



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung

Betriebskosten der Straßenverkehrsinfrastruktur als Funktion von Objekt- und Netzeigenschaften

Julia Osterried

Vollständiger Abdruck der von der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Martin Mensinger

Prüfer der Dissertation: 1. Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann
2. Prof. Dr.-Ing. Tanja Kessel
Technische Universität Braunschweig

Die Dissertation wurde am 23.11.2019 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt am 25.02.2020 angenommen.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München. An dieser Stelle möchte ich all jenen meinen Dank aussprechen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem akademischen Lehrer und Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann, der mich fachlich stets förderte und forderte. Er stärkte mich darin, Sachverhalte kritisch zu hinterfragen. Durch seine konstruktiven Anmerkungen und nicht zuletzt seine Diskussionsbereitschaft hat er entscheidend zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen.

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tanja Kessel danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie die anregende Diskussion zum Thema betriebliche Unterhaltung in Braunschweig.

Weiter geht mein Dank an Herrn Dr. Wolfgang Eber, der stets für den wissenschaftlichen Gedankenaustausch zur Verfügung stand. Sein theoretisches Fachwissen bereicherte eine Vielzahl von Diskussionen, die wesentlich ein wissenschaftliches Fundament für mich schafften.

Bei meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen bedanke ich mich für die angenehme Arbeitsatmosphäre am Lehrstuhl. Mein besonderer Dank geht dabei an meine Freunde Christian Ziegel, Mitglied von Team 300, und Julian Jetter für ihre uneingeschränkte Hilfsbereitschaft in fachlicher sowie in persönlicher Hinsicht. Unsere gemeinsame Zeit am Lehrstuhl werde ich in sehr guter Erinnerung halten.

Mein ganz persönlicher Dank gilt meinen Eltern für den bedingungslosen Rückhalt und die immerwährende Unterstützung auf meinem akademischen Weg – ohne sie wäre diese Dissertation nicht möglich gewesen. Auch bei meiner Freundin Katharina möchte ich mich für das gewissenhafte Lektorat, aber allem voran für ihre Freundschaft bedanken. Meinem Verlobten Hampus, der mit mir die Höhen und die Tiefen der Dissertation geduldig teilte, danke ich für das Vertrauen in mich – tack så mycket för ditt stöd och ditt tålamod. Ihnen sei meine Arbeit gewidmet.

München, April 2020

Julia Osterried

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Formelverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XV
1 Einführung	1
2 Forschungsgegenstand	12
3 Grundlagen und Stand der Forschung	26
4 Methodik zur Entwicklung des Modells	73
5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten	107
6 Anwendung des Modells	160
7 Schlussbemerkungen	196
Glossar	200
Literaturverzeichnis	202
Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen	216

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht		I
Inhaltsverzeichnis		III
Abbildungsverzeichnis		VII
Tabellenverzeichnis		IX
Formelverzeichnis		XIII
Abkürzungsverzeichnis		XV
1	Einführung	1
1.1	Forschungsgegenstand	1
1.2	Problemstellung	3
1.3	Zielsetzung und Forschungsmethodik	7
1.4	Aufbau der Arbeit	9
2	Forschungsgegenstand	12
2.1	Theorien zur Organisation öffentlicher Institutionen	12
2.2	Grundlagen von Immobilien	14
2.2.1	Begriffsbestimmung und Phasen einer Immobilie	14
2.2.2	Funktions- und Objektbetrieb einer Immobilie	15
2.2.3	Betriebskosten als Bestandteil der Lebenszykluskosten von Immobilien	16
2.2.4	Grundlagen der Instandhaltung	17
2.3	Immobilien der Verkehrsinfrastruktur	18
2.3.1	Begriffsbestimmung Infrastruktur	18
2.3.2	Rechtliche Grundlagen des Straßenbetriebsdienstes	19
2.3.3	Abgrenzung der betrieblichen Unterhaltung	22
2.3.4	Öffentlicher Haushalt und Budget zum Betrieb von Bundesfernstraßen	23
3	Grundlagen und Stand der Forschung	26
3.1	Methodische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	26
3.1.1	Faktoren der betrieblichen Leistungserstellung	26
3.1.2	Kostenlehre	27
3.1.3	Produktionstheorie	29
3.1.4	Ausführung und Organisation von Unternehmen	32
3.1.4.1	Aufgabenmerkmale als Bedingungsrahmen der Organisationsstruktur	32
3.1.4.2	Aufbauorganisation	34
3.1.4.3	Organisation des Arbeitsablaufs	36
3.1.5	Budgetierung	37
3.1.6	Kennzahlen und Prognosen als Beitrag zum Informations- und Wissensmanagement	38
3.2	Normen und Regelwerke	40
3.2.1	Regelwerke des Straßenbetriebsdienstes von Bundesfernstraßen	40
3.2.1.1	Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst mit Maßnahmenkataloge	41
3.2.1.2	RSA – Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen	43
3.2.1.3	Merkblätter für Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen	44
3.2.2	Regelwerke zu Ingenieurbauwerken in der Betriebsphase	45
3.2.2.1	DIN 1076 – Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen	45
3.2.2.2	RABT – Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln	46
3.2.2.3	M KWPT – Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln	46
3.2.2.4	RI-BWD-TU – Richtlinien für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln	47
3.2.2.5	Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen	47

Inhaltsverzeichnis

3.3	Wirtschaftlichkeitsanalysen der betrieblichen Unterhaltung	48
3.3.1	Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes	48
3.3.2	Untersuchungen zu Aufgabenbereichen und zur Dimensionierung der Ausstattung einer Meisterei des Straßenbetriebsdienst	49
3.3.3	Kommissionen zur Verkehrsinfrastrukturfinanzierung	50
3.3.4	Verfahren zur Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten	51
3.3.5	EWS – Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen	54
3.3.6	ABBV – Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung	54
3.3.7	Wegekostenrechnung	55
3.3.8	Auswertung von Ist-Kosten von Bundesfernstraßen	58
3.3.8.1	Status quo von Betriebskosten von Bundesfernstraßen	58
3.3.8.2	Betriebskosten zur betrieblichen Unterhaltung von Bundesautobahnen von ausgewählten Bundesländern	60
3.3.9	Forschungsberichte zu ausgewählten Betriebskosten der Verkehrsinfrastruktur	62
3.3.9.1	Quantifizierung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076	62
3.3.9.2	Betriebskosten von wettertechnischen Anlagen	64
3.3.9.3	KliBet – Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst	66
3.4	Zusammenfassung – Forschungsrelevanz und Forschungsbedarf	69
4	Methodik zur Entwicklung des Modells	73
4.1	Qualifizierung des Netzes N	76
4.1.1	Qualifizierung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$	76
4.1.2	Qualifizierung des Anlagenbestandes AB_N	76
4.1.2.1	Strukturierung von Objekten ON,m in Betriebseinheiten	76
4.1.2.2	Identifizierung von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$	78
4.2	Qualifizierung von Leistungen der betrieblichen Unterhaltung	79
4.3	Festlegung eines Leistungsniveaus SL_N	82
4.4	Quantifizierung eines Leistungsniveaus SL_N	84
4.4.1	Grundlage und Erhebung von erforderlichen Daten	85
4.4.1.1	Daten zu Betriebsleistungen BL_n	86
4.4.1.2	Daten zu Betriebsdienstleistungen BDL_n	88
4.4.2	Quantifizierung von Betriebsleistungen BL_n	91
4.4.3	Quantifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n	91
4.4.3.1	Organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Aufgabenmerkmalen	92
4.4.3.1.1	Herleitung der Aufgabenmerkmale	92
4.4.3.1.2	Übergeordnete Analyse nach Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D	95
4.4.3.1.3	Spezifische Analyse nach Ähnlichkeit	97
4.4.3.2	Bestimmung von Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen BDL_n	101
4.4.4	Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung	104
4.5	Annahmen und Einschränkungen der Modellentwicklung	104
5	Modell zur Bestimmung der Betriebskosten	107
5.1	Festlegung des Leistungsumfangs von Netz N	107
5.1.1	Netzeigenschaften $NE_{N,e}$	107
5.1.2	Anlagenbestand AB_N	108
5.1.2.1	Straßen	108
5.1.2.1.1	Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$	108
5.1.2.1.2	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$	110
5.1.2.2	Brücken	114
5.1.2.2.1	Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$	114
5.1.2.2.2	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$	115
5.1.2.3	Tunnel	116
5.1.2.3.1	Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$	116
5.1.2.3.2	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$	118
5.2	Leistungskatalog als Leistungssoll	119

Inhaltsverzeichnis

5.2.1	Betriebsleistungen BL_n	120
5.2.2	Betriebsdienstleistungen BDL_n	120
5.3	Definition des Leistungsniveaus SL_N	122
5.3.1	Leistungsniveau SL_N von Betriebsleistungen BL_n	123
5.3.2	Leistungsniveau SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n	124
5.4	Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N	128
5.4.1	Elementarfaktoren EF_i	128
5.4.1.1	Elementarfaktoren EF_i von Betriebsleistungen BL_n	128
5.4.1.2	Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n	129
5.4.2	Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungskatalog	130
5.4.2.1	Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsleistungen BL_n	130
5.4.2.2	Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n	131
5.4.3	Organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n	133
5.4.3.1	Übergeordnete Analyse	133
5.4.3.1.1	Bewertung von Strukturiertheit S	133
5.4.3.1.2	Bewertung von Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V	135
5.4.3.1.3	Bewertung von Dringlichkeit D	136
5.4.3.1.4	Klassifizierung in übergeordnete Cluster	137
5.4.3.2	Spezifische Analyse nach Ähnlichkeit	140
5.4.3.2.1	Hierarchische Gliederung von Parametern der Ähnlichkeit	140
5.4.3.2.2	Spezifische Cluster	142
5.4.3.2.3	Synthesemöglichkeiten von Betriebsdienstleistungen BDL_n	144
5.4.4	Kostenkennwerte π_n	146
5.4.4.1	Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n	146
5.4.4.2	Kostenkennwerte π_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n	147
5.4.4.2.1	Kostenkennwerte von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$	147
5.4.4.2.2	Kostenkennwerte von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{vs,n}$	151
5.4.4.2.3	Kostenkennwerte von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$	155
6	Anwendung des Modells	160
6.1	Leistungsumfang LU_N	161
6.1.1	Importierte Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ von Netz N	161
6.1.2	Importierter Anlagenbestand AB_N von Netz N	164
6.1.2.1	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Straßen	164
6.1.2.2	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Brücken	172
6.1.2.3	Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Tunnels	173
6.2	Leistungssoll LS_N	174
6.3	Leistungsniveau SL_N	175
6.4	Betriebskosten BK_O der Objekte $O_{N,m}$ von Netz N	177
6.4.1	Analyse von Betriebskosten der Straßen	180
6.4.2	Analyse von Betriebskosten der Brücken	184
6.4.3	Analyse von Betriebskosten des Tunnels	188
6.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	193
7	Schlussbemerkungen	196
7.1	Zusammenfassung und kritische Würdigung	196
7.2	Ausblick und Empfehlungen für weitere Untersuchungen	198
Glossar		200
Literaturverzeichnis		202
Anhang A	Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen	216

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Aufbau der Arbeit	11
Abbildung 2-1: Vom Bürokratiemodell zum New Public Management.....	12
Abbildung 2-2: Phasen und Meilensteine der Immobilienentwicklung	15
Abbildung 2-3: Anlagenbestand der Verkehrsinfrastruktur	20
Abbildung 2-4: Organisation des Straßenbetriebsdienstes von Bundesfernstraßen	22
Abbildung 3-1: Bestandteile der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre im sachlogischen Kontext	27
Abbildung 3-2: Komponenten der Auftragsdurchlaufzeit.....	30
Abbildung 3-3: Vergleich des Anlagenbestandes einzelner Meistereien	42
Abbildung 3-4: Entwicklung der Ausgaben des Titels „521 11-721 Betriebsdienst (Bundesautobahnen)“ der Haushaltspläne von 2008 bis 2018.....	58
Abbildung 3-5: Kostenstruktur des Straßenbetriebsdienstes.....	59
Abbildung 3-6: Gesamte Betriebskosten von ausgewählten Bundesländern zwischen 2012 bis 2016.....	61
Abbildung 3-7: Normierte Betriebskosten von „Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen“ von Autobahnmeistereien von 2013 bis 2016	62
Abbildung 4-1: Netz N als Untersuchungsgebiet	73
Abbildung 4-2: Leistungsniveau eines Netzes N	75
Abbildung 4-3: Strukturierung eines Objektes in Betrachtungseinheiten.....	77
Abbildung 4-4: Kubus übergeordneter Aufgabenmerkmale Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D	95
Abbildung 4-5: Hierarchie von Ähnlichkeitsparameter zur Quantifizierung der Ähnlichkeit	100
Abbildung 4-6: Komponenten der Auftragsdurchlaufzeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n	101
Abbildung 5-1: $BE_{spezifisch,d}$ von Straßen.....	109
Abbildung 5-2: $BE_{spezifisch,d}$ von Brücken	114
Abbildung 5-3: $BE_{spezifisch,d}$ von Tunneln	117
Abbildung 5-4: Gliederungshierarchie zur Bewertung der Ähnlichkeit.....	141
Abbildung 6-1: Bestimmung des Leistungsumfanges LU_N des Netzes N	161
Abbildung 6-2: Bestimmung des Leistungssolls LS_N	175
Abbildung 6-3: Bestimmung des Leistungsniveaus SL_N des Netzes N	176
Abbildung 6-4: Bestimmung des quantifizierten Leistungsniveaus SL_N des Netzes N	178
Abbildung 6-5: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$	183
Abbildung 6-6: Verteilung der Betriebskosten nach Betriebseinheiten von Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$..	183
Abbildung 6-7: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$	184
Abbildung 6-8: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,B.08}$ zum Betrachtungsjahr 12	186
Abbildung 6-9: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,B.08}$ zum Betrachtungsjahr 17	187
Abbildung 6-10: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekten $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$	187
Abbildung 6-11: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,T.01}$ zum Betrachtungsjahr 9	192
Abbildung 6-12: Verteilung der Betriebskosten nach Betriebseinheiten von Objekt $O_{N,T.01}$ zum Betrachtungsjahr 9	192
Abbildung 6-13: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekt $O_{N,T.01}$	193
Abbildung 6-14: Gesamtablauf über alle Modellbestandteile.....	194

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Immobilientypen differenziert nach Quantifizierbarkeit des Funktionsbetriebes	14
Tabelle 2-2: Träger der Straßenbaulast und Verwaltungsorgan nach Straßenklassen	21
Tabelle 2-3: Abgrenzung der Leistungen von Bundesfernstraßen in der Betriebsphase	23
Tabelle 3-1: Merkmale der Strukturiertheit	33
Tabelle 3-2: Grundtypen von Aufgaben nach PICOT	34
Tabelle 3-3: Kriterien der Aufgabenanalyse	35
Tabelle 3-4: Abgrenzung der Maßnahmen der Straßenerhaltung	40
Tabelle 3-5: Beiwerte zur Ermittlung des kalkulatorischen Zeitaufwandes für Bauwerksprüfungen	64
Tabelle 3-6: Betriebskosten von Taumittelsprühanlagen	65
Tabelle 3-7: Betriebskosten von Glättemeldeanlagen	66
Tabelle 3-8: Zusammenhang von Klimaparametern und theoretischen Einsatzstunden des Winterdienstes	68
Tabelle 3-9: Zusammenhang von Klimaparametern und theoretischen Salzverbräuchen	69
Tabelle 3-10: Abgrenzung der relevanten Forschungsansätze zur Bestimmung von Betriebskosten der betrieblichen Unterhaltung	70
Tabelle 4-1: Literatur als Grundlage zur Bestimmung von $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$	78
Tabelle 4-2: Formalisierung von Betriebsleistungen BL_n im Leistungskatalog	81
Tabelle 4-3: Formalisierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n im Leistungskatalog	81
Tabelle 4-4: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N	82
Tabelle 4-5: Datengrundlage von Betriebsleistungen BL_n	86
Tabelle 4-6: Datengrundlage von Betriebsdienstleistungen BDL_n	88
Tabelle 4-7: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S	92
Tabelle 4-8: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V	93
Tabelle 4-9: Zustände im Kubus übergeordneter Aufgabenmerkmale	96
Tabelle 4-10: Übergeordnete Klassifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen	97
Tabelle 4-11: Spezifische Klassifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen	100
Tabelle 5-1: Netzeigenschaften $NE_{N,e}$	107
Tabelle 5-2: Lage der Objekte $O_{N,m}$ als Netzeigenschaft $NE_{N,e}$	108
Tabelle 5-3: $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ von Straßen	110
Tabelle 5-4: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Straßen, Teil 1	111
Tabelle 5-5: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Straßen, Teil 2	112
Tabelle 5-6: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Straßen, Teil 3	113
Tabelle 5-7: Verteilung des Anlagenbestandes AB_N im Netz N als Objekteigenschaft $OE_{O_{N,m},f}$	114
Tabelle 5-8: $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ von Brücken	115
Tabelle 5-9: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Brücken	116
Tabelle 5-10: $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ von Tunneln	118
Tabelle 5-11: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Tunneln, Teil 1	118
Tabelle 5-12: Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Tunneln, Teil 2	119
Tabelle 5-13: Leistungskatalog von Betriebsleistungen BL_n	120
Tabelle 5-14: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1	120
Tabelle 5-15: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2	121
Tabelle 5-16: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3	122
Tabelle 5-17: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsleistungen BL_n	123
Tabelle 5-18: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1	124
Tabelle 5-19: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2	125
Tabelle 5-20: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3	126
Tabelle 5-21: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4	127
Tabelle 5-22: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsleistungen BL_n	128
Tabelle 5-23: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1	129
Tabelle 5-24: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2	130
Tabelle 5-25: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsleistungen BL_n	131
Tabelle 5-26: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Auszug	132
Tabelle 5-27: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Strukturiertheit S	133
Tabelle 5-28: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S	134
Tabelle 5-29: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V	135

Tabelle 5-30: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V	136
Tabelle 5-31: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Dringlichkeit D	136
Tabelle 5-32: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Dringlichkeit D	137
Tabelle 5-33: Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$, Teil 1	138
Tabelle 5-34: Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$, Teil 2	139
Tabelle 5-35: Betriebsdienstleistungen BDL_n im unabhängigen Cluster $C_{unabhängig}$	140
Tabelle 5-36: Betriebsdienstleistungen BDL_n im statischen Cluster $C_{statisch}$, Teil 1	142
Tabelle 5-37: Betriebsdienstleistungen BDL_n im statischen Cluster $C_{statisch}$, Teil 2	143
Tabelle 5-38: Betriebsdienstleistungen BDL_n im dynamischen Cluster $C_{dynamisch}$	144
Tabelle 5-39: Mögliche Synthesen S_r von Betriebsdienstleistungen BDL_n	145
Tabelle 5-40: Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n	147
Tabelle 5-41: Kostenkennwerte $\pi_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 1	148
Tabelle 5-42: Kostenkennwerte $\pi_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 2	149
Tabelle 5-43: Kostenkennwerte $\pi_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 3	150
Tabelle 5-44: Kostenkennwerte $\pi_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 4	151
Tabelle 5-45: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$, Teil 1	152
Tabelle 5-46: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$, Teil 2	153
Tabelle 5-47: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$, Teil 3	154
Tabelle 5-48: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$, Teil 4	155
Tabelle 5-49: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 1	156
Tabelle 5-50: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 2	157
Tabelle 5-51: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 3	158
Tabelle 5-52: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 4	159
Tabelle 6-1: Netzeigenschaften $NE_{N,e}$	162
Tabelle 6-2: Verteilung des Anlagenbestandes AB_N im Netz N	163
Tabelle 6-3: Objekte $ON_{S,01}$, $ON_{S,02}$, $ON_{S,03}$ und $ON_{S,04}$ des Netzes N	164
Tabelle 6-4: Objekteigenschaften $OE_{ONS,01,f}$ bis $OE_{ONS,04,f}$ von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$, Teil 1	164
Tabelle 6-5: Objekteigenschaften $OE_{ONS,01,f}$ bis $OE_{ONS,04,f}$ von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$, Teil 2	165
Tabelle 6-6: Objekteigenschaften $OE_{ONS,01,f}$ bis $OE_{ONS,04,f}$ von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$, Teil 3	166
Tabelle 6-7: Objekteigenschaften $OE_{ONS,01,f}$ bis $OE_{ONS,04,f}$ von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$, Teil 4	167
Tabelle 6-8: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft $OE_{ON,S,01,f}$ von Objekt $ON_{S,01}$..	168
Tabelle 6-9: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft $OE_{ON,S,02,f}$ von Objekt $ON_{S,02}$..	169
Tabelle 6-10: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft $OE_{ON,S,03,f}$ von Objekt $ON_{S,03}$	170
Tabelle 6-11: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft $OE_{ON,S,04,f}$ von Objekt $ON_{S,04}$	171
Tabelle 6-12: Objekte $ON_{B,01}$, $ON_{B,02}$, $ON_{B,03}$, $ON_{B,04}$, $ON_{B,05}$, $ON_{B,06}$, $ON_{B,07}$ und $ON_{B,08}$ des Netzes N ...	172
Tabelle 6-13: Objekteigenschaften $OE_{ON,B,01,f}$ bis $OE_{ON,B,08,f}$ von Objekten $ON_{B,01}$ bis $ON_{B,08}$	173
Tabelle 6-14: Objekt $ON_{T,01}$ des Netzes N	173
Tabelle 6-15: Objekteigenschaften $OE_{ON,T,01,f}$ von Objekt $ON_{T,01}$	174
Tabelle 6-16: Importierte Leistungswerte LW_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1	176
Tabelle 6-17: Importierte Leistungswerte LW_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2	177
Tabelle 6-18: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$	180
Tabelle 6-19: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekten $ON_{S,01}$ bis $ON_{S,04}$	182
Tabelle 6-20: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekten $ON_{B,01}$ bis $ON_{B,08}$	185
Tabelle 6-21: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekten $ON_{B,01}$ bis $ON_{B,08}$	185
Tabelle 6-22: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekt $ON_{T,01}$, Teil 1	188
Tabelle 6-23: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekt $ON_{T,01}$, Teil 2	189
Tabelle 6-24: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekt $ON_{T,01}$, Teil 1	190
Tabelle 6-25: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekt $ON_{T,01}$, Teil 2	191
Tabelle 7-1: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1.1	216
Tabelle 7-2: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1.2	217
Tabelle 7-3: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1.3	218
Tabelle 7-4: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1.4	219
Tabelle 7-5: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1.5	220
Tabelle 7-6: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2.1	221
Tabelle 7-7: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2.2	222
Tabelle 7-8: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2.3	223
Tabelle 7-9: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2.4	224
Tabelle 7-10: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2.5	225
Tabelle 7-11: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3.1	226
Tabelle 7-12: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3.2	227

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7-13: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3.3	228
Tabelle 7-14: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3.4	229
Tabelle 7-15: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3.5	230
Tabelle 7-16: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4.1	231
Tabelle 7-17: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4.2	232
Tabelle 7-18: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4.3	233
Tabelle 7-19: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4.4	234
Tabelle 7-20: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4.5	235
Tabelle 7-21: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 5.1	236
Tabelle 7-22: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 5.2	237
Tabelle 7-23: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 5.3	238
Tabelle 7-24: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 5.4	239
Tabelle 7-25: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 5.5	240
Tabelle 7-26: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 6.1	241
Tabelle 7-27: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 6.2	242
Tabelle 7-28: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 6.3	243
Tabelle 7-29: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 6.4	244
Tabelle 7-30: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 6.5	245
Tabelle 7-31: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 7.1	246
Tabelle 7-32: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 7.2	247
Tabelle 7-33: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 7.3	248
Tabelle 7-34: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 7.4	249
Tabelle 7-35: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 7.5	250

Formelverzeichnis

Formel 2-1: Lebenszykluskosten einer Immobilie	16
Formel 3-1: Definitionsgleichung des Kostenbegriffs.....	28
Formel 3-2: Funktionaler Zusammenhang zwischen Kosten und Kosteneinflussgrößen	29
Formel 3-3: Produktivität	31
Formel 3-4: Zusammenhang von Aufwandswert und Leistungswert	31
Formel 3-5: Aufwandswert unter Berücksichtigung der Kolonnenzusammensetzung.....	31
Formel 3-6: Kalkulatorischer Zeitaufwand für Prüferingenieure und Assistenten zur Erbringung der Grundleistung von Bauwerksprüfungen nach VFIB	64
Formel 3-7: Bestimmung der theoretischen Einsatzstunden im Winterdienst	68
Formel 4-1: Zusammenhang von Gesamtnetz der Verkehrsinfrastruktur und dessen Netzen N	73
Formel 4-2: Betriebskosten BK_N als Funktion von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$	74
Formel 4-3: Zusammenhang von Betriebskosten BK_N eines Netzes N und Betriebskosten $BK_{ON,m}$ der Objekte ON,m	76
Formel 4-4: Zusammenhang von Betriebskosten $BK_{ON,m}$ der Objekte ON,m und Betriebskosten BK_{BE} von Betriebseinheiten BE	78
Formel 4-5: Zusammenhang von Betriebskosten $BK_{BE\text{spezifisch},d}$ von spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ und Betriebskosten BK_{E_k} von Elementen E_k	78
Formel 4-6: Zusammenhang von Betriebskosten BK_{E_k} von Elementen E_k und Betriebskosten BK_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n	79
Formel 4-7: Bestimmung von Betriebskosten BK_n und Kostenkennwert π_n einer Leistungsposition n	84
Formel 4-8: Definitionsgleichung von Betriebsleistungen BL_n	91
Formel 4-9: Beschäftigungsgrad BG_n	99
Formel 4-10: Definitionsgleichung von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$	102
Formel 4-11: Definitionsgleichung von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$	102
Formel 4-12: Definitionsgleichung von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$	103
Formel 4-13: Definitionsgleichung von Betriebsdienstleistungen BDL_n bei getrennter Leistungserbringung	103
Formel 4-14: Definitionsgleichung von Betriebsdienstleistungen BDL_n von Synthese S_r	104
Formel 4-15: Definitionsgleichung von Betriebskosten eines Objektes ON,m eines Netzes N	104
Formel 5-1: Bestimmung der Unfallzahlen von Personen- und Sachschäden	108
Formel 7-1: Betriebskosten BK_N als Funktion von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Objekte ON,m und Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ eines Netzes N	196

Abkürzungsverzeichnis

A

A	Auftrag
a	Jahr
a. a. O.	am angegebenen Ort
AB _i	Arbeits- und Betriebsstoffe, Elementarfaktor i
AB _N	Anlagenbestand von Netz N
ABBV	Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung
Abs.	Absatz
AM	Autobahnmeisterei
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage

B

BDL _{dir}	direkte Betriebsdienstleistung
BDL	Betriebsdienstleistung
bE	bei Erfordernis
BG	Beschäftigungsgrad
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BK	Betriebskosten
BK _F	Betriebskosten des Funktionsbetriebs
BK _O	Betriebskosten des Objektbetriebs
Bkm	Bewertungskilometer
BL	Betriebsleistung
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
b/d	Besucher pro Tag

C

C _{dynamisch}	dynamisches Cluster
C _{statisch}	statisches Cluster
C _{unabhängig}	unabhängiges Cluster
ca.	circa

D

D	Dringlichkeit
D _n	Dauer des Vorgangs von Leistungsposition n
d. h.	das heißt
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h]
DTV _{SV}	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs [SV/24h]

E

E _k	Element k
EF _i	Elementarfaktor i

EIK	Erstinvestitionskosten
etc.	et cetera
F	
FE _b	Funktionseinheit b
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
G	
GG	Grundgesetz
GIK	Gesamtinvestitionskosten
H	
h	Stunde
HGB	Handelsgesetzbuch
HGrG	Gesetz über die Grundsätze des Haushaltsrechts des Bundes und der Länder
Hrsg.	Herausgeber
I	
i. d. R.	in der Regel
IK _Z	zukünftige Investitionskosten
InfrGG	Infrastrukturgesellschaftserrichtungsgesetz
K	
K	Kosten
K _j	Kubuszustand
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
L	
LCC	Lebenszykluskosten
LHO	Landeshaushaltsordnung
LU _N	Leistungsumfang von Netz N
LS _N	Leistungssoll von Netz N
LW	Leistungswert
M	
m	Meter
M	Maschine
MA _i	Menschliche Arbeitsleistung, Elementarfaktor i
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
N	
n	Leistungsposition von Betriebsleistung bzw. Betriebsdienstleistung
N	Netz

$NE_{N,e}$	Netzeigenschaften e von Netz N
n. Chr.	nach Christus
n. b.	nicht bekannt
n. u.	nicht untersucht
n. v.	nicht vorhanden
O	
$O_{N,m}$	Objekt m von Netz N
$OE_{ON,m,f}$	Objekteigenschaften f von Objekt m von Netz N
P	
p. a.	per annum
Q	
Q_{Betrieb}	Anzahl der Betriebe
q_{Betrieb}	Anzahl der Arbeitskräfte eines Betriebes
$Q_{LV,n}$	Produktionsmenge von Leistungsposition n
R	
r	Verzehrmenge
S	
S	Strukturiertheit
SL_N	Leistungsniveau (Service Level) von Netz N
SM	Straßenmeisterei
T	
T_d	Tägliche Arbeitszeit in Stunden
TL	Transportleistung
U	
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
UStatG	Umweltstatistikgesetz
V	
V	Veränderlichkeit
VS	Verkehrssicherungsleistung
vgl.	vergleiche
W	
WS_i	Werkstoffe, Elementarfaktor i
$W_{AK,n}$	Aufandswert eines Teilvorgangs von Leistungsposition n
W_{EF_i}	Aufandswert von Elementarfaktor EF_i

Z

z. B. zum Beispiel

Griechische Buchstaben und Sonderzeichen

€ Euro

π Kosten(kenn)wert

1 Einführung

Die Bedeutung eines ausgebauten Straßennetzes zur Versorgung des Wirtschaftsraumes und der Absicherung der Reichsgrenzen war, wie Aelius Aristides¹ (117 bis ca. 181 n. Chr.)² in seiner epideiktischen Rede auf Rom³ preist, bereits den Römern bekannt. Dies untermauert 1776 SMITH auch in Wohlstand der Nationen (Wealth of Nations), der die Verkehrsinfrastruktur als eine wesentliche Voraussetzung für eine prosperierende Volkswirtschaft beschreibt.⁴ Aus den Phänomenen der Arbeitsteilung und Spezialisierung resultierenden Anforderungen schafft ein Verkehrsnetz die Grundlage zur Deckung von materiellen Bedürfnissen und damit die Voraussetzung für planvolles Wirtschaften in einer Volkswirtschaft. Angesichts dieses wesentlichen Beitrages zur wirtschaftlichen Entwicklung zählt die Verkehrsinfrastruktur zu den Kritischen Infrastrukturen in Deutschland und wird als basaler Wohlstandsfaktor verstanden.⁵

Der Wiederbeschaffungsneuwert von Straßen, Brücken und Tunneln von Bundesautobahnen in Deutschland beträgt zum Preisstand 2016 rund 90,4 Mrd. €.⁶ Der Staat als Eigentümer dieses Immobilienvermögens ist für die Bereitstellung und für die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit dieser Objekte verantwortlich.⁷ Demnach hat der Staat die betriebliche Unterhaltung von Immobilien der Verkehrsinfrastruktur zu organisieren und zu finanzieren. Um die betriebliche Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur zur Befriedigung des Bedürfnisses nach Nutzung in angemessenem Umfang durchzuführen, ist es im Rahmen der Haushaltsplanung eines Staates von essentieller Bedeutung, die hierfür erforderliche Höhe bereitzustellender Mittel auf Basis belastbarer Daten zu Betriebskosten qualifiziert zu bestimmen und zu prognostizieren.

1.1 Forschungsgegenstand

Immobilien als Bauwerke auf einem Grund und Boden werden angesichts ihrer Eignung zur Befriedigung von Bedürfnissen als Wirtschaftsgüter bezeichnet.⁸ In Anlehnung an die Definition der Infrastruktur von JOCHIMSEN fallen Verkehrswege unter die materielle Infrastruktur und übernehmen damit wesentliche wachstums- und integrationsnotwendige Basisfunktionen in einer Volkswirtschaft.⁹ Da Verkehrsinfrastrukturobjekte wie auch andere Immobilien eine spezifische Nutzung schaffen, werden die Immobilien der Verkehrsinfrastruktur in den Immobilienbegriff

¹ Vgl. Aristides, Aelius: *Die Romrede: herausgegeben, übersetzt und mit Erläuterungen versehen von Richard Klein*, Texte zur Forschung (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1983), S. 61.

² Vgl. Klein, Richard: *Die Romrede des Aelius Aristides: Einführung*, Texte zur Forschung (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1981), S. 71 und 90.

³ Vgl. Klein, Richard: *Die Romrede des Aelius Aristides: Einführung*, Texte zur Forschung (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1981), S. 104.

⁴ Vgl. Smith, Adam: *Der Wohlstand der Nationen: Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*, 12. Auflage, Dtv 30149 (München: Deutscher Taschenbuch-Verlag GmbH & Co. KG, 2009), S. 128.

⁵ Vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe; Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: *Definition "Kritische Infrastrukturen"*, zuletzt geprüft am 09.10.2017, S. 14–16.

⁶ Vgl. Zimmermann, Josef; Osterried, Julia et al.: *Infrastrukturmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten in der Betriebsphase: Forschungsbericht* (München, 2017), S. 26–29.

⁷ Vgl. Smith, Adam: *Der Wohlstand der Nationen: Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*, 12. Auflage, Dtv 30149 (München: Deutscher Taschenbuch-Verlag GmbH & Co. KG, 2009), S. 612.

⁸ Vgl. Herdzina, Klaus; Seiter, Stephan: *Einführung in die Mikroökonomik*, 12., überarbeitete und erweiterte Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2015). doi:10.15358/9783800649211, S. 2.

⁹ Vgl. Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 100–101.

eingeorordnet.¹⁰ In dieser Arbeit bezieht sich der Begriff der Verkehrsinfrastruktur auf die Straßenverkehrsinfrastruktur der Objekte von Straßen, Brücken und Tunneln am Beispiel der Bundesautobahnen. Die Verkehrsinfrastruktur als ein Gesamtnetz setzt sich aus mehreren Netzen zusammen, die über spezifische Netzeigenschaften und einen bestimmten Anlagenbestand verfügen. Der Anlagenbestand umfasst eine Vielzahl von räumlich abgrenzbaren Objekten aus Streckenabschnitten von Straßen sowie Brücken- und Tunnelbauwerken, die Objekteigenschaften besitzen.

Die Maßnahmen zur Erhaltung des Soll-Zustandes in der Betriebsphase werden in bauliche und betriebliche Unterhaltung differenziert. Mit der baulichen Unterhaltung an Betrachtungseinheiten (Bauteilen), bspw. durch einen Austausch oder einer Verbesserung dieser, wird eine Wertsteigerung von Betrachtungseinheiten im Speziellen und einer Immobilie im Allgemeinen erzielt. Unter die betriebliche Unterhaltung fallen alle sonstigen Maßnahmen, die der unmittelbaren Erhaltung des Soll-Zustandes, z. B. Reinigung oder Pflege, dienen und den Abbau des Abnutzungsvorrates von Betrachtungseinheiten verlangsamen.¹¹

Gemäß des New Public Managements werden in öffentlichen Organisationseinheiten privatwirtschaftliche Managementkonzepte, wie etwa Steuerungsinstrumente der Betriebswirtschaftslehre, für einen wirtschaftlichen Ressourceneinsatz implementiert.¹² Zur Sicherung der Verfügbarkeit zur Nutzung haben die zuständigen Organisationseinheiten ein spezifisches Leistungsniveau¹³ (Service Level), d. h. einen Standard der betrieblichen Unterhaltung zur Erhaltung des Soll-Zustandes, zu erfüllen. Dieses Leistungsniveau definiert den Leistungsumfang, d. h. Ort und Umfang der Leistungserbringung, sowie das Leistungssoll, d. h. Art und Durchführungshäufigkeit (Turnus) der Leistungserbringung. Demnach ergeben sich der Leistungsumfang aus dem Anlagenbestand eines Netzes und das Leistungssoll aus den am Anlagenbestand zu erbringenden erforderlichen Leistungen mit entsprechendem Turnus.

Im Funktionsbetrieb, d. h. durch ihre Bereitstellung zur Nutzung, erzeugen Immobilien Erträge und verursachen Aufwendungen. Aus investitionstheoretischer Perspektive sind aufgrund der volkswirtschaftlichen Nutzenstiftung die Erträge von Immobilien der Verkehrsinfrastruktur im Allgemeinen nur indirekt quantifizierbar.¹⁴ Aufwendungen werden durch die Erbringung der baulichen und betrieblichen Unterhaltung verursacht und weisen infolge der tatsächlich durchgeführten Leistungserbringung unabhängig vom Immobilientyp stets einen materiellen Charakter auf. In § 255 HGB werden Aufwendungen zum Erwerb oder zur Erzeugung eines betriebsbereiten Zustandes eines Vermögensgegenstandes nach ihrer Aktivierungspflicht differenziert. In Anlehnung an dieser Kategorisierung unterscheidet ZIMMERMANN die in der

¹⁰ Vgl. Zimmermann, Josef; Osterried, Julia et al.: *Infrastrukturmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten in der Betriebsphase: Forschungsbericht* (München, 2017), S. 1–2.

¹¹ Vgl. Kommission Kommunalen Straßenbau: *Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden: FGSV 986*, Ausgabe 2004 986 (Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen, 2004), S. 13.

¹² Vgl. Budäus, Dietrich: *Von der bürokratischen Steuerung zum New Public Management: Eine Einführung in: Managementforschung 8: New Public Management*, hrsg. v. Dietrich Budäus, Peter Conrad und Georg Schreyögg (Berlin, New York: Walter de Gruyter GmbH & Co., 1998), S. 1–10, S. 2–6.

¹³ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Facility Management - Teil 1: Begriffe* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2007), S. 6.

¹⁴ Vgl. Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre* in: *Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 116–119.

Betriebsphase entstehenden Aufwendungen in Investitionskosten und Betriebskosten.¹⁵ Die bauliche Unterhaltung mit ihrem wertsteigernden Charakter verursacht Aufwendungen in Form von Investitionskosten bzw. Investitionen¹⁶, die eine Hingabe von Geld zur Generierung zukünftig höherer Geldrückflüsse in der Zukunft darstellen. Mit der betrieblichen Unterhaltung werden angesichts ihrer unterstützend erhaltenden Funktion des Soll-Zustandes Aufwendungen, insbesondere laufende Kosten, herbeigeführt. In dieser Arbeit werden die Betriebskosten wie folgt definiert:

Betriebskosten sind sämtliche Kosten (Einzelkosten), die infolge der direkten Leistungserbringung der betrieblichen Unterhaltung von Objekten der Verkehrsinfrastruktur, d. h. Straßen als Streckenabschnitte, Brücken und Tunnel, laufend entstehen.

Betriebskosten werden sowohl durch die Erbringung von Dienstleistungen als auch durch die Produktion von Sachgütern verursacht, bei denen die Elementarfaktoren¹⁷ Menschliche Arbeitsleistung, Arbeits- und Betriebsmittel sowie Werkstoffe verzehrt werden. Unter das Produkt einer Dienstleistung der betrieblichen Unterhaltung, die Bereitschaft von Personen Güter zu produzieren¹⁸, fällt bspw. die Reinigung von Verkehrsflächen. Ein Sachgut der betrieblichen Unterhaltung als materielles Gut¹⁹ stellt z. B. das Gut „Energie“ zur Beleuchtung oder zur Belüftung eines Tunnels dar.

Der Forschungsgegenstand dieser Arbeit bildet die betriebliche Unterhaltung von Objekten der Verkehrsinfrastruktur, aufgrund der Datenlage primär von Bundesautobahnen. Dabei wird das zu erbringende Leistungsniveau aus Leistungsumfang (Anlagenbestand) und Leistungssoll (Art und Turnus der Leistungserbringung) untersucht, um den Anforderungen einer volkswirtschaftlichen Nutzenstiftung Rechnung zu tragen.

1.2 Problemstellung

Der Ruf nach einer Unterfinanzierung, d. h. einem Ungleichgewicht von bereitgestellter Mittelhöhe und tatsächlichem Mittelbedarf zur Erhaltung des Netzes der Verkehrsinfrastruktur, und damit nach einer Erhöhung der im Bundeshaushalt eingestellten Budgets nimmt im gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Diskurs gemeinhin einen wesentlichen Stellenwert ein. Von einer „chronisch unterfinanzierten“, „maroden“ Infrastruktur oder einem

¹⁵ Vgl. Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre* in: *Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 121.

¹⁶ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 466.

¹⁷ Vgl. Gutenberg, Erich: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion*, 24., unveränderte Auflage, 3 Bde., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1 (Berlin / Heidelberg / New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1971), S. 3–5.

¹⁸ Vgl. Malerí, Rudolf: *Grundlagen der Dienstleistungsproduktion*, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage (Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1994), S. 39.

¹⁹ Vgl. Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin et al.: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht*, 8., vollständig überarbeitete Auflage, Lehrbuch (Wiesbaden: Springer Gabler, 2017), S. 5–6.

„Substanzverzehr“ dieser ist die Rede.^{20 21 22} Wissenschaftlich fundierte Belege zu Forderungen dieser öffentlichen Debatten liefern der Forschungsbericht zum Infrastrukturmanagement von ZIMMERMANN et al.²³ oder die Kommissionsberichte zur Verkehrsinfrastrukturfinanzierung von PÄLLMANN²⁴, DAEHRE²⁵ und BODEWIG²⁶ sowie der Bundesverkehrswegeplan 2030²⁷. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen einvernehmlich eine Unterfinanzierung sowie einen Nachholbedarf aufgrund eines aufgebauten Investitionsstaus bei den Objekten auf und verweisen auf einen notwendigen Handlungsbedarf hinsichtlich der Organisation und der Durchführung der betrieblichen und baulichen Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur.

Ein Spezifikum von Immobilien der Verkehrsinfrastruktur ist ihr Anspruch an eine permanente Verfügbarkeit zur Nutzung in der Betriebsphase gemäß § 3 FStrG, wofür nach Art. 90 GG der Bund als Eigentümer und nach § 5 FStrG der Träger der Straßenbaulast von Bundesfernstraßen für die Organisation und die Realisierung von Maßnahmen zur Erhaltung des Soll-Zustandes in einem ausreichenden Umfang Sorge zu tragen hat. Im Auftrag des Bundes verwalten die Länder die Bundesautobahnen. Aufgrund der in Art. 20 GG gesetzlich verankerten föderalistischen Organisationsstruktur Deutschlands und der Unabhängigkeit der Länder bei Erfüllung staatlicher Aufgaben nach Art. 30 GG besitzen die Länder Gestaltungsfreiheit zur Durchführung und zur Organisation der betrieblichen Unterhaltung. Der Bund als Eigentümer trägt nach Art. 104a GG die sich daraus ergebenden Ausgaben und weist den Ländern, sowie die Länder den Meistereien, ein spezifisches Budget zur Durchführung der betrieblichen Unterhaltung zu. Ziel des Systems einer Budgetierung ist die Schaffung maximaler Handlungsfreiheiten, solange die vorgegebenen Wertgrößen eingehalten werden. Diese Steuerung von Organisationseinheiten birgt Risiken von Ausweichreaktionen der Budgetverantwortlichen sowie die Vernachlässigung von Unternehmenszielen, die in sämtlichen Ebenen der für die betriebliche Unterhaltung zuständigen Organisationseinheiten zu finden sind.²⁸

²⁰ Vgl. Kopper, Christopher; Hartwig, Karl-Hans et al.: *Die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: marode und unterfinanziert: Zeitgespräch Wirtschaftsdienst - Zeitschrift für Wirtschaftspolitik*, 10, zuletzt geprüft am 11.04.2019, <https://archiv.wirtschaftsdienst.eu/jahr/2013/10/die-verkehrsinfrastruktur-in-deutschland-marode-und-unterfinanziert/>.

²¹ Vgl. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.: *Verkehrsinfrastruktur – Was ist zu tun?*, zuletzt geprüft am 11.04.2019.

²² Vgl. Deutschlandfunk: *Deutschland leidet unter Investitionsstau: Marode Infrastruktur - Beitrag vom 04.01.2019*, zuletzt geprüft am 11.04.2019.

²³ Vgl. Zimmermann, Josef; Osterried, Julia et al.: *Infrastrukturmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten in der Betriebsphase: Forschungsbericht* (München, 2017).

²⁴ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000).

²⁵ Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012).

²⁶ Vgl. Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig* (Berlin, 2013).

²⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundesverkehrswegeplan 2030* (Berlin, 2016), S. 1.

²⁸ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 195–199.

Die Theorie des New Public Managements, die öffentliche Verwaltungen ökonomischen Aspekten²⁹ unterwirft, wird im Zuge einer Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes^{30 31} angewendet. Mit dem Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst³² sowie den daran angeschlossenen Merkblättern³³ werden Hinweise formuliert, eine Kostenrechnung des Straßenbetriebsdienstes zu implementieren. Es werden Definitionen von erforderlichen Leistungspositionen mit Empfehlungen zum Turnus des Straßenbetriebsdienstes sowie allgemeine Anweisungen zur Erhebung des zu unterhaltenden Anlagenbestandes und zur Ermittlung und Verrechnung der Kosten gegeben. Das Leistungsheft und die zugehörigen Merkblätter beziehen sich im Wesentlichen auf den Straßenbetriebsdienst von Meistereien. Die Definitionen der Leistungspositionen im Leistungsheft können von den Ländern jedoch präzisiert und damit verändert werden.³⁴ Aufgrund der ergebnisorientierten Beschreibung sind Diskrepanzen in der Umsetzung unter den Ländern, u. a. in der Erfassung, der Pflege und der Verwaltung von Bestandsdaten oder in der Systematik der Kosten- und Leistungsrechnung, zu identifizieren.³⁵ Die entsprechenden Anweisungen enthalten keine Daten zu Art und Menge von Elementarfaktoren, Kostenkennwerten und Aufwandswerten von Leistungspositionen, um die betriebliche Unterhaltung zu quantifizieren. Hieraus ergibt sich, dass weder eine allgemeingültige Festlegung des Leistungsniveaus, d. h. Definition von Leistungsumfang und Leistungssoll, noch eine vergleichbare Basis bzgl. der Informationen zu Kostenträgern und Kostenstellen oder Daten zur Bestimmung von Betriebskosten vorliegen.

Zur betrieblichen Unterhaltung von Ingenieurbauwerken sind eine Vielzahl an Regelwerken, wie u. a. DIN 1076³⁶, M KWPT³⁷ oder RABT³⁸, mit definierten Leistungspositionen sowie empfohlenem Turnus verpflichtend anzuwenden. Für Ingenieurbauwerke steht zur Definition des Anlagenbestandes und der Leistungspositionen kein Sammelwerk zur Festlegung des Leistungsniveaus und auch keine Grundlage einer Kostenrechnung zur Verfügung.

Betriebskosten entstehen sowohl durch die Erbringung von Dienstleistungen als auch durch die Produktion von Sachgütern. Das Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst und die für

²⁹ Vgl. Schröter, Eckhard; Wollmann, Hellmut: *New Public Management* in: *Handbuch zur Verwaltungsreform*, hrsg. v. Bernhard Blanke et al. (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1998), S. 59–70, S. 59–60.

³⁰ Vgl. St. Bernhardt, Béla: *Neuorganisation der staatlichen Aufgabenerfüllung: Anspruch und Leistungsfähigkeit des New Public Management - dargestellt am Beispiel des Straßenunterhaltungs- und Betriebsdienstes*, 1. Auflage, Nomos-Universitätschriften Wirtschaft 53 (Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2000), S. 109.

³¹ Vgl. Durth, Walter: *Der Straßenbetriebsdienst im Wandel: Notwendigkeit und Voraussetzungen der Neuorganisation* in: *Straße + Autobahn* 49 (1998), S. 5–9.

³² Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004).

³³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW: *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern* (2006); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund-/Länder-Arbeitskreis BEKORS: *Maßnahmenkatalog M3: Richtlinie zur Erhebung des Anlagenbestandes der Bundesfernstraßen* (2011); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: *M 4: Richtlinie zur Ermittlung und Verrechnung von Kosten im Straßenbetriebsdienst an Bundesfernstraßen* (2006).

³⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.15.

³⁵ Vgl. Porwollik, Jürgen: *Stand der Umsetzung der ergebnisorientierten Steuerung des Betriebsdienstes in den Ländern* in: *Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2007*, hrsg. v. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV 002,89 (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2008), S. 1–9, S. 1–9.

³⁶ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999).

³⁷ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln - M KWPT* (Bonn: FGSV Verlag GmbH, 2015).

³⁸ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2016).

Ingenieurbauwerke anzuwendenden Regelwerke beziehen sich ausschließlich auf die Dienstleistungen der betrieblichen Unterhaltung. Für Immobilien im Hochbau gibt es Verordnungen oder Normen, wie DIN 18960³⁹, die eine Grundlage zur objektorientierten Erfassung und Gliederung von Betriebskosten durch die Erbringung von Dienstleistungen und der Produktion von Sachgütern für jeden Immobilientyp des Hochbaus allgemeingültig schaffen. Entsprechende Verordnungen liegen für Immobilien der Verkehrsinfrastruktur nicht vor.

Untersuchungen, etwa von HEYMEL⁴⁰, JODL⁴¹, HOLST⁴², VOGT⁴³ und ENGELHARDT⁴⁴, beschäftigen sich maßgeblich mit der Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten von Ingenieurbauwerken, bei denen mehrheitlich die Betriebskosten als prozentuale Kostenanteile von Erstinvestitionskosten oder von zukünftigen Investitionskosten abgeleitet werden. In den Methoden zur Wegekostenrechnung, u. a. von DIW⁴⁵ oder Prognos / IWW⁴⁶, sowie in den Kommissionsberichten^{47 48 49} erfolgt die Ermittlung der laufenden Kosten für das gesamte Netz einer Straßenkategorie. Kosteneinflussgrößen, die HEINEN⁵⁰ als Ursachen der Kostenentstehung beschreibt, bestimmen das Kostenniveau. Die Betriebskostenhöhe eines Netzes wird von den spezifischen Netzeigenschaften, etwa Klimaparameter und Struktur des Anlagenbestandes, und den Objekteigenschaften (Konzeption, Dimensionierung und Lage von Objekten) beeinflusst. In den Berechnungsverfahren bleiben diese Kosteneinflussgrößen von Netz- und Objekteigenschaften unberücksichtigt.

³⁹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Nutzungskosten im Hochbau* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008).

⁴⁰ Vgl. Heymel, David: *Erhaltungsmanagement von Brücken: Methodische Analyse möglicher Strategien zur Optimierung des Lebenszyklus von Brücken* (Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008).

⁴¹ Vgl. Jodl, Hans G.: *Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 1: Berechnungsmodell LZKB* in: *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010); Jodl, Hans G.: *Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 2: Software LZKB* in: *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010).

⁴² Vgl. Holst, Jorgen: *Optimization of Operation and Maintenance Activities and Costs for Road Tunnels based on experience* (Budapest, 2012); Holst, Jorgen: *Optimization of Operation and Maintenance Activities and Costs for Road Tunnels based on experience* (Dubrovnik, 2012). Zitiert nach Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015).

⁴³ Vgl. Vogt, Peter: *Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten* (Dissertation, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum, 2012).

⁴⁴ Vgl. Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015).

⁴⁵ Vgl. Link, Heike; Kalinowska, Dominika et al.: *Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 2007: Endbericht*, DIW Berlin: Politikberatung kompakt 53 (Berlin: DIW, 2009).

⁴⁶ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner et al.: *Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland: Endbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2007), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

⁴⁷ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000).

⁴⁸ Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012).

⁴⁹ Vgl. Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig* (Berlin, 2013).

⁵⁰ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 142–143.

Die Bestimmung eines nach WÖHE et al. auskommenden Budgets⁵¹ zur Steuerung der betrieblichen Unterhaltung basiert auf Informationen zum prognostizierten Mittelbedarf als Soll und zum tatsächlichen Mittelverbrauch als Ist. Eine Zusammenführung dieser Informationen setzt eine einheitliche Bezugsgrundlage eines definierten allgemeinen Leistungsniveaus voraus. Die nicht hinreichende Festlegung eines verbindlichen Leistungsniveaus, bestehend aus Leistungsumfang und Leistungssoll, führt zu einer mangelhaften Transparenz in der Dokumentation und der Vergleichbarkeit der tatsächlich verursachten Betriebskosten nach Kostenhöhe, Kostenträgern und Kostenstellen. Die entsprechenden Anweisungen sowie die derzeitigen Berechnungsmethoden erfüllen die für eine Prognose von Betriebskosten erforderlichen Anforderungen nicht, da keine Daten zu Elementarfaktoren (Art und Menge), Kostenkennwerten und Aufwandswerten der Leistungspositionen bereitgestellt sowie keine Kosteneinflussgrößen aus Netz- und Objekteigenschaften in den Bestimmungsverfahren berücksichtigt werden. Damit sind weder eine qualifizierte Budgetbestimmung noch eine bedarfsgerechte Mittelzuweisung auf Ebene von Meistereien, Ländern und Bund zur betrieblichen Unterhaltung möglich.

1.3 Zielsetzung und Forschungsmethodik

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer allgemeinen Methodik zur Bestimmung und zur Prognose von Betriebskosten der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von spezifischen Objekteigenschaften des Anlagenbestandes und Netzeigenschaften des Netzes. Dadurch werden die Grundlagen geschaffen, möglichen Defiziten von Funktionen zu begegnen sowie die Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Mittel sicherzustellen.

Ein einheitlicher Standard der betrieblichen Unterhaltung eines Netzes wird durch eine Formalisierung des Leistungsumfangs und des Leistungssolls im Rahmen dieser Arbeit geschaffen werden. Die Festlegung des Netzes als ein Bestandteil des Gesamtnetzes der Verkehrsinfrastruktur erfolgt in Abhängigkeit des Untersuchungsbedarfes. Der Leistungsumfang wird aus dem zu unterhaltenden Anlagenbestand sowie den spezifischen Netzeigenschaften (z. B. Klimaparameter, Verkehrsbelastung) eines Netzes abgeleitet. Die Objekte des Anlagenbestandes verfügen über spezifische Objekteigenschaften, die sich aus Lage im Netz sowie Konzeption und Dimensionierung der einzelnen Betrachtungseinheiten des Objektes ergeben und Art, Umfang und Turnus der zu erbringenden Leistungspositionen bestimmen. Durch die Festlegung einer einheitlichen Struktur zur Erfassung und Gliederung dieser Daten zu Objekteigenschaften des Anlagenbestandes und zu Netzeigenschaften des Netzes wird eine allgemeine Grundlage erzeugt werden, um die Kosten nach einer gleichmäßigen Systematik den Kostenstellen verursachungsgerecht zuzuordnen.

Art und Turnus der durchzuführenden Leistungspositionen werden durch das Leistungssoll in Form der Entwicklung eines Leistungskataloges definiert. Die Leistungspositionen des Leistungskataloges werden nach ihrem Charakter in Betriebsdienstleistungen (Dienstleistungen) und in Betriebsleistungen (Sachgüter) klassifiziert.

⁵¹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 195–198.

Aus dem formalisierten Leistungsumfang und Leistungssoll wird das Leistungsniveau eines Netzes festgelegt, wodurch ein verbindlicher Standard für die zuständigen Organisationseinheiten auf allen Ebenen geschaffen wird. Zur Prognose erforderlicher Mittel zur betrieblichen Unterhaltung werden auf der Grundlage des formalisierten Leistungsniveaus eines Netzes Elementarfaktoren, Aufwandswerte und Kostenkennwerte generiert sowie Betriebskosten ermittelt.

Das Forschungsziel wird im Rahmen der Entwicklung eines Modells umgesetzt. Im Modell wird ein einheitlicher Standard zur Qualifizierung und zur Quantifizierung des Leistungsniveaus der betrieblichen Unterhaltung eines Netzes festgelegt. Dieses Netz mit spezifischen Netzeigenschaften und einem Anlagenbestand mit Objekteigenschaften stellt einen Teilabschnitt des Gesamtnetzes dar, das in Abhängigkeit des Untersuchungsbedarfes individuell festgelegt wird. Die logisch-deduktive Genese des Modells gliedert sich in vier Bestandteile.

Im ersten Modellbestandteil werden zur Qualifizierung des Leistungsumfangs ein Netz, ein räumlich abgrenzbares Gebiet, mit bestimmten Netzeigenschaften sowie der darin enthaltene Anlagenbestand, bestehend aus Objekten von Straßen, Brücken und Tunneln mit spezifischen Objekteigenschaften, identifiziert. Die Netzeigenschaften sowie die Objekteigenschaften werden deduktiv und induktiv von Normen und Regelwerken sowie von Forschungsberichten abgeleitet. Die Objekte werden in betriebskostenverursachende Betrachtungseinheiten als Kostenstellen strukturiert. Zur Formalisierung des Leistungsumfangs werden die Art und die Dimension der zu erhebenden Netz- und Objekteigenschaften definiert.

Mit dem zweiten Bestandteil der Modellentwicklung wird ein Leistungskatalog erzeugt. In Anlehnung an DIN 18960⁵² sowie Normen und Regelwerke zur betrieblichen Unterhaltung, z. B. Leistungsheft⁵³, M KWPT⁵⁴ oder DIN 1076⁵⁵, werden Leistungsbereiche sowie standardisierte Leistungspositionen mit einem Turnus in einem Leistungskatalog definiert. Die Leistungspositionen werden als Betriebsdienstleistungen und Betriebsleistungen festgelegt. Der Leistungskatalog bildet ein Sammelwerk von Kostenträgern als ein formalisiertes Leistungssoll.

Im dritten Modellbestandteil wird aus der Zusammenführung des formalisierten Leistungssolls und Leistungsumfangs das zur Erhaltung des Zustandes erforderliche Leistungsniveau eines Netzes festgelegt, wodurch ein eindeutiger Bezug zwischen der Kostenursache und dem Ort der Kostenentstehung erzeugt wird. Hierfür werden die erforderlichen Leistungspositionen des Leistungskataloges den Objekteigenschaften des Anlagenbestandes zugeordnet. Zur Berücksichtigung des Einflusses von Netz- und Objekteigenschaften auf die Ausbringungsmenge

⁵² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Nutzungskosten im Hochbau* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008).

⁵³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004).

⁵⁴ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln - M KWPT* (Bonn: FGSV Verlag GmbH, 2015).

⁵⁵ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999).

der Leistungspositionen werden Leistungswerte im Rahmen von dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen^{56 57 58} bestimmt.

Im vierten Modellbestandteil wird das Leistungsniveau quantifiziert. Die hierfür notwendigen Daten zu Art, Menge und Kostenkennwerten von Elementarfaktoren und Aufwandswerten werden im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen^{59 60 61} empirisch, deduktiv und induktiv erhoben sowie von dem Stand der Forschung hergeleitet. Auf der Grundlage der erzeugten Daten erfolgt die Genese von Kostenkennwerten der Leistungspositionen des Leistungsniveaus. Zur Bestimmung der Betriebskosten der Leistungspositionen eines Netzes sind die Einflüsse aus der Organisation der betrieblichen Unterhaltung zu berücksichtigen, um die Möglichkeiten einer gemeinsamen Leistungserbringung von Betriebsdienstleistungen zu identifizieren. Von PICOT et al.⁶² werden Definitionen von Aufgabenmerkmalen und von KOSIOL⁶³ eine Gliederungshierarchie von Aufgabenmerkmalen logisch-deduktiv abgeleitet, um das Verknüpfungspotenzial sowie die Verknüpfungsmöglichkeiten von Betriebsdienstleistungen allgemeingültig zu beschreiben. In einer organisationstheoretischen Analyse wird ein formalisiertes Verfahren zur Klassifizierung und zur Synthese von technologisch ähnlichen Betriebsdienstleistungen nach den Ausprägungen ihrer Aufgabenmerkmale entwickelt. Die Ergebnisse der organisationstheoretischen Analyse zu Synergieeffekten aus der gemeinsamen Leistungserbringung werden in der Berechnungsmethodik von Betriebskosten von Leistungspositionen berücksichtigt.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel. Der Aufbau der Arbeit ist Abbildung 1-1 zu entnehmen. In Kapitel 1 erfolgt einleitend eine Abgrenzung des Forschungsgegenstandes dieser Arbeit. Darüber hinaus wird die sich aus der Problemstellung ergebende Relevanz der Untersuchung erarbeitet sowie Zielsetzung und Forschungsmethodik erläutert. Kapitel 1 schließt mit einer Übersicht zum Aufbau der Arbeit.

Kapitel 2 beschäftigt sich mit dem Forschungsgegenstand. Es wird die Entwicklung der Theorien zur Organisation öffentlicher Institutionen vom Bürokratiemodell über Public Choice Theorie und Managerialismus zur Theorie von New Public Management aufgezeigt, die betriebswirtschaftliche sowie institutionenökonomische Ansätze in öffentlichen Verwaltungen berücksichtigen. Einen weiteren Themenschwerpunkt von Kapitel 2 bilden die Grundlagen von Immobilien im

⁵⁶ Vgl. Kaltenbach, Jakob: *Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes* (Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Mai 2018).

⁵⁷ Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

⁵⁸ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

⁵⁹ Vgl. Kaltenbach, Jakob: *Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes* (Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Mai 2018).

⁶⁰ Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

⁶¹ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

⁶² Vgl. Picot, Arnold; Dielt, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht, 7., aktualisierte Auflage* (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015).

⁶³ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung, 2., durchgesehene Auflage*, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976).

Lebenszyklus. Für Immobilien der Verkehrsinfrastruktur im Lebenszyklus wird eine Systemgrenze aus immobilienwirtschaftlicher sowie rechtlicher Perspektive vorgenommen. Die Ausführungen zum öffentlichen Haushalt und zur Budgetierung zum Betrieb von Bundesfernstraßen bilden den Abschluss des zweiten Kapitels.

In Kapitel 3 werden ausgewählte Ansätze der Betriebswirtschaftslehre, insbesondere der Kosten- und Produktionslehre sowie der Organisationswissenschaften, dargelegt, welche die theoretischen Grundlagen der Modellentwicklung bilden. Darüber hinaus wird im dritten Kapitel zum Stand der Forschung Bezug genommen, d. h. die für die betriebliche Unterhaltung relevanten Normen und Regelwerke sowie das gewandelte Rollenverständnis und die hieraus resultierenden Umstrukturierungen zur Organisation des Straßenbetriebsdienstes werden erläutert. Es werden Veröffentlichungen mit Bestimmungsmethoden von Betriebskosten dargelegt. Abschließend werden die Bestimmungsmethoden hinsichtlich ihres Lösungsbeitrages der Forschungsfrage zusammengefasst sowie der aus Kapitel 3 resultierende Forschungsbedarf abgeleitet. Aufgrund der fehlenden Festlegung eines verbindlichen Leistungsniveaus als Standard der betrieblichen Unterhaltung liegen Diskrepanzen in der Definition des Leistungssolls und des Leistungsumfanges vor, wodurch eine Intransparenz in der Leistungserbringung entsteht. In den entsprechenden Anweisungen werden keine für eine Prognose oder eine Plausibilisierung bedarfsgerechter Mittel erforderlichen Daten, d. h. Elementarfaktoren, Aufwandswerte, Kostenkennwerte von Leistungspositionen, bereitgestellt. Die Berechnungsmethoden zur Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung liefern keinen Beitrag zur Bereitstellung von belastbaren Kostenkennwerten und zur Ermittlung von Betriebskosten, da wesentliche Kosteneinflussgrößen von Netz- und Objekteigenschaften und damit eine differenzierte Bestimmung nach der Kostenursache unberücksichtigt bleiben.

In Kapitel 4 wird die für eine Bearbeitung des Forschungsbedarfs erforderliche Methodik zur Modellentwicklung beschrieben. Zur Bestimmung des Leistungsumfanges eines Netzes wird eine allgemeine Systematik abgeleitet. Das Netz mit Netzeigenschaften und Anlagenbestand wird in Abhängigkeit des jeweiligen Untersuchungsbedarfes festgelegt. Die Formalisierung des Leistungsumfanges erfolgt über die Definition des betrieblich zu unterhaltenden Anlagenbestandes (Anzahl und Art der Objekte mit Objekteigenschaften) und der Netzeigenschaften. Zur Bestimmung des Leistungssolls wird eine Methodik zur Entwicklung eines Leistungskataloges mit Leistungspositionen und Turnus hergeleitet. Die Leistungspositionen des Leistungssolls werden dem Leistungsumfang zugeordnet, wodurch das Leistungsniveau eines Netzes festgelegt wird. Zur Quantifizierung des Leistungsniveaus ist die Erhebung von Daten zu Elementarfaktoren hinsichtlich Art und Menge, Kostenkennwerten sowie zu Aufwandswerten erforderlich. Hierfür werden die in Kapitel 3 als belastbar identifizierten Daten herangezogen sowie weitere Datenerhebungen im Rahmen von Untersuchungen durchgeführt. Die Grundlagen der Erhebung und der Aufbereitung von Daten zur Bestimmung von Betriebskosten sowie die eigentliche Genese von Kostenkennwerten und Betriebskosten der Leistungspositionen von Betriebsleistungen und Betriebsdienstleistungen werden erläutert. Bei der Bestimmung von Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen sind die aus der Organisation resultierenden Kosteneinflussgrößen infolge einer gemeinsamen Leistungserbringung (Synthese) zu berücksichtigen. Von PICOT et al.⁶⁴ werden Definitionen von Aufgabenmerkmalen und von

⁶⁴ Vgl. Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015).

KOSIOL⁶⁵ eine Gliederungshierarchie von Aufgabenmerkmalen logisch-deduktiv hergeleitet, um das Verknüpfungspotenzial sowie die Verknüpfungsmöglichkeiten von Betriebsdienstleistungen allgemeingültig zu beschreiben. In einer organisationstheoretischen Analyse wird ein formalisiertes Verfahren zur Klassifizierung und zur Synthese von technologisch ähnlichen Betriebsdienstleistungen nach den Ausprägungen ihrer Aufgabenmerkmale entwickelt. Die Ergebnisse der organisationstheoretischen Analyse zu Synergieeffekten aus der gemeinsamen Leistungserbringung werden in der Berechnungsmethodik von Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen berücksichtigt. Kapitel 4 schließt mit der Entwicklung eines standardisierten Berechnungsverfahrens von Betriebskosten des Anlagenbestandes eines Netzes.

In Kapitel 5 wird die in Kapitel 4 erarbeitete Methodik im Rahmen der Genese des Modells angewendet, die differenziert für Straßen, Brücken und Tunnel vorgenommen wird. Die Modellbestandteile gliedern sich analog zu den Inhalten von Kapitel 4. Unter Berücksichtigung der Objekteigenschaften des Anlagenbestandes und der Netzeigenschaften eines Netzes wird das konkrete Modell zur Berechnung der auf dem Leistungsniveau basierenden Betriebskosten der Objekte umgesetzt.

Das in Kapitel 5 entwickelte Modell wird in Kapitel 6 mit quantitativen Daten eines exemplarischen Netzes als Untersuchungsgebiet angewendet. Es erfolgt die Beschreibung und kritische Würdigung der Ergebnisse der Modellanwendung des untersuchten Netzes.

In Kapitel 7 werden ein Resümee gezogen sowie die aus der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse kritisch gewürdigt. Das letzte Kapitel endet mit einem Ausblick und dem Aufzeigen weiteren Forschungsbedarfs.

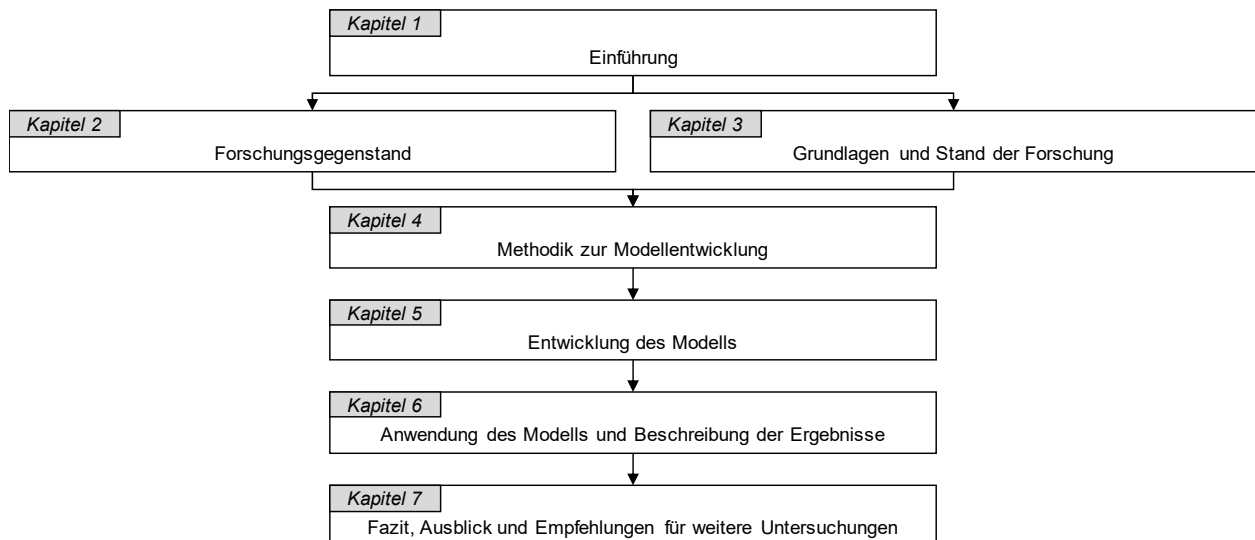


Abbildung 1-1: Aufbau der Arbeit

⁶⁵ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976).

2 Forschungsgegenstand

2.1 Theorien zur Organisation öffentlicher Institutionen

Die Organisation von öffentlich-rechtlichen Behörden und privatwirtschaftlichen Betrieben prägt 1922 der Soziologe MAX WEBER mit seinem Bürokratiemodell.⁶⁶ Dieses basiert auf der Formulierung allgemein verbindlicher Normen sowie der Berufung ausgewählter Träger zur Befehlsgewalt und wird als rationale Ausübung ordentlicher Herrschaft verstanden.⁶⁷ Das gewandelte Rollenverständnis von Staat und Verwaltung gegen Ende des 20. Jahrhunderts erfordert eine Neuausrichtung der öffentlichen Verwaltung. Mit der Entwicklung der Theorie des New Public Managements zur Organisation der öffentlichen Verwaltung wurde versucht, den gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden sowie den daraus resultierenden Dysfunktionalitäten des Bürokratiemodells zu begegnen (vgl. Abbildung 2-1).⁶⁸

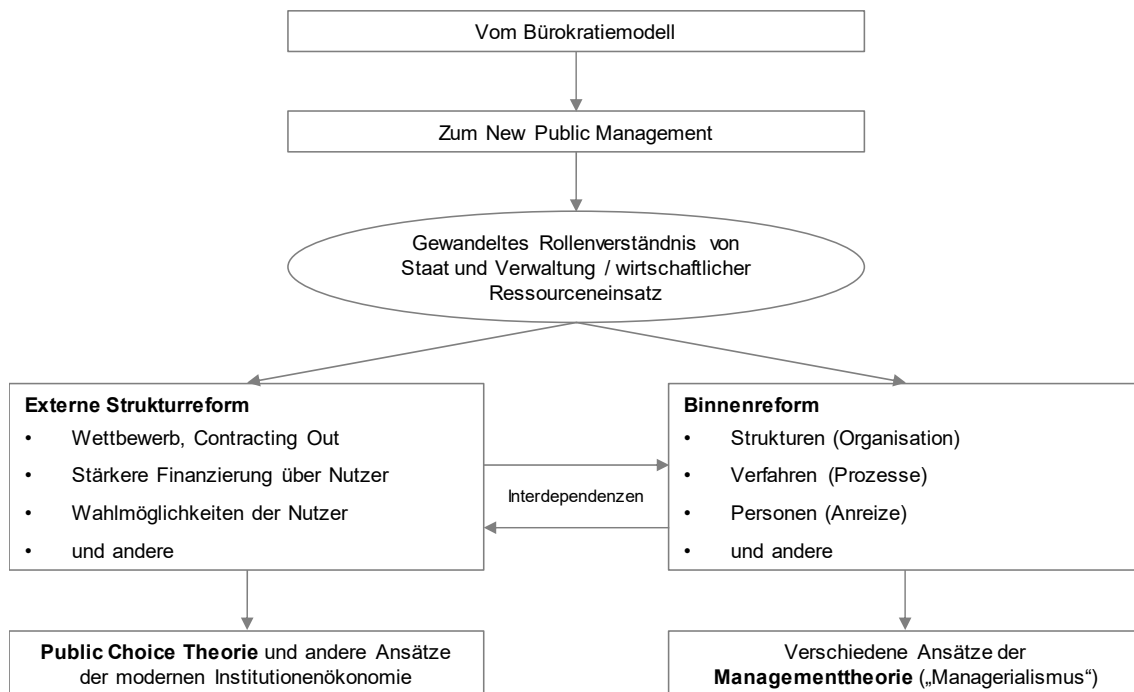


Abbildung 2-1: Vom Bürokratiemodell zum New Public Management⁶⁹

Das New Public Management gründet im Wesentlichen auf den privatwirtschaftlichen Ansätzen der Managementtheorie und der Public Choice Theorie sowie auf den Prinzipien institutionenökonomischer Ansätze wie Transaktionskostentheorie, Principal-Agent-Theorie und Theorie der Verfügungsrechte. Der Ansatz des Managerialismus geht u. a. auf POLITT⁷⁰ zurück und orientiert sich an privatwirtschaftlichen Managementkonzepten für öffentliche

⁶⁶ Vgl. Weber, Max: *Grundriss der Sozialökonomik: Wirtschaft und Gesellschaft* (Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1922), S. 650–678.

⁶⁷ Vgl. Weber, Max: *Grundriss der Sozialökonomik: Wirtschaft und Gesellschaft* (Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1922), S. 610–612.

⁶⁸ Vgl. Budäus, Dietrich: *Von der bürokratischen Steuerung zum New Public Management: Eine Einführung* in: *Managementforschung 8: New Public Management*, hrsg. v. Dietrich Budäus, Peter Conrad und Georg Schreyögg (Berlin, New York: Walter de Gruyter GmbH & Co., 1998), S. 1–10, S. 2–6.

⁶⁹ Budäus, Dietrich: *Von der bürokratischen Steuerung zum New Public Management: Eine Einführung* in: Budäus; Conrad; Schreyögg, *Managementforschung 8* (s. Anm. 12), S. 6.

⁷⁰ Vgl. Pollitt, Christopher: *Managerialism and the public services: Cuts or cultural change in the 1990s?*, 2. Edition (Oxford: Blackwell Pub, 1993).

Verwaltungen.⁷¹ Als Vertreter der Public Choice Theorie wirft NISKANEN u. a. die Problematik von Bürokraten als Individuen auf, die den gemeinen Kern sozialen Verhaltens hinsichtlich ihres zweckgerichteten Verhaltens zur persönlichen Nutzenmaximierung verfolgen.⁷²

Die Neue Institutionenökonomie besteht aus den drei Teilsträngen Property-Rights-Theorie, Transaktionskostentheorie und Principal-Agent-Theorie, die im Folgenden zur Erklärung der Forschungsfrage kurz umrissen werden. Handlungs- und Verfügungsrechte (Property Rights) sind das Ergebnis der Existenz von Gütern, d. h. physisches Wirtschaftsgut oder Dienstleistung, und Bestandteil deren Nutzung. Die Handlungs- und Verfügungsrechte eines Gutes untergliedern sich in die vier Einzelrechte „das Recht zur Nutzung eines Gutes (usus)“, „das Recht zur Veränderung des Gutes hinsichtlich Form und Substanz (abusus)“, „das Recht zur Übernahme von Gewinnen bzw. Verlusten (usus fructus)“ sowie „das Recht zur Veräußerung des Gutes und zur Einnahme des Liquidationserlöses (ius abutendi)“. Der Wert eines Gutes leitet sich neben dessen physikalischen Eigenschaften wesentlich von den ausübbar vertraglich fixierten Handlungs- und Verfügungsrechten zwischen den Wirtschaftssubjekten ab.⁷³ Die Transaktionskostentheorie greift nach WILLIAMSON das Problem der ökonomischen Organisation als Vertragsproblem auf. Eine Transaktion erfolgt im Zuge einer Übertragung eines Gutes über eine technisch trennbare Schnittstelle hinweg.⁷⁴ Zur Verwirklichung dieses Leistungsaustausches entstehen Transaktionskosten bei den Tauschpartnern, die sowohl vor Vertragsabschluss (ex-ante) als auch nach Vertragsabschluss (ex-post) auftreten können.⁷⁵ Im Rahmen der Principal-Agent-Theorie werden die Leistungsbeziehungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer als Ausgangspunkt definiert. Dabei wird die Annahme zu Grunde gelegt, dass die Handlungen des Auftragnehmers (Agent) nicht nur sein eigenes Wohlergehen beeinflussen, sondern sich auch auf das Nutzenniveau des Auftraggebers (Principal) auswirken. Es werden die drei Informationsprobleme Adverse Selection, Moral Hazard und Hold-up angenommen, die in einem bestimmten Koordinations- und Motivationsproblem begründet sind.⁷⁶

Im Konsens zu Abbildung 2-1 werden nach SCHRÖTER et al. im New Public Management sowohl die ordnungspolitische Makro-Perspektive als auch die binnenstrukturelle Mikro-Perspektive zur Neustrukturierung untersucht. Ansätze zur Neuregelung der Beziehungen einzelner Organisationen sowie zu bisherigen Hierarchieebenen der Verwaltung werden im Rahmen der Makro-Dimension diskutiert. Binnenstrukturelle Fragestellungen umfassen Überlegungen zu Organisationsformen, Personalkonzepten oder Steuerungsinstrumenten. Dabei orientieren sich die Grundsätze wesentlich an allgemeinen betriebswirtschaftlichen Prinzipien. Zur Steigerung wettbewerblicher Anreizstrukturen sind Überlegungen zu Contracting-Out bzw. zu Maßnahmen

⁷¹ Vgl. Reichard, Christoph: *Internationale Ansätze eines "New Public Management"* in: *Neue Entwicklungen im Management*, hrsg. v. Michael Hofmann et al., Management Forum (Heidelberg: Physica-Verlag HD, 1994), S. 135–164, S. 137.

⁷² Vgl. Niskanen, William A.: *Ein ökonomisches Modell der Bürokratie* in: *Ökonomische Theorie der Politik*, hrsg. v. Werner W. Pommerehne und Bruno S. Frey, Hochschultext (Berlin, Heidelberg: Springer, 1979), S. 349–368, S. 357–363.

⁷³ Vgl. Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 57–61.

⁷⁴ Vgl. Williamson, Oliver E.: *Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus: Unternehmen, Märkte, Kooperationen*, Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften 64 (Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1990), S. 1 und 22.

⁷⁵ Vgl. Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 70–71.

⁷⁶ Vgl. Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 89–94.

der Auslagerung von Stellen anzustellen. Weiterhin wird eine Finanzierung vermehrt durch Nutzer verfolgt.⁷⁷

2.2 Grundlagen von Immobilien

2.2.1 Begriffsbestimmung und Phasen einer Immobilie

Nach § 94 BGB werden Immobilien als Grundstücke und deren wesentliche Bestandteile wie Gebäude umschrieben. Das sich auf dem Grundstück befindliche Bauwerk ist für eine bestimmte Nutzung zu entwickeln, zu realisieren und zu betreiben. Zur Erfüllung einer spezifischen Funktion sind die Anforderungen der Nutzung im Rahmen der Immobilienentwicklung zu bestimmen. Durch die geometrischen Abmessungen weisen Immobilien aus physischer Sicht einen dreidimensionalen Charakter auf. Infolge der Bereitstellung zur Nutzung über einen bestimmten Zeitraum erhalten Immobilien die vierte Dimension.⁷⁸ In Tabelle 2-1 werden Immobilientypen mit direkt quantifizierbaren und nicht direkt quantifizierbaren Nutzen unterschieden.⁷⁹

Immobilientypen		
Erlöse aus Funktionsbetrieb		
Direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	Nicht direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	
Betriebswirtschaftlich messbar	Volkswirtschaftlich messbar	Immateriell
Wohnen Büro Logistik Hotel / Gastronomie Shoppingcenter Produktionsgebäude Kliniken Pflegeheime etc.	Straßen Öffentliche Verwaltung Flughäfen Eisenbahn Schulen / Kindergärten Universitäten / Hochschulen Museen etc.	Religiöse Einrichtungen Denkmale Selbstgenutzte Eigenheime etc.

Tabelle 2-1: Immobilientypen differenziert nach Quantifizierbarkeit des Funktionsbetriebes⁸⁰

Immobilien mit einer betriebswirtschaftlich messbaren Nutzung etwa in Form von Mieten sind bspw. in den Immobilientypen Wohnen, Büro oder Logistik zu finden (vgl. Tabelle 2-1). Immobilientypen mit nicht direkt quantifizierbarem Funktionsbetrieb in Tabelle 2-1 stiften entweder volkswirtschaftlichen oder immateriellen Nutzen, wie Straßen, da sie die Grundlagen für arbeitsteiliges Wirtschaften einer Volkswirtschaft schaffen.⁸¹

Die Immobilienentwicklung setzt sich nach ZIMMERMANN aus den aufeinander aufbauenden Phasen Projektentwicklung, Projektrealisierung sowie Objekt- und Funktionsbetrieb zusammen

⁷⁷ Vgl. Schröter, Eckhard; Wollmann, Hellmut: *New Public Management in: Handbuch zur Verwaltungsreform*, hrsg. v. Bernhard Blanke et al. (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1998), S. 59–70, S. 59–66.

⁷⁸ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung in: Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.2.

⁷⁹ Vgl. Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre in: Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 116–117.

⁸⁰ Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre in: Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 117.

⁸¹ Vgl. Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre in: Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 116–117.

(vgl. Abbildung 2-2). Die Übertragung der Informationen in den entsprechenden Phasenübergängen ist für eine Zielerreichung wesentlich.⁸²

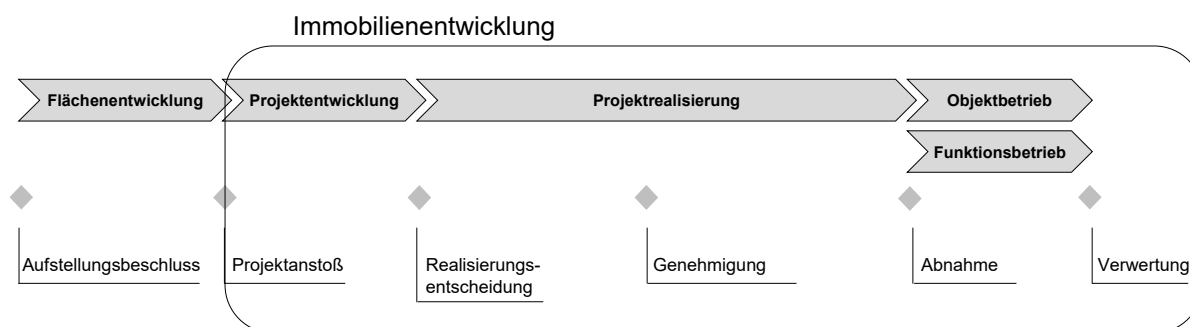


Abbildung 2-2: Phasen und Meilensteine der Immobilienentwicklung⁸³

Die Phasen werden durch Meilensteine, in Abbildung 2-2 durch Rauten gekennzeichnet, voneinander getrennt. Im Rahmen der Flächenentwicklung werden die Grundlagen der rechtlichen Zulässigkeit des Vorhabens geschaffen. Mit der daran anschließenden Projektentwicklung beginnt der Lebenszyklus einer Immobilie. In dieser Phase werden alle notwendigen Untersuchungen mit einer hinreichenden Genauigkeit durchgeführt, damit auf Basis der Ergebnisse letzterer eine fundierte Realisierungsentscheidung getroffen werden kann.⁸⁴ Ziel der Projektentwicklung ist ein für den Nutzer attraktives Produkt am Immobilienmarkt anzubieten. Die Immobilie hat jene Standort- und Objekteigenschaften zu erfüllen, die ein Nutzer wahrnimmt und damit nachfragt.⁸⁵ Über die Standort- und Objekteigenschaften wird die Lage sowie die Art der Konzeption und der Dimensionierung einer Immobilie beschrieben.

In der Phase der Projektrealisierung wird im Rahmen von Planungs- und Bauausführungsleistungen das Bauvorhaben erstellt. Sie wird mit dem Meilenstein der Abnahme von Objekt- und Funktionsbetrieb getrennt.⁸⁶

2.2.2 Funktions- und Objektbetrieb einer Immobilie

Ziel eines jeden Endinvestors bei der Realisierung einer Immobilie ist es, Erträge zu generieren. Dabei ist der Charakter der Quantifizierbarkeit dieser Erträge im Lebenszyklus, d. h. materiell oder immateriell, nicht von Belangen. Nach Abnahme einer Immobilie beginnt die Betriebsphase. ZIMMERMANN unterscheidet zwischen Objekt- und Funktionsbetrieb. Ausschließlich im

⁸² Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung in: Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.4.

⁸³ Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: Schneider; Albert; Heisel; Goris, *Bautabellen für Architekten* (s. Anm. 78), S. 8.4.

⁸⁴ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: Schneider; Albert; Heisel; Goris, *Bautabellen für Architekten* (s. Anm. 78), S. 8.4–8.5.

⁸⁵ Vgl. Schaule, Matthias: *Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung: Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 2014), S. 43.

⁸⁶ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung in: Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.4–8.5.

Funktionsbetrieb erfolgt eine Generierung von Erträgen über die Gesamtnutzungsdauer einer Immobilie. Der Funktionsbetrieb wird wie folgt definiert:⁸⁷

*„Der Funktionsbetrieb [umfasst] die eigentlichen vorhergesehenen Geschäftsprozesse des Objektnutzers“.*⁸⁸

Im Funktionsbetrieb wird die Summe der spezifischen Prozesse der Nutzung zusammengefasst, wie die Nutzung der Ressourcen Wasser, Energie oder Strom sowie die Reinigung, Betriebsdienstleistungen, die erst den Funktionsbetrieb ermöglichen und damit dem physischen und finanziellen Betrieb der Immobilie zuzuordnen sind, schließt der Objektbetrieb ein.⁸⁹

*„Der Objektbetrieb bezeichnet alle Betriebsdienstleistungen im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung und Finanzierung des Objektes selbst“.*⁹⁰

Zu den betriebskostenverursachenden Leistungen zählt ZIMMERMANN Maßnahmen von Sicherheit, Objektreinigung, Verwaltung, Inspektion sowie Wartung und Betriebsinstandsetzung.⁹¹ Aufgrund der Bedeutung der Verkehrsinfrastruktur für eine Volkswirtschaft und der daraus resultierenden indirekten Quantifizierbarkeit des Nutzens sind die zur Erfüllung des spezifischen Nutzungszweckes erforderlichen Maßnahmen der Betriebsphase unabhängig von der spezifischen Nutzungsintensität zu erbringen. Demnach sind die Maßnahmen der Betriebsphase maßgeblich dem Objektbetrieb zuzuordnen.

2.2.3 Betriebskosten als Bestandteil der Lebenszykluskosten von Immobilien

Mit dem Begriff der Lebenszykluskosten wird die Gesamtheit aller Kosten, die während der Gesamtnutzungsdauer einer Immobilie entstehen, subsummiert. Alle Kosten, die von der Idee bis zum Abriss bzw. Redevelopment einer Immobilie anfallen, werden als Lebenszykluskosten bezeichnet (vgl. Formel 2-1).^{92 93}

$$LCC = EIK + IK_Z + BK_O + BK_F + Z$$

Formel 2-1: Lebenszykluskosten einer Immobilie⁹⁴

⁸⁷ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: Schneider; Albert; Heisel; Goris, *Bautabellen für Architekten* (s. Anm. 78), S. 8.8–8.9.

⁸⁸ Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre* in: *Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 121.

⁸⁹ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: *Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.8–8.9.

⁹⁰ Zimmermann, Josef: *Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre* in: *Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015), S. 121.

⁹¹ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: *Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.8–8.9.

⁹² Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung* in: Schneider; Albert; Heisel; Goris, *Bautabellen für Architekten* (s. Anm. 78), S. 8.8–8.9.

⁹³ Vgl. Zimmermann, Josef; Schaule, Matthias: *Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien: Forschungsbericht*, 1. Auflage, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München 26 (München, 2011), S. 29.

⁹⁴ Vgl. Zimmermann, Josef; Schaule, Matthias: *Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien: Forschungsbericht*, 1. Auflage, Schriftenreihe des Lehrstuhls für

Die im Lebenszyklus entstehenden Kosten werden den Erstinvestitionskosten EIK , den zukünftigen Investitionskosten IK_Z , den Betriebskosten des Objektbetriebes BK_O und den Betriebskosten des Funktionsbetriebs BK_F sowie den Zinskosten Z zugewiesen (vgl. Formel 2-1).⁹⁵ Erstinvestitionskosten EIK fallen von der Realisierung bis zur Inbetriebnahme der Immobilie an, während zukünftige Investitionskosten als Investitionen von Ersatzinstandsetzung, Verbesserungen, Modernisierung und Revitalisierung zu verstehen sind. Diese Investitionen sind aktivierungspflichtiger Natur und gehen dementsprechend mit einer im Idealfall positiven Wertsteigerung einer Immobilie einher. Die im Lebenszyklus entstehenden Kosten sind eine Funktion der Objekteigenschaften einer Immobilie.⁹⁶

DIN 18960 spezifiziert die Betriebskosten als Bestandteil der Nutzungskosten von Immobilien im Hochbau. Die Betriebskosten werden nach DIN 18960 in die acht Kostenarten 310 Versorgung, 320 Entsorgung, 330 Reinigung und Pflege von Außenanlagen, 350 Bedienung, Inspektion und Wartung, 360 Sicherheits- und Überwachungsdienste, 370 Abgaben und Beiträge sowie 390 Betriebskosten, sonstiges gegliedert.⁹⁷

2.2.4 Grundlagen der Instandhaltung

DIN 13306 definiert die Begriffe der Instandhaltung. Die Instandhaltung wird als die „*Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann*“ bestimmt. Nach DIN 13306 stellen Betrachtungseinheiten Teile, Bauelemente, Geräte, Teilsystem, Funktionseinheiten, Betriebsmittel oder Systeme dar, die für sich allein beschrieben und betrachtet werden können. Einer Einheit ist eine spezifische Funktionserfüllung zuzuweisen, die sich aus der Erfüllung der bei der Herstellung einer Einheit definierten Anforderungen ergibt. Die geforderte Funktion ist die notwendige Voraussetzung, um eine vorgegebene Leistung zu erbringen.⁹⁸ In DIN 31051 wird die Instandhaltung in die vier Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung unterteilt.⁹⁹

Unter der Annahme, dass sich eine betrachtete Einheit, z. B. ein Bauteil, über ein gesetztes Lebensdauerintervall bis zum Zeitpunkt des Ausfalls abnutzt, kann der Ausfallzeitpunkt infolge von Wartung hinausgezögert werden, da sich die vorhandene Abnutzungsrate verringert und sich die Lebensdauer der betrachteten Einheit verlängert.¹⁰⁰ DIN 31051 ordnet der Wartung alle

Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München 26 (München, 2011), S. 29.

⁹⁵ Vgl. Zimmermann, Josef; Schaule, Matthias: *Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien: Forschungsbericht*, 1. Auflage, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München 26 (München, 2011), S. 29–30.

⁹⁶ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung in: Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.8–8.9.

⁹⁷ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Nutzungskosten im Hochbau* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008), S. 9–10.

⁹⁸ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015), S. 5–6.

⁹⁹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Grundlagen der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012), S. 4.

¹⁰⁰ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Grundlagen der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012), S. 5.

Maßnahmen zu, die „zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats“¹⁰¹ beitragen. Durch Maßnahmen der Verbesserung werden die ursprüngliche Zuverlässigkeit, die Instandhaltbarkeit und / oder die Sicherheit eines Bauteils erhöht, ohne dabei jedoch die originäre Funktion zu verändern. Im Rahmen der Inspektion wird der Ist-Zustand einer Betrachtungseinheit, z. B. eines Bauteils, bestimmt und beurteilt. Während Wartung und Inspektion im Allgemeinen einen überprüfenden bzw. reaktiven Charakter aufweisen, wird mit der Instandsetzung ein fehlerhaftes Bauteil ausgetauscht, um die ursprüngliche Soll-Funktion der Immobilie wiederherzustellen.¹⁰²

DIN 13306 unterscheidet in unterschiedliche Instandhaltungsarten, z. B. präventive Instandhaltung nach festgelegten Abständen oder korrektive Instandhaltung nach Fehlererkennung.¹⁰³

Bei einer Fremdleistungsvergabe kann die Durchführung von Maßnahmen der Instandhaltung auf Basis eines Service Level Agreements vertraglich normiert werden. DIN EN 15221-1 definiert den Begriff „Service Level Agreement“ als eine „Vereinbarung zwischen Auftraggeber bzw. Kunden und dem Leistungserbringer über die Leistung, deren Messung und die Bedingungen der Erbringung der Dienstleistungen“¹⁰⁴. Das geforderte Leistungsniveau bzw. das Service Level ist nach DIN EN 15521-3 hinsichtlich der Anforderungen eines Produktes, eines Prozesses oder eines Systems mit den entsprechenden Merkmalen vollständig zu beschreiben.¹⁰⁵ Damit definiert das Leistungsniveau die Leistungserbringung sowohl hinsichtlich Ort und Umfang (Leistungsumfang) als auch in Bezug auf Art und Häufigkeit (Leistungssoll).

2.3 Immobilien der Verkehrsinfrastruktur

2.3.1 Begriffsbestimmung Infrastruktur

Infrastruktur fasst JOCHIMSEN als wachstums- und integrationsnotwendige Basisfunktionen einer Volkswirtschaft zusammen:¹⁰⁶

„Die Infrastruktur wird als Summe der materiellen, institutionellen und personalen Einrichtungen und Gegebenheiten definiert, die den Wirtschaftseinheiten zur Verfügung stehen und mit beitragen, den Ausgleich der Entgelte für gleiche Faktorbeiträge bei zweckmäßiger Allokation der Ressourcen [...] zu ermöglichen.“¹⁰⁷

Mit der personalen Infrastruktur werden die Zahl und die Eigenschaften der Menschen der arbeitsteiligen Marktwirtschaft hinsichtlich ihrer Fähigkeiten zur Erhöhung des Niveaus und des

¹⁰¹ Deutsches Institut für Normung e.V.: *Grundlagen der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012), S. 5.

¹⁰² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Grundlagen der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012), S. 5–6.

¹⁰³ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015), S. 14–16.

¹⁰⁴ Deutsches Institut für Normung e.V.: *Facility Management - Teil 1: Begriffe* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2007), S. 6.

¹⁰⁵ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Facility Management - Teil 3: Leitfaden für Qualität im Facility Management* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2011), S. 3.

¹⁰⁶ Vgl. Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 100–101.

¹⁰⁷ Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 100.

Integrationsgrades der Wirtschaftstätigkeit umschrieben.¹⁰⁸ Die institutionelle Infrastruktur stellt die gewachsenen und gesetzten Normen, Einrichtungen und Verfahrensweisen dar und legt den Rahmen fest, innerhalb dessen die Wirtschaftseinheiten eigene Wirtschaftspläne ausarbeiten und in Zusammenarbeit mit anderen durchführen.¹⁰⁹ Die materielle Infrastruktur einer Volkswirtschaft umfasst alle Anlagen, Ausrüstungen und Betriebsmittel zur Energieversorgung, Verkehrsbedienung, stofflichen Ver- und Entsorgung und Telekommunikation, Bauten zur Konservierung natürlicher Ressourcen, Verkehrswege sowie Gebäude und Einrichtungen der staatlichen Verwaltung, des Erziehungs-, Forschungs- sowie des Gesundheits- und Fürsorgewesens. Die materielle Infrastruktur bietet die Voraussetzung gleichermaßen für Produktion und Konsum im Rahmen von arbeitsteiligem Wirtschaften.¹¹⁰

Im Bericht „Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen“ differenziert das Bundesministerium des Innern (BMI) materielle Infrastruktur in Technische Basisinfrastrukturen und Sozioökonomische Dienstleistungsinfrastrukturen. Transport und Verkehr oder Wasserversorgung und Abwasserentsorgung als Bestandteile der Technischen Basisinfrastruktur werden u. a. den Kritischen Infrastrukturen zugeordnet. Bei Basisfunktionen handelt es sich um Kritische Infrastrukturen, wenn sie die Grundlage für die Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft bilden und ihr Ausfall oder ihre Schäden tiefgreifende Beeinträchtigungen im Gesamtsystem verursachen.¹¹¹ Kritische Infrastrukturen setzen sich aus verschiedenen Sektoren zusammen, die sich in einzelne Branchen aufteilen. Der Sektor „Transport und Verkehr“ untergliedert sich in die Branchen Luftfahrt, See- und Binnenschifffahrt sowie Logistik, Schienen- und Straßenverkehr. Der Infrastrukturbetrieb der Branche Straßenverkehr umfasst den Straßenbetrieb und den Betrieb von Ingenieurbauwerken.¹¹²

Die Verkehrsinfrastruktur als ein Gesamtnetz setzt sich aus mehreren (Teil)Netzen zusammen, die über spezifische Netzeigenschaften, wie etwa Klimaparameter oder Verkehrsbelastung, und über einen bestimmten Anlagenbestand verfügen. Der Anlagenbestand umfasst eine Vielzahl von räumlich abgrenzbaren Objekten aus Streckenabschnitten von Straßen sowie Brücken- und Tunnelbauwerken, die entsprechende Objekteigenschaften besitzen.

2.3.2 Rechtliche Grundlagen des Straßenbetriebsdienstes

Die Gebietskörperschaftsebenen Bund, Länder und Gemeinden bzw. Kommunen sind in der Bundesrepublik Deutschland für spezifische Straßenkategorien verantwortlich und dementsprechend Träger der Baulast. Das Netz der Verkehrsinfrastruktur wird in die Straßenklassen Bundesfernstraßen, bestehend aus Bundesautobahnen und Bundesstraßen,

¹⁰⁸ Vgl. Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 133.

¹⁰⁹ Vgl. Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 117.

¹¹⁰ Vgl. Jochimsen, Reimut: *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung* (Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966), S. 103–105.

¹¹¹ Vgl. Bundesministerium des Innern: *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)* (Berlin, 2009), S. 5.

¹¹² Vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: *KRITIS-Sektorstudie: Transport und Verkehr* (Bonn, 2015), S. 14–16.

Landes- bzw. Staatsstraßen sowie Kreisstraßen und Gemeindestraßen klassifiziert (vgl. Abbildung 2-3).¹¹³

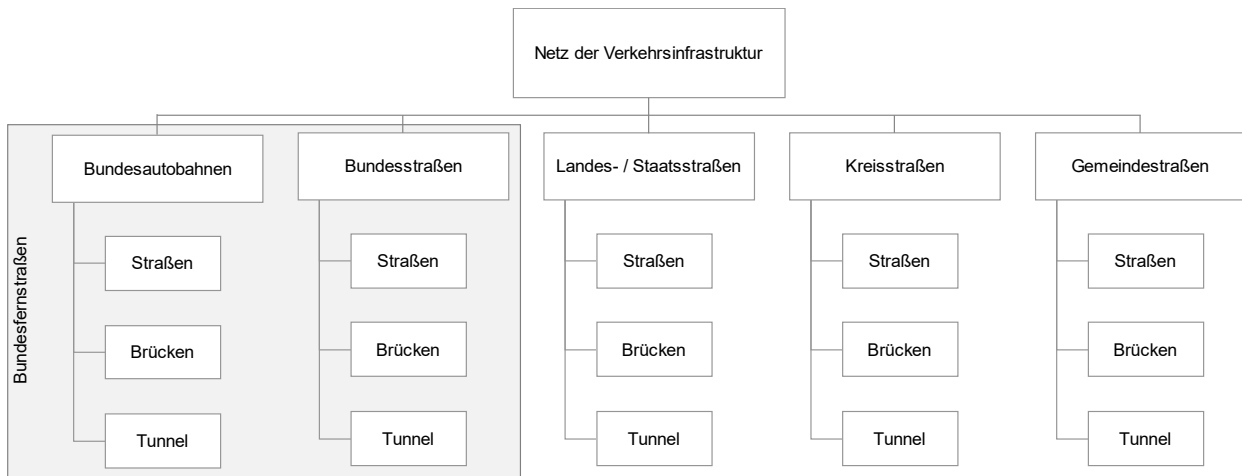


Abbildung 2-3: Anlagenbestand der Verkehrsinfrastruktur

In jeder Straßenklasse bildet sich die Verkehrsinfrastruktur als ein Netz von Straßen (Streckenabschnitte), Brücken und Tunneln (vgl. Abbildung 2-3). Die Streckenabschnitte bestehen aus der freien Strecke, den Ästen und den Abzweigungen sowie den Rastanlagen und den Grünflächen.

Gemäß Art. 90 Abs. 1 GG ist der Bund Eigentümer der Bundesautobahnen und sonstiger Bundesstraßen des Fernverkehrs. Die Verwaltung der Bundesautobahnen wird nach Art. 90 Abs. 2 GG in Bundesverwaltung geführt. Die sonstigen Bundesstraßen des Fernverkehrs verwalten nach Art. 90 Abs. 3 GG die Länder oder die nach Landesrecht zuständigen Selbstverwaltungskörperschaften im Auftrag des Bundes. Sobald die Länder im Auftrag des Bundes handeln, trägt gemäß Art. 104a Abs. 2 GG der Bund die sich daraus ergebenden Ausgaben. Nach § 3 Abs. 1 FStrG beinhaltet die Straßenbaulast alle mit dem Bau und der Unterhaltung der Bundesfernstraßen zusammenhängenden Aufgaben. Hierbei haben die Träger der Straßenbaulast nach ihrer entsprechenden Leistungsfähigkeit die Bundesfernstraßen in einem dem regelmäßigen Verkehrsbedürfnis genügenden Zustand zu bauen, zu unterhalten, zu erweitern oder sonst zu verbessern. § 3 Abs. 3 FStrG normiert, dass die Träger der Straßenbaulast bestmöglich über die ihnen nach § 3 Abs. 1 FStrG obliegenden Aufgaben hinaus die Bundesfernstraßen bei Schnee- und Eisglätte zu räumen und zu streuen haben.

BAUER fasst die gesetzlichen Regelungen hinsichtlich des Eigentums und der Kostenpflicht für Bau und Unterhaltung sowie für Verwaltung differenziert nach Straßenklassen zusammen (vgl. Tabelle 2-2).¹¹⁴

¹¹³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Verkehr in Zahlen 2017/18: 46. Jahrgang*, 45., aktualisierte Neuauflage, revidierte Ausgabe (Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2017), S. 102.

¹¹⁴ Vgl. Bauer, Konrad: *Straßenbauverwaltung in Deutschland* in: *Straße + Autobahn*, Nr. 3 (2008), S. 155.

Straßenklasse		Eigentum und Kostenpflicht für Bau und Unterhaltung (Baulast)		Verwaltung	
		freie Strecken	Ortsdurchfahrten	freie Strecken	Ortsdurchfahrten
Bundesfernstraßen	Bundesautobahnen (BAB)	Bund	-	Länder im Auftrag des Bundes (Art. 90 Grundgesetz)	-
	Bundesstraßen (B)		< 80.000 Einwohner: Bund > 80.000 Einwohner: Gemeinden		< 80.000 Einwohner: Länder > 80.000 Einwohner: Gemeinden
Landesstraßen (L)		Länder	< 30.000 Einwohner*: Länder > 30.000 Einwohner*: Gemeinden	Länder	< 30.000 Einwohner*: Länder > 30.000 Einwohner*: Gemeinden
Kreisstraßen (K)			Kreise		< 30.000 Einwohner*: Kreise > 30.000 Einwohner*: Gemeinden
Gemeindestraßen (G)		Gemeinden		Gemeinden	

* die Einwohner-Grenze sind landesrechtlich unterschiedlich geregelt; die angegebenen Zahlen sind Beispiele, die der Regelung in vier Bundesländer entsprechen

** diese Verwaltungsaufgaben können Landkreise durch Vertrag auf das Bundesland übertragen

Tabelle 2-2: Träger der Straßenbaulast und Verwaltungsorgan nach Straßenklassen¹¹⁵

Der Bund ist für die freien Strecken und die Ortsdurchfahrten von Bundesautobahnen sowie für die freien Strecken von Bundesstraßen alleiniger Träger der Straßenbaulast und Verantwortlicher für die Straßenverwaltung (vgl. Tabelle 2-2). Sobald die Einwohnerzahl einer Gemeinde 80.000 überschreitet, ist die Gemeinde Träger der Straßenbaulast bei Ortsdurchfahrten. Dies zeigt sich auch für die freien Strecken und Ortsdurchfahrten bei der Straßenverwaltung. Für die Straßenklassen Landes- bzw. Staatsstraßen und Kreisstraßen ist die Grenze der Einwohnerzahl einer Gemeinde bei 30.000 festgelegt, ab der die jeweilige Gemeinde selbst Träger der Straßenbaulast wird bzw. die Straßenbauverwaltung in ihren Zuständigkeitsbereich übergeht und die entsprechenden Gebietskörperschaftsebenen Länder und Kreise diese Zuständigkeiten übertragen.¹¹⁶

Bundesfernstraßen gliedern sich gemäß § 1 FStrG in Bundesautobahnen und Bundesstraßen mit Ortsdurchfahrten. Bundesstraßen sind nach § 1 Abs. 1 FStrG öffentliche Straßen, die ein zusammenhängendes Verkehrsnetz bilden und einem weiträumigen Verkehr dienen. Gemäß § 1 Abs. 3 FStrG sind Bundesautobahnen nur für den Schnellverkehr mit Kraftfahrzeugen bestimmt. Zu den Bundesfernstraßen gehören in Anlehnung an § 1 Abs. 4 FStrG Straßenkörper, d. h. Straßengrund, Straßenunterbau, Straßendecke, Brücken, Tunnel, Durchlässe, Dämme, Gräben, Entwässerungsanlagen, Böschungen, Stützmauern, Lärmschutzanlagen, Trenn-, Seiten-, Rand- und Sicherheitsstreifen sowie Luftraum über dem Straßenkörper, Zubehör wie Verkehrszeichen, Verkehrseinrichtungen und Verkehrsanlagen zur Gewährleistung der Sicherheit oder der Leichtigkeit des Straßenverkehrs oder zum Schutz der Anlieger und der Bepflanzung. Weitere Bestandteile von Bundesfernstraßen sind nach § 1 Abs. 4 FStrG Einrichtungen zur Erhebung von Maut und zur Kontrolle der Einhaltung der Mautpflicht und Nebenanlagen, z. B. Straßenmeistereien, Gerätehöfe, Lager, Lagerplätze, Entnahmestellen, Hilfsbetriebe und Hilfseinrichtungen sowie Nebenbetriebe an den Bundesautobahnen.

¹¹⁵ Bauer, Konrad: *Straßenbauverwaltung in Deutschland* in: *Straße + Autobahn*, Nr. 3 (2008), S. 155.

¹¹⁶ Vgl. Bauer, Konrad: *Straßenbauverwaltung in Deutschland* in: *Straße + Autobahn*, Nr. 3 (2008), S. 155.

2.3.3 Abgrenzung der betrieblichen Unterhaltung

Die Länder besitzen hinsichtlich der ihnen übertragenen Aufgabenverwaltung Gestaltungsfreiheit. Dementsprechend haben sich unterschiedliche Organisationsstrukturen in den Bundesländern entwickelt. ST. BERNHARDT stellt fest, dass eine verhältnismäßig scharfe Trennung zwischen dem Unterhalt von Bundesautobahnen und dem Unterhalt des restlichen Netzes anderer Straßenklassen existiert.¹¹⁷

Allen Bundesländern ist die unterste Organisationseinheit zur Organisation und zur Steuerung des Betriebsdienstes gemein. Auf tiefster Hierarchieebene befinden sich die Meistereien (Straßen-, Misch- und Autobahnmeistereien) als Organisationseinheiten, die für die Durchführung des Straßenbetriebsdienstes eines spezifischen Netzes zuständig sind (vgl. (vgl. Abbildung 2-4). Zum Betrachtungszeitpunkt Dezember 2016 wurden 157 Autobahnmeistereien und 25 Mischmeistereien in Deutschland gezählt.¹¹⁸

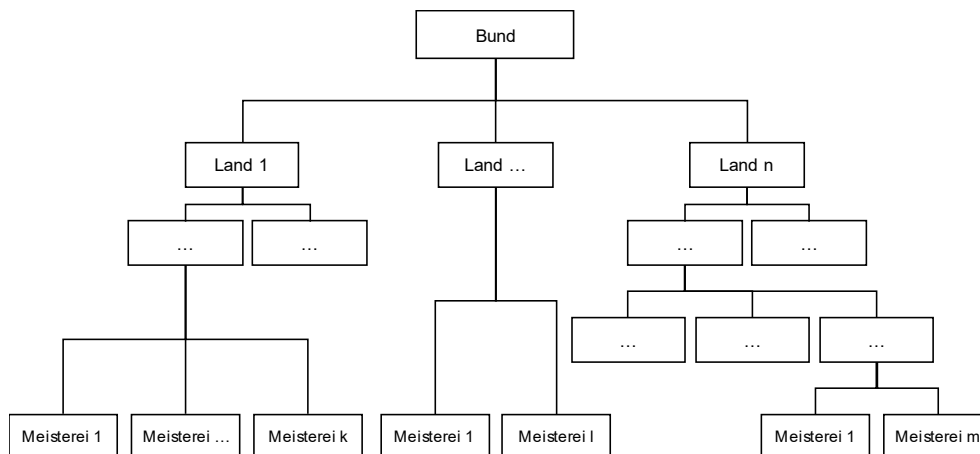


Abbildung 2-4: Organisation des Straßenbetriebsdienstes von Bundesfernstraßen

Der Betriebsdienst von Bundesfernstraßen, der durch die Meistereien erbracht wird, wird im Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen beschrieben. Das Leistungsheft umfasst den Betriebsdienst der Bestandteile gemäß § 1 Abs. 4 FStrG (vgl. Kapitel 2.2.2).¹¹⁹

Als Leistungen des Straßenbetriebsdienstes werden alle „Tätigkeiten und Aufwendungen, die unmittelbar dem Betriebsdienst der Bundesfernstraßen oder ihrer Bestandteile zugeordnet werden können und die im Rahmen der Auftragsverwaltung erbracht werden“¹²⁰, verstanden. Dabei werden die Anforderungen des Ergebnisses der Leistungserbringung durch die

¹¹⁷ Vgl. St. Bernhard, Béla: *Neuorganisation der staatlichen Aufgabenerfüllung: Anspruch und Leistungsfähigkeit des New Public Management - dargestellt am Beispiel des Straßenunterhaltungs- und Betriebsdienstes*, 1. Auflage, Nomos-Universitätschriften Wirtschaft 53 (Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2000), S. 91–92.

¹¹⁸ Vgl. Hanke, Horst: *Teil I: Straßenbetriebsdienst in: Der Elsner 2018: Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen (Planung, Bau, Erhaltung, Verkehr, Betrieb)*, hrsg. v. Christian Lippold, 72. Auflage, revidierte Ausgabe (Dieburg: Otto Elsner Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2017), S. 1067–1200, S. 1081–1082.

¹¹⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.5–0.10.

¹²⁰ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.5.

Meistereien qualifiziert und quantifiziert. In Tabelle 2-3 wird der Betriebsdienst von Erhaltung sowie Neubau, Um- und Ausbau und Erweiterung abgrenzt.¹²¹

1. Betriebsdienst	- Kontrolle / Prüfung - Wartung / Pflege / Kleinreparaturen
2. Erhaltung	- Instandsetzung - Erneuerung
3. Neubau, Um- und Ausbau, Erweiterung	Maßnahmen infolge veränderter Anforderungen an die Funktionsfähigkeit oder Substanzverbesserung

Tabelle 2-3: Abgrenzung der Leistungen von Bundesfernstraßen in der Betriebsphase¹²²

Die Arbeiten des Betriebsdienstes führen grundsätzlich nicht zu einer Verbesserung der Substanz des Netzes, jedoch bringt eine Unterlassung eine Reduzierung der Funktionsfähigkeit mit sich.¹²³

Für Tunnelbauwerke wird von jedem Straßenbaulastträger eine Verwaltungsbehörde benannt, welche eine öffentliche oder private Stelle als Tunnelmanager sowie eine vom Tunnelmanager unabhängige Untersuchungsstelle bestimmt. Dieser Tunnelmanager ist gemäß RABT u. a. für das Tunnelmanagement, d. h. für alle Maßnahmen der Planung, des Baus und des Betriebs, verantwortlich. Die Untersuchungsstelle ist für die regelmäßigen Tunnelinspektionen zuständig.¹²⁴ Die Organisation der Bauwerksprüfungen von Ingenieurbauwerken gemäß DIN 1076 wird größtenteils von den Straßenbauverwaltungen der Länder übernommen. Die Überwachung und die Prüfung erfolgen durch einen speziellen Mitarbeiterstab, i. d. R. bestehend aus Ingenieur und Techniker.¹²⁵

2.3.4 Öffentlicher Haushalt und Budget zum Betrieb von Bundesfernstraßen

Die Bundesrepublik Deutschland ist nach Art. 20 Abs. 1 GG ein föderalistischer Bundesstaat, in dem eine Erfüllung der staatlichen Aufgaben in Abhängigkeit der jeweiligen verfassungsrechtlich getroffenen Zuordnung durch Bund und Länder getrennt stattfindet. Soweit keine andere Regelung zutrifft, sind gemäß Art. 30 GG die Ausübung der staatlichen Befugnisse und die Erfüllung der staatlichen Aufgaben Sache der Länder. Diese Aufgabenverteilung wird mit den gesetzlichen Regelungen über das Finanzwesen in Bund und Länder gemäß Art. 104a GG bis Art. 115 GG unterstützt. Nach Art. 109 GG wird dem Bund und den Ländern Selbstständigkeit sowie Unabhängigkeit voneinander in Bezug auf ihre Haushaltswirtschaft zugesprochen. Weiter wird in Art. 109 GG die Einhaltung der Haushaltsdisziplin nach EU-rechtlichen Vorschriften

¹²¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.6–0.7.

¹²² Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.6.

¹²³ Vgl. Hanke, Horst: *Teil I: Straßenbetriebsdienst* in: *Der Elsner 2018: Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen (Planung, Bau, Erhaltung, Verkehr, Betrieb)*, hrsg. v. Christian Lippold, 72. Auflage, revidierte Ausgabe (Dieburg: Otto Elsner Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2017), S. 1067–1200, S. 1072.

¹²⁴ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2016), S. 2–4.

¹²⁵ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013), S. 21–22.

bestimmt, um den Ansprüchen des gesamtwirtschaftlichen Gleichgewichts Rechnung zu tragen.¹²⁶

In Art. 110 GG bis Art. 115 GG werden spezifische Bestimmungen für die Haushaltswirtschaft gesetzlich normiert. Durch einen Haushaltsplan werden sämtliche Einnahmen und Ausgaben des Bundesstaates zusammengestellt und systematisch gegliedert. Gemäß Art. 110 GG sind im Zuge der Aufstellung des Haushaltsplans alle Einnahmen und Ausgaben des Bundes in diesem einzustellen und auszugleichen. In Art. 110 Abs. 1 Satz 2 GG wird der Grundsatz des Haushaltsausgleiches zum Ausgleich von Einnahmen und Ausgaben festgesetzt. Diese im Haushaltsplan festgelegten Einnahmen und Ausgaben sind gemäß Art. 114 GG dem Verfahren der Rechnungslegung sowie der Rechnungsprüfung zu unterziehen.¹²⁷

Mit der jährlichen Verabschiedung eines Haushaltsgesetzes wird der Haushaltsplan erstellt. Die Aufstellung des Haushaltes erfolgt als Gesamtplan, der sich aus den Einzelplänen der Ressorts zusammensetzt. Sämtliche voraussichtlich eingehenden Einnahmen und zu leistenden Ausgaben werden mit der Erstellung eines Einzelplanes für jeden Behörden- oder Verwaltungsbereich bzw. für jedes Aufgabengebiet aufgestellt. Die Einzelpläne gliedern sich in Kapitel, welche sich in Titel als die tiefste Gliederungsebene des Haushaltsplans unterteilen.¹²⁸ Den Entwurf zur bereitgestellten Ausgabenhöhe der Einzelpläne erstellt das Bundesministerium der Finanzen unter Einbezug von Bedarfsanmeldungen durch die Ressorts, insbesondere die nachgeordneten Behörden der entsprechenden Geschäftsbereiche, nach der Top-Down-Methodik.¹²⁹ Nach Abschluss der Beratungen über den Entwurf durch den Bundesrat und den Deutschen Bundestag wird das Haushaltsgesetz als Feststellung des Haushaltsplans erlassen.¹³⁰ Im Zuge der Verabschiedung des Budgets werden die staatlichen Ausgabenforderungen den erwarteten Einnahmen eines Haushaltsjahres gegenübergestellt.¹³¹

Im Bundeshaushaltsplan erfolgt die Einordnung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur in den Einzelplan 12. Die Ausgaben des Titels „521 11-721 – Betrieb (Bundesautobahnen)“ des Einzelplanes 12 werden unter dem Kapitel „01 – Bau, Erhaltung und Betrieb der Bundesfernstraßen“ geführt.¹³² Unter dem Titel 521 11-721 werden die Ausgaben für das auf Bundesautobahnen eingesetzte Betriebspersonal der Auftragsverwaltung, Ausgaben für Fahrzeuge, Geräte und Maschinen, Ausgaben für Grundstücke, Gebäude und Räume, Ausgaben für Unternehmerleistungen für den Betriebsdienst, Ausgaben für Baustoffe, Streustoffe für den Winterdienst sowie Zubehör, Ausgaben für elektrotechnische Anlagen und sonstige Ausgaben zusammengefasst.¹³³ Für das Bundeshaushaltsjahr 2018 sind für den Betriebsdienst von Bundesfernstraßen Soll-Ausgaben in Höhe von rund 1,03 Mrd. € eingestellt. Im Haushaltsjahr

¹²⁶ Vgl. Bundesministerium der Finanzen: *Das System der öffentlichen Haushalte* (Berlin, 2015), S. 5.

¹²⁷ Vgl. Bundesministerium der Finanzen: *Das System der öffentlichen Haushalte* (Berlin, 2015), S. 5–6.

¹²⁸ Vgl. Bundesministerium der Finanzen: *Das System der öffentlichen Haushalte* (Berlin, 2015), S. 6–15.

¹²⁹ Vgl. Bundesministerium der Finanzen: *Das System der öffentlichen Haushalte* (Berlin, 2015), S. 29–33.

¹³⁰ Vgl. Bundesministerium der Finanzen: *Das System der öffentlichen Haushalte* (Berlin, 2015), S. 35–40.

¹³¹ Vgl. Blankart, Charles B.: *Öffentliche Finanzen in der Demokratie: Eine Einführung in die Finanzwissenschaft*, 8., vollständig überarbeitete Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2012), S. 471–473.

¹³² Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundshaushaltsplan 2018: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 14.

¹³³ Vgl. Deutscher Bundestag: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht 2008*, Drucksache 16/11850, 16. Wahlperiode, zuletzt geprüft am 16.04.2019, S. 193.

2018 entfallen für den Betriebsdienst an Bundesautobahnen rund 597 Mio. € sowie für den Betriebsdienst an Bundesstraßen etwa 430 Mio. €. ¹³⁴

¹³⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Bundeshaushaltsplan 2018,“ S. 13–14.

3 Grundlagen und Stand der Forschung

3.1 Methodische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre

Die Deckung von materiellen Bedürfnissen erfolgt durch die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in einer Volkswirtschaft. Durch die Kombination von Produktionsfaktoren stellen Betriebe als planvoll organisierte Wirtschaftseinheiten Güter und Dienstleistungen her und setzen diese am Markt ab. Nachfrager sind in den beiden Wirtschaftseinheiten Haushalte und Betriebe, die sowohl öffentlicher als auch privater Trägerschaft sein können, zu identifizieren.¹³⁵ Sowohl WÖHE et al. als auch PICOT et al. thematisieren die naturgegebene Knappheit der Ressourcen, die wiederum den Ausgangspunkt jeden Wirtschaftens bildet und dementsprechend einen sorgsam Umgang mit diesen erfordert.^{136 137} Aus diesem Umstand resultiert das allgemeine Ziel einer optimalen Bedürfnisbefriedigung, welches in Abhängigkeit der Trägerschaft unterschiedliche Ausprägungen aufweist. Private und öffentliche Betriebe verfolgen unterschiedliche Ziele. Während bei privaten Unternehmen das erwerbswirtschaftliche Prinzip, d. h. die Gewinnmaximierung, im Fokus liegt, agieren öffentliche Betriebe nach dem Grundsatz der Kostendeckung.¹³⁸

3.1.1 Faktoren der betrieblichen Leistungserstellung

GUTENBERG nennt drei Teilbereiche eines Betriebes. Die Leistungserstellung als ersten Teilbereich unterteilt sich in Sachgüterproduktion und in Dienste oder Dienstleistungen als immaterielle Güter. Der Absatz von Sachgütern bzw. Dienstleistungen wird als betriebliche Leistungsverwertung verstanden. Um die beiden Teilbereiche Leistungserstellung und Leistungsverwertung durchzuführen, sind die Beschaffung und die Verwendung von Kapital erforderlich, weswegen GUTENBERG die finanzielle Sphäre als dritten Teilbereich eines Betriebes festlegt.¹³⁹

Durch die Kombination der drei Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung, Arbeits- und Betriebsmittel sowie Werkstoffe werden im Rahmen der Leistungserstellung Sachgüter produziert bzw. Dienstleistungen zur Verfügung gestellt. Unter dem Elementarfaktor Arbeits- und Betriebsmittel werden alle Einrichtungen und Arbeiten zusammengefasst, die als technische Voraussetzung betrieblicher Leistungserstellung gelten. Alle Rohstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse, die die Ausgangs- und Grundstoffe für die Herstellung von Erzeugnissen bilden, werden als Elementarfaktor Werkstoffe bezeichnet. GUTENBERG unterscheidet die Menschliche Arbeitsleistung in objektbezogene Arbeitsleistung und in dispositive Arbeitsleistung.

¹³⁵ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 29–30.

¹³⁶ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 4–5.

¹³⁷ Vgl. Picot, Arnold; Diel, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 2.

¹³⁸ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 29–30.

¹³⁹ Vgl. Gutenberg, Erich: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion*, 24., unveränderte Auflage, 3 Bde., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1 (Berlin / Heidelberg / New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1971), S. 1–2.

Unter der objektbezogenen Arbeitsleistung werden alle unmittelbar mit der Leistungserstellung, der Leistungsverwertung und den finanziellen Aufgaben im Zusammenhang stehende Tätigkeiten subsumiert. Stehen Arbeiten mit der Leitung und der Lenkung betrieblicher Vorgänge im Kontext, handelt es sich um dispositive Arbeitsleistungen.¹⁴⁰ Sobald dispositive Arbeitsleistungen in die Leistungserstellung einfließen, wird von Produktionsfaktoren bzw. dispositiven Faktoren¹⁴¹ gesprochen.

3.1.2 Kostenlehre

Die betriebswirtschaftliche Kostenlehre gliedert sich im sachlogischen Kontext nach HEINEN in die drei Teilstränge Kostenbegriff, Kostentheorie und Kostenrechnung (vgl. Abbildung 3-1). Durch den Kostenbegriff als Grundlage für Kostentheorie und Kostenrechnung werden die Kostenverhältnisse, die aus dem Mitteleinsatz im Unternehmen resultieren, als monetäre Größen dargestellt. In der Kostentheorie wird der Kostenbegriff untersucht, um allgemeine Informationen bezüglich der Kostenhöhe im Unternehmen für die Kostenrechnung zu gewinnen. Die Kostenrechnung baut auf den aus der Kostentheorie gewonnenen Informationen auf und übernimmt durch die quantitative Kostenerfassung der entstandenen Kosten eine Ermittlungsfunktion.¹⁴²

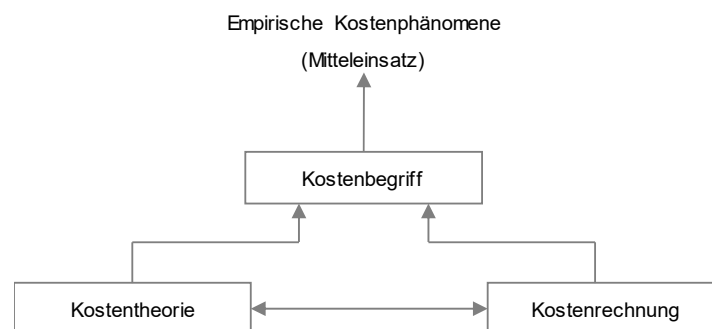


Abbildung 3-1: Bestandteile der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre im sachlogischen Kontext¹⁴³

SCHMALENBACH definiert den wertmäßigen Kostenbegriff als die „anzusetzenden Werte der für Leistungen verzehrten Güter“¹⁴⁴¹⁴⁵. HEINEN beschreibt den Kostenbegriff mit den beiden Extensionskomponenten Mengenkomponte und Wertkomponente in Formel 3-1.¹⁴⁶

¹⁴⁰ Vgl. Gutenberg, Erich: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion*, 24., unveränderte Auflage, 3 Bde., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1 (Berlin / Heidelberg / New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1971), S. 3–5.

¹⁴¹ Vgl. Gutenberg, Erich: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion*, 24., unveränderte Auflage, 3 Bde., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1 (Berlin / Heidelberg / New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1971), S. 131.

¹⁴² Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 37–38.

¹⁴³ Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 37.

¹⁴⁴ Unter dem Begriff der Güter fasst SCHMALENBACH Gegenstände sowie Dienstleistungen zusammen.

¹⁴⁵ Schmalenbach, Eugen: *Kostenrechnung und Preispolitik*, 8. Auflage (Köln: Westdeutscher Verlag, 1963), S. 6.

¹⁴⁶ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 136–137.

$$K = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \pi_i$$

Formel 3-1: Definitionsgleichung des Kostenbegriffs¹⁴⁷

Die Gesamtkosten K einer Betriebswirtschaft in einer bestimmten Periode berechnen sich gemäß Formel 3-1 aus der Multiplikation der Verzehrsmenge r_i der i -ten Produktionsfaktorart und dem Kostenwert pro Maßeinheit π_i der i -ten Produktionsfaktorart.¹⁴⁸

Die Leistung, von WÖHE et al.¹⁴⁹ auch als Erlöse definiert, wird als der gegenüberstehende Begriff von Güterverzehr verstanden. Damit sieht SCHMALENBACH die Leistung mit dem definierten Werteschaffen als das Resultat des eigentlichen Betriebszweckes.¹⁵⁰

Die wesentlichen Funktionen einer Kosten- und Erlösrechnung liegen in der Erfassung und der Verteilung von Kosten und Erlösen sowie in der Auswertung von Kosten- und Erlösinformationen, um wiederum Informationen für operative Entscheidungen zu generieren. Während die Kostenrechnung die Höhe des tatsächlich angefallenen Güterverbrauchs feststellt, bestimmt die Erlösrechnung die Höhe der faktisch angefallenen bewerteten Güterentstehung.^{151 152} SCHWEITZER und KÜPPER führen an:

„Je besser die Unternehmensrechnung als Informationsgenerator die Detailliertheit, die Differenziertheit, die Präzision, die zeitliche Struktur und die Strukturmängel von Entscheidungsprozessen in Planung und Steuerung berücksichtigt, um so größer ist ihre Bedeutung als Instrument für die Unternehmensführung.“¹⁵³

Bei der Kostenerfassung erfolgt die Gruppierung von Kosten- bzw. Erlösarten nach unterschiedlichen Merkmalen. Dabei sind die Anforderungen an die Isomorphie (Strukturgleichheit) zwischen den realen Gegebenheiten und den ermittelten Kosten sowie an die intersubjektive Überprüfbarkeit, d. h. die Möglichkeit einer Überprüfung des Messvorganges durch Externe, zu erfüllen. Eine Verteilung der erfassten Kosten und Erlöse nach unterschiedlichen Prinzipien wird in der Stellen- bzw. Trägerrechnung auf Kostenstellen bzw. Kostenträgern vorgenommen. Kostenstellen bilden einzelne Abrechnungseinheiten, für die Gemeinkosten einzeln bestimmt und auf die Kostenträger weiter verrechnet werden.

¹⁴⁷ Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 136.

¹⁴⁸ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 136–137.

¹⁴⁹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 638.

¹⁵⁰ Vgl. Schmalenbach, Eugen: *Kostenrechnung und Preispolitik*, 8. Auflage (Köln: Westdeutscher Verlag, 1963), S. 10.

¹⁵¹ Vgl. Schweitzer, Marcell; Küpper, Hans-Ulrich: *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*, 8., überarbeitete und erweiterte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2003), S. 11–12.

¹⁵² Vgl. Schweitzer, Marcell; Küpper, Hans-Ulrich: *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*, 8., überarbeitete und erweiterte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2003), S. 20.

¹⁵³ Schweitzer, Marcell; Küpper, Hans-Ulrich: *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*, 8., überarbeitete und erweiterte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2003), S. 3.

Kostenträger stellen die Produkte eines Unternehmens dar. In der Kostenträgerrechnung werden die Kosten auf bspw. Produktgruppen, Produkteinheiten oder Produktfunktionen zugerechnet und verteilt. Die Verteilungsprinzipien werden in das ursachenorientierte Prinzip, Durchschnitts- sowie Tragfähigkeitsprinzip unterschieden. Das ursachenorientierte Prinzip umfasst u. a. das Verursachungsprinzip, bei dem die Kosten und die Erlöse den auf sie einwirkenden Einflussgrößen als unabhängige Variablen der Kostenfunktion zugerechnet werden.¹⁵⁴

Der Kostentheorie werden explikative und darauf aufbauend gestaltende Aufgaben zugewiesen. Zum einen übernimmt die Kostentheorie eine Erklärungsfunktion, wobei die auf die Kostenhöhe eines Betriebes wirkenden Kausalfaktoren erklärt werden. Zum anderen werden die Bedingungen für die optimale Kostengestaltung eines Betriebes aufgezeigt.¹⁵⁵ Aufbauend auf der Produktionstheorie werden mit der Kostentheorie die funktionalen Beziehungen zwischen Ausbringungsmenge und den infolge der Produktion verursachten Kosten identifiziert.¹⁵⁶ Mit Formel 3-2 wird der funktionale Zusammenhang zwischen Kosten einer Periode und den einzelnen Kosteneinflussgrößen als Mengen- und Wertkomponenten beschrieben.¹⁵⁷

$$K = f(a, b, c, \dots, x; \pi)$$

Formel 3-2: Funktionaler Zusammenhang zwischen Kosten und Kosteneinflussgrößen¹⁵⁸

Die Mengenkomponekte wird durch die Variablen a bis x in Formel 3-2 und die Wertkomponente durch die Variable π berücksichtigt. Dabei nehmen die Größen a bis x Einfluss auf die Kostenhöhe über die erforderlichen Faktoreinsatzmengen und die Größe π auf den Kostenwert.¹⁵⁹ HEINEN charakterisiert Kosteneinflussgrößen als Aktionsparameter, die Entscheidungstatbestände abbilden und unter bestimmten Umständen durch bewusste Disposition verändert bzw. gestaltet werden können.¹⁶⁰

3.1.3 Produktionstheorie

Die Produktionstheorie beantwortet die Frage, welche Prozesse der Produktion unter Berücksichtigung eines mengenmäßigen Faktoreinsatzes auszuwählen sind, um das ökonomische Prinzip möglichst effizient zu berücksichtigen. Dementsprechend liefert die Produktionstheorie das erforderliche Mengengerüst der Produktionsfaktoren, das die

¹⁵⁴ Vgl. Schweitzer, Marcell; Küpper, Hans-Ulrich: *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*, 8., überarbeitete und erweiterte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2003), S. 49–50.

¹⁵⁵ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 140–141.

¹⁵⁶ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 280–281.

¹⁵⁷ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 560.

¹⁵⁸ Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 560.

¹⁵⁹ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 142–143.

¹⁶⁰ Vgl. Heinen, Edmund: *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen*, 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985), S. 560–561.

Kostentheorie durch das Wertgerüst ergänzt.¹⁶¹ Unter Produktion verstehen BLOECH et al. den gesteuerten Einsatz von Produktionsfaktoren, um Rohstoffe abzubauen oder Güter herzustellen sowie Dienstleistungen zu erzeugen. In der Produktionsplanung wird nach den drei Bereichen Produktionsprogrammplanung, Bereitstellungsplanung und Durchführungsplanung unterschieden.¹⁶²

Im Rahmen der Durchlaufterminierung wird die notwendige Bearbeitungszeit eines Auftrages zur Einhaltung vereinbarter Fertigstellungstermine bestimmt. Ziel der Terminierung ist unter Berücksichtigung des Gewinnmaximierungsprinzips und der daraus abgeleiteten Kostenminimierung eine Verringerung der Durchlaufzeiten.¹⁶³ BLOECH et al. bereiten die Durchlaufzeit eines Auftrages A_1 in Abbildung 3-2 grafisch auf.¹⁶⁴

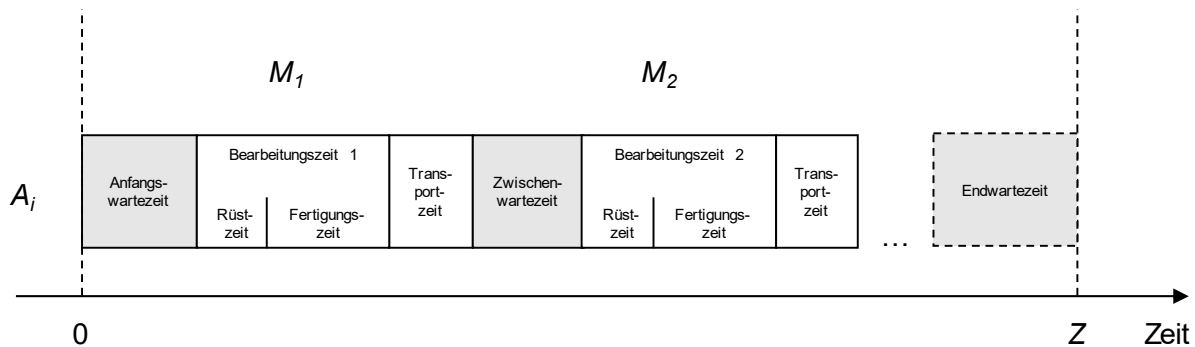


Abbildung 3-2: Komponenten der Auftragsdurchlaufzeit¹⁶⁵

In Anlehnung an Abbildung 3-2 wird die Durchlaufzeit des Auftrages A_1 durch die Maschine M_1 in Rüstzeit, Fertigungszeit sowie Transportzeit unterteilt. Im Anschluss an M_1 wird nach dem Ablauf der Zwischenwartezeit mit der Bearbeitung des Auftrages A_1 durch die Maschine M_2 begonnen.¹⁶⁶

Jeder Auftrag kann hinsichtlich seiner Produktivität, d. h. des Verhältnisses von Output (Ausbringungsmenge) zu Input (Faktoreinsatzmenge), beschrieben werden (vgl. Formel 3-3).¹⁶⁷

¹⁶¹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 289.

¹⁶² Vgl. Bloech, Jürgen; Bogaschewsky, Ronald et al.: *Einführung in die Produktion*, 7., korrigierte und aktualisierte Auflage, Springer-Lehrbuch (Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014), S. 3–5.

¹⁶³ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 337–339.

¹⁶⁴ Vgl. Bloech, Jürgen; Bogaschewsky, Ronald et al.: *Einführung in die Produktion*, 7., korrigierte und aktualisierte Auflage, Springer-Lehrbuch (Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014), S. 236–239.

¹⁶⁵ Bloech, Jürgen; Bogaschewsky, Ronald et al.: *Einführung in die Produktion*, 7., korrigierte und aktualisierte Auflage, Springer-Lehrbuch (Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014), S. 237.

¹⁶⁶ Vgl. Bloech, Jürgen; Bogaschewsky, Ronald et al.: *Einführung in die Produktion*, 7., korrigierte und aktualisierte Auflage, Springer-Lehrbuch (Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014), S. 236–239.

¹⁶⁷ Vgl. Corsten, Hans; Gössinger, Ralf: *Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement*, 12., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre (München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009), S. 44–45.

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Formel 3-3: Produktivität¹⁶⁸

Werden heterogene Produktionsfaktoren im Produktionsprozess eingesetzt und deren Verbrauchsmengen bei der Inputermittlung zu einer Summe zusammengefasst, verliert diese Produktivitätskennzahl an Aussagekraft, weswegen partielle Produktivitätskennzahlen zu bilden sind.¹⁶⁹

Der Reichtsausschuss für Arbeitszeitermittlung (REFA) definiert einen Aufwandswert für die Produktionsprozesse der Bauwirtschaft, der den Reziprokwert der Produktivität (Leistungswert) darstellt. Der Aufwandswert ergibt sich nach Formel 3-4 aus dem Quotienten des Lohnaufwandes pro Zeiteinheit [ZE] und der Menge pro Mengeneinheit [ME].¹⁷⁰

$$\text{Aufwandswert} = \frac{\text{Lohnaufwand [ZE]}}{\text{Menge [ME]}} = \frac{1}{\text{Leistungswert}}$$

Formel 3-4: Zusammenhang von Aufwandswert und Leistungswert¹⁷¹

Um die Beteiligung mehrerer Arbeitskräfte im Produktionsprozess zu berücksichtigen, bezieht ZIMMERMANN die Anzahl der Arbeitskräfte eines Betriebes sowie die Anzahl der Betriebe selbst bei der Ermittlung des Aufwandswertes eines Teilvorgangs einer Leistungsposition mit ein (vgl. Formel 3-5).¹⁷²

$$w_{AK,n} = \frac{D_n \cdot Q_{\text{Betrieb}} \cdot q_{\text{Betrieb}} \cdot T_d}{Q_{LV,n}}$$

- mit
- $w_{AK,n}$ = Aufwandswert eines Teilvorgangs, Leistungsposition n
 - D_n = Dauer des Vorgangs, Leistungsposition n
 - T_d = tägliche Arbeitszeit in Stunden
 - Q_{Betrieb} = Anzahl der Betriebe
 - q_{Betrieb} = Anzahl der Arbeitskräfte eines Betriebes
 - $Q_{LV,n}$ = Produktionsmenge, Leistungsposition n

Formel 3-5: Aufwandswert unter Berücksichtigung der Kolonnenzusammensetzung¹⁷³

¹⁶⁸ Vgl. Corsten, Hans; Gössinger, Ralf: *Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement*, 12., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre (München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009), S. 44.

¹⁶⁹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 38.

¹⁷⁰ Vgl. Künstner, Gerhard: *Teil 2 - Datenermittlung* in: *REFA in der Baupraxis*, hrsg. v. REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V., 2. Auflage (Frankfurt am Main: ztv-Verlag, 1984), S. 36.

¹⁷¹ Vgl. Künstner, Gerhard: *Teil 2 - Datenermittlung* in: REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V., *REFA in der Baupraxis* (s. Anm. 170), S. 36.

¹⁷² Vgl. Zimmermann, Josef: *Bauprozessmanagement - Baubetrieb* in: *Schneider Bautabellen für Ingenieure: Mit Berechnungshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Andrej Albert, 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 1.22 - 1.82, S. 1.62.

¹⁷³ Vgl. Zimmermann, Josef: *Bauprozessmanagement - Baubetrieb* in: Albert, *Schneider Bautabellen für Ingenieure* (s. Anm. 172), S. 1.62.

3.1.4 Ausführung und Organisation von Unternehmen

Nach dem instrumentellen Organisationsbegriff stellt die Organisation ein Mittel zur Bewältigung des aus Koordination und Motivation resultierenden Organisationsproblems bereit.¹⁷⁴ Die Prozesse der betrieblichen Leistungserstellung und Leistungsverwertung werden unter Berücksichtigung einer effizienten Ausführung strukturiert. Diese Koordination der betrieblichen Tätigkeit wird durch die Organisationsaufgabe der Unternehmensleitung vorgenommen.¹⁷⁵ In Anlehnung an KOSIOL bildet die Aufgabe als das Gefüge oder das Geschehen einer Unternehmung den Referenzpunkt aller organisatorischen Maßnahmen. Eine Analyse der Aufgaben in einem Unternehmen stellt die Grundlage für alle weiteren Überlegungen dar.¹⁷⁶

Die Gestaltung der Organisation wird durch die Aufbau- und Ablauforganisation charakterisiert.¹⁷⁷ In Anlehnung an KOSIOL ist die Ablauforganisation die Strukturierung derjenigen Arbeitsprozesse nach Raum und Zeit, die für eine Aufgabenerfüllung notwendig sind.¹⁷⁸ Die Ablauforganisation baut hinsichtlich der Regelung der Prozesse auf der Aufbauorganisation auf.¹⁷⁹

3.1.4.1 Aufgabenmerkmale als Bedingungsrahmen der Organisationsstruktur

Organisationsstrukturen besitzen nach PICOT et al. einen situativen Charakter. Hieraus ergibt sich, dass spezifische Randbedingungen bestimmte Organisationsstrukturen erfordern. Die Gestaltung einer Organisation zur effizienten Aufgabenerfüllung bedarf daher einer Systematisierung, die mögliche Bedingungen und Organisationsvariablen berücksichtigt. Die organisationsrelevanten Attribute der Unternehmensaufgabe beeinflussen die Gestaltung der Unternehmensorganisation. PICOT et al. nennen die fünf Aufgabendimensionen, die den Zusammenhang zwischen Aufgabe und Organisation beschreiben:¹⁸⁰

- Strukturiertheit,
- Veränderlichkeit,
- Häufigkeit,
- Ähnlichkeit,
- Spezifität.

Die Strukturiertheit einer Aufgabe gibt ein Maß wieder, in wie weit eine Problemstellung in exakte, einander eindeutig zuzuordnende Lösungsschritte zerlegt werden kann, und nimmt Einfluss auf

¹⁷⁴ Vgl. Picot, Arnold; Diel, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 27.

¹⁷⁵ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 98–99.

¹⁷⁶ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 41.

¹⁷⁷ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 101.

¹⁷⁸ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 33.

¹⁷⁹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 101.

¹⁸⁰ Vgl. Picot, Arnold; Diel, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 305–308.

die Möglichkeit zu einer Automatisierung und einer Formalisierung der zu erfüllenden Aufgaben (vgl. Tabelle 3-1).¹⁸¹

		Kenntnisse des Inputs	
		Exakt	Mangelhaft
Definition des Outputs	Exakt	1 "Produktionsfunktion", z. B. PKW-Wartung	2 Ermessensabhängiger Input, z. B. Entwicklung nach Pflichtenheft
	Mangelhaft	3 Ermessensabhängige Outputbeurteilung, z. B. Schulung zur Qualifikationssteigerung	4 Input und Output ermessensabhängig, z. B. Entwurf einer Werbekampagne

Tabelle 3-1: Merkmale der Strukturiertheit¹⁸²

Die Strukturiertheit wird nach Tabelle 3-1 durch die vier Ausprägungen hinsichtlich des Maßes der Kenntnisse des Inputs und der Definition des Outputs beschrieben. Bei hoch strukturierten Aufgaben ist das angestrebte Ergebnis als die erforderlichen Inputs und die Ursache-Wirkungs-Beziehungen, die zur Lösung führen, bekannt. Dementsprechend steigt mit Zunahme der Strukturiertheit auch die Genauigkeit der Festlegung vom Leistungssoll der Leistungserstellung. Im Gegensatz zu hoch strukturierten Aufgaben liegen diese Informationen bei gering strukturierten Aufgaben nicht vor. PICOT et al. bringen die Synonyme Programmierbarkeit, Definiertheit, Komplexität, Exaktheit oder Analysierbarkeit mit dem Begriff der Strukturiertheit in Verbindung.¹⁸³

Mit Hilfe des Maßes der Veränderlichkeit bzw. Unsicherheit einer Aufgabe wird die Menge und die Vorhersehbarkeit von Änderungen bei Qualitäten, Terminen, Mengen und Preisen im Zuge der Aufgabenerfüllung bestimmt. Bspw. stellen Nachfrageschwankungen oder Veränderungen in der Wettbewerbsintensität auf die Veränderlichkeit einer Aufgabe wirkende Einflussfaktoren dar.^{184 185}

PICOT beschreibt die beiden Kriterien Strukturiertheit und Veränderlichkeit als organisationsrelevante Grundmerkmale für eine Analyse auf erster Stufe. In Tabelle 3-2 wird in Form einer Vier-Felder-Matrix die Kombination beider Merkmale dargestellt.¹⁸⁶

¹⁸¹ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre: Band 2*, hrsg. v. Michael Bitz, 5. Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2014), S. 43–121, S. 61–62.

¹⁸² Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: Bitz, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre* (s. Anm. 181), S. 62.

¹⁸³ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: Bitz, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre* (s. Anm. 181), S. 61–62.

¹⁸⁴ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: Bitz, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre* (s. Anm. 181), S. 61–62.

¹⁸⁵ Vgl. Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht, 7.*, aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 306.

¹⁸⁶ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre: Band 2*, hrsg. v. Michael Bitz, 5. Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2014), S. 43–121, S. 61–62.

Veränderlichkeit Strukturiertheit	Gering	Hoch
	Hoch	1 Hoch strukturierte, stabile Aufgaben z. B. Buchhaltung, Stahlproduktion, Montagebänder
Gering	2 Schwach strukturierte, stabile Aufgaben z. B. Kunsthandwerk, Bildungsbetrieb, Fachhandel	4 Unstrukturierte, stark veränderliche Aufgaben z. B. Forschung und Entwicklung, strategische Planung, "high technology"

Tabelle 3-2: Grundtypen von Aufgaben nach Picot¹⁸⁷

Eine Differenzierung der Aufgabenuntersuchung wird durch die Parameter Häufigkeit und Ähnlichkeit möglich. Die Häufigkeit beschreibt ein Maß über das erwartete Volumen der in einem Zeitraum zu erstellenden Einheiten einer Aufgabenart. Je häufiger eine Aufgabe zu erbringen ist, desto größer sind Lern- und Größenvorteile, Spezialisierungseffekte und desto ausgeprägter sind Differenzierung, Delegation und Dokumentation im Unternehmen.¹⁸⁸ Der Einfluss der Häufigkeit auf die Organisation ergibt sich aus den Degressionsvorteilen oder aus den Economies of Scale aufgrund der Auswirkungen auf die Amortisationsdauer von Investitionen.¹⁸⁹

Das Kriterium der Ähnlichkeit berücksichtigt die Gleichartigkeit von Merkmalen innerhalb des Leistungsprogramms eines Unternehmens und bezieht sich auf die technologische Verwandtschaft in Bezug auf das Produktions- bzw. das Herstellungsverfahren und die Materialien sowie auf die marktliche Verwandtschaft hinsichtlich des Nachfrageverhaltens und der Kundenzielgruppen.^{190 191} Die Analogie umfasst nach KOSIOL die Art der im Zuge der Leistungserbringung erforderlichen Arbeitsschritte sowie die zur Aufgabenerfüllung erforderlichen sachlichen Hilfsmittel (Arbeitsmittel).¹⁹²

Die Spezifität einer Aufgabe als fünftes Merkmal wird als das Ausmaß definiert, in welchem der Nutzen, den eine erbrachte Leistung beim vorgesehenen Leistungsempfänger stiftet, sich von dem Nutzen unterscheidet, den ein Dritter bei Verwendung dieser Teilleistung hätte.^{193 194}

3.1.4.2 Aufbauorganisation

Zur Festlegung der Aufbauorganisation sind eine Aufgabenanalyse und eine Aufgabensynthese erforderlich. In der Aufgabenanalyse werden die zu verteilenden Aufgaben und die hierfür erforderlichen Arbeitsvorgänge identifiziert. Die Stellenbildung als Zusammenfassung von

¹⁸⁷ Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: Bitz, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre* (s. Anm. 181), S. 62.

¹⁸⁸ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: Bitz, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre* (s. Anm. 181), S. 62.

¹⁸⁹ Vgl. Picot, Arnold; Dieltl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 308.

¹⁹⁰ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre: Band 2*, hrsg. v. Michael Bitz, 5. Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2014), S. 43–121, S. 62–63.

¹⁹¹ Vgl. Picot, Arnold; Dieltl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 308.

¹⁹² Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 43–45.

¹⁹³ Vgl. Picot, Arnold: *Führungsfunktionen: Organisation* in: *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre: Band 2*, hrsg. v. Michael Bitz, 5. Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2014), S. 43–121, S. 55.

¹⁹⁴ Vgl. Picot, Arnold; Dieltl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 308.

Teilaufgaben zu wirtschaftlich sinnvollen Aufgabenkomplexen sowie die Aufgabenverteilung in einer Organisation erfolgen in der Aufgabensynthese.¹⁹⁵ Die Zerlegung der Gesamtaufgabe im Rahmen der Aufgabenanalyse wird nach den Kriterien Verrichtung, Objekt, Rang, Phase und Zweck vorgenommen (vgl. Tabelle 3-3).¹⁹⁶

Gliederungskriterien	Gliederungsergebnis
Verrichtung	Forschen, Bestellen, Montieren, Verkaufen usw.
Objekt	(Verschiedene) Tätigkeiten an Produkten A, B, C
Rang	Dispositive bzw. ausführende Tätigkeit
Phase	Planung, Ausführung, Kontrolle
Zweck	Primärer Betriebszweck (Leistungserstellung / Absatz) Sekundärer Betriebszweck (Rechnungswesen / Verwaltung)

Tabelle 3-3: Kriterien der Aufgabenanalyse¹⁹⁷

Im Zuge der Verrichtungsanalyse werden je eine Tätigkeit (Beschaffung, Produktion, Absatz) an verschiedenen Objekten (Produkt) und in der Objektanalyse verschiedene Tätigkeiten an je einem Objekt (Produkt) betrachtet (vgl. Tabelle 3-3).¹⁹⁸ Mit dem Gliederungskriterium Rang in Tabelle 3-3 wird der Komplex der Gesamtaufgaben in Entscheidungs- und Ausführungsaufgaben gegliedert, um die entsprechenden Aufgabenbestandteile in ein sachlich bedingtes Rangverhältnis zu bringen und die Aufgabenträger zu bestimmen. Das Gliederungsmerkmal Phase ermöglicht eine Betrachtung der Aufgabenerfüllung nach den Phasen Planung, Realisation und Kontrolle. Durch den Gliederungsgesichtspunkt Zweck werden Mittel-Zweck-Beziehungen von Teilaufgaben analysiert und in primäre sowie in sekundäre Aufgaben unterschieden.¹⁹⁹

Die Aufgabensynthese vereinigt in der Aufgabenanalyse identifizierte Teilaufgaben zu aufgabenteiligen und arbeitsteiligen Einheiten. Durch die Verknüpfung von Teilaufgaben wird die organisatorische Aufbaustruktur des Unternehmens gebildet.²⁰⁰

¹⁹⁵ Vgl. Picot, Arnold; Dieltl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 32–33.

¹⁹⁶ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 102–104.

¹⁹⁷ Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 103.

¹⁹⁸ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 103–104.

¹⁹⁹ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 53–62.

²⁰⁰ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 76–79.

3.1.4.3 Organisation des Arbeitsablaufs

In der Arbeitsanalyse und der Arbeitssynthese wird zur Bestimmung der Ablauforganisation der Arbeitsprozess hinsichtlich zeitlicher, räumlicher und personaler Gesichtspunkte untersucht.^{201 202} Der Begriff des Arbeitsprozesses umfasst nach KOSIOL die Erfüllung spezifischer Aufgaben, ohne dass die hierfür benötigten Bestimmungselemente (Verrichtung, Objekte, Arbeitsmittel, Raum und Zeit) hinreichend festgelegt sind. Zielsetzung bei der Gestaltung der Ablauforganisation ist die Minimierung der Durchlaufzeit aller Bearbeitungsobjekte durch das Unternehmen. Die Gestaltung der Prozesse unterliegt den Grenzen der Technologie und der spezifischen menschlichen Leistungsfähigkeit. Im Zuge von Arbeitsanalyse und Arbeitssynthese wird der Arbeitsprozess raumzeitlich strukturiert.²⁰³

Die Arbeitsanalyse stellt eine Erweiterung der Aufgabenanalyse mit Berücksichtigung des Erfüllungsmomentes dar. In der Arbeitsanalyse sind die Teilaufgaben im Hinblick auf ihre Erfüllung analytischer Arbeitsteile höchster Ordnung der Ausgangspunkt. Damit werden die Arbeitsteile bis zur niedrigsten Ordnung untergliedert, wodurch die Gesamtheit aller anfallenden und auf Aufgaben- und Arbeitsträger zu verteilenden analytischen Arbeitsteile beliebiger Ordnung dargestellt werden. Wie bei der Aufgabenanalyse können für die Durchführung einer Arbeitsanalyse die fünf Strukturierungsmerkmale Verrichtung, Objekt, Rang, Phase und Zweckbestimmung zu Grunde gelegt werden. KOSIOL benennt die beiden Prinzipien der Verrichtung und des Objektes als zentrale Gliederungskriterien der Arbeitsanalyse.²⁰⁴

Die Arbeitsganganalyse schließt an die Aufgabenanalyse und an die Arbeitsanalyse an.²⁰⁵ Der Arbeitsgang stellt einen spezifischen Arbeitsteil dar, der bei gegebener Arbeitsteilung durch ein Arbeitssubjekt an einem Arbeitsobjekt erbracht wird.²⁰⁶ Im Rahmen der Arbeitsganganalyse werden die Arbeitsteile als synthetischer Komplex (Arbeitsgang) als Ausgangspunkt für weitere Gliederungen in synthetische Teilarbeiten niedriger Ordnung zu Grunde gelegt.²⁰⁷ Für die Durchführung der Arbeitsganganalyse wird eine Gliederung der synthetischen Arbeitsteile nach dem Verrichtungsprinzip, den Arbeitsobjekten und den Arbeitsmitteln angewendet. Das Augenmerk der Arbeitsganganalyse ist auf der Herstellung eines Ordnungszusammenhangs des Arbeitsganges gerichtet, der für alle Bearbeitungsobjekte die kürzeste Durchlaufzeit bzw. für die Arbeitssubjekte mit den entsprechenden Arbeitsmitteln die optimale Beschäftigung

²⁰¹ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 115.

²⁰² Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 186–188.

²⁰³ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 185–188.

²⁰⁴ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 189–194.

²⁰⁵ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 189–190.

²⁰⁶ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 195–199.

²⁰⁷ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 189–190.

operationalisiert.²⁰⁸ Das Ergebnis der Arbeitsganganalyse ist die Bildung synthetischer Stellenaufgaben, die einem spezifischen Arbeitssubjekt zugewiesen werden.²⁰⁹

Die Arbeitssynthese verbindet sich mit der Aufgabensynthese und beschäftigt sich mit der Arbeitsverteilung, der Arbeitsvereinigung und der Raumgestaltung. Die Arbeitssynthese knüpft an die Arbeitsanalyse an, im Zuge derer Stellenaufgaben aus analytischen Teilaufgaben gebildet werden. Mit der Arbeitsverteilung werden mit der personalen Synthese die Frage der Leistungszuweisung an Personen (Arbeitssubjekte) beantwortet. Unter Berücksichtigung von subjektiven und objektiven Anforderungen wird den Aufgabenträgern eine spezifische Menge an Arbeitsgängen für einen bestimmten Zeitraum zugeordnet. Die Arbeitsvereinigung wird als temporale Synthese verstanden, bei der unter Berücksichtigung der Bestimmung und der Abstimmung von Arbeitsgangfolgen eine Leistungsabstimmung einzelner Arbeitssubjekte untereinander vorgenommen wird. Um eine optimale Durchlaufgeschwindigkeit aller Objekte zu bestimmen, wird im Zuge der lokalen Synthese die räumliche Anordnung der Arbeitsplätze sowie die Arbeitsplatzgestaltung ermittelt.²¹⁰

3.1.5 Budgetierung

Die dezentrale Steuerung von Organisationen kann über das Instrument der Budgetierung erfolgen, das als ergebniszielorientierter Plan begriffen wird. Dabei haben die Budgetverantwortlichen für eine bestimmte Zeitperiode mit einem spezifischen Verbindlichkeitsgrad eine vorgegebene Wertgröße einzuhalten. Die Budgetverantwortlichen sind jedoch nicht an konkrete Handlungsvariablen und -alternativen gebunden, vielmehr wird ihnen ein Handlungsrahmen ermöglicht. HORVÁTH identifiziert die Budgetierungsmerkmale Entscheidungseinheit, wie horizontale und vertikale Differenzierung (z. B. nach Funktion bzw. Ebenen), Geltungsdauer, Wertdimension (z. B. Ausgaben- oder Kostenbudget) sowie Verbindlichkeitsgrad, d. h. Budget mit strikter Ober- bzw. Untergrenze wie Etat oder Budget mit Vorgabe einer Orientierungsgröße.²¹¹ KÜPPER führt an, dass die Effizienz der Steuerungsfunktion wesentlich von der Flexibilität, der Beeinflussbarkeit und dem Zielausmaß abhängt und letzten Endes die Erreichbarkeit eines Budgets bestimmt.²¹²

WÖHE et al. fassen Budgetierung als ein Controllinginstrument, das verschiedene Funktionen aufweist. Mit Hilfe eines Budgets wird im Rahmen der Planung die zukünftige Unternehmensentwicklung bestimmt. Darauf aufbauend werden im Zuge von Koordinationsmaßnahmen die einzelnen Budgetvorgaben aus dem wertorientierten Unternehmensziel bestimmt, wodurch Engpässe bereits im Voraus identifiziert und Teilpläne aufeinander abgestimmt werden. Weiter übernehmen Budgetvorgaben infolge eines Ansporns zur Leistungssteigerung, z. B. Belohnung von Übererfüllung von Soll-Vorgaben, die Funktion der Motivation. Die Bestimmung von Soll-Vorgaben ermöglicht zugleich einen Soll-Ist-Vergleich

²⁰⁸ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 199–200.

²⁰⁹ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 189–190.

²¹⁰ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 190–191.

²¹¹ Vgl. Horváth, Péter; Gleich, Ronald; Seiter, Misha: *Controlling*, 13., komplett überarbeitete Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2015), S. 119–121.

²¹² Vgl. Küpper, Hans-Ulrich: *Controlling: Konzeption, Aufgaben, Instrumente*, 5., überarbeitete Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2008), S. 360.

diverser Kennzahlen, wodurch frühzeitig Planabweichungen erkannt und somit entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.²¹³

Die Budgetierung kann aufgrund einer dysfunktionalen Ausprägung auch auf Beteiligte Gefahren in sich bergen.²¹⁴ WÖHE et al. führen zum einen die Ausweichreaktionen der Budgetverantwortlichen und zum anderen die Vernachlässigung von Unternehmenszielen an. Die Vereinbarung von „komfortablen“ Budgetvorgaben (Budgetary slack), unsinnige Ausgaben zur Sicherung der bisherigen Budgetvorgaben, wie Budget wasting, oder das Unterlassen notwendiger Maßnahmen aufgrund von restriktiven Budgets, die sogenannte Budget-Schere schränken die ursprüngliche Zielsetzung der Budgetierung wesentlich ein. Ebenso verhindert das „Zahlenspiel“, als Number game begriffen, aufgrund einer begrenzten Sichtweise der Budgetverantwortlichen die Erschließung langfristiger Erfolgspotenziale. Ein weiterer möglicher Nachteil der Budgetierung ist im Budget-Egoismus der Budgetverantwortlichen zu identifizieren, aufgrund dessen positive Effekte auf andere Budgetbereiche durch die Budgetverantwortlichen vernachlässigt werden.²¹⁵

3.1.6 Kennzahlen und Prognosen als Beitrag zum Informations- und Wissensmanagement

Der Entscheidungsprozess auf Basis einer wissenschaftlich fundierten, rationalen Grundlage erfordert eine quantitative Erfassung des unternehmerischen Handelns. Hierfür werden Kennzahlen identifiziert, da sie einen wesentlichen Beitrag zum Informations- und Wissensmanagement leisten.²¹⁶ Kennzahlen stellen durch Operationalisierung wirtschaftlicher Tatbestände ein Mittel für die Unternehmensführung bereit, mit Hilfe dessen Zielformulierungen kontrollierbar werden. STAEHLE führt an, dass neben einer Untersuchung der Elemente eines Systems insbesondere eine quantitative Erfassung der Beziehungen der Elemente untereinander in Form von Beziehungszahlen bzw. Kennzahlen ein wesentlicher Informationslieferant ist.²¹⁷

STELLING kategorisiert die Aufgaben von Kennzahlensystemen in vier Gruppen. Während Abbildungsaufgaben tatsächliches und zukünftiges Geschehen darstellen, werden mit Informationsaufgaben eine schnelle Übermittlung sowie problembezogene Lenkung der Informationsbeschaffung ermöglicht. Im Zuge von Planungsaufgaben werden Simulationsmodelle bereitgestellt, mit denen mögliche Handlungskonsequenzen bewertet werden können. Eine Analyse von Ursachen und Schwachstellen wird mit Hilfe von Suchschema im Rahmen von Kontrollaufgaben vorgenommen.²¹⁸

²¹³ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 194–196.

²¹⁴ Vgl. Horváth, Péter; Gleich, Ronald; Seiter, Mischa: *Controlling*, 13., komplett überarbeitete Auflage (München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2015), S. 130.

²¹⁵ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 198–199.

²¹⁶ Vgl. Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 13–14.

²¹⁷ Vgl. Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 34–35.

²¹⁸ Vgl. Stelling, Johannes N.: *Kostenmanagement und Controlling*, 3., unveränderte Auflage (München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009), S. 275.

Die Auswahl und die Aufbereitung von Daten unterliegen spezifischen Prämissen. Neben einer einheitlichen Definition, Erzeugungsmethode sowie Gewinnung von Daten zu einem gleichen Zeitpunkt und einem gleichen Zeitraum sind eine sachlogische Gliederung von Daten und eine klare Trennung zwischen Mengen- und Wertgrößen erforderlich.^{219 220} Unter Berücksichtigung dieser Anforderungen stellen Kennzahlen ein Instrument des Managements bereit, mit Hilfe dessen eine Analyse des Unternehmens, die Planung des Betriebsgeschehens sowie die Steuerung des Betriebsablaufs und die Kontrolle des Betriebsergebnisses möglich sind.²²¹ STAEHLE stellt fest, dass Kennzahlen insbesondere ex-ante Betrachtungen zulassen und somit einen wesentlichen Bestandteil einer Prognose bilden.²²²

Die Voraussetzung einer jeden Planung ist in den aus Prognosen gewonnenen Informationen zu finden. Durch die Ableitung quasi kausaler Zusammenhänge auf der Grundlage vergangener Daten können mittels Prognosen Voraussagen für zukünftige Entwicklungen getroffen werden.²²³ ADAM charakterisiert Prognosen wie folgt:

„Außer einer informatorischen Abstützung der Planung dienen Prognosen mitunter einem anderen Zweck. Sie haben den Sinn, menschliche Verhaltensweisen zu hinterfragen und ein verändertes Verhalten zu induzieren. Ziel dieser Art von Prognosen ist es, die künftigen Konsequenzen bisheriger Verhaltensweisen aufzuzeigen. Die Absicht von Prognosen [...] ist es, sich selbst zu falsifizieren, indem Lernprozesse beim Menschen angeregt werden und auf diese Weise das erforderliche Problembewußtsein [sic!] für die Begrenztheit natürlicher Ressourcen (Energie, Rohstoffe, Wasser usw.) als Voraussetzung für Verhaltensänderungen geschaffen wird.“²²⁴

Es gibt die vier Arten von Prognosen zu verfolgende Ziele, mögliche Handlungsalternativen, künftige Bedingungen oder Daten sowie die Wirkungsweisen von Handlungen, die für den Erfolg einer Planung wesentlich sind. Es ist zu beachten, dass die Entwicklung prognostizierter Parameter nicht determiniert ist, weswegen ADAM im Kontext von Prognosen von Wahrscheinlichkeitsurteilen spricht.²²⁵

²¹⁹ Vgl. o. V.: *Les ratios au service de l'entreprise* (Paris: Société d'expertise comptable fiduciaire de France, 1955), S. 13–14. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 51.

²²⁰ Vgl. o. V.: *Les ratios outils de gestion* (Paris: Association Française des Conseillers de Direction, 1966), S. 26–27. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 51.

²²¹ Vgl. Batty, Joseph: *Management Accountancy: Including Financial Management and Control* (London: Macdonald & Evans Ltd., 1965), S. 374. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 59.

²²² Vgl. Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen* (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969), S. 90.

²²³ Vgl. Adam, Dietrich: *Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden*, 4., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, Gabler-Lehrbuch (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1997), S. 194–195.

²²⁴ Adam, Dietrich: *Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden*, 4., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, Gabler-Lehrbuch (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1997), S. 194.

²²⁵ Vgl. Adam, Dietrich: *Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden*, 4., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, Gabler-Lehrbuch (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1997), S. 194–195.

Prognosemodelle können qualitativer oder quantitativer Natur sein. Qualitative Prognosemodelle bauen unter Zuhilfenahme mathematischer Verfahren insbesondere auf menschlichem Wissen sowie Urteilsfähigkeit auf. Charakteristisch für qualitative Prognosemodelle ist der Einfluss subjektiver Wertungen zur Vorhersage von möglichen, künftigen Entwicklungen. Quantitative Prognosemodelle bauen allein auf Daten der Vergangenheit auf, um daraus allgemeine Grundsätze der Prognose abzuleiten. Quantitative Prognosemodelle untergliedern sich in Modelle auf Basis von Regressionstechniken wie Trend- und Indikatorenprognosen sowie Zeitreihendekompositionsverfahren und in Modellen auf der Grundlage von zeitübergreifender Erklärungsfunktionen wie Zeitdifferenzfunktionen.²²⁶

3.2 Normen und Regelwerke

3.2.1 Regelwerke des Straßenbetriebsdienstes von Bundesfernstraßen

Die Leistungen des Betriebsdienstes umfassen die Maßnahmen von Kontrolle, Prüfung, Wartung, Pflege und Kleinreparaturen.²²⁷ Die in der Betriebsphase erforderlichen Maßnahmen werden in Tabelle 3-4 in betriebliche und bauliche Unterhaltung abgegrenzt.²²⁸

Art der Erhaltungsmaßnahme		Maßnahme
Betriebliche Unterhaltung		<ul style="list-style-type: none"> - Bankettschneiden - Straßenabläufe reinigen - sonstige Reinigungsarbeiten (Müll beseitigen, Ölspuren entfernen, Grabendurchlässe reinigen) - Absperren von Gefahrenstellen - Freischneiden Lichtraumprofil und Sichtdreiecke
Bauliche Unterhaltung	Bauliche Unterhaltung (örtlich punktuell, kleinflächig)	<ul style="list-style-type: none"> - Kleinflächige Reparaturarbeiten (Asphalt, Pflaster Deckschichten ohne Bindemittel) - Vergießen von Rissen, Fugenpflege - Regulieren von Abläufen, Bordsteinen, Rinnen - Abfräsen von Verformungen
	Instandsetzung (großflächig)	<ul style="list-style-type: none"> - Dünnschichtbeläge (einschließlich Markierung) - Oberflächenbehandlung (einschließlich Markierung) - Einbau Deckschicht (einschließlich Bordstein und Rinnenregulierung, Markierung) - Regulierung von Pflaster- und Plattenbelägen - Gräben neu profilieren - Bankette fräsen
	Erneuerung	<ul style="list-style-type: none"> - Einbau Deckschicht + Binder (+ Tragschichten) - Neupflasterung mit Tragschichteinbau

Tabelle 3-4: Abgrenzung der Maßnahmen der Straßenerhaltung²²⁹

²²⁶ Vgl. Adam, Dietrich: *Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden*, 4., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, Gabler-Lehrbuch (Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1997), S. 195–197.

²²⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.5–0.6.

²²⁸ Vgl. Kommission Kommunaler Straßenbau: *Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden: FGSV 986*, Ausgabe 2004 986 (Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen, 2004), S. 13.

²²⁹ Vgl. Kommission Kommunaler Straßenbau: *Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden: FGSV 986*, Ausgabe 2004 986 (Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen, 2004), S. 13.

3.2.1.1 Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst mit Maßnahmenkataloge

Im Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst werden bundeseinheitliche Standards hinsichtlich der Leistungserbringung im Betrieb in Form von anforderungsorientierten Leistungsbeschreibungen sowie der Einführung einer Kosten- und Leistungsrechnung festgelegt. Dabei werden neben der Art der zu erbringenden Leistungen im Betrieb auch die Häufigkeit selbiger sowie die Verrechnung der einzelnen Maßnahmen bestimmt.²³⁰ Der Betriebsdienst gliedert sich in die sechs Leistungsbereiche Sofortmaßnahmen am Straßenkörper, Grünpflege, Wartung und Instandsetzung der Straßenausstattung, Reinigung, Winterdienst und Weitere Leistungen.²³¹

Sofortmaßnahmen am Straßenkörper dienen der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit, d. h. insbesondere der Gewährleistung von Sicherheit und Befahrbarkeit für den Nutzer sowie der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit der Straße. Diese Maßnahmen umfassen örtlich begrenzte Reparaturmaßnahmen kleineren Umfangs. Funktion und Zielsetzung von Grünpflegearbeiten sind die Sicherstellung der Verkehrssicherheit sowie die Erhaltung des Bauwerks durch Schutz vor Erosion. Dabei werden die Grünpflegearbeiten in intensive und in extensive Maßnahmen an Grasflächen, Gehölzflächen sowie an Einzelbäumen und Alleen differenziert und nach ihrer Wichtigkeit hinsichtlich der Zielsetzung priorisiert.²³² Der Begriff der Straßenausstattung beinhaltet Leit- und Schutzeinrichtung, Rastanlagen, elektrotechnische Anlagen sowie weitere Ausstattungen. Im dritten Leistungsbereich werden die Anforderungen an die Maßnahmen von Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung qualifiziert und nach ihrer Bedeutung zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit kategorisiert. In diesem Kontext umfassen Wartung und Instandhaltung örtlich begrenzte Reparaturarbeiten kleineren Umfangs.²³³ Im vierten Leistungsbereich des Leistungsheftes werden Reinigungsarbeiten wie die Beseitigung verkehrsbehindernder Verunreinigungen etwa von Verkehrsflächen beschrieben.²³⁴ Mit dem Leistungsbereich Winterdienst werden Aufgaben zur Vermeidung, Reduzierung oder Beseitigung von Verkehrsbehinderungen durch winterliche Einflüsse ausgeführt.²³⁵ Weitere Leistungen als sechster Leistungsbereich umfasst alle Leistungen, die nicht den Leistungen der Leistungsbereiche 1 bis einschließlich 5 unmittelbar zuordenbar sind, die aber dennoch unter die Leistungen des Straßenbetriebsdienstes fallen.²³⁶

Das Leistungsheft wird durch verschiedene Maßnahmenkataloge ergänzt. Im Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1 werden Grundlagen zur Umsetzung einer ergebnisorientierten Steuerung des Betriebsdienstes an Bundesfernstraßen geschaffen, die auf Meistereiebene umzusetzen sind. Die Leistungen im Basisnetz (Bundes-, Landes- und

²³⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.2–0.3.

²³¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.14.

²³² Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 1.2 und 2.3.

²³³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 3.2–3.3.

²³⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 4.2–4.3.

²³⁵ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 5.2–5.3.

²³⁶ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 6.2.

Kreisstraßen) werden exemplarisch nach ihrer Kostenhöhe aufgezählt. Hieraus geht hervor, dass Leistungen des Winterdienstes die höchsten Kosten aufweisen, gefolgt von der Instandhaltung und der Wartung der Straßenausstattung. Auswertungen bestandsdatenbezogener Kosten des Betriebsdienstes von exemplarischen Meistereien zeigen, dass Strukturunterschiede im Anlagenbestand dieser Meistereien bestehen (vgl. Abbildung 3-3).²³⁷

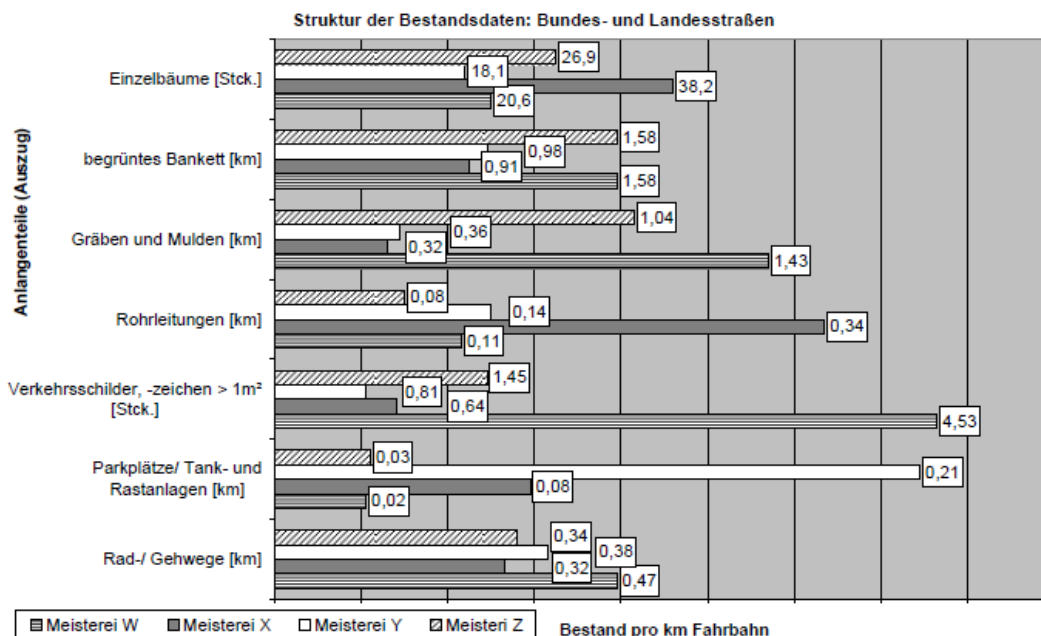


Abbildung 3-3: Vergleich des Anlagenbestandes einzelner Meistereien²³⁸

Aus Abbildung 3-3 wird ersichtlich, dass sich aufgrund der Unterschiede im Anlagenbestand jeder Meisterei eine spezifische Höhe und Struktur der Kosten von Bundes- und Landesstraßen ergeben. Es werden in MK 1 Anforderungen an die Planung der Leistungsmenge sowie operative und strategische Grundlagen zur Planung der für die Leistungserbringung erforderlichen Ressourcen, u. a. durch die Priorisierung der Leistungen nach Kriterien wie Umfang, Dringlichkeit oder Vorhersehbarkeit qualifiziert. Mit Hilfe der Definition von Kennzahlen sind der Anteil an Gesamtkosten, ein Soll-Ist-Vergleich der Leistungsmenge sowie die Effizienz durch den Vergleich von Kostenkennwerten der Leistung zu bestimmen, wodurch eine einheitliche Auswertung wesentlicher Leistungswerte ermöglicht wird.²³⁹

Im Maßnahmenkatalog M3 werden Anweisungen zur Erhebung des Anlagenbestandes von Straßen dargelegt, um einen eindeutigen Bezug zu den Leistungen des Leistungsheftes herzustellen sowie alle notwendig zu berücksichtigenden Leistungsspezifikationen abzubilden. Unter dem Anlagenbestand eines Netzes werden verkehrliche Anlagen, Straßenausstattung, Entwässerungsanlagen sowie Grünflächen eines Streckenabschnittes zusammengefasst. Für diese sind Bestandsdaten zur Lage, zu den Einheiten als Abrechnungseinheiten für die

²³⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW: *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern* (2006), S. 8–26.

²³⁸ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW: *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern* (2006), S. 10.

²³⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW: *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern* (2006), S. 8–26.

Erbringung der Leistungen des Leistungsheftes sowie zu den Objekteigenschaften (z. B. Art der Oberfläche) zu erheben.²⁴⁰

Mit dem Maßnahmenkatalog M 4 wird das allgemeine Vorgehen zur Ermittlung und zur Verrechnung der für den Betriebsdienst erforderlichen Produktionsfaktoren bestimmt. Neben einer einheitlichen Definition von Kostenarten wird den zuständigen Abteilungen eine generelle Systematik hinsichtlich der Kostenzuordnung bereitgestellt.²⁴¹

Für die im Leistungsheft definierten Leistungen stehen von BEKORS Empfehlungswerte zum Turnus der Leistungserbringung pro Jahr sowie ihre Mengeneinheit für Bundesautobahnen bereit. Ein Großteil der Leistungen verfügt über keine genauen Häufigkeitsangaben. Es werden vorrangig Häufigkeitsangaben zur Auftrittswahrscheinlichkeit bezogen auf eine spezifische Menge gegeben, z. B. Leistung „1.06 Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen“ mit einem Turnus von einem Schaden je zehn Bauwerke pro Jahr.²⁴²

3.2.1.2 RSA – Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen

Die im Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst bestimmten Leistungen sind entsprechend den Vorgaben in den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) abzusichern. Als Arbeitsstellen werden Verkehrsflächen bezeichnet, die vorübergehend für Arbeiten an, neben oder über der Straße, für Arbeiten an Leitungen in oder über der Straße sowie für Vermessungsarbeiten zum Schutz der Verkehrsteilnehmer abgesperrt sind. In RSA wird zwischen Arbeitsstellen von längerer Dauer (Dauer von mindestens einem Kalendertag) und Arbeitsstellen von kürzerer Dauer (Dauer von begrenzter Stundenzahl) unterschieden. Arbeitsstellen können stationär eingerichtet (z. B. Reparaturen an Schutzplanken, Beschilderungsarbeiten) oder kontinuierlich fortbewegt werden (z. B. Reinigungsarbeiten, Grasschnitt). Wesentliches Ziel bei Planung der Arbeitsstellen ist eine minimale Einschränkung der Verkehrsabwicklung hinsichtlich Dauer und räumlicher Ausdehnung.²⁴³

In Abhängigkeit der Straßenklasse sind spezifische Regelpläne anzuwenden. Für Bundesautobahnen gelten die folgenden Regelpläne:^{244 245 246}

²⁴⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund-/Länder-Arbeitskreis BEKORS: *Maßnahmenkatalog M3: Richtlinie zur Erhebung des Anlagenbestandes der Bundesfernstraßen* (2011), S. 5–24.

²⁴¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: *M 4: Richtlinie zur Ermittlung und Verrechnung von Kosten im Straßenbetriebsdienst an Bundesfernstraßen* (2006), S. 4–5.

²⁴² Vgl. Bund-/Länder-Arbeitskreis BEKORS: *PerLohn: Leistungskatalog, 01. August 2016* (2016), S. 1–26.

²⁴³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr: *Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn: Kirschbaum Verlag GmbH, 2017), S. 7–8.

²⁴⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr: *Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn: Kirschbaum Verlag GmbH, 2017), S. 87–139.

²⁴⁵ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 6/2014**: *Sachgebiet 07: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung - Sachgebiet 07.3: Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn, 2014); Technische Liefer- und Prüfbedingungen für transportable Warnschwellen (TLP-Warnschwellen 2014).

²⁴⁶ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 17/2009: Sachgebiet 07.3: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung; Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn, 2009); *Arbeitsstellen an Bundesautobahnen - Regelungen für Nachtbaustellen*.

- D I: Arbeitsstellen von längerer Dauer ohne Überleitung auf die Gegenfahrbahnen,
- D II: Arbeitsstellen von längerer Dauer mit Überleitung auf die Gegenfahrbahnen,
- D III: Arbeitsstellen von kürzerer Dauer,
- D IV: Arbeitsstellen als Nachtbaustellen.

Für jeden Regelplan sind Angaben zu Art und Anzahl von Verkehrszeichen (Beschilderung, Markierung, Absicherung und Beleuchtung) sowie zu Art und Anzahl erforderlicher Arbeitsfahrzeuge angegeben.^{247 248 249} Aufbauend auf den Anweisungen nach RSA werden diese Regelpläne durch die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr um die Belange der Arbeitssicherheit ergänzt.²⁵⁰ Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer gelten die folgenden Regelpläne (RSA-BY) in Bayern:²⁵¹

- D III BY: Arbeitsstellen von kürzerer Dauer (Tagesbaustelle),
- D IV BY: Arbeitsstellen von kürzerer Dauer (Nachtbaustellen).

3.2.1.3 Merkblätter für Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen

Im Merkblatt für Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen werden Verfahren, Anforderungen sowie Turnuswerte der Reinigung von Straßen von Ortsdurchfahrten ausgeführt.²⁵² Die Aufgaben, die Ziele und die Organisation von Grünpflegearbeiten werden im Merkblatt für den Straßenbetriebsdienst beschrieben.²⁵³

Im Merkblatt für den Winterdienst werden rechtliche Grundlagen, Ziele und Anforderungsniveau des Winterdienstes erläutert. Die erforderlichen Maßnahmen zu Schneeschutz und Winterglätte, mechanische Schneeabseiger sowie einzusetzende Fahrzeuge und die Organisation des Winterdienstes werden beschrieben. Es werden der Zeitraum und das von der Witterungssituation abhängige Qualitätsniveau des Winterdienstes aufgelistet sowie der Zeitbedarf für Räum- und Streueinsätze (inklusive Leerwege und Verlustzeiten) mit den

²⁴⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr: *Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn: Kirschbaum Verlag GmbH, 2017), S. 87–139.

²⁴⁸ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 6/2014**: *Sachgebiet 07: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung - Sachgebiet 07.3: Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn, 2014); Technische Liefer- und Prüfbedingungen für transportable Warnschwellen (TLP-Warnschwellen 2014).

²⁴⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 17/2009: Sachgebiet 07.3: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung; Arbeitsstellen an Straßen* (Bonn, 2009); *Arbeitsstellen an Bundesautobahnen - Regelungen für Nachtbaustellen*.

²⁵⁰ Vgl. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr: *Einführungserlass zu "Richtlinie für die Sicherung der Arbeitsstellen an Straßen; Autobahnen und autobahnähnlich ausgebauten Bundesstraßen; Regelpläne für Arbeitsstellen von kürzerer Dauer": 09. September 2016*.

²⁵¹ Vgl. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr: *Regelpläne für Arbeitsstellen kürzerer Dauer*, zuletzt geprüft am 28.01.2019, S. 1–22.

²⁵² Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen - Teil: Reinigung von Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1999), S. 5–11.

²⁵³ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Straßenbetriebsdienst - Teil: Grünpflege* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2006), S. 5–26.

entsprechenden mittleren Geschwindigkeiten je Straßenklasse und Anhaltswerte der Streumenge in Abhängigkeit der zu erwartenden Fahrbahntemperatur angegeben.^{254 255}

Mit den HKWES werden Anweisungen zu Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen an Außerortsstraßen gegeben. Die Ausführungen beschränken sich auf die betriebliche Perspektive, um eine langfristige Funktionsfähigkeit zu gewährleisten und schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden. Entwässerungseinrichtungen werden als ober- und unterirdische Einrichtungen zu Wasserableitungen sowie als Einrichtungen zur Rückhaltung und zur Behandlung inklusive zugehöriger Einleitungsstellen gegliedert. Kontrollen stellen Sicht- und Funktionsprüfungen dar, um offensichtliche Störungen und Beschädigungen an entsprechenden Entwässerungseinrichtungen festzustellen und im Bedarfsfall erforderliche Maßnahmen zur Beseitigung einzuleiten. Wartungs- und Pflegemaßnahmen sowie Kleinreparaturen umfassen örtlich begrenzte Arbeiten kleineren Umfangs zur unmittelbaren Gefahrenabwehr, um die Sicherheit und die Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten. Die Art von Kontrolle und Wartung an den entsprechenden Einrichtungen der Entwässerung sowie ihre spezifischen Intervalle werden festgelegt.²⁵⁶

3.2.2 Regelwerke zu Ingenieurbauwerken in der Betriebsphase

3.2.2.1 DIN 1076 – Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen

In DIN 1076 werden die Überwachung und die Prüfung von Ingenieurbauwerken hinsichtlich Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit geregelt. Als Ingenieurbauwerke werden Brücken, Tunnel, Trogbauwerke, Stützbauwerke sowie Lärmschutzbauwerke und sonstige Ingenieurbauwerke wie Rohr- und Bandstraßenbrücken bezeichnet. Ziel der regelmäßigen Prüfung und Überwachung sind die Erkennung und die Bewertung möglich eingetretener Mängel bzw. Schäden zur rechtzeitigen Ergreifung geeigneter Maßnahmen, um größere Schäden zu vermeiden oder die Verkehrssicherheit nicht nachhaltig zu beeinträchtigen. Die Hauptprüfungen, die einfachen Prüfungen sowie die Prüfungen aus besonderem Anlass sind von sachkundigen Ingenieuren in regelmäßigen Abständen durchzuführen. In Abhängigkeit von Art und Größe des zu prüfenden Bauwerks sind für die Prüfungen Hilfskräfte sowie entsprechende Geräte zur Verfügung zu stellen. Bei der Bauwerksüberwachung wird zwischen regelmäßigen Besichtigungen sowie der laufenden Beobachtung unterschieden.²⁵⁷ Während der Regelinspektion eines Bauwerks sind die Lager von Brücken nach DIN EN 1337-1 im Rahmen einer Sichtprüfung zu untersuchen sowie deren Zustand zu dokumentieren und zu beurteilen.²⁵⁸

²⁵⁴ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2010), S. 7–34.

²⁵⁵ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Praktische Empfehlungen für ein effektives Räumen und Streuen im Straßenwinterdienst* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011), S. 2–7.

²⁵⁶ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Hinweise zur Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen an Außerortsstraßen* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011), S. 1–19.

²⁵⁷ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999), S. 2–6.

²⁵⁸ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Lager im Bauwesen - Teil 1: Allgemeine Regelungen* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2018), S. 37–38.

3.2.2.2 RABT – Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln

Die Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) beinhalten Grundsätze, Hinweise und Kriterien für die Planung der Ausstattung von Straßentunneln sowie für deren Betrieb, um eine sichere Verkehrsführung zu gewährleisten sowie den Tunnelnutzer zu schützen. RABT ist für alle neuen für den Kraftfahrzeugverkehr bestimmten Straßentunnel ab einer geschlossenen Länge von 80 m anzuwenden. Als Straßentunnel werden ebenfalls teilabgedeckte unter- oder oberirdische Verkehrswege, oberirdische Einhausungen von Straßen, Kreuzungsbauwerke mit anderen Verkehrswegen sowie Galeriebauwerke deklariert. In RABT werden Maßnahmen im Zuge der Inbetriebnahme sowie der Veränderungen definiert. Tunnelinspektionen sind in einem Abstand von maximal sechs Jahren durch die Verwaltungsbehörde durchzuführen, um die Einhaltung der Bestimmungen nach RABT im entsprechenden Bauwerk sicherzustellen. Neben allgemeinen Grundlagen zur Organisation und zum Betrieb eines Tunnels werden die für eine ausreichende Sicherheit erforderlichen Anforderungen an die Einrichtungen und die Maßnahmen beschrieben.²⁵⁹

Die Instandhaltung der Tunnelausrüstung umfasst die Maßnahmen von Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Als Wartung betriebs- und sicherheitstechnischer Ausstattung werden insbesondere die Maßnahmen Nachstellen bzw. Justieren betriebstechnischer Einrichtung, funktionserhaltendes Nachfüllen oder Ersetzen von Betriebsstoffen, planmäßiges Austauschen von Verschleißteilen, Sicherstellung der Funktionalität der Tunnelentwässerung und ihrer Nebenanlagen sowie das Reinigen von betriebstechnischen Einrichtungen, Tunnelwänden und Verkehrsflächen, Türen, Rettungswegen sowie von Wasserversorgungs- und Entwässerungsanlagen verstanden.²⁶⁰

3.2.2.3 M KWPT – Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln

Das Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunnel (M KWPT) umreißt den erforderlichen Aufgabenumfang zur Kontrolle, zur Wartung und zur Pflege von Straßentunneln. Die Systematik und die Begriffe des Betriebsdienstes des Leistungsheftes²⁶¹ bilden die Grundlage in M KWPT. Die Maßnahmen von Kontrolle und Wartung werden in laufende Kontrolle im Zuge der Streckenwartung, in besondere Kontrolle des Ingenieurbauwerkes und der Flucht- und Rettungswege sowie in Kontrolle, Wartung und Pflege von Betriebsräumen, Entwässerungseinrichtungen, Dränageeinrichtungen, Grundwasserdükern, Technischer Ausrüstung und Löscheinrichtungen differenziert. Für die entsprechenden Betrachtungseinheiten werden die Maßnahmenart, wie Sichtkontrolle oder Funktionsprüfung, sowie ihr spezifischer Turnus eindeutig festgelegt. Einige Reinigungsmaßnahmen sind in der Wartung inbegriffen. Bei den Angaben handelt es sich um Richtwerte, die durch hersteller- und tunnelspezifische Angaben zu validieren sind. Im Tunnelquerschnitt sind Tunnelwände, Verkehrsflächen inklusive Markierungen, Schrammborde und Notgehwege, sonstige Ausstattungen mit Sicherheitsrelevanz

²⁵⁹ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2016), S. 1–3.

²⁶⁰ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2016), S. 65.

²⁶¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004).

wie Beschilderungen, Schachtdeckel, Tore, Türen und Nischenabdeckungen zu reinigen. Die Intervalle der Reinigung sind für jeden Tunnel spezifisch zu bestimmen. Flucht- und Rettungswege, Betriebsräume mit dazugehörigen Außenanlagen, Einrichtungen der Entwässerung und Dränage, Grundwasserdüker sowie die Technische Ausrüstung sind ebenfalls einer Reinigung zu unterziehen.²⁶²

3.2.2.4 RI-BWD-TU – Richtlinien für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln

Die Richtlinien für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) beinhalten Anweisungen zu Planung, Ausführung und Betrieb von Bergwasserdränagesystemen. Das Dränagesystem ist in regelmäßigen Intervallen zu inspizieren und zu warten. Die Maßnahmen sind, wenn möglich, miteinander zu verknüpfen. Im Rahmen der Inspektion sind zur Ermittlung des Versinterungsverhaltens die Revisionsschächte in regelmäßigen Intervallen zu untersuchen und Kamerabefahrungen durchzuführen. Nach einer Kamerabefahrung sind die Dränageleitungen zu spülen.²⁶³

3.2.2.5 Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen

Im Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen (FGSV 413) werden neben dem Aufbau, der Einsatzkriterien und der Bedarfsermittlung einer Taumittelsprühanlage eine Kosten-Nutzen-Abschätzung sowie technische Grundlagen der Installation und der Betrieb dieser Anlagen beschrieben.²⁶⁴

Taumittelsprühanlagen sollen bei winterlichen Witterungsbedingungen die Befahrbarkeit der Straßen sicherstellen, wodurch die Verkehrsfunktion und eine ausreichende Verkehrssicherheit gewährleistet werden.²⁶⁵ Die Gesamtkosten einer Anlage werden in Investitionen und in laufende Kosten differenziert. Die Überwachung einer Taumittelsprühanlage erfolgt als automatische Eigenüberwachung, deren Ergebnisse an die zuständige Meisterei übertragen werden, sowie in Form von visuellen Kontrollen der Taumittelsprühanlage bei der turnusgemäßen Streckenwartung der Meisterei. Die Anlage ist vor Wintereintritt durch den Hersteller selbst oder durch andere fachkundige Personen zu warten. Die Wartung umfasst eine Funktions- und Sichtprüfung der elektronischen und hydraulischen Bauteile und beinhaltet erforderliche Instandsetzungsmaßnahmen.²⁶⁶

²⁶² Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln - M KWPT* (Bonn: FGSV Verlag GmbH, 2015), S. 6–18.

²⁶³ Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen; Abteilung Brücken- und Ingenieurbau: *Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU)* (2007), S. 5–43.

²⁶⁴ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2009), S. 4–26.

²⁶⁵ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2009), S. 5–6.

²⁶⁶ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2009), S. 15–26.

3.3 Wirtschaftlichkeitsanalysen der betrieblichen Unterhaltung

3.3.1 Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes

DURTH setzt sich 1998 mit der Notwendigkeit und den Voraussetzungen der Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes auseinander. Seine Überlegungen zur Neuorganisation basieren auf einer Implementierung von Informationsinstrumenten zur Planung, Steuerung und Überwachung der Dienststellen, die mit einer Neuorganisation der Aufbau- und Arbeitsablaufstruktur der Dienststellen verbunden sind. Auf der Grundlage identischer Zielvorgaben für Unterhaltung und Betrieb wird ein Vergleich hinsichtlich der Aufgabenerfüllung der Baulastträger ermöglicht. Insbesondere untersucht DURTH die Arbeitsstruktur einer Straßenmeisterei und fasst zusammen, dass die Arbeitsstruktur einer Straßenmeisterei über den Jahresverlauf divergiert. Die Leistungen des Straßenbetriebsdienstes werden nach den Aufgabenmerkmalen Strukturiertheit und Veränderlichkeit in die vier Bereiche hoch strukturierte, stabile Aufgaben, schwach strukturierte, stabile Aufgaben sowie hoch strukturierte, stark veränderliche Aufgaben und unstrukturierte, stark veränderliche Aufgaben klassifiziert. Dabei werden die bauliche Unterhaltung, die Grünpflege, die Reinigung und der Winterdienst als Beispiele für Leistungen mit einem hohen Maß an Strukturiertheit genannt. Veränderliche Leistungen definiert DURTH als von Jahreszeiten bzw. spezifischen Zeitpunkten abhängige Maßnahmen, bspw. Winterdienst oder Leistungen im Rahmen von Schadensbehebungen.²⁶⁷

Mit einer Neuordnung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel Hessen beschäftigt sich HANKE. Im Rahmen einer Aufgabenkritik werden die Leistungen des Straßenbetriebsdienstes einer Analyse unterzogen. Die wesentlichen Untersuchungsergebnisse umfassen eine Reduzierung des Standards der Aufgabenwahrnehmung, eine Optimierung der Aufteilung der Arbeiten zwischen eigener Ausführung und Vergabe an Private sowie eine Optimierung der Aufgabenerledigung und eine Steigerung der Effektivität. Im Wesentlichen beinhalten diese Empfehlungen, dass nur diejenigen Aufgaben wahrzunehmen sind, die auch in das Spektrum der zu erbringenden Leistungen gehören. Insbesondere ist eine effektive Auslastung des vorhandenen Personal- und Fahrzeugbestands anzustreben.

Weitere Einsparpotenziale identifiziert HANKE in einer optimierten Abstimmung des Fahrzeug- und Gerätebestandes. Neben einer Aufgabenanalyse wird eine Untersuchung zur Standort- und Netzoptimierung vorgenommen. Die Höhe der durch den Straßenbetriebsdienst entstehenden Kosten einer Meisterei hängt vom entsprechenden Netzzuschnitt selbiger ab. Einflussfaktoren auf die Leistungen des Straßenbetriebsdienstes identifiziert HANKE in der Straßenklassifizierung, der Verkehrsstärke, der Lage im Ballungsraum, der Klimazone und der Topografie. Diese Wichtungsfaktoren bestimmen die Bemessung des Fahrzeug- und Personalstands einer Meisterei.²⁶⁸

Die Ansätze des New Public Managements werden durch die Einführung des Leistungsheftes im Jahr 2000 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

²⁶⁷ Vgl. Durth, Walter: *Der Straßenbetriebsdienst im Wandel: Notwendigkeit und Voraussetzungen der Neuorganisation* in: *Straße + Autobahn* 49 (1998), S. 5–9.

²⁶⁸ Vgl. Hanke, Horst: *Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes in Hessen* in: *Straße + Autobahn* 49 (1998), S. 10–15.

aufgegriffen (vgl. Kapitel 3.2.1.1). Zielsetzung ist die Implementierung eines Konzeptes zur wirtschaftlichkeitsorientierten Steuerung des Straßenbetriebsdienstes.²⁶⁹

ORBANZ entwickelt im Konsens zur Theorie des New Public Managements eine Methodik zur Bestimmung des Budgets zur baulichen Unterhaltung von Straßen, um die Informationsqualität zwischen den Beteiligten zu erhöhen. Die entwickelte Methodik berücksichtigt spezifische Einflussfaktoren des Netzes (z. B. Verkehrsstärke) sowie der Strecke selbst (z. B. Straßenzustand).²⁷⁰

Den Fortschritt zur Umsetzung der Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes umreißt PORWOLLIK. Die Ausführungen zeigen, dass deutliche Unterschiede in den Bundesländern in Bezug auf die Einführung einer ergebnisorientierten Steuerung des Straßenbetriebsdienstes im Jahr 2007 existieren. Diskrepanzen in der Umsetzung unter den Bundesländern bestehen u. a. in der Erfassung, der Pflege und der Verwaltung der Bestandsdaten oder in der Systematik der Kosten- und Leistungsrechnung.²⁷¹

3.3.2 Untersuchungen zu Aufgabenbereichen und zur Dimensionierung der Ausstattung einer Meisterei des Straßenbetriebsdienst

SCHMAUDER et al. nehmen eine Feldanalyse von Meistereien vor, um die Aufgabenbereiche und die Optimierungspotenziale von Meistereien auf Grundlage einer Anlagekonzeption der Gehöfte zu identifizieren. Die Aufgabenbereiche einer Meisterei werden in Führungsprozesse, Kernprozesse und Unterstützungsprozesse eingeteilt.²⁷² Die Erbringung der Aufgaben wird in einer Meisterei in Abhängigkeit von saisonalen Notwendigkeiten und aktuellen Bedürfnissen geplant. Bei der Einsatzplanung wird kein langfristiger Planungshorizont realisiert, da die Betriebstätigkeit einer Meisterei von unterschiedlichen Sachzwängen beeinflusst wird. Einflüsse auf die Organisation und die Planung der Leistungserbringung einer Straßenmeisterei identifizieren SCHMAUDER et al. in aktueller Verkehrs- und Wetterlage, Hereintragen von Aufgaben durch Dritte, Sofortaufgaben im Sinne von Feuerwehraufgaben, Verfügbarkeit der Fremdfirmen und des eigenen Personals, Zeitgrenzen für die Gehölzpflege, größeren Baustellen, Zeitbeschränkungen für die Durchführungen von Arbeiten im Verkehrsraum sowie Einsetzbarkeit eigener Fahrzeuge und Geräte.²⁷³

Eine durchschnittliche Autobahnmeisterei ist für eine Netzlänge von 75 km zuständig und besteht aus 13 bis 23 Straßenwärtern, ein bis zwei Handwerkern und drei bis fünf Mitarbeitern im Innendienst. Eine Straßenmeisterei betreut im Durchschnitt eine Netzlänge von 300 km. In dieser

²⁶⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW: *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern* (2006), S. 8–9.

²⁷⁰ Vgl. Orbanz, Dirk: *Budgetierung im Straßenbetriebsdienst: Bestimmungsfaktoren und der Einfluss von Straßenzustand und Verkehrsstärke* (Dissertation, Professur Baubetrieb und Bauverfahren, Bauhaus-Universität Weimar, Dezember 2012), S. 157–158.

²⁷¹ Vgl. Porwollik, Jürgen: *Stand der Umsetzung der ergebnisorientierten Steuerung des Betriebsdienstes in den Ländern* in: *Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2007*, hrsg. v. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV 002,89 (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2008), S. 1–9, S. 1–9.

²⁷² Vgl. Schmauder, Martin; Jung, Philipp; Paritschkow, Silke: *Anlagekonzeptionen für Meistereigehöfte: Optimierung von Arbeitsabläufen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 212 (Bergisch-Gladbach, 2012), S. 14–28.

²⁷³ Vgl. Schmauder, Martin; Jung, Philipp; Paritschkow, Silke: *Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebsdienst: Sommerdienst*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 238 (Bergisch-Gladbach, 2014), S. 64–66.

sind zehn bis 20 Straßenwärter, ein bis eineinhalb Handwerker sowie drei bis fünf Mitarbeiter in der Verwaltung tätig. Der Ressourcenbedarf bzgl. Personal, Fahrzeuge und Geräte ist für jede Straßenmeisterei spezifisch. Die Aufstellung des Ausstattungsbedarfs ist in Abhängigkeit der Jahresarbeitsplanung, einer Ressourcenabschätzung für die Eigenleistungserbringung und von Wirtschaftlichkeitsberechnungen vorzunehmen.²⁷⁴

3.3.3 Kommissionen zur Verkehrsinfrastrukturfinanzierung

Im Rahmen der drei Expertenkommissionen PÄLLMANN-Kommission²⁷⁵ im Jahr 2000, DAEHRE-Kommission²⁷⁶ im Jahr 2012 und BODEWIG-Kommission²⁷⁷ im Jahr 2013 werden Fragen zur Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung in Deutschland diskutiert.

Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung

Die Kommission „Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“, aufgrund des Vorsitzes von PÄLLMANN auch PÄLLMANN-Kommission genannt, wird auf Antrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) und im Einvernehmen des Bundesministeriums der Finanzen (BMF) 1999 einberufen. Anstoß der Gründung dieser Kommission ist die seit Beginn der 90er Jahre zunehmende Diskrepanz zwischen verfügbaren Haushaltsmitteln für die Verkehrsinfrastrukturfinanzierung, dem Mittelbedarf im Zuge einer qualifizierten Substanzerhaltung und des Ausbaus der Bundesverkehrswege. Ziel der Untersuchung ist angesichts der festgestellten Unterfinanzierung der Verkehrsinfrastruktur die Identifizierung von Möglichkeiten zur Finanzierung der Bundesverkehrswege außerhalb des Bundeshaushaltes. Untersuchungsgegenstand der PÄLLMANN-Kommission bilden die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße des Baulastträgers Bund, Länder und Gemeinden.²⁷⁸ Neben einer Analyse des Bestandsnetzes und der zukünftigen Netzentwicklung werden Untersuchungen zur Verkehrsbelastung sowie zur vorliegenden Substanz der untersuchten Verkehrsträger angestellt. Im Rahmen einer Gegenüberstellung verfügbarer und benötigter Mittel zum Erhalt, Neu- und Ausbau der Verkehrsträger führt die PÄLLMANN-Kommission eine jährliche Unterfinanzierung der untersuchten Verkehrsträger in Höhe von 7,5 Mrd. DM an. Für Bundesfernstraßen ergibt sich eine Finanzierungslücke pro Jahr von 4,0 Mrd. DM.²⁷⁹

Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung

Im Rahmen der Verkehrsministerkonferenz im Dezember 2011 wird die Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ mit DAEHRE als Vorsitzendem der Kommission einberufen. Die zu untersuchenden Verkehrsträger sind Straße, Schiene und Wasserstraße.²⁸⁰ In

²⁷⁴ Vgl. Hanke, Horst: *Teil I: Straßenbetriebsdienst* in: *Der Elsner 2018: Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen (Planung, Bau, Erhaltung, Verkehr, Betrieb)*, hrsg. v. Christian Lippold, 72. Auflage, revidierte Ausgabe (Dieburg: Otto Elsner Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2017), S. 1067–1200, S. 1083 und 1088.

²⁷⁵ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000).

²⁷⁶ Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012).

²⁷⁷ Vgl. Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig* (Berlin, 2013).

²⁷⁸ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000), S. 5 und 38.

²⁷⁹ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000), S. 8–28.

²⁸⁰ Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012), S. 4–6.

Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Straßenbaupolitik erarbeitet die DAEHRE-Kommission die Mittelhöhe hinsichtlich des Bedarfs und der Finanzierung zur baulichen Erhaltung sowie des Betriebs von Bundesfernstraßen und Landesstraßen. Es werden jährliche Kostenansätze für den Betrieb mit 1,27 €/m² von Bundesautobahnen, 1,09 €/m² von Bundesstraßen und 0,93 €/m² von Landesstraßen angegeben.²⁸¹ Zum Stand 2012 kommt die DAEHRE-Kommission auf ein jährliches Finanzierungsdefizit von Bundes-, Landes- und Kreisstraßen in Höhe von 2,55 Mrd. €.²⁸²

Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung

Mit der Kommission „Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“, auch BODEWIG-Kommission genannt, wird 2013 ein Ausschuss eingesetzt, um Ansätze zur Implementierung einer dauerhaften Struktur der Finanzierung unter Berücksichtigung einer auskömmlichen Versorgung und zugleich eines zielgenauen und effizienten Umgangs mit Finanzmitteln zu erarbeiten. Die BODEWIG-Kommission untersucht und bestimmt den jährlichen Mittelbedarf sowie die sich daraus ergebende Unterfinanzierung der Netze von Straßen, Eisenbahnen und Wasserstraßen. Die Analyse umfasst dabei auch Ingenieurbauwerke. Der jährliche Mittelbedarf pro Jahr zum Stand 2012 für den laufenden Erhalt und den Betrieb des Verkehrsträgers Straße wird für Bundesfernstraßen mit 3,7 Mrd. €, für Landesstraßen mit 1,55 Mrd. € und für Kommunalstraßen mit 6,25 Mrd. € sowie eine jährliche Unterfinanzierung für Bundesfernstraßen in Höhe von 0,80 Mrd. €, für Landesstraßen 0,45 Mrd. € und für Kreisstraßen 1,25 Mrd. € bestimmt.^{283 284}

3.3.4 Verfahren zur Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten

Zur Ermittlung und Prognose von Lebenszykluskosten von Verkehrsinfrastrukturprojekten existieren verschiedene Forschungsarbeiten. Für Brückenbauwerke gibt es Ansätze zur Lebenszykluskostenbetrachtung von RABE²⁸⁵, WITTKKE²⁸⁶, SCHMUCK und LÖFFLER²⁸⁷, ROSE²⁸⁸, FORKERT²⁸⁹ sowie HÖLZGEN²⁹⁰ und ZINKE²⁹¹, die sich primär mit den zukünftigen Investitionen von Brücken im Zuge von Instandsetzungsmaßnahmen in der Betriebsphase beschäftigen. Mit den

²⁸¹ Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012), S. 17–20.

²⁸² Vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre* (Berlin, 2012), S. 37.

²⁸³ Vgl. Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig* (Berlin, 2013), S. 4–6.

²⁸⁴ Vgl. Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig* (Berlin, 2013), S. 40.

²⁸⁵ Vgl. Rabe, D.: *Die Unterhaltung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken* in: *Bauingenieur* 56, Nr. 11 (1981).

²⁸⁶ Vgl. Wittke, Bernd: *Darstellung eines Verfahrens zur Beschreibung und Bewertung von Schadensfällen an Bauwerken im Hinblick auf eine Risikoabschätzung gezeigt an Spannbetonbrücken* (Dissertation, Fachbereich Konstruktiver Ingenieurbau, Technische Hochschule Darmstadt, 1986).

²⁸⁷ Vgl. König, Gert; Maurer, Reinhard; Zichner, Tilman: *Spannbeton: Bewährung im Brückenbau: Analyse von Bauwerksdaten, Schäden und Erhaltungskosten; mit 59 Tabellen*, BMFT – Risiko- und Sicherheitsforschung (Berlin: Springer, 1986).

²⁸⁸ Vgl. Rose, Karl: *Kosten der Erhaltung von Brückenbauwerken* (Dissertation, Fachgebiet Baubetrieb, Technische Hochschule Darmstadt, 1989).

²⁸⁹ Vgl. Forkert, Lothar: *Verfahren zur Prognose von Schadensentwicklungen bei einer kostenoptimierten Brückeninstandhaltung* (Dissertation, Institut für Baubetrieb und Informationsverarbeitung im Bauwesen, Technische Hochschule Darmstadt, 1989).

²⁹⁰ Vgl. Hölzgen, Michael: *Erhaltungskosten von Brücken: Ein Strategiemodell und ein Verfahren zur Berechnung der Kosten auf der Grundlage einer objektbezogenen Bedarfsermittlung* (Dissertation, Technische Hochschule Darmstadt, 1991).

²⁹¹ Vgl. Zinke, Tim: *Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken: Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte* (Dissertation, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Karlsruher Institut für Technologie, 2016).

für diese Arbeit relevanten Ansätzen zur Ermittlung von Lebenszykluskosten von Ingenieurbauwerken beschäftigen sich HEYMEL, JODL, HOLST, VOGT und ENGELHARDT.

Erhaltungsmanagement von Brücken nach HEYMEL

HEYMEL entwirft ein System des Erhaltungsmanagements, um verschiedene Strategien der Erhaltung bzw. Sanierungsszenarien zur Beeinflussung der Lebenszykluskosten zu untersuchen.²⁹² Als Maßnahmen der Erhaltung als ein Synonym der Instandhaltung umfasst HEYMEL die Bauwerksüberwachung und die Bauwerksprüfung sowie die Bauwerksunterhaltung. Die Bauwerksunterhaltung gliedert sich in Wartung, Pflege und Instandsetzung.²⁹³ Die zu Grunde gelegten Kostenkennwerte entstammen aus Beispielkalkulationen von Musterbauwerken. HEYMEL stellt im Rahmen verschiedener Instandsetzungsszenarien die kapitalisierten Investitionen gegenüber.²⁹⁴

Lebenszykluskosten von Brücken nach JODL

JODL beschreibt ein Modell^{295 296} zur einheitlichen Berechnung der Lebenszykluskosten von Brücken, um Alternativen auf Basis des Ablösemodells der ÖBB²⁹⁷ zur Optimierung von Lebenszykluskosten zu vergleichen. Im Modell werden zur Ermittlung der Lebenszykluskosten von Brückenbauwerken Baukosten, die durch die Errichtung des Bauwerks verursachten Verwaltungskosten, die Instandhaltungskosten und die Abbruchkosten ermittelt. Die bestimmten Lebenszykluskosten kapitalisiert JODL zum Betrachtungszeitpunkt der Ablösung. Im Berechnungsmodell werden die Instandhaltungskosten als jährlich wiederkehrender, gleichbleibender Prozentsatz der Errichtungskosten angesetzt. Die Abbruchkosten leitet JODL aus einem prozentualen Anteil der Bauwerkskosten ab.²⁹⁸

Tunnel-Management-System nach HOLST

Das von HOLST entwickelte Tunnel-Management-System verfolgt den Ansatz zur Optimierung der Aufwendungen für Betrieb und Unterhalt von Straßentunneln. Zielsetzung ist es, auf Grundlage einer Kategorisierung der Maßnahmen des Betriebes und der Unterhaltung die wirtschaftlich sinnvollste Strategie zu identifizieren. Die jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhaltung von Straßentunneln gibt HOLST in Prozent der Herstellungskosten an, deren Höhe vom Bauwerksalter abhängig sind. Mit zunehmendem Bauwerksalter, d. h. ab einem

²⁹² Vgl. Heymel, David: *Erhaltungsmanagement von Brücken: Methodische Analyse möglicher Strategien zur Optimierung des Lebenszyklus von Brücken* (Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008), S. 1–2.

²⁹³ Vgl. Heymel, David: *Erhaltungsmanagement von Brücken: Methodische Analyse möglicher Strategien zur Optimierung des Lebenszyklus von Brücken* (Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008), S. 8.

²⁹⁴ Vgl. Heymel, David: *Erhaltungsmanagement von Brücken: Methodische Analyse möglicher Strategien zur Optimierung des Lebenszyklus von Brücken* (Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008), S. 78–116.

²⁹⁵ Vgl. Jodl, Hans G.: *Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 1: Berechnungsmodell LZKB* in: *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010).

²⁹⁶ Vgl. Jodl, Hans G.: *Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 2: Software LZKB* in: *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010).

²⁹⁷ Vgl. Richtlinien zur Berechnung der Erhaltungskosten und Ablösebeträge von Ingenieurbauwerken, Straßen und Wegen sowie Altbauten im Straßen- und Wegebau, Österreichische Bundesbahnen (2006).

²⁹⁸ Vgl. Jodl, Hans G.: *Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 1: Berechnungsmodell LZKB* in: *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010), S. 221–229.

Bauwerksalter von 10 Jahren, steigen die jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhaltung von anfänglich 0,8 bis 1,0 % der Herstellungskosten auf 2,0 % der Herstellungskosten an.²⁹⁹

Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln nach VOGT

VOGT entwickelt einen Berechnungsalgorithmus zur Analyse und zur Visualisierung der Lebenszykluskosten von Straßentunneln, um Neuplanungen in frühen Projektphasen sowie Betriebsmodifizierung bestehender Tunnel unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu untersuchen.³⁰⁰ Im Modell nach VOGT wird das Bauwerk in Komponenten bzw. Module untergliedert, die mit theoretischen Nutzungsdauern sowie der daraus abgeleiteten Anzahl an Austauschvorgängen belegt sind. Den Komponenten weist VOGT Initialkosten, Betriebs- und Funktionserhaltungskosten sowie Austauschkosten zu. Die Betriebs- und Funktionserhaltungskosten werden in der Betriebsphase von Straßentunneln durch Betrieb, Inspektion, Wartung sowie Instandsetzung und Verbesserung verursacht und als Prozentsätze der Initialkosten ermittelt. Die Betriebs- und Funktionserhaltungskosten für Energie und für Instandhaltung werden einer weiteren Faktorisierung unterzogen. Zur Ermittlung der Lebenszykluskosten werden die Kosten über ein Intervall kapitalisiert.³⁰¹

Modulares Prozessmodell nach ENGELHARDT

ENGELHARDT beschäftigt sich mit der ökonomischen Optimierung von Tunnelbauwerken durch eine ganzheitliche Betrachtung der Herstellungskosten und der Folgekosten im Lebenszyklus.³⁰² Durch die Entwicklung eines modularen Prozessmodells strukturiert ENGELHARDT die Bauwerkstruktur in verschiedene Systemebenen. Auf tiefster Strukturebene des Modells werden die Bauteile eines Tunnels mit den erforderlichen Maßnahmen zur Erhaltung des Soll-Zustandes in der Betriebsphase und den entsprechenden Kosten belegt, dabei wird eine Differenzierung zwischen Erst- und Folgekosten vorgenommen.^{303 304} ENGELHARDT bestimmt die Lebenszykluskosten eines exemplarischen Mustertunnels. Die Quantifizierung dieser Kosten basiert demnach auf den spezifischen Eingangsgrößen des Mustertunnels.³⁰⁵

²⁹⁹ Vgl. Holst, Jorgen: *Optimization of Operation and Maintenance Activities and Costs for Road Tunnels based on experience* (Budapest, 2012), S. 7. Zitiert nach Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015), S. 36–37.

³⁰⁰ Vgl. Vogt, Peter: *Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten* (Dissertation, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum, 2012), S. 5–6.

³⁰¹ Vgl. Vogt, Peter: *Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten* (Dissertation, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum, 2012), S. 125–144.

³⁰² Vgl. Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015), S. 3–5.

³⁰³ Vgl. Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015), S. 89.

³⁰⁴ Vgl. Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015), S. 121–127.

³⁰⁵ Vgl. Engelhardt, Stephan: *Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln* (Dissertation, Institut für Baubetrieb, Universität der Bundeswehr München, 2015), S. 149–151.

3.3.5 EWS – Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen

In „Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen“ (EWS) werden Grundlagen sowie ein Bewertungsverfahren für eine Kosten-Nutzen-Analyse im Rahmen von Straßenbaumaßnahmen innerhalb und außerhalb bebauter Gebiete beschrieben. Die in EWS ausgewiesenen Kosten- und Nutzenkennwerte basieren entweder auf Marktpreisen oder orientieren sich an Marktpreisen von vergleichbaren im Markt existierenden Leistungen.³⁰⁶

Der Nutzen, eine der Wirkungen von Straßenbaumaßnahmen, tritt entweder positiv als Gewinn oder negativ als Verlust auf. Die Kosten untergliedern sich in Investitionskosten und in laufende Kosten. Investitionskosten entstehen infolge der Herstellung oder der Erneuerung einer Straße sowie durch Ausgleichsmaßnahmen zum Ausgleich erwarteter ökologischer Folgen oder zur Vermeidung weiterer negativer Auswirkungen wie Lärmbelastung.^{307 308} Als laufende Kosten werden ständig wiederkehrende Ausgaben für das Vorhalten der Straße sowie der Lenkung und der Sicherung des Verkehrs subsumiert.³⁰⁹ Diese Maßnahmen umfassen Sofortmaßnahmen sowie den baulichen und betrieblichen Unterhalt. Zum Preisstand 1995 werden durchschnittliche auf den Kilometer bezogene Grundwerte zu laufenden jährlichen Kosten von Straßen angegeben. Diese Grundwerte sind zur Berücksichtigung besonderer Aufwendungen für das jeweilige Betrachtungsobjekt aufzuschlagen.^{310 311} Die Grundwerte werden getrennt für die Straßenkategorien (Autobahnen, sonstige Außerortsstraßen, Innerortsstraßen, Sonstiges wie Brücken, Tunnel und Geh- und/oder Radwege) angegeben. In Abhängigkeit der Straßenkategorie bzw. des Ingenieurbauwerkes wird eine Unterteilung nach dem Straßentyp vorgenommen, in denen Streckenmerkmale wie Verkehrsstärke, Verkehrszusammensetzung und Geschwindigkeiten der Fahrzeuggruppen berücksichtigt werden.^{312 313}

3.3.6 ABBV – Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung

Die Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung (ABBV) beinhaltet im Falle eines Eigentumswechsels zwischen Straßenbaulastträgern die zu leistenden Ablösungsbeträge nach den Vorschriften des Eisenbahnkreuzungsgesetzes, des Bundesfernstraßengesetzes und des Bundeswasserstraßengesetzes. Es werden Ansätze zu Erhaltungskosten (Unterhaltungs- und Erneuerungskosten) sowie zur theoretischen Nutzungsdauer von Bauteilen für die Objekte Brücken, Tunnel, Trogbauwerke, Stützbauwerke, Lärmschutzbauwerke, sonstige Ingenieurbauwerke (z. B. Verkehrszeichenbrücken), Fahrwege von Eisenbahnen, Oberbau von

³⁰⁶ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 7.

³⁰⁷ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 8–10.

³⁰⁸ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 29.

³⁰⁹ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 8.

³¹⁰ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 17.

³¹¹ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 29–31.

³¹² Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 16–18.

³¹³ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 31.

Straßen und Wegen, Entwässerung und Ausstattung von Straßen und Wegen, zugehörige Geländer, Zäune, Mauern und Böschungsbefestigungen angegeben. Die theoretischen Nutzungsdauern stellen Erfahrungswerte dar.³¹⁴ Mit den Unterhaltungskosten werden alle Aufwendungen von Maßnahmen an den baulichen Anlagen zusammengefasst, die zur Erreichung der theoretischen Nutzungsdauer der baulichen Anlagen erforderlich sind. Die jährlich kapitalisierten absoluten Unterhaltungskosten ergeben sich aus der Multiplikation eines pauschalen Prozentsatzes der Unterhaltungskosten mit den Kosten der baulichen Anlagen (Herstellungskosten und anrechenbare Verwaltungskosten), dividiert durch einen Zinsfaktor zur Berücksichtigung der Kapitalisierung. Die Summe der kapitalisierten Unterhaltungskosten der baulichen Anlagen ergibt die kapitalisierten Unterhaltungskosten eines Objektes.³¹⁵

3.3.7 Wegekostenrechnung

Die Methodik der Wegekostenrechnung ist 1969 von der Arbeitsgruppe Wegekosten im Bundesverkehrsministerium entwickelt worden, um die Kosten infolge der Bereitstellung und der Nutzung der Wege des Straßen-, Binnen- und Eisenbahnschiffsverkehrs in Deutschland zu bestimmen.^{316 317 318 319} Zielsetzung der Wegekostenrechnung ist die Erfassung und die Anlastung von Kapitalkosten und laufenden Kosten als Bestandteil volkswirtschaftlicher Kosten, die für die Existenz und die Nutzung der Verkehrswege des Straßen-, Binnen- und Eisenbahnschiffsverkehrs anfallen.³²⁰

Wegekostenrechnung nach DIW

Die Verkehrswegekostenrechnung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) stellt eine betriebswirtschaftliche Gesamtkostenbetrachtung dar, bei der eine Bemessung und eine Fortschreibung der Vermögenswerte unter Berücksichtigung von Abschreibungen und Zinsen, die Ermittlung der Kapitalkosten sowie eine Bestimmung der laufenden Kosten für Unterhaltung,

³¹⁴ Vgl. Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz, ABBV, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (01. Juli 2010), S. 1–18.

³¹⁵ Vgl. Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz, ABBV, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (01. Juli 2010), S. 7–10.

³¹⁶ Vgl. Arbeitsgruppe Wegekosten im Bundesverkehrsministerium: *Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland* in: *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr*, Nr. 3 (1969); Zitiert nach Aberle, Gerd: *Verkehrswegerechnung und Optimierung der Verkehrsinfrastrukturnutzung: Problemanalyse und Lösungsvorschläge vor dem Hintergrund der EG-Harmonisierungsbemühungen für den Straßen- und Eisenbahnverkehr*, mit der Unterstützung von Michael Engel, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 6 (Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 1992), S. 3.

³¹⁷ Vgl. Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung: *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann* (Berlin, 2000), S. 39.

³¹⁸ Vgl. Holoher, Klaus Harald: *Wegerechnungen für Straßen: Untersuchung der grundlegenden Kostenrechnungsansätze und differenzierte Berechnung der Ausgabendeckung für das Straßennetz der Bundesrepublik Deutschland*, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 3 (Darmstadt: Tetzlaff Verlag im Hause Hoppenstedt, 1988), S. 17.

³¹⁹ Vgl. Aberle, Gerd: *Verkehrswegerechnung und Optimierung der Verkehrsinfrastrukturnutzung: Problemanalyse und Lösungsvorschläge vor dem Hintergrund der EG-Harmonisierungsbemühungen für den Straßen- und Eisenbahnverkehr*, mit der Unterstützung von Michael Engel, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 6 (Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 1992), S. 3.

³²⁰ Vgl. Stock, Wilfried; Bernecker, Tobias: *Verkehrsökonomie: Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft*, 2. Auflage (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2014), S. 120–128.

Betrieb, Verwaltung und Verkehrspolizei der Verkehrswege erfolgen.^{321 322} ENDERLEIN und KUNERT sowie LINK et al. bestimmen für die Jahre 1987 und 1997 Kapitalkosten und laufende Kosten von Straßen als Gesamtbetrachtung in [Mrd. DM]. Die Kapitalkosten werden in Abschreibungen und in kalkulatorische Zinsen aufgeschlüsselt. Die laufenden Kosten werden in Kosten von Unterhaltung, Betrieb und Verwaltung differenziert.^{323 324} LINK et al. unterscheiden bei ihrer Ermittlung der Wegekosten nach Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Bundesfernstraßen in [Mrd. €] für das Prognosejahr 2007. Die laufenden Kosten werden nicht weiter nach Kostenarten aufgeschlüsselt.³²⁵

Wegekostenrechnung nach Prognos / IWW

Die Arbeitsgemeinschaft Prognos / IWW führt 2002³²⁶ und 2007³²⁷ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen eine Wegekostenrechnung für Bundesfernstraßen in Deutschland durch. Die Methodik der Wegekostenrechnung von Prognos / IWW für das Jahr 2003 fußt wesentlich auf dem Verfahren des DIW.³²⁸ Im Rahmen der Wegekostenrechnung werden Kapitalkosten aus Abschreibungen und Kalkulationszins sowie laufende Kosten ermittelt. Untersuchungsgegenstand der Wegekostenrechnung von Prognos / IWW im Jahr 2002 bilden Strecken, Bauwerke und Knoten von Bauelementen der Verkehrsinfrastruktur. Zur Strecke werden Grunderwerb, Erdbau, Oberbau und Binderschicht gezählt. Ingenieurbauwerke umfassen Brücken, Tunnel sowie sonstige Ingenieurbauwerke wie Lärmschutzwände, Stützbauwerke, Verkehrszeichenbrücken und Durchlässe.³²⁹ Zusätzlich zu diesen Untersuchungsobjekten werden in der Wegekostenrechnung von 2007 die Wegekosten

³²¹ Vgl. Enderlein, Heinz; Kunert, Uwe: *Berechnung der Kosten und der Ausgaben für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1987*, Beiträge zur Strukturforschung 119 (Berlin: Duncker & Humblot, 1990), S. 10–12.

³²² Vgl. Enderlein, Heinz; Kunert, Uwe: *Berechnung der Kosten und der Ausgaben für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1987*, Beiträge zur Strukturforschung 119 (Berlin: Duncker & Humblot, 1990), S. 67–71.

³²³ Vgl. Enderlein, Heinz; Kunert, Uwe: *Berechnung der Kosten und der Ausgaben für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1987*, Beiträge zur Strukturforschung 119 (Berlin: Duncker & Humblot, 1990), S. 71.

³²⁴ Vgl. Link, Heike; Rieke, Heilwieg; Schmied, Martin: *Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 1997: Gutachten im Auftrage des Bundesverbands Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. und des Allgemeinen Deutschen AutomobilClubs (ADAC) e.V.* (Berlin, 2000), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Tabelle A-2; Zitiert nach Stock, Wilfried; Bernecker, Tobias: *Verkehrsökonomie: Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft*, 2. Auflage (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2014), S. 129.

³²⁵ Vgl. Link, Heike; Kalinowska, Dominika et al.: *Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 2007: Endbericht*, DIW Berlin: Politikberatung kompakt 53 (Berlin: DIW, 2009), Tabellenanhang, S. 3.

³²⁶ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja et al.: *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

³²⁷ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner et al.: *Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland: Endbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2007), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

³²⁸ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja et al.: *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, S. 26.

³²⁹ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja et al.: *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, S. 36–41.

von bewirtschafteten und unbewirtschafteten Rastanlagen sowie von Meistereien bestimmt.³³⁰ Die Kosten der betrieblichen Unterhaltung (Wartung), der baulichen Unterhaltung und Instandsetzungen (Oberflächenbehandlungen und Dünnschichtbeläge), die Kosten von Verwaltung und Polizei sowie die Kosten von Erhebungssystemen der Autobahnbenutzungsgebühr werden als laufende Kosten definiert.³³¹ Für die Jahre 2003, 2005, 2010 und 2012 werden laufende Kosten des Betriebes von Bundesautobahnen und von Bundesstraßen in [Mio. €] aufgeschlüsselt nach den Kostenarten angegeben.^{332 333}

Wegekostenrechnung nach KORN et al.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur ermitteln KORN et al. die Wegekosten für die Jahre 2013 bis 2017. Die im Rahmen der Wegekostenrechnung untersuchten Objekte von Bundesfernstraßen der Verkehrsinfrastruktur werden als Infrastrukturelemente bezeichnet. Diese Infrastrukturelemente umfassen Grunderwerb, Erdbau, Oberbau, Brücken, Tunnel und Trogbauwerke, Lärmschutz- und Stützbauwerke, Verkehrszeichenbrücken, Meistereien sowie unbewirtschaftete und bewirtschaftete Rastanlagen.³³⁴ Für Bundesfernstraßen werden die Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung, die Kosten für den verbleibenden Betriebsdienst, die Kosten für Koordination und Verwaltung sowie die Kosten des Mauterhebungssystems und die Kosten für die Verkehrspolizei in [Mrd. €] differenziert nach Straßenklassen und Prognosejahr aufgelistet. Zur Bestimmung der Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung werden die prozentualen Unterhaltungssätzen nach ABBV herangezogen. Die Kosten des Winterdienstes und die sonstigen laufenden Kosten von Grünpflege, Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung sowie Reinigung werden prozentual von den im Bundeshaushalt veranschlagten Betriebsdienstkosten ermittelt. Die Kosten des Mauterhebungssystems von Bundesfernstraßen für den Prognosezeitraum zwischen 2013 und 2017 werden auf Basis der Vergütung des für das Mauterhebungssystem zuständigen Konsortiums abgeleitet. Da in den Haushalten der Länder keine Differenzierung der Kosten für Polizei und Sicherheit erfolgt, werden unter Berücksichtigung vorliegender Informationen zur Verteilung der Gesamtausgaben für Ordnung und Sicherheit sowie zur Zuordnung der Ausgaben

³³⁰ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner et al.: *Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland: Endbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2007), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, S. 32.

³³¹ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja et al.: *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, S. 65–66.

³³² Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja et al.: *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, S. 146–151.

³³³ Vgl. Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner et al.: *Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland: Endbericht, FE-Nr. 96.693/2001* (Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2007), Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, S. 57–66.

³³⁴ Vgl. Korn, Michael; Leupold, Andreas et al.: *Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017: Endbericht, 25. März 2014* (Berlin, 2014), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, S. 15–23.

für Verkehrspolizei in Abhängigkeit der Straßenkategorie Annahmen zur Höhe der Kosten für die Verkehrspolizei für Bundesfernstraßen getroffen.³³⁵

3.3.8 Auswertung von Ist-Kosten von Bundesfernstraßen

3.3.8.1 Status quo von Betriebskosten von Bundesfernstraßen

Auf der Basis der Haushaltspläne von 2008 bis 2018 des Bundesministeriums der Finanzen und der Längenstatistik des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur³³⁶ werden die eingestellten Soll-Ausgaben des Titels „Betriebsdienst (Bundesautobahnen)“ des Einzelplanes 12 sowie der zu unterhaltende Bestand von Bundesautobahnen untersucht und deren Entwicklung in Abbildung 3-4 dargestellt.

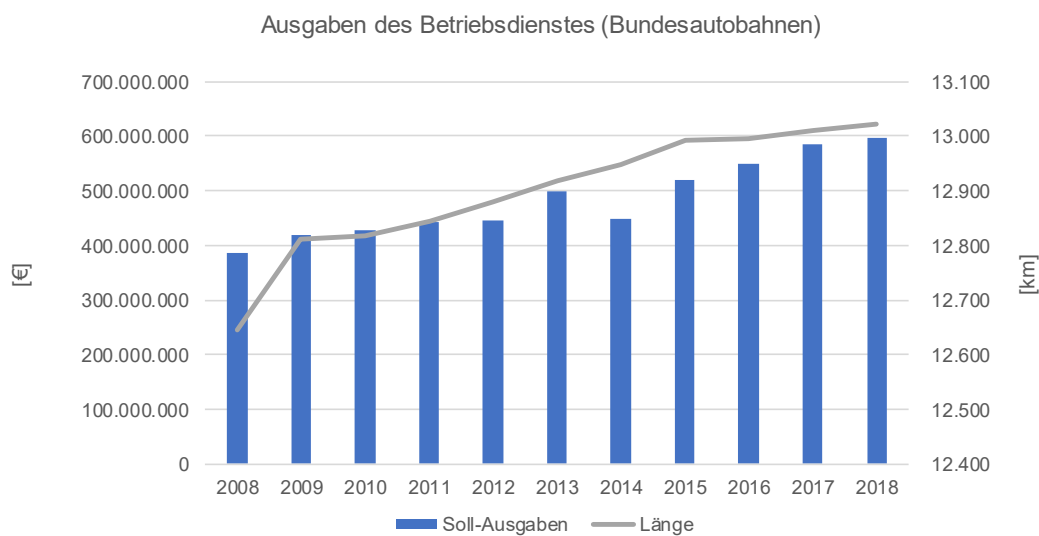


Abbildung 3-4: Entwicklung der Ausgaben des Titels „521 11-721 Betriebsdienst (Bundesautobahnen)“ der Haushaltspläne von 2008 bis 2018³³⁷

³³⁵ Vgl. Korn, Michael; Leupold, Andreas et al.: *Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017: Endbericht*, 25. März 2014 (Berlin, 2014), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, S. 97–108.

³³⁶ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Verkehr in Zahlen 2018/2019: 47. Jahrgang* (Flensburg: Druckereiverbund BMVI, 2018).

³³⁷ Auf der Grundlage von Daten von Bundesministerium der Finanzen: *Haushaltsrechnung und Vermögensrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2008 (Jahresrechnung 2008)*, zuletzt geprüft am 15.04.2019, S. 894; Bundesministerium der Finanzen: *Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2009*, zuletzt geprüft am 15.04.2019, S. 911; Bundesministerium der Finanzen: *Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2010*, zuletzt geprüft am 15.04.2019, S. 920; Bundesministerium der Finanzen: *Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2011*, zuletzt geprüft am 15.04.2019, S. 958; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: *Bundshaushaltsplan 2012: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 103; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: *Bundshaushaltsplan 2013: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 125; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundshaushaltsplan 2014: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 127; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundshaushaltsplan 2015: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 127; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundshaushaltsplan 2016: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 16; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Bundshaushaltsplan 2017: Einzelplan 12*, zuletzt geprüft am 12.04.2019, S. 13; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Bundshaushaltsplan 2018,“ S. 14; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Verkehr in Zahlen 2018/2019: 47. Jahrgang* (Flensburg: Druckereiverbund BMVI, 2018), S. 101.

Aus Abbildung 3-4 sind die Soll-Ausgaben des Betriebsdienstes von Bundesautobahnen der entsprechenden Haushaltspläne als blau gefüllte Balken sowie die Entwicklung des Bundesautobahnnetzes gemäß der Längenstatistik als graue Linie von 2008 bis 2018 zu entnehmen. Es wird ersichtlich, dass sich die bereitgestellte Mittelhöhe des Titels, insbesondere im Intervall von 2012 bis 2018, nicht proportional zur Netzentwicklung von Bundesautobahnen verhält.

In den Verkehrsinvestitionsberichten der Jahre 2014 bis 2016 werden auf den Kilometer bezogene Kosten der sechs Leistungsbereiche des Straßenbetriebsdienstes angegeben. Diese in Abbildung 3-5 dargestellten normierten Kosten verändern sich über die Jahre je nach Leistungsbereich in unterschiedlich starker Höhe.³³⁸

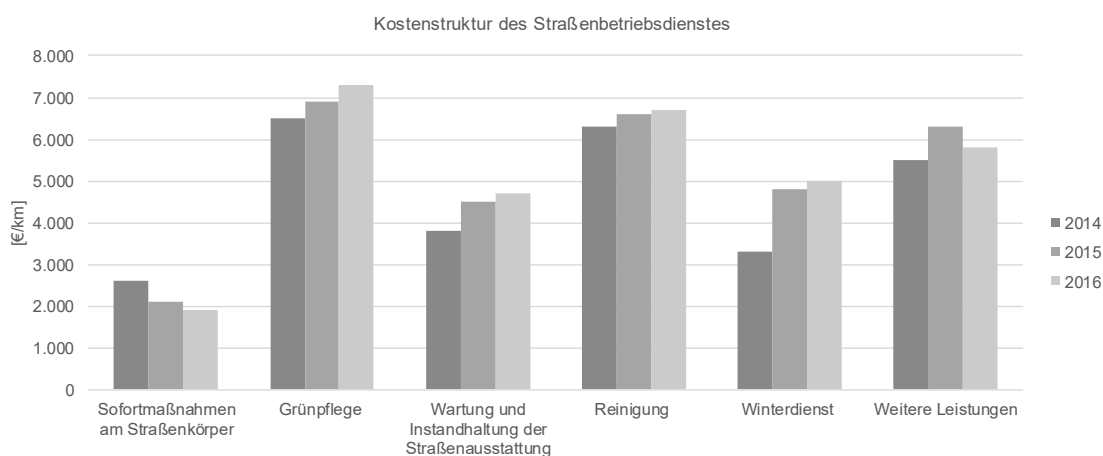


Abbildung 3-5: Kostenstruktur des Straßenbetriebsdienstes³³⁹

In Elsner wird für Bundesautobahnen und Bundesstraßen im Jahr 2015 ebenfalls eine allgemeine prozentuale Kostenverteilung der sechs Leistungsbereiche des Straßenbetriebsdienstes und der baulichen Unterhaltung angegeben. Die Leistungsbereiche Weitere Leistungen mit 29 %, Reinigung mit 25 % und Grünpflege mit 24 % nehmen mehr als ein Drittel der Gesamtkosten an Bundesautobahnen ein. Folglich bilden die Leistungsbereiche Winterdienst mit 10 %, Wartung und Instandhaltung mit 9 % und die bauliche Unterhaltung mit 3 % die geringeren Kostenpositionen.³⁴⁰

³³⁸ Auf der Grundlage von Daten von Deutscher Bundestag: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2014*, Drucksache 18/8800, 18. Wahlperiode, zuletzt geprüft am 16.04.2019, S. 213; Deutscher Bundestag: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2015*, Drucksache 18/12764, 18. Wahlperiode, S. 211; Deutscher Bundestag: *Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2016*, Drucksache 19/2650, 19. Wahlperiode, zuletzt geprüft am 16.04.2019, S. 198.

³³⁹ Auf der Grundlage von Daten von Deutscher Bundestag, „Unterrichtung durch die Bundesregierung,“ S. 213; Deutscher Bundestag, „Unterrichtung durch die Bundesregierung,“ S. 211; Deutscher Bundestag, „Unterrichtung durch die Bundesregierung,“ S. 198.

³⁴⁰ Vgl. Hanke, Horst: *Teil I: Straßenbetriebsdienst* in: *Der Elsner 2018: Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen (Planung, Bau, Erhaltung, Verkehr, Betrieb)*, hrsg. v. Christian Lippold, 72. Auflage, revidierte Ausgabe (Dieburg: Otto Elsner Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2017), S. 1067–1200, S. 1078.

3.3.8.2 Betriebskosten zur betrieblichen Unterhaltung von Bundesautobahnen von ausgewählten Bundesländern

Im Rahmen dieser Untersuchung werden Daten zu Betriebskosten des Straßenbetriebsdienstes, d. h. nur Einzelkosten, von Bundesautobahnen in einem Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2016 von 65 Autobahnmeistereien von vier Bundesländern in Deutschland erhoben. Jede dieser Autobahnmeistereien ist für ein spezifisches Netz des Gesamtnetzes von Bundesautobahnen verantwortlich. Bei einem Bundesautobahnnetz von circa 13.000 Kilometer zum Stand 31.12.2017³⁴¹ beziehen sich die für die Untersuchung vorliegenden Daten zu Betriebskosten auf rund 35 % des gesamten deutschen Bundesautobahnnetzes. Die Länder der vorliegenden Daten verteilen sich über das Bundesgebiet in Deutschland und werden aufgrund von Vertraulichkeit anonymisiert.

Die Auswertung der vorliegenden Daten der Länder ergibt, dass Unterschiede in der Definition sowie in der Tiefe der Leistungen des Straßenbetriebsdienstes vorliegen, da die Definitionen der Leistungspositionen im Leistungsheft³⁴² nach Ermessen der Länder präzisiert und damit verändert werden können. Aus der Untersuchung der erhobenen Daten geht bspw. hervor, dass einzelne Länder die Wartung und die Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen, betriebstechnischen Anlagen von Tunneln, Pumpanlagen, Wechselverkehrszeichenanlagen, Taumittelsprühanlagen sowie von Straßenzustands- und Wetter-Informationssystemen zu einer Position „Wartung und Instandhaltung von Elektrotechnischen Anlagen“ zusammenfassen. Die Mäharbeiten werden in der Positionsaufstellung anderer Länder, entgegen der Definition des Leistungsheftes³⁴³, in Mäharbeiten mit Duo- oder Triomäher aufgespalten.

Daten zu Art und Menge von Elementarfaktoren, Kostenkennwerten und Aufwandswerten infolge einer Erbringung der betrieblichen Unterhaltung, die durch die Organisationseinheiten generiert werden (können), werden unter den Ländern, d. h. auf nationaler Ebene, nicht veröffentlicht. Auf Basis der erhobenen Daten zu den Betriebskosten des Straßenbetriebsdienstes der Bundesländer wird eine Kostenauswertung auf Ebene der Länder und der Autobahnmeistereien vorgenommen. In Abbildung 3-6 werden die auf den Bewertungskilometer bezogenen gesamten Betriebskosten von drei Bundesländern zwischen 2012 und 2016 dargestellt, die durch die Erbringung des Straßenbetriebsdienstes gemäß Leistungsheft verursacht wurden.

³⁴¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: *Verkehr in Zahlen 2017/18: 46. Jahrgang*, 45., aktualisierte Neuauflage, revidierte Ausgabe (Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2017), S. 102.

³⁴² Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 0.15.

³⁴³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 2.1.

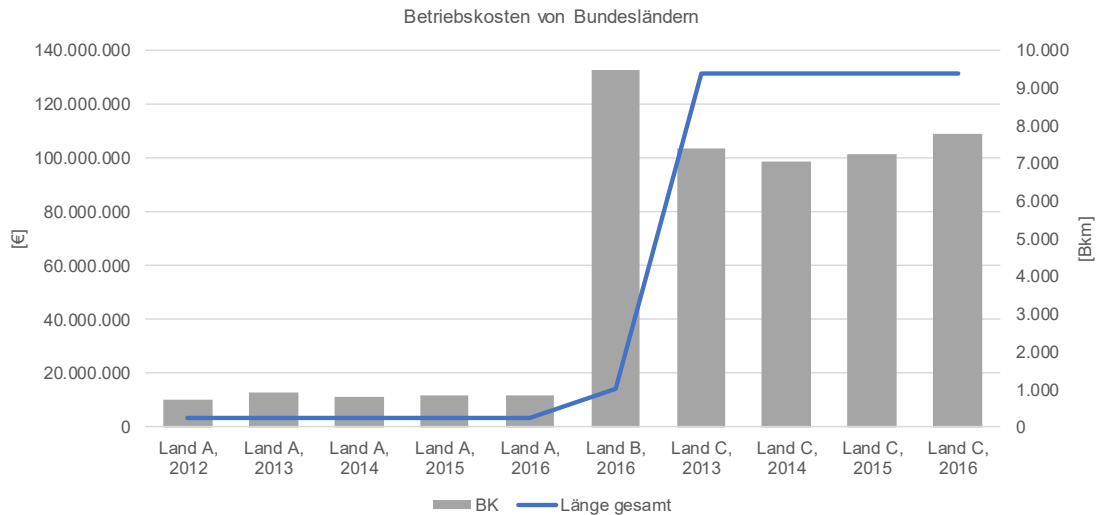


Abbildung 3-6: Gesamte Betriebskosten von ausgewählten Bundesländern zwischen 2012 bis 2016

Auf der Abszisse in Abbildung 3-6 werden die Länder mit entsprechendem Bezugsjahr angetragen und auf der linken Ordinate die gesamten Betriebskosten der Länder sowie auf der rechten Ordinate die Bewertungskilometer. Aufgrund der Datenverfügbarkeit beziehen sich die dargestellten Betriebskosten nicht von allen Ländern auf die Jahre von 2012 bis einschließlich 2016. Die grau gefüllten Balken in Abbildung 3-6 stellen die gesamten Betriebskosten der Bundesländer A, B und C dar. Mit dem blauen Graph in Abbildung 3-6 werden die Längen des Bewertungskilometers des jeweiligen Bezugsjahres abgebildet. Über die Dimension des Bewertungskilometers berücksichtigen die Länder in der Erfassung ihrer Betriebskosten die spezifische Anzahl der Fahrspuren eines Querschnittes innerhalb eines Netzes. Als Bezugsgrundlage wird von einem Regelquerschnitt mit zwei Fahrspuren je Fahrbahnrichtung ausgegangen. Bei jeder weiteren Fahrspur je Fahrbahnrichtung wird die zu unterhaltende Länge mit dem Faktor 0,5 bezuschlagt. Wie aus Abbildung 3-6 ersichtlich wird, verhalten sich die grau gefüllten Balken weder im Vergleich innerhalb der Länder noch unter den Ländern proportional zur Bewertungslänge.

In Abbildung 3-7 werden die normierten Betriebskosten der Leistung „Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen“ von 43 Autobahnmeistereien (AM) von drei Ländern zwischen 2013 und 2016 dargestellt.

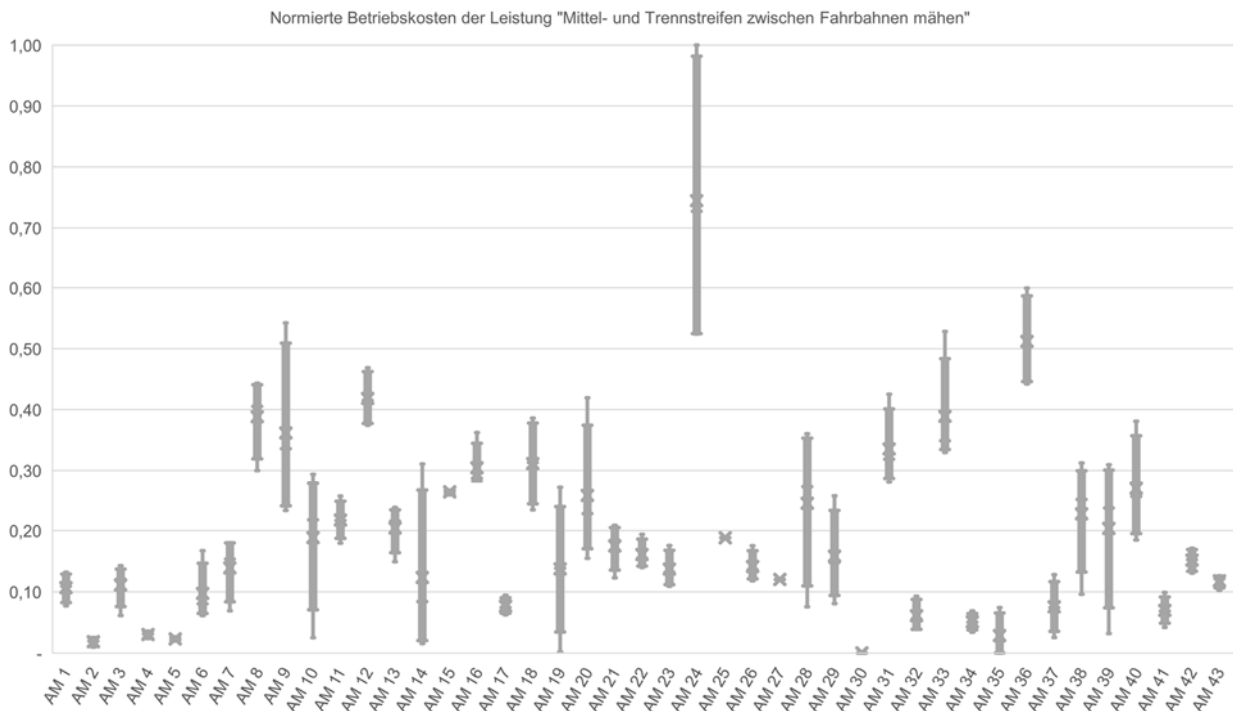


Abbildung 3-7: Normierte Betriebskosten von „Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen“ von Autobahnmeistereien von 2013 bis 2016

Die Betriebskosten der Leistung werden auf die maximalen Betriebskosten der Grundgesamtheit in Abbildung 3-7 normiert. Innerhalb der in Abbildung 3-7 dargestellten Autobahnmeistereien liegen Schwankungen der normierten Betriebskosten von mehr als 50 % vor (z. B. AM 9, AM 14 oder AM 24).

3.3.9 Forschungsberichte zu ausgewählten Betriebskosten der Verkehrsinfrastruktur

3.3.9.1 Quantifizierung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076

Zur Quantifizierung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 liegen Berechnungsverfahren des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie des Vereins zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieuren der Bauwerksprüfung (VFIB) vor.

Bauwerksprüfung nach DIN 1076 nach BMVBS

Das BMVBS hat von 2.500 Brückenbauwerken Kosten der Bauwerksprüfung bei den Bundesländern erfragt sowie den in DIN 1076 definierten Prüfungsarten verschiedene Leistungsbilder zugeordnet. Die Prüfungsarten einfache Prüfung, zyklische Hauptprüfung, Hauptprüfung sowie Prüfung aus besonderem Anlass werden in die Leistungsbilder E, H, H1/H2 und S differenziert. Bei den vorliegenden Prüfkosten handelt es sich sowohl um Bauwerksprüfungen mit eigenem Personal als auch um Bauwerksprüfungen, die von Dritten erbracht werden.³⁴⁴ Prüfkosten von Tunnelbauwerken sind aufgrund des zu Brückenbauwerken

³⁴⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013), S. 61–69.

verglichen geringeren Bestands nicht Gegenstand der Erfassung und der Untersuchung von Kosten des BMVBS.³⁴⁵

Die Ergebnisse der Prüfkosten von Brücken, Lärmschutzwänden und Stützwänden werden für die Leistungsbilder E, H, H1/H2 differenziert aufgelistet. Die Prüfkosten beziehen sich auf die Brückenfläche in [m²]. Mit zunehmender Prüffläche reduzieren sich die normierten Kosten von Bauwerksprüfungen.³⁴⁶ Neben den Prüfungskosten werden die Kosten der für die Bauwerksprüfungen notwendigen Besichtigungstechnik bemessen. Dabei werden durchschnittliche Kosten pro Tag sowie einmalige Kosten für An- und Abfahrt zur Besichtigungsstelle für den Einsatz von Brückenbesichtigungsgeräten, Pfeilerbefahrgeräten, Hubarbeitsbühnen und Zweiwegefahrzeugen angegeben. Der Aufwand der Prüfarten hängt gemäß BMVBS von den Einflussgrößen Bauwerksprüfungsart, Größe und Lage, Bauart und Baustoff, Alter und Zustand sowie Ausstattung des Bauwerkes, kreuzende Verkehrswege und Gewässer, Anfahrtsweg zum Bauwerk, Art der einzusetzenden Besichtigungsgeräte und Verkehrssicherung ab.³⁴⁷

Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076

VFIB gibt zur Leistungsbeschreibung, zur Aufwandsermittlung und zur Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 Empfehlungen heraus. Die definierten Bauwerksprüfungskosten setzen sich aus den Grundleistungen der Bauwerksprüfung (Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation gemäß Leistungsbeschreibung), den ggf. zu erbringenden besonderen Leistungen, den weiteren Leistungen durch Verkehrssicherungsleistungen (z. B. an Straßen und Wegen) und der Zugangstechnik (z. B. Untersichtgeräte, Hubsteiger, Seilbefahrungsgeräte) zusammen.³⁴⁸

Die Stundensätze von Bauwerksprüfungingenieuren und erforderlichen Assistenten leitet VFIB vom Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst der Länder (TV-L)³⁴⁹ ab. Für Bauwerksprüfungingenieure wird 1,5 % der Entwicklungsstufe 6 der Entgeltgruppe E 12 und für die Assistenten 1,5 % der Entwicklungsstufe 6 der Entgeltgruppe E 9 angesetzt. Der gemittelte Stundensatz ohne Umsatzsteuer für Bauwerksprüfungingenieure ergibt sich gerundet zu 79 €/h (1,5 % von 5.265,44 €) und für Assistenten zu 60 €/h (1,5 % von 3.941,46 €). Beauftragt der Auftraggeber die Durchführung der Bauwerksprüfung außerhalb der Regelarbeitszeit, werden Zuschläge auf die von VFIB empfohlenen Stundensätze berücksichtigt.³⁵⁰ Der kalkulatorische Zeitaufwand einer

³⁴⁵ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013), S. 7.

³⁴⁶ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013), S. 61–69.

³⁴⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013), S. 63 und 69.

³⁴⁸ Vgl. VFIB e.V.: *Teil I: Hinweise zur Vergabe von Bauwerksprüfungen in: Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076: 30. November 2017*, hrsg. v. VFIB e.V. (Verein zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieurinnen/Ingenieuren der Bauwerksprüfung, 2017), S. 1–11.

³⁴⁹ Vgl. Tarifgemeinschaft deutscher Länder: *Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst der Länder (TV-L)*, zuletzt geprüft am 11.09.2018.

³⁵⁰ Vgl. VFIB e.V.: *Teil I: Hinweise zur Vergabe von Bauwerksprüfungen in: Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076: 30. November 2017*,

Bauwerksprüfung von Prüfengeuren und Assistenten setzt sich aus der Grundleistung sowie aus dem Aufwand für Besprechungen mit dem Auftraggeber, einer Stunde Fahrtzeit zum Bauwerk und allen Aufwänden im Falle einer Vergabe zusammen. Der Zeitaufwand t einer Bauwerksprüfung im Rahmen der Grundleistung von Prüfengeuren und Assistenten wird nach Formel 3-6 über die Beiwerte X, F, S, A, Y, N und B ermittelt.³⁵¹

$$t = (X + F \cdot S \cdot A^{0,6}) \cdot Y \cdot N \cdot B$$

Formel 3-6: Kalkulatorischer Zeitaufwand für Prüfengeure und Assistenten zur Erbringung der Grundleistung von Bauwerksprüfungen nach VFIB³⁵²

Die zur Ermittlung des kalkulatorischen Zeitaufwandes t definierten Beiwerte X, F, S, A, Y, N und B , für die spezifische Ansätze angegeben werden, sind in Tabelle 3-5 aufgelistet.³⁵³

X	Bauwerksspezifischer Grundaufwand	[h]
F	Faktor für die Bauwerksart	[h/m ²]
S	Schwierigkeitsfaktor des Bauwerks	[-]
S₁ ... S₃	Schwierigkeitsbeiwerte	[%]
A	Bauwerksfläche / Bezugsgröße bei VZB	[m ²] / [m]
Y	Faktor für die Prüfungsart	[-]
N	Faktor zur Berücksichtigung des Standorts / Lage des Bauwerks	[-]
B	Faktor zur Berücksichtigung der aktuellen Bauzustandsnote	[-]

Tabelle 3-5: Beiwerte zur Ermittlung des kalkulatorischen Zeitaufwandes für Bauwerksprüfungen³⁵⁴

3.3.9.2 Betriebskosten von wettertechnischen Anlagen

Im Forschungsbericht von Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zur Wirksamkeit und zur Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen führen WIRTZ et al. eine Bestandsaufnahme hinsichtlich der Anzahl und des jeweiligen Stands der Technik von Taumittelsprühanlagen in Deutschland durch. Auf Grundlage der vorliegenden Bestandsdaten wird der Einsatz

hrsg. v. VFIB e.V. (Verein zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieurinnen/Ingenieuren der Bauwerksprüfung, 2017), S. 9–10.

³⁵¹ Vgl. VFIB e.V.: *Teil IV: Ermittlung des Zeitaufwandes für Grundleistungen* in: VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076* (s. Anm. 351), S. 5.

³⁵² VFIB e.V.: *Teil IV: Ermittlung des Zeitaufwandes für Grundleistungen* in: VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076* (s. Anm. 351), S. 5.

³⁵³ Vgl. VFIB e.V.: *Teil IV: Ermittlung des Zeitaufwandes für Grundleistungen* in: VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076* (s. Anm. 351), S. 5–13.

³⁵⁴ Vgl. VFIB e.V.: *Teil IV: Ermittlung des Zeitaufwandes für Grundleistungen* in: VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076* (s. Anm. 351), S. 5.

bestehender Anlagen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Winterdienst im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse untersucht.³⁵⁵

Die Gesamtkosten einer Anlage unterteilen WIRTZ et al. in Investitions- und Betriebskosten, die sich auf das Jahr 2004 beziehen. Die Investitionskosten der Anlagen mit einer spezifischen Nutzungsdauer berücksichtigen sowohl die Anfangsinvestitionen als auch die Kosten der späteren Modernisierung. Die jährlichen Betriebskosten umfassen Wartungskosten, Taumittelkosten und Energiekosten. WIRTZ et al. untersuchen zwölf Taumittelsprühanlagen von Bundesautobahnen und vier Taumittelsprühanlagen von Bundesstraßen. Insbesondere bei neueren Anlagen bestehen mit den Herstellerfirmen Wartungsverträge. Zusätzlich zum Wartungsaufwand durch die beauftragten Herstellerfirmen entstehen Personal-, Fahrzeug- und Materialkosten infolge von Kontrollen und Instandsetzungsmaßnahmen kleineren Umfangs bei den Meistereien, die gemäß WIRTZ et al. den Wartungskosten als Personalkosten zugeschlagen werden. Die jährlichen Betriebskosten streuen zwischen 3.600 €/a und 24.000 €/a.³⁵⁶ Auf der Grundlage der von WIRTZ et al. ermittelten Betriebskosten der untersuchten Anlagen, d. h. Wartungskosten, Materialkosten, Stromkosten, werden Minimal-, Mittel- und Maximalwert in [€/a] ermittelt (vgl. Tabelle 3-6).

Wettertechnische Anlage	Betriebskostenart	Kostenwert	Mittelwert	Bezugs-einheit
Taumittelsprühanlage	Wartungskosten	1.000,00 - 18.000,00	7.075,00	[€/a]
	Materialkosten	400,00 - 10.500,00	4.737,14	[€/a]
	Stromkosten	500,00 - 1.000,00	656,25	[€/a]
	Betriebskosten gesamt	3.600,00 - 24.000,00	11.926,25	[€/a]

Tabelle 3-6: Betriebskosten von Taumittelsprühanlagen³⁵⁷

Im Forschungsbericht zur regionalisierten Erfassung von Straßenwetter-Daten von BAST quantifizieren HOLLDORB et al. den Lebenszyklus von 100 Glättemeldeanlagen auf der Grundlage ihrer vorliegenden Daten.³⁵⁸ Ziel der Lebenszykluskostenbetrachtung ist neben einer Bestimmung der Investitionskosten und der jährlichen Betriebskosten eine Identifizierung kostentreibender Positionen für die Investitionen und für den Betrieb, um Kenntnisse zur Konfiguration von bestehenden Glättemeldeanlagen zu erhalten. Die Kosten werden für Glättemeldeanlagen, bestehend aus Bauwerk, Anlage (Mast, Energieversorgung, Schaltschrank etc.) und Messtechnik, sowie für das System, bestehend aus EDV (Hardware), Software / Auswertungen, getrennt erfasst. Investitionskosten entstehen nach HOLLDORB et al. für Planung / Schulung, Anschaffung, Errichtung und Installation. Die während der Nutzungsdauer verursachten

³⁵⁵ Vgl. Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike: *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006), S. 7–27.

³⁵⁶ Vgl. Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike: *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006), S. 27–38.

³⁵⁷ Vgl. Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike: *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006), S. 29–30.

³⁵⁸ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015), S. 9–10.

Folgekosten beinhalten Kosten für Betrieb, Inspektion und Wartung, Instandsetzung sowie Erweiterung und Verbesserung. Die Folgekosten werden für 83 Glättemeldeanlagen bestimmt und in Inspektions- und Wartungskosten sowie in Strom- und Lizenznutzungskosten gegliedert.³⁵⁹ In Tabelle 3-7 werden die Minimal-, Mittel- und Maximalwerte der Betriebskosten in [€/a] von HOLLDORB et al. zusammengefasst.

Wettertechnische Anlage	Betriebskostenart	Kostenwert	Mittelwert	Bezugs-einheit
Glättemeldeanlage	Inspektions- und Wartungskosten	550,00 - 1.340,00	1.300,00	[€/a]
	Strom- und Lizenznutzungskosten	30,00 - 2.060,00	200,00	[€/a]
	Betriebskosten gesamt	580,00 - 3.400,00	1.990,00	[€/a]

Tabelle 3-7: Betriebskosten von Glättemeldeanlagen³⁶⁰

Die jährlichen Betriebskosten einer Glättemeldeanlage mit einer Spannweite von 30 € bis 2.060 € setzen sich aus den Lizenzkosten für die Software zur Anzeige und zur Aufbereitung der Daten sowie für eine mobile Datenübertragung zusammen. Die Streuung der Betriebskosten begründen HOLLDORB et al. durch die Anzahl angeschlossener Glättemeldeanlagen in einem Netz. Mit zunehmender Anzahl von angeschlossenen Glättemeldeanlagen verringern sich die Betriebskosten pro Jahr, da die Betriebskosten für das System auf mehrere Messstellen umgelegt werden können. Kosten von Inspektion und Wartung mit durchschnittlich 1.300 € pro Jahr und pro Anlage entstehen infolge von pauschalen Abrechnungen von Wartungsverträgen sowie durch Wartungsmaßnahmen aufgrund von Beschädigungen oder Ausfall. Die Ausstattung oder der Standort der untersuchten Glättemeldeanlagen haben keinen Einfluss auf die Kosten von Inspektion und Wartung.³⁶¹

3.3.9.3 KliBet – Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst

Der Forschungsbericht „Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst“ (KliBet) beschäftigt sich mit einer Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Klimawandel und Straßenbetriebsdienst. Zur Prognose der zukünftigen Entwicklung des Leistungsumfanges des Straßenbetriebsdienstes wird der Einfluss der Witterung auf Basis aufgezeichneter Daten aus den Jahren 2006 bis 2010 an zwölf ausgewählten Meistereien in Deutschland untersucht. Die Auswahl der Meistereien berücksichtigt unterschiedliche Klimaregionen, Topografien und verkehrliche Randbedingungen. Bei den Meistereien handelt es sich sowohl um Autobahnmeistereien (AM) als auch um Straßenmeistereien (SM). Von den zwölf Meistereien werden die Personaleinsatzstunden und die Kosten für Fremdleistungen nach dem Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst als Datengrundlage herangezogen.³⁶² In KliBet

³⁵⁹ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015), S. 27–34.

³⁶⁰ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015), S. 33–34.

³⁶¹ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015), S. 33–34.

³⁶² Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 13–32.

werden ausgewählte Klimadaten, wie Tagesminimum, Tagesmittel und Tagesmaximum der Lufttemperatur oder Tagessumme des Niederschlags, erfasst. Die Klimaparameter werden mit den vorliegenden Daten zu den Personaleinsatzstunden und dem Salzverbrauch der zwölf untersuchten Meistereien durch Korrelationsanalysen untersucht.³⁶³

Im Bereich der baulichen Unterhaltung erfolgt eine Untersuchung der Position „01.01 – Schäden an Fahrbahnen beseitigen“ auf die Witterungsabhängigkeit, bei der zwischen Hitze- und Frostschäden unterschieden wird. Es werden Korrelationskoeffizienten aus dem Tagesminimum der Lufttemperatur und aus der Anzahl der Eistage mit den Einsatzstunden der Position 01.01 des Leistungsheftes infolge von Frostschäden bestimmt. Hingegen der Annahme in KliBet, dass eine deutliche Abhängigkeit der untersuchten Parameter Tagesminimum der Lufttemperatur und Anzahl der Eistage vorliegt, ergeben sich keine statistisch haltbaren Korrelationen. Die Korrelationskoeffizienten der beiden Klimaparameter mit den Personaleinsatzstunden der Position 01.01 zeigen eine breite Streuung. Hieraus wird abgeleitet, dass weitere in KliBet nicht berücksichtigte Faktoren auf die Personaleinsatzstunden dieser Position Einfluss nehmen. Als Beispiele weiterer maßgebender Einflussfaktoren werden der Erhaltungszustand sowie die Dimensionierung des Straßenaufbaus genannt.³⁶⁴

Im Bereich Grünpflege werden in KliBet ausschließlich Mäharbeiten im Intensivbereich im Hinblick auf ihre Abhängigkeiten zur Temperatur und zum Niederschlag analysiert. Auf Grundlage der bestimmten Korrelationskoeffizienten der untersuchten Parameter von 0,383 und 0,459 geht hervor, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den Daten und dem Aufwand von „Grünpflege im Intensivbereich“ festgestellt werden kann. Als mögliche Kriterien mit höherer Einflussnahme werden in KliBet die Verfügbarkeit von Personal, Fahrzeugen und Geräten, die Verkehrssituation oder der Umfang anderer Tätigkeiten genannt.³⁶⁵

Auf der Grundlage der Streuszenarien nach BADEL³⁶⁶ werden die Abhängigkeiten der Räum- und Streueinsätze sowie des Salzverbrauchs von den in Tabelle 3-8 dargestellten Parametern a bis e im Rahmen einer linearen Korrelationsanalyse untersucht.³⁶⁷

³⁶³ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 32–40.

³⁶⁴ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 40–43.

³⁶⁵ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 45–50.

³⁶⁶ Vgl. Badelt, Horst: *Ein neues Modell für einen Winter-Index zur Abschätzung und Bewertung des Salzverbrauches* in: *Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2011*, hrsg. v. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011).

³⁶⁷ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 49–50.

Meisterei	a [h/cm] Einsatz-h/Neu- schneehöhe	b [h/d] Einsatz-h/Schnee- falltag	c [h/d] Einsatz-h/Glatteis- oder Eisglättetag	d [h/d] Einsatz-h/Reif- glättetag	e [h/Mon] Einsatz-h/fix	Korrelations- koeffizient
SM Elsterwerda	0,00	100,63	17,06	17,06	32,58	0,9377
SM Fürstenwalde	21,56	5,63	24,87	16,56	0,00	0,9302
AM Erkner	8,99	106,17	24,31	24,31	0,00	0,9281
AM Gramzow	0,00	114,18	20,06	20,06	15,58	0,9463
SM Hausham	1,60	30,60	31,54	31,54	62,23	0,8343
SM Rödelmaier	17,78	55,55	43,75	43,75	35,02	0,9435
AM Rehau	8,07	80,83	44,00	27,02	25,78	0,9219
AM Ulm-Dornstadt	6,99	84,63	13,32	13,32	0,00	0,8373
SM Offenbach	7,97	61,86	14,15	14,15	103,46	0,8814
AM Rodgau	17,64	144,50	13,42	13,42	199,32	0,8661
SM Ledgen	50,03	0,00	22,54	22,54	0,00	0,9780
AM Rheinberg	0,00	98,81	36,91	36,91	0,00	0,9197
Mittelwert	11,72	73,62	25,50	23,39	39,50	0,9104

Tabelle 3-8: Zusammenhang von Klimaparametern und theoretischen Einsatzstunden des Winterdienstes³⁶⁸

Der gemittelte Korrelationskoeffizient von 0,910 in Tabelle 3-8 zeigt einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem Aufwand im Zuge von Räum- und Streueinsätzen sowie den untersuchten Witterungsparametern. Auf Meistereiebene streuen die Einsatzstunden in Abhängigkeit der spezifischen Parameter. In KliBet wird davon ausgegangen, dass der Einfluss der Witterungsparameter auf die Einsatzstunden meistereispezifisch ist und in Abhängigkeit zur Einsatzart steht. Die theoretischen Einsatzstunden zur Erbringung des Winterdienstes werden durch Multiplikation der vier Klimaparameter *a* bis *e* und den bestimmten Werten x_1 bis x_4 des entsprechenden Klimaparameters in Tabelle 3-8 ermittelt (vgl. Formel 3-7).³⁶⁹

$$\textit{Theoretische Einsatzstunden} = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4 + e$$

Formel 3-7: Bestimmung der theoretischen Einsatzstunden im Winterdienst³⁷⁰

Die Bestimmung des Salzverbrauches erfolgt analog zur Ermittlung der theoretischen Einsatzstunden im Winterdienst in Formel 3-7. Die Abhängigkeit des Salzverbrauches von der Witterung wird auf Basis der vier identifizierten Parameter *a* bis *e* mit Hilfe einer linearen Korrelationsanalyse quantifiziert (vgl. Tabelle 3-9).³⁷¹

³⁶⁸ Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 50.

³⁶⁹ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 50–51.

³⁷⁰ Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 50.

³⁷¹ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der

Meisterei	a [t/cm] Verbrauch-t/Neu- schneehöhe	b [t/d] Verbrauch- t/Schnee- falltag	c [t/d] Verbrauch-t/Glatt- eis- oder Eisglättetag	d [t/d] Verbrauch-t/Reif- glättetag	e [t/Mon] Verbrauch-t/fix	Korrelations- koeffizient
SM Elsterwerda	4,02	32,31	1,87	1,87	0,00	0,9628
SM Fürstenwalde	5,78	10,45	13,66	13,66	0,00	0,6829
AM Erkner	17,31	34,30	18,02	13,18	0,00	0,9681
AM Gramzow	7,05	43,52	10,57	1,58	2,06	0,9551
SM Hausham	6,66	67,99	0,00	0,00	0,00	0,8486
SM Rödelmaier	28,07	38,10	55,57	55,57	0,00	0,9167
AM Rehau	9,12	121,04	4,39	0,00	0,00	0,9458
AM Ulm-Dornstadt	27,57	82,75	0,00	0,00	0,00	0,8039
SM Offenbach	17,55	33,50	4,27	4,27	0,00	0,9374
AM Rodgau	6,26	126,91	0,00	0,00	108,43	0,7648
SM Ledgen	22,81	21,61	32,93	32,93	0,52	0,9320
AM Rheinberg	35,84	0,00	27,66	27,66	0,00	0,9400
Mittelwert	15,67	51,04	14,08	12,56	9,25	0,8882

Tabelle 3-9: Zusammenhang von Klimaparametern und theoretischen Salzverbräuchen³⁷²

Gemäß Tabelle 3-9 wird mit einem gemittelten Korrelationskoeffizienten von 0,888 ein statistischer Zusammenhang zwischen Salzverbrauch und den untersuchten Parametern festgestellt. Hinsichtlich der Streuung der Witterungsparameter zwischen den Meistereien ergeben sich analoge Analyseergebnisse zu Räum- und Streueinsätzen. Innerhalb der untersuchten Kriterien, bspw. bei Kriterium „b – Verbrauch-t/Schneefalltag“, bestehen unter den Meistereien Unterschiede bezüglich der absoluten Salzverbräuche je Schneefalltag.³⁷³

3.4 Zusammenfassung – Forschungsrelevanz und Forschungsbedarf

Zur Identifizierung der Forschungslücke und zur Ableitung der Zielsetzung dieser Arbeit werden die in Kapitel 3 dargelegten Forschungsansätze im Hinblick auf ihre Betrachtungsobjekte in Tabelle 3-10 gegenübergestellt.

Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 51–52.

³⁷² Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 51.

³⁷³ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 51–52.

Legende: + Kriterium vollständig vorhanden 0 Kriterium teilweise vorhanden - Kriterium nicht vorhanden		Betrachtungsobjekt												
		Immobilienart			Kosten					Kosteneinflussgrößen				
		Immobilienart Straße	Immobilienart Brücke	Immobilienart Tunnel	LCC	EIK	IK _{Instandhaltung}	IK _{Erweiterung}	BK	Differenziert nach Arten von BK	Netzeigenschaften	Objekteigenschaften	Bezugseinheit von BK	
Quelle	Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst	MK 1	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	€ / Bkm
		Länder	+	+	+	-	-	-	-	+	+	0	0	€ / Bkm
		DURTH	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	h / a
	Kommissionsberichte zum Mittelbedarf der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung	PÄLLMANN-Kommission	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	€ / a
		DAEHRE-Kommission	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	€ / (m ² · a)
		BODEWIG-Kommission	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	€ / a
	Forschungsberichte zu Lebenszykluskosten	HEYMEL	-	+	-	-	-	+	-	0	-	-	0	DM / m ²
		JODL	-	+	-	+	+	0	-	0	-	-	-	% · EIK / a
		HOLST	-	-	+	+	+	+	-	0	-	-	-	% · EIK / a
		VOGT	-	-	+	0	0	0	-	0	-	-	0	% · EIK / a
		ENGELHARDT	-	-	+	+	+	+	-	0	-	-	0	€ / Objekt
	Empfehlungen / Verordnungen	EWS	+	+	+	-	-	+	-	+	-	0	0	DM / (km · a)
		ABBV	+	+	+	-	-	0	-	0	-	-	0	(% · EIK) / a
	Forschungsberichte zu Wegekosten	DIW	0	0	0	+	+	+	-	+	-	-	-	DM bzw. €
		Prognos/IWW	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	0	€ / km
		KORN et al.	+	+	+	+	+	0	-	0	0	-	-	% · EIK
	Forschungsberichte zu ausgewählten Betriebskosten	BMVBS	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	0	€ / m ²
		VFIB	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	Objekteigenschaften
WIRTZ et al.		+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	0	€ / a	
HOLLDORB et al. (2015)		+	-	-	+	+	+	+	+	0	0	0	€ / a	
HOLLDORB et al. (2016)		+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Klimaparameter	

Tabelle 3-10: Abgrenzung der relevanten Forschungsansätze zur Bestimmung von Betriebskosten der betrieblichen Unterhaltung

In den drei linken Spalten von Tabelle 3-10 werden die Quellen der relevanten Forschungsberichte aus Kapitel 3 nach Leistungsheft, Kommissionsberichten, Forschungsberichten zur Ermittlung von Lebenszykluskosten, Verordnungen, Untersuchungen zu Wegekosten und Forschungsberichten zu ausgewählten Betriebskosten kategorisiert. Die drei oberen Spalten von Tabelle 3-10 listen die Betrachtungsobjekte der Quellen auf. Die Ansätze werden nach untersuchter Immobilienart (Straße, Brücke, Tunnel), Art der bestimmten Kosten (Investitionskosten für Neubau *EIK*, Investitionskosten für Instandhaltung *IK_{Instandhaltung}* und Investitionskosten für Erweiterung *IK_{Erweiterung}*, Betriebskosten *BK* und Differenzierung nach Betriebskostenarten) sowie nach Kosteneinflussgrößen (Netz- und Objekteigenschaften, Bezugseinheit) im Hinblick darauf bewertet, in wie weit das spezifische Kriterium des jeweiligen Betrachtungsobjektes vorliegt. Die Ausprägung des jeweiligen Kriteriums wird in vollständig vorhanden (+), teilweise vorhanden (0) und nicht vorhanden (-) differenziert (vgl. Tabelle 3-10). Aus der rechten Spalte von Tabelle 3-10 sind die Bezugseinheiten von Betriebskosten *BK* der jeweiligen Quellen zu entnehmen.

Die Ansätze weisen unterschiedliche Detaillierungsgrade hinsichtlich der Kostenkennwerte und der zu Grunde gelegten Bezugseinheiten der Kostenkennwerte auf (vgl. Tabelle 3-10). Sowohl die Berichte von Kommissionen, Empfehlungen bzw. Verordnungen als auch die Untersuchungen zu Lebenszykluskosten und zu Wegekosten unterziehen die im Lebenszyklus anfallenden Investitionen und Aufwendungen keiner differenzierten Kostenanalyse nach Kostenträgern und Kostenstellen sowie berücksichtigen keine Kosteneinflussgrößen von Netz- und Objekteigenschaften, wodurch Ungenauigkeiten in der Kostenermittlung entstehen. Ein Großteil der bestimmten Kennwerte von Betriebskosten wird relativ zu den Erstinvestitionskosten angegeben. Ausschließlich die Forschungsansätze von BMVBS³⁷⁴, VFIB³⁷⁵, WIRTZ et al.³⁷⁶ sowie HOLLDORB et al.³⁷⁷ und HOLLDORB et al.³⁷⁸ untergliedern die Betriebskosten nach Maßnahmen- bzw. Kostenarten. Die Ansätze von VFIB³⁷⁹ und HOLLDORB et al.³⁸⁰ beziehen Eigenschaften der untersuchten Objekte mit ein, z. B. Berücksichtigung der Art des Brückenquerschnitts über einen Faktor bei der Berechnung des Aufwandswertes der Brückenprüfungen.

Aus der Auswertung der vorliegenden Daten zur betrieblichen Unterhaltung der Länder ergeben sich Unterschiede in den Leistungsdefinitionen sowie in den Kostenrechnungen (vgl. Kapitel 3.3.8.2). Die identifizierten Streuungen von Gesamtkosten sowie normierten Kosten zeigen, dass keine belastbaren Kostenkennwerte auf Basis der vorliegenden Datenbasis vorliegen. Aufgrund der fehlenden Festlegung eines verbindlichen Turnus zur Durchführung der Leistungen des Straßenbetriebsdienstes bleiben die Einschätzung bzw. die Bewertung des Leistungssolls den jeweiligen Organisationseinheiten selbst überlassen. Weder seitens der Länder noch im Leistungsheft mit entsprechenden Merkblättern liegen öffentlich zugängliche sowie belastbare Daten zu Art und Menge von Elementarfaktoren, Kostenkennwerten und Aufwandswerten der Leistungspositionen vor. Demnach besteht keine Festlegung des Leistungsniveaus (Leistungsumfang und Leistungssoll), wodurch eine Intransparenz in der Leistungserbringung entsteht. Für die Leistungserbringung von Ingenieurbauwerken steht kein vergleichbares Sammelwerk wie das Leistungsheft zur Verfügung. Zur Klassifizierung der Betriebskosten von Infrastrukturobjekten sind keine Anweisungen wie für Immobilien des Hochbaus, z. B.

³⁷⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau: *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013)* (Berlin, 2013).

³⁷⁵ Vgl. VFIB e.V., Hrsg.: *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076: 30. November 2017* (Verein zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieurinnen/Ingenieuren der Bauwerksprüfung, 2017).

³⁷⁶ Vgl. Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike: *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006).

³⁷⁷ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015).

³⁷⁸ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016).

³⁷⁹ Vgl. VFIB e.V., Hrsg.: *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076: 30. November 2017* (Verein zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieurinnen/Ingenieuren der Bauwerksprüfung, 2017).

³⁸⁰ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016).

DIN 18960³⁸¹, formuliert. Damit fehlt eine einheitliche Grundlage, um Kosten nach Kostengruppen als Kostenträger und Objekte als Kostenstellen in einer Kostenrechnung zu klassifizieren.

Aufgrund von Unschärfen in den derzeit vorliegenden Methoden zur Qualifizierung und zur Quantifizierung des Leistungsniveaus ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Modells zur Bestimmung und zur Prognose von Betriebskosten der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von spezifischen Objekteigenschaften des Anlagenbestandes und Netzeigenschaften des Netzes. Dieses Modell soll eine zusammenfassende und vergleichende Grundlage zur Systematisierung von den in dieser Arbeit gewonnenen allgemeinen Gesichtspunkten bilden.³⁸² Dabei richtet sich die Modellgenese nach einem engen Zusammenhang von Theorie und Anwendung.³⁸³

³⁸¹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Nutzungskosten im Hochbau* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008).

³⁸² Vgl. Stachowiak, Herbert: *Denken und Erkennen im kybernetischen Modell, 2.*, verbesserte und ergänzte Auflage (Wien, New York: Springer-Verlag GmbH, 1975). doi:10.1007/978-3-7091-8224-6, S. 215.

³⁸³ Vgl. Stachowiak, Herbert: *Erkenntnisstufen zum Systematischen Neopragmatismus und zur Allgemeinen Modelltheorie* in: *Modelle: Konstruktion der Wirklichkeit*, hrsg. v. Herbert Stachowiak, Kritische Information 101 (München: Wilhelm Fink Verlag, 1983), S. 87–146, S. 87–88.

4 Methodik zur Entwicklung des Modells

Das Gesamtnetz von Bundesautobahnen der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland setzt sich gemäß Formel 4-1 aus mehreren Netzen N zusammen. Die Festlegung bzw. der Zuschnitt der Netze N kann je nach Untersuchungsbedarf erfolgen. In Deutschland existiert gemäß der bestehenden Aufbauorganisation eine Vielzahl von Netzen N , für deren Erhaltung des Soll-Zustandes eine Autobahnmeisterei zuständig ist.

$$\text{Gesamtnetz von Bundesautobahnen} = \sum_{p=1}^P \text{Netz } N_p$$

Formel 4-1: Zusammenhang von Gesamtnetz der Verkehrsinfrastruktur und dessen Netzen N

Im Modell wird ein Netz N als ein Teil des Gesamtnetzes definiert, dessen Soll-Zustand zu erhalten ist. Dieses Netz N wird in Abhängigkeit des Untersuchungsbedarfes der Modellanwendung als ein Untersuchungsgebiet abgegrenzt und folglich unabhängig von den bestehenden Netzzuschnitten in Deutschland festgelegt (vgl. Abbildung 4-1).

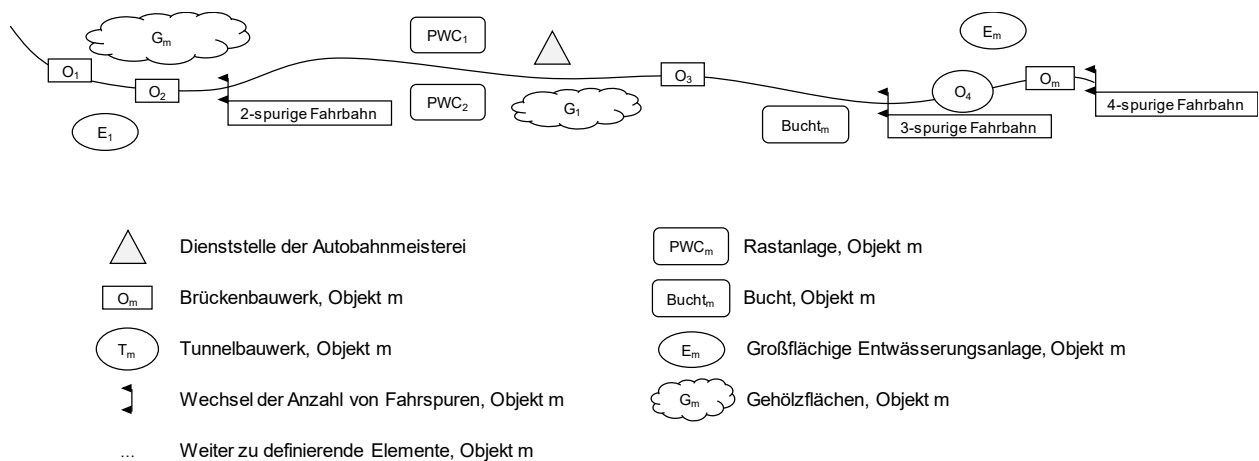


Abbildung 4-1: Netz N als Untersuchungsgebiet

Die zur Erhaltung des Soll-Zustandes erforderliche betriebliche Unterhaltung wird an einem in Abbildung 4-1 dargestellten Anlagenbestand AB_N eines Netzes N mit Netzeigenschaften $NE_{N,e}$, u. a. Klimaparameter, erbracht. Der Anlagenbestand AB_N umfasst eine Vielzahl von räumlich abgrenzbaren Objekten $O_{N,m}$ von Straßen als Streckenabschnitte sowie von Brücken- und Tunnelbauwerken, die Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ (Lage im Netz, Konzeption und Dimensionierung von Elementen) besitzen. In dieser Arbeit wird der in Kapitel 3.2.1 definierte Begriff „betriebliche Unterhaltung“ erweitert.

Die betriebliche Unterhaltung fasst alle Maßnahmen zusammen, die zu keiner Veränderung des Wertes eines Vermögensgegenstandes bzw. einer Betrachtungseinheit eines Objektes führen und damit ausschließlich der Erhaltung des Soll-Zustandes dienen.

Die Systemgrenze der betrieblichen Unterhaltung wird im Konsens zur Definition der Aktivierungspflicht von Aufwendungen gemäß § 255 HGB vorgenommen. Die Durchführung der

betrieblichen Unterhaltung verursacht Betriebskosten BK , die in Anlehnung an der Definition von DIN 18960³⁸⁴ in dieser Arbeit bestimmt werden.

Betriebskosten sind sämtliche Kosten, die infolge der direkten Leistungserbringung der betrieblichen Unterhaltung von Objekten der Verkehrsinfrastruktur, d. h. Straßen als Streckenabschnitte, Brücken und Tunnel, laufend entstehen.

Betriebskosten BK entstehen gemäß der Definition von Einzelkosten³⁸⁵ der Betriebswirtschaftslehre durch den Verzehr von Verbrauchsfaktoren, die einer einzelnen Leistung (Kostenträger) verursachungsgerecht zugeordnet werden. Die Systemgrenze der Definition von Betriebskosten BK umfasst keine sich aus der Betriebsphase ergebenden Verwaltungskosten, keine zukünftigen Investitionskosten (Kosten der baulichen Unterhaltung) sowie keine Kosten aus sekundären Prozessen, wie der Betrieb von Gebäuden von Straßenmeistereien zur Durchführung der betrieblichen Unterhaltung. Demnach werden keine Gemeinkosten und keine Kosten³⁸⁶ aus einem Faktorverbrauch, die nicht direkt auf einzelne Kostenträger verursachungsgerecht verrechenbar sind, aber einzelnen Kostenstellen größtenteils verursachungsgerecht zugerechnet werden können, von den in dieser Arbeit definierten Betriebskosten umfasst.

Wie aus Abbildung 4-1 ersichtlich, ist jedes Netz N im Hinblick auf seine Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und auf seinen Anlagenbestand AB_N mit den Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ spezifisch. Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ stellen die Konzeption und die Dimensionierung eines Netzes bzw. eines Objektes beschreibender Parameter dar, welche den Umfang und die Art der Leistungserbringung bestimmen. Damit bilden Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ die Kosteneinflussgrößen der betrieblichen Unterhaltung. Die Betriebskosten BK_N eines Netzes N sind eine Funktion von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes AB_N (vgl. Formel 4-2).

$$BK_N = f(NE_{N,e}; OE_{ON,m,f})$$

Formel 4-2: Betriebskosten BK_N als Funktion von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$

Zur Erhaltung des Soll-Zustandes eines Netzes N ist ein spezifisches Leistungsniveau SL_N (Service Level) der betrieblichen Unterhaltung als verbindlich einzuhaltender Standard zu erfüllen. Das Leistungsniveau SL_N definiert den Leistungsumfang LU_N , d. h. Ort und Umfang der Leistungserbringung, sowie das Leistungssoll LS_N , d. h. Art und Durchführungshäufigkeit (Turnus) der Leistungserbringung. Aus dem Netz N mit den Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und dem Anlagenbestand AB_N ergibt sich der Leistungsumfang LU_N . Der Leistungsumfang LU_N bestimmt die Anforderungen an die Leistungserbringung der betrieblichen Unterhaltung hinsichtlich Art und Turnus der erforderlichen Leistungen und damit das Leistungssoll LS_N eines Netzes N . Der

³⁸⁴ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Nutzungskosten im Hochbau* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008), S. 9–10.

³⁸⁵ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 919–920.

³⁸⁶ Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 920–921.

Zusammenhang von Leistungsniveau SL_N , Leistungsumfang LU_N und Leistungssoll LS_N ist Abbildung 4-2 zu entnehmen.

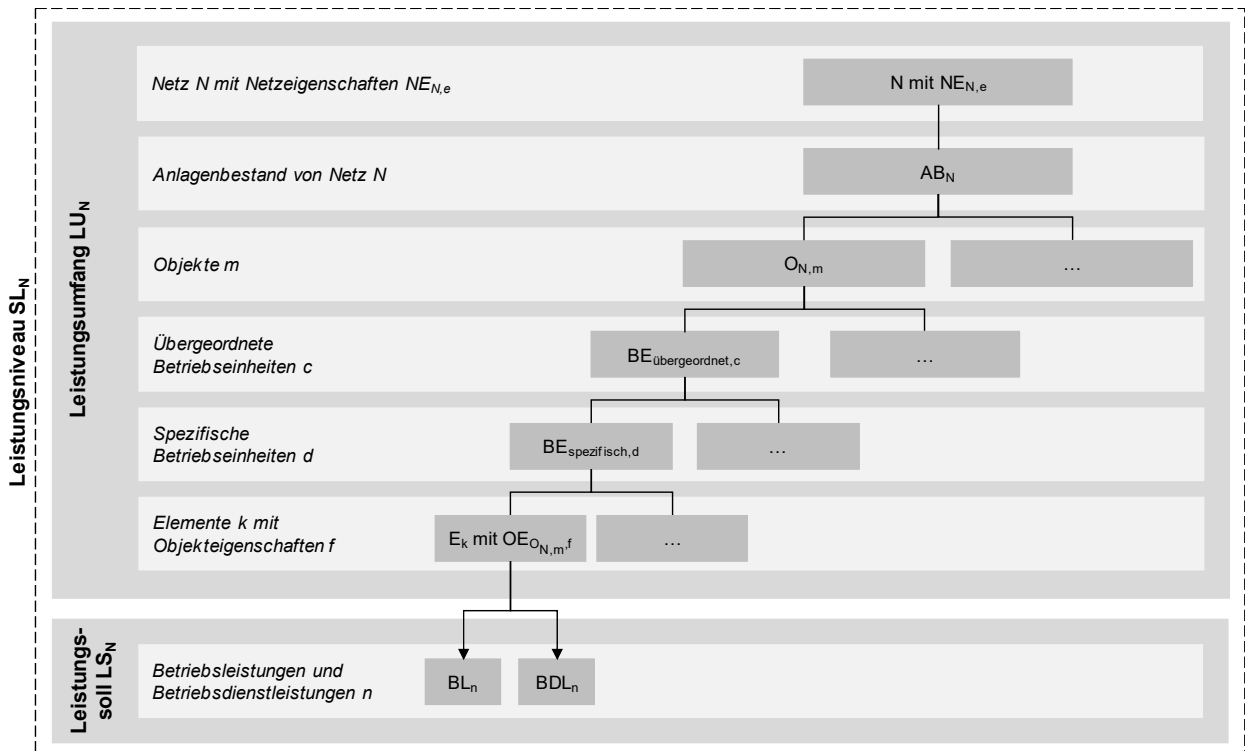


Abbildung 4-2: Leistungsniveau eines Netzes N

Das Netz N umfasst einen spezifischen Anlagenbestand AB_N , der aus den Objekten $O_{N,m}$ besteht (vgl. Abbildung 4-2). Die Objekte $O_{N,m}$ werden in übergeordnete Betriebseinheiten $BE_{übergeordnet,c}$ und weiter in spezifische Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ als betriebskostenverursachende Betrachtungseinheiten strukturiert. Die spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ untergliedern sich in einzelne Elemente E_k . Die Elemente E_k eines Netzes N verfügen über bestimmte Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ (z. B. 3-spurige Fahrbahn oder befestigter Mittelstreifen mit 10 km Länge).

Aus den Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ eines Elementes E_k ergeben sich die Anforderungen an das Leistungssoll LS_N (vgl. Abbildung 4-2). Im Rahmen der betrieblichen Unterhaltung werden Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n an den Elementen E_k der Objekte $O_{N,m}$ und damit am Anlagenbestand AB_N erbracht. Gemäß Formel 4-2 und Abbildung 4-2 sind zur Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung sowohl Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ als auch Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n zu erfassen.

Die Erbringung des Leistungssolls LS_N verursacht Betriebskosten BK . Die Betriebskosten BK werden gemäß der Hierarchie in Abbildung 4-2 nach den Kostenstellen des Leistungsumfangs LU_N (z. B. Objekte $O_{N,m}$ oder Elemente E_k) und nach Kostenträgern, d. h. Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n , bestimmt. Zur Qualifizierung und zur Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N der betrieblichen Unterhaltung in Abbildung 4-2 wird logisch-deduktiv ein Modell entwickelt.

4.1 Qualifizierung des Netzes N

Die betriebliche Unterhaltung eines Netzes N verursacht Betriebskosten BK_N . Die Betriebskosten BK_N eines Netzes N ermitteln sich aus der Summe der Betriebskosten $BK_{O_{N,m}}$ der Objekte $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N (vgl. Formel 4-3).

$$BK_N = \sum_{m=1}^M BK_{O_{N,m}}$$

mit BK_N = Betriebskosten Netz N [€]
 $BK_{O_{N,m}}$ = Betriebskosten Objekt m , Netz N [€]

Formel 4-3: Zusammenhang von Betriebskosten BK_N eines Netzes N und Betriebskosten $BK_{O_{N,m}}$ der Objekte $O_{N,m}$

Eine Formalisierung des Leistungsumfangs LU_N erfordert eine gleichartige Ausgangsbasis bezüglich der Datenerhebung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Anlagenbestand AB_N mit entsprechenden Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$. Dementsprechend ist eine allgemeine Erhebungssystematik bzgl. Art und Dimension von $NE_{N,e}$ und $OE_{O_{N,m},f}$ zu entwickeln.

4.1.1 Qualifizierung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$

Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ stellen die betriebliche Unterhaltung bestimmenden Einflussfaktoren, wie spezifische Häufigkeit und Intensität der Nutzung infolge der Verkehrsbelastung (DTV und DTV_{SV}), Unfallzahlen sowie den Winterdienst in Kapitel 3.3.9.3 beeinflussende Klimaparameter dar. Im Hinblick auf den Anlagenbestand AB_N bilden Art und Anzahl der zu unterhaltenden Objekte $O_{N,m}$ sowie deren spezifische Lage im Netz N weitere Netzeigenschaften $NE_{N,e}$. Ein Netz N_1 mit ausschließlich Tunnelbauwerken verursacht aufgrund der spezifischen Konzeption eine andere Kostenstruktur, z. B. in Bezug auf Stromkosten zur Tunnelbeleuchtung, als das Netz N_2 , das ausschließlich aus Streckenabschnitten besteht. Mit zunehmender Anzahl an Tunnelbauwerken steigt die Höhe der Stromkosten zur Tunnelbeleuchtung. Da die Lage bzw. die räumliche Ausdehnung der Objekte $O_{N,m}$ im Netz N die Organisation und die Produktion der betrieblichen Unterhaltung beeinflussen, sind der Standort und die Verteilung der Objekte $O_{N,m}$ sowie der Meistereistandort aufzunehmen. Befinden sich mehrere Objekte $O_{N,m}$ am selben Ort, kann eine gemeinsame Leistungserbringung wirtschaftlich sinnvoll sein.

4.1.2 Qualifizierung des Anlagenbestandes AB_N

Der Anlagenbestand AB_N setzt sich aus den Objekten $O_{N,m}$ mit spezifischen Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ von Straßen (Streckenabschnitten), Brücken und Tunneln zusammen. Aufgrund der unterschiedlichen Funktionseinheiten von Straßen, Brücken und Tunneln werden diese in dieser Arbeit differenziert untersucht.

4.1.2.1 Strukturierung von Objekten $O_{N,m}$ in Betriebseinheiten

Aus der spezifischen Funktion von Funktionseinheiten FE_b ergibt sich das Leistungsoll LS_N der Objekte $O_{N,m}$ des Netzes N . Zur Erfüllung der Funktion der Entwässerung sind bspw. die Rohrleitungen sowie die entsprechenden Schächte zu reinigen. Weder sind alle Funktionseinheiten FE_b eines Objektes, z. B. Funktionseinheit Straßenunterbau, noch alle zu

einer Funktionseinheit FE_b gehörenden Elemente E_k vollumfänglich betrieblich zu unterhalten. Dies liegt maßgeblich an ihrer räumlichen Lage im Bauwerk. Bspw. setzt sich die Funktionseinheit der Beleuchtung einer Tunnelstrecke aus Lampen, Leitungen und Kabelleerrohren zusammen. Im Gegensatz zu den Leitungen und den Kabelleerrohren ist nur bei Lampen eine betriebliche Unterhaltung zu erbringen. Damit stellen Funktionseinheiten FE_b zur Identifizierung von Kosteneinflussgrößen keine geeigneten Betrachtungseinheiten dar.

Von den Funktionseinheiten FE_b von Straßen, Brücken und Tunneln sind folglich allgemeine Betrachtungseinheiten abzuleiten, bei deren Abgrenzung die Anforderungen der betrieblichen Unterhaltung sowie der Ort der Kostenentstehung Berücksichtigung finden. Daher ist es erforderlich, die Elemente E_k eines Objektes in betrieblich zu unterhaltenden Einheiten zu gruppieren. In dieser Arbeit werden diese betrieblich zu unterhaltenden Einheiten als Betriebseinheiten BE definiert. Zur Strukturierung eines Bauwerkes werden zwei Ebenen von Betriebseinheiten BE , d. h. übergeordnete Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und spezifische Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$, eingeführt. Spezifische Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ werden als die Summe betriebskostenverursachender Bauteile definiert, die eine bestimmte Funktion erfüllen. Die übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ stellen eine Gruppe der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ dar, welche die selbe Lage im Objekt aufweisen. Die Kategorisierung von Elementen E_k eines Objektes $O_{N,m}$ in die verschiedenen Betrachtungseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$, FE_b , $BE_{\text{spezifisch},d}$ sowie deren Zusammenhänge werden in Abbildung 4-3 dargestellt.

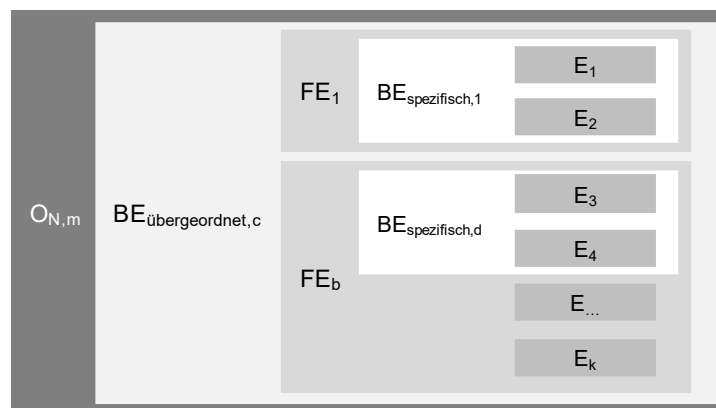


Abbildung 4-3: Strukturierung eines Objektes in Betrachtungseinheiten

Die betriebliche Unterhaltung von Objekten $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N verursacht Betriebskosten $BK_{O_{N,m}}$ (vgl. Formel 4-3 in Kapitel 4.1.2). Die Betriebskosten $BK_{O_{N,m}}$ setzen sich gemäß Formel 4-4 aus der Summe der Betriebskosten $BK_{BE_{\text{übergeordnet},c}}$ der übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ zusammen, die sich aus der Addition von Betriebskosten $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ ergeben.

$$BK_{O_{N,m}} = \sum_{c=1}^C BK_{BE_{\text{übergeordnet},c}} = \sum_{c=1}^C \sum_{d=1}^D BK_{BE_{\text{spezifisch},d,c}}$$

mit $BK_{O_{N,m}}$ = Betriebskosten Objekt m, Netz N [€]
 $BK_{BE_{\text{übergeordnet},c}}$ = Betriebskosten übergeordnete Betriebseinheit c [€]
 $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ = Betriebskosten spezifische Betriebseinheit d [€]

Formel 4-4: Zusammenhang von Betriebskosten $BK_{O_{N,m}}$ der Objekte $O_{N,m}$ und Betriebskosten BK_{BE} von Betriebseinheiten BE

Die übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und die spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ werden von den für die Dimensionierung und die Konzeption relevanten einschlägigen Regelwerken sowie auf der Grundlage von Richtlinien, Normen und Forschungsberichten der betrieblichen Unterhaltung in Tabelle 4-1 hergeleitet.

Quellen zur Bestimmung von $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$	
FGSV: Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau (STLK)	Abteilung Straßenbau, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Anweisung Straßeninformationsdatenbank - Segment Bauwerksdaten (ASB-ING)
Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen	
Arbeitsgruppe Straßenentwurf, FGSV: Richtlinien für die Anlagen von Autobahnen (RAA)	Bundesanstalt für Straßenwesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)
Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, FGSV: Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RSIO)	Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, FGSV: Abdichtungs- und Entwässerungssysteme bei Verkehrstunnelbauwerken
Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit, FGSV: Richtlinien für die Markierung von Straßen	FGSV: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, FGSV: Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS)	Bund / Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau, BMVBS: Bauwerksprüfung nach DIN 1076
FGSV: Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen (ERS)	

Tabelle 4-1: Literatur als Grundlage zur Bestimmung von $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$

4.1.2.2 Identifizierung von Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$

Jede spezifische Betriebseinheit $BE_{\text{spezifisch},d}$ gliedert sich in Elemente E_k (vgl. Abbildung 4-2 in Kapitel 4). Die Betriebskosten $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ in Formel 4-4 ermitteln sich aus der Summe der Betriebskosten BK_{E_k} der Elemente E_k (vgl. Formel 4-5).

$$BK_{BE_{\text{spezifisch},d}} = \sum_{k=1}^K BK_{E_k}$$

mit $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ = Betriebskosten spezifische Betriebseinheit d [€]
 BK_{E_k} = Betriebskosten Element k [€]

Formel 4-5: Zusammenhang von Betriebskosten $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ von spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ und Betriebskosten BK_{E_k} von Elementen E_k

Jedes Element E_k verfügt über Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$. Diese Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ beschreiben sowohl die Art und die Dimensionierung (Menge r_{E_k} und Dimension $[ME_{E_k}]$) des Elements E_k als auch die räumliche Lage bzw. die Ausdehnung im Netz (insbesondere bei Streckenabschnitten). Damit bestimmen die Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ des Elementes E_k die Art und den Turnus der erforderlichen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n .

Aufgrund ihres Einflusses auf das Kostenniveau der betrieblichen Unterhaltung sind die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ für den Anlagenbestand AB_N des Netzes N zu erfassen (vgl. Formel 4-2 in Kapitel 4). Falls sich Objekte aufgrund ihrer spezifischen Dimensionierung in einem Netz N ausdehnen und damit wesentlich die Organisation der Leistungserbringung beeinflussen, ist die räumliche Lage der Elemente E_k ebenfalls aufzunehmen. Für die Elemente E_k werden sowohl die räumliche Ausdehnung als auch die Menge $r_{ON,m,k}$ des Objektes $O_{N,m}$ und die gesamte Menge $r_{N,k}$ des Netzes N erfasst.

Zur Identifizierung der Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ liegen die Objekteigenschaften von Streckenabschnitten von mehreren Meistereien eines Bundeslandes in Deutschland als Netze vor. Die vorliegenden Daten beinhalten sowohl die Art als auch die Dimensionierung der Elemente E_k der Objekte dieser Netze. Die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden von den erhobenen Daten der Meistereien induktiv sowie von den in Kapitel 4.1.2.1 qualifizierten spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ deduktiv abgeleitet.

4.2 Qualifizierung von Leistungen der betrieblichen Unterhaltung

Die Elemente E_k der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ eines Objektes $O_{N,m}$ bestimmen die erforderlichen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n , um den Soll-Zustand zu erhalten (vgl. Formel 4-6).

$$BK_{E_k} = \sum_{n=1}^N BK_n$$

mit BK_{E_k} = Betriebskosten Element k [€]
 BK_n = Betriebskosten Betriebsleistung / Betriebsdienstleistung n [€]

Formel 4-6: Zusammenhang von Betriebskosten BK_{E_k} von Elementen E_k und Betriebskosten BK_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Betriebskosten BK_{E_k} der Elemente E_k ergeben sich nach Formel 4-6 aus der Summe der Betriebskosten BK_n der zu erbringenden Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n .

Im Leistungssoll LS_N eines Netzes N werden Art und Turnus T_n (jährliche Durchführungshäufigkeit) der erforderlichen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n definiert, um den Sollzustand des Anlagenbestandes AB_N zu erhalten. Das Leistungssoll wird in einem Leistungskatalog als ein Sammelwerk der betrieblichen Unterhaltung festgelegt, der standardisierte Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n mit einem Turnus T_n enthält und in Leistungsbereiche gegliedert ist.

Mit der Durchführung der Leistungspositionen werden sowohl Dienstleistungen erbracht als auch Sachgüter produziert. Unter das Produkt einer Dienstleistung der betrieblichen Unterhaltung fällt bspw. die Erbringung einer Leistung des Straßenbetriebsdienstes wie die Reinigung von

Verkehrsflächen. Ein Sachgut der betrieblichen Unterhaltung als ein materielles Gut³⁸⁷ ist z. B. das Sachgut „Energie“ infolge der Beleuchtung oder der Belüftung eines Tunnels. Damit fallen nicht alle Leistungspositionen in das Leistungssoll LS_N einer Meisterei und benötigen keine Meistereiressourcen. Diese Leistungspositionen mit Sachgütercharakter sind unabhängig von der individuellen Organisation und der Produktion einer Meisterei. Dementsprechend werden die zu bestimmenden Leistungspositionen in von der Organisation und der Produktion abhängige Leistungen (Dienstleistungen) und in von der Organisation und der Produktion unabhängige Leistungen (Sachgüter) differenziert. In dieser Arbeit werden Leistungspositionen mit Dienstleistungscharakter als Betriebsdienstleistungen BDL_n und Leistungspositionen mit Sachgütereigenschaften als Betriebsleistungen BL_n bezeichnet.

Im Leistungskatalog werden jeder Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n eine eindeutige Positionsnummer und eine Dimension $[ME_n]$ zugeordnet. Den Betriebsdienstleistungen BDL_n wird zusätzlich ein Zeitraumbezug zugewiesen. Für jede Leistungsposition wird ein Verursachungsbezug zu den Kostenstellen von übergeordneten und spezifischen Betriebseinheiten ($BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$) im Leistungskatalog hergestellt. Auf der Grundlage von relevanten Normen und Regelwerken werden die Leistungspositionen abgeleitet. Falls Maßnahmen in Normen und Regelwerken hinsichtlich ihres Inhalts identisch beschrieben werden, werden diese zusammengefasst und als eine Leistungsposition definiert. Nicht in Normen und Regelwerken definierte Leistungspositionen, die dennoch nach der Systemgrenze dieser Arbeit dem Leistungssoll LS_N zuzuordnen sind, werden von den in Kapitel 4.1.2.2 spezifizierten Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ abgeleitet. In dieser Arbeit werden keine Erstinspektionen abgesehen von der ersten Hauptprüfung von Ingenieurbauwerken nach DIN 1076³⁸⁸ bestimmt, da das Leistungssoll als ein wiederkehrender Zyklus des laufenden Betriebes der Objekte untersucht wird. Die Klassifizierung der Leistungsbereiche erfolgt auf der Grundlage von Normen sowie der Definition von Betriebskosten nach ZIMMERMANN³⁸⁹ (vgl. Kapitel 2.2.3).

Im Leistungssoll LS_N ist für jede Betriebsdienstleistung BDL_n ein Turnus T_n festzulegen. Auf welcher Grundlage der Turnus T_n etwa von Normen, Regelwerken, Forschungsberichten, Herstellerangaben oder Erfahrungswerten bestimmt wird, steht dem Modellanwender frei. Im Modell wird der Turnus T_n nach einer Verbindlichkeit der relevanten Quellen bestimmt. Dies bedeutet, dass Regelwerke, Normen und Richtlinien vor Empfehlungen oder Erfahrungswerten priorisiert werden. Liegen für eine spezifische Betriebsdienstleistung BDL_n verschiedene Turnuswerte T_n vor, wird auf der sicheren Seite liegend der höhere Turnus T_n in den Leistungskatalog eingepflegt. Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungsbereiches Inspektion und Wartung haben nach einem festgelegtem Wartungsplan zu erfolgen, um einen unerwarteten Ausfall von Betriebseinheiten zu vermeiden. Falls Angaben in Normen, Regelwerken und Richtlinien fehlen bzw. mit „bei Bedarf“ gekennzeichnet werden, wird für den entsprechenden Turnus T_n entweder ein Platzhalter durch die Bezeichnung „bei Erfordernis – bE“ oder Werte von

³⁸⁷ Vgl. Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin et al.: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht*, 8., vollständig überarbeitete Auflage, Lehrbuch (Wiesbaden: Springer Gabler, 2017), S. 5–6.

³⁸⁸ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999), S. 3.

³⁸⁹ Vgl. Zimmermann, Josef: *Immobilienentwicklung in: Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, hrsg. v. Klaus-Jürgen Schneider et al., 21. Auflage (Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014), S. 8.2 - 8.30, S. 8.8–8.9.

inhaltlich ähnlichen Leistungspositionen eingepflegt. Diese Turnuswerte T_n sind als „Platzhalter“ für nachträglich einzufügende, plausibilisierte Werte, wie z. B. spezifische Herstellerangaben etc., anzusehen. Die im Modell zu implementierenden Turnuswerte T_n stellen Orientierungswerte dar und werden in dieser Arbeit als Mindestanforderung zur Erfüllung des Leistungssolls LS_N verstanden.

In Tabelle 4-2 werden die Inhalte von Betriebsleistungen BL_n des Leistungskataloges sowie die zur Herleitung herangezogenen Quellen aufgelistet.

Leistungsbereich	Leistungsposition von Betriebsleistung BL_n	Immobilie	$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	Bezugseinheit [ME _n]
DIN 18960	RABT MKWPT DIN 18960 DIN 13306 DIN 31051 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ in Kapitel 4.1.2.2 Untersuchungen von HOLLDORB et al. (2015), WIRTZ et al., RÖSER, WUNDERLICH	Straße (S) Brücke (B) Tunnel (T)	Kapitel 4.1.2		Ableitung von Leistungsposition BL_n

Tabelle 4-2: Formalisierung von Betriebsleistungen BL_n im Leistungskatalog

Die Definitionen von Betriebsleistungen BL_n und die Abgrenzung der Leistungsbereiche erfolgen auf der Grundlage von den in Tabelle 4-2 enthaltenen Normen und Regelwerken. Mit Hilfe der Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden weitere Leistungspositionen von BL_n abgeleitet, die nach der Systemgrenze dieser Arbeit zum Leistungssoll LS_N gehören. Weitere Betriebsleistungen BL_n werden von WIRTZ et al.³⁹⁰, HOLLDORB et al.³⁹¹ sowie von den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen von RÖSER³⁹² und WUNDERLICH³⁹³ bestimmt (vgl. Kapitel 4.4.1). Aufgrund des Sachgütercharakters werden den Betriebsleistungen BL_n keine Turnuswerte T_n zugewiesen. Es werden die entsprechenden Betriebseinheiten ($BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$) sowie die Bezugseinheit [ME_n] im Leistungskatalog eingepflegt.

Die Inhalte von Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungskataloges sowie die zur Herleitung zu Grunde gelegten Quellen werden in Tabelle 4-3 dargestellt.

Leistungsbereich	Leistungsposition von Betriebsdienstleistung BDL_n	Immobilie	$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	Turnus T_n	Zeitraumbezug	Bezugseinheit [ME _n]
DIN 18960 DIN 31051 DIN 13306 Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst ZIMMERMANN und SCHAULE	Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst RSA bzw. RSA-BY MKWPT RI-BWD-TU FGSV 390/2 DIN 1076	Straße (S) Brücke (B) Tunnel (T)	Kapitel 4.1.2		MKWPT RI-BWD-TU FGSV390/2 DIN 1076 BEKORS		Ableitung von Leistungsposition BDL_n

Tabelle 4-3: Formalisierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n im Leistungskatalog

³⁹⁰ Vgl. Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike: *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006).

³⁹¹ Vgl. Holldorb, Christian; Streich, Markus et al.: *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015).

³⁹² Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

³⁹³ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

Die Gliederung der Leistungsbereiche, Definitionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n und die Festlegung eines Turnus T_n basieren auf den in Tabelle 4-3 aufgelisteten Quellen. Den Betriebsdienstleistungen BDL_n werden die jeweiligen Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$, die entsprechende Bezugseinheit $[ME_n]$ sowie ein spezifischer Zeitraumbezug („w“ für Winter, „f/h“ für Frühjahr und Herbst, „u“ für unabhängig) zugeordnet.

4.3 Festlegung eines Leistungsniveaus SL_N

Das Leistungsniveau SL_N eines Netzes N (Service Level) wird als ein verbindlich einzuhaltender und allgemeiner Standard zwischen dem Eigentümer und dem Betreiber definiert und basiert auf dem formalisierten Leistungsumfang LU_N in Kapitel 4.1 und dem standardisierten Leistungssoll LS_N in Kapitel 4.2 (vgl. Abbildung 4-2 in Kapitel 4).

Zur Identifizierung des zur betrieblichen Unterhaltung eines Netzes erforderlichen Leistungsniveaus SL_N werden die Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungssolls LS_N den Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes AB_N des Leistungsumfangs LU_N zugeordnet. Durch die Verknüpfung von Leistungssoll LS_N und Leistungsumfang LU_N wird mit dem Leistungsniveau SL_N ein eindeutiger Bezug zwischen der Kostenursache (Leistungspositionen BL_n und BDL_n) und dem Ort der Kostenentstehung (Elemente E_k) erzeugt. Damit werden die Elemente E_k , die spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ und die übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ des Anlagenbestandes AB_N als Kostenstellen sowie die Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n als Kostenträger erfasst. Tabelle 4-4 stellt die Grundlagen zur Festlegung des Leistungsniveaus SL_N eines Netzes N dar.

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	BL_n / BDL_n	E_k von $BE_{\text{spezifisch},d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_n/ME_{E_k}]$
Kapitel 4.2		Kapitel 4.1.2	Kapitel 4.1.2	Kapitel 4.1.2	1,0	$[ME_n/ME_{E_k}]$
					in Anwendung zu implementieren	$[ME_n/ME_{E_k}]$
					HOLLDORB et al. (2016), vgl. Formel 3-7 in Kapitel 3.3.9.3	
					VFIB, vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.3.9.1	
					LONDONG und MEYER, Besucherfrequenz	
					KORNBLUM, SRS Sanitäranlagen	
	in Anwendung zu implementieren			in Anwendung zu implementieren	$[ME_n/ME_{E_k}]$	

Tabelle 4-4: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N

In den beiden linken Spalten in Tabelle 4-4 werden die Positionsnummer sowie die Bezeichnung der Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n eingepflegt. In den Spalten von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes AB_N in Tabelle 4-4 findet eine Zuordnung von Leistungspositionen zu den Elementen E_k von spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$, mit Bezeichnung, Einheit $[ME_{E_k}]$ sowie Zuordnungsnummer (E_k -Nr.) statt. In den beiden rechten Spalten in Tabelle 4-4 wird ein spezifischer Leistungswert LW_n einer Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n berücksichtigt.

Über den Leistungswert LW_n wird der Einfluss von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ auf die Ausbringungsmenge r_n einer Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n quantifiziert. In dieser Arbeit wird der

Leistungswert LW_n einer Leistungsposition als diejenige erforderliche Menge definiert, die innerhalb eines Jahres als Output im Rahmen der Erbringung dieser Leistungsposition eines Netzes erzeugt wird. Der Leistungswert LW_n quantifiziert demnach den Turnus T_n , der im Leistungskatalog durch den Vermerk „bei Erfordernis“ nur qualifiziert ist (z. B. Beseitigung von verkehrsbehindernden Verschmutzungen). Der Leistungswert besitzt die Einheit $[ME_n/ME_{E_k}]$, bspw. jährliche Anzahl von Schäden pro Kilometer Fahrbahn. Außerdem dient der Leistungswert LW_n als Transformationsfaktor der Mengeneinheiten der Elemente E_k $[ME_{E_k}]$ und der Mengeneinheiten der Leistungsposition $[ME_n]$ zur Herstellung einer einheitlichen Berechnungsgrundlage.

Für die Leistungen des Winterdienstes sowie für die Leistungen nach DIN 1076 werden die Berechnungsgrundlagen von KliBet in Kapitel 3.3.9.3 und VFIB in Kapitel 3.3.9.1 herangezogen (vgl. Tabelle 4-4). Aufgrund des Bezugs zu Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ können spezifische Leistungswerte LW_n von einigen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n erst in der Modellanwendung für das jeweilige Netz N bestimmt werden, da die hierfür erforderlichen Informationen erst auf der Basis von individuellen Netz- und Objekteigenschaften ($NE_{N,e}$ und $OE_{ON,m,f}$) implementiert werden. Dies können sowohl der Ort der Kostenursache, d. h. Element E_k , als auch die jeweilige Ausbringungsmenge, d. h. Leistungswert LW_n , sein (z. B. Entfernung von Bemalungen).

LONDONG und MEYER ermitteln im Rahmen von zwölf Messkampagnen an sechs unbewirtschafteten Rastanlagen in Deutschland einen gemittelten nutzerspezifischen Wasserverbrauch von 4 bis 8 Liter pro Benutzer.³⁹⁴ Die Messungen von täglichen Besuchern [b/d] ergeben einen Mittelwert von 728 Besucher pro Tag.³⁹⁵ In dieser Arbeit werden der Mittelwert des Wasserverbrauchs (0,006 m³/d) sowie eine Besucherfrequenz von 728 b/d von Rastanlagen als Leistungswert LW_n angesetzt (vgl. Tabelle 4-4). Im Modell wird gemäß den Entwässerungstarifen der Berliner Wasserbetriebe³⁹⁶ implementiert, dass die Menge an Wasserverbrauch gleich der Menge an Schmutzwasser ist.

Die Beleuchtung der WC-Anlagen von Rastanlagen wird gemäß des nutzungsspezifischen Standardraumes Sanitäreanlagen von KORNBLUM mit zwei Lichtbandleuchten³⁹⁷ je 36 Watt³⁹⁸ angenommen. Als Leistungswert LW_n wird in Tabelle 4-4 angesetzt, dass jede WC-Anlage einen getrennten Sanitärbereich für Damen und Herren, einen barrierefreien Sanitärbereich für Menschen mit Behinderung sowie einen Technikraum umfasst. Im Modell wird eingepflegt, dass die Beleuchtung der WC-Anlage 365 Tage im Jahr 14 Stunden am Tag in Betrieb ist. Dieser implementierte Leistungswert LW_n stellt einen Platzhalter im Modell dar und ist demnach in einer Modellanwendung durch den tatsächlichen Wert von Betriebsstunden des jeweiligen zu

³⁹⁴ Vgl. Londong, Jörg; Meyer, Daniel: *Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen V 195* (Bergisch-Gladbach, 2010), Professur Siedlungswasserwirtschaft der Bauhaus Universität Weimar, S. 118.

³⁹⁵ Vgl. Londong, Jörg; Meyer, Daniel: *Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen V 195* (Bergisch-Gladbach, 2010), Professur Siedlungswasserwirtschaft der Bauhaus Universität Weimar, S. 99.

³⁹⁶ Vgl. Berliner Wasserbetriebe: *Unsere Tarife für Trinkwasser und Abwasser*, zuletzt geprüft am 25.09.2019.

³⁹⁷ Vgl. Kornblum, Florian: *Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 01. Februar 2018), S. 193.

³⁹⁸ Vgl. Kornblum, Florian: *Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 01. Februar 2018), S. 353.

untersuchenden Netzes N zu ersetzen. Für die beiden Sanitärbereiche und den Technikraum wird im Modell eingepflegt, dass jeweils zwei Lichtbandleuchten je 36 Watt installiert sind.

4.4 Quantifizierung eines Leistungsniveaus SL_N

Für eine Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N sind Kostenkennwerte π_n sowie Betriebskosten BK_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungskataloges in Kapitel 4.2 erforderlich. Die Betriebskosten BK_n ermitteln sich aus der Multiplikation eines Kostenkennwertes π_n und der Verzehrsmenge r_n . Die Verzehrsmenge r_n ergibt sich auf der Grundlage des Leistungsniveaus SL_N aus der Multiplikation der Menge $r_{E_k,n}$ des Elementes E_k und dem Leistungswert LW_n in Kapitel 4.3. Der Zusammenhang von Kostenkennwert und Betriebskosten ist Formel 4-7 zu entnehmen.

$$BK_n = \pi_n \cdot r_n = \pi_n \cdot LW_n \cdot r_{E_k,n} = \sum_{i=1}^I \pi_{EF_i} \cdot w_{EF_i,n} \cdot r_n = \frac{\sum_{i=1}^I \pi_{EF_i} \cdot r_{EF_i}}{r_n} \cdot r_n$$

mit	BK_n	= Betriebskosten Leistungsposition n [€]
	π_n	= Kostenkennwert Leistungsposition n [€/ME _n]
	r_n	= Verzehrsmenge Leistungsposition n [ME _n]
	LW_n	= Leistungswert Leistungsposition n [ME _n /ME _{E_k}]
	$r_{E_k,n}$	= Verzehrsmenge Element E_k , Leistungsposition n [ME _n]
	π_{EF_i}	= Kostenkennwert Elementarfaktor EF_i [€/ME _i]
	r_{EF_i}	= Verzehrsmenge Elementarfaktor EF_i [ME _i]
	$w_{EF_i,n}$	= Aufwandswert Elementarfaktor EF_i , Leistungsposition n [ME _i /ME _n]

Formel 4-7: Bestimmung von Betriebskosten BK_n und Kostenkennwert π_n einer Leistungsposition n

Gemäß Formel 4-7 liegt für jede Leistungsposition von BL_n und BDL_n ein partieller Aufwandswert $w_{EF_i,n}$ für den Einsatz jeder Elementarfaktorart EF_i vor. Dabei berücksichtigt der Aufwandswert $w_{EF_i,n}$ die verfahrensspezifische Kolonnenzusammensetzung. Wie aus Formel 4-7 ersichtlich wird, sind zur Ermittlung der Betriebskosten BK_n und des Kostenkennwertes π_n jeder Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n der Kostenkennwert π_{EF_i} und der Aufwandswert $w_{EF_i,n}$ zu bestimmen. Damit sind für jede Leistungsposition Art, Anzahl r_{EF_i} , Kostenkennwerte π_{EF_i} sowie partielle Aufwandswerte $w_{EF_i,n}$ von erforderlichen Elementarfaktoren EF_i zu ermitteln. Die in Anlehnung an Formel 4-7 erforderlichen Daten stellen eine wesentliche Voraussetzung einer Kostenrechnung von jeder Organisationseinheit dar. Demnach sollte diese von jeder Organisationseinheit geführt und auf aktuellem Stand gehalten werden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Elementarfaktoren EF_i auf Leistungsebene und damit die direkt verzehrten Elementarfaktoren EF_i bestimmt. Beispiele von Elementarfaktoren EF_i auf Leistungsebene können Transporter oder Heckenschere sein und folglich nicht Kraftstoff oder Schmierstoffe. Die Zuordnung der Elementarfaktoren EF_i zu den jeweiligen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n erfolgt in einer Zuordnungsmatrix. Bei einer unvollständigen Datenlage wird vorerst eine qualitative Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n vorgenommen. Dies wird mit „x“ in der Zuordnungsmatrix gekennzeichnet. Falls eine Quantifizierung nur auf der Basis von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ eines bestimmten Objektes $O_{N,m}$ eines Netzes N möglich ist, wird dies in der Zuordnungsmatrix mit „v“ vermerkt. Die beiden Leistungspositionen „Unfallschäden beseitigen“ und

„Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen“ des Leistungsheftes für den Straßenbetriebsdienst³⁹⁹ sind kein Bestandteil der Quantifizierung (Kennzeichnung in Zuordnungsmatrix durch „n.u. – nicht untersucht“), da sowohl der Einsatz von erforderlichen Elementarfaktoren als auch das Leistungsoll (Art und Turnus der Leistungspositionen) sowie der Leistungsumfang (Ort und Umfang) nur unter einer hohen Unsicherheit prognostizierbar sind. Die in das Modell zu implementierenden Kostenkennwerte beziehen sich auf den Preisstand 2017.

Falls Kostenkennwerte von Elementarfaktoren π_{EF_i} oder von Leistungspositionen π_n in der Genese nicht ermittelt werden können, wird dies in Abhängigkeit der Datenlage mit „x“ „v“ oder mit „m“ im Modell gekennzeichnet. Die Kennzeichnung „x“ bedeutet, dass für eine Leistungsposition keine Kostenkennwerte π_{EF_i} von Elementarfaktoren EF_i , sondern nur die Kostenkennwerte π_n der jeweiligen Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n ermittelbar sind. Die Variable „v“ gibt an, dass die partiellen Kostenkennwerte π_{EF_i} sowie Kostenkennwerte π_n der Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n erst auf der Grundlage von implementierten spezifischen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ und Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ in der Modellanwendung bestimmt werden. Die Kennzeichnung „m“ bei der Kostenkennwertgenese verweist darauf, dass aufgrund der nicht hinreichenden Datenlage der Kostenkennwert π_n dieser Leistungsposition von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n erst bei der Modellanwendung als Median der Betriebskosten BK_n von anderen Leistungspositionen desselben Leistungsbereiches bestimmt wird.

4.4.1 Grundlage und Erhebung von erforderlichen Daten

Mangels belastbarer verfügbarer Daten zu Elementarfaktoren, Aufwandswerten, Leistungswerten, Kostenkennwerten und Betriebskosten werden im Rahmen dieser Arbeit Untersuchungen zur Qualifizierung und zur Quantifizierung von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n durchgeführt. Ansätze zur Erzeugung einer Datengrundlage im Rahmen dieser Arbeit liefern KALTENBACH⁴⁰⁰ zu Kosten der betrieblichen Unterhaltung von Straßen sowie RÖSER⁴⁰¹ zu Kosten der betrieblichen Unterhaltung von Brücken und WUNDERLICH⁴⁰² zu Kosten der betrieblichen Unterhaltung von Tunneln. Einerseits werden die Daten von Ist-Kosten von ausgewählten betrieblichen Objekten empirisch hergeleitet und andererseits erfolgt die Datengenese auf der Grundlage von Literaturstudien und Daten zur Leistungserbringung von ausgewählten Meistereien deduktiv sowie induktiv. Die im Rahmen dieser Arbeit erzeugte Datengrundlage zur Bestimmung der Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen umfasst die zur Leistungserbringung erforderliche Art und Anzahl von Elementarfaktoren EF_i , die spezifischen Kolonnenzusammensetzungen sowie die zur Leistungserbringung benötigten partiellen Aufwandswerte w_{EF_i} . Zur Erzeugung einer Datengrundlage von Betriebsleistungen BL_n werden auf der Grundlage von einzelnen Objekten

³⁹⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 6.2.

⁴⁰⁰ Vgl. Kaltenbach, Jakob: *Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes* (Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Mai 2018).

⁴⁰¹ Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

⁴⁰² Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

empirische Kostenauswertungen unter Einbezug von spezifischen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ durchgeführt, deren Einfluss auf Grundlage von Normen und Regelwerken deduktiv hergeleitet wurde. Die Verfügbarkeit sowie Zugänglichkeit von Daten schränkte die Datenqualität der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen ein. Dies bedeutet, dass sich die statistischen Einzelauswertungen von Betriebskosten, insbesondere bei Tunnelobjekten, auf eine geringe Anzahl an Untersuchungsobjekten beziehen. Demnach stellen die für diese Arbeit erzeugten Daten eine erste Grundlage zur Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung bereit und sind daher als Variablen (Platzhalter) im Modell zu verstehen.

4.4.1.1 Daten zu Betriebsleistungen BL_n

Die zu Grunde gelegten Quellen sowie die entsprechenden erhobenen Daten sind Tabelle 4-5 zu entnehmen.

Datengrundlage		Quelle	EF_i [ME _{EFi}]	π_{EFi} [€/ME _{EFi}]	w_{EFi} [ME _{EFi} /ME _n]	π_n [€/ME _n]	$OE_{ON,m,f}$ [-]
Betriebsleistung	BL ₁	WUNDERLICH	0	0	0	0	+
	BL ₂	WIRTZ et al.	-	-	-	+	-
	BL ₃	HOLLDORB et al. (2015)	-	-	-	+	-
	BL _{...}	Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt	-	+	-	-	-
	BL _n	Statistisches Bundesamt	-	+	-	-	-

Tabelle 4-5: Datengrundlage von Betriebsleistungen BL_n

Von den in Tabelle 4-5 aufgelisteten Quellen werden Daten zu Art, Anzahl, Kostenkennwerten π_{EFi} , Aufwandswerten w_{EFi} von Elementarfaktoren EF_i , Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n sowie zu betriebskostenbestimmenden Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ für die Erbringung der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n erhoben. In Abhängigkeit der Datenlage werden die Daten der in dieser Arbeit herangezogenen Quellen mit „+“, „0“ oder „-“ in Tabelle 4-5 gekennzeichnet. Dabei bedeutet ein Plus bzw. ein Minus in Tabelle 4-5, dass die Daten der entsprechenden Zellen vollständig bzw. nicht vorliegen. Zellen mit einer Null in Tabelle 4-5 zeigen an, dass die erforderlichen Daten nicht vollumfänglich vorhanden sind und demnach nicht implementiert werden.

Für die Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung von wettertechnischen Anlagen werden im Modell jeweils die Mittelwerte der Kostensätze von WIRTZ et al. und HOLLDORB et al. in Kapitel 3.3.9.2 angesetzt (vgl. Tabelle 4-5). Diese Kostensätze werden auf den Preisstand 2017⁴⁰³ indexiert. Damit ergeben sich für Taumittelsprühanlagen Mittelwerte der Kostensätze von Stromkosten in Höhe von 777,00 €/a und von Materialkosten in Höhe von 5.608,77 €/a, für Glättemeldeanlagen Mittelwerte von Stromkosten in Höhe von 204,00 €/a.

Von Betriebsleistungen mit Energieverbrauch werden zur Bestimmung des Kostenkennwertes π_{EFi} Daten der Bundesnetzagentur und des Bundeskartellamtes zu Grunde gelegt (vgl. Tabelle 4-5). Die Bundesnetzagentur und das Bundeskartellamt veröffentlicht Strompreise für Gewerbe- und Industriekunden in Deutschland von den Jahren 2008 bis 2018. Zum Stichtag 01.04.2017 belaufen sich die Strompreise für Gewerbekunden ohne Umsatzsteuer auf einen arithmetischen

⁴⁰³ Vgl. Statistisches Bundesamt: *Inflationsrate in Deutschland von 1992 bis 2018 (Veränderung des Verbraucherpreisindex gegenüber Vorjahr)*, zuletzt geprüft am 16.09.2019.

Mittelwert von 0,217 €/kWh.⁴⁰⁴ Von WUNDERLICH liegen spezifische Rahmenverträge zur Versorgung der Verkehrsinfrastruktur mit elektrischer Energie vor, auf deren Basis durchschnittliche Ist-Kosten des Strompreises in Höhe von 0,23 €/kWh ermittelt wurden.⁴⁰⁵ Im Zuge der Modellentwicklung wird der von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt veröffentlichte Kostenkennwert von 0,217 €/kWh angesetzt.

Für Betriebsleistungen mit Wasserverbrauch werden die Zahlen des Statistischen Bundesamtes zur Bestimmung des Kostenkennwertes π_{Efi} in das Modell implementiert. Nach § 2 (1), 7, 11 UStatG erfolgt eine Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und der öffentlichen Abwasserentsorgung als Bundesstatistik. Das Statistische Bundesamt veröffentlicht Daten zum Trinkwasserentgelt in [€/m³] mit der entsprechenden Preisentwicklung über die Erhebungsjahre sowie zu den jährlichen fixen Grundgebühren, die auf Deutschland bezogen und nach Bundesländern aufgeschlüsselt sind.⁴⁰⁶ ⁴⁰⁷ Unter Berücksichtigung der Preisentwicklung⁴⁰⁸ werden das durchschnittliche Trinkwasserentgelt und die Grundgebühr in Deutschland für das Bezugsjahr 2017 ermittelt. Da die Kosten für den Bezug von Frischwasser standortspezifisch festgelegt sind, werden die Kosten für Gesamtdeutschland im Rahmen der Modellentwicklung zu Grunde gelegt. Dementsprechend werden für die Leistungspositionen mit Wasserverbrauch ein verbrauchsabhängiges Trinkwasserentgelt mit 1,80 €/m³ und eine Grundgebühr von 75,52 €/a in das Modell eingepflegt. Es sei darauf verwiesen, dass Abweichungen bei den normierten Kosten des Frischwassers [€/m³] aufgrund regionalspezifischer Preise der hiesigen Kanalbetreiber eines Netzes entstehen können. Demnach sind diese Kostenkennwerte bei Erfordernis in der Modellanwendung zu ersetzen.

Für eine Quantifizierung von Betriebsleistungen mit Abwasser werden Kostenkennwerte des Statistischen Bundesamt herangezogen, welches die auf den Kubikmeter normierten Abwasserkosten der Bundesländer und von Gesamtdeutschland sowie deren Preisentwicklung über die Erhebungsjahre bereitstellt. Der Begriff des Abwassers umfasst nach der Definition des Statistischen Bundesamtes Schmutzwasser, Fremdwasser sowie Niederschlagswasser.⁴⁰⁹ ⁴¹⁰ Die Kosten der Betriebsleistungen des Leistungsbereiches der Entsorgung von Wasser setzen sich aus den verbrauchsabhängigen Abwasserkosten in [€/m³] und einer jährlichen Grundgebühr in [€/a] zusammen. Die Abwasserkosten und die Grundgebühr liegen für das Erhebungsjahr 2010 von Gesamtdeutschland sowie nach Bundesländern differenziert vor.⁴¹¹ ⁴¹² Unter Anwendung einer Preisindexierung ergeben sich zur Quantifizierung von Betriebsleistungen der

⁴⁰⁴ Vgl. Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt: *Strom- und Energiepreise in Deutschland*, zuletzt geprüft am 08.01.2019, S. 28 und 54.

⁴⁰⁵ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018), S. 68.

⁴⁰⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt: *Durchschnittliches Trinkwasserentgelt je Kubikmeter und Grundgebühr pro Jahr in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2013*, zuletzt geprüft am 07.01.2019.

⁴⁰⁷ Vgl. Statistisches Bundesamt: *Preisindex für die Wasserversorgungsgebühren in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2017 (2010=Index 100)*, zuletzt geprüft am 07.01.2019.

⁴⁰⁸ op. cit.

⁴⁰⁹ Vgl. Statistisches Bundesamt: *Durchschnittliche Abwasserkosten* je Kubikmeter und Grundgebühr pro Jahr in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2010*, zuletzt geprüft am 07.01.2019.

⁴¹⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt: *Preisindex der Abwasserentsorgung in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2017 (2010=Index 100)*, zuletzt geprüft am 07.01.2019.

⁴¹¹ Vgl. Statistisches Bundesamt, „Durchschnittliche Abwasserkosten* je Kubikmeter und Grundgebühr pro Jahr in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2010“.

⁴¹² Vgl. Statistisches Bundesamt, „Preisindex der Abwasserentsorgung in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2017 (2010=Index 100)“.

Wasserentsorgung zum Preisstand 2017 im Durchschnitt verbrauchsabhängige Abwasserkosten zu 2,46 €/m³ und eine Grundgebühr von 16,07 €/a.

Zur Qualifizierung und zur Quantifizierung weiterer Betriebsleistungen BL_n von Tunneln wird die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung von WUNDERLICH⁴¹³ für die Modellentwicklung zu Grunde gelegt. Wie bei der Genese von Kostenkennwerten von Betriebsdienstleistungen BDL_n von Tunneln in Kapitel 4.4.1.2 ist die Qualität der Datengrundlage zu Betriebsleistungen BL_n von Tunneln nicht für das gesamte Leistungssoll durchgehend hinreichend, um auf Leistungspositionsebene Kostenkennwerte unter Berücksichtigung von spezifischen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ zu erzeugen. Bspw. liegen ausschließlich Gesamtabrechnungen des Energieverbrauchs über einen spezifischen Zeitraum von Tunnelobjekten vor. Für die Leistungsbereiche Versorgung, Entsorgung sowie Abgaben und Beiträge wurden demnach die Verbräuche ausschließlich übergeordnet bestimmt (z. B. Kosten der Belüftung oder Kosten für Wasser und Abwasser). Durch die Division mit bspw. durchschnittlichen Strompreisen wurden die Gesamtverbräuche im Zuge einer Normierung auf die Tunnellänge oder die Abgaben und Beiträge auf das Tunnelbauwerk allgemein bezogen.

4.4.1.2 Daten zu Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die erhobenen bzw. zu implementierenden Daten von Betriebsdienstleistungen sowie deren entsprechende Quellen werden in Tabelle 4-6 aufgelistet.

Datengrundlage		Quelle	EF_i [ME _{EFi}]	π_{EFi} [€/ME _{EFi}]	w_{EFi} [ME _{EFi} /ME _n]	π_n [€/ME _n]	$OE_{ON,m,f}$ [-]
Betriebsdienstleistung	BDL ₁	KALTENBACH	+	+	+	+	+
	BDL ₂	RÖSER	+	+	+	+	+
	BDL ₃	WUNDERLICH	0	0	0	0	+
	BDL ₄	VFIB	+	+	+	+	+
	BDL ₅	WIRTZ et al.	-	-	-	+	-
	BDL ₆	HOLLDOORB et al. (2015)	-	-	-	+	-
	BDL ₇	HOLLDOORB et al. (2016)	-	-	+	+	+
	BDL...	Sirados Baudaten (2017)	-	+	-	-	-
BDL _n	Baugeräteliste (2015)	-	+	-	-	-	

Tabelle 4-6: Datengrundlage von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Gemäß Tabelle 4-6 werden für die Betriebsdienstleistungen BDL_n die Daten zu Art, Menge und Kostenkennwerten π_{EFi} von Elementarfaktoren EF_i , Aufwandswerten w_{EFi} , Kostenkennwerten π_n sowie betriebskostenbestimmenden Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ bestimmt. In Abhängigkeit der Datenlage werden die Daten der in dieser Arbeit herangezogenen Quellen mit „+“, „0“ oder „-“ in Tabelle 4-6 gekennzeichnet. Ein Plus bzw. ein Minus in Tabelle 4-6 bedeutet, dass die Daten der entsprechenden Zellen vollständig bzw. nicht vorliegen. Zellen mit einer Null in Tabelle 4-6 zeigen an, dass die erforderlichen Daten nicht vollumfänglich vorhanden sind.

Aufgrund der erhöhten Ermittlungsgenauigkeit durch die Berücksichtigung von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden die Kosten zur Prüfung nach DIN 1076 gemäß des Kostenermittlungsverfahrens von VFIB in Kapitel 3.3.9.1 im Modell bestimmt.

⁴¹³ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

Zur Quantifizierung der Wartungsleistungen von wettertechnischen Anlagen werden für Taumittelsprühanlagen die Mittelwerte des Kostensatzes von WIRTZ et al. und für Glättemeldeanlagen von HOLLDORB et al. (2015) in Kapitel 3.3.9.2 verwendet. Die Kostensätze werden auf den Preisstand 2017⁴¹⁴ indexiert. Damit ergeben sich im Modell für die Wartungsleistungen mittlere Kosten von Taumittelsprühanlagen zu 8.376,80 €/a und von Glättemeldeanlagen zu 1.326,00 €/a.

Zur Bestimmung der theoretischen Einsatzzeit des Winterdienstes pro Monat wird die Berechnungsmethodik auf der Grundlage der von HOLLDORB et al. mit einem Einfluss auf den Winterdienst identifizierten Klimaparameter in Kapitel 3.3.9.3 herangezogen (vgl. Tabelle 3-10 in Kapitel 3.4). HOLLDORB et al. differenzieren die Einsatzzeit des Winterdienstes nicht nach den einzelnen Leistungspositionen. Aufgrund dessen wird angesetzt, dass sich die gesamten Einsatzstunden des Winterdienstes pro Monat in ein Drittel Räumarbeiten und in zwei Drittel Streuarbeiten aufteilen. Diese in das Modell implementierten spezifischen Leistungswerte LW_n sind als Platzhalter zu verstehen und demnach auf der Basis von netzspezifischen Werten zur Verteilung der Leistungspositionen von Räumen und Streuen zu ersetzen. Da sich die theoretischen monatlichen Einsatzstunden nach HOLLDORB et al. auf die gesamten Flächen eines Netzes beziehen, werden in der Modellanwendung die Einsatzstunden anteilig auf die zu unterhaltenden Verkehrsflächen der jeweiligen Elemente eines Netzes N (Fläche von Fahrbahnen, Rastanlagen und Buchten) bezogen bzw. verteilt.

Die Untersuchungen der betrieblichen Unterhaltung von Straßen von KALTENBACH⁴¹⁵ und Brücken von RÖSER⁴¹⁶ im Rahmen dieser Arbeit stellen Daten zu Art, Anzahl, Kostenkennwerten und Aufwandswerten von Elementarfaktoren sowie zur Absicherung gemäß den gültigen Regelplänen bereit, die zur Erbringung von Betriebsdienstleistungen BDL_n erforderlich sind (vgl. Tabelle 4-6). Dies bedeutet, dass Kostenkennwerte von Betriebsdienstleistungen BDL_n von Straßen und Brücken auf Leistungspositionsebene erzeugt wurden. Die erhobenen Elementarfaktoren EF_i in Tabelle 4-6 beziehen sich auf die Leistungserbringung einer direkten Betriebsdienstleistung und der hierfür erforderlichen Verkehrssicherungsleistung. Da in RSA-BY zusätzlich Arbeitsbereiche bestimmt werden, wurden in den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen die erforderlichen Elementarfaktoren EF_i zur Absicherung einer Arbeitsstelle nach den Regelplänen von RSA-BY in Kapitel 3.2.1.2 qualifiziert und quantifiziert. Die erforderlichen Regelpläne sind den Betriebsdienstleistungen BDL_n entsprechend zugeordnet.

Die Untersuchung der betrieblichen Unterhaltung von Tunneln von WUNDERLICH⁴¹⁷ im Rahmen dieser Arbeit ergibt, dass die derzeit vorliegende Datenqualität der untersuchten Tunnelbauwerke keine differenzierte Erhebung nach Arten von Betriebskosten zulässt sowie die verursachten Betriebskosten nicht nach dem Ort ihrer Entstehung erfasst werden. Insbesondere bei Betriebsdienstleistungen von Inspektion und Wartung, die oftmals an externe Auftragnehmer

⁴¹⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt, „Inflationsrate in Deutschland von 1992 bis 2018 (Veränderung des Verbraucherpreisindex gegenüber Vorjahr)“.

⁴¹⁵ Vgl. Kaltenbach, Jakob: *Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes* (Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Mai 2018).

⁴¹⁶ Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

⁴¹⁷ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

vergeben werden, sowie in Teilen bei Betriebsdienstleistungen der Reinigung ist diese unzureichende Datenqualität festzustellen. Aufgrund der Vertragsstruktur liegen die Betriebskosten oftmals nur als Pauschalen vor bzw. werden die verursachten Betriebskosten nicht auf die entsprechenden Elemente von Betriebseinheiten verursachungsgerecht verbucht.

Falls ausschließlich Betriebskosten als Gesamtkosten eines Leistungsbereiches oder einer spezifischen Betriebseinheit $BE_{\text{spezifisch},d}$ der untersuchten Tunnelobjekte vorliegen, werden die gesamten Betriebskosten nach einem gleichmäßigen Anteil auf die einzelnen dazugehörigen Leistungspositionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n zur Ermittlung von Betriebskosten BK_n verteilt.

Für den Leistungsbereich Inspektion und Wartung von Tunnelbauwerken liegen ausschließlich gesamte Betriebskosten sowie eine relative Verteilung dieser gesamten Betriebskosten nach den spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ der untersuchten Tunnelobjekte vor. Demnach werden für jede Betriebseinheit Mediane der relativen Betriebskostenverteilung gebildet. Die Betriebskosten je Betriebseinheit der Inspektion und Wartung werden aus dem Median der gesamten Betriebskosten der untersuchten Tunnelobjekte multipliziert mit dem entsprechenden relativen Anteil als Median berechnet. Die Betriebskosten $BK_{BE_{\text{spezifisch},d}}$ werden auf die Betriebsdienstleistungen BDL_n von Inspektion und Wartung nach einem gleichmäßigen Anteil zu den entsprechenden Betriebskosten BK_n verrechnet.

Für den Leistungsbereich Betriebsinstandsetzung von Tunnelbauwerken liegen nur die prozentualen Kostenanteile an den gesamten Betriebskosten infolge der betrieblichen Unterhaltung der untersuchten Tunnelobjekte vor. Zur Bestimmung der absoluten Betriebskosten der Betriebsinstandsetzung wird der Median dieser Kostenanteile gebildet, der mit den gesamten Betriebskosten der untersuchten Tunnelobjekte multipliziert wird.

Für Betriebsdienstleistungen von Tunnelbauwerken können aufgrund der derzeitigen Datenqualität keine nach den Elementen von Betriebseinheiten verursachungsgerechten Kostenkennwerte erzeugt werden. Hieraus ergibt sich, dass keine getrennte Kostenaufschlüsselung nach direkter Betriebsdienstleistung, Verkehrssicherungsleistung oder Transportleistung vorgenommen werden kann. Aufgrund dessen werden die generierten gesamten Kostenkennwerte den direkten Betriebsdienstleistungen zugeordnet. Angesichts dieser mangelhaften Datenqualität der für die Datenbeschaffung ausgewählten Objekte werden die bestimmten Betriebskosten der Leistungspositionen auf allgemeine Bezugsgrößen, wie Tunnellänge oder Anzahl der Betriebsgebäude, bezogen, um Kostenkennwerte zu generieren. Die implementierten Daten sind durch weitere Untersuchungen zu plausibilisieren und stellen demnach „Platzhalter“ im Modell dar.

Für Tunnelbauwerke liegen nur Mediane von Betriebskosten der Hauptprüfung sowie von Betriebskosten der einfachen Prüfung nach DIN 1076 und demnach keine Betriebskosten von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung sowie Sonderprüfung vor. Um dennoch erste fiktive Werte in das Modell einzupflegen, werden auf der Grundlage der Berechnungsmethodik von VFIB in Kapitel 3.3.9.1 die Betriebskosten BK_n und der Turnus T_n von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung und Sonderprüfung von acht exemplarisch ausgewählten Brückenbauwerken bestimmt. Da die Leistungen in von der Inbetriebnahme abhängigen spezifischen Turnussen T_n zu erbringen sind, wird ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren im

Rahmen dieser Betriebskostenermittlung der Brücken angesetzt. Von den acht Brücken werden die Anteile der für das Intervall jährlich durchschnittlichen Betriebskosten von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung und Sonderprüfung an den gesamten jährlich durchschnittlichen Betriebskosten von Hauptprüfung und von einfacher Prüfung ermittelt. Aus den prozentualen Anteilen von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung und Sonderprüfung an der Summe von Hauptprüfung und einfacher Prüfung der acht Brücken werden Mediane berechnet. Diese Mediane von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung und Sonderprüfung werden mit den durchschnittlichen Betriebskosten der Tunnelbauwerke multipliziert und damit die Betriebskosten von jährlicher Besichtigung, laufender Beobachtung und Sonderprüfung von Tunnelbauwerken bestimmt. Diese Betriebskosten werden als fiktive Werte im Modell implementiert und sind in weiteren Untersuchungen zu plausibilisieren.

Falls Kostenkennwerte von Elementarfaktoren π_{EFi} von KALTENBACH, RÖSER und WUNDERLICH zwar qualifiziert, jedoch nicht quantifiziert wurden, werden diese fehlenden Kostenkennwerte auf der Grundlage von Sirados Baudaten⁴¹⁸ sowie Baugeräteliste⁴¹⁹ ermittelt.

4.4.2 Quantifizierung von Betriebsleistungen BL_n

Betriebskosten BK_{BLn} von Betriebsleistungen BL_n entstehen aufgrund des Einsatzes des Elementarfaktors Werkstoffe. Die Betriebskosten $BK_{BL,n}$ einer Betriebsleistung BL_n ermitteln sich aus der Multiplikation des leistungsbezogenen Kostenkennwertes eines Werkstoffes $\pi_{Wi,n}$ und der Verzehrsmenge $r_{Wi,n}$ eines Werkstoffes i (vgl. Formel 4-8).

$$BK_{BLn} = \sum_{i=1}^N r_{Wi,n} \cdot \pi_{Wi,n}$$

mit BK_{BLn} = Betriebskosten Betriebsleistung n [€]
 $r_{Wi,n}$ = Verzehrsmenge Werkstoff i, Betriebsleistung n [ME_{Wi,n}]
 $\pi_{Wi,n}$ = Kostenkennwert Werkstoff i, Betriebsleistung n [€/ME_{Wi,n}]

Formel 4-8: Definitionsgleichung von Betriebsleistungen BL_n

4.4.3 Quantifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Betriebskosten einer Betriebsdienstleistung BDL_n werden in Betriebskosten aus der direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$, der Verkehrssicherungsleistung $BDL_{vs,n}$ und der Transportleistung $BDL_{TL,n}$ differenziert.

Zur Identifizierung der aus der Organisation in Kapitel 4.1.2.2 beschriebenen resultierenden Kosteneinflussgrößen wird eine organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n durchgeführt. Ziel der organisationstheoretischen Analyse ist die standardisierte Bestimmung von wirtschaftlich effizienten Kombinationen von Betriebsdienstleistungen BDL_n im Zuge der Leistungserbringung der betrieblichen Unterhaltung. Hierfür werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich ihrer Aufgabenmerkmale untersucht. Auf der Grundlage der Ausprägungen der Aufgabenmerkmale werden Informationen generiert, ob eine Betriebsdienstleistung BDL_n ein generelles Verknüpfungspotenzial aufweist und welche

⁴¹⁸ Vgl. WEKA MEDIA: *SIRADOS Baudaten und Software - für Kostenplanung, Ausschreibung und Kalkulation* (Mering: WEKA Media GmbH & Co. KG, 2017).

⁴¹⁹ Vgl. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie: *BGL Baugeräteliste 2015: Technisch-wirtschaftliche Baumaschinendaten*, 1. Auflage 2015 (Gütersloh: Bauverlag BV GmbH, 2015).

Verknüpfungskombinationen von Betriebsdienstleistungen BDL_n wirtschaftlich sinnvoll sind. Die in der Analyse identifizierten Verknüpfungsmöglichkeiten bilden die Grundlage zur Bestimmung der gesamten Betriebskosten BK_{BDL_n} von Betriebsdienstleistungen BDL_n .

4.4.3.1 Organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Aufgabenmerkmalen

In der organisationstheoretischen Analyse wird die Ablauforganisation von Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungsniveaus SL_N in Kapitel 4.3 untersucht. Die wirtschaftliche Effizienz einer Verknüpfung von mehreren Betriebsdienstleistungen BDL_n in einer Arbeitssynthese wird über die Aufgabenmerkmale von PICOT et al.⁴²⁰ analysiert.

Betriebsdienstleistungen BDL_n , deren Erbringung die Verkehrssicherheit wiederherstellt (z. B. Beseitigung von Unfallschäden) oder eine Beeinträchtigung dieser verhindert (z. B. Winterdienst), sind unmittelbar durchzuführen und weisen folglich kein Verknüpfungspotenzial auf. Um dieses Verknüpfungspotenzial zu bewerten, wird für die Betriebsdienstleistungen BDL_n das Aufgabenmerkmal der Dringlichkeit definiert.

4.4.3.1.1 Herleitung der Aufgabenmerkmale

Die Aufgabenmerkmale Strukturiertheit S und der Veränderlichkeit V beschreiben Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich des Inhalts, der Messungsart und den Bedingungen der Leistungserbringung. Damit bilden die beiden Aufgabenmerkmale Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V die Grundlage zur Planung und Festlegung der Organisation innerbetrieblicher Abläufe.

Hoch strukturierte Betriebsdienstleistungen BDL_n bedeuten eine ausreichende Kenntnis des Inputs und eine exakte Definition des Outputs der Betriebsdienstleistung. Zur Erfüllung des Kriteriums „Kenntnisse des Inputs“ sind Informationen zu den für die Leistungserbringung benötigten Elementarfaktoren EF_i hinsichtlich Art und Menge erforderlich. Im Zuge einer Definition des Outputs wird das geschuldete Ergebnis der Leistungserbringung einer Betriebsdienstleistung BDL_n beschrieben. Dies bedeutet, dass Art und Ablauf, wie Verknüpfung und Reihenfolge, der zur Erfüllung des Leistungsniveaus SL_N erforderlichen Arbeitsschritte bekannt sind. Hierfür werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n nach den Dimensionen Kenntnisse des Inputs und Definition des Outputs klassifiziert (vgl. Tabelle 4-7).

Strukturiertheit S		Kenntnisse des Inputs	
		Exakt	Mangelhaft
Definition des Outputs	Exakt	A. Produktionsfunktion	B. Ermessensabhängiger Input
	Mangelhaft	C. Ermessensabhängige Outputbeurteilung	D. Input und Output ermessensabhängig

Tabelle 4-7: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S

⁴²⁰ Vgl. Picot, Arnold; Dieltl, Helmut; Franck, Egon: *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*, 7., aktualisierte Auflage (Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015), S. 305–308.

Mit der Veränderlichkeit V einer Betriebsdienstleistung BDL_n als ein Grad der Unsicherheit wird sich auf die Menge und die Vorhersehbarkeit von Aufgabenänderungen bezogen. Der Begriff der Vorhersehbarkeit wird mit der Planbarkeit einer Aufgabe gleichgesetzt und erfordert damit Informationen zum Zeitpunkt bzw. Zeitraum der Leistungserbringung. Sobald die Durchführung einer Betriebsdienstleistung BDL_n zu einem bestimmten Erfüllungszeitpunkt bzw. Erfüllungszeitraum festgelegt werden kann, ist diese Betriebsdienstleistung BDL_n planbar. Können sowohl die Ausbringungsmenge als auch der Turnus T_n einer Betriebsdienstleistung BDL_n eindeutig festgelegt werden, liegt ein geringer Grad der Veränderlichkeit bzw. Unsicherheit dieser Betriebsdienstleistung BDL_n vor. Sobald Betriebsdienstleistungen BDL_n entweder eine mangelhafte Kenntnis des Inputs oder eine mangelhafte Definition des Outputs aufweisen, sind für diese Betriebsdienstleistungen BDL_n der Input und der Output im Modell für die jeweilige Leistungserbringung im Netz N spezifisch zu bestimmen. In Tabelle 4-8 werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n nach ihren Ausprägungen von Strukturiertheit S und von Veränderlichkeit V kategorisiert.

Veränderlichkeit V \ Structureiertheit S	Gering	Hoch
	Hoch	A. Hoch strukturierte, stabile Aufgaben
Gering	C. Schwach strukturierte, stabile Aufgaben	D. Unstrukturierte, stark veränderliche Aufgaben

Tabelle 4-8: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V

Hoch strukturierte, wenig veränderliche Betriebsdienstleistungen BDL_n in Tabelle 4-8 können eindeutig im Hinblick auf Turnus T_n , Ausbringungsmenge r_n und Elementarfaktoren EF_i definiert werden. Die Planung von hoch strukturierten, wenig veränderlichen Betriebsdienstleistungen BDL_n und damit die Ermittlung ihrer Betriebskosten BK_n basiert auf einer maximalen Sicherheit. Mit abnehmendem Grad der in Tabelle 4-8 aufgelisteten Dimensionen verringern sich dementsprechend die Aussagekraft bzw. die Sicherheit der Planung sowie der Betriebskostenbestimmung.

Über die Häufigkeit wird die in einem definierten Zeitraum erwartete Ausbringungsmenge r_n einer Betriebsdienstleistung BDL_n beschrieben. Mit zunehmender Häufigkeit einer Betriebsdienstleistung BDL_n werden Lerneffekte bzw. Erfahrungswerte erschlossen und damit die Leistungserbringung effizienter. In dieser Arbeit wird angesichts der über die Jahre wiederkehrenden Tätigkeiten der betrieblichen Unterhaltung einer Organisationseinheit zu Grunde gelegt, dass bei den eingesetzten Kolonnen der zuständigen Organisationseinheiten maximale Erfahrungswerte im Hinblick auf die Durchführungsart der Leistungserbringung insbesondere über die erforderlichen Arbeitsschritte vorliegen. Aufgrund dessen werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n nicht nach dem Aufgabenmerkmal der Häufigkeit analysiert.

Die Spezifität einer Betriebsdienstleistung BDL_n beschreibt das Bindungsbedürfnis zwischen den arbeitsteiligen Parteien. In dieser Arbeit wird angesetzt, dass die Betriebsdienstleistungen BDL_n durch die zuständigen Organisationseinheiten in Eigenleistung erbracht werden, weswegen diese nicht im Hinblick auf ihre Spezifität untersucht werden.

Die Ähnlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n werden auf die technologische und die marktliche Verwandtschaft bezogen. Die marktliche Verwandtschaft beschreibt das Nachfrageverhalten oder die Abnehmergruppen, während über die technologische Verwandtschaft das Herstellungsverfahren und die Materialien abgebildet werden. Aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Nutzenstiftung stellt die marktliche Verwandtschaft keinen Untersuchungsgegenstand von Betriebsdienstleistungen BDL_n dar.

Die technologische Verwandtschaft von Betriebsdienstleistungen BDL_n wird u. a. über die Art und die Menge erforderlicher Elementarfaktoren EF_i , d. h. die zur Aufgabenerfüllung erforderlichen sachlichen Hilfsmittel (Arbeitsmittel), bestimmt. Bspw. benötigen die Betriebsdienstleistungen⁴²¹ „4.01 Fahrbahnränder und Standstreifen kehren“ und „4.03 Befahrbar Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren“ neben einem Fahrzeugführer eine Kehrmaschine. Die Ähnlichkeit von Elementarfaktoren EF_i ergibt sich aus den Elementarfaktoren der direkten Betriebsdienstleistung BDL_{dir} , der Verkehrssicherungsleistung BDL_{VS} sowie der Transportleistung BDL_{TL} .

Zudem bestimmt sich die technologische Verwandtschaft von Betriebsdienstleistungen BDL_n über den Ort der Leistungserbringung nach Immobilienart, Objektart und Art der Betriebseinheit ($BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$). Im Hinblick auf die Transportkosten ist es wirtschaftlich effizienter, Betriebsdienstleistungen BDL_n am selben Objekt miteinander zu verknüpfen als Betriebsdienstleistungen an verschiedenen Orten zusammenzufassen. Die räumliche Abgrenzung und damit die Definition des Ortes hängen vom Detaillierungsgrad der gesetzten Systemgrenze ab. Der Begriff des Ortes kann sich nur auf eine Betriebseinheit ($BE_{\text{übergeordnet},c}$ oder $BE_{\text{spezifisch},d}$), ein Objekt $O_{N,m}$ oder ein Netz N erstrecken.

Die Durchführung bestimmter Betriebsdienstleistungen BDL_n unterliegt klimatologischen Parametern (z. B. Winterdienst, Grünpflege). Aufgrund ihrer Abhängigkeit von Klimaparametern sind manche Betriebsdienstleistungen BDL_n nur in bestimmten Zeiträumen zu erbringen. Saisonal abhängige Betriebsdienstleistungen BDL_n , die im selben Zeitraum (Winter, Frühjahr, Sommer oder Herbst) durchzuführen sind, haben das Potenzial, miteinander verknüpft zu werden. Betriebsdienstleistungen BDL_n , die keine saisonale Abhängigkeit aufweisen, sind grundsätzlich mit allen Betriebsdienstleistungen BDL_n flexibel kombinierbar. Demnach stellt die zeitliche Perspektive, d. h. der Zeitraum, eine weitere Ähnlichkeitsdimension bei Betriebsdienstleistungen BDL_n dar.

Die Betriebsdienstleistungen Reinigung, Winterdienst oder Schadensbeseitigung unterscheiden sich im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit. Im Gegensatz zum Kehren der Fahrbahn ist die Beseitigung eines Schadens auf der Fahrbahn, der die Verkehrssicherheit beeinträchtigt, unverzüglich zu erbringen. Hieraus ergibt sich, dass jeder Betriebsdienstleistung BDL_n ein spezifischer Grad der Einflussnahme auf die Verkehrssicherheit und demgemäß auf den Funktionsbetrieb zugeordnet werden kann. Aufgrund dessen ist es erforderlich, in Abhängigkeit der Einflusshöhe auf die Verkehrssicherheit Betriebsdienstleistungen BDL_n nach ihrer Dringlichkeit zu kategorisieren und zu priorisieren.

⁴²¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1* (Bonn, 2004), S. 4.1.

In dieser Arbeit wird Dringlichkeit D als der Grad der Einflussnahme auf den Funktionsbetrieb bestimmt, der sich zum einen aus der spezifischen Funktion der Betriebseinheiten ($BE_{\text{spezifisch},d}$) und zum anderen aus der Funktion der Betriebsdienstleistungen BDL_n ergibt. Betriebsdienstleistungen BDL_n mit einem hohen Grad der Dringlichkeit sind in der Ablaufplanung gegenüber anderen nicht dringenden Betriebsdienstleistungen BDL_n vorzuziehen und unmittelbar zu erbringen. Aufbauend auf dieser Definition besitzen dringende Betriebsdienstleistungen BDL_n kein Verknüpfungspotenzial.

4.4.3.1.2 Übergeordnete Analyse nach Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D

In der übergeordneten Analyse erfolgt eine Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach den in Kapitel 4.4.3.1.1 definierten übergeordneten Aufgabenmerkmalen Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D . Ziel der übergeordneten Analyse ist es, das grundsätzliche Verknüpfungspotenzial zu identifizieren sowie Kenntnisse zur Prognosesicherheit der Ablaufplanung und zu Betriebskosten zu generieren. In Abbildung 4-4 spannen sich die Kriterien Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D , nach denen die Betriebsdienstleistungen BDL_n auf der Grundlage einer nominalen Skalierung bewertet werden, als Kubus auf.

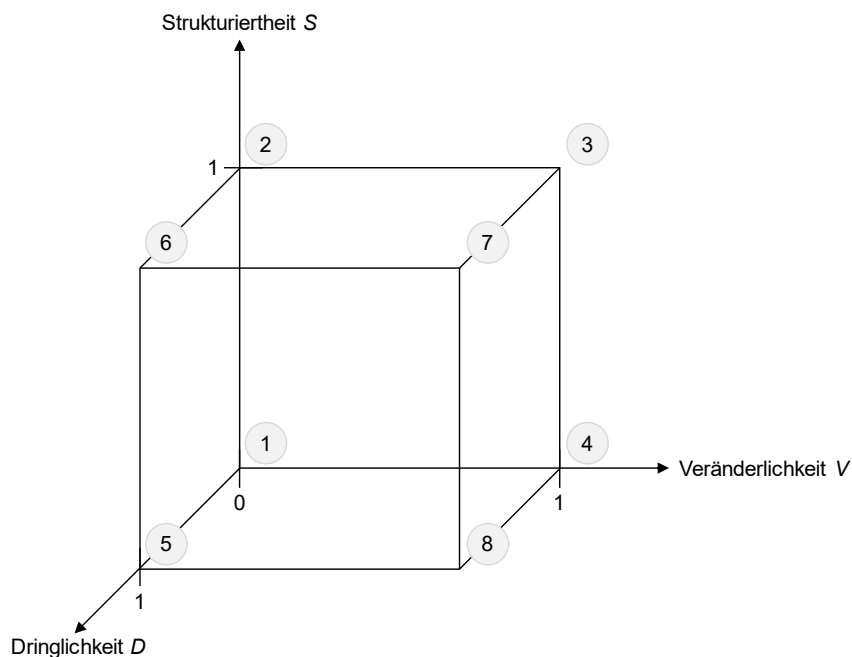


Abbildung 4-4: Kubus übergeordneter Aufgabenmerkmale Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D

Weist eine Betriebsdienstleistung BDL_n ein spezifisches übergeordnetes Aufgabenmerkmal (S , V und D) auf, wird dies durch die Zuordnung der Größe „1“ berücksichtigt (vgl. Abbildung 4-4). Liegt ein übergeordnetes Aufgabenmerkmal bei einer Betriebsdienstleistung nicht vor, wird die Eigenschaft mit null (kein Einfluss) bewertet. Damit wird jede Betriebsdienstleistung BDL_n als Vektor von S , V und D im Raum in Abbildung 4-4 beschrieben. In Abhängigkeit der Ergebnisse in Abbildung 4-4 werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n in acht mögliche Kubuszustände klassifiziert (vgl. Tabelle 4-9).

Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen von Betriebsdienstleistungen BDL_n				
Beschreibung von Kubuszustand K_j	Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D
1. Geringe Strukturiertheit, geringe Veränderlichkeit und geringe Dringlichkeit	K_1	0	0	0
2. Hohe Strukturiertheit, geringe Veränderlichkeit und geringe Dringlichkeit	K_2	1	0	0
3. Hohe Strukturiertheit, hohe Veränderlichkeit und geringe Dringlichkeit	K_3	1	1	0
4. Geringe Strukturiertheit, hohe Veränderlichkeit und geringe Dringlichkeit	K_4	0	1	0
5. Geringe Strukturiertheit, geringe Veränderlichkeit und hohe Dringlichkeit	K_5	0	0	1
6. Hohe Strukturiertheit, geringe Veränderlichkeit und hohe Dringlichkeit	K_6	1	0	1
7. Hohe Strukturiertheit, hohe Veränderlichkeit und hohe Dringlichkeit	K_7	1	1	1
8. Geringe Strukturiertheit, hohe Veränderlichkeit und hohe Dringlichkeit	K_8	0	1	1

Tabelle 4-9: Zustände im Kubus übergeordneter Aufgabenmerkmale

Die Kubuszustände K_1 bis K_4 in Tabelle 4-9 besitzen aufgrund von D gleich null ein Verknüpfungspotenzial. Folglich können diese Betriebsdienstleistungen BDL_n von K_1 bis K_4 im Zuge der Leistungserbringung theoretisch beliebig miteinander kombiniert werden. In wie weit sich eine Verknüpfung der Betriebsdienstleistungen von K_1 bis K_4 als sinnvoll erweist, wird für die Kubuszustände K_1 bis K_4 in der spezifischen Analyse in Kapitel 4.4.3.1.3 bestimmt. Dringende Betriebsdienstleistungen BDL_n der Kubuszustände K_5 bis K_8 in Tabelle 4-9 haben kein Verknüpfungspotenzial und sind unmittelbar zu erbringen, weswegen sie in der Ablaufplanung gegenüber anderen Betriebsdienstleistungen priorisiert werden. Dringende Betriebsdienstleistungen von K_5 bis K_8 in Tabelle 4-9 werden folglich keiner spezifischen Analyse unterzogen.

Die Betriebsdienstleistungen BDL_n der Kubuszustände K_2 , K_3 sowie K_6 und K_7 in Tabelle 4-9 sind hoch strukturiert und können hinsichtlich ihrer Leistungserbringung (Input und Output) eindeutig definiert werden. Den Kubuszuständen K_1 , K_4 , K_5 und K_8 werden gering strukturierte Betriebsdienstleistungen BDL_n zugeordnet. Damit ist die Leistungserbringung dieser Betriebsdienstleistungen bzgl. der Arbeitsschritte nicht hinreichend definierbar. Weder können die benötigten Elementarfaktoren EF_i hinsichtlich Art und Menge (Input) noch das Ergebnis der Leistungserbringung (Output) eindeutig bestimmt werden. Hieraus ergibt sich, dass sich für diese Betriebsdienstleistungen von K_1 , K_4 , K_5 und K_8 ein Spektrum möglicher erforderlicher Elementarfaktoren EF_i zur Leistungserbringung ergibt.

Betriebsdienstleistungen BDL_n mit V gleich null in Tabelle 4-9, d. h. wenig veränderlich, werden den Kubuszuständen K_1 , K_2 , K_5 und K_6 zugeordnet. Für diese Betriebsdienstleistungen liegen ausreichende Kenntnisse zur Ausbringungsmenge r_n sowie zum Zeitpunkt bzw. zum Zeitraum der Leistungserbringung (Turnus T_n) vor; diese sind damit maximal planbar. Für Betriebsdienstleistungen BDL_n mit V gleich eins, d. h. hoch veränderlich, der Kubuszustände K_3 , K_4 , K_7 und K_8 kann die Ablauforganisation der Leistungserbringung nur unter Unsicherheit vorgenommen bzw. prognostiziert werden, da bspw. die Ausbringungsmenge aufgrund der Abhängigkeit zu Klimaparametern nicht konstant ist.

Betriebsdienstleistungen BDL_n von Kubuszustand K_2 sind gemäß Tabelle 4-9 hoch strukturiert, wenig veränderlich und weisen eine maximale Planbarkeit auf, da Input und Output sowie Ausbringungsmenge r_n und Turnus T_n zur Leistungserbringung eindeutig festgelegt werden können. Auf Grundlage der vorliegenden Ausprägungen von K_2 ($S = 1$ und $V = D = 0$) vereinen diese Betriebsdienstleistungen BDL_n unter den vier Kubuszuständen die „maximale“ Prognosesicherheit hinsichtlich Planung der Ablauforganisation und Betriebskostenbestimmung.

In Abhängigkeit der in Tabelle 4-9 identifizierenden Kubuszustände K_j werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n entweder in das synthetische Cluster $C_{synthetisch}$ oder in das unabhängige Cluster $C_{unabhängig}$ klassifiziert, die als übergeordnete Cluster bezeichnet werden (vgl. Tabelle 4-10).

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale					
Übergeordnete Cluster		Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D
$C_{synthetisch}$	Synthetisches Cluster	K_1	0	0	0
		K_2	1	0	0
		K_3	1	1	0
		K_4	0	1	0
$C_{unabhängig}$	Unabhängiges Cluster	K_5	0	0	1
		K_6	1	0	1
		K_7	1	1	1
		K_8	0	1	1

Tabelle 4-10: Übergeordnete Klassifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen

Das erste Cluster $C_{synthetisch}$ in Tabelle 4-10 umfasst nicht dringende Betriebsdienstleistungen BDL_n von K_1 bis K_4 mit einem generellen Verknüpfungspotenzial. Aufgrund ihres Verknüpfungspotenzials sind diese Betriebsdienstleistungen BDL_n im Hinblick auf ihre Ähnlichkeit in der spezifischen Analyse zu untersuchen.

Das zweite Cluster $C_{unabhängig}$ in Tabelle 4-10 umfasst alle dringenden Betriebsdienstleistungen BDL_n der Kubuszustände K_5 bis K_8 , die unabhängig von anderen Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{synthetisch}$ zu behandeln sind und demnach keiner spezifischen Analyse zu unterziehen sind. Selbst wenn diese Betriebsdienstleistungen in $C_{unabhängig}$ Ähnlichkeiten mit Betriebsdienstleistungen von $C_{synthetisch}$ aufweisen, wird keine Synthese gebildet und werden folglich keine Synergieeffekte bzgl. der Betriebskostenhöhe erschlossen.

4.4.3.1.3 Spezifische Analyse nach Ähnlichkeit

In der spezifischen Analyse werden wirtschaftlich sinnvolle Synthesen S_r von Betriebsdienstleistungen BDL_n , d. h. eine gemeinsame Erbringung infolge von Verknüpfungen, identifiziert. Maximale Synergieeffekte durch die Synthese von mehreren Betriebsdienstleistungen BDL_n werden dadurch erschlossen, dass sich diese Betriebsdienstleistungen BDL_n vollständig ähnlich und damit eng technologisch verwandt sind. Zielsetzung der spezifischen Analyse ist die Festlegung allgemeiner Kriterien und die Entwicklung

einer Methodik zur standardisierten Bewertung der Ähnlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n untereinander.

Betriebsdienstleistungen BDL_n der in der übergeordneten Analyse in Kapitel 4.4.3.1.2 bewerteten Kubuszustände K_1 bis einschließlich K_4 werden aufgrund ihres Verknüpfungspotenzials in einer spezifischen Analyse differenziert untersucht. Eine maximale Ähnlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n ist dann gegeben, wenn eine Übereinstimmung der erforderlichen Elementarfaktoren EF_i zur Erbringung der Betriebsdienstleistung BDL_n , desselben Ortes und des (jahreszeitlichen) Zeitraumbezugs vorliegt. Das methodische Vorgehen zur Bestimmung der Ähnlichkeit mehrerer Betriebsdienstleistungen BDL_n gliedert sich in die in Kapitel 4.4.3.1.1 hergeleiteten Parameter:

- Art und Menge der Elementarfaktoren EF_i der Betriebsdienstleistung BDL_n bestehend aus
 - Art und Menge von EF_i der direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$,
 - Art und Menge von EF_i der Verkehrssicherungsleistung $BDL_{VS,n}$,
 - Art und Menge von EF_i der Transportleistung $BDL_{TL,n}$,
- Art des Ortes differenziert in
 - Art der Immobilie (Straße, Brücke, Tunnel),
 - Art des Objektes $O_{N,m}$,
 - Art der übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{übergeordnet,c}$,
 - Art der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$,
- Grad und Art (Jahreszeit) des Zeitraumbezugs.

Für diese Parameter der Ähnlichkeit bedarf es eines Bewertungsmaßstabes, der eine Messung der Ausprägung der Ähnlichkeit ermöglicht. Eine nominale Skalierung von Parametern der Ähnlichkeit als Bewertungsmaßstab ist allerdings nicht ausreichend, da eine Verknüpfung von Betriebsdienstleistungen BDL_n trotz Unterschieden in einzelnen Parametern Betriebskostenvorteile in der Ausführung erschließen kann. Solange eine gemeinsame Erbringung von mehreren BDL_n geringere Betriebskosten als eine getrennte Durchführung verursacht, müssen bspw. nicht alle Elementarfaktoren EF_i hinsichtlich Art und Menge übereinstimmen. Ist eine Verknüpfung ökonomischer als eine separate Ausführung, ist folglich eine Verwandtschaft gegeben.

Eine Verknüpfung kann nur dann vorgenommen werden, wenn ausreichend Ressourcen zur Leistungserbringung dieser Betriebsdienstleistungen BDL_n zur Verfügung stehen. Ob dem so ist, wird über den individuellen Beschäftigungsgrad der möglich zu verknüpfenden Betriebsdienstleistungen BDL_n ermittelt. Der Beschäftigungsgrad⁴²² beschreibt das Verhältnis von Aufwand der Erbringung einer Leistungsposition von Betriebsdienstleistungen BDL_n zur Kapazitätsauslastung (vgl. Formel 4-9).

⁴²² Vgl. Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit: *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (München: Verlag Franz Vahlen, 2016), S. 300.

$$BG_n = \frac{Dauer_n}{T_d} \cdot 100\%$$

mit BG_n = Beschäftigungsgrad, Leistungsposition n [%]
 $Dauer_n$ = Aufwand, Leistungsposition n [h]
 T_d = Maximal täglicher Aufwand [h]

Formel 4-9: Beschäftigungsgrad BG_n

Im Modell wird als Kapazitätsauslastung T_d die maximal angesetzte Arbeitszeit eines Tages der eingesetzten Elementarfaktoren EF_i zu Grunde gelegt. Der spezifische Aufwand $Dauer_n$ zur Erbringung einer Leistungsposition BDL_n ergibt sich aus der Multiplikation der Verzehrsmenge r_n und dem jeweiligen Aufwandswert w_{MA} des Elementarfaktors Menschliche Arbeitsleistung EF_{MA} . Beansprucht die Erbringung einer Leistungsposition die maximal tägliche Arbeitszeit T_d , stehen folglich keine Ressourcen für die Durchführung weiterer Leistungspositionen zur Verfügung. Im Modell wird eine maximale Arbeitszeit von sieben Stunden hinterlegt. Dieser Wert ist variabel und kann entsprechend den Anforderungen der Modellanwendung angepasst werden. Zur Identifizierung von Synthesen S_r verschiedener Betriebsdienstleistungen BDL_n wird den Parametern der Ähnlichkeit das weitere Kriterium des Beschäftigungsgrades BG_n hinzugefügt. Im Allgemeinen können beliebig viele Betriebsdienstleistungen mit hoher Ähnlichkeit zusammengefasst werden, solange der gesamte Beschäftigungsgrad dieser Synthese kleiner gleich eins ist.

Zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n sind demnach die Parameter zu Elementarfaktoren EF_i , Ort, Zeitraumbezug und Beschäftigungsgrad BG_n erforderlich. Die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Bestimmung der Ähnlichkeit ist aufgrund der Vielzahl verschiedener Szenarien nicht zielführend. Daher ist die Operationalisierung in Form einer Gliederungshierarchie erforderlich, welche die Parameter der Ähnlichkeit nach einer standardisierten Methode priorisiert und darauf aufbauend bewertet. Hierfür wird die Gliederungsstruktur zur Durchführung von Teilaufgaben bei der Durchführung einer Aufgabenanalyse nach Verrichtung, Sachmitteln, Objekten, Rang, Phase und Zweckbeziehung in Anlehnung an KOSIOL⁴²³ als Grundlage herangezogen. Da ausschließlich Ausführungs- und Primäraufgaben untersucht werden, finden der Rang (Differenzierung in Entscheidungs- und Ausführungsaufgaben) und die Zweckbeziehung (Gliederung in Primär- und Sekundäraufgaben) als Gliederungsebenen in dieser Analyse keine Berücksichtigung.

Folglich werden die bestimmten Ähnlichkeitsmerkmale von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach den Aspekten Verrichtung, Sachmittel, Objekte und Phase hierarchisch gegliedert. Der Beschäftigungsgrad BG_n wird als weitere Perspektive hinzugefügt. Wie in Abbildung 4-6 dargestellt, werden zunächst die bestimmten Gliederungsmerkmale Verrichtung, Sachmittel, Objekte, Phase und Beschäftigungsgrad BG_n in die Hierarchie und im Anschluss die identifizierten Parameter in die entwickelte Modellstruktur eingeordnet.

⁴²³ Vgl. Kosiol, Erich: *Organisation der Unternehmung*, 2., durchgesehene Auflage, Die Wirtschaftswissenschaften (Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976), S. 53–62.

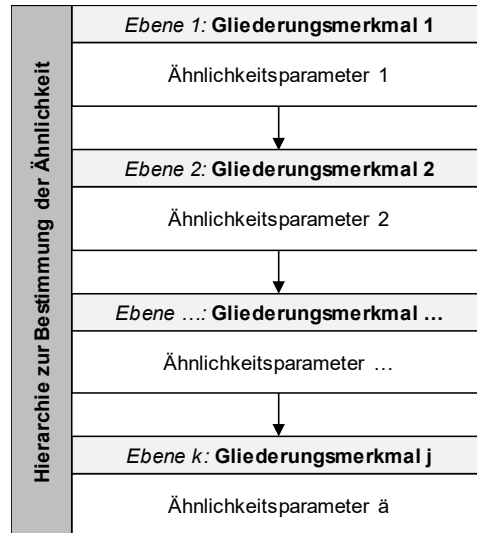


Abbildung 4-5: Hierarchie von Ähnlichkeitsparameter zur Quantifizierung der Ähnlichkeit

Die im synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$ in Tabelle 4-10 in Kapitel 4.4.3.1.2 klassifizierten Betriebsdienstleistungen BDL_n werden im Hinblick auf ihre Ausprägungen von Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V zur Identifizierung von Randbedingungen für die Synthesen S_r in das statische Cluster $C_{statisch}$ und in das dynamische Cluster $C_{dynamisch}$ kategorisiert (vgl. Tabelle 4-11).

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale						
Übergeordnetes Cluster	Spezifische Cluster		Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D
$C_{synthetisch}$	$C_{statisch}$	Statisches Cluster	K_2	1	0	0
	$C_{dynamisch}$	Dynamisches Cluster	K_1	0	0	0
			K_3	1	1	0
			K_4	0	1	0

Tabelle 4-11: Spezifische Klassifizierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen

Aufgrund der hohen Planungssicherheit und der Unabhängigkeit von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ (z. B. Klimaparameter) werden Betriebsdienstleistungen BDL_n von K_2 als statische Cluster $C_{statisch}$ in Tabelle 4-11 bezeichnet. Dementsprechend können verwandte BDL_n von $C_{statisch}$ unmittelbar miteinander verknüpft werden.

Betriebsdienstleistungen BDL_n der Kubuszustände K_1 , K_3 und K_4 des dynamischen Clusters $C_{dynamisch}$ in Tabelle 4-11 sind für jedes Netz N individuell zu bestimmen. Erst im Rahmen der Modellanwendung durch die Implementierung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$, wie Klimaparameter oder Alter und Struktur des Baumbestandes, ist es möglich, die Ähnlichkeitsparameter dieser Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{dynamisch}$ eindeutig zu bestimmen. Dies bedeutet, dass auch eine Vielzahl möglicher Ausprägungen von Input und Output bei der Leistungserbringung festgelegt werden kann. Auf der Grundlage von implementierten Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ können in der Modellanwendung die Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{dynamisch}$ untereinander sowie mit den Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{statisch}$ hinsichtlich ihrer technologischen Verwandtschaft untersucht werden, um mögliche Synthesen ähnlicher Betriebsdienstleistungen bilden zu können.

Aus der spezifischen Synthese S_r mehrerer ähnlicher Betriebsdienstleistungen BDL_n ergeben sich die Anforderungen an die jeweilige Absicherung der Arbeitsstelle. Unterscheiden sich die Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich ihrer erforderlichen Regelpläne von Verkehrssicherungsleistungen und ist eine Synthese S_r dennoch wirtschaftlich effizienter, ist der „aufwendigste“ bzw. der „sicherste“ Regelplan der Verkehrssicherungsleistung zu wählen.

4.4.3.2 Bestimmung von Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Auftragsdurchlaufzeit einer Betriebsdienstleistung BDL_n wird in dieser Arbeit in Bearbeitungszeit (Rüstzeit und Fertigungszeit) und in Transportzeit unterschieden (vgl. Abbildung 4-6).

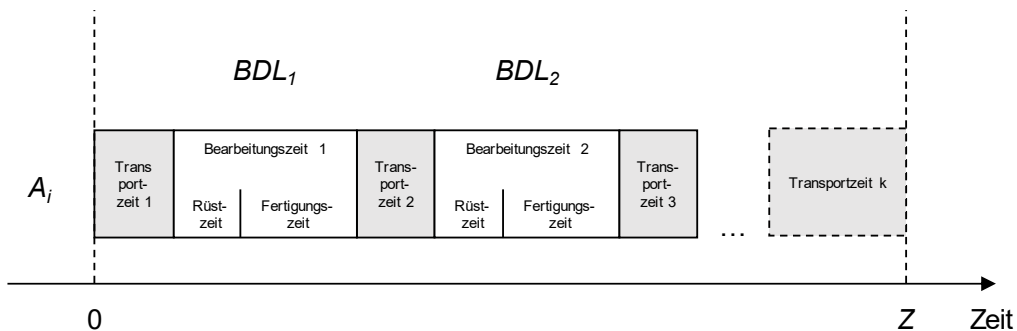


Abbildung 4-6: Komponenten der Auftragsdurchlaufzeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Bearbeitungszeit (Aufwand der Leistungserbringung) umfasst nach Abbildung 4-6 die Zeit für die Erbringung der direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ sowie die Dauer für die Verkehrssicherungsleistung $BDL_{VS,n}$, d. h. Auf- und Abbau. Die Transportzeit der Transportleistung $BDL_{TL,n}$ setzt sich sowohl aus der Zeit von der Dienststelle einer Meisterei zur ersten Arbeitsstelle als auch aus der Zeit von der ersten Arbeitsstelle zur darauffolgenden Arbeitsstelle der Leistungserbringung zusammen. Werden mehrere Betriebsdienstleistungen BDL_n miteinander verknüpft, wiederholen sich Transport- und Bearbeitungszeit entsprechend Abbildung 4-6. Die Summe von verknüpften Betriebsdienstleistungen BDL_n wird in Abbildung 4-6 als Auftrag A_i bezeichnet. Die Fertigungszeit einer Betriebsdienstleistung BDL_n ermittelt sich über die Summe der partiellen Fertigungszeiten der verknüpften Betriebsdienstleistungen BDL_n .

Die Betriebskosten $BK_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$ entstehen aufgrund des Einsatzes der Elementarfaktoren Werkstoffe, Arbeits- und Betriebsstoffe und Menschliche Arbeitsleistung (vgl. Formel 4-10).

$$BK_{BDL_{dir,n}} = \sum_{n=1}^N r_{W_i,n} \cdot \pi_{W_i,n} + \sum_{n=1}^N r_{AB_i,n} \cdot \pi_{AB_i,n} + \sum_{n=1}^N r_{MA_i,n} \cdot \pi_{MA_i,n}$$

mit

$BK_{BDL_{dir,n}}$	= Betriebskosten direkte Betriebsdienstleistung von Betriebsdienstleistung n [€]
$r_{W_i,n}$	= Verzehrsmenge Werkstoff i, direkte Betriebsdienstleistung n [ME _{W,n}]
$\pi_{W_i,n}$	= Kostenkennwert Werkstoff i, direkte Betriebsdienstleistung n [€/ME _{W,n}]
$r_{AB_i,n}$	= Verzehrsmenge Arbeits- und Betriebsstoffe i, direkte Betriebsdienstleistung n [ME _{AB,n}]
$\pi_{AB_i,n}$	= Kostenwert Arbeits- und Betriebsstoffe i, direkte Betriebsdienstleistung n [€/ME _{AB,n}]
$r_{MA_i,n}$	= Verzehrsmenge Menschliche Arbeitsleistung i, direkte Betriebsdienstleistung n [ME _{MA,n}]
$\pi_{MA_i,n}$	= Kostenkennwert Menschliche Arbeitsleistung i, direkte Betriebsdienstleistung n [€/ME _{MA,n}]

Formel 4-10: Definitionsgleichung von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$

Die Betriebskosten $BK_{BDL_{dir,n}}$ einer direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ bestimmen sich aus der Multiplikation des leistungsbezogenen Kostenkennwertes eines spezifischen Elementarfaktors $\pi_{W_i,n}$, $\pi_{AB_i,n}$ bzw. $\pi_{MA_i,n}$ und der Verzehrsmenge $r_{W_i,n}$, $r_{AB_i,n}$ bzw. $r_{MA_i,n}$ eines spezifischen Elementarfaktors EF_i (vgl. Formel 4-10). Der Einsatz von Menschlicher Arbeitsleistung sowie der Einsatz von Arbeits- und Betriebsstoffen werden über die Fertigungszeit berücksichtigt. Die Fertigungszeit der Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung bzw. Arbeits- und Betriebsstoffe ermittelt sich über den spezifischen Aufwandswert $w_{MA_i,n}$ bzw. $w_{AB_i,n}$ (Bearbeitungszeit) multipliziert mit der Ausbringungsmenge r_n zur Erbringung einer direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$. In der Modellanwendung wird für die direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$ ein fiktiver Wert der Rüstzeit mit 10 % der spezifischen partiellen Aufwandswerte angesetzt. Im Zuge von weiterführenden Untersuchungen ist diese angenommene fiktive Rüstzeit im Konsens zur durchgeführten Erhebung des Aufwandswertes für die Leistungspositionen von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$ zu bestimmen und dementsprechend im Modell zu ersetzen.

Die allgemeine Definitionsgleichung der Betriebskosten $BK_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$ ist Formel 4-11 zu entnehmen.

$$BK_{VS,n} = \sum_{n=1}^N r_{AB_i,n} \cdot \pi_{AB_i,n} + \sum_n r_{MA_i,n} \cdot \pi_{MA_i,n}$$

mit

$BK_{VS,n}$	= Betriebskosten Verkehrssicherungsleistung von Betriebsdienstleistung n [€]
$r_{AB_i,n}$	= Verzehrsmenge Arbeits- und Betriebsstoffe i, Verkehrssicherungsleistung n [ME _{AB,n}]
$\pi_{AB_i,n}$	= Kostenkennwert Arbeits- und Betriebsstoffe i, Verkehrssicherungsleistung n [€/ME _{AB,n}]
$r_{MA_i,n}$	= Verzehrsmenge Menschliche Arbeitsleistung i, Verkehrssicherungsleistung n [ME _{MA,n}]
$\pi_{MA_i,n}$	= Kostenkennwert Menschliche Arbeitsleistung i, Verkehrssicherungsleistung n [€/ME _{MA,n}]

Formel 4-11: Definitionsgleichung von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$

Die Betriebskosten $BK_{VS,n}$ einer Verkehrssicherungsleistung $BDL_{VS,n}$ ermitteln sich aus der Multiplikation des leistungsbezogenen Kostenkennwertes eines spezifischen Elementarfaktors $\pi_{AB_i,n}$ bzw. $\pi_{MA_i,n}$ und der Verzehrsmenge $r_{AB_i,n}$ bzw. $r_{MA_i,n}$ eines spezifischen Elementarfaktors EF_i (vgl. Formel 4-11). Die Verzehrsmengen der Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsstoffe und Menschliche Arbeitsleistung ergeben sich aus der Bearbeitungszeit, die sich wiederum aus der Dauer der Rüstzeit für den Auf- und Abbau der Verkehrssicherung sowie der Bearbeitungszeit zur Erbringung einer direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ als Betriebsdauer der Verkehrssicherung ergibt. Für die Rüstzeit der Verkehrssicherungsleistung (Auf- und Abbau) ist generell ein für jeden Regelplan individueller Aufwandswert zu ermitteln. Im Rahmen der

Modellentwicklung wird unabhängig vom jeweiligen Regelplan eine vorläufige Rüstzeit von einer Stunde für Auf- und Abbau der erforderlichen Verkehrssicherung angesetzt, die in weiterführenden Untersuchungen zu plausibilisieren und bei Bedarf zu verändern ist.

Um eine direkte Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ an einer bestimmten Arbeitsstelle zu erbringen, werden die für die Durchführung erforderlichen Elementarfaktoren EF_i von $BDL_{dir,n}$ und von $BDL_{VS,n}$ zur Arbeitsstelle transportiert. Die Ermittlung der Betriebskosten $BK_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$ erfolgt gemäß Formel 4-12.

$$BK_{TL,n} = \sum_{i=1}^N r_{ABi,n} \cdot \pi_{ABi,n} + \sum_{i=1}^N r_{MAi,n} \cdot \pi_{MAi,n}$$

mit $BK_{TL,n}$ = Betriebskosten Transportleistung von Betriebsdienstleistung n [€]
 $r_{ABi,n}$ = Verzehrsmenge Arbeits- und Betriebsstoffe i, Transportleistung n [ME_{AB,n}]
 $\pi_{ABi,n}$ = Kostenkennwert Arbeits- und Betriebsstoffe i, Transportleistung n [€/ME_{AB,n}]
 $r_{MAi,n}$ = Verzehrsmenge Menschliche Arbeitsleistung i, Transportleistung n [ME_{MA,n}]
 $\pi_{MAi,n}$ = Kostenkennwert Menschliche Arbeitsleistung i, Transportleistung n [€/ME_{MA,n}]

Formel 4-12: Definitionsgleichung von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$

Die Betriebskosten einer Transportleistung $BK_{TL,n}$ zur Erbringung einer direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ berechnen sich aus der Multiplikation des leistungsbezogenen Kostenkennwertes $\pi_{ABi,n}$ bzw. $\pi_{MAi,n}$ und der Verzehrsmenge $r_{ABi,n}$ bzw. $r_{MAi,n}$ eines spezifischen Elementarfaktors EF_i (vgl. Formel 4-12). Die Verzehrsmengen der Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsstoffe und Menschliche Arbeitsleistung ergeben sich gemäß Abbildung 4-6 aus der Transportzeit, die benötigt wird, um die erforderlichen Elementarfaktoren EF_i zur Arbeitsstelle der Leistungserbringung zu transportieren. Als Transportgeschwindigkeit wird im Modell ein vorläufiger Wert von 80 km/h angesetzt. Zur Quantifizierung der Transportleistung wird den zur Erbringung von $BDL_{dir,n}$ und $BDL_{VS,n}$ erforderlichen Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung sowie Arbeits- und Betriebsstoffe ein spezifischer Transportfaktor zugeordnet. Dieser kann mit eins oder null bewertet werden. Sobald ein Elementarfaktor EF_i zu transportieren ist (z. B. Lkw oder Straßenwärter), wird dieser Elementarfaktor EF_i mit einer Eins im Modell berücksichtigt und die verursachten Betriebskosten $BK_{TL,n}$ bestimmt.

Formel 4-13 fasst die Definitionsgleichungen von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$ sowie von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$ und Transportleistungen $BDL_{TL,n}$ bei einer getrennten Leistungserbringung zusammen.

$$\sum_{n=1}^N BK_{BDLn} = \sum_{n=1}^N BK_{BDL_{dir,n}} + BK_{VS,n} + BK_{TL,n}$$

mit BK_{BDLn} = Betriebskosten Betriebsdienstleistung n [€]
 $BK_{BDL_{dir,n}}$ = Betriebskosten direkte Betriebsdienstleistung von Betriebsdienstleistung n [€]
 $BK_{VS,n}$ = Betriebskosten Verkehrssicherungsleistung von Betriebsdienstleistung n [€]
 $BK_{TL,n}$ = Betriebskosten Transportleistung von Betriebsdienstleistung n [€]

Formel 4-13: Definitionsgleichung von Betriebsdienstleistungen BDL_n bei getrennter Leistungserbringung

Die Betriebskosten von Betriebsdienstleistungen BK_{BDLn} ergeben sich gemäß Formel 4-13 aus den Betriebskosten von direkten Betriebsdienstleistungen $BK_{BDL_{dir,n}}$, den Betriebskosten von Verkehrssicherungsleistungen $BK_{VS,n}$ und den Betriebskosten von Transportleistungen $BK_{TL,n}$.

Aus der Verknüpfung mehrerer Betriebsdienstleistungen BDL_n zu einer Synthese S_r ergibt sich Formel 4-14.

$$BK_{BDL,S_r} = \sum_{n=1}^N BK_{BDL,S_r,dir,n} + BK_{VS,S_r} + BK_{TL,S_r}$$

mit BK_{BDL,S_r} = Betriebskosten Betriebsdienstleistungen Synthese r [€]
 S_r = Synthese r
 $BK_{BDL,S_r,dir,n}$ = Betriebskosten direkte Betriebsdienstleistung von Betriebsdienstleistung n, Synthese r [€]
 BK_{VS,S_r} = Betriebskosten Verkehrssicherungsleistung, Synthese r [€]
 BK_{TL,S_r} = Betriebskosten Transportleistung, Synthese r [€]

Formel 4-14: Definitionsgleichung von Betriebsdienstleistungen BDL_n von Synthese S_r

Nach Formel 4-14 bestimmen sich die Betriebskosten BK_{BDL,S_r} von Betriebsdienstleistungen einer Synthese S_r aus den addierten Betriebskosten von direkten Betriebsdienstleistungen ($BK_{BDL,S_r,dir,n}$) einer Synthese S_r sowie den Betriebskosten einer Verkehrssicherungsleistung und einer Transportleistung (BK_{VS,S_r} und BK_{TL,S_r}). Die Fertigungszeit der Verkehrssicherungsleistung von BDL_{VS,S_r} ergibt sich aus der Summe der einzelnen Fertigungszeiten aller verknüpften direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{Sr,dir,n}$. Die Rüstzeit der Verkehrssicherungsleistung von BDL_{VS,S_r} ermittelt sich aus der Summe aller Auf- und Abbauten der Verkehrssicherung infolge der Synthese mehrerer $BDL_{Sr,dir,n}$. Die Transportzeit der Transportleistung BDL_{TL,S_r} stellt einen Mittelwert dar, der sich aus den einzelnen Transportzeiten infolge der Synthese mehrerer $BDL_{Sr,dir,n}$ ergibt.

4.4.4 Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung

Die gesamten Betriebskosten $BK_{ON,m}$ eines Objektes $O_{N,m}$ des Netzes N werden gemäß Formel 4-15 aus den Betriebskosten von Betriebsleistungen $BK_{BLEk,n}$ in Kapitel 4.4.1 und von Betriebsdienstleistungen $BK_{BDLEk,n}$ in Kapitel 4.4.3.1 der Elemente E_k ermittelt.

$$BK_{O_{N,m}} = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N BK_{BLEk,n} + BK_{BDLEk,n}$$

mit $O_{N,m}$ = Objekt m, Netz N
 $BK_{BLEk,n}$ = Betriebskosten Betriebsleistung n, Element k, Objekt m [€]
 $BK_{BDLEk,n}$ = Betriebskosten Betriebsdienstleistung n, Element k, Objekt m [€]

Formel 4-15: Definitionsgleichung von Betriebskosten eines Objektes $O_{N,m}$ eines Netzes N

4.5 Annahmen und Einschränkungen der Modellentwicklung

Im Modell bezieht sich das Leistungsniveau SL_N , bestehend aus Leistungsumfang LU_N und Leistungssoll LS_N , auf die betriebliche Unterhaltung von Bundesautobahnen. Die Methodik der Modellentwicklung kann auf andere Straßenkategorien der Verkehrsinfrastruktur übertragen werden.

Das Modell gibt ein konsistentes Vorgehen vor, ist aber derart flexibel konzeptioniert, dass die Eingangsgrößen in der Anwendung verändert werden können. Damit könnten die im Modell eingepflegten Daten entsprechend fortgeschrieben, verändert oder ersetzt werden. Die in das Modell implementierten Daten zu Art, Menge r_{EFi} , Kostenkennwerten π_{EFi} , Aufwandswerten w_{EFi}

von Elementarfaktoren EF_i sowie Leistungswerten LW_n von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n stellen eine erste Grundlage zur Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung bereit, die in weiteren Untersuchungen nachzuverdichten und zu plausibilisieren ist. Die empirisch erhobenen sowie deduktiv und induktiv hergeleiteten Daten der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen^{424 425 426} sind aufgrund der in Kapitel 4.4.1 eingeschränkten Datenverfügbarkeit und Datenzugänglichkeit hinsichtlich ihrer Qualität eingeschränkt. Die statistischen Einzelauswertungen von Betriebskosten, insbesondere bei Tunnelobjekten, beziehen sich auf eine geringe Anzahl an Untersuchungsobjekten. Aufgrund dessen unterscheiden sich die auf den Daten basierenden, generierten Kostenkennwerte π_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades bzgl. der Bezugsgröße der Objekteigenschaften. Die im Modell implementierten Daten stellen daher derzeit Variablen (Platzhalter) dar, die in zukünftigen Anwendungen entsprechend verändert bzw. ersetzt werden können.

Mangels einer eindeutigen Definitionsmöglichkeit von Input, Output bzw. Durchführungshäufigkeit können bei gering strukturierten oder hoch veränderlichen Betriebsdienstleistungen BDL_n (z. B. Entfernung von Bmalungen) nicht alle Ausprägungen der Leistungserbringung in Bezug auf Art und Menge von Elementarfaktoren, Aufwandswerte und Leistungswerte bestimmt werden. Angesichts dessen wird in der Modellkonzeption jeweils eine exemplarische Ausprägung von Input, Output und Häufigkeit angenommen. Weitere Ausprägungen der Leistungserbringung von gering strukturierten oder hoch veränderlichen Betriebsdienstleistungen BDL_n können in späteren Modellanwendungen hinzugefügt werden.

Angesichts der nicht hinreichenden Datenlage zu Art, Menge r_{EF_i} , Kostenkennwerten π_{EF_i} , Aufwandswerten w_{EF_i} von Elementarfaktoren EF_i sowie Leistungswerten LW_n von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n zur betrieblichen Unterhaltung von Tunnelbauwerken können diese Leistungspositionen keiner spezifischen Analyse unterzogen werden. Auf der Basis von gesamten Betriebskosten BK_n wurden die Kostenkennwerte π_n dieser Leistungspositionen generiert. Damit sind die Kostenvorteile infolge von wirtschaftlich sinnvollen Synthesen S_r möglicherweise in den gesamten Betriebskosten BK_n und damit ebenfalls in den erzeugten Kostenkennwerten π_n bereits berücksichtigt.

Aufgrund der eingeschränkten Prognosemöglichkeit entstehender Betriebskosten wird in der Modellentwicklung eine Quantifizierung der Leistungspositionen „Beseitigung von Unfallschäden“ und „Durchführung von verkehrsregelnden Maßnahmen“ nicht vorgenommen. Für eine ganzheitliche Betrachtung von Betriebskosten im Rahmen der Modellanwendung sind die Betriebskosten dieser Leistungspositionen gesondert einzubeziehen.

Für einige Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n können im Modell noch keine Kostenkennwerte π_n ermittelt werden, da diese von der Eingabe von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ eines Objektes $O_{N,m}$ eines

⁴²⁴ Vgl. Kaltenbach, Jakob: *Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes* (Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Mai 2018).

⁴²⁵ Vgl. Röser, Katharina: *Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, Juni 2017).

⁴²⁶ Vgl. Wunderlich, Felicitas: *Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken* (Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, April 2018).

spezifischen Netzes N abhängen (z. B. Betriebskosten des Winterdienstes als Funktion von Klimaparametern und Objektlänge). Diese Kostenkennwerte π_n können erst unter Einbezug von erforderlichen Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ in der Modellanwendung bestimmt werden.

5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Die in Kapitel 4 hergeleitete Methodik wird in Kapitel 5 als Modell umgesetzt. Das Modell gliedert sich in die vier Modellbestandteile Leistungsumfang, Leistungsoll, Leistungsniveau und Betriebskostenermittlung, deren Bestimmung nach einer standardisierten Methodik abläuft. Damit lässt sich der Modellablauf als allgemeiner Leitfaden zur Durchführung und Budgetbemessung der betrieblichen Unterhaltung von Straßen, Brücken und Tunneln verstehen.

5.1 Festlegung des Leistungsumfangs von Netz N

5.1.1 Netzeigenschaften $NE_{N,e}$

In Tabelle 5-1 werden die Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ des Netzes N mit ihren entsprechenden Dimensionen aufgelistet, die das Niveau von Betriebskosten beeinflussen. Als Netzeigenschaften sind die Anzahl der Objekte nach der Immobilienart (Straße, Brücke, Tunnel), die Nutzungshäufigkeit (DTV), die Nutzungsintensität (DTV_{SV}), die Unfallzahlen, die den Winterdienst bestimmenden Klimaparameter und der Standort der Meisterei als Entfernung der Meistereidienststelle zur Autobahneinfahrt aufzunehmen (vgl. Tabelle 5-1).

Netzeigenschaften $NE_{N,e}$	Dimension
Straße	[Stk]
Brücke	[Stk]
Tunnel	[Stk]
DTV	[Kfz/24h]
DTV_{SV}	[SV/24h]
Unfälle im Mittel	[Stk/a]
Monate des Winterdienstes	[Mo]
Neuschneehöhe im Mittel	[cm/a]
Schneefalltage im Mittel	[d/a]
Glatteis- / Eisglättetage im Mittel	[d/a]
Reifglättetage im Mittel	[d/a]
Lage der Meisterei	[km]

Tabelle 5-1: Netzeigenschaften $NE_{N,e}$

Die Daten zur Häufigkeit und zur Intensität der Nutzung (DTV , DTV_{SV} in Tabelle 5-1) sind den öffentlich zugänglichen Aufzeichnungen der automatischen Zählstellen der BAST⁴²⁷ zu entnehmen. Falls keine belastbaren Aufzeichnungen zu den Unfallzahlen vorliegen, können diese mit Hilfe der Unfallraten nach EWS bestimmt werden. In EWS werden Unfallraten in Abhängigkeit von Straßenklasse, Entwurfsklasse, Regelquerschnitt sowie Verkehrsbelastung für ein Objekt angenommen. Auf dieser Grundlage werden sowohl Personenschäden als auch Sachschäden für einen spezifischen Netzabschnitt ermittelt (vgl. Formel 5-1).⁴²⁸

⁴²⁷ Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen: *Automatische Zählstellen auf Autobahnen und Bundesstraßen*, zuletzt geprüft am 16.07.2019.

⁴²⁸ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 34–38.

$$Unfälle_{Personen-/Sachschaden} = Unfallrate_{Personen-/Sachschaden} \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot DTV$$

Formel 5-1: Bestimmung der Unfallzahlen von Personen- und Sachschäden⁴²⁹

Als weitere Netzeigenschaft $NE_{N,e}$ ist die räumliche Lage der Objekte $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N im Netz N aufzunehmen (vgl. Tabelle 5-2).

Anlagenbestand AB_N	Entfernung zur Dienststelle der Meisterei [km]					
	-	1,00	2,00	3,00	...	x
Objekt $O_{N,m}$						

Tabelle 5-2: Lage der Objekte $O_{N,m}$ als Netzeigenschaft $NE_{N,e}$

5.1.2 Anlagenbestand AB_N

Der Anlagenbestand AB_N wird differenziert für die Immobilienarten Straße, Brücke und Tunnel in der Modellentwicklung erfasst. Die Objekte $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N werden allgemein in übergeordnete Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und weiter in spezifische Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ strukturiert. Von den definierten Betriebseinheiten des Anlagenbestandes AB_N werden die Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ abgeleitet.

5.1.2.1 Straßen

5.1.2.1.1 Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$

Auf der Grundlage der in Tabelle 4-1 in Kapitel 4.1.2.1 enthaltenen Regelwerke, Richtlinien und Normen werden 12 Funktionseinheiten einer Straße abgeleitet. Die Funktionseinheiten FE_b werden in Unterbau, Landschaftsbauarbeiten (Bankette, Böschung, Mittelstreifen), Entwässerung, Deck- und Tragschicht, Lärmschutzkonstruktionen, Zäune und Holzgeländer, Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen, Verkehrsschilder, Fahrbahnmarkierungen, Lichtsignalanlagen, Fahrbahnbeleuchtung sowie Erholungs- und Aufenthaltsflächen, bestehend aus Verkehrsanlage und WC-Gebäude, differenziert. Aufbauend auf den identifizierten Funktionseinheiten FE_b ergeben sich 14 spezifische Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ von Straßen (vgl. Abbildung 5-1).

⁴²⁹ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 38.

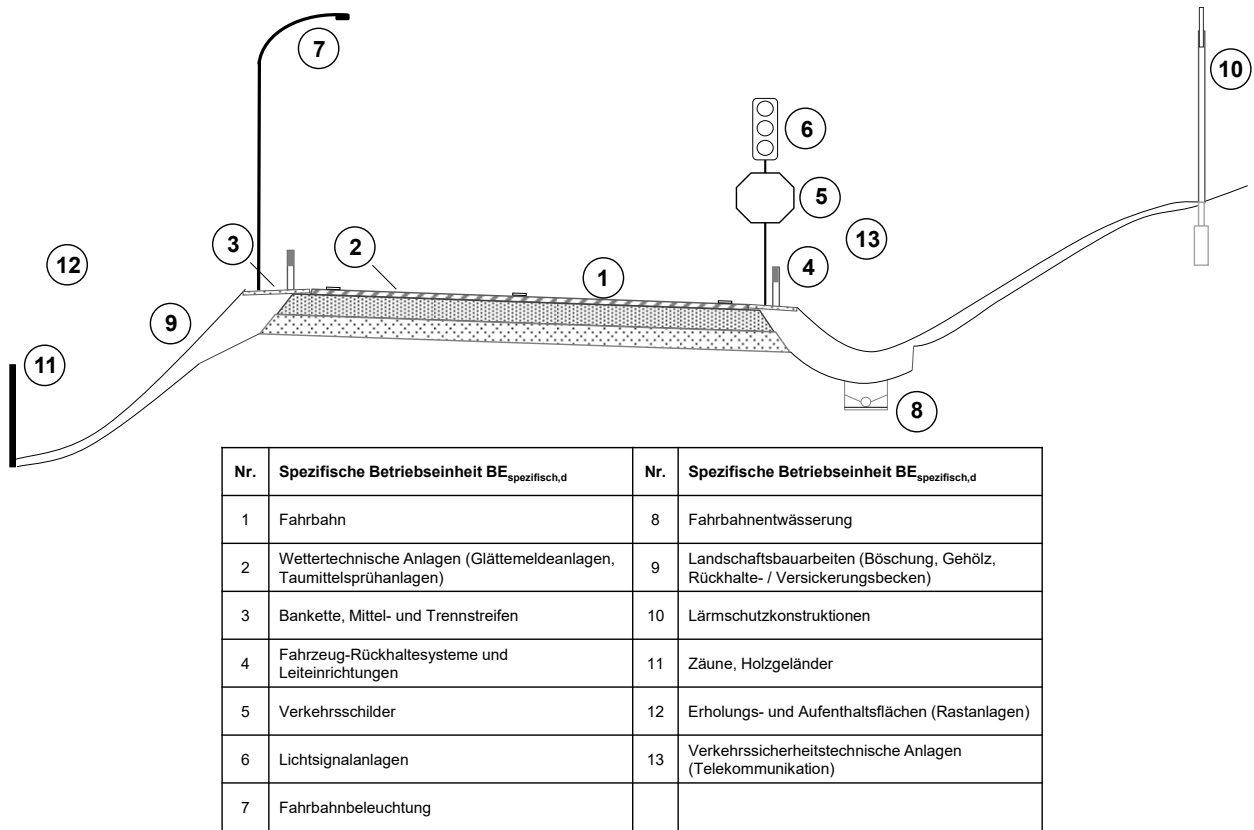


Abbildung 5-1: $BE_{spezifisch,d}$ von Straßen⁴³⁰

Die spezifischen Betriebseinheiten von Straßen $BE_{spezifisch,d}$ setzen sich aus Fahrbahn, wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen), Bankette, Mittel- und Trennstreifen, Fahrzeug-Rückhaltesystemen und Leiteinrichtungen, Verkehrsschildern, Lichtsignalanlagen, Fahrbahnbeleuchtung, Fahrbahmentwässerung, Landschaftsbauarbeiten, Lärmschutzkonstruktionen, Zäunen und Holzgeländern, Erholungs- und Aufenthaltsflächen (Rastanlagen) sowie verkehrssicherheitstechnischen Anlagen (Telekommunikation) zusammen (vgl. Abbildung 5-1). Die in Abbildung 5-1 dargestellten $BE_{spezifisch,d}$ werden nach ihrem Ort des Straßenkörpers in die drei übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{übergeordnet,c}$ Fahrbahnstraßenkörper, Seitenstraßenkörper und Randstraßenkörper eingeteilt (vgl. Tabelle 5-3).

⁴³⁰ Vgl. Ziegel, Christian: *Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 28.01.2020), S. 132.

Übergeordnete Betriebseinheiten von Straßen $BE_{\text{übergeordnet,c}}$		Spezifische Betriebseinheiten von Straßen $BE_{\text{spezifisch,d}}$
A	Fahrbahnstraßenkörper	1 Fahrbahn 2 Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen)
B	Seitenstraßenkörper	3 Bankette, Mittel- und Trennstreifen 4 Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen 5 Verkehrsschilder 6 Lichtsignalanlagen 7 Fahrbahnbeleuchtung 8 Fahrbahntwässerung
C	Randstraßenkörper	9 Landschaftsbauarbeiten (Böschung, Gehölz, Rückhalte- / Versickerungsbecken) 10 Lärmschutzkonstruktionen 11 Zäune, Holzgeländer 12 Rastanlagen (Verkehrsflächen, WC-Anlagen, Abfallbehälter) 13 Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation)

Tabelle 5-3: $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ von Straßen

Die Definition des Fahrbahnstraßenkörpers sowie des Seitenstraßenkörpers in dieser Arbeit umfasst den ganzen Querschnitt und damit die gesamten Spuren sowie beide Fahrbahnrichtungen (vgl. Tabelle 5-3). Die spezifischen Betriebseinheiten der übergeordneten Betriebseinheit Randstraßenkörper beziehen sich nicht auf den gesamten Straßenquerschnitt.

5.1.2.1.2 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$

In Tabelle 5-4 bis Tabelle 5-6 werden die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der übergeordneten und spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$ von Straßen aufgelistet. Die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden über die Elementart E_k sowie über die Mengen des Objektes $r_{ON,m,k}$ und über die gesamten Mengen des Netzes $r_{N,k}$ beschrieben. Den bestimmten Elementen E_k wird zur eindeutigen Identifizierung jeweils eine Zuordnungsnummer (E_k -Nr.) zugewiesen. Zur Ermittlung der Gesamtmengen $r_{N,k}$ sind die Mengen $r_{ON,m,k}$ der übergeordneten Betriebseinheiten Fahrbahn- und Seitenstraßenkörper in Tabelle 5-4 und Tabelle 5-5 aufgrund der räumlichen Systemgrenze des gesamten Querschnittes zu duplizieren. Die übergeordnete Betriebseinheit Randstraßenkörper in Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6 wird gemäß der Systemgrenze in Kapitel 5.1.2.1.1 unabhängig von der Anzahl der Fahrbahnrichtungen und damit für das Netz als Gesamtmenge $r_{N,k}$ bestimmt.

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Immobilie	BE _{übergeordnet,c}		BE _{spezifisch,d}		E _k		f _{N,k}	f _{ON,m,k}	[ME _k]	E _k -Nr.
Straße	A	Fahrbahnstraßenkörper	1	Fahrbahn	Fahrbahn	Fahrbahn, gesamt			[km]	1
						Fahrbahn, 2-spurig			[km]	
						Fahrbahn, 3-spurig			[km]	
						Fahrbahn, 4-spurig			[km]	
					Fahrbahn, n-spurig			[km]		
					Verkehrsfäche			[m ²]	3	
					Begehbare befestigte Fläche			[m ²]	4	
					Gehwegfläche			[m ²]	5	
			Bordrinne			[m]	6			
			Hochbord (ohne Rinne)			[m]	7			
			Taumittelsprühanlage			[Stk]	8			
			Wetterstation			[Stk]	10			
			Nebelwarnanlage			[Stk]	11			
						[km]	12			
			Bankette, Rasengittersteine an Fahrbahn			[km]	14			
			Bankette, Schotterrasen an Fahrbahn			[m ²]	15			
			Bankette, befestigt an Fahrbahn			[km]	16			
			Bankette, versiegelt an Fahrbahn			[m ²]	17			
			Bankette, versiegelt an Fahrbahn			[km]	18			
			Befestigte Mittel- und Trennstreifen			[m ²]	20			
						[m ²]	21			
						[m]	22			
						[m ²]	23			
						[m]	24			
			B	Seitenstraßenkörper	4	Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen	Passive Schutzeinrichtung	Passive Schutzeinrichtungen		
	Einfache Schutzplanke								[km]	26
	Doppelte Schutzplanke								[km]	27
	Einfache Distanzschutzplanke								[km]	28
	Doppelte Distanzschutzplanke								[km]	29
	Einseitige Betongleitwand								[km]	30
	Doppelseitige Betongleitwand								[km]	31
	Sonstige passive Schutzeinrichtung								[km]	32
	Superrail								[km]	33
	Sonstige Stahlschutzsysteme								[km]	34
	Blendschutz							[km]	36	
	Leitpfosten							[Stk]	37	
	Militärische Beschilderung							[Stk]	39	
	Beleuchtete Schilder							[Stk]	40	
	Wegweisende Beschilderung							[Stk]	41	
	StVO-Beschilderung							[Stk]	42	
	Sonstige Beschilderung							[Stk]	43	
	Schneezeichen							[Stk]	45	
	Amphibienzeichen					[Stk]	46			
	Schneepfosten					[Stk]	47			
	Stationszeichen					[m]	48			
	Stationszeichen					[Stk]	49			
	6	Lichtsignalanlagen			Lichtsignalanlage	Lichtsignalanlagen			[Stk]	50
	7	Fahrbahnbeleuchtung			Beleuchtungsanlagen der Strecke	Beleuchtungsanlagen Strecke			[Stk]	51
	Durchlässe					[m]	53			
	Düker	Düker					[Stk]	54		
		Düker					[m]	55		
	Rohrleitung	Rohrleitungen					[km]	56		
		Kontrollschächte					[Stk]	57		
	Ablaufschächte					[Stk]	58			
	Straßenabläufe					[Stk]	59			
						[Stk]	60			

Tabelle 5-4: Objekteigenschaften OE_{ON,m,f} von Straßen, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Immobilie	BE _{übergeordnet,c}		BE _{spezifisch,d}		E _k	r _{N,k}	r _{ON,m,k}	[ME _{Ek}]	E _k -Nr.	
	B	Seitenstraßenkörper	8	Farbahnentwässerung						
Straße	B	Seitenstraßenkörper	8	Farbahnentwässerung	Rinne	Bordrinne			[m]	61
						Kasterrinne			[m]	62
						Schlitzrinne			[m]	63
						Muldenrinne			[m]	64
						Hochbord (ohne Rinne)			[m]	65
					Gräben und Mulden	Graben, befestigt			[km]	66
						Mulde, befestigt			[km]	67
						Versickermulde, befestigt			[km]	68
						Graben, unbefestigt			[km]	69
						Mulde, unbefestigt			[km]	70
						Versickermulde, unbefestigt			[km]	71
	C	Randstraßenkörper	9	Landschaftsbauarbeiten (Böschung, Gehölz, Rückhalte- / Versickerungsbecken)	Großflächige Entwässerungsanlagen	Großflächige Entwässerungsanlagen			[Stk]	72
						Einfriedung			[m]	73
						Begehbare befestigte Fläche			[m ²]	74
						Gehölzflächen			[m ²]	75
						Grasflächen, intensiv			[m ²]	76
						Grasflächen, extensiv			[m ²]	77
					Weitere Entwässerungsanlagen	Einzelbäume			[Stk]	78
						Kaskade			[m]	79
						Rigolen			[m]	80
						Sonstige			[Stk]	81
						Pumpanlagen			[Stk]	82
	Rückstaukanal			[Stk]		83				
	Grasfläche	Versickerschacht			[Stk]	84				
		Sonstige Entwässerungsanlagen			[Stk]	85				
		Grasfläche			[km]	86				
		Mittelstreifen			[km]	87				
		Trennstreifen			[m ²]	88				
		Mulde und Graben			[km]	89				
		Sichtfeld, intensiv			[m ²]	90				
		Sichtfeld, extensiv			[km]	91				
		Anliegerbereich			[m ²]	92				
		Sonstige			[km]	93				
		Sonstige			[m ²]	94				
		Sonstige			[km]	95				
		Sonstige			[m ²]	96				
		Gehölzfläche	Anliegerbereich			[km]	97			
	Sonstige				[km]	98				
	Sonstige				[m ²]	99				
	Sonstige				[m ²]	100				
	Gehölzflächen				[km]	101				
	Mittelstreifen				[km]	102				
	Trennstreifen				[m ²]	103				
	Trennstreifen				[km]	104				
	Unmittelbarer Straßenrandbereich				[m ²]	105				
	Sichtfeld				[km]	106				
	Sichtfeld				[m ²]	107				
	Anliegerbereich			[km]	108					
	Anliegerbereich			[m ²]	109					
	Sonstige (außerhalb Straßenrandbereich)			[km]	110					
	Sonstige			[m ²]	111					
	Sonstige			[km]	112					
	Einzelbäume			[m ²]	113					
	Einzelbäume			[Stk]	114					
	Stützwand / Stützmauer	Stützwand / Stützmauer			[Stk]	115				
		Geländerlänge			[m]	116				
	Felswand	Felswand			[m ²]	117				
		Geländerlänge			[m]	118				
	10	Lärmschutzkonstruktionen	Lärmschutzwand	Lärmschutzwände	Lärmschutzwände			[Stk]	119	
					Lärmschutzwände			[m]	120	
					Lärmschutzwände			[m ²]	121	
					Bewässerungsanlagen an Lärmschutzwand			[Stk]	122	

Tabelle 5-5: Objekteigenschaften OE_{ON,m,r} von Straßen, Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Immobilie	BE _{übergeordnet,c}		BE _{spezifisch,d}		E _k	r _{N,k}	r _{ON,m,k}	[ME _{Ek}]	E _k -Nr.			
Straße	C	Randstraßenkörper	11	Zäune, Holzgeländer	Schneefangzaun	Schneefangzäune			[km]	123		
					Wildschutz- / Amphibienschutzzaun	Wildschutz- / Amphibienschutzzäune			[m]	124		
						Grasfläche			[m ²]	125		
						Gehölzfläche			[m ²]	126		
			12	Rastanlagen (Verkehrsflächen, WC-Anlagen, Abfallbehälter)	Parkplatz	Parkplatz					[Stk]	127
						Stell- und Fahrbahnfläche				[m ²]	128	
						Begehbare befestigte Fläche				[m ²]	129	
						Gehwegfläche				[m ²]	130	
						Treppenfläche				[m ²]	131	
						Abfallbehälter				[Stk]	132	
						Besuchfrequenz				[b/d]	133	
						WC-Anlagen				[Stk]	134	
						Bänke				[Stk]	135	
						Tische				[Stk]	136	
						Spielgeräte				[Stk]	137	
						Verkehrsschilder < 1 m ²				[Stk]	138	
						Verkehrsschilder > 1 m ²				[Stk]	139	
						Beleuchtung (Standorte)				[Stk]	140	
						Passive Schutzinrichtungen				[m]	141	
						Einfriedung Mauer				[m]	142	
						Einfriedung Zaun				[m]	143	
						Einfriedung Gabione				[m]	144	
						Geländerlänge				[m]	145	
						Bordrinne				[m]	146	
						Muldenrinne				[m]	147	
						Kastenrinne				[m]	148	
						Schlitzrinne				[m]	149	
						Mehrzeitige Rinne				[m]	150	
						Hochbord (ohne Rinne)				[m]	151	
						Kontrollschächte				[Stk]	152	
						Ablaufschächte				[Stk]	153	
						Straßenabläufe				[Stk]	154	
						Ölabscheider				[Stk]	155	
						Rohrleitungen				[m]	156	
						Grünflächen, intensiv				[m ²]	157	
						Grünflächen, extensiv				[m ²]	158	
						Gehölzflächen				[m ²]	159	
			Einzelbäume				[Stk]	160				
			13	Verkehrssicherheits-technische Anlagen (Telekommunikation)	Verkehrsinself / Querungshilfe	Verkehrsinself / Querungshilfen					[Stk]	161
						Begehbare befestigte Fläche				[m ²]	162	
						Unbefestigte Fläche, bepflanzt				[m ²]	163	
						Unbefestigte Fläche, unbepflanzt				[m ²]	164	
						Grasfläche, intensiv				[m ²]	165	
						Bordrinne				[m]	166	
						Hochbord (ohne Rinne)				[m]	167	
			13	Verkehrssicherheits-technische Anlagen (Telekommunikation)	Weitere Ausstattung	Telekommunikationsanlagen	Telekommunikationsanlagen				[Stk]	168
						Begehbare befestigte Fläche				[m ²]	169	
Weitere Ausstattung	Weitere Ausstattung							[Stk]	170			
Verkehrsdetektoren							[Stk]	171				
Zählgeräte							[Stk]	172				
Streugutbehälter							[Stk]	173				
Schaltkasten							[Stk]	174				
Verkehrspiegel							[Stk]	175				
Verkehrsbeeinflussungsanlage, Wechselverkehrszeichenanlage							[Stk]	176				
Sonstige							[Stk]	177				

Tabelle 5-6: Objekteigenschaften OE_{ON,m,f} von Straßen, Teil 3

Als weitere Objekteigenschaft ist in die Gliederungsstruktur in Tabelle 5-7 die räumliche Ausdehnung von den übergeordneten Betriebseinheiten BE_{übergeordnet,c} und den spezifischen Betriebseinheiten BE_{spezifisch,d} sowie den dazugehörigen Elementen E_k der Objekte O_{N,m} im Netz in der Dimension Kilometer zu implementieren.

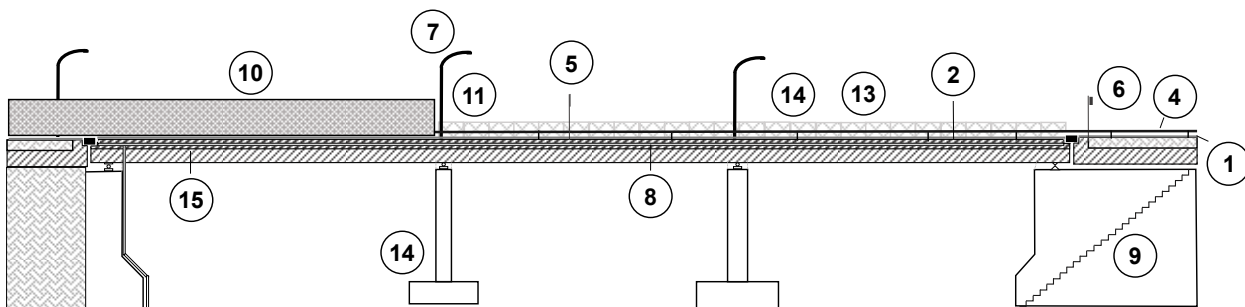
Objekt $O_{N,m}$	Entfernung zur Dienststelle der Meisterei [km]					
	-	1,00	2,00	3,00	...	x
$BE_{\text{übergeordnet c,ON,m}}$						
$BE_{\text{spezifisch d,ON,m}}$						
$E_{k,ON,m}$						

Tabelle 5-7: Verteilung des Anlagenbestandes AB_N im Netz N als Objekteigenschaft $OE_{ON,m,f}$

5.1.2.2 Brücken

5.1.2.2.1 Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$

Brückenbauwerke werden auf der Grundlage der in Tabelle 4-1 in Kapitel 4.1.2.1 enthaltenen Regelwerke, Richtlinien, Normen und Literatur in die 20 Funktionseinheiten Gründung, Widerlager, Stützen und Pfeiler, Überbau, Lager, Fahrbahnübergänge, Geländer, Kappen, Fahrbahn, Rückhaltesystem und Leiteinrichtungen, Lärmschutzkonstruktionen, Vogeleinflugschutz, Entwässerungsanlagen der Fahrbahn, Entwässerungsanlagen des Bauwerks, Landschaftsbauarbeiten bestehend aus Böschungstreppen, Widerlager- und Gründungsbereich, Verkehrsschilder, Fahrbahnmarkierungen, Lichtsignalanlagen, Straßenbeleuchtung und Bauwerksbeleuchtung gegliedert. Neben den in Abbildung 5-1 in Kapitel 5.1.2.1.1 bestimmten $BE_{\text{spezifisch,d}}$ einer Straße (Fahrbahn, wettertechnische Anlagen, Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtung) werden für Brücken weitere spezifische Betriebseinheiten abgeleitet (vgl. Abbildung 5-2).



Nr.	Spezifische Betriebseinheit $BE_{\text{spezifisch,d}}$	Nr.	Spezifische Betriebseinheit $BE_{\text{spezifisch,d}}$
1	Fahrbahn	8	Fahrbahnentwässerung
2	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen)	9	Landschaftsbauarbeiten (Widerlager- und Gründungsbereich inkl. Böschungstreppen)
4	Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen	10	Lärmschutzkonstruktionen
5	Verkehrsschilder	13	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation)
6	Lichtsignalanlagen	14	Brückentragwerk
7	Fahrbahnbeleuchtung	15	Brückenbauwerksbeleuchtung

Abbildung 5-2: $BE_{\text{spezifisch,d}}$ von Brücken⁴³¹

Gemäß Abbildung 5-2 werden für Brückenbauwerke die zwölf spezifischen Betriebseinheiten Fahrbahn, wettertechnische Anlagen, Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen,

⁴³¹ Vgl. Ziegel, Christian: *Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 28.01.2020), S. 134.

Verkehrsschilder, Lichtsignalanlagen, Fahrbahnbeleuchtung, Fahrbahntwässerung, Landschaftsbauarbeiten, Lärmschutzkonstruktionen, verkehrssicherheitstechnische Anlagen, Brückentragwerk sowie Brückenbauwerksbeleuchtung bestimmt. Unter der spezifischen Betriebseinheit 14 in Abbildung 5-2 werden alle zu reinigenden Elemente einer Brücke zusammengefasst. Die in Abbildung 5-2 dargestellten spezifischen Betriebseinheiten werden nach ihrem Ort am Bauwerk in die drei übergeordneten Betriebseinheiten Fahrbahnstraßenkörper, Seitenstraßenkörper und Randstraßenkörper sowie in Ingenieurbauwerksspezifität eingeteilt (vgl. Tabelle 5-8).

Übergeordnete Betriebseinheiten von Brücken $BE_{\text{übergeordnet,c}}$		Spezifische Betriebseinheiten von Brücken $BE_{\text{spezifisch,d}}$
A	Fahrbahnstraßenkörper	1 Fahrbahn 2 Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen)
B	Seitenstraßenkörper	4 Fahrzeug-Rückhaltesysteme und Leiteinrichtungen 5 Verkehrsschilder 6 Lichtsignalanlagen 7 Fahrbahnbeleuchtung 8 Fahrbahntwässerung
C	Randstraßenkörper	9 Landschaftsbauarbeiten (Widerlager- und Gründungsbereich inkl. Böschungstreppen) 10 Lärmschutzkonstruktionen 13 Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation)
D	Ingenieurbauwerksspezifität	14 Brückentragwerk 15 Brückenbauwerksbeleuchtung

Tabelle 5-8: $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ von Brücken

5.1.2.2.2 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$

In Tabelle 5-9 werden die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch,d}}$ von Brücken dargestellt. Die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden über die Elementart E_k sowie über die Mengen des Objektes $r_{ON,m,k}$ und über die gesamten Mengen des Netzes $r_{N,k}$ in Tabelle 5-9 beschrieben. Den bestimmten Elementen E_k wird zur eindeutigen Identifizierung jeweils eine Zuordnungsnummer (E_k -Nr.) zugewiesen.

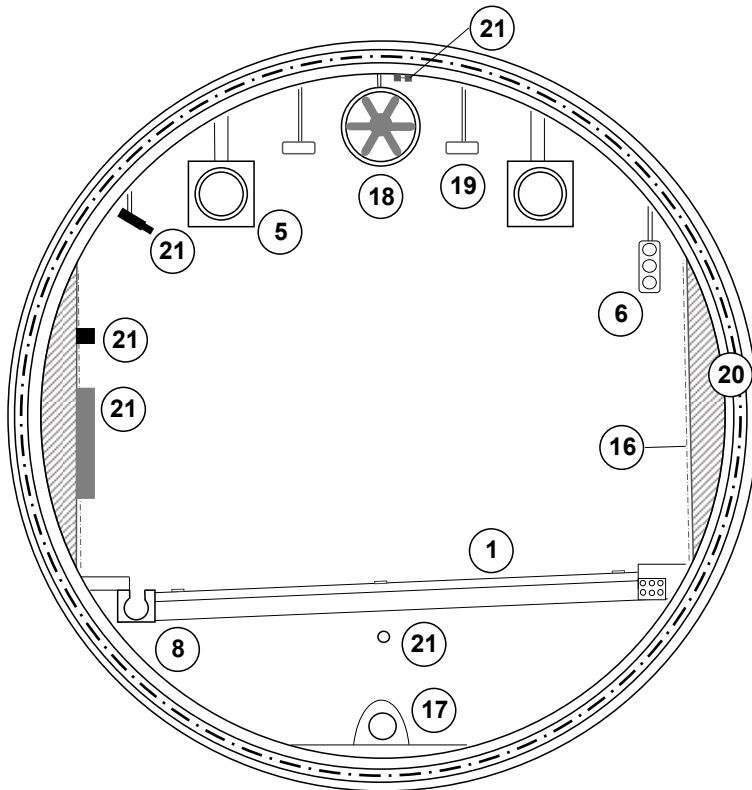
Immobilie	BE _{übergeordnet,c}		BE _{spezifisch,d}		E _k	r _{N,k}	r _{ON,m,k}	[ME _B]	E _k -Nr.						
	A	B	1	8											
Straße	A	Fahrbahnstraßenkörper	1	Fahrbahn	Fahrbahn	Fahrbahn, n-spurig			[km]	178					
					Bucht	Verkehrsfläche			[m ²]	179					
						Begehbare befestigte Fläche			[m ²]	180					
						Gehwegfläche			[m ²]	181					
						Bordrinne			[m]	182					
						Hochbord (ohne Rinne)			[m]	183					
	B	Seitenstraßenkörper	8	Fahrbahntwässerung	Rohrleitung	Rohrleitungen			[km]	184					
						Kontrollschächte			[Stk]	185					
						Ablaufschächte			[Stk]	186					
						Straßenabläufe			[Stk]	187					
						C	Randstraßenkörper	9	Landschaftsbauarbeiten (Widerlager- und Gründungsbereich inkl. Böschungstreppe)	Widerlager- und Gründungsbereich	Grasfläche (am Bauwerk)			[m ²]	188
										Gehölzfläche (am Bauwerk)			[m ²]	189	
						D	Ingenieurbauwerkspezifität	14	Brückentragwerk	Böschungstreppe	Treppenfläche			[m ²]	190
										Brücke, Trog	Brücken / Trog			[Stk]	191
Begehbare befestigte Fläche			[m ²]	192											
Widerlager			[Stk]	193											
			[m ²]	194											
Pfeiler			[Stk]	195											
			[m ²]	196											
Stationäre Brückeninspektionsgeräte			[Stk]	197											
Geländerlänge			[m]	198											
Querschnittsart			[-]	199											
Statisches System in Längsrichtung			[-]	200											
Zustandsnote			[-]	201											
15	Brückenbauwerksbeleuchtung	Ausstattung	Leuchten				[Stk]	202							

 Tabelle 5-9: Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ von Brücken

5.1.2.3 Tunnel

5.1.2.3.1 Betriebseinheiten $BE_{übergeordnet,c}$ und $BE_{spezifisch,d}$

Für Tunnel ergeben sich aus den in Tabelle 4-1 in Kapitel 4.1.2.1 enthaltenen Regelwerken, Richtlinien und Normen die 20 Funktionseinheiten Außenschale, Dichtung, Innenschale, Auffüllung, Fahrbahn, Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsschilder, Anprallwand, Kappen / Gehwege, baulicher Brandschutz, Schutz- und Rettungstüren, Entwässerung, Beleuchtung, Lüftung, Lichtsignalanlagen, Kommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Löscheinrichtungen und Betriebsgebäude. Aus diesen Funktionseinheiten FE_b von Tunneln und den in Abbildung 5-1 in Kapitel 5.1.2.1.1 bestimmten spezifischen Betriebseinheiten einer Straße werden zehn spezifische Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ von Tunneln bestimmt (vgl. Abbildung 5-3).



Nr.	Spezifische Betriebseinheit $BE_{spezifisch,d}$
1	Fahrbahn
5	Verkehrsschilder
6	Lichtsignalanlagen
8	Fahrbahntwässerung
16	Tunneltragwerk
17	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen, Dränagesystem)
18	Tunnelbelüftung
19	Tunnelbeleuchtung
20	Tunnelbetriebsgebäude
21	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen)

Abbildung 5-3: $BE_{spezifisch,d}$ von Tunneln⁴³²

Fahrbahn, Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsschilder, Lichtsignalanlagen, Fahrbahntwässerung sowie verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät und Löscheinrichtungen), Tunneltragwerk, Tunnelbauwerksentwässerung, Tunnelbelüftung, Tunnelbeleuchtung und Tunnelbetriebsgebäude stellen die spezifischen Betriebseinheiten von Tunneln dar (vgl. Abbildung 5-3). Unter die Betriebseinheit 16 (Tunneltragwerk) fallen alle Elemente, die im Zuge der Tunnelreinigung betrieblich zu unterhalten sind. Die Tunnelbeleuchtung sowie die technischen Tunnelanlagen der Verkehrssicherheit werden gemäß Abbildung 5-3 differenziert betrachtet. Die in Abbildung 5-3 dargestellten spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ werden nach ihrem Ort am Bauwerk in die drei übergeordneten Betriebseinheiten Fahrbahnstraßenkörper, Seitenstraßenkörper und Randstraßenkörper sowie in Ingenieurbauwerksspezifität eingeteilt (vgl. Tabelle 5-10).

⁴³² Vgl. Ziegel, Christian: *Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte* (Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München, 28.01.2020), S. 136.

Übergeordnete Betriebseinheiten von Tunneln $BE_{\text{übergeordnet},c}$		Spezifische Betriebseinheiten von Tunneln $BE_{\text{spezifisch},d}$
A	Fahrbahnstraßenkörper	1 Fahrbahn
B	Seitenstraßenkörper	5 Verkehrsschilder 6 Lichtsignalanlagen 8 Fahrbahntwässerung
E	Ingenieurbauwerks-spezifität	16 Tunneltragwerk 17 Tunnelbauwerksentwässerung 18 Tunnelbelüftung 19 Tunnelbeleuchtung 20 Tunnelbetriebsgebäude 21 Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen)

Tabelle 5-10: $BE_{\text{übergeordnet},c}$ von Tunneln

5.1.2.3.2 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$

In Tabelle 5-11 und Tabelle 5-12 werden die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und der spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ von Tunneln aufgelistet. Die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ werden über die Elementart E_k sowie über die Mengen des Objektes $r_{ON,m,k}$ und über die gesamten Mengen des Netzes $r_{N,k}$ beschrieben. Den Elementen E_k wird zur eindeutigen Identifizierung jeweils eine Zuordnungsnummer (E_k -Nr.) zugewiesen.

Immobilie	$BE_{\text{übergeordnet},c}$		$BE_{\text{spezifisch},d}$		E_k	$r_{N,k}$	$r_{ON,m,k}$	$[ME_k]$	E_k -Nr.
Straße	A	Fahrbahnstraßenkörper	1	Fahrbahn	Fahrbahn	Fahrbahn, n-spurig		[km]	203
					Bucht	Verkehrsfläche		[m ²]	204
						Begehbare befestigte Fläche		[m ²]	205
						Gehwegfläche		[m ²]	206
	Bordrinne		[m]	207					
	B	Seitenstraßenkörper	8	Fahrbahnentwässerung	Rohrleitung	Hochbord (ohne Rinne)		[m]	208
						Rohrleitungen		[km]	209
						Kontrollschächte		[Stk]	210
Ablaufschächte							[Stk]	211	
					Straßenabläufe		[Stk]	212	
Tunnel	E	Ingenieurbauwerks-spezifität	16	Tunneltragwerk	Tunnel	Tunnelröhre		[Stk]	213
						Tunnelfläche		[m ²]	214
						Ausrichtung Nord-Süd / Ost-West		[-]	215
						Richtungsverkehr / Gegenverkehr		[-]	216
			17	Tunnelbauwerksentwässerung	Entwässerung	Pumpenanlagen		[Stk]	217
						Betriebsstunden (inkl. Wartung)		[h]	219
			18	Tunnelbelüftung	Natürliche Belüftung	Natürliche Belüftung		[-]	220
								[-]	221
					Mechanische Belüftung	Mechanische Belüftung		[Stk]	222
						Betriebsstunden (inkl. Wartung)		[h]	224
			19	Tunnelbeleuchtung	Beleuchtung der Tunnelfahrbahn	Anzahl Leuchtenreihe, Einfahrtsstrecke je Röhre		[Stk]	225
						Lampen je Leuchtenreihe, Einfahrtsstrecke je Röhre		[W]	227
						Betriebsstunden (inkl. Wartung), Einfahrtsstrecke		[h]	228
						Anzahl Leuchtenreihe, Durchfahrtsstrecke je Röhre		[Stk]	229
Lampen je Leuchtenreihe, Durchfahrtsstrecke je Röhre		[W]				231			
Betriebsstunden (inkl. Wartung), Durchfahrtsstrecke		[h]				232			

Tabelle 5-11: Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ von Tunneln, Teil 1

Immobilie	BE _ü bergeordnet,c		BE _s pezifisch,d		E _k	r _{N,k}	r _{ON,m,k}	[ME _E]	E _n -Nr.	
Tunnel	E	Ingenieur- bauwerks- spezifität	20	Tunnelbetriebs- gebäude	Betriebstechnische Anlagen	Tunnelbetriebsgebäude			[Stk]	233
									[kWh]	234
						Lüftergebäude			[Stk]	235
									[kWh]	236
						Hebeanlagen			[Stk]	237
									[kWh]	238
			21	Verkehrssicherheits- technische Tunnelanlagen	Anlagen der Tunnelsicherheit	Betriebsenergie (inkl. Wartung)			[kWh]	239
						Notrufstationen			[Stk]	240
						Löscheinrichtungen			[Stk]	241
						Brandmeldeanlagen			[Stk]	242
						Videoüberwachung			[Stk]	243
						Lautsprecher			[Stk]	244
						Tunnelfunk			[Stk]	245
						Sichtweite Messgerät			[Stk]	246
Orientierungsbeleuchtung, Fluchtwege- kennzeichnung			[Stk]	247						
			[kW]	248						

Tabelle 5-12: Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ von Tunneln, Teil 2

5.2 Leistungskatalog als Leistungssoll

Zur Klassifizierung der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n werden die sieben Leistungsbereiche im Leistungskatalog festgelegt:

- 100 Versorgung,
- 200 Entsorgung,
- 300 Reinigung,
- 400 Betriebsinstandsetzung,
- 500 Inspektion und Wartung,
- 600 Weitere Leistungen,
- 700 Abgaben und Beiträge.

Die Leistungsbereiche der Ver- und Entsorgung beinhalten Leistungen, die Rohstoffe zu- bzw. abführen. Der dritte Leistungsbereich 300 umfasst alle erforderlichen Reinigungsleistungen, um den Soll-Zustand einer Immobilie bzw. der Funktionseinheiten sowohl im Objektbetrieb als auch im Funktionsbetrieb zu bewahren bzw. wiederherzustellen. Unter den Leistungsbereich Betriebsinstandsetzung fallen Austauschleistungen von fehlerhaften Bauteilen zur Wiederherstellung der ursprünglichen Soll-Funktion des Objektes. Im fünften Leistungsbereich Inspektion und Wartung werden Maßnahmen zur Beurteilung des Ist-Zustandes einer Betrachtungseinheit sowie zur Abbauverzögerung des vorhandenen Abnutzungsvorrates zusammengefasst. Unter Weitere Leistungen werden Leistungen zusammengefasst, die zwar aufgrund des Wesens des Objekt- und Funktionsbetriebes weder einer Betriebsdienstleistung BDL_n noch einer Betriebsleistung BL_n direkt zugeordnet werden, dennoch nach den Definitionen der Regelwerke Bestandteil der erforderlichen Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes sind (z. B. Beseitigung von Unfallschäden oder verkehrsregelnde Maßnahmen). Im letzten Leistungsbereich Abgaben und Beiträge werden Leistungspositionen mit Gebühren oder Lizenzkosten, z. B. infolge der Bereitstellung von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen, definiert.

5.2.1 Betriebsleistungen BL_n

Zur Durchführung von Betriebsleistungen BL_n werden die drei Leistungsbereiche 100 Versorgung, 200 Entsorgung sowie 700 Abgaben und Beiträge bestimmt. In Tabelle 5-13 werden die Betriebsleistungen BL_n mit Positionsnummern definiert, die auf Grundlage von Tabelle 4-2 in Kapitel 4.2 hergeleitet wurden. Den Betriebsleistungen werden die entsprechende Immobilienart (Abkürzung von Straßen als „S“, Brücken als „B“ und Tunnel als „T“), die übergeordneten und die spezifischen Betriebseinheiten ($BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$) sowie die Bezugseinheiten $[ME_n]$ zugeordnet.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n	Immobilie	$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	$[ME_n]$
100 Versorgung	100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	S	A	2	Stk
	100.02	Lichtsignalanlagen mit Energie versorgen	S	B	6	kWh
	100.03	Straßenbeleuchtung mit Energie versorgen	S	B	7	kWh
	100.04	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation) mit Energie versorgen	S	C	13	kWh
	100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	S	C	12	Stk
	100.06	Brückenbauwerksbeleuchtung mit Energie versorgen	B	D	15	kWh
	100.07	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	T	E	17	m
	100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	T	E	18	kWh
	100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	T	E	19	kWh
	100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	T	E	20	m
	100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	T	E	21	m
	100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	S	C	13	Stk
	100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	T	E	20	m
	100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werkstoffen versorgen	S	A	2	Stk
200 Entsorgung	200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	S	C	13	Stk
	200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	T	E	17	m
	200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	T	E	20	m
700 Abgaben und Beiträge	700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	S / T	C / E	13 / 21	psch
	700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen) abführen	S	A	2	psch

Tabelle 5-13: Leistungskatalog von Betriebsleistungen BL_n

5.2.2 Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Leistungsbereiche von Betriebsdienstleistungen BDL_n gliedern sich in 300 Reinigung, 400 Betriebsinstandsetzung, 500 Inspektion und Wartung sowie 600 Weitere Leistungen. Die auf Basis von Tabelle 4-3 in Kapitel 4.2 erarbeiteten Leistungspositionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n der Immobilienarten (Abkürzung von Straßen als „S“, Brücken als „B“ und Tunnel als „T“) mit den entsprechenden Betriebseinheiten ($BE_{\text{übergeordnet,c}}$ und $BE_{\text{spezifisch,d}}$), Turnus T_n , Zeitraumbezug (Abkürzung von unabhängig als „u“, Winter als „w“ und Frühjahr / Herbst als „f/h“), Bezugseinheiten $[ME_n]$ sind Tabelle 5-14, Tabelle 5-15 und Tabelle 5-16 zu entnehmen.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	Immobilie	$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	T_n	Zeitraumbezug	$[ME_n]$
300 Reinigung	300.01	Fahrbahnrande und Standstreifen reinigen	S	A	1	1,0	f/h	km
	300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	S	B	3	1,0	f/h	km
	300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	S	C	12	1,0	f/h	m ²
	300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	S	C	12	1,0	f/h	m ²
	300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	S	C	12	bE	u	Stk
	300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	S	B	8	1,0	f/h	km
	300.07	Sonderinnen an Fahrbahnen reinigen	S	B	8	2,0	f/h	km
	300.08	Fahrbahnabläufe reinigen	S	B	8	4,0	f/h	km bzw. Stk
	300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen	S	B	8	2,0	f/h	Stk
	300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	S	B	8	2,0	f/h	km
	300.11	Durchlässe und Düker reinigen	S	B	8	2,0	f/h	km
	300.12	Rückhaltebecken reinigen	S	C	12	bE	f/h	Stk
	300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	S	C	12	1,0	f/h	Stk
	300.14	Versickeranlagen reinigen	S	C	12	7,0	f/h	Stk
	300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	S	B	6 / 7	2,0	f/h	Stk
	300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	S	C	12	365,0	u	Stk

Tabelle 5-14: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Immobile	BE _{bergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	T _n	Zeitraumbezug	[ME _n]
300 Reinigung	300.17	Brückenbauwerke reinigen	B	D	14	1,0	f/h	Stk bzw. m
	300.18	Lärmschutzwände reinigen	S	C	10	1,0	f/h	m
	300.19	Tunnel reinigen	T	E	1 / 16	1,0	f/h	m ²
	300.20	Verkehrszeichen reinigen	S	B	5	1,0	f/h	Stk
	300.21	Leitpfosten reinigen	S	B	4	2,0	f/h	Stk
	300.22	Bemalungen entfernen	S	A - E	1 - 19	bE	u	m ²
	300.23	Abfallbehälter leeren	S	C	12	52,0	u	Stk
	300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	S	A	1	2,0	f/h	km
	300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	S	C	12	52,0	u	Stk
	300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	T	E	17	bE	f/h	Stk
	300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	T	E	17	bE	f/h	Stk
	300.28	Notrufkabinen reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.29	Videozentraleinheiten reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.31	Kamera reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.32	Tunnelfunk reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.33	Mobilfunksystem reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.38	Leuchtdichtkameras der Beleuchtung reinigen	T	E	19	2,0	u	Stk
	300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	T	E	18	1,0	f/h	Stk
	300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	T	E	18	bE	f/h	Stk
	300.41	Höhenkontrolle reinigen	T	E	21	bE	f/h	Stk
	300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	T	B	6	bE	f/h	Stk
	300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	T	E	20	bE	u	Stk
	300.44	Notstromaggregat reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	T	E	20	2,0	u	Stk
	300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	T	E	20	bE	u	Stk
	300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	T	E	20	bE	u	Stk
	300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	T	E	21	2,0	u	Stk
	300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	T	E	21	2,0	u	Stk
	300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	T	E	21	2,0	u	Stk
	300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	T	E	21	bE	u	Stk
	300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	T	E	17	3,0	f/h	km
	300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	S	A	1	bE	w	km
	300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	S	C	12	bE	w	km
	300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	S	A	1	bE	w	km
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	S	C	12	bE	w	km	
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	S	A	1	bE	w	km	
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	S	C	11	bE	w	km	
300.59	Gefahr- und Schneezäune auf- oder abbauen	S	B	5	bE	w	Stk	
400 Betriebsinstandsetzung	400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen	S	A	1	bE	u	Stk
	400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	S	C	12	bE	u	Stk
	400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	S	C	3	bE	u	Stk
	400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	S	C	9	bE	u	Stk
	400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	B / T	D / E	14 / 16	bE	u	Stk
	400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen	S	B	8	bE	u	Stk
	400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	S	B	8	bE	u	Stk
	400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	S	B	3	bE	u	Stk
	400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	S	B	8	bE	u	Stk
	400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	S	B	8	bE	u	Stk
	400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	S	C	9	bE	u	Stk
500 Inspektion und Wartung	500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	S	B	3	2,0	f/h	km
	500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	S	B	3	2,0	f/h	km
	500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	S	C	9	2,0	f/h	m ²
	500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	S	B	8	1,0	f/h	km
	500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	S	C	9	4,0	f/h	m ²
	500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	S	C	9	1,0	f/h	m ²
	500.07	Rückhalte-, Absatz- und Versickerbecken mähen	S	C	9	0,5	f/h	Stk
	500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	S	C	9	1,0	f/h	km
	500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	S	C	9	0,2	f/h	km
	500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	S	C	9	0,3	f/h	km
	500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	S	C	9	0,1	f/h	m ²
	500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	S	C	9	1,0	f/h	m ²
	500.13	Bäume pflegen	S	C	9	1,0	f/h	Stk
	500.14	Bäume sanieren oder fällen	S	C	9	1,0	f/h	Stk
	500.15	Verkehrszeichen warten	S	B	5	1,0	u	Stk
	500.16	Leitpfosten warten	S	B	4	1,0	u	Stk
	500.17	Stationierungszeichen warten	S	B	5	1,0	u	Stk
	500.18	Passive Schutzeinrichtungen warten	S	B	4	1,0	u	Stk
	500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	S	C	11	1,0	u	km
	500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	S	C	12	1,0	u	Stk
	500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	S	C	12	1,0	u	Stk
	500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	S	B	6	2,0	u	Stk
	500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	S	B	6	4,0	u	Stk
	500.24	Beleuchtungsanlagen warten	T	E	21	1,0	u	Stk
	500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.27	Brandabschnittsleuchten warten	T	E	21	2,0	u	Stk

Tabelle 5-15: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Immobilität	BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	T _n	Zeitraumbezug	[ME _n]
500 Inspektion und Wartung	500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.29	Notrufrakabine warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.30	Videozentraleinheiten warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.31	Netzwerkkomponenten warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.32	Kamera warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.33	Tunnelfunk warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.34	Mobilfunksystem warten	T	E	21	1,0	u	Stk
	500.35	Telekommunikationsanlage warten	T	E	21	1,0	u	Stk
	500.36	Rundfunkeinsprache warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.37	Lautsprecher warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.38	Zentrale / Verstärker warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.42	BMA / Handfeuermelder warten	T	E	21	4,0	u	Stk
	500.43	BMA / Sensorkabel warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	T	E	21	4,0	u	Stk
	500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.46	Tunnelbeleuchtung warten	T	E	19	2,0	u	Stk
	500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	T	E	19	2,0	u	Stk
	500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.49	Steuerebare Absaugöffnungen der Lüftung warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	T	E	18	2,0	u	Stk
	500.54	Höhenkontrolle warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	T	B	6	2,0	u	Stk
	500.57	Schranke warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	T	E	20	1,0	u	Stk
	500.62	Notstromaggregat warten	T	E	20	1,0	u	Stk
	500.63	USV mit Batterieanlage warten	T	E	20	2,0	u	Stk
	500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	T	E	20	1,0	u	Stk
	500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	T	E	20	1,0	u	Stk
	500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	T	E	21	1,0	u	Stk
	500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	T	E	21	2,0	u	Stk
	500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	T	E	21	0,5	u	Stk
	500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	T	E	21	1,0	u	Stk
	500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	T	E	21	0,5	u	Stk
	500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	T	E	21	52,0	u	Stk
	500.75	Wettertechnische Anlagen (Tammittelsprühanlagen) warten	S	A	2	1,0	u	Stk
	500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	S	A	2	1,0	u	Stk
	500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	S	C	13	1,0	u	Stk
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	S	C	12	1,0	u	Stk	
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	T	E	17	0,3	u	Stk	
500.80	Pumpen inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.83	Krananlagen inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	T	E	17	4,0	u	Stk	
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	T	E	17	1,0	u	Stk	
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	T	E	17	0,5	u	Stk	
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	T	E	17	3,0	u	Stk	
500.91	Streckenkontrolle durchführen	S / B / T	A	1	52,0	u	Stk	
500.92	Bauwerksüberwachung durchführen	B / T	D / E	14 / 16	52,0	u	Stk	
500.93	Bauwerksprüfung durchführen	B / T	D / E	14 / 16	0,3 bzw. 0,2	u	Stk	
600 Weitere Leistungen	600.01	Unfallschäden beseitigen	S	A	1	bE	u	Stk
	600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen	S	A	1	bE	u	h

Tabelle 5-16: Leistungskatalog von Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 3

5.3 Definition des Leistungsniveaus SL_N

Im Modell wird das Leistungsniveau der betrieblichen Unterhaltung SL_N eines Netzes N in ein Leistungsniveau von Betriebsleistungen BL_n und in ein Leistungsniveau von Betriebsdienstleistungen BDL_n gegliedert. Die Leistungspositionen des Leistungssolls LS_N in Kapitel 5.2 werden den Elementen E_k des Anlagenbestandes AB_N des Leistungsumfanges LU_N in Kapitel 5.1 zugeordnet. Die Leistungswerte LW_n der Leistungspositionen werden auf der Grundlage der Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ von Straßen, Brücken und Tunneln sowie der

Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ des Netzes N ermittelt. Einige Leistungswerte LW_n von Leistungspositionen hängen von den spezifischen Objekt- und Netzeigenschaften ab und können demnach erst in einer Modellanwendung quantifiziert werden. Diese Abhängigkeit wird bei den spezifischen Leistungswerten LW_n mit „in Anwendung zu implementieren“ gekennzeichnet.

5.3.1 Leistungsniveau SL_N von Betriebsleistungen BL_n

In Tabelle 5-17 wird das Leistungsniveau SL_N von Betriebsleistungen BL_n dargestellt. Die Leistungspositionen werden den in Kapitel 5.1.2 bestimmten Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ zugeordnet (vgl. Tabelle 5-17).

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_r/ME_{E_k}]$
100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	Taumittelsprühanlagen, Glättemeldeanlagen (SWIS)	Anzahl	Σ8, 9	1,00	[Stk/Stk]
100.02	Lichtsignalanlagen mit Energie versorgen	Lichtsignalanlagen	Anzahl	51	in Anwendung zu implementieren	[kWh/Stk]
100.03	Straßenbeleuchtung mit Energie versorgen	Beleuchtungsanlagen Strecke	Anzahl	52	in Anwendung zu implementieren	[kWh/Stk]
100.04	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation) mit Energie versorgen	Telekommunikationsanlagen	Anzahl	168	in Anwendung zu implementieren	[kWh/Stk]
100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	Rastanlagen	Anzahl	127	1.471,68	[kWh/Stk]
100.06	Brückenbauwerksbeleuchtung mit Energie versorgen	Leuchten	Anzahl	202	in Anwendung zu implementieren	[kWh/Stk]
100.07	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[kWh/(Stk*km)]
100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	Mechanische Belüftung	Anzahl, Leistung, Betriebsstunden	222*223*224	1,00	[t/Stk]
100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	Beleuchtung der Tunnel-fahrbahn	Anzahl je Strecke, Betriebsstunden	225*226*227*228, 229*230*231*232	1,00	[l/(Stk*Stk)]
100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[m³/km]
100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[kWh/km]
100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	Rastanlagen	Anzahl	127	1.594,32	[m³/Stk]
100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[m³/km]
100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werksstoffen versorgen	Taumittelsprühanlagen	Anzahl	8	1,00	[Stk/Stk]
200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	Rastanlagen	Anzahl	127	1.594,32	[m³/Stk]
200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[m³/km]
200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[m³/km]
700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	Objekt	-	-	1,00	[psch]
700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen) abführen	Glättemeldeanlagen (SWIS)	Anzahl	9	1,00	[Stk/Stk]

Tabelle 5-17: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsleistungen BL_n

Aus den beiden linken Spalten von Tabelle 5-17 sind die Positionsnummern sowie die Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n zu entnehmen. Mit den drei mittleren Spalten werden die jeweiligen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes AB_N mit Elementen E_k , Mengeneinheiten $[ME_{E_k}]$ und Zuordnungsnummern „ E_k -Nr.“ sowie der Leistungswert LW_n jeder Betriebsleistung BL_n aufgelistet. Aus diesen Informationen zu den Objekteigenschaften als Berechnungsgrundlage werden die Mengen des Leistungsumfangs bestimmt.

Für die Leistungspositionen $BL_{100.02}$, $BL_{100.03}$, $BL_{100.04}$ und $BL_{100.06}$ in Tabelle 5-17 sind die entsprechenden Leistungswerte LW_n der jeweiligen Objekte $O_{N,m}$ in der Modellanwendung einzupflegen. Die zu implementierenden Leistungswerte der Betriebsdienstleistungen $BL_{100.02}$,

$BL_{100.03}$, $BL_{100.04}$ und $BL_{100.06}$ bilden die Mengen zum Energieverbrauch in [kWh] der jeweiligen Elemente E_k ab.

Die Leistungsposition $BL_{100.08}$ in Tabelle 5-17 (Tunnelbelüftung) hängt von der jeweiligen Belüftungsart des Tunnelobjektes ab. Erfolgt die Belüftung des zu unterhaltenden Objektes des Untersuchungsgebietes natürlich, ist die Leistungsposition $BL_{100.08}$ bei der Festlegung des Leistungsniveaus nicht zu berücksichtigen. Es wird angesetzt, dass in den Betriebsstunden der Tunnellüftung auch die Zeit für die Wartung der Lüftungsanlage inbegriffen ist. Damit werden Teile der Wartungskosten, d. h. Energiekosten, in die Leistungsposition $BL_{100.06}$ aufgenommen. Aufgrund von Unterschieden in den lichttechnischen Anforderungen bei der Tunneldurchfahrt und damit in der Beleuchtungsintensität werden die Mengen der Tunnelbeleuchtung nach den entsprechenden Streckenabschnitten Einfahrts- und Durchfahrtsstrecke quantifiziert.

5.3.2 Leistungsniveau SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n

In Tabelle 5-18 bis Tabelle 5-21 wird das Leistungsniveau SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n auf Basis der Zuordnung von Leistungspositionen des Leistungskataloges und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes AB_N dargestellt.

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert		
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	[ME_{E_k}]	E_k -Nr.	LW_n	[ME_n/ME_{E_k}]	
300.01	Fahrbahnrand und Standstreifen reinigen	Fahrbahn	Länge	1	1,00	[km/km]	
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	Befestigte Mittel- und Trennstreifen	Länge	24	1,00	[km/km]	
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	Stell- und Fahrbahnfläche von Rastanlagen	Anzahl, Fläche	127*128	1,00	[1/Stk]	
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	Begehbare befestigte Fläche von Bucht, Entwässerungsanlagen, Rastanlagen, Telekommunikation	Anzahl, Fläche	2*4, 72*74, 127*128, 168*169	1,00	[1/Stk]	
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	in Anwendung zu implementieren					[Stk/ ME_{E_k}]
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	Rinnen, Gräben und Mulden	Länge	$\Sigma 61, 64, 66, 67, 68$	1,00	[km/km]	
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen	Rinnen, Gräben und Mulden	Länge	$\Sigma 62, 63$	1,00	[km/km]	
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)	Kontrollschächte, Ablaufschächte, Straßenabläufe	Anzahl	$\Sigma 58$ bis 60	20,00	[km/Stk]	
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)	Kontrollschächte, Ablaufschächte, Straßenabläufe	Anzahl	$\Sigma 185$ bis 187	1,00	[Stk/Stk]	
300.09.1	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Straße)	in 300.08.1					
300.09.2	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Brücke)	in 300.08.2					
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	Rohrleitungen	Länge	57	1,00	[km/km]	
300.11	Durchlässe und Düker reinigen	Durchlässe, Düker	Anzahl, Länge	53*54, 55*56	1,00	[1/Stk]	
300.12	Rückhaltebecken reinigen	Großflächige Entwässerungsanlagen	Anzahl	72	1,00	[Stk/Stk]	
300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	Sonstige Entwässerungsanlagen	Anzahl	85	1,00	[Stk/Stk]	
300.14	Versickeranlagen reinigen	Weitere Entwässerungsanlagen	Anzahl	$\Sigma 81$ bis 84	1,00	[Stk/Stk]	
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	Lichtsignalanlagen, Beleuchtungsanlagen Strecke	Anzahl	51, 52	1,00	[Stk/Stk]	
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	Rastanlagen	Anzahl	127	1,00	[Stk/Stk]	
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler	Pfeiler	Anzahl	195	1,00	[Stk/Stk]	
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager	Widerlager	Anzahl	193	1,00	[Stk/Stk]	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, links)	Fahrbahnübergänge	Anzahl, Länge	191*192	1,00	[1/Stk]	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, rechts)	Fahrbahnübergänge	Anzahl, Länge	191*192	1,00	[1/Stk]	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, links)	Fahrbahnübergänge	Anzahl, Länge	191*192	1,00	[1/Stk]	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, rechts)	Fahrbahnübergänge	Anzahl, Länge	191*192	1,00	[1/Stk]	
300.18	Lärmschutzwände reinigen	Lärmschutzwände	Anzahl, Länge	119*120	1,00	[1/Stk]	
300.19	Tunnel reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]	
300.20	Verkehrszeichen reinigen	Verkehrszeichen	Anzahl	$\Sigma 39$ bis 44, 138, 139	1,00	[Stk/Stk]	
300.21	Leitposten reinigen	Leitposten	Anzahl	38	1,00	[Stk/Stk]	
300.22	Bemalungen entfernen	in Anwendung zu implementieren					[Stk/ ME_{E_k}]

Tabelle 5-18: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_n/ME_{E_k}]$
300.23	Abfallbehälter leeren	Rastanlagen	Anzahl	127	1,00	[Stk/Stk]
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (linke Fahrspur)	Fahrbahn	Länge	1	1,00	[km/km]
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (rechte Fahrspur)	Fahrbahn	Länge	1	1,00	[km/km]
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	Rastanlagen	Anzahl	127	1,00	[Stk/Stk]
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.28	Notrufkabinen reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.29	Videozentraleinheiten reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.31	Kamera reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.32	Tunnelfunk reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.33	Mobilfunksystem reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.41	Höhenkontrolle reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.44	Notstromaggregat reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	Tunnelfläche	Fläche	214	1,00	[m ² /m ²]
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	Fahrbahn	Fläche	1*Anzahl Spuren	67% Einsatzstunden, Anteil von E_k an Gesamtfläche (Klimaparameter)	[Klimaparameter/m ²]
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	Begehbare befestigte Fläche von Bucht, Rastanlagen	Anzahl, Fläche	2*4, 127*128	67% Einsatzstunden, Anteil von E_k an Gesamtfläche (Klimaparameter)	[Klimaparameter/m ²]
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	Fahrbahn	Länge	1	33% Einsatzstunden, Anteil von E_k an Gesamtfläche (Klimaparameter)	[Klimaparameter/m ²]
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	Begehbare befestigte Fläche von Bucht, Rastanlagen	Anzahl, Fläche	2*4, 127*128	33% Einsatzstunden, Anteil von E_k an Gesamtfläche (Klimaparameter)	[Klimaparameter/m ²]
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	in Anwendung zu implementieren				[km/ME _{E_k}]
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	Schneezäune	Länge	49	in Anwendung zu implementieren	[m/m]
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen	Gefahr- und Schneezeichen	Länge	45	in Anwendung zu implementieren	[km/Stk]
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, links)	Fahrbahn	Anzahl	1	in Anwendung zu implementieren	[Stk/km]
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, rechts)	Fahrbahn	Anzahl	1	in Anwendung zu implementieren	[Stk/km]
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, links)	Fahrbahn	Anzahl	1	in Anwendung zu implementieren	[Stk/km]
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, rechts)	Fahrbahn	Anzahl	1	in Anwendung zu implementieren	[Stk/km]
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	Begehbare befestigte Flächen von Buchten, Parkplätzen	Fläche	4, 129	in Anwendung zu implementieren	[Stk/m ²]
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	Fläche	23	in Anwendung zu implementieren	[Stk/m ²]
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	Felswand	Anzahl	117	in Anwendung zu implementieren	[Stk/m ²]
400.05.1	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Brücke)	in Anwendung zu implementieren				[Stk/ME _{E_k}]
400.05.2	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Tunnel)	in Anwendung zu implementieren				[Stk/ME _{E_k}]

Tabelle 5-19: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{O_n, m, r}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch, d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_n/ME_{E_k}]$
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen	Rinnen und Gräben	Länge	Σ61 bis 66	in Anwendung zu implementieren	[Stk/m]
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	Gräben und Mulden	Länge	Σ69 bis 71	in Anwendung zu implementieren	[Stk/km]
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	Länge	22	in Anwendung zu implementieren	[Stk/m]
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	Düker, Durchlässe und Rohrleitungen	Anzahl	Σ53, 55, 57	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	Kontrollschächte, Ablaufschächte, Straßenabläufe	Anzahl	Σ58 bis 60	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	Großflächige Entwässerungsanlagen	Anzahl	72	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	Bankette	Länge	12	1,00	[km/km]
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	Länge	22	1,00	[km/km]
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	Grasflächen Sichtfeld, intensiv	Fläche	94	1,00	[m²/m²]
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	Grasflächen, Mulden und Gräben	Länge	91	1,00	[km/km]
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	Parkplatz Grünflächen, intensiv	Fläche	157	1,00	[m²/m²]
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	Grasfläche Sichtfeld, extensiv	Fläche	96	1,00	[m²/m²]
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	Großflächige Entwässerungsanlagen Grasflächen	Fläche	Σ76, 77	1,00	[m²/m²]
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	Wildschutz- / Amphibienschutzzäune Grasfläche	Fläche	125	1,00	[m²/m²]
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	Gehölzflächen Unmittelbarer Straßenrandbereich	Länge	106	1,00	[km/km]
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	Gehölzflächen Mittel- und Trennstreifen	Länge	Σ102, 104	1,00	[km/km]
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	Parkplatz Gehölzflächen	Fläche	159	1,00	[m²/m²]
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	Gehölzflächen Sonstige (außerhalb Straßenrandbereich)	Länge	112	1,00	[km/km]
500.13	Bäume pflegen	Einzelbäume von Großflächen Entwässerungsanlagen, Gehölzflächen, Parkplatz	Anzahl	Σ78, 114, 160	1,00	[Stk/Stk]
500.14	Bäume sanieren oder fällen	in Anwendung zu implementieren	Anzahl	in Anwendung zu implementieren		
500.15	Verkehrszeichen warten	Verkehrszeichen	Anzahl	Σ39 bis 44, 138, 139	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
500.16	Leitpfosten warten	Leitpfosten	Anzahl	38	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
500.17	Stationierungszeichen warten	Stationszeichen	Anzahl	50	in Anwendung zu implementieren	[Stk/Stk]
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (linke Fahrspur)	Einseitige und doppelseitige Betongleitwände	Länge	Σ31, 32, 141	in Anwendung zu implementieren	[m/km]
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (rechte Fahrspur)	Einseitige und doppelseitige Betongleitwände	Länge	Σ31, 32, 141	in Anwendung zu implementieren	[m/km]
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (linke Fahrspur)	Einflache / doppelte Schutzplanke und Distanzschutzplanken, Superrail, sonstige Stahlschutzsysteme	Länge	Σ27 bis 30, 34, 35, 141	in Anwendung zu implementieren	[m/km]
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (rechte Fahrspur)	Einflache / doppelte Schutzplanke und Distanzschutzplanken, Superrail, sonstige Stahlschutzsysteme	Länge	Σ27 bis 30, 34, 35, 141	in Anwendung zu implementieren	[m/km]
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	Wildschutz- / Amphibienschutzzäune	Länge	124	1,00	[km/km]
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	Rastanlagen	Anzahl	127	1,00	[Stk/Stk]
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	Rastanlagen	Anzahl	127	1,00	[Stk/Stk]
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	Wechselverkehrszeichenanlagen	Anzahl	176	1,00	[Stk/Stk]
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	Lichtsignalanlagen	Anzahl	51	1,00	[Stk/Stk]
500.24	Beleuchtungsanlagen warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.25	Türkante (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.27	Brandabschnittsleuchten warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.29	Notrufkabinen warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.30	Videozentraleinheiten warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.31	Netzwerkkomponenten warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.32	Kamera warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.33	Tunnelfunk warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.34	Mobilfunksystem warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.35	Telekommunikationsanlage warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.36	Rundfunksprache warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.37	Lautsprecher warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.38	Zentrale / Verstärker warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.42	BMA / Handfeuermelder warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.43	BMA / Sensorkabel warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]

Tabelle 5-20: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 3

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	[ME E_k]	E_k -Nr.	LW_n	[ME $_n$ /ME E_k]
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.46	Tunnelbeleuchtung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.54	Höhenkontrolle warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.57	Schranke warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.62	Notstromaggregat warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.63	USV mit Batterieanlage warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserersorgung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.72	Nassleitungen der Löschwasserersorgung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.73	Einspeisetelle der Löschwasserersorgung warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserersorgung inspizieren	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taubmittelsprühanlagen) warten	Taubmittelsprühanlage	Anzahl	8	1,00	[Stk/Stk]
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	Glättemeldeanlage (SWIS)	Anzahl	9	1,00	[Stk/Stk]
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	Telekommunikationsanlage	Anzahl	168	1,00	[Stk/Stk]
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	Weitere Ausstattung	Anzahl	$\sum 170$ bis 177	1,00	[Stk/Stk]
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.80	Pumpen inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.83	Krananlagen inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.91	Streckenkontrolle durchführen	Fahrbahn	Länge	1	1,00	[km/km]
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)	7,5 % von Hauptprüfung	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)	1,5 % von Hauptprüfung	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)	7,5 % von Hauptprüfung, Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	7,5%*203*213	1,00	[Stk/Stk]
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)	1,5 % von Hauptprüfung, Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	1,5%*203*213	1,00	[Stk/Stk]
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)	VFIB (vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.11.2)	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)	VFIB (vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.11.2)	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)	VFIB (vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.11.2)	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)	VFIB (vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.11.2)	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)	VFIB (vgl. Formel 3-6 in Kapitel 3.11.2)	-	-	1,00	[Stk/Stk]
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	203*213	1,00	[1/Stk]
600.01	Unfallschäden beseitigen			n.u.		
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen			n.u.		

Tabelle 5-21: Festlegung des Leistungsniveaus SL_N von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 4

In den beiden linken Spalten in Tabelle 5-18 bis Tabelle 5-21 werden die Positionsnummern sowie die Leistungspositionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n dargestellt. Auf der Grundlage der definierten Elemente E_k von spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ werden die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung der Mengen der Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ in Tabelle 5-18 bis Tabelle 5-21 aufgelistet. In den beiden rechten Spalten in Tabelle 5-18 bis Tabelle 5-21 wird der jeweilige Leistungswert LW_n der Leistungspositionen BDL_n dargestellt.

Für die Leistungspositionen $BL_{300.05}$, $BL_{300.22}$ und $BL_{400.05}$ in Tabelle 5-18 bis Tabelle 5-20 sind sowohl die Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der jeweiligen Objekte $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N zur Ermittlung des Leistungsumfanges LU_N als auch der sich hieraus ergebende Leistungswert LW_n mit der entsprechenden Dimension des zu untersuchenden Netzes N in der Modellanwendung festzulegen. Zur Festlegung des Winterdienstes können die hinterlegten Leistungswerte $LW_{300.53}$ bis $LW_{300.56}$ in Tabelle 5-19 durch Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ im Rahmen der Modellanwendung ergänzt werden. Die Leistungswerte LW_n sowie die entsprechenden Dimensionen der Leistungspositionen $BDL_{300.58}$ bis $BDL_{400.11}$ in Tabelle 5-19 und Tabelle 5-20 sind für das Netz N auf Basis von dokumentierten Erfahrungswerten spezifisch zu bestimmen.

5.4 Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N

Auf der Grundlage des in Kapitel 5.3 definierten Leistungsniveaus SL_N werden Art und Menge von Elementarfaktoren EF_i bestimmt. Zur Berücksichtigung der aus der Organisation der betrieblichen Unterhaltung resultierenden Kosteneinflussgrößen werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungssolls LS_N in Kapitel 5.2 im Rahmen der organisationstheoretischen Analyse nach ihren Aufgabenmerkmalen klassifiziert. Für das Leistungsniveau SL_N werden auf der Grundlage der Datenerhebung in Kapitel 4.4.1 Kostenkennwerte π_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n generiert, welche die Grundlage zur Berechnung von Betriebskosten BK_N eines Netzes N in der Modellanwendung darstellen.

5.4.1 Elementarfaktoren EF_i

5.4.1.1 Elementarfaktoren EF_i von Betriebsleistungen BL_n

In Tabelle 5-22 werden die in das Modell implementierten Elementarfaktoren EF_i von Betriebsleistungen BL_n aufgelistet.

Art des Elementarfaktors	Elementarfaktor EF_i		$[ME_{EF_i}]$
Werkstoffe	EF_1	Elektrische Energie	kWh
	EF_2	Frischwasser, WC-Anlagen	m ³
	EF_3	Schmutzwasser, WC-Anlagen	m ³
	EF_4	Elektrische Energie, Tunnelanlagen	kWh
	EF_5	Frischwasser, Tunnel	m ³
	EF_6	Schmutzwasser, Tunnel	m ³
	EF_7	Niederschlagswasser, Tunnel	m ³
	EF_8	Taumittel	psch
	EF_9	Abgaben und Gebühren, Tunnel	psch

Tabelle 5-22: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsleistungen BL_n

Mögliche erforderliche Elementarfaktoren EF_i als Werkstoffe stellen elektrische Energie, Frischwasser, Schmutzwasser sowie Niederschlagswasser und Taumittel dar (vgl. Tabelle 5-22).

Der Elementarfaktor „Abgaben und Gebühren“ wird in der Modellanwendung unter Werkstoffe gefasst. Die Dimension der Elementarfaktoren von Betriebsleistungen $[ME_{EFi}]$ sind der rechten Spalte in Tabelle 5-22 zu entnehmen.

5.4.1.2 Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n

In Tabelle 5-23 und Tabelle 5-24 werden die qualifizierten Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n mit ihren Bezugseinheiten $[ME_{EFi}]$ aufgelistet, die in die Kategorien Menschliche Arbeitsleistungen, Arbeits- und Betriebsmittel und Werkstoffe klassifiziert werden. Die bestimmten Elementarfaktoren EF_i sind für die Leistungserbringung von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$ sowie von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$ erforderlich. Jedem Elementarfaktor EF_i wird ein entsprechender Transportfaktor zugeordnet, der die Grundlage zur Bestimmung der Transportleistungen BDL_{TL} der erforderlichen Elementarfaktoren EF_i bildet.

Art des Elementarfaktors	Elementarfaktor EF_i		$[ME_{EFi}]$	Transportfaktor
Menschliche Arbeitsleistung	EF ₁₀	Assistent des Prüflingenieurs	h	1
	EF ₁₁	Straßenwärter	h	1
	EF ₁₂	Streckenwart	h	1
	EF ₁₃	Reinigungskraft	h	1
	EF ₁₄	Bauwerksprüflingenieur	h	1
Arbeits- und Betriebsmittel	EF ₁₅	Anbaugerät	h	1
	EF ₁₆	Anhänger für LKW (bis 3,5 t)	h	1
	EF ₁₇	Anhänger für LKW (bis 7,5 t)	h	1
	EF ₁₈	Asphaltschneidegerät	h	1
	EF ₁₉	Aufbau-Kehmaschine	h	1
	EF ₂₀	Aufsatzstreugerät	h	1
	EF ₂₁	Ausleger-Kombi-Mähgerät	h	1
	EF ₂₂	Ausleger-Reinigungsgerät	h	1
	EF ₂₃	Brückenbesichtigungsgerät	h	1
	EF ₂₄	Einsatzzug Stahlschutzplanken	h	1
	EF ₂₅	Fahrbare Absperrtafel	h	1
	EF ₂₆	Front- und Seitenpflug LKW	h	1
	EF ₂₇	Frontpflug LKW	h	1
	EF ₂₈	Frontpflug MGT	h	1
	EF ₂₉	Funkampelanlage	h	1
	EF ₃₀	Hochdruckreiniger	h	1
	EF ₃₁	Hubarbeitsbühne bis 20 m	h	1
	EF ₃₂	Hubarbeitsbühne, Tunnelreinigung	h	1
	EF ₃₃	Hubsteiger	h	1
	EF ₃₄	Hydraulikbagger	h	1
	EF ₃₅	Kehmaschine, groß	h	1
	EF ₃₆	Kombiniertes Saug- und Spülfahrzeug	h	1
	EF ₃₇	Kompaktbagger (3,5 to)	h	1
	EF ₃₈	Ladekran	h	1
	EF ₃₉	LKW (bis 3,5 t)	h	1
	EF ₄₀	LKW (bis 7,5 t)	h	1
	EF ₄₁	Mähraupe	h	1
	EF ₄₂	Mehrgeräteträger	h	1
	EF ₄₃	Ölspurbeseitigungsgerät	h	1
	EF ₄₄	Pfeilerbefahrgerät (Zusatz)	h	1
	EF ₄₅	PKW	h	1
	EF ₄₆	Pritschenwagen	h	1
EF ₄₇	Radlader	h	1	
EF ₄₈	Randstreifenmähergerät	h	1	
EF ₄₉	Rasenmäher, handgeführt	h	1	
EF ₅₀	Reform Metrac	h	1	
EF ₅₁	Rüttelplatte	h	1	
EF ₅₂	Schlepper	h	1	

Tabelle 5-23: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1

Art des Elementarfaktors	Elementarfaktor EF_i	$[ME_{EF_i}]$	Transportfaktor		
Arbeits- und Betriebsmittel	EF ₅₃	Seitenschleuder MGT	h	1	
	EF ₅₄	Selbstfahrende kleine Kehrmaschine	h	1	
	EF ₅₅	Tieflader	h	1	
	EF ₅₆	Tunnelbus	h	1	
	EF ₅₇	Tunnelwaschgerät	h	1	
	EF ₅₈	Unimog	h	1	
	EF ₅₉	Vorwamtafel-LED	h	1	
	EF ₆₀	Waschgerät	h	1	
	EF ₆₁	Wasserfaß	h	1	
	EF ₆₂	Winterdienstauflieger LKW FS30	h	1	
	EF ₆₃	Winterdienstauflieger MGT	h	1	
	EF ₆₄	Zweiwegefahrzeug	h	1	
	Werkstoffe	EF ₆₅	Asphalt, lose	m ²	0
		EF ₆₆	Asphaltgebände	m ³	0
EF ₆₇		Ausstattung, WC-Anlage	Stk	0	
EF ₆₈		Bankbohlen	Stk	0	
EF ₆₉		Bankettmaterial	to	0	
EF ₇₀		Betonschutzwand, Fertigteil	m	0	
EF ₇₁		Entsorgung Abfall Parplätze	to	0	
EF ₇₂		Entsorgung Bäume/Äste	Stk	0	
EF ₇₃		Entsorgung Gehölzverschnitt	to	0	
EF ₇₄		Entsorgung Grasverschnitt	to	0	
EF ₇₅		Entsorgung Straßenaufbruch	to	0	
EF ₇₆		Entsorgung Straßenkehricht	to	0	
EF ₇₇		Fertigbeton	kg	0	
EF ₇₈		Frischwasser, Tunnelreinigung	m ³	0	
EF ₇₉		Graffiti-Entferner	m ²	0	
EF ₈₀		Großpflaster	m ²	0	
EF ₈₁		Humus	to	0	
EF ₈₂		Kaltasphalt	kg	0	
EF ₈₃		Leitpfosten	Stk	0	
EF ₈₄		Ölbindemittel	kg	0	
EF ₈₅		Pflastersteine	m ²	0	
EF ₈₆		Reiniger, Tunnelreinigung	l	0	
EF ₈₇		Rohrpfosten	Stk	0	
EF ₈₈		Salz	to	0	
EF ₈₉		Schachtring, Gully	Stk	0	
EF ₉₀		Sole	to	0	
EF ₉₁		Sonstiges Material, Tunnelreinigung	psch	0	
EF ₉₂		Splitt	to	0	
EF ₉₃		Stahlschutzplanken	m	0	
EF ₉₄		Stationierungszeichen	Stk	0	
EF ₉₅		Verkehrszeichen	Stk	0	
EF ₉₆		Wildschutzpfosten	Stk	0	
EF ₉₇		Wildschutztür	Stk	0	
EF ₉₈		Wildschutzzaun	m	0	

 Tabelle 5-24: Elementarfaktoren EF_i von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2

5.4.2 Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungskatalog

Die Elementarfaktoren EF_i werden den Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungsniveaus SL_N in Kapitel 5.3 qualitativ sowie quantitativ zugeordnet. Die entsprechenden Zuordnungsmatrizen schaffen die Grundlage zur Bestimmung der Ähnlichkeit und damit zur Bildung von wirtschaftlich sinnvollen Synthesen S_r im Rahmen der spezifischen Analyse in Kapitel 5.4.3.2.

5.4.2.1 Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsleistungen BL_n

In Tabelle 5-25 werden in den linken Spalten die Positionsnummern sowie Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n aufgelistet. Diesen Leistungspositionen wird ihr Verzehr an erforderlichen Elementarfaktoren zugeordnet. Die Leistungsposition $BL_{700.02}$ wird gemäß den

Ausführungen in Kapitel 3.3.9.2 bereits in der Kostenermittlung von Glättemeldeanlagen durch die Leistungsposition $BL_{100.01}$ abgedeckt, weswegen für ebendiese keine Zuordnung von Elementarfaktoren stattfindet.

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen		Elementarfaktoren EF_i								
Positionsnummer	Betriebsleistungen BL_n	EF_1	EF_2	EF_3	EF_4	EF_5	EF_6	EF_7	EF_8	EF_9
100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.02	Lichtsignalanlagen mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.03	Straßenbeleuchtung mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.04	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation) mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.06	Brückenbauwerksbeleuchtung mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.07	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-
100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werkstoffen versorgen	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-
200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen) abführen	<i>in 100.01</i>								

Tabelle 5-25: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsleistungen BL_n

5.4.2.2 Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n

In Tabelle 5-26 wird ein Auszug der in das Modell implementierten Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren EF_i und Betriebsdienstleistungen BDL_n dargestellt. Eine vollständige Übersicht der in das Modell eingebetteten Matrizen ist Anhang A zu entnehmen. In den drei linken Spalten von Tabelle 5-26 werden die Positionsnummer, die Leistungsposition sowie die leistungsspezifischen Anmerkungen der Betriebsdienstleistungen BDL_n aufgelistet. Die Zuordnung der Elementarfaktoren in Tabelle 5-26 erfolgt für jede Betriebsdienstleistung BDL_n gemäß der Leistungsdefinition dieser Arbeit differenziert in direkte Betriebsdienstleistung ($BDL_{dir,n}$), Verkehrssicherungsleistung ($BDL_{VS,n}$) sowie in Transportleistung ($BDL_{TL,n}$).

In Abhängigkeit leistungsspezifischer Randbedingungen werden bei Erfordernis in den Zuordnungsmatrizen verschiedene Ausprägungen bzw. Szenarien der Leistungserbringung aufgelistet (vgl. Spalte „Anmerkung“ in Tabelle 5-26). Bspw. werden verschiedene Arten der Verkehrssicherung, wie die Absicherung der linken oder rechten Fahrspur, in den Zuordnungsmatrizen dargestellt. In Abhängigkeit der spezifischen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ ist die entsprechende Ausprägung der Leistungserbringung im Zuge der Modellanwendung auszuwählen. Die beiden Leistungspositionen „600.01 Unfallschäden beseitigen“ und „600.02 Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen“ sind kein Bestandteil der Untersuchung, weswegen sie in Tabelle 7-31 bis Tabelle 7-35 in Anhang A mit „n.u.“ gekennzeichnet sind (vgl. Kapitel 4.4). Die Leistungsposition $BDL_{300.09}$ wird durch die Betriebsdienstleistung $BDL_{300.08}$ abgedeckt (vgl. Tabelle 5-26).

5.4.3 Organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n

In der übergeordneten Analyse werden Informationen zum Verknüpfungspotenzial von Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungsniveaus SL_N in Kapitel 5.3 eines Netzes N generiert. Je größer der Anteil von dringenden Betriebsdienstleistungen (kein Verknüpfungspotenzial) des Leistungsniveaus SL_N eines Netzes N ist, desto geringer ist die Planungssicherheit bei der Ablauforganisation von Betriebsdienstleistungen BDL_n und folglich die Prognosesicherheit von Betriebskosten BK_N eines Netzes N . Betriebsdienstleistungen mit einem Verknüpfungspotenzial werden in der spezifischen Analyse im Hinblick auf ihre Verknüpfungsmöglichkeiten untersucht. Mit einer zunehmenden Anzahl an Synthesen S_r verringern sich die Betriebskosten BK_N eines Netzes N infolge von Synergieeffekten.

5.4.3.1 Übergeordnete Analyse

5.4.3.1.1 Bewertung von Strukturiertheit S

Aus Tabelle 5-27 ergibt sich der Grad der Strukturiertheit der Leistungsbereiche 300 bis 600. Die Inspektion und Wartung sowie die Reinigung werden in Tabelle 5-27 als hoch strukturierte Leistungsbereiche klassifiziert.

Strukturiertheit S		Kenntnisse des Inputs	
		Exakt	Mangelhaft
Definition des Outputs	Exakt	A. Produktionsfunktion	B. Ermessensabhängiger Input
		300 Reinigung 500 Inspektion und Wartung	400 Betriebsinstandsetzung
	Mangelhaft	C. Ermessensabhängige Outputbeurteilung	D. Input und Output ermessensabhängig
			600 Weitere Leistungen

Tabelle 5-27: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Strukturiertheit S

Der Input und der Output von Reinigung und von Inspektion und Wartung können eindeutig definiert werden (vgl. Tabelle 5-27). Bspw. ist die zulässige Höhe von Gras im Bereich der Bankette eindeutig festlegbar, um eine Freihaltung der Sicht sicherzustellen. Die Gestaltung und die Dimensionierung einer Bankette sind den entsprechenden Normen und Richtlinien (z. B. Regelquerschnitte) zu entnehmen. Demnach sind die für die Grasmahd erforderlichen Elementarfaktoren, z. B. Mähgeräte mit Geräteführer, bzgl. Art und Menge bekannt. Hinsichtlich der Kenntnisse des Inputs und der Definition des Outputs verhalten sich Betriebsdienstleistungen der Reinigung ähnlich zu den Betriebsdienstleistungen der Grünpflege, d. h. Arbeitsschritte und Betriebseinheiten der Leistungserbringung können eindeutig bestimmt werden (z. B. Reinigung von Verkehrszeichen).

Der Leistungsbereich Inspektion und Wartung kann bzgl. des Leistungssolls in Anlehnung an die Definition in Kapitel 4.2 vollumfänglich beschrieben werden. Aus der Definition der Inspektion und Wartung resultiert, dass Inspektions- und Wartungsmaßnahmen in einem regelmäßigen Abstand, d. h. nach einem festgelegten Zeitplan oder einer festgelegten Zahl von Nutzungseinheiten, zu erfolgen haben. Die Straßenausstattung leistet bspw. einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Hieraus ergibt sich, dass Instandhaltungsmaßnahmen an der Straßenausstattung vor Erreichen ihrer Abnutzungsgrenze durchzuführen sind. Demnach

sind für den Leistungsbereich der Wartung und Instandhaltung sowohl Input als auch Output bekannt (vgl. Tabelle 5-27).

Beim Leistungsbereich Weitere Leistungen (z. B. Beseitigung von Unfallschäden) hängt der Input zur Leistungserbringung vom spezifischen Ermessen der zuständigen Personen ab. Die Wiederherstellung bzw. die Sicherstellung der Verkehrssicherheit stellt den Output dar. Demnach ist der Output bekannt, woraus sich die entsprechende Klassifizierung des Leistungsbereiches ergibt (vgl. Tabelle 5-27).

Der Leistungsbereich Betriebsinstandsetzung weist weder einen hohen Grad an Kenntnissen des erforderlichen Inputs auf, noch kann der Output (Leistungsergebnis) genau definiert werden (vgl. Tabelle 5-27). Der Leistungsbereich Betriebsinstandsetzung umfasst vorrangig die Schadensbeseitigung. Schäden erfordern in Abhängigkeit ihrer Ausprägung unterschiedliche Elementarfaktoren hinsichtlich Art und Menge. Die Sicherheit zur Aussage einer Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens kann auf Basis von Zustandsüberwachungen oder Lebensdaueranalysen der Einheiten erhöht, nicht jedoch vollständig bestimmt werden. Hieraus ergibt sich die Ungenauigkeit in der Bestimmung erforderlichen Inputs und in der Definition des Outputs.

Auf der Grundlage der Kategorisierung der Leistungsbereiche in Tabelle 5-27 werden die zugehörigen Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungskataloges nach ihrem Grad der Strukturiertheit bewertet (vgl. Tabelle 5-28).

Strukturiertheit S		Kenntnisse des Inputs										
		Exakt					Mangelhaft					
Definition des Outputs	Exakt	A. Produktionsfunktion					B. Ermessensabhängiger Input					
		300.01	300.26	300.50	500.23	500.47	500.71	300.05				
		300.02	300.27	300.51	500.24	500.48	500.72	300.53				
		300.03	300.28	300.52	500.25	500.49	500.73	300.54				
		300.04	300.29	500.01	500.26	500.50	500.74	300.55				
		300.06	300.30	500.02	500.27	500.51	500.75	300.56				
		300.07	300.31	500.03	500.28	500.52	500.76	300.57				
		300.08	300.32	500.04	500.29	500.53	500.77	300.58				
		300.09	300.33	500.05	500.30	500.54	500.78	300.59				
		300.10	300.34	500.06	500.31	500.55	500.79	500.14				
		300.11	300.35	500.07	500.32	500.56	500.80					
		300.12	300.36	500.08	500.33	500.57	500.81					
		300.13	300.37	500.09	500.34	500.58	500.82					
		300.14	300.38	500.10	500.35	500.59	500.83					
		300.15	300.39	500.11	500.36	500.60	500.84					
		300.16	300.40	500.12	500.37	500.61	500.85					
		300.17	300.41	500.13	500.38	500.62	500.86					
		300.18	300.42	500.15	500.39	500.63	500.87					
		300.19	300.43	500.16	500.40	500.64	500.88					
		300.20	300.44	500.17	500.41	500.65	500.89					
		300.21	300.45	500.18	500.42	500.66	500.90					
		300.22	300.46	500.19	500.43	500.67	500.91					
		300.23	300.47	500.20	500.44	500.68	500.92					
	300.24	300.48	500.21	500.45	500.69	500.93						
	300.25	300.49	500.22	500.46	500.70							
Mangelhaft	C. Ermessensabhängige Outputbeurteilung					D. Input und Output ermessensabhängig						
						400.01	400.04	400.07	400.10	600.02		
						400.02	400.05	400.08	400.11			
					400.03	400.06	400.09	600.01				

Tabelle 5-28: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S

Wie aus Tabelle 5-28 ersichtlich, stellen die Betriebsdienstleistungen des Leistungskataloges mehrheitlich hoch strukturierte Aufgaben dar. Insbesondere die Betriebsdienstleistungen der Leistungsbereiche Betriebsinstandsetzung und Weitere Leistungen weisen einen ermessensabhängigen Input und Output auf.

5.4.3.1.2 Bewertung von Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V

Die nach ihrer Strukturiertheit bewertenden Leistungsbereiche werden hinsichtlich des Veränderlichkeitsgrades differenziert untersucht. Die Ergebnisse der Bewertung nach der Strukturiertheit in Kapitel 5.4.3.1.1 werden hierfür überführt. Die Kategorisierung der Leistungsbereiche nach ihren Ausprägungen ist Tabelle 5-29 zu entnehmen.

Veränderlichkeit V \ Strukturiertheit S	Gering	Hoch
	Hoch	A. Hoch strukturierte, stabile Aufgaben 300 Reinigung 500 Inspektion und Wartung
Gering	C. Schwach strukturierte, stabile Aufgaben	D. Unstrukturierte, stark veränderliche Aufgaben 600 Weitere Leistungen

Tabelle 5-29: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V

Aus Tabelle 5-29 wird ersichtlich, dass die Leistungsbereiche Reinigung sowie Inspektion und Wartung hoch strukturierte, stabile Aufgaben umfassen. Damit weisen sowohl der Leistungsbereich Inspektion und Wartung als auch der Leistungsbereich Reinigung einen hohen Grad der Planbarkeit auf. Dem Leistungsbereich Inspektion und Wartung wird eine geringe Veränderlichkeit unterstellt, da sich die Menge bzw. der jeweilige Turnus T_n der Leistungserbringung aus Inspektions- und Wartungsplänen mit definiertem Turnus ergeben. Weitere Leistungen sowie Betriebsinstandsetzungen umfassen unstrukturierte bzw. strukturierte, stark veränderliche Aufgaben. Der Eintrittszeitpunkt sowie das Ausmaß von Schäden an den Elementen E_k sind spezifisch für den Einzelfall eines Netzes N und demnach nur unter einer hohen Unsicherheit planbar. Auch in den Angaben zum erforderlichen Turnus T_n im Leistungskatalog zeigt sich, dass Betriebsdienstleistungen hinsichtlich ihres Turnus nicht eindeutig festlegbar sind.

In Tabelle 5-30 werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungskataloges in die vier Dimensionen von Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V eingeteilt. Es zeigt sich, dass die Betriebsdienstleistungen BDL_n mehrheitlich als hoch strukturierte, stabile Aufgaben, gefolgt von unstrukturierten, stark veränderlichen Aufgaben klassifiziert werden (vgl. Tabelle 5-30).

Veränderlichkeit V Strukturiertheit S	Gering						Hoch						
	A. Hoch strukturierte, stabile Aufgaben						B. Hoch strukturierte, stark veränderliche Aufgaben						
Hoch	300.01	300.25	500.12	500.34	500.55	500.76	300.12	300.51					
	300.02	300.38	500.13	500.35	500.56	500.77	300.22	300.53					
	300.03	300.39	500.15	500.36	500.57	500.78	300.26	300.54					
	300.04	300.45	500.16	500.37	500.58	500.79	300.27	300.55					
	300.06	300.48	500.17	500.38	500.59	500.80	300.28	300.56					
	300.07	300.49	500.18	500.39	500.60	500.81	300.29	300.57					
	300.08	300.50	500.19	500.40	500.61	500.82	300.30	500.14					
	300.09	300.52	500.20	500.41	500.62	500.83	300.31						
	300.10	300.58	500.21	500.42	500.63	500.84	300.32						
	300.11	300.59	500.22	500.43	500.64	500.85	300.33						
	300.13	500.01	500.23	500.44	500.65	500.86	300.34						
	300.14	500.02	500.24	500.45	500.66	500.87	300.35						
	300.15	500.03	500.25	500.46	500.67	500.88	300.36						
	300.16	500.04	500.26	500.47	500.68	500.89	300.37						
	300.17	500.05	500.27	500.48	500.69	500.90	300.40						
	300.18	500.06	500.28	500.49	500.70	500.91	300.41						
	300.19	500.07	500.29	500.50	500.71	500.92	300.42						
	300.20	500.08	500.30	500.51	500.72	500.93	300.43						
	300.21	500.09	500.31	500.52	500.73		300.44						
	300.23	500.10	500.32	500.53	500.74		300.46						
	300.24	500.11	500.33	500.54	500.75		300.47						
	Gering	C. Schwach strukturierte, stabile Aufgaben						D. Unstrukturierte, stark veränderliche Aufgaben					
								300.05	400.03	400.06	400.09	600.01	
								400.01	400.04	400.07	400.10	600.02	
						400.02	400.05	400.08	400.11				

Tabelle 5-30: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Strukturiertheit S und Veränderlichkeit V

5.4.3.1.3 Bewertung von Dringlichkeit D

In Tabelle 5-31 werden die Leistungsbereiche von Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungskataloges nach ihrem Grad der Dringlichkeit D (nicht dringend oder dringend) kategorisiert.

Dringlichkeit D	
A. Nicht dringende Aufgaben	B. Dringende Aufgaben
300 Reinigung	400 Betriebsinstandsetzung
500 Inspektion und Wartung	600 Weitere Leistungen

Tabelle 5-31: Untersuchung der Leistungsbereiche nach Dringlichkeit D

Aus Tabelle 5-31 wird ersichtlich, dass die Leistungsbereiche Reinigung sowie Inspektion und Wartung als nicht dringend klassifiziert werden. Bei dieser Bewertung der Leistungsbereiche bleibt die Funktion der jeweiligen zu unterhaltenden spezifischen Betriebseinheit $BE_{spezifisch,d}$ unberücksichtigt. Damit fließt ausschließlich die Ausführungsperspektive in die Beurteilung der Leistungsbereiche nach ihrer Dringlichkeit ein. Dringende Aufgaben umfassen gemäß Tabelle 5-31 die Leistungsbereiche Betriebsinstandsetzung und Weitere Leistungen.

Tabelle 5-32 stellt den normierten Grad der Dringlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n dar. Die Betriebsdienstleistungen BDL_n werden mehrheitlich als nicht dringend klassifiziert. Bei der Bewertung der Betriebsdienstleistungen BDL_n nach ihrer Dringlichkeit wird die Funktion der jeweiligen zu unterhaltenden spezifischen Betriebseinheit $BE_{spezifisch,d}$ berücksichtigt. Aufgrund dessen ergibt sich eine in Teilen unterschiedliche Bewertung der Dringlichkeit und eine differenzierte Betrachtung des Dringlichkeitsmaßes von Betriebsdienstleistungen in Tabelle 5-32.

Dringlichkeit D										
A. Nicht dringende Aufgaben						B. Dringende Aufgaben				
300.01	300.27	300.52	500.20	500.45	500.70	300.05				
300.02	300.28	300.58	500.21	500.46	500.71	300.53				
300.03	300.29	300.59	500.22	500.47	500.72	300.54				
300.04	300.30	400.02	500.23	500.48	500.73	300.55				
300.06	300.31	400.03	500.24	500.49	500.74	300.56				
300.07	300.32	400.11	500.25	500.50	500.75	300.57				
300.08	300.33	500.01	500.26	500.51	500.76	400.01				
300.09	300.34	500.02	500.27	500.52	500.77	400.04				
300.10	300.35	500.03	500.28	500.53	500.78	400.05				
300.11	300.36	500.04	500.29	500.54	500.79	400.06				
300.12	300.37	500.05	500.30	500.55	500.80	400.07				
300.13	300.38	500.06	500.31	500.56	500.81	400.08				
300.14	300.39	500.07	500.32	500.57	500.82	400.09				
300.15	300.40	500.08	500.33	500.58	500.83	400.10				
300.16	300.41	500.09	500.34	500.59	500.84	600.01				
300.17	300.42	500.10	500.35	500.60	500.85	600.02				
300.18	300.43	500.11	500.36	500.61	500.86					
300.19	300.44	500.12	500.37	500.62	500.87					
300.20	300.45	500.13	500.38	500.63	500.88					
300.21	300.46	500.14	500.39	500.64	500.89					
300.22	300.47	500.15	500.40	500.65	500.90					
300.23	300.48	500.16	500.41	500.66	500.91					
300.24	300.49	500.17	500.42	500.67	500.92					
300.25	300.50	500.18	500.43	500.68	500.93					
300.26	300.51	500.19	500.44	500.69						

Tabelle 5-32: Untersuchung von Betriebsdienstleistungen BDL_n nach Dringlichkeit D

5.4.3.1.4 Klassifizierung in übergeordnete Cluster

Die in Kapitel 5.4.3.1.2 und 5.4.3.1.3 ermittelten Ausprägungen der Strukturiertheit S , Veränderlichkeit V und Dringlichkeit D der Betriebsdienstleistungen BDL_n werden in die definierten Kubuszustände K_1 bis K_8 transformiert. In Abhängigkeit ihres Kubuszustandes werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n dem synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$ sowie dem unabhängigen Cluster $C_{unabhängig}$ zugeordnet.

5.4.3.1.4.1 Synthetisches Cluster $C_{synthetisch}$

Tabelle 5-33 und Tabelle 5-34 stellen die Ergebnisse der übergeordneten Analyse für das synthetische Cluster $C_{synthetisch}$ dar. Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$ werden aufgrund ihres vorliegenden Verknüpfungspotenzials in der spezifischen Analyse untersucht. Aus Tabelle 5-33 und Tabelle 5-34 wird ersichtlich, dass ein Großteil der zu erbringenden Betriebsdienstleistungen ein Verknüpfungspotenzial aufweist. Dementsprechend ist es möglich, im Rahmen einer Szenarienanalyse idealisierte Ablaufpläne für die Organisation der betrieblichen Unterhaltung eines jeden Netzes N zu entwerfen.

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Übergeordnete Cluster	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Kubuszustand K ₁	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D	
C _{synthetisch}	Synthetisches Cluster	300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	K ₂	1	0	0
		300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	K ₂	1	0	0
		300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	K ₂	1	0	0
		300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.08	Fahrbahnabläufe reinigen	K ₂	1	0	0
		300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.11	Durchlässe und Düker reinigen	K ₂	1	0	0
		300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	K ₂	1	0	0
		300.14	Versickeranlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.17	Brückenbauwerke reinigen	K ₂	1	0	0
		300.18	Lärmschutzwände reinigen	K ₂	1	0	0
		300.19	Tunnel reinigen	K ₂	1	0	0
		300.20	Verkehrszeichen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.21	Leitpfosten reinigen	K ₂	1	0	0
		300.23	Abfallbehälter leeren	K ₂	1	0	0
		300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	K ₂	1	0	0
		300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	K ₂	1	0	0
		300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	K ₂	1	0	0
		300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	K ₂	1	0	0
		300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	K ₂	1	0	0
		300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	K ₂	1	0	0
		300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	K ₂	1	0	0
		300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	K ₂	1	0	0
		300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	K ₂	1	0	0
		300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen	K ₂	1	0	0
		500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	K ₂	1	0	0
		500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	K ₂	1	0	0
		500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	K ₂	1	0	0
		500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	K ₂	1	0	0
		500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	K ₂	1	0	0
		500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	K ₂	1	0	0
		500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	K ₂	1	0	0
		500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	K ₂	1	0	0
		500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	K ₂	1	0	0
		500.13	Bäume pflegen	K ₂	1	0	0
		500.15	Verkehrszeichen warten	K ₂	1	0	0
500.16	Leitpfosten warten	K ₂	1	0	0		
500.17	Stationierungszeichen warten	K ₂	1	0	0		
500.18	Passive Schutzeinrichtungen warten	K ₂	1	0	0		
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	K ₂	1	0	0		
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	K ₂	1	0	0		
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	K ₂	1	0	0		
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	K ₂	1	0	0		
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	K ₂	1	0	0		
500.24	Beleuchtungsanlagen warten	K ₂	1	0	0		
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	K ₂	1	0	0		
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	K ₂	1	0	0		
500.27	Brandabschnittsleuchten warten	K ₂	1	0	0		
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	K ₂	1	0	0		
500.29	Notrufkabinen warten	K ₂	1	0	0		
500.30	Videozentraleinheiten warten	K ₂	1	0	0		
500.31	Netzwerkkomponenten warten	K ₂	1	0	0		
500.32	Kamera warten	K ₂	1	0	0		
500.33	Tunnelfunk warten	K ₂	1	0	0		
500.34	Mobilfunksystem warten	K ₂	1	0	0		
500.35	Telekommunikationsanlage warten	K ₂	1	0	0		
500.36	Rundfunksprache warten	K ₂	1	0	0		
500.37	Lautsprecher warten	K ₂	1	0	0		
500.38	Zentrale / Verstärker warten	K ₂	1	0	0		
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	K ₂	1	0	0		
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	K ₂	1	0	0		
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	K ₂	1	0	0		
500.42	BMA / Handfeuermelder warten	K ₂	1	0	0		
500.43	BMA / Sensorkabel warten	K ₂	1	0	0		
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	K ₂	1	0	0		
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	K ₂	1	0	0		

Tabelle 5-33: Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster C_{synthetisch}, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Übergeordnete Cluster	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Kubuszustand K _j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D	
C _{synthetisch}	Synthetisches Cluster	500.46	Tunnelbeleuchtung warten	K ₂	1	0	0
		500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	K ₂	1	0	0
		500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	K ₂	1	0	0
		500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	K ₂	1	0	0
		500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	K ₂	1	0	0
		500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.53	Sichtrübungsmessung des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.54	Höhenkontrolle warten	K ₂	1	0	0
		500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	K ₂	1	0	0
		500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	K ₂	1	0	0
		500.57	Schranke warten	K ₂	1	0	0
		500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	K ₂	1	0	0
		500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	K ₂	1	0	0
		500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	K ₂	1	0	0
		500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	K ₂	1	0	0
		500.62	Notstromaggregat warten	K ₂	1	0	0
		500.63	USV mit Batterieanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	K ₂	1	0	0
		500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	K ₂	1	0	0
		500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	K ₂	1	0	0
		500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	K ₂	1	0	0
		500.70	Beleuchtung Notausgangtür warten	K ₂	1	0	0
		500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.73	Einspeisetelle der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten	K ₂	1	0	0
		500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	K ₂	1	0	0
		500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	K ₂	1	0	0
		500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	K ₂	1	0	0
		500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.80	Pumpen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.83	Krananlagen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.91	Streckenkontrolle durchführen	K ₂	1	0	0
		500.92	Bauwerksüberwachung durchführen	K ₂	1	0	0
		500.93	Bauwerksprüfung durchführen	K ₂	1	0	0
		300.12	Rückhaltebecken reinigen	K ₃	1	1	0
		300.22	Bemalungen reinigen	K ₃	1	1	0
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	K ₃	1	1	0		
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	K ₃	1	1	0		
300.28	Notrufkabinen reinigen	K ₃	1	1	0		
300.29	Videozentraleinheiten reinigen	K ₃	1	1	0		
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	K ₃	1	1	0		
300.31	Kamera reinigen	K ₃	1	1	0		
300.32	Tunnelfunk reinigen	K ₃	1	1	0		
300.33	Mobilfunksystem reinigen	K ₃	1	1	0		
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	K ₃	1	1	0		
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	K ₃	1	1	0		
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	K ₃	1	1	0		
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	K ₃	1	1	0		
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	K ₃	1	1	0		
300.41	Höhenkontrolle reinigen	K ₃	1	1	0		
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	K ₃	1	1	0		
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	K ₃	1	1	0		
300.44	Notstromaggregat reinigen	K ₃	1	1	0		
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	K ₃	1	1	0		
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	K ₃	1	1	0		
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	K ₃	1	1	0		
500.14	Bäume sanieren oder fällen	K ₃	1	1	0		
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	K ₄	0	1	0		
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	K ₄	0	1	0		
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	K ₄	0	1	0		

Tabelle 5-34: Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster C_{synthetisch}, Teil 2

5.4.3.1.4.2 Unabhängiges Cluster $C_{unabhängig}$

In Tabelle 5-35 werden die Ergebnisse der übergeordneten Analyse für das unabhängige Cluster $C_{unabhängig}$ aufgelistet. Diese Betriebsdienstleistungen BDL_n weisen einen maximalen Grad der Dringlichkeit und demnach kein Verknüpfungspotenzial auf, weswegen sie keinen Untersuchungsgegenstand der spezifischen Analyse bilden.

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Übergeordnete Cluster		Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D
$C_{unabhängig}$	Unabhängiges Cluster	300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	K_7	1	1	1
		300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	K_7	1	1	1
		300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	K_7	1	1	1
		300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	K_7	1	1	1
		300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	K_7	1	1	1
		300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengraben beseitigen	K_8	0	1	1
		400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	K_8	0	1	1
		400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	K_8	0	1	1
		400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	K_8	0	1	1
		600.01	Unfallschäden beseitigen	K_8	0	1	1
		600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen	K_8	0	1	1

Tabelle 5-35: Betriebsdienstleistungen BDL_n im unabhängigen Cluster $C_{unabhängig}$

Die in Tabelle 5-35 enthaltenen Betriebsdienstleistungen BDL_n beeinträchtigen die Ablaufplanung der betrieblichen Unterhaltung maßgeblich. Es ist zu analysieren, in wie weit diese Betriebsdienstleistungen BDL_n Einfluss auf die allgemeine Ablaufplanung eines Netzes N üben. Als Grundlage hierfür kann der Anteil dieser Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{unabhängig}$ an der gesamten Leistungserbringung über ein gesetztes Intervall, z. B. mehrere Jahre, für ein spezifisches Netz N betrachtet werden. Aus diesem ermittelten Verhältnis können Wirtschaftlichkeitsanalysen angestellt werden, in wie weit die Vorhaltung von speziellen Kolonnen für diese dringenden Betriebsdienstleistungen BDL_n von $C_{unabhängig}$ sinnvoll ist.

5.4.3.2 Spezifische Analyse nach Ähnlichkeit

5.4.3.2.1 Hierarchische Gliederung von Parametern der Ähnlichkeit

Die bestimmten Ähnlichkeitsmerkmale werden in eine Gliederungshierarchie eingeordnet. Die Betriebsdienstleistungen BDL_n im synthetischen Cluster $C_{synthetisch}$ in Kapitel 5.4.3.1.4.1 sind hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit nach der in Abbildung 5-4 standardisierten hierarchischen Reihenfolge zu bewerten.

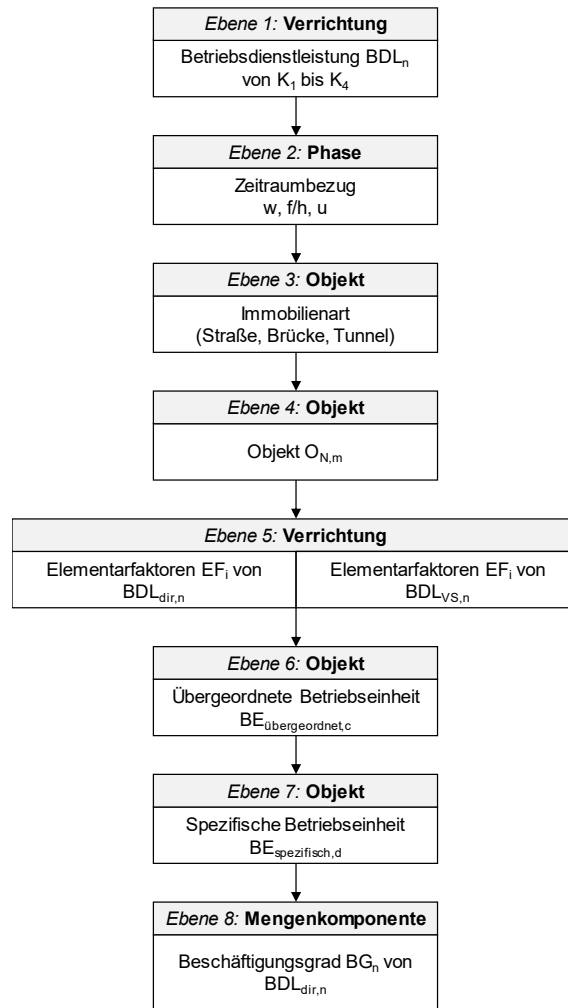


Abbildung 5-4: Gliederungshierarchie zur Bewertung der Ähnlichkeit

Wie aus Abbildung 5-4 zu entnehmen ist, wird auf oberster Ebene die Identifizierung der Betriebsdienstleistungen BDL_n aus dem ersten bis vierten Kubuszustand (K_1 bis K_4) vorgenommen. Die Betriebsdienstleistungen BDL_n werden hinsichtlich ihres Zeitraumbezugs untersucht. Der Zeitraumbezug einer jeden Betriebsdienstleistung BDL_n ist dem Leistungskatalog in Kapitel 5.2.2 zu entnehmen. In dritter Ebene wird nach der Immobilienart Straße, Brücke oder Tunnel differenziert. Mit dem Aspekt Objekt $O_{N,m}$ eines Netzes N erfolgt auf der vierten Hierarchiestufe ein weiterer räumlicher Bezug innerhalb der Immobilienart. Bis zur vierten Ebene von Abbildung 5-4 hat eine eindeutige Übereinstimmung der untersuchten Ähnlichkeitskriterien vorzuliegen. Sobald eine Betriebsdienstleistung BDL_n nicht dieselbe Ähnlichkeit bis zur vierten Ebene aufweist, wird diese von der weiteren spezifischen Analyse ausgeschlossen. Hieraus ergibt sich, dass diese Betriebsdienstleistung BDL_n nicht mit anderen Betriebsdienstleistungen verknüpft wird.

Der Gesichtspunkt der Verrichtung in Abbildung 5-4 berücksichtigt die Analyse der Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich der Art und der Menge von Elementarfaktoren EF_i . Die hierfür erforderlichen Informationen zur benötigten Art und Menge von Elementarfaktoren EF_i sind den entsprechenden Zuordnungsmatrizen in Anhang A zu entnehmen. Die beiden untersten Hierarchieebenen der Aufgabenanalyse stellen die übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{übergeordnet,c}$ und die spezifischen Betriebseinheiten $BE_{spezifisch,d}$ dar (vgl. Abbildung 5-4). In der Ähnlichkeitsbewertung von Ebene fünf bis Ebene sieben in Abbildung 5-4 wird die technologische

Verwandtschaft von Betriebsdienstleistungen im Einzelfall bewertet. Als Bewertungsgrundlage dient ein Kostenvergleich einer getrennten Leistungserbringung mehrerer spezifischer Betriebsdienstleistungen mit einer Verknüpfung derselben.

In der achten und damit letzten Ebene in Abbildung 5-4 wird die Mengenkomponekte der jeweiligen Betriebsdienstleistung BDL_n durch die Berücksichtigung des Beschäftigungsgrades BG_n untersucht (vgl. Formel 4-9 in Kapitel 4.4.3.1.3). Bei einem Beschäftigungsgrad einer spezifischen Leistungsposition einer Betriebsdienstleistung BDL_n von mehr als 100 % verfügt diese Leistungsposition über kein Verknüpfungspotenzial, da ihre Ausbringungsmenge größer als die Kapazitätsauslastung ist und demnach eine Verknüpfung mit anderen möglichen Betriebsdienstleistungen wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

5.4.3.2.2 Spezifische Cluster

Die Betriebsdienstleistungen des synthetischen Clusters $C_{synthetisch}$ werden in das statische Cluster $C_{statisch}$ und in das unabhängige Cluster $C_{unabhängig}$ aufgespalten. Tabelle 5-36 und Tabelle 5-37 listen die Ergebnisse der spezifischen Analyse für das statische Cluster $C_{statisch}$ auf.

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Spezifische Cluster	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D	
C _{statisch}	Statisches Cluster	300.01	Fahrbahnrande und Standstreifen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	K ₂	1	0	0
		300.03	Befahrte Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	K ₂	1	0	0
		300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	K ₂	1	0	0
		300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.08	Fahrbahnabläufe reinigen	K ₂	1	0	0
		300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.11	Durchlässe und Düker reinigen	K ₂	1	0	0
		300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	K ₂	1	0	0
		300.14	Versickeranlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.17	Brückenbauwerke reinigen	K ₂	1	0	0
		300.18	Lärmschutzwände reinigen	K ₂	1	0	0
		300.19	Tunnel reinigen	K ₂	1	0	0
		300.20	Verkehrszeichen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.21	Leitposten reinigen	K ₂	1	0	0
		300.23	Abfallbehälter leeren	K ₂	1	0	0
		300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	K ₂	1	0	0
		300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	K ₂	1	0	0
		300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	K ₂	1	0	0
		300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	K ₂	1	0	0
		300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	K ₂	1	0	0
		300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	K ₂	1	0	0
		300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	K ₂	1	0	0
		300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	K ₂	1	0	0
		300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	K ₂	1	0	0
		300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	K ₂	1	0	0
		300.59	Gefahr- und Schneezäune auf- oder abbauen	K ₂	1	0	0
		500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	K ₂	1	0	0
		500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	K ₂	1	0	0
		500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	K ₂	1	0	0
		500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	K ₂	1	0	0
		500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	K ₂	1	0	0
		500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	K ₂	1	0	0
		500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	K ₂	1	0	0
		500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	K ₂	1	0	0
		500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	K ₂	1	0	0
		500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	K ₂	1	0	0
		500.13	Bäume pflegen	K ₂	1	0	0
		500.15	Verkehrszeichen warten	K ₂	1	0	0
		500.16	Leitposten warten	K ₂	1	0	0

Tabelle 5-36: Betriebsdienstleistungen BDL_n im statischen Cluster $C_{statisch}$, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Spezifische Cluster	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Kubuszustand K _j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D	
C _{statisch}	Statisches Cluster	500.17	Stationierungszeichen warten	K ₂	1	0	0
		500.18	Passive Schutzeinrichtungen warten	K ₂	1	0	0
		500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	K ₂	1	0	0
		500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	K ₂	1	0	0
		500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	K ₂	1	0	0
		500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	K ₂	1	0	0
		500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	K ₂	1	0	0
		500.24	Beleuchtungsanlagen warten	K ₂	1	0	0
		500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	K ₂	1	0	0
		500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	K ₂	1	0	0
		500.27	Brandabschnittsleuchten warten	K ₂	1	0	0
		500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	K ₂	1	0	0
		500.29	Notrufkabinen warten	K ₂	1	0	0
		500.30	Videozentraleinheiten warten	K ₂	1	0	0
		500.31	Netzwerkkomponenten warten	K ₂	1	0	0
		500.32	Kamera warten	K ₂	1	0	0
		500.33	Tunnelfunk warten	K ₂	1	0	0
		500.34	Mobilfunksystem warten	K ₂	1	0	0
		500.35	Telekommunikationsanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.36	Rundfunkeinsprache warten	K ₂	1	0	0
		500.37	Lautsprecher warten	K ₂	1	0	0
		500.38	Zentrale / Verstärker warten	K ₂	1	0	0
		500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	K ₂	1	0	0
		500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	K ₂	1	0	0
		500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	K ₂	1	0	0
		500.42	BMA / Handfeuermelder warten	K ₂	1	0	0
		500.43	BMA / Sensorkabel warten	K ₂	1	0	0
		500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	K ₂	1	0	0
		500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	K ₂	1	0	0
		500.46	Tunnelbeleuchtung warten	K ₂	1	0	0
		500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	K ₂	1	0	0
		500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	K ₂	1	0	0
		500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	K ₂	1	0	0
		500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	K ₂	1	0	0
		500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	K ₂	1	0	0
		500.54	Höhenkontrolle warten	K ₂	1	0	0
		500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	K ₂	1	0	0
		500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	K ₂	1	0	0
		500.57	Schranke warten	K ₂	1	0	0
		500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	K ₂	1	0	0
		500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	K ₂	1	0	0
		500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	K ₂	1	0	0
		500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	K ₂	1	0	0
		500.62	Notstromaggregat warten	K ₂	1	0	0
		500.63	USV mit Batterieanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	K ₂	1	0	0
		500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	K ₂	1	0	0
		500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	K ₂	1	0	0
		500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	K ₂	1	0	0
		500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	K ₂	1	0	0
		500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	K ₂	1	0	0
		500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	K ₂	1	0	0
		500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten	K ₂	1	0	0
		500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	K ₂	1	0	0
		500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	K ₂	1	0	0
		500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	K ₂	1	0	0
		500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.80	Pumpen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.83	Krananlagen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	K ₂	1	0	0
		500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	K ₂	1	0	0
		500.91	Streckenkontrolle durchführen	K ₂	1	0	0
		500.92	Bauwerksüberwachung durchführen	K ₂	1	0	0
		500.93	Bauwerksprüfung durchführen	K ₂	1	0	0

Tabelle 5-37: Betriebsdienstleistungen BDL_n im statischen Cluster C_{statisch}, Teil 2

Wie aus Tabelle 5-36 und Tabelle 5-37 ersichtlich wird, verfügt ein Großteil der Betriebsdienstleistungen BDL_n über einen hohen Grad der Strukturiertheit und ist gering veränderlich. Aufgrund dessen gehen diese Betriebsdienstleistungen BDL_n mit einer hohen Planungssicherheit einher und sind unabhängig von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$. Damit kann die Mehrheit von Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich ihres Durchführungszeitpunktes und der erforderlichen Elementarfaktoren EF_i mit hoher Sicherheit prognostiziert werden, wodurch sich die Aussagekraft einer Prognose von Betriebskosten BK_N eines Netzes N ebenfalls erhöht. Aufbauend auf diesen Ergebnissen kann in Abhängigkeit des Anlagenbestandes AB_N für jedes Netz N eine ökonomisch optimale Kolonnenzusammensetzung $q_{Betrieb}$ ermittelt werden, die für die Erbringung der Leistungspositionen des statischen Clusters $C_{statisch}$ eingesetzt wird.

In Tabelle 5-38 werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n des dynamischen Clusters $C_{dynamisch}$ zusammengefasst. Diese Betriebsdienstleistungen BDL_n können erst nach Implementierung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ eines Netzes N festgelegt werden. Im Gegensatz zum statischen Cluster $C_{statisch}$ in Tabelle 5-36 und Tabelle 5-37 befinden sich weitaus weniger Betriebsdienstleistungen BDL_n im dynamischen Cluster $C_{dynamisch}$. Angesichts dessen kann die Ablaufplanung für einen Großteil der zu erbringenden Betriebsdienstleistungen BDL_n des Leistungsniveaus SL_N vorgenommen werden. Unter Berücksichtigung einer ökonomisch optimalen Kolonnenzusammensetzung $q_{Betrieb}$ ist davon auszugehen, dass sich wesentliche Synergieeffekte ergeben. Auf der Grundlage einer „idealen“ Ablaufplanung erhöht sich die Sicherheit der Annahmen von Betriebskostenprognosen eines Netzes N maßgeblich.

Cluster von Ausprägungen der Aufgabenmerkmale							
Spezifische Cluster	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n	Kubuszustand K_j	Strukturiertheit S	Veränderlichkeit V	Dringlichkeit D	
C _{dynamisch}	Dynamisches Cluster	300.12	Rückhaltebecken reinigen	K_3	1	1	0
		300.22	Bemalungen reinigen	K_3	1	1	0
		300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	K_3	1	1	0
		300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	K_3	1	1	0
		300.28	Notrufkabinen reinigen	K_3	1	1	0
		300.29	Videozentraleinheiten reinigen	K_3	1	1	0
		300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	K_3	1	1	0
		300.31	Kamera reinigen	K_3	1	1	0
		300.32	Tunnelfunk reinigen	K_3	1	1	0
		300.33	Mobilfunksystem reinigen	K_3	1	1	0
		300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	K_3	1	1	0
		300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	K_3	1	1	0
		300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	K_3	1	1	0
		300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	K_3	1	1	0
		300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	K_3	1	1	0
		300.41	Höhenkontrolle reinigen	K_3	1	1	0
		300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	K_3	1	1	0
		300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	K_3	1	1	0
		300.44	Notstromaggregat reinigen	K_3	1	1	0
		300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	K_3	1	1	0
		300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	K_3	1	1	0
		300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	K_3	1	1	0
		500.14	Bäume sanieren oder fällen	K_3	1	1	0
		400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	K_4	0	1	0
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	K_4	0	1	0		
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	K_4	0	1	0		

Tabelle 5-38: Betriebsdienstleistungen BDL_n im dynamischen Cluster $C_{dynamisch}$

5.4.3.2.3 Synthesemöglichkeiten von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Unter Anwendung der in Kapitel 5.4.3.2.1 entworfenen Gliederungshierarchie zur Erzeugung von Synthesen S_r werden nur Möglichkeiten ebendieser aufgezeigt, da in den Parametern zur Untersuchung der Ähnlichkeit u. a. Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Objekte $O_{N,m}$ des spezifischen Anlagenbestandes AB_N eines Netzes N enthalten sind. Demgemäß werden diese

vom entsprechenden Netz N abhängigen Parameter der Ähnlichkeit wie die Objektebene oder der Beschäftigungsgrad BG_n nicht in der Bildung von Synthesen berücksichtigt (vgl. Abbildung 5-4 in Kapitel 5.4.3.2.1). Ebenso wird keine Differenzierung von Betriebsdienstleistungen BDL_n in das statische Cluster $C_{statisch}$ und das dynamische Cluster $C_{dynamisch}$ vorgenommen, da die hierfür notwendigen spezifischen Daten zu Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Objektes $O_{N,m}$ eines Netzes N nicht vorliegen. Demnach werden nur die in Kapitel 5.4.3.1.4.1 mit einem Verknüpfungspotenzial identifizierten Leistungspositionen von $C_{synthetisch}$ nach den Merkmalen der Ähnlichkeit untersucht. In einer Modellanwendung sind folglich mehr Synthesen S_r als die in Tabelle 5-39 dargestellten möglich. In Tabelle 5-39 werden die möglichen Synthesen S_r unter Vernachlässigung der beiden Ähnlichkeitsparameter Objektebene und Beschäftigungsgrad aufgelistet.

Implementierung	Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL_n von statischem Cluster $C_{statisch}$ und dynamischem Cluster $C_{dynamisch}$	Verkehrssicherungsleistung $BDL_{VS,n}$	
Mögliche Synthese S_r	S ₁	300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	-
		300.23	Abfallbehälter leeren	
		300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	
		400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	
		500.13	Bäume pflegen	
	S ₂	300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	BDL _{VS,DIII} / 6-2BY
		500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	
	S ₃	300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen	BDL _{VS,DIII} / 3BY
		300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)	
		300.09.1	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Straße)	
300.10		Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen		
S ₄	300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)	BDL _{VS,DIV} / 2R-1BY	
	300.09.2	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Brücke)		
	300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager		
S ₅	300.20	Verkehrszeichen reinigen	-	
	300.21	Leitpfosten reinigen		
	500.16	Leitpfosten warten		
	500.17	Stationierungszeichen warten		
	500.91	Streckenkontrolle durchführen		
S ₆	300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	-	
	300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen		
S ₇	500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	BDL _{VS,DIII} / 2L-3BY	
	500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		
S ₈	500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	-	
	500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		
S ₉	500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	BDL _{VS,DIII} / 6-2BY	
	500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		
S ₁₀	500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	-	
	500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		

Tabelle 5-39: Mögliche Synthesen S_r von Betriebsdienstleistungen BDL_n

In der linken, grau gefüllten Spalte in Tabelle 5-39 werden die potenziellen Synthesen S_1 bis S_{10} dargestellt. Aus der rechten Spalte in Tabelle 5-39 ist die entsprechende Verkehrssicherung, d. h. der jeweilige Regelplan, zu entnehmen. Die in Tabelle 5-39 enthaltenen Betriebsdienstleistungen BDL_n werden im Rahmen von zehn verschiedenen Synthesen S_r verknüpft. Bei der Zusammenfassung der Betriebsdienstleistungen BDL_n liegt der Fokus auf der Übereinstimmung der Art von erforderlichen Elementarfaktoren EF_i von direkten Betriebsdienstleistungen BDL_{dir} und der Ähnlichkeit bzgl. der Anforderungen der Verkehrssicherung aus dem Regelplan. Bspw. erfordern die beiden Leistungspositionen $BDL_{500.01}$ und $BDL_{500.02}$ in Tabelle 5-39 unterschiedliche Regelpläne. Dementsprechend wird die umfangreichere Absicherung der Arbeitsstelle bei der Erzeugung von Synthesen gewählt.

Bei der Synthesenbildung in Tabelle 5-39 wird nicht die eindeutige Übereinstimmung bzgl. der Art von Elementarfaktoren EF_i als Verknüpfungskriterium herangezogen, da einige Leistungspositionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n hinsichtlich ihrer Kolonnenzusammensetzung variabel sind (z. B. begehbare befestigte Flächen kehren). Dies ist insbesondere bei Leistungspositionen von Betriebsdienstleistungen BDL_n der Fall, deren Aufwandswerte $w_{i,n}$ sich proportional zur Veränderung der Anzahl des Elementarfaktors Menschliche Arbeitsleistung EF_{MA} verhalten. Bei einer Differenz der erforderlichen Elementarfaktoren von Leistungspositionen einer Synthese ist die Kolonnenzusammensetzung entsprechend anzugleichen.

Angesichts dessen, dass der Einfluss der Lageparameter (Objektebene der Gliederungshierarchie) vernachlässigt wird, sind in der Modellanwendung weitere Untersuchungen zur effizienten Entfernung unterschiedlicher Einsatzorte der Leistungserbringung vorzunehmen.

5.4.4 Kostenkennwerte π_n

Auf der Grundlage der Zuordnungsmatrizen in Kapitel 5.4.2 werden von den Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und von Betriebsdienstleistungen BDL_n die positionsbezogenen Kostenkennwerte π_n sowie die partiellen Aufwandswerte $w_{EF_i,n}$ und Kostenkennwerte $\pi_{EF_i,n}$ von Elementarfaktoren EF_i bestimmt. Die Ermittlung der positionsbezogenen Kostenkennwerte π_n basiert auf der Methodik in Formel 4-7 in Kapitel 4.4.

5.4.4.1 Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n

In Tabelle 5-40 sind die bestimmten Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n enthalten. Wie aus Tabelle 5-40 ersichtlich wird, unterscheiden sich auf Positionsebene die Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n deutlich (z. B. $BL_{100.06}$ und $BL_{100.14}$). Dies liegt maßgeblich an der Bezugsgröße der einzelnen Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n . Die Leistungsposition $BL_{700.02}$ wird in dem Kostenkennwert $\pi_{100.01}$ in Tabelle 5-40 berücksichtigt. Die Kostenkennwerte $\pi_{100.02}$ bis $\pi_{100.02}$ werden als Mediane der Gesamtkosten desselben Leistungsbereiches bestimmt (Kennzeichnung mit „m“ in Tabelle 5-40).

Leistungsposition		Elementarfaktoren Werkstoffe EF _{wi}			Kostenkennwert BL _n	
Positionsnummer	Betriebsleistung BL _n	W _{wi}	π _{wi}	[ME _w]	π _{BLn}	[ME _n]
		[ME _w /ME _n]	[€/ME _w]		[€/ME _n]	
100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	3.580,65	0,22	kWh	981,00	kWh
		940,09				
100.02	Lichtsignalanlagen mit Energie versorgen	m	0,22	kWh	m	Stk
100.03	Straßenbeleuchtung mit Energie versorgen	m	0,22	kWh	m	Stk
100.04	Verkehrssicherheitstechnische Anlagen (Telekommunikation) mit Energie versorgen	m	0,22	kWh	m	Stk
100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	-	0,22	kWh	-	Stk
100.06	Brückenbauwerksbeleuchtung mit Energie versorgen	1,00	0,22	kWh	0,22	Stk
100.07	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	1,00	4,22	kWh	4,22	m
100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	1,00	0,22	kWh	0,22	Stk
100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	1,00	0,22	kWh	0,22	Stk
100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	1,00	4,22	kWh	4,22	m
100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	1,00	4,22	kWh	4,22	m
100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	1.594,32	1,80	m ³	2.945,30	Stk
		1,00	75,52	psch		
100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	1,00	0,30	m ³	0,30	m
100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werkstoffen versorgen	1,00	5.608,77	psch	5.608,77	Stk
200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	1.594,32	2,46	m ³	3.938,10	Stk
		1,00	16,07	psch		
200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	1,00	0,30	m ³	0,30	m
200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	1,00	0,30	m ³	0,30	m
700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	1,00	4.787,71	psch	4.787,71	psch
700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen) abführen	<i>in 100.01</i>				

Tabelle 5-40: Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n

5.4.4.2 Kostenkennwerte π_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n

Die Kostenkennwerte π_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n werden für die Leistungsarten direkte Betriebsdienstleistungen BDL_{dir,n}, Verkehrssicherungsleistungen BDL_{vs,n} sowie Transportleistungen BDL_{tl,n} getrennt bestimmt. Zellen von Betriebsdienstleistungen, die mit „m“, „x“, „v“ oder „n.u.“ gefüllt sind, verweisen auf eine unzureichende Datenlage bzw. auf eine Quantifizierung in Abhängigkeit von spezifischen Objekteigenschaften OE_{ON,m,f} des jeweiligen Anlagenbestandes AB_N eines Netzes N (vgl. Kapitel 4.4).

5.4.4.2.1 Kostenkennwerte von direkten Betriebsdienstleistungen BDL_{dir,n}

In Tabelle 5-41 bis Tabelle 5-44 werden die zur Quantifizierung von direkten Betriebsdienstleistungen BDL_{dir,n} relevanten Daten aufgelistet. Insbesondere bei den Leistungsbereichen Reinigung sowie Inspektion und Wartung von Tunnelobjekten liegen aufgrund der Datenlage Kostenkennwerte π_{BDL dir,n} nur auf Positionsebene und nicht auf Elementarfaktorebene vor (vgl. „x“ in Tabelle 5-41 bis Tabelle 5-44).

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Elementarfaktoren Werkstoffe EF _{WI}			Kostenkennwert BDL _{dir,n}	
Positionsnummer	Direkte Betriebsdienstleistung BDL _{dir,n}	W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _n]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{ABI} /ME _n]	T _{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	W _{WI} [ME _{WI} /ME _n]	T _{WI} [€/ME _{WI}]	[ME _{WI}]	T _{BDL dir,n} [€/ME _n]	[ME _n]
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen	0,73	42,15	km	0,73	38,23	km	0,30	100,00	to	88,46	km
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	0,80	126,45	km	0,80	38,23	km	0,50	100,00	to	181,74	km
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	0,46	42,15	m ²	0,46	38,23	m ²	0,29	100,00	to	65,32	m ²
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	0,01	168,60	m ²	-	-	-	0,00	100,00	to	1,35	m ²
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	2,00	450,00	Stk	-	-	-	-	-	-	900,00	Stk
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	6,67	84,30	km	6,67	66,60	km	-	-	-	1.006,00	km
300.07	Sonderinnen an Fahrbahnen reinigen	16,00	84,30	km	16,00	36,21	km	-	-	-	1.928,16	km
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)	0,31	168,60	km	0,31	74,44	km	2,00	100,00	to	275,95	km
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)	0,13	126,45	Stk	0,13	33,31	Stk	-	-	-	21,30	Stk
300.09.1	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Straße)	<i>in 300.08.1</i>										
300.09.2	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Brücke)	<i>in 300.08.2</i>										
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	8,00	84,30	km	8,00	36,21	km	-	-	-	964,08	km
300.11	Durchlässe und Düker reinigen	m	m	km	m	m	km	m	m	m	m	km
300.12	Rückhaltebecken reinigen	m	m	Stk	m	m	Stk	m	m	m	m	Stk
300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	m	m	Stk	m	m	Stk	m	m	m	m	Stk
300.14	Versickeranlagen reinigen	m	m	Stk	m	m	Stk	m	m	m	m	Stk
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	m	m	Stk	m	m	Stk	m	m	m	m	Stk
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	1,00	30,00	Stk	-	-	-	-	-	-	30,00	Stk
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler	0,41	210,75	Stk	-	-	-	-	-	-	86,20	Stk
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager	1,36	126,45	Stk	-	-	-	-	-	-	171,97	Stk
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, links)	0,08	84,30	m	-	-	-	-	-	-	6,74	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, rechts)	0,08	84,30	m	-	-	-	-	-	-	6,74	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, links)	0,08	84,30	m	-	-	-	-	-	-	6,74	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, rechts)	0,08	84,30	m	-	-	-	-	-	-	6,74	m
300.18	Lärmschutzwände reinigen	m	m	m ²	m	m	m ²	m	m	m	m	m
300.19	Tunnel reinigen	x	x	m ²	x	x	m ²	x	x	x	0,38	m ²
300.20	Verkehrszeichen reinigen	0,25	89,20	Stk	-	-	-	-	-	-	22,30	Stk
300.21	Leitpfosten reinigen	0,33	89,20	Stk	-	-	-	-	-	-	29,73	Stk
300.22	Bemalungen entfernen	0,50	42,15	Stk	-	-	-	3,00	2,00	m ²	27,08	Stk
300.23	Abfallbehälter leeren	0,33	42,15	Stk	0,33	36,63	Stk	0,25	120,85	to	56,47	Stk
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (linke Fahrspur)	0,80	252,90	km	-	-	-	0,02	120,85	to	204,74	km
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (rechte Fahrspur)	0,80	252,90	km	-	-	-	0,02	120,85	to	204,74	km
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	2,00	84,30	Stk	-	-	-	0,05	120,85	to	174,64	Stk
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.28	Notruftkabinen reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.29	Videozentraleinheiten reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.31	Kamera reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.32	Tunnelfunk reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.33	Mobilfunksystem reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,10	m ²
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,10	m ²
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,10	m ²
300.41	Höhenkontrolle reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,70	m ²
300.44	Notstromaggregat reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,70	m ²
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,70	m ²
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4,70	m ²

Tabelle 5-41: Kostenkennwerte $\pi_{BDL\ dir,n}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Elementarfaktoren Werkstoffe EF _{WI}			Kostenkennwert BDL _{dir,n}	
Positionsnummer	Direkte Betriebsdienstleistung BDL _{dir,n}	W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _n]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{ABI} /ME _n]	T _{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	W _{WI} [ME _{WI} /ME _n]	T _{WI} [€/ME _{WI}]	[ME _{WI}]	T _{BDL dir,n} [€/ME _n]	[ME _n]
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,01	m ²
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	0,02	42,15	km	0,02	55,96	km	0,11	52,67	to	7,73	km
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	0,04	42,15	km	0,04	55,96	km	0,11	52,67	to	9,37	km
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	0,03	168,60	km	0,03	116,58	km	0,12	65,60	to	16,19	km
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	0,04	168,60	km	0,04	172,76	km	0,12	65,60	to	20,67	km
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	1,00	42,15	km	1,00	133,46	km	-	-	km	175,61	km
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	16,00	210,75	km	-	-	-	-	-	-	3.372,00	km
300.59	Gefahr- und Schneezäune auf- oder abbauen	0,80	126,45	Stk	-	-	-	-	-	-	101,16	Stk
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, links)	0,75	126,45	Stk	-	-	-	23,00	1,07	kg	119,45	Stk
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, rechts)	0,75	126,45	Stk	-	-	-	23,00	1,07	kg	119,45	Stk
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, links)	0,75	126,45	Stk	-	-	-	23,00	1,07	kg	119,45	Stk
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, rechts)	0,75	126,45	Stk	-	-	-	23,00	1,07	kg	119,45	Stk
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	0,80	84,30	m ²	-	-	-	1,00	13,00	m ²	90,24	m ²
								0,40	24,50	to		
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	0,11	84,30	m ²	0,11	77,11	m ²	4,29	21,90	to	158,38	m ²
								2,14	21,50	to		
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Stk
400.05.1	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Brücke)	1,50	84,30	Stk	-	-	-	5,00	1,55	Stk	134,20	Stk
400.05.2	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5,90	m
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen	0,40	84,30	m ²	0,40	-	m ²	0,20	55,00	m ²	65,05	m ²
								0,15	135,50	m ²		
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	0,10	84,30	m	0,10	32,00	m	-	-	-	11,63	m
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	0,05	84,30	m	0,05	-	m	-	-	-	4,22	m
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	0,06	84,30	m	0,06	36,21	m	-	-	-	7,23	m
400.10	Schäden an Straßenaufbauten und Schächten beseitigen	4,00	168,60	Stk	4,00	45,11	Stk	1,00	216,60	Stk	854,84	Stk
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m ²
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	0,67	84,30	km	0,67	117,93	km	0,60	20,00	to	134,82	km
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	1,00	84,30	km	1,00	117,93	km	1,20	20,00	to	202,23	km
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	0,00	84,30	m ²	0,00	35,63	m ²	-	-	-	0,48	m ²
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsrinnen mähen	0,67	168,60	km	0,67	235,86	km	1,20	20,00	to	269,64	km
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	0,00	84,30	m ²	0,00	35,63	m ²	-	-	-	0,13	m ²
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	0,00	168,60	m ²	0,00	63,14	m ²	-	-	-	0,33	m ²
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	0,00	84,30	m ²	0,00	64,20	m ²	-	-	-	0,21	m ²
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	0,001	84,30	m ²	0,00	64,20	m ²	-	-	-	0,17	m ²
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	4,00	84,30	km	4,00	65,20	km	22,50	10,00	to	598,00	km
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	16,00	84,30	km	16,00	36,63	km	36,00	10,00	to	1.934,88	km
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	0,02	84,30	m ²	0,02	65,20	m ²	0,02	10,00	to	2,39	m ²
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	0,02	84,30	m ²	0,02	65,20	m ²	0,02	10,00	to	2,39	m ²
500.13	Bäume pflegen	1,00	84,30	Stk	1,00	170,34	Stk	0,25	-	Stk	254,64	Stk
500.14	Bäume sanieren oder fällen	1,00	84,30	Stk	1,00	82,83	Stk	1,00	-	Stk	167,13	Stk
500.15	Verkehrszeichen warten	1,50	84,30	Stk	-	-	-	1,00	300,00	Stk	126,45	Stk
500.16	Leitpfosten warten	0,25	89,20	Stk	-	-	-	1,00	8,00	Stk	22,30	Stk
500.17	Stationierungszeichen warten	0,50	89,20	Stk	-	-	-	1,00	8,00	Stk	44,60	Stk
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (linke Fahrspur)	0,25	126,45	m	0,25	43,96	m	1,00	200,00	m	42,60	Stk
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (rechte Fahrspur)	0,25	126,45	m	0,25	43,96	m	1,00	200,00	m	42,60	Stk
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (linke Fahrspur)	0,06	126,45	m	0,06	263,55	m	1,00	90,00	m	22,94	Stk
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (rechte Fahrspur)	0,06	126,45	m	0,06	263,55	m	1,00	90,00	m	22,94	Stk
500.19	Wild- und Amphibienschutzgitter warten	0,13	84,30	m	-	-	-	1,00	5,54	m	11,24	m
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	4,00	84,30	Stk	-	-	-	1,00	1.700,00	Stk	337,20	Stk
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	2,00	84,30	Stk	-	-	-	1,00	1.000,00	Stk	168,60	Stk

Tabelle 5-42: Kostenkennwerte $\pi_{BDL dir,n}$ von direkten Betriebsdienstleistungen BDL_{dir,n}, Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Positionsnummer	Leistungsposition Direkte Betriebsdienstleistung BDL _{dir,n}	Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABi}			Elementarfaktoren Werkstoffe EF _{Wi}			Kostenkennwert BDL _{dir,n}	
		W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _n]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABi} [ME _{ABi} /ME _n]	T _{ABi} [€/ME _{ABi}]	[ME _{ABi}]	W _{Wi} [ME _g /ME _n]	T _{Wi} [€/ME _w]	[ME _w]	T _{BDL dir,n} [€/ME _n]	[ME _n]
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Stk
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Stk
500.24	Beleuchtungsanlagen warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöscher warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.27	Brandabschnittsleuchten warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.29	Notrufkabinen warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.30	Videozentraleinheiten warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.31	Netzwerkkomponenten warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.32	Kamera warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.33	Tunnelfunk warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.34	Mobilfunksystem warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.35	Telekommunikationsanlage warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.36	Rundfunkeinsprache warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.37	Lautsprecher warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.38	Zentrale / Verstärker warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.42	BMA / Handfeuermelder warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.43	BMA / Sensorkabel warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.46	Tunnelbeleuchtung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2,51	m
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2,51	m
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,38	m
500.54	Höhenkontrolle warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.57	Schranke warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.62	Notstromaggregat warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.63	USV mit Batterieanlage warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,51	m
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8.376,80	Stk
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.326,00	Stk
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Stk
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Stk
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.80	Pumpen inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m

Tabelle 5-43: Kostenkennwerte $\pi_{BDL dir,n}$ von direkten Betriebsdienstleistungen BDL_{dir,n}, Teil 3

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Elementarfaktoren Werkstoffe EF _{WI}			Kostenkennwert BDL _{dir,n}	
Positionsnummer	Direkte Betriebsdienstleistung BDL _{dir,n}	$\frac{W_{MAI}}{[ME_{MAI}/ME_n]}$	$\frac{\pi_{MAI}}{[€/ME_{MAI}]}$	[ME _{MAI}]	$\frac{W_{ABI}}{[ME_{ABI}/ME_n]}$	$\frac{\pi_{ABI}}{[€/ME_{ABI}]}$	[ME _{ABI}]	$\frac{W_{WI}}{[ME_{WI}/ME_n]}$	$\frac{\pi_{WI}}{[€/ME_{WI}]}$	[ME _{WI}]	$\frac{\pi_{BDL_{dir,n}}}{[€/ME_n]}$	[ME _n]
500.83	Krananlagen inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,79	m
500.91	Streckenkontrolle durchführen	0,03	89,20	km	0,03	16,51	km	-	-	-	3,52	km
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)	x	x	m	x	x	m	x	x	x	0,08	m
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)	x	x	m	x	x	m	x	x	x	0,02	m
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5,97	m
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5,97	m
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5,97	m
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3,17	m
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2,83	m
600.01	Unfallschäden beseitigen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5-44: Kostenkennwerte $\pi_{BDL_{dir,n}}$ von direkten Betriebsdienstleistungen $BDL_{dir,n}$, Teil 4

5.4.4.2.2 Kostenkennwerte von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$

In Tabelle 5-45 bis Tabelle 5-48 werden Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ zur Quantifizierung von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$ aufgelistet. Die Dauer der Verkehrssicherungsleistungen ist eine Funktion des Aufwandes der direkten Betriebsdienstleistung $BDL_{dir,n}$ in Kapitel 5.4.4.2.1.

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{VS,n}	
Positionsnummer	Verkehrssicherungsleistung BDL _{VS,n}	W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _{VS,n}]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{ABI} /ME _{VS,n}]	T _{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	T _{VS,n} [€/ME _{VS,n}]	[ME _{VS,n}]
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen	0,73	42,15	km	1,00	37,41	km	68,06	km
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	0,80	168,60	km	1,00	131,52	km	266,40	km
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	-	-	-	-	-	-	-	-
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	-	-	-	-	-	-	-	-
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	2,00	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	468,72	Stk
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	6,67	42,15	km	1,00	37,41	km	318,41	km
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen	16,00	168,60	km	1,00	131,52	km	2.829,12	km
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)	0,31	168,60	km	1,00	131,52	km	184,21	km
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)	0,13	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	154,00	Stk
300.09.1	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Straße)	<i>in 300.08.1</i>							
300.09.2	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Brücke)	<i>in 300.08.2</i>							
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	8,00	168,60	km	1,00	131,52	km	1.480,32	km
300.11	Durchlässe und Düker reinigen	m	m	m	m	m	m	m	km
300.12	Rückhaltebecken reinigen	m	m	m	m	m	m	m	Stk
300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	m	m	m	m	m	m	m	Stk
300.14	Versickeranlagen reinigen	m	m	m	m	m	m	m	Stk
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	m	m	m	m	m	m	m	Stk
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler	0,41	252,90	Stk	1,00	200,30	Stk	303,74	Stk
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager	1,36	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	360,82	Stk
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, links)	0,08	168,60	m	1,00	131,52	m	145,01	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, rechts)	0,08	168,60	m	1,00	131,52	m	145,01	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, links)	0,08	210,75	m	1,00	168,93	m	185,79	m
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, rechts)	0,08	168,60	m	1,00	131,52	m	145,01	m
300.18	Lärmschutzwände reinigen	m	m	m	m	m	m	m	m
300.19	Tunnel reinigen	<i>BDL_{dir}</i>							
300.20	Verkehrszeichen reinigen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.21	Leitpfosten reinigen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.22	Bemalungen entfernen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.23	Abfallbehälter leeren	-	-	-	-	-	-	-	-
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (linke Fahrspur)	0,80	168,60	km	1,00	131,52	km	266,40	km
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (rechte Fahrspur)	0,80	42,15	km	1,00	37,41	km	71,13	km
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.28	Notrufkabinen reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.29	Videozentraleinheiten reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.31	Kamera reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.32	Tunnelfunk reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.33	Mobilfunksystem reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehbedienfeld reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.41	Höhenkontrolle reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.44	Notstromaggregat reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							

Tabelle 5-45: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen BDL_{VS,n}, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{VS,n}	
Positionsnummer	Verkehrssicherungsleistung BDL _{VS,n}	W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _{VS,n}]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{ABI} /ME _{VS,n}]	T _{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	T _{VS,n} [€/ME _{VS,n}]	[ME _{VS,n}]
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	-	-	-	-	-	-	-	-
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen	-	-	-	-	-	-	-	-
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, links)	0,75	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	257,97	Stk
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, rechts)	0,75	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	257,97	Stk
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, links)	0,75	252,90	Stk	1,00	200,30	Stk	389,98	Stk
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, rechts)	0,75	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	257,97	Stk
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	-	-	-	-	-	-	-	-
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	0,11	42,15	m ²	1,00	131,52	m ²	136,34	m ²
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	m	m	m	m	m	m	m	Stk
400.05.1	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Brücke)	1,50	42,15	Stk	1,00	37,41	Stk	100,64	Stk
400.05.2	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Tunnel)	in BDL _{dir,n}							
400.06	Schäden an Straßenerinnen und befestigten Straßengräben	0,40	42,15	m ²	1,00	37,41	m ²	54,27	m ²
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	0,10	42,15	m	1,00	37,41	m	41,63	m
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	-	-	-	-	-	-	-	-
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	0,06	168,60	m	1,00	131,52	m	141,64	m
400.10	Schäden an Straßenableläufen und Schächten beseitigen	4,00	168,60	Stk	1,00	131,52	Stk	805,92	Stk
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	m	m	m	m	m	m	m	m ²
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	0,67	42,15	km	1,00	37,41	km	65,51	km
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	1,00	168,60	km	1,00	131,52	km	300,12	km
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	0,67	42,15	km	1,00	37,41	km	65,51	km
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	0,0011	42,15	m ²	1,00	37,41	m ²	37,46	m ²
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	4,00	42,15	km	1,00	37,41	km	206,01	km
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	16,00	42,15	km	1,00	131,52	km	805,92	km
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschn	-	-	-	-	-	-	-	-
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.13	Bäume pflegen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.14	Bäume sanieren oder fällen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.15	Verkehrszeichen warten	1,50	42,15	Stk	1,00	37,41	Stk	100,64	Stk
500.16	Leitpfosten warten	-	-	-	-	-	-	-	-
500.17	Stationierungszeichen warten	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (linke Fahrspur)	0,25	168,60	m	1,00	131,52	m	173,67	m
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (rechte Fahrspur)	0,25	42,15	m	1,00	37,41	m	47,95	m
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlenschutzplanken (linke Fahrspur)	0,06	168,60	m	1,00	131,52	m	141,44	m
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlenschutzplanken (rechte Fahrspur)	0,06	42,15	m	1,00	37,41	m	39,89	m
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	-	-	-	-	-	-	-	-
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	-	-	-	-	-	-	-	-
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	-	-	-	-	-	-	-	-
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (VVA) warten	in BDL _{dir,n}							

Tabelle 5-46: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen BDL_{VS,n}, Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition	Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{VS,n}	
	W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _{VS,n}]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{ABI} /ME _{VS,n}]	T _{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	T _{VS,n} [€/ME _{VS,n}]	[ME _{VS,n}]
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.24	Beleuchtungsanlagen warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöscher warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.27	Brandabschnittsleuchten warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.29	Notrufkabinen warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.30	Videozentraleinheiten warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.31	Netzwerkkomponenten warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.32	Kamera warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.33	Tunnelfunk warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.34	Mobilfunksystem warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.35	Telekommunikationsanlage warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.36	Rundfunkeinsprache warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.37	Lautsprecher warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.38	Zentrale / Verstärker warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.42	BMA / Handfeuermelder warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.43	BMA / Sensorkabel warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.46	Tunnelbeleuchtung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.54	Höhenkontrolle warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.57	Schranke warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.62	Notstromaggregat warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.63	USV mit Batterieanlage warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.80	Pumpen inspizieren und warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>
500.83	Krananlagen inspizieren und warten							<i>in BDL_{dir,n}</i>

Tabelle 5-47: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen BDL_{VS,n}, Teil 3

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF_{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF_{ABI}			Kostenkennwert $BDL_{VS,n}$	
Positionsnummer	Verkehrssicherungsleistung $BDL_{VS,n}$	w_{MAI} [ME _{MAI} /ME _{VS,n}]	π_{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	w_{ABI} [ME _{ABI} /ME _{VS,n}]	π_{ABI} [€/ME _{ABI}]	[ME _{ABI}]	$\pi_{VS,n}$ [€/ME _{VS,n}]	[ME _{VS,n}]
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	in $BDL_{dir,n}$							
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	in $BDL_{dir,n}$							
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	in $BDL_{dir,n}$							
500.87	Pumpensteuerung Schallanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	in $BDL_{dir,n}$							
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	in $BDL_{dir,n}$							
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	in $BDL_{dir,n}$							
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	in $BDL_{dir,n}$							
500.91	Streckenkontrolle durchführen	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)	in $BDL_{dir,n}$							
600.01	Unfallschäden beseitigen	-	x	-	-	x	-	x	-
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen	-	x	-	-	x	-	x	-

Tabelle 5-48: Kostenkennwerte $\pi_{VS,n}$ von Verkehrssicherungsleistungen $BDL_{VS,n}$, Teil 4

5.4.4.2.3 Kostenkennwerte von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$

Aus Tabelle 5-49 bis Tabelle 5-52 ist die Quantifizierung der Leistungspositionen von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$ zu entnehmen. Die in Tabelle 5-49 bis Tabelle 5-52 aufgelisteten Aufwandswerte w_{EFi} der zu transportierenden Elementarfaktoren EF_i sind derzeit mit 1,0 angegeben. Die Aufwandswerte w_{EFi} , die sich aus der räumlichen Lage des betrieblich zu unterhaltenden Elementes E_k gemäß des Leistungsniveaus SL_N ergeben, sind in einer Modellanwendung für das spezifische Netz N aus den spezifischen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ zu bestimmen.

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Positionsnummer	Leistungsposition	Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{TL,n}	
		W _{MAI} [ME _{MAI} /ME _{TL,n}]	T _{MAI} [€/ME _{MAI}]	[ME _{MAI}]	W _{ABI} [ME _{AB} /ME _{TL,n}]	T _{ABI} [€/ME _{AB}]	[ME _{AB}]	T _{TL,n} [€/ME _{TL,n}]	[ME _{TL,n}]
300.01	Fahrbahnänder und Standstreifen reinigen	1,00	84,30	h	1,00	75,64	h	159,94	h
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	1,00	295,05	h	1,00	125,17	h	420,22	h
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	1,00	42,15	h	1,00	38,23	h	80,38	h
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	1,00	168,60	h	1,00	16,51	h	185,11	h
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	1,00	168,60	h	-	-	-	168,60	h
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	1,00	126,45	h	1,00	66,60	h	193,05	h
300.07	Sonderinnen an Fahrbahnen reinigen	1,00	168,60	h	1,00	123,15	h	291,75	h
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)	2,00	168,60	h	2,00	161,38	h	659,96	h
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)	1,00	168,60	h	1,00	86,94	h	255,54	h
300.09.1	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Straße)	<i>in 300.08.1</i>							
300.09.2	Schächte an Fahrbahnen reinigen (Brücke)	<i>in 300.08.2</i>							
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	1,00	168,60	h	1,00	123,15	h	291,75	h
300.11	Durchlässe und Düker reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.12	Rückhaltebecken reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.14	Versickeranlagen reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	1,00	30,00	h	1,00	19,86	h	49,86	h
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler	1,00	252,90	h	1,00	140,86	h	393,76	h
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager	1,00	168,60	h	1,00	86,94	h	255,54	h
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, links)	1,00	168,60	h	1,00	86,94	h	255,54	h
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (2-spurig, rechts)	1,00	168,60	h	1,00	86,94	h	255,54	h
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, links)	1,00	210,75	h	1,00	124,35	h	335,10	h
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion (3-spurig, rechts)	1,00	168,60	h	1,00	86,94	h	255,54	h
300.18	Lärmschutzwände reinigen	m	m	m	m	m	m	m	h
300.19	Tunnel reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.20	Verkehrszeichen reinigen	1,00	89,20	h	1,00	16,51	h	105,71	h
300.21	Leitpfosten reinigen	1,00	89,20	h	1,00	16,51	h	105,71	h
300.22	Bemalungen entfernen	1,00	42,15	h	1,00	16,51	h	58,66	h
300.23	Abfallbehälter leeren	1,00	42,15	h	1,00	63,21	h	105,36	h
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (linke Fahrspur)	1,00	168,60	h	1,00	140,24	h	308,84	h
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen (rechte Fahrspur)	1,00	295,05	h	1,00	90,71	h	385,76	h
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	1,00	84,30	h	1,00	26,65	h	110,95	h
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.28	Notruftkabinen reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.29	Videozentraleinheiten reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.31	Kamera reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.32	Tunnelfunk reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.33	Mobilfunksystem reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.41	Höhenkontrolle reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.44	Notstromaggregat reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	<i>in BDL_{dir,n}</i>							

Tabelle 5-49: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen BDL_{TL,n}, Teil 1

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{TL,n}	
Positionsnummer	Transportleistung BDL _{TL,n}	$\frac{W_{MAI}}{[ME_{MAI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{MAI}}{[€/ME_{MAI}]}$	[ME _{MAI}]	$\frac{W_{ABI}}{[ME_{ABI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{ABI}}{[€/ME_{ABI}]}$	[ME _{ABI}]	$\frac{\pi_{TL,n}}{[€/ME_{TL,n}]}$	[ME _{TL,n}]
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	in BDL _{dir,n}							
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	1,00	42,15	h	1,00	55,96	h	2,04	h
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	1,00	42,15	h	1,00	55,96	h	3,68	h
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	1,00	168,60	h	1,00	116,58	h	8,32	h
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	1,00	168,60	h	1,00	172,76	h	12,80	h
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	1,00	42,15	h	1,00	133,46	h	175,61	h
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	1,00	210,75	h	1,00	62,71	h	273,46	h
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen	1,00	126,45	h	1,00	16,51	h	142,96	h
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, links)	1,00	295,05	h	1,00	86,94	h	381,99	h
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, rechts)	1,00	295,05	h	1,00	86,94	h	381,99	h
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, links)	1,00	379,35	h	1,00	140,86	h	520,21	h
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, rechts)	1,00	295,05	h	1,00	86,94	h	381,99	h
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	1,00	42,15	h	1,00	16,51	h	58,66	h
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	1,00	168,60	h	1,00	123,57	h	292,17	h
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	m	m	m	m	m	m	m	h
400.05.1	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Brücke)	1,00	84,30	h	1,00	37,41	h	121,71	h
400.05.2	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Tunnel)	in BDL _{dir,n}							
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben	1,00	126,45	h	1,00	37,41	h	163,86	h
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	1,00	126,45	h	1,00	95,99	h	222,44	h
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	1,00	84,30	h	1,00	16,51	h	100,81	h
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	1,00	84,30	h	1,00	106,64	h	190,94	h
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	1,00	168,60	h	1,00	123,57	h	292,17	h
400.11	Schäden an Rückhalteinrichtungen und Versickeranlagen beseitigen	x	x	h	x	x	m ²	x	h
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	1,00	126,45	h	1,00	155,34	h	281,79	h
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	1,00	252,90	h	1,00	204,87	h	457,77	h
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	1,00	84,30	h	1,00	56,78	h	141,08	h
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	1,00	210,75	h	1,00	273,27	h	484,02	h
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	1,00	84,30	h	1,00	56,78	h	141,08	h
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	1,00	168,60	h	1,00	56,78	h	225,38	h
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	1,00	84,30	h	1,00	56,78	h	141,08	h
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	1,00	84,30	h	1,00	56,78	h	141,08	h
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	1,00	84,30	h	1,00	100,62	h	184,92	h
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen	1,00	168,60	h	1,00	123,57	h	292,17	h
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	1,00	84,30	h	1,00	79,72	h	164,02	h
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen	1,00	84,30	h	1,00	79,72	h	164,02	h
500.13	Bäume pflegen	1,00	84,30	h	1,00	170,34	h	254,64	h
500.14	Bäume sanieren oder fällen	1,00	84,30	h	1,00	99,34	h	183,64	h
500.15	Verkehrszeichen warten	1,00	84,30	h	1,00	53,92	h	138,22	h
500.16	Leitpfosten warten	1,00	89,20	h	1,00	16,51	h	105,71	h
500.17	Stationierungszeichen warten	1,00	89,20	h	1,00	16,51	h	105,71	h
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (linke Fahrspur)	1,00	168,60	h	1,00	127,60	h	296,20	h
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (rechte Fahrspur)	1,00	126,45	h	1,00	90,55	h	217,00	h
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (linke Fahrspur)	1,00	168,60	h	1,00	350,49	h	519,09	h
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (rechte Fahrspur)	1,00	126,45	h	1,00	300,96	h	427,41	h
500.19	Wild- und Amphibienschutzgitter warten	1,00	84,30	h	1,00	16,51	h	100,81	h
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	1,00	84,30	h	1,00	16,51	h	100,81	h
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	1,00	84,30	h	1,00	16,51	h	100,81	h
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten	m	m	m	m	m	m	m	h

Tabelle 5-50: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen BDL_{TL,n}, Teil 2

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Positionsnummer	Leistungsposition	Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{TL,n}	
		$\frac{W_{MAI}}{[ME_{MAI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{MAI}}{[€/ME_{MAI}]}$	$[ME_{MAI}]$	$\frac{W_{ABI}}{[ME_{ABI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{ABI}}{[€/ME_{ABI}]}$	$[ME_{ABI}]$	$\frac{T_{TL,n}}{[€/ME_{TL,n}]}$	$[ME_{TL,n}]$
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten	m	m	m	m	m	m	m	h
500.24	Beleuchtungsanlagen warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.27	Brandabschnittsleuchten warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.29	Notrufkabinen warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.30	Videozentraleinheiten warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.31	Netzwerkkomponenten warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.32	Kamera warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.33	Tunnelfunk warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.34	Mobilfunksystem warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.35	Telekommunikationsanlage warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.36	Rundfunkeinsprache warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.37	Lautsprecher warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.38	Zentrale / Verstärker warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.42	BMA / Handfeuermelder warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.43	BMA / Sensorkabel warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.46	Tunnelbeleuchtung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.52	Rauchsaugsystem des Lüftungssystems warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.53	Sichtrübungsmessung des Lüftungssystems warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.54	Höhenkontrolle warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.57	Schranke warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.62	Notstromaggregat warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.63	USV mit Batterieanlage warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.75	Wettertechnische Anlagen (Tammittelsprühanlagen) warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	m	m	m	m	m	m	m	h
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	m	m	m	m	m	m	m	h
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.80	Pumpen inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.83	Krananlagen inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							

Tabelle 5-51: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 3

Kapitel 5 Modell zur Bestimmung der Betriebskosten

Leistungsposition		Elementarfaktoren Menschliche Arbeitsleistung EF _{MAI}			Elementarfaktoren Arbeits- und Betriebsmittel EF _{ABI}			Kostenkennwert BDL _{TL,n}	
Positionsnummer	Transportleistung BDL _{TL,n}	$\frac{W_{MAI}}{[ME_{MAI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{MAI}}{[€/ME_{MAI}]}$	$[ME_{MAI}]$	$\frac{W_{ABI}}{[ME_{ABI}/ME_{TL,n}]}$	$\frac{T_{ABI}}{[€/ME_{ABI}]}$	$[ME_{ABI}]$	$\frac{T_{TL,n}}{[€/ME_{TL,n}]}$	$[ME_{TL,n}]$
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.91	Streckenkontrolle durchführen	1,00	89,20	h	1,00	16,51	h	105,71	h
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)	v	v	v	v	v	v	v	v
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)	<i>in BDL_{dir,n}</i>							
600.01	Unfallschäden beseitigen	-	-	-	-	-	-	-	-
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5-52: Kostenkennwerte $\pi_{TL,n}$ von Transportleistungen $BDL_{TL,n}$, Teil 4

6 Anwendung des Modells

Das in Kapitel 5 entwickelte Modell wird in Kapitel 6 am Beispiel eines Untersuchungsgebietes als ein fiktives Netz N angewendet. Zur Modellanwendung wird das Netz N mit einem spezifischen Anlagenbestand AB_N entworfen, das die Grundlage zur Qualifizierung und zur Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N der betrieblichen Unterhaltung des Anlagenbestandes AB_N bildet.

Die Folge der notwendigen Operationen der vier Modellbestandteile, Qualifizierung des Leistungsumfangs LU_N und des Leistungssolls LS_N sowie Qualifizierung und Quantifizierung des Leistungsniveaus SL_N , wird in einen Ablaufplan übertragen. In Anlehnung an die Grundlagen der Datenverarbeitung⁴³³ folgt der Aufbau dem EVA-Prinzip (Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe). Die Darstellung der Modelloperationen bezieht sich auf die in DIN 66001⁴³⁴ genormten Symbole für Programmablaufpläne. Die als Rechtecke dargestellten Elemente des Ablaufplanes geben die zur Durchführung der Aufgabe notwendigen Modelloperationen (Tätigkeiten) als Befehle bzw. Anweisungen wieder. Elemente als Rechtecke mit doppelten, vertikalen Linien geben an, dass Unterprogramme im Modell ausgeführt werden. Die Pfeile kennzeichnen den Datenfluss im Modell.

Es liegen Daten zu den Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes von Straßen einer Autobahnmeisterei in Deutschland vor, die mit einer zu betreuenden Netzlänge von ca. 70 km ein nach dem Stand der Forschung in Kapitel 3.3.2 durchschnittliches Einzugsgebiet betreut. Diese Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Anlagenbestandes von Straßen werden in das Modell implementiert. Mangels vorliegender Daten zu Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ von Brücken und von Tunneln des Netzes jener Autobahnmeisterei werden diese auf Basis realisierter Bauvorhaben in der Modellanwendung angesetzt. Die zu implementierenden Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ des Netzes N zu Klimaparametern und Unfällen werden aus dem Stand der Forschung deduktiv sowie zu Verkehrsbelastung und Verkehrsintensität (DTV , DTV_{SV}) aus der öffentlich zugänglichen Datenbank der BASt abgeleitet.

Sowohl die in das Modell implementierten Daten zu Art und Menge, Aufwandswerten $w_{i,n}$ sowie Kostenkennwerten π_i von Elementarfaktoren EF_i als auch die Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n werden in der Modellanwendung als unveränderte Eingabeparameter übernommen. Die derzeit im Modell hinterlegten Werte zu Rüstungsaufwand, Transportgeschwindigkeit sowie die zur Ermittlung des Beschäftigungsgrades BG_n erforderliche tägliche Arbeitszeit $Dauer_{max}$ werden ebenfalls übernommen (vgl. Kapitel 4.4.3.2 und 4.4.3.1.3).

Die Leistungspositionen $BDL_{600.01}$ (Beseitigung von Unfallschäden) und $BDL_{600.02}$ (Durchführung von verkehrsregelnden Maßnahmen bei Katastrophenfällen) des sechsten Leistungsbereiches werden aufgrund der eingeschränkten Bestimmbarkeit der Aufgabenmerkmale und der hieraus resultierenden Prognoseunsicherheit für das zu untersuchende Netz N nicht quantifiziert.

⁴³³ Vgl. Kwiatkowski, Josef; Arndt, Beate: *BASIC: Eine Einführung in 10 Lektionen mit zahlreichen Programmbeispielen, 95 Übungsaufgaben und deren vollständigen Lösungen*, Informationstechnik und Datenverarbeitung (Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag GmbH, 1983). doi:10.1007/978-3-642-96742-9, S. 35–36.

⁴³⁴ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: *Informationsverarbeitung - Sinnbilder und ihre Anwendung* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1983).

6.1 Leistungsumfang LU_N

In Abbildung 6-1 werden die erforderlichen Operationen zur Bestimmung des Leistungsumfanges LU_N des Netzes N als Ablaufplan dargestellt (vgl. Abbildung 6-1). Die Eingabe der allgemeinen Definitionen von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$, von übergeordneten Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und von spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ mit den Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ der Objekte $O_{N,m}$ ist für die Theorie notwendig. Die im Modell derzeit hinterlegten Definitionen sind in einer Modellanwendung optional vorzunehmen und können dementsprechend selbst generiert oder aus dieser Arbeit übernommen werden. Die Implementierung der netz- und objektspezifischen Daten des zu untersuchenden Netzes N aus der internen Datenbank, d. h. Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ sowie die Objekte $O_{N,m}$ mit den entsprechenden Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ als Anlagenbestand AB_N , in Abbildung 6-1 ist für eine Anwendung zwingend notwendig.

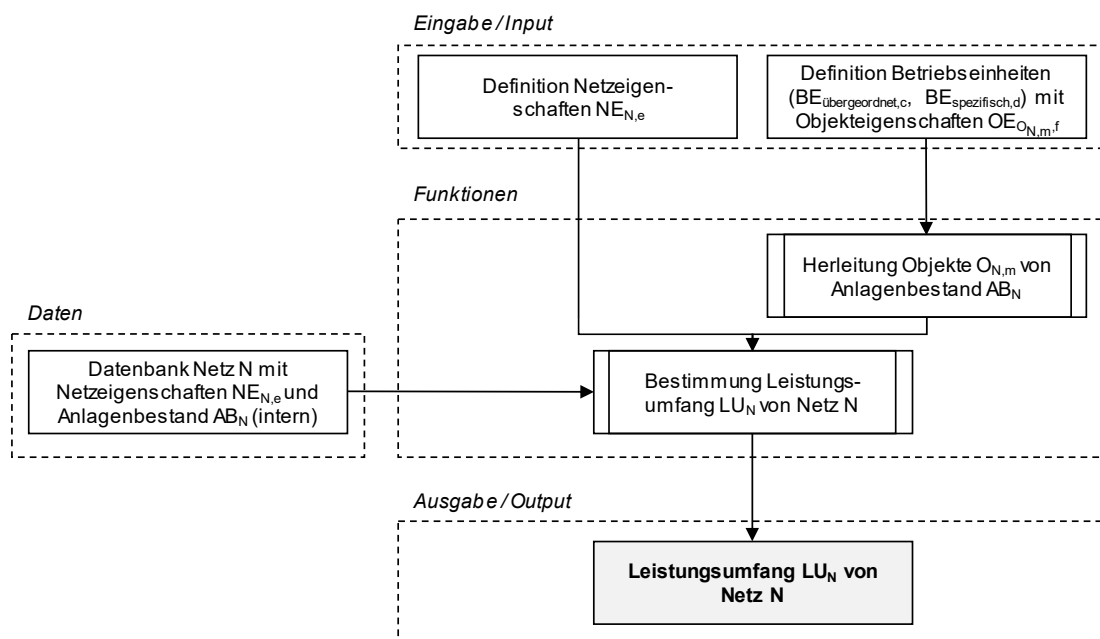


Abbildung 6-1: Bestimmung des Leistungsumfanges LU_N des Netzes N

In dieser Modellanwendung werden die allgemeinen Definitionen der Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ des Modells sowie der Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$ mit den Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ der Objekte O_m als Eingabeinformationen übernommen (vgl. Abbildung 6-1). Auf der Grundlage der implementierten Eingabeinformationen zu Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$ mit den Objekteigenschaften $OE_{O_{N,m},f}$ der Objekte $O_{N,m}$ wird der allgemeine Anlagenbestand AB_N festgelegt. Die zur Bestimmung des netzspezifischen Leistungsumfanges LU_N erforderlichen Daten, d. h. Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ sowie Anlagenbestand AB_N in Kapitel 6.1.1 und 6.1.2, werden in das Modell eingebettet. Als Ausgabeinformationen ergibt sich der spezifische Leistungsumfang LU_N des Netzes N .

6.1.1 Importierte Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ von Netz N

Das exemplarische Netz N mit einem Durchmesser von 70 km umfasst einen Anlagenbestand AB_N von vier Streckenabschnitten ($O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$), acht Brückenbauwerken ($O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$) und einem Tunnelbauwerk ($O_{N,T.01}$). Die Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ des Netzes N werden in Tabelle 6-1 aufgelistet.

Netzeigenschaften $NE_{N,e}$		Dimension
Straße	4,0	[Stk]
Brücke	8,0	[Stk]
Tunnel	1,0	[Stk]
DTV	28.000,0	[Kfz/24h]
DTV _{SV}	4.000,0	[SV/24h]
Unfälle im Mittel	1.088,0	[Stk/a]
Monate des Winterdienstes	5,0	[Mo]
Neuschneehöhe im Mittel	47,0	[cm/a]
Schneefalltage im Mittel	22,5	[d/a]
Glatteis- / Eisglättetage im Mittel	28,5	[d/a]
Reifglättetage im Mittel	5,1	[d/a]
Lage der Meistereirei	0,5	[km]

Tabelle 6-1: Netzeigenschaften $NE_{N,e}$

Auf Grundlage der jährlichen Verkehrszählung von BAST⁴³⁵ werden Minimal-, Maximal- und Mittelwerte sowie Median der täglichen Verkehrsbelastung durch Kraftfahrzeuge (DTV) und durch den Schwerlastverkehr (DTV_{SV}) für alle in Deutschland liegenden Autobahnen im Jahr 2017 bestimmt. Es ergibt sich pro Fahrbahn ein Mittelwert von täglich etwa 29.000 Kfz und von ca. 4.200 SV sowie ein Median von täglich rund 26.500 Kfz und von etwa 3.700 SV. Auf dieser Grundlage wird im Netz N eine homogene Verkehrsbelastung mit einer DTV von 28.000 Kfz/24h sowie einer DTV_{SV} von 4.000 SV/24h angesetzt (vgl. Tabelle 6-1). Die jährlichen Unfallzahlen werden in Anlehnung an die Berechnungsmethodik von EWS⁴³⁶ ermittelt (vgl. Kapitel 5.1.1). Gemäß Tabelle 6-1 werden im Netz N in beiden Fahrrichtungen jährlich 1.088 Unfälle, d. h. 209 Personenschäden und 879 Sachschäden, verursacht. Hinsichtlich der Klimaparameter in Tabelle 6-1 werden die 20-jährigen Mittelwerte im Intervall 2011 bis 2030 der in KliBet⁴³⁷ untersuchten Meistereireien angesetzt. Die Dienststelle der Autobahnmeistereirei befindet sich in einer Entfernung von 500 m zum Netzmittelpunkt (vgl. Tabelle 6-1).

Die Verteilung der Objekte $O_{N,m}$ des Anlagenbestandes AB_N im Netz N als weitere Netzeigenschaft $NE_{N,e}$ ist Tabelle 6-2 zu entnehmen. In den beiden linken hellgrau gefüllten Spalten in Tabelle 6-2 ist die Entfernung der Objekte zum Netzmittelpunkt angetragen. Den oberen Zeilen in Tabelle 6-2 können die Objektbezeichnungen differenziert nach Straßen, Brücken und Tunnel entnommen werden. Zellen mit einer Eins in Tabelle 6-2 bedeuten, dass sich an diesem Kilometerabschnitt das jeweilige Objekt befindet, eine Null das Gegenteil. Die Streckenabschnitte $O_{N,S,01}$ bis $O_{N,S,04}$ sowie die Brückenbauwerke $O_{N,B,01}$ bis $O_{N,B,08}$ verteilen sich gleichmäßig im Netz (vgl. Tabelle 6-2).

⁴³⁵ Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen: *Automatische Zählstellen 2017*, zuletzt geprüft am 28.02.2019.

⁴³⁶ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)* (Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997), S. 38.

⁴³⁷ Vgl. Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska et al.: *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270 (Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016), S. 62–63.

Objekte $O_{N,m}$ von Anlagenbestand AB_N	Straßen				Brücken								Tunnel
	$O_{N,S.01}$	$O_{N,S.02}$	$O_{N,S.03}$	$O_{N,S.04}$	$O_{N,B.01}$	$O_{N,B.02}$	$O_{N,B.03}$	$O_{N,B.04}$	$O_{N,B.05}$	$O_{N,B.06}$	$O_{N,B.07}$	$O_{N,B.08}$	$O_{N,T.01}$
-35,0	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
-34,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-33,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-32,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-31,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-30,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-29,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-28,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-27,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-26,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-25,0	1,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-
-24,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-23,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-22,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-21,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-20,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-19,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-18,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-17,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-16,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-15,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
-14,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-13,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-12,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-10,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-9,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-8,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-7,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-6,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-5,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-
-4,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-3,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-2,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-1,0	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
1,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
2,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
6,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15,0	-	-	1,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-
16,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17,0	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
26,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-

Tabelle 6-2: Verteilung des Anlagenbestandes AB_N im Netz N

6.1.2 Importierter Anlagenbestand AB_N von Netz N

6.1.2.1 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Straßen

Das Netz N besteht aus den vier Streckenabschnitten $O_{N,S.01}$, $O_{N,S.02}$, $O_{N,S.03}$ und $O_{N,S.04}$ (vgl. Tabelle 6-14).

Objekt $O_{N,m}$	Länge [km]	Breite [m]	Regelquerschnitt [-]	Anzahl Fahrspuren [Stk]	Maximale Entfernung Meisterei [km]	Minimale Entfernung Meisterei [km]
$O_{N,S.01}$	18,00	36,00	RQ 36	3,00	35,50	17,50
$O_{N,S.02}$	17,00	36,00	RQ 36	3,00	18,50	1,50
$O_{N,S.03}$	18,00	31,00	RQ 31	2,00	18,50	0,50
$O_{N,S.04}$	17,00	31,00	RQ 31	2,00	35,50	18,50

Tabelle 6-3: Objekte $O_{N,S.01}$, $O_{N,S.02}$, $O_{N,S.03}$ und $O_{N,S.04}$ des Netzes N

Gemäß Tabelle 6-14 sind die Objekte $O_{N,S.01}$ und $O_{N,S.02}$ dreispurig sowie die Objekte $O_{N,S.03}$ und $O_{N,S.04}$ zweispurig. In Tabelle 6-14 wird in den beiden rechten Spalten jeweils die minimale sowie die maximale Entfernung der Streckenabschnitte zur Dienststelle der Meisterei angegeben. Tabelle 6-4 bis Tabelle 6-7 listen die Objekteigenschaften $OE_{ONS.01,f}$, $OE_{ONS.02,f}$, $OE_{ONS.03,f}$ und $OE_{ONS.04,f}$ mit den Elementen E_k , deren spezifischen Mengen $r_{ON,S.01,k}$, $r_{ON,S.02,k}$, $r_{ON,S.03,k}$ und $r_{ON,S.04,k}$ sowie deren Gesamtmengen $r_{N,k}$ des Netzes N auf.

$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	E_k	$E_k\text{-Nr.}$	$r_{N,k}$	$r_{ON,S.01,k}$	$r_{ON,S.02,k}$	$r_{ON,S.03,k}$	$r_{ON,S.04,k}$	$[ME_{E_k}]$
A	1	Fahrbahn, gesamt	1	70,00	18,00	17,00	18,00	17,00	[km]
		Fahrbahn, 2-spurig	1	35,00	-	-	18,00	17,00	[km]
		Fahrbahn, 3-spurig	1	35,00	18,00	17,00	-	-	[km]
		Bucht	2	2,00	2,00	-	-	2,00	[Stk]
		Verkehrsfläche	3	265,00	66,25	-	-	66,25	[m ²]
		Begehbare befestigte Fläche	4	-	-	-	-	-	[m ²]
		Gehwegfläche	5	-	-	-	-	-	[m ²]
	Bordrinne	6	-	-	-	-	-	[m]	
	Hochbord (ohne Rinne)	7	-	-	-	-	-	[m]	
	2	Taumittelsprühanlage	8	2,00	1,00	-	-	1,00	[Stk]
		Glättemeldeanlage (SWIS)	9	2,00	1,00	-	-	1,00	[Stk]
		Wetterstation	10	-	-	-	-	-	[Stk]
		Nebelwarnanlage	11	-	-	-	-	-	[Stk]
	3	Bankette, begrünt an Fahrbahn	12	69,92	17,48	17,48	17,48	17,48	[km]
			13	138.769,00	34.692,25	34.692,25	34.692,25	34.692,25	[m ²]
		Bankette, Rasengittersteine an Fahrbahn	14	-	-	-	-	-	[km]
			15	-	-	-	-	-	[m ²]
		Bankette, Schotterrasen an Fahrbahn	16	28,32	7,08	7,08	7,08	7,08	[km]
			17	56.426,00	14.106,50	14.106,50	14.106,50	14.106,50	[m ²]
		Bankette, befestigt an Fahrbahn	18	-	-	-	-	-	[km]
			19	-	-	-	-	-	[m ²]
		Bankette, versiegelt an Fahrbahn	20	-	-	-	-	-	[km]
			21	-	-	-	-	-	[m ²]
	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	22	68.317,00	18.083,91	14.065,26	18.083,91	18.083,91	[m]	
		23	204.951,00	54.251,74	42.195,79	54.251,74	54.251,74	[m ²]	
Befestigte Mittel- und Trennstreifen	24	1.675,00	-	837,50	-	-	[m]		
	25	5.025,00	-	837,50	-	-	[m ²]		

Tabelle 6-4: Objekteigenschaften $OE_{ONS.01,f}$ bis $OE_{ONS.04,f}$ von Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$, Teil 1

Kapitel 6 Anwendung des Modells

BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	E _k	E _k -Nr.	r _{N,k}	r _{ON,S.01,k}	r _{ON,S.02,k}	r _{ON,S.03,k}	r _{ON,S.04,k}	[ME _{E_k}]	
B	4	Passive Schutzeinrichtungen	26	130,70	16,34	16,34	16,34	16,34	16,34	[km]
		Einfache Schutzplanke	27	25,35	11,90	0,78	-	-	-	[km]
		Doppelte Schutzplanke	28	-	-	-	-	-	-	[km]
		Einfache Distanzschutzplanke	29	77,55	-	6,09	16,34	16,34	16,34	[km]
		Doppelte Distanzschutzplanke	30	7,68	-	3,84	-	-	-	[km]
		Einseitige Betongleitwand	31	8,70	4,35	-	-	-	-	[km]
		Doppelseitige Betongleitwand	32	0,18	0,09	-	-	-	-	[km]
		Sonstige passive Schutzeinrichtung	33	-	-	-	-	-	-	[km]
		Superrail	34	11,27	-	5,64	-	-	-	[km]
		Sonstige Stahlschutzsysteme	35	-	-	-	-	-	-	[km]
		Sonstige Leit- und Schutzeinrichtungen	36	-	-	-	-	-	-	[Stk]
	Blendschutz	37	1,15	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	[km]	
	Leitpfosten	38	2.800,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	[Stk]	
	Verkehrszeichen	39	485,50	123,00	120,00	120,00	122,50	122,50	[Stk]	
	Militärische Beschilderung	40	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Beleuchtete Schilder	41	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Wegweisende Beschilderung	42	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	StVO-Beschilderung	43	395,50	100,50	98,00	98,00	99,00	99,00	[Stk]	
	Sonstige Beschilderung	44	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Gefahr- und Schneezeichen	45	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Schneezeichen	46	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Amphibienzeichen	47	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Schneepfosten	48	-	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Schneezäune	49	0,80	0,80	-	-	-	-	[m]	
	Stationszeichen	50	199,00	50,50	49,00	49,00	50,50	50,50	[Stk]	
	6	Lichtsignalanlagen	51	-	-	-	-	-	-	[Stk]
	7	Beleuchtungsanlagen Strecke	52	-	-	-	-	-	-	[Stk]
	8	Durchlässe	53	69,50	18,00	17,00	17,00	17,50	[Stk]	
			54	1.776,00	459,97	434,42	434,42	447,19	[m]	
		Düker	55	-	-	-	-	-	-	[Stk]
			56	-	-	-	-	-	-	[m]
		Rohrleitungen	57	36,73	-	1,93	17,39	17,39	[km]	
		Kontrollschächte	58	367,22	-	19,33	173,95	173,95	[Stk]	
		Ablaufschächte	59	-	-	-	-	-	[Stk]	
		Straßenabläufe	60	367,22	-	19,33	173,95	173,95	[Stk]	
		Bordrinne	61	21.048,00	-	-	3.608,23	17.439,77	[m]	
		Kastenrinne	62	-	-	-	-	-	[m]	
		Schlitzrinne	63	-	-	-	-	-	[m]	
		Muldenrinne	64	827,50	-	-	413,75	-	[m]	
		Hochbord (ohne Rinne)	65	50,00	-	-	-	25,00	[m]	
		Graben, befestigt	66	-	-	-	-	-	[km]	
		Mulde, befestigt	67	0,79	-	-	0,40	-	[km]	
		Versickermulde, befestigt	68	-	-	-	-	-	[km]	
		Graben, unbefestigt	69	1,63	-	-	-	1,63	[km]	
		Mulde, unbefestigt	70	7,63	-	-	-	7,63	[km]	
		Versickermulde, unbefestigt	71	47,86	23,93	23,93	-	-	[km]	
		9	Großflächige Entwässerungsanlagen	72	7,00	1,75	1,75	1,75	1,75	[Stk]
	Einfriedung		73	1.104,00	276,00	276,00	276,00	276,00	[m]	
	Begehbare befestigte Fläche		74	2.801,00	700,25	700,25	700,25	700,25	[m ²]	
	Gehölzflächen		75	5.532,50	1.383,13	1.383,13	1.383,13	1.383,13	[m ²]	
	Grasflächen, intensiv		76	2.083,00	520,75	520,75	520,75	520,75	[m ²]	
	Grasflächen, extensiv		77	4.975,50	1.243,88	1.243,88	1.243,88	1.243,88	[m ²]	
	Einzelbäume		78	15,00	3,75	3,75	3,75	3,75	[Stk]	
	Kaskade		79	46,50	11,63	11,63	11,63	11,63	[m]	
	Rigolen		80	-	-	-	-	-	[m]	
	Sonstige		81	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Pumpanlagen		82	1,00	1,00	-	-	-	[Stk]	
	Rückstaukanal		83	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Versickerschacht		84	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Sonstige Entwässerungsanlagen		85	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Grasfläche		86	147,39	40,16	20,34	10,75	20,39	[km]	

Tabelle 6-5: Objekteigenschaften $OE_{ONS.01,f}$ bis $OE_{ONS.04,f}$ von Objekten $ON_{S.01}$ bis $ON_{S.04}$, Teil 2

Kapitel 6 Anwendung des Modells

BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	E _k	E _k -Nr.	r _{N,k}	r _{ON,S.01,k}	r _{ON,S.02,k}	r _{ON,S.03,k}	r _{ON,S.04,k}	[ME _{E_k}]	
C	9	Mittelstreifen	87	35,89	17,95	1,00	-	16,95	[km]	
			88	100.532,00	25.133,00	1.396,28	-	23.736,72	[m ²]	
		Trennstreifen	89	0,44	-	0,22	-	-	[km]	
			90	440,00	110,00	6,11	-	103,89	[m ²]	
		Mulde und Graben	91	81,43	17,45	16,48	6,79	-	[km]	
			92	239.231,00	51.263,79	48.415,80	19.935,92	-	[m ²]	
		Sichtfeld, intensiv	93	6,74	1,12	0,56	0,84	0,84	[km]	
			94	86.735,00	14.455,83	7.227,92	10.841,88	10.841,88	[m ²]	
		Sichtfeld, extensiv	95	22,89	3,64	2,08	-	2,60	[km]	
			96	239.327,00	38.074,75	21.757,00	32.635,50	27.196,25	[m ²]	
		Anliegerbereich	97	-	-	-	-	-	[km]	
			98	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Sonstige	99	-	-	-	-	-	[km]	
			100	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Gehölzflächen	101	0,85	0,42	-	-	0,42	[km]	
		Mittelstreifen	102	-	-	-	-	-	[km]	
			103	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Trennstreifen	104	0,47	0,23	-	-	0,23	[km]	
			105	462,50	231,25	-	-	231,25	[m ²]	
		Unmittelbarer Straßenrandbereich	106	-	-	-	-	-	[km]	
			107	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Sichtfeld	108	0,38	0,19	-	-	0,19	[km]	
			109	759,00	379,50	-	-	379,50	[m ²]	
		Anliegerbereich	110	-	-	-	-	-	[km]	
			111	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Sonstige (außerhalb Straßenrandbereich)	112	-	-	-	-	-	[km]	
			113	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Einzelbäume	114	1.872,50	474,72	448,35	474,72	474,72	[Stk]	
		Stützwand / Stützmauer	115	12,00	3,00	3,00	3,00	3,00	[Stk]	
		Geländerlänge	116	73,00	18,25	18,25	18,25	18,25	[m]	
		Felswand	117	-	-	-	-	-	[m ²]	
		Geländerlänge	118	-	-	-	-	-	[m]	
		10	Lärmschutzwände	119	24,00	6,00	6,00	7,00	5,00	[Stk]
				120	4.554,50	1.138,63	1.138,63	1.328,40	948,85	[m]
				121	15.424,50	3.856,13	3.856,13	4.498,81	3.213,44	[m ²]
		Bewässerungsanlagen an Lärmschutzwand	122	-	-	-	-	-	[Stk]	
		11	Schneefangzäune	123	-	-	-	-	-	[km]
				124	9.365,50	4.682,75	-	-	4.682,75	[m]
				125	18.717,00	9.358,50	-	-	9.358,50	[m ²]
		Wildschutz- / Amphibienschutzzäune	126	11.021,00	5.510,50	-	-	5.510,50	[m ²]	
			127	-	-	-	-	-	[m ²]	
		12	Parkplatz	127	4,00	2,00	-	-	2,00	[Stk]
			Stell- und Fahrbahnfläche	128	42.159,00	21.079,50	-	-	21.079,50	[m ²]
			Begehbare befestigte Fläche	129	650,00	325,00	-	-	325,00	[m ²]
			Gehwegfläche	130	3.096,00	1.548,00	-	-	1.548,00	[m ²]
			Treppenfläche	131	-	-	-	-	-	[m ²]
			Abfallbehälter	132	72,00	36,00	-	-	36,00	[Stk]
			Besucherfrequenz	133	2.912,00	1.456,00	-	-	1.456,00	[b/d]
			WC-Anlagen	134	4,00	2,00	-	-	2,00	[Stk]
			Bänke	135	48,00	24,00	-	-	24,00	[Stk]
			Tische	136	24,00	12,00	-	-	12,00	[Stk]
			Spielgeräte	137	-	-	-	-	-	[Stk]
			Verkehrsschilder < 1 m ²	138	96,00	48,00	-	-	48,00	[Stk]
			Verkehrsschilder > 1 m ²	139	4,00	2,00	-	-	2,00	[Stk]
			Beleuchtung (Standorte)	140	20,00	10,00	-	-	10,00	[Stk]
		Passive Schutzeinrichtungen	141	1.655,00	827,50	-	-	827,50	[m]	
		Einfriedung Mauer	142	332,00	166,00	-	-	166,00	[m]	
		Einfriedung Zaun	143	25,00	12,50	-	-	12,50	[m]	
		Einfriedung Gabione	144	-	-	-	-	-	[m]	
		Geländerlänge	145	86,00	43,00	-	-	43,00	[m]	
		Bordrinne	146	3.662,00	1.831,00	-	-	1.831,00	[m]	
		Muldenrinne	147	-	-	-	-	-	[m]	

Tabelle 6-6: Objekteigenschaften OE_{ONS.01,f} bis OE_{ONS.04,f} von Objekten ON_{S.01} bis ON_{S.04}, Teil 3

$BE_{\text{übergeordnet},c}$	$BE_{\text{spezifisch},d}$	E_k	$E_k\text{-Nr.}$	$r_{N,k}$	$r_{ON,S.01,k}$	$r_{ON,S.02,k}$	$r_{ON,S.03,k}$	$r_{ON,S.04,k}$	$[ME_{E_k}]$
C	12	Kastenrinne	148	-	-	-	-	-	[m]
		Schlitzrinne	149	-	-	-	-	-	[m]
		Mehrzeilige Rinne	150	-	-	-	-	-	[m]
		Hochbord (ohne Rinne)	151	6.050,00	3.025,00	-	-	3.025,00	[m]
		Kontrollschächte	152	104,00	52,00	-	-	52,00	[Stk]
		Ablaufschächte	153	-	-	-	-	-	[Stk]
		Straßenabläufe	154	109,00	55,00	-	-	54,00	[Stk]
		Ölabscheider	155	4,00	2,00	-	-	2,00	[Stk]
		Rohrleitungen	156	3.215,00	1.607,50	-	-	1.607,50	[m]
		Grünflächen, intensiv	157	28.606,00	14.303,00	-	-	14.303,00	[m ²]
		Grünflächen, extensiv	158	11.940,00	5.970,00	-	-	5.970,00	[m ²]
		Gehölzflächen	159	12.321,00	6.160,50	-	-	6.160,50	[m ²]
		Einzelbäume	160	305,00	153,00	-	-	152,00	[Stk]
		Verkehrsinself / Querungshilfen	161	-	-	-	-	-	[Stk]
		Begehbare befestigte Fläche	162	-	-	-	-	-	[m ²]
		Unbefestigte Fläche, bepflanzt	163	-	-	-	-	-	[m ²]
		Unbefestigte Fläche, unbepflanzt	164	-	-	-	-	-	[m ²]
	Grasfläche, intensiv	165	-	-	-	-	-	[m ²]	
	Bordrinne	166	-	-	-	-	-	[m]	
	Hochbord (ohne Rinne)	167	-	-	-	-	-	[m]	
	Telekommunikationsanlagen	168	26,00	7,00	6,00	7,00	6,00	[Stk]	
	Begehbare befestigte Fläche	169	382,50	102,98	88,27	102,98	88,27	[m ²]	
	Weitere Ausstattung	170	27,00	7,00	6,00	6,00	8,00	[Stk]	
	Verkehrsdetektoren	171	10,00	3,00	2,00	2,00	3,00	[Stk]	
	Zählgeräte	172	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	[Stk]	
	Streugutbehälter	173	-	-	-	-	-	[Stk]	
	Schaltkasten	174	5,00	2,00	1,00	1,00	1,00	[Stk]	
Verkehrspiegel	175	-	-	-	-	-	[Stk]		
Verkehrsbeeinflussungsanlage, Wechselverkehrszeichenanlage	176	2,00	1,00	-	-	1,00	[Stk]		
Sonstige	177	3,00	1,00	1,00	-	1,00	[Stk]		

 Tabelle 6-7: Objekteigenschaften $OE_{ONS.01,f}$ bis $OE_{ONS.04,f}$ von Objekten $ON_{S.01}$ bis $ON_{S.04}$, Teil 4

In Tabelle 6-8 bis Tabelle 6-11 wird als weitere Objekteigenschaft $OE_{ON,m,f}$ die Verteilung der in Tabelle 6-4 bis Tabelle 6-7 dargestellten Elemente E_k der Betriebseinheiten $BE_{\text{übergeordnet},c}$ und $BE_{\text{spezifisch},d}$ der Objekte $ON_{S.01}$, $ON_{S.02}$, $ON_{S.03}$ und $ON_{S.04}$ aufgelistet. Die Faktorzuweisung der Elemente E_k in Tabelle 6-8 bis Tabelle 6-11 hängt davon ab, ob sich die jeweilige übergeordnete Betriebseinheit $BE_{\text{übergeordnet},c}$ auf den gesamten Querschnitt oder eine Fahrbahnrichtung gemäß der Systemgrenze in Kapitel 5.1.2.1.1 bezieht. Falls sich eine übergeordnete Betriebseinheit $BE_{\text{übergeordnet},c}$ auf beide Fahrbahnrichtungsspuren bezieht, wird die Zelle des entsprechenden Elementes E_k mit 2,0 befüllt, falls nicht, wird dieser mit 1,0 berücksichtigt. Bezieht sich eine übergeordnete Betriebseinheit $BE_{\text{übergeordnet},c}$ nur auf die Fahrbahnrichtung und befindet sich jedoch in beiden Richtungen jeweils ein Element E_k , wird dies ebenfalls mit einer 2,0 berücksichtigt (vgl. Tabelle 6-8 bis Tabelle 6-11).

Objekteigenschaften OE _{ON,S.02,f}				Verteilung im Netz N [km]																		
BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	E _k	E _k -Nr.	-17,0	-16,0	-15,0	-14,0	-13,0	-12,0	-11,0	-10,0	-9,0	-8,0	-7,0	-6,0	-5,0	-4,0	-3,0	-2,0	-1,0		
A	1	Fahrbahn, 2-spurig	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Fahrbahn, 3-spurig	7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Bucht	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Verkehrsfläche	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	Taumittelsprühanlage	8	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Glättemeldeanlage (SWIS)	9	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	Bankette, begrünt	12	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			13	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Begrünter Mittel- und Trennstreifen	22	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			23	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		Befestigte Mittel- und Trennstreifen	24	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	Passive Schutzeinrichtungen	26	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Einsseitige Betongleitwand	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			37	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-
		Blendschutz	38	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		Leitpfosten	39	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		Verkehrszeichen	43	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Stationszeichen	50	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			53	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		6	Durchlässe	54	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
				57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
Rohrleitungen	58		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	
Kontrollschächte	60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	
Straßenabläufe	61		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bordrinne	64		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Muldenrinne	67		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mulde, befestigt	69		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Graben, unbefestigt	70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mulde, unbefestigt	71		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
B	Versickermulde, unbefestigt	72	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
		74	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
	Begehbare befestigte Fläche	75	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
		76	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
	Gehölzflächen	77	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
	Grasflächen, intensiv	78	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
	Grasflächen, extensiv	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaskade	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Pumpanlage	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Mittelstreifen	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		89	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Trennstreifen	90	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
91		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
Mulde und Graben	92	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
	93	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-		
Sichtfelder, intensiv	94	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-		
	95	-	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-		
Sichtfelder, extensiv	96	-	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-		
	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Gehölzflächen	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Trennstreifen	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sichtfeld	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	114	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
8	Lärmschutzwände	119	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	
		120	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	
		121	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	
C	9	Wildschutzzaun	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Parkplatz	127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10	Stell- und Fahrbahnfläche	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Begehbare befestigte Fläche	129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Gehwegfläche	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		WC-Anlagen	134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Bänke	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Tische	136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Spielgeräte	137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Verkehrsschilder < 1 m²	138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Verkehrsschilder > 1 m²	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Passive Schutzeinrichtungen	141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Bordrinne	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Hochbord (ohne Rinne)	151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Kontrollschächte	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Straßenabläufe	154	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Rohrleitungen	156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Grünflächen, intensiv	157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Grünflächen, extensiv	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Gehölzflächen	159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Einzelbäume	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	11	Telefonanlage	168	-	2,0	-	-	2,0	-	-	-	2,0	-	-	2,0	-	-	2,0	-	-	2,0	
Begehbare befestigte Fläche		169	-	2,0	-	-	2,0	-	-	-	2,0	-	-	2,0	-	-	2,0	-	-	2,0		

Tabelle 6-9: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft OE_{ON,S.02,f} von Objekt ON,S.02

Kapitel 6 Anwendung des Modells

Objekteigenschaften $OE_{ON,S.04,f}$				Verteilung im Netz N [km]																			
$BE_{\text{übergeordnet,c}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	E_k	E_k -Nr.	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0		
A	1	Fahrbahn, 2-spurig	1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Fahrbahn, 3-spurig	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Bucht	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	
		Verkehrsfläche	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	
	2	Taunittelprüfanlage	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
		Glättemeldeanlage (SWIS)	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
	3	Bankette, begrünt	12	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			13	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Begrünte Mittel- und Trennstreifen	22	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			23	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		Befestigte Mittel- und Trennstreifen	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	Passive Schutzeinrichtungen	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			26	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Einseitige Betongleitwand	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Doppelseitige Betongleitwand	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Blendschutz	38	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Leitpfosten	39	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
		Verkehrszeichen	43	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		5	StVO-Schilder	50	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
				53	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			Stationszeichen	54	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
				57	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
Rohrleitungen			58	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			60	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
Straßenabläufe			61	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
			64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Muldenrinne		67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			69	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Mulde, befestigt		70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-		
			71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Versickermulde, unbefestigt	72	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		74	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	7	Gehölzflächen	75	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
76			-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Grasflächen, intensiv		77	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		78	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Grasflächen, extensiv		79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
8		Kaskade	87	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0			
			88	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0				
		Pumpanlage	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		Mittelsstreifen	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	92		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	Mulde und Graben	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		94	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-				
	Sichtfelder, intensiv	95	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	-	-				
		96	-	-	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	-	-				
9	Gehölzflächen	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Trennstreifen	105	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0	-	-					
	Sichtfeld	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0	-	-					
		114	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0					
	10	Einzelbäume	119	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-				
			120	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-					
Lärmschutzwände		121	-	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-						
	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
11	10	Wildschutzzaun	127	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			128	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		Parkplatz	129	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			130	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		Stell- und Fahrbahnfläche	134	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			135	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		Begehbare befestigte Fläche	136	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			137	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		Gehwegfläche	138	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			139	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	WC-Anlagen	141	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		146	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Bänke	151	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		152	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Tische	154	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		155	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Spielgeräte	156	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		157	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Verkehrsschilder < 1 m²	158	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		159	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Verkehrsschilder > 1 m²	160	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		168	-	-	2,0	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2,0	-	-	2,0						
Passive Schutzeinrichtungen	169	-	-	2,0	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2,0	-	-	2,0							
	169	-	-	2,0	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2,0	-	-	2,0							

Tabelle 6-11: Bestandsverteilung der Elemente E_k als Objekteigenschaft $OE_{ON,S.0$

6.1.2.2 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Brücken

Im Netz N sind acht Brücken aus Stahlbeton- und Spannbetonbauweise betrieblich zu unterhalten. Dies entspricht ca. 87 % des Brückenbestandes von Bundesfernstraßen⁴³⁸ in Deutschland. Auf Basis realisierter Brückenbauvorhaben sind die folgenden acht Objekte in Tabelle 6-12 im Netz N zu betreiben.

Objekt $O_{N,m}$	Baumaterial [-]	Bauwerksart [-]	Gesamtstützweite [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Regelquerschnitt [-]	Anzahl Felder [Stk]	Entfernung Meisterei [km]
$O_{N,B.01}$	Stahlbeton	Rahmen	11,62	39,44	458,29	RQ 36	1,00	35,50
$O_{N,B.02}$	Stahlbeton	Rahmen	11,62	39,44	458,29	RQ 36	1,00	25,50
$O_{N,B.03}$	Stahlbeton	Rahmen	10,22	36,58	373,85	RQ 31	1,00	15,50
$O_{N,B.04}$	Stahlbeton	Rahmen	10,22	36,58	373,85	RQ 31	1,00	5,50
$O_{N,B.05}$	Stahlbeton	Rahmen	10,22	36,58	373,85	RQ 31	1,00	5,50
$O_{N,B.06}$	Spannbeton	Plattenbalken	60,00	38,10	2.286,00	RQ 36	2,00	15,50
$O_{N,B.07}$	Spannbeton	Plattenbalken	60,00	38,10	2.286,00	RQ 36	2,00	25,50
$O_{N,B.08}$	Spannbeton	Plattenbalken	212,00	31,60	6.699,20	RQ 31	6,00	35,50

Tabelle 6-12: Objekte $O_{N,B.01}$, $O_{N,B.02}$, $O_{N,B.03}$, $O_{N,B.04}$, $O_{N,B.05}$, $O_{N,B.06}$, $O_{N,B.07}$ und $O_{N,B.08}$ des Netzes N

In Tabelle 6-12 werden neben der Objektnummer das Baumaterial, die Bauwerksart, die Gesamtstützweite, die Breite, die Fläche, der Regelquerschnitt und die Anzahl der Felder aufgelistet. In den beiden rechten Spalten von Tabelle 6-12 werden die Entfernung zur Dienststelle der Meisterei sowie die Zustandsnote angegeben.

Die Objekteigenschaften $OE_{ON,B.01,f}$, $OE_{ON,B.02,f}$, $OE_{ON,B.03,f}$, $OE_{ON,B.04,f}$, $OE_{ON,B.05,f}$, $OE_{ON,B.06,f}$, $OE_{ON,B.07,f}$ und $OE_{ON,B.08,f}$ der acht Brückenobjekte sind Tabelle 6-13 zu entnehmen. Es werden die Elemente E_k mit deren Mengen $r_{ON,B.01,k}$, $r_{ON,B.02,k}$, $r_{ON,B.03,k}$, $r_{ON,B.04,k}$, $r_{ON,B.05,k}$, $r_{ON,B.06,k}$, $r_{ON,B.07,k}$ und $r_{ON,B.08,k}$ sowie die Gesamtmenge $r_{N,k}$ des Netzes N angegeben.

⁴³⁸ Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen: *Brücken an Bundesfernstraßen: Brückenstatistik 09/2018*, zuletzt geprüft am 01.03.2019.

BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	E _k	E _k -Nr.	r _{N,k}	r _{ON,B.01,k} und r _{ON,B.02,k}	r _{ON,B.03,k} r _{ON,B.04,k} und r _{ON,B.05,k}	r _{ON,B.06,k} und r _{ON,B.07,k}	r _{ON,B.08,k}	[ME _{E_k}]	
A	1	Fahrbahn, 2-spurig	178	242,66	-	10,22	-	212,00	[m]	
		Fahrbahn, 3-spurig	178	143,24	11,62	-	60,00	-	[m]	
		Verkehrsfläche	179	-	-	-	-	-	-	[m ²]
		Begehbare befestigte Fläche	180	-	-	-	-	-	-	[m ²]
		Gehwegfläche	181	-	-	-	-	-	-	[m ²]
		Bordrinne	182	293,84	11,62	10,22	60,00	212,00	[m]	
Hochbord (ohne Rinne)	183	-	-	-	-	-	-	[m]		
B	8	Rohrleitungen	184	66,26	17,10	17,42	13,32	18,42	[km]	
		Kontrollschächte	185	-	-	-	-	-	-	[Stk]
		Ablaufschächte	186	62,00	-	-	10,00	42,00	42,00	[Stk]
		Straßenabläufe	187	74,00	4,00	-	12,00	42,00	42,00	[Stk]
C	9	Grasfläche (am Bauwerk)	188	1.751,68	157,76	276,32	212,40	182,40	[m ²]	
		Gehölzfläche (am Bauwerk)	189	124,44	-	-	53,10	18,24	18,24	[m ²]
		Treppenfläche	190	69,00	9,20	9,20	6,44	10,12	10,12	[m ²]
D	14	Brücken / Trog	191	16,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	[Stk]
		Begehbare befestigte Fläche	192	13.309,33	458,29	373,85	2.286,00	6.699,20	6.699,20	[m ²]
		Widerlager	193	16,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	[Stk]
			194	2.762,53	274,05	463,73	247,34	328,55	328,55	[m ²]
		Pfeiler	195	18,00	-	-	4,00	10,00	10,00	[Stk]
			196	269,72	-	-	79,70	110,33	110,33	[m ²]
		Stationäre Brückeninspektionsgeräte	197	10,00	-	-	2,00	6,00	6,00	[Stk]
		Geländerlänge	198	771,80	23,24	20,44	120,00	424,00	424,00	[m]
		Querschnittsart	199	-	einstegig, offen	einstegig, offen	zweistegig, offen	zweistegig, offen	-	[-]
		Statisches System in Längsrichtung	200	-	Rahmen	Rahmen	Plattenbalken	Plattenbalken	-	[-]
		Zustandsnote	201	-	1,1 / 1,9	2,3 / 3,2 / 3,5	2,8 / 2,0	1,40	1,40	[-]
15	Leuchten	202	-	-	-	-	-	-	[Stk]	

Tabelle 6-13: Objekteigenschaften $OE_{ON,B.01,f}$ bis $OE_{ON,B.08,f}$ von Objekten $ON_{B.01}$ bis $ON_{B.08}$

6.1.2.3 Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ des Tunnels

Die Informationen zur Konzeption und zur Dimensionierung des Tunnelbauwerks $ON_{T.01}$ des Netzes N sind Tabelle 6-14 zu entnehmen. Die Entfernung zur Dienststelle der Meisterei in Tabelle 6-14 stellt die mittlere Distanz, d. h. Entfernung von der Meisterei zur Mitte der Tunnellänge, dar.

Objekt ON_{m}	Bauweise	Länge [m]	Breite [m]	Anzahl Tunnelröhren [Stk]	Fläche [m ²]	Regelquerschnitt [-]	Entfernung Meisterei [km]
$ON_{T.01}$	offen	1.900,00	13,50	2,00	51.300,00	RQ 29,5 T	1,00

Tabelle 6-14: Objekt $ON_{T.01}$ des Netzes N

Die in Tabelle 6-14 enthaltenen Daten basieren auf den Informationen eines betriebenen Tunnelbauwerks in Deutschland. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten werden die Objekteigenschaften $OE_{N,T.01,f}$ mit den Elementen E_k und deren spezifischen Menge $r_{ON,T.01,k}$, die zugleich die Gesamtmenge $r_{N,k}$ des Netzes N bildet, in Tabelle 6-15 aufgelistet. Da im Netz N nur ein Tunnelobjekt betrieblich zu unterhalten ist, wird keine Gesamtmenge $r_{N,k}$ in Tabelle 6-15 aufgeführt. Für das untersuchte Tunnelbauwerk $ON_{T.01}$ liegt keine hinreichende Datenlage vor. Falls die geforderten Daten des Objektes $ON_{T.01}$ des Netzes N nicht vorhanden sind, wird dies in Tabelle 6-15 mit „n.b.“ (nicht bekannt) gekennzeichnet. Die unzureichende Datenlage dieser Elemente E_k schränkt nicht die Quantifizierung der betrieblichen Unterhaltung in der Modellanwendung ein, da diese Elemente E_k keine in der Modellanwendung bestimmten Kosteneinflussgrößen darstellen.

BE _{übergordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	E _k	E _k -Nr.	r _{ON,T.01,k}	[ME _{E_k}]	
A	1	Fahrbahn, 2-spurig	203	1.900,00	[m]	
		Verkehrsfläche	204	43.700,00	[m ²]	
		Begehbare befestigte Fläche	205	7.600,00	[m ²]	
		Gehwegfläche	206	-	[m ²]	
		Bordrinne	207	3.800,00	[m]	
		Hochbord (ohne Rinne)	208	-	[m]	
B	8	Rohrleitungen	209	n.b.	[km]	
		Kontrollschächte	210	n.b.	[Stk]	
		Ablaufschächte	211	n.b.	[Stk]	
		Straßenabläufe	212	n.b.	[Stk]	
E	16	Tunnelröhre	213	2,00	[Stk]	
		Tunnelfläche	214	51.300,00	[m ²]	
		Ausrichtung Nord-Süd / Ost-West	215	Nord-Süd	[-]	
		Richtungsverkehr / Gegenverkehr	216	Richtungsverkehr	[-]	
	17	Pumpenanlagen	217	n.b.	[Stk]	
		Betriebsstunden (inkl. Wartung)	218	n.b.	[kWh]	
	18	Natürliche Belüftung	220	-	[-]	
		Mechanische Belüftung		221	mechanisch	[-]
				222	48,00	[Stk]
				223	18,50	[W]
		Betriebsstunden (inkl. Wartung)	224	21,03	[h]	
	19	Anzahl Leuchtenreihe, Einfahrtsstrecke je Röhre		225	4,00	[Stk]
				226	516,00	[Stk]
		Lampen je Leuchtenreihe, Einfahrtsstrecke je Röhre		227	400,00	[W]
				227	150,00	[W]
		Betriebsstunden (inkl. Wartung), Einfahrtsstrecke	228	5.407,55	[h]	
		Anzahl Leuchtenreihe, Durchfahrtsstrecke je Röhre	229	2,00	[Stk]	
		Lampen je Leuchtenreihe, Durchfahrtsstrecke je Röhre		230	248,00	[Stk]
				231	70,00	[W]
	Betriebsstunden (inkl. Wartung), Durchfahrtsstrecke	232	12.672,45	[h]		
	20	Tunnelbetriebsgebäude		233	2,00	[Stk]
				234	n.b.	[kWh]
		Lüftergebäude		235	1,00	[Stk]
				236	n.b.	[kWh]
Hebeanlagen			237	-	[Stk]	
			238	-	[kWh]	
21	Betriebsenergie (inkl. Wartung)	239	n.b.	[kWh]		
	Notrufstationen	240	n.b.	[Stk]		
	Löscheinrichtungen	241	n.b.	[Stk]		
	Brandmeldeanlagen	242	n.b.	[Stk]		
	Videoüberwachung	243	n.b.	[Stk]		
	Lautsprecher	244	n.b.	[Stk]		
	Tunnelfunk	245	n.b.	[Stk]		
	Sichtweite Messgerät	246	n.b.	[Stk]		
	Orientierungsbeleuchtung, Fluchtwege- kennzeichnung		247	n.b.	[Stk]	
			248	n.b.	[kW]	

Tabelle 6-15: Objekteigenschaften $OE_{ON,T.01,f}$ von Objekt $ON,T.01$

6.2 Leistungssoll LS_N

In Abbildung 6-2 werden die erforderlichen Operationen zur Bestimmung des Leistungssolls LS_N von Netz N als Ablaufplan dargestellt. Auf der Basis der Definitionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n mit entsprechendem Turnus T_n wird ein Leistungskatalog mit standardisierten Leistungspositionen abgeleitet. Die in Abbildung 6-2 dargestellten Operationen der Eingabe, der Verarbeitung und der Ausgabe können in Abhängigkeit der

Anwendungserfordernis selbst durchgeführt oder aus dem Modell unverändert bzw. angepasst übernommen werden.

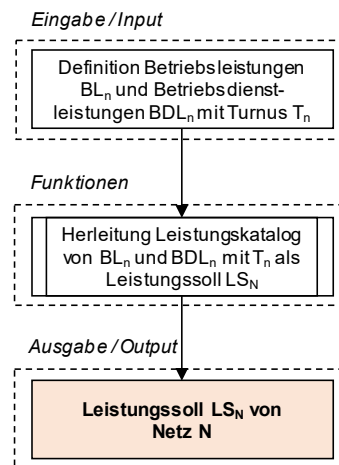


Abbildung 6-2: Bestimmung des Leistungssolls LS_N

In dieser Modellanwendung werden die Eingabeinformationen zu den standardisierten Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n mit einem Turnus T_n des Leistungskataloges unverändert übernommen. Dementsprechend wird für das Netz N der im Modell in Kapitel 5.2 hinterlegte Leistungskatalog mit Leistungspositionen und Turnus von BL_n und BDL_n zu Grunde gelegt. Als Ausgabeinformation in Abbildung 6-2 ergibt sich das in Kapitel 5.2 definierte Leistungssoll LS_N des Netzes N , in dem die erforderlichen Leistungen sowie deren Turnus zur Erhaltung des Soll-Zustandes des Anlagenbestandes AB_N festgelegt sind.

6.3 Leistungsniveau SL_N

Das Leistungsniveau SL_N , das den Standard der betrieblichen Unterhaltung der Organisationseinheiten verbindlich definiert, wird aus dem Leistungsumfang LU_N in Kapitel 6.1 und dem Leistungssoll LS_N in Kapitel 6.2 des Netzes N hergeleitet. Für eine Modellanwendung ist die Dateneingabe der Leistungswerte LW_n von Betriebsleistungen BL_n und von Betriebsdienstleistungen BDL_n des zu untersuchenden Netzes N aus einer internen Datenbank erforderlich. Die Modelloperationen der Eingabe, der Verarbeitung und der Ausgabe zur Bestimmung des Leistungsniveaus SL_N sind Abbildung 6-3 zu entnehmen.

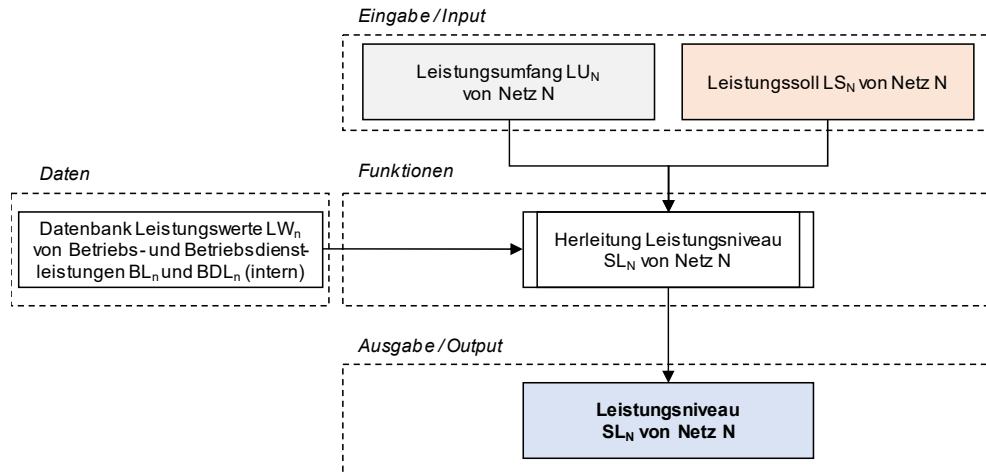


Abbildung 6-3: Bestimmung des Leistungsniveaus SL_N des Netzes N

Die im Modell implementierten, in Kapitel 5.3 festgelegten Leistungswerte LW_n werden in dieser Modellanwendung unverändert übernommen. Die im Modell bislang qualifizierten Leistungswerte LW_n werden von den in Kapitel 6.1 entsprechenden Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ hergeleitet und in die Struktur gemäß Tabelle 6-16 und Tabelle 6-17 implementiert. Als Ausgabedatei ergibt sich das Leistungsniveau SL_N von Netz N .

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistungen BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_n/ME_{E_k}]$
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	Fahrbahn	km	1*0,17%*Anzahl Sachschäden	0,37	[Stk/ME _{BE}]
300.22	Bemalungen entfernen	WC-Anlagen von Parkplätzen	Stk	127	4,00	[Stk/ME _{BE}]
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	Fahrbahn	km	1*Monate Winterdienst	5,00	[km/ME _{BE}]
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	Schneezäune	Länge	49	1,00	[m/m]
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen	Gefahr- und Schneezeichen	Länge	45	1,00	[km/Stk]
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, links)	Fahrbahn	Anzahl	1	4,00	[Stk/km]
400.01.1	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (2-spurig, rechts)	Fahrbahn	Anzahl	1	4,00	[Stk/km]
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, links)	Fahrbahn	Anzahl	1	6,00	[Stk/km]
400.01.2	Schäden an Fahrbahnen beseitigen (3-spurig, rechts)	Fahrbahn	Anzahl	1	6,00	[Stk/km]
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	Begehbare befestigte Flächen von Buchten, Parkplätzen	Fläche	4, 129	0,05	[Stk/m ²]
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	Fläche	23	0,02	[Stk/m ²]
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen	Felswand	Anzahl	117	1,00	[Stk/m ²]
400.05.1	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Brücke)	Brücken	Anzahl	192	4,00	[Stk/ME _{BE}]
400.05.2	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen (Tunnel)	Fahrbahn, Tunnelröhre	Länge, Anzahl	206*216	1,00	[Stk/ME _{BE}]
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen	Rinnen und Gräben	Länge	∑61 bis 66	0,03	[Stk/m]
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	Gräben und Mulden	Länge	∑69 bis 71	0,03	[Stk/km]
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	Begrünte Mittel- und Trennstreifen	Länge	22	0,03	[Stk/m]
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	Düker, Durchlässe und Rohrleitungen	Anzahl	∑53, 55, 57	0,02	[Stk/Stk]
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	Kontrollschächte, Ablaufschächte, Straßenabläufe	Anzahl	∑58 bis 60	0,03	[Stk/Stk]

Tabelle 6-16: Importierte Leistungswerte LW_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 1

Leistungsposition		Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ aus Anlagenbestand AB_N			Leistungswert	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistungen BDL_n	E_k von $BE_{spezifisch,d}$	$[ME_{E_k}]$	E_k -Nr.	LW_n	$[ME_n/ME_{E_k}]$
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	Großflächige Entwässerungsanlagen	Anzahl	72	1,00	[Stk/Stk]
500.14	Bäume sanieren oder fällen	Einzelbäume von Großflächigen Entwässerungsanlagen, Gehölzflächen, Parkplätzen	Anzahl	∑78, 114, 60	0,01	[Stk/Stk]
500.15	Verkehrszeichen warten	Verkehrszeichen	Anzahl	∑39 bis 44, 138, 139	0,05	[Stk/Stk]
500.16	Leitpfosten warten	Leitpfosten	Anzahl	38	0,04	[Stk/Stk]
500.17	Stationierungszeichen warten	Stationszeichen	Anzahl	50	0,04	[Stk/Stk]
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (linke Fahrspur)	Einseitige und doppelseitige Betongleitwände	Länge	∑31, 32, 141	0,04	[m/km]
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand (rechte Fahrspur)	Einseitige und doppelseitige Betongleitwände	Länge	∑31, 32, 141	0,04	[m/km]
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (linke Fahrspur)	Einfache / doppelte Schutzplanken und Distanzschutzplanken, Superrail, sonstige Stahlschutzsysteme	Länge	∑27 bis 30, 34, 35, 141	0,04	[m/km]
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplanken (rechte Fahrspur)	Einfache / doppelte Schutzplanken und Distanzschutzplanken, Superrail, sonstige Stahlschutzsysteme	Länge	∑27 bis 30, 34, 35, 141	0,04	[m/km]

Tabelle 6-17: Importierte Leistungswerte LW_n von Betriebsdienstleistungen BDL_n , Teil 2

Für die Leistungsposition $BDL_{300.05}$ (Beseitigung von verkehrsbehindernden Verschmutzungen) wird im Netz N angesetzt, dass diese in relativem Zusammenhang mit den in Kapitel 6.1.1 quantifizierten Sachschäden auftreten (vgl. Tabelle 6-16). Das relative Verhältnis von Sachschäden zu Verschmutzungen in Tabelle 6-16 wird in der Modellanwendung frei gewählt.

Im Netz N treten Bemalungen ausschließlich an WC-Anlagen von Parkplätzen auf ($BDL_{300.22}$ in Tabelle 6-16). Eine Entfernung von Bemalungen ist vierteljährlich pro Jahr und Parkplatz durchzuführen. Schneeverwehungen sind gemäß Tabelle 6-16 in jedem Monat zu beseitigen, in dem Leistungen des Winterdienstes erbracht werden (vgl. Tabelle 6-1 in Kapitel 6.1).

Für das Netz N hängen die Leistungswerte LW_n der Leistungspositionen von Betriebsinstandsetzung und von Inspektion und Wartung in Tabelle 6-16 und Tabelle 6-17 proportional von den jeweiligen Lebensdauern der entsprechenden Elemente E_k von Betriebseinheiten ab. Die Kennwerte zu Lebensdauern dieser Elemente E_k basieren auf den Daten des Untersuchungsberichtes von ZIMMERMANN et al.⁴³⁹. Diese Leistungswerte LW_n des Leistungsniveaus SL_N von Netz N bilden den Abnutzungsvorrat der jeweiligen Elemente E_k und verhalten sich homogen über das vorliegende Intervall der technischen Lebensdauer. Dies bedeutet, dass ein Element E_k mit einer technischen Lebensdauer von zehn Jahren jährlich zehn Prozent betrieblich zu unterhalten ist.

6.4 Betriebskosten BK_O der Objekte $O_{N,m}$ von Netz N

Die Betriebskosten BK_N des Anlagenbestandes AB_N des Netzes N werden gemäß des in Abbildung 6-4 dargestellten Ablaufes von notwendigen Modelloperationen bestimmt. Die Definition von Elementarfaktoren EF_i ist für den Ablauf des vierten Modellbestandteils notwendig. Zur Bestimmung von Betriebskosten können die im Modell implementierten Elementarfaktoren EF_i entweder unverändert übernommen oder je nach Anwendungserfordernis selbst bestimmt

⁴³⁹ Vgl. Zimmermann, Josef; Osterried, Julia et al.: *Infrastrukturmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten in der Betriebsphase: Forschungsbericht* (München, 2017).

werden. Das in Kapitel 6.3 bestimmte Leistungsniveau SL_N des Netzes N wird gemäß Abbildung 6-4 importiert und bildet die Grundlage der Quantifizierung.

Zur Genese von Kostenkennwerten π_n von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n sind nach Abbildung 6-4 die Daten zu Kostenkennwerten $\pi_{i,n}$ und Aufwandswerten $w_{i,n}$ von denjenigen Elementarfaktoren EF_i aus einer Datenbank zu importieren, die für die Erbringung des Leistungsniveaus SL_N erforderlich sind. Die Datenbank mit den notwendigen Informationen stellt eine zwingende Voraussetzung einer Kostenrechnung von jeder Organisationseinheit dar. Demnach sollte diese von jeder Organisationseinheit geführt und auf aktuellem Stand gehalten werden. Hierfür kann die im Modell implementierte Datenbank mit Elementarfaktoren, Kostenkennwerten und Aufwandswerten verwendet werden, die in dieser Modellanwendung zu Grunde gelegt wird.

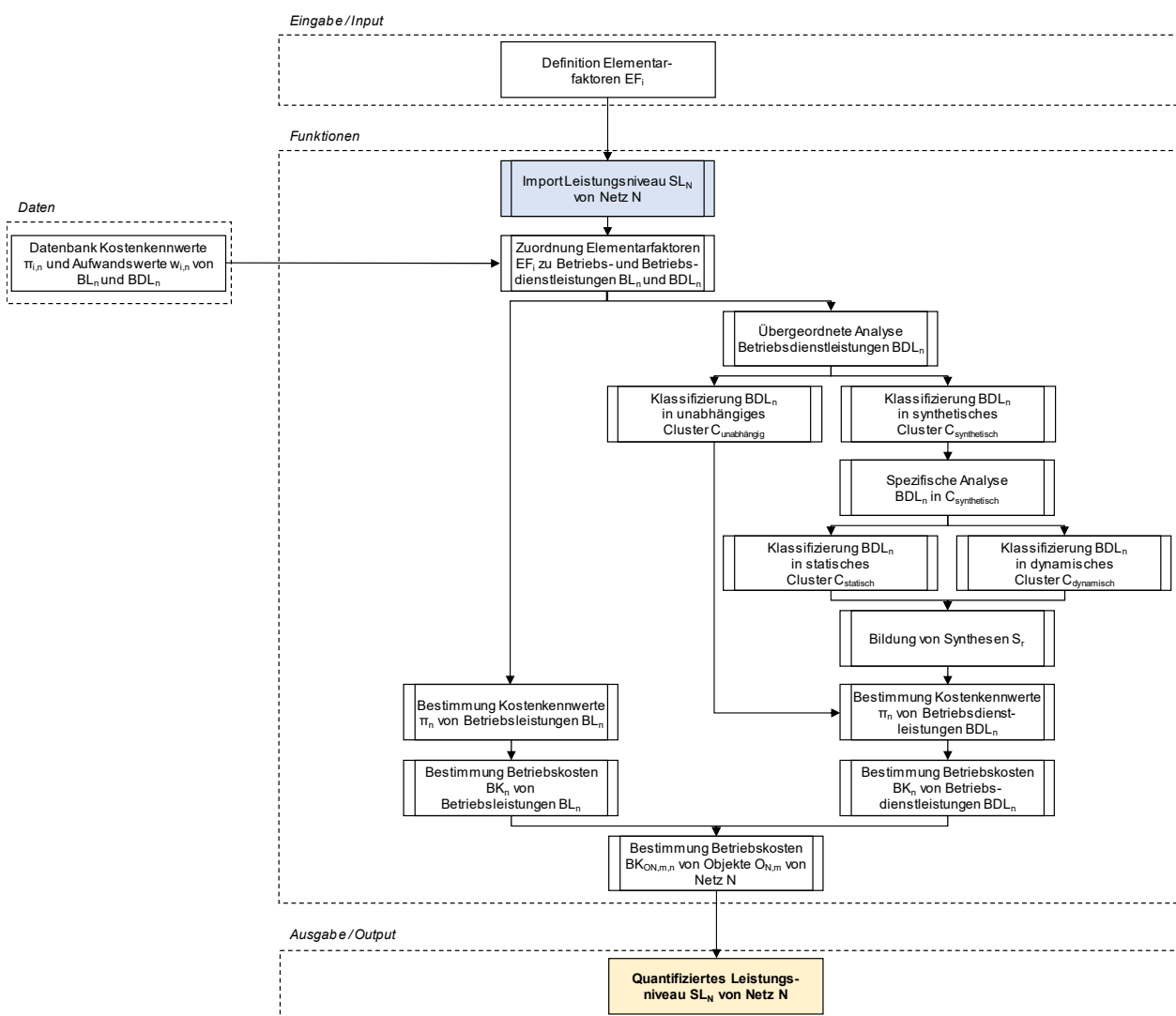


Abbildung 6-4: Bestimmung des quantifizierten Leistungsniveaus SL_N des Netzes N

Die importierten Daten zu Kostenkennwerten $\pi_{i,n}$ und Aufwandswerten $w_{i,n}$ der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n werden dem Leistungsniveau SL_N des Netzes N zugeordnet (vgl. Abbildung 6-4). Damit werden Informationen zum qualitativen und quantitativen Verzehr von Elementarfaktoren EF_i zur Erbringung von Betriebsleistungen BL_n und Betriebsdienstleistungen BDL_n generiert.

Für die Betriebsleistungen BL_n werden die entsprechenden Kostenkennwerte π_n bestimmt (vgl. Abbildung 6-4). Diese Kostenkennwerte π_n von Betriebsleistungen BL_n bilden die Grundlage, um die Betriebskosten BK_n infolge der Erbringung bzw. der Produktion von Betriebsleistungen BL_n zur betrieblichen Unterhaltung des Anlagenbestandes AB_N des Netzes N zu quantifizieren.

Zur Identifizierung der aus der Organisation resultierenden Kosteneinflussgrößen wird gemäß Abbildung 6-4 eine organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen BDL_n durchgeführt. Ziel der organisationstheoretischen Analyse ist die Identifizierung von wirtschaftlich effizienten Kombinationen von Betriebsdienstleistungen BDL_n im Zuge der Leistungserbringung. In der übergeordneten Analyse werden die Betriebsdienstleistungen BDL_n in Abhängigkeit ihrer Ausprägungen der Aufgabenmerkmale Strukturiertheit, Veränderlichkeit und Dringlichkeit in das unabhängige Cluster $C_{unabhängig}$ (dringende BDL_n) und in das synthetische Cluster $C_{synthetisch}$ (nicht dringende BDL_n) klassifiziert. Betriebsdienstleistungen BDL_n in $C_{unabhängig}$ werden angesichts ihrer hohen Dringlichkeit keiner weiteren Analyse unterzogen, da sie kein Verknüpfungspotenzial aufweisen.

Alle nicht dringenden Betriebsdienstleistungen, d. h. BDL_n in $C_{synthetisch}$, werden in der spezifischen Analyse hinsichtlich möglicher Verknüpfungskombinationen differenziert betrachtet (vgl. Abbildung 6-4). Hoch veränderliche Betriebsdienstleistungen BDL_n werden in das dynamische Cluster $C_{dynamisch}$ klassifiziert, alle anderen nicht dringenden Betriebsdienstleistungen BDL_n werden dem statischen Cluster $C_{statisch}$ zugeordnet. Betriebsdienstleistungen BDL_n von $C_{dynamisch}$ können erst nach der Implementierung von Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ und von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ eindeutig bestimmt werden. In der spezifischen Analyse werden die Betriebsdienstleistungen in Bezug auf ihre Ähnlichkeit bewertet. Die Bestimmung der Ähnlichkeit von Betriebsdienstleistungen BDL_n von $C_{statisch}$ und $C_{dynamisch}$ erfolgt über die Parameter Art und Menge von Elementarfaktoren, Ort der Leistungserbringung, Zeitraumbezug sowie Beschäftigungsgrad. Die Bewertung dieser Ähnlichkeitsparameter erfolgt nach einer festgelegten Gliederungshierarchie. Im Modell wird bei Betriebsdienstleistungen BDL_n von $C_{dynamisch}$ eine exemplarische Ausprägung zur Bestimmung der Ähnlichkeit angenommen, weswegen in dieser Modellanwendung keine Differenzierung in das statische Cluster $C_{statisch}$ und das dynamische Cluster $C_{dynamisch}$ vorgenommen wird. Auf der Grundlage der bewerteten Ähnlichkeit, d. h. technologischen Verwandtschaft, werden Synthesen S_r von Betriebsdienstleistungen BDL_n gebildet.

Die Kostenkennwerte π_n sowohl von dringenden Betriebsdienstleistungen in $C_{unabhängig}$ als auch von nicht dringenden Betriebsdienstleistungen der Synthesen S_r werden gemäß Abbildung 6-4 berechnet. Auf der Grundlage der Kostenkennwerte π_n werden die Betriebskosten BK_n bestimmt, die durch die Erbringung von Betriebsdienstleistungen BDL_n verursacht werden.

Die Betriebskosten BK_n von Betriebsleistungen BL_n und von Betriebsdienstleistungen BDL_n werden den jeweiligen Objekten $O_{N,m}$ des Netzes N zugeordnet (vgl. Abbildung 6-4). Für ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren werden die gemittelten, jährlich absoluten als auch die an den Gesamtkosten relativen Betriebskosten BK_n der Leistungspositionen von BL_n und BDL_n untersucht. Auf der Grundlage der relativen Anteile der gemittelten, jährlichen Betriebskosten an den Gesamtkosten werden diejenigen Leistungspositionen identifiziert, welche die wesentlichen Kostentreiber der betrieblichen Unterhaltung bilden. Neben der zeitpunktbezogenen Kostenanalyse wird eine Untersuchung des Verlaufs von Betriebskosten über ein hundertjähriges

Betrachtungsintervall ohne Berücksichtigung einer Preissteigerungsrate vorgenommen. Auf der Grundlage der Entwicklung der Betriebskosten im Betrachtungsintervall wird der zukünftige Mittelbedarf zur betrieblichen Unterhaltung der Objekte des Netzes N zur Haushaltsplanung prognostiziert, um konkrete Handlungsempfehlungen zur betrieblichen Unterhaltung des spezifischen Netzes N abzuleiten.

6.4.1 Analyse von Betriebskosten der Straßen

Aus Tabelle 6-18 sind die für ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren gemittelten Betriebskosten BK_n von Betriebsleistungen BL_n und von Betriebsdienstleistungen BDL_n der Leistungsbereiche Versorgung, Entsorgung, Reinigung, Betriebsinstandsetzung, Inspektion und Wartung sowie Abgaben und Beiträge der Straßen zu entnehmen. Die Betriebskosten der Leistungspositionen und der Leistungsbereiche werden in Tabelle 6-18 sowohl für die Streckenabschnitte $O_{N,S,01}$, $O_{N,S,02}$, $O_{N,S,03}$ und $O_{N,S,04}$ differenziert als auch gesamt aufgelistet.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n und Betriebsdienstleistung BDL_n	$BK_{ON,S,01}$ [€/a]	$BK_{ON,S,02}$ [€/a]	$BK_{ON,S,03}$ [€/a]	$BK_{ON,S,04}$ [€/a]	BK_{gesamt} [€/a]	BK_{gesamt} [€/a]		
100 Versorgung	100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättmeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	-	981,00	-	981,00	1.962,00	19.708,85		
	100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	319,35	-	-	319,35	638,71			
	100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	2.945,30	-	-	2.945,30	5.890,59			
	100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werkstoffen versorgen	-	5.608,77	-	5.608,77	11.217,55			
200 Entsorgung	200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	3.938,10	-	-	3.938,10	7.876,19	7.876,19		
300 Reinigung	300.01	Fahrbahnrand und Standstreifen reinigen	7.752,39	5.849,24	6.528,85	6.393,04	26.523,51	986.176,20		
	300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	-	3.383,26	-	-	3.383,26			
	300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	1.532,65	-	-	1.454,30	2.986,95			
	300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	7.477,87	4.703,57	2.731,53	7.436,74	22.349,71			
	300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	22.519,54	21.301,80	8.391,12	21.301,80	73.514,27			
	300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	-	-	8.795,32	-	8.795,32			
	300.08	Fahrbahnabläufe reinigen	-	4.969,57	6.910,94	7.537,90	19.418,42			
	300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen	-	1.175,36	1.274,49	1.587,97	4.037,82			
	300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	-	16.395,97	132.484,90	143.717,28	292.598,15			
	300.11	Durchlässe und Düker reinigen	1.310,86	1.310,86	1.310,86	1.310,86	5.243,43			
	300.12	Rückhaltebecken reinigen	218,48	218,48	218,48	218,48	873,90			
	300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	49.745,02	-	-	-	50.833,49		100.578,51	
	300.18	Lärmschutzwände reinigen	655,43	655,43	655,43	655,43	2.621,71			
	300.20	Verkehrszeichen reinigen	2.732,58	992,16	935,51	2.838,29	7.498,55			
	300.21	Leitpfosten reinigen	6.053,88	2.540,34	2.459,74	6.265,30	17.319,27			
	300.22	Bemalungen reinigen	544,31	-	-	550,18	1.094,49			
	300.23	Abfallbehälter leeren	11.486,90	-	-	11.763,03	23.249,93			
	300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	32.907,15	29.098,92	30.496,38	31.509,69	124.012,15			
	300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	25.540,27	-	-	25.831,05	51.371,32			
	300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	25.551,83	24.132,29	17.034,56	16.088,19	82.806,87			
	300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	157,30	-	-	164,59	321,88			
	300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	20.016,00	18.904,00	20.016,00	18.904,00	77.840,01			
	300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	2.383,12	-	-	2.178,28	4.561,40			
	300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	6.704,17	6.331,72	6.704,17	6.331,72	26.071,78			
	300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	7.103,60	-	-	-	7.103,60			
	400 Betriebsinstandsetzung	400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen	29.122,17	27.814,94	7.818,19	8.962,76		73.718,06	175.496,24
		400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	12.654,22	1.191,76	1.179,16	12.844,65		27.869,81	
		400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen	-	-	203,34	275,03		478,36	
		400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	-	-	-	33.901,78		33.901,78	
		400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	2.482,95	2.307,14	2.440,11	2.215,75		9.445,94	
		400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	-	1.707,29	10.009,99	9.092,14		20.809,42	
		400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen	-	965,63	3.805,88	3.568,23		8.339,74	
400.11		Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	233,28	233,28	233,28	233,28	933,12			
500.01		Bankette an Fahrbahnen mähen	17.313,88	15.522,73	16.355,80	17.342,06	66.534,48	1.665.613,45		
500.02		Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	47.428,11	5.043,46	-	45.197,42	97.668,98			
500.03		Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	33.779,57	15.514,25	23.106,43	24.982,79	97.383,05			
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	14.665,51	9.988,04	5.386,56	-	30.040,11				
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	4.629,95	-	-	4.658,39	9.288,34				
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	26.868,92	14.278,64	21.427,11	1.164,60	63.739,27				
500.07	Rückhalte-, Absatz- und Versickerbecken mähen	598,74	514,94	284,16	591,15	1.988,98				
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	5.299,42	-	4.880,38	1.094,72	11.274,53				
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	1.057,14	-	-	1.061,85	2.118,99				
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	1.406,07	-	-	1.412,02	2.818,09				
500.13	Bäume pflegen	14.071,75	10.613,58	11.182,10	12.548,48	48.415,91				
500.14	Bäume sanieren oder fällen	4.009,33	3.042,45	3.042,46	3.627,89	13.722,13				
500.15	Verkehrszeichen warten	12.728,18	11.384,44	12.375,72	12.738,54	49.226,88				
500.16	Leitpfosten warten	2.404,08	1.211,45	1.206,03	2.474,55	7.296,12				
500.17	Stationierungszeichen warten	3.287,16	2.045,47	2.089,11	2.474,55	9.896,30				
500.18	Passive Schutzeinrichtungen warten	4.408,39	1.941,81	1.945,79	2.432,72	10.728,71				
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten	159,85	-	64,12	-	223,98				
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	3.484,23	-	-	3.484,23	6.968,47				
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	2.431,07	-	-	2.431,07	4.862,14				
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten	-	16.753,60	-	16.753,60	33.507,20				
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	-	2.652,00	-	2.652,00	5.304,00				
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	670,00	670,00	670,00	670,00	2.680,00				
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	670,00	670,00	670,00	670,00	2.680,00				
500.91	Streckenkontrolle durchführen	477.836,26	65.787,14	41.747,28	501.876,13	1.087.246,80				
700 Abgaben und Beiträge	700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättmeldeanlagen) abführen	in 100.01							

Tabelle 6-18: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekten $O_{N,S,01}$ bis $O_{N,S,04}$

Die Niveauunterschiede von Betriebskosten der jeweiligen Leistungspositionen von BL_n und BDL_n der Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ in Tabelle 6-18 sind auf die individuellen Ausprägungen der Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ dieser vier Objekte zurückzuführen (vgl. Kapitel 6.1.2.1). Die Betriebskosten des Leistungsbereiches Abgaben und Beiträge werden in Anlehnung an Tabelle 6-18 in den Versorgungskosten erfasst. Der Leistungsbereich 600 wird in der Modellanwendung aufgrund der Ausprägungen der Aufgabenmerkmale nicht quantifiziert.

Diese Mittelwerte der in Tabelle 6-18 dargestellten jährlichen Betriebskosten der Leistungspositionen der Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ werden auf die Gesamtkosten von allen Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ bezogen (vgl. Tabelle 6-19). Damit werden die verhältnismäßigen Betriebskosten nach Kostenträgern (Leistungspositionen) differenziert. Die an den Gesamtkosten relativen Betriebskosten von allen vier Streckenabschnitten werden in Tabelle 6-19 sowohl jährlich als auch kumuliert dargestellt.

Wie aus Tabelle 6-19 ersichtlich, bilden die Leistungspositionen $BDL_{500.91}$ (Durchführung der Streckenkontrolle) und $BDL_{300.10}$ (Reinigung von Rohrleitungen an Fahrbahnen) beinahe 50 % der jährlichen Gesamtkosten. Dies liegt zum einen am jeweiligen Turnus T_n dieser Leistungspositionen und zum anderen an den Ausprägungen der Objekteigenschaften. Das Kostenniveau der Leistungspositionen der Betriebsinstandsetzung wird maßgeblich von der im Modell angesetzten Eintrittswahrscheinlichkeit als Leistungswert LW_n bestimmt, die in der Anwendung in Proportionalität zur Lebensdauer der jeweiligen Elemente E_k festgelegt ist. Eine Veränderung dieser Leistungswerte LW_n zur Durchführungshäufigkeit beeinflusst folglich die relative Kostenverteilung der Gesamtbetrachtung. Insbesondere die Leistungsbereiche Inspektion und Wartung sowie Reinigung weisen in Tabelle 6-19 die maßgebenden Kostentreiber unter den Leistungspositionen auf. Aus der Spalte der kumulierten Gesamtkosten in Tabelle 6-19 geht hervor, dass mehr als 90 % der Gesamtkosten von nur rund einem Drittel der Leistungspositionen erzeugt werden. Die restlichen 5 % der Gesamtkosten sind auf mehr als 46 % der Leistungspositionen zurückzuführen. Damit zeigt sich, dass das Niveau von Betriebskosten der Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ nur von wenigen Leistungspositionen beeinflusst wird und demgemäß von einer Vielzahl von Leistungspositionen beinahe unberührt bleibt.

Kapitel 6 Anwendung des Modells

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL _n und Betriebsdienstleistung BDL _n	BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	BK _{gesamt} jährlich [%a]	BK _{gesamt} kumuliert [%a]
500 Inspektion und Wartung	500.91	Streckenkontrolle durchführen	A	1	38,084%	38,084%
300 Reinigung	300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen	B	8	10,249%	48,333%
300 Reinigung	300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	A	1	4,344%	52,677%
300 Reinigung	300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen	C	12	3,523%	56,200%
500 Inspektion und Wartung	500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	B	3	3,421%	59,621%
500 Inspektion und Wartung	500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	C	9	3,411%	63,032%
300 Reinigung	300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen	A	1	2,901%	65,933%
300 Reinigung	300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen	A	1	2,727%	68,659%
400 Betriebsinstandsetzung	400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen	A	1	2,582%	71,241%
300 Reinigung	300.05	Verkehrsbehinderte oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	C	12	2,575%	73,817%
500 Inspektion und Wartung	500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen	B	3	2,331%	76,147%
500 Inspektion und Wartung	500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen	C	9	2,233%	78,380%
300 Reinigung	300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen	C	12	1,799%	80,179%
500 Inspektion und Wartung	500.15	Verkehrszeichen warten	B	5	1,724%	81,903%
500 Inspektion und Wartung	500.13	Bäume pflegen	C	9	1,696%	83,599%
400 Betriebsinstandsetzung	400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen	B	8	1,188%	84,787%
500 Inspektion und Wartung	500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten	A	2	1,174%	87,013%
500 Inspektion und Wartung	500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen	B	8	1,052%	88,065%
400 Betriebsinstandsetzung	400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen	C	12	0,976%	89,041%
300 Reinigung	300.01	Fahrbahnrande und Standstreifen reinigen	A	1	0,929%	89,970%
300 Reinigung	300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen	A	1	0,913%	90,883%
300 Reinigung	300.23	Abfallbehälter leeren	C	12	0,814%	91,697%
300 Reinigung	300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren	C	12	0,783%	92,480%
400 Betriebsinstandsetzung	400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	B	8	0,729%	93,209%
300 Reinigung	300.08	Fahrbahnabläufe reinigen	B	8	0,680%	93,889%
300 Reinigung	300.21	Leitpfosten reinigen	B	4	0,607%	94,496%
500 Inspektion und Wartung	500.14	Bäume sanieren oder fällen	C	9	0,481%	94,977%
500 Inspektion und Wartung	500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen	C	9	0,395%	95,372%
500 Inspektion und Wartung	500.18	Passive Schutzzeirrichtungen warten	B	4	0,376%	95,748%
500 Inspektion und Wartung	500.17	Stationierungszeichen warten	B	5	0,347%	96,095%
100 Versorgung	100.14	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) mit Werksstoffen versorgen	A	2	0,393%	96,488%
400 Betriebsinstandsetzung	400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen	B	3	0,331%	96,819%
500 Inspektion und Wartung	500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	C	9	0,325%	97,144%
300 Reinigung	300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen	B	8	0,308%	97,452%
400 Betriebsinstandsetzung	400.10	Schäden an Straßenaufbauten und Schächten beseitigen	B	8	0,292%	97,744%
200 Entsorgung	200.01	Schmutzwasser von WC-Anlagen entsorgen	C	13	0,276%	98,020%
300 Reinigung	300.20	Verkehrszeichen reinigen	B	5	0,263%	98,283%
500 Inspektion und Wartung	500.16	Leitpfosten warten	B	4	0,256%	98,539%
300 Reinigung	300.58	Schneezäune auf- oder abbauen	C	11	0,249%	98,788%
500 Inspektion und Wartung	500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten	C	12	0,244%	99,032%
100 Versorgung	100.12	WC-Anlagen mit Frischwasser versorgen	C	13	0,206%	99,238%
300 Reinigung	300.11	Durchlässe und Düker reinigen	B	8	0,184%	99,422%
500 Inspektion und Wartung	500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten	A	2	0,186%	99,608%
500 Inspektion und Wartung	500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten	C	12	0,170%	99,778%
300 Reinigung	300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	C	12	0,160%	99,938%
300 Reinigung	300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen	B	8	0,141%	100,079%
300 Reinigung	300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren	B	3	0,119%	100,198%
300 Reinigung	300.03	Befahrte Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	C	12	0,105%	100,303%
500 Inspektion und Wartung	500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	C	9	0,099%	100,402%
500 Inspektion und Wartung	500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten	C	13	0,094%	100,496%
500 Inspektion und Wartung	500.78	Sonstige Straßenausstattung warten	C	12	0,094%	100,590%
300 Reinigung	300.18	Lärmschutzwände reinigen	C	10	0,092%	100,682%
500 Inspektion und Wartung	500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	C	9	0,074%	100,756%
500 Inspektion und Wartung	500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen	C	9	0,070%	100,826%
100 Versorgung	100.01	Wettertechnische Anlagen (Glättemeldeanlagen, Taumittelsprühanlagen) mit Energie versorgen	A	2	0,069%	100,895%
300 Reinigung	300.22	Bemalungen reinigen	C	12	0,038%	100,933%
400 Betriebsinstandsetzung	400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen	C	9	0,033%	100,966%
300 Reinigung	300.12	Rückhaltebecken reinigen	C	12	0,031%	100,997%
100 Versorgung	100.05	WC-Anlagen mit Energie versorgen	C	12	0,022%	101,019%
400 Betriebsinstandsetzung	400.06	Schäden an Straßenninnen und befestigten Straßengräben beseitigen	B	8	0,017%	101,036%
300 Reinigung	300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen	C	12	0,011%	101,047%
500 Inspektion und Wartung	500.19	Wild- und Amphibienschutzzaune warten	C	11	0,008%	101,055%
700 Abgaben und Beiträge	700.02	Lizenzkosten für Software von wettertechnischen Anlagen (Glättemeldeanlagen) abführen	A	2	in 100.01	101,055%

Tabelle 6-19: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekten ON,s.01 bis ON,s.04

Die gemittelten, relativen Betriebskosten in Tabelle 6-19 werden nach ihrem Verursachungsbezug sowohl nach den Kostenträgern Leistungsbereiche in Abbildung 6-5 als auch nach den Kostenstellen Betriebseinheiten in Abbildung 6-6 aufsummiert. Abbildung 6-5 ist die prozentuale Verteilung der Gesamtkosten nach den Leistungsbereichen der betrieblichen Unterhaltung zu entnehmen.

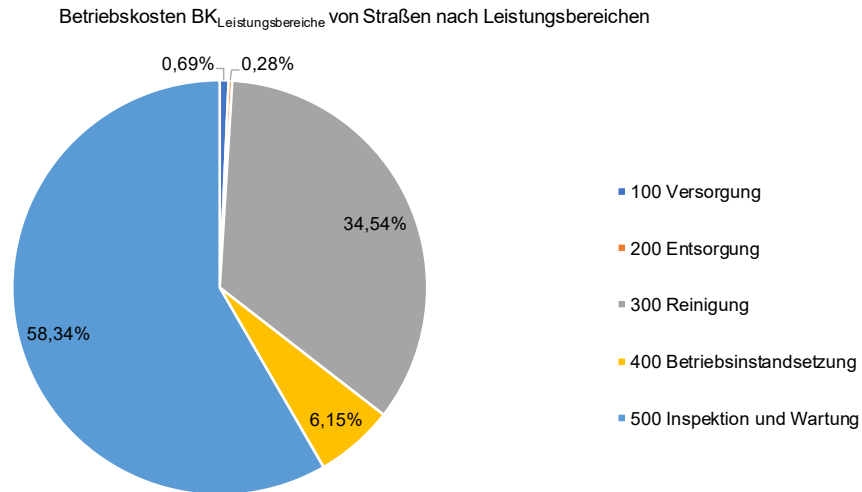


Abbildung 6-5: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekten $O_{N,S,01}$ bis $O_{N,S,04}$

Gemäß Abbildung 6-5 verursachen die Leistungsbereiche Reinigung mit knapp 35 % und Inspektion und Wartung mit rund 58 % einen relativen Anteil von 93 % an den Gesamtkosten. Verglichen hiermit verursachen die Leistungsbereiche Versorgung, Entsorgung und Betriebsinstandsetzung mit ca. 7 % beinahe einen marginalen Anteil an den Gesamtkosten (vgl. Abbildung 6-5). Abbildung 6-6 stellt die verursachungsgerechte Verteilung der Betriebskosten nach den jeweiligen spezifischen Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch},d}$ und demgemäß nach ihren Kostenstellen dar.

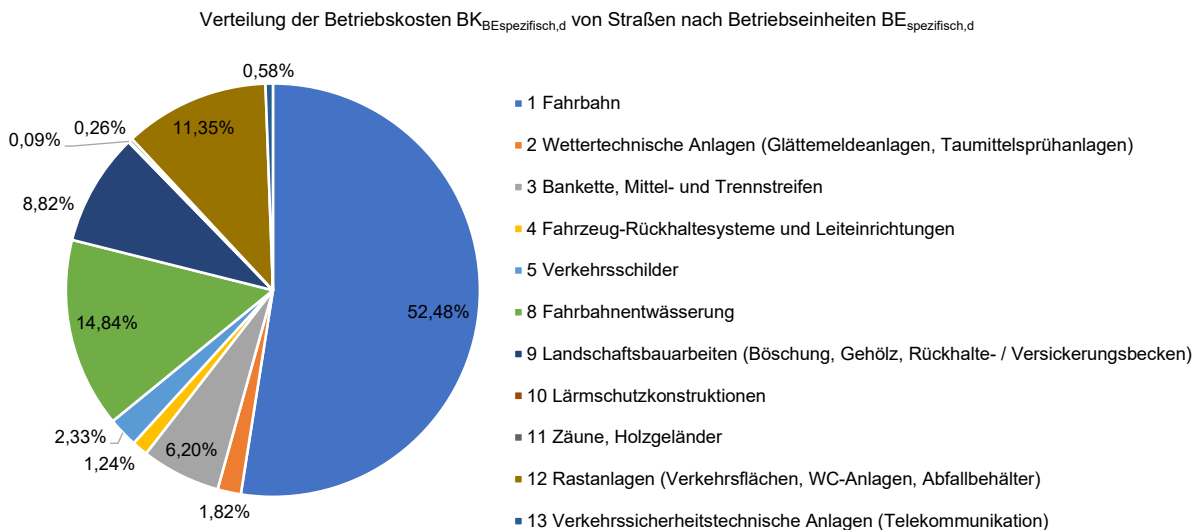


Abbildung 6-6: Verteilung der Betriebskosten nach Betriebseinheiten von Objekten $O_{N,S,01}$ bis $O_{N,S,04}$

Die betriebliche Unterhaltung der übergeordneten Betriebseinheit Fahrbahnstraßenkörper, bestehend aus den spezifischen Betriebseinheiten Fahrbahn und wettertechnische Anlagen, verursacht ca. 54 % der Gesamtkosten (vgl. Abbildung 6-6). Für die betriebliche Unterhaltung des Seitenstraßenkörpers ($BE_{\text{spezifisch}} 3$ bis 8) entstehen 25 % der Gesamtkosten sowie des Randstraßenkörpers ($BE_{\text{spezifisch}} 9$ bis 13) rund 21 % der Gesamtkosten. Wie bei der Auswertung nach Kostenträgern in Tabelle 6-19 zeigt sich bei der Analyse von Kostenstellen in Abbildung 6-6 eine Agglomeration der Betriebskosten, in diesem Fall auf einzelne Betriebseinheiten. Diese

Betriebseinheiten Fahrbahn und Fahrbahntwässerung bilden mit ihren Betriebskosten von mehr als zwei Drittel der Gesamtkosten die maßgebenden Kosteneinflussgrößen unter den untersuchten Kostenstellen.

Der Verlauf der gesamten Betriebskosten der vier Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ über das Betrachtungsintervall von 100 Jahren ist Abbildung 6-7 zu entnehmen. In Abbildung 6-7 werden die Betriebskosten in Abhängigkeit des jeweiligen Intervalls zum entsprechenden Betrachtungsjahr analysiert.

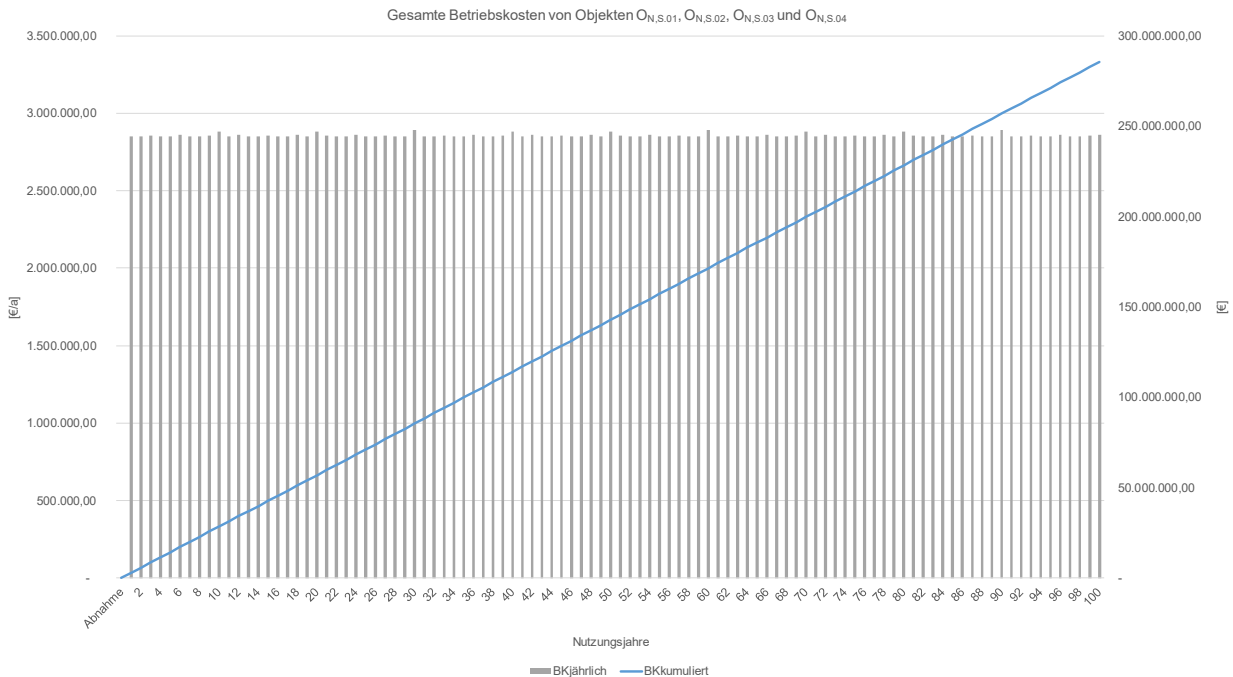


Abbildung 6-7: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekten $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$

In Abbildung 6-7 werden auf der Abszisse die Jahre des Betrachtungsintervalls sowie auf der Ordinate die Höhe der jährlichen bzw. kumulierten Betriebskosten angetragen. Die grau gefüllten Balken in Abbildung 6-7 bilden die jährlichen Betriebskosten zum jeweiligen Betrachtungsjahr ab. Der kumulierte Verlauf der Betriebskosten wird durch den blauen Graphen in Abbildung 6-7 dargestellt. Die maximalen Betriebskosten entstehen gemäß Abbildung 6-7 in einem wiederkehrenden Intervall von zehn Jahren (z. B. Betrachtungsjahr 10 und 20). Dies liegt im Wesentlichen an der gleichzeitigen Überlagerung der Intervalle der Leistungspositionen $BDL_{500.07}$ (Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen) und $BDL_{500.11}$ (Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden). Dennoch zeigt sich in Abbildung 6-7 ein nahezu gleichmäßiger Kostenverlauf über die Jahre des hundertjährigen Betrachtungsintervalls. Im Mittel entstehen für die betriebliche Unterhaltung der Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ jährliche Gesamtkosten von rund 2.854.871 €. Auf die Unterhaltungslänge von 75 km (gesamter Querschnitt) bezogen, ergeben sich Betriebskosten für die betriebliche Unterhaltung der vier Objekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$ in Höhe von rund 38,06 €/m.

6.4.2 Analyse von Betriebskosten der Brücken

In Tabelle 6-20 werden die über ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren gemittelten Betriebskosten BK_n der Leistungspositionen von Betriebsleistungen BL_n und von

Betriebsdienstleistungen BDL_n der Leistungsbereiche Reinigung, Betriebsinstandsetzung sowie Inspektion und Wartung von den Brückenobjekten $ON,B.01$ bis $ON,B.08$ aufgelistet. Die Betriebskosten der Leistungspositionen sowie der Leistungsbereiche werden nach ihren Kostenträgern in Tabelle 6-20 sowohl für die Brückenbauwerke $ON,B.01$ bis $ON,B.08$ differenziert als auch gesamt dargestellt.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n und Betriebsdienstleistung BDL_n	$BK_{ON,B.01}$ [€/a]	$BK_{ON,B.02}$ [€/a]	$BK_{ON,B.03}$ [€/a]	$BK_{ON,B.04}$ [€/a]	$BK_{ON,B.05}$ [€/a]	$BK_{ON,B.06}$ [€/a]	$BK_{ON,B.07}$ [€/a]	$BK_{ON,B.08}$ [€/a]	BK_{gesamt} [€/a]	BK_{gesamt} [€/a]
300 Reinigung	300.08.02	Fahrbahnabläufe reinigen	4.275,83	4.139,75	3.745,80	3.609,72	3.609,72	5.164,08	5.300,16	9.433,23	39.278,28	84.669,90
	300.17.2	Widerlager reinigen										
	300.17.1 300.17.3	Brückenbauwerke reinigen	5.780,12	4.573,09	5.464,76	5.412,08	5.412,08	6.124,73	5.796,87	6.827,89		
400 Betriebsinstandsetzung	400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	1.511,51	1.389,82	1.268,12	1.146,43	1.146,43	1.268,12	847,12	968,81	9.546,37	9.546,37
500 Wartung und Inspektion	500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung	91,96	82,13	68,42	63,92	69,24	156,63	166,45	281,39	980,13	180.288,83
	500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung	138,18	108,86	77,21	51,06	54,24	129,87	159,20	251,28	969,91	
	500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung	10.005,18	9.869,29	9.085,14	9.836,70	10.724,15	23.801,26	23.937,15	41.608,28	138.867,15	
	500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung	85,40	84,04	77,20	83,35	90,86	201,72	203,08	352,81	1.178,46	
	500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung	1.171,14	1.150,76	1.055,58	1.137,59	1.239,99	2.753,59	2.773,97	4.817,65	16.100,28	
	500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung	704,65	681,55	616,06	650,99	709,01	1.578,27	1.601,37	2.771,01	9.312,92	
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung	3.778,75	-	-	-	-	-	8.512,50	588,73	12.879,98		

Tabelle 6-20: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekten $ON,B.01$ bis $ON,B.08$

Da die Leistungsposition der ersten Hauptprüfung $BDL_{500.93.1}$ nur zum Zeitpunkt der Abnahme zu erbringen ist, werden die Betriebskosten von $BDL_{500.93.1}$ nicht über das Betrachtungsintervall gemittelt und demnach in Tabelle 6-20 zum Abnahmezeitpunkt dargestellt. Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten organisationstheoretischen Analyse werden die Widerlager gemeinsam mit den Fahrbahnabläufen gereinigt, weswegen in Tabelle 6-20 die Betriebskosten der beiden Leistungspositionen $BDL_{300.08.2}$ und $BDL_{300.17.2}$ zusammengefasst werden. Die Unterschiede der Betriebskostenhöhen in Tabelle 6-20 ergeben sich aus den individuellen Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Brückenbauwerke in Kapitel 6.1.2.2. Aus Tabelle 6-20 wird ersichtlich, dass ein Großteil der Betriebskosten auf die in unterschiedlichen Intervallen zu erbringenden Leistungspositionen der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 zurückzuführen ist. Die in Tabelle 6-20 gemittelten Betriebskosten der Objekte $ON,B.01$ bis $ON,B.08$ werden auf die Gesamtkosten dieser Objekte bezogen (vgl. Tabelle 6-21).

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n und Betriebsdienstleistung BDL_n	$BE_{übergeordnet,c}$	$BE_{spezifisch,d}$	BK_{gesamt} jährlich [%a]	BK_{gesamt} kumuliert [%a]
500 Inspektion und Wartung	500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung	D	14	50,588%	50,588%
300 Reinigung	300.17.1	Brückenbauwerke reinigen	D	14	16,536%	67,124%
300 Reinigung	300.17.3					
300 Reinigung	300.08.02	Fahrbahnabläufe reinigen	B	8	14,309%	81,433%
300 Reinigung	300.17.2	Widerlager reinigen	D	14		
500 Inspektion und Wartung	500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung	D	14	5,865%	87,298%
500 Inspektion und Wartung	500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung	D	14	4,692%	91,990%
400 Betriebsinstandsetzung	400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	D	14	3,478%	95,468%
500 Inspektion und Wartung	500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung	D	14	3,393%	98,860%
500 Inspektion und Wartung	500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung	D	14	0,429%	99,290%
500 Inspektion und Wartung	500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung	D	14	0,357%	99,647%
500 Inspektion und Wartung	500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung	D	14	0,353%	100,000%

Tabelle 6-21: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekten $ON,B.01$ bis $ON,B.08$

Die größte relative Kostenposition in Tabelle 6-21 stellt die erste Hauptprüfung $BDL_{500.93.1.1}$ dar. Da diese Leistung nur zum Zeitpunkt der Abnahme und damit im ersten Jahr der Inbetriebnahme erbracht wird, ergibt sich in der Kostenverteilung in den darauffolgenden Jahren der Betriebsphase eine andere Struktur der Gesamtkosten der betrieblichen Unterhaltung. Die

Betriebskosten des Leistungsbereiches Reinigung bilden einen dominanten Kostentreiber in der relativen Kostenanalyse in Tabelle 6-21. Die Betriebskosten der Betriebsinstandsetzung sind eine Funktion der in der Modellanwendung zu Grunde gelegten Leistungswerte LW_n und verhalten sich demnach zu anderen implementierten Intervallen dynamisch (vgl. Kapitel 6.3).

Aufgrund der unterschiedlichen Intervalle zur Durchführung der Leistungspositionen zur Brückenprüfung $BDL_{500.93}$ (z. B. Hauptprüfung oder Sonderprüfung) ist eine durchschnittliche Kostenauswertung nach Kostenträgern über das gesetzte Betrachtungsintervall wie bei Straßen in Kapitel 6.4.1 ohne Aussagekraft. Dementsprechend werden unter Berücksichtigung des jeweiligen Verursachungsbezugs die Extremwerte der Betriebskosten der Leistungsbereiche der entsprechenden Betrachtungsjahre im Intervall untersucht. In Abbildung 6-8 wird exemplarisch für das Objekt $O_{N,B.08}$ eine Kostenverteilung dargestellt. Im Betrachtungsjahr 12 des hundertjährigen Betrachtungsintervalls ergeben sich minimale Betriebskosten der Leistungsbereiche als Kostenträger von der Kostenstelle des Objektes $O_{N,B.08}$ (vgl. Abbildung 6-8).

Verteilung der Betriebskosten $BK_{\text{Leistungsbereiche}}$ von $O_{N,B.08}$ nach Leistungsbereichen zum Betrachtungsjahr 12

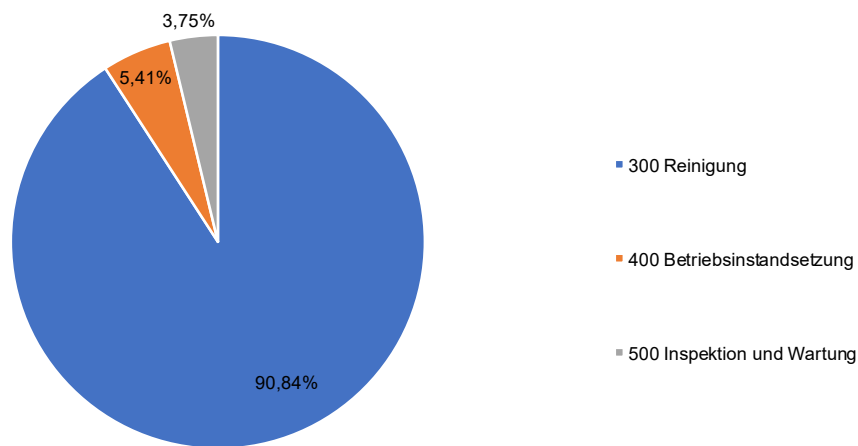


Abbildung 6-8: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,B.08}$ zum Betrachtungsjahr 12

Gemäß Abbildung 6-8 zeigt sich, dass die Betriebskosten des Leistungsbereiches Reinigung rund 91 % der Gesamtkosten betragen. Die Dominanz dieser Kostenposition der Reinigung ist maßgeblich darauf zurückzuführen, dass im Betrachtungsjahr 12 keine Prüfungsleistung vorzunehmen ist. In Abbildung 6-9 werden die im Betrachtungsintervall von 100 Jahren maximalen Betriebskosten dargestellt, die u. a. im Betrachtungsjahr 17 durch die Durchführung der Hauptprüfung verursacht werden. Im Betrachtungsjahr 17 ergibt sich eine zum Betrachtungsjahr 12 verhältnismäßig andere Kostenstruktur der Leistungsbereiche von Objekt $O_{N,B.08}$ (vgl. Abbildung 6-9).

Verteilung der Betriebskosten $BK_{\text{Leistungsbereiche}}$ von $O_{N,B.08}$ nach Leistungsbereichen zum Betrachtungsjahr 17

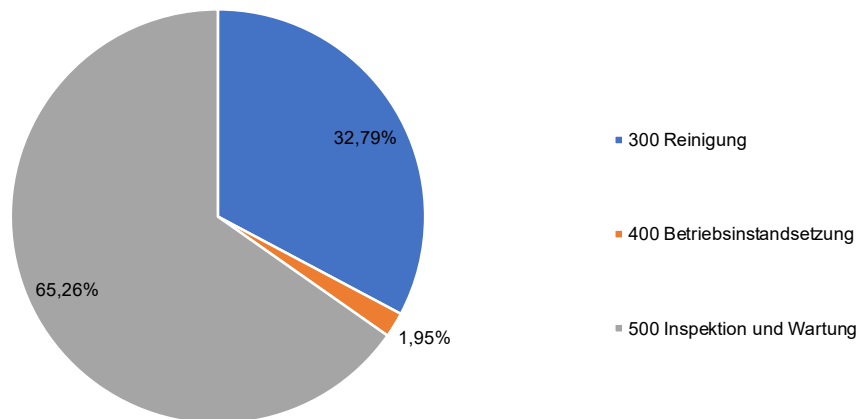


Abbildung 6-9: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,B.08}$ zum Betrachtungsjahr 17

Die Betriebskosten der Reinigung verringern sich mit einem Anteil von 33 % an den Gesamtkosten auf beinahe ein Drittel (vgl. Abbildung 6-9). Dies liegt im Wesentlichen daran, dass im Betrachtungsjahr 17 eine Hauptprüfung zu erbringen ist. Im Gegensatz zur Kostenstruktur von Straßen in Kapitel 6.4.1 sind die relativen Kostenpositionen von Brücken aufgrund der Zeitpunktbezogenheit der Intervalle variabel. Die Schwankungen des Kostenverlaufs der Objekte $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$ verdeutlicht Abbildung 6-10.

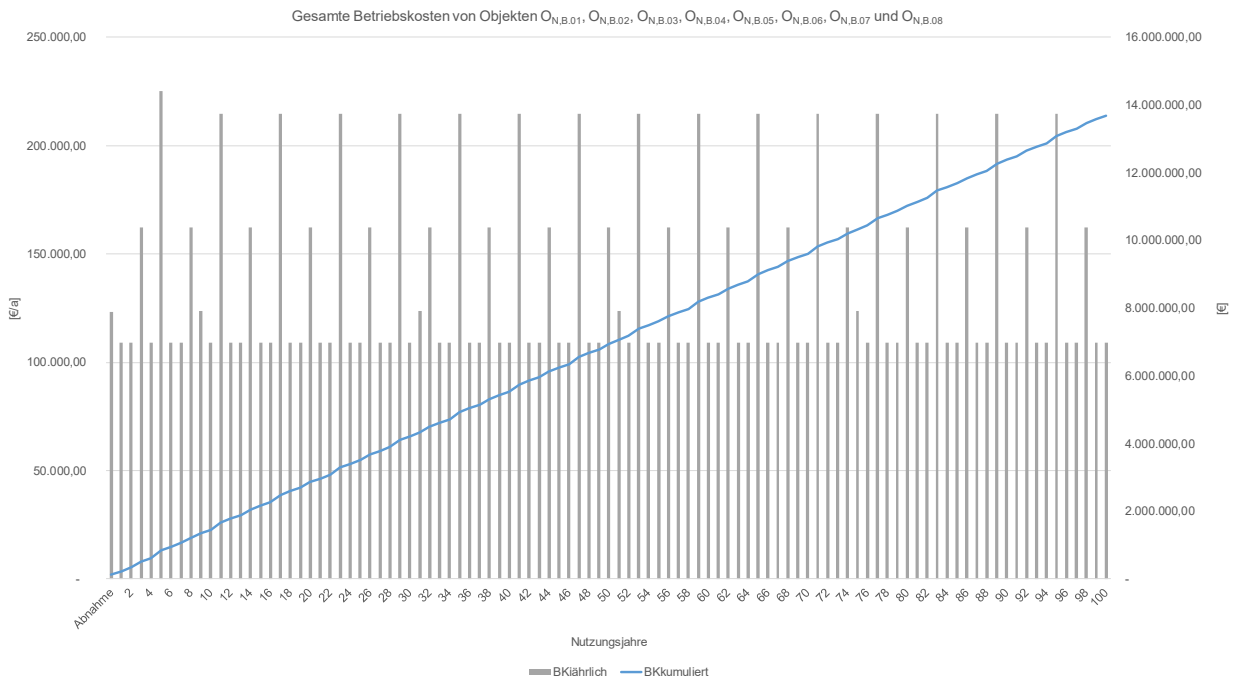


Abbildung 6-10: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekten $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$

Auf der Abszisse sind in Abbildung 6-10 die Jahre des Betrachtungsintervalls und auf der Ordinate die Höhe der jährlichen bzw. kumulierten Betriebskosten angetragen. In Abbildung 6-10 werden mit den grau gefüllten Balken die gesamten Betriebskosten der Objekte $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$ zum entsprechenden Betrachtungsjahr dargestellt. Mit dem blauen Graphen in Abbildung 6-10

wird der kumulierte Verlauf der gesamten Betriebskosten von $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$ abgebildet. Aus Abbildung 6-10 ist festzustellen, dass die Entwicklung von Betriebskosten der betrieblichen Unterhaltung volatil über die Betrachtungsjahre ist. Damit hat eine spezifische Betriebskostenprognose der Leistungspositionen von zu untersuchenden Brückenbauwerken nur dann Aussagekraft, wenn die Daten dieser auf einem spezifischen Zeitraum basieren. Bei der Festlegung des gewählten Zeitraumes sind die Intervalle zur Durchführungshäufigkeit der Leistungspositionen insbesondere der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 zu berücksichtigen. Im Mittel entstehen zur betrieblichen Unterhaltung der Objekte $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$ unter Vernachlässigung der verursachten Kosten der Inbetriebnahme jährliche Betriebskosten in Höhe von 135.638 €. Werden die Gesamtkosten auf die kumulierte Gesamtfläche der Objekte $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.08}$ bezogen, ergeben sich jährliche Betriebskosten von 10,19 €/m².

6.4.3 Analyse von Betriebskosten des Tunnels

Aus Tabelle 6-22 und Tabelle 6-23 sind die für ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren gemittelten Betriebskosten BK_n von Betriebsleistungen BL_n und von Betriebsdienstleistungen BDL_n der Leistungsbereiche Versorgung, Entsorgung, Reinigung, Betriebsinstandsetzung, Inspektion und Wartung sowie Abgaben und Beiträge des Tunnels $O_{N,T.01}$ zu entnehmen.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n und Betriebsdienstleistung BDL_n	$BK_{ON,T.01}$ [€/a]	$BK_{ON,T.01}$ [€/a]
100 Versorgung	100.07	Tunnelbauwerksentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	16.022,10	529.864,42
	100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	4.053,19	
	100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	476.609,91	
	100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	16.022,10	
	100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	16.022,10	
	100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	1.135,01	
200 Entsorgung	200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	1.135,01	2.270,01
	200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	1.135,01	
300 Reinigung	300.19	Tunnel reinigen	19.535,07	47.307,65
	300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	693,40	
	300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	693,40	
	300.28	Notrufkabinen reinigen	526,03	
	300.29	Videozentraleinheiten reinigen	526,03	
	300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	526,03	
	300.31	Kamera reinigen	526,03	
	300.32	Tunnelfunk reinigen	526,03	
	300.33	Mobilfunksystem reinigen	526,03	
	300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	526,03	
	300.35	Markierungskнопfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	526,03	
	300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	526,03	
	300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	526,03	
	300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	4.931,09	
	300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	4.931,09	
	300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	4.931,09	
	300.41	Höhenkontrolle reinigen	526,03	
	300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	526,03	
	300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	489,14	
	300.44	Notstromaggregat reinigen	526,03	
	300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	489,14	
	300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	489,14	
	300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	489,14	
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	526,03		
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	526,03		
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	526,03		
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	526,03		
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	693,40		
400 Betriebsinstandsetzung	400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	22.414,44	22.414,44

Tabelle 6-22: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekt $O_{N,T.01}$, Teil 1

Kapitel 6 Anwendung des Modells

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL _n und Betriebsdienstleistung BDL _n	BK _{ON,T.01} [€/a]	BK _{ON,T.01} [€/a]
	500.24	Beleuchtungsanlagen warten	1.925,19	
	500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöscher warten	1.925,19	
	500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	1.925,19	
	500.27	Brandabschnittsleuchten warten	1.925,19	
	500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	1.925,19	
	500.29	Notrufkabinen warten	1.925,19	
	500.30	Videozentraleinheiten warten	1.925,19	
	500.31	Netzwerkkomponenten warten	1.925,19	
	500.32	Kamera warten	1.925,19	
	500.33	Tunnelfunk warten	1.925,19	
	500.34	Mobilfunksystem warten	1.925,19	
	500.35	Telekommunikationsanlage warten	1.925,19	
	500.36	Rundfunkeinsprache warten	1.925,19	
	500.37	Lautsprecher warten	1.925,19	
	500.38	Zentrale / Verstärker warten	1.925,19	
	500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	1.925,19	
	500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	1.925,19	
	500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	1.925,19	
	500.42	BMA / Handfeuermelder warten	1.925,19	
	500.43	BMA / Sensorkabel warten	1.925,19	
	500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	1.925,19	
	500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	1.925,19	
	500.46	Tunnelbeleuchtung warten	9.526,09	
	500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	9.526,09	
	500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	5.255,96	
	500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	5.255,96	
	500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	5.255,96	
	500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	5.255,96	
	500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	5.255,96	
	500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	5.255,96	
	500.54	Höhenkontrolle warten	1.925,19	
	500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	1.925,19	
	500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	3.004,07	
500 Inspektion und Wartung	500.57	Schranke warten	1.925,19	192.700,58
	500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	1.925,19	
	500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	1.925,19	
	500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	1.925,19	
	500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	3.004,07	
	500.62	Notstromaggregat warten	3.004,07	
	500.63	USV mit Batterieanlage warten	3.004,07	
	500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	3.004,07	
	500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	3.004,07	
	500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	1.925,19	
	500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	1.925,19	
	500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	1.925,19	
	500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	1.925,19	
	500.70	Beleuchtung Notausgangtür warten	1.925,19	
	500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	1.925,19	
	500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	1.925,19	
	500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	1.925,19	
	500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	1.925,19	
	500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	3.004,07	
	500.80	Pumpen inspizieren und warten	3.004,07	
	500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	3.004,07	
	500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	3.004,07	
	500.83	Krananlagen inspizieren und warten	3.004,07	
	500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	3.004,07	
	500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	3.004,07	
	500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	3.004,07	
	500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	3.004,07	
	500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	3.004,07	
	500.89	Revisionsschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	3.004,07	
	500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	3.004,07	
	500.92.1	Bauwerksüberwachung durchführen (Jährliche Besichtigung)	208,43	
	500.92.2	Bauwerksüberwachung durchführen (Laufende Beobachtung)	184,91	
	500.93.1	Bauwerksprüfung durchführen (Hauptprüfung)	3.626,82	
	500.93.2	Bauwerksprüfung durchführen (Einfache Prüfung)	2.046,85	
	500.93.3	Bauwerksprüfung durchführen (Sonderprüfung)	10.740,32	
700 Abgaben und Beiträge	700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	4.787,71	4.787,71

Tabelle 6-23: Jährliche Betriebskosten BK_n von Objekt O_{N,T.01}, Teil 2

Die jährlichen Betriebskosten $BK_{500.93.1}$ der ersten Hauptprüfung werden in Anlehnung an die Ermittlungsmethodik von Brückenbauwerken in Kapitel 6.4.2 nicht über das Betrachtungsintervall von 100 Jahren gemittelt, sondern nur zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Tunnelbauwerkes $O_{N,T.01}$ bestimmt (vgl. Tabelle 6-22 und Tabelle 6-23). Aufgrund der eingeschränkten Datenlage und der nicht hinreichenden Datenqualität sind spezifische Betriebskosten der Leistungspositionen in Tabelle 6-22 und Tabelle 6-23 in ihrer Höhe nach identisch (vgl. Kapitel 4.4.1 und 5.4.4). Wie aus Tabelle 6-22 und Tabelle 6-23 ersichtlich, verursachen die Leistungspositionen des Leistungsbereiches Versorgung den maßgebenden Anteil an den Gesamtkosten der Betriebskosten des Objektes $O_{N,T.01}$. Dies ist im Wesentlichen auf die spezifischen Objekteigenschaften $OE_{N,T.01,f}$ zurückzuführen. Neben den Betriebskosten des Leistungsbereiches Versorgung bilden die Betriebskosten von Inspektion und Wartung eine weitere dominante Kostenposition.

In Tabelle 6-24 und Tabelle 6-25 werden die über das Betrachtungsintervall von 100 Jahren gemittelten, jährlichen Betriebskosten des Tunnels $O_{N,T.01}$ auf die Gesamtkosten bezogen. Die an den Gesamtkosten relativen Anteile der Betriebskosten werden in Tabelle 6-24 und Tabelle 6-25 sowohl nach ihren Kostenträgern (Leistungspositionen) als auch nach ihren Kostenstellen (Betriebseinheiten) aufgelistet.

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL_n und Betriebsdienstleistung BDL_n	$BE_{\text{übergeordnet,d}}$	$BE_{\text{spezifisch,d}}$	BK_{gesamt} jährlich [%/a]	BK_{gesamt} kumuliert [%/a]
100 Versorgung	100.09	Tunnelbeleuchtung mit Energie versorgen	E	19	57,528%	57,528%
500 Inspektion und Wartung	500.93.1	Bauwerksprüfung durchführen (Hauptprüfung)	E	16	2,736%	60,264%
400 Betriebsinstandsetzung	400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	E	16	2,705%	62,970%
300 Reinigung	300.19	Tunnel reinigen	A / E	1 / 16	2,358%	65,328%
100 Versorgung	100.07	Tunnelbauwerkentwässerung (Pumpenanlagen) mit Energie versorgen	E	17	1,934%	67,261%
100 Versorgung	100.10	Tunnelbetriebsgebäude mit Energie versorgen	E	20	1,934%	69,195%
100 Versorgung	100.11	Verkehrssicherheitstechnische Tunnelanlagen (Telekommunikation, Videoüberwachung, Brandmeldeanlagen, Sichtweite Messgerät, Löscheinrichtungen) mit Energie versorgen	E	21	1,934%	71,129%
500 Inspektion und Wartung	500.93.2	Bauwerksprüfung durchführen (Einfache Prüfung)	E	16	1,453%	72,583%
500 Inspektion und Wartung	500.93.3	Bauwerksprüfung durchführen (Sonderprüfung)	E	16	1,296%	73,879%
500 Inspektion und Wartung	500.46	Tunnelbeleuchtung warten	E	19	1,150%	75,029%
500 Inspektion und Wartung	500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten	E	19	1,150%	76,179%
500 Inspektion und Wartung	500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten	E	18	0,634%	76,813%
500 Inspektion und Wartung	500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten	E	18	0,634%	77,447%
500 Inspektion und Wartung	500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten	E	18	0,634%	78,082%
500 Inspektion und Wartung	500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten	E	18	0,634%	78,716%
500 Inspektion und Wartung	500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten	E	18	0,634%	79,351%
500 Inspektion und Wartung	500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten	E	18	0,634%	79,985%
300 Reinigung	300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen	E	19	0,595%	80,580%
300 Reinigung	300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen	E	18	0,595%	81,175%
300 Reinigung	300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen	E	18	0,595%	81,771%
700 Abgaben und Beiträge	700.01	Abgaben und Beiträge von verkehrssicherheitstechnischen Anlagen und Tunnelanlagen abführen	C / E	13 / 21	0,578%	82,349%
100 Versorgung	100.08	Tunnelbelüftung mit Energie versorgen	E	18	0,489%	82,838%
500 Inspektion und Wartung	500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten	B	6	0,363%	83,200%
500 Inspektion und Wartung	500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten	E	20	0,363%	83,563%
500 Inspektion und Wartung	500.62	Notstromaggregat warten	E	20	0,363%	83,926%
500 Inspektion und Wartung	500.63	USV mit Batterieanlage warten	E	20	0,363%	84,288%
500 Inspektion und Wartung	500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten	E	20	0,363%	84,651%
500 Inspektion und Wartung	500.65	Niederspannungsschaltanlage warten	E	20	0,363%	85,013%
500 Inspektion und Wartung	500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten	E	17	0,363%	85,376%
500 Inspektion und Wartung	500.80	Pumpen inspizieren und warten	E	17	0,363%	85,739%
500 Inspektion und Wartung	500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten	E	17	0,363%	86,101%
500 Inspektion und Wartung	500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten	E	17	0,363%	86,464%
500 Inspektion und Wartung	500.83	Krananlagen inspizieren und warten	E	17	0,363%	86,826%
500 Inspektion und Wartung	500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten	E	17	0,363%	87,189%
500 Inspektion und Wartung	500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten	E	17	0,363%	87,552%
500 Inspektion und Wartung	500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten	E	17	0,363%	87,914%
500 Inspektion und Wartung	500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten	E	17	0,363%	88,277%
500 Inspektion und Wartung	500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten	E	17	0,363%	88,639%
500 Inspektion und Wartung	500.89	Revisionsschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren	E	17	0,363%	89,002%
500 Inspektion und Wartung	500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren	E	17	0,363%	89,365%
500 Inspektion und Wartung	500.24	Beleuchtungsanlagen warten	E	21	0,232%	89,597%
500 Inspektion und Wartung	500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten	E	21	0,232%	89,829%
500 Inspektion und Wartung	500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten	E	21	0,232%	90,062%
500 Inspektion und Wartung	500.27	Brandabschnittsleuchten warten	E	21	0,232%	90,294%
500 Inspektion und Wartung	500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten	E	21	0,232%	90,526%

Tabelle 6-24: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekt $O_{N,T.01}$, Teil 1

Kapitel 6 Anwendung des Modells

Leistungsbereich	Positionsnummer	Betriebsleistung BL _n und Betriebsdienstleistung BDL _n	BE _{übergeordnet,c}	BE _{spezifisch,d}	BK _{gesamt} jährlich [%a]	BK _{gesamt} kumuliert [%a]
500 Inspektion und Wartung	500.29	Notrufkabinen warten	E	21	0,232%	90,759%
500 Inspektion und Wartung	500.30	Videozentraleinheiten warten	E	21	0,232%	90,991%
500 Inspektion und Wartung	500.31	Netzwerkkomponenten warten	E	21	0,232%	91,224%
500 Inspektion und Wartung	500.32	Kamera warten	E	21	0,232%	91,456%
500 Inspektion und Wartung	500.33	Tunnelfunk warten	E	21	0,232%	91,688%
500 Inspektion und Wartung	500.34	Mobilfunksystem warten	E	21	0,232%	91,921%
500 Inspektion und Wartung	500.35	Telekommunikationsanlage warten	E	21	0,232%	92,153%
500 Inspektion und Wartung	500.36	Rundfunkeinsprache warten	E	21	0,232%	92,385%
500 Inspektion und Wartung	500.37	Lautsprecher warten	E	21	0,232%	92,618%
500 Inspektion und Wartung	500.38	Zentrale / Verstärker warten	E	21	0,232%	92,850%
500 Inspektion und Wartung	500.39	Orientierungsbeleuchtung warten	E	21	0,232%	93,083%
500 Inspektion und Wartung	500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten	E	21	0,232%	93,315%
500 Inspektion und Wartung	500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten	E	21	0,232%	93,547%
500 Inspektion und Wartung	500.42	BMA / Handfeuermelder warten	E	21	0,232%	93,780%
500 Inspektion und Wartung	500.43	BMA / Sensorkabel warten	E	21	0,232%	94,012%
500 Inspektion und Wartung	500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten	E	21	0,232%	94,244%
500 Inspektion und Wartung	500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten	E	21	0,232%	94,477%
500 Inspektion und Wartung	500.54	Höhenkontrolle warten	E	21	0,232%	94,709%
500 Inspektion und Wartung	500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten	E	21	0,232%	94,942%
500 Inspektion und Wartung	500.57	Schranke warten	E	21	0,232%	95,174%
500 Inspektion und Wartung	500.58	Portalsteuerung Verkehr warten	E	21	0,232%	95,406%
500 Inspektion und Wartung	500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten	E	21	0,232%	95,639%
500 Inspektion und Wartung	500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten	E	21	0,232%	95,871%
500 Inspektion und Wartung	500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten	E	21	0,232%	96,103%
500 Inspektion und Wartung	500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten	E	21	0,232%	96,336%
500 Inspektion und Wartung	500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten	E	21	0,232%	96,568%
500 Inspektion und Wartung	500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten	E	21	0,232%	96,801%
500 Inspektion und Wartung	500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten	E	21	0,232%	97,033%
500 Inspektion und Wartung	500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten	E	21	0,232%	97,265%
500 Inspektion und Wartung	500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten	E	21	0,232%	97,498%
500 Inspektion und Wartung	500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten	E	21	0,232%	97,730%
500 Inspektion und Wartung	500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren	E	21	0,232%	97,962%
100 Versorgung	100.13	Betriebsgebäude mit Frischwasser versorgen	E	20	0,137%	98,099%
200 Entsorgung	200.02	Niederschlagswasser aus Tunnelbauwerksentwässerung entsorgen	E	17	0,137%	98,236%
200 Entsorgung	200.03	Schmutzwasser aus Betriebsgebäude entsorgen	E	20	0,137%	98,373%
300 Reinigung	300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen	E	17	0,084%	98,457%
300 Reinigung	300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen	E	17	0,084%	98,541%
300 Reinigung	300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen	E	17	0,084%	98,625%
300 Reinigung	300.28	Notrufkabinen reinigen	E	21	0,063%	98,688%
300 Reinigung	300.29	Videozentraleinheiten reinigen	E	21	0,063%	98,752%
300 Reinigung	300.30	Netzwerkkomponenten reinigen	E	21	0,063%	98,815%
300 Reinigung	300.31	Kamera reinigen	E	21	0,063%	98,879%
300 Reinigung	300.32	Tunnelfunk reinigen	E	21	0,063%	98,942%
300 Reinigung	300.33	Mobilfunksystem reinigen	E	21	0,063%	99,006%
300 Reinigung	300.34	Telekommunikationsanlage reinigen	E	21	0,063%	99,069%
300 Reinigung	300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen	E	21	0,063%	99,133%
300 Reinigung	300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen	E	21	0,063%	99,196%
300 Reinigung	300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen	E	21	0,063%	99,260%
300 Reinigung	300.41	Höhenkontrolle reinigen	E	21	0,063%	99,323%
300 Reinigung	300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen	B	6	0,063%	99,387%
300 Reinigung	300.44	Notstromaggregat reinigen	E	21	0,063%	99,450%
300 Reinigung	300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen	E	21	0,063%	99,513%
300 Reinigung	300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen	E	21	0,063%	99,577%
300 Reinigung	300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen	E	21	0,063%	99,640%
300 Reinigung	300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen	E	21	0,063%	99,704%
300 Reinigung	300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen	E	20	0,059%	99,763%
300 Reinigung	300.45	USV mit Batterieanlage reinigen	E	20	0,059%	99,822%
300 Reinigung	300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen	E	20	0,059%	99,881%
300 Reinigung	300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen	E	20	0,059%	99,940%
500 Inspektion und Wartung	500.92.1	Bauwerksüberwachung durchführen (Jährliche Besichtigung)	E	16	0,038%	99,978%
700 Abgaben und Beiträge	500.92.2	Bauwerksüberwachung durchführen (Laufende Beobachtung)	E	16	0,022%	100,000%

Tabelle 6-25: Relative Analyse der jährlichen Betriebskosten BK_n von Objekt O_{N,T,01}, Teil 2

Für das Betrachtungsjahr 9 werden die auf die Gesamtkosten bezogenen Betriebskosten nach ihrem Verursachungsbezug nach den Kostenträgern Leistungsbereiche in Abbildung 6-11 und nach den Kostenstellen Betriebseinheiten in Abbildung 6-12 zusammengefasst. Im Betrachtungsjahr 9 werden u. a. die geringsten Betriebskosten aufgrund einer günstigen Intervallüberlagerung der Leistungspositionen insbesondere wegen der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 verursacht. In Abbildung 6-11 wird die prozentuale Verteilung der Gesamtkosten nach den Leistungsbereichen Versorgung, Entsorgung, Reinigung, Betriebsinstandsetzung, Inspektion und Wartung sowie Abgaben und Beiträge dargestellt.

Verteilung der Betriebskosten $BK_{\text{Leistungsbereiche}}$ von Objekt $O_{N,T,01}$ nach Leistungsbereichen zum Betrachtungsjahr 9

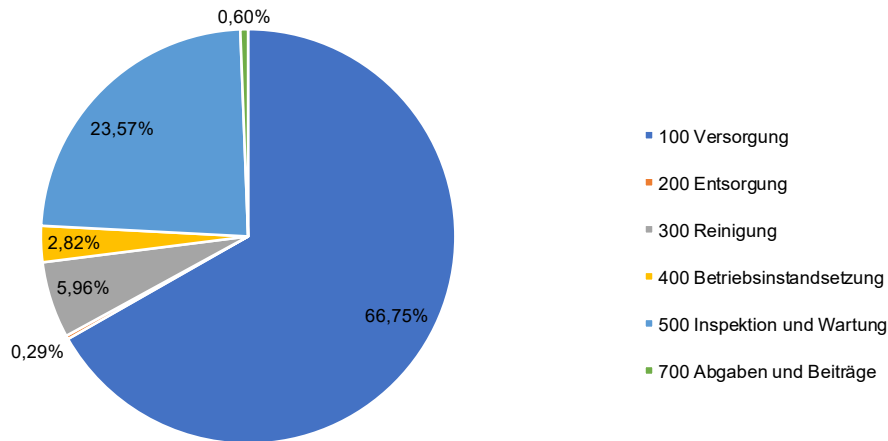


Abbildung 6-11: Verteilung der Betriebskosten nach Leistungsbereichen von Objekt $O_{N,T,01}$ zum Betrachtungsjahr 9

In den Leistungsbereichen Versorgung sowie Inspektion und Wartung liegen gemäß Abbildung 6-11 die wesentlichen Kostentreiber der betrieblichen Unterhaltung von Objekt $O_{N,T,01}$. Im Betrachtungsjahr 9 entsteht mit beinahe 67 % ein Großteil der Gesamtkosten durch den Leistungsbereich Versorgung (vgl. Abbildung 6-11). Aufgrund der Vielzahl an elektrotechnischen Anlagen des Tunnelbauwerks $O_{N,T,01}$, verglichen mit den Objekteigenschaften von Straßen in Kapitel 6.4.1 oder von Brücken in Kapitel 6.4.2, stellen die Betriebskosten des Leistungsbereiches Inspektion und Wartung mit rund 24 % eine weitere wesentliche Kostenposition dar. Mit Abbildung 6-12 wird eine Übersicht zur Verteilung der Betriebskosten nach den Betriebseinheiten als Kostenstellen des Objektes $O_{N,T,01}$ zum Betrachtungsjahr 9 gegeben.

Verteilung der Betriebskosten $BK_{\text{BEspezifisch,d}}$ von Objekt $O_{N,T,01}$ nach Betriebseinheiten $BE_{\text{spezifisch,d}}$ zum Betrachtungsjahr 9

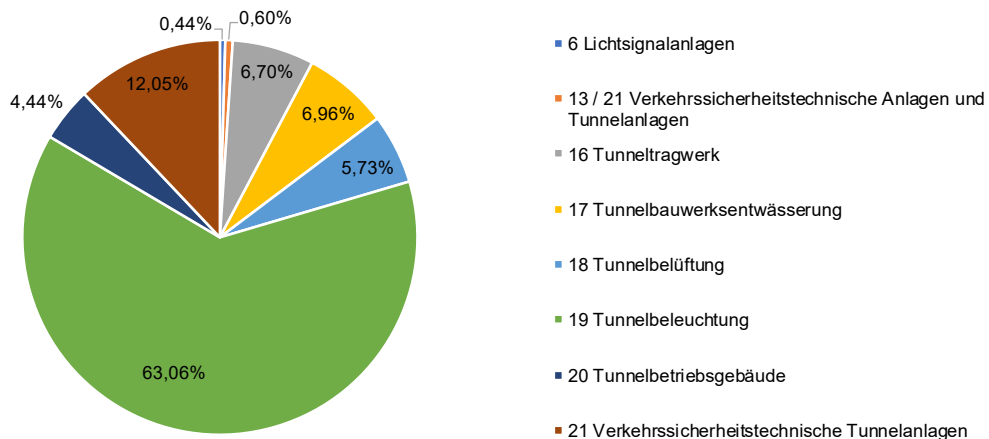


Abbildung 6-12: Verteilung der Betriebskosten nach Betriebseinheiten von Objekt $O_{N,T,01}$ zum Betrachtungsjahr 9

Aus der nach den spezifischen Betriebseinheiten differenzierten Kostenstruktur in Abbildung 6-12 können deckungsgleiche Schlüsse mit der Kostenauswertung in Abbildung 6-11 gezogen werden. Die wesentlichen Kosteneinflussgrößen der betrieblichen Unterhaltung liegen mit mehr

als 63 % in der Tunnelbeleuchtung sowie mit ca. 12 % in den verkehrssicherheitstechnischen Tunnelanlagen (vgl. Abbildung 6-11).

Aufgrund der sich aus der Komplexität der elektrotechnischen Anlagen von $O_{N,T.01}$ ergebenden dominanten Kostenposition dieser Betriebseinheiten zeigt sich verglichen mit den Brückenbauwerken in Kapitel 6.4.2 trotz der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 ein „abgedämpfter“ und damit weniger volatiler Kostenverlauf über das Betrachtungsintervall von 100 Jahren (vgl. Abbildung 6-13).

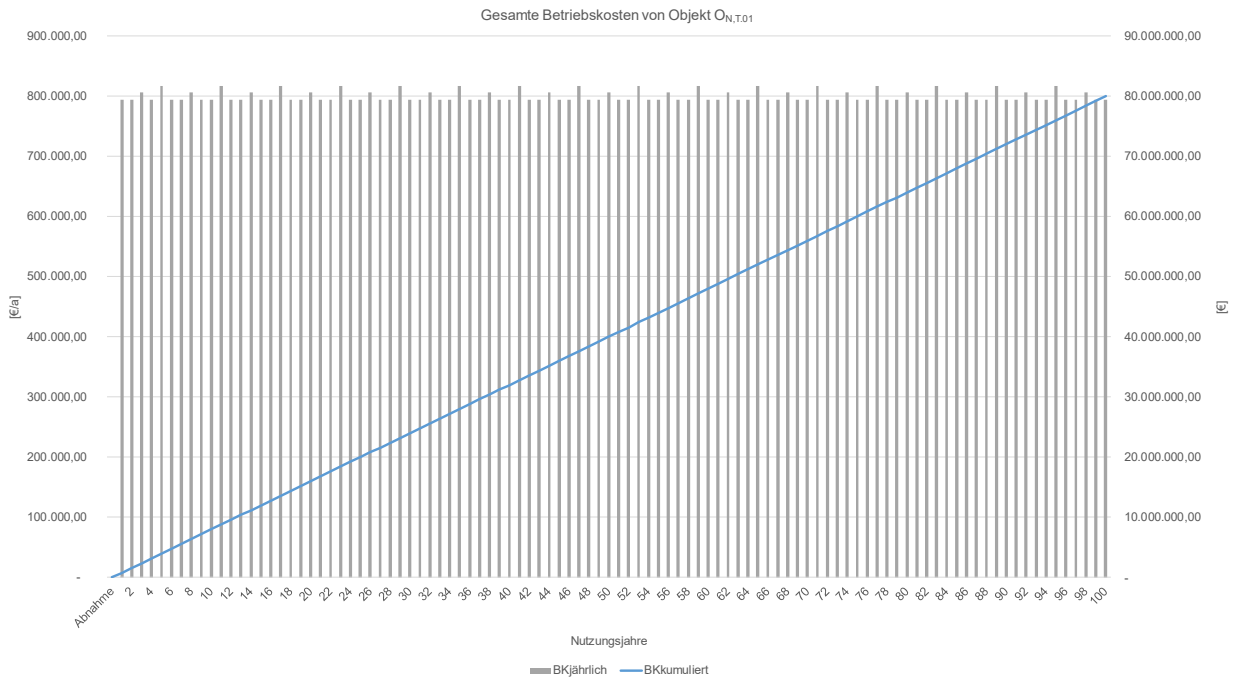


Abbildung 6-13: Jährliche und kumulierte Betriebskosten BK_{gesamt} von Objekt $O_{N,T.01}$

In Abbildung 6-13 sind auf der Abszisse die Jahre des Betrachtungsintervalls von 100 Jahren sowie auf der Ordinate die jährliche bzw. kumulierte Betriebskostenhöhe angetragen. Die grau gefüllten Balken in Abbildung 6-13 bilden die jährlichen gesamten Betriebskosten von Objekt $O_{N,T.01}$ zum jeweiligen Betrachtungsjahr ab. Mit dem blauen Graphen in Abbildung 6-13 wird der Kostenverlauf über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren angegeben. Die Maximalwerte der Betriebskosten in Abbildung 6-13 treten mit der Durchführung der Hauptprüfung nach DIN 1076 in einem wiederkehrenden Intervall von sechs Jahren auf. Im Durchschnitt werden jährliche Betriebskosten in Höhe von 799.345 € zur betrieblichen Unterhaltung von Objekt $O_{N,T.01}$ verursacht. Auf den Tunnelmeter bezogen ergeben sich jährlich durchschnittliche Betriebskosten von rund 420,71 €/m und auf den Röhrenmeter bezogen von etwa 210,35 €/m.

6.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Das entwickelte Modell stellt einen Leitfaden zur Bemessung des erforderlichen Budgets für sämtliche Organisationseinheiten auf Ebene von Betreiber und Eigentümer dar, um die betriebliche Unterhaltung von Verkehrsinfrastrukturobjekten in einem spezifischen Netz zu quantifizieren. Die Folge der durchgeführten Modelloperationen der vier Modellbestandteile Leistungsumfang LU_N , Leistungssoll LS_N sowie Leistungsniveau SL_N und Betriebskosten BK_N des Netzes N werden in einem Gesamtablauf in Abbildung 6-14 zusammengefasst.

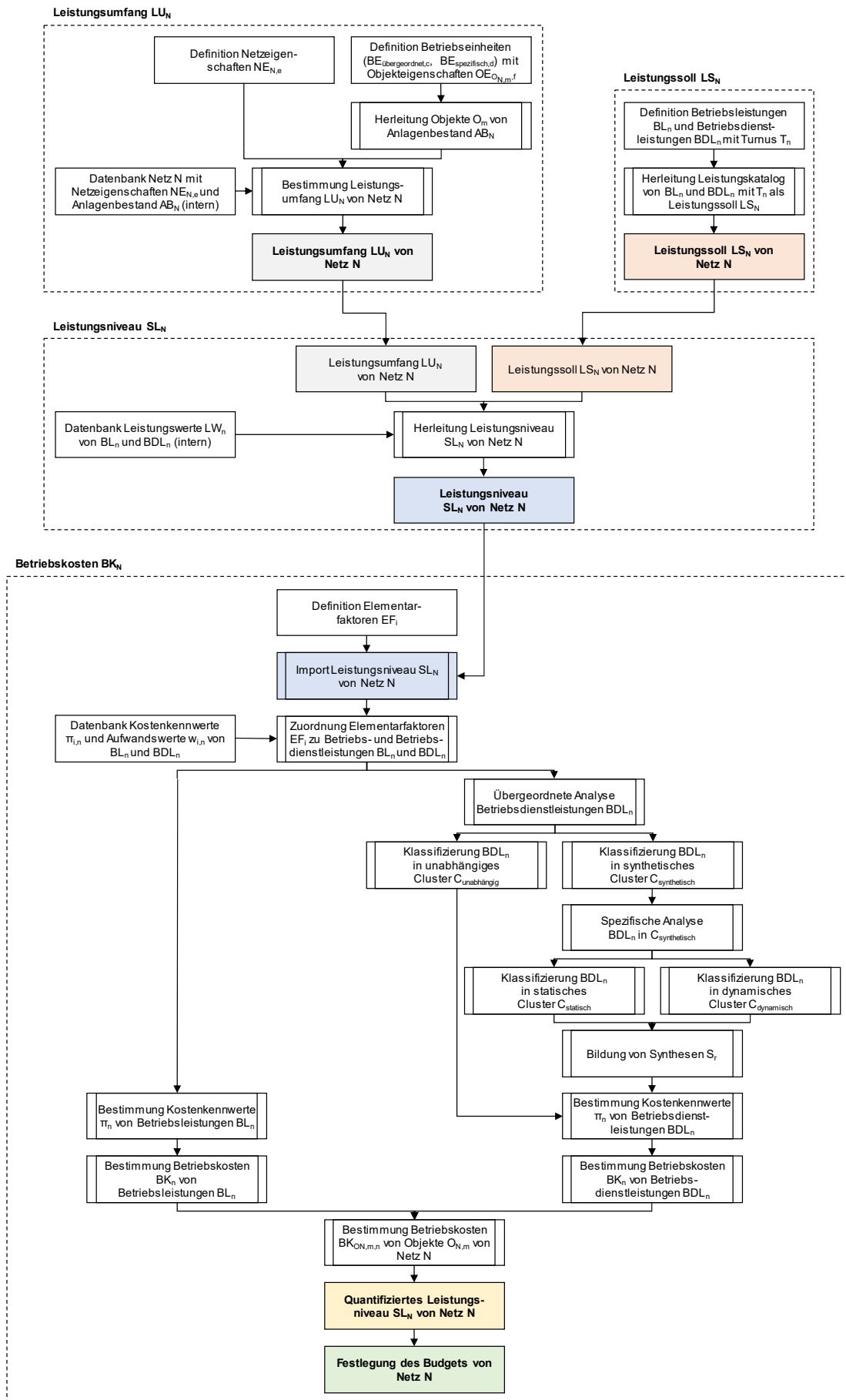


Abbildung 6-14: Gesamtablauf über alle Modellbestandteile

Zum einen wurde für die betriebliche Unterhaltung des Netzes N die bereitzustellende bzw. die zu fordernde Mittelhöhe im Durchschnitt bestimmt und zum anderen eine Prognose auf der Grundlage der zukünftigen Kostenentwicklung in einem Betrachtungsintervall von 100 Jahren durchgeführt. Auf der Grundlage des spezifischen Leistungsniveaus SL_N des in der Modellanwendung untersuchten Netzes N wurden durchschnittliche Betriebskosten zur betrieblichen Unterhaltung der Objekte in Höhe von 3.789.854 €/a berechnet. Dabei unterteilen sich die Betriebskosten in mehr als 75 % für die betriebliche Unterhaltung der Straßenobjekte $O_{N,S.01}$ bis $O_{N,S.04}$, in ca. 4 % für die betriebliche Unterhaltung der Brückenobjekte $O_{N,B.01}$ bis $O_{N,B.01}$ und in etwa 21 % für die betriebliche Unterhaltung des Tunnelobjektes $O_{N,T.01}$.

In der Auswertung der Betriebskosten im Hinblick auf die Kostenstellen und Kostenträger des Netzes wurde gezeigt, dass sich der Verursachungsbezug der betrieblichen Unterhaltung stark von den einzelnen Immobilienarten Straße, Brücke und Tunnel unterscheidet. Insbesondere in der Kostenanalyse der Leistungsbereiche wurden in Abhängigkeit der Immobilienart unterschiedliche Kostentreiber identifiziert. Dies liegt im Wesentlichen in den spezifischen Objekteigenschaften des Anlagenbestandes begründet. Der Kostenverlauf der Streckenabschnitte wurde über ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren nahezu gleichmäßig bestimmt. Die Entwicklung von Betriebskosten der Brücken- und Tunnelobjekte ergab sich über das Intervall volatiler. Dies ist maßgeblich auf die Prüfungsleistungen von Ingenieurbauwerken nach DIN 1076 zurückzuführen. Aufgrund der aus der Komplexität der elektrotechnischen Anlagen des untersuchten Tunnelobjektes resultierenden dominanten Kostenposition dieser Betriebseinheiten wurde verglichen mit den Brückenbauwerken trotz der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 eine „abgedämpfte“ Kostenentwicklung und folglich geringere Schwankungen im Kostenverlauf über das Betrachtungsintervall von 100 Jahren ermittelt. Damit hat eine spezifische Kostenprognose der Leistungspositionen des Netzes nur dann Aussagekraft, wenn die Daten dieser auf einem spezifischen Zeitraum basieren.

7 Schlussbemerkungen

7.1 Zusammenfassung und kritische Würdigung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung einer allgemeinen Methodik zur Bestimmung von Betriebskosten einer funktionsfähigen Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung von spezifischen Netz- und Objekteigenschaften. Das Forschungsziel wurde im Rahmen der Entwicklung eines Modells umgesetzt, das von den für die betriebliche Unterhaltung zuständigen Organisationseinheiten angewendet werden kann.

Der in Kapitel 2 dargelegte Forschungsgegenstand dieser Arbeit stellte die betriebliche Unterhaltung von Straßen, Brücken und Tunneln der Verkehrsinfrastruktur, aufgrund der Datenlage primär von Autobahnen, dar. Aus den Untersuchungen zum Stand der Forschung in Kapitel 3 wurde unter Berücksichtigung von betriebswirtschaftlichen und immobilienwirtschaftlichen Grundlagen der Forschungsbedarf abgeleitet. Es wurde festgestellt, dass die entsprechenden Anweisungen und die derzeitigen Methoden die für eine Bestimmung und für eine Prognose von Betriebskosten erforderlichen Anforderungen nicht erfüllen, da keine Daten zu Elementarfaktoren (Art und Menge), Kostenkennwerten und Aufwandswerten der Leistungspositionen bereitgestellt sowie keine Kosteneinflussgrößen aus Netz- und Objekteigenschaften in den Bestimmungsverfahren berücksichtigt werden. Die nicht hinreichende Festlegung eines verbindlichen Leistungsniveaus, bestehend aus Leistungsumfang und Leistungssoll, führt zu einer mangelhaften Transparenz in der Dokumentation und in der Vergleichbarkeit der tatsächlich verursachten Betriebskosten nach Kostenhöhe, Kostenträgern und Kostenstellen. Hieraus ergab sich der Forschungsbedarf dieser Arbeit, die Betriebskosten basierend auf einem definierten Leistungsniveau unter Berücksichtigung von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Objekte $O_{N,m}$ und Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ eines Netzes N zu bestimmen (vgl. Formel 7-1).

$$BK_N = f(NE_{N,e}; OE_{ON,m,f})$$

Formel 7-1: Betriebskosten BK_N als Funktion von Objekteigenschaften $OE_{ON,m,f}$ der Objekte $O_{N,m}$ und Netzeigenschaften $NE_{N,e}$ eines Netzes N

Die Herleitung von zur Bearbeitung des Forschungsbedarfes erforderlichen Methoden in Kapitel 4 zur logisch-deduktiven Genese des Modells erfolgte auf der Grundlage des Forschungsgegenstandes und des Stands der Forschung. Das in Kapitel 5 entwickelte Modell gliedert sich in vier Modellbestandteile.

Als die beiden ersten Modellbestandteile wurde mit der Formalisierung des Leistungsumfanges und des Leistungssolls ein einheitlicher Standard als verbindliches Leistungsniveau zur betrieblichen Unterhaltung eines Netzes geschaffen. Die Festlegung des Netzes erfolgte in Abhängigkeit des jeweiligen Untersuchungsbedarfes. Mit der Bestimmung des Leistungsumfanges wurden die von Organisationseinheiten aufzunehmenden Daten zu Objekteigenschaften des Anlagenbestandes und zu Netzeigenschaften eines Netzes definiert. Zur Identifizierung von Objekteigenschaften wurden die Objekte in Betriebseinheiten sowie weiter in Elemente strukturiert, die betriebskostenverursachende Betrachtungseinheiten mit einer bestimmten Funktion und damit Kostenstellen der betrieblichen Unterhaltung bilden. In einem Leistungskatalog wurden zur Definition des Leistungssolls standardisierte Leistungspositionen

mit einem vorgegebenen Turnus zusammengefasst. Die Leistungspositionen von Betriebsleistungen und Betriebsdienstleistungen wurden in die sieben Leistungsbereiche Versorgung, Entsorgung, Reinigung, Betriebsinstandsetzung, Inspektion und Wartung, Weitere Leistungen sowie Abgaben und Beiträge klassifiziert. Der Leistungskatalog als Leistungssoll bildet ein Sammelwerk von Kostenträgern der betrieblichen Unterhaltung von Straßen, Brücken und Tunneln.

Der dritte Modellbestandteil umfasst die Festlegung eines Leistungsniveaus, in dem aufgrund der Zuordnung des Leistungssolls zum Leistungsumfang ein eindeutiger Bezug zwischen der Kostenursache (Leistungspositionen) und dem Ort der Kostenentstehung (Elemente von Betriebseinheiten) hergestellt wurde.

Das Leistungsniveau wurde im vierten Modellbestandteil durch die Bestimmung von Betriebskosten auf Positionsebene sowie auf Objektebene quantifiziert. Hierfür wurden im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen Art und Menge der Elementarfaktoren, Aufwandswerte sowie Kostenkennwerte zur Erbringung der Leistungspositionen ermittelt und in das Modell als eine erste, in weiteren Anwendungen nachzuverdichtende bzw. anpassbare Datenbasis implementiert. Diese Daten bildeten die Grundlage zur Berechnung der Betriebskosten von Betriebsleistungen sowie von Betriebsdienstleistungen. Im Rahmen der Quantifizierung von Betriebsdienstleistungen wurde in einer organisationstheoretischen Analyse eine Methodik entwickelt, um wirtschaftlich effiziente Kombinationen von mehreren Betriebsdienstleistungen zu identifizieren. Die organisationstheoretische Analyse von Betriebsdienstleistungen ergab, dass das Leistungssoll der betrieblichen Unterhaltung einen mehrheitlich hoch strukturierten, stabilen sowie nicht dringenden Charakter aufweist und demnach mit einer erhöhten Planungs- und Prognosesicherheit insbesondere im Hinblick auf die Budgetbemessung einhergeht. Die Ergebnisse der organisationstheoretischen Analyse fanden bei der Berechnung von Betriebskosten Berücksichtigung.

Das theoretische Modell wurde an einem exemplarisch entworfenen Netz als ein fiktives Untersuchungsgebiet in Kapitel 6 in Anlehnung an das EVA-Prinzip der Datenverarbeitung praktisch angewendet. Auf der Grundlage von importiertem Leistungsumfang und Leistungssoll wurde für das Netz das Leistungsniveau qualifiziert sowie quantifiziert. Die Kostenanalyse nach Kostenstellen und nach Kostenträgern des untersuchten Netzes zeigte, dass sich der Verursachungsbezug der betrieblichen Unterhaltung stark von den einzelnen Immobilienarten Straße, Brücke und Tunnel unterscheidet. Insbesondere in der Kostenanalyse der Leistungsbereiche wurden in Abhängigkeit der Immobilienart die spezifischen Objekteigenschaften als wesentliche Kostentreiber identifiziert. Der Kostenverlauf der Streckenabschnitte wurde über ein Betrachtungsintervall von 100 Jahren nahezu gleichmäßig bestimmt. Die Entwicklung der Betriebskosten des Tunnelobjektes und maßgeblich der Brückenobjekte fiel aufgrund der Prüfungsleistungen nach DIN 1076 deutlich volatiler über das hundertjährige Betrachtungsintervall aus. Damit ist die Berücksichtigung des spezifischen Zeitraumes insbesondere von Ingenieurbauwerken in einer qualifizierten Kostenprognose wesentlich.

Das entwickelte Modell stellt einen Leitfaden zur Bemessung, zur Prognose und zur Plausibilisierung der erforderlichen Mittelhöhe zur betrieblichen Unterhaltung bereit. Damit wurden die Grundlagen geschaffen, dem Risiko einer Zuweisung der Höhe nach

unangemessenen Budgets, aus der sich eine zur Erhaltung des Soll-Zustandes nicht ausreichende betriebliche Unterhaltung oder eine nicht zielgerechte Bereitstellung öffentlicher Mittel ergeben, zu begegnen.

7.2 Ausblick und Empfehlungen für weitere Untersuchungen

Die Gründung der Infrastrukturgesellschaft nach § 1 InfrGG ist eine Chance, der in dieser Arbeit aufgezeigten Problematik einer nicht hinreichenden Festlegung eines verbindlichen Leistungsniveaus für alle Organisationseinheiten der betrieblichen Unterhaltung, der derzeitigen Intransparenz der Leistungserbringung sowie den daraus resultierenden Risiken zu begegnen.

Mit der Analyse der Ablauforganisation in dieser Arbeit werden Grundlagen für Untersuchungen zur Aufbauorganisation der betrieblichen Unterhaltung insbesondere zur Optimierung der derzeit bestehenden Netze der Verkehrsinfrastruktur geschaffen. Auf Basis der Ergebnisse der organisationstheoretischen Analyse ist es im Rahmen von weiterführenden Untersuchungen zur Aufbauorganisation möglich, das Gesamtnetz in Deutschland in wirtschaftlich effiziente Netze zu gliedern.

Das entwickelte Modell zur Ermittlung von Betriebskosten der Verkehrsinfrastruktur bedient sich verschiedener Eingangsgrößen. Diese Eingangsgrößen basieren einerseits auf Daten von im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen (Elementarfaktoren, Aufwandswerte und Kostenkennwerte) und andererseits auf den von Regelwerken, Normen und Forschungsberichten hergeleiteten angenommenen Festlegungen zu spezifischen Turnuswerten oder zu beispielhaften Ausprägungen von Aufgabenmerkmalen. Das Modell gibt ein konsistentes Vorgehen vor, ist aber derart flexibel konzeptioniert, dass die Eingangsgrößen in der Anwendung verändert werden können. Damit könnten die im Modell eingepflegten Daten, z. B. Kostenkennwerte oder Aufwandswerte von Elementarfaktoren, im Konsens zur Weiterentwicklung der eingesetzten Technologien (Geräte und Maschinen, Baustoffe) und Verfahren der Leistungserbringung entsprechend fortgeschrieben werden. Angesichts der eingeschränkten Datenlage der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen könnte in weiteren Arbeiten mit den geschaffenen Grundlagen eine dezidierte empirische Erhebung von Daten zu erforderlichen Elementarfaktoren, Aufwandswerten und Kostenkennwerten folgen, um die Belastbarkeit der implementierten Daten zu erhöhen, einen einheitlichen Detaillierungsgrad dieser herzustellen sowie die getroffenen Festlegungen zu plausibilisieren. Insbesondere für Betriebsdienstleistungen mit einem Grad geringer Strukturiertheit oder hoher Veränderlichkeit, d. h. eingeschränkter Definierbarkeit von Input, Output bzw. Durchführungshäufigkeit, könnten die im Modell eingepflegten möglichen Merkmalsausprägungen hinsichtlich Art und Menge von Elementarfaktoren, Aufwandswerten und Leistungswerten der organisationstheoretischen Analyse nachverdichtet werden, um mehrere verschiedene Szenarien der Leistungserbringung zu bilden.

Auf den in dieser Arbeit geschaffenen Grundlagen könnte eine ausreichende Datenbasis zu dem Leistungsumfang, dem Leistungssoll sowie den verursachten Betriebskosten geschaffen werden, um im Zuge von weiteren Untersuchungen Auswertungen der Betriebskosten von verschiedenen Netzen über mehrere Jahre vorzunehmen.

Ein weiterer Forschungsbedarf ergibt sich in der Zusammenführung der in dieser Arbeit ermittelten Betriebskosten des Anlagenbestandes eines Netzes mit den erforderlichen Investitionen der baulichen Unterhaltung in der Betriebsphase. Auf dieser Basis könnten die Kosten der zu betreibenden Immobilien im Lebenszyklus ganzheitlich betrachtet werden, wodurch den Ansprüchen eines funktionierenden Infrastrukturmanagements Rechnung getragen werden würde.

Glossar

Anlagenbestand	Als Anlagenbestand wird die Summe von betrieblich zu unterhaltenden Objekten bezeichnet, die in einem Netz liegen.
Betriebliche Unterhaltung	Die betriebliche Unterhaltung fasst alle Maßnahmen zusammen, die zu keiner Veränderung des Wertes eines Vermögensgegenstandes bzw. einer Betrachtungseinheit eines Objektes führen und damit ausschließlich der Erhaltung des Soll-Zustandes dienen. Die Erbringung der betrieblichen Unterhaltung verursacht Betriebskosten.
Betriebsdienstleistungen	Betriebsdienstleistungen sind Maßnahmen der betrieblichen Unterhaltung, deren Ergebnis die Erbringung einer Dienstleistung ist.
Betriebsleistungen	Betriebsleistungen sind Maßnahmen der betrieblichen Unterhaltung, deren Ergebnis die Produktion von Sachgütern ist.
Betriebskosten	Betriebskosten sind sämtliche Kosten, die infolge der direkten Leistungserbringung der betrieblichen Unterhaltung von Objekten der Verkehrsinfrastruktur, d. h. Straßen als Streckenabschnitte, Brücken und Tunneln, laufend entstehen.
Leistungsniveau	Das Leistungsniveau (Service Level) eines Netzes definiert den Standard der betrieblichen Unterhaltung, der durch die Organisationseinheiten zu erbringen ist. Im Leistungsniveau werden der Leistungsumfang sowie das Leistungssoll der Leistungserbringung festgelegt. DIN 15221 definiert das Service Level Agreement als <i>„eine Vereinbarung zwischen dem Auftraggeber bzw. Kunden und dem Leistungserbringer über die Leistung, deren Messung und die Bedingungen der Erbringung der Dienstleistungen“</i> ⁴⁴⁰ .
Leistungssoll	Das Leistungssoll definiert die Art und den Turnus der erforderlichen Leistungen der betrieblichen Unterhaltung, um den Soll-Zustand des Anlagenbestandes eines Netzes zu erhalten.
Leistungsumfang	Der Leistungsumfang ergibt sich aus dem betrieblich zu unterhaltenden Anlagenbestand mit Objekteigenschaften eines Netzes mit Netzeigenschaften.
Netz	Das Netz als Teil des Gesamtnetzes der Verkehrsinfrastruktur ist ein räumlich abgrenzbares Gebiet mit bestimmten Netzeigenschaften und mit einem spezifischen Anlagenbestand.

⁴⁴⁰ Deutsches Institut für Normung e.V.: *Facility Management - Teil 1: Begriffe* (Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2007), S. 6.

Netzeigenschaften	Die Netzeigenschaften sind Parameter der Konzeption sowie der Dimensionierung eines Netzes, die einen Einfluss auf die betriebliche Unterhaltung hinsichtlich des Leistungsniveaus üben und damit Kosteneinflussgrößen von Betriebskosten darstellen.
Objekteigenschaften	Jedes Objekt verfügt über Objekteigenschaften, welche die Konzeption, die Dimensionierung sowie die Lage im Netz der Bauteile bzw. der Elemente beschreiben. Objekteigenschaften beeinflussen das Leistungsniveau der betrieblichen Unterhaltung und sind damit Kosteneinflussgrößen von Betriebskosten.
Turnus	Der Turnus ist die jährliche Durchführungshäufigkeit einer Leistungsposition der betrieblichen Unterhaltung.
Verknüpfungspotenzial	Das Verknüpfungspotenzial einer Betriebsdienstleistung beschreibt die Eignung zur Verknüpfung mit anderen Betriebsdienstleistungen in der Leistungserbringung.

Literaturverzeichnis

- Aberle, Gerd:** *Verkehrswegerechnung und Optimierung der Verkehrsinfrastrukturnutzung: Problemanalyse und Lösungsvorschläge vor dem Hintergrund der EG-Harmonisierungsbemühungen für den Straßen- und Eisenbahnverkehr.* Unter Mitarbeit von Michael Engel. Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 6. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 1992.
- Adam, Dietrich:** *Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden.* 4., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage. Gabler-Lehrbuch. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1997.
- Arbeitsgruppe Wegekosten im Bundesverkehrsministerium:** „Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland.“ *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr*, Nr. 3 (1969). Zitiert nach Aberle, Gerd: *Verkehrswegerechnung und Optimierung der Verkehrsinfrastrukturnutzung: Problemanalyse und Lösungsvorschläge vor dem Hintergrund der EG-Harmonisierungsbemühungen für den Straßen- und Eisenbahnverkehr.* Unter Mitarbeit von Michael Engel. Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 6. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 1992.
- Aristides, Aelius:** *Die Romrede: herausgegeben, übersetzt und mit Erläuterungen versehen von Richard Klein.* Texte zur Forschung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1983.
- Badelt, Horst:** „Ein neues Modell für einen Winter-Index zur Abschätzung und Bewertung des Salzverbrauches.“ In *Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2011*. Hrsg. von Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011.
- Batty, Joseph:** *Management Accountancy: Including Financial Management and Control.* London: Macdonald & Evans Ltd., 1965. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen.* Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969.
- Bauer, Konrad:** „Straßenbauverwaltung in Deutschland.“ *Straße + Autobahn*, Nr. 3 (2008): S. 154–163.
- Berliner Wasserbetriebe:** „Unsere Tarife für Trinkwasser und Abwasser.“ Zuletzt geprüft am 25.09.2019. <https://www.bwb.de/de/12264.php>.
- Blankart, Charles B.:** *Öffentliche Finanzen in der Demokratie: Eine Einführung in die Finanzwissenschaft.* 8., vollständig überarbeitete Auflage. Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2012.
- Bloech, Jürgen; Bogaschewsky, Ronald; Buscher, Udo; Daub, Anke; Götz, Uwe; Roland, Folker:** *Einführung in die Produktion.* 7., korrigierte und aktualisierte Auflage. Springer-Lehrbuch. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 2014.

Budäus, Dietrich: „Von der bürokratischen Steuerung zum New Public Management: Eine Einführung.“ In *Managementforschung 8: New Public Management*. Hrsg. von Dietrich Budäus, Peter Conrad und Georg Schreyögg, S. 1–10. Berlin, New York: Walter de Gruyter GmbH & Co., 1998.

Bund-/Länder-Arbeitskreis BEKORS: *PerLohn: Leistungskatalog, 01. August 2016*. 2016.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe; Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: „Definition "Kritische Infrastrukturen".“ Zuletzt geprüft am 09.10.2017.
http://www.kritis.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/Kritis/neue_Sektoreneinteilung.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: *KRITIS-Sektorstudie: Transport und Verkehr*. Bonn, 2015.

Bundesanstalt für Straßenwesen: „Automatische Zählstellen auf Autobahnen und Bundesstraßen.“ Zuletzt geprüft am 16.07.2019.
https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Verkehrszaehlung.html.

Bundesanstalt für Straßenwesen: „Automatische Zählstellen 2017.“ Zuletzt geprüft am 28.02.2019. https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html?cms_map=1&cms_filter=true&cms_jahr=Jawe2017&cms_land=&cms_strTyp=A&cms_str=&cms_dtvKfz=&cms_dtvSv=.

Bundesanstalt für Straßenwesen: „Brücken an Bundesfernstraßen: Brückenstatistik 09/2018.“ Zuletzt geprüft am 01.03.2019.
https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Statistik/Bruecken/Brueckenstatistik.pdf;jsessionid=0E8A895BCE463A76BE8BAB5D22644BBD.live11291?__blob=publicationFile&v=11.

Bundesanstalt für Straßenwesen; Abteilung Brücken- und Ingenieurbau: *Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU)*. 2007.

Bundesministerium der Finanzen: „Haushaltsrechnung und Vermögensrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2008 (Jahresrechnung 2008).“ Zuletzt geprüft am 15.04.2019.
http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzien/Bundshaushalt/Haushalts_und_Vermoegensrechnungen_des_Bundes/haushaltsrechnung-und-vermoegensrechnung-des-bundes-Jahresrechnung-2008.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Bundesministerium der Finanzen: „Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2009.“ Zuletzt geprüft am 15.04.2019.
https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzien/Bundshaushalt/Haushalts_und_Vermoegensrechnungen_des_Bundes/haushaltsrechnung-und-vermoegensrechnung-des-bundes-Haushaltsrechnung-2009.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

- Bundesministerium der Finanzen:** „Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2010.“ Zuletzt geprüft am 15.04.2019.
http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzien/Bundeshaushalt/Haushalts_und_Vermögensrechnungen_des_Bundes/haushaltsrechnung-und-vermogensrechnung-des-bundes-Haushaltsrechnung-2010.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- Bundesministerium der Finanzen:** „Haushaltsrechnung des Bundes: Für das Haushaltsjahr 2011.“ Zuletzt geprüft am 15.04.2019.
https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzien/Bundeshaushalt/Haushalts_und_Vermögensrechnungen_des_Bundes/haushaltsrechnung-und-vermogensrechnung-des-bundes-Haushaltsrechnung-2011.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
- Bundesministerium der Finanzen:** *Das System der öffentlichen Haushalte*. Berlin, 2015.
- Bundesministerium des Innern:** *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)*. Berlin, 2009.
- Bundesministerium für Verkehr:** *Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen*. Bonn: Kirschbaum Verlag GmbH, 2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** „Bundeshaushaltsplan 2014: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2014/so/ll/epl12.pdf#page=127.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** „Bundeshaushaltsplan 2015: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2015/so/ll/epl12.pdf#page=127.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** „Bundeshaushaltsplan 2016: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2016/so/ll/epl12.pdf.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** „Bundeshaushaltsplan 2017: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2017/so/ll/epl12.pdf#page=13.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** „Bundeshaushaltsplan 2018: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2018/so/ll/epl12.pdf#page=14.

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 6/2014*): Sachgebiet 07: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung - Sachgebiet 07.3: Arbeitsstellen an Straßen.* Bonn, 2014; Technische Liefer- und Prüfbedingungen für transportable Warnschwellen (TLP-Warnschwellen 2014).
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** *Bundesverkehrswegeplan 2030.* Berlin, 2016.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** *Verkehr in Zahlen 2017/18: 46. Jahrgang.* 45., aktualisierte Neuauflage, revidierte Ausgabe. Hamburg: DVV Media Group GmbH, 2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur:** *Verkehr in Zahlen 2018/2019: 47. Jahrgang.* Flensburg: Druckereiverbund BMVI, 2018.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** „Bundeshaushaltsplan 2012: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2012/so/ll/epl12.pdf#page=103.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** „Bundeshaushaltsplan 2013: Einzelplan 12.“ Zuletzt geprüft am 12.04.2019.
https://www.bundeshaushalt.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2013/so/ll/epl12.pdf#page=125.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** *M 4: Richtlinie zur Ermittlung und Verrechnung von Kosten im Straßenbetriebsdienst an Bundesfernstraßen.* 2006.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** *Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 17/2009: Sachgebiet 07.3: Straßenverkehrstechnik und Straßenausstattung; Arbeitsstellen an Straßen.* Bonn, 2009; *Arbeitsstellen an Bundesautobahnen - Regelungen für Nachtbaustellen.*
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,** Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz. ABBV. 01.07.2010.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund/Länder Arbeitsgruppe Brücken- und Ingenieurbau:** *Bauwerksprüfung nach DIN 1076: Bedeutung, Organisation, Kosten (Dokumentation 2013).* Berlin, 2013.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Bund-/Länder-Arbeitskreis BEKORS:** *Maßnahmenkatalog M3: Richtlinie zur Erhebung des Anlagenbestandes der Bundesfernstraßen.* 2011.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Landesbetrieb Straßenbau NRW:** *Maßnahmenkatalog Straßenbetriebsdienst MK 1: Umsetzung der Steuerung des Straßenbetriebsdienstes in den Ländern.* 2006.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr:** *Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen: Version 1.1.* Bonn, 2004.
- Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt:** „Strom- und Energiepreise in Deutschland.“ Zuletzt geprüft am 08.01.2019. <https://de.statista.com/statistik/studie/id/10091/dokument/strom-und-energiepreise-statista-dossier/>.
- Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.:** „Verkehrsinfrastruktur – Was ist zu tun?“. Zuletzt geprüft am 11.04.2019. <https://bdi.eu/artikel/news/verkehrsinfrastruktur-was-ist-zu-tun/>.
- Corsten, Hans; Gössinger, Ralf:** *Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement.* 12., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009.
- Deutscher Bundestag:** „Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht 2008.“ Drucksache 16/11850, 16. Wahlperiode. Zuletzt geprüft am 16.04.2019. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/16/118/1611850.pdf>.
- Deutscher Bundestag:** „Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2014.“ Drucksache 18/8800, 18. Wahlperiode. Zuletzt geprüft am 16.04.2019. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/088/1808800.pdf>.
- Deutscher Bundestag:** „Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2015.“ Drucksache 18/12764, 18. Wahlperiode. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/127/1812764.pdf>.
- Deutscher Bundestag:** „Unterrichtung durch die Bundesregierung: Verkehrsinvestitionsbericht für das Berichtsjahr 2016.“ Drucksache 19/2650, 19. Wahlperiode. Zuletzt geprüft am 16.04.2019. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/026/1902650.pdf>.
- Deutsches Institut für Normung e.V.:** *Informationsverarbeitung - Sinnbilder und ihre Anwendung.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1983.
- Deutsches Institut für Normung e.V.:** *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999.
- Deutsches Institut für Normung e.V.:** *Facility Management - Teil 1: Begriffe.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2007.
- Deutsches Institut für Normung e.V.:** *Nutzungskosten im Hochbau.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008.
- Deutsches Institut für Normung e.V.:** *Facility Management - Teil 3: Leitfaden für Qualität im Facility Management.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2011.

Deutsches Institut für Normung e.V.: *Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012.

Deutsches Institut für Normung e.V.: *Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.

Deutsches Institut für Normung e.V.: *Lager im Bauwesen - Teil 1: Allgemeine Regelungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2018.

Deutschlandfunk: „Deutschland leidet unter Investitionsstau: Marode Infrastruktur - Beitrag vom 04.01.2019.“ Zuletzt geprüft am 11.04.2019.
https://www.deutschlandfunkkultur.de/marode-infrastruktur-deutschland-leidet-unter.1083.de.html?dram:article_id=437539.

Durth, Walter: „Der Straßenbetriebsdienst im Wandel: Notwendigkeit und Voraussetzungen der Neuorganisation.“ *Straße + Autobahn* 49 (1998): S. 5–9.

Enderlein, Heinz; Kunert, Uwe: *Berechnung der Kosten und der Ausgaben für die Wege des Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1987*. Beiträge zur Strukturforschung 119. Berlin: Duncker & Humblot, 1990.

Engelhardt, Stephan: „Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln.“ Dissertation, Institut für Baubetrieb Universität der Bundeswehr München, 2015.

Forkert, Lothar: „Verfahren zur Prognose von Schadensentwicklungen bei einer kostenoptimierten Brückeninstandhaltung.“ Dissertation, Institut für Baubetrieb und Informationsverarbeitung im Bauwesen Technische Hochschule Darmstadt, 1989.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 1997.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst an Straßen - Teil: Reinigung von Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 1999.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Straßenbetriebsdienst - Teil: Grünpflege*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2006.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für Planung, Bau und Betrieb von Taumittelsprühanlagen*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2009.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2010.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: *Hinweise zur Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen an Außerortsstraßen*. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011.

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:** *Praktische Empfehlungen für ein effektives Räumen und Streuen im Straßenwinterdienst.* Köln: FGSV Verlag GmbH, 2011.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:** *Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln - M KWPT.* Bonn: FGSV Verlag GmbH, 2015.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:** *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT).* Köln: FGSV Verlag GmbH, 2016.
- Gutenberg, Erich:** *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion.* 24., unveränderte Auflage. 3 Bde. Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 1. Berlin / Heidelberg / New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1971.
- Hanke, Horst:** „Neuorganisation des Straßenbetriebsdienstes in Hessen.“ *Straße + Autobahn* 49 (1998): S. 11–15.
- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie:** *BGL Baugeräteliste 2015: Technisch-wirtschaftliche Baumaschinendaten.* 1. Auflage 2015. Gütersloh: Bauverlag BV GmbH, 2015.
- Heinen, Edmund:** *Betriebswirtschaftliche Kostenlehre: Kostentheorie und Kostenentscheidungen.* 6., verbesserte und erweiterte Auflage, unveränderter Nachdruck. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1985.
- Herdzina, Klaus; Seiter, Stephan:** *Einführung in die Mikroökonomik.* 12., überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2015.
doi:10.15358/9783800649211.
- Heymel, David:** *Erhaltungsmanagement von Brücken: Methodische Analyse möglicher Strategien zur Optimierung des Lebenszyklus von Brücken.* Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG, 2008.
- Holldorb, Christian; Rumpel, Franziska; Gerstengarbe, Friedrich-Wilhelm; Österle, Hermann; Hoffmann, Peter:** *Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet): Bericht zum Forschungsprojekt FE-Nr. 04.0251/2011/LRB.* Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Verkehrstechnik V 270. Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2016.
- Holldorb, Christian; Streich, Markus; Uhlig, Melina; Schäufele, Immanuel:** *Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten: Bericht zum Forschungsprojekt: FE 04.235/2011/KRB.* Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 258. Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2015.
- Holocher, Klaus H.:** *Wegerechnungen für Straßen: Untersuchung der grundlegenden Kostenrechnungsansätze und differenzierte Berechnung der Ausgabendeckung für das Straßennetz der Bundesrepublik Deutschland.* Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 3. Darmstadt: Tetzlaff Verlag im Hause Hoppenstedt, 1988.

- Holst, Jorgen:** „Optimization of Operation and Maintenance Activities and Costs for Road Tunnels based on experience.“ Budapest, 2012. Zitiert nach Engelhardt, Stephan: „Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln.“ Dissertation, Institut für Baubetrieb Universität der Bundeswehr München, 2015.
- Holst, Jorgen:** „Optimization of Operation and Maintenance Activities and Costs for Road Tunnels based on experience.“ Dubrovnik, 2012. Zitiert nach Engelhardt, Stephan: „Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken: Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln.“ Dissertation, Institut für Baubetrieb Universität der Bundeswehr München, 2015.
- Hölzgen, Michael:** „Erhaltungskosten von Brücken: Ein Strategiemodell und ein Verfahren zur Berechnung der Kosten auf der Grundlage einer objektbezogenen Bedarfsermittlung.“ Dissertation Technische Hochschule Darmstadt, 1991.
- Horváth, Péter; Gleich, Ronald; Seiter, Mischa:** *Controlling*. 13., komplett überarbeitete Auflage. München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2015.
- Jochimsen, Reimut:** *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*. Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1966.
- Jodl, Hans G.:** „Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 1: Berechnungsmodell LZKB.“ *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010): S. 221–230.
- Jodl, Hans G.:** „Lebenszykluskosten von Brücken - Teil 2: Software LZKB.“ *Bauingenieur*, Nr. 85 (2010): S. 231–240.
- Kaltenbach, Jakob:** „Qualifizierung und Quantifizierung der Produktionsfaktoren zur Leistungserbringung des Straßenbetriebsdienstes am Beispiel des deutschen Bundesautobahnnetzes.“ Bachelor's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, Mai 2018.
- Klein, Richard:** *Die Romrede des Aelius Aristides: Einführung*. Texte zur Forschung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1981.
- Kommission Kommunaler Straßenbau:** *Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden: FGSV 986*. Ausgabe 2004 986. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen, 2004.
- Kommission Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung:** *Konzeptdokument: Vorsitzender der Kommission: Bundesminister a. D. Kurt Bodewig*. Berlin, 2013.
- Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung:** *Schlußbericht: Vorsitzender der Kommission: Wilhelm Pällmann*. Berlin, 2000.
- Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung:** *Abschlussbericht: Vorsitzender der Kommission: Karl-Heinz Daehre*. Berlin, 2012.

- König, Gert; Maurer, Reinhard; Zichner, Tilman:** *Spannbeton: Bewährung im Brückenbau: Analyse von Bauwerksdaten, Schäden und Erhaltungskosten; mit 59 Tabellen.* BMFT – Risiko- und Sicherheitsforschung. Berlin: Springer, 1986.
- Kopper, Christopher; Hartwig, Karl-Hans; Rothengatter, Werner; Gawel, Erik; Eisenkopf, Alexander:** „Die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland: marode und unterfinanziert: Zeitgespräch.“ *Wirtschaftsdienst - Zeitschrift für Wirtschaftspolitik.* 10. Zuletzt geprüft am 11.04.2019. <https://archiv.wirtschaftsdienst.eu/jahr/2013/10/die-verkehrsinfrastruktur-in-deutschland-marode-und-unterfinanziert/>.
- Korn, Michael; Leupold, Andreas; Niederau, Arnold; Schneider, Christiane; Hartwig, Karl-Hans; Scheffler, Raimund:** *Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017: Endbericht, 25. März 2014.* Berlin, 2014. im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- Kornblum, Florian:** „Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien.“ Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, 01.02.2018.
- Kosiol, Erich:** *Organisation der Unternehmung.* 2., durchgesehene Auflage. Die Wirtschaftswissenschaften. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1976.
- Künstner, Gerhard:** „Teil 2 - Datenermittlung.“ In *REFA in der Baupraxis.* Hrsg. von REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. 2. Auflage. Frankfurt am Main: ztv-Verlag, 1984.
- Küpper, Hans-Ulrich:** *Controlling: Konzeption, Aufgaben, Instrumente.* 5., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2008.
- Kwiatkowski, Josef; Arndt, Beate:** *BASIC: Eine Einführung in 10 Lektionen mit zahlreichen Programmbeispielen, 95 Übungsaufgaben und deren vollständigen Lösungen.* Informationstechnik und Datenverarbeitung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag GmbH, 1983. doi:10.1007/978-3-642-96742-9.
- Link, Heike; Kalinowska, Dominika; Kunert, Uwe; Radke, Sabine:** *Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 2007: Endbericht.* DIW Berlin: Politikberatung kompakt 53. Berlin: DIW, 2009.
- Link, Heike; Rieke, Heilwieg; Schmied, Martin:** *Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 1997: Gutachten im Auftrage des Bundesverbands Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. und des Allgemeinen Deutschen AutomobilClubs (ADAC) e.V.* Berlin, 2000. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Zitiert nach Stock, Wilfried; Bernecker, Tobias: *Verkehrsökonomie: Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft.* 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2014.

- Londong, Jörg; Meyer, Daniel:** *Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen V 195*. Bergisch-Gladbach, 2010. Professur Siedlungswasserwirtschaft der Bauhaus Universität Weimar.
- Maleri, Rudolf:** *Grundlagen der Dienstleistungsproduktion*. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1994.
- Niskanen, William A.:** „Ein ökonomisches Modell der Bürokratie.“ In *Ökonomische Theorie der Politik*. Hrsg. von Werner W. Pommerehne und Bruno S. Frey, S. 349–368. Hochschultext. Berlin, Heidelberg: Springer, 1979.
- o. V.:** *Les ratios au service de l'entreprise*. Paris: Société d'expertise comptable fiduciaire de France, 1955. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969.
- o. V.:** *Les ratios outils de gestion*. Paris: Association Française des Conseillers de Direction, 1966. Zitiert nach Staehle, Wolfgang H.: *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969.
- Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr:** *Einführungserlass zu "Richtlinie für die Sicherung der Arbeitsstellen an Straßen; Autobahnen und autobahnähnlich ausgebauten Bundesstraßen; Regelpläne für Arbeitsstellen von kürzerer Dauer": 09. September 2016*.
- Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr:** „Regelpläne für Arbeitsstellen kürzerer Dauer.“ Zuletzt geprüft am 28.01.2019.
http://www.verkehr.bayern.de/assets/stmi/vum/strasse/verkehrsmanagement/49_regelplaene.pdf.
- Orbanz, Dirk:** „Budgetierung im Straßenbetriebsdienst: Bestimmungsfaktoren und der Einfluss von Straßenzustand und Verkehrsstärke.“ Dissertation, Professur Baubetrieb und Bauverfahren Bauhaus-Universität Weimar, Dezember 2012.
- Österreichische Bundesbahnen,** Richtlinien zur Berechnung der Erhaltungskosten und Ablösebeträge von Ingenieurbauwerken, Straßen und Wegen sowie Altbauten im Straßen- und Wegebau. 2006.
- Picot, Arnold:** „Führungsfunktionen: Organisation.“ In *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre: Band 2*. Hrsg. von Michael Bitz. 5. Auflage, S. 43–121. München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2014.
- Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon:** *Organisation: Theorie und Praxis aus ökonomischer Sicht*. 7., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH, 2015.
- Pollitt, Christopher:** *Managerialism and the public services: Cuts or cultural change in the 1990s?* 2. Edition. Oxford: Blackwell Pub, 1993.

- Porwollik, Jürgen:** „Stand der Umsetzung der ergebnisorientierten Steuerung des Betriebsdienstes in den Ländern.“ In *Kolloquium Straßenbetriebsdienst 2007*. Hrsg. von Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, S. 1–9. FGSV 002,89. Köln: FGSV Verlag GmbH, 2008.
- Rabe, D.:** „Die Unterhaltung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken.“ *Bauingenieur* 56, Nr. 11 (1981): S. 431–437.
- Reichard, Christoph:** „Internationale Ansätze eines "New Public Management".“ In *Neue Entwicklungen im Management*. Hrsg. von Michael Hofmann et al., S. 135–164. Management Forum. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 1994.
- Rommerskirchen, Stefan; Helms, Maja; Vödisch, Michael; Rothengatter, Werner; Liedtke, Gernot; Doll, Claus:** *Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr: Schlussbericht, FE-Nr. 96.693/2001*. Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2002. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
- Rommerskirchen, Stefan; Rothengatter, Werner; Greinus, Anne; Leypoldt, Patrick; Liedtke, Gernot; Scholz, Aaron:** *Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland: Endbericht, FE-Nr. 96.693/2001*. Basel / Karlsruhe: Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Prognos AG, 2007. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Rose, Karl:** „Kosten der Erhaltung von Brückenbauwerken.“ Dissertation, Fachgebiet Baubetrieb Technische Hochschule Darmstadt, 1989.
- Röser, Katharina:** „Betriebskostenermittlung von Brückenbauwerken.“ Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, Juni 2017.
- Schaule, Matthias:** „Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung: Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien.“ Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, 2014.
- Schmalenbach, Eugen:** *Kostenrechnung und Preispolitik*. 8. Auflage. Köln: Westdeutscher Verlag, 1963.
- Schmauder, Martin; Jung, Philipp; Paritschkow, Silke:** *Anlagekonzeptionen für Meistereigehöfte: Optimierung von Arbeitsabläufen*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 212. Bergisch-Gladbach, 2012.
- Schmauder, Martin; Jung, Philipp; Paritschkow, Silke:** *Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebsdienst: Sommerdienst*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 238. Bergisch-Gladbach, 2014.

- Schröter, Eckhard; Wollmann, Hellmut:** „New Public Management.“ In *Handbuch zur Verwaltungsreform*. Hrsg. von Bernhard Blanke et al., S. 59–70. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1998.
- Schweitzer, Marcell; Küpper, Hans-Ulrich:** *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*. 8., überarbeitete und erweiterte Auflage. Vahdens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2003.
- Smith, Adam:** *Der Wohlstand der Nationen: Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*. 12. Auflage. Dtv 30149. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag GmbH & Co. KG, 2009.
- St. Bernhardt, Béla:** *Neuorganisation der staatlichen Aufgabenerfüllung: Anspruch und Leistungsfähigkeit des New Public Management - dargestellt am Beispiel des Straßenunterhaltungs- und Betriebsdienstes*. 1. Auflage. Nomos-Universitätsschriften Wirtschaft 53. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2000.
- Stachowiak, Herbert:** *Denken und Erkennen im kybernetischen Modell*. 2., verbesserte und ergänzte Auflage. Wien, New York: Springer-Verlag GmbH, 1975. doi:10.1007/978-3-7091-8224-6.
- Stachowiak, Herbert:** „Erkenntnisstufen zum Systematischen Neopragmatismus und zur Allgemeinen Modelltheorie.“ In *Modelle: Konstruktion der Wirklichkeit*. Hrsg. von Herbert Stachowiak, S. 87–146. Kritische Information 101. München: Wilhelm Fink Verlag, 1983.
- Staehe, Wolfgang H.:** *Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 1969.
- Statistisches Bundesamt:** „Durchschnittliche Abwasserkosten* je Kubikmeter und Grundgebühr pro Jahr in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2010.“ Zuletzt geprüft am 07.01.2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/184313/umfrage/verteilung-der-abwasserkosten-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>.
- Statistisches Bundesamt:** „Durchschnittliches Trinkwasserentgelt je Kubikmeter und Grundgebühr pro Jahr in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2013.“ Zuletzt geprüft am 07.01.2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200294/umfrage/verteilung-der-trinkwasserkosten-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>.
- Statistisches Bundesamt:** „Preisindex der Abwasserentsorgung in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2017 (2010=Index 100).“ Zuletzt geprüft am 07.01.2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/72116/umfrage/abwasserentsorgung---preisindex-in-deutschland-seit-2000/>.
- Statistisches Bundesamt:** „Preisindex für die Wasserversorgungsgebühren in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2017 (2010=Index 100).“ Zuletzt geprüft am 07.01.2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/72113/umfrage/entwicklung-des-preisindex-fuer-wasserversorgung-in-deutschland-seit-2000/>.

Statistisches Bundesamt: „Inflationsrate in Deutschland von 1992 bis 2018 (Veränderung des Verbraucherpreisindex gegenüber Vorjahr).“ Zuletzt geprüft am 16.09.2019.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1046/umfrage/inflationsrate-veraenderung-des-verbraucherpreisindexes-zum-vorjahr/>.

Stelling, Johannes N.: *Kostenmanagement und Controlling*. 3., unveränderte Auflage.
München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009.

Stock, Wilfried; Bernecker, Tobias: *Verkehrsökonomie: Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2014.

Tarifgemeinschaft deutscher Länder: „Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst der Länder (TV-L).“ Zuletzt geprüft am 11.09.2018. <https://www.tdl-online.de/tv-l/tarifvertrag.html>.

Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin; Gilbert, Dirk U; Hachmeister, Dirk; Kaiser, Gernot: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht*. 8., vollständig überarbeitete Auflage. Lehrbuch. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017.

VFIB e.V., Hrsg.: *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076: 30. November 2017*. Verein zur Förderung der Qualitätssicherung und Zertifizierung der Aus- und Fortbildung von Ingenieurinnen/Ingenieuren der Bauwerksprüfung, 2017.

VFIB e.V.: „Teil I: Hinweise zur Vergabe von Bauwerksprüfungen.“ In VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076*.

VFIB e.V.: „Teil IV: Ermittlung des Zeitaufwandes für Grundleistungen.“ In VFIB e.V., *Empfehlung zur Leistungsbeschreibung, Aufwandsermittlung und Vergabe von Leistungen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076*.

Vogt, Peter: „Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten.“ Dissertation, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb Ruhr-Universität Bochum, 2012.

Weber, Max: *Grundriss der Sozialökonomik: Wirtschaft und Gesellschaft*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1922.

WEKA MEDIA: *SIRADOS Baudaten und Software - für Kostenplanung, Ausschreibung und Kalkulation*. Mering: WEKA Media GmbH & Co. KG, 2017.

Williamson, Oliver E.: *Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus: Unternehmen, Märkte, Kooperationen*. Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften 64. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1990.

- Wirtz, Hermann; Moritz, Karl; Thesenvitz, Ulrike:** *Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen: Bericht zum Projekt 03 654 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen.* Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik V 139. Bergisch-Gladbach: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2006.
- Wittke, Bernd:** „Darstellung eines Verfahrens zur Beschreibung und Bewertung von Schadensfällen an Bauwerken im Hinblick auf eine Risikoabschätzung gezeigt an Spannbetonbrücken.“ Dissertation, Fachbereich Konstruktiver Ingenieurbau Technische Hochschule Darmstadt, 1986.
- Wöhe, Günter; Döring, Ulrich; Brösel, Gerrit:** *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre.* 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München: Verlag Franz Vahlen, 2016.
- Wunderlich, Felicitas:** „Ermittlung von Betriebskosten bei Tunnelbauwerken.“ Master's Thesis, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, April 2018.
- Ziegel, Christian:** „Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte.“ Dissertation, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung Technische Universität München, 28.01.2020.
- Zimmermann, Josef:** „Bauprozessmanagement - Baubetrieb.“ In *Schneider Bautabellen für Ingenieure: Mit Berechnungshinweisen und Beispielen.* Hrsg. von Andrej Albert. 21. Auflage, S. 1.22 - 1.82. Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014.
- Zimmermann, Josef:** „Immobilienentwicklung.“ In *Bautabellen für Architekten: Mit Entwurfshinweisen und Beispielen.* Hrsg. von Klaus-Jürgen Schneider et al. 21. Auflage, S. 8.2 - 8.30. Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2014.
- Zimmermann, Josef:** „Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre.“ *Bauingenieur* 2015, Nr. 90 (2015): S. 115–128.
- Zimmermann, Josef; Osterried, Julia; Ziegel, Christian; Hoffeller, Marina:** *Infrastrukturmanagement unter besonderer Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten in der Betriebsphase: Forschungsbericht.* München, 2017.
- Zimmermann, Josef; Schaule, Matthias:** *Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien: Forschungsbericht.* 1. Auflage. Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technische Universität München 26. München, 2011.
- Zinke, Tim:** „Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken: Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte.“ Dissertation, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine Karlsruher Institut für Technologie, 2016.

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅		
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
300.03	Befahrbares Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	in 300.08.1 bzw. 300.08.2																			
			BDL _{tl}	in 300.08.1 bzw. 300.08.2																			
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.11	Durchlässe und Düker reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.12	Rückhaltebecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.13	Leichtfüßigkeitsabscheider reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.14	Versickeranlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler		BDL _{dir.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	2,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	2,00	-	-	-	-	-
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager		BDL _{dir.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion		BDL _{dir.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{tl.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{tl.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.18	Lärmschutzwände reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.19	Tunnel reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.20	Verkehrszeichen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.21	Leitpfosten reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-2: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 1.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃		
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
			BDL _{vs}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
			BDL _{TL}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.11	Durchlässe und Düker reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.12	Rückhaltebecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.13	Leichtfüßigkeitsabscheider reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.14	Versickeranlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler		BDL _{dir,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	-	-	-	
			BDL _{TL,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager		BDL _{dir,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	
			BDL _{TL,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion		BDL _{dir,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	
			BDL _{TL,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			2-spurig, linke Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-
			3-spurig, linke Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-
			3-spurig, rechte Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00
			2-spurig, linke Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.18	Lärmschutzwände reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.19	Tunnel reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.20	Verkehrszeichen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.21	Leitpfosten reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabelle 7-3: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 1.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁		
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,286	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
			BDL _{vs}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.11	Durchlässe und Düker reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.12	Rückhaltebecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.13	Leichtfüßsigkeitsabscheider reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.14	Versickeranlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler		BDL _{dir.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager		BDL _{dir.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion		BDL _{dir.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.18	Lärmschutzwände reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.19	Tunnel reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.20	Verkehrszeichen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.21	Leitpfosten reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-4: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 1.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈			
								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.01	Fahrbahnränder und Standstreifen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.02	Befestigte Mittel- und Trennstreifen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.03	Befahrbare Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.04	Begehbare befestigte Flächen kehren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.05	Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.06	Befestigte Straßenmulden und -gräben sowie Böschungsrinnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.07	Sonderrinnen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.08.1	Fahrbahnabläufe reinigen (Straße)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.08.2	Fahrbahnabläufe reinigen (Brücke)		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.09	Schächte an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
			BDL _{vs}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
			BDL _{tl}	<i>in 300.08.1 bzw. 300.08.2</i>																			
300.10	Rohrleitungen an Fahrbahnen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.11	Durchlässe und Düker reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.12	Rückhaltebecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.13	Leichtflüssigkeitsabscheider reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.14	Versickeranlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.15	Lichtzeichen- und Beleuchtungsanlagen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.16	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.1	Brückenbauwerke reinigen, Pfeiler		BDL _{dir,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.2	Brückenbauwerke reinigen, Widerlager		BDL _{dir,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.17.3	Brückenbauwerke reinigen, Fahrbahnübergangskonstruktion		BDL _{dir,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{tl,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{tl,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.18	Lärmschutzwände reinigen		3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{tl,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{tl,3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.19	Tunnel reinigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.20	Verkehrszeichen reinigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.21	Leitpfosten reinigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-5: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 1.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																								
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₁₀	EF ₁₁	EF ₁₂	EF ₁₃	EF ₁₄	EF ₁₅	EF ₁₆	EF ₁₇	EF ₁₈	EF ₁₉	EF ₂₀	EF ₂₁	EF ₂₂	EF ₂₃	EF ₂₄	EF ₂₅	EF ₂₆	EF ₂₇						
300.22	Bemalungen reinigen		BDL _{dir}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			BDL _{tl}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
300.23	Abfallbehälter leeren		BDL _{dir}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			BDL _{tl}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	linke Fahrspur	BDL _{dir}	-	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			BDL _{vs,1}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-				
			BDL _{vs,2}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-				
			BDL _{tl,1}	-	6,00	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-				
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	rechte Fahrspur	BDL _{dir}	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-					
			BDL _{vs,1}	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-					
			BDL _{vs,2}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-				
			BDL _{tl,2}	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-				
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen		BDL _{dir}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.28	Notrufrufen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.29	Videozentraleinheiten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.31	Kamera reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.32	Tunnelfunk reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.33	Mobilfunksystem reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.36	Anzeigetafel, Feuerwehrbedienfeld reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.41	Höhenkontrolle reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.44	Notstromaggregat reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-				
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

Tabelle 7-6: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2.1

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅	
				This block contains the data rows for the table, which are too large to list individually in this format.																		

Tabelle 7-7: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃		
				300.22	Bemalungen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300.23	Abfallbehälter leeren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	linke Fahrspur	BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.28	Notruftaxi reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.29	Videozentraleinheiten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.31	Kamera reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.32	Tunnelfunk reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.33	Mobilfunksystem reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.36	Anzeigetafel, Feuerwehrbedienfeld reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.41	Höhenkontrolle reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.44	Notstromaggregat reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Tabelle 7-8: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																		
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁
				300.22	Bemalungen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-
300.23	Abfallbehälter leeren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	linke Fahrspur	BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		linke Fahrspur	BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{tl.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.28	Notrufkabinen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.29	Videozentraleinheiten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.31	Kamera reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.32	Tunnelfunk reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.33	Mobilfunksystem reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.38	Leuchtdichtkameras der Beleuchtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.41	Höhenkontrolle reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.44	Notstromaggregat reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-9: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈	
				300.22	Bemalungen reinigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.23	Abfallbehälter leeren		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.24	Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln und entsorgen	linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.25	Abfälle und Müllablagerungen an Park- und Rastanlagen einsammeln und entsorgen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.26	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.27	Zuläufe Kanalnetz reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.28	Notrufräumen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.29	Videozentraleinheiten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.30	Netzwerkkomponenten reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.31	Kamera reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.32	Tunnelfunk reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.33	Mobilfunksystem reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.34	Telekommunikationsanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.35	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.36	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.37	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.38	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.39	Strahl- / Axialventilatoren reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.40	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.41	Höhenkontrolle reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.42	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.43	Lüftungsanlagen Betriebsräume reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.44	Notstromaggregat reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.45	USV mit Batterieanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.46	Mittelspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.47	Niederspannungsschaltanlage reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-10: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 2.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅		
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	1,00	-	-	-
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	2,00	-	-	-	-
			3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			2-spurig, linke Fahrspur	BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			2-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{tl.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			3-spurig, linke Fahrspur	BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	2,00	-	-	-	-
3-spurig, rechte Fahrspur	BDL _{tl.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-			
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.11	Schäden an Rückhalteinrichtungen und Versickeranlagen beseitigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-12: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 3.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃		
300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen		BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen		BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen		BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen		BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen		BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen		BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen		BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen		BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen		BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{TL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-13: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 3.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁		
				300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BDL _{vs}	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{er.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{er.2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl.1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	300,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150,00		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen		BDL _{er}	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen		BDL _{er}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen		BDL _{er}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabelle 7-14: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 3.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈
				300.48	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.49	Zentrale Steuerung der Leittechnik reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.50	Zentrale Rechner der Leittechnik reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.51	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.52	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Spülung reinigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
300.53	Fahrbahnen einschließlich Seitenstreifen streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.54	Sonstige Verkehrsflächen streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.55	Fahrbahnen einschließlich Standstreifen räumen und streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.56	Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.57	Erhebliche Schneeverwehungen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.58	Schneezäune auf- oder abbauen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300.59	Gefahr- und Schneezeichen auf- oder abbauen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{dir}	1,437,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.01	Schäden an Fahrbahnen beseitigen		BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.02	Schäden an nicht befahrenen, befestigten Flächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.03	Schäden an unbefestigten Flächen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.04	Mängel an steinschlaggefährdeten Felshängen beseitigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
400.05	Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.06	Schäden an Straßenrinnen und befestigten Straßengräben beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.07	Mängel an unbefestigten Gräben und Mulden beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.08	Mängel an unbefestigten Seiten-, Mittel- und Trennstreifen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.09	Schäden an Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.10	Schäden an Straßenabläufen und Schächten beseitigen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400.11	Schäden an Rückhalteanlagen und Versickeranlagen beseitigen		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.01	Bankette an Fahrbahnen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-15: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 3.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																						
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₁₀	EF ₁₁	EF ₁₂	EF ₁₃	EF ₁₄	EF ₁₅	EF ₁₆	EF ₁₇	EF ₁₈	EF ₁₉	EF ₂₀	EF ₂₁	EF ₂₂	EF ₂₃	EF ₂₄	EF ₂₅	EF ₂₆	EF ₂₇				
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-			
			BDL _{vs}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-	
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen		BDL _{dr}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	-	1,00	-	
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen		BDL _{dr}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.13	Bäume pflegen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.14	Bäume sanieren oder fällen		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.15	Verkehrszeichen warten		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
500.16	Leitpfosten warten		BDL _{dr}	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.17	Stationierungszeichen warten		BDL _{dr}	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand		BDL _{dr}	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			linke Fahrspur BDL _{vs,1}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			rechte Fahrspur BDL _{vs,2}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			linke Fahrspur BDL _{tl,1}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			rechte Fahrspur BDL _{tl,2}	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplankenwand		BDL _{dr}	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-		
			linke Fahrspur BDL _{vs,1}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			rechte Fahrspur BDL _{vs,2}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	
			linke Fahrspur BDL _{tl,1}	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
			rechte Fahrspur BDL _{tl,2}	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		BDL _{dr}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten		BDL _{dr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten		BDL _{dr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.24	Beleuchtungsanlagen warten		BDL _{dr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten		BDL _{dr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-16: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 4.1

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅		
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	1,00	-	-	-
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	3,00	1,00	-	-	-	-
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-
500.13	Bäume pflegen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
500.14	Bäume sanieren oder fällen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	1,00	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	1,00	-
500.15	Verkehrszeichen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.16	Leitpfosten warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
500.17	Stationierungszeichen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	
			linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,00	-	-	-	-	-
			rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	3,00	1,00	-	-	-	-
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplankenwand		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.24	Beleuchtungsanlagen warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-17: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 4.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																					
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃			
				500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BDL _{vs}	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-		
BDL _{tl}	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen		BDL _{dir}	-	-	2,00	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.13	Bäume pflegen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.14	Bäume sanieren oder fällen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.15	Verkehrszeichen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.16	Leitpfosten warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.17	Stationierungszeichen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BDL _{vs}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BDL _{tl}			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplankenwand		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	
			rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.24	Beleuchtungsanlagen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöscher warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-18: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 4.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁		
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.13	Bäume pflegen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.14	Bäume sanieren oder fällen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.15	Verkehrszeichen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.16	Leitpfosten warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.17	Stationierungszeichen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand	linke Fahrspur	BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{gr,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplankenwand	linke Fahrspur	BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{gr,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten		BDL _{gr}	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		BDL _{gr}	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.24	Beleuchtungsanlagen warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Tabelle 7-19: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 4.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																		
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈	
								-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.02	Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.03	Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.04	Straßenmulden und Entwässerungsgräben mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.05	Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.06	Grasflächen außerhalb des Straßenrandbereichs mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.07	Rückhalte-, Absetz- und Versickerbecken mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.08	Entlang von Wildschutz- und Amphibieneinrichtungen mähen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.09	Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.10	Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.11	Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.12	Gehölze außerhalb des Straßenrandbereichs pflegen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.13	Bäume pflegen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.14	Bäume sanieren oder fällen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.15	Verkehrszeichen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.16	Leitpfosten warten		BDL _{dir}	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.17	Stationierungszeichen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.1	Passive Schutzeinrichtungen warten, Betonschutzwand	linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.18.2	Passive Schutzeinrichtungen warten, Stahlschutzplankenwand	linke Fahrspur	BDL _{vs,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{vs,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		linke Fahrspur	BDL _{tl,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		rechte Fahrspur	BDL _{tl,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.19	Wild- und Amphibienschutzzäune warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.20	WC-Anlagen unbewirtschafteter Rastanlagen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.21	Weitere Ausstattung von Rastanlagen warten		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.22	Wechselverkehrszeichenanlagen (WVA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.23	Lichtsignalanlagen (LSA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.24	Beleuchtungsanlagen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.25	Türkontakte (Notausgänge, Löschwasserversorgung), Entnahme Handfeuerlöcher warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-20: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 4.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																					
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅			
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.27	Brandabschnittsleuchten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.29	Notrufräumen warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.30	Videozentraleinheiten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.31	Netzwerkkomponenten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.32	Kamera warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.33	Tunnelfunk warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.34	Mobilfunksystem warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.35	Telekommunikationsanlage warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.36	Rundfunkeinsprache warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.37	Lautsprecher warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.38	Zentrale / Verstärker warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.42	BMA / Handfeuermelder warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.43	BMA / Sensorkabel warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.44	Anzeigtabelle, Feuerwehrbedienfeld warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.46	Tunnelbeleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.47	Leuchtdichtkameras der Beleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.51	CO-Messung des Lüftungsystems warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-22: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 5.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																		
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃
				500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.27	Brandabschnittsleuchten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.29	Notrufrufkabinen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.30	Videozentraleinheiten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.31	Netzwerkkomponenten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.32	Kamera warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.33	Tunnelfunk warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.34	Mobilfunksystem warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.35	Telekommunikationsanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.36	Rundfunkeinsprache warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.37	Lautsprecher warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.38	Zentrale / Verstärker warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.42	BMA / Handfeuermelder warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.43	BMA / Sensorkabel warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.46	Tunnelbeleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-23: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 5.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁		
500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.27	Brandabschnittsleuchten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.29	Notrufkabinen warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.30	Videozentraleinheiten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.31	Netzwerkkomponenten warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.32	Kamera warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.33	Tunnelfunk warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.34	Mobilfunksystem warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.35	Telekommunikationsanlage warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.36	Rundfunkeinsprache warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.37	Lautsprecher warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.38	Zentrale / Verstärker warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.42	BMA / Handfeuermelder warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.43	BMA / Sensorkabel warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.44	Anzeigtabelle, Feuerwehrbedienfeld warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.46	Tunnelbeleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.47	Leuchtdichtkameras der Beleuchtung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten		BDL _{er}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-24: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 5.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈		
				500.26	Blitzleuchten über Notausgängen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	BDL _{vs}	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BDL _{TL}	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.27	Brandabschnittsleuchten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.28	Signalleuchten Feuerwehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.29	Notrufrufkabinen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.30	Videozentraleinheiten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.31	Netzwerkkomponenten warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.32	Kamera warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.33	Tunnelfunk warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.34	Mobilfunksystem warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.35	Telekommunikationsanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.36	Rundfunkeinsprache warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.37	Lautsprecher warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.38	Zentrale / Verstärker warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.39	Orientierungsbeleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.40	Fluchtwegkennzeichnung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.41	Markierungsknöpfe, selbstleuchtende Markierungselemente warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.42	BMA / Handfeuermelder warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.43	BMA / Sensorkabel warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.44	Anzeigetableau, Feuerwehrbedienfeld warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.45	Zentrale der Brandmeldeeinrichtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.46	Tunnelbeleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.47	Leuchtdichtekameras der Beleuchtung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.48	Strahl- / Axialventilatoren warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.49	Steuerbare Absaugöffnungen der Lüftung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.50	Strömungsmessung der Lüftung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.51	CO-Messung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-25: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 5.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																							
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₁₀	EF ₁₁	EF ₁₂	EF ₁₃	EF ₁₄	EF ₁₅	EF ₁₆	EF ₁₇	EF ₁₈	EF ₁₉	EF ₂₀	EF ₂₁	EF ₂₂	EF ₂₃	EF ₂₄	EF ₂₅	EF ₂₆	EF ₂₇					
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.53	Sichtrübungsmessung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.54	Höhenkontrolle warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.57	Schranke warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.62	Notstromaggregat warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.63	USV mit Batterieanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
			BDL _{vs}	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-		
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Tabelle 7-26: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 6.1

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																		
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	Elementarfaktoren EF _i																	
				EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.53	Sichtprüfungsmessung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.54	Höhenkontrolle warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.57	Schranke warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.62	Notstromaggregat warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.63	USV mit Batterieanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taubmittelsprühanlagen) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-27: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 6.2

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃		
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.53	Sichttrübungsmessung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.54	Höhenkontrolle warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.57	Schanke warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.62	Notstromaggregat warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.63	USV mit Batterieanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-28: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 6.3

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁	
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.53	Sichtprüfungsmessung des Lüftungssystems warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.54	Höhenkontrolle warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.57	Schränke warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.62	Notstromaggregat warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.63	USV mit Batterieanlage warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taubmittelsprühanlagen) warten		BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten		BDL _{TL}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-29: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 6.4

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈		
500.52	Rauchansaugsystem des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.53	Sichtrübungsmessung des Lüftungssystems warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.54	Höhenkontrolle warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.55	Signalgeber / Dauerlichtzeichen usw. warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.56	Wechselverkehrszeichen, Wechselwegweiser warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.57	Schanke warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.58	Portalsteuerung Verkehr warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.59	Freiprogrammierbare Textzeile ("Portanzeiger") warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.60	Elektromechanische Türöffnungshilfe warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.61	Lüftungsanlagen Betriebsräume warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.62	Notstromaggregat warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.63	USV mit Batterieanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.64	Mittelspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.65	Niederspannungsschaltanlage warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.66	Port- bzw. Vor-Ort-Steuerungen warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.67	Zentrale Steuerung (Automatisierungsgeräte) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.68	Zentrale Rechner (Server, Client, Netzwerk) der Leittechnik warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.69	Video-Ringspeicher der Tunnelüberwachung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.70	Beleuchtung Notausgangstür warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.71	Trockenleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.72	Nassleitungen der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.73	Einspeiseteile der Löschwasserversorgung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.74	Entnahmestellen der Löschwasserversorgung inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.75	Wettertechnische Anlagen (Taumittelsprühanlagen) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.76	Straßenzustands- und Wetter-Informationssysteme (GMA) warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.77	Telekommunikationsanlagen an BAB warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 7-30: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 6.5

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n																				
				EF ₂₈	EF ₂₉	EF ₃₀	EF ₃₁	EF ₃₂	EF ₃₃	EF ₃₄	EF ₃₅	EF ₃₆	EF ₃₇	EF ₃₈	EF ₃₉	EF ₄₀	EF ₄₁	EF ₄₂	EF ₄₃	EF ₄₄	EF ₄₅		
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.80	Pumpen inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.83	Krananlagen inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.84	Schachtabdeckungen / Schottungen inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmlübertragungseinrichtung inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren		BDL _{dir}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{tl}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500.91	Streckenkontrolle durchführen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)		BDL _{dir} 1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} 1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)		BDL _{dir} 1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} 1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} 2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} 2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} 1.1	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-	
			BDL _{vs} 1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.1	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} 1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-
			BDL _{vs} 1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.2	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} 1.3	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-
			BDL _{vs} 1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.3	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)		BDL _{dir} 1.4	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-
			BDL _{vs} 1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.4	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)		BDL _{dir} 1.5	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-
			BDL _{vs} 1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 1.5	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.1	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
			BDL _{vs} 2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.1	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.2	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
			BDL _{vs} 2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.2	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.3	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
			BDL _{vs} 2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.3	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.4	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
			BDL _{vs} 2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.4	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} 2.5	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
			BDL _{vs} 2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} 2.5	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
600.01	Unfallschäden beseitigen		BDL _{dir}	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}																				

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																			
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₄₆	EF ₄₇	EF ₄₈	EF ₄₉	EF ₅₀	EF ₅₁	EF ₅₂	EF ₅₃	EF ₅₄	EF ₅₅	EF ₅₆	EF ₅₇	EF ₅₈	EF ₅₉	EF ₆₀	EF ₆₁	EF ₆₂	EF ₆₃	
				500.78	Sonstige Straßenausstattung warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.80	Pumpen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.83	Krananlagen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.84	Schachtdeckungen / Schottungen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.86	Sonden und Sensoren inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.91	Streckenkontrolle durchführen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)		BDL _{gr} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)		BDL _{gr} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{vs} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.01	Unfallschäden beseitigen		BDL _{gr}	n.u.	n.u.																	

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen			Elementarfaktoren EF _i																				
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₆₄	EF ₆₅	EF ₆₆	EF ₆₇	EF ₆₈	EF ₆₉	EF ₇₀	EF ₇₁	EF ₇₂	EF ₇₃	EF ₇₄	EF ₇₅	EF ₇₆	EF ₇₇	EF ₇₈	EF ₇₉	EF ₈₀	EF ₈₁		
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.80	Pumpen inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.83	Krananlagen inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.84	Schachtdeckungen / Schottungen inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.86	Sonden und Sensorik inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren		BDL _{dir}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.91	Streckenkontrolle durchführen		BDL _{dir}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)		BDL _{dir} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)		BDL _{dir} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} .1.1	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} .1.2	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{dir} .1.3	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.3	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)		BDL _{dir} .1.4	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.4	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)		BDL _{dir} .1.5	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.5	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.3	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.3	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.4	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.4	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)		BDL _{dir} .2.5	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.5	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.01	Unfallschäden beseitigen		BDL _{dir}	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen		BDL _{dir}	n.u.																			

Anhang A Zuordnungsmatrizen von Elementarfaktoren zu Betriebsdienstleistungen

Zuordnung von Elementarfaktoren zu Leistungspositionen				Elementarfaktoren EF _i																	
Positionsnummer	Betriebsdienstleistung BDL _n	Anmerkung	Art von BDL _n	EF ₈₂	EF ₈₃	EF ₈₄	EF ₈₅	EF ₈₆	EF ₈₇	EF ₈₈	EF ₈₉	EF ₉₀	EF ₉₁	EF ₉₂	EF ₉₃	EF ₉₄	EF ₉₅	EF ₉₆	EF ₉₇	EF ₉₈	
500.78	Sonstige Straßenausstattung warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.79	Abscheideeinrichtungen, Pumpensumpf und Auffangbecken inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.80	Pumpen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.81	Ventile / Schieber inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.82	Druckleitungen / Stahlleitungen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.83	Krananlagen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.84	Schachtdeckungen / Schottungen inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.85	Steiganlagen / Sicherungshaken inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.86	Sonden und Sensoren inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.87	Pumpensteuerung Schaltanlage sowie Alarmübertragungseinrichtung inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.88	Zuläufe Kanalnetz inspizieren und warten		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.89	Revisionschächte des Bergwasserdränagesystems inspizieren		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.90	Dränageleitungen des Bergwasserdränagesystems durch Kamerabefahrungen inspizieren		BDL _{gr}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
500.91	Streckenkontrolle durchführen		BDL _{gr}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Brücke)		BDL _{gr} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.1.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Brücke)		BDL _{gr} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.1	Bauwerksüberwachung durchführen, Jährliche Besichtigung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.92.2.2	Bauwerksüberwachung durchführen, Laufende Beobachtung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.1.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Brücke)		BDL _{gr} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.1	Bauwerksprüfung durchführen, Erste Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.2	Bauwerksprüfung durchführen, Zweite Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.3	Bauwerksprüfung durchführen, Sonstige Hauptprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.4	Bauwerksprüfung durchführen, Einfache Prüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500.93.2.5	Bauwerksprüfung durchführen, Sonderprüfung (Tunnel)		BDL _{gr} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			BDL _{vs} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BDL _{tl} .2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.01	Unfallschäden beseitigen		BDL _{gr}	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.		
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600.02	Verkehrsregelnde Maßnahmen bei Katastrophenfällen durchführen		BDL _{gr}	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
			BDL _{vs}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7-35: Zuordnung von Elementarfaktoren EF_i zu Betriebsdienstleistungen BDL_n, Teil 7.5