

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen

Fabian Stoll  
Bastian Kogel

**Machbarkeitsstudie für ein Modell  
zur individuellen Prüfung der  
Erreichbarkeit der Obergrenze der  
Gesamtkosten bei Betreibern der  
Schienenwege**

Abschlussbericht  
im Auftrag der Bundesnetzagentur

02.11.2020

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Management Summary .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Derzeitige Entgeltgenehmigung gemäß ERegG.....</b>	<b>3</b>
3.1	Voraussetzungen und Umfang der Entgeltgenehmigungspflicht .....	3
3.2	Grundlagen des AGK-/OGK-Verfahrens .....	5
3.3	Kostenprüfung am Beispiel der DB Netz AG.....	6
<b>4</b>	<b>Zielsetzungen einer OGK-Modellierung.....</b>	<b>11</b>
4.1	Inhalt des Gutachtenauftrags .....	11
4.2	Juristische Einordnung des Gutachtenauftrags.....	12
4.3	Überlegungen zur Herangehensweise im Gutachtenauftrag.....	14
<b>5</b>	<b>Differenzierung von Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Verwendung analytischer Methoden.....</b>	<b>17</b>
5.1.1	Ökonometrische Ansätze .....	17
5.1.2	Ingenieurwissenschaftliche Ansätze .....	19
<b>5.2</b>	<b>Verwendung heuristischer Methoden .....</b>	<b>21</b>
5.2.1	IST-Kosten-Ansatz .....	21
5.2.2	Kostentreiberansatz .....	22
5.2.3	Vergleichsmarkansatz .....	22
5.2.4	Prozesskostenansatz .....	23
<b>6</b>	<b>Überlegungen zu der Kostenstruktur von BdS .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1</b>	<b>Methodenansätze im Energiesektor.....</b>	<b>25</b>
7.1.1	Sektorspezifische Regulierungsziele .....	25
7.1.2	Kostenprüfung von Energienetzbetreibern.....	27
7.1.3	Effizienzvergleich zwischen Energienetzbetreibern .....	28
<b>7.2</b>	<b>Methodenansätze im Telekommunikationssektor .....</b>	<b>30</b>

7.2.1	Sektorspezifische Regulierungsziele .....	30
7.2.2	Modellierung eines kosteneffizienten Anschlussnetzes .....	32
7.2.3	Modellierung eines kosteneffizienten Mobilfunknetzes .....	33
<b>7.3</b>	<b>Methodenansätze im Postdienstleistungssektor .....</b>	<b>35</b>
7.3.1	Sektorspezifische Regulierungsziele .....	35
7.3.2	Ermittlung von Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung .....	37
<b>7.4</b>	<b>Methodenansätze im Straßeninfrastruktursektor .....</b>	<b>44</b>
7.4.1	Sektorspezifische Ziele.....	45
7.4.2	Ermittlung von Kosten zur Herleitung der LKW-Maut.....	46
7.4.3	Staatliche Kosteneindämmung in ÖPP-Verträgen .....	51
<b>7.5</b>	<b>Methodenansätze im ÖPNV-Sektor .....</b>	<b>55</b>
7.5.1	Sektorspezifische Ziele.....	55
7.5.2	Staatliche Kosteneindämmung in Verkehrsverträgen .....	56
7.5.3	Ermittlung von Kosten im Taxigewerbe .....	58
<b>7.6</b>	<b>Methodenansätze im Eisenbahninfrastruktursektor.....</b>	<b>59</b>
7.6.1	Sektorspezifische Ziele.....	59
7.6.2	Modellierung von Kosten im 3-i Modell der DB Netz AG.....	61
7.6.3	Modellierung des Ursache-Wirkung-Zusammenhangs für die DB Netz AG .....	63
7.6.4	Modellierung der Infrastruktur-Lebenszykluskosten durch die ÖBB AG.....	66
7.6.5	Modellierung von Kosten im britischen Eisenbahnwesen .....	68
<b>8</b>	<b>Übertragbarkeit identifizierter Methoden für ein OGK- Modell.....</b>	<b>77</b>
<b>8.1</b>	<b>Beurteilung ökonomischer Ansätze .....</b>	<b>77</b>
<b>8.2</b>	<b>Beurteilung ingenieurwissenschaftlicher Ansätze .....</b>	<b>78</b>
8.2.1	Greenfield-Modellierung .....	78
8.2.2	Brownfield-Modellierung.....	79
8.2.3	Prognose- und Risikomanagementansätze .....	79
8.2.4	Simulationsansatz .....	80
<b>8.3</b>	<b>Beurteilung heuristischer Methoden der Kostenprüfung .....</b>	<b>80</b>

8.3.1	IST-Kosten-Ansatz .....	81
8.3.2	Kostentreiberansatz .....	81
8.3.3	Vergleichsmarkansatz .....	82
8.3.4	Prozesskostenansatz .....	83
<b>9</b>	<b>Vorschlag für eine Modellumsetzung .....</b>	<b>84</b>
<b>9.1</b>	<b>Grundlegender Modellaufbau .....</b>	<b>84</b>
<b>9.2</b>	<b>Erhebung des realen Anlagenbestandes eines BdS .....</b>	<b>86</b>
9.2.1	Abbildung der Gleisinfrastruktur .....	86
9.2.2	Abbildung von Standorten der Betriebsführung .....	88
<b>9.3</b>	<b>Ermittlung und Prüfung dargelegter IST-Kosten eines BdS .....</b>	<b>89</b>
9.3.1	IST-Kosten-Ansatz .....	90
9.3.2	Kostentreiberansatz .....	91
9.3.3	Prozesskostenansatz .....	92
<b>9.4</b>	<b>Parametrisierung von Kosten eines BdS.....</b>	<b>93</b>
9.4.1	Kostenblock IH/EI.....	94
9.4.2	Kostenblock Abschreibungen .....	95
9.4.3	Kostenblock Betriebsführung und Verwaltung/Vertrieb .....	95
<b>9.5</b>	<b>Bestimmung erreichbarer und optimaler Kosten eines BdS .....</b>	<b>96</b>
9.5.1	Vorgehen im Kostenblock IH/EI einschließlich Abschreibungen .....	97
9.5.2	Vorgehen im Kostenblock Betriebsführung.....	102
9.5.3	Vorgehen im Kostenblock Verwaltung/Vertrieb.....	107
<b>9.6</b>	<b>Skalierbarkeit der Modellanwendung.....</b>	<b>108</b>
<b>10</b>	<b>Modellbewertung.....</b>	<b>110</b>
<b>10.1</b>	<b>Bewertung von Datenanforderungen und -verfügbarkeit .....</b>	<b>110</b>
10.1.1	Erhebung des realen Anlagenbestandes eines BdS.....	110
10.1.2	Ermittlung von IST-Kosten eines BdS.....	111
<b>10.2</b>	<b>Beurteilung des Modellierungsaufwandes .....</b>	<b>112</b>
10.2.1	Modellierung von Kosten im Kostenblock IH/EI .....	112
10.2.2	Modellierung von Kosten im Kostenblock Betriebsführung .....	113

<b>10.3</b>	<b>Abschätzung des Zeitaufwands für die Modellerstellung .....</b>	<b>114</b>
10.3.1	Erstellung und softwaretechnische Umsetzung Grundmodell .....	115
10.3.2	Erhebung von Input-Daten und Kalibrierung je Modellanwendung .....	116
<b>11</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>117</b>
<b>12</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>119</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Cluster in der Regulatorischen Sonderrechnung für die DB Netz AG .....	7
Abbildung 4-1: Initiale Darstellung möglicher, exemplarischer OGK-Anreizpfade.....	14
Abbildung 4-2: Überarbeitete Darstellung möglicher, exemplarischer OGK-Anreizpfade.....	15
Abbildung 7-1: Netzelemente in einem kupferbasierten Teilnehmeranschlussnetz .....	33
Abbildung 7-2: Sendeleistung und Reichweite einer Basisstation im LTE-Standard.....	34
Abbildung 7-3: Ermittlung des Zustandes eines Straßenoberbaus gemäß ZEB .....	54
Abbildung 7-4: Modulares Konzept des UWZ-Modells der RWTH Aachen.....	65
Abbildung 7-5: Regulierungsrahmen des ORR gegenüber Network Rail.....	70
Abbildung 9-1: OGK-Modellparameter für die Kostenblöcke IH/EI und Betriebsführung.....	85
Abbildung 9-2: Segmentierung der Gleisinfrastruktur am Beispiel DB Netz AG/Network Rail.....	87
Abbildung 9-3: Mögliche Herleitung eines Anlagenbestandes für Strecken/-abschnitte.....	88
Abbildung 9-4: Segmentierung von Standorten der Betriebsführung Im Fall der DB Netz AG .....	89
Abbildung 9-5: Zusammenhang zwischen Anlagenzustand und IH-/EI-Maßnahmenhäufigkeit.....	98
Abbildung 9-6: Reduktion der IH-Maßnahmenhäufigkeit durch höherwertige Schwellen .....	99
Abbildung 9-7: Erhöhung der Liegedauer von Gleisen durch Unterbausanierungen .....	100
Abbildung 9-8: Quantifizierung der optimalen Ausschöpfung eines IH-/EI-Budgets je BdS .....	101
Abbildung 9-9: Verringerung der LCC am Beispiel höherwertiger Schwellen .....	101
Abbildung 9-10: Steuerung des kostenoptimalen EI-Zeitpunkts durch LCC-Betrachtung .....	102
Abbildung 9-11: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Fahrplankonstruktion ...	105
Abbildung 9-12: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Stellwerkbetrieb .....	106
Abbildung 9-13: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Disposition.....	107

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Struktur des ERegG zzgl. Anhänge.....	3
Tabelle 3-2: Leistungen im Rahmen des Mindestzugangspakets.....	4
Tabelle 3-3: Clusterbildung in der Regulatorischen Sonderrechnung für die DB Netz AG.....	7
Tabelle 3-4: Übersicht der Kürzungen des mitgeteilten AGK durch die BNetzA.....	8
Tabelle 3-5: Festsetzung der OGK für die Netzfahrplanperiode 2020/2021.....	10
Tabelle 5-1: Einordnung ökonomischer Ansätze im Rahmen der Frontier Analysis.....	18
Tabelle 7-1: Prüfansatz der Einhaltung des KeL-Maßstabes durch die BNetzA.....	40
Tabelle 7-2: Angeführte Kostentreiber der Briefzustellung.....	41
Tabelle 7-3: Geplante Produktivitätsmaßnahmen der Briefzustellung.....	43
Tabelle 7-4: Ermittlung des angemessenen Gewinnzuschlags durch die BNetzA.....	44
Tabelle 7-5: Differenzierung der Wegekostenrechnung in Veranlassungskategorien.....	48
Tabelle 7-6: Gewichtsäquivalenzziffern der Fahrzeuge des Schwerlastverkehrs.....	49
Tabelle 7-7: Kapazitätsäquivalenzziffern für alle Fahrzeuggruppen.....	49
Tabelle 7-8: Kostenzuordnung zu Allokationsverfahren.....	50
Tabelle 7-9: Typische Anlagenteile eines ÖPP-Erhaltungsprogramms.....	52
Tabelle 7-10: Bewertung der Verfügbarkeitseinschränkungen am Beispiel eines ÖPP.....	52
Tabelle 7-11: Teilprojekte innerhalb einer ZEB-Kampagne im Straßenwesen.....	53
Tabelle 7-12: Bonus-Malus-System in Bruttoverträgen des ÖPNV.....	56
Tabelle 7-13: Bewertungskriterien zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes.....	58
Tabelle 7-14: Lebenszyklus-Datenblättern im 3-i Modell der DB Netz AG.....	62
Tabelle 7-15: Scorecard in der Kategorie „Finanzielle Leistungsfähigkeit“ für Network Rail.....	72
Tabelle 7-16: Parameter für die Effizienzberechnung je Route für den BdS Network Rail.....	73
Tabelle 7-17: Parameter für die Effizienzberechnung je MDU für den BdS Network Rail.....	74
Tabelle 9-1: Gliederung des Anlagenbestandes in Gewerke und Objektgruppen.....	86
Tabelle 9-2: Schematisierte Darstellung eines BAB für Gleisanlagen und Haltepunkte.....	90
Tabelle 9-3: Differenzierung von Maßnahmenbündeln im Kostenblock „IH/EI“.....	92

Tabelle 9-4: Differenzierung von Prozessen im Kostenblock „Betriebsführung“ .....	93
Tabelle 9-5: Differenzierung von Prozessen im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ .....	93
Tabelle 9-6: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „IH/EI“ .....	94
Tabelle 9-7: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Abschreibungen“ .....	95
Tabelle 9-8: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Betriebsführung“ .....	96
Tabelle 9-9: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ .....	96

# 1 Management Summary

Der zentrale Gegenstand dieses Gutachtens im Auftrag der Bundesnetzagentur (BNetzA) ist die Entwicklung eines Konzepts, das die individuelle und objektive Prüfung der Erreichbarkeit einer Obergrenze der Gesamtkosten (OGK) für Betreiber der Schienenwege (BdS) im Sinne des Eisenbahnregulierungsgesetzes (§ 26 Abs. 1 ERegG) ermöglicht. Der Gutachtenauftrag umfasst im Einzelnen eine Bewertung der durch die Regulierungsbehörde formulierten Modellannahmen, die Recherche geeigneter Methoden sowie die Ableitung und Bewertung eines möglichen Konzepts für ein solches Modell.

Die von der BNetzA intendierte Verwendung von Referenzwerten zur Beurteilung, ob die von einem BdS beantragte Kostenhöhe gerechtfertigt ist, wird von den Gutachtern weiterverfolgt. Die vorgeschlagene Unterscheidung einer kurzfristig zu erreichenden und langfristig optimalen Kostenhöhe wird dabei als sinnvoll erachtet. Da der Gutachtenauftrag eine Analyse von ökonomischen Methoden explizit ausschließt, wurden vorwiegend ingenieurwissenschaftliche sowie heuristische Ansätze untersucht. Aus den einzelnen, für ein OGK-Modell als geeignet befundenen Ansätzen leitet sich jedoch noch kein gesamthaftes Modell ab, sodass eine Kombination aus mehreren Ansätzen vorgeschlagen wird.

Das vorgeschlagene OGK-Modell bildet den realen Anlagenbestand eines BdS und die für die Instandhaltung, Erneuerung und den Betrieb dieser Anlagen anfallenden Kosten vollständig und in ausreichend differenzierter Weise ab. Die Skalierbarkeit des Modells ermöglicht anschließend eine Ermittlung der betreiberindividuell erreichbaren bzw. optimalen Kosten. Zu diesem Zweck wird je eine Modellanwendung für die Kostenblöcke „Instandhaltung“ (IH) bzw. „Ersatzinvestitionen“ (EI) und „Betriebsführung“ vorgeschlagen. Erreichbare Kosten werden durch eine kurzfristig mögliche, innerbetrieblich optimale Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen sowie eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität in den Prozessen Fahrplanerstellung und Disposition postuliert. Zur Abbildung optimaler Kosten wird eine Modellierung mittel- bis langfristig kostenwirksamer IH-/EI-Strategien bzw. Strategien zur Zentralisierung der Fahrdienstleitung empfohlen. Kostenreferenzwerte im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ könnten ergänzend über einen Vergleichsmarkansatz abgebildet werden.

Die Entwicklung des vorgeschlagenen OGK-Modells erfordert eine umfassende Mitwirkung betroffener BdS, damit der erforderliche Input erhoben, ein entsprechendes Formelwerk erstellt und softwaretechnisch umgesetzt werden kann. Der sehr grob geschätzte Zeitrahmen zur Umsetzung eines Grundmodells beträgt mehrere Jahre. Für die Anwendung des Modells entstehen wiederkehrende, schwierig abschätzbare Zeitaufwände auf Seiten der BNetzA, da Infrastruktur- und Kostendaten für die BdS zyklisch neu erfasst, geprüft und aufbereitet werden müssen. Die zentrale Anforderung an ein OGK-Modell, nämlich das individuelle Kostenoptimierungspotenzial eines BdS systematisch zu ermitteln, kann aus Sicht der Gutachter somit potenziell erfüllt werden, ist jedoch mit erheblichen, sowohl einmaligen als auch wiederkehrenden Aufwänden verbunden.

## 2 Einleitung

Der zentrale Gegenstand dieses Gutachtens im Auftrag der Bundesnetzagentur (BNetzA) ist die Entwicklung eines Konzepts, das die individuelle und objektive Prüfung der Erreichbarkeit einer Obergrenze der Gesamtkosten (OGK) für Betreiber der Schienenwege (BdS) ermöglicht.

Die Notwendigkeit eines solchen Prüfverfahrens der OGK ergibt sich aufgrund des geltenden Rechts. So obliegt es nach Maßgabe des Eisenbahnregulierungsgesetzes (ERegG) der Regulierungsbehörde, für die Dauer eines Netzfahrplans eine jährliche OGK zu bestimmen (§ 25 Abs. 2 ERegG). Ein übergeordnetes Ziel dieser Regulierungspraxis ist es unter anderem, die Interessen der Zugangsberechtigten zu wahren (§ 3 Nr. 2 ERegG), worunter insbesondere eine Begrenzung der Höhe von Nutzungsentgelten der Schieneninfrastruktur zu verstehen ist (§ 26 Abs. 2 ERegG). Gemäß § 26 Abs. 1 ERegG ist es zudem Aufgabe der Regulierungsbehörde, nach der Ermittlung der jährlichen OGK vorab auf Antrag oder von Amts wegen zu prüfen, inwiefern der für den jeweiligen BdS errechnete Wert tatsächlich erreichbar ist, und ggf. Anpassungen vorzunehmen.

Basis dieser Prüfung sind die Gesamtkosten. Dieser Terminus bezieht sich auf Kosten für das Mindestzugangspaket (Anlage 2 Nummer 1 ERegG). Dieses umfasst alle, für die Durchführung von Zugfahrten notwendigen Dienstleistungen eines BdS gegenüber dem Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU). Zu Beginn einer Regulierungsperiode sind zunächst das Ausgangsniveau der Gesamtkosten (AGK) und die zugehörigen Betriebsleistungen durch einen BdS gegenüber der BNetzA zwecks Prüfung und Genehmigung darzulegen (§ 25 Abs. 1 ERegG). Nach der Festlegung des AGK durch die Regulierungsbehörde wird die OGK für die Dauer eines Netzfahrplans berechnet. Im Zuge der Berechnung ist eine Inflationierung abzüglich eines Produktivitätsfortschritts zu berücksichtigen (§ 25 Abs. 2 ERegG).

Durch die Festsetzung der OGK für den Zeitraum der Regulierungsperiode wird einem BdS ein Anreiz gegeben, Kosten zu senken. Sollten die tatsächlichen IST-Kosten eines BdS niedriger als die regulatorisch festgelegten Kosten sein, darf der Unterschiedsbetrag bei dem Unternehmen verbleiben. Damit wird grundsätzlich von einem preisbereinigt sinkenden Verlauf der Gesamtkosten und einem damit verbundenen Kostensenkungspotenzial je BdS ausgegangen. Im Falle steigender oder nicht ausreichend sinkender Kosten während einer Regulierungsperiode ermöglicht § 26 Abs. 1 ERegG eine Anhebung der OGK, sofern die initial errechnete OGK für den Betreiber tatsächlich nicht erreichbar ist.

Zur bestmöglichen Erfüllung ihres gesetzlichen Auftrags aus § 26 Abs. 1 ERegG erwägt die Regulierungsbehörde die tatsächliche Erreichbarkeit der OGK eines BdS mithilfe eines Modells („OGK-Modell“) zu überprüfen. Die Gutachter wurden mit einer Machbarkeitsstudie beauftragt. Der Gutachtenauftrag umfasst im Einzelnen eine Bewertung der durch die Regulierungsbehörde formulierten Modellannahmen, die Recherche geeigneter Methoden sowie die Ableitung und Bewertung eines möglichen Konzepts für ein solches Modell.

### 3 Derzeitige Entgeltgenehmigung gemäß ERegG

Die nachfolgenden Unterkapitel sollen dazu dienen, die einleitend beschriebene Herausforderung resultierend aus dem § 26 Abs. 1 ERegG und die hieraus abgeleitete Notwendigkeit der Entwicklung eines OGK-Modells einordnen zu können. Im Einzelnen werden die Voraussetzungen und der Umfang der geltenden Entgeltgenehmigungspflicht, die Grundlagen des so genannten AGK-/OGK-Verfahrens zur Ermittlung der genehmigungsfähigen Kosten eines BdS und dessen praktische Anwendung am Beispiel des BdS DB Netz AG aufgezeigt.

#### 3.1 Voraussetzungen und Umfang der Entgeltgenehmigungspflicht

Die Festlegung der Infrastrukturnutzungsentgelte<sup>1</sup> erfolgt in Deutschland durch die BNetzA nach Maßgabe des Eisenbahnregulierungsgesetzes (ERegG). Das ERegG wurde am 2. September 2016 in Kraft gesetzt. Wesentlicher Treiber des Gesetzgebungsverfahrens war die notwendige Umsetzung der europäischen Richtlinie 2012/34/EU zur Schaffung eines europäischen Eisenbahnraumes<sup>2</sup>. Das ERegG enthält umfangreiche Regelungen für unterschiedliche Teilbereiche der Eisenbahnbetriebsführung (vgl. Tabelle 3-1), wobei insbesondere die Regelungen in Kapitel 3 (§§ 18-62 ERegG) für das Verfahren der Entgeltregulierung relevant sind.

**Tabelle 3-1: Struktur des ERegG zzgl. Anhänge (eigene Darstellung gemäß ERegG<sup>3</sup>)**

Kapitel	Paragraphen	Wesentliche Inhalte (Auswahl)
Kapitel 1 „Allgemeine Bestimmungen“	§§ 1-4	Gegenstand, Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen
Kapitel 2 „Entwicklung des Eisenbahnsektors“	§§ 5-17	Gewährleistung einer unabhängigen Unternehmensführung und des diskriminierungsfreien Infrastrukturzugangs
Kapitel 3 „Erhebung von Entgelten und Zuweisung von Schienenwegkapazität im Schienenverkehr“	§§ 18-62	Verfahren zur Festsetzung, Berechnung und Erhebung von Entgelten für Schienenwege, Verfahren zur Entgeltregulierung und der Anreizsetzung, Gewährleistung der Gleichberechtigung bei der Zuweisung von Schienenwegkapazitäten

<sup>1</sup> Als solche werden Trassen-, Stations- und sonstige Preise bezeichnet, die für die Benutzung dieser Einrichtungen von den verschiedenen EVU zwecks Abwicklung eines Personen- und Güterverkehrs zu entrichten sind.

<sup>2</sup> Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2012/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. November 2012 zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums (Neufassung).

<sup>3</sup> Deutscher Bundestag; Deutscher Bundesrat: Eisenbahnregulierungsgesetz vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. Juli 2019 (BGBl. I S. 1040) geändert worden ist.

### 3 Derzeitige Entgeltgenehmigung gemäß ERegG

Kapitel 4 „Wartungseinrichtungen“	§§ 63-55	Gesonderte rechtliche Behandlung von Wartungseinrichtungen
Kapitel 5 „Regulierungsbehörde“	§§ 66-79	Definition allgemeiner und spezifischer Aufgaben der BNetzA
Kapitel 6 „Übergangsvorschriften; Anwendungsvorschriften“	§§ 80-81	Regelung von Übergangszeiträumen, Befristung von Regelungsbestandteilen

Zentrale Elemente der Richtlinie 2012/34/EU sind Vorgaben hinsichtlich der Ermittlung, Festsetzung, und Erhebung von Entgelten. Neben formalen Vorgaben, die u. a. eine Veröffentlichungspflicht der Schienennetz-Nutzungsbedingungen sowie der Vorschriften für die Entgelterhebung beinhalten, schreibt die Richtlinie Mitgliedsstaaten vor, Anreize zur Senkung der mit der Fahrwegbereitstellung verbundenen Kosten und der Zugangsentgelte zu schaffen (vgl. u. a. Art. 30 Abs. 1 und 3 Richtlinie 2012/34/EU). Eine solche Anreizsetzung wurde u. a. mit dem AGK-/OGK-Verfahren im ERegG umgesetzt (vgl. Abschnitt 3.2). Eine zentrale Forderung innerhalb des deutschen Gesetzgebungsverfahrens war es zudem, nicht nur Anreize für Entgeltsenkungen zu schaffen, sondern Entgelte tatsächlich zu begrenzen. Eine „Trassenpreisbremse“ wurde für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) festgeschrieben. Weiterhin wurde die BNetzA mit der Einführung des ERegG mit der Befugnis ausgestattet, über die Höhe und Ausgestaltung der Entgelte final zu entscheiden. Unter anderem zu diesem Zweck wurde eine neue Beschlusskammer gegründet, die Entgelte rechtssicher genehmigt und somit eine unter Umständen mehrjährige Nachprüfung durch Zivilgerichte verhindert.

Entsprechend den Vorgaben des ERegG sind Betreiber der Schienenwege (BdS) verpflichtet, ihre Entgelte für die Erbringung von Leistungen im Rahmen des Mindestzugangspakets durch die BNetzA genehmigen zu lassen (vgl. Tabelle 3-2 nach Anlage 2 Nr. 1 ERegG).

**Tabelle 3-2: Leistungen im Rahmen des Mindestzugangspakets (eigene Darstellung gemäß ERegG<sup>4</sup>)**

Bez.	Beschreibung
a)	Bearbeitung von Anträgen auf Zuweisung von Schienenwegkapazität der Eisenbahn
b)	Recht zur Nutzung zugewiesener Schienenwegkapazität
c)	Nutzung der Eisenbahnanlagen einschließlich Weichen und Abzweigungen
d)	Zugsteuerung einschließlich der Signalisierung, Regelung, Abfertigung und der Übermittlung und Bereitstellung von Informationen über Zugbewegungen
e)	Nutzung von Anlagen zur streckenbezogenen Versorgung mit Fahrstrom, sofern vorhanden
f)	Alle anderen Informationen, die zur Durchführung oder zum Betrieb des Verkehrsdienstes, für den Kapazität zugewiesen wurde, erforderlich sind

<sup>4</sup> Dies.: Eisenbahnregulierungsgesetz vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. Juli 2019 (BGBl. I S. 1040) geändert worden ist.

Gemäß ERegG sind für BdS vier Genehmigungsfälle zu unterscheiden, wobei eine Anpassung der OGK nach § 26 Abs. 1 ERegG nur im Fall des so genannten „großen Genehmigungsverfahrens“ zur Anwendung kommt. Dieses Verfahren durchlaufen Eisenbahninfrastrukturunternehmen, die ein regelspuriges und überregionales Schienennetz betreiben.

## 3.2 Grundlagen des AGK-/OGK-Verfahrens

Innerhalb des großen Genehmigungsverfahrens ist die Bestimmung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten (AGK) und der davon abhängigen Obergrenze der Gesamtkosten (OGK) von zentraler Bedeutung. Stellvertretend wird daher auch die Bezeichnung „AGK-/OGK-Verfahren“ verwendet. Der Terminus Gesamtkosten bezieht sich stets auf Kosten für das Mindestzugangspaket (vgl. Anlage 2 Nr. 1 ERegG).

Liegen für einen BdS die Voraussetzungen des großen Genehmigungsverfahrens vor, besteht zu Beginn einer Regulierungsperiode eine Darlegungspflicht der Gesamtkosten und zugehöriger Betriebsleistungen gegenüber der Regulierungsbehörde (§ 25 Abs. 1 ERegG). Die Kostendarlegung bildet die Basis für die Berechnung eines AGK bezogen auf ein Basisjahr: Ein Basisjahr bildet die durchschnittlichen Gesamtkosten der Erbringung des Mindestzugangspakets über einen Zeitraum von maximal fünf vorausgegangenen Jahren ab (vgl. § 25 Abs. 1 ERegG). Die Kostendarlegung auf Seiten des BdS unterliegt einem Auswahlprüfkonzept durch die BNetzA: Dieses sieht eine stichprobenhafte Verifizierung dargelegter IST-Kosten vor, wobei u. a. Belegprüfungen für ausgewählte Geschäftsvorfälle durchgeführt werden. Einzelne Prüfaspekte lauten:

- Besteht dem Grunde nach ein Bezug zu dem Mindestzugangspaket?
- Ist die Kostenallokation der Höhe nach ordnungsgemäß erfolgt?
- Sind eventuell Kostenpositionen doppelt erfasst?
- Wurden die Konzepte aus den Vorverfahren umgesetzt?
- Ist die Systematik der Verbuchung der geprüften Sachverhalte nachvollziehbar?

Nach abgeschlossener Prüfung der dargelegten Kosten wird das AGK per Verwaltungsakt festgelegt. Die Gültigkeit des ermittelten AGK erstreckt sich grundsätzlich auf die gesamte Regulierungsperiode. Der Zeitraum der Regulierungsperiode soll gemäß § 26 Abs. 3 ERegG fünf Jahre betragen.

Ausgehend von dem errechneten AGK-Niveau obliegt es der Regulierungsbehörde, im Vorfeld des alljährlichen Genehmigungsverfahrens der Trassenentgelte die OGK zu bestimmen. Im Unterschied zu dem AGK bezieht sich die OGK daher stets auf eine bestimmte Netzfahrplanjahrperiode. Genehmigungsfähig sind die von einem BdS beantragten Entgelte nur dann, wenn das Produkt der Preise je Marktsegment (Euro/Trkm) und der auf das Basisjahr bezogenen Verkehrsmengen (Trkm/ Jahr) die OGK nicht überschreiten.

Die Berechnung einer OGK folgt der einleitend thematisierten Anreizsetzung gemäß §§ 25 - 28 ERegG. Die Anreizsetzung folgt dem verkehrspolitischen Wunsch, eine Reduzierung von Kosten auf Seiten eines BdS, eine damit einhergehende Reduktion der Trassenentgelte und eine Steigerung der Verkehrsmengen auf den Schienenwegen eines BdS herbeizuführen. Im Zuge der Bestimmung einer OGK ist daher eine Absenkung des Kostenniveaus um eine gesetzlich vorgeschriebene Produktivitätsfortschrittsrate abzüglich einer Preissteigerungsrate vorgesehen (§ 25 Abs. 2 ERegG). Grundsätzlich geht die BNetzA entsprechend ihres gesetzlich verankerten Auftrags der Anreizsetzung von einem preisbereinigt sinkenden Verlauf der Kosten über die Zeitdauer der Regulierungsperiode aus.

### **3.3 Kostenprüfung am Beispiel der DB Netz AG**

Das große Genehmigungsverfahren bzw. vollständige AGK-/OGK-Verfahren wurde erstmals durch den BdS DB Netz AG im Jahr 2017 durchlaufen. Als Basisjahr für die Bestimmung des AGK in der Regulierungsperiode 2019 bis 2023 wurde der Zeitraum 2014 bis 2016 zuzüglich einer Kostenfortschreibung über die Jahre 2017 bis 2018 festgelegt.

Die Kostenprüfung zur Bestimmung des AGK basierte auf der „Regulatorischen Sonderrechnung“. Es handelt sich um eine aufbereitete Form der Jahresabschlüsse bzw. Gewinn- und Verlustrechnungen des BdS, die gewählt wurde, „da das Rechnungswesen [der DB Netz AG] das eisenbahnrechtliche Preisinstrument des Mindestzugangspakets nicht explizit abbildet“<sup>5</sup>. Ziel der Regulatorischen Sonderrechnung ist es daher, „eine verursachungsgerechte, aufwandsgleiche und transparente Verteilung der Gesamtkosten, der Vermögenswerte und der Kapitalwerte auf die Leistungsbereiche [eines BdS] zu ermöglichen“<sup>6</sup>. Im Einzelnen wurde eine Abgrenzung des Geschäftsbereiches „Eisenbahninfrastruktur“ (Buchungskreis 16) von dem nicht mindestzugangspaketrelevanten Geschäftsbereich „Immobilien“ (Buchungskreis 09) vorgenommen. Weiterhin umfasste das Vorgehen eine Clusterung der DB-üblichen Rahmenkostenstellen (RKOST) in Leistungsbereiche, wobei lediglich die Cluster 1, 4 und 5 mindestzugangspaketrelevante Kosten enthalten (vgl. Tabelle 3-3 und Abbildung 3-1).

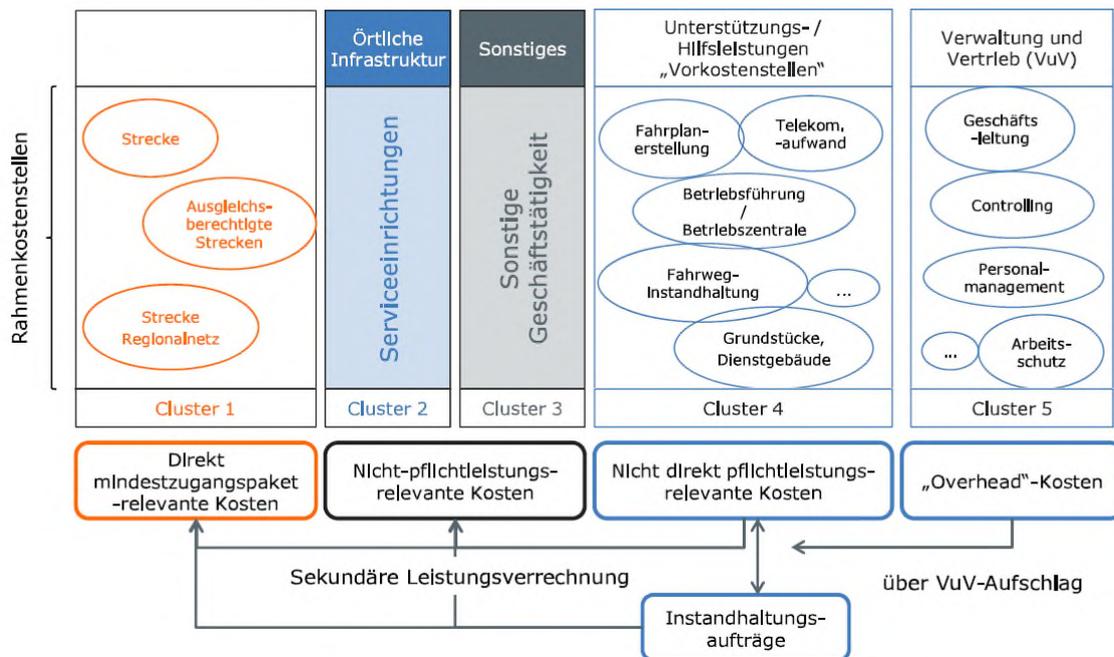
---

<sup>5</sup> Bundesnetzagentur, 28.06.2017: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren aufgrund der Mitteilung der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH vom 04.04.2017 und 24.04.2017 wegen der Festsetzung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten für die erste Regulierungsperiode. BK10-17-0001\_E, S. 29.

<sup>6</sup> Ebd., S. 29.

**Tabelle 3-3: Clusterbildung in der Regulatorischen Sonderrechnung für die DB Netz AG (eigene Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>7</sup>)**

Cluster	Beschreibung
Cluster 1	Umfasst Kosten der Betriebsführung von Eisenbahnstrecken. Auf diese Rahmenkostenstellen gebuchte Kosten sind direkt und eindeutig dem Mindestzugangspaket zuzuordnen.
Cluster 2	Umfasst Kosten für den Betrieb der Serviceeinrichtungen. Es handelt sich um Kosten, die für das Mindestzugangspaket nicht relevant sind.
Cluster 3	Umfasst Kosten resultierend aus der sonstigen Geschäftstätigkeit. Es handelt sich um Kosten, die für das Mindestzugangspaket nicht relevant sind.
Cluster 4	Kosten für betriebsinterne Vorleistungen (z. B. IH, Fahrplanerstellung) sind teilweise anteilig relevant für das Mindestzugangspaketbezug.
Cluster 5	Kosten für die Verwaltung und den Vertrieb (Overheadkosten) sind teilweise anteilig relevant für das Mindestzugangspaket.



**Abbildung 3-1: Cluster in der Regulatorischen Sonderrechnung für die DB Netz AG (Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>8</sup>)**

Auf Basis der Regulatorischen Sonderrechnung wurde auf Seiten der DB Netz AG in aufwandsgleiche Kosten, Abschreibungen und Kapitalkosten abzüglich kostenmindernder Erträge und Erlöse differenziert. Als aufwandsgleiche Kosten wurden der Material- und Personalaufwand und sonstige

<sup>7</sup> Bundesnetzagentur, 28.06.2017: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren aufgrund der Mitteilung der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH vom 04.04.2017 und 24.04.2017 wegen der Festsetzung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten für die erste Regulierungsperiode. BK10-17-0001\_E, S. 29–30.

<sup>8</sup> Ebd., S. 30.

betriebliche Aufwendungen angeführt. Weiterhin wurden Abschreibungen und Kapitalkosten genannt. Von der Summe dieser Kosten wurden kostenmindernde Erlöse und Erträge, bestehend aus dem sonstigen Umsatz, aktivierten Eigenleistungen, sonstigen betrieblichen Erträgen und neutralen Positionen, abgezogen. Das AGK für 2018 wurde final auf 5.307 Mio. Euro festgesetzt (vgl. Tabelle 3-4).

**Tabelle 3-4: Übersicht der Kürzungen des mitgeteilten AGK durch die BNetzA (Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>9</sup>)**

Zeile	Position	In Mio. Euro		
		Mitteilung	Kürzung	Festsetzung
A	Aufwandsgleiche Kosten	4.802	-55	4.747
B	Abschreibungen	845	0	845
C	Kostenmindernde Erlöse	-1.397	-9	-1.406
D	Kapitalkosten	1.260	-305	955
E=A:D	Zwischensumme	5.511	-369	5.142
F	Fortschreibung	575	-410	165
G=E:F	Summe (AGK)	6.086	-779	<b>5.307</b>

Das ermittelte AGK wurde anschließend dem im ERegG vorgeschriebenen Anreizpfad unterworfen, mit dem Ziel, eine OGK für ein Netzfahrplanjahr zu bestimmen. Bei der Bestimmung der OGK kommt die nachfolgende Formel zur Anwendung.

$$OGK_t = AGK \cdot \prod_{i=1}^t [1 + (PI_i - PF_i)]$$

- mit
- $OGK_t$  Zu bestimmende Obergrenze der Gesamtkosten für eine Netzfahrplanperiode
  - $AGK$  Ausgangsniveau der Gesamtkosten für eine Regulierungsperiode (i. d. R. 5 Jahre)
  - $PI_i$  Inflationsfaktor für das Jahr  $i$
  - $PF_i$  Produktivitätsfaktor für das Jahr  $i$

Maßgeblich ist die korrekte Bestimmung des Inflations- sowie des Produktivitätsfaktors.

Bei dem Inflationsfaktor  $PI_t$  handelt es sich um das geometrische Mittel der Entwicklung des Erzeugerpreisindexes gewerblicher Produkte über einen Zeitraum von fünf Jahren, gemessen durch das Statistische Bundesamt. Im OGK-Verfahren der DB Netz AG für das Netzfahrplanjahr 2020/2021

<sup>9</sup> Bundesnetzagentur, 25.03.2020: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH auf Anpassung der Festlegung der Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2020/2021. BK10-20-0002\_E, S. 20.

### 3 Derzeitige Entgeltgenehmigung gemäß ERegG

---

wurde unter anderem der Inflationsfaktor für das Jahr 2021 ( $PI_{2021}$ ) in Höhe von -0,37 Prozent bestimmt, wobei die Jahre 2013-2017 maßgebend waren<sup>10</sup>.

Der Produktivitätsfaktor  $PF_t$  errechnet sich aus dem geometrischen Mittel der Entwicklung der Arbeitsproduktivität für alle Wirtschaftsbereiche über einen Zeitraum von fünf Jahren, erfasst durch den Sachverständigenrat des Statistischen Bundesamtes. Im OGK-Verfahren der DB Netz AG für das Netzfahrplanjahr 2020/2021 wurde  $PF_{2021}$  zu 0,94 Prozent bestimmt, wobei die Jahre 2013-2017 maßgebend waren<sup>11</sup>.

Mithilfe der Inflations- und Produktivitätsfaktoren wurde die so genannte „initiale OGK“ der DB Netz AG für das Netzfahrplanjahr 2020/2021 bestimmt. Bei der initialen OGK handelt es sich jedoch nur um eine Zwischenrechnung. Um die finale OGK zu bestimmen, musste diese um bestimmte Kostenkomponenten erweitert werden: Nach dem Willen des Gesetzgebers darf der Anreizpfad nicht auf Kosten angewandt werden, die durch Mittel einer „qualifizierten Regulierungsvereinbarung“ (qRV) gedeckt sind (§ 29 Abs. 5 ERegG). Es handelt sich hierbei um Mittel der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) zwischen dem Bund und der DB Netz AG<sup>12</sup>. Dieses Vorgehen wird damit begründet, dass das Instrument der LuFV bereits über einen ausreichenden Anreiz verfügt, gewährte Mittel möglichst sparsam und in qualitätsverbessernde Infrastrukturmaßnahmen zu investieren.

Der Gesetzgeber schreibt weitere Tatbestände vor, die zu einer Erhöhung der initialen OGK führen: Ändert sich der Aufwand für Instandhaltung (IH) oder Ersatzinvestitionen (EI) gegenüber den in dem AGK berücksichtigten Ausmaß „mehr als geringfügig“ innerhalb eines Jahres der Regulierungsperiode, so ist die initiale OGK entsprechend zu erhöhen (§ 25 Abs. 3-5 ERegG). Gleiches gilt im Fall unvorhergesehener Mehrbelastungen aufgrund schwerer Unwetter, schwerer Unfälle oder rechtswidriger Zerstörungen durch Dritte in erheblichem Umfang (§ 27 Abs. 1 ERegG), und dann, wenn von der Regulierungsbehörde weitere Gründe anerkannt werden, die zu der Annahme führen, dass der errechnete Wert der OGK durch den Netzbetreiber nicht erreichbar ist (§ 26 Abs. 1 ERegG).

Unter Berücksichtigung der genannten Abwägungsgründe wurde die  $OGK_{2021}$  final auf 5.460 Mio. Euro festgesetzt und liegt damit um 318 Mio. Euro höher als die initiale  $OGK_{2021}$ . Der Grund hierfür ist eine Berücksichtigung von LuFV-Mitteln in Höhe von 5 (LuFV I), 41 (LuFV II) bzw. 272 Mio. Euro (LuFV III). Eine Übersicht der Bestimmung des finalen OGK enthält die Tabelle 3-5.

---

<sup>10</sup> Bundesnetzagentur, 25.03.2020: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH auf Anpassung der Festlegung der Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2020/2021. BK10-20-0002\_E, S. 20.

<sup>11</sup> Ebd., S. 23.

<sup>12</sup> Die Berechnung des AGK2018 berücksichtigt lediglich einen Teil der gesamten LuFV-Mittel, und zwar die Summe der (periodisierten) Kapitalkosten und Abschreibungen aufgrund von IH/EI der DB Netz AG (Mindestbeitrag für IH/EI) aus Eigenmitteln für das Jahr 2018. Baukostenzuschüsse des Bundes im Rahmen der LuFV bleiben somit unberücksichtigt. Zudem wurden nur solche durch Eigenmittel gedeckte Kosten angesetzt, die der Erbringung des Mindestzugangspaketes zuordenbar sind.

**Tabelle 3-5: Festsetzung der OGK für die Netzfahrplanperiode 2020/2021  
 (Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>13</sup>)**

Zeile	Position	ERegG	Festsetzung [Mio. Euro]
A	Ausgangsniveau der Gesamtkosten (AGK) 2018	§ 25 Abs. 1	5.307
B	Preis- und Produktivitätsentwicklung 2019-2021	§ 25 Abs. 2	-165
C=A:B	Initiale Berechnung der OGK 2021 mit PI und PF		5.142
D	Berücksichtigung Eigenmittel LuFV I in Anreizpfad	§ 29 Abs. 5	+5
E	Berücksichtigung Eigenmittel LuFV II in Anreizpfad	§ 29 Abs. 5	+41
F	Berücksichtigung erhöhter Aufwand aus LuFV III	§ 25 Abs. 3-5	+272
G	Berücksichtigung unvorhergesehener Mehrbelastungen	§ 27 Abs. 1	+0
H	Berücksichtigung der generellen Erreichbarkeit der OGK	§ 26 Abs. 1	+0
I=C:H	<b>Festsetzung der OGK 2021</b>		<b>5.460</b>

---

<sup>13</sup> Bundesnetzagentur, 25.03.2020: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH auf Anpassung der Festlegung der Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2020/2021. BK10-20-0002\_E, S. 18.

## 4 Zielsetzungen einer OGK-Modellierung

Anhand der beispielhaft beschriebenen Ermittlung des AGK bzw. der hieraus abgeleiteten OGK im Fall der DB Netz AG ist zu erkennen, dass sich das derzeitige Prüfkonzept auf die korrekte Zuordnung der IST-Kosten sowie deren Prognose im Rahmen der Fortschreibung zu Leistungen des Mindestzugangspakets und die Bestimmung des gesetzlichen Anreizpfades konzentriert. Im ERegG unberücksichtigt bleibt die Frage, ob es auf Seiten der BdS ein individuelles Optimierungspotenzial gibt, dessen Nutzung zu einer Senkung der Kosten beitragen würde. Gleichwohl ist bei der Ermittlung eines realistischen individuellen Optimierungspotenzials zu prüfen, ob der „pauschale“ gesetzliche Anreizpfad in einzelnen Fällen zu anspruchsvoll sein könnte. Aus diesen Feststellungen leitet sich der in Kapitel 4.1 skizzierte und in Kapitel 4.2 juristisch eingeordnete Gutachtauftrag ab. In Kapitel 4.3 werden hieraus Überlegungen zur Herangehensweise im Gutachten abgeleitet.

### 4.1 Inhalt des Gutachtauftrags

Zur bestmöglichen Erfüllung ihres gesetzlichen Auftrags aus § 26 Abs. 1 ERegG zielt die Regulierungsbehörde unter Zuhilfenahme der Ergebnisse dieses Gutachtens darauf ab, die tatsächliche Erreichbarkeit der OGK eines BdS mithilfe eines Modells („OGK-Modell“) nachvollziehbar, systematisch und transparent zu überprüfen. Der Gutachtauftrag umfasst im Einzelnen eine Bewertung der durch die Regulierungsbehörde formulierten Modellannahmen, die Recherche geeigneter Methoden sowie die Ableitung und Bewertung eines möglichen Konzepts für ein solches Modell.

Die im Gutachtauftrag formulierten Anforderungen greifen die zuvor geäußerte Überlegung des gesetzlich nicht geregelten, individuellen Optimierungspotenzials von BdS auf. Sie basieren auf der Überlegung, dass systematisch ermittelte Kostenreferenzwerte benötigt werden, um nachvollziehbar und transparent zu beurteilen, ob es einer entsprechend § 26 Abs. 2 ERegG beantragten Erhöhung der initial festgelegten OGK bedarf. Die Ableitung dieser Referenzwerte soll auf Basis weiterer Kostenüberlegungen erfolgen. Da sich aufgrund der aktuellen Regulierungsform eine Kostenbegrenzung allein aufgrund eines gesamtwirtschaftlich abgeleiteten Produktivitätsfaktors und einer Teuerungsrate ergibt, besteht die Überlegung, ob nicht zumindest teilweise davon ausgegangen werden muss, dass die benötigten Mittel durch veränderte Kostenstrukturen erwirtschaftet werden könnten.

Im Detail fordert die BNetzA einen OGK-Modellansatz, der auf die individuelle Netzinfrastruktur eines BdS Bezug nimmt, d. h. eine Skalierung gemäß der Größe und Eigenschaften eines BdS zulässt. Berücksichtigt werden soll, dass BdS in ihrer Größe und ihren Eigenschaften, z. B. hinsichtlich der Kostenstrukturen und Infrastrukturausstattung, stark variieren können. Ein mögliches Modell soll die wesentlichen Kostentreiber Instandhaltung, Betrieb und Investitionen/Abschreibungen eines BdS berücksichtigen. Neben den Kosten, die für Leistungen entstehen, die durch Nutzungsentgelte gedeckt sind, sollen zudem durch öffentliche Zuwendungen abgegoltene Kosten in das Gesamtkalkül

#### 4 Zielsetzungen einer OGK-Modellierung

---

einer Gesamtkostenoptimierung aufgenommen werden. Dabei war die Analyse von ökonometrischen Verfahren nicht Teil des Gutachtenauftrages.

Der Gutachtenauftrag berücksichtigt zudem Überlegungen der BNetzA, das gesetzlich nicht geregelte, individuelle Optimierungspotenzial von BdS mittels Zielgrößen (OGK-Pfaden) ausdrücken: Neben der initial festgelegten OGK eines BdS ( $OGK_{\text{initial}}$ ) werden zwei weitere OGK, nämlich  $OGK_{\text{erreichbar}}$  und  $OGK_{\text{kostenoptimal}}$  vorgeschlagen. Die beiden letzten OGK sollen beurteilen, inwiefern durch Optimierungsprozesse Kostensenkungen erreicht werden könnten. Die  $OGK_{\text{kostenoptimal}}$  fokussiert dabei auf eine langfristige Optimierung,  $OGK_{\text{erreichbar}}$  auf kurzfristig mögliche Kosteneinsparungen.

## 4.2 Juristische Einordnung des Gutachtenauftrags

Im Rahmen einer juristischen Einordnung des Gutachtenauftrags stellt sich die Frage, inwiefern die in § 26 Abs. 1 ERegG definierte Prüfung der Erreichbarkeit einer OGK die Erstellung des von der Bundesnetzagentur intendierten Modells erforderlich macht. Zwar sieht § 26 Abs. 1 ERegG kein ausdrückliches Modell oder eine konkrete Vorgehensweise vor: Dem Wortlaut nach prüft die Regulatorbehörde nach Ermittlung der jährlichen Obergrenze der Gesamtkosten auf Antrag des betroffenen BdS oder von Amts wegen, ob der errechnete Wert für den jeweiligen Betreiber tatsächlich erreichbar ist, und nimmt gegebenenfalls Anpassungen vor. Zur Erfüllung dieses gesetzlichen Auftrages ist es jedoch aus regulatorischer Sicht erforderlich, eine transparente und nachvollziehbare Methodik zu entwickeln, die reproduzierbare Ergebnisse erzeugt und gleichermaßen gegenüber den betroffenen BdS Anwendung finden kann. Dies gelingt insbesondere durch die Entwicklung eines Modells, welches mit unternehmensindividuellen Daten befüllt wird und in Abhängigkeit davon ein Ergebnis ausgibt.

Wird von der BNetzA die Prüfung der Erreichbarkeit der OGK nach § 26 Abs. 1 ERegG verlangt, so ist zumindest intendiert, dass sich die Regulatorbehörde für diese Prüfung eine Methodenkompetenz aufbaut, um ihrer diesbezüglichen Aufgabe nachzukommen. Da es beim Antrag gemäß § 26 Abs. 1 ERegG um eine Erhöhung der OGK geht, hat sie bei der Überprüfung insbesondere das übergeordnete Ziel § 3 Nr. 2 ERegG zu beachten, wonach die Interessen der Zugangsberechtigten auf dem Gebiet der Eisenbahnmärkte bei der Förderung und Sicherstellung eines wirksamen Wettbewerbs in den Eisenbahnmärkten sowie die Interessen der Verbraucher zu wahren sind. Hierunter ist insbesondere eine Begrenzung der Höhe von Nutzungsentgelten der Schieneninfrastruktur zu verstehen (§ 26 Abs. 2 S. 3 ERegG). Die Bundesnetzagentur ist bestrebt, das Verfahren zur Überprüfung der Obergrenze der Gesamtkosten möglichst standardisiert vorzunehmen, um die Transparenz zu erhöhen. Darüber hinaus hängt die Ergebnisgüte der Beurteilung, inwiefern eine Anhebung der OGK erforderlich ist, von der profunden, nach Möglichkeit modellierten Kenntnis der kostenverursachenden Prozesse ab. Zusätzlich verdeutlicht die RL 2012/34/EU, dass die Regulatorbehörde umfassende Befugnisse hat, ihrer regulatorischen Funktion nachzukommen. Gemäß Art. 56

#### 4 Zielsetzungen einer OGK-Modellierung

---

Abs. 6 der vorgenannten RL hat die Regulierungsbehörde zu gewährleisten, dass die vom Infrastrukturbetreiber festgesetzten Entgelte den Vorgaben der RL entsprechen und nichtdiskriminierend sind. Hierfür stehen der Regulierungsbehörde umfassende Befugnisse zu, die bereits in Art. 56 Abs. 8 RL 2012/34/EU normiert sind. Im ERegG wurden diese in Umsetzung der vorgenannten RL in § 67 ausdrücklich festgelegt. Hiernach kann die Behörde zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben alle notwendigen Daten, Auskünfte, Hilfsmittel und Nachweise fordern. Die zu erteilenden Auskünfte umfassen dabei gemäß § 67 Abs. 5 ERegG sämtliche Informationen, die die BNetzA in ihrer Eigenschaft als Beschwerdeinstanz und für die Überwachung des Wettbewerbs in den Schienenverkehrsmärkten benötigt.

Darüber hinaus hat die Bundesnetzagentur ebenfalls im Rahmen der Entgeltregulierung und zur Wahrung einer transparenten und wiederholbaren Vorgehensweise standardisierte Verfahren und Modelle entwickelt und zum Einsatz gebracht. So werden bspw. im Rahmen der Bestimmung von Kapitalkosten gemäß § 25 Abs. 1 i. V. m. Anlage 4 Nr. 5 und § 32. Abs. 1 ERegG keine gesetzlichen Vorgaben zur Methodik der Bestimmung von Kapitalkosten gemacht. Eine entsprechende Methodik wurde durch die Bundesnetzagentur entwickelt.

Eine weitere Frage bezieht sich auf die Verwendung von Referenzwerten, die zu einer stärkeren Kosteneindämmung führen könnten als aktuell gesetzlich vorgesehen. Gemäß § 25 Abs. 2 ERegG ergibt sich eine Kosteneindämmung alleinig aufgrund eines gesamtwirtschaftlich abgeleiteten Produktivitätsfaktors und einer Teuerungsrate. Würde nun in einem Modell eine stärkere Kosteneindämmung berechnet, so scheint dies nicht gegen die Regelungen des ERegG zu verstoßen, solange die Bundesnetzagentur nicht diesen geringeren Kostenansatz von den BdS einfordern würde. Da nach den Modellüberlegungen der Bundesnetzagentur die strengeren Maßstäbe nur als Referenz zur Einordnung der beantragten Erhöhung dienen sollen und eben nicht zu einer Absenkung der OGK über die initial festgelegte „OGK<sub>initial</sub>“ hinaus, erlaubt dies aus Sicht der Gutachter die Verwendung eines solchen Modellansatzes.

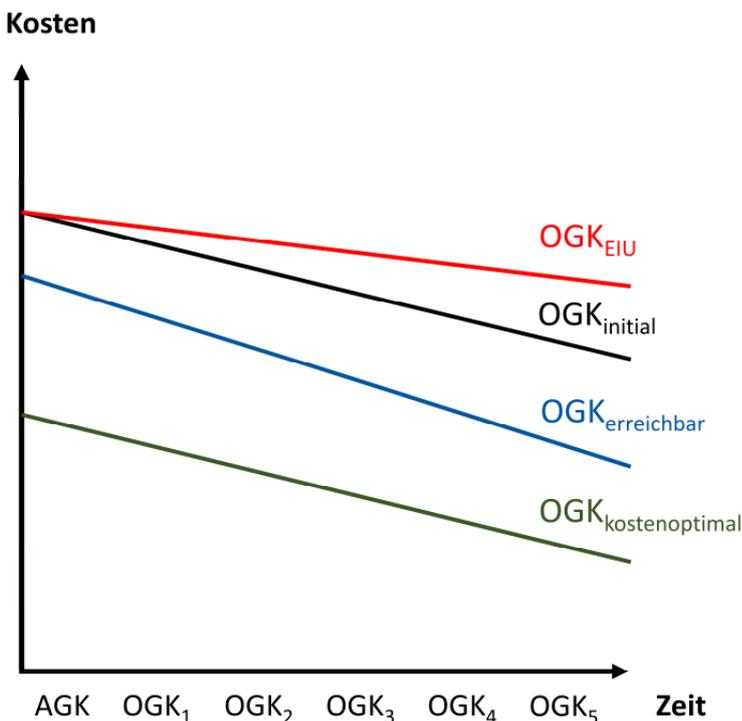
Aus Sicht der Gutachter ist die Auswahl der Referenzwerte, um den Vortrag eines BdS zur notwendigen Erhöhung der OGK zu beurteilen, sinnvoll, da sie eine Einschätzung der beantragten Kostenhöhe im Vergleich zu einer kurzfristig realisierbaren und einer langfristig optimalen Kostenhöhe erlauben. Um gesetzeskonform zu bleiben, darf die beantragte Erhöhung der OGK jedoch maximal abgelehnt werden. Eine darüberhinausgehende Absenkung der beantragten „OGK<sub>initial</sub>“ auf die erreichbare „OGK<sub>erreichbar</sub>“ oder die kostenoptimale „OGK<sub>kostenoptimal</sub>“ ist nicht durch das Gesetz gedeckt.

Es stellt sich damit die Frage, auf welche Weise ein Kostenoptimum und die Abstufung „erreichbar“ für einen BdS modellhaft ermittelt werden kann.

### 4.3 Überlegungen zur Herangehensweise im Gutachtenauftrag

Wie einleitend in Kapitel 4.1 erläutert, wurden im Gutachtenauftrag vier so genannte OGK-Pfade bezogen auf die Gesamtkosten eines BdS vorgeschlagen. Ein erster Pfad ( $OGK_{initial}$ ) ist dabei deckungsgleich zu dem Verlauf der derzeit berechneten OGK unter Anwendung der gesetzlichen Inflations- (PI) sowie Produktivitätsfaktoren (PF). Ein weiterer Pfad ( $OGK_{EIU}$ ) spiegelt die durch den BdS prognostizierte Kostenentwicklung in einer Netzfahrplanperiode wider. Daneben sind zwei weitere Pfade vorgesehen, um zu beurteilen, wie kosteneffizient ein BdS agiert.

Es wird zwischen einem kurzfristigen, innerhalb einer Regulierungsperiode erreichbaren Kostenniveau, „ $OGK_{erreichbar}$ “, und einem langfristigen Kostenniveau, „ $OGK_{kostenoptimal}$ “, differenziert. Als grundsätzlich mögliche und naheliegende Ursachen für eine Absenkung des Kostenniveaus wurden optimierte IH-/EI-Maßnahmen und Betriebsführungsprozesse identifiziert. Neben kurzfristig zu erzielenden Optimierungsmaßnahmen ist auf die langfristig ausgerichteten Investitionszyklen des Eisenbahnwesens abzuheben. Unterstellt wird, dass sich erreichbare Kosten langfristig einem Kostenoptimum annähern (vgl. Abbildung 4-1).



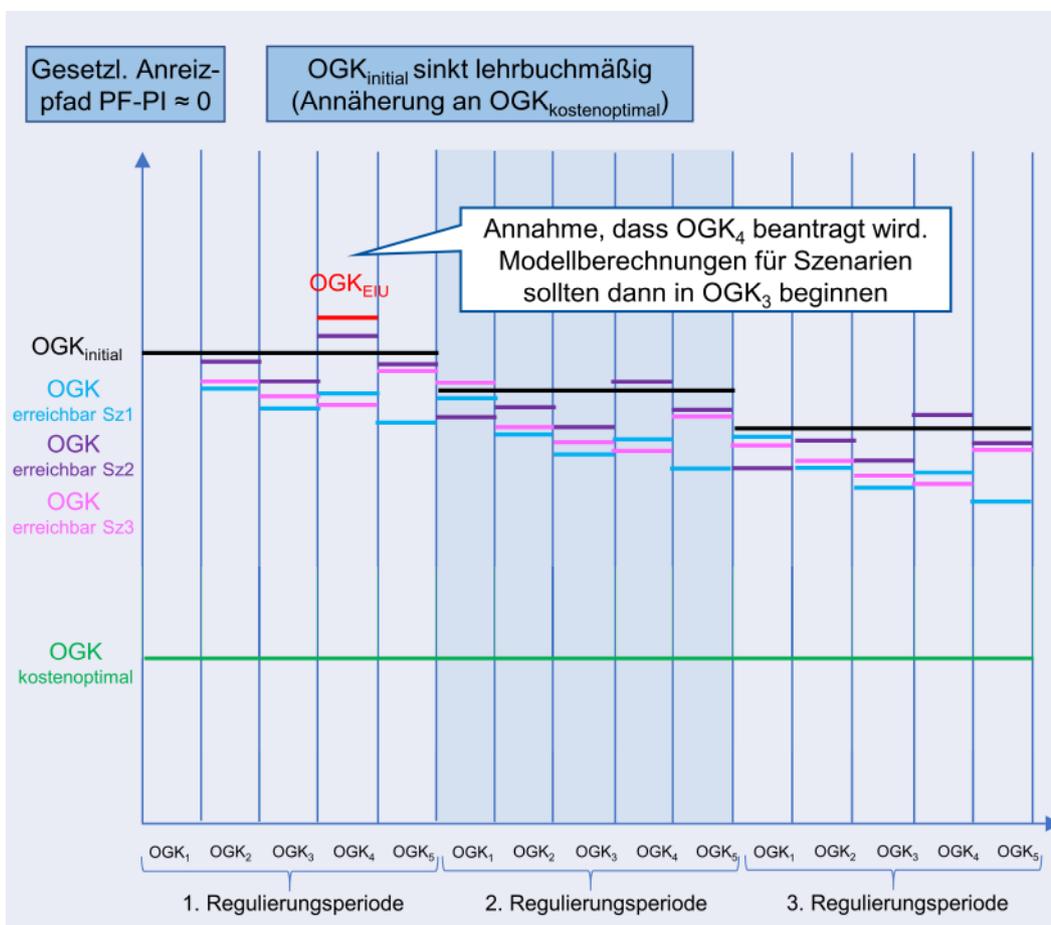
**Abbildung 4-1: Initiale Darstellung möglicher, exemplarischer OGK-Anreizpfade**

Aus Sicht der Gutachter wären erreichbare und kostenoptimale Strategien eines BdS, so genannte SOLL-Strategien, objektiv herleitbar anhand technisch-wirtschaftlich optimierter, wissenschaftlich zumindest ansatzweise abgesicherter Investitionsstrategien. IST-Strategien eines BdS sind dagegen in der Regel nicht verfügbar und schwerlich objektivierbar. Auch aus Sicht der BNetzA sollten

#### 4 Zielsetzungen einer OGK-Modellierung

erreichbare und optimale Kosten auf Basis von SOLL-Strategien ermittelt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass SOLL-Strategien grundsätzlich durch den BdS umsetzbar sind.

In der nachfolgenden Darstellung wurden im Vergleich zu der vorherigen Darstellungsweise die gleichförmig abfallenden OGK-Pfade durch stufenförmige Pfade ersetzt und  $OGK_{\text{erreichbar}}$  in drei Szenarien unterteilt (vgl. Abbildung 4-2). Die veränderte Darstellung verdeutlicht die regulatorische Notwendigkeit, dass innerhalb eines Netzfahrplanjahres (OGK-Jahr) die Obergrenze der Gesamtkosten eines BdS konstant ist. Die drei verschiedenen Szenarien zeigen auf, dass es verschiedene Strategien geben kann, Kosten mittel- bis langfristig zu senken und dementsprechend die kurzfristig erreichbaren Kosten unterschiedlich ausfallen können.



**Abbildung 4-2: Überarbeitete Darstellung möglicher, exemplarischer OGK-Anreizpfade**

Der als „ $OGK_{\text{initial}}$ “ bezeichnete Pfad bezieht sich wie zuvor auf den gesetzmäßig bestimmten Anreizpfad unter Ansatz eines Inflations- (PI) sowie Produktivitätsfaktors (PF). Vereinfachend wird ein konstanter Pfad über die gesamte Regulierungsperiode unterstellt ( $PI = - PF$ ). Den Sprungstellen jeweils zu Beginn einer fünfjährigen Regulierungsperiode liegt die lehrbuchmäßige Annahme zugrunde, dass ein BdS während der abgeschlossenen Periode Kosten aufgrund von Effizienzzuwächsen reduzieren konnte. Während einer Periode behält er diese als zusätzlichen Gewinn ein; zu Beginn jeder neuen Regulierungsperiode werden die Entgelte in Höhe des Effizienzgewinns hingegen

#### 4 Zielsetzungen einer OGK-Modellierung

---

reduziert. Auf diese Weise nähert sich ein BdS über die Zeit dem als „OGK<sub>kostenoptimal</sub>“ bezeichneten Pfad an.

Die Gutachter gehen davon aus, dass erreichbare Kosten je Netzfahrplanjahr lediglich mit einem bestimmten Schwankungsbereich bestimmbar wären. Dieser wird in Abbildung 4-2 durch verschiedenfarbige Pfade (Sz-Pfade) abgebildet. Die Sz-Pfade stellen jeweils die ab dem Zeitpunkt der Modellberechnung möglichen Kostenveränderungen dar. Je weiter die Sz-Pfade von dem grünen Pfad (OGK<sub>kostenoptimal</sub>) entfernt liegen, umso größer ist die Kostendifferenz im Vergleich zum langfristigen Kostenoptimum. Eine lediglich über einen kurzen Zeitraum beantragte Erhöhung der OGK durch den BdS („OGK<sub>EIU</sub>“) ist jedoch nicht notwendigerweise mit Ineffizienz gleichzusetzen. Ingenieurwissenschaftliche Ursache-Wirkungs-Analysen im Eisenbahnsektor, z. B. in Österreich<sup>14</sup> (vgl. Kapitel 7.6.4), zeigen, dass ein langfristiges Kostenoptimum zum Teil nur mit einem kurzfristig gesteigerten Investitionsaufwand erreicht werden kann. Um hier zu unterscheiden, sind fundierte Kenntnisse über die langfristigen Zielsetzungen und insbesondere die IH- und EI-Strategien des BdS erforderlich.

Neben einer Kostensenkung aufgrund von technisch-wirtschaftlich optimierten Investitionsstrategien soll zur Bestimmung der „OGK<sub>erreichbar</sub>“ und „OGK<sub>kostenoptimal</sub>“ untersucht werden, ob ausgehend von den IST-Kosten ggf. Korrekturen zu berücksichtigen sind, sofern Kostenprüfungen dies nahelegen.

---

<sup>14</sup> Veit, P.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049.

## 5 Differenzierung von Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

Der skizzierte Gutachtenauftrag und die hierauf aufbauenden Überlegungen verdeutlichen, dass bei der Analyse bestehender Modelle insbesondere ein Fokus auf die Eigenschaft gelegt werden sollte, gleichermaßen eine optimale und erreichbare Kostenhöhe für die angebotene Leistung zu bestimmen. Darüber hinaus sind solche Modelle interessant, die Aufschluss über den Umgang mit und die Beschaffung von Infrastruktur- und Kostendaten geben.

Die vorstehende Zielsetzung erfordert eine Berücksichtigung unterschiedlicher Methoden der Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften. Untersucht werden sowohl analytische als auch heuristische Methoden: Methoden werden der Analytik zugeordnet, sofern den erzielbaren Aussagen ein reproduzierbares, quantitatives Verfahren zu Grunde liegt. Im Gegensatz dazu werden Verfahren, die zu einem größeren Teil auf dem Urteilsvermögen eines erfahrenen Anwenders beruhen, als heuristisch bezeichnet.

Der Gutachtenauftrag umfasst nicht die Analyse ökonomischer Verfahren als potenzielle Möglichkeit zur Umsetzung der in Kapitel 4.1 und 4.3 formulierten Herangehensweise. Daher werden derartige Verfahren lediglich in Bezug auf den Umgang mit und die Beschaffung von Infrastruktur- und Kostendaten untersucht. Zur besseren Abgrenzung von den im Gutachtenauftrag verfolgten Ansätzen werden ökonomische Ansätze dennoch grundlegend beschrieben (vgl. Kapitel 5.1.1).

### 5.1 Verwendung analytischer Methoden

#### 5.1.1 Ökonomische Ansätze

Als ökonomische Ansätze werden in Anlehnung an BOGETOFT & OTTO<sup>15</sup> Ansätze bzw. Methoden des systematischen Vergleichs der wirtschaftlichen Performanz eines Unternehmens gegenüber anderen Unternehmen (sog. Benchmarking) bezeichnet<sup>16</sup>. Typische Anwender des ökonomischen Benchmarkings sind Regulierungsbehörden: Ziel ist es, die Kosteneffizienz regulierter Unternehmen zu beurteilen, wobei sich die regulatorischen Ansätze in der Regel auf monopolartig organisierte Märkte (z. B. Energieversorgung) konzentrieren<sup>17</sup>. In der regulatorischen Praxis konnte sich die so genannte „Frontier Analysis“ durchsetzen: Grundgedanke ist es, mithilfe von Produktionsfunktionen

---

<sup>15</sup> Bogetoft, P.; Otto, L.: Benchmarking with DEA, SFA, and R, New York, NY 2011.

<sup>16</sup> Ebd., S. 1.

<sup>17</sup> Ebd., S. 2.

die maximal mögliche Effizienz von Unternehmen eines bestimmten Sektors (sog. frontier bzw. Effizienzkostengrenze) abzuschätzen, die im Allgemeinen durch den aktuellen Stand der technologischen Entwicklung (sog. technological frontier) limitiert wird. Die unternehmensspezifische Effizienz wird durch den berechneten Abstand von dieser „frontier“ ausgedrückt<sup>18</sup>.

Die gebräuchlichsten Methoden der Frontier Analysis sind die „Data Envelopment Analysis“ (DEA) und die „Stochastic Frontier Analysis“ (SFA). Daneben existieren die ebenfalls bekannten Methoden „Corrected Ordinary Least Squares“ (COLS) sowie „Stochastic Data Envelopment Analysis“ (SDEA). Bei den vier genannten ökonometrischen Ansätzen handelt es sich um parametrische und nicht-parametrische Modelle, in Abhängigkeit davon, ob ein bestimmtes Parameterset (in der Regel Kombination von Kostenparametern) für die Frontier Analysis notwendig ist oder nicht. Daneben wird zwischen deterministischen und stochastischen Ansätzen differenziert, in Abhängigkeit davon, ob mögliche zufallsbedingte Abweichungen der Eingangsdaten von Referenzwerten (sog. random noise) in die Schätzung einer unternehmensspezifischen Effizienz einfließen oder vorher herausgefiltert werden. Eine tabellarische Einordnung der Ansätze enthält die Tabelle 5-1.

**Tabelle 5-1: Einordnung ökonometrischer Ansätze im Rahmen der Frontier Analysis (Darstellung nach BOGETOFT & OTTO<sup>19</sup>)**

	Deterministisch	Stochastisch
Parametrisch	Corrected Ordinary Least Squares (COLS)	Stochastic Frontier Analysis (SFA)
Nicht-parametrisch	Data Envelopment Analysis (DEA)	Stochastic Data Envelopment Analysis (SDEA)

Ökonometrisches Benchmarking basiert auf der Kenntnis wesentlicher Inputs und Outputs von Produktionsprozessen unter der Berücksichtigung technologischer Rahmenbedingungen. Unternehmen erzielen in der Regel mit einer Vielzahl an Inputs unterschiedliche Outputs, wohingegen ökonometrische Ansätze sich in der Regel auf einige wenige messbare und aggregierte Inputs und Outputs (z. B. Infrastruktur-, Kosten- oder Erlösparameter) konzentrieren. Nicht erfasste Größen sowie nicht messbare Faktoren beeinflussen modellierte Produktionsfunktionen als Störgrößen.

Um auf geeignete Methoden zur Bestimmung einer optimalen Kostenhöhe von BdS schließen zu können, erscheint es aus Sicht der Gutachter angebracht, auch die Vorgehensweise der Erhebung

<sup>18</sup> Dies.: Benchmarking with DEA, SFA, and R, New York, NY 2011, S. 15.

<sup>19</sup> Ebd., S. 18.

von Inputdaten innerhalb der ökonomischen Ansätze zu berücksichtigen. In Kapitel 7.1 wird das übliche Vorgehen daher am Beispiel des Energiesektors dargelegt.

## 5.1.2 Ingenieurwissenschaftliche Ansätze

Neben den skizzierten ökonomischen Ansätzen existieren weitere analytische Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe. Die nachfolgend beschriebenen Ansätze finden insbesondere in den Ingenieurwissenschaften Anwendung. Sie ermöglichen für sich genommen nicht zwangsläufig eine Kostenanalyse auf der Ebene eines Gesamtunternehmens, sondern sind zum Teil Bausteine umfangreicherer Modelle. Im Unterschied zu den ökonomischen Ansätzen, z. B. SFA oder DEA, steht bei der Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Ansätze kein unternehmensübergreifender Effizienzvergleich im Vordergrund, sondern eine möglichst realitätsnahe Modellierung und Prognose der Kosten einzelner Produktionsprozesse des Unternehmens.

Im Gutachten werden die für die Fragestellung des Gutachtens interessanten ingenieurwissenschaftlichen Ansätze „Brownfield-Modellierung“, „Greenfield-Modellierung“, „Prognose- und Risikomanagementansätze“ sowie „Simulationsansatz“ analysiert. Bei den genannten Ansätzen handelt es sich im Unterschied zu ökonomischen Ansätzen nicht um wissenschaftlich formalisierte Vorgehensweisen, sondern mithilfe empirisch gewonnener Daten verfolgte Best-Practice-Ansätze. Die nachfolgenden Kurzbeschreibungen der Ansätze sind daher nicht allgemeingültig.

### 5.1.2.1 Brownfield-Modellierung

Der ingenieurwissenschaftliche Ansatz der „Brownfield-Modellierung“ dient der Abbildung und Prognose von Infrastrukturen (z. B. Verkehrsnetzen) entsprechend einer „Brownfield-Planung“: Die Standorte für einzelne Infrastrukturelemente sind vorgegeben<sup>20</sup>. In einem Brownfield-Modell werden ausgehend von einem Status Quo sämtliche kostenrelevante Infrastrukturmerkmale abgebildet. Im Allgemeinen sind dies Informationen zur Ausdehnung, Beschaffenheit, dem baulichen Alter, der Belastung und dem Abnutzungsverhalten von Infrastrukturelementen.

### 5.1.2.2 Greenfield-Modellierung

Der ingenieurwissenschaftliche Ansatz der „Greenfield-Modellierung“ dient ebenso der Abbildung und Prognose von Infrastrukturen (z. B. Glasfaser- oder Funknetze). Bei einer „Greenfield“-Modellierung existieren jedoch möglichst wenige vorgegebene Randbedingungen, sodass auch von einem

---

<sup>20</sup> Schönsleben, P.: Supply Chain Design: Standortplanung und Nachhaltigkeit. In: Ders. (Hrsg.): Integrales Logistikmanagement. Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend, 7. Aufl., Berlin, Heidelberg 2016, S. 116–167, hier S. 139–140.

generischen Modellansatz gesprochen werden kann. Die Standortwahl für einzelne Infrastrukturelemente folgt vor allem betriebswirtschaftlichen Erwägungen; daneben werden behördliche Auflagen beachtet<sup>21</sup>. Analog zum Brownfield-Modell werden im Greenfield-Modell ausgehend von einem Status Quo sämtliche kostenrelevanten Infrastrukturmerkmale abgebildet.

### **5.1.2.3 Prognose- und Risikomanagementansätze**

Prognosen dienen im Allgemeinen der Vorhersage zukünftiger Entwicklungen und der Abschätzung der Konsequenzen von Handlungsalternativen. Im ingenieurwissenschaftlichen Kontext handelt es sich um quantitative Modelle, da sämtliche in einem Modell abgebildeten Aspekte durch kardinal messbare (metrische) Informationen beschrieben werden<sup>22</sup>. Im Kontext der Infrastrukturkostenmodellierung erfordert ein ingenieurwissenschaftlicher Prognoseansatz belastbare, über einen geeigneten Zeitraum erhobene Daten für alle betrachteten Infrastrukturelemente. Die Ableitung von Prognosefunktionen erfolgt in der Regel mithilfe von Regressionsverfahren.

Risikomanagementmodelle können als funktionale Erweiterung von Prognosemodellen aufgefasst werden. Die im Modell anhand kardinal messbarer Informationen abgeleiteten Prognosefunktionen werden durch probabilistisch abgeschätzte Risikofaktoren ergänzt. Als Risikofaktoren gelten im Allgemeinen Ereignisse, die zu einer eingeschränkten Verfügbarkeit oder einem Ausfall von Infrastrukturelementen führen könnten. Die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Risiken wird in der Regel mithilfe von Risikoanalysen abgeleitet<sup>23</sup>.

### **5.1.2.4 Simulationsansatz**

Simulationsmodelle sind im Allgemeinen Erweiterungen von Prognosemodellen und kommen zum Einsatz, um komplexe Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu prognostizieren. Im ingenieurwissenschaftlichen Kontext wird auf Simulationsmodelle zurückgegriffen, wenn Wechselwirkungen bestimmter Ereignisse nicht mehr analytisch, sondern probabilistisch beschrieben werden können. Simulationsmodelle bieten den Vorteil, dass ein zukünftiges Systemverhalten von einem Modellan-

---

<sup>21</sup> Ders.: Supply Chain Design: Standortplanung und Nachhaltigkeit. In: Ders. (Hrsg.): Integrales Logistikmanagement. Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend, 7. Aufl., Berlin, Heidelberg 2016, S. 116–167, hier S. 139–140.

<sup>22</sup> Modellierung logistischer Systeme. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik, Berlin, Heidelberg 2008, S. 35–94, hier S. 36.

<sup>23</sup> Pruvost, H.; Schapke, S.-E.; Scherer, R. J.: Multimodellbasiertes Risikomanagement. In: Scherer, R. J.; Schapke, S.-E. (Hrsg.): Informationssysteme im Bauwesen 2, Berlin, Heidelberg 2014, S. 241–252, hier S. 242–244.

wender multipel „durchgespielt“ werden kann: Durch die vergleichende Berechnung unterschiedlicher Szenarien lassen sich beispielsweise wahrscheinliche Folgewirkungen bestimmter Maßnahmen bestimmen<sup>24</sup>.

## 5.2 Verwendung heuristischer Methoden

Neben analytischen Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe existieren heuristische Methoden, die insbesondere den Bereichen der betrieblichen Kostenrechnung und regulatorischen Kostenprüfung entlehnt sind. Heuristische Ansätze ermöglichen einen Vergleich aggregierter Inputs und Outputs (z. B. Kosten- oder Erlösparameter) auf der Ebene eines Gesamtunternehmens und werden zudem zur Analyse einzelner Produktionsprozesse verwendet.

Im Gutachten werden die für die Fragestellung des Gutachtens relevanten heuristischen Ansätze „IST-Kosten-Ansatz“, „Kostentreiberansatz“, „Vergleichsmarktansatz“ sowie „Prozesskostenansatz“ analysiert. Bei den genannten Ansätzen handelt es sich um wissenschaftlich wenig formalisierte Vorgehensweisen. Die Kurzbeschreibungen der Ansätze sind daher der Praxis entnommen.

### 5.2.1 IST-Kosten-Ansatz

Als „IST-Kosten-Ansatz“ wird die Prüfung dargelegter Kosten eines Unternehmens bezeichnet. Ziel ist es, Gesamtkosten des Unternehmens für die Erbringung von Produkten oder Leistungen auf deren Plausibilität zu überprüfen. Der Prüfansatz erfordert daher eine Definition von Produkten oder Leistungen und die Kenntnis der hierfür benötigten Ressourcen. Anschließend wird kontrolliert, ob Kostenstellen in nachvollziehbarer Weise verrechnet und den Produkten oder Leistungen zugeordnet wurden. Im Zweifel können Korrekturen bei dargelegten Kosten durchgesetzt werden.

Die Durchführung des IST-Kosten-Ansatzes wird insbesondere im Fall großer Unternehmen mit einer Vielzahl produzierter Produkte und Leistungen komplex: In diesem Fall werden die Ressourcen eines Unternehmens für multiple Produktionsprozesse genutzt, sodass eine Prüfung der Kostenverrechnung dementsprechend aufwendig ist. Die Prüfung umfasst in diesem Fall auch Verrechnungsschlüssel für die Verteilung von Gemeinkosten auf Kostenstellen, Produkte und Leistungen<sup>25</sup>.

---

<sup>24</sup> Modellierung logistischer Systeme. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik, Berlin, Heidelberg 2008, S. 35–94, hier S. 36.

<sup>25</sup> Horsch, J.: Kostenrechnung, Wiesbaden 2020, S. 90–114.

### 5.2.2 Kostentreiberansatz

Der so genannte „Kostentreiberansatz“ dient der Ermittlung und Prüfung dargelegter Kostentreiber eines Unternehmens. Als Kostentreiber werden Stellgrößen des Unternehmens bezeichnet, die Kosten einzelner Produkte oder Leistungen maßgeblich beeinflussen. Ziel des Kostentreiberansatzes ist es, insbesondere die für Mehrkosten verantwortlich gemachten Faktoren der Höhe nach und auf deren Beeinflussbarkeit hin zu überprüfen. Der Prüfansatz erfordert analog zum IST-Kosten-Ansatz eine Definition von Produkten oder Leistungen und die Kenntnis der hierfür benötigten Ressourcen.

Die Beurteilung, ob Kostentreiber beeinflussbar sind oder nicht, erfolgt in der Regel prozessspezifisch und in Abhängigkeit der verwendeten Produktionsfaktoren. Beispielsweise wären im Fall dargelegter Mehrkosten im Bereich „Einkauf“ Kostentreiber für einzelne Einkaufsprozesse zu prüfen. Im Fall des Kostentreibers „Anzahl der Lieferanten“ wäre beispielsweise eine Beeinflussbarkeit durch das beschaffende Unternehmen zu unterstellen, wohingegen im Fall des Kostentreibers „Anzahl Bestellungen“ etwa die Änderung der Nachfrage nach den produzierten Produkten und Leistungen zu berücksichtigen ist<sup>26</sup>. Im Zweifel können Korrekturen bei den dargelegten Kosten durchgesetzt werden.

### 5.2.3 Vergleichsmarktansatz

Der „Vergleichsmarktansatz“ zeichnet sich durch die Erhebung einzelner Kosten- und Leistungskenngrößen (auch Key Performance Indikatoren) in vergleichbaren Branchen oder Märkten und die Gegenüberstellung mit der jeweils betrachteten Branche oder dem betrachteten Markt aus. Der Ansatz eignet sich insbesondere dann, wenn ein Vergleich von Kosten- und Leistungskenngrößen zwischen konkurrierenden Unternehmen derselben Branche oder in demselben Markt nicht ausreicht oder unmöglich ist.

Kenngrößen beziehen sich häufig auf das Verhältnis eines Outputs zu einem Input (z. B. Gewinnmarge), wobei Vergleichsgrößen in standardisierter Weise zu ermitteln sind. Der Vergleichsmarktansatz dient somit der Beurteilung, ob ein Unternehmen zu den in anderen Branchen oder Märkten üblichen Kosten Produkte oder Leistungen anbietet oder nicht. Auch wird ein Vergleich von Kostenaufschlägen ermöglicht, die nicht aufgrund der Eigenschaften von Produktionsprozessen, sondern aus der Gewinnerzielungsabsicht und Risikobereitschaft eines Unternehmens entstehen. Im Zweifel können Korrekturen bei den dargelegten Kosten mit dem Verweis auf vergleichsmarkt- bzw. vergleichsbranchenübliche Referenzwerte durchgesetzt werden.

---

<sup>26</sup> Ders.: Kostenrechnung, Wiesbaden 2020, S. 282–283.

## 5.2.4 Prozesskostenansatz

Als „Prozesskostenansatz“ wird die systematische Analyse von unternehmensspezifischen Prozesskosten und die Ableitung von Effizienzsteigerungen bezeichnet. Ein Prozess umfasst dabei eine Kette von Aktivitäten, die auf die Erbringung bestimmter Produkte oder Leistungen abzielt. Der Ansatz dient u. a. der Verbesserung der Kostentransparenz, der Aufdeckung von Ressourcenunterauslastung und der Identifikation von Schwachstellen in der Prozessorganisation. Aufgrund der Komplexität der hiermit verbundenen Analysen erfolgt in der Regel eine Konzentration auf betriebliche Kostenschwerpunkte oder Ressourcen, die von verschiedenen Produkten unterschiedlich beansprucht werden<sup>27</sup>.

Die Ableitung von Effizienzsteigerungen für bestimmte Prozesse basiert auf der Überprüfung dargelegter (Voll-)Kostenrechnungen des Unternehmens. Der Prüfansatz erfordert eine Definition von Prozessen und die Kenntnis der hierfür benötigten Ressourcen. Anschließend wird nachgewiesen, dass durch eine Optimierung der Prozesse Ressourcen eingespart und Kosten reduziert werden können. Ein formalisiertes Verfahren zur Identifikation von SOLL-Prozesszeiten und SOLL-Kosten ist die „REFA-Methodenlehre“ des Verbandes für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung: Die Bestimmung von Zielwerten basiert u. a. auf der Ermittlung optimaler Tätigkeits- und Nutzungszeiten von Menschen bzw. Betriebsmitteln für weitgehend standardisierte Prozesse<sup>28</sup>.

---

<sup>27</sup> Ders.: Kostenrechnung, Wiesbaden 2020, S. 271–277.

<sup>28</sup> Gummersbach, A.; Büllers, P.; Nicoali, H.; Schieferecke, A.; Hinschläger, M.; Mockenhaupt, A.: Produktionsmanagement. Mit zahlreichen Abbildungen und Praxisanwendungen; dieses Buch ist auf der Basis der von REFA entwickelten Methodenlehren des Arbeitsstudiums, der Betriebsorganisation, der Planung und Steuerung und der REFA-Fachbücher erstellt worden, 6. Aufl., Hamburg 2017, S. 144–202.

## 6 Überlegungen zu der Kostenstruktur von BdS

Die in Kapitel 5 differenzierten Ansätze zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe setzen im Fall heuristischer Methoden vorwiegend auf Daten der internen Rechnungsführung eines Unternehmens auf. Ingenieurwissenschaftliche Ansätze basieren hauptsächlich auf Daten zur Ausdehnung, Beschaffenheit und Abnutzung einer unternehmensspezifischen Infrastruktur und leiten hieraus eine Kostenrelevanz ab. Übertragen auf die Entwicklung eines OGK-Modells erfordern beide Herangehensweisen eine Kenntnis der Kostenstruktur eines BdS, um wesentliche Kostentreiber in ausreichender Weise modelltechnisch abzubilden.

Die Gesamtkosten eines BdS gliedern sich in die wesentlichen Kostenblöcke „Instandhaltung“, „Betriebsführung“ sowie „Abschreibungen“ auf. In Abhängigkeit des Anlagenbestandes sowie der hierauf abgewickelten Verkehre sind jedoch zwischen einzelnen BdS größere Unterschiede hinsichtlich der relativen Bedeutung der einzelnen Kostenblöcke zu erwarten. Die Kostenblöcke sind daher jeweils weiter zu untergliedern, um einzelne Maßnahmen bzw. Prozesse zu identifizieren, die zu bedeutsamen Kostenpositionen innerhalb eines Kostenblocks führen.

Der Kostenblock „Instandhaltung“ umfasst im Allgemeinen sämtliche Instandhaltungsmaßnahmen entlang der Strecke, in den Stellwerken sowie Betriebsknoten. Ein OGK-Modell sollte die wesentlichen Kostentreiber innerhalb dieses Kostenblocks modelltechnisch abbilden.

Der Kostenblock „Betriebsführung“ berücksichtigt sämtliche Aufwendungen des täglichen Zugbetriebs. Bedeutsame Kostenaufwände eines BdS ergeben sich für die vergleichsweise personalintensiven Prozesse der Fahrdienstleitung in Stellwerken, Bahnübergangssicherung, Disposition und Fahrplanerstellung. Für ein OGK-Modell leitet sich hieraus ab, dass diese Prozesse möglichst detailliert erfasst werden sollten.

Der Kostenblock „Abschreibungen“ lässt sich unter anderem für Anlagenteile beziffern, die einem Verschleiß durch verkehrliche Belastung unterliegen (so genannte verschleißabhängige Abschreibungen). Es handelt sich hierbei insbesondere um Gleise und Weichen. Eine weitere Möglichkeit ist die Bestimmung in Abhängigkeit der Anschaffungs- und Herstellungskosten einzelner Infrastrukturelemente (so genannte planmäßige Abschreibungen). Für ein OGK-Modell ist im Kostenblock „Abschreibungen“ zu beachten, dass Anschaffungs- und Herstellungskosten vor Abzug möglicher Subventionen modelltechnisch abgebildet werden sollten, um Verzerrungen zu vermeiden. Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, bei der Beurteilung von Abschreibungen zwischen verschleißabhängigen und verschleißunabhängigen Abschreibungen zu differenzieren.

## 7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

In diesem Kapitel werden Modelle bzw. Methoden identifiziert und analysiert, die zur Ermittlung einer initialen, erreichbaren respektive optimalen OGK eines BdS in den zuvor aufgezeigten Kostenblöcken eingesetzt werden könnten. Darüber hinaus werden zusätzlich solche Modelle und Methoden betrachtet, die in Bezug auf die Datenbeschaffung und Datenaufbereitung relevant sein könnten. Die Recherche konzentriert sich auf analytische und insbesondere ingenieurwissenschaftliche sowie heuristische Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe. Dabei werden andere Sektoren und Länder berücksichtigt. Auf der Grundlage dieser Rechercheergebnisse wird in Kapitel 8 eine Bewertung der Eignung der untersuchten Methoden für ein OGK-Modell vorgenommen.

### 7.1 Methodenansätze im Energiesektor

Im Energiesektor in Deutschland kommt eine Effizienzregulierung zum Einsatz. Dabei wurden für Verteilnetzbetreiber ökonomische Verfahren und für Übertragungsnetzbetreiber Referenznetzanalysen durchgeführt. Die ökonomischen Verfahren bergen Potenzial in Bezug auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung, so wie auch die Referenznetzanalysen, die darüber hinaus Informationen enthalten können, wie bei der Bestimmung einer kostenoptimalen OGK vorgegangen werden könnte.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Regulierungsziele und die angewendeten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

#### 7.1.1 Sektorspezifische Regulierungsziele

Im Energiesektor unterliegt das Strom- und Gasnetz einer Anreizregulierung. Die Anreizregulierungsverordnung (ARegV) bildet hierfür die rechtliche Grundlage. Netzbetreibern wird seit 2009 eine individuell ermittelte Obergrenze der Erlöse aus Netzentgelten (so genannte Erlösobergrenze) durch die BNetzA auferlegt. Das übergeordnete Ziel dieser Praktik ist es, niedrige Netznutzungsentgelte für Endkunden zu bewirken. Weiterhin zielt diese Regulierung darauf ab, Netzbetreiber zu motivieren, innerbetriebliche Effizienzsteigerungen umzusetzen: Sollten die IST-Kosten des Netzbetreibers innerhalb einer Regulierungsperiode unter der regulatorisch vorgegebenen Erlösobergrenze liegen, so kann der Netzbetreiber die Differenz zwischen der Erlösobergrenze und den IST-Kosten als zusätzlichen Gewinn vereinnahmen. Somit werden die in einem funktionierenden Wettbewerbsmarkt existierenden Gewinnabsichten einzelner Wirtschaftsteilnehmer regulatorisch nachgeahmt.

Das Vorgehen zur Ermittlung von Erlösobergrenzen wird ausführlich in der ARegV geregelt. Das Verfahren umfasst eine umfangreiche Kostenprüfung und -feststellung auf der Ebene der Einzelunternehmen sowie den unternehmensübergreifenden Effizienzvergleich auf der Basis festgestellter

## 7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

Kosten und der Versorgungsaufgabe je Netzbetreiber. Anhand der Ergebnisse des Effizienzvergleichs werden mögliche Ineffizienzen einzelner Netzbetreiber abgeleitet (vgl. § 15 ARegV). Die ARegV schreibt eine gleichmäßige Reduktion solcher Ineffizienzen bis zum Ende einer Regulierungsperiode vor (vgl. § 16 Abs. 2 ARegV). Diese Kostenreduktion darf jedoch nicht zu einer Unterschreitung wesentlicher Arbeitsbedingungen nach dem Energiewirtschaftsgesetz führen.

Bei der Absenkung der Erlösobergrenzen ist generell sicherzustellen, dass aufgrund eines erhöhten Kostendrucks nicht von definierten Qualitätskriterien hinsichtlich der Netzzuverlässigkeit oder der Netzleistungsfähigkeit abgewichen wird (vgl. § 19 ARegV). Die Umsetzung der festgelegten Erlösobergrenzen in Netzentgelte erfolgt nach Maßgabe der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) sowie Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV). Im Einzelnen unterscheidet die Regulierungsbehörde bei der Festsetzung von Entgelten im Bereich der Energieversorgung in vier Netzarten: Verteilernetz für Gas, Fernleitungsnetz für Gas, Verteilernetz für Strom und Übertragungsnetz für Strom.

Zur Bestimmung der jährlichen Erlösobergrenze je Netzbetreiber kommt eine so genannte Regulierungsformel gemäß Anlage 1 zu § 7 ARegV zum Einsatz. In die Formel gehen das Ergebnis der Kostenprüfung, das so genannte Ausgangsniveau, und die Ergebnisse des Effizienzvergleichs (u. a. Faktoren für den Abbau der Ineffizienzen) ein.

Die Bestimmung des Ausgangsniveaus und der Effizienzwerte erfolgt ab dem vorletzten Kalenderjahr vor Beginn einer Regulierungsperiode auf der Grundlage der Daten des letzten abgeschlossenen Kalenderjahres (§ 6 ARegV und § 12 Abs. 1 ARegV). Eine Regulierungsperiode dauert fünf Jahre (vgl. § 3 Abs. 2 ARegV). Im Laufe der Regulierungsperiode ist eine jährliche Anpassung der Erlösobergrenze entsprechend der Entwicklung bestimmter Kostenbestandteile (u. a. Kapitalkosten) möglich.

$$EO_t = KA_{dnb,t} + \left( KA_{vnb,t} + (1 - V_t) \cdot KA_{b,t} + \frac{B_0}{T} \right) \cdot \left( \frac{VPI_t}{VPI_0} - PF_t \right) + KKA_t + Q_t + (VK_t - VK_0) + S_t$$

mit	$EO_t$	Erlösobergrenze aus Netzentgelten im Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode
	$KA_{dnb,t}$	Dauerhaft nicht beeinflussbarer Kostenanteil für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode
	$KA_{vnb,t}$	Vorübergehend nicht beeinflussbarer Kostenanteil für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode
	$V_t$	Verteilungsfaktor für den Abbau der Ineffizienzen, der im Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode Anwendung findet
	$KA_{b,t}$	Beeinflussbarer Kostenanteil, der für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode Anwendung findet
	$B_0$	Effizienzbonus im Basisjahr
	$T$	Dauer der jeweiligen Regulierungsperiode in Jahren
	$VPI_t$	Verbraucherpreisgesamtindex, der für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode Anwendung findet
	$VPI_0$	Durch das Statistische Bundesamt veröffentlichter Verbraucherpreisgesamtindex für das Basisjahr
	$PF_t$	Genereller sektoraler Produktivitätsfaktor, der die Veränderungen des generellen sektoralen

	Produktivitätsfaktors für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode im Verhältnis zum ersten Jahr der Regulierungsperiode wiedergibt
$KKA_t$	Kapitalkostenaufschlag, der für das Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode anzuwenden ist
$Q_t$	Zu- und Abschläge auf die Erlösobergrenze im Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode
$VK_t$	Volatiler Kostenanteil, der im Jahr $t$ der jeweiligen Regulierungsperiode Anwendung findet
$VK_0$	Volatiler Kostenanteil im Basisjahr
$S_t$	Summe der Zu- und Abschläge auf die Erlösobergrenze

### 7.1.2 Kostenprüfung von Energienetzbetreibern

Zentrales Ziel der Kostenprüfung von Energienetzbetreibern ist die Ermittlung eines Ausgangsniveaus, das die individuelle Kostensituation des Netzbetreibers in einem Geschäftsjahr widerspiegelt. Es handelt sich daher im Allgemeinen um einen IST-Kosten-Ansatz (vgl. Kapitel 5.2.1). Im Fall der Kostenprüfung von Stromnetzbetreibern werden IST-Kosten aufgegliedert in aufwandsgleiche Kosten, kalkulatorische Abschreibungen, eine kalkulatorische Eigenkapitalverzinsung und kalkulatorische Steuern abzüglich kostenmindernder Erlöse und Erträge (vgl. §§ 4-9 StromNEV).

Im Zuge der Ermittlung von IST-Kosten werden lediglich diejenigen Kosten berücksichtigt, die den Kosten eines effizienten und strukturell vergleichbaren Netzbetreibers entsprechen (§ 4 Abs. 1 StromNEV und § 21 Abs. 2 Energiewirtschaftsgesetz, EnWG). Zudem müssen diese Kosten ursächlich aus dem Betrieb des Netzes entstehen. Kosten für die Erzeugung oder den Vertrieb gelten z. B. als nicht auf den Betrieb des Netzes bezogen und damit als nicht berücksichtigungsfähig. Ein weiteres Beispiel stellen Kosten dar, die auf einer Besonderheit des Geschäftsjahres beruhen und in den folgenden Geschäftsjahren nicht wiederkehren, z. B. einmalige Rückstellungszuführungen (vgl. § 6 Abs. 2 S. 1 ARegV i. V. m. § 3 Abs. 1 S. 5 StromNEV).

Kann die Aufwandsgleichheit der dargelegten Kosten nicht gesichert beurteilt werden, hat ein Netzbetreiber zu beweisen, dass Aufwendungen tatsächlich entstanden und dem Netzbetrieb zuzuordnen sind. Kosten sind – wenn immer möglich – als Einzelkosten darzulegen. Im Fall von Gemeinkosten, d. h. Kosten, die zunächst nicht eindeutig auf einzelne Netzbereiche oder Prozesse zurückzuführen sind (z. B. Lohnbuchhaltung), hat ein Netzbetreiber Kostenverteilungsschlüssel zu verwenden, die eine möglichst große Nähe zu der tatsächlichen Kostenverteilung (z. B. Personalstunden je Netzbereich und Buchhaltungsvorgang) aufweisen<sup>29</sup>.

Vorbereitend für den an die Kostenprüfung anschließenden Effizienzvergleich umfasst diese weiterhin eine Differenzierung in „dauerhaft nicht beeinflussbare Kosten“ sowie „grundsätzlich beeinflussbare Kosten“. Als dauerhaft nicht beeinflussbare Kosten werden gemäß § 11 Abs. 2 ARegV bzw. in

---

<sup>29</sup> Bundesnetzagentur, 16.04.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren nach § 29 Abs. 1 EnWG i. V. m. § 4 Abs. 1 und 2, § 32 Abs. 1 Nr. 1 und 5 ARegV wegen Festlegung der kalenderjährlichen Erlösobergrenzen für die dritte Regulierungsperiode Strom (2019-2023) gegenüber der ews-Netz GmbH, Aktenzeichen: BK8-17/3043-11.

der regulatorischen Praxis<sup>30</sup> u. a. Konzessionsabgaben, Betriebssteuern, die Inanspruchnahme vorgelagerter Netzebenen, das gesetzliche Mindestmaß übersteigende Lohnzusatz- und Versorgungsleistungen, die Betriebs- und Personalratstätigkeit oder Kosten der Berufsausbildung und Weiterbildung im Unternehmen gewertet. Verbleibende Betriebs- und Kapitalkosten gelten als grundsätzlich beeinflussbar<sup>31</sup>. Die Beurteilung der Beeinflussbarkeit von Kosten ist ein Bestandteil des in Kapitel 5.2.2 beschriebenen Kostentreiberansatzes.

Um eine Verzerrung bei den Kapitalkosten im Vergleich zu anderen Netzbetreibern zu vermeiden – etwa durch eine unterschiedliche Altersstruktur der Anlagen oder unterschiedliche Abschreibungspraktiken – sieht die Kostenprüfung ebenfalls in Vorbereitung auf den anschließenden Effizienzvergleich eine Vergleichbarkeitsrechnung von Kapitalkostenannuitäten vor (vgl. § 14 ARegV). Der Begriff „Verzerrung“ bezieht sich dabei auf die Überlegung, dass alte, noch in Betrieb befindliche Netzbestandteile, die ganz oder teilweise abgeschrieben wurden, keine oder geringere Kapitalkosten<sup>32</sup> aufweisen. Da die tatsächlichen Nutzungsdauern häufig die kalkulatorischen Nutzungsdauern gem. Anlage 1 StromNEV/GasNEV übertreffen, ist dies jedoch kein Anzeichen von Effizienz. Die annuitätischen Kosten sind daher unabhängig von der Altersstruktur.

Die Summe aus den Annuitäten aller Anlagengruppen und der so genannten „standardisierten Verzinsung“ der von diesen Annuitäten nicht erfassten, aber zu verzinsenden Bilanzwerte, bilden „standardisierte Kosten“ je Netzbetreiber. Die Normierung von Kapitalkostenannuitäten wird als Bestandteil des in Kapitel 5.2.3 thematisierten Vergleichsmarktansatzes gewertet.

### 7.1.3 Effizienzvergleich zwischen Energienetzbetreibern

Ziel des Effizienzvergleichs zwischen Energienetzbetreibern ist es, ein Benchmark für eine effiziente Netzinfrastruktur und die damit verknüpften Kosten herzuleiten. Hiervon abhängig wird ein individueller Effizienzwert je Netzbetreiber ermittelt. Der Effizienzvergleich wird mithilfe der ökonomischen Methoden SFA und DEA (vgl. Kapitel 5.1.1) durchgeführt. Er erfolgt für Stromverteiler-, Gasverteiler- und Gasfernleitungsnetzbetreiber in deutschlandweiter Weise, wobei im Fall der Gasfernleitungsnetze aufgrund einer zu geringen Anzahl an Netzbetreibern keine SFA, sondern lediglich eine DEA

---

<sup>30</sup> Bundesnetzagentur: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren nach § 29 Abs. 1 EnWG i. V. m. § 4 Abs. 1 und 2, § 32 Abs. 1 Nr. 1 und 5 ARegV wegen Festlegung der kalenderjährlichen Erlösobergrenzen für die dritte Regulierungsperiode Strom (2019-2023) gegenüber der Energienetze Offenbach GmbH, Aktenzeichen: BK8-17/8552-11.

<sup>31</sup> Bundesnetzagentur: Anreizregulierung Strom- und Gasnetze. Ermittlung der Netzkosten, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/WesentlicheElemente/Netzkosten/Netzkostenermittlung\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/WesentlicheElemente/Netzkosten/Netzkostenermittlung_node.html) (22. Januar 2020).

<sup>32</sup> Als Kapitalkosten werden gemäß § 14 Abs. 1 Nr. 3 S. 3 ARegV Fremdkapitalzinsen, gemäß § 6 StromNEV kalkulatorische Abschreibungen und gemäß § 7 StromNEV die kalkulatorische Eigenkapitalverzinsung aufgefasst.

durchgeführt werden konnte. Für die vier Stromübertragungsnetzbetreiber wurden zwecks einer größeren Stichprobe internationale Vergleiche sowie Referenznetzanalysen durchgeführt.

Die verwendeten ökonomischen Methoden wurden in Bezug auf den Umgang mit und die Beschaffung von Aufwands- und Vergleichsparametern analysiert. Bei den Aufwandsparametern handelt es sich um die geprüften Gesamtkosten abzüglich der dauerhaft nicht beeinflussbaren Kosten (vgl. Kapitel 7.1.2), bei den Vergleichsparametern um Strukturgrößen, die per Kostentreiberanalyse ausgewählt wurden. Die Aufwands- und Vergleichsparameter werden durch die BNetzA und Landesregulierungsbehörden mittels standardisierter Erhebungsbögen erfasst und geprüft.

Das für die Effizienzberechnung der Verteilnetzbetreiber (VNB) Strom aktuell verwendete und im Jahr 2019 gutachterlich im Auftrag der BNetzA erstellte Modell<sup>33</sup> enthält neun, als geeignet befundene Vergleichsparameter. Die Auswahl dieser Parameter folgt u. a. den nach wie vor geltenden ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhängen einer Kostentreiberanalyse aus dem Jahr 2006<sup>34</sup>. Zusätzlich erfolgte eine umfangreiche Validierung der Parameter auf der Grundlage vorwiegend statistischer Methoden<sup>35</sup>. Die Vergleichsparameter in dem final gewählten Effizienzvergleichsmodell bilden insbesondere die so genannte „Versorgungsaufgabe“ eines Netzbetreibers ab. Diese setzt sich aus verbraucherseitigen Anforderungen, d. h. stärker exogen v. a. aufgrund einer Kundenzahl und eines zeitgleichen Energiehöchstbedarfs gegebenen Anforderungen, sowie stärker endogenen, d. h. durch den Betreiber kontrollierbaren Parametern, z. B. die Länge von Trassen und Leitungen und die Zahl der Anlagen je Netzebene, zusammen<sup>36</sup>.

Während der Effizienzvergleich für VNB Strom auf nationaler Ebene erfolgt, ist für Stromübertragungsnetzbetreiber<sup>37</sup> (ÜNB Strom; vgl. § 22 ARegV) ein Netzvergleich auf europäischer Ebene vorgesehen. Aufgrund einer zu geringen Stichprobe (die meisten europäischen Länder verfügen lediglich über einen einzigen ÜNB) und der fehlenden, auch infolge hoher Transparenzanforderungen in den meisten Ländern nicht zu gewährleistenden Transparenz bei der Datenbereitstellung<sup>38</sup>, wurde

---

<sup>33</sup> Trinkner/ Mattmann/ Agrell/ Bogetoft/ Moser/ Sieberichs/ Löhr, 04.04.2019: Effizienzvergleich Verteilernetzbetreiber Strom der dritten Regulierungsperiode (EVS3). Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur (nach Anhörung).

<sup>34</sup> CONSENTEC/ IAEW der RWTH Aachen/ Rechenzentrum für Versorgungsnetze Hartl/Wehr/ Frontier Economics Limited, 20.11.2006: Untersuchung der Voraussetzungen und möglicher Anwendung analytischer Kostenmodelle in der deutschen Energiewirtschaft. Untersuchung im Auftrag der BNetzA. Abschlussbericht.

<sup>35</sup> Angewendete Methoden zur Validierung von Vergleichsparameter waren u. a. Korrelationsanalysen zur Identifikation statistisch optimaler Kostentreiber-Kombinationen, die Prüfung und Weiterentwicklung von Durchschnittskostenfunktionen (so genannte Grundmodelle) unter Anwendung der SFA und DEA und die Durchführung von Sensitivitätsanalysen, vgl. Trinkner/ Mattmann/ Agrell/ Bogetoft/ Moser/ Sieberichs/ Löhr, 04.04.2019: Effizienzvergleich Verteilernetzbetreiber Strom der dritten Regulierungsperiode (EVS3). Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur (nach Anhörung), S. 11.

<sup>36</sup> Ebd., S. 42.

<sup>37</sup> Dies sind Amprion, TenneT Deutschland, TransnetBW, 50Hertz Transmission.

<sup>38</sup> Bundesnetzagentur: Effizienzvergleich Übertragungsnetzbetreiber, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/S](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/S)

in der dritten Regulierungsperiode ein in § 22 ARegV vorgeschriebenes Alternativverfahren, die so genannte Referenznetzanalyse (RNA), angewendet. Bei der relativen Referenznetzanalyse handelt es sich im Allgemeinen um einen Effizienzvergleich zwischen einem Bestandsnetz und einem modellierten, kostenoptimalen Referenznetz. Ein solches wurde für jeden ÜNB separat entwickelt. Dabei kam die so genannte „Abbaumethode“ zum Einsatz: Ausgehend von dem Bestandsnetz (vgl. Kapitel 5.1.2.2 „Brownfield-Modellierung“) sieht diese einen Rückbau überflüssiger Leitungen, gefolgt von einer Leistungsflussberechnung vor. Durch eine Iteration dieser Schritte entsteht ein reduziertes, aber betriebssicheres Netzgefüge<sup>39</sup>.

Um den Effizienzvergleich zwischen ÜNB auf Basis von Kosten und netzwirtschaftlichen Leistungen durchführen zu können, waren umfangreiche Daten zu erheben. Die von den ÜNB Strom in Erhebungsbögen abgefragten Daten wurden in einer Softwareanwendung gebündelt und auf Plausibilität geprüft. Auf der Grundlage dieser Daten wurden Standardbetriebsmittel und -kostensätze für „normierte Netzbausteine“, z. B. Stromkreise oder Transformatoren, ermittelt. Dabei erfolgte eine Unterscheidung zwischen den Kostenblöcken „Abschreibung“ und „Betrieb“. Anschließend wurden mit „Menge-mal-Preis-Kalkulationen“ die Gesamtkosten des per Abbaumethode optimierten Referenznetzes bestimmt. Aus dem Kostenvergleich mit dem Bestandsnetz resultieren schließlich relative Effizienzwerte<sup>40</sup>.

## 7.2 Methodenansätze im Telekommunikationssektor

Im Telekommunikationssektor in Deutschland werden im Rahmen der Regulierung die Kosten der effizienten Leistungserbringung (KeL) bestimmt. Aus den in diesem Zusammenhang verwendeten Kostenmodellen lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie auf die Bestimmung einer kostenoptimalen OGK ziehen.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Regulierungsziele und die angewandten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

### 7.2.1 Sektorspezifische Regulierungsziele

In Deutschland obliegt die Entgeltregulierung des Telekommunikationssektors der BNetzA, wobei Entgelte für Zugangsleistungen durch den Netzbetreiber betroffen sind. Eine wesentliche Methode

---

trom/EffizienzvergleichUebertragungsnetzbetreiber/effizienzvergleichuebertragungsnetzbetreiber-node.html (27. Januar 2020).

<sup>39</sup> Nolde/ Nailis/ Ritzau/ Barrios/ Franken/ Schrief, 17.12.2018: Gutachten zur Referenznetzanalyse für die Betreiber von Übertragungsnetzen im Auftrag der Bundesnetzagentur, S. 34–35.

<sup>40</sup> Ebd.

zur Ermittlung der Entgelte ist die Verwendung von Kostenmodellen<sup>41</sup>. Wichtige Ziele der Regulierung des Telekommunikationsmarktes durch die BNetzA sind unter anderem die Wahrung der Nutzerinteressen, die Sicherstellung des chancengleichen Wettbewerbs und die Beschleunigung des Ausbaus hochleistungsfähiger Netze. Regulierungsmaßnahmen, die beispielsweise eine Festlegung von Kostenobergrenzen beinhalten, lassen sich in eine Reihe von Einzelmärkten des Telekommunikationssektors differenzieren. Stellt die BNetzA eine nachhaltige Wettbewerbsentwicklung in einem Teilmarkt fest, kann es vorkommen, dass ein solcher dereguliert, d. h. aus der Regulierung durch die BNetzA entlassen wird. Derzeit wird u. a. in nachfolgende Teilmärkte<sup>42</sup> unterschieden<sup>43</sup>, wobei auf eine Erläuterung bzw. Abgrenzung dieser Märkte an dieser Stelle verzichtet wird:

- Markt für „Anrufzustellung auf der Vorleistungsebene in einzelnen öffentlichen Telefonnetzen an festen Standorten und Verbindungsaufbau im Festnetz“
- Markt für „Anrufzustellung auf der Vorleistungsebene in einzelnen Mobilfunknetzen“
- Markt für den „auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang“
- Markt für den „für Massenmarktprodukte auf der Vorleistungsebene an festen Standorten zentral bereitgestellten Zugang“
- Markt für den „auf der Vorleistungsebene an festen Standorten bereitgestellten Zugang von hoher Qualität“

Die BNetzA verwendet im Rahmen von Entgeltregulierungsverfahren unterschiedliche Kostenmodelle, um die Kosten von den jeweiligen (Vorleistungs-)Produkten abschätzen zu können. Eine unabhängige, modellbasierte Kostenrechnung kann zur Entgeltermittlung herangezogen werden, sofern die durch ein Unternehmen bereitgestellten Kostenunterlagen für die Prüfung der genehmigungspflichtigen Entgelte nicht ausreichen. Die gesetzliche Grundlage der hieraus resultierenden Entgeltentscheidungen bildet das Telekommunikationsgesetz (TKG)<sup>44</sup>. Dieses schreibt den TK-Unternehmen u. a. Effizienzziele vor: Genehmigungsbedürftige Entgelte dürfen demnach die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung (KeL; § 32 TKG) oder bestimmte Maßgrößen für die durchschnittlichen Änderungsraten der Entgelte (Price-Cap-Verfahren; § 33 TKG) nicht überschreiten. Es

---

<sup>41</sup> Bundesnetzagentur: Marktregulierung Telekommunikation. Maßstäbe und Methoden, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe\\_methoden/massstaebe\\_methoden-node.html;jsessionid=F22E71603B3C1D4643AECA9D0715B39B](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe_methoden/massstaebe_methoden-node.html;jsessionid=F22E71603B3C1D4643AECA9D0715B39B) (15. Januar 2020).

<sup>42</sup> Hierbei entfaltet die Märkte-Empfehlung der Europäischen Kommission eine Vermutung dafür, dass die in ihr aufgeführten Märkte – vorbehaltlich der Marktanalyse – regulierungsbedürftig sind.

<sup>43</sup> Bundesnetzagentur, 2019: Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2018/2019, [www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (15. Januar 2020), S. 107–115.

<sup>44</sup> Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: "Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 6. Februar 2020 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist". TKG.

existieren u. a. ein „Analytisches Kostenmodell für das Anschlussnetz“ sowie ein „Analytisches Kostenmodell Mobilfunk“<sup>45</sup>, die nachfolgend beschrieben werden.

## 7.2.2 Modellierung eines kosteneffizienten Anschlussnetzes

Das „Analytische Kostenmodell Anschluss“ existiert bereits seit 1998 und wurde beständig weiterentwickelt. Der Modellstand bis 2018 umfasste ausschließlich die Möglichkeit zur Abbildung von kupferdoppeladerbasierten Anschlussnetzen<sup>46</sup>, sodass in den letzten Jahren eine Weiterentwicklung im Hinblick auf glasfaserbasierte Kommunikationsnetze notwendig wurde<sup>47</sup>. Das Kostenmodell arbeitet softwaregestützt und basiert auf „Menge-mal-Preis-Kalkulationen“: Auf der Basis einer konkreten Nachfrage nach Anschlussleistungen wird die notwendige Menge an Netzelementen (z. B. Kabel, Verzweiger, Hauszuführung) im Rahmen vorgelagerter, auf Algorithmen gestützter Netzsimulationen berechnet. Je Netzelement fließt der Stückpreis ein (z. B. Kabelschachtkosten je Meter). Als Modelloutput ergeben sich aus dem Mengengerüst der benötigten Netzelemente je Anschlussbereich und den zugehörigen Kostengrößen die Gesamtinvestitionskosten für das betrachtete Netz. Auf der Basis von Informationen über die Anzahl aktiver Anschlüsse je Anschlussbereich werden daraus u. a. die mittleren Kosten je Teilnehmeranschlussleitung abgeleitet. Das Modell sieht keine aufwendige Herleitung der Betriebskosten (z. B. IH, Miete) vor, sondern arbeitet mit pauschalen Zuschlagsfaktoren. Diese finden im Rahmen der Annualisierung der Investitionskosten Anwendung.

Das Modell erfordert eine umfangreiche Datenbasis spezifischer Investitionskosten, die mit einer fragebogenbasierten Erhebung unter Marktteilnehmern generiert wird. Erhobene Kosten berücksichtigen Aufwände der Infrastrukturerstellung (Bau- und Planungsleistungen) sowie der Erstinbetriebnahme zu IST-Kosten. Der Detaillierungsgrad erhobener Daten ist hoch: Kostenaufwände werden beispielsweise nach konkreten Abmessungen (Tiefe, Breite, Länge in Metern) von Gräben, nach Angaben zum Oberflächentyp im Fall von Erdkabeln (z. B. Asphalt, Grünfläche etc. in Prozent) oder nach einzelnen Tiefbaumaßnahmen (z. B. Ausheben von Erdreich in Euro je Kubikmeter) erfasst<sup>48</sup> (vgl. auch Abbildung 7-1).

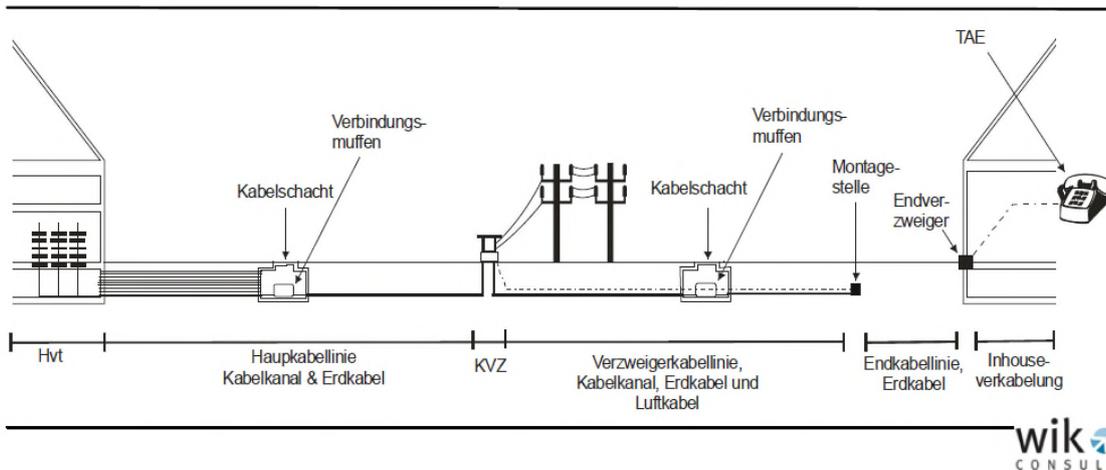
---

<sup>45</sup> Bundesnetzagentur: Marktregulierung Telekommunikation. Kostenmodelle, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe\\_methoden/kostenmodelle/kostenmodelle-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe_methoden/kostenmodelle/kostenmodelle-node.html) (15. Januar 2020).

<sup>46</sup> Kupferbasierte Anschlussnetze über Koaxialkabel („TV-Kabelnetze“) sind hier nicht berücksichtigt.

<sup>47</sup> Kulenkampff/ Plückerbaum/ Zoz, 2019: Analytisches Kostenmodell für das Anschlussnetz AKM-AN Version 3.0. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114\\_AKM\\_AN\\_RefDokpdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114_AKM_AN_RefDokpdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020)

<sup>48</sup> Kulenkampff/ Plückerbaum/ Zoz, 2019: Analytisches Kostenmodell für das Anschlussnetz AKM-AN Version 3.0. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114\\_AKM\\_AN\\_RefDokpdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114_AKM_AN_RefDokpdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020), Anhang zum Referenzdokument.



**Abbildung 7-1: Netzelemente in einem kupferbasierten Teilnehmeranschlussnetz (Darstellung nach KULENKAMPPF, PLÜCKEBAUM & ZOZ<sup>49</sup>)**

Dem im TKG verankerten Ansatz der KeL wird im Kostenmodell für das Anschlussnetz durch einen generischen Modellansatz Rechnung getragen, der ein hypothetisches effizientes Netz in Abhängigkeit örtlicher Gegebenheiten vorsieht. Zentrale Effizienzkriterien dieser Modellierungsweise sind z. B. der Aufbau eines Netzes für eine konkrete Nachfrage (Aufteilung der Gesamtkosten auf die Nachfrager), die Zugrundelegung einer effizienten Netztopologie (z. B. optimale Trassenführung, Bündelung von Kabeltrassen, Verwendung bestehender baulicher Anlagen) sowie das jeweils kostengünstigste Bauverfahren und die kostengünstigsten Technologien. Das Modell ist so angelegt, dass (Stück-)Kosten auf der Basis von nicht unternehmensspezifischen Daten ermittelt werden können. Gleichwohl werden solche Daten miteinbezogen, sofern diese verfügbar sind<sup>50</sup>.

### 7.2.3 Modellierung eines kosteneffizienten Mobilfunknetzes

Das „Analytische Kostenmodell für ein Mobilfunknetz“ existiert seit 2011 und wird in regelmäßigen Abständen weiterentwickelt. Eine Ergänzung fand z. B. durch den Einbezug bestimmter Kostenaufwände der Long Term Evolution (LTE) Technologie statt<sup>51</sup>. Das Kostenmodell ist in eine Softwarelö-

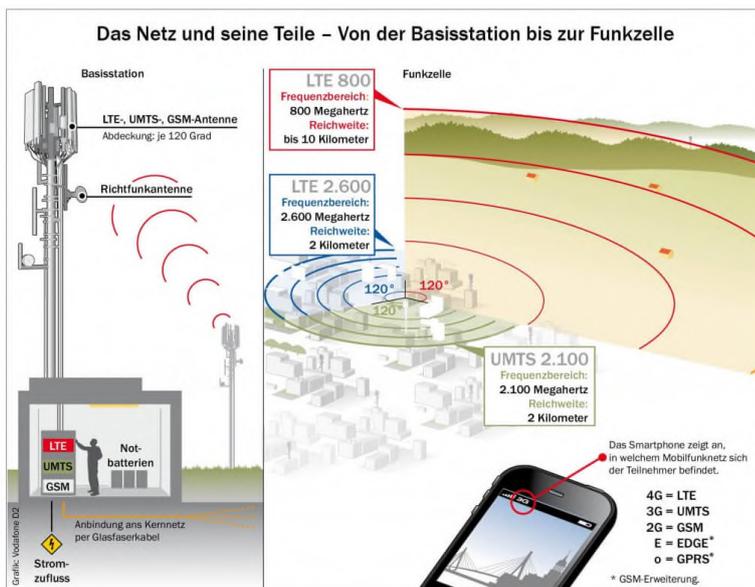
<sup>49</sup> Kulenkampff/ Plückebaum/ Zoz, 2019: Analytisches Kostenmodell für das Anschlussnetz AKM-AN Version 3.0. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114\\_AKM\\_AN\\_RefDokpdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114_AKM_AN_RefDokpdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020), S. 12.

<sup>50</sup> Ebd., S. 1.

<sup>51</sup> Hackbarth/ Ilic/ Neu, 2012: Analytisches Kostenmodell für ein Mobilfunknetz. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb\\_Referenzdokument\\_AKM\\_Mobilfunk.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb_Referenzdokument_AKM_Mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020).

## 7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

sung eingebettet und basiert – wie auch im Fall des zuvor beschriebenen Modells für das Anschlussnetz – auf „Menge-mal-Preis-Kalkulationen“: Die Struktur und Dimensionierung eines Mobilfunknetzes (z. B. Anzahl an Basisstationen, Größe der Funkzellen, Sendeleistung je Basisstation, verwendete Technologie; vgl. Abbildung 7-2) wird anhand der Bevölkerungsverteilung, eines durchschnittlichen Nutzungsprofils je Mobilfunkteilnehmer und des Marktanteils des entsprechenden Betreibers hergeleitet. Durch eine Multiplikation dieser Inputfaktoren mit Stückpreisen leiten sich die Gesamtkosten je Mobilfunknetzbetreiber und Jahr ab.



**Abbildung 7-2: Sendeleistung und Reichweite einer Basisstation im LTE-Standard (Darstellung nach VODAFONE<sup>52</sup>)**

Die eigentliche Kostenberechnung erfolgt mithilfe des Programms Microsoft Excel, während die Netzplanung in der Programmiersprache C++ programmiert wurde. Im Vergleich zu dem zuvor beschriebenen Kostenmodell für das Anschlussnetz weist das Kostenmodell für ein Mobilfunknetz neben Investitionskosten eine differenziertere Betrachtung der Betriebskosten auf. Bei der Investitionskostenbestimmung wird eine Annualisierung gemäß Annuitätenmethode vorgenommen. Diese erfordert eine Kenntnis der wirtschaftlichen Lebensdauer je Anlagentyp sowie der Höhe der Kapitalverzinsung. Die Betriebskosten werden entweder anhand der Daten des Mobilfunkbetreibers ermittelt oder – bei einer unbefriedigenden Datenlage – pauschal durch prozentuale Aufschläge auf die Investitionswerte der Anlagen bestimmt. Besonderheiten bei der Kostenermittlung ergeben sich durch die Anmietung von Verbindungskapazitäten zur Anbindung von Standorten durch den Mobilfunkbetreiber und die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur (z. B. Basisstationen).

<sup>52</sup> Vodafone: Das Netz und seine Teile - Von der Basisstation bis zur Funkzelle, [handygad.de/wp-content/uploads/2018/05/lte-frequenzen-reichweite.jpg](http://handygad.de/wp-content/uploads/2018/05/lte-frequenzen-reichweite.jpg) (15. Januar 2020).

Die Modellierung der Infrastrukturdimensionierung erfordert umfangreiche demografische und geografische Inputdaten, wobei u. a. auf behördlich verwaltete Datenquellen zurückgegriffen wird. Weiterhin werden Annahmen zum regionalen Nutzerverhalten der Mobilfunkkunden unterstellt. Daten hinsichtlich der Investitionskosten und Lebensdauer je Anlagentyp, Preise für die Miete von Leitungen, Kapitalkosten und weitere Kostendaten werden durch eine Befragung der Mobilfunkanbieter erhoben<sup>53</sup>.

Dem im TKG verankerten Ansatz der KeL wird im Kostenmodell für das Mobilfunknetz durch einen generischen Modellansatz Rechnung getragen, der ein hypothetisches effizientes Netz in Abhängigkeit örtlicher Gegebenheiten impliziert (vgl. Kapitel 5.1.2.2 „Greenfield-Modellierung“). Zentrale Effizienzkriterien dieser Modellierungsweise sind z. B. der Aufbau eines Netzes entsprechend einer zu erwartenden Nachfrage in einer Spitzenlastzeit (so genannte Hauptverkehrsstunde), die Zugrundelegung einer effizienten Netztopologie (z. B. Minimierung von Standortkosten durch eine effiziente Verteilung stationärer Basisstationen) sowie die Verwendung der jeweils kostengünstigsten Bauverfahren und Technologien (z. B. bestimmter Antennen). Das Modell ist entsprechend der Modellbeschreibung nach so angelegt, dass Kostenparameter überwiegend durch Erhebungen unter Marktteilnehmern ermittelt werden.

### **7.3 Methodenansätze im Postdienstleistungssektor**

Im Postsektor in Deutschland werden im Rahmen der Regulierung die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung bestimmt. Aus den in diesem Zusammenhang verwendeten Methoden lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie auf die Bestimmung einer kostenoptimalen OGK ziehen.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Regulierungsziele und die angewendeten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

#### **7.3.1 Sektorspezifische Regulierungsziele**

Die BNetzA ist im Postsektor u. a. für die Regulierung von Entgelten „marktbeherrschender Anbieter lizenzpflichtiger Postdienstleistungen“ (Ex-ante-Entgeltregulierung bzw. Price-Cap-Verfahren) als

---

<sup>53</sup> Hackbarth/ Ilic/ Neu, 2012: Analytisches Kostenmodell für ein Mobilfunknetz. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb\\_Referenzdokument\\_AKM\\_Mobilfunk.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb_Referenzdokument_AKM_Mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020), S. 86.

auch eine nachträgliche Überprüfung weiterer Entgelte (Ex-post-Entgeltregulierung) gemäß Postgesetz (PostG<sup>54</sup>) zuständig. Lizenzpflichtig ist nach § 5 Abs. 1 PostG die gewerbsmäßige Beförderung von Briefsendungen für Dritte, deren Einzelgewicht 1.000 Gramm unterschreitet. Mit einem Marktanteil von über 80 Prozent übt die Deutsche Post AG hier eine marktbeherrschende Position aus<sup>55</sup>. Die Regulierung der Entgelte durch die BNetzA konzentriert sich daher auf ein einziges Unternehmen, mit dem Ziel, missbräuchliche Aufschläge<sup>56</sup> bzw. Abschläge<sup>57</sup> auf Briefpreise sowie eine Bevorteilung einzelner Nachfrager zu verhindern<sup>58</sup>. Darüber hinaus prüft und genehmigt die BNetzA gemäß PostG beantragte Entgelte für die „Förmliche Zustellung“ unabhängig davon, ob eine marktbeherrschende Stellung des Lizenznehmers vorliegt.

Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die Ex-ante-Entgeltregulierung im Rahmen eines Preisobergrenzenverfahrens, englisch „Price-Cap“, auf Grundlage der Post-Entgeltregulierungsverordnung (PEntgV<sup>59</sup>). Kern des Verfahrens ist die Ermittlung von effizienten Kosten der Leistungsbereitstellung (KeL), ein aus dem Telekommunikationssektor entlehnter Ansatz. Im Unterschied zu diesem Sektor ist im Postsektor lediglich ein Unternehmen, die Deutsche Post AG, verpflichtet, der Regulierungsbehörde entgeltbegründende Unterlagen vorzulegen. Die BNetzA hinterfragt und plausibilisiert mitgeteilte Kosten im Sinne des Prozesskostenansatzes (vgl. Kapitel 5.2.4), um die Effizienz von postalischen Einzelprozessen (Wertschöpfungsstufen) zu beurteilen. Ein Vergleich mit anderen Postunternehmen wird jedoch mit einer Ausnahme (Ermittlung eines angemessenen Gewinns) nicht vorgenommen.

---

<sup>54</sup> Postgesetz vom 22. Dezember 1997 (BGBl. I S. 3294), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 30. November 2019 (BGBl. I S. 1942) geändert worden ist. PostG. In: Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): BGBl. Bürgerliches Gesetzbuch.

<sup>55</sup> Bundeskartellamt: Marktmachtmissbrauch der Deutschen Post AG im Bereich der Großkumentarife. Pressemeldung, [www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2015/07\\_07\\_2015\\_Post.html](http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2015/07_07_2015_Post.html) (22. Januar 2020).

<sup>56</sup> Genehmigungspflichtige Entgelte dürfen keine Aufschläge enthalten, die der Anbieter nur auf Grund seiner marktbeherrschenden Stellung durchsetzen kann (§ 20 Abs. 2 Nr. 1 PostG).

<sup>57</sup> Genehmigungspflichtige Entgelte dürfen keine Abschläge enthalten, die die Wettbewerbsmöglichkeiten anderer Unternehmen auf einem Markt für Postdienstleistungen in missbräuchlicher Weise beeinträchtigen (§ 20 Abs. 2 Nr. 2 PostG)

<sup>58</sup> Bundesnetzagentur: Entgeltregulierung für lizenzpflichtige Postdienstleistungen. Beschlusskammer 5, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5\\_22\\_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5_22_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html) (22. Januar 2020).

<sup>59</sup> Post-Entgeltregulierungsverordnung vom 22. November 1999 (BGBl. I S. 2386), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. März 2019 (BGBl. I S. 338) geändert worden ist. PEntgV. In: Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): BGBl. Bürgerliches Gesetzbuch.

### 7.3.2 Ermittlung von Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung

Der Price-Cap-Regulierung unterliegen Einzelbriefsendungen mit einem Gewicht bis 1.000 Gramm, die aus einer marktbeherrschenden Position heraus erbracht werden. Postdienstleistungen mit vergleichbaren Wettbewerbsintensitäten und Kostenstrukturen werden in einem „Dienstleistungskorb“ zusammengefasst. Gemäß Beschluss der BNetzA vom 05.06.2019 für die Price-Cap-Periode 01.01.2019 bis 31.12.2021<sup>60</sup> umfasst dieser Korb den Versand inländischer Briefe und Postkarten, inländischer Zusatzprodukte (z. B. Einschreiben), den Versand von Briefen und Postkarten in das Ausland sowie Zusatzleistungen (z. B. Nachnahme).

Initialer Schritt der Price-Cap-Methode ist die Bestimmung eines „Ausgangsentgelt-niveaus“, das dem gewichteten Durchschnitt der Entgelte der im Korb enthaltenen Dienstleistungen entspricht. Für die oben genannte Periode wurden die am 31.12.2018 erhobenen Entgelte herangezogen. Gewichtungssparameter waren anschließend die durch die Deutsche Post AG prognostizierten Absatzmengen der einzelnen Dienstleistungen im Zeitraum 2019 bis 2021. Neben monetären Größen hat die Betroffene der Regulierungsbehörde die dem Ausgangsentgelt-niveau zugrunde liegende Qualität der angebotenen Dienstleistungen quartalsweise zu übermitteln, wobei u. a. Datensätze zu Filialstandorten, Briefkästen und Brieflaufzeiten ausgetauscht werden<sup>61</sup>.

Neben der Ermittlung des Ausgangsentgelt-niveaus zeichnet sich die Price-Cap-Methode durch eine „Systematik der Maßgrößenfestlegung“ nach § 21 Abs. 1 Nr. 2 und § 4 Abs. 2 PEntgV aus. Als Maßgrößen werden „durchschnittliche Änderungsraten der Entgelte für einen Korb zusammengefasster Dienstleistungen“<sup>62</sup> bezeichnet. Im Einzelnen ermittelt die BNetzA entsprechend ihres gesetzlichen Auftrags die Maßgrößen „Produktivitätsfortschrittrate“ (so genannter X-Faktor) sowie „gesamtwirtschaftliche Preissteigerungsrate“ (so genannter Referenzindex I). Über den Weg der Maßgrößen-Festlegung gelingt es, die Kosteneffizienz des regulierten Unternehmens im Zeitraum der nächsten Regulierungsperiode zu beurteilen.

Die Maßgröße Produktivitätsfortschrittrate berechnet sich aus dem Quotienten des Ausgangsentgelt-niveaus und den KeL. Die KeL ergeben sich gemäß § 3 Abs. 2 PEntgV „aus den langfristigen zusätzlichen Kosten der Leistungsbereitstellung und einem angemessenen Zuschlag für leistungsmengen-neutrale Gemeinkosten, jeweils einschließlich eines angemessenen Gewinnzuschlags, soweit diese Kosten jeweils für die Leistungsbereitstellung notwendig sind.“ Vereinfacht formuliert, wird

---

<sup>60</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

<sup>61</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

<sup>62</sup> Postgesetz vom 22. Dezember 1997 (BGBl. I S. 3294), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 30. November 2019 (BGBl. I S. 1942) geändert worden ist. PostG. In: Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): BGBl. Bürgerliches Gesetzbuch.

die Regulierungsbehörde ermächtigt, umfangreiche Kostennachweise des Unternehmens einzufordern und anhand dieser die unternehmerische Effizienz des regulierten Unternehmens zu beurteilen. Der Prüfauftrag der Regulierungsbehörde umfasst nach § 3 Abs. 3 PEntgV insbesondere, „ob bei der Ermittlung, Berechnung und Zuordnung der Kosten des beantragenden Unternehmens allgemein anerkannte betriebswirtschaftliche Grundsätze zugrunde liegen“. Übersteigen die beantragten Kosten die KeL und liegt kein ausreichender Rechtfertigungsgrund für diese Überschreitung vor, gelten sie entsprechend § 20 Abs. 2 Satz 2 PostG bzw. § 3 Abs. 4 PEntgV als nicht berücksichtigungsfähig.

Die Prognose der KeL, der angemessenen Zuschläge für leistungsmengenneutrale Gemeinkosten sowie die Bestimmung angemessener Gewinnzuschläge nahm aufgrund der gesetzlichen Regelungen eine zentrale Stellung innerhalb des letztdurchgeführten Price-Cap-Verfahrens für die Deutsche Post AG (Beschluss vom 03.06.2019 durch die BNetzA, BK 5<sup>63</sup>) ein. Es wurden verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung der KeL untersucht. Hierzu gehörten eine Prüfung und Plausibilisierung von IST-Kosten, die Identifikation und gesonderte Prüfung von Kostentreibern, das Heranziehen von Kostendaten weiterer Unternehmen des Postsektors innerhalb des deutschen Marktes und in weiteren Märkten sowie eine kritische Analyse der Prozesskostenrechnung der Deutschen Post AG.

Die Prüfung und Plausibilisierung von IST-Kosten (vgl. Kapitel 5.2.1 „IST-Kosten-Ansatz“) sowie die gesonderte Prüfung von Kostentreibern (vgl. Kapitel 5.2.2 „Kostentreiberansatz“) wurde für die einzelnen Price-Cap-Produkte und Wertschöpfungsstufen jeweils differenziert durchgeführt (sogenannte „Reallokation von Wertschöpfungskosten“). Hierfür stellte die Deutsche Post der BNetzA Unterlagen zu Leistungen, Kosten und Mengen sowie Erläuterungen zur Kostenentstehung, -verteilung und -entwicklung zur Verfügung. Kosten wurden dabei nach Personal- und Sachkosten, Abschreibungen sowie internen Belastungen untergliedert. Die absoluten Kostenbeträge sowie einzelne Kostenstrukturen konnten durch die Regulierungsbehörde nachvollzogen und überprüft werden, zudem waren Korrekturrechnungen durchführbar.

Das Heranziehen von nicht marktbeherrschenden Unternehmen des Post- und Logistiksektors innerhalb des deutschen Marktes als Maßstab zur Bestimmung effizienter Kosten (so genannter „makroökonomischer Ansatz“) wurde zwar untersucht, jedoch mangels Eignung verworfen: Zwar wäre eine Vergleichsbetrachtung beispielsweise für Unternehmen, die eine der drei Haupttätigkeiten des Postwesens (Einsammeln, Sortieren oder Verteilen) übernehmen, möglich gewesen, wurde jedoch aufgrund der strukturellen Eigenheiten der Deutschen Post AG im Vergleich zu diesen Wettbewerbern nicht weiter verfolgt: Während der Speditions- und Logistiksektor einen ungebremsen Wachstumsschub erfährt, zeichnet sich der Briefsektor durch einen Sendungsmengentrückgang aus. Hinzu kommt, dass das regulierte Unternehmen als Nachfolgeunternehmen der Deutschen Bundespost

---

<sup>63</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

## 7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

---

Kosten (so genannte Universaldienst<sup>64</sup>- und Versorgungslasten<sup>65</sup>) übernehmen muss, die bei anderen Postdienstleistern, aber auch bei Logistik- und Speditionsunternehmen nicht anfallen.

Zur Bestimmung eines angemessenen Gewinnzuschlags wurde hingegen ein Vergleich mit den Umsatzrenditen anderer europäischer Postunternehmen (so genannte Vergleichsmärkte, vgl. Kapitel 5.2.3 „Vergleichsmarktansatz“) durchgeführt.

Zur Ermittlung von potenziellen Kosteneinsparungspotenzialen wurde ein Prozesskostenansatz gewählt (vgl. Kapitel 5.2.4 „Prozesskostenansatz“), der sich u. a. der „REFA-Methodenlehre“<sup>66</sup> bedient. Der Ansatz sieht vor allem die Bestimmung von IST- und SOLL-Zeiten für Arbeitsprozesse in einem Unternehmen und die Ableitung unternehmerischer Optimierungspotenziale (so genannte Produktivitätsmaßnahmen) vor. Das gewählte Vorgehen zur Untersuchung von Arbeitsprozessen innerhalb der Deutschen Post AG ist jedoch den öffentlichen Dokumenten nicht zu entnehmen und kann daher an dieser Stelle nicht ausgeführt werden.

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Ermittlung des KeL-Maßstabes anhand des abgeschlossenen Price-Cap-Verfahrens für die Deutsche Post AG näher erläutert. Die Prüfung untergliedert sich in die nachfolgenden Teilschritte (vgl. Tabelle 7-1).

Ein wesentliches Prüfkriterium der BNetzA war die Plausibilisierung von IST-Kosten, die unter der Bezeichnung „Reallokation von Kosten“ geführt wurde. Zur Prüfung mitgeteilter Gesamtkosten wurden diese nach wertschöpfenden Prozessen aufgeschlüsselt (vgl. Nr. 1 in Tabelle 7-1), wobei die Prozesse Annahme/Abholung, Sortierung, Transport und Zustellung von Sendungen sowie deren Inanspruchnahme von Netzressourcen betrachtet wurden. Dieses Vorgehen ermöglichte es der Regulierungsbehörde beispielsweise, bei dem Prozessschritt *Zustellung* eine Kostenkorrektur mit dem Verweis auf „Verbundeffekte“ zu begründen: Nachgewiesen wurde, dass die gebündelte Zustellung von Briefsendungen sowie der nicht dem Price-Cap-Verfahren unterliegenden Pakete eine gemeinsame Nutzung von Sach- und Personalressourcen im Bereich der Endzustellung („letzte Meile“) bedingt, was in der Kostenrechnung der Betroffenen noch nicht in ausreichender Weise berücksichtigt war. Daraufhin wurden mögliche Verbundeffekte auch bei weiteren Prozessen untersucht.

Im Zuge der Prüfung von IST-Kosten wurden auch die Aufteilungsmaßstäbe von Gemeinkosten auf einzelne Produkte und Wertschöpfungsprozesse betrachtet (vgl. Nr. 2 in Tabelle 7-1), wobei u. a.

---

<sup>64</sup> Durch die Deutsche Post AG zu erfüllende Universaldienstlasten leiten sich unmittelbar aus der Post-Universaldienstleistungsverordnung (PUDLV) ab, wobei z. B. eine Mindestanzahl personell besetzter Postannahmestellen oder eine Mindestversorgung an Briefkästen vorgeschrieben wird.

<sup>65</sup> Als Versorgungslasten werden postmengenneutrale Aufwendungen, resultierend aus den Soziallasten und Altverbindlichkeiten der Bundespost, verstanden.

<sup>66</sup> Methode des Verbandes für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung (REFA)

die Gemeinkosten „Marketing / Vertrieb“, „Indirekte IT<sup>67</sup>“, „Human Resources“, „Controlling/Finance“, „Legal“ und weitere Verwaltungsleistungen durch die Deutsche Post AG angeführt wurden. Vorgabe der Regulierungsbehörde war es, Gemeinkosten nach Möglichkeit entsprechend des Kostenverursachungsprinzips umzulegen. Die Art und Weise, wie Gemeinkosten durch die Betroffene dargelegt wurden, genügte aus Sicht der Regulierungsbehörde nicht dem gemäß § 20 Abs. 1 PostG sowie § 2 PEntgV festgelegten KeL-Maßstab. Daher wurde z. B. im Fall des Kostenblocks „Marketing/Vertrieb“ eine vergleichende Kostenumlegung nach dem Schlüssel „Umsatz“ durchgeführt (vgl. Nr. 2.2.1 in Tabelle 7-1). Das genaue Vorgehen der Bestimmung von Kostenkorrekturfaktoren kann den aufgrund von Geschäftsgeheimnissen gekürzten öffentlichen Dokumenten jedoch nicht entnommen werden.

**Tabelle 7-1: Prüfansatz der Einhaltung des KeL-Maßstabes durch die BNetzA (eigene Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>68</sup>)**

<b>1 Wertschöpfungskosten</b>
1.1 Reallokation von Wertschöpfungskosten
1.1.1 Berücksichtigung von Niveaueffekten bei Personal- und Transportkosten
1.1.1.1 Transportkosten / Maut
1.1.1.2 Personalmehrbedarf
1.1.2 Struktur- und Mengeneffekte
1.1.3 Reallokation von Kosten aus dem Profitcenter Dialog Marketing
1.1.4 Berücksichtigung von Produktivitätsmaßnahmen (PeP-Maßnahmen)
1.1.5 Anpassung der Wertschöpfungskosten - Gesamteffekt
<b>2 Gemeinkosten</b>
2.1 Grundlage der Kostenbestimmung
2.2 Adjustierung der Gemeinkosten
2.2.1 Reallokation von Gemeinkosten
2.2.2 Berücksichtigung von Restrukturierungsmaßnahmen und Einsparungen im Overheadbereich
<b>3 Gewinnzuschlag</b>
3.1 Anforderungen an eine Vergleichsmarktbetrachtung
3.2 Datengrundlage für die Vergleichsbetrachtung - makro- und mikroökonomische Analyse
3.3 Vergleichbarkeit mit dem lizenzierten Bereich - makro-ökonomische Analyse
3.3.1 Vergleichbarkeit der Marktentwicklungen
3.3.2 Vergleichbarkeit des Regulierungsrahmens
3.3.3 Vergleichbarkeit trotz unterschiedlicher Zeitpunkte der Marktöffnung
3.3.4 Keine Einschränkung der Vergleichsgruppe aufgrund soziodemographischer Indikatoren
3.3.5 Regressionsanalyse
3.4 Strukturelle Vergleichbarkeit mit der Betroffenen - mikroökonomische Analyse

<sup>67</sup> „Indirekte IT“ bezieht sich entsprechend der Definition der Deutschen Post AG Dass.: Entgeltregulierung für lizenzpflichtige Postdienstleistungen. Beschlusskammer 5, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5\\_22\\_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5_22_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html) (22. Januar 2020) auf Kosten für IT-Anwendungen, die im Sinne des Kostenverursachungsprinzips nicht direkt einem Produkt zugeordnet werden können, sondern auf eine Vielzahl an Produktgruppen zurückgehen.

<sup>68</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

3.4.1	Vergleichbarkeit der Unternehmensstruktur und -verfassung
3.4.2	Begrenzung der Vergleichsbetrachtung auf börsennotierte Unternehmen
3.4.3	Begrenzung der Vergleichsbetrachtung auf Postunternehmen mit Umsatzrenditen auf IFRS-Basis
3.4.4	Betrachtung der Unternehmen hinsichtlich ihrer Produktionslogistik
3.4.5	Keine Einbeziehung alternativer Briefdienstleister in der Vergleichsgruppe
3.4.6	Auswahl der Vergleichsmärkte
3.5.	Ermittlung des angemessenen Gewinnzuschlags
<b>4</b>	<b>Neutrale Aufwendungen (Universaldienst-, Sozial- und Versorgungslasten)</b>
4.1	Kosten für die flächendeckende Versorgung (Universaldienstlasten)
4.1.1	Infrastrukturlast „Brief“
4.1.2	Infrastrukturlast „Filiale“
4.1.3	Gesamtbetrachtung
4.2	Nicht wettbewerbsübliche Personal- und Personalnebenkosten
4.3	Personalüberkapazitäten / Restrukturierung
4.3	Summe der verursachungsgerecht zugerechneten neutralen Aufwendungen

Zusätzlich zu der Plausibilisierung von IST-Kosten wurden die von der Deutschen Post als wesentlich für Kostensteigerungen angeführten Kostentreiber Personalkosten, Transportkosten, Struktur- und Mengeneffekte sowie Restrukturierungsmaßnahmen in besonderer Weise geprüft (vgl. Tabelle 7-2). Ziel der Prüfung war es u. a. herauszufinden, ob Kostentreiber durch ein entsprechendes unternehmerisches Handeln beeinflussbar gewesen wären.

**Tabelle 7-2: Angeführte Kostentreiber der Briefzustellung (eigene Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>69</sup>)**

Kostentreiber	Begründung Deutsche Post AG
Höhere Personalkosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anstieg der Krankenstände</li> <li>• Zusätzlicher Anlern- und Schulungsbedarf neuer Arbeitskräfte / Aushilfen</li> <li>• Ausweitung der Zustellbezirke<sup>70</sup></li> <li>• Mehrabsatz bei den Paketen</li> <li>• Rückläufige Arbeitsproduktivität bei neuen wie älteren Arbeitnehmern</li> </ul>
Höhere Transportkosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapazitätsengpässe im Transport- und Speditionsgewerbe</li> <li>• Anstieg der Lohnkosten der Transporteure</li> <li>• Anstieg der Dieselpreise</li> <li>• Ausweitung der LKW-Maut auf Bundesstraßen</li> </ul>
Struktur- und Mengeneffekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang der Sendungsmengen kleinformatiger Sendungen</li> <li>• Anstieg großformatiger Sendungen</li> </ul>
Restrukturierungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückstellungen der vorausgehenden Belastungen durch ein Vorruhestandsprogramm und Abfindungen für Beamte und Angestellte</li> </ul>

<sup>69</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

<sup>70</sup> Gemeint ist eine Steigerung der Zahl an Zustellbezirken aufgrund von Verbundeffekten der Brief- und Paketzustellung. Die Fixkosten für Fahrzeuge, Personal etc. erhöhen sich dementsprechend in Summe.

## 7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

---

Die Prüfung höherer Personal -und Transportkosten basierte v. a. auf Belegen und Ausführungen der Betroffenen, z. B. Unterlagen zu Vertragsverhandlungen mit Spediteuren, sowie auf ergänzend durch die Regulierungsbehörde hinzugezogenen, externen Quellen, etwa Daten des Statistischen Bundesamtes<sup>71</sup>.

Die Prüfung der Mehrkosten aufgrund angeführter Struktur- und Mengeneffekte sowie Restrukturierungsmaßnahmen erfolgte im Rahmen einer Bestimmung „neutraler Aufwendungen“ (vgl. Nr. 4 in Tabelle 7-1) gemäß § 20 Abs. 2 PostG. Demnach resultieren neutrale Aufwendungen aus der staatlichen Verpflichtung zur Erbringung einer flächendeckenden Postzustellung (so genannter Universaldienst) anstelle eines betriebswirtschaftlich optimalen Netzes. Diese universaldienstgeprägten Mehrkosten wurden auf der Basis dargelegter IST-Kosten, ergänzender Kalkulationen, Stellungnahmen und Dokumente (z. B. empirische Studien) dem Grunde und der Höhe nach durch die BNetzA geprüft.

Universaldienstgeprägte Mehrkosten im Bereich „Infrastrukturlast Brief“ wurden durch die Betroffene mithilfe einer Kalkulation des theoretischen Einsparungspotenzials durch die Verringerung der Zustellfrequenz ermittelt: Berechnet wurden verringerte Kosten einer flächendeckenden Briefpostzustellung an lediglich fünf Werktagen (Dienstag bis Samstag) anstelle der aktuellen Zustellung an sechs Werktagen. Die ermittelten Mehrkosten wurden von der Regulierungsbehörde als neutrale Aufwandsposition anerkannt und berücksichtigt<sup>72</sup>.

Universaldienstgeprägte Mehrkosten im Bereich „Infrastrukturlast Filiale“ begründete die Deutsche Post mit nicht kostendeckend zu betreibenden Deutsche Post Shop-Filialen. Diese würden dort eingerichtet, wo ein auf Synergieeffekten beruhendes Geschäftsmodell, z. B. ein Verbund von Postbank- und Post Shop-Filialen, aufgrund einer fehlenden Nachfrage nicht möglich sei. Die hiermit verbundenen Mehrkosten wurden von der Betroffenen jedoch nicht beziffert. Stattdessen behielt sich die Betroffene vor, diese Mehrkosten zu einem späteren Zeitpunkt zu quantifizieren und nachzuweisen. Dieser Ansatz wurde durch die BNetzA abgelehnt: Eine nachträgliche Geltendmachung von Kosten sei mit der Systematik der Price-Cap-Regulierung grundsätzlich nicht vereinbar. Etwaige Mehrkosten im Bereich Infrastrukturlast Filiale blieben in der laufenden Regulierungsperiode daher unberücksichtigt<sup>73</sup>.

Weiterhin führte die Betroffene nicht wettbewerbsübliche Personal- und Personalnebenkosten sowie Personalüberkapazitäten an. Dargelegt wurde die Höhe der Vergütungen für Beamte und Angestellte, die über den Vergütungen neu eingestellter Kräfte entsprechend des Entgelttarifvertrags für Arbeiter und Angestellte (ETV) liegen. Der Unterschiedsbetrag wurde von der BNetzA als neutraler

---

<sup>71</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG, S. 47–48.

<sup>72</sup> Ebd., S. 95–97.

<sup>73</sup> Ebd., S. 96–97.

Aufwand im Sinne des § 20 Abs. 2 Satz 2 PostG berücksichtigt, da im Zuge des Übergangs von der Bundesbehörde zur börsennotierten Post AG Verpflichtungen gegenüber den Beschäftigten (Besitzstände) beibehalten wurden<sup>74</sup>.

Neben der Analyse von Kostentreibern wurden kostenmindernde Effekte der dargelegten Produktivitätsmaßnahmen plausibilisiert. Die Prüfung basierte auf Auswertungen der Prozesskostenrechnungen durch die Betroffene, wobei die Herleitung von Prozesszeiten der REFA-Methodik (vgl. Kapitel 5.2.4) entlehnt ist<sup>75</sup>. Durch Auswertungen der Prozesskostenrechnungen machte die Regulierungsbehörde insbesondere im Price-Cap-Segment Standardbrief eine Kostenreduktion infolge optimierter Sortier- und Zustellprozesse geltend (vgl. Tabelle 7-3).

**Tabelle 7-3: Geplante Produktivitätsmaßnahmen der Briefzustellung (eigene Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>76</sup>)**

Produktivitätsmaßnahmen	Prognostizierte Kosteneffekte
Einsparmaßnahmen bei der Briefsortierung und -zustellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitergehende Automatisierung der Sortierung</li> <li>• Reduktion der Zustellfrequenz von sechs auf fünf Werktage</li> <li>• Reduktion der Deutsche Post Shop-Filialen zugunsten von Partnerbetrieben</li> </ul>

Ein erheblicher Prüfaufwand leitete sich aus der Ermittlung eines angemessenen Gewinnzuschlags (vgl. Nr. 3 in Tabelle 7-1) gemäß § 3 Abs. 2 Satz 2 PEntgV ab, wobei – so die Begründung im Wortlaut – „bei der Ermittlung des angemessenen Gewinnzuschlags die Gewinnmargen solcher Unternehmen als Vergleich heranzuziehen sind, die in anderen europäischen Ländern auf den mit dem lizenzierten Bereich vergleichbaren Märkten tätig und mit dem beantragten Unternehmen in struktureller Hinsicht vergleichbar sind“<sup>77</sup>. Die Fokussierung auf den Aspekt der *strukturellen* Vergleichbarkeit stellt eine wesentliche Weiterentwicklung des Verfahrens im Vergleich zu der vorangegangenen Regulierungsperiode dar: Nach der Auslegung der BNetzA sind daher nur solche Unternehmen mit der Deutschen Post AG vergleichbar, die als Aktiengesellschaften geführt werden, als solche unter ähnlichem Effizienzdruck stehen, d. h. börsennotiert agieren, denselben Rechnungslegungsstandard „International Financial Reporting Standard“ (IFRS) verwenden und hinsichtlich der Produktionslogistik Parallelen aufweisen (Ausschluss von Postdienstleistern in Mikrostaaten). Alternative Briefdienstleister zu den aus Staatsunternehmen hervorgegangenen börsennotierten Monopolisten wurden aufgrund grundlegend von der Deutschen Post AG abweichenden Merkmalen, z. B. hinsichtlich der geographischen Abdeckung, des Sendungsaufkommens oder der ausschließlichen

<sup>74</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG, S. 98–102.

<sup>75</sup> Ebd., S. 42–44.

<sup>76</sup> Ebd., S. 57–58.

<sup>77</sup> Ebd., S. 63.

Konzentration auf Geschäftskunden, als Vergleichsunternehmen ausgeschlossen. Letztendlich genügten Postdienstleistungsunternehmen aus sechs europäischen Mitgliedsstaaten (2015 noch aus 29 Staaten) den gestellten strukturellen Vergleichbarkeitsanforderungen. Für diese sechs Unternehmen wurden Sendungsmengen und hiermit gewichtete mittlere Renditen im lizenzierten Briefbereich (Quotient aus EBIT und Jahresumsatz) im Zeitraum 2013 bis 2017 bestimmt. Der angemessene Gewinnzuschlag auf regulierte Postdienstleistungen resultiert aus einer zur Berücksichtigung unterschiedlicher Netzgrößen sendungsmengengewichteten mittleren Umsatzrendite über die sechs Unternehmen (vgl. Tabelle 7-4) und beträgt 7,61 Prozent für den Price-Cap-Zeitraum 2019-2021<sup>78</sup>.

**Tabelle 7-4: Ermittlung des angemessenen Gewinnzuschlags durch die BNetzA (Darstellung nach BUNDESNETZAGENTUR<sup>79</sup>)**

Vergleichsland (Postunternehmen)	Anzahl Briefsendungen [Mio.]	Gewichtung Briefsendungen	Rendite	Gewichtete Rendite
Österreich (ÖPAG)	1.747,4	8,40 %	17,98 %	1,51 %
Belgien (BPost)	1.736,8	8,35 %	24,35 %	2,03 %
Italien (Poste Italiane)	2.426,0	11,66 %	-4,20 %	-0,49 %
Niederlande (PostNL)	2.226,3	10,70 %	10,36 %	1,11 %
Portugal (Correios de Portugal)	777,8	3,74 %	17,39 %	0,65 %
Großbritannien (Royal Mail)	11.885,0	57,14 %	4,90 %	2,80 %
<b>Durchschnittliche Umsatzrendite</b>				<b>7,61 %</b>

Zur abschließenden Bestimmung der KeL wurden die entsprechend des vorstehenden Prüfprinzips hergeleiteten effizienten Kosten zuzüglich neutraler Aufwendungen inflationiert (d. h. um einen voraussichtlichen Inflationsbetrag beaufschlagt) und um den ermittelten Gewinnzuschlag erhöht. Zusammenfassend enthalten die KeL sowohl antizipierte Effizienzsteigerungen aufgrund von Prozessoptimierungen durch die Betroffene als auch zu erwartende Kostensteigerungen infolge einer verminderten Netzauslastung (Sendungsmengentrückgang).

## 7.4 Methodenansätze im Straßeninfrastruktursektor

Im Straßeninfrastruktursektor in Deutschland werden u. a. Kosten des Baus und Betriebs des Bundesfernstraßennetzes bestimmt. Aus den in diesem Zusammenhang verwendeten Methoden lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie auf die Bestimmung einer kostenoptimalen OGK ziehen.

<sup>78</sup> Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG, S. 90.

<sup>79</sup> Ebd., S. 90.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Ziele und die angewendeten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

### 7.4.1 Sektorspezifische Ziele

Die Kosten des Baus und Betriebs des Bundesfernstraßennetzes, welches sich in Bundesautobahnen sowie Bundesstraßen aufgliedert, werden in mehreren Hinsichten staatlich ermittelt, geprüft, und ggf. korrigiert.

Ein bedeutender Bereich der staatlichen Kostenermittlung und -prüfung im Straßeninfrastruktursektor ist die Erhebung nutzungsabhängiger Entgelte (Mautgebühren). Im Jahr 2005 wurde eine Mautpflicht für Lastkraftwagen (Lkw) auf Bundesautobahnen eingeführt und Mitte 2018 auf sämtliche Bundesstraßen ausgeweitet. Die Mauterhebung und -kontrolle erfolgt im Auftrag des Staates durch das private Unternehmen *Toll Collect*<sup>80</sup>. Die Höhe der Mautentgelte wird staatlich bestimmt, wobei die EU-Richtlinie 2011/76/EU (so genannte Wegekostenrichtlinie<sup>81</sup>) eine Bemessung entsprechend der tatsächlichen Wegekosten vorschreibt. Wegekosten sind u. a. Kosten für den Bau, Ausbau, Erhalt und Betrieb des Fernstraßennetzes. Im Zuge dessen erfolgt eine verursachergerechte Anlastung unmittelbarer Kosten (z. B. Zerstörungswirkung durch Belastung der Fahrbahn) sowie externer Kosten (u. a. Luftverschmutzung und Lärmbelästigung) des Schwerverkehrs. Die Höhe externer Kosten und somit auch das Mautniveau wird durch Höchstbeträge, z. B. für verkehrsbedingte Luftverschmutzungen, begrenzt. Ein mittelbares Ziel der staatlichen Einflussnahme ist somit auch die Vermeidung unverhältnismäßig hoher Entgelte für den Endkunden<sup>82</sup>.

Ein weiteres Beispiel der staatlichen Kostenermittlung und -prüfung im Straßeninfrastruktursektor ist die Übertragung einzelner Aufgaben der Infrastrukturbewirtschaftung im Bundesfernstraßennetz an private Unternehmen (funktionale Privatisierung) im Rahmen „Öffentlich-Privater-Partnerschaften“ (ÖPP). Dieses Prinzip findet in Deutschland seit 2005 Anwendung und wurde seitdem mehrmals weiterentwickelt. Per Vertrag werden zwischen dem Staat als öffentlichem Auftraggeber und einem Unternehmen unterschiedliche Leistungsbereiche über eine Zeitdauer von 20 bis 30 Jahren geregelt. Typisch sind Regelungen bzgl. der Ausführungsplanung, des Baus, der Erhaltung und des Betriebs eines Fernstraßenabschnittes. In Abhängigkeit eines Vertragsmodells obliegt es dem Staat, den ÖPP-Auftragnehmer zu überwachen und zu vergüten. Der Umfang der Zahlungsverpflichtungen zwischen Staat und ÖPP-Auftragnehmer bemisst sich vor allem entsprechend der Lkw-Verkehrsmenge, dem Mauttarif und der Streckenverfügbarkeit (so genanntes Ausbaumodell bzw. A-Modell)

---

<sup>80</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Lkw-Maut, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html) (23. Januar 2020).

<sup>81</sup> Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2011/76/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge.

<sup>82</sup> Ebd.

bzw. Verfügbarkeit der Strecke für die Verkehrsteilnehmer (so genanntes Verfügbarkeitsmodell bzw. V-Modell). Bei den ÖPP-Modellen nach Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz (FStrPrivFinG) bzw. „F-Modellen“ erfolgt die Vergütung ausschließlich nach der Verkehrsmenge, und zwar differenziert nach Lkw und Pkw<sup>83</sup>. Das übergeordnete Ziel der staatlichen Einflussnahme besteht für alle Modelle darin, eine Überkompensation der ÖPP-Auftragnehmer bei der Zuweisung staatlicher Einnahmen aus der Mauterhebung (Finanzierung des laufenden Betriebs) sowie Mitteln aus dem Bundeshaushalt (Anschubfinanzierung der ÖPP-Auftragnehmer) zu vermeiden.

### 7.4.2 Ermittlung von Kosten zur Herleitung der LKW-Maut

Die Herleitung des Lkw-Mauttarifes in Deutschland basiert auf Wegekostengutachten im Auftrag des BMVI. Die ermittelten Wegekosten gelten für eine jeweils fünfjährige Kalkulationsperiode nach Maßgabe des Bundesfernstraßenmautgesetzes (§ 2 Abs. 5 BFStrMG<sup>84</sup>). Die Wegekosten werden durch eine Kombination methodischer Ansätze hergeleitet: Zur Herleitung eines Bundesfernstraßenanlagevermögens kam zuletzt die sogenannte Synthetische Bewertungsmethode (SM) zur Anwendung. Kapitalkosten wurden mithilfe des Zinssatzes aus den sogenannten Kuponzahlungen ausstehender Bundeswertpapiere bestimmt (vgl. Kapitel 5.2.3 „Vergleichsmarktansatz“). Der Werteverzehr durch die verkehrliche Belastung der Infrastruktur wurde u. a. mithilfe von ingenieurwissenschaftlich hergeleiteten Allokationsschlüsseln bestimmt (vgl. insbesondere Kapitel 5.1.2.3 „Prognose- und Risikomanagementansätze“). Das natürliche Alterungsverhalten der Infrastruktur sowie laufende Kosten der betrieblichen und baulichen Unterhaltung konnten analytisch auf der Grundlage von Daten der Bundesfernstraßenverwaltung (vgl. Kapitel 5.2.1 „Ist-Kosten-Ansatz“) ermittelt werden, während externe Kosten des Verkehrs nach den Vorgaben der EU-Richtlinie 2011/76/EU abgebildet wurden<sup>85</sup>.

Die Synthetische Bewertungsmethode dient der Ermittlung eines Anlagevermögens, wenn Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten nicht zweifelsfrei anhand bilanzieller Abschreibungen bzw. Kostenverbuchungen hergeleitet werden können, sondern nachträglich in die Anlagenbuchhaltung aufgenommen werden müssen. Eine solche Situation liegt im Fall der deutschen Fernstraßeninfrastruktur vor: Im Rahmen der SM wurde eine bilanzielle Bewertung des aktuellen Infrastrukturbestandes zu Wiederbeschaffungspreisen durchgeführt (Bruttoanlagevermögen), gefolgt von einer Abwertung dieses Vermögens anhand differenzierter Daten zur Altersstruktur einzelner Anlagenteile (Nettoanlagevermögen). Die Ermittlung von Wiederbeschaffungspreisen im Rahmen der SM basiert auf einer

---

<sup>83</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Merkmale von Bundesfernstraßen-ÖPP's, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einleitung-02-merkmale.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einleitung-02-merkmale.html) (23. Januar 2020).

<sup>84</sup> Dass.: Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Bundesfernstraßenmautgesetz). BFStrMG

<sup>85</sup> Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14.

Erhebung des aktuellen Anlagenbestandes. Soweit möglich, wurde nach unterschiedlichen Bauwerken sowie deren Dimensionierung (z. B. Anzahl der Fahrstreifen) differenziert (vgl. Kapitel 5.1.2.1 „Brownfield-Modellierung“).

Um die Höhe der Verzinsung des Anlagenkapitals zu berechnen, musste ein geeigneter Zinssatz festgelegt werden. Die vom BMVI konsultierten Experten einigten sich darauf, den „Zinssatz aus den Kuponzahlungen ausstehender Bundeswertpapiere“ anzuwenden. Die Höhe dieses Zinssatzes wird durch die Deutsche Bundesbank bestimmt, um die jährliche Zinsbelastung öffentlicher Haushalte zu quantifizieren. Im Fall der Bundesfernstraßen wird der Zinssatz jedoch nicht jährlich angepasst, sondern für die Dauer einer Wegekostenperiode konstant gehalten. Zuletzt wurde ein Zinssatz in Höhe von 3,3 Prozent festgelegt<sup>86</sup>.

Die Bestimmung des Mauttarifs richtet sich zudem maßgeblich nach dem Werteverzehr durch verkehrliche Belastung einzelner Infrastrukturelemente. Die ingenieurwissenschaftliche Ermittlung auf der Basis von Prognose- und Risikomanagementansätzen (vgl. Kapitel 5.1.2.3) erfolgt differenziert nach Fahrzeugkategorien auf der Grundlage von Kostenallokationsschlüssel. Dabei werden zwei Grundprinzipien der Kostenallokation, das Verursachungs- sowie das Veranlassungsprinzip, umgesetzt<sup>87</sup>.

Das Verursachungsprinzip berücksichtigt, dass schwerere Nutzfahrzeuge eine exponentiell höhere Abnutzung der obersten Schichten des Straßenoberbaus erzeugen als leichtere Fahrzeuge. Kosten, die für die Erhaltung der „Verschleißschicht“ entstehen, werden infolgedessen ausschließlich den Fahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht  $\geq 12$  Tonnen angelastet. Unterhalb dieses Gewichtes erfolgt weiterhin eine kostenmäßige Differenzierung mithilfe von Achslastäquivalenzziffern<sup>88</sup>.

Das Veranlassungsprinzip berücksichtigt den Umstand, dass Straßen entsprechend den Anforderungen eines zu erwartenden Verkehrsaufkommens dimensioniert werden. Einzelne Dimensionie-

---

<sup>86</sup> Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14, S. 18.

<sup>87</sup> Korn/ Leupold/ Niederau/ Schneider/ Hartwig/ Scheffler, 25.03.2014: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Z20/SEV/288.3/1222/UI23, S. 119–122.

<sup>88</sup> Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14, S. 124–125.

rungsparameter und damit verbundene Kosten lassen sich auf bestimmte Nutzergruppen zurückführen. Es wird dabei zwischen vier spezifischen Veranlassungskategorien unterschieden (Tabelle 7-5), die verbleibenden Kosten (insbesondere Allgemeinkosten) werden proportional verteilt<sup>89</sup>.

**Tabelle 7-5: Differenzierung der Wegekostenrechnung in Veranlassungskategorien (eigene Darstellung nach KORN ET AL.<sup>90</sup>)**

Veranlassungskategorie	Beschreibung	Bsp. für Kostenposition
Systemspezifische Kosten	Kosten werden nur durch eine einzige Nutzergruppe veranlasst.	Mautsystem (wird aktuell nur für Lkw-Verkehr betrieben)
Gewichtsabhängig veranlasste Kosten	Entstehen, wenn die Dimensionierung auf Basis des Gewichts der Fahrzeuge oder auf der Grundlage der Anzahl an Überrollungen mit 10 Tonnen-Achslastäquivalenten erfolgt.	Statische Auslegung von Brückenbauwerken, Festlegung der Schichtdicken der Straßen
Kapazitätsabhängig veranlasste Kosten	Kosten, die durch die Breite und geometrische Auslegung der Straßen veranlasst werden.	
Emissionsabhängig veranlasste Kosten	Kosten, die entstehen, um den Emissionen von Fahrzeugen entgegenzuwirken.	Schallschutz

Ingenieurwissenschaftliche Prognose- und Risikomanagementansätze ermöglichten es, für alle relevanten Infrastrukturelemente des Bundesfernstraßennetzes eine Bewertung nach Veranlassungskategorien vorzunehmen. Beispielsweise ergab die Bewertung von Brücken für die Veranlassungskategorie „gewichtsabhängig veranlasste Kosten“, dass die Menge der Fahrzeuge mit einem besonders hohen zulässigen Gesamtgewicht ein Kostentreiber für die statische Auslegung ist. Für schwere Fahrzeuge wurden daher höhere Gewichtsäquivalenzziffern im Vergleich zu leichteren Fahrzeugen gebildet. Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht < 3,5 Tonnen bleiben unberücksichtigt, da von ihnen kein Einfluss auf die Dimensionierung von Straßenbrücken ausgeht (vgl. Tabelle 7-6).

<sup>89</sup> Korn/ Leupold/ Niederau/ Schneider/ Hartwig/ Scheffler, 25.03.2014: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Z20/SEV/288.3/1222/UI23, S. 121–122.

<sup>90</sup> Ebd., S. 121–122.

**Tabelle 7-6: Gewichtsäquivalenzziffern der Fahrzeuge des Schwerlastverkehrs (Darstellung nach KORN ET AL.<sup>91</sup>)**

Fahrzeuggruppe	Ansatz für das zGG	Äquivalenzziffern
Busse	26 t	0,65
Lkw ≥ 12 zGG bis 3 Achsen	26 t	0,65
Lkw ≥ 12t zGG bis 4 Achsen	40 t	1,00
Lkw < 12 zGG	12 t	0,30

Noch bedeutsamer innerhalb des Veranlassungsprinzips sind die Kapazitätsäquivalenzziffern, da sie den Raumbedarf der einzelnen Fahrzeuggruppen u. a. in Abhängigkeit der Abmessungen, des Beschleunigungsvermögens und der Geschwindigkeit abbilden. Beispielsweise werden LKW mit deutlich höheren Kapazitätsäquivalenzziffern belegt als Pkw oder Lieferwagen (vgl. Tabelle 7-7).

**Tabelle 7-7: Kapazitätsäquivalenzziffern für alle Fahrzeuggruppen (Darstellung nach KORN ET AL.<sup>92</sup>)**

Fahrzeuggruppe	Äquivalenzziffern
Motorräder	0,5
Pkw und Kombi	1,0
Lieferwagen < 3,5 t zGG	1,2
Busse	2,5
Lkw < 12 zGG	2,0
Lkw ≥ 12 zGG bis 3 Achsen	3,0
Lkw ≥ 12t zGG ab 4 Achsen	4,5

Die IST-Kosten für den Neubau und die Erhaltung bzw. Unterhaltung von Infrastrukturelementen werden unter Verwendung von Allokationsschlüsseln einem Allokationsverfahren zugeordnet. Anschließend werden diese Kosten mithilfe von Äquivalenzziffern auf Fahrzeugkategorien aufgeteilt. Das Prinzip soll nachfolgend am Beispiel der Infrastrukturelemente Tragschicht, Brücken, Raststätten sowie Lärmschutzanlagen verdeutlicht werden.

Aus den berechneten Äquivalenzziffern konnte für das Infrastrukturelement Tragschicht ermittelt werden, dass Kosten des Neubaus zu 73 Prozent dem Schwerverkehr (Veranlassungsprinzip) und zu 27 Prozent dem Pkw- sowie Lkw-Verkehr (Kapazitätsäquivalenzziffern) angelastet werden. Er-

<sup>91</sup> Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14, S. 126.

<sup>92</sup> Ebd., S. 127.

haltungskosten werden dagegen zu 100 Prozent dem Schwerverkehr (Verursacherprinzip) angelastet. Für das Infrastrukturelement Brücken gilt, dass jeweils 85 Prozent der Neubau- bzw. Erhaltungskosten kapazitätsabhängig durch den Pkw- und Lkw-Verkehr und jeweils 15 Prozent gewichtsabhängig durch den Schwerverkehr veranlasst sind. Eine weniger eindeutige Kostenzuordnung war für das Infrastrukturelement Raststätten und Rastanlagen möglich: Jeweils 20 Prozent der Kosten für den Neubau bzw. die Unterhaltung konnten auf keine Nutzergruppe zurückgeführt werden, sodass eine Umlegung proportional zu den Verkehrsleistungen des Pkw- und Lkw-Verkehrs erfolgte. Für 15 Prozent der Kosten erfolgte eine kapazitätsabhängige Zuordnung zum Pkw-Verkehr, für weitere 60 Prozent zum schweren Lkw-Verkehr und für 5 Prozent zum leichten Lkw-Verkehr. Kosten des Lärmschutzes wurden zu 100 Prozent nach Lärmäquivalenzziffern zugeordnet (vgl. Tabelle 7-8).

**Tabelle 7-8: Kostenzuordnung zu Allokationsverfahren (Auszug, Darstellung nach KORN ET AL.<sup>93</sup>)**

Infrastrukturelement		Proportional	Gewichtsabhängig			Kapazitätsabhängig			Lärmabhängig
			Nach VUP <sup>94</sup>	Nach zGG	Nach VAP <sup>95</sup>	Pkw / Lkw	Pkw	schwere Lkw	
Tragschicht	Neubau				73 %	27 %			
	Erhaltung		100 %						
Brücken	Neubau			15 %		85 %			
	Erhaltung			15 %		85 %			
Raststätten	Neubau	20 %					15 %	60 %	5 %
	Erhaltung	20 %					15 %	60 %	5 %
Lärmschutz	Neubau								100 %
	Erhaltung								100 %

Zur endgültigen Bestimmung der Mauthöhe je Fahrzeugkategorie wurde wie folgt vorgegangen: Zunächst wurden die Infrastrukturkosten (IST-Kosten, z. B. für Brücken) unter Verwendung der Allokationsschlüssel den jeweiligen Allokationsverfahren zugeordnet (vgl. Tabelle 7-8). Anschließend wurden diese Kosten auf die jeweiligen Fahrzeugkategorien unter Anwendung der jeweiligen Äquivalenzziffern (vgl. Tabelle 7-6 und Tabelle 7-7) und einer Fahrleistung je Abschnitt aufgeteilt. Durch eine Gewichtung der Abschnitte entsprechend ihrer Bedeutung im Gesamtnetz und Summierung ergaben sich schließlich gewichtete Kostensätze je Fahrzeugkilometer im Netz<sup>96</sup>.

<sup>93</sup> Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14, S. 130.

<sup>94</sup> VUP = Verursacherprinzip (10 Tonnen-Achslastäquivalent)

<sup>95</sup> VAP = Veranlassungsprinzip (achsäquivalente 10 Tonnen-Achsäquivalent)

<sup>96</sup> Korn/ Leupold/ Niederau/ Schneider/ Hartwig/ Scheffler, 25.03.2014: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre

### 7.4.3 Staatliche Kosteneindämmung in ÖPP-Verträgen

Die Finanzierung eines ÖPP-Auftragnehmers im Rahmen des Bundesfernstraßenbaus und -betriebs stellt eine besondere Form der staatlichen Kostenermittlung und -prüfung dar. Im Vergleich zu anderen regulierten Netzindustrien (z. B. Energieversorgung, Telekommunikation) finanzieren sich ÖPP-Auftragnehmer nicht nur aus Entgelten<sup>97</sup>, sondern zusätzlich aus „Verfügbarkeitszahlungen des Bundes“: Diese sind grundsätzlich mengenunabhängig bzw. abhängig von der erbrachten Infrastrukturqualität<sup>98</sup>. Die Regulierung eines Vergütungssystems basiert dabei auf der in Abschnitt 7.4.1 erläuterten Differenzierung in A-, V- und F-Mautmodellen. Nachfolgende Ausführungen konzentrieren sich auf das V-Mautmodell.

In dem V-Modell aktueller Ausprägung<sup>99</sup> werden die Investitionskosten für den Neu- und Ausbau eines Bundesfernstraßenabschnitts auch durch nicht-staatliche bzw. kommerzielle Darlehen, Projektanleihen sowie Eigenkapital des ÖPP-Auftragnehmers bewältigt. Der ÖPP-Auftragnehmer erhält von einer staatlichen Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft (VIFG) Anteile aus dem Lkw-Mautaufkommen, um sämtliche Investitionen zu refinanzieren. Die Projektlaufzeit beträgt dabei in der Regel 30 Jahre. Die Höhe der Zuweisungen aus Mauteinnahmen richtet sich ausschließlich nach der Verfügbarkeit bzw. Servicequalität des betriebenen Streckenabschnitts. Darüber hinaus gewährt die VIFG eine Anschubfinanzierung aus Haushaltsmitteln des Bundes<sup>100</sup>.

Entsprechend des Verfügbarkeitsansatzes werden monatliche Entgeltzuweisungen reduziert, sobald eine Autobahnteilstrecke bzw. Fahrstreifen nur eingeschränkt verfügbar sind. Ein ÖPP-Auftragnehmer ist daher angehalten, eine maximale Verfügbarkeit des Autobahnabschnittes zu gewährleisten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, Bau- und Erhaltungsmaßnahmen bestmöglich zu koordinieren. Ein Erhaltungsprogramm beinhaltet in der Regel mehrere Anlagenteile (Tabelle 7-9).

---

2013 bis 2017. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Z20/SEV/288.3/1222/UI23, S. 15–23.

<sup>97</sup> Entgelte werden z. T. nicht durch den ÖPP-Auftragnehmer selbst, sondern im Auftrag des Bundes durch *Toll Collect* erhoben und verkehrsmengenabhängig an den ÖPP-Auftragnehmer abgeführt (Schattengebühren).

<sup>98</sup> Bundesministerium der Finanzen, 2016: Chancen und Risiken Öffentlich-Privater Partnerschaften. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates beim Bundesministerium der Finanzen, S. 17.

<sup>99</sup> ÖPP-Projekte unter dem Sammelbegriff „V-Modell“ unterscheiden sich im Detail deutlich. V-Modelle aktueller Ausprägung entstanden ab 2015 als „ÖPP-Projekte neuer Generation“ mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von ca. 15 Mrd. Euro Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: ÖPP - Neue Generation, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-neue-generation.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-neue-generation.html) (27. Januar 2020).

<sup>100</sup> Bundesrechnungshof, 24.09.2013: Gutachten des Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Öffentlich-Privaten-Partnerschaften (ÖPP) im Bundesfernstraßenbau. Gz.: V 3 – 2013 - 0144, S. 6–7.

**Tabelle 7-9: Typische Anlagenteile eines ÖPP-Erhaltungsprogramms (eigene Darstellung nach MINISTERIUM FÜR VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG<sup>101</sup>)**

Anlagenteil	Bestandteile (Auswahl)
Oberbau	Fahrbahn, Park- und Rastplätze
Ingenieurbau	Brücken, Regenrückhaltebecken, Lärmschutzwände
Erdbau	Wälle, Dämme, Bankette
Entwässerung	Rohrleitungen
Straßenausstattung	Schilder, Markierungen, Schutzplanken

Ein Verfügbarkeitsmodell für einen Teilabschnitt der Bundesautobahn 7 nördlich von Hamburg bewertet Verfügbarkeitseinschränkungen wie folgt (Tabelle 7-10). Dabei gilt, dass nur dann eine Verfügbarkeitseinschränkung vorliegt, wenn diese von dem ÖPP-Auftragnehmer zu vertreten ist. Externe Einflüsse (z. B. unfallbedingte Einschränkungen) bleiben unberücksichtigt.

**Tabelle 7-10: Bewertung der Verfügbarkeitseinschränkungen am Beispiel eines ÖPP (eigene Darstellung nach HUBER<sup>102</sup>)**

Art der Verfügbarkeitseinschränkung	Finanzieller Malus
Reduktion der Fahrstreifenanzahl	-15.000 Euro / Tag und Fahrstreifen
Reduktion der Fahrstreifenbreite	-3.000 Euro / Tag
Sperrung einer Anschlussstelle	-2.000 bis -10.000 Euro / Tag
Geschwindigkeitsreduzierung	Entsprechend der Differenz zur angeordneten Geschwindigkeit und in Abhängigkeit der Tageszeit und Verkehrsbedeutung
Verletzung von Vertragspflichten (z. B. Winterdienst, Reinigung, Service)	Monatliche Ermittlung des Abzugbetrags

Um die Wahrscheinlichkeit von Verfügbarkeitseinschränkungen möglichst gering zu halten, wird der Zustand eines Bundesfernstraßenabschnitts kontinuierlich im Rahmen von Erhaltungsmanagementsystemen überprüft. Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen sollen möglichst rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem wird eine Optimierung der Lebensdauer einzelner Anlagenbestandteile im Sinne eines Lebenszyklusmanagements angestrebt. Ein beispielhaftes Erhaltungsmanagementsystem für den Straßenoberbau ist die „Zustandserfassung und Bewertung“ (ZEB), die seit den 1990er Jahren

<sup>101</sup> Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg: Größtes ÖPP-Projekt im Land startet an der A6, [www.v.m.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/groesstes-oepp-projekt-im-land-startet-an-der-a6/](http://www.v.m.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/groesstes-oepp-projekt-im-land-startet-an-der-a6/) (27. Januar 2020).

<sup>102</sup> Ders.: Verfügbarkeitsmodell A7 Nord. 6-streifiger Ausbau der A7 in Hamburg und Schleswig-Holstein, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/zukunftsreform-infrastruktur-vortrag-huber.pdf?\\_\\_blob=publication-File](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/zukunftsreform-infrastruktur-vortrag-huber.pdf?__blob=publication-File) (27. Januar 2020)

bundesweit unter anderem durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) betrieben wird<sup>103</sup>. Eine „ZEB-Kampagne“ erfolgt typischerweise in mehreren Teilprojekten (vgl. Tabelle 7-11).

**Tabelle 7-11: Teilprojekte innerhalb einer ZEB-Kampagne im Straßenwesen (eigene Darstellung nach WELLER<sup>104</sup>)**

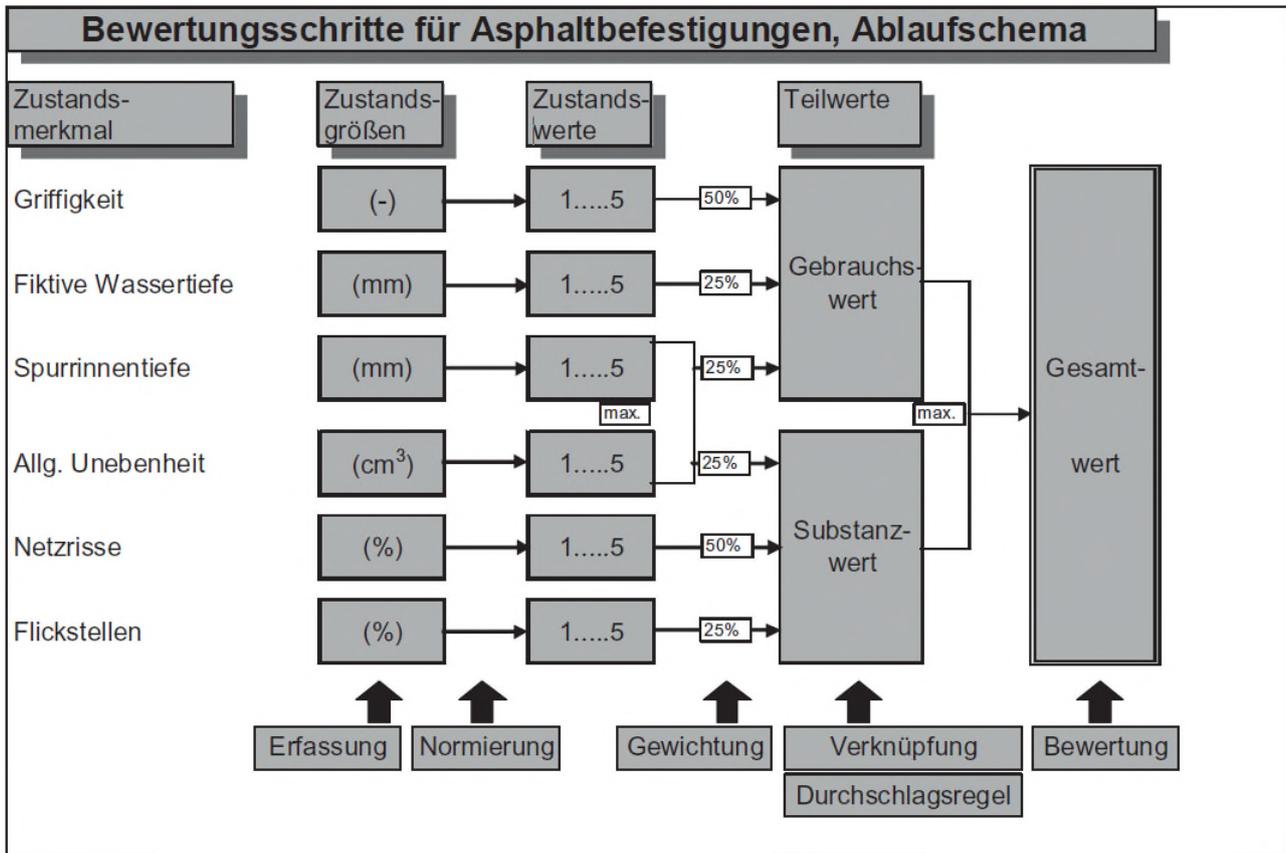
Teilprojekt	Projekthinhalte / Erfassung von Zustandsmerkmalen
TP 0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung der Grunddaten durch die Straßenbauverwaltung</li> <li>• Aufbereitung und Kontrolle der Grunddaten durch einen (externen) Dienstleister</li> </ul>
TP 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Erfassung der Längs- und Querebenheit der Fahrbahn, z. B. Spurrinnen</li> </ul>
TP 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Erfassung der Griffigkeit der Fahrbahn</li> </ul>
TP 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Erfassung substanzrelevanter Oberflächenmerkmale, z. B. Risse und Flickstellen</li> </ul>
TP 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung der Rohdaten unter Beachtung von Vorgaben eines Qualitätsmanagements</li> </ul>

Die in Tabelle 7-11 beispielhaft aufgeführten Zustandsmerkmale werden mithilfe unterschiedlicher Messfahrzeuge und -verfahren automatisiert erfasst. Anschließend erfolgt eine Normierung der originären Größen, z. B. der Spurrinntiefe, entsprechend einer 5-skaligen Einteilung, gefolgt von einer Gewichtung und anschließenden Bestimmung des gesamthaften Infrastrukturzustandswertes über eine definierte Streckenabschnittslänge (Abbildung 7-3). Dieser Gesamtwert lässt Aussagen über das Schadensbild und erforderliche Gegenmaßnahmen entlang des Streckenabschnittes zu. Im Allgemeinen beschreibt ein Wert von 3,5 (Warnwert) bereits einen suboptimalen Zustand, der eine Planung von Erhaltungsmaßnahmen erfordert. Ein Wert von 4,5 (Schwellenwert) entspricht einem kritischen Zustand, der bereits bauliche bzw. verkehrseinschränkende Maßnahmen (z. B. Geschwindigkeitsreduktion) beinhalten kann<sup>105</sup>.

<sup>103</sup> Weller, O.: Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 6–14.

<sup>104</sup> Ebd.

<sup>105</sup> Ders.: Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 6–14



**Abbildung 7-3: Ermittlung des Zustandes eines Straßenoberbaus gemäß ZEB (eigene Darstellung nach WELLER<sup>106</sup>)**

Auf Basis der Zustandserfassung und Bewertung im Sinne einer Brownfield-Modellierung (vgl. Kapitel 5.1.2.1) ist es Autobahnbetreibern möglich, zukünftige Zustände und den Bedarf an Erhaltungsmitteln zu prognostizieren (vgl. Kapitel 5.1.2.3 „Prognose- und Risikomanagementansätze“). Seit den 2000er Jahren werden unter dem Schlagwort *Pavement Management System (PMS)* derartige Softwareanwendungen entwickelt und bei den Bundesautobahndirektionen eingesetzt. Neben einer Prognose technischer Zustände verfügen Pavement Management Systeme klassischerweise über eine mathematische Optimierungsfunktion, mit dem Ziel, ein vorhandenes Budget derart auf IH-Maßnahmen aufzuteilen, sodass ein bestmöglicher Gesamtzustand erreicht wird<sup>107</sup>.

<sup>106</sup> Weller, O.: Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 6–14.

<sup>107</sup> Schmerbeck, R.: Das Pavement Management System (PMS) auf Autobahnen. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 22–23.

## 7.5 Methodenansätze im ÖPNV-Sektor

Im ÖPNV-Sektor in Deutschland werden u. a. Kosten des Betriebs bestimmter ÖPNV-Angebote bestimmt. Aus den in diesem Zusammenhang verwendeten Methoden lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie auf die Bestimmung einer kostenoptimalen OGK ziehen.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Ziele und die angewendeten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

### 7.5.1 Sektorspezifische Ziele

Bei dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) handelt es sich um einen stark regulierten Verkehrsmarkt. Sowohl Unternehmen des Schienenpersonennahverkehrs als auch kommunale und regionale Bus- und Straßen-/Stadtbahnunternehmen erhalten umfangreiche Subventionen. Eine „Eigenwirtschaftlichkeit“, d. h. Vollkostendeckung aus Fahrtentgelten, erzielen diese Unternehmen nur auf wenigen Verkehrsachsen<sup>108</sup>. Der Betrieb von Taxen, die ebenfalls Teil des ÖPNV sind, hat dagegen gemäß Personenbeförderungsgesetz (PBefG)<sup>109</sup> und nach aktueller Rechtsauslegung<sup>110</sup> kostendeckend zu erfolgen.

Eine staatliche Ermittlung und Prüfung der Kosten des ÖPNV findet auf der Basis eines Ausschreibungs- und Genehmigungswettbewerbs statt. Aufgabenträger des Schienenpersonennahverkehrs sind verpflichtet, öffentliche Verkehrsverträge gemäß EU-Verordnung 1370/2007<sup>111</sup> europaweit auszuschreiben. In der Regel erhält der Bieter mit den geringsten Kosten den Zuschlag über die Vertragslaufzeit. Diese beläuft sich auf bis zu 15 Jahre. Im Bus- und Straßen-/Stadtbahnverkehr besteht für kommunale Aufgabenträger zudem die Möglichkeit, ein örtliches Verkehrsunternehmen per Direktvergabe zu beauftragen (so genannte InHouse-Vergabe). Die quantitative Bestimmung und die Kompensationsweise einer Kostenunterdeckung erfolgt durch vertragliche Regelungen. Öffentliche

---

<sup>108</sup> Deutscher Bundestag, 19.04.2016: Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Kostendeckung im öffentlichen Personennahverkehr. Drucksache 18/8180. Unterrichtung durch die Bundesregierung.

<sup>109</sup> Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2886) geändert worden ist. PBefG.

<sup>110</sup> Saß: Gutachten gemäß § 13 Personenbeförderungsgesetz (PBefG) über die Funktionsfähigkeit des Taxi-gewerbes für die Landeshauptstadt Schwerin.

<sup>111</sup> Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über öffentliche Personenverkehrsdienste auf Schiene und Straße und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 1191/69 und (EWG) Nr. 1107/70 des Rates. Verordnung (EG) Nr. 1370/2007.

Dienstleistungsverträge fungieren dabei auch als Instrument, um die Gesamtkosten des ÖPNV längerfristig zu begrenzen und eine Einhaltung von Qualitätskriterien bei dem Beförderungsangebot einzufordern.

Eine staatliche Ermittlung und Prüfung von Kosten des öffentlichen Gelegenheitsverkehrs per Taxi erfolgt auf Basis kommunaler Festsetzungen der Beförderungsentgelte und -bedingungen entsprechend § 51 PBefG und der Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft)<sup>112</sup>. Das wesentliche Ziel staatlicher Einflussnahme besteht darin, eine ausreichende Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Situation des Taxiunternehmers (§ 39 Abs. 2 PBefG) zu gewährleisten. Ein ruinöser Preiswettbewerb sowie monopolistische Preisabsprachen werden dabei gleichermaßen verhindert.

### 7.5.2 Staatliche Kosteneindämmung in Verkehrsverträgen

Der Subventionsbedarf eines Verkehrsunternehmens des ÖPNV berechnet sich in Abhängigkeit des jeweiligen Verkehrsvertrages. Hierbei ist zwischen Brutto- und Nettoverträgen zu unterscheiden. Im Fall des Nettovertrags erhält das Unternehmen die Ticketeinnahmen zuzüglich einer bei Vertragsbeginn festgelegten Subventionszahlung durch den Aufgabenträger. Ein Bruttovertrag sieht vor, dass Ticketeinnahmen an den Aufgabenträger fließen, während das Unternehmen vom Aufgabenträger einen fest definierten Erlössatz je gefahrenem Kilometer erhält. Aufgrund des Wegfalls des „Erlösriskos“ im Fall des Bruttovertrags wird dieser in der Regel um bestimmte Vertragselemente aufgestockt: Es handelt sich um Bonus-Malus-Systeme (so genannter Bruttovertrag mit Anreizelementen), um eine einseitige Kostenoptimierung auf Seiten des Verkehrsunternehmens zulasten der Beförderungsqualität zu verhindern. Ein solches System impliziert in der Regel Subventionskürzungen im Fall von Abweichungen von vertraglich vereinbarten Mindestleistungen (vgl. Tabelle 7-12).

**Tabelle 7-12: Bonus-Malus-System in Bruttoverträgen des ÖPNV (Darstellung nach ACKERMANN<sup>113</sup>)**

Erfüllungsgrad	Voraussetzung	Rechtsfolge
Erfüllung	Einwandfreie Gestaltung des vereinbarten Verkehrsdienstes	Vereinbarte Vergütung
Schlechtleistung	Der Verkehrsdienst wurde nicht in der vertraglich vereinbarten Qualität erstellt, kann aber dem Grunde nach noch als Erfüllung gelten.	Minderung der vereinbarten Vergütung

<sup>112</sup> Dass.: Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr vom 21. Juni 1975 (BGBl. I S. 1573), die zuletzt durch Artikel 483 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist. BOKraft

<sup>113</sup> Ackermann, T.: Marketing im ÖPNV. Handbuch, Hamburg 2016, S. 74.

7 Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe

Nichtleistung	Der Verkehrsdienst ist gar nicht oder nicht in der vertraglich vereinbarten Qualität erstellt worden.	Kein Anspruch auf vereinbarte Vergütung
Vertragsstrafe (Malus)	Individuelle Festlegung je nach Umfang der Nicht- oder Schlechtleistung	Zahlungsanspruch des Bestellers
Bonus	Vereinbarung über das Übertreffen der geforderten Leistung und qualitativ besonders guten Erstellung des Verkehrsdienstes	Ersteller hat Anspruch auf Zahlung eines Bonus

Direkt vergebene Verkehrsverträge im ÖSPV (Inhouse-Vergaben) weisen die Besonderheit eines fehlenden Wettbewerbsmarktes auf. Subventionen unterliegen daher einer „Überkompensationskontrolle“ gemäß Art. 6 Abs. 1 und Anhang der VO (EG) 1370/2007<sup>114</sup>. Zu Beginn einer Vertragslaufzeit wird idealerweise geprüft, ob der prognostizierte Gewinn, der einem Verkehrsunternehmen im Rahmen der Subventionszahlungen zusteht, der Rendite einer vergleichbaren, im Wettbewerb vergebenen Verkehrsleistung entspricht. Das methodische Vorgehen der Überkompensationskontrolle ist in der Praxis jedoch uneinheitlich: Den Genehmigungsbehörden lagen in der Vergangenheit zumeist keine belastbaren Daten zu den erzielten Umsatzrenditen für vergleichbare Verkehrsleistungen vor, da diese nicht öffentlich und nach empirischen Maßstäben erhoben werden. Infolgedessen wurden in der Vergangenheit grobe Abschätzungen auf der Grundlage von Expertenmeinungen vorgenommen<sup>115</sup>.

Ein weiteres Element der Kostenregulierung unabhängig von einem bestimmten Vergabeverfahren oder Vertragstyp ist die „Preisgleitklausel“. Aufgrund mehrjähriger Vorlaufzeiten vor einer Betriebsaufnahme sowie Vertragslaufzeiten von bis zu 15 Jahren muss ein ÖPNV-Unternehmen bis zu 18 Jahre im Voraus eine Kosten- und Erlöskalkulation betreiben. Dabei stellen u. a. die Prognose der Erzeugerpreise (z. B. Preise für Treibstoff) und der Löhne und Gehälter eine Herausforderung dar. Sieht ein Verkehrsvertrag keine Preisgleitung vor, sichern sich Verkehrsunternehmen durch Risikoaufschläge vor schwierig zu kalkulierenden Kostenentwicklungen ab, sodass im Zweifel verhältnismäßig höhere Subventionszahlungen je Leistungseinheit resultieren. Eine vertragliche Lösung besteht darin, bestimmte Preisbestandteile über die Vertragslaufzeit fortzuschreiben, die erfahrungsgemäß größeren Schwankungen unterliegen. Diese Fortschreibung geschieht mittels Preisgleitfaktoren (PGF). Ein Gesamtpreis je Abrechnungsperiode (GP) bestimmt sich aus der Summe einzelner Preisbestandteile (z. B. für Treibstoff, Personal), jeweils zuzüglich Preisgleitfaktoren, sowie nicht variablen Preisteilen. Die Ermittlung der Preisgleitfaktoren erfolgt üblicherweise anhand öffentlich verfügbarer Vergleichsindizes, etwas des Statistischen Bundesamtes: Für Dieselkraftstoff eignet sich

<sup>114</sup> Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über öffentliche Personenverkehrsdienste auf Schiene und Straße und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 1191/69 und (EWG) Nr. 1107/70 des Rates. Verordnung (EG) Nr. 1370/2007.

<sup>115</sup> Karl, A.; Petersen, T.; Schaaffkamp, C.: Anforderungen an die Ermittlung eines "angemessenen Gewinns". In: Der Nahverkehr (2016), S. 59–63.

z. B. der Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandsabsatz) für die Kategorie Dieselmotorkraftstoff bei Abgabe an Großverbraucher. Im Fall der Lohnkosten können z. B. Daten der Statistischen Ämter hinsichtlich der tarifvertraglichen Lohnsteigerungsraten herangezogen werden<sup>116</sup>.

### 7.5.3 Ermittlung von Kosten im Taxigewerbe

In Deutschland existieren gegenwärtig mehr als 800 kommunale Taxitarifordnungen. Die dort regulierten Tarife für die Beförderung in Taxen basieren zum Teil auf gutachterlich hergeleiteten Kostensätzen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Lage der Unternehmen. Jedoch ist mit Verweis auf eine Untersuchung von PAPE & WEIN<sup>117</sup> anzunehmen, dass in einigen Städten solche Herleitungen nicht oder nur in unregelmäßigen Abständen erfolgen. Im Jahr 2018 beauftragte z. B. die Stadt Regensburg ein *Gutachten zur Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes in der Stadt Regensburg*. Um auf eine gerechtfertigte Höhe der Beförderungsentgelte zu schließen, wurden unterschiedliche Bewertungskriterien erhoben und quantifiziert (vgl. Tabelle 7-13).

**Tabelle 7-13: Bewertungskriterien zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes (eigene Darstellung nach SAß<sup>118</sup>)**

Bewertungskriterium	Beschreibung	Verwendete Daten
Nachfrage nach Beförderungsaufträgen	Ermittlung der Aufträge (Fahrten) je genehmigter Taxilizenz und Jahr über einen Zeitraum von fünf Jahren	Erhebungsbögen der Taxiunternehmer, Daten der Taxizentrale
Taxi- und Mietwagendichte	Ermittlung des Taxen- und Mietwagenbestandes und Bildung eines Quotienten Taxi/Mietwagen je Einwohner im Stadtgebiet	Unterlagen der Verkehrsbehörde
Ertrags- und Kostenlage unter Einbeziehung der Einsatzzeit	Ermittlung des Nettoumsatzes und des Nettogewinns je genehmigter Taxilizenz und Jahr über einen Zeitraum von fünf Jahren; Ermittlung der Kostenstruktur je Taxibetrieb (Fixkosten versus variable Kosten); Ermittlung der Entwicklung des Kostenniveaus (u. a. Personal-, Reparatur-, Versicherungskosten); Ermittlung der durchschnittlichen wöchentlichen Ar-	Jahresabschlüsse (von Steuerberatern bestätigt)

<sup>116</sup> Dies.: Preisgleitung rein - Risiko raus. Zur praxisnahen Ausgestaltung von Verkehrsverträgen im ÖPNV. In: Der Nahverkehr (2016), S. 54–59

<sup>117</sup> Dies.: Der deutsche Taximarkt - das letzte (Kollektiv-)Monopol im Sturm der "neuen Zeit". In: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik 64 (2015), S. 362–389

<sup>118</sup> Saß, 25.04.2019: Gutachten zur Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes in der Stadt Regensburg.

	beitszeit, der täglichen Einsatzstunden und Fahrleistung je Unternehmen und Taxi	
Anzahl und Ursachen der Geschäftsaufgabe	Ermittlung der Zahl und der Ursachen von Geschäftsaufgaben im Zeitraum von fünf Jahren	Interviews mit Taxiunternehmen, Unterlagen der Verkehrsbehörde

Die Bewertungskriterien mündeten schließlich in eine kaufmännische Fahrzeugkostenkalkulation und Nachfrageprognose (vgl. Kapitel 5.1.2.3 „Prognoseansatz“). Da die Kosten des Taxibetriebs stark fixkostenbestimmt sind, wurde bei der Modellierung eines Tarifs ein vergleichsweise hohes Grundentgelt ermittelt. Variable bzw. kilometerabhängige Kosten verhalten sich dagegen degressiv, da eine längere Fahrtstrecke im Verhältnis zu Kurzstreckenfahrten weniger Zeit je Kilometer beanspruchen. Ermittelt wurde per Vollkostenrechnung ein kostendeckender Tarif zuzüglich einer Umsatzrendite, jeweils differenziert für Tag- und Nachtfahrten. Insgesamt wurde eine Tariferhöhung um mindestens 26 Prozent im Vergleich zum Status Quo empfohlen<sup>119</sup>.

## 7.6 Methodenansätze im Eisenbahninfrastruktursektor

Im Eisenbahninfrastruktursektor in Deutschland und weiteren europäischen Ländern werden u. a. Kosten der Erhaltung und des Betriebs des Schienennetzes bestimmt. Aus den in diesem Zusammenhang verwendeten Methoden lassen sich gegebenenfalls Rückschlüsse auf die erforderliche Datenbeschaffung und -aufbereitung sowie auf die Bestimmung einer kostenoptimalen OGK ziehen.

Nachfolgend werden die sektorspezifischen Ziele und die angewendeten Verfahren beschrieben, um in Kapitel 8 eine mögliche Übertragbarkeit zu diskutieren.

### 7.6.1 Sektorspezifische Ziele

Die Bundesregierung, vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), schließt seit dem Jahr 2009 regelmäßig eine sogenannte Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) mit der DB AG und ihren Infrastrukturgesellschaften DB Netz AG, DB Station & Service AG und DB Energie GmbH ab. Im Rahmen dieser Verträge werden Qualitätskriterien, die durch die EIU zu erbringen sind und die Höhe staatlicher Zuwendungen (so genannter Infrastrukturbeitrag) sowie eigener finanzieller Mittel der EIU, die im Vertragszeitraum mindestens für Instandhaltung und Ersatzinvestitionen zu verwenden sind, vereinbart. Damit unterliegen IH- und EI-Aufwendungen bundeseigener Eisenbahninfrastruktur der LuFV.

<sup>119</sup> Saß, 25.04.2019: Gutachten zur Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes in der Stadt Regensburg, S. 79–80.

Die finanziellen Mittel werden durch die EIU eigenverantwortlich eingesetzt. Im Gegenzug sind die bundeseigenen EIU an vertragliche Ziele gebunden: Zum einen müssen Mindestersatzinvestitionen und Mindestinstandhaltungsmaßnahmen nachgewiesen werden, andererseits sind „sanktionsbewehrte Qualitätskennzahlen“ (QKZ) einzuhalten, um eine Kürzung oder gar Rückforderungen des staatlichen Infrastrukturbeitrags zu vermeiden. Die LuFV basiert auf zwei Zielsetzungen: Den bundeseigenen EIU soll eine Planungssicherheit bei investiven Maßnahmen über einen längeren Zeitraum gewährt werden; zugleich soll die Infrastrukturqualität netzweit verbessert werden.

Zu Beginn einer jeden LuFV-Periode (LuFV I 2009-2014; LuFV II 2015-2019; LuFV III 2020-2029) werden IH- und EI-Bedarf der Schienenwege ermittelt, da sowohl der Infrastrukturbeitrag des Bundes als auch die Eigenmittel der EIU (Mindestinstandhaltungs- und Mindestersatzinvestitionsmittel) über die gesamte Vertragsdauer festgeschrieben werden. In diesem Kontext kam bisher das so genannte 3-i Modell (vgl. Abschnitt 7.6.2) zur Anwendung, ein Modellansatz, um den Zusammenhang zwischen einem Mitteleinsatz und einer erzielbaren Infrastrukturqualität zu prognostizieren. Zukünftig könnte eine Ermittlung notwendiger Investitionsmittel im Vorfeld der LuFV mithilfe des „Ursache-Wirkung-Zusammenhangs“ (UWZ) modellhaft ermittelt werden. Das so genannte UWZ-Modell befindet sich derzeit in der Entwicklung (vgl. Abschnitt 7.6.3). Mit dessen Hilfe soll der Zusammenhang zwischen eingesetzten finanziellen Mitteln und einer erzielbaren Qualität unter der Berücksichtigung verschiedener Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionsstrategien abgebildet werden.

In Österreich wendet die Infrastrukturbetreiberin ÖBB Infrastruktur AG ein System zur Modellierung von Lebenszykluskosten an, mit dem Ziel, die Kosten des Erhalts und Betriebs von Eisenbahninfrastruktur über die gesamte technische Nutzungsdauer zu prognostizieren und optimal zu steuern (vgl. Kapitel 7.6.4). Grundlegende Steuerungsgröße ist die Optimierung der Menge und des Umfangs von Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionsmaßnahmen entsprechend eines vorgegebenen Qualitätsniveaus. Der Ansatz bedient sich in erster Linie einer Kombination ingenieurwissenschaftlicher Ansätze, und zwar der Brownfield-Modellierung, den Prognose- und Risikomanagementansätzen sowie des Simulationsansatzes (vgl. Kapitel 5.1.2). Kostendaten werden in der Regel auf der Basis von IST-Kosten erhoben.

Ähnlich zu der LuFV existiert in Großbritannien für das Eisenbahninfrastrukturunternehmen Network Rail ein gesetzlicher Rahmen, um einerseits die Qualität der Infrastruktur netzweit zu verbessern und andererseits Kosten zu begrenzen und Anreize zur Kostenreduktion zu schaffen (vgl. Kapitel 7.6.5). Die Qualitätsmessung erfolgt innerhalb eines standardisierten *Scorecard*-Systems. Das System dient zudem der Kosteneffizienzbewertung, wobei Kosten- und Erlösdaten erhoben, gegenübergestellt und bewertet werden. Auf der Grundlage von standardisiert erhobenen Kostendaten werden zudem ökonomische Ansätze des Benchmarkings, z. B. die Methode SFA (vgl. Kapitel 5.1.1 „Ökonomische Ansätze“), verfolgt.

## 7.6.2 Modellierung von Kosten im 3-i Modell der DB Netz AG

Das „3-i Modell“ entstand als Eigenentwicklung der DB Netz AG und wird unternehmensintern verwendet. Das Ziel des 3-i Modells ist es, den Bedarf an IH- und EI-Maßnahmen der betrieblichen Eisenbahninfrastruktur über Mehrjahreszeiträume zu prognostizieren. Die methodischen Grundlagen bilden ein Brownfield-Modell über den gesamten Anlagenbestandes der DB Netz AG sowie Prognose- und Simulationsansätze (vgl. Kapitel 5.1.2.1; 5.1.2.3 und 5.1.2.4). Die modellhaft ermittelten Ergebnisse sind von hoher Relevanz, da sie die Basis für die LuFV-Verhandlungen bildeten.

Der grundlegende Input des 3-i Modells ist der Anlagenbestand, der häufig auch als Mengengerüst bezeichnet wird: Ein Großteil der bundeseigenen Eisenbahninfrastruktur<sup>120</sup> geht in segmentierter bzw. geclusterter Form in das Modell ein. Der Anlagenbestand wird dabei in Gruppen mit möglichst homogenen technischen Eigenschaften zusammengefasst. Dabei hat sich eine dreistufige Segmentierung in Gewerke, zugehörige Objektgruppen und objektgruppenspezifische Cluster etabliert. Im Jahr 2013 umfasste das 3-i Modell rund 100 relevante Anlagencluster. Die hohe Zahl an Anlagenclustern ergibt sich durch die Vielzahl betrachteter Kriterien, die der Segmentierung zugrunde liegen. Beispielsweise umfasst die Objektgruppe „Gleise“ vier Kriterien (zulässige Höchstgeschwindigkeit, Belastung, Radienbelastung, Schwellenart) mit jeweils bis zu fünf Ausprägungen<sup>121</sup>.

Ein weiterer Input des 3-i Modells sind „Lebenszyklus-Datenblätter“ (LCC-Datenblätter). Diese wurden für sämtliche objektgruppenspezifische Cluster erstellt und beschreiben die „Soll-Biographie“ einer Anlage: Nach der Erstinbetriebnahme wird ein bestimmter Umfang an IH-, Präventions- und Teilerneuerungsmaßnahmen in Abhängigkeit des Anlagenalters sowie eine technische Nutzungsdauer (tND) unterstellt<sup>122</sup>. Hieraus errechnet sich eine erreichbare Anlagenqualität, quantifiziert anhand definierter Qualitätsmerkmale<sup>123</sup> je Gewerk (vgl. Tabelle 7-14).

---

<sup>120</sup> Angaben der DB Netz AG zufolge decken die im 3-i-Modell hinterlegten Objektgruppen ca. 80 % der für IH- und EI-Maßnahmen relevanten Eisenbahninfrastruktur ab.

<sup>121</sup> Gramer, M.: Die integrierte Investitions- und Instandhaltungsstrategie (3-i) bei der DB Netz AG. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2013), S. 12–15.

<sup>122</sup> Entspricht der Bezeichnung „Value“ in der Tabelle 7-14: Prozentualer Anteil der Anlagenmenge, für den die Tätigkeit im Durchschnitt pro Jahr ausgeführt wird.

<sup>123</sup> Oberbau: Anzahl Schienen- und Lagefehler; Leit- und Sicherungstechnik (LST): Anzahl bestimmter Störungsmeldungen (so genannte M2-Meldungen der Prioritäten 1-4 und 7); Konstruktiver Ingenieurbau (KIB): Gesamtzustandsnote.

**Tabelle 7-14: Lebenszyklus-Datenblättern im 3-i Modell der DB Netz AG (eigene Darstellung nach HEMPE<sup>124</sup>)**

Anlagencluster: GL-xxxx					
	Alter der Anlage				
	1	2	3	...	tND
<b>IH-Maßnahmen</b>					
IH-Maßnahme 1	Value <sub>11</sub>	Value <sub>21</sub>	Value <sub>31</sub>	...	Value <sub>tND1</sub>
IH-Maßnahme 2	Value <sub>12</sub>	Value <sub>22</sub>	Value <sub>33</sub>	...	Value <sub>tND2</sub>
...					
<b>Präventionsmaßnahmen</b>					
P-Maßnahme 1					
P-Maßnahme 2					
...					
<b>Investitionsmaßnahmen</b>					
I-Maßnahme 1					
I-Maßnahme 2					
...					
<b>Erreichbare Qualität</b>	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	...	q <sub>tND</sub>

Die unterstellte Kausalität zwischen einzelnen Maßnahmen und einer erreichbaren Qualität wurde wie folgt hergeleitet: Zunächst wurden Analysen der bestehenden IH-Praxis, der damit verbundenen Kosten und der erzielten Qualität auf Basis von Anlagen- und Kostendaten im DB Konzern vorgenommen. Hierauf aufbauend erfolgte eine vorwiegend qualitative (keine quantitative) Herleitung von „Wirkhypothesen“. Diese wurden im Rahmen von Experten-Workshops DB-intern verifiziert<sup>125</sup>.

Sämtliche Maßnahmen innerhalb der LCC-Datenblätter werden bepreist. Die Preise liegen für bestimmte Mengeneinheiten vor (z. B. Euro/Gleiskilometer; Euro/Brückenquadratmeter). Die Datengrundlagen sind in der Regel jährlich aktualisierte Durchschnittspreise, gebildet aus Standardherstellungskosten der Vergangenheit, Hochrechnungen und Expertenmeinungen<sup>126</sup>.

Der Algorithmus des 3-i Modells umfasst Prognose- und Simulationsansätze zur Berechnung eines IH- und EI-Aufwandes über den gesamten Anlagenbestand und wurde softwaretechnisch implementiert. Die Software ermöglicht es in einem ersten Schritt, den Anlagenbestand (Mengendatenbank),

<sup>124</sup> Hempe, T.: Life Cycle Management bei der Infrastruktur. Wo stehen wir bei der DB Netz AG?, <http://www.betonschwellenindustrie.de/wp-content/uploads/Betonschwellenindustrie-Symposium-2017-K-Vortrag-8-Thomas-Hempe.pdf>.

<sup>125</sup> Gramer, M.: Die integrierte Investitions- und Instandhaltungsstrategie (3-i) bei der DB Netz AG. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2013), S. 12–15.

<sup>126</sup> Ebd.

Zustandsdaten, Preisinformationen und LCC-Datenblätter in eine gemeinsame Datenbank einzulesen. Anschließend wird ein Betrachtungszeitraum festgelegt. Innerhalb dieses Zeitraums werden für alle Anlagen, die in der Mengendatenbank des Modells hinterlegt sind, Maßnahmen in Abhängigkeit des Anlagenalters ermittelt. Die Kosten der einzelnen Maßnahmen werden über eine „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ ermittelt und in einer Ergebnisdatenbank abgelegt. Dieses Vorgehen wird für unterschiedliche, von einem Modellanwender auszuwählende Szenarien durchgeführt, wobei sich unterschiedliche Gesamtkosten und erzielbare Qualitätsniveaus ermitteln lassen<sup>127</sup>.

Im Jahr 2014 wurden fünf Szenarien (so genannte Regelszenarien) simuliert. Diese unterscheiden sich in Abhängigkeit eines zu erreichenden Qualitätsniveaus sowie einer zu erreichenden technischen Nutzungsdauer. Die Szenarien werden durch jeweils eigene LCC-Datenblätter je Objektgruppen-Cluster abgebildet: Die entscheidenden Stellgrößen sind eine Variation des IH-, Präventions- und Investitionsumfangs, die in einer Erhöhung oder Reduktion der Qualität münden. Weiterhin existieren gesonderte LCC-Datenblätter (so genannte Auslauf-LCC) für ältere bzw. überalterte Anlagen, die ihre technische Nutzungsdauer zum Teil bei Weitem überschritten haben<sup>128</sup>.

Nach Angaben der DB Netz AG orientiert sich die DB-interne IH- und EI-Strategie je Objektgruppe an demjenigen Simulationsszenario, welches bei einer fixierten Qualität ein Minimum an Gesamtkosten, bestehend aus Investitions- und IH-Kosten, erwarten lässt. Generell wird die Erreichung einer mittleren Qualität und einer mittleren bis hohen technischen Nutzungsdauer angestrebt<sup>129</sup>. Eine genauere Spezifizierung der Attribute „mittel“ bzw. „hoch“ kann den öffentlich vorliegenden Dokumenten nicht entnommen werden.

### **7.6.3 Modellierung des Ursache-Wirkung-Zusammenhangs für die DB Netz AG**

Im Jahr 2016 beauftragte die DB Netz AG ein Konsortium, bestehend aus mehreren Instituten der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH), mit einer Vorstudie über den „Ursache-Wirkung-Zusammenhang: Mitteleinsatz / Infrastrukturqualität“. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Studie setzte das Verkehrswissenschaftliche Institut (VIA) der RWTH Aachen in den Jahren 2018 bis 2019 hierzu ein prototypisches Rechenmodell um.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen resultieren aus dem Wunsch der DB Netz AG, investive Mittel zukünftig zielgerichteter für qualitätsverbessernde Maßnahmen zu verwenden. So bemängelte der Bundesrechnungshof (BRH) mehrfach, dass die in der LuFV festgeschriebenen QKZ „Theoreti-

---

<sup>127</sup> Ders.: Investitions- und Instandhaltungs-Strategie der DB Netz AG. In: Deine Bahn (2015), 20-24.

<sup>128</sup> Ders.: Die integrierte Investitions- und Instandhaltungsstrategie (3-i) bei der DB Netz AG. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2013), S. 12–15.

<sup>129</sup> Ebd.

scher Fahrzeitverlust“ und „Anzahl Infrastrukturmängel“ keine geeigneten Qualitätsmaßstäbe darstellten, da sie den Infrastrukturzustand nicht in ausreichender Weise abbilden: Während die QKZ eine kontinuierliche Verbesserung des Infrastrukturzustands signalisieren, wäre in der Realität ein eher negativer Trend zu beobachten. Weiterhin hätte die Anwendung der QKZ nicht zu einem Abbau des Investitionsstaus geführt: Während die Vertragsparteien bei dem Abschluss der LuFV I und LuFV II noch davon ausgingen, dass die vereinbarten Mittel den IH- und EI-Bedarf decken würden, bewahrheitete sich dies später nicht. Zwar verbesserten sich die sanktionsbewehrten QKZ, doch stieg der Bedarf an Investitionsmitteln weiter an. Damit wurde nach Einschätzung des BRH offensichtlich, dass eines der vertraglichen Ziele, nämlich dass die EIU Preissteigerungen durch effizienzsteigernde Maßnahmen kompensieren sollten, verfehlt wurde<sup>130</sup>.

Mithilfe des im Auftrag der DB Netz AG entwickelten UWZ-Ansatzes (im Folgenden UWZ-Modell genannt) gelang es, bestimmte Restriktionen des 3-i Modells zu überwinden. Es sollten vor allem die nachfolgend aufgelisteten, zusätzlichen Anforderungen umgesetzt werden<sup>131</sup>:

- Durchgängige Berechnung des Zusammenhangs zwischen dem Mitteleinsatz (Instandhaltung/Ersatzinvestitionen) und einer Qualität (z. B. messbar mittels QKZ)
- Berücksichtigung des Anlagenzustands im Status Quo
- Abbildung der Wirkung von Maßnahmen auf die Anlagenqualität

Es entstand ein modulares Konzept, das sowohl Prognose- als auch Risikomanagementansätze (vgl. Kapitel 5.1.2.3) enthält. Beide Modellansätze dienen dem Ziel, einen Infrastrukturzustand anhand mathematischer Funktionen prognostisch zu bestimmen. Der verwendete Prognoseansatz bedient sich so genannter Verschlechterungsfunktionen: Ähnlich zu den LCC-Datenblättern des 3-i Modells stellen diese objektgruppenspezifisch einen funktionalen Zusammenhang zwischen IH-Maßnahmen und einem Infrastrukturzustand her, wobei ein natürliches Alterungsverhalten unterstellt wird. Der verwendete Risikomanagementansatz basiert auf dem objektgruppenspezifischen funktionalen Zusammenhang zwischen dem Alter einer Anlage und einer altersabhängigen Ausfallwahrscheinlichkeit. Die Anwendung der Modellansätze berücksichtigt dabei, ob sich ein Qualitätsmangel in kontinuierlicher Weise in Form einer Abnutzung (Anwendung des Prognoseansatzes, z. B. Gleisabnutzung oder Verschlechterung des Brückenzustandes), oder schlagartig als Funktionsverlust oder als Funktionseinschränkung einstellt (Anwendung des Risikoansatzes, z. B. Ausfall einer Weiche, eines Stellwerks oder eines Bahnübergangs) (vgl. dunkelblaue Kästen in Abbildung 7-4)<sup>132</sup>.

---

<sup>130</sup> Bundesrechnungshof, 07.12.2018: Bericht nach § 99 BHO über die Ziele des Bundes bei den Verhandlungen mit der Deutschen Bahn AG über eine dritte Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung für die bestehende Eisenbahninfrastruktur, S. 10.

<sup>131</sup> Jacke, T.; Dickenbrok, B.; Friesen, N.; Grub, A.; Nießen, N.: Ursache-Wirkung-Zusammenhang: Zusammenhang zwischen Mitteleinsatz und Infrastrukturqualität abbilden. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2019), S. 37–41.

<sup>132</sup> Ebd.



**Abbildung 7-4: Modulares Konzept des UWZ-Modells der RWTH Aachen (Darstellung nach JACKE ET AL.<sup>133</sup>)**

Einem Anwender des UWZ-Modells steht es frei, zwischen zwei Zielgrößen zu wählen, welche dann eine Randbedingung aller nachfolgenden Berechnungen bilden: Es kann entweder eine zu erreichende Qualität je Objektgruppe oder aber ein vorhandenes Budget für IH- und EI-Maßnahmen je Objektgruppe vorgegeben werden, wobei zugleich eine Zeitdauer (Anzahl Jahre) bestimmt werden muss, die für die Erreichung der Ziele zur Verfügung stehen soll (vgl. Abbildung 7-4):

- Wird eine zu erreichende Infrastrukturqualität (bzw. Qualitätskenngrößen) je Objektgruppe als Zielgröße vorgegeben, so bestimmt das UWZ-Modell die hiermit verbundenen Kosten.
- Wird die Zielgröße vorhandenes Budget vorgegeben, wird eine erreichbare Infrastrukturqualität (bzw. Qualitätskenngrößen) auf Basis dieser Finanzmittel berechnet.

Die Berechnung der Zielgrößen *Kosten* oder *Qualität* stellt ein komplexes Optimierungsproblem dar. Es existieren mehrere Stellgrößen, um diese Zielgrößen in optimaler Weise zu erfüllen:

- Aus der Menge möglicher IH- und EI-Maßnahmen je Objektgruppe und Einzelanlage muss eine bestgeeignete Maßnahme gewählt werden.
- Es muss der optimale Maßnahmenumfang je Einzelanlage bestimmt werden (z. B. Länge der Gleisinstandhaltungsmaßnahmen über eine Anzahl an Streckenabschnitten).
- Nicht alle bestgeeigneten Maßnahmen mit dem jeweils optimalen Maßnahmenumfang können angesichts eines begrenzten Budgets umgesetzt werden. Auf der anderen Seite soll ein

<sup>133</sup> Dies.: Ursache-Wirkung-Zusammenhang: Zusammenhang zwischen Mitteleinsatz und Infrastrukturqualität abbilden. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2019), S. 37–41, hier S. 38.

vorgegebenes Qualitätsniveau möglichst kosteneffizient erreicht werden. Daher ist eine netzweite Priorisierung der Vorhaben von Nöten.

Zusammengefasst ermöglicht das UWZ-Modell sowohl eine Prognose des netzweiten Zustands bzw. der netzweiten Qualität der Eisenbahninfrastruktur auf Basis eines vorgegebenen Budgets als auch eine Prognose des Budgetbedarfs, d. h. der Gesamtkosten, wenn ein bestimmter Zustand erreicht werden soll. Kern des Gesamtmodells ist die Berechnung der Folgen einer Anlagenabnutzung (Wirkung) auf Basis des Anlagenalters und weiterer verschleißinduzierender Faktoren (Ursache). Dabei werden ingenieurwissenschaftlich entwickelte Prognose- und Risikomanagementmodelle verwendet. Die prototypische Anwendung des Modells hat bereits plausible Ergebnisse ermöglicht. Einzelne Modellparameter werden derzeit geschärft, um die Aussagekraft des Modells weiter zu erhöhen.

#### **7.6.4 Modellierung der Infrastruktur-Lebenszykluskosten durch die ÖBB AG**

Mit dem Ziel, unterschiedliche Strategien der Instandhaltung und Ersatzinvestition zu bewerten, zu vergleichen und hieraus optimierte Entscheidungen abzuleiten, verfolgt die ÖBB Infrastruktur AG seit den 1990er Jahren einen Lebenszykluskostenansatz. Der Ansatz zeichnet sich insbesondere durch eine kontinuierliche Erhebung von Messdaten über den gesamten Anlagenbestand des BdS, hierauf aufbauende Qualitäts-, Instandsetzungs- und Nutzungsdauerprognosen und deren wirtschaftliche Bewertung aus. Die Methodik kombiniert daher ingenieurwissenschaftliche Ansätze, und zwar die Brownfield-Modellierung, Prognose- und Risikomanagement- sowie Simulationsansätze (vgl. Kapitel 5.1.2). Die wirtschaftliche Bewertung erfolgt auf der Basis von IST-Kosten für standardisierte Maßnahmen im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ (vgl. Kapitel 5.2.1).

Die Erhebung und Beurteilung des Anlagenbestandes erfolgt durch den Einsatz von Messfahrzeugen bzw. -instrumenten. Durch eine regelmäßige Befahrung von Gleisen, Weichen sowie Kreuzungen und die gesonderte Untersuchung von Brücken, Bahnsteigen, Oberbaukomponenten und ausgewählten Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik wird gewährleistet, dass nahezu der gesamte aktuelle Anlagenbestand des BdS erfasst und dessen qualitativer Zustand in einem Anlagenmanagementsystem hinterlegt ist<sup>134</sup>. Die Datenbank enthält zudem zahlreiche weitere Informationen, z. B. das Einbaujahr, die Verkehrsbelastung und -geschwindigkeit oder in der Vergangenheit durchgeführte IH-/EI-Maßnahmen<sup>135</sup>.

---

<sup>134</sup> Veit, P.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049, hier S. 1011.

<sup>135</sup> Ebd., S. 1032.

Die Qualitäts-, Instandsetzungs- und Nutzungsdauerprognosen der Infrastruktur wurden umfassend und in mehreren Schritten u. a. durch die ÖBB Infrastruktur AG, Gleisbauunternehmen und die Universität Graz erarbeitet. Wesentliche Schritte waren eine Definition weitgehend homogener Infrastrukturabschnitte innerhalb des Schienennetzes des BdS, so genannter „Standardelemente“, die Erarbeitung und Verifizierung von Arbeitszyklen für Standardelemente und die Erarbeitung von Fahrwegstrategien auf der Basis alternativer Arbeitszyklen.

Die Definition von Standardelementen, z. B. im Infrastrukturbereich „Oberbau Gleise“, erfolgte nach bestimmten, auf Expertenmeinungen und Instandhaltungsdaten begründeten Gesichtspunkten. Beispielsweise wurde eine bestimmte Kombination der Eigenschaften Unterbausituation, Trassierungsradien, Verkehrsbelastung, Oberbauform und Gleiszahl zur Definition eines Standardelements herangezogen. Die Unterteilung folgte der Zielsetzung, für jedes Standardelement jeweils typische Kostenstrukturen für Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionsmaßnahmen ermitteln zu können. Mithilfe der Standardelemente wurden rund 80 Prozent des realen Anlagenbestandes abgebildet<sup>136</sup>.

Im Anschluss an die Definition von Standardelementen erfolgte die Erarbeitung und Verifizierung so genannter Arbeitszyklen je Standardelement. Als Arbeitszyklus wurde ein idealtypischer Instandsetzungsplan für die gesamte Nutzungsdauer eines Standardelements bezeichnet. Die Erarbeitung von Arbeitszyklen erfolgte zunächst hypothesengestützt. Beispielsweise wurde angenommen, dass nach dem Neubau eines Gleiselements so lange Instandsetzungsmaßnahmen erfolgen, bis das Erreichen der wirtschaftlichen Nutzungsdauer größere Maßnahmen, z. B. Teilerneuerungen, erforderlich macht. Diese und weitere Hypothesen wurden anschließend anhand netzweiter Instandhaltungs- und Betriebsdaten verifiziert. Die Verifizierung erforderte zunächst eine Einteilung des gesamten Anlagenbestandes in Standardelemente, gefolgt von Hochrechnungen der laut Arbeitszyklen erforderlichen IH-/EI-Maßnahmen. Die theoretisch per Hochrechnungen ermittelten Maßnahmen wurden den tatsächlich durchgeführten Maßnahmen gegenübergestellt, sodass eine Verifizierung des Vorgehens erzielt werden konnte<sup>137</sup>.

Ein erheblicher Arbeitsaufwand wurde bei der Erarbeitung alternativer Fahrwegstrategien betrieben. Als Fahrwegstrategien wurden Arbeitszyklen bezeichnet, die es ermöglichen, den gesamten Anlagenbestand mittel- und langfristig kostengünstiger zu betreiben als bisher. Anhand einer Auswertung der Kostenrechnung der ÖBB Infrastruktur AG, einer Simulation alternativer Arbeitszyklen und dem Vergleich von Ergebnissen dieser Simulation wurden wesentliche Kostentreiber innerhalb des Kostenblocks „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ ermittelt und zugleich auf deren Beeinflussbarkeit untersucht. Dabei konnte eine Hierarchie der Kostentreiber ermittelt werden: Am bedeutsamsten erwiesen sich in absteigender Reihenfolge die Qualität des Unterbaus, die Ausgangsqualität bei der

---

<sup>136</sup> Ders.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049, hier S. 1012.

<sup>137</sup> Ebd., S. 1014–1016.

Anlagenerstellung, die Weichendichte, Bauabschnittslängen, Trassierungsradien, Betriebsschwerniskosten, die Verkehrsbelastung und die Qualität des rollenden Materials<sup>138</sup>. Eine Beeinflussbarkeit der Gesamtkosten konnte insbesondere im Fall der ersten beiden Kostentreiber festgestellt werden. Im Ergebnis wurden daher Fahrwegstrategien als wirtschaftlich optimal festgelegt, die eine hohe Ausgangsqualität des Ober- und Unterbaus gewährleisten (optimale Investitionsstrategie) und zugleich auf eine Verlängerung der Liegedauer (optimale Instandhaltungsstrategie) abzielen, um kalkulatorische Abschreibungen möglichst gering zu halten<sup>139</sup>.

Der beschriebene Lebenszykluskosten-Ansatz der ÖBB Infrastruktur AG wird fortlaufend weiterentwickelt, wobei Ergebnisse aus Forschungsprojekten u. a. in Kooperation mit der Universität Graz verwendet werden, um die Prognosegenauigkeit der Modellierung zu erhöhen. Die mithilfe des Ansatzes gewonnenen Erkenntnisse beeinflussen in zunehmender Weise die tatsächlichen Investitionsentscheidungen des Infrastrukturbetreibers<sup>140</sup>.

### 7.6.5 Modellierung von Kosten im britischen Eisenbahnwesen

Das privatwirtschaftlich strukturierte, sich jedoch beinahe vollständig im Besitz öffentlich-rechtlicher Körperschaften befindliche Unternehmen *Network Rail* übernimmt in Großbritannien (England, Wales und Schottland) die Rolle des BdS. Um die Qualität der Netzinfrastruktur zu verbessern und gleichzeitig Kosten zu regulieren, wurde durch die Behörde *Office of Rail and Road* (ORR) ein Regulierungsregime entwickelt. Die Regulierung erfolgt innerhalb von fünfjährigen „Control Periods“ (CP). Vor Beginn und während der CP werden Regulierungsberichte bzw. „Periodic Reviews“ (PR) erstellt. Die aktuelle, sechste CP (CP 6) begann am 01.04.2019<sup>141</sup>.

Ein zentrales Regulierungsziel des ORR ist die Steigerung der Qualität und Kosteneffizienz von *Network Rail* unter der Gewährleistung eines sicheren und qualitativ hochwertigen Eisenbahnbetriebs. Mithilfe der zyklisch erstellten PR wird festgelegt, wie eine Effizienzsteigerung im Unternehmen zu erzielen und welcher finanzielle Rahmen einzuhalten ist. Vorgaben erfolgen sowohl für die einzelnen Jahre einer CP als auch über die Gesamtperiode.

Aufgrund einer deutlichen Zielabweichung durch *Network Rail* in der fünften CP (CP 5) einigten sich die Beteiligten, den Regulierungsrahmen in CP 6 grundlegend anzupassen: Zielvorgaben beziehen sich nun weniger auf das Gesamtnetz, sondern stärker auf regionale Teilnetze (so genannte „Routes“) sowie netzweit operierende Geschäftszweige (so genannte „System Operators“; SO). Während

---

<sup>138</sup> Ders.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049, hier S. 1017.

<sup>139</sup> Ebd., S. 1024.

<sup>140</sup> Ebd., S. 1048.

<sup>141</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018.

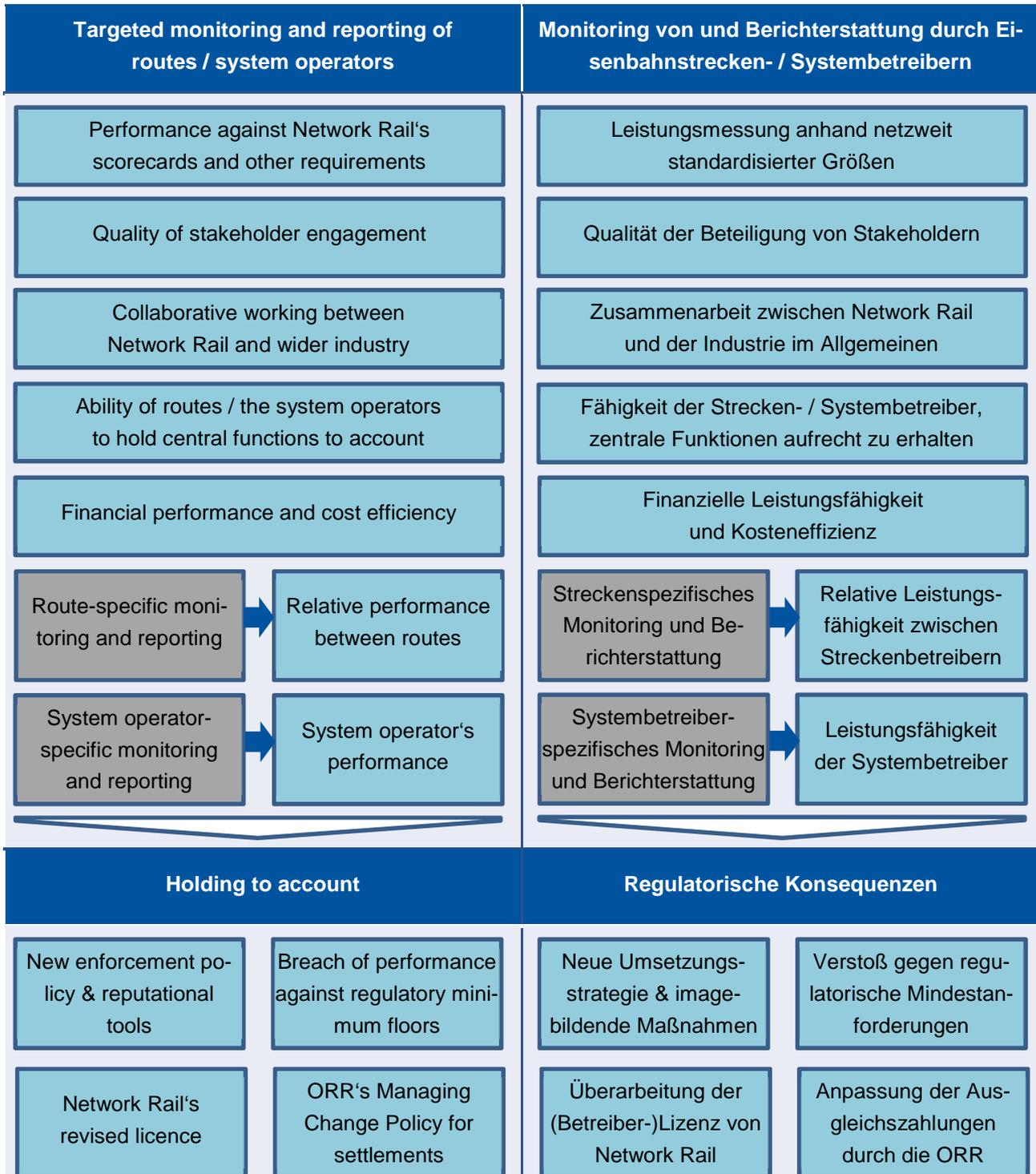
in der vorhergehenden CP 5 Zielvorgaben anhand vergleichbarer Eisenbahnnetze anderer Länder abgeleitet wurden (vgl. Kapitel 5.2.3 „Vergleichsmarktansatz“), soll in der CP 6 nun ein Network Rail- interner Kosten- und Innovationswettbewerb zwischen regionalen Teilnetzen initiiert werden<sup>142</sup>. Das Verfahren ist insbesondere hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise bei der Effizienzermittlung nicht gesetzlich festgeschrieben, sondern basiert auf einem fortlaufenden Verhandlungsprozess zwischen ORR, Network Rail bzw. Routes und SO sowie weiteren Stakeholdern.

Zur Ableitung regulatorischer Maßnahmen legte das ORR ein Monitoring von und eine Berichterstattung durch Routes und SO fest<sup>143</sup>. Ziel des gesamten Prozesses ist es, regulatorische Konsequenzen auf Basis ermittelter Kennzahlen abzuleiten. Eine englisch-deutsche Übersichtsdarstellung dieses „Targeted monitoring and reporting of routes / system operators“ bietet Abbildung 7-5.

---

<sup>142</sup> Office of Rail and Road, 2018: PR 18 Econometric top-down benchmarking of Network Rail. Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/00111/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/00111/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf).

<sup>143</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018.



**Abbildung 7-5: Regulierungsrahmen des ORR gegenüber Network Rail (eigene Darstellung in Englisch und Deutsch nach NETWORK RAIL<sup>144</sup>)**

<sup>144</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018, S. 20.

Das System des Monitorings und der Berichterstattung basiert auf sieben Komponenten. Die wichtigste Komponente bildet die Leistungsmessung der einzelnen Geschäftseinheiten anhand standardisierter Qualitätsgrößen (Scorecards). Das Vorgehen entspricht prinzipiell der Qualitätsmessung des BdS DB Netz AG auf der Basis von QKZ, wobei Scorecards neben qualitativen Merkmalen zudem finanzielle und sicherheitsrelevante Merkmale abbilden. Das ORR, Network Rail und die britischen EVU einigten sich auf 21 Scorecards, die jeweils für eine einzelne Route erhoben werden. Es kann ein Scorecard-Zielwert zwischen 0 Prozent und 100 Prozent erreicht werden, wobei 50 Prozent dem vereinbarten Zielwert (Target) entspricht. Durch eine spezifische Gewichtung der Zielwerte je „Route“ ergibt sich schlussendlich ein netzweiter Scorecard-Wert. Dies gilt ebenso für netzweit operierende SO. Die 21 Scorecards gliedern sich in sieben Kategorien auf, wobei vier Kenngrößen innerhalb der Kategorie „Finanzielle Performance“ eine Bewertung der effizienten Mittelverwendung ermöglichen. Die Kenngrößen „Brutto-Ersatzinvestitionen“ und „Brutto-Instandhaltungsinvestitionen“ setzen jährliche Kosten für IH- und EI-Maßnahmen in ein Verhältnis zu dem veranschlagten Budget. Zielgröße (Target) ist es, das Budget exakt einzuhalten. Die Kenngröße „Brutto-Erträge und -Verluste“ gibt an, ob die Betriebskosten (Opex) den Einnahmen (Income) entsprechen, oder eine Unter- bzw. Überschreitung stattfindet. Die vierte Kenngröße „Cash Compliance – Verlorene Fördermittel“ misst, inwieweit Network Rail jährlich zur Verfügung stehende Fördermittel (Funding) abrufen bzw. in die eigenen Finanzplanungen einbezieht (vgl. Tabelle 7-15)<sup>145</sup>.

---

<sup>145</sup> Network Rail, 2019: Scorecard Guidance 2019/2020, <https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2019/11/Scorecard-Guidance-2019-20.pdf> (2. April 2020).

**Tabelle 7-15: Scorecard in der Kategorie „Finanzielle Leistungsfähigkeit“ für Network Rail (eigene Darstellung nach NETWORK RAIL<sup>146</sup>)**

Kategorie	Scorecard	Beschreibung
Finanzielle Leistungsfähigkeit	Brutto-Ersatzinvestitionen	Messung, wie viel Ersatzinvestitionen kosten gegenüber dem Haushaltsplan. Zielgröße für ein Jahr ist 0 Pfund (Break-Even). Ein positiver Wert gibt an, dass eine Übererfüllung der Zielgröße erreicht wurde.
	Brutto-Erträge und -Verluste	Messung, wie gut Network Rail wirtschaftet gegenüber dem Income- und Opex-Budget wirtschaftet. Zielgröße für ein Jahr ist 0 Pfund (Break-Even). Ein positiver Wert gibt an, dass eine Übererfüllung der Zielgröße erreicht wurde. Ein negativer Wert bedeutet, dass bei einer gegebenen Output-Menge zu hohe Betriebskosten entstanden sind (mangelnde Performance).
	Brutto-Instandhaltungs-investitionen	Messung, wie viel Instandhaltungs-investitionen kosten im Vergleich zu Vergleichsgrößen. Die jährliche Zielgröße ist 0 Pfund (Break-Even). Ein positiver Wert gibt an, dass eine Übererfüllung der Zielgröße erreicht wurde.
	Cash Compliance – Verlorene Fördermittel	Messung, wie effektiv Network Rail die im jeweiligen Jahr zur Verfügung stehenden Fördermittel laut Business Plan nutzt. Im Gegenseitigen Einverständnis zwischen Network Rail und dem Department for Transport wird der Business Plan bei bestimmten Ereignissen unterjährig angepasst.

Die quantitativ angelegte Scorecard-Methodik wird durch ein eher qualitatives Monitoring der Qualität der Stakeholder-Beteiligung bzw. der Zusammenarbeit zwischen Network Rail und weiteren Unternehmen ergänzt. Network Rail muss z. B. darlegen, inwiefern Interessen der Stakeholder – etwa einzelner EVU – berücksichtigt wurden. Ein Austausch zwischen den Parteien findet im Rahmen der „Railway Boards“ auf der Ebene der Routes bzw. Advisory Boards auf der Ebene der SO statt. Die Zusammenarbeit mit weiteren Unternehmen – etwa Zulieferern – unterstützt das ORR mithilfe eines Performance Innovation Fund (PIF): Kapital in einer Größenordnung von 40 Mio. Pfund soll der Erprobung effizienzsteigernder Maßnahmen bei der Infrastrukturerhaltung und dem -betrieb dienen, die noch nicht von privaten Unternehmen am Markt angeboten werden<sup>147</sup>.

Die Ermittlung der Kosteneffizienz einzelner Routes und System Operators (so genannte „relative performance between routes“ bzw. „system operator’s performance“) sowie der finanziellen Gesamtleistungsfähigkeit von Network Rail (so genanntes „financial performance measure“) sind weitere Komponenten des Monitorings und der Berichterstattung von bzw. durch Network Rail. Die Kosteneffizienzbewertung findet im Anschluss an eine Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen zu Beginn

<sup>146</sup> Network Rail, 2019: Scorecard Guidance 2019/2020, <https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2019/11/Scorecard-Guidance-2019-20.pdf> (2. April 2020).

<sup>147</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018, S. 138.

und nach dem Ende einer CP statt. Diejenige Route, die das beste Kosten-Erlös-Verhältnis erzielt hat, dient als Vergleichsmaßstab für weitere Routes. Die verhältnismäßig einfache Methodik der Performancemessung wurde gewählt, um eine Anwendbarkeit für alle Routes zu gewährleisten<sup>148</sup>.

Neben der vergleichenden Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen leitete das ORR in der Vergangenheit Effizienzziele für Network Rail als Gesamtunternehmen, zehn Routes sowie 37 regionale Instandhaltungseinheiten bzw. „Maintenance Delivery Units“ (MDU) ab. Die Methodik basiert auf Kostendaten für IH- und EI-Aufwendungen der vergangenen fünf Jahre für Routes bzw. zwei Jahre für MDU. Zur Ermittlung einer relativen Effizienz je Route und MDU kamen die parametrischen Schätzverfahren SFA sowie Corrected Ordinary Least Squares (COLS) zum Einsatz (vgl. Kapitel 5.1.1 „Ökonometrische Ansätze“). Die als kostendeterminierend identifizierten Variablen werden im Folgenden jeweils getrennt für die Effizienzschatzung der Routes (vgl. Tabelle 7-16) sowie der MDU (vgl. Tabelle 7-17) dargestellt.

**Tabelle 7-16: Parameter für die Effizienzberechnung je Route für den BdS Network Rail (eigene Darstellung nach OFFICE OF RAIL AND ROAD<sup>149</sup>)**

Parametername	Beschreibung
TOTEX	Gesamthafte IH- und EI-Kosten je Route und Zeitdauer
TRACKKM	Länge des Streckennetzes je Route in Gleiskilometer
TRAINTRA	Verkehrsdichte, gemessen in Zugkilometer je Gleiskilometer
AVTRACK	Mittlere Anzahl an Gleisen in Gleiskilometer je Streckenkilometer

<sup>148</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018, S. 40.

<sup>149</sup> Office of Rail and Road, 2018: PR 18 Econometric top-down benchmarking of Network Rail. Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf), S. 28–30.

**Tabelle 7-17: Parameter für die Effizienzberechnung je MDU für den BdS Network Rail (eigene Darstellung nach OFFICE OF RAIL AND ROAD<sup>150</sup>)**

Parametername	Beschreibung
Maintenance Total Cost	Gesamthafte IH-Kosten je Zeitdauer und MDU
Trackkm	Länge des verwalteten Streckennetzes in Gleiskilometer je MDU
Traffic density_pax	Verkehrsdichte je MDU, gemessen in Personenzugkilometer je Gleiskilometer
Traffic density_fr	Verkehrsdichte je MDU, gemessen in Güterzugkilometer je Gleiskilometer
Wage	Durchschnittliche mittlere Trasseneinnahmen je Woche und MDU
Electrified density	Elektrifizierungsgrad des verwalteten Streckennetzes je MDU
Speed_40-75 density	Anteil des Streckennetzes mit einer zulässigen $V_{max}$ von 40-70 MPH je MDU
average tracks	Mittlere Anzahl an Gleisen in Gleiskilometer je Streckenkilometer und MDU
criticality_1 density	Anteil des Streckennetzes in der Kritikalitätsklasse 1 (Klassen 1-5; je niedriger die Klasse, desto höhere Kosten im Fall von Verfügbarkeitseinschränkungen <sup>151</sup> )

Aufgrund eines zu kleinen und unvollständigen Kostendatensatzes im Fall der Routes wurde der einfachere COLS-Ansatz der SFA zur Schätzung eines finalen Kostenmodells vorgezogen. Ein zentrales Modellergebnis war es, dass eine Erhöhung der Streckenlänge und Verkehrsdichte um 1 Prozent zu einer Erhöhung der IH- und EI-Kosten je Route um 0,95 respektive 0,8 Prozent führen. Einer Erhöhung der Verkehrsdichte wurden daher Skaleneffekte (economies of scale) zugeschrieben, während dieselbe Aussage in Bezug auf die Streckenlänge statistisch weniger belastbar erschien. Ein weiteres Modellergebnis war, dass die IH eines mehrgleisigen Streckennetzes günstiger ist als die eines eingleisigen Netzes derselben Länge. Trotz dieser und weiterer Modellaussagen wurde die Aussagekraft ermittelter Effizienzwerte je Route und auch diejenigen je MDU infrage gestellt: Aufgrund einer stark limitierten Datenverfügbarkeit und fehlender Datenkonsistenz konnten lediglich einfache COLS-Modelle geschätzt und wichtige Kostentreiber (z. B. Einfluss der Topographie, Altersstruktur und Komplexität der Infrastruktur) nicht näher untersucht werden. Eine verbesserte Datenqualität wurde daher als Grundvoraussetzung für belastbarerere Modellergebnisse gefordert<sup>152</sup>.

Angesichts der limitierten Datenqualität bei der Anwendung ökonomischer Modelle begann das ORR im Vorfeld der CP 6 damit, einen alternativen „Bottom-Up-Ansatz“ (vgl. Kapitel 5.1.2.1 „Brown-field-Modellierung“) mit dem Fokus auf MDU zu eruiieren. Die in diesen Einheiten dezentral geplanten und durchgeführten IH-Arbeiten verursachen etwa 70 Prozent der gesamten IH-Kosten je Route. Ein möglicher Bottom-Up-Ansatz sieht daher eine Ermittlung potenzieller Effizienzsteigerungen auf

<sup>150</sup> Office of Rail and Road, 2018: PR 18 Econometric top-down benchmarking of Network Rail. Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf), S. 30–31.

<sup>151</sup> Ebd., S. 8.

<sup>152</sup> Ebd., S. 60–61.

Basis der prognostizierten IH-Kosten je MDU vor. Die Basis hierfür wäre das von Network Rail entwickelte Kostenprognosetool „Activity Based Planning“ (ABP). Das Tool enthält eine Datenbank über ca. 550 planbare, standardisierte IH-Aufgaben, die jeweils einem spezifischen Arbeitsaufwand („norm times“) und spezifischen Kostenaufwand („hourly labour costs“) entsprechen. Mithilfe einer „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ berechnen MDU bereits heute den planbaren IH-Aufwand sowie damit verbundene Kosten je CP. Neben den standardisierten IH-Aufgaben enthält das Tool auch eine Kalkulationsmöglichkeit besonderer Aufwände sowie unproduktiver Zeiten („non-productive times“ bzw. „Non-time-on-tools“; NTOT). Unproduktive Zeiten werden z. B. aufgrund von An- und Abreisezeiten zur Gleisbaustelle, zeitlichen Beschränkungen des Zugangs zu den Gleisanlagen oder witterungsbedingten Einschränkungen unterstellt. Die entstehenden Kosten leiten sich aus Erfahrungswerten ab und werden den Kosten der standardisierten IH-Aufgaben hinzugefügt<sup>153</sup>.

In einem Gutachten im Auftrag des ORR<sup>154</sup> wurde ein möglicher Ansatz zur Begründung möglicher Effizienzsteigerungen auf Basis des ABP-Tools ausgearbeitet: Die Gutachter stellten für vergangene CP eine uneinheitliche Anwendung des ABP-Tool durch Routes fest. Standardkosten wurden durch die Route-Verantwortlichen entsprechend der individuell vorhandenen Erfahrungswerte angepasst. Die resultierenden Kostenabweichungen lassen sich nach der Auffassung der Gutachter nicht vollends mit Skaleneffekten („economies of scale“) – etwa aufgrund einer Variabilität der Netzlänge je Route – erklären. Vorgeschlagen wurde daher, lediglich eine bis zu 20-prozentige Abweichung oberhalb netzweiter Durchschnittskosten zu gestatten. Die hierdurch erzielbare Kostenreduktion wurden auf ca. 440 Mio. Pfund geschätzt<sup>155</sup>.

Die Ergebnisse des Gutachtens zur Berechnung von IH-/EI-Kosten durch MDU und weitere, ähnlich gelagerte Gutachtenergebnisse sowie umfangreiche, eigenständig durchgeführte Kostenprüfungen veranlassten das ORR, gegenüber Network Rail weitere Effizienzsteigerungen zu fordern<sup>156</sup>. Die „rail efficiency challenge“ basiert jedoch noch nicht auf einem detailliert hergeleiteten Brownfield-Modell (vgl. Kapitel 5.1.2.1), sondern auf einer netzweiten Schätzung: Die zu senkenden Kosten wurden nach einem Konsultationsprozess zwischen ORR und Network Rail auf 671 Mio. Pfund im Vergleich zu dem Strategischen Businessplan (SBP) von Network Rail bezogen auf die fünfjährige Zeitdauer der CP 6 beziffert. Den ermittelten Betrag begründete das ORR insbesondere damit, dass „Headwinds“ durch Network Rail überschätzt worden wären: Als Headwinds wurden unkontrollierbare externe Kosteneffekte definiert, die den pre-efficient-costs in der Regel aufgeschlagen werden.

---

<sup>153</sup> Nichols Group, 26.09.2017: PR18 SBP Planning Assurance Mandate. Final Summary Report. Reference: L2Ni007, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/25854/pr18-sbp-planning-assurance-summary-main-report.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0006/25854/pr18-sbp-planning-assurance-summary-main-report.pdf) (2. April 2020).

<sup>154</sup> Cambridge Economic Policy Associates Limited, 08.10.2018: Evidence on Top Down and Bottom-up Efficiency Adjustments for Network Rail's CP6 Maintenance and Renewals. Final Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/39394/evidence-on-efficiency-adjustments-for-network-rails-cp6-maintenance-and-renewals.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0010/39394/evidence-on-efficiency-adjustments-for-network-rails-cp6-maintenance-and-renewals.pdf).

<sup>155</sup> Ebd., S. 16.

<sup>156</sup> Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018.

Die möglichen Kostensenkungen aufgrund reduzierter Headwinds wurden sowohl bei netzweiten Systemkosten (30 Mio. Pfund) als auch im Fall von EI der Routes (250 Mio. Pfund) beziffert. Weiterhin wurden allgemeine Kostensenkungen bei netzweiten Systemkosten (56 Mio. Pfund) sowie Ersatzinvestitionen der Routes (334 Mio. Pfund) unterstellt. Network Rail sicherte dem ORR zu, die geforderten Kostensenkungen im dritten bis fünften Jahr der CP 6 umzusetzen, um die einzelnen Routes zu Beginn der Regulierungsperiode nicht finanziell zu überfordern. Da ein Großteil der Ersatzinvestitionen erst in der zweiten Hälfte der CP 6 geplant ist, wäre die Möglichkeit, Kosten reduzieren, zudem dann am ehesten gegeben<sup>157</sup>.

---

<sup>157</sup> Office of Rail and Road, October 2018: 2018 periodic review final determination. Supplementary document - Review of Network Rail's proposed costs, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/39312/pr18-final-determination-review-of-network-rails-proposed-costs.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0018/39312/pr18-final-determination-review-of-network-rails-proposed-costs.pdf) (2. April 2020).

## 8 Übertragbarkeit identifizierter Methoden für ein OGK-Modell

Ausgehend von den in Kapitel 7 recherchierten Methoden, die der Bestimmung einer initialen, erreichbaren respektive kostenoptimalen OGK dienen könnten, werden im Folgenden geeignete Komponenten für ein mögliches OGK-Modell selektiert. Abgeleitet aus den in Kapitel 4.3 beschriebenen Überlegungen zur Herangehensweise im Gutachtenauftrag liegt eine grundsätzliche Eignung vor, wenn aus der jeweiligen Methode mindestens Aussagen in Bezug auf einen der nachfolgenden Punkte abgeleitet werden können: Erforderliches Datenvolumen, Datenqualität und -verfügbarkeit, Analyse der Kostentreiber, Dimensionierung des Modells, Vorgehensweise bei der Bestimmung der IST-Kosten (erforderlich zur Bestimmung der  $OGK_{\text{initial}}$ ), Vorgehensweise bei der Bestimmung optimaler Kostenansätze (erforderlich zur Bestimmung der  $OGK_{\text{erreichbar}}$  respektive  $OGK_{\text{kostenoptimal}}$ ) und Abbildung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Letzteres ist erforderlich, um das Zustandekommen von IST-Kosten nachzuvollziehen sowie erreichbare und kostenoptimale Prozesse zu bestimmen und der beantragten OGK gegenüber zu stellen.

Die Gutachter bewerten aufgrund der strukturellen Besonderheiten des Eisenbahnsektors nur einen Teil der vorhandenen Methoden als geeignet für ein OGK-Modell. Die Beurteilung erfolgt jeweils für ökonomische Ansätze (vgl. Kapitel 8.1), ingenieurwissenschaftliche Ansätze (vgl. Kapitel 8.2) sowie heuristische Ansätze (vgl. Kapitel 8.3).

### 8.1 Beurteilung ökonomischer Ansätze

Die in der regulatorischen Praxis verwendeten ökonomischen Ansätze (vgl. Kapitel 7.1.3) dienen der Ermittlung eines vergleichsweise effizienten Netzbetreibers durch die Gegenüberstellung betreiberspezifischer Kosten und bestimmter Outputs unter der Berücksichtigung der jeweiligen Netzspezifika. Die relative Effizienz weiterer Unternehmen drückt sich durch den Abstand zu dem als vergleichsweise effizient geltenden Netzbetreiber aus. Einem weniger effizienten Netzbetreiber kann eine Annäherung an diese Effizienzkostengrenze durch die Senkung von Kosten auferlegt werden.

Da der Gutachtenauftrag auf eine Modellentwicklung mittels ingenieurwissenschaftlicher und heuristischer Ansätze fokussiert, werden ökonomische Ansätze lediglich in Bezug auf die Beschaffung und Aufbereitung der erforderlichen Kostendaten beurteilt: Das Vorgehen zur Ermittlung und Plausibilisierung von IST-Kosten in ökonomischen Modellen ist auch für ein OGK-Modell geeignet. Dies betrifft im Einzelnen die standardisierte Erhebung von IST-Kosten mittels Erhebungsbögen und Zugriff auf die interne Buchführung eines Netzbetreibers, die Beurteilung der Beeinflussbarkeit von Kosten im Rahmen von Kostentreiberanalysen sowie die Vergleichbarkeitsrechnung bestimmter Kosten (insbesondere Kapital- und Abschreibungskosten). Die genannten Methoden sind deckungsgleich mit den heuristischen Methoden der Kostenprüfung und werden daher in Kapitel 8.3 beurteilt.

## 8.2 Beurteilung ingenieurwissenschaftlicher Ansätze

Mithilfe von ingenieurwissenschaftlichen Modellen können Gesamtkosten des Infrastrukturerhalts und des -betriebs ermittelt werden, indem die relevanten Infrastrukturen sowie Prozesse modelliert und entsprechende Mengen und Preise im Modell hinterlegt werden. Für das OGK-Modell ist es erforderlich, IST-Kosten, erreichbare Kosten und einen optimalen Kostenansatz abzubilden. IST-Kosten werden durch den BdS geliefert, während erreichbare und optimale Kosten über eine entsprechende Modellierung abgeleitet werden sollten. Die Prognose von Kosten und eine Abschätzung kostenoptimaler Strategien wird im Ingenieurwesen insbesondere mittels Infrastrukturmodellen (Greenfield- bzw. Brownfield-Modellierung) sowie Prognose-, Risikomanagement- und Simulationsansätzen vorgenommen. Die Beurteilung der Übertragbarkeit dieser Modellansätze und Methoden für ein OGK-Modell ist Bestandteil nachfolgender Ausführungen.

### 8.2.1 Greenfield-Modellierung

Eine Greenfield-Modellierung wurde in der Vergangenheit u. a. zur Ermittlung der Kosten von Stromübertragungs- (vgl. Kapitel 7.1.3), Teilnehmeranschluss- (vgl. Kapitel 7.2.2) sowie Mobilfunknetzen (vgl. Kapitel 7.2.3) vorgenommen. Durch eine Simulation eines mengenoptimierten Netzes, das aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen auf einzelne Standorte verzichtet, wurden reduzierte Kosten ermittelt. Kennzeichnend für die per Greenfield-Modellierung untersuchten Netze ist ein verhältnismäßig geringer Infrastrukturaufwand. Beispielsweise wird im Fall des Mobilfunknetzes aufgrund des funkbasierten Übertragungsprinzips mit einer geringen Anzahl an Basisstationen eine beinahe flächendeckende Versorgung sichergestellt. Ein weiteres Merkmal ist eine verhältnismäßig geringe Anzahl unterschiedlicher Infrastrukturelementtypen, z. B. im Fall des Stromübertragungsnetzes, das im Wesentlichen Freileitungen, Erdkabel sowie Umspannstationen umfasst.

Zwar hat sich ein solcher Modellansatz zur Feststellung eines Kostensenkungspotenzials in den genannten Netzen bewährt, scheidet aus Gutachtersicht hingegen im Eisenbahnsektor aus. In den per Greenfield-Ansatz modellierten Netzen ist eine Veränderung des Netzzumfangs vergleichsweise gut möglich, beispielsweise im Mobilfunknetz: Zur Erreichung einer Mindestnetzabdeckung besteht die Option, die Anzahl der Basisstationen und der angebotenen Frequenzen entlang eines gegebenen Qualitätsniveaus soweit möglich zu reduzieren. Betriebswirtschaftlich optimale Anpassungen bestehender Eisenbahnnetze sind aus verschiedenen Gründen nicht möglich: Wegen der per Grundgesetz definierten Daseinsfürsorgepflicht der Eisenbahn und aus Gründen der räumlichen Kohäsion sind Stilllegungen nur in sehr geringem Ausmaß umsetzbar. Auch sind dem Neubau von Eisenbahninfrastruktur, z. B. zur Erzielung höherer Durchsätze oder geringerer Fahrzeiten, weitaus engere Grenzen gesetzt, als im Fall des vorwiegend funkbasierten Mobilfunk- oder kabelgebundenen Stromübertragungsnetzes. Hintergrund ist, dass der Eisenbahnbau aufgrund einer möglichst steigungs- und kurvenarmen Trassierung in der Regel mit einem wesentlich höheren Flächenverbrauch im Vergleich zu Funk- und Kabelnetzen einhergeht. Besonders kostspielig sind Brücken- und

Tunnelbauwerke. Neubauvorhaben erfordern zudem einen umfangreicheren Schutz der Bevölkerung, z. B. vor Schallemissionen und Trennwirkungen, sodass eine kostenoptimale Trassenführung oft ausscheidet. Ein OGK-Modell sollte daher auf einer bestehenden Eisenbahnnetzinfrastruktur aufbauen (Brownfield-Ansatz).

### **8.2.2 Brownfield-Modellierung**

Zur Abbildung kostenrelevanter Infrastrukturmerkmale bewährten sich in der Praxis neben Greenfield- auch Brownfield-Ansätze, etwa im Fernstraßen- (vgl. Kapitel 7.4) und Eisenbahninfrastruktursektor (vgl. Kapitel 7.6). Kennzeichnend für Modelle in diesen Sektoren ist eine umfangreiche Herleitung des realen Anlagenbestandes je Betreiber und die Prognose hiermit verbundener Kosten, ohne dass auf makroskopischer Ebene effizienzsteigernde Rückbau- oder Netzoptimierungsmaßnahmen unterstellt werden. Kostensenkungspotenziale werden dagegen weitestgehend auf der Basis geeigneter Optimierungsstrategien der Prozesse „Erhaltung“, „Erneuerung“ und „Betrieb“ des Anlagenbestandes hergeleitet.

Für das OGK-Modell ist es erforderlich, erreichbare und optimale Kosten über eine entsprechende Modellierung abzuleiten. Ein Brownfield-Ansatz stellt eine wesentliche Voraussetzung dar, um diese Zielsetzung zu erfüllen, da die wesentliche Bestandsinfrastruktur eines BdS abgebildet werden kann. Eine strukturierte Erfassung des Anlagenbestandes lieferte in der Vergangenheit den wesentlichen Input für Modelle zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe u. a. im Energie-, Fernstraßen- und Eisenbahninfrastruktursektor. Das dort praktizierte Vorgehen, welches auf bereitgestellten Daten durch das betroffene Unternehmen sowie ergänzende Erhebungen durch Gutachter und Behörden aufbaut, ist auf das OGK-Modell übertragbar.

### **8.2.3 Prognose- und Risikomanagementansätze**

Prognose- und Risikomanagementansätze des Ingenieurwesens ermöglichen belastbare Vorhersagen über zukünftige Entwicklungen des Infrastrukturbestandes und deren kostenmäßige Bewertung, z. B. im Fernstraßen- (vgl. Kapitel 7.4) und Eisenbahninfrastruktursektor (vgl. Kapitel 7.6). Der Fokus dieser methodischen Ansätze liegt darauf, das Alterungs- und Ausfallverhalten einzelner Infrastrukturelemente anhand numerischer Funktionen zu prognostizieren, wobei sich unterschiedliche Funktionsverläufe in Abhängigkeit unterstellter Maßnahmen ergeben. Maßnahmen umfassen im Allgemeinen Tätigkeiten der Instandhaltung und Erneuerung von Infrastrukturelementen. Insofern bilden Funktionsverläufe unterschiedliche Möglichkeiten der Infrastrukturbewirtschaftung und deren Folgewirkungen in Bezug auf das Alterungs- und Ausfallverhalten von Infrastrukturelementen ab.

Für das OGK-Modell ist es erforderlich, erreichbare und optimale Kosten über eine entsprechende Modellierung abzuleiten. Eine möglichst detaillierte Prognose des Erhaltungs- und Erneuerungsaufwands (Instandhaltung sowie Ersatzinvestitionen) einer gegebenen Infrastruktur ist essenziell für

das OGK-Modell, insbesondere dann, wenn eine Kostenreduktion durch ein verbessertes Instandhaltungs- und Erneuerungsmanagement modelltechnisch abgebildet werden soll. Weiterhin ist die Verwendung von Prognoseansätzen für Prozesse der Betriebsführung eines BdS empfehlenswert. Ein solcher Ansatz wurde bislang jedoch noch nicht entwickelt und in der Praxis angewandt.

### 8.2.4 Simulationsansatz

Ein Simulationsansatz basiert in der Regel auf weiterentwickelten Prognose- oder Risikomanagementansätzen, mit dem Ziel, Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen, in der Zukunft angenommenen Ereignissen nicht nur analytisch, sondern probabilistisch zu beschreiben. Durch den Vergleich unterschiedlicher, per Simulation erstellter Szenarien können bestimmte unternehmerische Strategien abgeleitet bzw. begründet werden. Die Verwendung von Simulationsansätzen des Ingenieurwesens erfordert neben Prognose- und Risikomanagementansätzen ein Infrastrukturmodell, wobei in der Praxis sowohl Greenfield- (vgl. z. B. Kapitel 7.2.2 „**Modellierung eines kosteneffizienten Anschlussnetzes**“) als auch Brownfield-Ansätze (vgl. z. B. Kapitel 7.6.4 „Modellierung der Infrastruktur-Lebenszykluskosten durch die ÖBB AG“) festzustellen sind.

Für das OGK-Modell ist es erforderlich, erreichbare und optimale Kosten über eine entsprechende Modellierung abzuleiten. Die Verwendung eines Simulationsansatzes eignet sich in Bezug auf ein OGK-Modell insbesondere dann, wenn erreichbare und optimale Kosten über mittel- bis langfristige Zeiträume (ca. 5-40 Jahre) prognostiziert werden. Aufgrund der Langlebigkeit von Eisenbahninfrastrukturelementen wirken sich grundlegende Änderungen bei Instandhaltungs-, Erneuerungs- und Betriebsführungsstrategien häufig erst ab diesen Zeiträumen netzweit aus (vgl. Kapitel 7.6.4 „Modellierung der Infrastruktur-Lebenszykluskosten durch die ÖBB AG“). Steht in einem OGK-Modell hingegen die Prognose kurzfristiger Kosten im Vordergrund, reichen Prognose- und Risikomanagementansätze in der Regel aus.

## 8.3 Beurteilung heuristischer Methoden der Kostenprüfung

Mithilfe von heuristischen Methoden werden dargelegte Kosten auf der Ebene eines Gesamtunternehmens oder einzelner Produktionsprozesse ermittelt, plausibilisiert und gegebenenfalls korrigiert. Für das OGK-Modell ist es erforderlich, IST-Kosten, erreichbare Kosten und einen optimalen Kostenansatz abzubilden. IST-Kosten werden durch einen BdS geliefert, während erreichbare und optimale Kosten über eine entsprechende Modellierung abgeleitet werden sollten.

Die im vorigen Kapitel beurteilten ingenieurwissenschaftlichen Ansätze erfordern neben Infrastruktur- und Mengendaten auch Kostendaten. Diese sollten mithilfe von heuristischen Ansätzen ermittelt, geprüft und gegebenenfalls im Sinne der Regulierungsbehörde korrigiert werden. Die Beurteilung der

Übertragbarkeit der heuristischen Ansätze zur Ermittlung von Kosten (IST-Kosten-Ansatz, Kostentreiberansatz, Vergleichsmarktansatz und Prozesskostenansatz) für ein OGK-Modell ist Bestandteil nachfolgender Ausführungen.

### **8.3.1 IST-Kosten-Ansatz**

Der IST-Kosten-Ansatz dient der Überprüfung dargelegter Kosten eines Unternehmens. Geprüft wird, ob Kosten in nachvollziehbarer Weise verrechnet und einzelnen Produkten oder Leistungen zugeordnet wurden. Ein solcher Prüfansatz wurde u. a. im Fall der Prüfung von Kosten einzelner Energienetzbetreiber (vgl. Kapitel 7.1.2 „**Kostenprüfung von Energienetzbetreibern**“) oder von Kosten der Deutschen Post AG (vgl. Kapitel 7.3.2 „Ermittlung von Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung“) angewendet.

Für das OGK-Modell ist es u. a. erforderlich, IST-Kosten abzubilden. Der IST-Kosten-Ansatz stellt hierfür eine geeignete Methode dar, sofern der bisher im AGK-/OGK-Verfahren übliche Detailgrad der Kostenprüfungen, etwa auf Basis der Regulatorischen Sonderrechnung für die DB Netz AG (vgl. Kapitel 3.3), erhöht wird. Beispielsweise wäre eine differenzierte Ermittlung und Prüfung von Kosten je Kostenblock nach Netzebenen (z. B. nach Eisenbahnregionalbereichen, Strecken oder Streckenabschnitten), Infrastrukturelementen (z. B. nach Gewerken oder Objektgruppen) und standardisierten Prozessen (z. B. nach IH-Maßnahmen, Betriebsführungsprozessen) anzustreben. Weiterhin wäre z. B. eine klare Abgrenzung der Kostenblöcke „Betriebsführung“ und „Verwaltung/Vertrieb“ notwendig, um die Kostenentstehung von Gemeinkosten besser evaluieren zu können. Die genannten Schritte würden es ermöglichen, die nachfolgend beurteilten, weiterreichenden heuristischen Ansätze anzuwenden.

### **8.3.2 Kostentreiberansatz**

Die Ermittlung und Überprüfung von Kostentreibern im Rahmen des Kostentreiberansatzes ermöglicht es, die von einem Unternehmen für Kostensteigerungen verantwortlich gemachten Faktoren zu plausibilisieren. Ein solches Vorgehen diene z. B. der Herleitung der LKW-Maut, indem einzelne Kostentreiber für die Errichtung und Erhaltung der Straßeninfrastruktur identifiziert wurden (vgl. Kapitel 7.4.2). Auch in weiteren Sektoren wurden Kostentreiber identifiziert – etwa im Fall der Prüfung von Kosten einzelner Energienetzbetreiber (vgl. Kapitel 7.1.2), von Kosten der Deutschen Post AG (vgl. Kapitel 7.3.2) oder IH-/EI-Kosten der ÖBB Infrastruktur AG (vgl. Kapitel 7.6.4) – und anschließend auf deren Beeinflussbarkeit durch das Unternehmen geprüft. Hierauf aufbauend war eine weitergehende Beurteilung der Kostentreiber in Bezug auf Einsparungspotenziale möglich.

Für das OGK-Modell ist es u. a. erforderlich, erreichbare und optimale Kosten eines BdS über eine entsprechende Modellierung abzuleiten. Die Verwendung des Kostentreiberansatzes ist ein geeigneter Schritt, um die in einem OGK-Modell zu berücksichtigenden Kostentreiber zu identifizieren und

anschließend in geeigneter Weise zu parametrisieren. Eine Überprüfung wesentlicher Kostentreiber ist insbesondere in dem Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ zu empfehlen, da nicht zuletzt aufgrund der Erfahrungen der ÖBB Infrastruktur AG davon auszugehen ist, dass hier eine erhebliche Beeinflussbarkeit durch einen BdS besteht und ein optimales Handeln durch ingenieurwissenschaftliche Modellierungsansätze (Brownfield, Prognose- und Risikomanagementansätze, ggf. Simulationsansatz) nachprüfbar gemacht werden kann. Die Prozesse im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ sollten umfangreich modelliert und eine Herleitung der Betriebskosten vorgenommen werden. Eine Verwendung pauschaler Zuschlagsfaktoren, wie sie beispielsweise im Telekommunikationssektor zur Bestimmung von Betriebskosten erfolgt (vgl. Kapitel 7.2.2), ist aus Sicht der Gutachter für ein OGK-Modell kein adäquates Vorgehen.

### 8.3.3 Vergleichsmarktansatz

Der Vergleichsmarktansatz dient der Erhebung einzelner Kosten- und Leistungskenngrößen (auch Key Performance Indikatoren) in vergleichbaren Branchen oder Märkten und der Gegenüberstellung mit der jeweils betrachteten Branche oder dem betrachteten Markt. Ziel der vergleichenden Betrachtung ist es, die Höhe dargelegter Kosten zu beurteilen und ggf. Kostenkorrekturen vorzunehmen: Im Fall der Prüfung von Kosten der Deutschen Post AG (vgl. Kapitel 7.3.2) wurde beispielsweise eine Vergleichsmarktbeurteilung vorgenommen, um einen angemessenen Gewinnzuschlag der Deutschen Post AG zu ermitteln. Zur Herleitung von Kapitalkosten der Fernstraßeninfrastruktur (vgl. Kapitel 7.4.2) wurde ein „Zinssatz aus den Kuponzahlungen ausstehender Bundeswertpapiere“ als valide Vergleichsgröße herangezogen. Ein weiteres Beispiel liefert die Überkompensationskontrolle im ÖPNV-Sektor, die auf die Erhebung von Umsatzrenditen für vergleichbare Leistungen abzielt (vgl. Kapitel 7.5.2).

Für das OGK-Modell ist es u. a. erforderlich, erreichbare und optimale Kosten eines BdS zu modellieren. Die Heranziehung bestimmter Kosten- und Leistungskenngrößen aus anderen Branchen oder Märkten eignet sich aus Sicht der Gutachter hierfür nur sehr eingeschränkt. Dieses Vorgehen würde eine strukturelle Vergleichbarkeit des Eisenbahninfrastruktursektors mit anderen Branchen oder Märkten voraussetzen. Eine Vergleichbarkeit wird beispielsweise erschwert, sofern Technologien eines BdS lediglich im Eisenbahnwesen, nicht jedoch in weiteren Branchen Anwendung finden. Der Markt für einzelne Eisenbahninfrastrukturelemente, z. B. Schwellen, Schienen oder Stellwerksbauteile, zeichnet sich insofern durch einen einzigen großen Nachfrager, die DB Netz AG, sowie zumeist wenige Anbieter aus. Im Bereich der bahnspezifischen Leit- und Sicherungstechnik existieren z. B. mit Siemens, Thales und Scheidt & Bachmann nur wenige Anbieter, sodass von einem beschränkten Nachfragemonopol auszugehen ist. Selbst die Herstellung der in großem Umfang benötigten Schienen wurde in der Vergangenheit von zwei Großunternehmen, Thyssen-Krupp und Voestalpine,

dominiert<sup>158</sup>. Im Tätigkeitsfeld der Bauausführung und -instandhaltung, z. B. im Bereich Materiallogistik, Brückeninstandhaltung und weiteren, auch in anderen Sektoren üblichen Tätigkeiten, ist zwar eine etwas größere Anzahl konkurrierender Unternehmen vorzufinden, jedoch zeichnet sich auch hier eine Wettbewerbsverzerrung zugunsten weniger Großunternehmen ab. Insgesamt scheint der Vergleichsmarkansatz daher aus Sicht der Gutachter nur sehr eingeschränkt geeignet zu sein, wobei eine Anwendung im Kostenblock „Verwaltung und Vertrieb“ für ein OGK-Modell möglich wäre.

### 8.3.4 Prozesskostenansatz

Mithilfe des Prozesskostenansatzes eröffnet sich für eine Regulierungsbehörde die Möglichkeit, unternehmensinterne Strategien und betriebliche Prozesse in Bezug auf die Kostenentstehung nachzuvollziehen und ggf. Potenziale für Effizienzsteigerungen abzuleiten. Dieser Ansatz wurde insbesondere im Fall der Prüfung von Kosten der Deutschen Post AG (vgl. Kapitel 7.3.2) aufgegriffen. Doch auch in weiteren untersuchten Sektoren wurden Prozesse systematisch analysiert und prozessbedingte Kosten erhoben, z. B. zur Ermittlung von Kosten im Taxigewerbe (vgl. Kapitel 7.5.3) oder zur Herleitung alternativer Arbeitszyklen der Instandhaltung und Erneuerung durch die ÖBB Infrastruktur AG (vgl. Kapitel 7.6.4).

Für das OGK-Modell ist es u. a. erforderlich, erreichbare und optimale Kosten eines BdS zu modellieren. Der Prozesskostenansatz ist insbesondere dafür geeignet, Teilprozesse im Kostenblock „Betriebsführung“ zu plausibilisieren und in Bezug auf ihr Potenzial zur Kostensenkung zu bewerten. Bislang basieren Mengen- und Kostendaten für einzelne Prozesse im Eisenbahnwesen vor allem auf Expertenschätzungen, sodass deren Validität gesteigert werden könnte. Per „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ wäre es schließlich ähnlich zu dem Prozesskostenansatz im Postsektor möglich, ausgewählten Ist-Prozessen berechnete SOLL-Werte, z. B. SOLL-Betriebsleistungen oder SOLL-Personalmengen, entgegenzusetzen und somit auf erreichbare bzw. optimale Kosten zu schließen.

---

<sup>158</sup> Bündler, H.: Millionenschäden durch ein Schienenkartell, Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ), 30.06.2011.

## 9 Vorschlag für eine Modellumsetzung

Aus den in Kapitel 8 für ein OGK-Modell als geeignet beurteilten ingenieurwissenschaftlichen sowie heuristischen Ansätzen leitet sich noch kein gesamthaftes Modell ab. Daher wird vorgeschlagen, die geeigneten Ansätze zu einem Modell zu kombinieren, um somit IST-Kosten, erreichbare Kosten und einen optimalen Kostenansatz abzubilden.

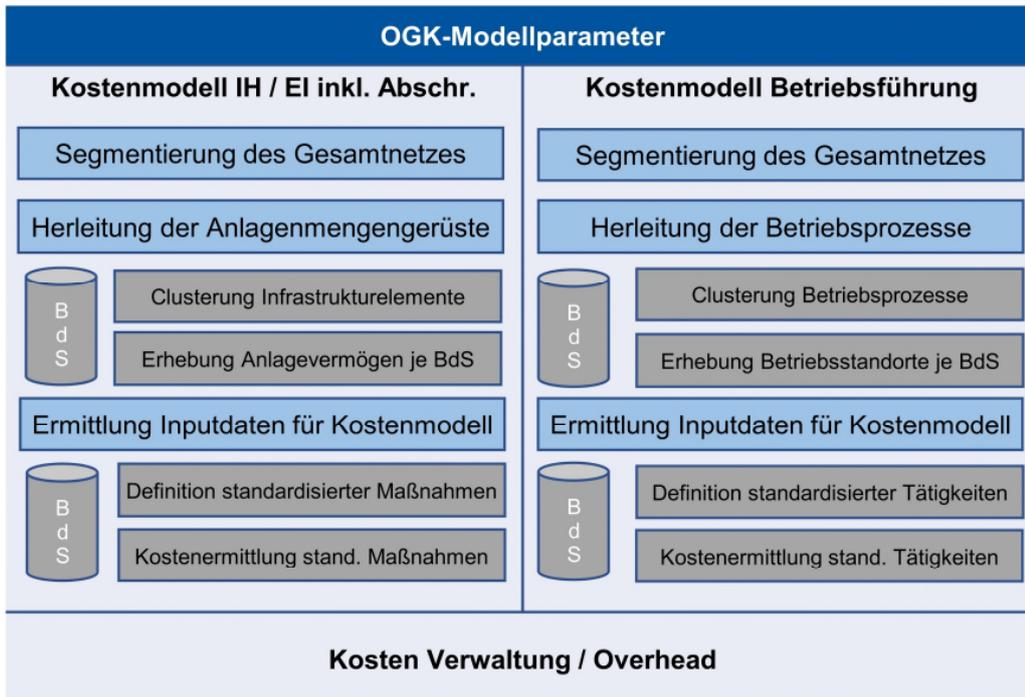
Aus der Ingenieurwissenschaft werden die Ansätze „Brownfield-Modellierung“, „Prognose- und Risikomanagementansatz“ sowie „Simulationsansatz“ herangezogen. Die Ansätze dienen der Abbildung eines realen Anlagenbestands je BdS (Brownfield-Modellierung), der Prognose des Alterungs- und Ausfallverhaltens von Infrastrukturelementen und der erforderlichen Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen (jeweils Prognose- und Risikomanagementansätze) sowie der Simulation mittel- bis langfristiger Auswirkungen durch die Änderung von Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategien je BdS (Simulationsansatz).

Aus der Heuristik werden die Ansätze „IST-Kosten-Ansatz“, „Kostentreiberansatz“ und „Prozesskostenansatz“ entlehnt. Die Ansätze dienen der Ermittlung und Überprüfung von IST-Kosten (IST-Kosten-Ansatz), der Ermittlung zentraler Kostentreiber und der Beurteilung von deren Beeinflussbarkeit (Kostentreiberansatz) sowie der Ermittlung von Kostensenkungspotenzialen bei Betriebsführungskosten auf der Basis von IST- und SOLL-Mengen bzw. -Leistungen (Prozesskostenansatz). Zur gesonderten Überprüfung von Verwaltungs- und Vertriebskosten könnte sich ergänzend ein Vergleichsmarktansatz eignen.

### 9.1 Grundlegender Modellaufbau

Wesentliches Prinzip der vorgeschlagenen Modellierung ist die „Menge-mal-Preis-Kalkulation“. In Abhängigkeit der zu berechnenden OGK werden bei Mengen respektive Preisen unterschiedliche Werte angesetzt. Die entsprechenden Werte sind mithilfe einer Modellanwendung zu ermitteln.

Den Input für die Modellanwendung bildet der reale Anlagenbestand eines BdS, gegliedert nach Netzebenen, Infrastrukturelementen und Betriebsstandorten sowie einer entsprechenden Verkehrsmenge bzw. -belastung (vgl. Kapitel 9.2). Einen weiteren Input stellen die durch Kostenprüfung ermittelten, in Bezug auf Kostentreiber plausibilisierten sowie nach Prozessen aufgeschlüsselten IST-Kosten eines BdS dar, die gleichzeitig die initiale OGK abbilden (vgl. Kapitel 9.3). Die erhobenen und aufbereiteten Kostendaten sind anschließend zu parametrisieren, um in den Algorithmus der Modellanwendung einzugehen (vgl. Kapitel 9.4). Eine Übersicht des für die Modellanwendung notwendigen Inputs enthält Abbildung 9-1.



**Abbildung 9-1: OGK-Modellparameter für die Kostenblöcke IH/EI und Betriebsführung (Eigene Darstellung)**

Die Modellanwendung soll auf erreichbare bzw. optimale Kosten für standardisierte IH-/EI-Maßnahmen sowie Betriebsführungs- und Verwaltungs- bzw. Vertriebsprozesse abzielen.

Im Fall der IH-/EI-Maßnahmen wird empfohlen, eine erreichbare Kostensenkung insbesondere durch eine optimierte Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen zu postulieren. Zur Modellierung optimaler IH-/EI-Kosten wird eine Abwägung zwischen unterschiedlichen, mittel- bis langfristig kostenwirksamen IH-/EI-Strategien über den gesamten Lebenszyklus des Infrastrukturbestandes empfohlen (vgl. Kapitel 9.5.1). Im Fall der Betriebsführungsprozesse könnten erreichbare Kostensenkungen mit einer innerbetrieblichen Erhöhung der Arbeitsproduktivität innerhalb der Prozesse „Fahrplanerstellung“ und „Disposition“ begründet werden. Zur Modellierung optimaler Betriebsführungskosten wird ergänzend empfohlen, eine mittel- bis langfristig kostenwirksame Zentralisierung der Fahrdienstleistung je BdS zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 9.5.2). Um erreichbare und optimale Kosten im Kostenblock „Verwaltung und Vertrieb“ zu bestimmen, könnte ein Vergleich mit standardisierten Kosten aus wettbewerblichen Märkten vorgenommen werden (vgl. Kapitel 9.5.3).

Das Modell soll einerseits für die DB Netz AG als größten BdS in Deutschland und andererseits für BdS, deren Netzausdehnung nur einem Bruchteil des Netzes der DB Netz AG entspricht, eingesetzt werden. Daher wird in Bezug auf die im Modell hinterlegten Optimierungsprozesse eine Skalierbarkeit in Abhängigkeit bestimmter Eigenschaften eines BdS empfohlen (vgl. Kapitel 9.6).

## 9.2 Erhebung des realen Anlagenbestandes eines BdS

Bei der Betrachtung unterschiedlicher Netzinfrastrukturen (vgl. Kapitel 7) wird ersichtlich, dass die Ermittlung von Kosten in allen betrachteten Netzen eine möglichst umfassende Kenntnis der kostenverursachenden Infrastrukturelemente („Anlagenbestand“) voraussetzt. Ohne eine Erfassung der wesentlichen Infrastrukturelemente ist eine Prüfung aktueller und zukünftiger Instandhaltungs- bzw. Investitions-, Abschreibungs- oder Betriebsführungskosten je BdS kaum möglich. Daher sollten die Infrastrukturelemente eines BdS und deren kostenrelevanten Eigenschaften den Input eines OGK-Modells darstellen. Hierbei ist eine Unterscheidung in die Bereiche Gleisinfrastruktur sowie Standorte der Betriebsführung erstrebenswert. Nachfolgende Betrachtungen erfolgen überwiegend am Beispiel der DB Netz AG.

### 9.2.1 Abbildung der Gleisinfrastruktur

Im Bereich der Gleisinfrastruktur bietet sich eine Erfassung in Anlehnung an das Anlagenkataster der DB Netz AG an. Dieses sieht eine Untergliederung in Gewerke, Objektgruppen und technische Plätze (TP) vor. Ein TP kann dabei einem Gleisabschnitt bestimmter Länge, einer Weiche, Brücke oder Ähnlichem entsprechen. Eine Übersicht der auch im 3-i Modell und UWZ-Modell hinterlegten Elemente enthält Tabelle 9-1. Die Untergliederung kann prinzipiell auf sämtliche BdS angewendet werden.

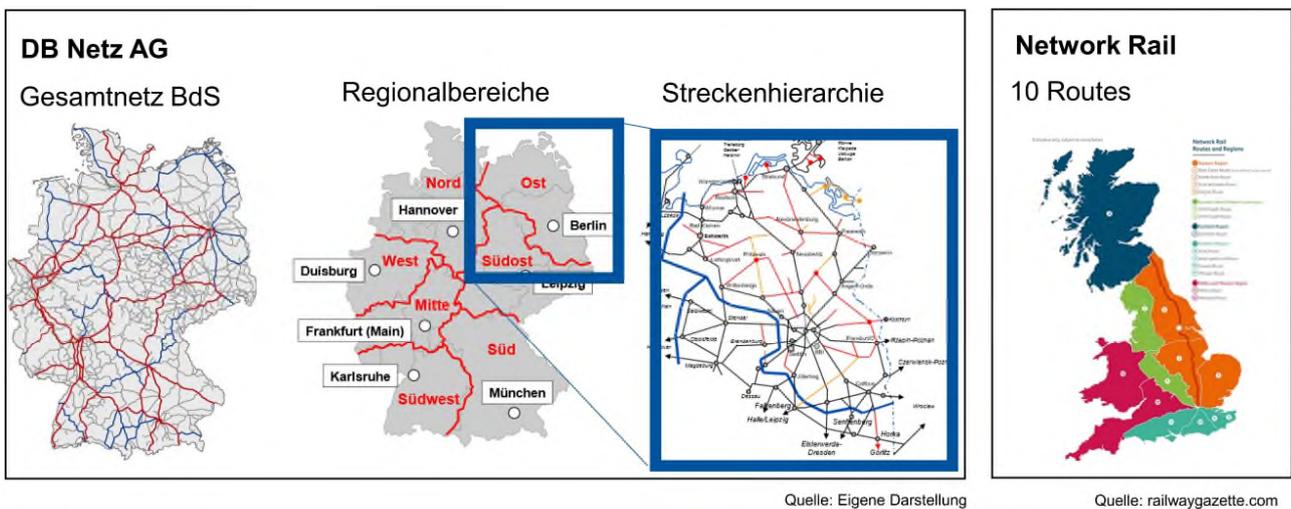
**Tabelle 9-1: Gliederung des Anlagenbestandes in Gewerke und Objektgruppen (eigene Darstellung)**

Gewerk	Objektgruppe
Oberbau (OB)	Gleise (GL)
	Weichen und Kreuzungen (WK)
Leit- und Sicherungstechnik (LST)	Bahnübergänge (BU)
	Signaltechnische Anlagen (LS)
	Telekommunikationsanlagen (TK)
Konstruktiver Ingenieurbau (KIB)	Brücken (BR)
	Durchlässe (DL)
	Tunnel in offener Bauweise (TO) und Untertagebauweise (TU)

Für ein OGK-Modell erscheint eine netzweite Betrachtung von TP auf der Basis von 100-Meter-Abschnitten, wie sie beispielsweise im UWZ-Modell (vgl. Kapitel 7.6.3) praktiziert wird, zu feingranular: Sie birgt das Risiko einer Scheingenauigkeit, da zu befürchten ist, dass Kosten häufig nicht oder nur fehlerhaft einzelnen technischen Plätzen zugeordnet werden können. Stattdessen besteht die Möglichkeit, eine räumliche Aggregation von TP über Strecken oder Streckenabschnitte vorzu-

nehmen. Unterstellt wird dabei, dass verwendete Bauformen, das Alter, der Zustand und die verkehrliche Belastung einzelner Objektgruppen entlang einer Strecke oder eines Streckenabschnitts annähernd homogen sind. Infolgedessen kann unterstellt werden, dass für diese Anlagen dieselben Verschleißursachen gelten. Vereinfachend kann daher objektgruppenspezifisch jeweils dieselbe IH- und EI-Strategie postuliert werden.

Das Schienennetz der DB Netz AG sollte aufgrund der Größe in kleinere Netzsegmente unterteilt werden. Hierzu könnte auf die existierenden sieben Regionalbereiche (Nord, Ost, West, Mitte, Süd, Südwest und Südost) zurückgegriffen werden. Die Berücksichtigung von Regionalbereichen würde dem Umstand Rechnung tragen, dass IH- und EI-Strategien zwischen Regionalbereichen teilweise voneinander abweichen. Diese Beobachtung trifft auch auf den britischen BdS Network Rail zu, so dass sich das ORR veranlasst sah, ein Kosten-Monitoring jeweils getrennt für zehn existierende Routes durchzuführen (vgl. Kapitel 7.6.5). Eine weitere Möglichkeit der Segmentierung bietet die streckenspezifische Betrachtung. Regionalbereiche nehmen eine Hierarchisierung verwalteter Strecken entsprechend der verkehrlichen Bedeutung vor, auf die im Fall des OGK-Modells zurückgegriffen werden könnte. Zusammenfassend könnte eine Segmentierung des Gesamtnetzes in Regionalbereiche vorgenommen werden, die wiederum in Streckenhierarchien aufgegliedert werden (vgl. Abbildung 9-2). Für kleinere BdS würde eine Gliederung in Streckenhierarchien genügen.

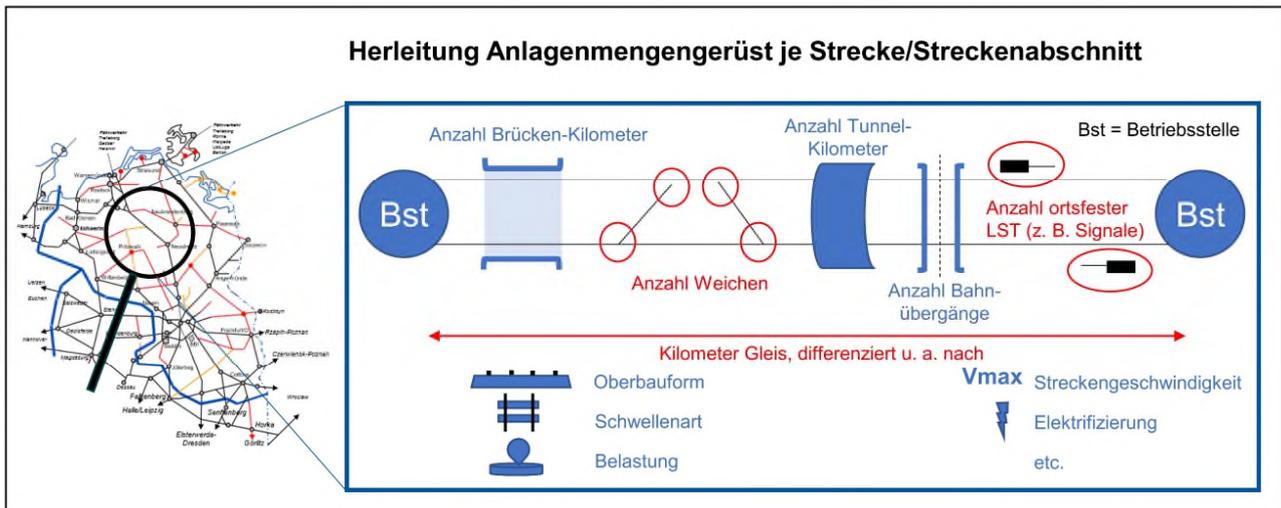


**Abbildung 9-2: Segmentierung der Gleisinfrastruktur am Beispiel DB Netz AG/Network Rail (eigene Darstellung)**

Ausgehend von einer Segmentierung des Gesamtnetzes in annähernd homogene Strecken und -abschnitte wäre eine Infrastrukturdatenerfassung vorzunehmen. Eine Strecke kann in der Regel durch Betriebsstellen (Bst) abgegrenzt werden, sodann wäre das streckenspezifische Anlagenmen- gengerüst nach Gewerken, Objektgruppen und Anzahl technischer Plätze zu untergliedern. Die Gleislänge einer Strecke wäre beispielsweise nach den im Eisenbahnwesen als kostenrelevant gel- tenden Kriterien Oberbauform, Schwellenart, tägliche Belastung (Bruttotonnage), Streckenge- schwindigkeit, Elektrifizierung und ggf. weiteren Merkmalen zu erfassen. Eine weniger feingliedrige

## 9 Vorschlag für eine Modellumsetzung

Erfassung ist im Fall von Brücken und Tunneln zu empfehlen, z. B. eine Summation von Brücken- bzw. Tunnelkilometern. Im Fall von Weichen und ortsfester Leit- und Sicherungstechnik (v. a. Signale) ist eine Zählung der Elemente naheliegend, gleiches gilt für Bahnübergänge. Eine Übersicht einer möglichen Herleitung des Anlagenbestandes je Strecke bietet Abbildung 9-3.



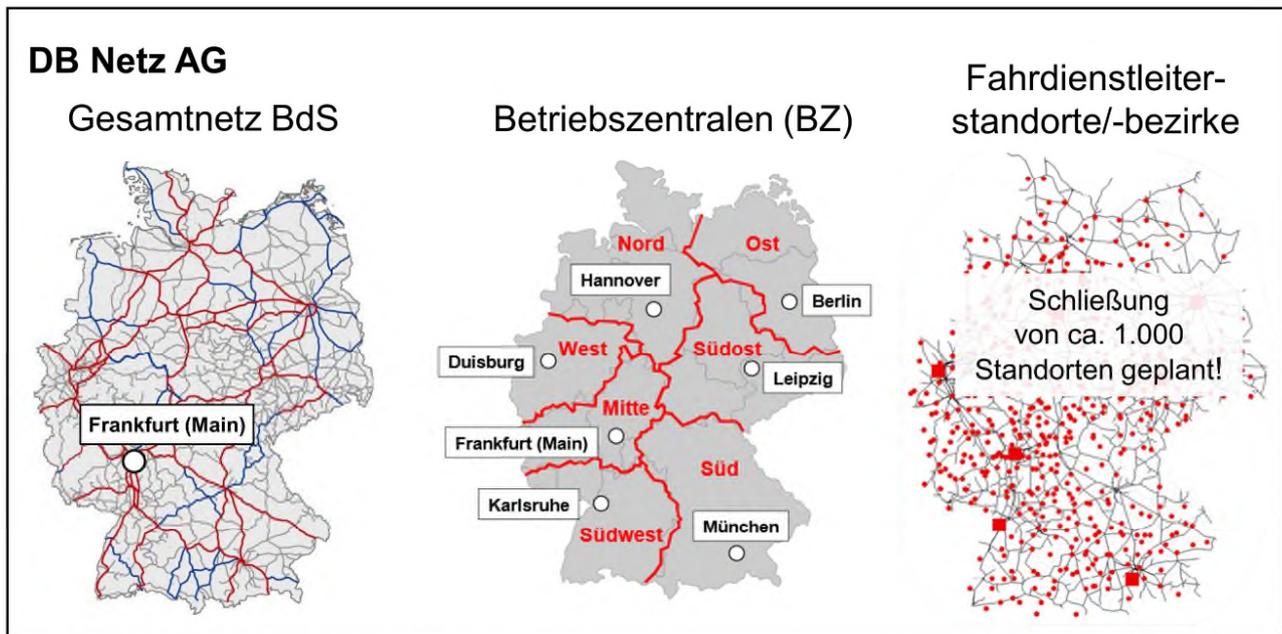
**Abbildung 9-3: Mögliche Herleitung eines Anlagenbestandes für Strecken/-abschnitte (eigene Darstellung)**

### 9.2.2 Abbildung von Standorten der Betriebsführung

Neben der Gleisinfrastruktur, die kostenverursachend für IH- und EI-Prozesse ist, entstehen Kosten der Betriebsführung punktuell an Einzelstandorten, und zwar im Wesentlichen in Unternehmens- und Netzleitzentralen, in Betriebszentralen (BZ) sowie allen weiteren Fahrdienstleiter-, Weichen- und Schrankenwärterstandorten. Den Fokus dieser Analyse bildet die DB Netz AG, da diese aufgrund ihrer Größe das ganze Infrastrukturspektrum abbildet. Kleinere BdS können mit ihren Organisationsformen in das Schema der DB Netz AG integriert werden.

Die DB Netz AG bündelt Aufgaben der Unternehmensführung, der netzweiten Disposition sowie ein Großteil der netzweiten Planungsprozesse (z. B. Fahrplanerstellung) am Standort Frankfurt am Main, während die regionale Disposition und Teile der in Elektronischen Stellwerken (ESTW) zentralisierten Fahrdienstleitung in den sieben BZ abgewickelt werden. Darüber hinaus verursachen über 1.000 „Kleinststandorte“ mit weniger als sechs Bedienplätzen (Bpl), d. h. Arbeitsplätzen für Fahrdienstleiter, einen wesentlichen Anteil der Kosten der Betriebsführung. Bei dem überwiegenden Teil der Kleinststandorte handelt es sich um technisch veraltete Bauformen. Zwar verursachen diese Bauformen in der Regel keine Abschreibungskosten mehr, bedingen jedoch höhere Instandhaltungskosten und tendenziell eine geringere Arbeitsproduktivität im Vergleich zu modernen ESTW:

Das Personal kann dort tendenziell weniger Züge je Stunde in einem „Fahrdienstleiterbezirk“ abwickeln, als im Fall der ESTW<sup>159</sup>. Neben der quantitativen Erfassung der Kleinstandorte sind somit eine weitere Differenzierung in Stellwerkstypen bzw. Größe der Fahrdienstleiterbezirke und eine Erhebung der jeweils abgewickelten Verkehrsmenge ratsam. Zusammenfassend ergibt sich eine Segmentierung des Gesamtnetzes in die Standorte Netzleitzentrale, Betriebszentrale (BZ) sowie Fahrdienstleiterstandorte bzw. -bezirke (vgl. Abbildung 9-4).



Quelle: Eigene Darstellung nach Bornet, J. & Rausch, R.: Projekt Betriebssteuerungsstrategie – Weichen stellen für die Zukunft der Betriebssteuerung. In: Deine Bahn (2017), Heft 7, S. 6-9

**Abbildung 9-4: Segmentierung von Standorten der Betriebsführung Im Fall der DB Netz AG (eigene Darstellung nach BORMET & RAUSCH<sup>160</sup>)**

### 9.3 Ermittlung und Prüfung dargelegter IST-Kosten eines BdS

Die identifizierten Methoden zur Ermittlung einer optimalen Kostenhöhe zeichnen sich vielfach durch die Verwendung heuristischer Ansätze der Kostenprüfung aus. Um die IST-Kosten eines BdS ( $OGK_{initial}$ ) festzustellen, wird ein IST-Kosten-Ansatz ähnlich zu dem Ansatz im Energie- und Postsektor empfohlen. Für die gesonderte Ermittlung und Prüfung wesentlicher Kostentreiber im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ eignet sich der Kostentreiberansatz. Zur Ermittlung und

<sup>159</sup> Aus Kostengründen und wegen des sich abzeichnenden Personalmangels plant die DB Netz AG im Rahmen einer neuen Betriebssteuerungsstrategie (BSS) die Schließung der meisten Kleinstandorte und eine Konzentration auf mittelgroße Standorte. Der genaue Zeitplan ist jedoch noch unklar, vgl. Bornet, J.; Rausch, R.: Projekt Betriebssteuerungsstrategie. Weichen stellen für die Zukunft der Betriebssteuerung. In: Deine Bahn (2017), S. 6–9.

<sup>160</sup> Ebd.

Prüfung von Prozesskosten in den Kostenblöcken „Betriebsführung“ sowie „Verwaltung und Vertrieb“ sollte ein Prozesskostenansatz verwendet werden.

### 9.3.1 IST-Kosten-Ansatz

Zur Begrenzung der Eisenbahninfrastrukturnutzungsentgelte führt die BNetzA eine Prüfung von Kosten der DB Netz AG auf der Basis interner Kostenrechnungen des BdS durch (vgl. Kapitel 3.3). Zur Prüfung von IST-Kosten je BdS in einem OGK-Modell bietet sich eine über das bisherige AGK-/OGK-Prüfverfahren hinausgehende Auswertung interner Kostenrechnungen an. Vorgeschlagen wird die Verwendung von „Betriebsabrechnungsbögen“ (BAB) eines BdS, um Kosten nicht nur einzelnen Leistungsbereichen, sondern zudem Netzebenen, Streckenabschnitten und Infrastrukturelementen eines BdS zuzuordnen und in entsprechend differenzierter Form zu plausibilisieren. Die so gewonnenen Erkenntnisse können insbesondere als Grundlage für weitere Analyseverfahren mit dem Ziel der Identifikation von Kostensenkungspotenzialen dienen.

Die interne Kostenrechnung eines BdS sieht üblicherweise eine Aufteilung der Kosten in Kostenstellen entsprechend eines Kostenstellenplans vor. Kosten können somit einem bestimmten Unternehmensteil zugeordnet werden. Die Kosten einzelner Kostenstellen werden weiter untergliedert, z. B. nach Material- und Personalkosten. Dieses Vorgehen resultiert in einer monatlichen Kostenstellenrechnung mithilfe von BAB, welche in der Regel streckenspezifisch geführt werden. Die Tabelle 9-2 zeigt einen schematisierten BAB für die Rahmenkostenstelle (RKOST) „Gleisanlagen und Haltepunkte“. BAB werden prinzipiell für alle relevanten Infrastrukturelemente eines BdS geführt.

**Tabelle 9-2: Schematisierte Darstellung eines BAB für Gleisanlagen und Haltepunkte (eigene Darstellung)**

	Kostenstellen in der RKOST „Gleisanlagen und Haltepunkte“				
	Gleisanlagen freie Strecke	Gleisanlagen, Bahnhöfe	Weichen	Gleisanschlüsse	Bauten des Fahrwegs
Materialkosten					
Innerbetriebliche Leistungsverrechnung					
Abschreibung					
Materialaufwand IH					
Mieten und Pachten					
Umlage Personalaufwand Oberbauwartung					
Umlage Personalaufwand Leitstelle					
Umlage Personalaufwand Verwaltung					

Das Kostenstellengerüst eines BdS enthält typischerweise auch Gemeinkosten, etwa Personalaufwände (z. B. Besetzung der Leitstelle), Aufwände für Verwaltung und Vertrieb sowie Aufwände für weitere Infrastrukturbestandteile (z. B. Bahnübergangsanlagen, Signal- und Fernmeldeanlagen). Allgemeine bzw. nicht exakt einzelnen Kostenstellen zuzuordnende Aufwände werden in der Regel mithilfe von Verrechnungsschlüsseln auf Kostenstellen umgelegt.

### **9.3.2 Kostentreiberansatz**

Das System der Betriebsabrechnungsbögen sollte ausreichend detaillierte Aussagen über die Art und den Inhalt geleisteter Maßnahmen enthalten. Es ist wichtig, dass z. B. detaillierte Rückschlüsse darüber möglich sind, welche Maßnahmen an der Strecke, im Bahnhof oder an Weichen durchgeführt wurden. So sollte beispielsweise der hierfür notwendige Personal- und Materialaufwand detailliert erfasst und möglichst nicht kalkulatorisch ermittelt und mittels Schlüsseln auf einzelne Positionen umgelegt werden.

Für das OGK-Modell wird eine präzise Prüfung von Kostentreibern im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ im Rahmen eines Kostentreiberansatzes empfohlen, da insbesondere in diesem Kostenblock eine Beeinflussbarkeit von Kosten durch einen BdS vorliegt: Durch die Wahl einer Maßnahmenart, des Maßnahmenumfangs und der Maßnahmenhäufigkeit ist ein BdS in der Lage, IH-/EI-Kosten in einem gewissen Umfang zu steuern.

Zur Prüfung von Kostentreibern sind Instandhaltungs-Datenbanken und sonstige Bestandsaufnahmen auszuwerten. Der gesamte Anlagenbestand der DB Netz AG wird beispielsweise in einem Datenbanksystem verwaltet. Dieses besitzt unterschiedliche Ebenen: Die erste Ebene bezieht sich auf eine Strecke, die zweite Ebene auf Streckenabschnitte, während die dritte Ebene einzelne Bahnanlagen bzw. „technische Plätze“ (Gleisabschnitte, Weichen, Brücken, Tunnel, Durchlässe, Stellwerke etc.) umfasst. Darüber hinaus werden u. a. die Kosten einer bestimmten IH-Maßnahme erfasst und einem technischen Platz zugeordnet.

IH- und EI-Maßnahmen werden im Eisenbahnwesen in Maßnahmenbündel zusammengefasst, wobei nach Erfahrungen der Gutachter für Gleise die höchste Granularität hinsichtlich der Maßnahmenabgrenzung vorliegt: Es wird zwischen mindestens fünf Maßnahmenbündeln unterschieden, während für weitere Elemente der Gleisinfrastruktur häufig eine eher rudimentäre Abgrenzung in kleinere und größere IH-Pakete sowie EI-Maßnahmen vorgenommen wird. Für den Kostentreiberansatz wird die nachfolgende Untergliederung in Maßnahmenbündel empfohlen (vgl. Tabelle 9-3).

**Tabelle 9-3: Differenzierung von Maßnahmenbündeln im Kostenblock „IH/EI“ (eigene Darstellung)**

Gewerk	Objektgruppen	Maßnahmenbündel
Oberbau	Gleise	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fräsen</li> <li>• Maschinelle Durcharbeitung</li> <li>• Langschienenwechsel</li> <li>• Schienenerneuerung</li> <li>• Gleiserneuerung</li> </ul>
	Weichen und Kreuzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Instandhaltung</li> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>
Leit- und Sicherungstechnik	Bahnübergänge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>
	Leit- und Sicherungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>
	Telekommunikationssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponententausch</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>
Konstruktiver Ingenieurbau	Brücken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Instandhaltung</li> </ul>
	Durchlässe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Instandhaltung</li> </ul>
	Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerung</li> </ul>

### 9.3.3 Prozesskostenansatz

Im Kostenblock „Betriebsführung“ entstehen einem BdS Kosten infolge von Teilprozessen der Fahrplanerstellung und der operativen Betriebsdurchführung. Diese Kosten variieren in der Regel je Zugfahrt. Anders verhält es sich mit Kosten für Teilprozesse im Kostenblock „Verwaltung und Vertrieb“, die einem BdS überwiegend in Form von Fixkosten entstehen.

Für ein OGK-Modell wäre es empfehlenswert, zur Prüfung der Kosten von Teilprozessen in den Kostenblöcken „Betriebsführung“ und „Verwaltung und Vertrieb“ auf ein differenziertes Kostenstellengerüst abzuheben. Mithilfe des Prozesskostenansatzes könnten IST-Kosten auf Prozessebene bestimmt und geprüft werden. Anschließend wäre es möglich, geprüfte IST-Prozesskosten den per Modellanwendung (vgl. Kapitel 9.5.2) oder Vergleichsmarktansatz (vgl. Kapitel 9.5.3) zu ermittelnden SOLL-Prozesskosten gegenüberzustellen.

Für den Prozesskostenansatz wird die nachfolgende Untergliederung in kostenverursachende Teilprozesse empfohlen (vgl. Tabelle 9-4).

**Tabelle 9-4: Differenzierung von Prozessen im Kostenblock „Betriebsführung“ (eigene Darstellung)**

Prozessebene	Raumbezug	Teilprozesse (Auswahl)
Fahrplanerstellung	Zentraler Fahrplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rahmenverträge</li> <li>• Fahrlagenberatung</li> <li>• Koordination Netzfahrplan</li> <li>• Koordination Gelegenheitsfahrplan</li> <li>• Innerdienstliche Fahrplanunterlagen</li> <li>• Koordination „Fahren und Bauen“</li> </ul>
	Regionaler Fahrplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion Netzfahrplan</li> <li>• Konstruktion Rahmenverträge</li> <li>• Konstruktion Gelegenheitsverkehr</li> <li>• Innerdienstliche Fahrplanunterlagen</li> <li>• Koordination Baufahrplan</li> <li>• Konstruktion Baufahrplan</li> </ul>
Fahrdienstleitung / Disposition	Betriebszentralen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzweite und regionale Disposition</li> <li>• Zentralisierte Fahrdienstleitung</li> </ul>
	Kleinststandorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb Stellwerke</li> <li>• Bahnübergangssicherung</li> </ul>
	Netzleitzentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsaufsicht</li> <li>• Notfallmanagement</li> </ul>

**Tabelle 9-5: Differenzierung von Prozessen im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ (eigene Darstellung)**

Prozessebene	Raumbezug	Teilprozesse (Auswahl)
Verwaltung/ Vertrieb	Unternehmenszentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungswesen</li> <li>• Personalverwaltung</li> <li>• Sachverwaltung</li> <li>• Vertrieb</li> <li>• Unternehmensführung etc.</li> </ul>

## 9.4 Parametrisierung von Kosten eines BdS

Die im vorherigen Schritt per IST-Kosten-Ansatz, Kostentreiber- und Prozesskostenansatz ermittelten und geprüften Kosten eines BdS sind für die Modellanwendung in Abhängigkeit des zu prüfenden BdS zu parametrisieren. Zur Parametrisierung werden die im Eisenbahnwesen in den einzelnen Kostenblöcken üblichen Bezugsgrößen vorgeschlagen.

### 9.4.1 Kostenblock IH/EI

Aufgrund der Komplexität der Kostenentstehung im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ ergeben sich mehrere Bezugsgrößen zur Quantifizierung des Kostenniveaus. Generell sollte die Kostenermittlung je BdS auf eine in Strecken- bzw. Streckenabschnitte und Anlagenelemente segmentierte Infrastruktur sowie die in Kapitel 9.3.2 selektierten Maßnahmenbündel aufbauen.

Im Fall der IH-/EI-Maßnahmen in der Objektgruppe „Gleise“ erscheint eine Bezugsgröße „Euro/km je Maßnahme“ bezogen auf eine Strecke bzw. einen Streckenabschnitt sinnvoll. Hierbei wären mindestens die in Kapitel 9.3.2 angeführten fünf Maßnahmenbündel zu berücksichtigen. IH-/EI-Maßnahmen in der Objektgruppe „Weichen und Kreuzungen“ könnten mit der Bezugsgröße „Euro/Weiche je Maßnahme“ kostenmäßig erfasst werden. Ein ähnliches Vorgehen bietet sich im Fall weiterer Objektgruppen an (vgl. Tabelle 9-6).

**Tabelle 9-6: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „IH/EI“ (eigene Darstellung)**

Gewerk	Objektgruppe	Maßnahmenbündel	Bezugsgröße
Oberbau	Gleise	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fräsen</li> <li>• Maschinelle Durcharbeitung</li> <li>• Langschienenwechsel</li> <li>• Schienenerneuerung</li> <li>• Gleiserneuerung</li> </ul>	Euro/km · Maßnahme
	Weichen und Kreuzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Instandhaltung</li> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>	Euro/Weiche · Maßnahme
Leit- und Sicherungstechnik	Bahnübergänge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>	Euro/Bahnübergang · Maßnahme
	Leit- und Sicherungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung Gesamtsystem</li> </ul>	Euro/Stelleinheit · Maßnahme
	Telekommunikationssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponententausch</li> <li>• Erneuerung Gesamtsystem</li> </ul>	Euro/Komponente · Maßnahme
Konstruktiver Ingenieurbau	Brücken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Instandhaltung</li> <li>• Große Instandhaltung</li> <li>• Erneuerung</li> </ul>	Euro/Meter · Maßnahme
	Durchlässe		
	Tunnel		

### 9.4.2 Kostenblock Abschreibungen

Planmäßige Abschreibungen eines BdS resultieren insbesondere aus Investitionen in Gleisanlagen und den Bahnkörper. Die Höhe der planmäßigen Abschreibungen wird durch AfA-Tabellen des Bundesministeriums der Finanzen und den hinterlegten AfA-Nutzungsdauern festgelegt<sup>161</sup>. Für die Objektgruppen Brücken und Tunnel ergibt sich beispielsweise eine AfA-Nutzungsdauer von 75 Jahren, für Schienen, Schwellen oder Feste Fahrbahn von 25 Jahren. Sofern es einem BdS gelingt, betriebsgewöhnliche Nutzungsdauern der Sachanlagen möglichst einzuhalten, ist eine wichtige Voraussetzung für ein optimales Abschreibungsniveau gegeben. Eine Bezugsgröße zur Quantifizierung eines Abschreibungsniveaus ist daher der Vergleich zwischen den tatsächlichen Nutzungsdauern von Sachanlagen mit den AfA-Nutzungsdauern (vgl. Tabelle 9-7).

**Tabelle 9-7: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Abschreibungen“ (eigene Darstellung u. a. nach BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN<sup>162</sup>)**

Sachanlage	technische Nutzungsdauer (tnD) in Jahren	AfA-Nutzungsdauer (AfA-ND) in Jahren	durchschnittliche Nutzungsdauer BdS
Brücken, Tunnel, Bahnkörper	bis zu 100	75	zu erfassen
Kupfer-/Lichtwellenleiter	30-70	20	
Feste Fahrbahn	mind. 60	25	
Schienen	30-30	25	
Bahnschwellen	30-50	25	
Stellwerkselektronik	20-30	20	
usw.	...	...	

### 9.4.3 Kostenblock Betriebsführung und Verwaltung/Vertrieb

Die für ein OGK-Modell zu empfehlenden Bezugsgrößen in den Kostenblöcken „Betriebsführung“ sowie „Verwaltung/Vertrieb“ sollten auf einzelne Prozesse in Unternehmens- und Netzleitzentralen, Betriebszentralen sowie Stellwerken abzielen, wie in Kapitel 9.3.3 beschrieben.

Im Fall der Prozessebene „Fahrplanerstellung“ wäre eine Bezugsgröße „Euro/Trassenanmeldung“ bezogen auf die einzelnen Teilprozesse (z. B. Netzfahrplan, Gelegenheitsfahrplan etc.) empfehlenswert. Die Prozessebene „Betriebsführung“, die im Wesentlichen die Fahrdienstleitung bzw. den Betrieb von Stellwerken sowie die Disposition beinhaltet, wäre idealerweise mit der Bezugsgröße „Euro je Teilprozess“ zu quantifizieren (vgl. Tabelle 9-8).

<sup>161</sup> Bundesministerium der Finanzen: AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Personen- und Güterbeförderung (im Straßen- und Schienenverkehr)". IV A8-S 1551-9/98.

<sup>162</sup> Ebd.

**Tabelle 9-8: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Betriebsführung“ (eigene Darstellung)**

Prozessebene	Raumbezug	Teilprozesse (Auswahl)	Bezugsgröße
Fahrplan- erstellung	Zentraler Fahrplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rahmenverträge</li> <li>• Fahrlagenberatung</li> <li>• Koordination Netzfahrplan</li> <li>• Koordination Gelegenheitsfahrplan</li> <li>• Innerdienstliche Fahrplanunterlagen</li> <li>• Koordination „Fahren und Bauen“</li> </ul>	Euro/Trassen- anmeldung
	Regionaler Fahrplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion Netzfahrplan</li> <li>• Konstruktion Rahmenverträge</li> <li>• Konstruktion Gelegenheitsverkehr</li> <li>• Innerdienstliche Fahrplanunterlagen</li> <li>• Koordination Baufahrplan</li> <li>• Konstruktion Baufahrplan</li> </ul>	
Fahrdienstleitung/ Disposition	Betriebszentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzweite und regionale Disposition</li> <li>• Zentralisierte Fahrdienstleitung</li> </ul>	Euro/Prozess
	Kleinststandorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb Stellwerke</li> <li>• Bahnübergangssicherung</li> </ul>	
	Netzleitzentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsaufsicht</li> <li>• Notfallmanagement</li> </ul>	

Die im Gesamtnetz bzw. Unternehmenszentralen im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ anfallenden Prozesse sind jeweils absolut in Euro je Teilprozess zu erfassen (vgl. Tabelle 9-9).

**Tabelle 9-9: Parametrisierung von Kosten im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ (eigene Darstellung)**

Prozessebene	Raumbezug	Teilprozesse (Auswahl)	Bezugsgröße
Verwaltung/ Vertrieb	Unternehmenszentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungswesen</li> <li>• Personalverwaltung</li> <li>• Sachverwaltung</li> <li>• Vertrieb</li> <li>• Unternehmensführung etc.</li> </ul>	Euro/Prozess

## 9.5 Bestimmung erreichbarer und optimaler Kosten eines BdS

Mithilfe eines OGK-Modells soll ermittelt werden, inwiefern ein BdS die initiale OGK erreichen kann oder die Bundesnetzagentur einen Aufschlag auf die initiale OGK in Höhe von maximal der beantragten OGK zu gewähren hat. Eine Referenz zur Beurteilung dieses Sachverhalts soll durch die erreichbare OGK ( $OGK_{\text{erreichbar}}$ ) und die kostenoptimale OGK ( $OGK_{\text{kostenoptimal}}$ ) gegeben werden.

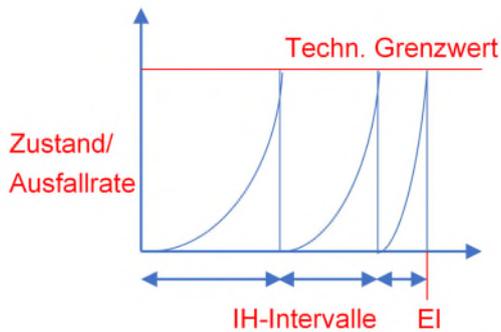
Die OGK sollen beurteilen, inwiefern durch Optimierungsprozesse Kostensenkungen erreicht werden können.  $OGK_{\text{kostenoptimal}}$  fokussiert dabei auf eine langfristige Optimierung,  $OGK_{\text{erreichbar}}$  auf kurzfristig mögliche Kosteneinsparungen. Unter kurzfristig soll dabei ein im Modell variabel wählbarer Zeitraum von 1 bis 5 Jahren verstanden werden. Als Bezugszeitraum für mittel- und längerfristige Kosteneinsparungen eignet sich aufgrund langer Nutzungsdauern und Abschreibungszeiträume der Eisenbahninfrastrukturelemente eine längere Zeitdauer von bis zu 40 Jahren.

Nachfolgend wird das empfohlene Vorgehen zur Bestimmung erreichbarer und optimaler Kosten in einem OGK-Modell beschrieben. Es wird eine differenzierte Modellanwendung jeweils für die Kostenblöcke „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ einschließlich „Abschreibungen“, „Betriebsführung“ sowie „Verwaltung/Vertrieb“ vorgeschlagen.

### **9.5.1 Vorgehen im Kostenblock IH/EI einschließlich Abschreibungen**

Zur Modellierung erreichbarer Kosten in den Kostenblöcken „Instandhaltung und Ersatzinvestitionen“ sowie „Abschreibungen“ wird empfohlen, eine Kostensenkung insbesondere durch eine optimierte Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen zu postulieren. Wesentlicher Input der Modellanwendung sind die kostenrelevanten Infrastrukturbestandteile des Brownfield-Modells und die im Rahmen eines Kostentreiberansatzes geprüften und entsprechend parametrisierten Kosten je IH-/EI-Maßnahme. Zur Modellierung optimaler Kosten wird ergänzend empfohlen, mögliche Kostensenkungen eines BdS mithilfe einer Simulation unterschiedlicher IH-/EI-Strategien über den gesamten Lebenszyklus des Infrastrukturbestandes abzubilden.

Die Art, der Umfang und die Häufigkeit gewählter IH-/EI-Maßnahmen richtet sich in der Regel nach einem Anlagenzustand: Je Anlagentyp ist eine vorwiegend zeit- und belastungsabhängige Verschlechterung des Anlagenzustands festzustellen. Werden technische Grenzwerte (Verschleißgrenzwerte) erreicht, sind bestimmte IH-Maßnahmen erforderlich. Generell ist von einem schleichenden Substanzverzehr der Anlagen auszugehen: Nähert sich eine Anlage dem Ende ihrer technischen Nutzungsdauer, müssen IH-Maßnahmen daher immer häufiger und aufwendiger erfolgen, bis eine Ersatzinvestition nicht länger abzuwenden ist. Der in Abbildung 9-5 skizzierte Zusammenhang konnte u. a. im UWZ-Modell (vgl. Abschnitt 7.6.3) mithilfe eines mathematisch-ingenieurwissenschaftlich entwickelten Formelwerks für den BdS DB Netz AG nachgestellt werden.



**Abbildung 9-5: Zusammenhang zwischen Anlagenzustand und IH-/EI-Maßnahmenhäufigkeit (eigene Darstellung)**

Die Modellierung eines Anlagenzustands in dem UWZ-Modell basierend auf einem mathematisch-ingenieurwissenschaftlichen Formelwerk empfiehlt sich auch für ein OGK-Modell. Zwar sind Verschleißursachen zunächst exogen vorgegeben, jedoch kann der IH-/EI-Aufwand und auch die Degeneration eines Anlagenzustandes in einem gewissen Maß durch optimierte IH-/EI-Maßnahmen reduziert bzw. abgeschwächt werden. Durch eine entsprechende Modellierung dieser Steuerungsmöglichkeiten ist es möglich, erreichbare und optimale Kosten abzuleiten.

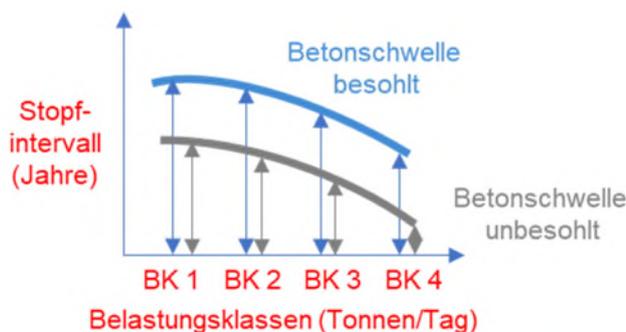
Optimierungsstrategien von IH-/EI-Maßnahmen orientieren sich an der generellen technischen Nutzungsdauer eines Anlagentyps sowie exogenen Verschleißursachen. Hierauf aufbauend ergeben sich für einen BdS aufgrund der Komplexität des Ursache-Wirkung-Zusammenhangs zumeist unterschiedliche Möglichkeiten, Kosten zu senken. Nachfolgend wird in eher kurzfristig wirksame Möglichkeiten und längerfristige Möglichkeiten der Kostensenkung differenziert.

Eine eher kurzfristige Möglichkeit der Kostensenkung besteht in der quantitativen Verringerung des IH-Aufwands, die eine (noch tolerierbare) Herabsetzung der Qualität der Infrastruktur zur Folge haben kann. Eine IH orientiert sich jedoch an relativ strikten technischen Abnutzungsgrenzwerten und Qualitätsüberlegungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit (z. B. Beibehaltung einer zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit) und der Zuverlässigkeit (z. B. Begrenzung der Anzahl an Störmeldungen) des Anlagenbestands. Eine Modellierung erreichbarer Kosten zulasten einer Infrastrukturqualität ist somit nicht zu empfehlen.

Eine weitere, eher kurzfristig wirksame Möglichkeit der Kostensenkung ist die optimale Priorisierung von Maßnahmen (Maßnahmenreihung) in einem Teil- oder Gesamtnetz unter Berücksichtigung des Alterungsverhaltens einzelner Infrastrukturelemente und des gesamten Betriebsgeschehens. Ziel einer geänderten Maßnahmenreihung ist eine Reduktion mittlerer IH-/EI-Kosten, wobei Budgetgrenzen berücksichtigt werden und mindestens das aktuelle Qualitätsniveau beizubehalten ist. Eine Möglichkeit der Priorisierung besteht darin, notwendige Einzelmaßnahmen räumlich und zeitlich zu

bündeln und auf die Betriebsabläufe abzustimmen, um Planungs- und Durchführungs- inklusive Betriebserschwerungskosten<sup>163</sup> so gering wie möglich zu halten. Auf der Ebene der Baustellenplanung und -durchführung wären vorhandene Ressourcen zudem möglichst optimal zu nutzen, um „Economies of Scale“, d. h. mengenbasierte Preissenkungen zu erwirken.

Eine mittel- bis langfristig wirksame Option, den regelmäßigen IH-Aufwand zu verringern, bietet die Verwendung höherwertiger Materialien, etwa höherwertiger Schwellen und Schienen, die nachweislich<sup>164</sup> eine deutliche Herabsetzung der IH- und EI-Maßnahmenhäufigkeit zur Folge haben: Eine so genannte „Schwellenbesohlung“ kann z. B. zu einer Verlängerung des Stopfintervalls führen (vgl. Abbildung 9-6).



**Abbildung 9-6: Reduktion der IH-Maßnahmenhäufigkeit durch höherwertige Schwellen (eigene Darstellung nach VEIT<sup>165</sup>)**

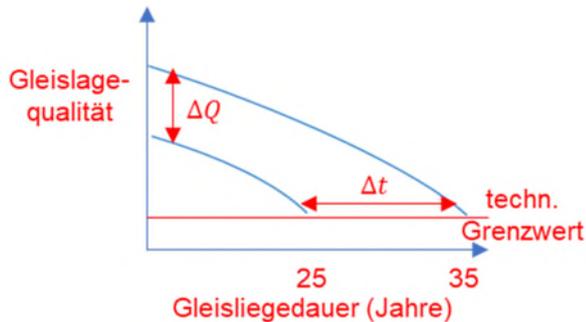
Eine ebenfalls mittel- bis langfristig wirksame Option, den regelmäßigen IH-Aufwand zu verringern und Ersatzinvestitionen zu verzögern, ist die Durchführung besonders umfangreicher Maßnahmen im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“. Durch die grundlegende Sanierung von Streckeninfrastruktur, z. B. umfangreiche Unterbausanierungen, konnte nachgewiesenermaßen<sup>166</sup> eine Verlängerung der mittleren Gleis-Liegedauer von 25 auf bis zu 35 Jahre bei einem gleichzeitig reduzierten regelmäßigen IH-Aufwand erzielt werden (vgl. Abbildung 9-7).

<sup>163</sup> Jede IH- und EI-Maßnahme hat eine Einschränkung der Streckenverfügbarkeit zur Folge, infolgedessen ein BdS einen erhöhten Planungsaufwand und verringerte Trasseneinnahmen zu verzeichnen hat. Die finanziellen Auswirkungen werden im Allgemeinen als Betriebserschwerungskosten bezeichnet.

<sup>164</sup> Veit, P.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049.

<sup>165</sup> Ebd., S. 1044.

<sup>166</sup> Ebd., S. 1035.



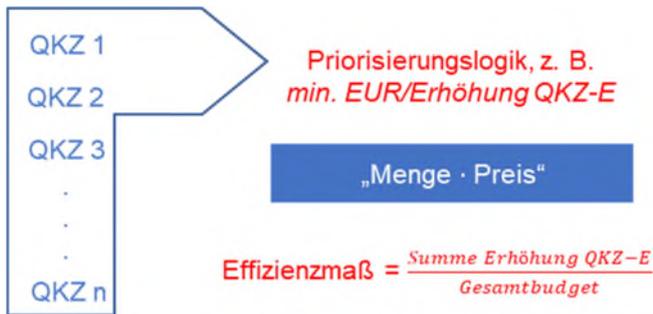
**Abbildung 9-7: Erhöhung der Liegedauer von Gleisen durch Unterbausanierungen (eigene Darstellung nach VEIT<sup>167</sup>)**

Unter Einhaltung technischer Verschleißgrenzwerte steht es folglich im unternehmerischen Ermessen eines BdS, den Zeitpunkt, die Art und den Umfang von IH-/EI-Maßnahmen zu bestimmen, woraus sich Möglichkeiten zur Steuerung von Kosten ergeben. Ziel aller Maßnahmen im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ sowie „Abschreibungen“ sollte es sein, die technische Nutzungsdauer des gesamten Anlagenbestands durch geeignete Maßnahmen möglichst auszuschöpfen. Frühzeitige EI aufgrund einer unzureichenden IH sind ebenso zu vermeiden wie IH-Maßnahmen, die keine wesentliche Verlängerung des Ersatzzeitpunktes zur Folge haben. Eine optimale IH-Strategie zeichnet sich daher ganz wesentlich durch eine Koordination von IH- und EI-Maßnahmen aus.

In Anlehnung an das durch die Gutachter auf der Basis von Prognose- und Risikomanagementansätzen analytisch entwickelte „UWZ-Modell“ für den BdS DB Netz AG (vgl. Abschnitt 7.6.3) wird empfohlen, eine kurzfristig erreichbare Kostenreduktion vor allem durch eine verbesserte Priorisierung von Maßnahmen (Maßnahmenreihung) zu begründen. Dabei ist auf das Kriterium „Anzahl IH-Maßnahmen je Budgeteinheit“ abzuheben, z. B. „Länge maschinell durchgearbeiteter Gleise je Euro“. Daneben wäre eine Quantifizierung des investiven Aufwands zur Hebung einer allgemein anerkannten Qualitätskennzahl (QKZ), z. B. „erreichbare Fahrzeitreduktion je Euro“, sinnvoll. Erreichbare Kosten könnten dann unter Berücksichtigung einer definierten Infrastrukturqualität bestimmt werden. (vgl. Abbildung 9-8).

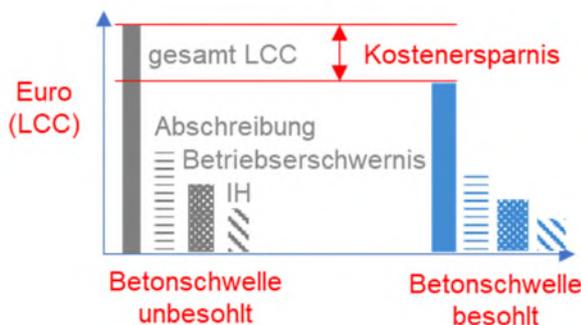
---

<sup>167</sup> Ders.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049, hier S. 1035.



**Abbildung 9-8: Quantifizierung der optimalen Ausschöpfung eines IH-/EI-Budgets je BdS (eigene Darstellung)**

Zur Modellierung eines längerfristig zu erreichenden, kostenoptimalen Vorgehens ( $\text{OGK}_{\text{kostenoptimal}}$ ) sollte zusätzlich zu der optimalen Priorisierung von Maßnahmen eine gegenseitige Abwägung unterschiedlicher IH-/EI-Strategien eines BdS auf der Basis eines Simulationsansatzes erfolgen. Durch eine Simulation unterschiedlicher Kombinationen von IH-/EI-Strategien sind so diejenigen feststellbar, die die geringsten Kosten verursachen. Ein bestehender Simulationsansatz der ÖBB Infrastruktur AG (vgl. Kapitel 7.6.4 „Modellierung der Infrastruktur-Lebenszykluskosten durch die ÖBB AG“) eignet sich hierfür im Besonderen: Jeweils im Vorfeld einer geplanten IH-/EI-Maßnahme können voraussichtliche IH-/EI-, Abschreibungs- und Betriebserschwerungskosten über den gesamten Lebenszyklus eines Infrastrukturelementes prognostiziert werden (vgl. Abbildung 9-9 als Beispiel für Betonschwellen)<sup>168</sup>.



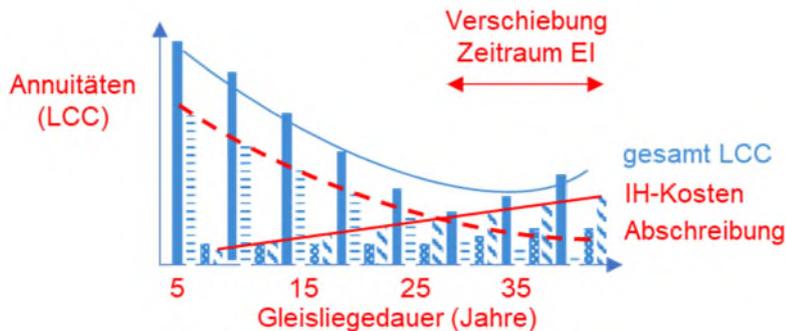
**Abbildung 9-9: Verringerung der LCC am Beispiel höherwertiger Schwellen (eigene Darstellung nach VEIT<sup>169</sup>)**

Ebenfalls mithilfe von Simulationen in Anlehnung an das Lebenszyklusmodell der ÖBB Infrastruktur AG kann eine Verschiebung des kostenoptimalen Zeitraums für Ersatzinvestitionen aufgrund von besonders umfangreichen Maßnahmen abgebildet werden. Hierdurch werden gesetzliche Abschrei-

<sup>168</sup> Ders.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049.

<sup>169</sup> Ebd., S. 1044.

bungszeiträume (vgl. Kapitel 9.4.2 „Kostenblock Abschreibungen“) voll ausgenutzt, sodass IH-Kosten zur entscheidenden Stellschraube bei der Steuerung der LCC werden. Erst im Fall stark steigender IH-Kosten durch Substanzverzehr und einer hierdurch verminderten Verfügbarkeit von Streckenabschnitten ist die Notwendigkeit für Ersatzinvestitionen gegeben (vgl. Abbildung 9-10 als Beispiel für die Gleisliedauer).



**Abbildung 9-10: Steuerung des kostenoptimalen EI-Zeitpunkts durch LCC-Betrachtung (eigene Darstellung nach VEIT<sup>170</sup>)**

## 9.5.2 Vorgehen im Kostenblock Betriebsführung

Zur Modellierung erreichbarer Kosten in dem Kostenblock „Betriebsführung“ wird empfohlen, eine Kostensenkung insbesondere durch eine Ermittlung von SOLL-Zeiten für optimierte Betriebsführungsprozesse in den Bereichen Fahrplanerstellung, Fahrdienstleitung und Disposition zu postulieren.

Die für die Ermittlung erreichbarer und optimaler Kosten relevanten Prozesse sind insbesondere die Fahrplanerstellung und Disposition. Wesentlicher Input der Modellanwendung sind die kostenrelevanten Infrastrukturbestandteile des Brownfield-Modells und die im Rahmen des Prozesskostenansatzes geprüften und entsprechend parametrisierten Kosten je Teilprozess. Zur Modellierung optimaler Kosten wird ergänzend empfohlen, mögliche Kostensenkungen eines BdS infolge einer mittel- und langfristig erfolgenden Zentralisierung der Fahrdienstleitung abzubilden.

Die Fahrplanerstellung erfolgt in Deutschland wie auch im übrigen Europa äußerst personalintensiv. Zwar verfügt bspw. die DB Netz AG über mehrere Softwarelösungen, mithilfe derer Fahrzeiten für einzelne Zugfahrten berechnet und eine Visualisierung möglicher Konflikte mit anderen Zugfahrten ermöglicht werden; die Eingabe und Koordination unterschiedlicher Trassenanfragen erfolgt jedoch

<sup>170</sup> Ders.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049, hier S. 1047.

durch „Fahrplankonstrukteure“<sup>171</sup>. Die DB Netz AG beschäftigt beispielsweise eigenen Angaben<sup>172</sup> zufolge ca. 150 Fahrplankonstrukteure im Bereich Netzfahrplan<sup>173</sup> sowie weitere 300 im Bereich Gelegenheitsverkehr<sup>174</sup>. Je NFP sind Anmeldungen in einer Größenordnung von 50.000 Bestellungen im Personenverkehr und 15.000 Bestellungen im Güterverkehr zu bearbeiten, wobei Bestellungen vor allem regelmäßig verkehrende Zugfahrten über die gesamte NFP umfassen. Hinzu kommt die Konstruktion von Einzeltrassen im Gelegenheitsverkehr (so genannter Gelegenheitsfahrplan, GFP) in einer Größenordnung von 950.000 Trassen pro Jahr<sup>175</sup>. Das generelle Verfahren der Fahrplankonstruktion leitet sich aus kaum beeinflussbaren sicherheitsrelevanten und qualitativen Rahmenbedingungen ab, um die vorhandene Infrastrukturkapazität bestmöglich auszunutzen. Weiterhin werden Kundenanforderungen im Rahmen von „Konstruktionsspielräumen“ berücksichtigt. Ein zusätzlicher Aufwand ergibt sich durch Koordinierungsverfahren mit dem Trassenbesteller, wenn trotz einer Anwendung der Spielräume keine Trasse festgelegt werden kann oder im Fall von Beanstandungen<sup>176</sup>. Aufgrund einer zunehmenden Engpasssituation auf dicht befahrenen Strecken und in Bahnknoten sowie zahlreicher, zu berücksichtigender baustellenbedingter Fahrzeitverlängerungen wurde die konfliktfreie Fahrplankonstruktion in der Vergangenheit zunehmend komplexer und zeitaufwendiger<sup>177</sup>.

---

<sup>171</sup> Ebel, M.: Grundsätze der Netzfahrplanerstellung. In: Deine Bahn (2010), S. 7–12.

<sup>172</sup> DB Netz AG: Vertrieb und Fahrplan. Fahrpläne konzipieren und vermarkten, [https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/karriere/entdecken/vertrieb\\_und\\_fahrplan-1368810](https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/karriere/entdecken/vertrieb_und_fahrplan-1368810) (14. Januar 2020).

<sup>173</sup> Die Anmeldung zum Netzfahrplan der DB Netz AG findet in der Regel innerhalb einer definierten Frist acht bis neun Monate vor Beginn einer Netzfahrplanperiode (NFP) statt, sodass sich bereits frühzeitig Kosten im Rahmen der Trassenkonstruktion einstellen. Darüber hinaus bestand bis in die NFP 2020 hinein die Möglichkeit, Rahmenverträge über die Zuweisung von Schienenkapazitäten mit einer Geltungsdauer von mehreren Jahren mit der DB Netz AG abzuschließen, um planerisch eine größere Sicherheit für Trassen zu erlangen. Diese Praxis wurde aufgrund einer Änderung europäischen Rechts aufgegeben, vgl. DB Netz AG, 2019: Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG 2020. Gültig ab 15.12.2019, <https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/4606064/3697a45c09425f103b6833b657b7949e/SNB-2020-data.pdf> (14. Januar 2020).

<sup>174</sup> Erfolgt die Trassenanmeldung außerhalb der Fristen des Netzfahrplans, handelt es sich um Anmeldungen zum Gelegenheitsverkehr. Dieses Verfahren ist insbesondere für den SGV relevant, wobei die DB Netz AG spätestens 48 Stunden nach Eingang der Anmeldung ein Fahrplanangebot erstellt, welches einen Arbeitstag später durch den Antragssteller angenommen werden muss. Liegen Umstände vor, welche die Trassenkonstruktion erschweren (z. B. Reisesonderzüge, Nostalgiefahrten, Messfahrten etc.), muss die DB Netz AG spätestens 4 Wochen nach Eingang der Trassenanmeldung ein Fahrplanangebot vorlegen, vgl. DB Netz AG, 2017: Regelwerk Trassenmanagement (Ril 402).

<sup>175</sup> Nachtigall, K.; Noll, O.; Pöhle, D.: Ein innovatives Belegungsverfahren für den zukünftigen industrialisierten Fahrplanprozess. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2014), S. 28–33.

<sup>176</sup> DB Netz AG, 2019: Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG 2020. Gültig ab 15.12.2019, <https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/4606064/3697a45c09425f103b6833b657b7949e/SNB-2020-data.pdf> (14. Januar 2020).

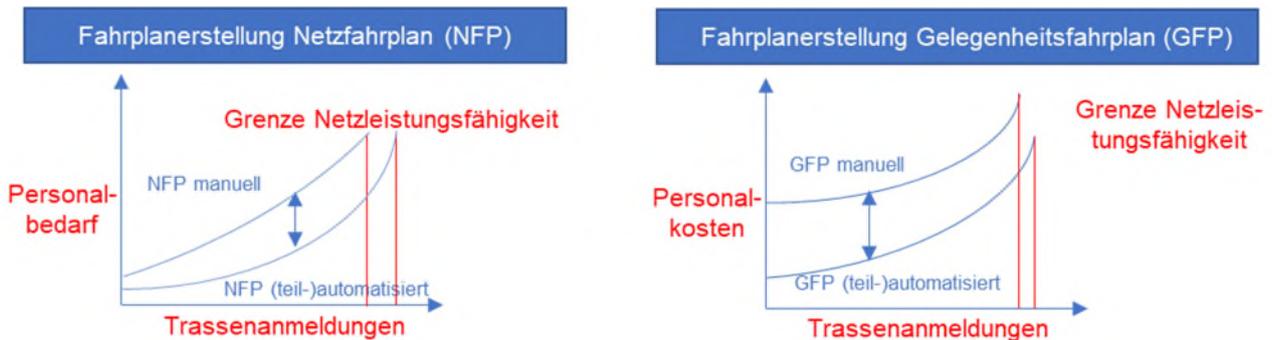
<sup>177</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019: Bundesforschungsprogramm Schiene, [https://www.eba.bund.de/DZSF/DE/Forschungsprogramm/forschungsprogramm\\_Schiene.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.eba.bund.de/DZSF/DE/Forschungsprogramm/forschungsprogramm_Schiene.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (13. November 2019).

Trotz der technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen und dem Erfordernis, eine Ablehnung von Trassen aus Gründen der Diskriminierungsfreiheit des Netzzugangs möglichst zu vermeiden, liegt es im Interesse eines möglichen OGK-Modells, ein Potenzial für Kostensenkungen zu ermitteln. Aus Sicht der Gutachter ist zu hinterfragen, inwiefern der gesamte Fahrplanerstellungsprozess bereits zu optimalen spezifischen Personalkosten stattfindet. Diese resultieren in erster Linie aus der Bearbeitungszeit je Trassenanmeldevorgang. In Abhängigkeit des zeitlichen Vorlaufs (NFP- vs. GFP-Anmeldung), der (evtl. baustellenbedingt verringerten) Leistungsfähigkeit und Auslastung der befahrenen Infrastruktur entlang des vorgesehenen Laufwegs oder spezifischer Merkmale der beabsichtigten Zugfahrt (z. B. regelmäßig verkehrende Personenzugfahrt vs. einmaliger Charterverkehr) ist von einer hohen Variabilität der Bearbeitungszeiten auszugehen. Einem BdS steht es jedoch frei, unter Verwendung von IT-Lösungen den manuellen Bearbeitungsaufwand je Trassenanfrage zu reduzieren. So führte die DB Netz AG in der NFP 2019/2020 erstmalig eine automatisierte Fahrplanerstellung für den kurzfristigen SGV ein: Mithilfe einer App ist es Zugangsberechtigten möglich, kurzfristig Trassen anzumelden, wobei eine Verarbeitungszeit von maximal 3 Minuten vorgesehen ist<sup>178</sup>.

Die Modellierung erreichbarer sowie optimaler Kosten in den Teilprozessen „Fahrplanerstellung Netzfahrplan“ sowie „Fahrplanerstellung Gelegenheitsfahrplan“ sollte sich an einer potenziell möglichen Reduktion des Bearbeitungsaufwands je Trassenanmeldung (erreichbare bzw. kostenoptimale SOLL-Bearbeitungszeiten) orientieren. So wird insbesondere im Fall einer Teilautomatisierung des Gelegenheitsfahrplans von einem deutlichen Kostensenkungspotenzial ausgegangen. Erst wenn die Zahl der Trassenanmeldungen derart steigt, dass die Grenze der Netz- bzw. Streckenleistungsfähigkeit erreicht wird, muss trotz verbesserter IT-Lösungen mit einer zunehmenden Nachjustierung durch Personal gerechnet werden. Gegebenenfalls ermöglichen das Zusammenspiel hochentwickelter IT-Lösungen und personalgestützter Nachjustierung sogar eine Erhöhung der Grenze der Netzleistungsfähigkeit. Ein ähnlicher Zusammenhang wird im Fall der Netzfahrplankonstruktion vermutet. Bearbeitungsaufwände könnten sich hier jedoch erst bei hohen Trassenanmeldezahlen signifikant verringern, da Personale bereits heute gleichbleibend produktiv eingesetzt werden können (vgl. Abbildung 9-11).

---

<sup>178</sup> Pöhle, D.: Von Click & Ride zum digitalisierten Gesamtfahrplan. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2019), S. 10–13.



**Abbildung 9-11: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Fahrplankonstruktion (eigene Darstellung)**

Neben der Fahrplanerstellung entstehen betriebliche Kosten im Rahmen der Fahrdienstleitung in Stellwerken. Für Stellwerke ergibt sich eine Mindestbesetzung entsprechend der Streckenöffnungszeiten. Eine gewisse Anzahl an Fahrdienstleitern, Weichenwärtern, Bedienungspersonal an Bahnübergängen und betrieblichem Aufsichtspersonal ist somit unabhängig einer bestimmten Betriebsleistung erforderlich. Weist ein Fahrdienstleiterbezirk eine erhebliche Steigerung der Betriebsleistung auf, werden mehr fahrdienstliche Handlungen durch das Bedienpersonal und zumeist zusätzliches Personal notwendig. Jede Zugfahrt bedarf einer Zustimmung durch die Fahrdienstleitung, wobei diese je Infrastrukturabschnitt und durch einen jeweils zuständigen Fahrdienstleiter (und ggf. Weichenwärter) erteilt wird. Die Übertragung fahrdienstlicher Befehle an einen Triebfahrzeugführer erfolgt über Signalbegriffe, Zugfunk und teilweise per Telefon. Die Zeitdauer zwischen der Einleitung fahrdienstlicher Handlungen im Stellwerk und der Anzeige eines Signalbegriffes durch ortsfeste Signale oder durch Führerraumsignalisierung ist maßgeblich von der Art der verwendeten Stellwerkstechnik abhängig. Eine veraltete Leit- und Sicherungstechnik (LST) führt generell zu einem zeitlichen Mehraufwand, sodass tendenziell weniger Züge je Stunde (so genannter Durchsatz) in einem solchen Fahrdienstleiterbezirk abgewickelt werden können<sup>179</sup>. Zu beachten ist jedoch, dass stark frequentierte Infrastrukturabschnitte teilweise bereits über die effizienteste Stellwerkstechnologie, d. h. Elektronische Stellwerke (ESTW) und teilweise Relaisstellwerke, verfügen. Eine bauformbedingte verringerte Effizienz der Fahrdienstleitertätigkeit entfaltet auf einer mäßig ausgelasteten Infrastruktur weniger betriebliche Nachteile als auf stark frequentierter Infrastruktur, da die fahrplanmäßige Durchführung dieser Zugfahrten hierdurch nicht gefährdet ist. Weiterhin zu beachten ist, dass sich aufgrund einer in den Schienennutzungsbedingungen (SNB) definierten Streckenöffnungszeit auf einer nur mäßig ausgelasteten Infrastruktur und dezentraler Stellwerkstechnik zwangsläufig unproduktive Zeiten des Stellwerkpersonals einstellen, da zeitweise keine fahrdienstlichen Handlungen notwendig sind.

Trotz der beschriebenen Rahmenbedingungen kann die betriebliche Effizienz der Fahrdienstleitung durch die fortschreitende Zentralisierung der Fahrdienstleitertätigkeit in ESTW mittel- und langfristig

<sup>179</sup> DB Netz AG, 2009: Regelwerk Fahrwegkapazität (Ril 405).

gesteigert werden: Eine zentralisierte Fahrdienstleitung bietet den Vorteil größerer Zuständigkeitsbereiche des Bedieners, sodass ein Schwachlastenausgleich eher ermöglicht wird, woraus sich Potenziale zur Kostensenkung ergeben<sup>180</sup>. Die Voraussetzung hierfür ist eine kostenintensive Erneuerung der bestehenden LST, die meist mit der Zusammenlegung mehrerer Fahrdienstleiterbezirke einhergeht. Aufgrund der Dimension solcher Maßnahmen hängt die Investitionsentscheidung in der Regel von vorhandenen Haushaltsmitteln des Bundes und Mitteln weiterer Fördermittelgeber ab. Die Modellanwendung sollte den Teilprozess „Betrieb von Stellwerken“ daher lediglich zur Modellierung optimaler Kosten abbilden. Das Modell müsste dabei insbesondere berücksichtigen, dass mit einer gleichbleibenden Personalmenge ein höherer Durchsatz (SOLL-Leistungen) ermöglicht wird. Gleichzeitig kann mit modernerer Technik, d. h. weitgehend personalunabhängig, teilweise eine Kapazitätssteigerung im Vergleich zu bisherigen Fahrdienstleiterbezirken erreicht werden (vgl. Abbildung 9-12).



**Abbildung 9-12: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Stellwerkbetrieb (eigene Darstellung)**

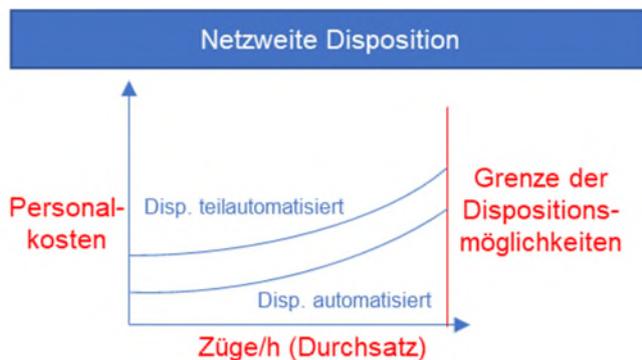
Im Fall der Disposition und zentralen Betriebsaufsicht sind die strategischen Bemühungen zur Kostenoptimierung für viele BdS bereits weitgehend abgeschlossen. In den Betriebszentralen wird der Betriebsablauf großräumig überwacht, es werden Gegenmaßnahmen bei Abweichungen vom Regelbetrieb entschieden und zur Umsetzung an die Fahrdienstleitung delegiert. Einige Elektronische Stellwerke werden zudem aus den Betriebszentralen heraus bedient. Jedoch ist zu vermuten, dass noch nicht alle BdS über die beschriebenen Möglichkeiten verfügen.

---

<sup>180</sup> Bormet, J.; Rausch, R.: Projekt Betriebssteuerungsstrategie. Weichen stellen für die Zukunft der Betriebssteuerung. In: Deine Bahn (2017), S. 6–9.

Trotz einer erfolgreichen Zentralisierung bieten sich ggf. weiterreichende Möglichkeiten der Optimierung von Kosten durch einen verstärkten Einsatz von IT-Lösungen an. Die Verwendung leistungsfähigerer Software<sup>181; 182</sup> gewährt potenziell die Möglichkeit, einzelne Dispositionshandlungen zu automatisieren, sodass beispielsweise Konflikte rascher erkannt, Lösungsvorschläge routinierter erstellt und auf schnellere und präzisere Weise an Fahrdienstleiter oder EVU weitergeleitet werden können. Die Heterogenität zu bewältigender Störereignisse ist hierbei zu berücksichtigen.

Eine pragmatische Lösung zur Modellierung sowohl erreichbarer als auch optimaler Kosten im Teilprozess „Netzweite Disposition“ könnte eine aggregierte Messung des Dispositionsaufwands je Betriebszentrale und Trassenkilometer sein. In Abhängigkeit des betrachteten Zeitraums wären beispielsweise jeweils unterschiedliche Annahmen hinsichtlich eines prognostizierten Durchsatzes je Dispositionsraum (Züge/h) und des Automatisierungsgrades der Disposition (z. B. Teil- vs. Vollautomatisierung) notwendig (vgl. Abbildung 9-13).



**Abbildung 9-13: Verringerung spezifischer Personalkosten am Beispiel Disposition (eigene Darstellung)**

### 9.5.3 Vorgehen im Kostenblock Verwaltung/Vertrieb

Kosten eines BdS, die durch Verwaltungs- und Vertriebsprozesse entstehen, sind in Bezug auf die zu erbringende Leistung als Gemeinkosten zu betrachten. Sie werden daher im Rahmen der Bestimmung des AGK mithilfe von geeigneten Schlüsseln auf die zu erbringende Leistung verteilt. Diese werden im Rahmen des IST-Kosten-Ansatzes überprüft (vgl. auch Kapitel 3.3 „Kostenprüfung am Beispiel der DB Netz AG“).

<sup>181</sup> Knöllner, F.; Polski, J.: Projekt iDIS. Neue Software für die Disposition in den Betriebszentralen. In: Deine Bahn (2015), S. 32–36.

<sup>182</sup> Böttcher, J.: Künstliche Intelligenz und mathematische Optimierung für eine automatische Disposition. In: Deine Bahn (2019), S. 10–15.

Unter Verwaltungsprozessen werden üblicherweise Kosten für unternehmensübergreifende Funktionen aus der Verwaltung, z. B. Rechnungswesen, Vertrieb und Management gefasst. Diese Prozesse finden sich in Unternehmen ähnlicher Größe, unabhängig davon, in welchen Branchen und auf welchen Märkten sie tätig sind. Ein Vergleich mit standardisierten Kosten aus wettbewerblichen Märkten (vgl. Kapitel 8.3.3 „Vergleichsmarktansatz“) wäre hier eine mögliche Herangehensweise, um eine Überprüfung vorzunehmen, inwiefern die Verwaltungs- und Vertriebsprozesse bereits zu erreichbaren bzw. optimalen Kosten erbracht werden.

## 9.6 Skalierbarkeit der Modellanwendung

Den wesentlichen Input für die vorgeschlagene Modellanwendung liefern der erhobene kostenrelevante Anlagenbestand eines BdS (Brownfield) sowie die mithilfe heuristischer Ansätze geprüften und parametrisierten IST-Kosten für standardisierte IH-/EI-Maßnahmen sowie Betriebsführungsprozesse eines BdS. Die für die Ermittlung erreichbarer und optimaler Kosten vorgeschlagene Modellanwendung basiert somit auf einer betreiberspezifischen Datenbasis. Somit ist gewährleistet, dass nachfolgende Modellschritte eine ggf. von einer bestimmten Norm abweichende, bestehende Infrastruktur und hiermit verknüpfte Auswirkungen auf Kosten eines BdS berücksichtigen.

Im vorherigen Abschnitt wurde ein mögliches Vorgehen zur Bestimmung erreichbarer und optimaler Kosten in einem OGK-Modell beschrieben. Zur Modellierung eines Kostensenkungspotenzials wird für die Kostenblöcke „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“, „Betriebsführung“ sowie „Verwaltung/Vertrieb“ ein jeweils unterschiedliches Vorgehen empfohlen.

Im Fall der IH-/EI-Maßnahmen wird empfohlen, eine erreichbare Kostensenkung insbesondere durch eine optimierte Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen zu postulieren. Selbst bei schwankenden Investitionsbudgets kleinerer BdS sind regelmäßige IH-/EI-Maßnahmen und ein damit einhergehendes Optimierungspotenzial zu erwarten. Verfügt ein BdS grundsätzlich über nur geringe finanzielle Mittel, kann dennoch eine „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ auf der Basis eines gering bemessenen Budgets erfolgen. Schwankende Investitionsbudgets ermöglichen es prinzipiell genauso wie hoch bemessene Budgets, auf Effizienzkriterien, z. B. „erreichbarer Umfang IH-Maßnahmen je Euro“ oder „erreichbare Qualitätssteigerung je Euro“ abzuheben.

Zur Modellierung optimaler IH-/EI-Kosten wird eine Abwägung zwischen unterschiedlichen, mittel- bis langfristig kostenwirksamen IH-/EI-Strategien über den gesamten Lebenszyklus des Infrastrukturbestandes empfohlen. Jedoch kann nicht bei allen BdS von denselben Möglichkeiten zur Umsetzung solcher IH-/EI-Strategien ausgegangen werden. Beispielsweise ist die durch eine Verwendung höherwertiger Materialien mögliche Verlängerung der technischen Nutzungsdauer einzelner Infrastrukturbestandteile mit höheren Einmalkosten verbunden, sodass beschränkte investive Möglichkeiten eines BdS die Umsetzung optimaler IH-/EI-Strategien verhindern. Die Gutachter empfehlen daher eine vergleichende Analyse der finanziellen Leistungsfähigkeit je BdS im Zuge der Ermittlung

## 9 Vorschlag für eine Modellumsetzung

---

und Prüfung dargelegter Kosten, um zu beurteilen, ob und inwieweit die bei kostenoptimalen IH-/EI-Strategien zu beobachtenden, vergleichsweise hohen Einmalkosten von einem BdS getragen werden können. Eine eingeschränkte finanzielle Leistungsfähigkeit ist möglicherweise für nichtbundes-eigene BdS zu erwarten, wo aufgrund zu geringer Erlöse nur die für die Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit mindestens notwendigen IH-/EI-Maßnahmen, jedoch keine darüber hinaus gehenden Investitionen zu erwarten sind.

Im Fall der Betriebsführungsprozesse könnten erreichbare Kostensenkungen mit einer innerbetrieblichen Erhöhung der Arbeitsproduktivität innerhalb der Prozesse „Fahrplanerstellung“ und „Disposition“ begründet werden. Die Optimierung dieser Prozesse setzt in der Regel keine bestimmte Strecken- oder Stellwerksinfrastruktur voraus, sondern eine Verlagerung personalintensiver Tätigkeiten auf hochentwickelte, automatisierte IT-Verfahren und eine Zentralisierung der Betriebszentralen. Verfügt ein BdS nur über verhältnismäßig geringe finanzielle Mittel, kann dennoch eine „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ auf der Basis eines gering bemessenen IT-Budgets erfolgen, das beispielsweise eine schrittweise (Teil-)Automatisierung ermöglicht. Schwankende Investitionsbudgets ermöglichen es prinzipiell genauso wie hoch bemessene Budgets, auf SOLL-Leistungen, z. B. „erreichbare Trassenanmeldungen je Vollzeitäquivalent“ oder „erreichbarer Durchsatz (Disposition) je Vollzeitäquivalent“, abzuheben.

Zur Modellierung optimaler Betriebsführungskosten wird ergänzend empfohlen, eine mittel- bis langfristig kostenwirksame Zentralisierung der Fahrdienstleitung je BdS zu berücksichtigen. Jedoch kann nicht bei allen BdS von denselben Möglichkeiten zur mittel- und langfristigen Kostenreduktion der Fahrdienstleitung ausgegangen werden. Die Konzeptionierung und Realisierung elektronischer Stellwerke, die zumeist eine Zusammenlegung von Fahrdienstleiterbezirken und somit eine steigende Arbeitsproduktivität zur Folge hat, hängt maßgeblich von dem Umfang öffentlich bereitgestellter Investitionsmittel ab. Die Gutachter empfehlen daher eine vergleichende Erhebung verfügbarer Investitionsmittel für Stellwerksneubauten je BdS. Finanzielle Einschränkungen sind insbesondere in (Teil-)Netzen von untergeordneter verkehrlicher Bedeutung zu erwarten, da der errechnete volkswirtschaftliche Nutzen eines Stellwerksneubaus dort vergleichsweise gering ist, sodass öffentliche Mittel in verkehrlich stärker belastete Netze abfließen.

Um erreichbare und optimale Kosten im Kostenblock „Verwaltung und Vertrieb“ zu bestimmen, könnte ein Vergleich mit standardisierten Kosten aus wettbewerblichen Märkten vorgenommen werden. Bei der Erhebung dieser Kosten ist die Vergleichbarkeit der herangezogenen Märkte mit den Merkmalen eines BdS zu gewährleisten. Zwingend einzuhaltende Vergleichbarkeitsanforderungen könnten u. a. eine vergleichbare Anzahl der Beschäftigten, eine bestimmte Unternehmensform bzw. Eigentümerstruktur (z. B. kommunale GmbH) oder vergleichbare finanzielle Kennzahlen (z. B. Umsatz, Eigenkapital, Gewinn) sein.

## 10 Modellbewertung

Im Anschluss an den dargelegten Vorschlag für eine Modellumsetzung wird diese bewertet. Die Bewertung orientiert sich an den Kriterien „Datenanforderungen und -verfügbarkeit“, „Modellierungsaufwand“ sowie „zeitliche Umsetzbarkeit“.

### 10.1 Bewertung von Datenanforderungen und -verfügbarkeit

Die vorgeschlagene Modellanwendung basiert auf einem betreiberspezifisch vorzuhaltenden Input. Der Input setzt sich aus dem realen Anlagenbestand und dessen verkehrliche Belastung je BdS, sowie dargelegten IST-Kosten je BdS zusammen<sup>183</sup>. Sämtliche Daten sind in einer hohen Granularität zu erheben bzw. anzufordern. Nachfolgend werden Anforderungen an die Daten und deren Verfügbarkeit bewertet.

#### 10.1.1 Erhebung des realen Anlagenbestandes eines BdS

Die Ermittlung von kurzfristig erreichbaren bzw. mittel- bis längerfristig optimalen Kosten eines BdS setzt eine möglichst umfassende Kenntnis der kostenverursachenden Infrastrukturelemente eines BdS voraus. In Kapitel 9.2 wurde eine Unterscheidung in die Bereiche „Gleisinfrastruktur“ sowie „Standorte der Betriebsführung“ aufgezeigt. Erfahrungen der Gutachter im Bereich „Gleisinfrastruktur“ legen nahe, dass Infrastrukturdaten vielfach auf Seiten eines BdS vorgehalten werden, jedoch nicht die für eine Modellanwendung notwendige Granularität und Konsistenz aufweisen und daher aufwendig aufbereitet werden müssen.

Im Fall des Kostenblocks „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ wird vorgeschlagen, erreichbare Kosten insbesondere durch eine optimierte Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen bzw. optimale Kosten durch eine Simulation langfristig kostenwirksamer IH-/EI-Strategien über den gesamten Lebenszyklus eines Infrastrukturbestandes zu postulieren. Damit der jeweils kostenoptimale Zeitpunkt für standardisierte IH-/EI-Maßnahmen je BdS bestimmbar wird, ist eine umfangreiche und sorgfältig gepflegte Infrastrukturdatenbank erforderlich. An dieser Stelle besteht aus Sicht der Gutachter speziell in Deutschland Optimierungsbedarf. Problematisch sind z. B. ein zu großer zeitlicher Abstand zwischen den Inspektionen einzelner Anlagen sowie generell fehlende Inspektionen, ein zu grobmaschiges Bewertungsschema des Infrastrukturzustandes und eine häufig unzureichende Kompatibi-

---

<sup>183</sup> Zur Anwendung eines Vergleichsmarkansatzes (vgl. Kapitel 9.5.3) sind möglicherweise Verwaltungs- und Vertriebskosten branchenfremder Unternehmen zu erheben. Aufgrund der nur sehr grob umrissenen Vergleichbarkeitsanforderungen an zu erhebende Daten kann die Datenverfügbarkeit im Rahmen des Gutachtens nicht valide abgeschätzt werden.

lität unterschiedlicher Datenbanken. Solange Infrastrukturdatenbanken qualitative Mängel aufweisen, muss der Infrastrukturzustand der Anlagenteile vorwiegend auf Basis des Anlagentyps, Anlagenalters und einer Anlagenbelastung idealtypisch geschätzt werden.

Die Notwendigkeit, einen Anlagenzustand im ungünstigen Fall per Schätzung zu bestimmen, ergäbe sich nicht nur für den Bereich „Gleisinfrastruktur“, sondern potenziell auch für „Standorte der Betriebsführung“. Im Fall des Kostenblocks „Betriebsführung“ wird vorgeschlagen, optimale Kosten durch eine mittel- bis langfristige Zentralisierung der Fahrdienstleitung je BdS abzubilden. Dies erfordert insbesondere den Neubau Elektronischer Stellwerke. Damit Realisierungszeiträume für den Neubau von Stellwerken prognostiziert werden können, sind neben Investitions- und Fördermittelstrategien eines BdS betreiberspezifische Daten u. a. zum Zustand und der vorgesehenen Restnutzungsdauer dieser Anlagen erforderlich. Da Stellwerke nur punktuell vorhanden sind, wäre die Erfassung des Anlagenbestandes im Bereich „Betriebsführung“ voraussichtlich schneller zu bewerkstelligen als im Bereich „Gleisinfrastruktur“.

### **10.1.2 Ermittlung von IST-Kosten eines BdS**

Um die IST-Kosten eines BdS auf einem detaillierteren als dem für eine (IST-) Gesamtkostenprüfung notwendigen Niveau analysieren zu können, werden in Kapitel 9.3 unterschiedliche heuristische Ansätze der Kostenprüfung ähnlich zu dem Ansatz im Energie- und Postsektor vorgeschlagen. Die Ermittlung und Prüfung von IST-Kosten in einem erforderlichen Umfang setzt für sämtliche Kostenblöcke eine möglichst vollständige Einsicht in das von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen betroffene interne Rechnungswesen eines BdS voraus. Zur Ermittlung und Prüfung wesentlicher Kostentreiber im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ wird ein Kostentreiberansatz bzw. zur Ermittlung von IST-Prozesskosten in den Kostenblöcken „Betriebsführung“ sowie „Verwaltung/Vertrieb“ ein Prozesskostenansatz empfohlen.

Im Rahmen des Kostentreiberansatzes sind wesentliche IH-/EI-Aufwendungen eines BdS nach Kostenstellen und standardisierten Maßnahmenbündeln aufzugliedern und zu plausibilisieren. Dieses Vorgehen erfordert nach Erfahrungen der Gutachter in einem erheblichen Umfang Datenzuordnungs- und -selektionsprozesse, da auf unterschiedliche Datenbanken, z. B. Kostenstellenpläne, Betriebsabrechnungsbögen oder IH-/EI-Datenbanken eines BdS zugegriffen werden muss. Eine weitere Herausforderung ist die Menge an Daten und eine bislang weitgehend fehlende Automatisierbarkeit der Datenauswertung. Die Erfahrungen der Gutachter im Modell „UWZ“ (vgl. Kapitel 7.6.3) haben gezeigt, dass eine netzweite Datengrundlage in der erforderlichen hohen Granularität (z. B. gegliedert nach Streckenabschnitten, Gewerken und Objekten) anhand netzweiter Daten zunächst erstellt werden musste.

Im Rahmen des Prozesskostenansatzes sind wesentliche Prozesskosten eines BdS nach Kostenstellen und Teilprozessen aufzugliedern und zu plausibilisieren. Einzelne Prozesse in den Kostenblöcken „Betriebsführung“ und „Verwaltung/Vertrieb“ sind aus Sicht der Gutachter im Vergleich zu

dem Vorgehen für IH-/EI-Aufwendungen etwas besser voneinander abgrenzbar, sodass eine Kostenzuordnung einfacher möglich sein könnte. Zudem müssten keine IH-/EI-Datenbanken, sondern insbesondere Kostenstellenpläne und BAB ausgewertet werden. Insofern wird das Vorgehen der Datenerfassung und -auswertung weniger kritisch angesehen als im Fall des Kostentreiberansatzes.

## 10.2 Beurteilung des Modellierungsaufwandes

Das vorgeschlagene OGK-Modell erfordert die Entwicklung, Testung und softwaretechnische Umsetzung der in den Kostenblöcken „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ bzw. „Betriebsführung“ jeweils vorgeschlagenen Teilmodelle. Die Funktionalität der Teilmodelle setzt im Einzelnen mathematisch-ingenieurwissenschaftlich entwickelte Formeln zur Prognose des zeit- und belastungsabhängigen Substanzverzehr einer gegebenen Infrastruktur, einen hierauf aufbauenden Ansatz zur Simulation mittel- und langfristiger IH-/EI-Strategien sowie eine „Menge-mal-Preis-Kalkulation“ von Betriebsprozessen auf der Grundlage von SOLL-Zeiten voraus. Die Datengrundlage für die Entwicklung und Anwendung sämtlicher Modellbestandteile bilden parametrisierte Infrastruktur- und Kostendaten eines BdS. Nachfolgend wird der Modellierungsaufwand jeweils getrennt für die Kostenblöcke „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ sowie „Betriebsführung“ beurteilt.

### 10.2.1 Modellierung von Kosten im Kostenblock IH/EI

Die für den Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ vorgesehene Modellanwendung soll es ermöglichen, das Kostensenkungspotenzial einer optimierten Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen bzw. optimalen Wahl mittel- bis langfristig kostenwirksamer IH-/EI-Strategien über den gesamten Lebenszyklus des Anlagenbestandes zu berechnen. Ein Modellierungsaufwand entsteht im Zuge der Entwicklung, Testung und softwaretechnischen Umsetzung eines mathematisch-ingenieurwissenschaftlichen Formelwerks und Rechenverfahrens auf der Basis der bereitgestellten Infrastrukturdaten, IH-/EI-Daten und Kostendaten eines BdS.

Im Rahmen des UWZ-Modells konnten die Gutachter Erfahrungen bei der Herleitung eines Formelwerks zur Beschreibung des Substanzverzehr und Ausfallverhaltens kostenrelevanter Infrastrukturbestandteile eines BdS sammeln und im UWZ-Modell formelmäßig für die DB Netz AG nachstellen. Die anhand eines bestimmten Anlagenbestands und bestimmten Anlagenbelastungen ermittelten Formeln sind jedoch nicht auf beliebige BdS übertragbar, da möglicherweise andere Anlagenbestände und -belastungen vorliegen könnten, die einen insgesamt abweichenden Substanzverzehr und IH-/EI-Aufwand zur Folge hätten. Zur quantitativen Abschätzung des Kostensenkungspotenzials eines BdS ist es daher notwendig, das vorhandene Formelwerk in Abhängigkeit einer vorliegenden Anlagenstruktur und -belastung eines BdS zu kalibrieren. Beispielsweise wäre das bisher vorwiegend für Streckengleise und Stellwerksbauformen der DB Netz AG gewonnene Formelwerk nicht

ohne vorherige Kalibrierung für Gleisanschlüsse, Rangier- und Ladegleise oder spezielle Stellwerksbauformen kleinerer BdS bzw. Nebenbahnen verwendbar.

Der Zusammenhang geringerer laufender IH-Kosten und einer gestiegenen technischen Nutzungsdauer von Infrastrukturelementen aufgrund mittel- bis langfristig wirksamer IH-/EI-Strategien wurde nach Kenntnis der Gutachter bislang vor allem im Rahmen des Lebenszyklusansatzes der ÖBB Infrastruktur AG (vgl. Kapitel 7.6.4) empirisch beschrieben. Die auf der Grundlage einer österreichischen Anlagenstruktur und -belastung erzielten formelmäßigen Zusammenhänge müssten zunächst auf deren Übertragbarkeit für deutsche Anlagenstrukturen und -belastungen geprüft und ggf. angepasst werden. Zur Abschätzung optimaler IH-/EI-Kosten eines BdS wäre es weiterhin notwendig, eine betreiberindividuelle Kalibrierbarkeit einzelner Formeln umzusetzen.

Die betreiberindividuell vorzunehmende Kalibrierung von Formeln zur Abbildung von Kausalitäten ermöglicht anschließend ein betreiberübergreifend in standardisierter Weise ablaufendes Rechenverfahren. Dieses Verfahren wäre somit einmalig zu entwickeln: Ein bedeutender Aufwand entstünde hierbei im Bereich Datenverarbeitung, damit große Mengen infrastrukturbezogener Daten automatisiert eingelesen und als Inputdaten für das Formelwerk entsprechend selektiert werden. Ein ähnlich großer Aufwand entstünde bei der Entwicklung einer betreiberübergreifenden Lösung, um die für bestimmte Infrastrukturelemente, Strecken oder Streckenabschnitte ermittelten IH-/EI-Kosten anschließend auf der Ebene von (Teil-)Netzen zu aggregieren, sodass auf gesamthafte IH-/EI-Kosten eines BdS geschlossen werden kann. Das eigentliche Rechenverfahren würde sich durch eine mehrfache Anwendung kalibrierter Formeln auszeichnen, um die insgesamt kostengünstigste Variante zu ermitteln. Es wäre so zu programmieren, dass die Reihenfolge bei der Anwendung von Formeln (Berücksichtigung einer Priorisierungslogik) und die Auswahl von Formeln (Berücksichtigung von IH-/EI-Strategien) durch einen Modellanwender beeinflusst werden kann (vgl. Kapitel 9.6 „Skalierbarkeit der Modellanwendung“).

### **10.2.2 Modellierung von Kosten im Kostenblock Betriebsführung**

Die für den Kostenblock „Betriebsführung“ vorgesehene Modellanwendung soll es ermöglichen, das Kostensenkungspotenzial optimierter Betriebsführungsprozesse zu berechnen. Ein Modellierungsaufwand entsteht im Zuge der Entwicklung, Testung und softwaretechnischen Umsetzung eines mathematisch-ingenieurwissenschaftlichen Formelwerks und Rechenverfahrens auf der Basis der bereitgestellten Infrastruktur-, Betriebsprozess- und Kostendaten eines BdS.

Die Herleitung eines Formelwerks zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen einer Anzahl an Teilprozessen der Betriebsführung und dem hierfür erforderlichen Personalaufwand erfordert aus Sicht der Gutachter eine betreiberspezifische Auswertung von Betriebsprozessdaten. Generell ist von einem steigenden Personalaufwand und steigenden Betriebsführungskosten auszugehen, wenn sich der Betrieb einer Kapazitätsgrenze annähert (vgl. Kapitel 9.5.2). Dieser Zusammenhang wurde nach Kenntnissen der Gutachter jedoch noch nicht in umfassender Weise erfasst. Genauso wenig

wurden erreichbare und optimale Kostensenkungen aufgrund von Prozessoptimierungen eines BdS bislang umfassend erfasst, sodass diese Zusammenhänge erstmalig formelmäßig beschrieben werden müssten. Die Mitwirkung ausgewählter BdS wäre an dieser Stelle eine zwingende Voraussetzung, um Zusammenhänge in empirisch abgesicherter Weise formelmäßig abzubilden. Beispielsweise wären umfangreiche Einblicke in bislang verwendete technische Lösungen bei der Fahrplannerstellung und Disposition und deren zukünftig absehbaren Entwicklungspotenziale erforderlich.

Zur erstmaligen Herleitung eines entsprechenden Formelwerks wären u. a. vergleichende Analysen bestimmter Anlagenbestände (z. B. Stellwerksbauformen), Anlagenbelastungen (z. B. Haupteisenbahn- vs. Nebeneisenbahnstrecke) und weiterer Prozessmerkmale (z. B. Automatisierungsgrad der Fahrplannerstellung und Disposition) erforderlich. Die anhand dieser Merkmale ermittelten Formeln wären analog zu der Modellierung im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ nicht auf beliebige BdS übertragbar, da möglicherweise andere Anlagenbestände, -belastungen und Prozessmerkmale vorliegen könnten, die einen insgesamt abweichenden Personalaufwand und abweichende Betriebsführungskosten zur Folge hätten. Zur quantitativen Abschätzung des Kostensenkungspotenzials eines BdS ist es daher notwendig, eine Kalibrierbarkeit der Formeln in Abhängigkeit einer betreiberindividuell vorliegenden Anlagenstruktur, -belastung und bestimmten Prozessmerkmalen umzusetzen.

Die betreiberindividuell vorzunehmende Kalibrierung des Formelwerks ermöglicht anschließend ein betreiberübergreifend in standardisierter Weise ablaufendes Rechenverfahren ähnlich zu demjenigen im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“. Abweichungen von dem dort vorgeschlagenen Vorgehen ergäben sich in Bezug auf die Ermittlung der kostengünstigsten Variante: Kalibrierte Formeln müssten voraussichtlich nicht mehrfach, sondern für einen BdS nur einmalig angewendet werden. Die Rechenanwendung wäre des Weiteren so zu programmieren, dass die Auswahl von Formeln durch einen Modellanwender beeinflusst werden kann, um beispielsweise fehlende finanzielle Möglichkeiten eines BdS zur Zentralisierung von Prozessen abzubilden (vgl. Kapitel 9.6 „Skalierbarkeit der Modellanwendung“).

### **10.3 Abschätzung des Zeitaufwands für die Modellerstellung**

Die Anwendung des vorgeschlagenen OGK-Modells setzt sowohl Tätigkeiten zur erstmaligen Erstellung und softwaretechnischen Umsetzung eines Modellalgorithmus (so genanntes Grundmodell) als auch bei jeder Modellanwendung wiederkehrende Tätigkeiten der Erhebung von Input-Daten und der Kalibrierung eines verwendeten Formelwerkes voraus. Der voraussichtliche Zeitbedarf in den einzelnen Tätigkeitsbereichen wird im Rahmen der gutachterlichen Möglichkeiten nachfolgend jeweils grob abgeschätzt.

### 10.3.1 Erstellung und softwaretechnische Umsetzung Grundmodell

Der als Grundmodell bezeichnete Modellalgorithmus könnte sich aus mehreren Teilmodulen zusammensetzen. Mindestens notwendig wäre die Entwicklung von Modulen, die dem Datenimport, der Verarbeitung von Infrastruktur- und Kostendaten, der Anwendung eines mathematisch-ingenieurwissenschaftlich entwickelten Formelwerks sowie der Aggregation von Einzelergebnissen dienen. Für die Entwicklung der Modellalgorithmen und die anschließende softwaretechnische Implementierung ist ein erheblicher Zeitaufwand zu veranschlagen.

Der vergleichsweise größte Zeitaufwand ist aus Sicht der Gutachter bei der Entwicklung des mathematisch-ingenieurwissenschaftlichen Formelwerks zu erwarten. In den Kapiteln 10.2.1 und 10.2.2 wurden die hierfür notwendigen Schritte jeweils getrennt für die Kostenblöcke „IH/EI“ und „Betriebsführung“ dargelegt. Die empirisch abgesicherten und teilweise in Formelwerken verankerten Ergebnisse der UWZ- und ÖBB-Lebenszykluskosten-Ansätze könnten für eine OGK-Modellierung im Kostenblock „IH/EI“ nur im Ansatz verwendet werden. Die Ansätze müssten im Detail auf die Übertragbarkeit für beliebige BdS geprüft, ggf. verallgemeinert und um Kalibrierungsmöglichkeiten zur Abbildung der jeweiligen Situation eines BdS erweitert werden. Zur OGK-Modellierung im Kostenblock „Betriebsführung“ könnte nach Kenntnissen der Gutachter auf kein empirisch abgesichertes Formelwerk aufgebaut werden, sodass ein für beliebige BdS anwendbares Formelwerk erstmalig hergeleitet werden müsste.

Sowohl die Prüfung und ggf. notwendige Anpassungen zwecks Verallgemeiner- und Kalibrierbarkeit bestehender Formelwerke im Kostenblock „IH/EI“ wie auch die erstmalige Herleitung eines verallgemeiner- und ggf. kalibrierbaren Formelwerkes für den Kostenblock „Betriebsführung“ erfordern eine umfangreiche Datengrundlage: Mindestens erforderlich sind all diejenigen Komponenten, die bei der späteren Modellanwendung für einzelne BdS zur Anwendung kommen, z. B. Daten über den Anlagenbestand, -belastungen, IH-/EI-Strategien und IST-Kosten für jeweils unterschiedliche BdS. Ein Zeitaufwand ergäbe sich daher bereits dadurch, die erforderlichen Daten für eine repräsentative Anzahl an BdS zu erheben, zu plausibilisieren und zu parametrisieren. Um ein prototypisch entwickeltes Formelwerk zu testen und ausreichend abzusichern, sind höchstwahrscheinlich ergänzende Informationen von BdS, z. B. in Bezug auf die verwendeten und ggf. zukünftig zu erwartenden IT-Tools zur Fahrplanerstellung und Disposition, einzuholen.

Die softwaretechnische Umsetzung aller Teilmodule inklusive des mathematisch-ingenieurwissenschaftlich entwickelten Formelwerks sollte unter Zuhilfenahme von Softwareentwicklern erfolgen. Dabei sollte ausreichend Zeit für notwendige Abstimmungen zwischen Auftraggebern, Entwicklern des Modellalgorithmus' sowie Entwicklern der Software eingeplant werden.

Nach grober Schätzung der Gutachter ist für die Schritte Datenerhebung und Entwicklung eines ausreichend abgesicherten mathematisch-ingenieurwissenschaftlichen Formelwerks ein Zeitauf-

wand von mindestens zwei Jahren zu veranschlagen, sofern erforderliche Daten ohne zeitliche Verzögerungen erfasst und ausgewertet werden können. Für die Softwareentwicklung ist bei professioneller Abwicklung ein Zeitrahmen von ein bis eineinhalb Jahren abzusehen. Insgesamt beträgt der sehr grob geschätzte Zeitrahmen für die Erstellung und softwaretechnische Umsetzung des Grundmodells daher mehr als drei Jahre.

### **10.3.2 Erhebung von Input-Daten und Kalibrierung je Modellanwendung**

Bevor das Grundmodell für einzelne BdS angewendet werden kann, sind jeweils wiederkehrende Tätigkeiten zur Gewinnung des erforderlichen Modellinputs und zur Kalibrierung des im Grundmodell verwendeten Formelwerkes durchzuführen. Das Vorgehen zur Erhebung eines realen Anlagenbestands und zur Ermittlung und Prüfung dargelegter Kosten wurde in den Kapiteln 9.2 und 9.3 erläutert. In den Kapiteln 10.2.1 und 10.2.2 wurde u. a. der Aufwand zur Kalibrierung verwendeter Formeln jeweils getrennt für die Kostenblöcke „IH/EI“ und „Betriebsführung“ dargelegt.

Infrastruktur- und Kostendaten eines BdS sind nach Einschätzung der Gutachter mindestens jährlich durch die Regulierungsbehörde zu aktualisieren, um eine Anwendbarkeit des OGK-Modells zu jedem Zeitpunkt innerhalb der fünfjährigen Regulierungsperiode zu gewährleisten. Zur Gewinnung der Daten sollte ein ähnlich standardisiertes Verfahren wie im Fall des Energiesektors und der regulatorischen Kostenprüfung für die DB Netz AG entwickelt werden. Trotz einer gegebenen Standardisierung ist zu erwarten, dass erhobene Daten nicht immer in dem erforderlichen Umfang und in der erforderlichen Qualität dargelegt werden, sodass Nacherhebungen zu befürchten sind. Im Anschluss an die Datenerhebung ergibt sich ein erheblicher Aufwand im Rahmen der Prüfung von IST-Kosten und der heuristischen Ermittlung von Kostentreibern sowie von Prozesskosten. Anschließend sind die geprüften Daten noch zu parametrisieren (vgl. Kapitel 9.4). Sollte ein OGK-Modell für eine große Anzahl an BdS eingesetzt werden, ist von einem erheblichen, möglicherweise ganzjährig anfallenden Personalaufwand im Bereich Datengewinnung auf Seiten der Regulierungsbehörde auszugehen, unabhängig davon, ob ein OGK-Modell für BdS jährlich zur Anwendung kommt oder nicht.

Im Rahmen der Modellanwendung sollte das Formelwerk mindestens in Abhängigkeit einer betreiberindividuellen Anlagenstruktur und -belastung im Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ sowie Prozessmerkmalen im Kostenblock „Betriebsführung“ kalibriert werden. Anzuwendende Kalibriergrößen wären durch den Modellanwender auszuwählen. Dies erfordert bereits Voranalysen auf der Basis dargelegter Input-Daten, woraus sich ein weiterer Zeit- und Personalaufwand auf Seiten der Regulierungsbehörde ableitet.

Soll ein OGK-Modell für einen BdS zur Anwendung kommen, ist für die Schritte Erhebung, Prüfung und Aufbereitung von Input-Daten sowie Ermittlung von Kalibriergrößen nach groben Schätzungen der Gutachter von einem mehrwöchigen Zeitbedarf auszugehen. In Abhängigkeit einer Bearbeitungsroutine innerhalb des Verfahrens und der je nach BdS schwankenden Komplexität der Input-Daten könnte sich jedoch eine erhebliche Variabilität des Zeitbedarfes ergeben.

## 11 Fazit

In dem Gutachten wurden die Überlegungen der BNetzA, ein OGK-Modell zu entwickeln, aufgegriffen und bewertet. Die von der BNetzA intendierte Verwendung von Referenzwerten zur Beurteilung, ob die von einem BdS beantragte Kostenhöhe gerechtfertigt ist, wird von den Gutachtern ebenso geteilt wie die vorgeschlagene Unterscheidung einer kurzfristig zu erreichenden und langfristig optimalen Kostenhöhe. Daher wurden Methoden zur Ermittlung von Kostenreferenzwerten recherchiert und deren Eignung für das intendierte OGK-Modell beurteilt. Da der Gutachtauftrag eine Verwendung ökonomischer Methoden explizit nicht umfasste, konzentrierten sich die Recherchen vorwiegend auf ingenieurwissenschaftliche sowie heuristische Ansätze. Dabei konnte eine Übertragbarkeit dieser Ansätze für ein OGK-Modell festgestellt werden, jedoch leitet sich hieraus noch kein gesamthafte Modell ab. Daher wird eine Kombination aus geeigneten Ansätzen vorgeschlagen, um IST-Kosten, erreichbare Kosten und einen optimalen Kostenansatz abzubilden.

Das vorgeschlagene OGK-Modell bildet den realen Anlagenbestand eines BdS vollständig und in ausreichend differenzierter Weise ab. Entsprechende Daten sind daher zu erheben bzw. von den BdS anzufordern. Ein weiterer Input sind vollständige, durch einen BdS dargelegte IST-Kosten, die von der BNetzA umfangreich zu prüfen wären. Die Prüfung und Darlegung der IST-Kosten geht dabei über das Anforderungsniveau bei der Feststellung der gesamthaften anererkennungsfähigen IST-Kosten des Mindestzugangspaketes im Rahmen von AGK-Feststellungen hinaus, da eine detailliertere Kenntnis von IST-Kosten bei nachgelagerten Analysen zur Identifikation von Kostensenkungspotenzialen erforderlich ist. Das skalierbare Modell ermittelt anschließend die betreiberindividuell erreichbaren bzw. optimalen Kosten. Zu diesem Zweck werden zwei Modellanwendungen jeweils für den Kostenblock „Instandhaltung/Ersatzinvestitionen“ sowie „Betriebsführung“ vorgeschlagen. Im Fall der ersten Modellanwendung wird eine erreichbare Kostensenkung insbesondere durch eine optimale Priorisierung von IH-/EI-Maßnahmen über den gesamten Anlagenbestand und eine optimale Kostensenkung durch mittel- bis langfristig kostenwirksame IH-/EI-Strategien postuliert. Die zweite Modellanwendung begründet erreichbare Kostensenkungen mit einer innerbetrieblichen Erhöhung der Arbeitsproduktivität in den Prozessen Fahrplanerstellung und Disposition und eine optimale Kostensenkung mit einer Zentralisierung der Fahrdienstleitung. Um erreichbare und optimale Kosten im Kostenblock „Verwaltung/Vertrieb“ zu bestimmen, wird ein Vergleich mit standardisierten Kosten aus weiteren Branchen bzw. Märkten empfohlen.

Die Bewertung des Modellvorschlags orientiert sich an den Kriterien Datenanforderungen/-verfügbarkeit, Modellierungsaufwand sowie Zeitaufwand für die Modellerstellung. Zusammenfassend erfordert die Modellentwicklung eine umfassende Mitwirkung betroffener BdS, damit der erforderliche Input erhoben, ein entsprechendes Formelwerk erstellt und softwaretechnisch umgesetzt werden kann. Der sehr grob geschätzte Zeitrahmen zur Umsetzung eines Grundmodells beträgt etwa drei bis dreieinhalb Jahre. Für die Anwendung des Modells entstehen wiederkehrende, schwierig abschätzbare Zeitaufwände auf Seiten der BNetzA, da Infrastruktur- und Kostendaten für BdS zyklisch

neu erfasst, geprüft und aufbereitet werden müssen. Die zentrale Anforderung an ein OGK-Modell, nämlich das individuelle Optimierungspotenzial eines BdS systematisch zu ermitteln, kann aus Sicht der Gutachter somit potenziell erfüllt werden, ist jedoch mit erheblichen, sowohl einmaligen als auch wiederkehrenden Aufwänden verbunden.

## 12 Literatur

Ackermann, T.: Marketing im ÖPNV. Handbuch, Hamburg 2016.

Bogetoft, P.; Otto, L.: Benchmarking with DEA, SFA, and R, New York, NY 2011.

Bornet, J.; Rausch, R.: Projekt Betriebssteuerungsstrategie. Weichen stellen für die Zukunft der Betriebssteuerung. In: Deine Bahn (2017), S. 6–9.

Böttcher, J.: Künstliche Intelligenz und mathematische Optimierung für eine automatische Disposition. In: Deine Bahn (2019), S. 10–15.

Bünder, H.: Millionenschäden durch ein Schienenkartell, Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ), 30.06.2011.

Bundeskartellamt: Marktmachtmissbrauch der Deutschen Post AG im Bereich der Großkundentarife. Pressemeldung, [www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2015/07\\_07\\_2015\\_Post.html](http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2015/07_07_2015_Post.html) (22. Januar 2020).

Bundesministerium der Finanzen: AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Personen- und Güterbeförderung (im Straßen- und Schienenverkehr)". IV A8-S 1551-9/98, 1998.

Bundesministerium der Finanzen, 2016: Chancen und Risiken Öffentlich-Privater Partnerschaften. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates beim Bundesministerium der Finanzen.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2886) geändert worden ist. PBefG, 1961.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr vom 21. Juni 1975 (BGBl. I S. 1573), die zuletzt durch Artikel 483 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist. BOKraft, 1975.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: "Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 6. Februar 2020 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist". TKG, 2004.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Bundesfernstraßenmautgesetz). BFStrMG, 2011.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019: Bundesforschungsprogramm Schiene, [https://www.eba.bund.de/DZSF/DE/Forschungsprogramm/forschungsprogramm\\_Schiene.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.eba.bund.de/DZSF/DE/Forschungsprogramm/forschungsprogramm_Schiene.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (13. November 2019).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Lkw-Maut, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html) (23. Januar 2020).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Merkmale von Bundesfernstraßen-ÖPP's, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einleitung-02-merkmale.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einleitung-02-merkmale.html) (23. Januar 2020).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: ÖPP - Neue Generation, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-neue-generation.html](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-neue-generation.html) (27. Januar 2020).

Bundesnetzagentur: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren nach § 29 Abs. 1 EnWG i. V. m. § 4 Abs. 1 und 2, § 32 Abs. 1 Nr. 1 und 5 ARegV wegen Festlegung der kalenderjährlichen Erlösobergrenzen für die dritte Regulierungsperiode Strom (2019-2023) gegenüber der Energienetze Offenburg GmbH, Aktenzeichen: BK8-17/8552-11.

Bundesnetzagentur: Marktregulierung Telekommunikation. Maßstäbe und Methoden, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe\\_methoden/massstaebe\\_methoden-node.html;jsessionid=F22E71603B3C1D4643AECA9D0715B39B](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe_methoden/massstaebe_methoden-node.html;jsessionid=F22E71603B3C1D4643AECA9D0715B39B) (15. Januar 2020).

Bundesnetzagentur: Anreizregulierung Strom- und Gasnetze. Ermittlung der Netzkosten, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/WesentlicheElemente/Netzkosten/Netzkostenermittlung\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/WesentlicheElemente/Netzkosten/Netzkostenermittlung_node.html) (22. Januar 2020).

Bundesnetzagentur: Effizienzvergleich Übertragungsnetzbetreiber, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Strom/EffizienzvergleichUebertragungsnetzbetreiber/effizienzvergleichuebertragungsnetzbetreiber-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Strom/EffizienzvergleichUebertragungsnetzbetreiber/effizienzvergleichuebertragungsnetzbetreiber-node.html) (27. Januar 2020).

Bundesnetzagentur, 28.06.2017: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren aufgrund der Mitteilung der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH vom 04.04.2017 und 24.04.2017 wegen der Festsetzung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten für die erste Regulierungsperiode. BK10-17-0001\_E.

Bundesnetzagentur: Marktregulierung Telekommunikation. Kostenmodelle, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe\\_methoden/kostenmodelle/kostenmodelle-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe_methoden/kostenmodelle/kostenmodelle-node.html) (15. Januar 2020).

Bundesnetzagentur: Entgeltregulierung für lizenzpflichtige Postdienstleistungen. Beschlusskammer 5, [www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5\\_22\\_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/BK05/BK5_22_Entgelt/PreisregulierungNavNode.html) (22. Januar 2020).

Bundesnetzagentur, 2019: Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2018/2019, [www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (15. Januar 2020).

Bundesnetzagentur, 16.04.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren nach § 29 Abs. 1 EnWG i. V. m. § 4 Abs. 1 und 2, § 32 Abs. 1 Nr. 1 und 5 ARegV wegen Festlegung der kalenderjährlichen Erlösobergrenzen für die dritte Regulierungsperiode Strom (2019-2023) gegenüber der ewe-Netz GmbH, Aktenzeichen: BK8-17/3043-11.

Bundesnetzagentur, 03.06.2019: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren BK5-18/003 wegen Zusammenfassung von Dienstleistungen und Vorgabe von Maßgrößen für die Price-Cap-Regulierung für Briefsendungen bis 1.000 Gramm ab 01.01.2019 gegenüber der Deutschen Post AG.

Bundesnetzagentur, 25.03.2020: Beschluss in dem Verwaltungsverfahren der DB Netz AG und der DB RegioNetz Infrastruktur GmbH auf Anpassung der Festlegung der Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2020/2021. BK10-20-0002\_E.

Bundesrechnungshof, 24.09.2013: Gutachten des Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Öffentlich-Privaten-Partnerschaften (ÖPP) im Bundesfernstraßenbau. Gz.: V 3 – 2013 - 0144.

Bundesrechnungshof, 07.12.2018: Bericht nach § 99 BHO über die Ziele des Bundes bei den Verhandlungen mit der Deutschen Bahn AG über eine dritte Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung für die bestehende Eisenbahninfrastruktur.

Cambridge Economic Policy Associates Limited, 08.10.2018: Evidence on Top Down and Bottom-up Efficiency Adjustments for Network Rail's CP6 Maintenance and Renewals. Final Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/39394/evidence-on-efficiency-adjustments-for-network-rails-cp6-maintenance-and-renewals.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0010/39394/evidence-on-efficiency-adjustments-for-network-rails-cp6-maintenance-and-renewals.pdf).

CONSENTEC/ IAEW der RWTH Aachen/ Rechenzentrum für Versorgungsnetze Hartl/Wehr/ Frontier Economics Limited, 20.11.2006: Untersuchung der Voraussetzungen und möglicher Anwendung analytischer Kostenmodelle in der deutschen Energiewirtschaft. Untersuchung im Auftrag der BNetzA. Abschlussbericht.

DB Netz AG, 2009: Regelwerk Fahrwegkapazität (Ril 405).

DB Netz AG, 2017: Regelwerk Trassenmanagement (Ril 402).

DB Netz AG, 2019: Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG 2020. Gültig ab 15.12.2019, <https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/4606064/3697a45c09425f103b6833b657b7949e/SNB-2020-data.pdf> (14. Januar 2020).

DB Netz AG: Vertrieb und Fahrplan. Fahrpläne konzipieren und vermarkten, [https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/karriere/entdecken/vertrieb\\_und\\_fahrplan-1368810](https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/karriere/entdecken/vertrieb_und_fahrplan-1368810) (14. Januar 2020).

Deutscher Bundestag, 19.04.2016: Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Kostendeckung im öffentlichen Personennahverkehr. Drucksache 18/8180. Unterrichtung durch die Bundesregierung.

Deutscher Bundestag; Deutscher Bundesrat: Eisenbahnregulierungsgesetz vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. Juli 2019 (BGBl. I S. 1040) geändert worden ist, 2016.

Ebel, M.: Grundsätze der Netzfahrplanerstellung. In: Deine Bahn (2010), S. 7–12.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2012/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. November 2012 zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums (Neufassung).

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über öffentliche Personenverkehrsdienste auf Schiene und Straße und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 1191/69 und (EWG) Nr. 1107/70 des Rates. Verordnung (EG) Nr. 1370/2007, 23.12.2007.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2011/76/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge, 2011.

Gramer, M.: Die integrierte Investitions- und Instandhaltungsstrategie (3-i) bei der DB Netz AG. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2013), S. 12–15.

Gramer, M.: Investitions- und Instandhaltungs-Strategie der DB Netz AG. In: Deine Bahn (2015), 20-24.

Gummersbach, A.; Büllles, P.; Nicoali, H.; Schieferecke, A.; Hinschläger, M.; Mockenhaupt, A.: Produktionsmanagement. Mit zahlreichen Abbildungen und Praxisanwendungen; dieses Buch ist auf der Basis der von REFA entwickelten Methodenlehren des Arbeitsstudiums, der Betriebsorganisation, der Planung und Steuerung und der REFA-Fachbücher erstellt worden, 6. Aufl., Hamburg 2017.

Hackbarth/ Ilic/ Neu, 2012: Analytisches Kostenmodell für ein Mobilfunknetz. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb\\_Referenzdokument\\_AKM\\_Mobilfunk.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Mobilfunk/20120418Ueberarb_Referenzdokument_AKM_Mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020).

Hempe, T.: Life Cycle Management bei der Infrastruktur. Wo stehen wir bei der DB Netz AG?, <http://www.betonschwellenindustrie.de/wp-content/uploads/Betonschwellenindustrie-Symposium-2017-K-Vortrag-8-Thomas-Hempe.pdf>.

Horsch, J.: Kostenrechnung, Wiesbaden 2020.

Huber, M.: Verfügbarkeitsmodell A7 Nord. 6-streifiger Ausbau der A7 in Hamburg und Schleswig-Holstein, [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/zukunftsreform-infrastruktur-vortrag-huber.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/zukunftsreform-infrastruktur-vortrag-huber.pdf?__blob=publicationFile) (27. Januar 2020).

Jacke, T.; Dickenbrok, B.; Friesen, N.; Grub, A.; Nießen, N.: Ursache-Wirkung-Zusammenhang: Zusammenhang zwischen Mitteleinsatz und Infrastrukturqualität abbilden. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2019), S. 37–41.

Karl, A.; Petersen, T.; Schaaffkamp, C.: Anforderungen an die Ermittlung eines "angemessenen Gewinns". In: Der Nahverkehr (2016), S. 59–63.

Knöllner, F.; Polski, J.: Projekt iDIS. Neue Software für die Disposition in den Betriebszentralen. In: Deine Bahn (2015), S. 32–36.

Korn/ Leupold/ Niederau/ Schneider/ Hartwig/ Scheffler, 25.03.2014: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie

1999/62/EG für die Jahre 2013 bis 2017. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Z20/SEV/288.3/1222/UI23.

Korn/ Leupold/ Schneider/ Hartwig/ Daniels, 05.03.2018: Berechnung der Wegekosten für das Bundesfernstraßennetz sowie der externen Kosten nach Maßgabe der Richtlinie 1999/62/EG für die Jahre 2018 bis 2022. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Version 5.14.

Kulenkampff/ Plückebaum/ Zoz, 2019: Analytisches Kostenmodell für das Anschlussnetz AKM-AN Version 3.0. Studie für die Bundesnetzagentur, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe\\_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114\\_AKM\\_AN\\_RefDokpdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/Kostenmodelle/Anschlussnetz/20190114_AKM_AN_RefDokpdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (15. Januar 2020).

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg: Größtes ÖPP-Projekt im Land startet an der A6, [www.vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/groesstes-oepp-projekt-im-land-startet-an-der-a6/](http://www.vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/groesstes-oepp-projekt-im-land-startet-an-der-a6/) (27. Januar 2020).

Modellierung logistischer Systeme. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik, Berlin, Heidelberg 2008, S. 35–94.

Nachtigall, K.; Noll, O.; Pöhle, D.: Ein innovatives Belegungsverfahren für den zukünftigen industrialisierten Fahrplanprozess. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2014), S. 28–33.

Network Rail, 2019: Scorecard Guidance 2019/2020, <https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2019/11/Scorecard-Guidance-2019-20.pdf> (2. April 2020).

Nichols Group, 26.09.2017: PR18 SBP Planning Assurance Mandate. Final Summary Report. Reference: L2Ni007, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/25854/pr18-sbp-planning-assurance-summary-main-report.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0006/25854/pr18-sbp-planning-assurance-summary-main-report.pdf) (2. April 2020).

Nolde/ Nailis/ Ritzau/ Barrios/ Franken/ Schrief, 17.12.2018: Gutachten zur Referenznetzanalyse für die Betreiber von Übertragungsnetzen im Auftrag der Bundesnetzagentur.

Office of Rail and Road, 2018: Periodic review final determination. Overview of approach and decisions. October 2018.

Office of Rail and Road, 2018: PR 18 Econometric top-down benchmarking of Network Rail. Report, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0011/27875/pr18-econometric-top-down-benchmarking-of-network-rail.pdf).

Office of Rail and Road, October 2018: 2018 periodic review final determination. Supplementary document - Review of Network Rail's proposed costs, [www.orr.gov.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/39312/pr18-final-determination-review-of-network-rails-proposed-costs.pdf](http://www.orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0018/39312/pr18-final-determination-review-of-network-rails-proposed-costs.pdf) (2. April 2020).

Pape, A.; Wein, T.: Der deutsche Taximarkt - das letzte (Kollektiv-)Monopol im Sturm der "neuen Zeit". In: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik 64 (2015), S. 362–389.

Pöhle, D.: Von Click & Ride zum digitalisierten Gesamtfahrplan. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) (2019), S. 10–13.

Post-Entgeltregulierungsverordnung vom 22. November 1999 (BGBl. I S. 2386), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. März 2019 (BGBl. I S. 338) geändert worden ist. PEntgV. In: Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): BGBl. Bürgerliches Gesetzbuch.

Postgesetz vom 22. Dezember 1997 (BGBl. I S. 3294), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 30. November 2019 (BGBl. I S. 1942) geändert worden ist. PostG. In: Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): BGBl. Bürgerliches Gesetzbuch.

Pruvost, H.; Schapke, S.-E.; Scherer, R. J.: Multimodellbasiertes Risikomanagement. In: Scherer, R. J.; Schapke, S.-E. (Hrsg.): Informationssysteme im Bauwesen 2, Berlin, Heidelberg 2014, S. 241–252.

Saß: Gutachten gemäß § 13 Personenbeförderungsgesetz (PBefG) über die Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes für die Landeshauptstadt Schwerin.

Saß, 25.04.2019: Gutachten zur Funktionsfähigkeit des Taxigewerbes in der Stadt Regensburg.

Schmerbeck, R.: Das Pavement Management System (PMS) auf Autobahnen. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 22–23.

Schönsleben, P.: Supply Chain Design: Standortplanung und Nachhaltigkeit. In: Ders. (Hrsg.): Integrales Logistikmanagement. Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend, 7. Aufl., Berlin, Heidelberg 2016, S. 116–167.

Trinkner/ Mattmann/ Agrell/ Bogetoft/ Moser/ Sieberichs/ Löhr, 04.04.2019: Effizienzvergleich Verteilernetzbetreiber Strom der dritten Regulierungsperiode (EVS3). Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur (nach Anhörung).

Trostmann, A.; Wille, M.-O.: Preisgleitung rein - Risiko raus. Zur praxisnahen Ausgestaltung von Verkehrsverträgen im ÖPNV. In: Der Nahverkehr (2016), S. 54–59.

Veit, P.: Instandhaltung und Anlagenmanagement des Fahrwegs. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Berlin, Heidelberg 2019, S. 1003–1049.

Vodafone: Das Netz und seine Teile - Von der Basisstation bis zur Funkzelle, [handygad.de/wp-content/uploads/2018/05/lte-frequenzen-reichweite.jpg](http://handygad.de/wp-content/uploads/2018/05/lte-frequenzen-reichweite.jpg) (15. Januar 2020).

Weller, O.: Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. In: bau intern Sonderheft August 2011, Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern (2011), S. 6–14.