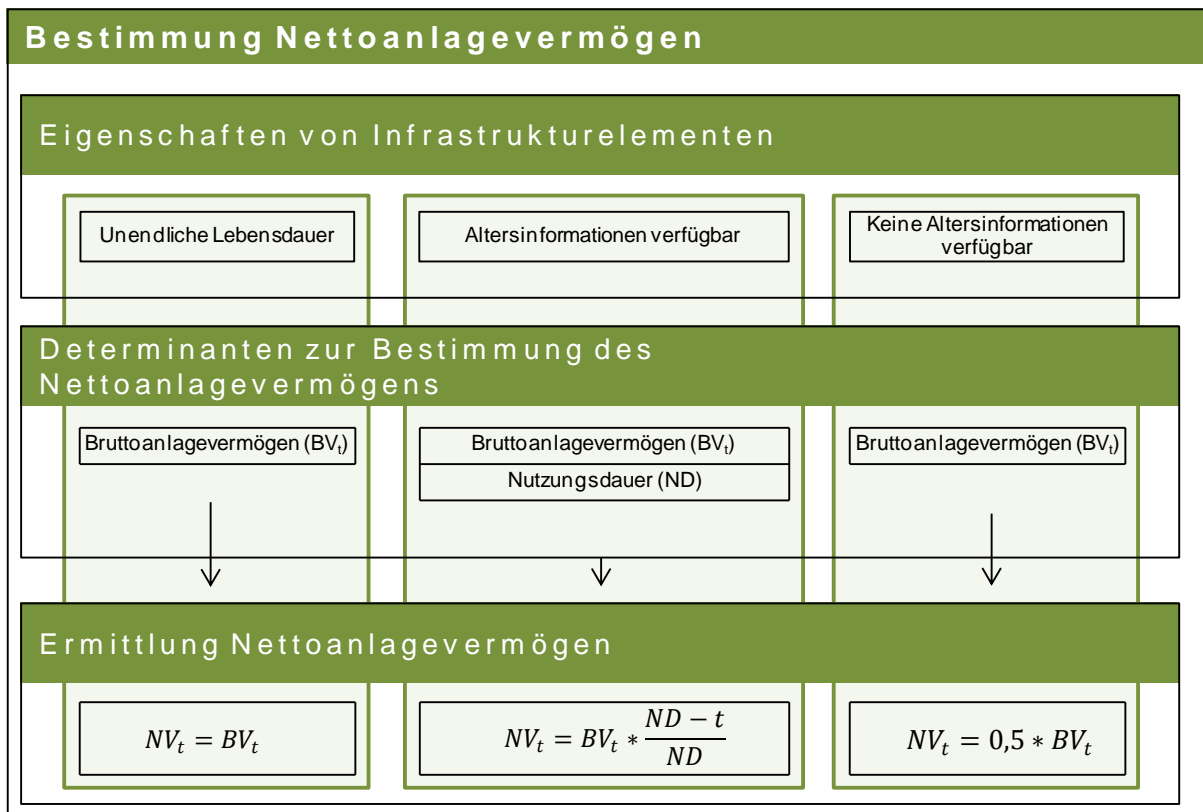


Abbildung 5: Übersicht zur Ermittlung des Nettoanlagevermögens

#### 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 unter Ansatz des Verbraucherpreisindex 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. 35,519 Mrd. €.

#### 4.3.3 Landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Die landschaftspflegerischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden wie Grunderwerb behandelt. Das Kapital ist in den Anlagen gebunden und wird mit dem Verbraucherpreisindex fortgeschrieben. Es erfolgt keine Abschreibung, das Brutto- entspricht dem Nettoanlagevermögen. Für das Basisjahr beträgt das Nettoanlagevermögen somit ca. 3,125 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, lie-

gen 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 Erdbauerelement mit einem Alter von 30 Jahren ein normiertes Nettoanlagevermögen von 2/3 des Bruttoanlagevermögens ergibt.

Geländewelligkeit	Bau- grundtyp	Erdbau & HG9 durchgehende Strecke und Äste Erstmaßnahme (Zyklus=1)		Erdbau & HG9 durchgehende Strecke und Äste Folgermaßnahme (Zyklus>1)		Summe NV Erdbau & HG9 [Mrd.€]
		normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	
Flach durchgehende Strecke	BG1	66,7 %	1,725	76,0 %	0,043	<b>1,768</b>
	BG2	71,3 %	13,597	80,3 %	0,842	<b>14,439</b>
	BG3	68,8 %	13,494	80,2 %	0,801	<b>14,295</b>
Hügelig durchgehende Strecke und Äste	BG1	67,4 %	19,712	74,3 %	0,776	<b>20,489</b>
	BG2	67,5 %	16,526	80,4 %	0,724	<b>17,250</b>
	BG3	66,6 %	9,331	77,8 %	0,319	<b>9,649</b>
		<b>Summe</b>	<b>74,385</b>		<b>3,506</b>	<b>77,891</b>

Tabelle 42: Nettoanlagevermögen (NV) - Erdbau und HG9, 2015

#### 4.3.5 Oberbau

Die einzelnen Schichten des Straßenoberbaus – Deckschicht bzw. Betondecke, Binderschicht (nur bei Asphaltbauweisen), Tragschicht und Frostschutzschicht - weisen unterschiedliche Nutzungsdauern auf. Die Bestimmung des Nettoanlagevermögens erfolgt daher getrennt für die jeweilige Schicht in Abhängigkeit von den theoretischen Nutzungsdauern gemäß RPE-Str 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-Str 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-Str 01 angenommen. Für die **Tragschicht** unterscheidet die RPE-Str 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.

Für Äste sind derzeit keine detaillierten Aufbaudaten verfügbar. Daher werden für die Berechnungen des Nettoanlagevermögens einheitliche Annahmen zu den Nutzungsdauern pro Schicht verwendet. Die Baujahre an Ästen 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)		Folmaßnahme (Zyklus>1)		
		normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	normiertes NV [%]	NV [Mrd.€]	
Deckschicht	Asphalt	49,8 %	1,585	60,3 %	3,973	<b>5,558</b>
Binderschicht		50,4 %	3,209	56,4 %	3,074	<b>6,283</b>
Tragschicht		54,3 %	11,233	78,7 %	1,090	<b>12,323</b>
Frostschuttschicht		67,7 %	10,402	78,1 %	0,383	<b>10,785</b>
Betondecke	Beton	50,3 %	0,496	69,2 %	0,723	<b>1,219</b>
Tragschicht		63,9 %	1,211	58,9 %	0,029	<b>1,240</b>
Frostschuttschicht		75,8 %	1,076	92,8 %	0,013	<b>1,088</b>
		<b>Summe</b>	<b>29,212</b>		<b>9,285</b>	<b>38,497</b>

**Tabelle 43: Summe Nettoanlagevermögen (NV) – Oberbau, 2015**

#### 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. Das bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass jedes Jahr genau so viel abgeschrieben wird, wie gleichzeitig investiert wird. Das Nettoanlagevermögen hat sich bei 50 % des Bruttoanlagevermögens eingependelt. Das Nettoanlagevermögen beträgt im Basisjahr somit ca. 10,352 Mrd. €.

#### 4.3.7 Ingenieurbauwerke

Das normierte Nettovermögen bestimmt sich aus dem Verhältnis aus der Restnutzungsdauer im betrachteten Jahr und der angenommenen Nutzungsdauer für das jeweilige Bauwerk. Basis hierfür sind die in der 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 2015 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2015 [Mrd. €]
<b>Errichtungszyklus=1</b>			
A-Bauwerk	56,618	60,8 %	34,400
Bogenbrücke	4,178	55,7 %	2,329
Drehbrücke	0,005	72,5 %	0,004
Hängebrücke	0,246	35,2 %	0,087
Hub-/Klappbrücke	0,046	66,3 %	0,030
k.A.	0,087	65,8 %	0,057
Schrägeilbrücke	1,223	57,5 %	0,704
Talbrücke	7,160	61,4 %	4,395
Ü-Bauwerk	15,745	62,3 %	9,815
<b>Errichtungszyklus&gt;1</b>			
A-Bauwerk	0,170	88,1 %	0,150
Bogenbrücke	0,277	68,0 %	0,188
k.A.	0,003	66,6 %	0,002
Talbrücke	0,004	94,2 %	0,004
Ü-Bauwerk	0,011	83,4 %	0,009
<b>Summe</b>	<b>85,772</b>		<b>52,172</b>

Tabelle 44: Nettoanlagevermögen (NV) – Brücken, 2015

#### 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) 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.€]
<b>Nutzungsdauer=130 Jahre</b>			
<3	5,10	88,0 %	4,48
=3	0,36	78,5 %	0,281
>3	0,05	83,4 %	0,045
sonstige	0,00	26,9 %	0,001
<b>Nutzungsdauer=90 Jahre</b>			
<3	3,02	77,9 %	2,36
=3	1,63	77,0 %	1,256
>3	1,81	82,6 %	1,498
sonstige	0,00	53,4 %	0,002
<b>Summe:</b>	<b>11,985</b>		<b>9,922</b>

Tabelle 45: Nettoanlagevermögen (NV) – Tunnel, 2015

#### 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	0,939	76,8 %	0,721
=3	0,128	73,6 %	0,094
>3	0,677	69,2 %	0,468
sonstige	0,037	69,9 %	0,026
<b>Summe:</b>	<b>1,781</b>		<b>1,310</b>

**Tabelle 46: Nettoanlagevermögen (NV) – Trogbauwerke, 2015**

#### 4.3.7.4 Stützbauwerke

Die maßgebende theoretische Nutzungsdauer von Stützbauwerken bestimmt sich nach der Baustoffklasse. Für Stützbauwerke aus Beton/Stahlbeton werden 110 Jahre, für Stützbauwerke aus Spannbeton 90 Jahre und für alle anderen 70 Jahre angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.4).

Nutzungsdauer	BV 2015 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV	NV 2015 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
70	1,200	62,4 %	0,749
90	0,000	50,0 %	0,000
110	3,857	66,9 %	2,581
Errichtungszyklus>1			
70	0,016	48,4 %	0,008
90	0,000		0,000
110	0,271	88,5 %	0,240
<b>Summe</b>	<b>5,345</b>		<b>3,578</b>

**Tabelle 47: Nettoanlagevermögen (NV) – Stützbauwerke, 2015**

#### 4.3.7.5 Lärmschutzbauwerke

Bei den Lärmschutzbauwerken ist für die Bestimmung des Nettoanlagevermögens grundsätzlich zu unterscheiden in Lärmschutzbauwerke gemäß DIN 1076 und Lärmschutzwälle (siehe Abschnitt 4.2.12.5). Für Lärmschutzbauwerke wird das normierte Nettovermögen aus den in der SIB-Bauwerke angegebenen Baujahren abgeleitet. Für Lärmschutzwälle wird keine Bestandsdokumentation in der SIB-Bauwerke geführt. Die Baujahre wurden daher aus der „Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015“ des BMVI 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 Erd-

bau, eine theoretische Nutzungsdauer von 90 Jahren angenommen (siehe Abschnitt 4.2.12.5). Unter Zugrundelegung der in der Statistik dokumentierten jahresweisen Längenveränderung wurden die Baujahre abgeleitet und entsprechend Restnutzungsdauern bestimmt.

Nutzungsdauer	BV 2015 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2015 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1			
40	3,524	56,5 %	1,991
50	0,088	53,7 %	0,047
60	0,053	71,0 %	0,037
90	0,800	74,0 %	0,592
Errichtungszyklus>1			
40	0,012	68,0 %	0,008
<b>Summe</b>	<b>4,477</b>		<b>2,676</b>

**Tabelle 48: Nettoanlagevermögen (NV) - Lärmschutzbauwerke, 2015**

#### 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 2015 inkl. Planung [Mrd. €]	normiertes NV [%]	NV 2015 [Mrd. €]
Errichtungszyklus=1		
0,526	56,7 %	0,298
Errichtungszyklus>1		
0,072	77,8 %	0,056
<b>0,597</b>		<b>0,354</b>

**Tabelle 49: Nettoanlagevermögen (NV) – Verkehrszeichenbrücken, 2015**

#### 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. 1,114 Mrd. € im Basisjahr 2015.

#### 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 3,51 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 2018-2022 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, so dass dort das Nettovermögen dem Bruttovermögen entspricht.

Jahr	2015 [Mrd.€]	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
<b>Grunderwerb</b>	33,519	36,113	37,031	37,972	38,935	39,922
<b>A+E-Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	3,125	3,589	3,772	3,943	4,122	4,304
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	77,891	78,284	78,375	78,490	78,556	78,629
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	38,497	39,445	39,758	40,361	41,371	42,128
<b>Brücken</b>	52,172	53,236	53,513	53,701	53,833	53,859
<b>Tunnel</b>	9,922	10,729	11,017	11,313	11,620	11,937
<b>Trogbauwerke</b>	1,310	1,420	1,459	1,500	1,542	1,586
<b>Stützbauwerke</b>	3,578	3,642	3,663	3,703	3,724	3,746
<b>Ausstattung<sup>2),3)</sup></b>	13,381	14,135	14,397	14,684	14,971	15,283
<b>Meistereien</b>	1,114	1,182	1,206	1,230	1,254	1,279
<b>Rastanlagen</b>	3,512	3,651	3,698	3,746	3,795	3,844
<b>Summe</b>	<b>238,022</b>	<b>245,426</b>	<b>247,890</b>	<b>250,643</b>	<b>253,723</b>	<b>256,517</b>
1) – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen						
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste						
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke						

**Tabelle 50: 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 Tagesgebrauchwertabschreibung 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 3.4.4 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 Ab-

schreibung 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	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
<b>Grunderwerb</b>	-	-	-	-	-
<b>A+E-Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	-	-	-	-	-
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	0,303	0,323	0,344	0,365	0,387
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	1,363	1,414	1,465	1,513	1,571
<b>Brücken</b>	0,273	0,288	0,307	0,327	0,349
<b>Tunnel</b>	-0,046	-0,046	-0,047	-0,047	-0,047
<b>Trogbauwerke</b>	-0,001	-0,001	-0,001	-0,000	-0,000
<b>Stützbauwerke</b>	-0,001	-0,000	0,001	0,001	0,002
<b>Ausstattung<sup>2),3)</sup></b>	1,299	1,327	1,356	1,385	1,415
<b>Meistereien</b>	0,059	0,060	0,061	0,063	0,064
<b>Rastanlagen</b>	0,183	0,185	0,187	0,190	0,192
<b>Summe</b>	<b>3,431</b>	<b>3,550</b>	<b>3,674</b>	<b>3,796</b>	<b>3,931</b>

1) – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen  
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste  
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke

**Tabelle 51: Zusammenstellung Abschreibung – Prognosejahre**

#### 4.4.3 Zusammenstellung der Zinskosten der Infrastrukturelemente

In Abschnitt 3.4.4 wurden für die Berechnung der Zinskosten in den Prognosejahren Zinssätze hergeleitet. Die Zinskosten werden aus der Multiplikation des in den Infrastrukturelementen gebundenen Kapitals (Nettoanlagevermögen) mit den jeweiligen Zinssätzen berechnet und sind für die Prognosejahre der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Jahr	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
<b>Grunderwerb</b>	1,192	1,222	1,253	1,285	1,317
<b>A+E-Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	0,118	0,124	0,130	0,136	0,142
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	2,583	2,586	2,590	2,592	2,595
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	1,302	1,312	1,332	1,365	1,390
<b>Brücken</b>	1,757	1,766	1,772	1,776	1,777
<b>Tunnel</b>	0,354	0,364	0,373	0,383	0,394
<b>Trogbauwerke</b>	0,047	0,048	0,049	0,051	0,052
<b>Stützbauwerke</b>	0,120	0,121	0,122	0,123	0,124
<b>Ausstattung<sup>2),3)</sup></b>	0,466	0,475	0,485	0,494	0,504
<b>Meistereien</b>	0,039	0,040	0,041	0,041	0,042
<b>Rastanlagen</b>	0,120	0,122	0,124	0,125	0,127
<b>Summe</b>	<b>8,099</b>	<b>8,180</b>	<b>8,271</b>	<b>8,373</b>	<b>8,465</b>

1) – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen  
2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste  
3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke

**Tabelle 52: Zusammenstellung Zinskosten – Prognosejahre**

## 4.5 Zusammenstellung der laufenden Kosten

Ein wesentlicher Bestandteil der Infrastrukturkosten sind die Betriebs-, Unterhaltungs- und Mauteinzugskosten sowie Aufwendungen für die Polizei. Für die Bestimmung der laufenden Kosten können weitgehend Haushaltsansätze herangezogen werden. Diese müssen auf Relevanz und Zuordnungsfähigkeit zu den jeweiligen Straßenkategorien 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 BMVI 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 Straßenbaulasträgern. 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 Unterhaltskosten bei den laufenden Kosten angesetzt werden. Sie stellen die Aufwendungen des Straßenbaulasträgers 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 Unterhaltskosten 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 Straßenbaulasträger 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 Straßenbaulasträger bei unzureichenden Erhaltungs- und Unterhaltungsleistungen Kosten entstehen können, die er nicht über die Einnahmen aus der Lkw-Maut refinanzieren kann.

Auf der Grundlage der Abstimmung mit dem BMVI werden die Ansätze für 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 excl. 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 Bauwerksprü-

fungen 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. Für die Bestimmung der Kosten der Wartung und Instandhaltung der Ausstattung und der Grünpflege nach ABBV fehlt es der Wegekostenrechnung an Aussagen zum Bestand der Ausstattung differenziert nach Markierung, Rückhaltesystemen, Verkehrszeichen, Leitpfosten, Beleuchtung, Signalanlagen, Begrenzungen und Böschungsbefestigungen, auf den die prozentualen Kostenansätze angewendet werden könnten. Die vorgenannten Kosten werden daher aus den Haushaltsansätzen des BMVI 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-2010 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 %
Tröge		0,5 %
Lärmschutzbauwerke (ohne Lärmschutzwall)		1,0 %
Verkehrszeichenbrücken		5,0 %

**Tabelle 53: 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 53 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	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
<b>Grunderwerb</b>	-	-	-	-	-
<b>A+E-Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	-	-	-	-	-
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	-	-	-	-	-
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	0,194	0,200	0,206	0,214	0,221
<b>Brücken</b>	0,618	0,630	0,643	0,655	0,668
<b>Tunnel</b>	0,083	0,086	0,089	0,092	0,095
<b>Trogbauwerke</b>	0,008	0,009	0,009	0,009	0,010
<b>Stützbauwerke</b>	0,024	0,025	0,025	0,026	0,026
<b>Ausstattung<sup>2),3)</sup></b>	0,061	0,063	0,065	0,066	0,068
<b>Meistereien</b>	-	-	-	-	-
<b>Rastanlagen</b>	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>0,989</b>	<b>1,012</b>	<b>1,036</b>	<b>1,063</b>	<b>1,089</b>

1) – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen  
 2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste  
 3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke

**Tabelle 54: Zusammenstellung betrieblichen und baulichen Unterhaltung – Prognosejahre**

#### 4.5.2 Kosten des Winterdienstes und sonstige laufende Kosten des BMVI

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

Bis zum Jahr 2015 liegen IST-Kosten vor und für die Jahre 2016 bis 2020 wurden im Rahmen der Finanzplanung SOLL-Kosten vom BMVI für den Betriebsdienst ermittelt und den Gutachtern übergeben. Für die Jahre 2021 und 2022 wurden die Ansätze der vorangehenden Haushaltsjahre fortgeschrieben.

2015 [Mrd.€]	2016 [Mrd.€]	2017 [Mrd.€]	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
1,015	0,978	1,005	1,016	1,028	1,033	1,033	1,033

**Tabelle 55: Betriebsdienstkosten auf Bundesfernstraßen aus den Haushaltsplanungen (Kap. 1201, brutto, Preisstand 2016)**

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 in den Jahren 2006 bis 2015 laut Elsner auf Bundesautobahnen 30,8 % und auf Bundesstraßen 23,0 % der Gesamtleistungen ausgemacht.<sup>31</sup>

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

2015 [Mrd.€]	2016 [Mrd.€]	2017 [Mrd.€]	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
0,683	0,659	0,676	0,683	0,691	0,694	0,694	0,694

**Tabelle 56: Relevante Kosten des Betriebsdienstes aus dem Haushalt für die WKR auf Bundesfernstraßen (Kap. 1201, netto, Preisstand 2016)**

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die 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 2 ableitbare km-Ansatz für die ÖPP-Strecken angesetzt und als Zuschlag auf die Betriebsdienstkosten für die WKR verwendet. Im Jahr 2017 waren für ÖPP-Projekte mit einer Streckenlänge von 656,5 km Vergütungszahlungen vorgesehen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese Strecken in den Betriebsdienstkosten nicht enthalten sind. Für die Folgejahre wird unterstellt, dass die Minderung der Betriebsdienstkosten durch weitere ÖPP-Strecken nicht haushaltsmäßig abgebildet wird, sodass keine weiteren Streckenanteile erfasst werden. Wird dieser Ansatz zugrunde gelegt, ergeben sich für die laufenden Kosten in der WKR folgende Betriebsdienstkosten für die Jahre 2018-2022 (netto).

<sup>31</sup> Vgl. z.B. Elsner 2014, Handbuch für Straßen und Verkehrswesen, Management des Straßenbetriebsdienstes, Tabelle I.3, S. 1061. Die Angaben beruhen auf den jeweiligen Jahresabschlüssen des Landesbetriebs Straßen NRW.

2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
0,702	0,711	0,714	0,714	0,714

**Tabelle 57: Kosten des Betriebsdienstes auf Bundesfernstraßen in den Wegekosten 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

#### 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 zusammen aus Kosten des BMVI, den Kosten des BAG und der Betreibervergütung für den Betreiber des Mautsystems. In allen Bereichen spiegelt sich aktuell die Umstellung und Neuvergabe des Mautsystembetriebs wieder, sodass in den Jahren 2016 bis 2019 höhere Aufwendungen anfallen. Im BMVI und dem BAG sind diese gegenüber den sonstigen Ausgaben nicht erheblich, sodass diese in den Jahren angesetzt werden in denen sie anfallen. Die hohen Aufwendungen des Betreibers mit der Anpassung des Mautsystems (MaB40K) werden als einmaliger Umstellungsaufwand gewertet und auf 10 Jahre (etwa bisheriger Bestand des Mautsystems) verteilt.

Die Kosten des BMVI umfassen Kosten des Kapitels 1201 Titelgruppe 02, die spezifisch dem BMVI zugeordnet werden können. Hierbei handelt es sich um Kosten der Hauptgruppe 4 (Personal) und der Hauptgruppe 5 (sächl. Verwaltungskosten – hier: Anteil Bund Sachverständige) sowie geschätzte Personalkosten des Referats G14, soweit diese die Mauterhebung betreffen. Dazu wurden die entsprechenden Haushaltsansätze herangezogen sowie in Abstimmung mit G14 Personalkosten für die Aufgaben der Mauterhebung im Referat G14 abgeschätzt.

Die Betreibervergütung wurde auf der Grundlage der aktuellen Planzahlen für die Haushalte bis 2020 zusammengestellt. Die Umsatzsteuer wurde bei der Betreibervergütung heraus gerechnet.

Mauterhebungskosten (netto)	2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
BMVI	0,015	0,008	0,008	0,008	0,008
BAG	0,175	0,171	0,170	0,170	0,170
Betreibervergütung	0,731	0,753	0,702	0,719	0,719
Summe	0,921	0,932	0,880	0,897	0,897

**Tabelle 58: Kosten der Mauterhebung für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

#### 4.5.4 Kosten für die Verkehrspolizei

Für das vorliegende Gutachten wurden die Innenministerien der Länder gebeten, Angaben zu den Kosten für verkehrspolizeiliche Aufgaben zu machen. Insgesamt konnten Angaben zu 11 Bundesländern ausgewertet werden.

So werden für die Betreuung von 10.334 km Bundesautobahnen in den Flächenländern 6.280 Beamte (Vollzeitstellen) eingesetzt (Autobahnpolizei). Allerdings wird verschiedentlich darauf hingewiesen, dass auch andere Einsatzkräfte für Aufgaben auf den BAB eingesetzt werden, die darin nicht erfasst sind. Damit lässt sich ein Stellenbedarf für den km BAB von 0,61 Stellen/km ableiten, der für die Flächenländer ohne Angaben ebenfalls verwendet wurde. Für die Stadtstaaten wurde in Anlehnung an die Angaben eines Stadtstaates einheitlich ein Ansatz von 1,0 Stellen pro BAB-km angesetzt. Für die Betreuung der 12.988 km BAB sind somit 7.976 Stellen erforderlich. Unter Berücksichtigung von Sach- und Personalkosten ergeben sich für Kosten der verkehrspolizeilichen Aufgaben auf BAB etwa 720 Mio. € für das Jahr 2014. Der Ansatz für Personalkosten wurde vereinfachend auf Basis der Vorgaben für Personalkosten herausgegeben vom BMF für 2014 (Personalkostensätze in der Bundesverwaltung für Kostenberechnungen/WU) abgeschätzt. Für die Ableitung der Sachkosten wurde das Verhältnis von Personalkosten zu Kosten für laufenden Sachaufwand für die gesamte Polizei (inkl. Bundespolizei) aus der Fachserie 14 Reihe 3.1 Tabelle 8 Sachbereich 1010 des Statistischen Bundesamtes herangezogen. Hier ergibt sich ein Aufschlag für laufenden Sachaufwand auf die Personalkosten von 16 %.

Für die WKR 2018 wird angenommen, dass sich die Grundlagen der Kostenermittlung auch für den Zeitraum 2018 bis 2022 nicht maßgeblich verändern. Für die Fortschreibung der Kosten wird jedoch die Entwicklung der Löhne und Gehälter im öffentlichen Dienst berücksichtigt.

Für die Bundesstraßen konnte lediglich ein Bundesland Angaben machen. Allerdings wurden keine Angaben zu Personalstellen, sondern zu den Aufwendungen für verkehrspolizeiliche Maßnahmen im Gesamtnetz, auf BAB (45 % der Gesamtkosten) und auf Bundesstraßen (18 % der Gesamtkosten) gemacht. Demnach werden im restlichen Netz 37 % Kosten verursacht. Ein weiteres Land konnte die Gesamtkosten der verkehrspolizeilichen Aufgaben beziffern. Der Anteil der oben für dieses Land geschätzten Kosten für die Bundesautobahnen ergibt einen Anteil der Kosten der Bundesautobahn von 37 %. Wird das Bundesland als Maßstab herangezogen, welches Angaben gemacht hat, so ergibt sich ein Kostenverhältnis von 0,4 für die Kosten der Polizei auf Bundesstraßen gegenüber Bundesautobahnen. Daraus lassen sich Kosten für die Betreuung der Bundesstraßen in Höhe von etwa 300 Mio. € für das Jahr 2014 ableiten.

Die so im Preisstand 2014 ermittelten Kosten für die Wahrnehmung polizeilicher Aufgaben im Bundesfernstraßennetz wurden einheitlich auf den Preisstand 2016 gebracht (siehe nachfolgende Tabelle). Für die Fortschreibung wurde der Index der tariflichen Stundenverdienste ohne Sonderzahlungen in der öffentlichen Verwaltung des Statistischen Bundesamtes (WZ2008) für den Zeitraum Dezember 2014 bis Dezember 2016 herangezogen. In diesem Zeitraum haben sich die entsprechenden Verdienste um 4,6 % erhöht.

2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
1,067	1,067	1,067	1,067	1,067

**Tabelle 59: Kosten für verkehrspolizeiliche Aufgaben der Länder an Bundesfernstraßen für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

#### 4.5.5 Kosten für Verwaltung und Management

Die Verwaltungs- und Managementkosten sind die gesamten Personalkosten und sächlichen Verwaltungskosten, die in Zusammenhang mit Straßen 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 Aufwendungen für Personal und Sachkosten des BMVI und soweit relevant nachgeordneter Behörden aus den Kapiteln 1201 Titelgruppe 01 und Titelgruppe 02 sowie 1212 des Bundeshaushalts (Jahr 2017) 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 usw. Da sich die Kosten auf externe Leistungen beziehen, wurden sie von der Umsatzsteuer bereinigt.

2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
0,081	0,081	0,079	0,079	0,079

**Tabelle 60: Kosten für Verwaltung und Management im BMVI, Kapitel 1201 TG 01 für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

Aus den Angaben in Kapitel 1212 lässt sich keine Zuordnung zu den Straßen vornehmen, sodass hilfsweise auf die Anzahl der in der Abteilung Straßenbau beschäftigten Mitarbeiter zurückgegriffen wurde. Aus der Anzahl wurden unter Verwendung der Vorgaben für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverwaltung die anzusetzenden Personal- und (personenbezogenen) Sachkosten ermittelt. Derzeit sind der Abteilung Straßenbau 136 Planstellen zugeordnet, woraus sich mit Personalkostensätzen für das Jahr 2015 17,1 Mio. € inkl. Overhead ergeben. Aus dem Kapitel 1201 TG 02 wurden zudem die Kosten für die Verwaltungsaufgaben der VIFG (4,0 Mio. € für das Jahr 2017) übernommen.

2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
0,022	0,022	0,022	0,022	0,022

**Tabelle 61: Personalkosten des BMVI Abt. StB und Kosten der VIFG für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

Die Verwaltungs- und Managementkosten summieren sich demzufolge auf:

2018 [Mrd.€]	2019 [Mrd.€]	2020 [Mrd.€]	2021 [Mrd.€]	2022 [Mrd.€]
0,103	0,102	0,101	0,101	0,101

**Tabelle 62: Summe der Verwaltungs- und Managementkosten für den Zeitraum 2018-2022 (netto, Preisstand 2016)**

#### 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. 377,8 Mrd. € 2018 auf ca. 410,9 Mrd. € 2022. Dies entspricht einem Anstieg von ca. 9 %. Gleichzeitig wächst das Nettoanlagevermögen im Prognosezeitraum aufgrund der vorliegenden Altersstruktur um ca. 5 % von ca. 245,4 Mrd. € auf ca. 256,5 Mrd. €. Die ermittelten Wegekosten steigen von ca. 15,4 Mrd. € 2018 auf ca. 16,6 Mrd. € 2022.

(Alle Angaben in Mrd. €)

Jahr	2018		2019		2020		2021		2022	
	BV	NV	BV	NV	BV	NV	BV	NV	BV	NV
<b>Grunderwerb</b>	36,113	36,113	37,031	37,031	37,972	37,972	38,935	38,935	39,922	39,922
<b>A+E-Maßnahmen<sup>1)</sup></b>	3,589	3,589	3,772	3,772	3,943	3,943	4,122	4,122	4,304	4,304
<b>Erdbau<sup>2)</sup></b>	119,129	78,284	121,084	78,375	123,069	78,490	125,089	78,556	127,140	78,629
<b>Oberbau<sup>2)</sup></b>	69,811	39,445	71,483	39,758	73,208	40,361	75,225	41,371	77,133	42,128
<b>Brücken</b>	90,994	53,236	92,799	53,513	94,645	53,701	96,531	53,833	98,462	53,859
<b>Tunnel</b>	13,261	10,729	13,718	11,017	14,191	11,313	14,682	11,620	15,191	11,937
<b>Trogbauwerke</b>	1,978	1,420	2,048	1,459	2,122	1,500	2,198	1,542	2,277	1,586
<b>Stützbauwerke</b>	5,666	3,642	5,778	3,663	5,890	3,703	6,005	3,724	6,123	3,746
<b>Ausstattung<sup>2),3)</sup></b>	27,561	14,135	28,181	14,397	28,814	14,684	29,461	14,971	30,123	15,283
<b>Meistereien</b>	2,364	1,182	2,411	1,206	2,459	1,230	2,508	1,254	2,559	1,279
<b>Rastanlagen</b>	7,302	3,651	7,397	3,698	7,493	3,746	7,590	3,795	7,689	3,844
<b>Summe</b>	<b>377,767</b>	<b>245,426</b>	<b>385,700</b>	<b>247,890</b>	<b>393,806</b>	<b>250,643</b>	<b>402,347</b>	<b>253,723</b>	<b>410,922</b>	<b>256,517</b>

1) – landschaftspflegerische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen  
 2) - durchgehende Strecke einschließlich Äste  
 3) - inklusive Verkehrszeichenbrücken und Lärmschutzbauwerke

**Tabelle 63: Brutto- und Nettoanlagevermögen für Prognosejahre 2018-2022**

(Alle Angaben in Mrd. €)

Jahr	2018	2019	2020	2021	2022	Durchschnitt WeKo 2018-2022
Abschreibung	3,431	3,550	3,674	3,796	3,931	<b>3,676</b>
Zinsen	8,099	8,180	8,271	8,373	8,465	<b>8,278</b>
Laufende Unterhaltung	0,989	1,012	1,036	1,063	1,089	<b>1,038</b>
Betriebliche Unterhaltung	0,731	0,754	0,773	0,788	0,804	<b>0,770</b>
Verwaltung& Management	0,107	0,108	0,109	0,111	0,114	<b>0,110</b>
Verkehrspolizei	1,110	1,132	1,155	1,178	1,202	<b>1,155</b>
Mauterhebung	0,959	0,989	0,952	0,990	1,010	<b>0,980</b>
<b>Summe</b>	<b>15,425</b>	<b>15,726</b>	<b>15,970</b>	<b>16,300</b>	<b>16,614</b>	<b>16,007</b>

Tabelle 64: Wegekosten für Prognosejahre 2018-2022

## 5 Prognose der Fahrleistungen 2018 bis 2022

In Abbildung 6 ist der prinzipielle Ablauf der netzbezogenen Fahrleistungsprognose 2018-2022 dargestellt. Es wurde der methodische Ablauf der WKR2013 beibehalten.

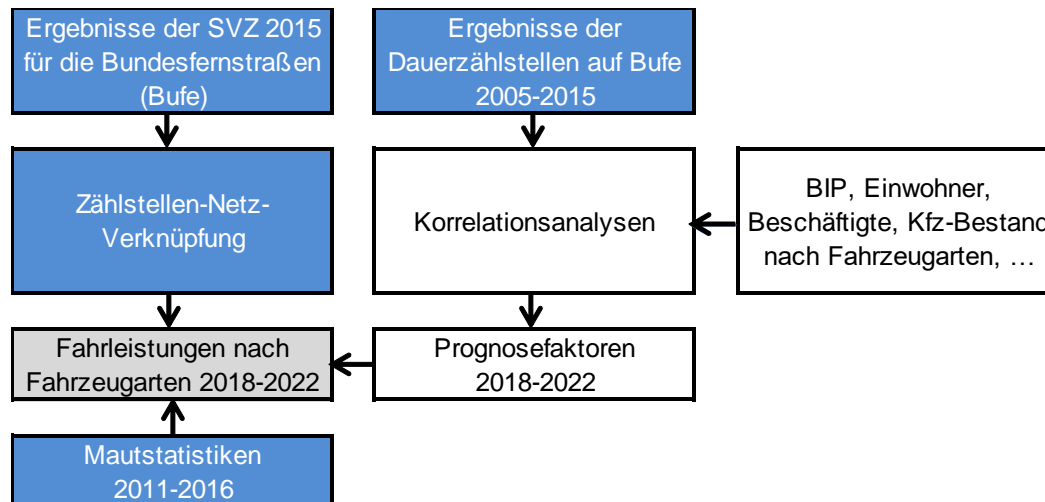


Abbildung 6: Prinzipieller Ablauf der Fahrleistungsprognose 2018-2022

Ausgangspunkt stellen die Daten aus WKR2013 für das Jahr 2015 dar. Für jeden Netzabschnitt der Bundesfernstraßen liegen Daten zu den jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken 2015 vor, differenziert nach

- Motorräder (Mot),
- Pkw und Kombi (Pkw),
- Lieferwagen (Lfw),
- Busse (Bus),
- Lkw ohne Anhänger (LoA) und
- Lastzüge/Sattelzüge (Lzg).

Zur Aktualisierung dieser Datenbasis wurden die Ergebnisse der bundesweiten *manuellen Straßenverkehrszählung* des Jahres 2015 (SVZ2015) und der *kontinuierlichen* Dauerzählstellen als wesentliche Grundlage verwendet. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung standen die Daten der SVZ2015 für Bundesautobahnen und für 9 Bundesländer zur Verfügung, differenziert nach Kfz und Schwerverkehr (SV, Lkw >3,5t zGG).

Außerdem wurden die BAG-Daten zu mautpflichtigen Verkehren streckenbezogen für die Jahre 2011-2016 übernommen. Für die Bundesautobahnen konnten diese Daten abschnittsbezogen in das Netzmodell übernommen werden, da eine Verknüpfung zum BISStra-Netz teilweise von der BAST zur Verfügung gestellt und für die fehlenden Abschnitte ergänzt wurde.

Vorhandene Lücken bei den Verkehrsdaten wurden durch die Übernahme der Verkehrsdaten aus WKR2013 und durch die Berücksichtigung von Daten aus dem BVWP-Bezugsfall (angepasst an 2015) für innerörtlich gelegene Netzabschnitte der Bundesstraßen, die nicht in der Baulast

---

des Bundes liegen und in WKR2013 noch nicht berücksichtigt worden waren, geschlossen. Im Ergebnis stehen Verkehrsdaten 2015 pro Netzabschnitt als Basis der Fahrleistungsprognose 2018-2022 zur Verfügung.

Die erforderlichen Prognosefaktoren für die Jahre 2018 bis 2022 wurden auf Basis der von der BASt zur Verfügung gestellten Daten aus den *kontinuierlichen Dauerzählstellen* im Bundesfernstraßennetz für die Jahre 2005 bis 2015 ermittelt. Zur Ableitung von Fahrleistungs-BIP-Elastizitäten für den Güterverkehr wurde das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (national und EU), für den Personenverkehr die Entwicklung des Pkw-Bestandes analysiert und anschließend über Regressionsanalysen Prognosefaktoren zur Fortschreibung der Fahrleistung 2016-2022 ermittelt.

Die Prognosefaktoren wurden dann auf die abschnittsbezogenen Verkehrsdaten des Basisjahres 2015 angewendet und die Fahrleistungen netzbezogen für 2016 bis 2022 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 2011-2016.

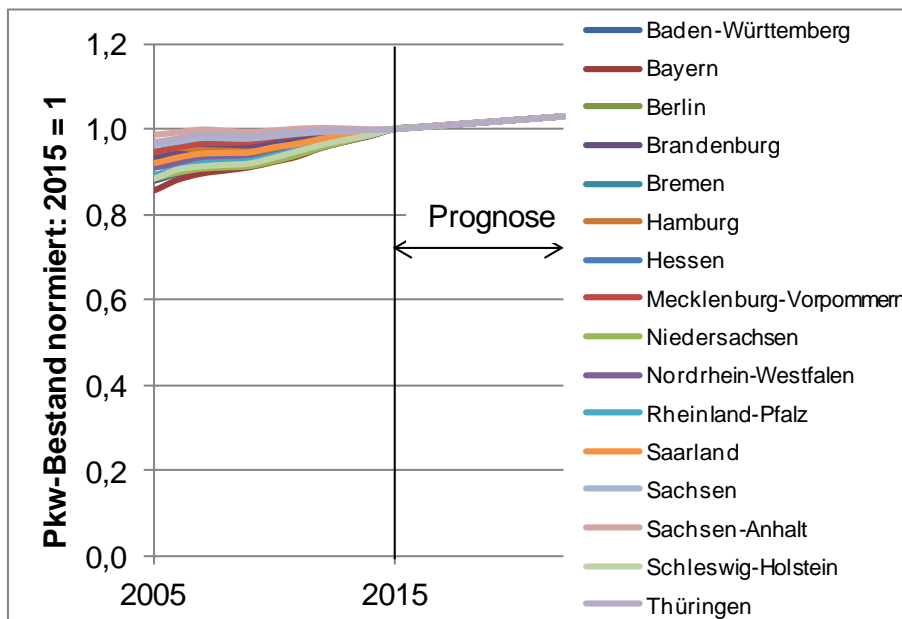
## **5.1 Korrelationsanalysen und Prognosefaktoren**

Bereits im Zuge der in WKR2013 durchgeführten Korrelationsanalysen zwischen Verkehrsentwicklung einerseits und der Entwicklung erklärender Strukturparameter andererseits hat sich gezeigt, dass für den Personenverkehr der Pkw-Bestand und für den Güterverkehr das Wirtschaftswachstum die statistisch signifikantesten Erklärungsgrößen, auch im Vergleich zu Parameterkombinationen (z.B. Einwohnerzahl und Beschäftigtenzahl), sind.

### **5.1.1 Analyse und Prognose des Pkw-Bestands**

Für die Jahre 2005 bis 2015 wurde der nach Bundesländern veröffentlichte Fahrzeugbestand des Kraftfahrt-Bundesamtes (DESTATIS, 2016) für die Korrelationsanalysen verwendet. Zur Prognose des Pkw-Bestands 2016 bis 2022 wurde die bundesweite Prognose nach der Verflechtungsprognose BVWP 2030 (BMVI 2014) verwendet. Die sich so ergebenden Indexreihen bis 2022 (2015=1) für die gemeldeten Pkw nach Bundesländern sind in Abbildung 7 dargestellt.

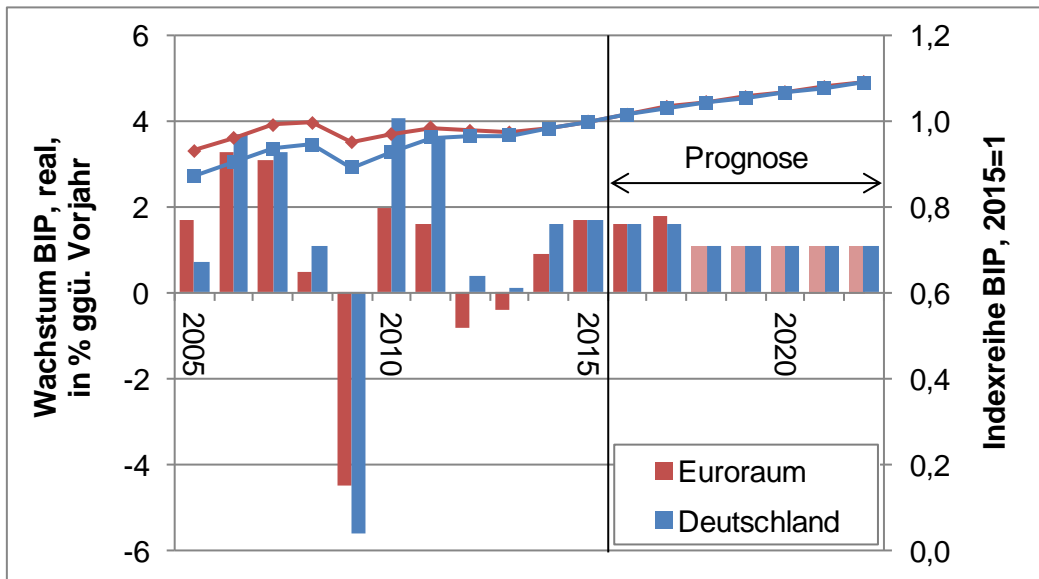




**Abbildung 7: Indexreihen gemeldete Pkw nach Bundesländern (2015=1)**  
Quellen: (KBA 2016), (BMVI, 2014), eigene Berechnungen

### 5.1.2 Entwicklung des Bruttoinlandprodukts, national und Euroraum

Für die Bundesstraßen wurde zur Korrelationsanalyse und Prognose der Verkehrsentwicklungen der Lieferwagen, der Lkw ohne Anhänger und der Lastzüge/Sattelzüge auf die Entwicklung des BIP der Bundesrepublik Deutschland zurückgegriffen, da hier der Verkehr eher national geprägt ist, wobei allerdings insbesondere die grenznahen Regionen, bspw. die Euroregionen, in erheblichem Maße vom sog. kleinen Grenzverkehr geprägt sind. Auf Bundesautobahnen tragen neben dem innerdeutschen Verkehr auch Exporte und Importe sowie der Transitverkehr in nicht unerheblichem Maße zum schweren Güterverkehr bei. Hier wurde daher die Entwicklung des BIP für den Euroraum herangezogen. Für beide BIP-Größen sind die Werte bis 2015 sowie die Prognosen bis 2022 in Abbildung 8 dargestellt.



**Abbildung 8: Jährliche Veränderungsraten sowie Indexreihen des BIP für Deutschland und den Euroraum (preisbereinigt, 2015=1)**

Quellen: EU 2016, BMVI 2014, eigene Berechnungen

### 5.1.3 Auswahl der Dauerzählstellen für die Korrelationsanalysen 2005 bis 2016

Die von der BASt übernommenen Daten der kontinuierlichen Dauerzählstellen enthalten für 648 Dauerzählstellen auf Autobahnen und Bundesstraßen Daten nach der Erfassungsart „8+1“ oder „5+1“ und alle Jahre von 2005 bis 2015. Die insgesamt prinzipiell möglichen Erfassungsarten zur Fahrzeugartendifferenzierung können der nachstehender Abbildung 9 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: Schwerverkehr (Kfz > 3,5t zGG)  
 LKW-ähnlich: SV + PKW mit Anhänger

**Abbildung 9: Erfassungsarten an Dauerzählstellen nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen**

---

Analog zum Vorgehen in WKR2013 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.

#### **5.1.4 Prognosefaktoren**

Für die Fahrzeugarten Lieferwagen, Lkw ohne Anhänger und Lastzüge/Sattelzüge wurden für alle Bundesländer auf Basis der Werte der Dauerzählstellen der Jahre 2005 bis 2015 Fahrleistungs-BIP-Elastizitäten bestimmt. Diese dienen der Ableitung von Prognosefaktoren, mit denen auf Basis der Prognosen für das BIP Vorhersagen für die Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugarten abgeschätzt wurden.

Für die Pkw wurde auf die Prognosen des Pkw-Bestands nach Bundesländern zurückgegriffen. Die so prognostizierten Fahrleistungsentwicklungen wurden entsprechend auch für die Motorräder angesetzt. Aufgrund der vergleichsweise geringen Fahrleistungsanteile wurden hier keine eigenen Analysen durchgeführt. Für die Busse wurden ergänzende Analysen zur Entwicklung der Fahrleistung auf Basis von Daten zur Beförderungsleistung im Fernverkehr und der Prognoseannahmen aus der Verflechtungsprognose 2030 (BMVI 2014) durchgeführt.

Die so für die Bundesländer nach Fahrzeugarten abgeleiteten Prognosefaktoren bezogen auf das Basisjahr 2015 sind in Abbildung 10 (BAB) und Abbildung 11 (BS) dargestellt. Die Prognosefaktoren wurden pro Netzabschnitt auf die ermittelten Verkehrsstärken 2015 je Fahrzeugart angewendet. Ergebnis sind die im nachfolgenden Kapitel dargestellten Fahrleistungssummen für die BAB und BS für die Jahre 2018-2022.



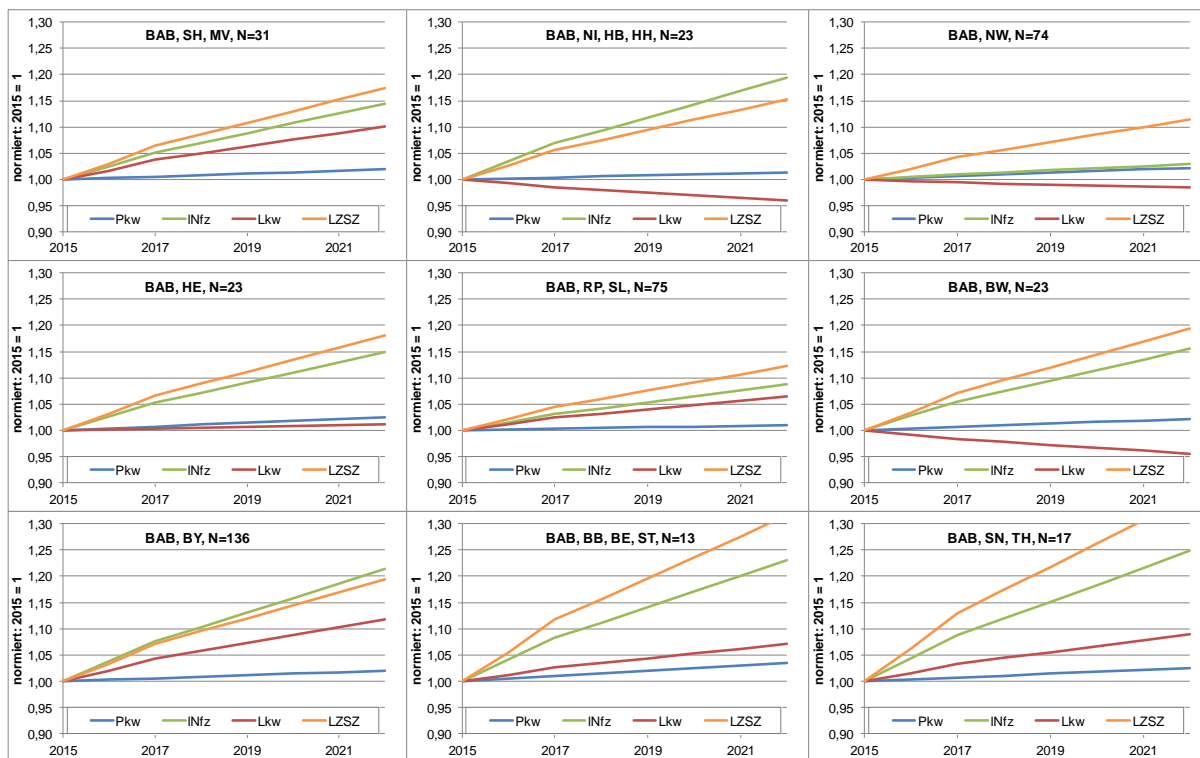


Abbildung 10: Indexreihen (2015 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf BAB nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INFz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)

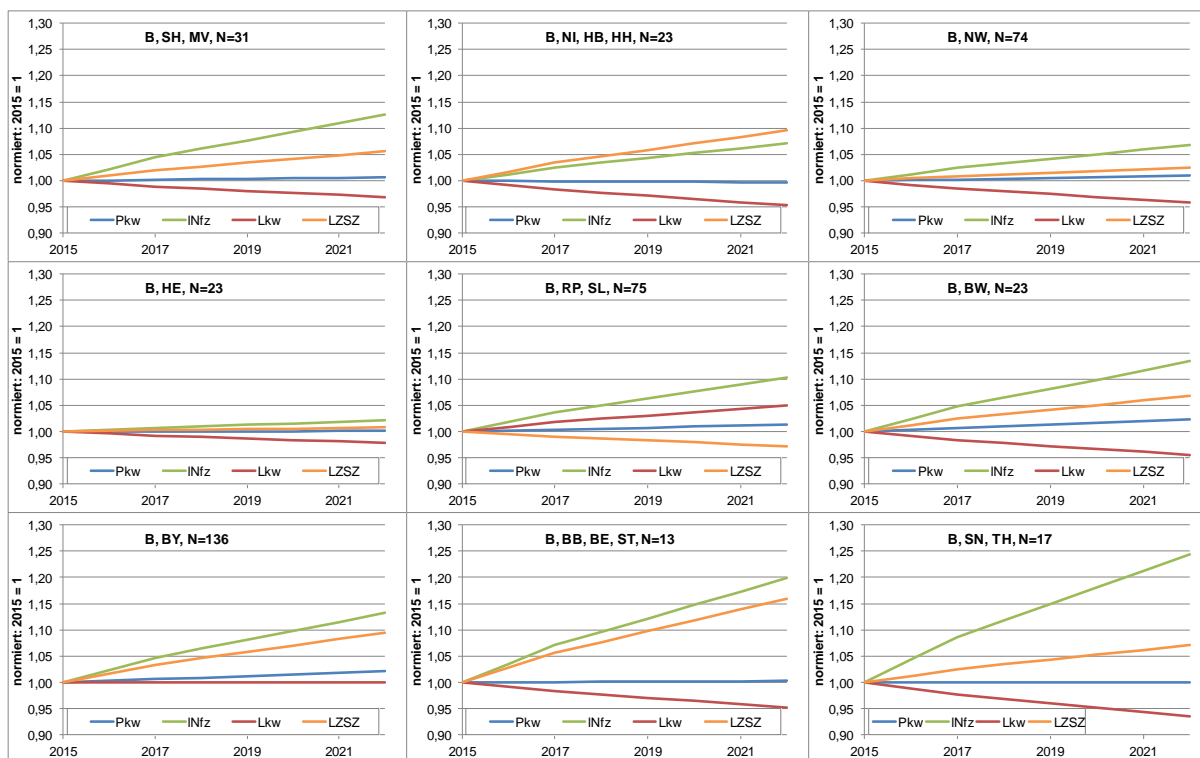
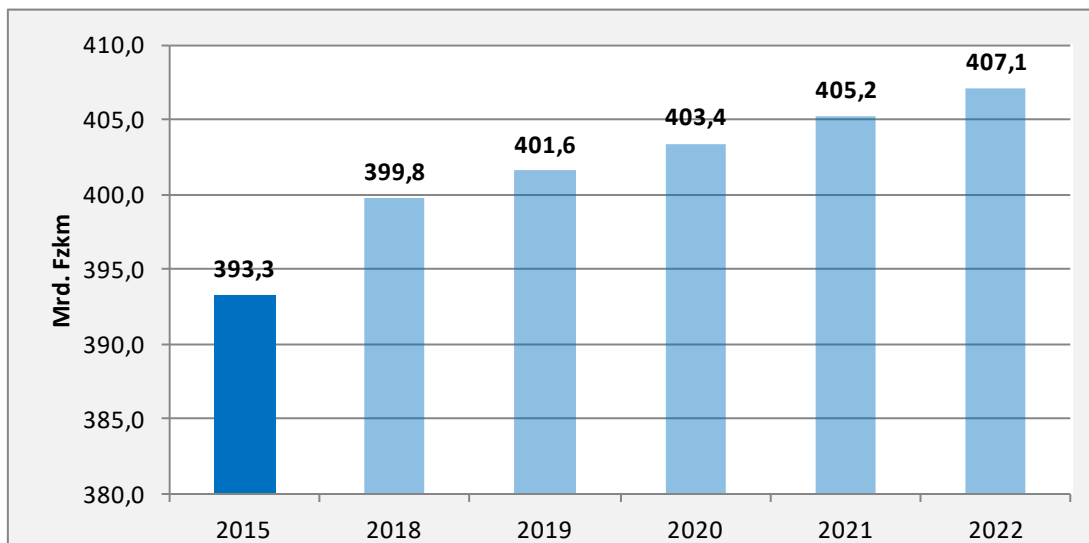


Abbildung 11: Indexreihen (2015 = 1) für die Prognose der Fahrleistungen auf Bundesstraßen nach Bundesländern und Fahrzeugarten (INFz=Lieferwagen, Lkw=Lkw ohne Anhänger, LZSZ=Lastzüge/Sattelzüge)

### 5.1.5 Ergebnisse der Fahrleistungsprognosen 2018-2022

Nachstehende Abbildung 12 zeigt die ermittelte Fahrleistungsprognose für die Bundesfernstraßen den Zeitraum 2018-2022 und zum Vergleich das Basisjahr 2015, die auf der vereinfachenden Annahme basiert, dass es keine Infrastrukturerweiterung im Bundesfernstraßennetz geben wird. Demnach steigen die Kfz-Fahrleistungen um 3,5 % von 393,3 Mrd. auf 407,1 Mrd. Fzkm/a.



**Abbildung 12: Kfz-Fahrleistungen auf Bundesfernstraßen für das Basisjahr 2015 und die Prognosejahre 2018-2022 (ohne Infrastrukturerweiterung)**

Die Aufteilung der Fahrleistungssummen nach den einzelnen Fahrzeugarten kann der Tabelle 65 entnommen werden. Hier sind zu den Lkw >3,5t zGG auch Angaben für die Achsklassen 1 (bis 2 Achsen) und >1 (3 und mehr Achsen) ausgewiesen.

Die Anteile der Fahrzeuge  $\geq 7,5t$  zGG an den Lkw >3,5t zGG, die von den Dauerzählstellen nicht separat erfasst werden (s. Abbildung 12), wurden für die BAB über einen Vergleich der für 2016 prognostizierten Fahrleistungen mit den entsprechenden Fahrleistungen aus der Mautstatistik<sup>32</sup> abgeleitet. Der mittlere Anteil liegt für die BAB bei 84 %.

Bei den Bundesstraßen liegt der mittlere Anteil der mautpflichtigen Fahrzeuge  $\geq 7,5t$  zGG an den Lkw >3,5t zGG im Jahr 2016 bei 77 %.

Für die Bundesfernstraßen insgesamt ergibt sich ein mittlerer Anteil von 81 % mautpflichtiger Fahrzeuge  $\geq 7,5t$  zGG an den Lkw >3,5t zGG.

<sup>32</sup> Für das Jahr 2016 waren zum Zeitpunkt der Bearbeitung die Daten bis Oktober 2016 zur Verfügung gestellt und für die Auswertungen genutzt worden.

	2015 (Basisjahr)	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Bundesfernstraßen</b>						
Fahrzeugkategorien	<b>Fahrleistung [Mrd. Fzgm]</b>					
Motorräder	5,20	5,23	5,24	5,25	5,27	5,28
Pkw und Kombi	323,03	323,21	323,96	324,70	325,44	326,18
Lieferwagen	17,14	18,34	18,65	18,97	19,29	19,61
Busse	1,88	1,84	1,80	1,75	1,71	1,67
Lkw > 3,5t zGG	46,01	51,14	51,93	52,72	53,53	54,34
davon AK 1 (neu) Mautverkehr		3,34	3,35	3,36	3,37	3,37
davon AK 2-4 (neu) Mautverkehr		37,95	38,68	39,42	40,17	40,93
<b>Summe aller Kfz</b>	<b>393,26</b>	<b>399,76</b>	<b>401,57</b>	<b>403,40</b>	<b>405,23</b>	<b>407,08</b>

**Tabelle 65: Fahrleistungssummen für das Basisjahr 2015 sowie 2018-2022 für die Bundesfernstraßen, differenziert nach Fahrzeugkategorien (ohne Infrastrukturerweiterung)**

Den dargestellten Fahrleistungssummen für 2015 liegen folgende Netzlängen zugrunde:

- BAB: 12.986 km
- BS: 38.936 km

Die Zuwachsraten (ohne Infrastrukturerweiterung) zwischen 2015 und 2022 für die einzelnen Fahrzeugkategorien können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Den moderaten Steigerungen beim Gesamtverkehr stehen stärkere Zuwächse bei den Fahrzeugkategorien des Güterverkehrs, insbesondere Achsklasse 2-4 gegenüber.

2022/2018	Bundesfernstraßen
Motorräder	0,9%
Pkw und Kombi	0,9%
Lieferwagen	7,0%
Busse	-9,5%
Lkw + LZSZ	6,3%
davon AK 1 (neu) Mautverkehr	0,9%
davon AK 2-4 (neu) Mautverkehr	7,9%
<b>Summe aller Kfz</b>	<b>1,8%</b>

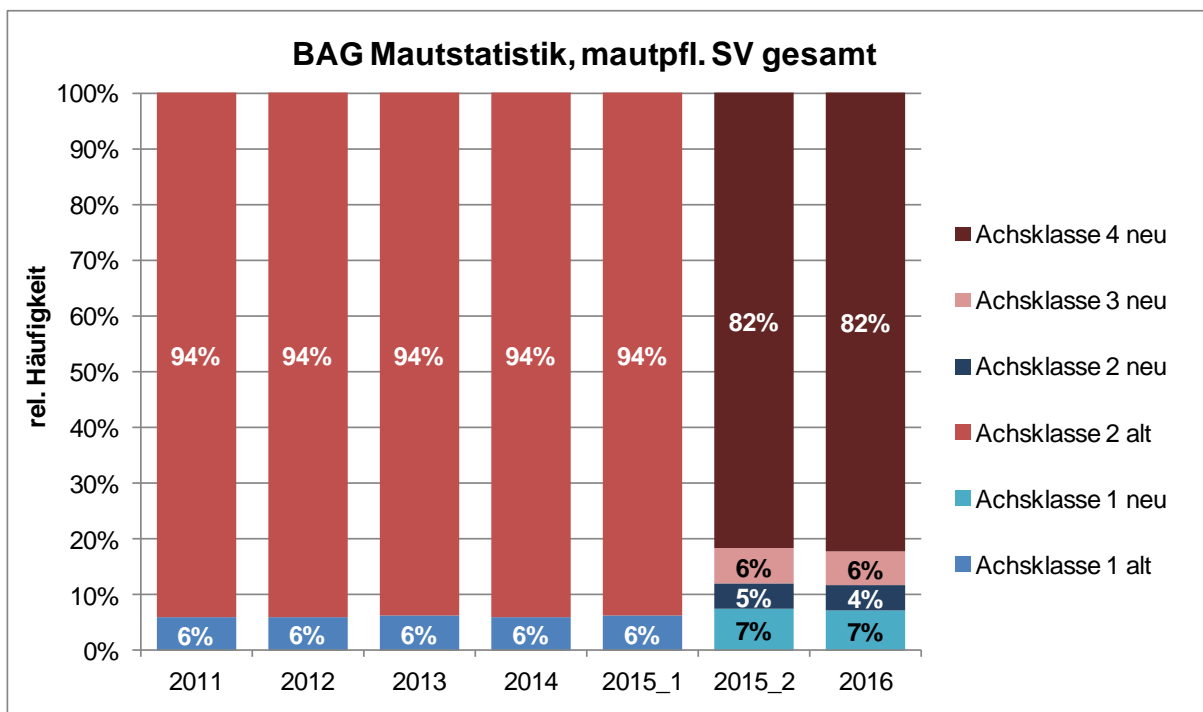
**Tabelle 66: Zuwachsraten der Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien für den Zeitraum 2018-2022 (ohne Infrastrukturerweiterung)**

Für die Aufteilung auf die Achsklassen wurden die Mautstatistiken mehrerer Jahre analysiert. Es war dabei zu beachten, dass ab Oktober 2015 die Mautpflicht von  $\geq 12t$  zGG auf  $\geq 7,5t$  zGG und

die Achsklassen von 2 Klassen auf 4 Klassen erweitert wurden. Die Entwicklung der Verteilung der Mautverkehre auf die Achsklassen von 2011 bis 2016 zeigt die nachfolgende Abbildung.

Für die BAB zeigt sich für die Jahre 2011 bis 2015 (Sept.) eine stabile Verteilung von 5 % für die Achsklasse 1(alt) und 95 % für die Achsklasse 2(alt). Für das letzte Quartal 2015 und das Jahr 2016 zeigt sich ein Anteil von Achsklasse 1(neu) von 6 %, etwas höher als davor, da ab Oktober 2015 Lkw  $\geq 7,5t$  zGG mautpflichtig sind. Achsklasse 4(neu) dominiert mit 84 %.

Bei den Bundesstraßen liegt der Anteil der Achsklasse 1(alt) ab 2012 bis Sept. 2015 bei 11 % Achsklasse 2(alt) entsprechend bei 89 %. Ab Oktober 2015 liegt der Anteil für Achsklasse 1(neu) bei 12 % und für Achsklasse 4(neu) bei 73 %.



**Abbildung 13: Aufteilung der Mautverkehre auf die Achsklassen (2015\_1 = bis September 2015, 2015\_2 = ab Oktober 2015)**

Quellen: BAG 2016, eigene Berechnungen

Die für die Allokation der Wegekosten notwendige weitere Differenzierung der Lkw  $\geq 7,5t$  zGG nach den Schadstoffklassen S1-S6 wurde für die Jahre 2011 bis 2016 auf der Basis der übernommenen BAG-Mautdaten durchgeführt und für die Prognosejahre anhand der im Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2 (HBEFA, 2014) bzw. Version 3.3 (HBEFA 2017) hinterlegten Verteilungen fortgeschrieben. Das Handbuch ist mittlerweile das Standardwerk für die Berechnung von Luftschadstoffen aus dem Straßenverkehr (einschließlich Prognosen) und ist auch zentrale Datenbasis für die im Weiteren durchgeführte Ermittlung der externen Kosten der Luftverschmutzung. Es wurde ursprünglich im Auftrag der Umweltbundesämter von Deutschland, der Schweiz und Österreich erstellt. Inzwischen wird HBEFA von weite-

ren Ländern (Schweden, Norwegen, Frankreich) wie auch von JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission) unterstützt und basiert somit auf einem breiten wissenschaftlichen Konsens.

Die Ergebnisse der Differenzierung nach den Schadstoffklassen werden für die BAB in den folgenden Abbildungen dargestellt. Danach zeigt sich, dass in der Achsklasse 4(neu) der Anteil der Fahrzeuge, die die Euro-Norm VI einhalten (Schadstoffklasse 7) mit 47 % 2016 am höchsten ist. Für die Prognose der Aufteilung nach Schadstoffklassen werden die Prognosen aus (HBEFA 2014, HBEFA 2017) verwendet, wobei eine Anpassung an die realen Daten im Jahr 2016 berücksichtigt wird.

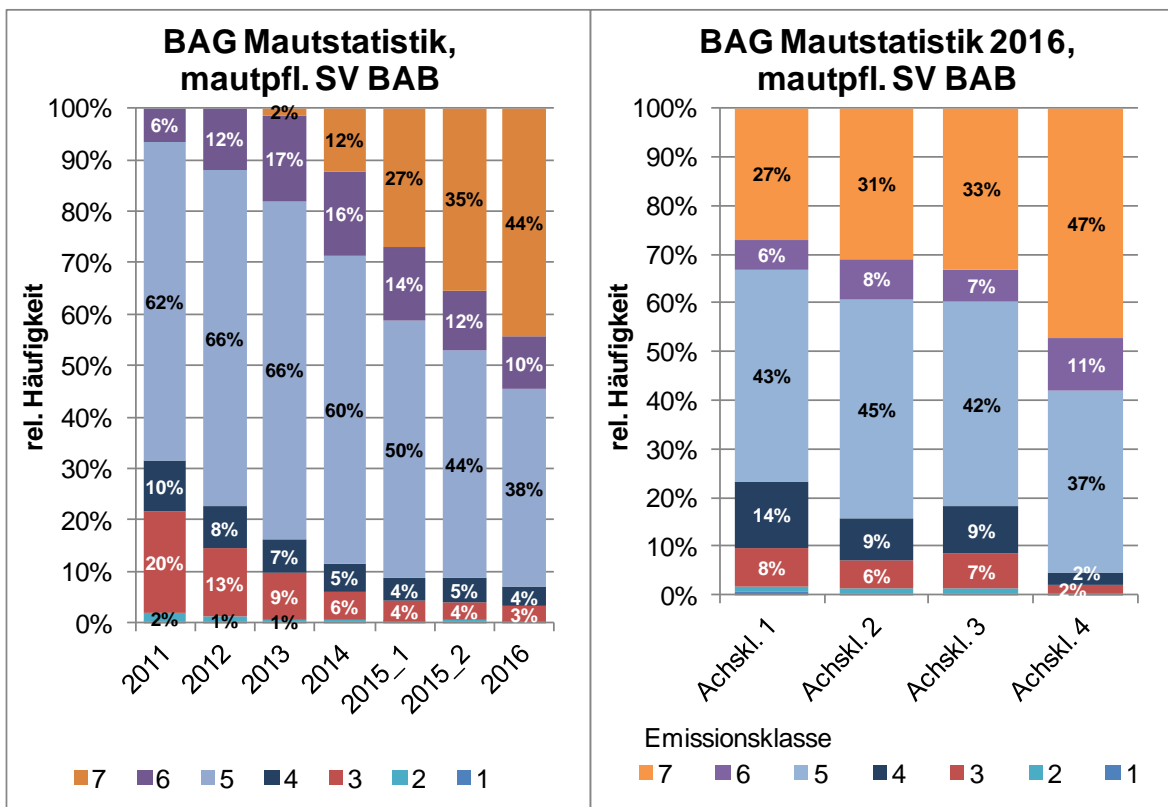


Abbildung 14: Aufteilung der Mautverkehre auf BAB nach Schadstoffklassen für die Jahre 2011 bis 2016 und nach Achsklassen und Schadstoffklassen für das Jahr 2016 (2015\_1 = bis September 2015, 2015\_2 = ab Oktober 2015)

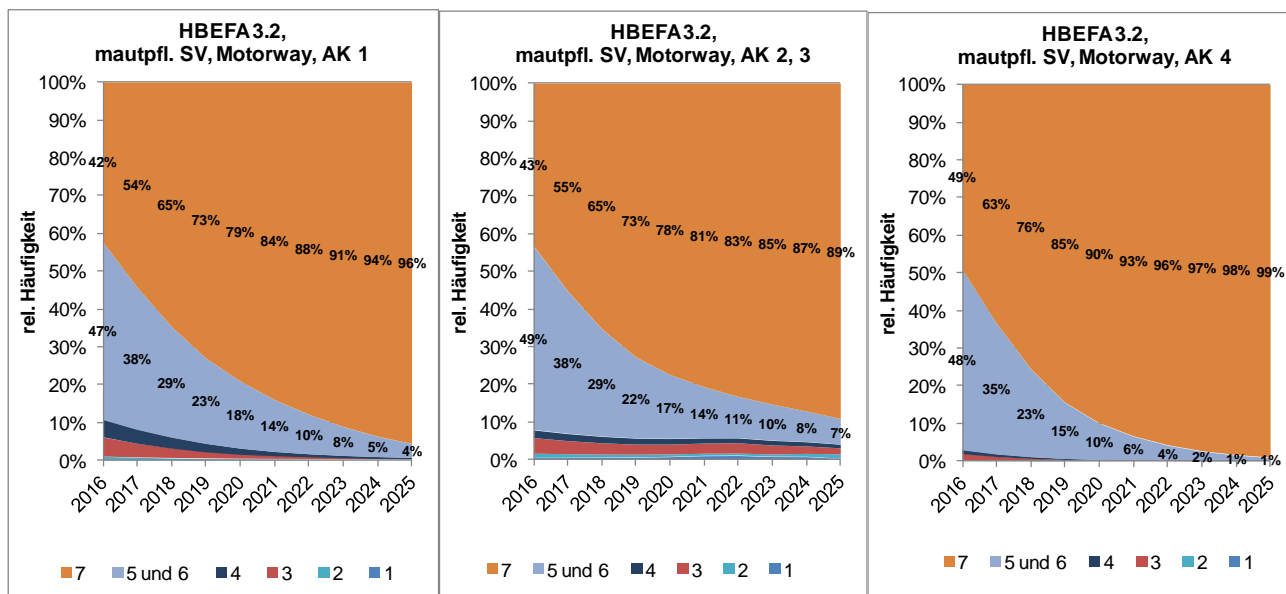


Abbildung 15: Prognose der Flottenzusammensetzung der Lkw >7,5t zGG nach (HBEFA 2014, HBEFA 2017) nach Schadstoffklassen für die Jahre 2016 bis 2025 für BAB (motorway)

---

## 6 Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung und Lärmbelastung

### 6.1 Ermöglichung der Anlastung externer Kosten durch die Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07

Die Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge erlaubt den Mitgliedstaaten auch die Anlastung von externen Kosten der Luftverschmutzung und der Lärmbelastung. Im Einzelnen regelt der Anhang III 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 von den einzelnen Mitgliedstaaten mittels Rechenverfahren ermittelt, wobei der Anhang IIIb Höchstbeträge festlegt. Diese Höchstbeträge liegen differenziert nach Fernstraßen (einschließlich Autobahnen) und Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen) vor. Zusätzlich kann noch der Parameter Bergregion berücksichtigt werden.

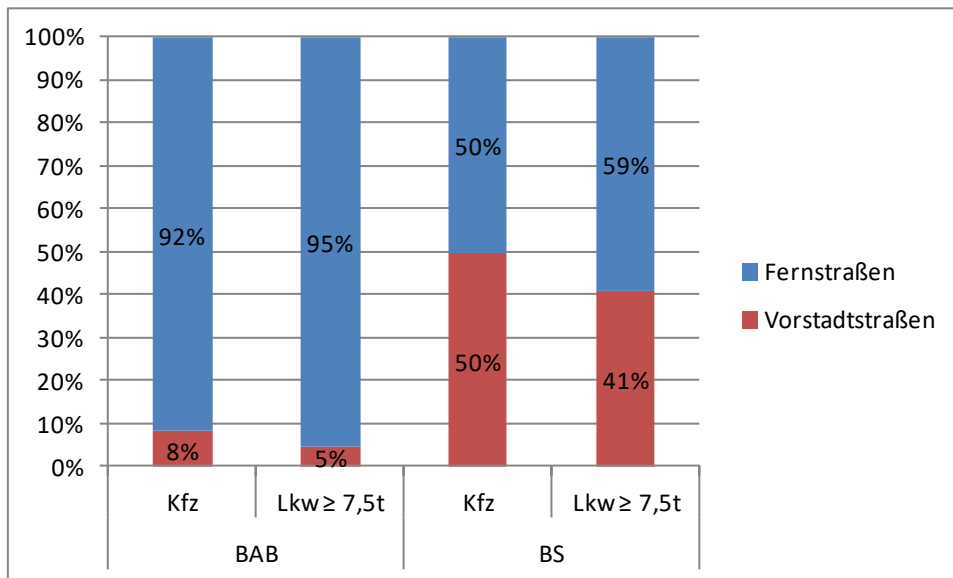
### 6.2 Festlegung der Ortsklassen

Um die Differenzierung der Höchstsätze nach den Parametern Fernstraße/Vorstadtstraße und Bergregion bei der Ermittlung der Gebührenhöhe zu berücksichtigen, wurde das Attribut Ortsklasse definiert und jedem bemauteten Streckenabschnitt (BISStra-Sektor) sachgerecht zugeordnet.

In Anlehnung an das aktuelle Update des "Handbook of external costs in the transport sector" (Ricardo, 2014) wurde die Zuordnung der Ortsklassen, wie auch schon in der WKR2013, über die Einwohnerdichte durchgeführt. Über eine räumliche Verschneidung der Einwohnerdaten, die als Rasterdaten in einer 1 ha Auflösung zur Verfügung stehen (Zensus 2011), wurden jedem bemauteten Straßenabschnitt in Abhängigkeit der mittleren gewichteten Einwohnerdichte des Abschnitts der Parameter Vorstadtstraße oder Fernstraße zugeordnet, wobei die Grenzen bezüglich Einwohnerdichte aus dem Ricardo-Report angesetzt wurden (Fernstraße < 150 Einwohner/km<sup>2</sup>, Vorstadtstraße ab 150 Einwohner/km<sup>2</sup>).

Bei den Autobahnen entfallen etwa 8 % der Kfz-Fahrleistung und 5 % der mautpflichtigen Lkw-Fahrleistung auf den städtischen Bereich (Vorstadtstraßen). Folglich werden 92 % bzw. 95 % der

jeweiligen Fahrleistungen im Fernstraßenbereich erbracht. Bei den Bundesstraßen liegen die entsprechenden Werte für die Vorstadtstraßen erwartungsgemäß deutlich höher, wobei auch hier bei den Vorstadtstraßen der Anteil der mautpflichtigen Lkw unter denen der Kfz liegt.



**Abbildung 16: Verteilungen der Fahrleistungsanteile der Kfz und der mautpflichtigen Lkw ≥7,5t zGG auf Vorstadt- und Fernstraßen für Autobahnen und Bundesstraßen**

Für die Festlegung des Parameters Bergregion wurde nach der aktuellen Typologie von EUROSTAT für Bergregionen vorgegangen. Diese Informationen liegen auf dem NUTS3-Level vor und wurden den Straßenabschnitten durch räumliche Verschneidung als Attribut zugeordnet. Gemäß 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07 ist eine Verdopplung der Höchstsätze für die Luftverschmutzung in Bergregionen möglich, wenn dies durch Straßensteigung bzw. -gefälle, geografischer Höhe und/oder Temperaturinversionen gerechtfertigt ist. Für die Lärmkosten ist dies möglich, soweit dies durch Straßensteigung bzw. -gefälle, Temperaturinversionen und/oder Amphitheatereffekt von Tälern gerechtfertigt ist. Daher wurde zusätzlich zu dem Attribut Bergregion nach EUROSTAT eine Aussage zu Temperaturinversionen in Bergregionen berücksichtigt, um eine eindeutige Zuordnung des Attributs Bergregion gemäß Richtlinie sicherzustellen. Es wurde hierzu ein hochauflösender Datensatz zur Häufigkeit von Temperaturinversionen über Daten zur Häufigkeit des Auftretens der stabilen Ausbreitungsklassen I und II ermittelt. Nach diesen Daten kann in Bergregionen ab einer Häufigkeit von 40 % für Ausbreitungsklassen I und II von einer erhöhten Häufigkeit im Vergleich zu den nicht-Bergregionen gesprochen werden.

Insgesamt liegt ca. 10 % der Fläche Deutschlands mit ca. 7 % des Verkehrs in den Bergregionen gemäß EUROSTAT. Aufgrund des zusätzlichen Kriteriums Häufigkeit von Temperaturinversionen können nur auf etwa der Hälfte der Bundesfernstraßen in Bergregionen mit ca. 4 % des Verkehrs die verdoppelten Aufschläge erhoben werden.

## 6.3 Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

### 6.3.1 Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten

Die Formel zur Berechnung der verkehrsbedingten Luftverschmutzung gemäß Richtlinie lautet wie folgt:

$$PCV_{ij} = \sum_k EF_{ik} \times PC_{jk} \quad (8)$$

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 Luftverschmutzungskosten berechnen sich - vereinfacht ausgedrückt - aus der Multiplikation eines Emissionsfaktors mit einem Kostenansatz (je Fahrzeuggruppe und Straßenklasse). Damit beschränkt sich die Berechnung bei den Luftschadstoffen auf die **Emissionsseite** und lässt so die Anlastung der Kosten für die Gesamtheit der entsprechenden Straßennetze zu. Die Richtlinie fordert lediglich die Klassifizierung der Straßen in Vorstadtstraßen (einschl. Autobahnen) und Fernstraßen (einschl. Autobahnen) aufgrund der unterschiedlich hohen Kostensätze. Die Luftschadstoffkomponenten, die in die Berechnungen einzubeziehen sind, ergeben sich aus der Richtlinie 2001/81/EG zur Erstellung nationaler Emissionsinventare (s. hierzu Abbildung 17 und Kapitel 6.3.2 Pkt. 5.).

Berechnungsverfahren bzw. Datenbasen für Emissionsfaktoren werden 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 67 aufgeführten spezifischen Kosten für die einzelnen Schadstoffklassen nicht überschreiten.

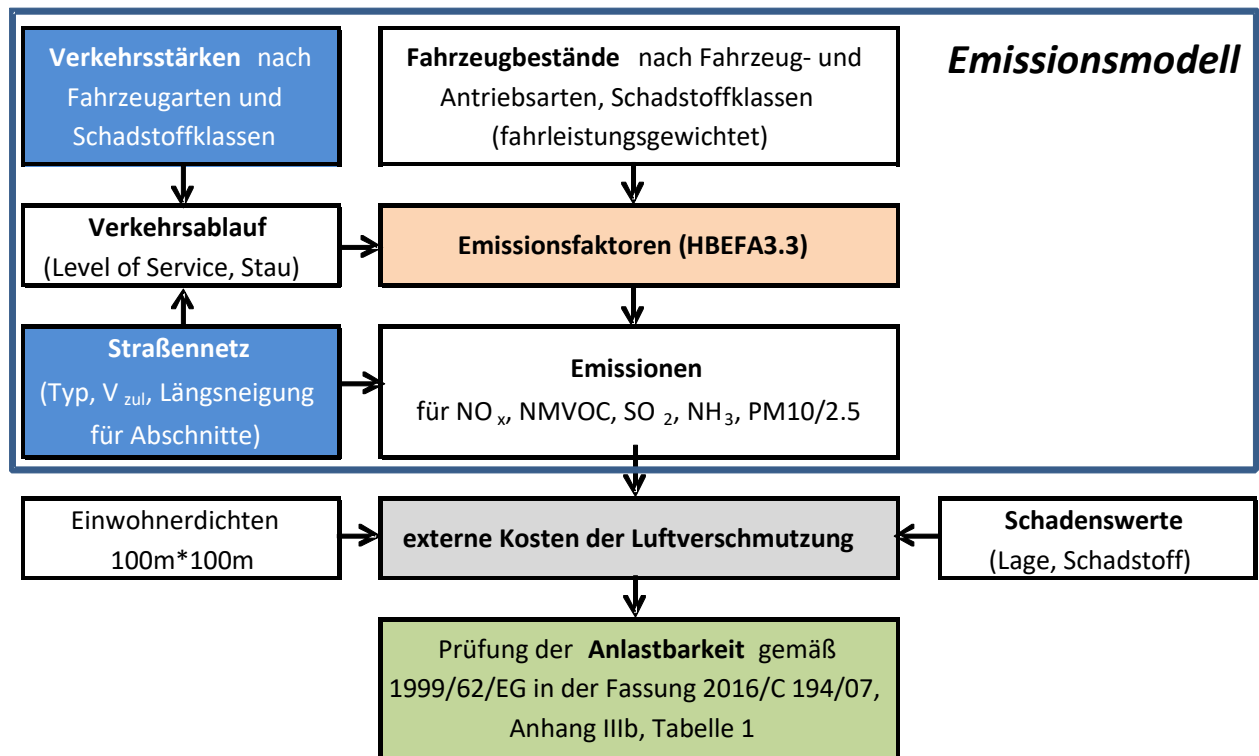
Eurocent/Fahrzeugkilometer	Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)
EURO 0	16,9	12,7
EURO I	11,7	8,5
EURO II	9,6	7,4
EURO III	7,4	6,4
EURO IV	4,3	3,2
EURO V nach dem 31. Dezember 2013	0	0
	3,2	2,2
EURO VI nach dem 31. Dezember 2017	0	0
	2,2	1,1
Umweltfreundlicher als EURO VI	0	0

**Tabelle 67: Höchstbeträge<sup>33</sup> für die Anlastung der Kosten der Luftverschmutzung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07**

### 6.3.2 Angewendetes Berechnungsverfahren

Das angewendete Berechnungsverfahren ist in der folgenden Abbildung 17 dargestellt. Die komplexen Berechnungen wurden mit dem von AVISO entwickelten und ständig fortgeschriebenen Programmsystem *roadTEIM* (AVISO, 2009) durchgeführt. Das dort umgesetzte Emissionsmodell entspricht der VDI 3782, Bl. 7 (VDI, 2003) und damit dem State-of-the-art.

<sup>33</sup> 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 Luftverschmutzung**

### 1. Grundlagen

Zentrale Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen stellt in Deutschland und anderen europäischen Ländern das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in der aktuellen Version 3.3 (HBEFA 3.3, Stand 2017) dar.

Die HBEFA 3.3-Datenbank enthält pro Fahrzeugkategorie für jede einzelne Fahrzeugschicht (unterschieden nach Motorkonzept, Euronormstufe, Hubraum, Gewichtsklasse, Steigungsklasse, etc.) und pro Verkehrssituation sogenannte Schichtemissionsfaktoren für verschiedene reglementierte und nicht-reglementierte Abgaskomponenten. Die Schichtemissionsfaktoren geben die charakteristischen spezifischen Abgasemissionen für definierte Verkehrssituationen in  $g/(Fz \cdot km)$  an.

### 2. Flottenzusammensetzung (Fahrzeugbestände)

Im HBEFA 3.3 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 Kraftfahrtbundesamt gemeldeten) Fahrzeugbeständen bestimmt.

Zur Ermittlung der Bestandszusammensetzung im Prognosezeitraum 2018-2022 wurden die kontinuierliche Erneuerung der Fahrzeugbestände (Löschungen, Neuzulassungen) einschl. Ausstattungsgrad mit Partikelminderungssystemen sowie die aktuellen und zukünftig teilweise weiter verschärften Grenzwertstufen berücksichtigt:

- für Pkw bereits seit 1.1.2015 Euro 6, für Diesel-Pkw zusätzlich ab 1.9.2019 Euro 6d-Temp und ab 1.1.2021 Euro 6d (Serienprüfung),
- für schwere Nutzfahrzeuge bereits seit dem 31.12.2013 Euro VI (Serienprüfung).

Die ersten Fahrzeuge der neuen Euronormstufen treten i.d.R. bereits früher bei den Neuzulassungen auf. Ab dem Einführungsdatum der neuen Euronormstufen werden dann von allen Neuzulassungen die neuen Grenzwerte eingehalten. Dies wird bei der Fortschreibung der Bestände berücksichtigt.

Für die Gruppe der Lkw  $\geq 7,5t$  zGG liegen die realen Verteilungen der Schadstoffklassen aus dem Wirkbetrieb der Lkw-Maut bis zum Jahr 2016 vor. Die Abweichungen zur im HBEFA 3.3 enthaltenen BAB-Flotte wurden analysiert und eine vergleichsweise gute Übereinstimmung festgestellt. Für die Prognosejahre 2018-2022 wurden die Flottenzusammensetzungen differenziert nach Euronormstufen und Gewichtsklassen auf Basis der Daten aus HBEFA 3.3 fortgeschrieben.

### 3. Verkehrssituationen und Emissionsfaktoren

Die Schichtemissionsfaktoren sind im HBEFA 3.3 für unterschiedliche Fahr-/Straßen- und Verkehrszustände angegeben. Diese werden in einem Schema von Verkehrssituationen kategorisiert. Dieses Schema differenziert nach folgenden Kategorien

- Gebietstyp, ländlich und städtisch (Agglomeration), (Area)
- Straßentyp (Road type)
- Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) (Levels of service)
- zulässige Höchstgeschwindigkeit (Speed Limit)

Für die Emissionsberechnung ist es notwendig, jedem Streckenabschnitt die Parameter Gebiets-typ, Straßentyp und zulässige Höchstgeschwindigkeit zuzuordnen. Diese Attribute wurden soweit möglich aus WKR2013 übernommen und soweit erforderlich aktualisiert und ergänzt. Zusätzlich ist der Störungsgrad im Verkehrsablauf (Levels of service) zur vollständigen Bestimmung der Verkehrssituation notwendig. Dieser wird über die Berechnung des Tagesgangs der Verkehrsstärken und der Auslastung in Bezug auf die Kapazität der Straße (unter Berücksichtigung für den Streckenabschnitt charakteristischer Fundamentaldiagramme (qv-Funktionen<sup>34</sup>)) abgeleitet.

---

<sup>34</sup> Funktionale Abhängigkeiten der mittleren Geschwindigkeit (km/h) von der Verkehrsstärke (Kfz/h) (s. auch Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS (FGSV, 2009)).

Ergänzend wird die Anzahl der abschnittsbezogenen Staustunden berechnet und für die Autobahnen über Daten aus der erfassten Staubilanz normiert.

Die Abgas-Emissionsfaktoren wurden unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Annahmen zur Flottenzusammensetzung und der Schichtemissionsfaktoren aus HBEFA 3.3 für die festgelegten Fahrzeugarten für die Untersuchungsjahre 2018-2022 ermittelt.

#### 4. Gesamtemissionen, Emissionen je Fahrzeugkategorie

Auf Basis der Verkehrsstärken nach Fahrzeugarten und der Topologie des relevanten Straßennetzes aus dem Netzmodell für die Bundesfernstraßen (NEMOBStr) wurden die Verkehrssituationen (einschl. Stau) ermittelt und die fahrzeugartspezifischen, verkehrsablaufabhängigen Emissionsfaktoren zugewiesen und darüber die jeweiligen Gesamtemissionen je Straßenabschnitt ermittelt.

Die abschnittsweise ermittelten fahrzeugartbezogenen Emissionssummen wurden dann für die einzelnen Straßennetzbereiche (BAB, Bundesstraßen) zusammengefasst.

#### 5. Schadstoffe

Die zu betrachtenden gasförmigen und festen Luftschadstoffkomponenten ergeben sich aus der Richtlinie 2001/81/EG zur Erstellung nationaler Emissionsinventare. Diese umfassen

- Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)
- Flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)
- Ammoniak (NH<sub>3</sub>)
- Partikel bestimmter Teilchengrößen aus Abgas und Aufwirbelung/Abrieb (PM10 und PM2.5)<sup>35</sup>

#### 6. Wert-/Kostensätze

Verfahren zur Berechnung der Luftverschmutzungskosten/externen Kosten der Luftverschmutzung sind national u.a. im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Verkehrsprojekten bereits implementiert, z.B. im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung und im Rahmen der Erarbeitung neuer Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W). Im Rahmen der WKR2013 waren Ergebnisse von Untersuchungen des Umweltbundesamtes zur ökonomischen Bewertung von Umweltschäden, die auch die externen Luftschadstoff- und Lärmkosten des Verkehrs enthalten, verwendet worden. Diese Daten sind in einer sog. „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“ zusammengefasst (UBA, 2012a, UBA, 2013), die die auf EU-Ebene entwickelten entsprechenden Ansätze von Doll/van

<sup>35</sup> PM10: Partikel ≤ 10 Mikrometer, PM2.5: Partikel ≤ 2,5 Mikrometer.

Essen (2008b) weiterführt. Die aktualisierte Version der Methodenkonventionen (3.0) wird voraussichtlich 2018 verfügbar sein, daher wurden hier weiterhin die Kostensätze aus der Methodenkonvention 2.0 verwendet. Diese können der nachstehenden Tabelle 68 entnommen werden. Hier sind die nationalen Kostensätze im Vergleich zur EU-27 dargestellt. Die Schadenkosten beinhalten Gesundheits-, Material- und Ernteschäden sowie Biodiversitätsverluste.

Emission	Kostensätze für Emissionen in Deutschland		Kostensätze für Emissionen in EU-27	
	Innerorts Durchschnitt	Außerorts	Innerorts Durchschnitt	Außerorts
PM <sub>2.5</sub> Auspuff	364.100	122.800	392.600	81.400
PM <sub>coarse</sub> Abrieb, Aufwirbelung	10.200	2.900	11.000	3.100
PM <sub>10</sub> Abrieb, Aufwirbelung*	33.700	11.000	36.300	8.500
NOx Bau und Betriebsphase	15.400	15.400	10.300	10.300
SO <sub>2</sub> Bau und Betriebsphase	13.200	13.200	10.100	10.100
NMVOC Bau und Betriebsphase	1.700	1.700	1.500	1.500
NH <sub>3</sub> Bau und Betriebsphase	26.800	26.800	19.100	19.100

\*: PM<sub>10</sub>-Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelung setzen sich aus 10% PM<sub>2.5</sub> und 90% PM<sub>coarse</sub> zusammen. Als Bewertungsgrundlage für PM<sub>2.5</sub> wird hierbei der Kostensatz für Emissionen aus dem Auspuff ohne den Toxizitätsfaktor von 1,5 für Emissionen aus Verbrennungsmotoren verwendet.

**Tabelle 68:** Kostensätze für Luftschadstoffe<sup>36</sup> aus dem Straßenverkehr in €<sub>2010</sub>/t  
Quelle: UBA, 2013

### 6.3.3 Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung

Die zusammengefassten Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 69 und Abbildung 18 dargestellt.

Die verursachten externen Luftschadstoffkosten aller Fahrzeuge (Kfz) belaufen sich für 2018 auf den Bundesfernstraßen insgesamt auf etwa 4,9 Mrd. €, wovon auf die mautpflichtigen Lkw  $\geq 7,5t$  rund 19 % entfallen. Aufgrund der stetigen Flottenerneuerung sinken die verursachten externen Luftschadstoffkosten trotz Fahrleistungszuwächsen bis 2022 stetig auf ca. 3,5 Mrd. € ab, wobei auch der Anteil der durch mautpflichtige Lkw verursachten Luftschadstoffkosten an den gesamten Luftschadstoffkosten auf 17 % zurückgeht. Die nach Tabelle 1 des Anhangs IIIb der Richtlinie 2011/76/EU maximal anlastbaren Kosten (inklusive Differenzierung nach Vorstadtstraßen/Fernstraßen und einer Verdoppelung der Werte in Bergregionen, in denen das nach Wegekosten-Richtlinie möglich ist (vgl. Kapitel 6.2)) liegen 2018 bei 76 % der verursachten Kosten. Gegenüber der WKR2013 ist dieser Anteil deutlich angestiegen, da ab dem 1.1.2018 auch für

<sup>36</sup> PM<sub>coarse</sub> sind Partikel zwischen 2,5 und 10 Mikrometer.

EURO VI Fahrzeuge Zuschläge für Luftverschmutzung erhoben werden können. Diese Fahrzeuge waren in den Vorjahren noch ausgenommen. Der Anteil der anlastbaren Kosten steigt bis 2022 kontinuierlich an, da die verursachten Kosten weiterhin aufgrund der Flottenerneuerung sinken.

Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2018-2022 liegt die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 91 %.

Für die Berechnung der anlastbaren Kosten gemäß der maximalen Kostensätze der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07, Anhang IIIb, Tabelle 1 wurden die Fahrleistungen der Lkw  $\geq 7,5t$  zGG differenziert nach Vorstadt- und Fernstraßen berücksichtigt. Zusätzlich erfolgte eine Differenzierung nach Bergregionen.

Luftschadstoffkosten in Mio. €/a					
Jahr	Kfz Gesamt	Lkw $\geq 7,5t$	Anteil Lkw $\geq 7,5t$	für Lkw $\geq 7,5t$ nach Richtlinie anlastbar	Kostendeckung ggü. verursachten Kosten
<b>Bundesfernstraßen</b>					
2018	4.943,8	936,2	19%	707,5	76%
2019	4.531,5	773,2	17%	665,0	86%
2020	4.161,8	688,2	17%	644,3	94%
2021	3.804,2	620,3	16%	629,9	102%
2022	3.466,9	572,7	17%	621,8	109%
<b>mittlere jährliche Kosten 2018-2022</b>					
	4.181,7	718,1	17%	653,7	91%

**Tabelle 69: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen<sup>37</sup>**

<sup>37</sup> Preisstand der berechneten verursachten Kosten ist 2010 (aus UBA Methodenkonvention 2.0) fortgeschrieben auf 2018, bei den anlastbaren Kosten ist kein Preisstand angegeben.

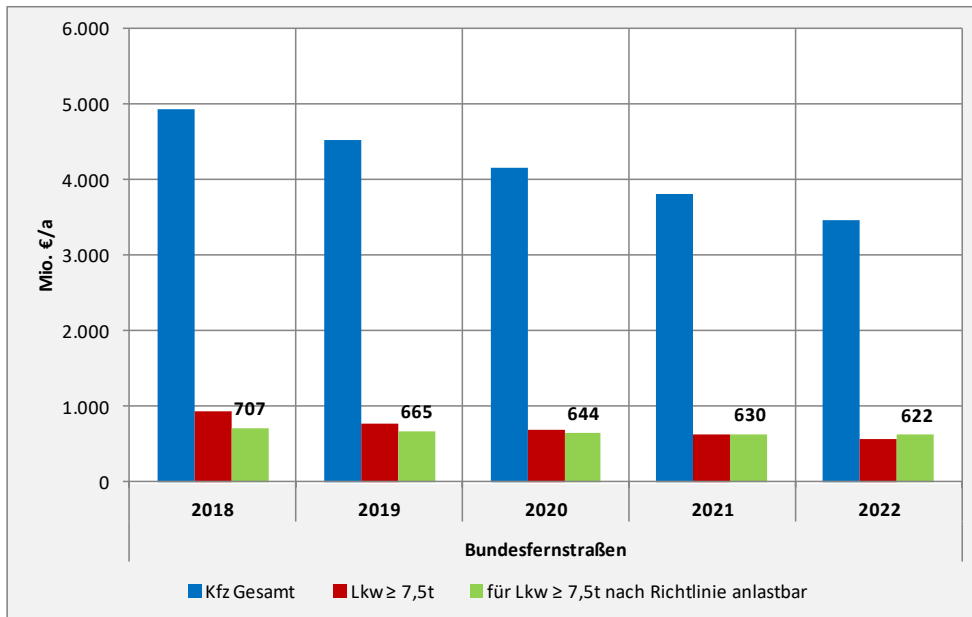


Abbildung 18: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen

Nachstehende Abbildung 19 zeigt die Unterschiede der auf die Fahrleistung bezogenen gewogenen Kostensätze der verursachten Kosten aus den Berechnungen im Vergleich zu den anlastbaren Kostenansätzen gemäß Richtlinien für die mautpflichtigen Lkw.

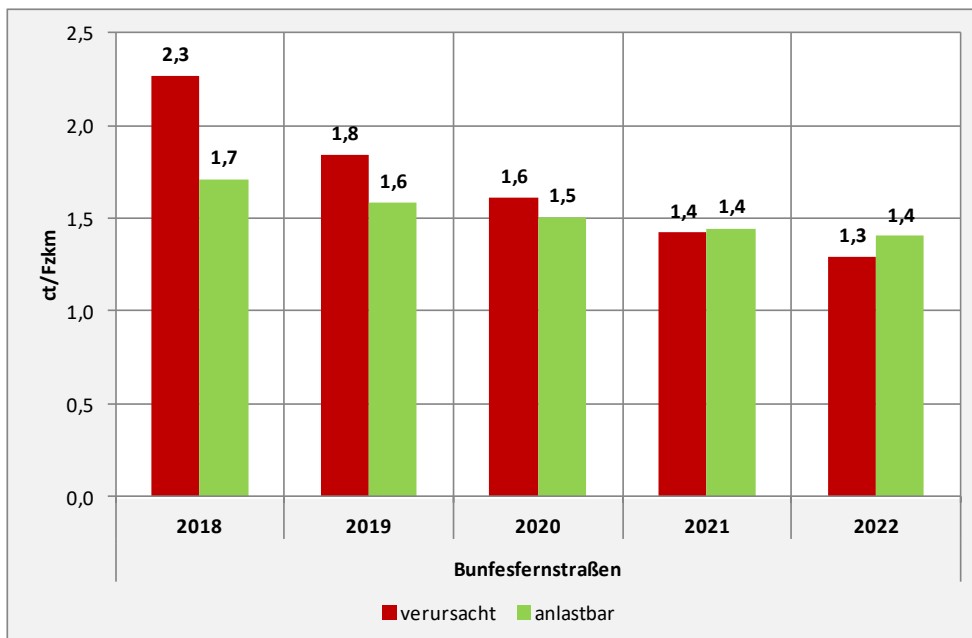


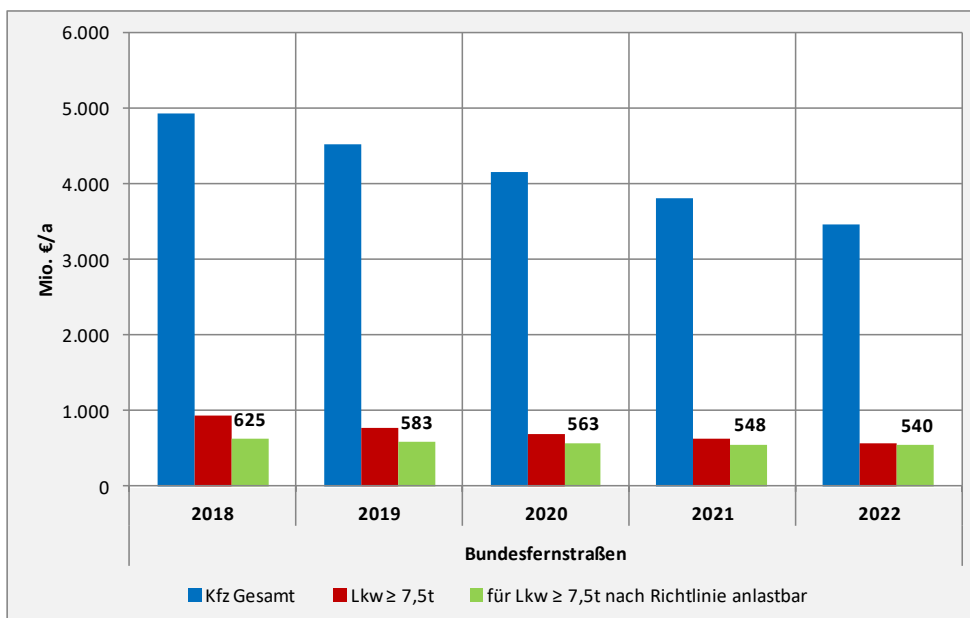
Abbildung 19: Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw ≥7,5t zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar

### 6.3.4 Sensitivitätsbetrachtung bezüglich Ortsklasse

Für den 5-Jahres-Zeitraum 2018-2022 wurden durchschnittlich jährlich ca. 654 Mio. € anlastbare Kosten berechnet. Der über die Orts- und EURO-Klassen-Anteile gewichtete Aufschlag würde durchschnittlich jährlich 1,53 €-Cent/km betragen.

Verzichtet man auf die Differenzierung Bergregion/flache Region, behält aber die Differenzierung Fernstraßen/Vorstadtstraßen bei, so ergeben sich anlastbare Kosten von durchschnittlich jährlich ca. 628 Mio. €. Das sind jährlich ca. 25 Mio. € bzw. 4 % weniger. Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2018-2022 würde die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 88 % liegen. Der über die Orts- und EURO-Klassen-Anteile gewichtete Aufschlag würde durchschnittlich jährlich 1,47 €-Cent/km betragen.

Verzichtet man komplett auf eine örtliche Differenzierung der Mautaufschläge für die Luftverschmutzung, so ergeben sich anlastbare Kosten von durchschnittlich jährlich ca. 572 Mio. €. Das sind jährlich ca. 82 Mio. €, bzw. 13 % weniger als bei größtmöglicher regionaler Differenzierung. Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2018-2022 würde die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 80 % liegen. Der über die EURO-Klassen-Anteile gewichtete Aufschlag würde durchschnittlich jährlich 1,34 €-Cent/km betragen. Die Ergebnisse für alle untersuchten Jahre zeigt Abbildung 20.



**Abbildung 20: Externe Kosten der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf Bundesfernstraßen bei Verzicht auf regionale Differenzierung der Mautaufschläge**

Die folgende Abbildung 21 zeigt die Unterschiede der auf die Fahrleistung bezogenen gewogenen Kostensätze der verursachten Kosten aus den Berechnungen im Vergleich zu den anlastbaren Kostenansätzen gemäß Richtlinien für die mautpflichtigen Lkw bei vollständigem Verzicht auf die örtliche Differenzierung der Mautaufschläge.

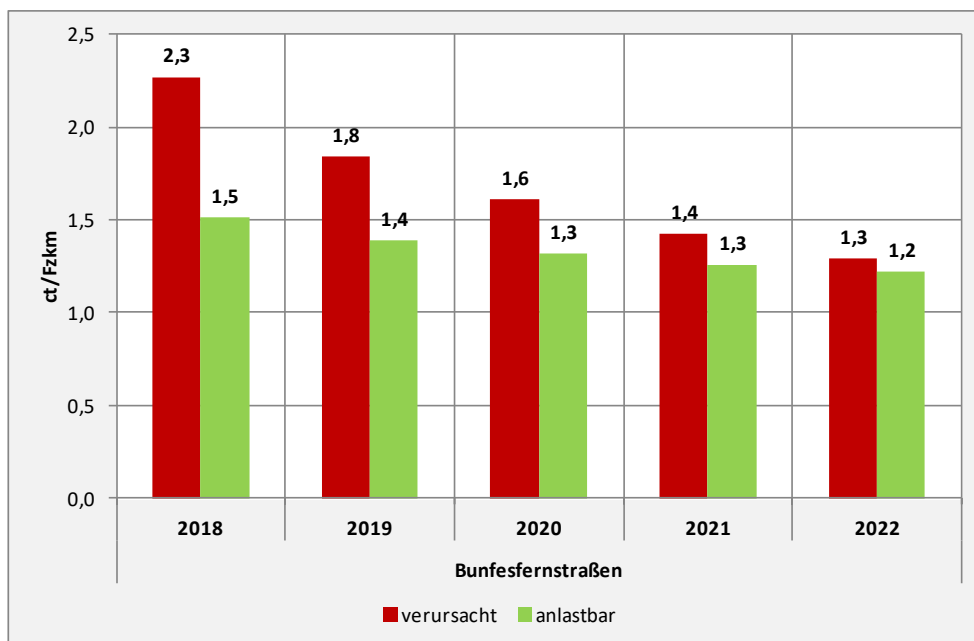


Abbildung 21: Vergleich der spezifischen gewogenen Kostensätze der Luftverschmutzung für Lkw  $\geq 7,5t$  zGG, verursacherbezogen und lt. Richtlinie anlastbar bei Verzicht auf regionale Differenzierung der Mautaufschläge

## 6.4 Ermittlung externer Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung

### 6.4.1 Vorgaben der Richtlinie zur Anlastung der Kosten

Die Formel zur Berechnung der verkehrsbedingten Lärmbelastung gemäß Richtlinie kann wie folgt zusammengefasst werden:

$$NCV_j \text{ (täglich)} = e \times \sum_k NC_{jk} \times POP_k / WADT \quad (9)$$

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

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

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 Lärmkosten stellt sich wesentlich 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.

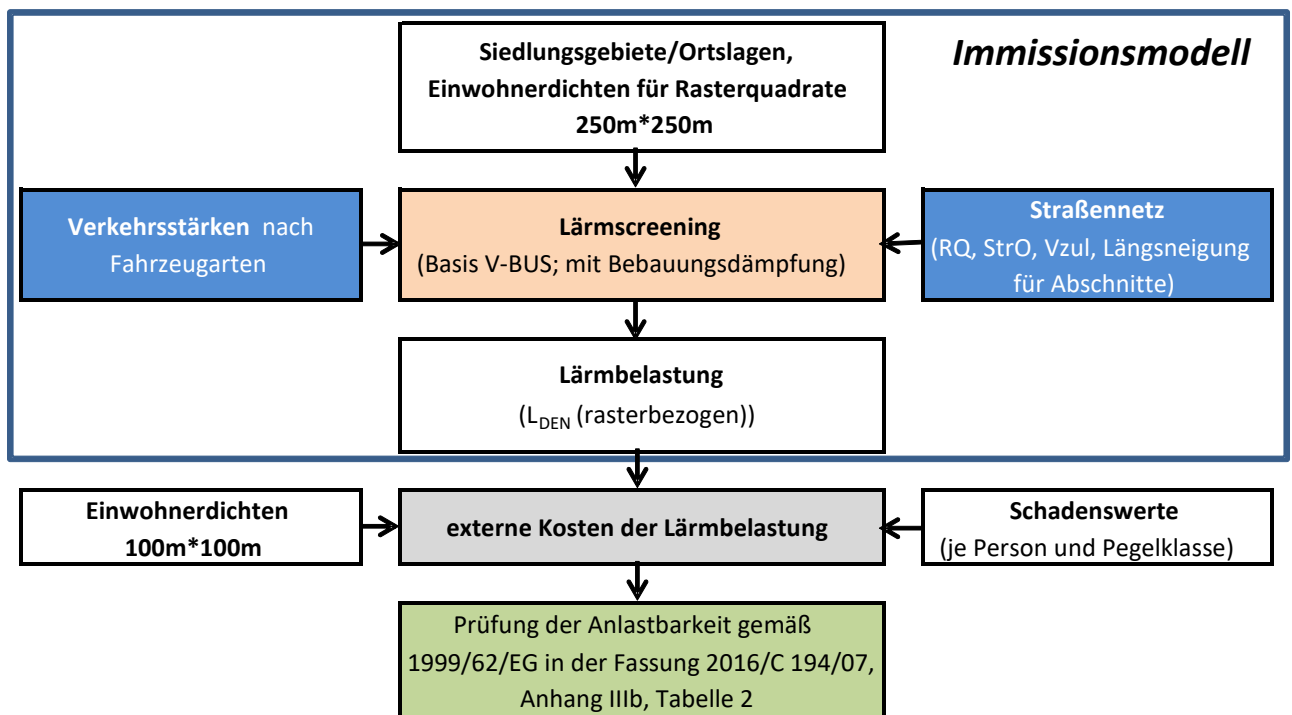
Auch bei der Lärmbelastung heißt es in der Richtlinie, dass die Berechnungsverfahren, ebenso wie die Kostensätze, von den einzelnen Mitgliedstaaten in eigener Regie gewählt werden können, wenn sie wissenschaftlich nachgewiesen sind. Die so ermittelten Werte dürfen jedoch die in nachstehender Tabelle 70 aufgeführten spezifischen Kosten für die genannten Zeitbereiche nicht überschreiten.

Eurocent/Fahrzeugkilometer	Tag	Nacht
Vorstadtstraßen (einschließlich Autobahnen)	1,17	2,12
Fernstraßen (einschließlich Autobahnen)	0,22	0,32

**Tabelle 70: Höchstbeträge<sup>38</sup> für die Anlastung der Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07**

### 6.4.2 Angewendetes Berechnungsverfahren

Bereits für die WKR2013 wurde ein vereinfachtes, aber netzabdeckendes Lärmberechnungsverfahren gewählt, um für das hier betrachtete Netz der Bundesfernstraßen eine Abschätzung der externen Kosten aus der verkehrsbedingten Lärmbelastung durchzuführen. Das Verfahren für die Ermittlung ist in seinen Grundzügen in nachfolgender Abbildung 22 skizziert und wird im Weiteren näher beschrieben.



**Abbildung 22: Prinzipieller Ablauf des Berechnungsverfahrens für die externen Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung**

<sup>38</sup> Die Werte dürfen in Bergregionen höchstens verdoppelt werden, wenn dies durch die Straßenneigung, die geografische Höhe und/oder Temperaturinversionen gerechtfertigt werden kann.

## 1. Berechnungsmethode

Die extrem rechenzeitintensiven Lärmberechnungen, die im Rahmen der WKR2013 durchgeführt worden waren, berücksichtigen die im Folgenden skizzierten Rahmenbedingungen. Aufgrund der Systemgrenzen des Programms und der hohen Rechenzeiten wurden die Berechnungen unter vereinfachten Randbedingungen auf Ebene der Bundesländer durchgeführt. Basis bildeten die Rechenverfahren der vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (V-BUS) gemäß § 5 Abs. 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV, BMJV, 2006). Berechnet wird u.a. der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex  $L_{DEN}$ , indem die für die jeweiligen Zeitbereiche des Tages ermittelten Lärmpegel gewichtet werden, wobei der Abend und die Nacht aufgrund des höheren Ruhebedürfnisses stärker eingehen. Der  $L_{DEN}$  wird in dB(A)<sup>39</sup> angegeben und ist die Grundlage für die Berechnung der externen Lärmkosten. Diese im Rahmen der WKR2013 sehr aufwändig ermittelten Lärmpegel wurden weiterhin verwendet, da aufgrund der logarithmischen Abhängigkeit zwischen Lärm und Verkehr Veränderungen der Lärmpegel aufgrund der Verkehrsentwicklung sehr gering sind.

Im Einzelnen wurden die Lärmpegel und die Lärmbetroffenheiten nach folgenden methodischen Ansätzen ermittelt:

An Bundesfernstraßen können auch außerhalb dicht bebauter Gebiete Einzelgebäude, begrenzte Ansammlungen von Gebäuden sowie Außenbereiche von zusammenhängenden Siedlungsgebieten von verkehrsbedingtem Lärm betroffen sein. Da aktuell weder Lärmpegel noch Lärmbetroffenheiten aus der Umgebungslärmkartierung bundesweit in der für die Berechnungen der externen Lärmkosten notwendigen Form entnommen werden können, wurden die Pegel verwendet, die bereits in der WKR2013 mittels eines Lärmscreening ermittelt worden waren. Das Screening rechnet vereinfacht mit freier Schallausbreitung und einer Bebauungsdämpfung in Abhängigkeit der Bebauungsdichte/-höhe, die wiederum mit der Einwohnerdichte korreliert.

Die berechneten Lärmpegel liegen als Mittelwerte je 100m\*100m-Raster (gewählte Auflösung des Rechenmodells) vor. Diese wurden mit den aktuell im 100m\*100m-Raster vorliegenden Einwohnerdaten (Zensus 2011) mittels eines geographischen Informationssystems (GIS) räumlich verschnitten. Im Ergebnis erhält man je 100m\*100m-Raster ein Wertepaar für den mittleren  $L_{DEN}$  und die betroffenen Einwohner. Diese Daten wurden anschließend mit den BISStra-Sektoren verschnitten und diesen längengewichtet zugewiesen und bildeten damit die Grundlage für die Verknüpfung mit den Kostensätzen für die Lärmbelastung.

---

<sup>39</sup> Mit der A-BewertungsfILTERKURVE bewerteter Schalldruckpegel; die A-Kurve gibt das für Verkehrsgeräusche typische Frequenzspektrum für das menschliche Ohr am besten wieder.

## 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. Entsprechend finden sich auch Kostensätze für die Lärmexposition in der bereits erwähnten „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“ (UBA, 2012b). Analog zu den Kostensätzen für Luftverschmutzung wurden auch hier diese Kostensätze weiterhin verwendet, da die UBA-Methodenkonvention 3.0 noch nicht vorliegt.

Die im Weiteren verwendeten Kostensätze der Lärmbelastung aus dem Straßenverkehr gemäß der Methodenkonvention 2.0 können der nachstehenden Tabelle 71 entnommen werden. Die Kostensätze repräsentieren im Wesentlichen die Zahlungsbereitschaft 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	80	$\geq 81$
€/Pers.*a	0	10	51	101	152	203	337	422	439

**Tabelle 71: Externe Kostensätze der Lärmeinwirkung p.a. und exponierter Person in €<sub>2010</sub>**  
 Quelle: UBA (2012b)

### 6.4.3 Resultierende externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung

Die Berechnungen der verursachten Kosten wurden für das Jahr 2018 durchgeführt und mit den laut Richtlinie maximal anlastbaren Lärmkosten verglichen. Der Vergleich zeigt, dass die gemäß Richtlinie maximal anlastbaren Kosten deutlich unter den verursachten Kosten liegen.

Im Einzelnen ergibt sich als Resultat der vereinfachten Lärmberechnungen für die Bundesfernstraßen, dass ca. 21,5 Mio. Einwohner von Lärmpegeln betroffen sind, die über einem Lärmindex  $L_{DEN}$  von 45 dB(A) liegen, davon ca. 7,2 Mio. an BAB und etwa 14,3 Mio. an Bundesstraßen.

Wie bereits erläutert ergeben sich nur sehr geringe Veränderungen der Lärmbelastung aufgrund der Fahrleistungsentwicklung 2018–2022. Daher wurde für die Jahre 2019–2022 von entsprechenden detaillierten Berechnungen abgesehen, da näherungsweise die im Jahr 2018 verursachten Kosten auch für die Folgejahre angesetzt werden können.

Die verursachten Lärmbelastungskosten sind für 2018 in der nachstehenden Tabelle 72 sowie der Abbildung 23 mit den nach Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07 anlastbaren Kosten, die für alle Prognosejahre angegeben werden können, zusammengeführt.



Von den für 2018 insgesamt berechneten verursachten Kosten von ca. 1,6 Mrd. € für die Bundesfernstraßen insgesamt entfallen 19 % auf die mautpflichtigen Lkw  $\geq 7,5t$  zGG<sup>40</sup>. Davon anlastbar sind etwa 45 % durch die in der Richtlinie festgelegten Maximalsätze.

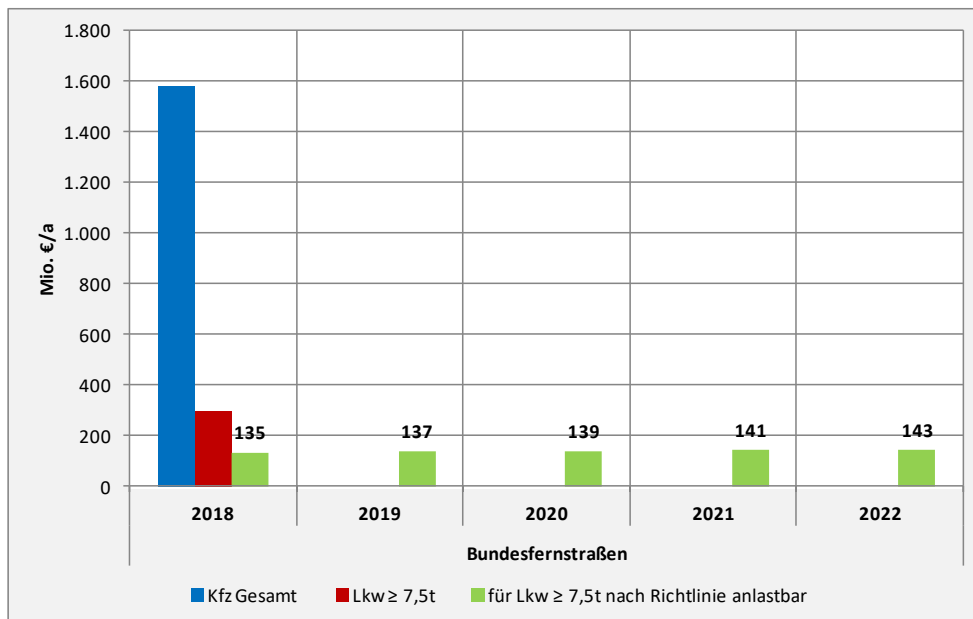
Für die Berechnung der anlastbaren Kosten gemäß der maximalen Kostensätze der Richtlinie 1999/62/EG in der Fassung 2016/C 194/07, Anhang IIIb, Tabelle 2 wurden die Fahrleistungen der Lkw  $\geq 7,5t$  zGG differenziert nach Vorstadt- und Fernstraßen inkl. einer Verdoppelung der Werte in Bergregionen, in denen das nach Wegekosten-Richtlinie möglich ist (vgl. Kapitel 6.2), berücksichtigt. Auf eine laut Richtlinie mögliche Tag/Nacht-Differenzierung wurde in der WKR2018 in Abstimmung mit dem BMVI verzichtet.

Lärmbelastungskosten in Mio. €/a					
Jahr	Kfz Gesamt	Lkw $\geq 7,5t$	Anteil Lkw $\geq 7,5t$	für Lkw $\geq 7,5t$ nach Richtlinie anlastbar	Kostendeckung ggü. verursachten Kosten
<b>Bundesfernstraßen</b>					
2018	1.581,5	298,1	19%	134,8	45%
2019				136,8	
2020				139,0	
2021				141,1	
2022				143,3	
<b>mittlere jährliche Kosten 2018-2022</b>					
				139,0	

**Tabelle 72: Externe Kosten<sup>41</sup> der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen**

<sup>40</sup> 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  $\geq 7,5t$  4, bezogen auf Pkw = 1.

<sup>41</sup> Preisstand der berechneten Kosten ist 2010 (UBA Methodenkonvention 2.0) fortgeschrieben auf 2018, bei den anlastbaren Kostensätzen ist kein Preisstand angegeben.



**Abbildung 23: Externe Kosten der verkehrsbedingten Lärmbelastung auf Bundesfernstraßen<sup>42</sup>**

Die auf die Fahrleistung bezogenen, mittleren Kostensätze aus den Berechnungen der verursachten Kosten belaufen sich auf 0,7 Cent pro Fahrzeug und Kilometer auf den Bundesfernstraßen insgesamt. Dem gegenüber stehen die auf die Fahrleistung bezogenen, mittleren Kostensätze gemäß Richtlinie maximal anlastbaren Kostensätze von im Mittel 0,3 ct/Fzkm auf Bundesfernstraßen.

#### 6.4.4 Sensitivitätsanalyse bezüglich Ortsklasse

Für den 5-Jahres-Zeitraum 2018-2022 wurden durchschnittlich jährlich ca. 139 Mio. € für die anlastbaren Kosten berechnet. Der über die Ortsklassen-Anteile gewichtete Aufschlag würde durchschnittlich jährlich 0,32 €-Cent/km betragen.

Verzichtet man auf die Differenzierung Bergregion/flache Region, behält aber die Differenzierung Fernstraßen/Vorstadtstraßen bei, so ergeben sich anlastbare Kosten von durchschnittlich jährlich ca. 132 Mio. €. Das sind jährlich ca. 7 Mio. € bzw. 5 % weniger. Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2018-2022 würde die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 43 % liegen. Der über die Ortsklassen-Anteile gewichtete Aufschlag würde durchschnittlich jährlich 0,31 €-Cent/km betragen.

Verzichtet man komplett auf eine örtliche Differenzierung der Mautaufschläge für die Lärmbelastung, so ergeben sich anlastbare Kosten von durchschnittlich jährlich ca. 85 Mio. €. Das sind

<sup>42</sup> Es ergeben sich nur sehr geringe Veränderungen der Lärmbelastung aufgrund der Fahrleistungsentwicklung 2018–2022. Daher wurde für die Jahre 2019–2022 von entsprechenden detaillierten Berechnungen abgesehen. Die im Jahr 2018 verursachten Kosten können näherungsweise auch für die Folgejahre angesetzt werden.

jährlich ca. 54 Mio. € bzw. 39 % weniger als bei größtmöglicher regionaler Differenzierung. Summarisch für den 5-Jahreszeitraum 2018-2022 würde die Kostendeckung für die Bundesfernstraßen bei 28 % liegen. Der Aufschlag würde einheitlich 0,20 €-Cent/km betragen. Die sich für diese Variante ergebenden jährlich anlastbaren Kosten zeigt Tabelle 73.

anlastbare Kosten ohne regionale Differenzierung	
Jahr	[Mio. Euro]
2018	82,6
2019	82,7
2020	85,6
2021	87,1
2022	88,6

**Tabelle 73: Anlastbare Kosten bei Verzicht auf örtliche Differenzierung**

---

## 7 Allokation der Infrastrukturkosten

### 7.1 Grundlegende Annahmen zur Allokation

Grundsätzlich wurde für die WKR2018 an der über die vorangegangenen Wegekostenrechnungen entwickelten Methodik festgehalten. Die Ausweitung der Fzg.-Kategorien machte eine Überprüfung und ggf. Anpassung der im Rahmen der Allokation verwendeten Äquivalenzziffern erforderlich. Dies ist neben der Darstellung der Ergebnisse der Allokation Gegenstand der vorliegenden Dokumentation. Dabei wird in geeigneter Weise jeweils ein Vergleich zum Vorgehen und den Ergebnissen der WKR2013 (2. Ergänzungsberechnung – Ausweitung Mautpflicht auf Lkw ab 7,5t zGG) hergestellt.

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 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 Fahrleistungs-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 WKR2013 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 tatsächli-

chen 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.

### 7.1.1 Differenzierung der Fahrzeuggruppen

Die Allokation der Infrastrukturkosten dient der Zuordnung der Kapitalkosten und der laufenden Kosten des jeweiligen Jahres zu den jeweiligen Nutzergruppen (Fzg.-Kategorien). Diese Definition der Nutzergruppen bei der Mautfestsetzung hat seit Einführung der Maut für schwere Lkw mehrere Änderungen erfahren. Zunächst wurde die Maut für Lkw  $\geq 12t$  zGG nur nach zwei Achsklassen (Achsklasse 1: bis drei Achsen; Achsklasse 2: ab vier Achsen) differenziert. Im zeitlichen Zusammenhang mit der Ausweitung der Maut auf Lkw  $\geq 7,5t$  zGG wurde die Differenzierung der Achsklassen (AK) in der WKR2013 auf vier Klassen erweitert (AK 1: 2 Achsen; AK 2: 3 Achsen; AK 3: 4 Achsen; AK 4: 5 und mehr Achsen).

Im Rahmen der Erstellung der WKR2018 wurde aufgrund eines entsprechenden Entschließungsantrages des Bundestages eine Differenzierung nach dem Gewicht diskutiert. Vor dem Hintergrund der Praktikabilität der Differenzierung nach Gewicht wurde mit dem BMVI abgestimmt, zusätzlich zur Differenzierung nach Achsklassen eine Differenzierung der mautpflichtigen Lkw  $\geq 7,5t$  zGG nach drei Gewichtsklassen vorzusehen (in Ergänzungsberechnung der WKR2013 verwendeten Fzg.-Kategorien in Grau dargestellt):

WKR2018	WKR2013
PKW und Kombi	PKW und Kombi
Motorräder (KRAD)	Motorräder (KRAD)
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)	Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)
Busse	Busse
Lastkraftwagen $>3,5t$ bis $<7,5t$ (Lkw_bis_<7,5t)	Lastkraftwagen $>3,5t$ bis $<7,5t$ (Lkw_bis_<7,5t)
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis $<12t$ (MtAK1_7,5t-<12t)	Lkw mit 2 Achsen
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis $<12t$ (MtAK2_7,5t-<12t)	Lkw mit bis zu 3 Achsen
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis $<12t$ (MtAK3_7,5t-<12t)	Lkw mit bis zu 4 Achsen
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis $<12t$ (MtAK4_7,5t-<12t)	Lkw mit 5 und mehr Achsen
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	

**Tabelle 74: Übersicht Fzg.-Kategorien WKR2018 und Vergleich mit WKR2013**

### 7.1.2 Verwendete Allokationsprinzipien

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 75 dargestellten Allokationsverfahren zugeordnet. Die Tabelle 75 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 unverändert.

Grundsätzlich wird dem Vorgehen der WKR2013 gefolgt und daher auf die entsprechenden Erläuterungen zu den Allokationsprinzipien im Gutachten zur WKR2013 im Abschnitt 7 verwiesen.



Element	Kostenart	Verursachungs- prinzip gewichts- abhängig verursacht (AASHO)	Veranlassungsprinzip								
			Proportional	kapazitäts- abhängig	gewichtsabhängig veranlasst		System Lkw		System Pkw	System leichte Lkw<7,5t	Lärmemission
					nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)	Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional	
Grunderwerb inkl. A+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%							
Polizei	lfd. Kosten		33%	67%							
Mauterhebung	lfd. Kosten						100%				
Verwaltung	lfd. Kosten		100%								

Tabelle 75: Übersicht Allokationsprinzipien, -verfahren und -schlüssel



## 7.2 Anpassung der Äquivalenzziffern

Wie Eingangs beschrieben, wird an der Methodik und dem Vorgehen der WKR2013 festgehalten. Allerdings bedarf die Ausweitung der Fzg.-Kategorien einer Anpassung der in der WKR2013 verwendeten Äquivalenzziffern. Hierzu wird im Folgenden auf die verschiedenen in der WKR2013 dargestellten Äquivalenzziffern eingegangen. Die Äquivalenzziffern dienen im Rahmen der Allokation der Gewichtung der Fahrleistung der einzelnen Fzg.-Kategorien untereinander gemäß dem Maß der durch die jeweilige Fzg.-Kategorie verursachten oder veranlassten Kosten.

### 7.2.1 Achslastäquivalenzziffern

In Anlehnung an die Argumentation der vorangegangenen Wegekostenberechnungen (2002, 2007 und 2013) werden für die Bildung der Achslastäquivalenzziffern zur Anlastung der Erhaltungskosten der Verschleißschichten die 10t-Achslastäquivalente verwendet. Aufgrund der dort dargestellten, überwiegend von den schweren Lkw verursachten Zerstörungswirkung werden ausschließlich Äquivalenzziffern für den Schwerverkehr ermittelt. Hierzu wurden die statistischen Daten der Jahre 2011 bis 2016 an den im Netz verteilten Achslastmessstellen (WIM – weight-in-motion) ausgewertet und die Achslastäquivalenzziffern zunächst aktualisiert. An diesen Achslastmessstellen werden die spezifischen Achslasten von 18 gebräuchlichen Fahrzeugtypen des Schwerverkehrs<sup>43</sup> und deren Anteil am Schwerverkehr aufgenommen.

Für die WKR2018 liegen somit Daten der WIM-Messstellen für einen größeren Zeitraum vor (vgl. WKR2013 Seite 122f.). Allerdings bleiben die abgeleiteten Achslasten insbesondere vor dem Hintergrund der zusätzlichen Differenzierung nach Gewicht grobe Schätzungen, da die Messstellen bisher nicht flächendeckend zur Verfügung stehen (vgl. hierzu auch 2. Ergänzungsberechnung – Ausweitung Mautpflicht auf Lkw ab 7,5t zGG). Eine deutliche Verbesserung wäre erst durch zusätzliche Messstellen oder der Einführung einer automatisierten Achslastmessung im/am Fahrzeug zu erwarten. Gleichwohl wird die Verwendung der ermittelten Achslasten als fair im Sinne des aktuellen Verkehrsgeschehens angesehen, da alternativ lediglich ein idealisierter Ansatz mit einer pauschal gewählten Belastung oder mit Volllast zum Einsatz kommen könnte. Dabei würde auch die vorhandene Durchmischung der einzelnen Klassen mit vielfältigen Fahrzeugen zwangsläufig nicht berücksichtigt werden können.

Dem Vorgehen der WKR2013 zur Ableitung der Achslastäquivalenzziffern anhand der Auswertungsdaten der WIM-Messstellen wird daher für die Ableitung der Achslastäquivalenzziffern für das aktuelle Gutachten gefolgt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die angepassten Achslastäquiva-

---

<sup>43</sup> Die Zusammenstellung der 18 gebräuchlichen Fahrzeugtypen erfolgt nach WKR2013, Anhang, Tabelle A - 2. Die WIM-Messstellen können weitere Fahrzeugtypen erfassen und differenzieren. Allerdings haben die weiteren Fahrzeugtypen deutlich untergeordnete Bedeutung (jeweils <1 % am gesamten SV).

lenzziffern und vergleichend dazu die in der 2. Ergänzungsrechnung zur WKR2013 zugrunde gelegten Achslastäquivalenzziffern nach Achsklassen. Grundsätzlich ist erkennbar, dass sich die für die WKR2018 gebildeten Achslastäquivalenzziffern in die für die 2. Ergänzungsrechnung zur WKR2013 verwendeten Äquivalenzziffern (fahrleistungsgewichtet) einordnen lassen und somit vergleichbar sind.

Die Achslastäquivalenzziffern finden Eingang in die gewichtsabhängig verursachten und veranlassten Kosten (siehe auch Tabelle 75).

Fzg.-Kategorie	Äquivalenzziffer	WKR2013
Busse	1,10	1,08
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis_<7,5t)	0,01	0,01
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	0,08	0,25
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	0,42	
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	0,42	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	0,03	0,48
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	0,12	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	0,72	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	0,01	0,71
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	0,05	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	1,03	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	0,01	1,36
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	0,03	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	1,48	

**Tabelle 76: Achslastäquivalenzziffern der LKW und Busse (Schwere Nutzfahrzeuge)**

## 7.2.2 Gewichtsäquivalenzziffern

Gewichtsabhängig veranlasste Kosten sind zunächst zu unterscheiden in die durch das Gewicht veranlassten Kosten bei der Dimensionierung von Brücken sowie in durch das Gewicht veranlasste Kosten bei der Dimensionierung des Straßenaufbaus (siehe auch Tabelle 75).

Die Dimensionierung von Brücken folgt komplexen Berechnungsvorschriften, bei denen das Gewicht des Fahrzeugkollektivs bzw. einer spezifischen Lastkombination eingeht. Da die Komplexität für die Kostenverteilung nicht handhabbar ist und unter Berücksichtigung des zu verteilenden Kostenanteils nicht angemessen erscheint, wird zur Bildung von **Gewichtsäquivalenzziffern für Brücken** das zulässige Gesamtgewicht (zGG) der jeweiligen Fahrzeuggruppe herangezogen. Die Ableitung der Gewichtsäquivalenzziffern erfolgt – aufgrund der Anzahl zu berücksichtigender Fzg.-Kategorien – dabei durch lineare Interpolation zwischen der Fzg.-Kategorie leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG, für die eine Gewichtsäquivalenzziffer von 0 angenommen wird, da diese

Fahrzeuge in der Regel keinen Einfluss auf die Dimensionierung haben, und der Fzg.-Kategorie Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG bis zu 40t und einer Gewichtsäquivalenzziffer von 1,00. In Tabelle 77 sind die Gewichtsäquivalenzziffern für Brücken dargestellt.

Grundsätzlich ist erkennbar, dass die für die WKR2018 gebildeten Gewichtsäquivalenzziffern näherungsweise denen der WKR2013 entsprechen.

Fzg.-Kategorie	max zGG	ÄquF	WKG2013
LNFZ	3,5 t	-	-
Busse	26,0 t	0,60	0,65
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis_<7,5t)	7,5 t	0,10	-
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	12,0 t	0,25	0,45
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	18,0 t	0,40	
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	18,0 t	0,40	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	12,0 t	0,25	0,65
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	18,0 t	0,40	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	26,0 t	0,60	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	12,0 t	0,25	1,00
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	18,0 t	0,40	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	38,0 t	0,95	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	12,0 t	0,25	1,00
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	18,0 t	0,40	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	40,0 t	1,00	

**Tabelle 77: Gewichtsäquivalenzziffern für Brücken**

Für die Allokation der Kosten, die im Rahmen der Dimensionierung des Straßenaufbaus durch die jeweilige Fzg.-Kategorie veranlasst werden, finden die in Abschnitt 7.2.1 zuvor bestimmten Achslastäquivalente Anwendung (vgl. hierzu auch WKR2013, Seite 124f.). Weitere Erläuterungen zur Allokation der gewichtsabhängig veranlassten Kosten des Straßenaufbaus sind nachfolgend in Abschnitt 7.3.2 dargestellt.

### 7.2.3 Kapazitätsäquivalenzziffern

Die kapazitätsspezifische Anlastung von Kosten erfolgt unter Verwendung von Kapazitätsäquivalenzziffern. Zur Ableitung dieser Äquivalenzziffern wurden in den WKR2002 und 2007 Überlegungen zum Raumbedarf der einzelnen Fahrzeuggruppen angestellt. Da – wie bei der WKR2013 – bisher keine neueren Erkenntnisse zum Kapazitätsbedarf der einzelnen Fahrzeuggruppen vorhanden sind, dienen die in der WKR2002 und 2007 genutzten Kapazitätsäquivalenzziffern weiterhin als Grundlage (vgl. auch WKR2013, Seite 125).

Fahrzeugkategorie	Äquivalenzziffer	Fahrzeugkategorie	Äquivalenzziffer
Motorräder	0,5		
Pkw und Kombi	1,0		
Busse	2,5		
Lieferwagen (<3,5t zGG)	1,2		
Lkw ohne Anhänger (ab 3,5t zGG)		Last- und Sattelzüge (ab 3,5t zGG)	
3,5t – 12t	1,5	3,5t – 12t	2,5
12t – 16t	2,5	12t – 20t	3,0
16t – 20t	3,0	20t – 28t	3,5
20t – 22t	3,0	28t – 33t	4,0
22t –	3,0	33t –	4,5

**Tabelle 78: Kapazitätsäquivalenzziffern nach ProgTrans/IWW 2007**

Aufgrund der Differenzierung für Lastkraftwagen ab 7,5t zGG in 4 Achs- und 3 Gewichtsklassen war es nicht möglich die Werte aus den WKR2002 und 2007 direkt zu übernehmen. Für einzelne Fzg.-Kategorien war es daher erforderlich die Kapazitätsäquivalenzziffern über Mittelwerte zu bestimmen. Folgende Äquivalenzziffern werden abgeleitet:

Fzg.-Kategorie	Äquivalenzziffer	WKR2013
PKW und Kombi	1,00	1,00
Motorräder (KRAD)	0,50	0,50
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)	1,20	1,20
Busse	2,50	2,50
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis_<7,5t)	1,50	1,50
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	1,50	2,00
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	2,75	
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	3,00	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	2,00	3,00
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	2,88	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	3,25	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	2,50	4,25
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	3,00	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	4,25	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	2,50	4,50
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	3,00	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	4,50	

**Tabelle 79: Kapazitätsäquivalenzziffern**

Grundsätzlich ist erkennbar, dass sich die für die WKR 2018 gebildeten Kapazitätsäquivalenzziffern in die für die 2. Ergänzungsrechnung zur WKR2013 verwendeten Äquivalenzziffern (fahrleistungsgewichtet) einordnen lassen und somit vergleichbar sind.

#### 7.2.4 Lärmäquivalenzziffern

Die Fahrzeuge verursachen aufgrund ihrer Spezifika (z.B. Motorgeräusch, Abrollgeräusch) Lärmemissionen und sind somit in unterschiedlichem Maße für erforderliche Lärmschutzmaßnahmen verantwortlich. Dem wird im Zuge der Allokation der Lärmschutzkosten durch Nutzung von Lärmäquivalenzziffern Rechnung getragen. Die Äquivalenzziffern wurden entsprechend Doll, et al. (Doll, et al., 2008b) wie folgt gewählt.<sup>44</sup>

Fzg.-Kategorie	Äquivalenzziffer	WKR2013
PKW und Kombi	1,00	1,00
Motorräder (KRAD)	4,20	4,20
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)	1,20	1,20
Busse	3,30	3,30
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis_<7,5t)	2,00	2,00
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	3,00	3,00
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	4,20	
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	4,20	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	3,00	4,20
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	4,20	
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	4,20	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	3,00	5,50
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	5,50	
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	5,50	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	3,00	5,50
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	5,50	
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	5,50	

**Tabelle 80: Lärmäquivalenzziffern**

### 7.3 Kostenallokation auf die Fzg-Kategorien

Zunächst werden die Infrastrukturkosten unter Verwendung der Allokationsschlüssel gemäß Tabelle 75 den jeweiligen Allokationsverfahren abschnittsweise zugeordnet. Anschließend werden diese Kosten auf die jeweiligen Fzg.-Kategorien unter Anwendung der in Kapitel 7.2 dargestellten Äquivalenzziffern und der jeweiligen Fahrleistung des jeweiligen Abschnittes aufgeteilt.

<sup>44</sup> Quelle: CE/INFRAS/ISI, External Costs of Transport, 2011, S. 51.

Über alle Abschnitte bzw. Sektoren gewichtet ergibt sich der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

Unter Anwendung der in Tabelle 75 dargestellten Allokationsschlüssel nach Allokationsprinzip und -verfahren in Abhängigkeit der Kostenart werden die Infrastrukturkosten gemäß Tabelle 81 verteilt. Die Tabelle 81 stellt dabei die Infrastrukturkosten im jährlichen Durchschnitt für die Prognosejahre 2018-2022 dar.



Element	Kostenart	Verursachungsprinzip		Veranlassungsprinzip							Summe	
		gewichtsabhängig verursacht (AASHO)	Proportional	kapazitäts- abhängig	gewichtsabhängig veranlasst		System Lkw		System Pkw	System leichte Lkw<7,5t		Lärmemission
					nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)	Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional		
Grunderwerb inkl. A+E-Maßnahmen	Zins			1,384								1,384
Erdbau	Zins			2,589								2,589
Erdbau	Abschreibung			0,344								0,344
Frostschuttschicht	Zins			0,395								0,395
Frostschuttschicht	Abschreibung			0,052								0,052
Tragschicht	Zins			0,123		0,332						0,455
Tragschicht	Abschreibung	0,250										0,250
Binderschicht	Zins					0,241						0,241
Binderschicht	Abschreibung	0,408										0,408
Deckschicht	Zins			0,249								0,249
Deckschicht	Abschreibung	0,962										0,962
Tunnel & Trogbauwerke	Zins		0,190	0,212			0,021					0,423
Tunnel & Trogbauwerke	Abschreibung		0,041				0,010					0,051
Brücken	Zins			1,504	0,265							1,770
Brücken	Abschreibung			0,809	0,143							0,951
Lärmschutz	Zins										0,093	0,093
Lärmschutz	Abschreibung										0,106	0,106
Ausstattung	Zins		0,129	0,262								0,392
Ausstattung	Abschreibung		0,434	0,881								1,315
Stützbauwerke	Zins		0,040	0,082								0,122
Stützbauwerke	Abschreibung		0,008	0,017								0,026
Meistereien	Zins		0,013	0,027								0,041
Meistereien	Abschreibung		0,020	0,041								0,062
Rastanlagen	Zins		0,025					0,074	0,019	0,006		0,124
Rastanlagen	Abschreibung		0,037					0,112	0,028	0,009		0,187
Betrieb (anteilig)	fd. Kosten		0,346	0,423								0,770
Polizei	fd. Kosten		0,381	0,774								1,155
Mauterhebung	fd. Kosten						0,980					0,980
Verwaltung	fd. Kosten		0,110									0,110
	<b>Summe</b>	<b>1,620</b>	<b>1,776</b>	<b>10,170</b>	<b>0,408</b>	<b>0,573</b>	<b>1,011</b>	<b>0,187</b>	<b>0,047</b>	<b>0,016</b>	<b>0,199</b>	<b>16,007</b>

Tabelle 81: Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Allokationsprinzipien und -verfahren in Mrd. €



### 7.3.1 Gewichtsabhängig verursachte Kosten (AASHO)

Als gewichtsabhängig verursachte Kosten werden in Tabelle 81 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 (siehe Tabelle 76) 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.

### 7.3.2 Gewichtsabhängig veranlasste Kosten

Für die Aufteilung der **gewichtsabhängig veranlassten Kosten von Brücken** werden die Fahrleistungen der jeweiligen Fzg.-Kategorie mit den Gewichtsäquivalenzziffern (gemäß Tabelle 77) 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 Summe der in Tabelle 81 ausgewiesenen gewichtsabhängig veranlassten Kosten für Brücken werden auf die Fzg.-Kategorien gemäß Tabelle 74 verteilt (vgl. hierzu auch Tabelle 76).

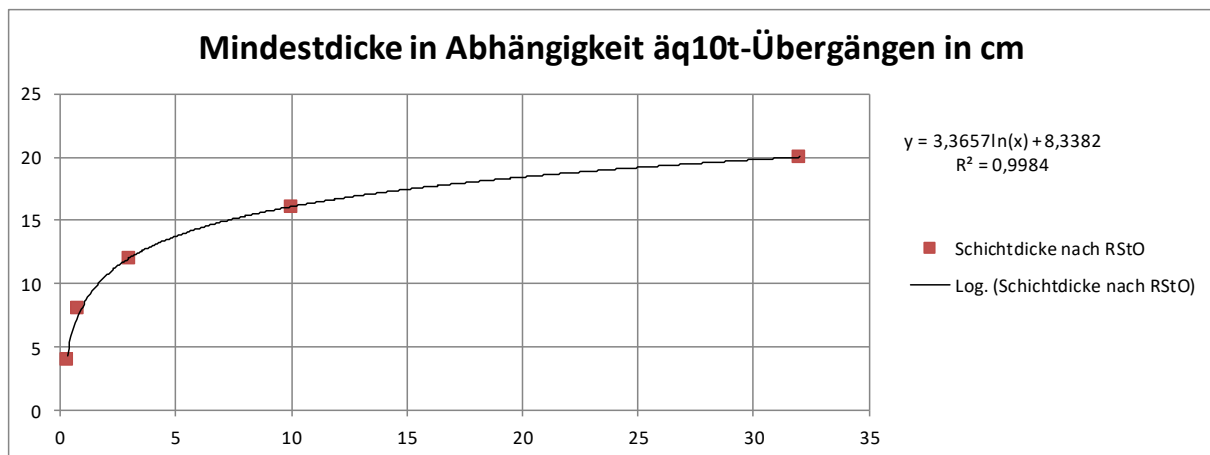
Die Aufteilung der **gewichtsabhängig veranlassten Kosten des Oberbaus** wird anhand der für die jeweilige Fzg.-Kategorie erforderlichen Mindestdicke der Tragschicht durchgeführt. Grundlage für die Bestimmung der Mindestdicke der Tragschicht, welche die jeweilige Fzg.-Kategorie auf dem Abschnitt erfordert, bildet die Dimensionierungsvorschrift der RStO-01. Anhand der Belastungszahl  $B$  wird die Straßenbauklasse und damit der Aufbau der Straße festgelegt.

Ordnet man dem gesamten Fahrzeugkollektiv, wie in der WKR2002 (Prognos/IWW, 2002) beschrieben, eine Schicht von 6 cm zu<sup>45</sup> und rechnet man die Binderschicht allein dem Schwerver-

---

<sup>45</sup> In der Bauklasse VI RStO-01 mit der geringsten Lastresistenz wird eine 10 cm dicke Tragschicht bei der Dimensionierung gefordert. In den höheren Bauklassen wird gleichmäßig eine Deckschicht von 4 cm vorgesehen.

kehr zu, ergibt sich als resultierende Größe der Dimensionierung die Dicke der Tragschicht. Werden weiter die durch Schwellenwerte der Belastungszahl definierten Bereiche der Bauklassen zugunsten eines funktionalen Zusammenhangs aufgelöst, ergibt sich nachfolgend dargestellte stetige Funktion für die Dicke der Tragschicht in Abhängigkeit der äquivalenten 10t Achsübergänge<sup>46</sup>. Die Auflösung der durch die Schwellenwerte bedingten Sprünge der Dimensionierung folgt der Forderung nach einer fairen Allokation, da sonst bei einer Überschreitung eines Schwellenwertes die nächsthöhere Schichtdicke erforderlich ist und die Kosten für einen hinzutretenden Nutzer sprunghaft ansteigen.



**Abbildung 24: Funktion zur Ermittlung der Mindestdicke in Anlehnung an die RStO-01**

Unter Nutzung der in Abbildung 24 abgeleiteten Formel lässt sich für jede Fzg.-Kategorie mit ihrer spezifischen Achslastäquivalenzziffer (Tabelle 76) bzw. einem Kollektiv verschiedener Fzg.-Kategorien und der Fahrleistung je Fzg.-Kategorie im Abschnitt die Mindestdicke der Tragschicht ermitteln. 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 (siehe Tabelle 76) 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 den 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.

Ordnet man diese 4 cm als reine Verschleißschicht ein, so verbleibt als „Tragkonstruktion“, die für alle Fahrzeuge erforderlich ist, eine Schichtdicke von eben 6 cm.

<sup>46</sup> Die Funktion wurde durch Regression ermittelt. Der Bestimmtheitsgrad der Funktion ist 0,998.

---

### 7.3.3 Durch Lärmemission veranlasste Kosten

Die durch Lärmemission veranlassten Kosten wurden in Tabelle 75 die Neubaukosten und die Abschreibung (Erhaltung) der Lärmschutzbauwerke zugeordnet. Die jeweilige Fahrleistung der Fzg.-Kategorie auf dem betrachteten Abschnitt wird mit den jeweiligen Lärmäquivalenzziffern (siehe Tabelle 80) 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 fahrleistungs-gewichtet ergibt sich für die durch Lärmemission veranlassten Kosten der gewichtete Kostensatz pro Fahrzeug-km im Netz.

### 7.3.4 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 die in Tabelle 79 angegebenen Kapazitätsäquivalenzziffern verwendet.

### 7.3.5 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.

### 7.3.6 Zusammenstellung der Kostenallokation nach Fahrzeugtypen und Allokationsprinzipien

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

Berechnung der Wegekosten für 2018 - 2022

Endbericht 05.03.2018

Alfen • AVISO • BUNG

Fzg.-Kategorie	gewichts- abhängig verursacht (AASHO)	Proportional	kapazitätsabhängig	gewichtsabhängig veran- lasst		System Lkw		System Pkw	System Lkw<7,5t	Lärmemission
				nach zGG	Schichtaufbau (AASHO)	Proportional	Kapazität	Proportional	Proportional	
PKW und Kombi	0,000	1,424	6,452	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,000	0,106
Motorräder (KRAD)	0,000	0,026	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)	0,000	0,084	0,431	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,007
Busse	0,151	0,008	0,097	0,019	0,022	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis <7,5t)	0,000	0,045	0,287	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,005	0,006
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	0,014	0,012	0,085	0,011	0,001	0,080	0,004	0,000	0,000	0,003
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	0,016	0,003	0,036	0,004	0,002	0,019	0,002	0,000	0,000	0,001
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	0,010	0,008	0,096	0,010	0,001	0,045	0,004	0,000	0,000	0,002
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	0,015	0,002	0,027	0,004	0,001	0,011	0,001	0,000	0,000	0,001
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	0,111	0,012	0,213	0,032	0,010	0,069	0,011	0,000	0,000	0,005
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	1,302	0,152	2,373	0,328	0,536	0,783	0,164	0,000	0,000	0,061
<b>Summe</b>	<b>1,620</b>	<b>1,776</b>	<b>10,170</b>	<b>0,408</b>	<b>0,573</b>	<b>1,011</b>	<b>0,187</b>	<b>0,047</b>	<b>0,016</b>	<b>0,199</b>

Tabelle 82: Jährlicher Durchschnitt Wegekosten Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Fzg.-Kategorie und Allokationsverfahren in Mrd. €



#### 7.4 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 eine potenziell zu erhebende Maut angesehen werden.

Fzg.-Kategorie	Summe [Mrd.€]	Fahrleistung [Mrd. Fzg.km]	Kosten pro Fzg.km [€/Fzg.km]
PKW und Kombi	8,028	307,563	0,026
Motorräder (KRAD)	0,095	4,923	0,019
Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5t zGG (LNFZ)	0,532	18,044	0,029
Busse	0,299	1,646	0,182
Lastkraftwagen >3,5t bis <7,5t (Lkw_bis_<7,5t)	0,344	9,534	0,036
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK1_7,5t-<12t)	0,210	2,589	0,081
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK1_12t-18t)	0,081	0,597	0,136
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK1>18t)	0,000	0,000	-
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK2_7,5t-<12t)	0,005	0,062	0,082
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK2_12t-18t)	0,176	1,614	0,109
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK2>18t)	0,061	0,394	0,154
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK3_7,5t-<12t)	0,002	0,028	0,083
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK3_12t-18t)	0,008	0,085	0,098
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK3>18t)	0,464	2,705	0,171
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t (MtAK4_7,5t-<12t)	0,000	0,000	-
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t (MtAK4_12t-18t)	0,003	0,034	0,084
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t (MtAK4>18t)	5,700	33,817	0,169
<b>Summe</b>	<b>16,007</b>	<b>383,633</b>	<b>0,042</b>

**Tabelle 83: Jährlicher Durchschnitt der Wegekosten, Fahrleistung und Kosten pro Fahrzeug-km an Bundesfernstraßen 2018-2022 nach Fzg.-Kategorie**

## 8 Empfehlung für die Mautsätze und Mauteinnahmen

### 8.1 Empfehlungen zur Differenzierung der Mautsätze

Grundsätzlich wurde mit der WKR2018 eine Differenzierung in Achs- und Gewichtsklassen angestrebt. Dennoch erscheint eine Differenzierung in insgesamt 17 Fzg.-Kategorien bzw. für Fahrzeuge ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5t zGG in 12 Fzg.-Kategorien in der praktischen Umsetzung wenig zielführend. Zudem haben einige Fzg.-Kategorien kaum Fahrleistungsanteile aufzuweisen, sodass fraglich ist, ob Aufwand und Nutzen der hohen Differenzierung in einem angemessenen Verhältnis stehen. Aus diesem Grund wurden in Abstimmung mit dem BMVI Überlegungen zur Zusammenlegung verschiedener Fzg.-Kategorien in Abhängigkeit der Fahrleistung, der Kosten pro Fzg.-km und der Eigenschaften der Fzg.-Kategorien angestellt.

Aufgrund der geringen Fahrleistung (3 %) der Fahrzeuge mit mehr als zwei Achsen in der Gewichtsklasse 7,5t bis <12t zGG werden die Achsklassen in der Gewichtsklasse nicht differenziert. In der Gewichtsklasse 12 bis 18t zGG haben Fahrzeuge mit mehr als 3 Achsen einen Anteil von 4 % an der Fahrleistung der Gruppe und werden daher nicht differenziert. Der Anteil der Fahrleistung von Fahrzeugen mit 2 Achsen beträgt in dieser Gewichtsklasse etwa 35 %. Dennoch wird aus praktischen Erwägungen heraus die Gewichtsklasse nicht nach Achsen differenziert. Einerseits sollen Anreize vermieden werden, dass Fahrzeuge mit 2 Achsen mit leichten einachsigen Hängern ausgerüstet werden, um Mautkosten zu sparen, sofern in dieser Gewichtsklasse 3-achsige Fahrzeuge geringer bemautet würden als 2-Achser. Andererseits ist ein Absinken der Maut trotz höherer Achszahl nur schwer vermittelbar, wenn in der Gewichtsklasse Lkw >18t zGG eine gegensätzliche Mautentwicklung (mehr Achsen = höherer Mautsatz) festgelegt wird (Einheitlichkeit und Klarheit des Mautsystems). In der Gewichtsklasse >18t zGG wird eine Differenzierung nach Achsen vorgenommen, wobei eine Zusammenlegung der Fahrzeuge mit mehr als vier Achsen erfolgt. Diese Fahrzeuge haben weitgehend vergleichbare Merkmale, die sich zudem in annähernd gleichen durchschnittlichen Wegekosten pro Fzg.-km ausdrücken.

Im Ergebnis wird folgende Differenzierung der mautpflichtigen schweren Lkw ab 7,5t zGG vorgeschlagen:

- 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

### 8.2 Ermittlung der Mautsätze für die mautpflichtigen Fahrzeuge

Die WKR2018 verfolgte den Zweck für die Jahre 2018 bis 2022 die Wegekosten zu ermitteln. Diese umfassen die Infrastrukturkosten und die externen Kosten. Während die Kosten der Infra-

struktur „lediglich“ fortgeschrieben wurden, sollte in der WKR2018 für die externen Kosten eine neue Mauttarifstruktur entwickelt werden. Diese neue Mauttarifstruktur sollte mit der parallel durch das BMVI verfolgten Ausweitung der Maut auf alle Bundesfernstraßen zum 01.07.2018 eingeführt und umgesetzt werden. Nach aktueller Einschätzung des BMVI wird die Einführung der im Wegekostengutachten ermittelten Mautsätze erst zum 01.01.2019 erfolgen.

Damit die Wegekosten des bemautes Bundesfernstraßennetzes im Periodenzeitraum 2018-2022, für den die WKR2018 gilt, durch Mauteinnahmen gedeckt werden können, soll entsprechend der Vorgehensweise in der WKR2013 mit der Mautsatzänderung zum 01.01.2019 eine Verrechnung der Einnahmen 2018 mit den Folgejahren der Berechnungsperiode erfolgen. Daher werden nachfolgend die Wegekosten für das Jahr 2018 unter Berücksichtigung der Ausweitung der Maut auf das gesamte Bundesfernstraßennetz ab dem 01.07.2018 ermittelt und den voraussichtlich mit bestehender Tarifstruktur erzielbaren Einnahmen gegenübergestellt. Vereinfacht wird unterstellt, dass bis zur Mitte des Jahres die Hälfte der für das Jahr 2018 prognostizierten Fahrleistung erbracht wird.

### **8.2.1 Wegekostendeckung im ersten Halbjahr 2018 mit aktuellen Mautsätzen**

Würde das WKR2018 bereits ab dem 01.01.2018 Grundlage der Festlegung von Mautsätzen, könnten die Mautsätze zum 01.01.2018 bereits gelten. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass zu diesem Zeitpunkt (bis 30.06.2018) das aktuell mautpflichtige Netz der Bundesfernstraßen Grundlage der Wegekosten wäre. Von den für das erste Halbjahr 2018 ermittelten gesamten Wegekosten sind daher die Kosten für das derzeit nicht mautpflichtige Netz abzuziehen und den tatsächlichen Einnahmen bei aktuellen Mautsätzen gegenüber zu stellen.



Fzg.-Kategorie	Fahrleistung 1.HJ 2018 <sup>47</sup>		Wegekosten		Einnahmen	Wegekostendeckung
	Gesamtnetz	Nicht mautpfl. Netz	Gesamtnetz	Nicht mautpfl. Netz	Aktueller Mautsatz	
	Mrd.Fz gkm	Mrd.Fz gkm	Mrd. Euro	Mrd. Euro	Mrd. Euro	Mrd. Euro
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	1,296	0,476	0,100	0,046	0,066	0,012
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,299	0,110	0,038	0,019	0,015	-0,004
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	0,030	0,011	0,002	0,001	0,002	0,001
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,786	0,278	0,083	0,038	0,058	0,012
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t	0,192	0,068	0,029	0,014	0,014	0,000
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	0,014	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,041	0,011	0,004	0,001	0,004	0,001
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t	1,311	0,338	0,205	0,079	0,114	-0,012
Lkw mit 5 und mehr Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12 bis 18t	0,016	0,002	0,001	0,000	0,002	0,001
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t	16,304	1,900	2,321	0,379	1,945	0,002
<b>Gesamt</b>	<b>20,289</b>	<b>3,196</b>	<b>2,784</b>	<b>0,579</b>	<b>2,220</b>	<b>0,015</b>

**Tabelle 84: Wegekostendeckung im Teilmautsatz Infrastruktur im ersten Halbjahr 2018**

Für das aktuell mautpflichtige Netz ergeben sich aus dieser Abschätzung für das erste Halbjahr 2018 leicht höhere Einnahmen gegenüber den relevanten Wegekosten für das aktuell mautpflichtige Netz der Bundesfernstraßen bezogen auf den Infrastrukturanteil von 15 Mio. Euro.

### 8.2.2 Wegekostendeckung im zweiten Halbjahr bei Beibehaltung der aktuellen Mautsätze

Ab dem 01.07.2018 wird die Mautpflicht auf alle Bundesfernstraßen ausgeweitet. Allerdings können neue Mautsätze, die sich an den in der WKR2018 ermittelten Kosten orientieren, erst zum 01.01.2019 eingeführt werden. Die Wegekostendeckung ergibt sich für den Mautteilsatz Infra-

<sup>47</sup> Betrachtet werden hier nur Abschnitte in Baulast des Bundes.

struktur in diesem Zeitraum aus einem Vergleich der in der WKR2018 ermittelten Wegekosten mit den voraussichtlich mit aktuellen Mautsätzen erzielbaren Einnahmen. Zur Vereinfachung werden die Mauteinnahmen mit den aktuellen Mautsätzen denen gegenübergestellt, die sich mit in der WKR2018 ermittelten Mautsätzen ohne Berücksichtigung einer Verrechnung der Wegekostendeckung 2018 für die mautpflichtigen Fahrzeuggruppen ergeben.

Nachfolgende Tabelle gibt die Wegekostendeckung für den **Teilmautsatz Infrastruktur** im zweiten Halbjahr 2018 wieder.



Fzg.-Kategorie	Fahrleistung 2.HJ 2018 <sup>48</sup>	Mautsatz		Mauteinnahme		Wegekostendeckung
		WKR2018	WKR2013	WKR2013	WKR2018	
	Mrd.Fzgkm	ct/km	ct/km	Mrd. Euro	Mrd. Euro	Mrd. Euro
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	1,358	8,1	8,1	0,110	0,110	0,000
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,313	11,5	8,1	0,025	0,036	-0,011
Lkw mit 2 Achsen und einem zGG ab 18t	0,000	15,4	8,1	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	0,031	8,1	11,3	0,004	0,003	0,001
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,818	11,5	11,3	0,092	0,094	-0,002
Lkw mit 3 Achsen und einem zGG ab 18t	0,199	15,4	11,3	0,023	0,031	-0,008
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 7,5t bis <12t	0,014	8,1	11,7	0,002	0,001	0,001
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 12t bis 18t	0,042	11,5	11,7	0,005	0,005	0,000
Lkw mit 4 Achsen und einem zGG ab 18t	1,347	16,9	11,7	0,158	0,228	-0,070
Lkw mit 5 und mehr Achsen und zGG ab 7,5t bis <12t	0,000	8,1	13,5	0,000	0,000	0,000
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 12 bis 18t	0,017	11,5	13,5	0,002	0,002	0,000
Lkw mit 5 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t	16,505	16,9	13,5	2,228	2,789	-0,561
<b>Gesamt</b>	<b>20,645</b>			<b>2,648</b>	<b>3,298</b>	<b>-0,650</b>

**Tabelle 85: Wegekostendeckung im Teilmautsatz Infrastruktur im zweiten Halbjahr 2018**

Für die ab dem 01.07.2018 mautpflichtigen Bundesfernstraßen ergibt sich mit den aktuellen Mautsätzen gegenüber den in der WKR2018 ausgewiesenen Wegekosten eine Unterdeckung von 650 Mio. Euro aus der Einführung der neuen Mautsätze ab dem 01.01.2019.

<sup>48</sup> Einschließlich Fahrleistungen auf Bundesfernstraßen in Baulast Dritter.

### 8.2.3 Empfehlung zur Festsetzung der Mautsätze ab dem 01.01.2019

Aus der in Tabelle 84 und Tabelle 85 bestimmten Wegekostendeckung ergibt sich bei Einführung der neuen Mautsätze ab dem 01.01.2019 eine Unterdeckung der Wegekosten in Höhe von 635 Mio. € über die Mautperiode 2018-2022, die ab 01.01.2019 über den Rest dieser Periode kompensiert werden können.

Die daraus folgende minimale Erhöhung der Mautsätze für die Infrastrukturkosten ab 2019 zur Kompensation der Unterdeckung der Wegekosten 2018 bleibt deutlich unterhalb der gebührenrechtlichen Bagatellgrenze von 3 %. Die zu kompensierenden 635 Mio. € betragen 1,8 % der Gesamteinnahmen in Höhe von 36,0 Mrd. €. Die Verschiebung erfolgt innerhalb der Kostenperiode der WKR2018 und beachtet das Kostendeckungsgebot. Vor diesem Hintergrund kommt die „Kurzgutachterliche Stellungnahme für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur zur Kostenverschiebung innerhalb der Kostenperiode 2018 bis 2022 bei der Kalkulation der einheitlichen Mautsätze“ vom 30. Januar 2018 von PricewaterhouseCoopers Legal AG, Berlin zur Einschätzung der gebührenrechtlichen Zulässigkeit dieses Vorgehens in der Lkw-Maut.

Die ab dem 01.01.2019 zu erhebenden Mautsätze für den **Teilmautsatz Infrastruktur** wären in diesem Fall entsprechend nachfolgender Tabelle zu erheben.

Fzg.-Kategorie	Teilmautsatz Infrastruktur
	Ct/km
Lkw mit einem zGG ab 7,5t bis <12t	8,0
Lkw mit einem zGG ab 12t bis 18t	11,5
Lkw mit weniger als 4 Achsen und einem zGG ab 18t	16,0
Lkw mit 4 und mehr Achsen und einem zGG ab 18t	17,4

**Tabelle 86: Teilmautsatz Infrastruktur bei Gewährleistung der Wegekostendeckung in der Mautperiode 2018 bis 2022**

Neben dem Teilmautsatz Infrastruktur werden mit dem neuen Tarifsysteem der Teilmautsatz für die externen Kosten der Luftverschmutzung angepasst und ein Teilmautsatz zur Anlastung der externen Lärmkosten eingeführt. Der **Teilmautsatz zur Anlastung der externen Kosten der Luftverschmutzung** (Teilmautsatz Luft) entspricht wie im Kapitel 6 dargestellt den aktuellen Höchstsätzen nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU. 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 BMVI abgestimmt, diese Fahrzeuge wie auch schon 2013 nicht zu differenzieren.

Der **Teilmautsatz zur Anlastung externer Kosten der Lärmbelastung** (Teilmautsatz Lärm) entspricht ebenfalls den Höchstsätzen des Anhangs IIIb der Richtlinie. Entsprechend der Richtli-

nie kann auch der Teilmautsatz für Lärm örtlich differenziert werden. Eine ebenfalls mögliche Differenzierung nach Tag und Nacht wurde als derzeit nicht praktikabel eingeschätzt und ebenfalls außen vor gelassen.

Wie in den Kapiteln 6.3 und 6.4 dargestellt, decken die nach Richtlinie zulässigen Aufschläge für Luft und Lärm nicht die externen Kosten in der Mautperiode 2018-2022. Da die Richtlinie explizit von Höchstsätzen spricht ist eine Kompensation nicht möglich. Dies gilt auch für ggf. entstehende Unterdeckungen aus der Einführung neuer Mautsätze ab dem 01.01.2019.

Soweit wie bisher auf eine räumliche Differenzierung der Teilmautsätze Luft verzichtet werden soll, ergeben sich die aus Tabelle 87 ersichtlichen Aufschläge für externe Kosten der Luftverschmutzung.

Fahrzeugkategorie	Vorgeschlagene Aufschläge €Cent/Fzg.km
EURO 0, I	8,5
EURO II	7,4
EURO III	6,4
EURO IV	3,2
EURO V	2,2
EURO VI	1,1

**Tabelle 87: Mögliche Teilmautsätze für externe Kosten der Luftverschmutzung nach Anhang IIIb der Richtlinie 2011/76/EU ohne räumliche Differenzierung**

Soweit auch für den Teilmautsatz für externe Kosten der Lärmbelastung auf eine räumliche (und zeitliche) Differenzierung verzichtet werden soll, ergibt sich 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 2018 bis 2022

Die Mauteinnahmen im Betrachtungszeitraum der Mautperiode 2018 bis 2022 ergeben sich auf Basis der bisherigen Darstellungen aus

- den prognostizierten Einnahmen im ersten Halbjahr 2018 unter Anwendung der aktuellen Mautsätze (Teilmautsatz Infrastruktur zzgl. Aufschlag für Teilmautsatz externe Kosten der Luftverschmutzung) auf dem derzeit mautpflichtigen Netz der Bundesfernstraßen,
- den prognostizierten Einnahmen im zweiten Halbjahr 2018 unter Anwendung der aktuellen Mautsätze (Teilmautsatz Infrastruktur zzgl. Aufschlag für Teilmautsatz externe Kosten der Luftverschmutzung) auf dem gesamten ab 01.07.2018 mautpflichtigen Bundesfernstraßennetz und
- den prognostizierten Einnahmen in den Jahren 2019 bis 2022 unter Anwendung der neuen Mautsätze und Tarifstruktur der WKR2018 (Teilmautsatz Infrastruktur zzgl. Auf-

schlag für Teilmautsatz externe Kosten der Luftverschmutzung zzgl. Aufschlag für Teilmautsatz externe Kosten der Lärmbelastung) auf dem gesamten ab 01.07.2018 mautpflichtigen Bundesfernstraßennetz.

Die Mauteinnahmen werden damit für den Zeitraum 2018 bis 2022 wie folgt prognostiziert:

	Infrastrukturmaut	Einnahmen aus Aufschlag für Luft	Aufschlag für Lärm	Einnahmen Gesamt
Jahr	Mrd.€			
2018	4,868	0,254	0	5,122
2019	6,893	0,583	0,083	7,559
2020	7,021	0,563	0,086	7,670
2021	7,150	0,548	0,087	7,785
2022	7,281	0,540	0,089	7,910
<b>Gesamt</b>	<b>33,213</b>	<b>2,488</b>	<b>0,345</b>	<b>36,046</b>

**Tabelle 88: Prognostizierte Mauteinnahmen für die Bundesfernstraßen im Zeitraum 2018 bis 2022**

---

## 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.
- AVISO (2009)*: roadTEIM, Road Transport Emission Inventory Model, Version 1.33, Handbuch, AVISO.
- BAG 2016*, Mautstatistik.
- Balks (2017)*: Balks, K.: Abschätzung der Kapitalkosten im Rahmen des Eisenbahnregulierungsgesetzes, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 88. Jg., 2017, S. 161-176.
- 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 Infrastrukturregulierung.
- BMVI (2014)*: Verflechtungsprognose BVWP 2030.
- BMVI (2016)*: BMVI, Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2015.
- booz&co. (2010)*: Analysis of German Infrastructure Cost Calculations and their Impact on the Heavy Goods Vehicle Tolls on the German Motorway Network – Final Report, Prepared for: Directorate-General Energy and Transport European Commission, London.
- 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“.
- CE/INFRAS/ISI (2011)*: CE Delft, INFRAS, Fraunhofer ISI: External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008, September 2011.
- Corneo (2015)*: Corneo, G.: Volkswirtschaftliche Bewertung öffentlicher Investitionen, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft Berlin 2015/12.
- DESTATIS (2016)*: Kraftfahrzeugbestand nach Kraftfahrzeugarten, - Stichtag 01.01. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, Statistisches Bundesamt (Destatis), 2016
- Doll/van Essen (2008b)*: Doll, C. und H. van Essen, et. al.: Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Produced within the study Internalisation Measures and Policies for all external cost of Transport (IMPACT) – Deliverable 2, Karlsruhe und Delft.
- Elsner 2014*, Handbuch für Straßen und Verkehrswesen, Management des Straßenbetriebsdienstes.
- FGSV (2009)*: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS.

- 
- Goldmann* (2017): Goldmann, D.: Time-declinig riskadjusted social discount rates for trnsport plannuing, 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* (2014): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2.
- HBEFA* (2017): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3.
- Intraplan; Planco; TUBS* (2015): Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung FE-PROJEKTNR.: 960974/2011 Endbericht, Essen, Berlin, München 2015.
- ITP/Planco/TU Berlin* (2015): Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, FE-PROJEKTNR: 960974/2011, Essen, Berlin, München 2015.
- KBA* (2016) Krafftahrtbundesamt, verschiedene Statistiken des Jahres 2016.
- 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).
- Ricardo* (2014): Update of the Handbook on External Costs of Transport, 2014.
- Spinwork/Bedke/Hein* (2010): Spinworks, M.;Bedke, B. ;Hein, O.: The Pessimism of Swiss Bond Market Analysts and the Limits of the Sign Accuracy Test - An Empirical Investigation of Their Forecasting Success Between 1998 and 2007, in: International Bulletin of Business Administration, Bd. 4, 2009, S. 6-19.
- SVZ* (2015): BAST, Manuelle Straßenverkehrszählung 2015.
- UBA* (2012a, 2013): Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten.
- VDI* (2003): Verein Deutscher Ingenieure (2003): Umweltmeteorologie Kfz-Emissionsbestimmung Luftbeimengungen; VDI 3782, Blatt 7; VDI.