

Zur kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten – Eine ökonomische Analyse von Kostenkonzepten und Kostentreibern

Gernot Müller

Nr. 301

Dezember 2007

**WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH**

Rhöndorfer Str. 68, 53604 Bad Honnef

Postfach 20 00, 53588 Bad Honnef

Tel 02224-9225-0

Fax 02224-9225-63

Internet: <http://www.wik.org>

eMail info@wik.org

[Impressum](#)

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

2.3.3.3 Ermittlungsmethoden und Ergebnisse von Kostenstudien	40
2.3.4 Inkrementelle Kosten	45
2.3.5 Kostendeckende Zuschläge auf Grenz- oder inkrementelle Kosten	47
2.3.5.1 Bestimmung von Schlüsselgrößen	48
2.3.5.2 Inverse Elastizitätenregel	48
2.3.5.3 Sonstige Konzepte für die Ermittlung von Aufschlägen	50
2.3.6 Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung	51
3 Untersuchung der Kostentreiber im Eisenbahninfrastruktursektor	55
3.1 Kostenrechnerische Grundlagen	55
3.1.1 Betriebswirtschaftliche Analyse von Kosteneinflussgrößen	55
3.1.2 Kostentreiber im Rahmen der Prozesskostenrechnung	57
3.2 Systematisierung der Kostentreiber für die Eisenbahninfrastruktur	59
3.3 Vergleich der Ergebnisse empirischer Studien	63
4 Implementierung einer kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastruktur-entgelten	70
4.1 Entgeltregulierungspraxis in anderen europäischen Staaten	70
4.2 Schlussfolgerungen für die Ausgestaltung der Entgeltregulierung in Deutschland	73
Literaturverzeichnis	76

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Grundaufbau der Kostenrechnung	29
--------------	--------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anteil der variablen Kosten an den Gesamtkosten bei Veränderung der Verkehrsleistung	22
Tabelle 2:	Kostenstudien zum Eisenbahninfrastruktursektor	43
Tabelle 3:	Ältere US-amerikanische Kostenstudien zu integrierten Eisenbahnunternehmen	65

Zusammenfassung

In Deutschland ist die Kontrolle von Eisenbahninfrastrukturentgelten als kostenbasierte Regulierung unter Heranziehung von Kosteninformationen ausgestaltet. Maßgeblich für die Bildung und Regulierung der Entgelte für die Nutzung von Schienenwegen ist in erster Linie § 14 Abs. 4 AEG. Demnach hat ein Schienenwegebetreiber seine Entgelte so zu bemessen, dass die insgesamt für die Erbringung von Pflichtleistungen entstehenden Kosten einschließlich einer am Markt erzielbaren Rendite ausgeglichen werden. Ausgangspunkt für die Bestimmung der Entgelte sind die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallenden Kosten. Um der Anforderung der Kostendeckung gerecht zu werden, können ferner nach Verkehrsleistungen und Marktsegmenten differenzierte Aufschläge erhoben werden. Unklarheiten in der Struktur und Formulierung der eisenbahnrechtlichen Vorschriften tragen dazu bei, dass die juristische Auslegung der Normen zu widersprüchlichen Ergebnissen führt.

Vor allem notwendig ist jedoch auch eine mikroökonomische und betriebswirtschaftliche Fundierung der Regelungen. Die Definition, Erläuterung und Problematisierung von Kostenkonzepten trägt dazu bei, Kostenrechnungssysteme zu interpretieren, Kostendaten zu prüfen und auszuwerten, die relevanten Gesamtkosten zu bestimmen und Kostenzurechnungen vorzunehmen. Außerdem sind die Relevanz der Kostenkonzepte für den Eisenbahninfrastruktursektor und die Ergebnisse empirischer Studien zu analysieren. Der Diskussionsbeitrag behandelt u.a. die Begriffe der Kapital- und Betriebskosten, der Unterbrechungs- und Kapazitätskosten, der Umwelt- und Unfallkosten, der fixen und variablen Kosten, der Einzel-, Verbund- und Gemeinkosten, der Durchschnittskosten bzw. der Fully Distributed Costs, der Grenzkosten, der inkrementellen Kosten, der Ramsey-Boiteux-Preise und der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung. Eine Betrachtung der Kostentreiber ist im Zusammenhang mit der Identifizierung von marginalen oder inkrementellen Kosten sowie mit der Verteilung von Gemeinkosten hilfreich.

Aus der Untersuchung ist abzuleiten, dass eine kostenbasierte Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten mit der Bestimmung der für die Erbringung der Pflichtleistungen insgesamt anfallenden Kosten beginnen sollte; hierbei müssen vor allem Gemein- und Verbundkosten entsprechend zugeschlüsselt werden. In diesem Zusammenhang zu berücksichtigen sind auch die Kapitalkosten der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Schienenwege und eine angemessene kalkulatorische Eigenkapitalverzinsung. Nachfolgend sollten Einzelentgelte auf der Basis von ausreichend differenzierten kurzfristigen Grenzkosten bzw. inkrementellen Kosten der Infrastrukturbereitstellung und -nutzung bestimmt werden. Zur Gewährleistung der Kostendeckungsvorgabe erscheint es sinnvoll, die Grenzkostenpreise um Zuschläge zu erhöhen, die nach der inversen Elastizitätenregel ermittelt werden. Hierbei sollte nach Verkehrsarten, der intra- und intermodalen Wettbewerbsintensität, räumlichen Merkmalen (Teilnetze, Strecken) und zeitlichen Kriterien (Spitzen- und Schwachlastzeitfenster) sowie nach persönlichen und sachlichen Merkmalen (Kundenanforderungen an die Pünktlichkeit und Geschwindigkeit, Zugarten) differenziert werden.

Summary

In Germany, regulation of railway infrastructure charges has been implemented as a cost-based method resting upon costing data. Most relevant for determining and examining user charges for rail infrastructure is sec. 14 par. 4 of the General Railway Act. Rail infrastructure managers have to set their charges in a way that total costs resulting from the provision of obligatory services including a reasonable rate-of-return can be recovered. Starting point for the calculation of charges are the costs directly accruing from train operation. To fulfil the requirement of cost recovery, mark-ups differentiated with respect to rail transport modes and market segments can be added. The structure and wording of the provisions implicate contradicting results of the legal interpretation of the regulations.

For this reason, a microeconomic and business economic underpinning of the legislative provisions is indispensable. Defining, explaining and exposing the problems of costing methodologies contribute to the interpretation of costing systems, the scrutiny and analysis of costing data, as well as to the determination and allocation of total costs. In addition, the relevance of costing methodologies to the railway infrastructure sector and the results of empirical studies are to be examined. The following concepts are presented: user costs of capital, operating costs, disruption costs, capacity costs, environmental costs, accident costs, fixed and variable costs, product-related, joint and overhead costs, average and fully distributed costs, marginal and incremental costs, Ramsey-based charges, and costs of efficient service provision. Considering cost drivers is helpful in identifying marginal or incremental costs and allocating common costs.

It can be derived that a cost-based regulation of railway infrastructure charges should be started with a determination of total costs accruing from the provision of obligatory services. In particular, joint and overhead costs have to be allocated appropriately. In this context, user costs of capital resulting from public investments in rail infrastructure and a reasonable rate-of-return have to be considered. Consecutively, single charges can be calculated basing on adequately differentiated short-run marginal or incremental costs related to the provision and use of railway infrastructure. To ensure cost recovery it makes good economic sense to add mark-ups to marginal cost charges applying the inverse elasticity rule. This method offers the possibility to differentiate according to modes of transport, the degree of intra- and intermodal competition, spatial and temporal criteria, as well as personal and factual characteristics.

1 Problemstellung und Gang der Untersuchung

Das Eisenbahnwesen ist wie jeder andere Verkehrssektor durch die Bereitstellung von Verkehrsleistungen und Verkehrsinfrastrukturen gekennzeichnet. Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht dabei zumeist der nachgelagerte Markt der Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten für den Güter- und Personentransport durch Eisenbahnverkehrsunternehmen. Für die Erstellung von Eisenbahnverkehrsleistungen werden jedoch Produktionsfaktoren benötigt, die auf den Vorleistungs- bzw. vorgelagerten Märkten angeboten werden und zu denen neben den Verkehrsmitteln und dem Personal vor allem die Eisenbahninfrastruktur und die für ihre Nutzung notwendigen Dienstleistungen gehören.

Angesichts der besonderen ökonomischen Charakteristika der Eisenbahninfrastrukturen, wie z.B. der langen Lebensdauer, der Ortsgebundenheit, der technischen Einseitigkeit der Nutzung, der Inputunteilbarkeiten, des hohen Anteils der kurzfristigen Fixkosten, der geringen variablen und marginalen Kosten sowie der niedrigen Preiselastizität des Angebots, sind in Verbindung mit der Infrastrukturnachfrage vor allem bei einer relationsbezogenen Betrachtung der Bereitstellung von Schienenwegen, zum Teil aber auch hinsichtlich des Angebots sonstiger Eisenbahninfrastrukturen häufig die typischen Merkmale eines natürlichen Monopols erfüllt.¹

Im Vergleich zum hypothetischen Idealzustand der vollständigen Konkurrenz hat das Vorliegen einer Alleinanbieterposition bei gewinnmaximierendem Verhalten die Setzung überhöhter, allokativ ineffizienter Monopolpreise und eine Reduzierung des Versorgungsniveaus sowie die Abschöpfung eines Großteils der Konsumentenrente zur Folge; Konsequenzen können auch mangelnde Innovationsanreize sowie ein zu hohes oder niedriges Qualitätsniveau sein. Ebenso sind als Resultat der erhöhten Inputpreise negative Konsequenzen für den nachgelagerten Markt der Eisenbahnverkehrsdienste zu befürchten, wenn die im Netz vorhandene Marktmacht auf die Downstream-Ebene übertragen wird. Verschärft wird die Situation oftmals dadurch, dass die Eisenbahninfrastruktur als essenzieller Produktionsfaktor von verschiedenen Nachfragern benötigt wird, von denen einer oftmals noch mit dem Infrastrukturanbieter in enger Beziehung steht.

Ob damit die Notwendigkeit einer Regulierung gegeben ist, hängt jedoch auch von anderen Faktoren ab, wie z.B. dem Vorliegen potenziellen Wettbewerbs und der Wirksamkeit der Substitutionskonkurrenz. Ersterer dürfte im Eisenbahninfrastrukturbereich angesichts der bestehenden Marktzutrittsschranken² nicht vorhanden sein. Die Existenz und Effektivität eines intermodalen Wettbewerbs auf den Märkten für die Erbrin-

¹ Hierzu zählen z.B. die Subadditivität der Kostenfunktion, sinkende kurz- und langfristige Durchschnittskosten, steigende Skalenerträge und Dichtevorteile; zur Existenz natürlicher Monopole im Eisenbahnsektor vgl. z.B. Rodi (1996: 22ff., 33ff.) und Müller (2006: 14ff.).

² Dazu gehören Irreversibilitäten und sunk costs, Größenvorteile, Überkapazitäten, Lernkurveneffekte und rechtlich-administrative Beschränkungen.

gung von Verkehrsdiensten und die daraus resultierende Disziplinierung eines Eisenbahninfrastrukturbetreibers dürften zwar relations- und/oder marktsegmentbezogen gegeben, grundsätzlich für den gesamten Eisenbahnsektor jedoch nicht anzutreffen sein. Maßgeblich für die sachgerechte Beurteilung eines speziellen Einzelfalls oder eines Teilmarktes ist auf jeden Fall eine genaue Analyse der Verfügbarkeit relevanter Alternativen, der Gleichartigkeit der Leistungen aus Sicht des Nachfragers, der Bedeutung und Gewichtung bestimmter Verkehrswertigkeiten und -affinitäten sowie der Kreuzpreiselastizitäten.³

Ist eine Regulierung notwendig, so können Eingriffe z.B. den Umfang und das Qualitätsniveau von Infrastrukturkapazitäten und Leistungen sowie die Gewährleistung einer diskriminierungsfreien Bereitstellung und Inanspruchnahme (Fahrplanerstellung, Trassenvergabe), die Nutzungsentgelte, die Netzzusammenschaltung, die vertraglichen Regelungen zwischen Unternehmen (Rahmenverträge, Nutzungsvereinbarungen und -bedingungen), die Veröffentlichung und Übermittlung notwendiger Informationen sowie den Unternehmensstatus, die Unternehmensorganisation und die Rechnungslegung (vertikale Separierung) betreffen. Die Regulierung von Infrastrukturentgelten ist oftmals der zentrale Anknüpfungspunkt zur Disziplinierung bestehender Marktmacht; außerdem ist ein diskriminierungsfreier Infrastrukturzugang zu gewährleisten. Die spezifischen Vorgaben können dabei die Realisierung grundsätzlicher Ziele (Effizienz, Diskriminierungsfreiheit), das Preisniveau (Einzelpreise, durchschnittliches Preisniveau, zulässiger Umsatz oder Gewinn, Kostendeckungsgrad, Preisnachlässe) und die Entgeltstruktur, die Kostenmethodik sowie bestimmte Entgeltelemente (Knappheit, Qualität, Umwelt) betreffen.

In Deutschland ist die Kontrolle von Eisenbahninfrastrukturentgelten als kostenbasierte Regulierung auf der Basis von Kosteninformationen ausgestaltet. Diesbezügliche Unklarheiten in der Struktur und Formulierung der eisenbahnrechtlichen Vorschriften haben dazu beigetragen, dass die juristische Auslegung der Normen zu widersprüchlichen Ergebnissen geführt hat. Eine größere Rechtssicherheit für Zugangsberechtigte und -verpflichtete sowie für die Bundesnetzagentur ist jedoch unbedingt erforderlich. Darüber hinaus ist aber auch eine ökonomische Fundierung zentraler Fragestellungen der Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten wichtig, um Grundlagen für ein realisierungsfähiges Design zu entwickeln. So trägt eine Erläuterung und Problematisierung von Kostenkonzepten aus mikroökonomischer und betriebswirtschaftlicher Perspektive dazu bei, Kostenrechnungssysteme zu interpretieren, die Kostendaten zu prüfen und auszuwerten, ggf. weitere sachdienliche Informationen anzufordern, die relevanten Gesamtkosten zu bestimmen und Kostenzurechnungen vorzunehmen. Die Betrachtung von Kostentreibern ist vor allem im Zusammenhang mit der Identifizierung von variablen, marginalen oder inkrementellen Kosten sowie mit der Verteilung von Gemeinkosten hilfreich.

³ Zum potenziellen Wettbewerb und zur Substitutionskonkurrenz im Eisenbahninfrastruktursektor vgl. z.B. Hedderich (1996: 49ff.), Rodi (1996: 30ff., 56ff.) und Müller (2006: 20ff.).

Für die Untergliederung des Bearbeitungsthemas wurde ein dreistufiger Aufbau gewählt. Das nachfolgende Kapitel 2 befasst sich mit den relevanten Kostenkonzepten für die Eisenbahninfrastruktur. Dabei werden die Konzepte definiert, kategorisiert und erklärt, ihre Bedeutung für den Eisenbahninfrastruktursektor untersucht, Möglichkeiten für die Ermittlung der Kosten und die damit einher gehenden Probleme besprochen sowie empirische Studien referiert. Außerdem erfolgt eine Verbindung der Konzepte mit den Verfahren der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung (Kostenarten-, -stellen- und -trägerrechnung). Kapitel 3 untersucht die Treiber der bei der Bereitstellung und Nutzung der Eisenbahninfrastruktur anfallenden Kosten. Schwerpunkte sind eine systematische Darstellung der Kostentreiber und eine vergleichende Untersuchung der Ergebnisse bisheriger empirischer Studien. Das vierte Kapitel schließt die Studie mit einer kurzen Darlegung der Regulierungspraktiken in ausgewählten europäischen Staaten und Empfehlungen zur Ausgestaltung der Regulierungspraxis in Deutschland ab.

2 Relevante Kostenkonzepte für die Eisenbahninfrastruktur

In diesem Kapitel werden die für die Eisenbahninfrastruktur maßgeblichen Kostenkonzepte diskutiert. Einleitend befasst sich Abschnitt 2.1 mit den rechtlichen Rahmenbedingungen des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG) und der Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung (EIBV), denen die Vorgaben für den Telekommunikations-, Post- und Energiesektor gegenübergestellt werden. Abschnitt 2.2 geht auf die im Zusammenhang mit der Kostenartenrechnung bedeutsamen Kostenkonzepte ein. Aufbauend auf den kostenrechnerischen Grundlagen (Kostendefinition, Kostenkategorien, Grundzüge und Ziele der Kostenrechnung) wird eine Systematisierung nach der Art der beanspruchten Produktionsfaktoren (Kapital- und Betriebskosten, Unterbrechungs- und Kapazitätskosten, Umwelt- und Unfallkosten), der Abhängigkeit von den Kosteneinflussgrößen, der Zurechenbarkeit zu den Bezugsgrößen sowie nach privaten und externen Kosten vorgenommen. Abschnitt 2.3 widmet sich den für die Kostenzurechnungen bedeutsamen Kostenkonzepten. Neben den kostenrechnerischen Grundlagen (Kostenstellen- und -trägerrechnung, Prinzipien der Kostenzurechnung) stehen die Konzepte der Durchschnittskosten und Fully Distributed Costs, der Grenzkosten und der inkrementellen Kosten, die Verfahren zur Bestimmung kostendeckender Zuschläge auf die Grenz- oder inkrementellen Kosten sowie das Prinzip der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung im Mittelpunkt der Untersuchung.

2.1 Rechtsvorschriften zur kostenbasierten Entgeltregulierung

2.1.1 Vorgaben des deutschen Eisenbahnrechts

Maßgeblich für die Bildung und Regulierung der Entgelte für die Nutzung von Schienenwegen ist in erster Linie § 14 Abs. 4 AEG. Nach Satz 1 hat ein Schienenwegbetreiber seine Entgelte so zu bemessen, dass die insgesamt für die Erbringung von Pflichtleistungen entstehenden Kosten einschließlich einer am Markt erzielbaren Rendite ausgeglichen werden. Aus dieser Formulierung ergeben sich zahlreiche, auch ökonomisch relevante Fragestellungen, die zum Teil widersprüchlich beantwortet werden können. So ist z.B. zu überlegen, ob aus der Kostendeckungsvorschrift nur die Vorgabe eines maximalen Entgeltniveaus (Erhöhung der allokativen Effizienz, Begrenzung von Marktmacht) oder auch einer Mindestentgelthöhe (Reduzierung öffentlicher Subventionen) abzuleiten ist. Von Bedeutung ist ferner, ob staatliche Zuschüsse von den Kosten für die Pflichtleistungen abzuziehen sind und wie die Eigenkapitalrendite zu bestimmen ist.

Da sich die vorliegende Studie mit den für den Eisenbahninfrastruktursektor bedeutsamen Kostenkonzepten und Kostentreibern auseinandersetzt, soll im Weiteren von den zuvor aufgeworfenen Problemen abstrahiert werden. Umstritten ist in Bezug auf § 14 Abs. 4 Satz 1 AEG aber auch, ob mit den „entstehenden Kosten“ die tatsächlichen Kos-

ten (Istkosten) oder die bei einer effizienten Leistungserbringung anfallenden Kosten gemeint sind. Im Rahmen einer ökonomischen Analyse ist es deshalb erforderlich, sich grundsätzlich mit dem Begriff der Kosten bzw. der Gesamtkosten sowie mit der Systematik des Kostenrechnungswesens auseinanderzusetzen, zwischen Ist-, Soll- und Plankosten zu differenzieren sowie – auch vor dem Hintergrund der für die anderen Netzsektoren geltenden Bestimmungen, der Subventionsproblematik im Eisenbahnwesen und der aktuellen Diskussion in Bezug auf den Eisenbahninfrastruktursektor – das Prinzip der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung zu erläutern. Hieraus folgt auch die Notwendigkeit, sich mit den Konzepten der Grenz- bzw. inkrementellen Kosten sowie der Gemein-, Verbund- und Einzelkosten und mit der Gemeinkostenschlüsselung zu befassen. Darüber hinaus sind lediglich die Kosten bestimmter Leistungen, nämlich die der Pflichtleistungen, Bezugspunkt für die Bestimmung der zulässigen Erlöse und für die Kalkulation der einzelnen Entgelte. Auch in diesem Kontext müssen die Kostenartenrechnung und der Aspekt der Zurechenbarkeit von Kosten als bedeutsam eingestuft werden.

Nach § 14 Abs. 4 Satz 2 und 3 AEG bilden die Kosten, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen, den Ausgangspunkt für die Bestimmung der Entgelte. Um die Anforderung der Kostendeckung zu realisieren, können ferner nach Verkehrsleistungen und Marktsegmenten differenzierte Aufschläge erhoben werden. Zum einen resultiert hieraus Klärungsbedarf hinsichtlich der Abhängigkeit der Kostenelemente von ihren Einflussfaktoren (fixe und variable Kosten) sowie bezüglich der Kostenstandards der Grenz- bzw. inkrementellen Kosten. Zudem ist ein wesentlicher Grund für das Auftreten von Defiziten in den hohen Anteilen der Fix- und der Gemein- bzw. Verbundkosten an den Gesamtkosten zu sehen. Zum anderen verlangt die geforderte Kostenzuweisung, sich intensiv mit der Preisbildung auf der Basis der Fully Distributed Costs und der inversen Elastizitätenregel gemäß Ramsey-Boiteux zu befassen. Für die Bestimmung differenzierter variabler, marginaler oder inkrementeller Kosten sowie der Kostenzuschläge ist es unabdingbar, auch eine Analyse der Kostentreiber vorzunehmen. Der für die Bildung der Entgelte für den Zugang zu Serviceeinrichtungen und zu den damit verbundenen Leistungen einschlägige § 14 Abs. 5 AEG wird hier nicht weiter besprochen, da er keine spezifischen Regelungen zu den Kostenstandards enthält, sondern – vor allem bezüglich des Entgeltniveaus und der Entgeltdifferenzierung – auf das Missbrauchs- und Diskriminierungsverbot abstellt.

Weitere wichtige Vorgaben zur Entgeltkalkulation sind Bestandteile der EIBV. Gemäß § 21 Abs. 1 und § 24 Abs. 1 EIBV müssen die Entgelte Elemente enthalten, die Anreize zur Verringerung von Störungen und zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Eisenbahninfrastruktur enthalten. Weiterhin können nach § 21 Abs. 2, 3 und 5 EIBV die Kosten umweltbezogener Auswirkungen und von Kapazitätsknappheiten berücksichtigt werden. Somit ist eine nähere Befassung mit den Unterbrechungs-, Knappheits- und Umweltkosten angezeigt. Bei bestimmten Investitionsvorhaben können Entgelte zudem auf der Basis langfristiger Kosten angesetzt werden (§ 22 Abs. 2 EIBV). Vor allem in Bezug auf die fixen und variablen Kosten sowie die Grenz- bzw. inkrementellen Kosten

sollte deshalb zwischen einer lang- und einer kurzfristigen Betrachtungsweise unterschieden werden.

2.1.2 Bestimmungen für die anderen Netzsektoren

Vergleicht man die Vorgaben für die kostenbasierte Vorabregulierung von Eisenbahninfrastrukturergeltem mit den entsprechenden Bestimmungen für den Telekommunikations-, Post- und Energiemarkt, so wird offensichtlich, dass für diese Sektoren explizit der Standard der *Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung* festgeschrieben ist; auch die maßgeblichen Strukturelemente dieses Kostenstandards sind ähnlich definiert. Detaillierte Vorgaben zur Berechnung der Kosten finden sich allerdings lediglich in der StromNEV bzw. GasNEV:

- Im *Telekommunikationssektor* haben sich die Entgelte für die Zugangsleistungen eines öffentlichen Netzbetreibers mit beträchtlicher Marktmacht an den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung zu orientieren. Hierunter zu verstehen sind die diesbezüglichen langfristigen zusätzlichen Kosten, erhöht um einen Zuschlag für die leistungsmengenneutralen Gemeinkosten und die Kapitalverzinsung (§ 31 Abs. 1 bis 3 TKG i. V. m. §§ 30 Abs. 1 Satz 1 und 32 Nr. 1 TKG). Die Regulierung erfolgt in erster Linie auf der Basis von Kosteninformationen; ergänzend oder alternativ können eine Vergleichsmarktbetrachtung oder die Verwendung von Kostenmodellen angezeigt sein (§§ 33 und 35 Abs. 1 TKG).

Bei einem Antrag auf Entgeltgenehmigung sind detaillierte Kostenunterlagen vorzulegen, die u.a. folgende Informationen enthalten: Leistungsbeschreibung, Umsätze, Outputmengen und Kapazitätsauslastung, Nachfragerstrukturen, Gesamtkosten, Inputmengen und -preise, Investitionswerte, Methodik für die Ermittlung der Kosten, Differenzierung nach Einzel- und Gemeinkosten, Methodik der Gemeinkostenschlüsselung, Deckungsbeiträge (§ 33 TKG).

Sämtlichen marktmächtigen Unternehmen können darüber hinaus Entgeltstrukturen und Kostendeckungsmechanismen vorgegeben werden (§ 29 Abs. 3 TKG). Auf Anordnung ist das Kostenrechnungssystem in einer für die Belange der Bundesnetzagentur geeigneten Form auszugestalten (§ 29 Abs. 1 Nr. 2 TKG). Ferner besteht die Option, den Unternehmen Verpflichtungen in Bezug auf die Kostenrechnungsmethodik (Veröffentlichung einer Beschreibung, zusammen mit einer Systematik der Kostenarten und dem Verfahren der Gemeinkostenschlüsselung) aufzuerlegen (§ 29 Abs. 2 TKG). Darüber hinaus kann angeordnet werden, eine Leistungsbeschreibung sowie Angaben zu den Umsätzen, Outputmengen und Kosten bereitzustellen (§ 29 Abs. 1 Nr. 1 TKG).

- Die Bestimmungen für das *Postwesen* ähneln weitgehend denjenigen für den Telekommunikationssektor. Auch hier sind für die Entgeltbildung und -genehmigung die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung, d.h. die langfristigen zu-

sätzlichen Kosten der Leistungsbereitstellung, ein Zuschlag für die leistungsmengenneutralen Gemeinkosten und ein Gewinnzuschlag maßgeblich. Ferner dürfen die Entgelte keine marktmachtbedingten Aufschläge enthalten, nicht dem Verdrängungswettbewerb dienen und keine Diskriminierung von Nachfragern bewirken (§§ 20 Abs. 1 und 21 Abs. 1 bis 3 PostG, § 3 Abs. 1 und 2 PEntgV). Grundlagen für die Entgeltbestimmung sind die Kosteninformationen der Unternehmen und ggf. eine Vergleichsmarktanalyse (§ 19 PostG, §§ 2 und 3 Abs. 3 PEntgV).

Die Bundesnetzagentur kann prinzipiell anordnen, dass das Kostenrechnungssystem in einer für sie geeigneten Form ausgestaltet wird. Hinsichtlich der Genehmigung oder Überprüfung von Entgelten kann sie auch notwendige Informationen in Bezug auf das Leistungsangebot, den Umsatz, die Outputmengen, die Kosten, die Auswirkungen auf die Nachfrager und Wettbewerber sowie sonstige Unterlagen anfordern (§ 26 Abs. 1 PostG). Im Zusammenhang mit der Entgeltgenehmigung müssen ihr diese Angaben sowie Einzelheiten zu den Deckungsbeiträgen, den Nachfragerstrukturen, den Inputmengen und -preisen, der Kapazitätsauslastung, den Gesamtkosten, der Methodik der Kostenermittlung, bestimmten Kostenarten, den Einzel- und Gemeinkosten sowie der Gemeinkostenschlüsselung zur Verfügung gestellt werden (§ 2 PEntgV).

- Auch im *Energiesektor* werden die Nutznutzungsentgelte bis zur Einführung einer Anreizregulierung auf der Basis von Kosteninformationen genehmigt; ggf. kann ergänzend ein Vergleichsmarktverfahren zur Anwendung kommen (§§ 21 Abs. 2 bis 4 und 23a Abs. 1 EnWG, §§ 22 bis 26 StromNEV, §§ 21 bis 25 GasNEV). Als grundlegende Anforderungen müssen die Entgelte die Kriterien der Angemessenheit, Diskriminierungsfreiheit und Transparenz erfüllen. Die Beurteilung erfolgt außerdem anhand der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung, der Entgelte vorgelagerter Stufen und der Kapitalverzinsung (§ 21 Abs. 1 und 2 EnWG).

Für die Ermittlung der Netzkosten existieren mit den §§ 3 bis 21 StromNEV bzw. §§ 3 bis 20 GasNEV ausführliche Vorgaben zur

- Kostenartenrechnung (aufwandsgleiche Kosten, kalkulatorische Kosten, Kosten mindernde Erlöse und Erträge, Spezifizierung von Einzel- und Gemeinkosten, Kapazitätskosten, außerordentliche Kosten und Erträge, periodenübergreifende Saldierung),
- Kostenstellenrechnung (Gemeinkostenschlüsselung, Kostenwälzung) und
- Kostenträgerrechnung (Kostendeckungsprinzip, verursachungsgerechte Zuordnung, Entgeltstruktur, Kompensationen, Sonderformen der Nutzung und Netzbesonderheiten).

2.2 Kostenkonzepte im Rahmen der Kostenartenrechnung

2.2.1 Kostenrechnerische Grundlagen

2.2.1.1 Kostendefinition und Kostenkategorien

Für den Kostenbegriff lässt sich in der ökonomischen Literatur keine allgemeinverbindliche Abgrenzung finden. In einer *volkswirtschaftlichen Betrachtung* ist das *Opportunitätskostenprinzip* entscheidend. Da auch ein optimaler Einsatz knapper Ressourcen immer den Verzicht auf alternative Verwendungen zur Folge hat, tritt beim Ver- bzw. Gebrauch eines Produktionsfaktors ein Nutzenverlust auf, z.B. über entgangene Deckungsbeiträge. Die Opportunitätskosten und damit der Wert eines Gutes werden durch den Nutzen bestimmt, den die Produktionsfaktoren in der nächst besten Verwendung gehabt hätten. Die Kostendefinition beruht also grundlegend auf nutzentheoretischen Überlegungen.

Hingegen versteht die *Betriebswirtschaftslehre* unter Kosten den in monetären Größen bewerteten Verzehr einer Menge an materiellen und immateriellen Gütern (Produktionsfaktoren), der durch Aktivitäten zur Erstellung oder Verwertung von Waren und Dienstleistungen sowie zur Schaffung bzw. Aufrechterhaltung von Kapazitäten ausgelöst wird.⁴ Bezüglich der *Wertkomponente* sind dabei unterschiedliche Monetarisierungsansätze vorstellbar. Das *Mengengerüst* wird durch den Güterverzehr und durch die Sachzielbezogenheit determiniert. Der Begriff des Verzehrs beschreibt den Verlust der Fähigkeit eines Gutes, durch seinen Ver- bzw. Gebrauch zur betrieblichen Leistungserstellung beizutragen und nicht mehr für alternative Verwendungszwecke zur Verfügung zu stehen. Ein weiteres Charakteristikum stellt die Sachziel- bzw. konkret die Leistungsbezogenheit dar, die im Kausal-, Kosteneinwirkungs- oder Identitätsprinzip ihren Ausdruck findet.⁵

In der betriebswirtschaftlichen Systematik lassen sich drei Kostenbegriffe identifizieren: der wertmäßige, der pagatorische und der entscheidungsorientierte Kostenbegriff. Der *wertmäßige Kostenbegriff* geht auf die subjektive Wertlehre bzw. die Grenznutzenschule zurück und orientiert sich eng am Nutzenkriterium und am Opportunitätskostenprinzip. Demnach ist der Verzehr von Gütern – sofern er nicht unmittelbar mit einem von außen zufließenden Gegenwert einhergeht – unabhängig davon kostenwirksam, ob er mit Ausgaben oder Auszahlungen verbunden ist; entscheidend ist vielmehr die Orientierung an den Realgüterbewegungen. Der Wertansatz wird determiniert von der konkreten Situation (Knappheit), vom Unternehmensziel (spezifische bzw. alternative Verwendung) und vom verfolgten Zweck. Die „richtige“ Höhe der Kosten lässt sich demzufolge

⁴ Zum betriebswirtschaftlichen Kostenbegriff vgl. Rehkugler (1993: 2320ff.).

⁵ Zu den Prinzipien der Kostenzurechnung vgl. Abschnitt 2.3.1.2.

nur dann eindeutig festlegen, wenn gleichzeitig über alle Verwendungsmöglichkeiten der Güter befunden wird. Die Wertansätze sind somit erst bekannt, wenn eine Entscheidung gefallen ist und man die Kostensätze nicht mehr benötigt. Angesichts dieser Einschränkungen in Bezug auf die praktische Anwendbarkeit werden in der Praxis ersatzweise verschiedene Bewertungsansätze herangezogen, wie individuelle oder durchschnittliche Anschaffungspreise, Tagespreise oder standardisierte Festpreise.

Der *pagatorische Kostenbegriff* ist hingegen wesentlich enger gefasst und knüpft ausschließlich an den monetären Strömen (Geldbewegungen) und damit an den Veränderungen des Geldvermögens an. Kosten sind die mit der Herstellung und dem Absatz eines Gutes bzw. mit einer Periode verknüpften, nicht durch entsprechende Einnahmen oder Einzahlungen kompensierten Ausgaben oder Auszahlungen. Die Bewertung der verzehrten Güter erfolgt mit den historischen Anschaffungspreisen. Im Vergleich zum wertmäßigen Ansatz ist der pagatorische Kostenbegriff zudem besser objektivierbar, da die Bewertung nicht entscheidungs- bzw. zweckabhängig erfolgt.

Der *entscheidungsorientierte Kostenbegriff* entstand aus der Kritik an den vorher beschriebenen Konzepten. Als Schwächen der älteren Ansätze wurden die Irrelevanz der Mengenkomponekte und speziell des Güterverzehr, die unbestimmte Bewertung (wertmäßiger Kostenbegriff) und die Nichtberücksichtigung der Entscheidungsrelevanz (pagatorischer Kostenbegriff) angeführt. Als kostenrelevant anzusehen sind die durch die Entscheidungen über das Kalkulationsobjekt (Beschaffung und Verwendung von Gütern; Leistungserstellung; Kapazitätsaufbau, -aufrechterhaltung und -anpassung) ausgelösten, nicht kompensierten zusätzlichen Ausgaben bzw. Auszahlungen. Eine Variante des entscheidungsorientierten Ansatzes ist der *investitionstheoretische Kostenbegriff*, der ebenfalls an die durch die Entscheidungen veranlassten zukünftigen Ausgaben bzw. Auszahlungen anknüpft; die Höhe der Kosten wird aber konkret durch die negative Änderung des Kapitalwertes zum Ausdruck gebracht.

Im Hinblick auf eine nähere Analyse der relevanten Kostenkonzepte ist es zweckmäßig, den allgemeinen Kostenbegriff in spezielle *Kostenkategorien* zu unterteilen.⁶ Einen Anhalt für die Systematisierung bilden differenzierende Merkmale, die sich wie folgt gruppieren lassen.

Die erste Gruppe der Kostenkategorien dient der *Präzisierung des Kostenbegriffs*:

- Art der verzehrten Produktionsfaktoren;⁷
- Ursachen des Verzehr;
Hierbei wird differenziert nach freiwilligem, erzwungenem und Vorrätigkeitsverzehr. Während dem freiwilligen Ge- bzw. Verbrauch eine eigene Entscheidung

⁶ Zum Begriff der Kostenkategorie vgl. Rehkugler (1993: 2324f.).

⁷ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2.2.

über den Einsatz zugrunde liegt, werden die Kosten des erzwungenen Verzehrs durch externe technisch-ökonomische Einflüsse und öffentliche Lasten bzw. Eingriffe hervorgerufen.

- Bindung an Zahlungsströme;
Die Kosten lassen sich aus dem Aufwand der Finanzbuchhaltung ableiten. Wendet man den wertmäßigen Kostenbegriff an, so muss der neutrale Aufwand⁸ vom Aufwand abgezogen werden. Übrig bleiben die *aufwandsorientierten Kosten*. Diese lassen sich aufteilen in die aufwandsgleichen oder *Grundkosten* (Zweckaufwand) und die bewertungsverschiedenen, aufwandsungleichen oder *Anderskosten* (kalkulatorische Abschreibungen, Fremdkapitalzinsen und Wagniszuschläge). Zu den aufwandsorientierten Kosten hinzugerechnet werden müssen jedoch die aufwandsfremden oder *Zusatzkosten* (kalkulatorische Unternehmerlöhne, Mieten und Eigenkapitalzinsen). Anderskosten und Zusatzkosten werden als *kalkulatorische Kosten* bezeichnet. Sie stellen Kosten der nächst günstigen Alternative, des entgangenen Nutzens (Opportunitätskosten) oder Kosten für den Einsatz alternativer Faktoren (Alternativkosten) dar.

In Bezug auf das *Kostenverhalten* sind folgende Kriterien maßgeblich:

- Abhängigkeit von Kosteneinflussgrößen (fixe, sprungfixe und variable Kosten);⁹
- Ausgabenwirksamkeit;
Es erfolgt eine Trennung in ausgabenwirksame und nicht ausgabenwirksame sowie in ausgabennahe, ausgabenferne und ausgabenfremde Kosten.

Bei einer Sortierung nach *verrechnungstechnischen Kriterien* sind folgende Kostenkategorien zu identifizieren:

- Funktionsbereich der Kostenverursachung;
Mittels einer Unterscheidung nach verschiedenen Unternehmensbereichen können z.B. Beschaffungs-, Fertigungs-, Absatz- und Verwaltungskosten abgegrenzt werden.
- Phase des Leistungsprozesses;
Eine ähnliche Betrachtung führt zu einer Differenzierung nach Planungs-, Realisierungs- und Kontrollkosten sowie nach Beschaffungs-, Nutzungs- und Beseitigungskosten.

⁸ Dazu zählen betriebsfremder, außerordentlicher und periodenfremder Aufwand sowie sonstiger Aufwand, der keine Kosten darstellt.

⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2.3.

- Zurechnungseinheit;
Hierbei kann einerseits nach Kostenartenkosten, Kostenstellenkosten und Kostenträgerkosten sowie andererseits nach Periodenkosten, Stückkosten und Kosten des Entscheidungsobjektes getrennt werden.
- Zurechenbarkeit auf ein Bezugsobjekt (Einzel-, Gemein- und Verbundkosten);¹⁰
- Umfang der Zuordnung auf Bezugsobjekte (Voll- und Teilkosten);¹¹
- Zeitbezug;
Nach diesem Kriterium sind Ist-, Normal-, Soll- und Plankosten zu unterscheiden. *Istkosten* sind die effektiven, tatsächlich realisierten Kosten einer bestimmten (vergangenen) Periode. Um eine Glättung von Schwankungen und zufälligkeitsbedingten Abweichungen zu erreichen, modifiziert man die Istkosten mit vergangenheitsorientierten Durchschnittsgrößen für die Mengen- und Wertkomponenten und erhält die *Normalkosten*. Im Zusammenhang mit der Durchführung einer Wirtschaftlichkeitskontrolle bestimmt man außerdem die *Sollkosten*, die sich aus der Istbeschäftigung und den Plankostensätzen ergeben, sowie die *Plankosten*, die aus der erwarteten Beschäftigung und den prognostizierten Inputpreisen abgeleitet werden. Dementsprechend betrachtet man auch die Ist-, Normal- und Plankostenrechnung.
- Kapazitätsauslastung;
Gemäß diesem Kriterium können Nutz- und Leerkosten anfallen.
- Herkunft der Einsatzgüter;
Primäre bzw. originäre Kosten entstehen beim Fremdbezug von Produktionsfaktoren, sekundäre bzw. abgeleitete Kosten beim Einsatz selbst erstellter Güter.

Hinsichtlich der *Entscheidungsorientierung* bildet man die nachstehenden Gruppen:

- Bedeutung für eine Entscheidung;
In diesem Zusammenhang sind relevante und nicht relevante Kosten sowie Durchschnitts- und Grenzkosten abzugrenzen.¹²
- Eingriffs- und Veränderungsmöglichkeit;
Es gibt beeinflussbare und nicht beeinflussbare Kosten.
- Berücksichtigung im Entscheidungskalkül (interne und externe Kosten).¹³

¹⁰ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2.4.

¹¹ Vgl. hierzu Abschnitt 2.3.1.1.

¹² Vgl. hierzu die Abschnitte 2.3.2 und 2.3.3.

¹³ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2.5.

2.2.1.2 Gegenstand und Zweck des Rechnungswesens, der Kostenrechnung und der Kostenartenrechnung

Das *betriebliche Rechnungswesen* schließt alle Verfahren zur systematischen Erfassung und Auswertung der quantifizierbaren Beziehungen und Vorgänge eines Unternehmens für die Zwecke der Dokumentation, Rechenschaftslegung und Information sowie der Planung, Steuerung und Kontrolle ein.¹⁴ Es unterteilt sich in das externe Rechnungswesen, das der Darstellung der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage (Bilanz, Gewinn- und Verlustrechnung) dient, und das *interne Rechnungswesen* (Kosten- und Leistungsrechnung, Investitionsrechnung, Finanzplan, kurzfristige Erfolgsrechnung, Betriebsstatistik und Betriebsvergleichsrechnung, Kennzahlen- und Mengenrechnungen). Eine andere Untergliederung differenziert zwischen Planungs-, Überwachungs- und Dokumentationsrechnungen sowie nach Rechnungskategorien,¹⁵ Abrechnungsinhalten und ihrer Auswertung.

Bei den unternehmensinternen Rechnungsverfahren stehen die Planung, die Unternehmenssteuerung und die Kontrollfunktion im Vordergrund. Aufgaben der Kostenrechnung sind in diesem Kontext die Ermittlung, Kategorisierung, Auswertung, Verrechnung, Überwachung und Beeinflussung der Kosten. Damit leistet sie einen wesentlichen Beitrag zur Fundierung von Entscheidungen über die Standortwahl, die Beschaffung (Eigenerstellung, Fremdbezug, Preisobergrenzen), die Produktionstechnologie und den Kapazitätsumfang, die Produktpalette (Output), die Ablaufplanung (Verfahren der Leistungserstellung, Termine, Reihenfolge) und die Vertriebspolitik (Verkaufsgebiete, Kundengruppen, Vertriebswege). Außerdem bildet sie die Grundlage für die Bestandsbewertung, die Preiskalkulation sowie die Erfolgskontrolle und -analyse. Damit verbunden sind weit reichende Anforderungen an die Genauigkeit, Aussagefähigkeit, Flexibilität, Aktualität und Transparenz der Kostenrechnung.

Bekanntermaßen untergliedert sich die Kostenrechnung in die Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung. Ausgangspunkt ist die *Kostenartenrechnung*, die eine Definition, eine genaue, vollständige, überschneidungsfreie, zeitnahe und nachprüfbar Erfassung und Klassifikation sowie eine Bewertung der Kosten einer Abrechnungsperiode vornimmt. Unter einer *Kostenart* ist eine Teilmenge der Gesamtkosten, aber keine eindeutig bestimmte Kostenkategorie zu verstehen. Die Definition der Kostenarten kann sich dabei nach verschiedenen Kriterien richten. Zweckabhängig werden unterschiedliche Merkmale der Bildung von Kostenkategorien herangezogen, insbesondere die Art der ver- bzw. gebrauchten Produktionsfaktoren, die Zurechenbarkeit zu Bezugsgrößen oder die Reagibilität der Kosten auf Änderungen der Kosteneinflussgrößen.

¹⁴ Zum Folgenden vgl. Hummel/Männel (1990: 3ff., 22ff.) und Coenenberg (1997: 23ff., 37ff.).

¹⁵ Anzuführen sind Auszahlungen und Einzahlungen, Ausgaben und Einnahmen, Aufwand und Ertrag, Schulden und Vermögen sowie Kosten und Leistungen.

Die *Kostenartenrechnung* gibt Einblick in die Natur, die Struktur und die Entwicklung der Kosten. Sie ist Ausgangspunkt für Planungen, Kontrollen und Analysen, die sich vor allem auf das Kostenniveau und den Anteil bestimmter Kostenarten beziehen sowie Perioden- und Unternehmensvergleiche beinhalten.¹⁶ Da die Kostenartenrechnung den nachgelagerten Teilrechnungen als Datenlieferant dient, ist ihr Aufbau an den Zielen der Kostenstellen- und -trägerrechnung auszurichten. In der Kostenartenrechnung identifizierte Einzelkosten können dann im Hinblick auf eine Zurechnung zu bestimmten Produkten bzw. Leistungen in die Kostenträgerrechnung übernommen werden (Kostenträgereinzelkosten). Die Gemeinkosten werden hingegen zuerst in die Kostenstellenrechnung übernommen und dort weiter verrechnet (Kostenträgergemeinkosten).¹⁷

2.2.2 Unterscheidung nach wichtigen Kostenarten

2.2.2.1 Kapital- und Betriebskosten

Eine Unterscheidung nach der Art der verbrauchten Produktionsfaktoren ist vielfach der Ausgangspunkt der Kostenerfassung. Eine übliche Systematisierung ist zum einen die Einordnung als *Repetierfaktoren* (Material, Energie) und *Potenzialfaktoren* (Fremdleistungen, Anlagen, Personal). Zum anderen werden mehrere *Kostenartenhauptgruppen* betrachtet: Personalkosten und Sozialkosten (Löhne, Gehälter, Sozialabgaben, Erfolgsbeteiligungen, kalkulatorischer Unternehmerlohn), Sachkosten (Anlagen und Betriebsmittel, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Energie), Kapitalkosten, Kosten für bezogene Dienstleistungen (Instandsetzung, Beratung, Postdienste), Versicherungskosten, Kosten für Fremdrechte und öffentliche Abgaben (Steuern, Gebühren, Beiträge).

Grundlage für die Spezifizierung der aus der Bereitstellung und Inanspruchnahme der Eisenbahninfrastruktur sowie der verbundenen Dienstleistungen resultierenden Kosten ist eine Unterscheidung in Kapitalkosten, Betriebskosten und allgemeine Kosten.¹⁸

- *Kapitalkosten* (user costs of capital) fallen an im Zusammenhang mit der Vornahme von Erweiterungs- und Neuinvestitionen sowie Ersatzinvestitionen (Erneuerung), zum Teil auch für Instandhaltungsmaßnahmen mit einer Dauer von mehr als einem Jahr. Ausgangspunkt für ihre Berechnung sind die Investitionsausgaben mit einer Laufzeit von über einem Jahr, z.B. für den Kauf von Infrastrukturanlagen, den Landerwerb, die Planung, das Projektmanagement, die Bodenuntersuchungen und den Bau, die durch eine Kapitalisierung über die wirtschaftliche Nutzungszeit verteilt werden. Zu den Kapitalkosten zählen (kalkulatorische) Abschreibungen zur Abbildung des bewerteten Güterverzehr infolge

¹⁶ Zur Kostenartenrechnung vgl. z.B. Hummel/Männel (1990a: 127ff.) und Coenberg (1997: 47ff.).

¹⁷ Zur Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung vgl. Abschnitt 2.3.1.

¹⁸ Vgl. NERA u.a. (1998: 21f.) und ECORYS Transport/CE Delft (2005: 54ff.).

der Bereitstellung und Nutzung, (kalkulatorische) Fremdkapitalzinsen und kalkulatorische Eigenkapitalzinsen, die die Kosten der Kapitalbindung widerspiegeln, und sonstige Finanzierungskosten. Sinnvoll ist auch eine Differenzierung nach verschiedenen Infrastrukturbestandteilen, wie dem Schienenweg, den Serviceeinrichtungen (z.B. Bahnhöfe, Umschlaganlagen, Zugbildungseinrichtungen, Wartungs- und Reinigungseinrichtungen), den Verkehrsleit-, Zugsteuerungs- und -sicherungssystemen, den Anlagen zur Fahrstromversorgung und den Kommunikationssystemen, den Kunstbauten und den Fahrzeugen für die Instandhaltung.

- Die *Betriebskosten* (operating costs) entsprechen weitgehend den Ausgaben bzw. dem Aufwand einer Periode. Zu ihnen gehören zum einen die Kosten für die Instandhaltung mit einer Laufzeit von weniger als einem Jahr und die Kosten der Betriebsführung (Verkehrsleitung, -lenkung und -sicherheit, Stromzuführung). Sie können separat erfasst werden für die Wartung und Pflege von Infrastrukturen sowie für das Angebot verkehrsbezogener Dienstleistungen.¹⁹ Zum anderen zu nennen sind die Kosten für sonstige Aufsichts-, Kontroll- und Planungsaufgaben sowie für die allgemeine Verwaltung.

Im Hinblick auf die zwischenstaatliche Vergleichbarkeit der Infrastrukturkosten ist nicht nur auf die zahlreichen maßgeblichen Kostentreiber hinzuweisen.²⁰ Zu berücksichtigen sind auch die uneinheitliche Abgrenzung vor allem zwischen Ersatzinvestitionen und Instandhaltungstätigkeiten sowie die daraus resultierende Zuordnung von Ausgaben und Kosten. Erhebliche methodische Unterschiede sind ferner bei der Bestimmung der (kalkulatorischen) Kapitalkosten zu registrieren.²¹

2.2.2.2 Unterbrechungs- und Kapazitätskosten

Sofern es im Zusammenhang mit der Inanspruchnahme der Eisenbahninfrastruktur zu Behinderungen oder Nutzungskonflikten kommt, sind neben den Kapital- und Betriebskosten des Betreibers weitere Kosten zu berücksichtigen. Diese fallen jedoch nicht nur beim Eisenbahninfrastrukturunternehmen, sondern auch bei den Verkehrsunternehmen und den Endkunden an. Hierbei handelt es sich einerseits um Unterbrechungskosten und andererseits um Kapazitätskosten, die sich aus den Stau- und Knappheitskosten zusammensetzen.

¹⁹ Zu den Wartungsdiensten zählen die Streckenkontrolle, die Reparatur, die Reinigung sowie die Beseitigung von Schnee und Bewuchs. Zu den Verkehrsdiensten gehören die Fahrplanerstellung und Trassenvergabe, die Verkehrssteuerung, die Zugsicherung, die Strom- und Treibstoffversorgung, die Beleuchtung, die Informationsbereitstellung, das Abstellen, das Rangieren, die Zugbildung, die Wartung von Fahrzeugen und die bahnhofsgebundenen Dienstleistungen.

²⁰ Zu den Kostentreibern vgl. Kapitel 3.

²¹ Für eine Schätzung der Eisenbahninfrastrukturkosten in Deutschland vgl. Link u.a. (2002: 23f., 55ff., 109ff.); für andere europäische Staaten vgl. Link u.a. (2003a: 32ff., 55ff., 74ff., 103ff., 126ff., 144ff., 170ff.) und Link u.a. (2003b: 32ff., 59ff., 86ff., 106ff., 130ff., 155ff., 175ff., 203ff.).

Verspätungen oder Zugausfälle, die auf Betriebsstörungen (technisches und menschliches Versagen, Materialschäden, Instandhaltungsarbeiten, Unfälle, Witterungseinflüsse) zurückgehen, führen zu *Unterbrechungskosten* (disruption costs), die sich in zusätzlichem Zeitaufwand und in erhöhten Betriebskosten manifestieren.²² Neben den Eisenbahninfrastruktur- und -verkehrsunternehmen können hierfür auch andere Verkehrsteilnehmer (Unfälle) oder Umweltbedingungen (Witterung) verantwortlich sein. Werden Unterbrechungskosten im Rahmen eines Eisenbahninfrastrukturentgeltsystems berücksichtigt, sind nur die Kosten einzubeziehen, die Dritten entstehen und die noch nicht internalisiert sind.²³

Ausgangspunkt der Ermittlung von Unterbrechungskosten ist die statistische Erfassung der Verspätungsvorfälle sowie der Anzahl der betroffenen Züge und Personen. Während die *zusätzlichen Betriebskosten* (z.B. für Abnutzung, Reparaturen, Personal und Energieverbrauch), *Nutzungsentgelte und Erlösminderungen* über Betriebskostenformeln noch relativ einfach abzuschätzen, wenn auch nicht direkt der Kostenrechnung zu entnehmen sind, ist die Kostenzuweisung für *Zeitverluste* (in Bezug zur Fahrplanzeit) sehr problematisch. Hierzu werden Geschwindigkeits-Verkehrsfluss-Funktionen zur Ermittlung der Beziehungen zwischen Zeitaufwand und Verspätung sowie zwischen Verkehrsaufkommen und Kapazitätsauslastung benötigt, die durch Schätzungen zur Preiselastizität der Verkehrsnachfrage zu ergänzen sind.

Die Monetarisierung der Zeitverluste wird vor allem für Arbeitszeiten über Lohnsätze vorgenommen, was jedoch aus theoretischer und methodischer Sicht bedenklich ist. Als Problembereiche sind die Annahme eines vollkommenen Arbeitsmarktes, die Identifizierbarkeit von Zeiten als Arbeitszeit, die verschiedenen Formen einer alternativen Zeitznutzung und die Berücksichtigung Nicht-Beschäftigter zu nennen. Insbesondere für die Bewertung der Freizeit werden angesichts der zahlreichen Alternativen für ihre Gestaltung und der ausgeprägt subjektiven Wahrnehmung ihres Wertes *Zahlungsbereitschaftsanalysen* verwendet, die auf Verkehrsmittel-, Verkehrsweg- oder Qualitätswahlmodellen beruhen. Weit verbreitet sind dabei *direkte Methoden für hypothetische Märkte* (stated preference analysis, contingent valuation) in Form von Befragungen und Marktsimulationen, aber auch *indirekte Methoden für existente Ersatzmärkte* (revealed preference analysis) finden Verwendung. In Bezug auf den Güterverkehr werden alternativ der Güterwert zugrunde gelegt und das gebundene Kapital in Abhängigkeit vom Zeitverlust verzinst.

Kommt es bei der Nutzung von Eisenbahninfrastrukturen aufgrund eines unzureichenden Angebots und/oder einer hohen Nachfrage zu Engpässen, so entstehen *Kapazitätskosten* (capacity costs).²⁴ Diese werden als *Staukosten* (congestion costs) bezeich-

²² Vgl. NERA u.a. (1998: 22, 66ff.).

²³ Zur Differenzierung zwischen internen und externen Kosten vgl. Abschnitt 2.2.5.

²⁴ Zu den Kapazitätskosten des Eisenbahnverkehrs vgl. NERA u.a. (1998: 68ff.), Nash/Sansom (1999) und Ricci u.a. (2006: 31ff.).

net, wenn es wegen einer tatsächlichen Überbeanspruchung zu Zeitverlusten, zusätzlichen Betriebskosten oder Zugausfällen kommt. Im Gegensatz zum Straßenverkehr ist dieses Phänomen aufgrund der zentralen Betriebsführung im Eisenbahnverkehr allerdings nur bedingt vorhanden. Die Auswirkungen von Betriebsstörungen korrelieren jedoch positiv mit der Kapazitätsauslastung, so dass Stauungen und Staukosten als Folge von Unterbrechungen auftreten können.

Werden andererseits die engpassbedingten Kosten der Schienenwegenutzung antizipiert und deshalb bereits im Voraus nicht alle Trassenwünsche erfüllt, so spricht man von *Knappheitskosten* (scarcity costs). Als Kosten der Abweichung vom optimalen Fahrplan stellen sie sowohl für den Netzbetreiber als auch für die Verkehrsunternehmen Opportunitätskosten dar. In kurzfristiger Perspektive entgeht Ersterem durch die Nichtvermarktung von Trassen Gewinn, da er nicht die gesamte Nachfrage (wunschgemäß) befriedigen kann. Letztere müssen ihr Angebot modifizieren, da die Züge die Strecke nicht mehr oder nur noch eingeschränkt befahren können (keine streckenspezifische Nutzung, Abweichung von der Leitgeschwindigkeit). Alternativ sind Knappheitskosten als Differenz zwischen der Zahlungsbereitschaft eines weiteren Kunden und den relevanten Grenzkosten darstellbar. Bei einer langfristigen Betrachtung sind sie mit den Kosten der Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten für die Bedienung der Überschussnachfrage gleichzusetzen.²⁵

Allerdings liegen auch die Knappheitskosten nicht direkt in monetären Größen vor. Hilfsweise abgeleitet werden können sie aus der Veränderung der Erlöse der verkauften Trassen, der Konsumentenrente der Endkunden und den Betriebskosten der Eisenbahnunternehmen. Schwierigkeiten bereiten die Zuordnung der Verantwortlichkeit für die Entstehung von Engpässen, die Festlegung von Nutzerhierarchien, die Substitutions- und Komplementaritätsbeziehungen (Nutzung mehrerer Trassen für eine Verbindung, Takt- und Zubringerverkehre, Parallelverkehre) sowie die Komplexität des Systems (Abhängigkeit der Kosten von Zeitpunkt, Relation, Verkehrsart und Geschwindigkeit) in Verbindung mit Messschwierigkeiten und einem hohen Informations- bzw. Anpassungsbedarf. Als Folgen können zeitlich verzögerte Änderungen des Entgeltsystems und eine Kapazitätsüber- bzw. -unterauslastung auftreten.

Alternativ angeregt werden deshalb die Durchführung von Trassenauktionen in Verbindung mit dem Aufbau von Sekundärmärkten sowie Verhandlungen des Schienenwegbetreibers mit den Verkehrsunternehmen über die Trassenzuweisung, die Entgelte und die Investitionsverpflichtungen in einem iterativen Prozess. Auch hier kommt es jedoch zu Problemen, wie die Komplexität des Verfahrens, die Abhängigkeit der Wertschätzung von der Verfügbarkeit anderer Trassen und dem gesamten Dienstangebot, die

²⁵ Vgl. z.B. Kruse (1996) und Lerz (1996).

mögliche Ausnutzung von Marktmachtpotenzialen, eventuelles Free-rider-Verhalten und die Notwendigkeit einer häufigen Fahrplananpassung.²⁶

2.2.2.3 Umwelt- und Unfallkosten

Im Allgemeinen werden die Umweltkosten des Eisenbahnverkehrs, die auf Luft-, Boden- und Gewässerverschmutzungen, Klimaänderungen, Lärmemissionen, Erschütterungen und nukleare Risiken zurückgehen, und des Eisenbahninfrastrukturbetriebs, die auf den Trennwirkungen, der Bodenversiegelung und dem Landschaftsverbrauch beruhen, sowie die Unfallkosten insbesondere im Vergleich mit dem Straßen- und Luftverkehr als gering eingestuft. Als Gründe gelten u.a. der niedrigere Energieverbrauch und die höhere Sicherheit. Im Hinblick auf eine Angleichung der intermodalen Wettbewerbsbedingungen wird jedoch die Forderung erhoben, alle Verkehrsträger mit den von ihnen verursachten externen Umwelt- und Unfallkosten zu belasten.

Die Bestimmung der *Umweltkosten* (environmental costs) des Verkehrs bereitet allerdings zahlreiche Schwierigkeiten, da auch diese nicht der betrieblichen Kostenrechnung zu entnehmen sind und außerdem größtenteils nicht in monetären Größen vorliegen (eine Ausnahme sind z.B. Ernteauffälle).²⁷ Ursprünglich wurde als methodischer Ansatzpunkt ein Top-down-Modell verwendet, das die Gesamtkosten einer spezifischen Umweltbelastung in einer geografischen Einheit ermittelte und diese danach auf die verschiedenen Verkehrsträger sowie weiter auf die Verkehrseinheiten und die Betriebsleistung umlegte. Später erfolgte dann ein Übergang zu Bottom-up-Modellen, die Ingenieurmethoden zur Ableitung physikalischer Funktionen und ökonometrische Verfahren zur Schätzung von Kostenfunktionen nutzten.

Gegenwärtig findet für die Abschätzung der verkehrsbedingten Umweltkosten vor allem des Lärms, der Luftverschmutzung und der Klimaänderung häufig der *Impact Pathway Approach* Anwendung. Dabei wird zuerst der Umwelteinfluss modelliert; Verfahrensschritte sind die Erfassung der verursachenden Aktivitäten und die Ermittlung der Emissionen, der Diffusion und der chemischen Konversion sowie der Konzentration bzw. der Ablagerung. Die Exposition der Bevölkerung ist charakterisiert durch die Anzahl der betroffenen Personen und den Grad der Beeinträchtigung in Verbindung mit der Festlegung von unteren Relevanzwerten und Fühlbarkeitsschwellen für Änderungen sowie mit der Untersuchung von Schutzmaßnahmen. Ferner müssen die Auswirkungen auf Flora und Fauna, die Ökosysteme, das Klima und bestimmte Materialien geklärt werden. Die Verknüpfung der verschiedenen Immissionen mit den Auswirkungen auf die Betroffenen erfolgt über Dosis-Reaktions-Funktionen. Hieraus lässt sich ein Mengengerüst für die

²⁶ Für eine Schätzung der Unterbrechungs- und Kapazitätskosten des Eisenbahnverkehrs in Deutschland vgl. Link u.a. (2002: 30ff., 63ff., 122f.); für andere europäische Staaten vgl. Link u.a. (2003a: 32ff., 55ff., 74ff., 103ff., 126ff., 144ff., 170ff.) und Link u.a. (2003b: 32ff., 59ff., 86ff., 106ff., 130ff., 155ff., 175ff., 203ff.).

²⁷ Zu den Umweltkosten des Eisenbahnverkehrs vgl. Ricci/Friedrich (1999).

unterschiedlichen Schadenarten ableiten: Gesundheitsschäden sowie Belästigungen bei Personen; Schäden an Tieren, Pflanzen, Ökosystemen, Böden und Gewässern; Materialschäden; indirekte Schäden (Erholungswert, Einflüsse auf die Produktivität).

Für die Monetarisierung der Umweltwirkungen bieten sich mehrere Optionen an:

- Mittels einer *Schadenfunktion* können die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge zwischen den Emissionen und den Schäden dargelegt werden. In sie finden neben einem Mengengerüst auch die Wertansätze Eingang, die sich aus den medizinischen Kosten bzw. den Reparaturkosten, dem an bestimmten Marktpreisen gemessenen Ressourcenausfall oder aus den Kosten- bzw. Ertragswerten herleiten lassen.
- Außerdem kann die Wertschätzung aus dem beobachtbaren Verhalten der Individuen über die *Zahlungsbereitschaften* und die geforderten *Kompensationen* bestimmt werden. Direkte Methoden sind die Durchführung von Befragungen und Marktsimulationen, ggf. unter Ergänzung bereits vorhandener Studien. Als indirekte Methoden bekannt sind die hedonische Preisfunktion sowie der Vermeidungskosten- und der Reisekostenansatz.

Nachteile der Kostenschätzungen liegen in ihrer Komplexität, der Schwierigkeit der Messung und Bewertung von Umweltwirkungen, dem Informationsdefizit in Bezug auf die verfügbaren Verkehrs- und Umweltdaten sowie in einem hohen Unsicherheitsfaktor begründet. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse von verschiedenen Studien sind zudem der gewählte methodische Ansatz, die spezifische Umweltsituation, die rechtlich-institutionellen Rahmenbedingungen der Verkehrsmärkte, der gewählte Betrachtungszeitraum und der Umfang der Einbeziehung zukünftiger Effekte zu berücksichtigen.²⁸

Die *Unfallkosten* (accident costs) des Verkehrs treten in materieller und immaterieller Form auf.²⁹ Unter Ersteren zu fassen sind die Gesundheitsschäden, die Sachschäden an den Verkehrsmitteln, der Verkehrsinfrastruktur oder anderen Einrichtungen, die Kosten der Polizei, der Justiz und der Versicherung, die Produktions- und Konsumausfälle und die Staukosten. Immaterieller Art sind die emotionalen und sozialen Kosten („Kosten von Kummer und Leid“). Betroffen sein können die Unfallopfer und -verursacher, andere Verkehrsteilnehmer, Verwandte und Freunde sowie ggf. die Gesellschaft insgesamt.

²⁸ Für eine Schätzung der Umweltkosten des Eisenbahnverkehrs in Deutschland vgl. Link u.a. (2002: 38ff., 74ff., 138ff.); für andere europäische Staaten vgl. INFRAS/IWW (2000: 26ff., 77ff.), Schmid u. a. (2001: 49ff.), Link u.a. (2003a: 32ff., 55ff., 74ff., 103ff., 126ff., 144ff., 170ff.), Link u.a. (2003b: 32ff., 59ff., 86ff., 106ff., 130ff., 155ff., 175ff., 203ff.) und INFRAS/IWW (2004: 34ff., 81ff.).

²⁹ Zu den Unfallkosten des Eisenbahnverkehrs vgl. Lindberg (1999).

Die Monetarisierung der Unfallkosten beruht zum einen auf der statistischen Erfassung der Vorfälle sowie auf Schätzungen der Unfallrisiken und der Abhängigkeit der Unfallhäufigkeit bzw. der Risiken von der Anzahl der Verkehrsvorgänge oder der Betriebsleistung. Maßgeblich ist in diesem Kontext die Höhe der Risikoelastizität, d.h. der relativen Veränderung des Unfallrisikos im Verhältnis zur relativen Änderung des Verkehrsaufkommens. Entscheidend sind zum anderen die Kostensätze für die verschiedenen Schadenarten. Deren Messung erfolgt über

- die direkten Kosten, wie z.B. die medizinischen Kosten sowie die Kosten der Rehabilitation und der Reintegration, die Kosten der Reparatur von Sachschäden sowie die Kosten von juristischen Verfahren, Polizei und Versicherung,
- die indirekten Kosten („Verlust an Humankapital“), d.h. den Verlust an Nettoproduktionspotenzial,³⁰ die Kosten für Ersatzbeschaffung und den Verlust von nicht am Markt erbrachten Leistungen, und
- bei fehlenden Marktpreisen über die Ermittlung der Zahlungsbereitschaften in Bezug auf den Risikowert sowie die Folgen für Verwandte und Freunde; hierfür können Befragungen, indirekte Methoden und ersatzweise die für Risikotätigkeiten gezahlten Lohnzuschläge herangezogen werden.

Im Hinblick auf eine Anlastung der Unfallkosten im Rahmen des Nutzungsentgeltsystems ist zu beachten, dass diese sowohl internen als auch externen Charakter haben.³¹ Als interne Kosten sind die Sachschäden, die abgedeckten medizinischen und Verwaltungskosten und teilweise der Risikowert (Antizipation der eigenen Risiken) anzusehen. Als extern einzustufen sind die nicht abgedeckten medizinischen und Verwaltungskosten, der Verlust an Humankapital und ebenfalls zum Teil der Risikowert (keine Antizipation der Auswirkungen auf Dritte). Es gibt jedoch verschiedene Ansichten zur Abgrenzung der internen und der externen Sphäre. Beim internen Bereich kann es sich in Abhängigkeit vom Betrachter entweder um die Gesamtheit der Verkehrsnutzer (Verkehrsträger, Verkehrssystem) oder nur um den Unfallverursacher handeln, jeweils einschließlich der Versicherungssysteme.³²

2.2.3 Unterteilung nach der Abhängigkeit von Kosteneinflussgrößen

In der volks- und betriebswirtschaftlichen Kostentheorie ist die Reaktion der Kosten auf die Veränderung der die Kosten beeinflussenden Faktoren (Kostentreiber, Kostenbe-

³⁰ Das Nettoproduktionspotenzial ist die Differenz zwischen dem Bruttproduktionspotenzial und dem zukünftigen Konsum.

³¹ Zur Differenzierung zwischen internen und externen Kosten vgl. Abschnitt 2.2.5.

³² Für eine Schätzung der Unfallkosten des Eisenbahnverkehrs in Deutschland vgl. Link u.a. (2002: 35ff., 68ff., 130ff.); für andere europäische Staaten vgl. Schmid u.a. (2001: 47ff.), ECOPLAN (2002), Link u.a. (2003a: 32ff., 55ff., 74ff., 103ff., 126ff., 144ff., 170ff.), Link u.a. (2003b: 32ff., 59ff., 86ff., 106ff., 130ff., 155ff., 175ff., 203ff.).

stimmungsfaktoren)³³ von grundsätzlicher Bedeutung. In der weiteren Analyse wird dieser Aspekt vor allem bei der Bestimmung der Grenz- bzw. inkrementellen Kosten eine entscheidende Rolle spielen. Im Rahmen der traditionellen Kostenrechnung werden vereinfachend häufig nur die Beschäftigung (Ausbringungsmenge), die Kapazität und die Unternehmensgröße als Einflussgrößen betrachtet; im Verkehrssektor wird unter der Beschäftigung die Gesamtoutputmenge, gemessen als Verkehrsaufkommen bzw. -leistung, verstanden. Bei einer Variation des Beschäftigungsgrades ist die Unterscheidung in fixe, intervall- bzw. sprungfixe und variable Kosten der üblicher Ansatzpunkt der mathematischen oder buchtechnischen Kostenauflösung (Kostenspaltung). Als alternative Bezugsgrößen werden die Güterart oder der Güterwert (produktspezifische fixe und variable Kosten), die Reihenfolge der Leistungserstellung, die Leistungsproportionen (Chargen, Lose) oder -bündel, die Kostenstellen oder das Gesamtunternehmen (unternehmensspezifische fixe und variable Kosten) betrachtet.

- *Fixkosten* (absolut-fixe Kosten) fallen unabhängig von der Veränderung der Bezugsgröße stets in konstanter Höhe an und sind zeitproportional. Sie dienen der Schaffung und Aufrechterhaltung der Betriebs- und Leistungsbereitschaft (Bereitschaftskosten). Ihr Niveau wird bestimmt vom Umfang der kurzfristig nicht veränderbaren Produktionskapazitäten. Der maßgebliche Inputfaktor ist nicht oder nur in begrenztem Umfang teilbar, und eine technische Mindestgröße kann demnach nicht unterschritten werden.
- Bei *intervall- bzw. sprungfixen Kosten*, im Falle eines Beschäftigungsrückgangs auch als abbaufähige Fixkosten bezeichnet, handelt es sich um Fixkosten, die nur innerhalb bestimmter Beschäftigungsintervalle ausbringungsmengenunabhängig sind. Wird eine Kapazitätsgrenze erreicht, steigen bzw. fallen sie auf das nächst höhere bzw. tiefere Fixkostenniveau.
- Verändern sich die durch die Nutzung von Anlagen mit einer bestimmten, kurzfristig vorgegebenen Kapazität entstehenden Kosten grundsätzlich mit dem Beschäftigungsgrad, so handelt es sich bei ihnen um *variable Kosten* (Leistungskosten). Der Grad und die Art der Abhängigkeit können variieren;³⁴ die Messung erfolgt anhand des Reagibilitätsgrades der Kosten.

Wählt man die Betriebsleistung bzw. das Verkehrsaufkommen oder die Verkehrsleistung der Eisenbahnverkehrsunternehmen als Bezugsgröße, so können als Fixkosten des Eisenbahninfrastrukturbetreibers der größte Teil der Kapitalkosten, die bei Erweiterungs- und Neuinvestitionen sowie bei einem Teil der Ersatzinvestitionen anfallen, und bestimmte Betriebskosten angesehen werden. Zu den fixen Betriebskosten zählen größtenteils die wetter-, zeit- und ereignisabhängigen Kosten in Bezug auf die Infrastrukturinstandhaltung und -reparatur, wie z.B. der Winterdienst, der Pflanzenschnitt

³³ Vgl. Kapitel 3.

³⁴ Man unterscheidet dann proportionale bzw. lineare, degressive, progressive und regressive Kosten.

und die regelmäßige Prüfung auf einwandfreien Zustand, sowie die Kosten der Beleuchtung, Verkehrsführung und generellen Informationsbereitstellung; außerdem zu nennen sind die allgemeinen Verwaltungs- und Personalkosten. Eher variablen Charakter haben die laufenden Kosten für die Instandhaltung und teilweise für die Ersatzinvestitionen sowie die Kosten für die Betriebsführung, die Stromversorgung, die Fahrplanerstellung und Trassenvergabe, die Sicherheitsdienste und die zugspezifischen Verwaltungs- und Informationstätigkeiten; ebenfalls variabel sind die Unterbrechungs-, Kapazitäts- und Umweltkosten.

Beeinflusst wird der Anteil der fixen und variablen Kosten von der Wahl der Trennlinie zwischen den verschiedenen Investitionsformen und der Instandhaltung sowie von der Einstufung der Instandhaltungskosten als Kapital- oder Betriebskosten. Verschiedene Kostenarten können zudem entweder als variable oder intervallfixe Kosten angesehen werden, wie z.B. die Kapitalkosten in Bezug auf die Gleisanzahl und bestimmte Personalkosten. Außerdem sind einige variable Kosten der Infrastrukturnutzung eindeutig mit der Verkehrsabwicklung verknüpft (Gleiskörper), während andere nur indirekt mit der Nutzungsintensität variieren (Brücken, Tunnel, Bahnsteige, Schutzbauten). Von Relevanz kann ferner sein, ob eine Outputzu- oder -abnahme vorliegt. Schließlich existieren auch gemischte Kostenarten mit einem fixem Sockelbetrag bei gleichzeitiger teilweiser Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad.

Maßgeblich für eine Einstufung als fixe oder variable Kosten ist jedoch vor allem die Wahl des *Betrachtungszeitraums*. Als lange Frist anzusehen ist die Zeitspanne, die für eine effiziente Anpassung auch der sonst fixen Produktionsfaktoren an die Veränderungen der Outputmenge notwendig ist. Damit sind dann alle anfallenden Kosten mit Ausnahme der versunkenen Kosten variabel; in der anglo-amerikanischen Literatur wird in diesem Zusammenhang auch von *vermeidbaren Kosten* (avoidable oder escapable costs) gesprochen. Unter diesen Voraussetzungen kann bei häufig wechselnden Outputkonstellationen jedoch nie eine kostenminimale Kombination der Produktionsfaktoren realisiert werden. Legt man hingegen eine sehr kurze Frist zugrunde, so haben alle Kosten außer dem Verschleiß und dem Stromverbrauch Fixkostencharakter. Eine brauchbare Konvention für den Eisenbahninfrastruktursektor könnte die Wahl eines Einjahreszeitraums (Fahrplanperiode) sein.

Entscheidend für die Aufteilung in fixe und variable Kosten sind ferner der betrachtete Verantwortungsbereich, die Art der Leistung (Erbringung einer verkehrsbezogenen Dienstleistung oder Bereitstellung eines Infrastrukturelements) sowie die Verkehrsentwicklung, die Kapazitätsauslastung, der Qualitätsstandard und das Niveau der Dienstbereitstellung. So dürften in Bezug auf die Aufrechterhaltung eines Minimalstandards der Infrastruktur meistens Fixkosten vorliegen; falls bei einer stärkeren Nutzung höhere Qualitätsanforderungen zum Tragen kommen, nehmen die Kosten vorrangig variablen Charakter an.

Tabelle 1: Anteil der variablen Kosten an den Gesamtkosten bei Veränderung der Verkehrsleistung

Infrastrukturelement	variable Kosten bezüglich der Verkehrsleistung (in %)
Schienenweg	
• Instandhaltung	30
• Erneuerung	
- Gleise	95
- Schwellen	25
- Schotter	30
- Weichen u. Bahnübergänge	25
Kunstbauten	10
Signalanlagen	
• Instandhaltung	5
• Erneuerung	0
Anlagen zur Stromversorgung	
• Instandhaltung	10
• Erneuerung	35-41

Quelle: Booz, Allen and Hamilton (1999).

Zur Abschätzung des genauen Anteils der fixen und variablen Kosten kann auf ökonomische Kostenstudien, Ingenieurmethoden, Expertenschätzungen, die interne Zuordnungspraxis der Eisenbahninfrastrukturbetreiber und spezielle Vereinbarungen zur Einstufung bestimmter Kostenarten zurückgegriffen werden. Nach verschiedenen Schätzungen beläuft sich der Anteil der variablen Kosten der Instandhaltung und Erneuerung der Eisenbahninfrastruktur an den Gesamtkosten auf 10 bis 30 %. Diesbezügliche Daten liefern mehrere im Vereinigten Königreich nach der Top-Down-Methode durchgeführte Ingenieurstudien zur Kostenermittlung und -zuweisung. Nach einer der Studien sind ca. 30 % der gesamten Instandhaltungs- und Erneuerungskosten variabel, hinsichtlich der verschiedenen Aktivitätsbereiche bzw. Anlagenelemente gibt es jedoch eine erhebliche Schwankungsbreite.³⁵ Eine andere Schätzung weist einen Durchschnittswert von 20 % aus, wobei auch hier eine differenzierte Betrachtung nötig ist (Schienenweg 78 %, Kunstbauten 12 %, Signalanlagen und Elektrifizierung 5 %). Ende der 1990er Jahre sah Railtrack ca. 10 bis 15 % der Kosten als variabel an, während die Deutsche Bahn AG mit 15 bis 20 % kalkulierte.³⁶

³⁵ Vgl. Tabelle 1.

³⁶ Vgl. Link/Maibach (1999: 15f.) und Railtrack (1999).

2.2.4 Differenzierung nach der Zurechenbarkeit zu Bezugsgrößen

Im Hinblick auf eine verursachungsgerechte Zurechenbarkeit auf bestimmte Verrechnungseinheiten, wie z.B. Kostenstellen und -träger, Kunden, Perioden oder räumliche Gebiete, wird nach Einzelkosten, Verbundkosten und Gemeinkosten unterschieden. Im Hinblick auf die Diskussion der für die Kostenzurechnung maßgeblichen Kostenkonzepte ist eine entsprechende Differenzierung sowohl für die Fully Distributed Costs als auch für die Grenzkosten, die inkrementellen Kosten und die Bestimmung von kostendeckenden Zuschlägen sowie für das Konzept der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung von grundlegender Bedeutung.³⁷

In Bezug auf bestimmte Produkte, Leistungen oder Aufträge stellen (produktspezifische) *Einzelkosten* (product-related, individual, separable oder direct costs) alle diejenigen Kosten dar, die sich direkt diesen Objekten zuordnen lassen. Gemein- und Verbundkosten sind hingegen nicht oder nur bedingt zurechenbar, da sie für eine größere Gesamtheit anfallen. *Verbundkosten* (joint oder common costs) entstehen gleichzeitig für mehrere Leistungen oder eine Gütergruppe (z.B. Kuppelproduktion) und können diesen nur zusammen zugeteilt werden. (Unternehmensspezifische) *Gemeinkosten* (overhead, common oder non-separable costs) sind nur dem Gesamtunternehmen zurechenbar. Unechte Gemeinkosten können eigentlich den betrieblichen Leistungen direkt als Einzelkosten zugerechnet werden, aus Wirtschaftlichkeits- und Vereinfachungsgründen wird auf eine gesonderte Erfassung und Zuordnung jedoch verzichtet. Bei Schein-Einzelkosten ist lediglich die Mengenkomponente zurechenbar, die Kosten müssten bei einer detaillierten Analyse jedoch nicht als Einzelkosten, sondern als Gemeinkosten eingestuft werden.

Allerdings ist die Klassifizierung in erheblichem Maße von der Wahl der Bezugsgröße oder -ebene abhängig. Entscheidend ist deshalb eine Beurteilung im Hinblick auf explizit angegebene Bezugsgrößen; man spricht dann von *relativen Einzel- oder Gemeinkosten*. In der bisherigen Betrachtung wurden Vorgänge bzw. Objekte in Form unternehmerischer Aktivitäten oder Erzeugnisse, d.h. Kostenträger, wie Produkte oder Leistungen, Gütergruppen und -bereiche oder das Produktionsprogramm, als Bezugsobjekte gewählt; damit liegen *Kostenträgereinzel- bzw. -gemeinkosten* vor. Geht man von anderen Bezugsgrößen oder Verrechnungseinheiten (Zeiträume, Kostenstellen, Sparten) aus, so werden die Begriffe *Periodeneinzel- bzw. -gemeinkosten*, *Kostenstelleneinzel- bzw. -gemeinkosten* oder *Sparteneinzel- bzw. -gemeinkosten* verwendet.

Eindeutig einem Produkt bzw. einer Leistung (Zugfahrt, Trasse) oder einem Nutzer zurechenbare Einzelkosten sind im Eisenbahninfrastrukturbereich kaum verbreitet; Schätzungen belaufen sich auf knapp 10 %.³⁸ Als Einzelkosten einzustufen sind die Kosten des leistungsbedingten Verschleißes, die als unechte Gemeinkosten verrechnet wer-

³⁷ Vgl. hierzu die Abschnitte 2.3.2 bis 2.3.6.

³⁸ Vgl. ORR (1994: 7ff.) und ORR (2000: 15ff.).

den, die Betriebsführungskosten – sofern zu bestimmten Zeiten nur ein Zug verkehrt –, die Kosten der Stromversorgung, die Unterbrechungskosten und mit Einschränkungen die Knappheitskosten. Im Eisenbahnsektor weit verbreitet sind Gemein- und Verbundkosten, die angesichts der Größen- und Verbundvorteile vor allem im Infrastrukturbereich mit über 90 % sehr hoch sind. Gemeinkosten fallen generell für die Unternehmenstätigkeit oder für den gesamten abgewickelten Verkehr an. Da darüber hinaus ein Großteil der Kosten für die Bereitstellung und den Betrieb der Eisenbahninfrastruktur sowie für die zugehörigen Dienste häufig nur bestimmten Verkehrsarten (Personen-, Personenfern- und Güterverkehr), Verkehren mit speziellen Anforderungen (z.B. aufgrund des Zuggewichts) oder nur den jeweiligen Strecken, Anlagen oder Teilnetzen zugerechnet werden kann, gibt es auch zahlreiche Verbundkosten. Eine direkte Zuordnung auf einzelne Nutzer, Zugfahrten oder Trassen ist in den meisten Fällen unmöglich.

Einzelkosten sind im Allgemeinen variabel, sie können unter bestimmten Umständen aber auch fixen Charakter haben, wie z.B. die Kapitalkosten spezifischer Infrastrukturen oder anderer Gebrauchsgüter. Gemein- oder Verbundkosten können vor allem bei einer Kuppelproduktion variabel (Instandhaltung, Betriebsführung) sein; eine Gleichsetzung von Gemein- und Fixkosten ist gerade für den Eisenbahninfrastruktursektor unzulässig. Fixkosten sind zwar fast immer Gemeinkosten, variable Kosten können jedoch Einzel-, Verbund- oder Gemeinkosten sein.

Im Hinblick auf eine Einordnung als Einzel- bzw. Gemeinkosten ergibt sich für die Eisenbahninfrastruktur eine Problemvereinfachung durch die Wahl verschiedener Zurechnungsgrößen. Ziel ist eine möglichst genaue Zuordnung der Kosten der Inanspruchnahme der Infrastrukturelemente im Rahmen einer *relativen Einzelkostenrechnung*. Ausgangspunkt ist die Separierung verschiedener Infrastrukturelemente und einzelner Infrastrukturleistungen. Bei der stufenweisen Zuordnung werden die Leistungen in einem ersten Verfahrensschritt aufsteigend auf verschiedenen Hierarchieebenen zu Leistungsgruppen, Segmenten oder Geschäftsfeldern zusammengefasst (Bottom-up-Verfahren). Anschließend ordnet man die zumeist aggregiert vorliegenden Gesamtkosten in absteigender Reihenfolge einer bestimmten Ebene zu, wenn sie der nächst tieferen Ebene nicht mehr eindeutig als Einzelkosten eines Segments, einer Gruppe oder einer Leistung zuzurechnen sind (Top-down-Ansatz). Auf diese Weise erfolgt eine Aufteilung der Gesamtkosten in die Gemeinkosten des Unternehmens bzw. des Infrastrukturbereichs (oberste Ebene), verschiedene Formen der Verbundkosten (mittlere Ebenen) und die leistungsspezifischen Einzelkosten (unterste Ebene). Außerdem kann überprüft werden, ob auf sämtlichen Ebenen alle Elemente die jeweiligen inkrementellen Kosten³⁹ decken. Abschließend ist allerdings eine Zuweisung der auf den höheren Ebenen angefallenen Gemein- und Verbundkosten auf die einzelnen Leistungen vorzunehmen.⁴⁰

³⁹ Zu den inkrementellen Kosten vgl. Abschnitt 2.3.4.

⁴⁰ Vgl. hierzu auch die Abschnitte 2.3.2 und 2.3.5.2.

Im Eisenbahnsektor können im Hinblick auf die Zuweisung der Gemeinkosten für die Bereitstellung der Infrastruktur und die Betriebsführung folgende Ebenen identifiziert werden:

- die einzelnen Trassen auf einer Strecke oder die von einzelnen Zügen beanspruchten Infrastrukturen und Leistungen;
- die von bestimmten Verkehrsarten und Sonderverkehren auf einer Strecke genutzten Trassen bzw. die von diesen genutzten spezifischen Serviceeinrichtungen;
- die Einzelstrecken oder die jeweiligen Serviceeinrichtungen;
- die separaten Teilnetze oder geografischen Regionen;
- das Gesamtnetz.

Die einer speziellen Infrastruktur oder Leistung zurechenbaren Einzelkosten sind dann die eher geringen Kosten für die Abnutzung und die Stromversorgung. In Bezug auf eine bestimmte Verkehrsart können die Kosten für die Nutzung durch diesen Verkehr, die spezielle Trassierung, besondere Einrichtungen, die Änderungen am Bahnkörper, eigene Bahnhofsanlagen und besondere Zugbildungssysteme genannt werden. Strecken- und anlagenspezifisch sind die Kosten für den Bau bzw. Ausbau der jeweiligen Infrastrukturelemente (Gleise, zugehörige Infrastruktur, von allen oder mehreren Verkehren genutzte Einrichtungen, Signalanlagen, Brücken, Tunnel) sowie für die Instandhaltung und den Betrieb. Schwierigkeiten könnten jedoch im Zusammenhang mit der Berücksichtigung von Nachfrageinterdependenzen zwischen verschiedenen Strecken und Teilnetzen (Zubringerverkehr, streckenübergreifender Verkehr) entstehen. Einem Teilnetz müssen die Kosten für alle nicht nur streckenbezogen genutzten Schienenwegeinfrastrukturen und Serviceeinrichtungen (Stellwerke, Bahnhöfe) zugeordnet werden. Auf der Ebene des Gesamtnetzes fallen z.B. Kosten für die Erforschung und technologische Entwicklung der Infrastrukturkomponenten an.⁴¹

2.2.5 Abgrenzung von privaten und externen Kosten

Im Verkehrs- und speziell im Eisenbahnwesen erscheint es zielführend, in einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung die *sozialen bzw. volkswirtschaftlichen Kosten* oder Nutzen (Erträge) zu betrachten und dabei zwischen internen (privaten) und externen Kosten oder Nutzen (technologische externe Effekte, Externalitäten) zu unterscheiden. *Interne Kosten* werden von ihrem Verursacher getragen. Hierzu zählen im Eisenbahnwesen die Kapazitäts- und Betriebskosten der Infrastrukturbereitstellung und der Ver-

⁴¹ Vgl. Berndt (2003: 102ff.).

kehrleistungsproduktion, die Knappheitskosten sowie zum Teil die Unterbrechungs-, Stau- und Unfallkosten. Als *externe Kosten* der Erbringung von Verkehrsdiensten anzuführen sind die Kosten von Umweltbelastungen, die nicht internalisierten Unterbrechungs-, Stau- und Unfallkosten sowie in Bezug auf die Verkehrsinfrastruktur die Kosten von Trennwirkungen, der Bodenversiegelung und des Landschaftsverbrauchs.

Mangelnde Handlungs-, Nutzungs- und Eigentumsrechte haben zur Folge, dass externe Effekte als außermärkliche Interdependenzen zwischen den ökonomischen Aktivitäten (Konsum, Produktion) von Entscheidungseinheiten (Haushalte, Unternehmen) weder über einen Marktpreis noch über die angebotenen oder nachgefragten Mengen, sondern direkt über die Nutzen- bzw. Produktionsfunktion auf den Nutzen bzw. den Output Dritter wirken. Das Versagen des Markt- und Preismechanismus impliziert, dass sich private Kosten und soziale Kosten unterscheiden, da sich die Auswirkungen auf andere Individuen beim Verursacher nicht in seiner Kosten- bzw. Ertragsrechnung widerspiegeln. Der Urheber des externen Effekts zahlt entweder nicht für alle von ihm verursachten Kosten, oder er wird nicht für alle von ihm erzeugten Vorteile kompensiert. Die zusätzlichen Kosten bzw. Nutzen werden von Dritten oder der Allgemeinheit ohne deren Einwilligung und ohne Kompensation getragen bzw. kommen ihnen unentgeltlich zugute. Das Verhältnis der Marktpreise entspricht dann nicht mehr dem der sozialen Grenzkosten; die einzelwirtschaftlich optimalen Mengen sind aus gesamtwirtschaftlicher Sicht nicht mehr allokativ effizient. Aus diesem Grund bietet sich als ein ökonomischer Korrekturmechanismus die Option an, auch die von den Verkehrssektoren verursachten externen Kosten bzw. Nutzen in die Nutzungsentgelte oder in andere Abgaben einzubeziehen (Pigou-Steuer).

Bekannte Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung externer Effekte in einem Preissystem sind die Identifikation der Schäden und ihrer Verursacher (Eisenbahninfrastruktur- oder -verkehrsunternehmen, bestimmter Zug), die Spezifizierung der Wirkungskette und der Folgen, die Zuordnung der Schäden zu den Aktivitätsbereichen, die Zurechnung in zeitlicher, räumlicher und individueller Hinsicht, die Monetarisierung mittels einer Bewertungsmethodik, die Kostenanlastung und die Implementierbarkeit.⁴² Außerdem erfolgt eine Internalisierung der externen Effekte zum Teil bereits durch andere Abgaben, wie die Mineralölsteuer oder die Versicherungsbeiträge. Zu klären ist schließlich die Frage nach dem Nutznießer bzw. Lastträger einer Entgeltänderung (Staat, Eisenbahninfrastrukturunternehmen).

⁴² Spezifische Umsetzungsprobleme bereiten die Veränderlichkeit von Preisen, Nachfragemengen und Elastizitäten sowie ggf. die geringe Akzeptanz zusätzlicher Entgeltbestandteile.

2.3 Kostenkonzepte im Rahmen des Systems der Kostenzurechnung

2.3.1 Kostenrechnerische Grundlagen

2.3.1.1 Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung im System der Voll- und Teilkostenrechnung

Im Kostenrechnungssystem schließen sich an die Kostenartenrechnung die Kostenstellenrechnung und die Kostenträgerrechnung an.⁴³ Hauptanliegen der beiden Verfahren ist die Identifizierung der Ursachenverkettung zwischen der Entstehung von Kosten und Leistungen sowie der Auswirkungen der Gütererzeugung auf die Kosten (Kostenverursacher oder -treiber). Daraus resultiert auch das Ziel, die im Leistungserstellungsprozess entstehenden Kosten möglichst verursachungsgerecht zuzuordnen, um eine belastbare Grundlage für die Preiskalkulation und die Erfolgsrechnung zu schaffen.⁴⁴

Als *Kostenstellen* anzusehen sind räumlich, funktionell, organisatorisch, nach Verantwortungsbereichen oder nach anderen Kriterien (z.B. kostenträgerrelevante und abrechnungs- bzw. leistungstechnische Gesichtspunkte) klar voneinander abgegrenzte Teilbereiche eines Unternehmens, für die die von ihnen verursachten Kosten separat erfasst und ausgewiesen sowie ggf. auch geplant und kontrolliert werden. Zwischen den Kosten und den erbrachten Leistungen sollte eine eindeutige Beziehung bestehen; eine Kostenstelle entspricht deshalb idealerweise einem Leistungserstellungsprozess. Innerhalb der Kostenstellen können aber ggf. einzelne Abrechnungsbereiche (Kostenplätze) eingerichtet werden, falls die Kostenstelle mehrere Leistungsstellen umfasst bzw. dort verschiedene Leistungsarten erbracht werden. Die in jeder Kostenstelle anfallenden Kosten sind auf die in ihrem Verantwortungsbereich erstellten Leistungen zu beziehen und danach auf die Leistungsempfänger, d.h. die anderen Kostenstellen (Vorkostenstellen) oder die Kostenträger (Endkostenstellen), weiterzuverrechnen. Als *Kostenträger* gelten die Kalkulationsobjekte oder die Bezugsgrößen (eigentliche Produkt- oder Leistungseinheiten; Gütervarianten, -gruppen und -sparten), denen die Kosten zugeschlagen werden. Im Eisenbahnsektor sind dies z.B. eine bestimmte Dienstleistung, die Strecke bzw. der Streckenabschnitt oder eine Trasse, eine andere Infrastrukturanlage, der Zug, die Lokomotive oder ein Waggon.

In der *traditionellen Vollkostenrechnung* wird eine anteilige Zurechnung der Gesamtsumme aller angefallenen Kosten, d.h. sowohl der Einzel- wie auch der Gemeinkosten, auf die Kostenträger und deren Einheiten mit dem Ziel vorgenommen, das Produktions- und Absatzprogramm zu bestimmen, die Preise zu kalkulieren und eine Periodener-

⁴³ Zur Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung vgl. z.B. Hummel/Männel (1990: 189ff., 253ff.) und Coenenberg (1997: 74ff., 91ff., 114ff.).

⁴⁴ Vgl. Abbildung 1.

folgsrechnung durchzuführen. Die Vollkostenrechnung kann dabei sowohl auf der Basis der Istkosten als auch im Rahmen einer Planungsrechnung aufgrund von Plankosten umgesetzt werden (starre Ist- und Plankostenrechnung). Die *modifizierte Vollkostenrechnung* beinhaltet zusätzlich eine Kostenauflösung in fixe und variable Kosten (flexible Ist- und Plankostenrechnung).

Die in der Kostenartenrechnung erfassten Kostenträgereinzelkosten können dabei direkt in die Kostenträgerrechnung überführt werden. Im Rahmen der *Kostenstellenrechnung* werden die in der Kostenartenrechnung identifizierten Kostenträgergemeinkosten auf die erstellten Kostenträger weiterverteilt, indem geklärt wird, an welchen Stellen im Unternehmen die Kosten entstanden sind. Dazu sind diese Kosten nach Haupt- und Hilfskostenstellen differenziert zu erfassen und vollständig auf diejenigen Endkostenstellen (Haupt- und Nebenkostenstellen) zu verrechnen, die unmittelbar an der Erstellung der Leistungen mitwirken. Während die in diesem Zusammenhang angewendete Primärkostenverrechnung die Kostenstelleneinzelkosten bestimmt und die Kostenstellengemeinkosten zuschlüsselt, verteilt die sich anschließende Sekundärkostenverrechnung die Kosten der innerbetrieblichen Leistungen (innerbetriebliche Leistungsverrechnung). Die Gemeinkosten sind auf beiden Stufen mittels Bezugsgrößen auf die Kostenstellen umzulegen.

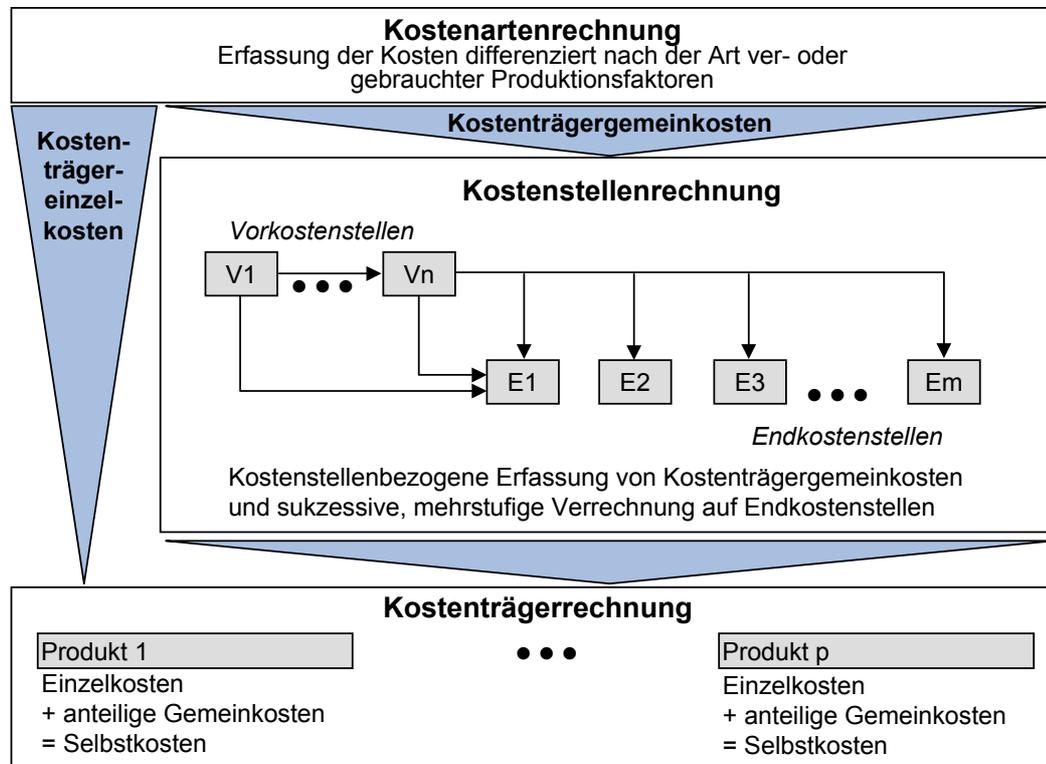
Im Hinblick auf die Preiskalkulation und die Erfolgsrechnung wird in der *Kostenträgerrechnung* eine Weiterwälzung der Kostenstelleneinzelkosten und der geschlüsselten Kostenstellengemeinkosten auf die Kostenträger vorgenommen; sie sind zu den aus der Kostenartenrechnung stammenden Kostenträgereinzelkosten zu addieren. Die Kostenträgerrechnung lässt sich aufspalten in eine Kostenträgerstückrechnung und eine Kostenträgerzeitrechnung. Die *Kostenträgerstückrechnung* dient der Kalkulation der Herstell- und Selbstkosten für jede selbständige Leistungs- bzw. Produkteinheit. Zu diesem Zweck werden die Einzelkosten bestimmt und die Gemeinkosten mit Hilfe alternativer Kalkulationsverfahren verteilt.⁴⁵ Hieran schließt sich die *Kostenträgerzeitrechnung* an, die unter Einbeziehung der Erlöse bzw. Erträge zur Betriebsergebnisrechnung überleitet, mit deren Hilfe der Erfolg für eine bestimmte Periode ermittelt wird.⁴⁶

Nachteile der Vollkostenrechnung bestehen in der ausschließlichen Berücksichtigung von Kostenstellen und -trägern, der vielstufigen Gemeinkostenschlüsselung und der Vernachlässigung von Engpassituationen. Im Gegensatz zur Vollkostenrechnung werden deshalb in der *Teilkostenrechnung* (Deckungsbeitragsrechnung) nur die direkt zurechenbaren Einzelkosten der gesamten Ist- oder Plankosten auf die Kostenträger verteilt; die Gemeinkosten verbleiben bei den Kostenstellen und belasten die Produkte bzw. Leistungen zusammen. Eine Zuordnung der Kosten zu einem Kostenträger erfolgt nur dann, falls diese nicht angefallen wären, wenn das Objekt nicht existent gewesen wäre.

⁴⁵ Bekannte Kalkulationsverfahren sind die ein- und mehrstufige Divisionskalkulation, die Zuschlagskalkulation und die Äquivalenzziffernkalkulation.

⁴⁶ Vgl. hierzu auch Abbildung 1.

Abbildung 1: Grundaufbau der Kostenrechnung



Quelle: Weber (1993: 63).

Alternativ oder ergänzend kann eine Teilkostenrechnung auch auf einer Separierung von fixen und variablen Kosten sowie auf einer Zurechnung von Grenzkosten basieren. Direkt zugerechnet werden nur die variablen Einzelkosten, die variablen Gemeinkosten müssen zugeschlüsselt werden. Die fixen Einzel- und Gemeinkosten führt man hingegen als Periodenkosten mit. Ziele der Teilkostenrechnung sind die Überprüfung von Anpassungsentscheidungen bei gegebenen Kapazitäten, die in Form einer Variation der Leistungsmenge bzw. -zusammenstellung, einer Preisänderung oder der Auswahl eines neuen Produktionsverfahrens erfolgen, sowie die Fundierung der Periodenerfolgsrechnung und der Wirtschaftlichkeitskontrolle.

Als Ausprägungen der Teilkostenrechnung⁴⁷ gelten

- das Direct Costing,⁴⁸ die Grenzplankostenrechnung sowie die Differenz- und Blockkostenrechnung; ihnen ist gemein, dass sie eine Aufspaltung in fixe und

⁴⁷ Vgl. Hummel/Männel (1990b: 39ff.) und Coenenberg (1997: 245ff.).

⁴⁸ Auch als Direktkostenrechnung, Grenzkostenrechnung, Proportionalkostenrechnung oder Variable Costing bezeichnet.

variable Kosten vornehmen, Deckungsbeiträge als Differenz zwischen den Erlösen und den variablen Kosten ermitteln und die Fixkosten separat in die kurzfristige Erfolgsrechnung übernehmen;

- die stufenweise Fixkostendeckungsrechnung, die zusätzlich eine Analyse der Fixkostenschichtung bzw. der Zurechenbarkeit der Fixkosten auf die Kostenträger durchführt; dabei wird unterschieden nach einzelnen Leistungen, Leistungsgruppen oder -sparten, Kostenstellen, Betriebsbereichen, Unternehmen, Kunden und Aufträgen;
- die relative Deckungsbeitrags- und Einzelkostenrechnung; zentrales Merkmal ist die multidimensionale Erfassung aller Kosten, die mit Auszahlungen verbunden sind, als Einzelkosten auf unterschiedlichen Bezugsgrößenhierarchien; ergänzend hierzu werden Auswertungsrechnungen durchgeführt.

Im Rahmen einer teilkostenbezogenen *Kostenstellenrechnung* werden die Kostenträgergemeinkosten mittels Kostenauflösung in fixe und variable Bestandteile zerlegt. Die variablen Kostenträgergemeinkosten erfasst man möglichst vollständig als Kosteneinzelkosten, ggf. müssen sie aber auch den Kostenstellen zugeschlüsselt werden. Die fixen Kostenträgergemeinkosten werden mitgeführt und stellenbezogen erfasst, sind aber allein für die Periode entscheidungsirrelevant und gehen nicht in die Kalkulation, sondern nur in das Betriebsergebnis ein. Die Zuschlagssätze werden also ausschließlich auf der Basis der variablen Gemeinkosten gebildet. Die *Kostenträgerstückrechnung* wendet für die Verrechnung der variablen Gemeinkosten ebenfalls Verfahren der Divisions- und Zuschlagskalkulation an; auf eine Proportionalisierung der Fixkosten wird wiederum verzichtet.

2.3.1.2 Prinzipien der Kostenzurechnung

Die Kostenzurechnungsprinzipien⁴⁹ regeln die Verteilung bzw. Verrechnung von Einzel- und Gemeinkosten zwischen den Kostenträgern.⁵⁰ Die Zuweisung der Einzelkosten erfolgt über Kostenabbildungs-, die der Gemeinkosten über Kostenanlastungsprinzipien. Den *Kostenabbildungsprinzipien* liegen eindeutig nachweisbare quantitative Zusammenhänge zugrunde, während sich die *Kostenanlastungsprinzipien* nicht auf eine reale Kostenbeziehung stützen können. Diese muss künstlich konstruiert werden und ist deshalb offen für subjektives Ermessen und Plausibilitätsüberlegungen.

Seine zentrale Ausprägung findet das Kostenabbildungsprinzip im *Verursachungsprinzip*, nach dem der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung bzw. zwischen Leistung und Kosten entscheidend ist; ihm lassen sich folgende Unterformen zuordnen:

⁴⁹ Kostenzurechnungsprinzipien werden auch als Kostenverteilungs- oder -zuordnungsprinzipien bezeichnet.

⁵⁰ Zum Folgenden vgl. Brenner (1997: 237ff.).

- Das *Kausalprinzip* beruht auf der Annahme, dass die Kosten durch die betriebliche Leistungserstellung hervorgerufen werden.
- Gemäß dem *Kosteneinwirkungsprinzip* ist der Güterverzehr der Auslöser für die Leistungserstellung.
- Eine Modifikation des Verursachungsprinzips ist das *Identitätsprinzip*, nach dem die Kosten einer Bezugsgröße zugeordnet werden, wenn sie beide auf eine gemeinsame betriebliche Entscheidung über Kosten und Leistungen zurückzuführen sind; Inputverbrauch und Leistungserstellung sind demnach gekoppelte Wirkungen. Dem *Marginalprinzip* liegt die Prämisse zugrunde, dass dem Bezugsobjekt die zusätzlich von ihm ausgelösten Kosten zuzuweisen sind.

Das *Finalprinzip* wird zwar auch als Variante des Verursachungsprinzips begriffen, im Allgemeinen jedoch als Kostenanlastungsprinzip angesehen; entscheidendes Charakteristikum ist die Analyse einer Mittel-Zweck-Beziehung. Es lassen sich zwei Unterprinzipien anführen, die weiter aufgefächert werden können:

- Das *Veranlassungsprinzip* ordnet den Zwecken diejenigen Kosten zu, die von ihnen ausgegangen sind. Bei ungleichrangiger Veranlassung wird eine Reihenfolge für die Zurechnung bestimmt, z.B. nach der *historischen Zweckfolge* (zeitlicher Ablauf) oder der *sachlichen Rangfolge* (Haupt- oder Nebenzweck). Bei gleichrangiger Veranlassung maßgeblich sind die Prinzipien der *alternativen Einzelbereitstellung* (Ersparnis bei einer Gemeinschaftsinvestition im Vergleich zu Einzelinvestitionen) und der *anteiligen Bereitstellung* (anteilige Zuordnung zu Bezugsgrößen). Das Veranlassungsprinzip ist jedoch für den Eisenbahnsektor eher ungebräuchlich.
- Das *Nutzungsprinzip* oder *Kostenanteilsprinzip* ist hingegen im Eisenbahnwesen weit verbreitet; die Kostenzuordnung erfolgt dabei nach der anteiligen Nutzung. Es kann zum einen als *Benutzungsprinzip* ausgestaltet sein. Bei gleichrangiger Benutzung ist die anteilige Inanspruchnahme aufgrund der Höchstlast (Benutzungsspitze eines einzelnen Nutzers), der Spitzenlast (Anteil zum Zeitpunkt der höchsten Inanspruchnahme) oder des Durchschnitts entscheidend. Bei ungleichrangiger Benutzung erfolgt die Zuordnung nach den Grund- bzw. inkrementellen Kosten oder Restkosten. Alternativ kann das *Nettonutzungs- oder Tragfähigkeitsprinzip* zur Anwendung kommen. Hierbei sind der Nutzen der Inanspruchnahme und die Belastbarkeit entscheidend; die Kostenverteilung wird nach Bruttoerfolg, Gewinn oder Deckungsbeitrag vorgenommen.

2.3.2 Durchschnittskosten und Fully Distributed Costs

Im Folgenden sollen nun die bei einer kostenbasierten Entgeltregulierung zur Anwendung kommenden Zurechnungskonzepte näher betrachtet werden. Eine weit verbreitete Methodik für die Zurechnung von Gemeinkosten und die darauf beruhende Preisbildung ist die Verwendung des Konzeptes der Durchschnittskosten im Einproduktfall oder der Fully Distributed Costs bzw. Fully Allocated Costs im Mehrproduktfall. Hiermit verbunden ist eine Deckung der einem Bezugsobjekt zugerechneten Kosten durch die Erlöse, die es erwirtschaftet. Die Preisbildungsregel wird gelegentlich dahingehend modifiziert, dass explizit ein Gewinnzuschlag berücksichtigt wird; staatliche Zuschüsse sind bei der Bemessung des Kostenniveaus abzuziehen.⁵¹

Für den Einproduktfall bereitet die Verrechnung der Gemeinkosten keine Schwierigkeiten. Die (totalen) *Durchschnittskosten* (Stückkosten, Einheitskosten) ergeben sich aus der Division der Gesamtkosten (und damit auch der Gemeinkosten) durch die relevante Leistungseinheit, d.h. im Allgemeinen durch die Outputmenge; denkbar ist allerdings auch eine Kalkulation pro Kostenstelle, Produktserie oder Auftrag. In kurzfristiger Betrachtung differenziert man ergänzend zwischen durchschnittlichen Fixkosten und durchschnittlichen variablen Kosten. Im Einproduktfall sind Durchschnittskostenpreise bezüglich der allokativen Effizienz als zweitbeste Alternative nach den Grenzkostenpreisen anzusehen.⁵²

Da ein Eisenbahninfrastrukturunternehmen jedoch zahlreiche Trassen, Infrastrukturanlagen und zugehörige Leistungen bereitstellt und dabei nach Verkehrsarten, Nachfragergruppen, Streckenkategorien und Zeitlagen unterscheidet, muss die weitere Analyse die Existenz mehrerer Güter voraussetzen. Erfolgt bei einem Mehrproduktunternehmen die Preisbildung auf der Grundlage der *Fully Distributed Costs*, so werden zuerst für alle Leistungen die Einzelkosten ermittelt. Danach nimmt man eine stufenweise Zurechnung der nicht gedeckten Gemein- und Verbundkosten über Kostenzuschläge vor, so dass jede Leistung über ihren Preis bzw. den daraus resultierenden Umsatz die Einzelkosten und einen Anteil an den spezifischen Verbund- und den Gemeinkosten zu tragen hat. Deren Zurechnung geschieht mittels bestimmter *Schlüsselgrößen* (Bezugsgrößen); in Anwendung des Nutzungsprinzips determiniert dann der Anteil des Bezugsobjekts an der Schlüsselgröße auch den Anteil an den zuzurechnenden Verbund- bzw. Gemeinkosten.

Grundsätzlich unterteilt man die Bezugsgrößen in Mengen- und Wertschlüssel. Die Mengenschlüssel lassen sich wiederum untergliedern in Mengen-, Zeit- und physikalisch-technische Größen. Im Eisenbahnsektor gebräuchlich sind Outputwerte (consumption-based allocation), wie die Betriebsleistung (Zugkilometer, Fahr- bzw. Nut-

⁵¹ Zum Konzept der Fully Distributed Costs vgl. z.B. Braeutigam (1980: 182ff.) und Berg/Tschirhart (1988: 91ff.); zur Anwendung im Eisenbahninfrastrukturbereich vgl. Rodi (1996: 103ff.).

⁵² Vgl. dazu auch Abschnitt 2.3.3.

zungszeiten) oder die Verkehrsleistung (Brutto- bzw. Nettotonnen- oder -personenkilometer, Achskilometer), aber auch die beanspruchten Trassenkilometer bzw. die Anzahl der genutzten Infrastrukturanlagen, zugspezifische Merkmale (Zuglänge, Anzahl der Fahrzeuge bzw. der Achsen, Brutto- oder Nettogewicht, Achslast) bzw. bestimmte Betriebsbedingungen (Anzahl der Stationshalte) werden herangezogen. Denkbar ist ferner die Verwendung der Anzahl der Beschäftigten, der Raumfläche bzw. des Rauminhalts oder der installierten Leistung. Gemäß dem Tragfähigkeitsprinzip können auch Werteschlüssel genutzt werden, wie die Brutto- oder Nettoerlöse (Deckungsbeiträge), eine bestimmte Kostengröße (Einzelkosten) oder der Produktions- und der Vermögenswert.

Beispielhaft sollen im Folgenden die Formeln für die Bestimmung der Anteile an den Bezugsgrößen Output, Erlöse und Einzelkosten vorgestellt werden:

$$(2-1) \quad \alpha_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

$$(2-2) \quad \beta_i = \frac{R_i(Y_i)}{\sum_{i=1}^n R_i(Y_i)}$$

$$(2-3) \quad \chi_i = \frac{PC_i(Y_i)}{\sum_{i=1}^n PC_i(Y_i)}$$

Y_i : Output der Güter $i = 1, 2, \dots, n$

$R_i(Y_i)$: Erlös der Güter $i = 1, 2, \dots, n$

$PC_i(Y_i)$: Einzelkosten der Güter $i = 1, 2, \dots, n$

Vorteile des Konzeptes der Fully Distributed Costs sind das einfache Berechnungsverfahren und die Transparenz (gleicher Gemeinkostenzuschlag pro Einheit für alle Nachfrager) sowie die Sicherstellung der Kostendeckung und der Eigenwirtschaftlichkeit des Netzbetreibers. Schwierigkeiten bereitet die im Rahmen der Vollkostenrechnung willkürliche Wahl der Bezugsgröße für die Gemeinkostenschlüsselung, da die Kostenzurechnung definitionsgemäß niemals kausalitätsbezogen sein kann. Notwendig ist eine pragmatische Lösung gemäß dem Benutzungs- oder Tragfähigkeitsprinzip, wobei der Umfang der Einwirkung des Güterverzehr auf das Zurechnungsobjekt eine Rolle spielen sollte. Als fragwürdig muss die Bestimmung von Gemeinkostenzuschlägen auf der Basis von Mengen- und Wertgrößen eingestuft werden, die sich aus einer bestehenden (ineffizienten) Entgelt-, Kosten- oder Nachfragestruktur ableiten. Klare Aussagen zu einer Quersubventionierung zwischen verschiedenen Leistungen oder Unternehmensbereichen sind bei einer Preisbildung auf der Basis solcher Kostenschlüssel nicht möglich.

Da beim Konzept der Fully Distributed Costs sämtliche Kosten in einen linearen Nutzungspreis einfließen, kommt es im Vergleich zur Grenzkostenpreisbildung auch zu einem deutlichen Anstieg des Entgeltniveaus und zu einem Rückgang der Nachfrage; damit ist keine statische und dynamische alloкатive Effizienz gegeben. Ebenso reduziert sich der soziale Überschuss in Relation zur Berechnung der Aufschläge gemäß der inversen Elastizitätenregel.⁵³ Zudem werden falsche Investitions- und Desinvestitionsentscheidungen ausgelöst, und Qualitätsmerkmale bleiben ggf. unberücksichtigt. Außerdem spielen Nachfragecharakteristika keine Rolle. In Verbindung mit dem hohen Preisniveau kann dies bewirken, dass auf gering frequentierten Strecken der Betrieb eingestellt wird und Verkehrsunternehmen sich vom Markt zurückziehen. Folgewirkungen wären eine Verschlechterung der Erlössituation und der Kapitalrendite des Eisenbahninfrastrukturbetreibers sowie durch die Umlage der – teilweise fixen – Gemeinkosten auf eine geringere Kundenzahl ein weiterer Anstieg des Preisniveaus für die verbliebenen Nachfrager. Schließlich findet auch keine fundierte Preisdifferenzierung nach räumlichen oder zeitlichen Kriterien statt, womit Anreize zur Änderung des Nachfragerverhaltens sowie für Kapazitätsanpassungen (keine Knappheitssignale) und für Innovationen (unzureichende Differenzierung der Deckungsbeiträge) entfallen.

2.3.3 Grenzkosten

2.3.3.1 Definition und gesamtwirtschaftliche Effizienz

Als vorzugswürdige Alternative zu den Fully Distributed Costs wird für die Bildung von Infrastrukturnutzungsentgelten oftmals das Konzept der Grenzkostenpreisbildung empfohlen. *Grenzkosten* sind definiert als die Änderung der Gesamtkosten bei einer infinitesimal kleinen Änderung einer unabhängigen Variable, d.h. im Allgemeinen einer marginalen Änderung des Outputs eines Gutes, bei Konstanz der Ausbringungsmengen aller anderen Güter. Im mathematischen Sinne stellen Grenzkosten also die erste partielle Ableitung der Gesamtkostenfunktion nach der entsprechenden exogenen Variable dar.⁵⁴ Sofern man von linearen Gesamtkostenverläufen und einem kurzfristig unveränderlichen Kapazitätsumfang ausgeht, liegen konstante Grenzkosten vor, die den variablen Durchschnittskosten entsprechen.

$$(2-4) \quad MC_i(Y) = \frac{\partial C(Y)}{\partial Y_i}$$

$MC_i(Y)$: Grenzkostenfunktion

$C(Y)$: Gesamtkostenfunktion

Y : Gesamtoutputvektor

⁵³ Vgl. Abschnitt 2.3.5.2.

⁵⁴ Vgl. Gleichung 2-4.

In volkswirtschaftlicher Betrachtung wird ein System von Grenzkostenpreisen als erstrebenswert angesehen, da es unabhängig von der Marktstruktur sowie von der Produktions- und Kostenfunktion die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt maximiert, eine optimale Produktions- und Konsumstruktur realisiert und somit als *allokativ effizient* einzustufen ist.⁵⁵

Ausgangspunkt für die Ableitung allokativ effizienter Preise ist die Formulierung einer gesellschaftlichen Wohlfahrtsfunktion als staatliche Präferenzfunktion. Eine optimale Allokation der Produktionsfaktoren und der Outputs wird dabei über das Kriterium der Pareto-Optimalität definiert (paretianisches Optimum), das durch verschiedene Rentenkonzepte, wie die Marshall'sche Konsumentenrente sowie die Hicks'sche Compensating Variation oder Equivalent Variation, operationalisierbar gemacht wird. Im Allgemeinen wird aus Gründen der Praktikabilität auf die Konsumentenrente (Nettonutzen, Differenz zwischen gesamter Zahlungsbereitschaft und Konsumausgaben) zurückgegriffen, obwohl auch sie einige methodische Defizite aufweist.⁵⁶

Die Optimierung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt, auch sozialer Nettonutzen oder Nutzen-Kosten-Differenz genannt, ist dann gleichbedeutend mit der Maximierung des sozialen Überschusses W , d.h. der Summe aus der Konsumentenrente KR und der Produzentenrente π (Bruttogewinn):

$$(2-5) \quad W = KR + \pi = \sum_{i=1}^n \left(\int_0^{Y_i} P_i(Y_i) dY \right) - C(Y)$$

$$(2-6) \quad \frac{\partial W}{\partial Y_i} = P_i(Y_i) - \frac{\partial C(Y)}{\partial Y_i} = 0$$

$P_i(Y_i)$: inverse Nachfragefunktionen

Die Bedingungen erster Ordnung sind also nach Gleichung (2-6) genau dann erfüllt, wenn alle Preise den jeweiligen Grenzkosten entsprechen. Darüber hinaus lässt sich unter bestimmten Annahmen zeigen, dass im gesamtwirtschaftlichen Optimum das Verhältnis der Outputpreise nicht nur gleich der Relation der jeweiligen Grenzkosten ist, sondern auch mit dem Verhältnis der jeweiligen Grenznutzen übereinstimmt (Grenzrate der Substitution = Grenzrate der Transformation). Der soziale Grenznutzen der letzten konsumierten Outputeinheit fällt mit den sozialen Grenzkosten der letzten produzierten Outputeinheit zusammen. Im speziellen Fall der Bereitstellung und der Nutzung der Eisenbahninfrastruktur impliziert dies, dass ein über den Grenzkosten angesiedeltes Infrastrukturentgelt die Erstellung von Verkehrsdiensten verhindert, obwohl die Zahlungs-

⁵⁵ Zur Bildung von Eisenbahninfrastrukturentgelten auf Grenzkostenbasis vgl. z.B. Aberle/Weber (1987: 56ff.), Rodi (1996: 90ff.), NERA u.a. (1998: 23ff., 63ff.) und Müller (2006: 27ff.).

⁵⁶ Zu nennen sind z.B. die Vernachlässigung von Einkommenseffekten und die fehlende Eindeutigkeit bei von Null verschiedenen Kreuzpreiselastizitäten der Nachfrage (Abhängigkeit vom Integrationspfad bzw. von der Reihenfolge der Preisänderungen); Kreuzpreiselastizitäten werden deshalb im Weiteren nicht berücksichtigt.

bereitschaft des Eisenbahnverkehrsunternehmens größer ist als die zusätzlichen Produktionskosten. Liegen die Entgelte unter den Grenzkosten, werden Dienste angeboten, obwohl der Nutzenzuwachs geringer ist als die damit verbundenen Grenzkosten. Bei Grenzkostenpreisen werden alle Eisenbahnverkehre offeriert, bei denen die Zahlungsbereitschaft gleich oder größer den Grenzkosten ist. Es findet eine gesamtwirtschaftlich optimale Zahl an Verkehren statt, und die Eisenbahninfrastruktur wird effizient genutzt.

Zudem kann mit der Setzung von Grenzkostenpreisen den Anforderungen des Verursachungs- und speziell des Marginalprinzips Rechnung getragen werden. Auch in betrieblicher Hinsicht sind die Grenzkosten von wesentlicher Bedeutung, da sie ein maßgebliches Kriterium für das unternehmerische Entscheidungskalkül in Bezug auf die Herstellung eines Gutes darstellen. Ein Unternehmen wird ein Produkt nur anbieten, wenn zumindest die Grenzkosten gedeckt sind (kurzfristige Preisuntergrenze).

2.3.3.2 Probleme der Anwendbarkeit im Eisenbahninfrastruktursektor

Die Anwendbarkeit des Grenzkostenpreisprinzips ist allerdings mit einigen Einschränkungen verknüpft, die insbesondere im Eisenbahninfrastruktursektor von Bedeutung sind. Zum einen sind der Ansatz der Wohlfahrtsmaximierung und die in diesem Kontext formulierten Annahmen grundsätzlich zu hinterfragen. Können ferner Kreuzpreiselastizitäten nicht vernachlässigt werden, da Interdependenzen mit anderen Märkten (z.B. mit substitutiven oder komplementären Verkehrsträgern) bestehen, so sind Grenzkostenpreise nur wohlfahrtsoptimal, wenn sie auch dort realisiert werden.

Weiterhin müssen Konventionen zur genauen definitorischen Abgrenzung und zur Messung des Outputs bzw. der Leistung vereinbart werden. Zudem ist gerade im Eisenbahninfrastruktursektor das Konzept der Grenzkosten nur schwer verwendbar, da der Umfang der bereitgestellten Trassen und der darauf erbrachten Verkehrsleistungen nicht beliebig variierbar ist. Wegen der bestehenden Unteilbarkeiten können Input- und Outputanpassungen lediglich diskretionär bzw. inkrementell erfolgen. Eine Erweiterung der Schienenwegekapaazität ist z.B. über den Bau eines zusätzlichen Gleises möglich; allerdings sind auch der Bau von Ausweichstellen, die Verbesserung der Streckenführung und -qualität, die Optimierung der Verkehrssteuerung, der Einsatz der Signaltechnik, die Verringerung der Zugfolge und eine Verkehrsentmischung denkbar. Eine Vergrößerung der Outputmenge kann mittels eines zusätzlichen Zuges oder Wagens, längerer oder zusätzlicher Züge, einer Ausdehnung der Transportweite sowie über eine Erhöhung des Gewichts oder der Geschwindigkeit erfolgen.

Eine Anwendung des Grenzkostenkonzeptes bedingt auch, dass vorher die Kostenarten und vor allem die variablen Kostenelemente identifiziert und die Variabilitätsgrade der Kosten bestimmt werden. Da variable Verbund- oder Gemeinkosten bei der Ermittlung der Grenzkosten keine Berücksichtigung finden, müssen Regelungen für ihre An-

lastung gefunden werden. Basiert die Preissetzung auf dem Prinzip der sozialen Grenzkosten, so sind die externen Effekte zu identifizieren und zu bewerten.

Von erheblicher Relevanz für die Kalkulation von Nutzungsentgelten auf der Basis von marginalen Kosten ist eine Differenzierung zwischen der kurzfristigen und langfristigen Perspektive. Als kurze Frist gilt der Zeitraum, in dem vor allem die Netzkapazität, aber auch die Einsatzmengen anderer Produktionsfaktoren invariant sind. *Kurzfristige Grenzkosten* entstehen dann lediglich aufgrund der Vergabe von Nutzungsrechten, der Infrastrukturbeanspruchung in Form des Verschleißes, der damit notwendigen Instandhaltung und Erneuerung, der zugspezifischen Betriebsführung und des Stromverbrauchs. Hinzu kommen die marginalen Unterbrechungs- und Knappheitskosten sowie ggf. die Umwelt- und Unfallgrenzkosten. Eine Preiskalkulation auf der Grundlage der kurzfristigen Grenzkosten verfolgt das Ziel, eine optimale Nutzung der vorhandenen Kapazität zu realisieren. Allokative Effizienz ist somit nur bei statischer Betrachtung, nicht aber in dynamischer Perspektive gegeben.

Langfristig sind die Einsatzmengen aller Produktionsfaktoren und damit auch die Eisenbahninfrastrukturkapazität veränderbar. Sämtliche in der kurzen Frist als fix einzustufende Kosten nehmen variablen Charakter an. Somit sind bei der Ermittlung der *langfristigen Grenzkosten* neben den zuvor genannten Kostenelementen auch die Kapitalkosten und die sonstigen Betriebskosten zu berücksichtigen. Langfristige Grenzkostenpreise verfolgen den Zweck, nicht nur ein optimales Infrastrukturnutzungsniveau, sondern über eine Beeinflussung des Investitionskalküls auch einen allokativ effizienten Umfang an Kapazitäten bereitzustellen. Die zusätzlichen Kosten der letzten Kapazitätseinheit und des damit produzierten Outputs entsprechen dann im Idealfall dem Nutzen des Zusatzverkehrs und der Reduzierung der Knappheitskosten; der Wert der zusätzlich angebotenen Verkehrsdienste ist also gerade so groß wie die zusätzlichen Kosten. Langfristige und kurzfristige Grenzkosten sind demnach nur bei einer effizienten Netzstruktur und optimal angepasster Kapazität für jedes Outputniveau identisch.

Vor allem die Kalkulation der kurzfristigen Grenzkosten des Verschleißes bzw. der Instandhaltung von Eisenbahninfrastrukturen ist jedoch mit zahlreichen Problemen behaftet.⁵⁷ Angesichts der Vielzahl der Infrastrukturcharakteristika und der Nutzerkategorien, der fehlenden Eindeutigkeit des funktionalen Zusammenhangs zwischen der Art der Infrastruktur, der Achslast, der Zuggeschwindigkeit und der Abnutzung sowie oftmals eines Mangels an verlässlichen Daten sind die diesbezüglichen Grenzkosten nur schwer zu bestimmen. Hinsichtlich der Grenzkosten für die Vergabe von Nutzungsrechten, die Betriebsführung und die Verwaltung gibt es ebenfalls Schwierigkeiten. Auch die Ermittlung der Kapazitätskosten ruft methodische Probleme hervor: Bei der Entgeltfestlegung sind die tatsächliche Infrastrukturnachfrage zu bestimmten Zeiten sowie die Zahlungsbereitschaften unbekannt, so dass man sich mit Vergangenheitsdaten, einem Trial-and-error-Prozess oder Vorabinformationen der Verkehrsunternehmen über ihre Nutzungs-

⁵⁷ Zu den Anwendungsproblemen im Eisenbahninfrastruktursektor vgl. NERA u.a. (1998: 28ff.) und Nash/Sansom (2001: 368ff.).

wünsche und Zahlungsbereitschaften behelfen muss. Darüber hinaus gelten die im Zusammenhang mit der Bemessung der Unterbrechungs-, Umwelt- und Unfallkosten aufgezeigten Spielräume auch für die entsprechenden Grenzkosten.

Die Nutzung des Netzes durch mehrere Zugarten mit spezifischen Gewichten und Geschwindigkeiten, die variierende Zusammensetzung des Verkehrs (verschiedene Geschwindigkeiten, Blockierung von Trassen), die topografischen Besonderheiten, die Qualitätsunterschiede bei den Strecken und beim rollenden Material sowie die zeitlichen und relationsbezogenen Nachfrage- und Auslastungsschwankungen bewirken außerdem, dass es bei den kurzfristigen Grenzkosten und damit bei den Grenzkostenpreisen zu deutlichen Abweichungen und erheblichen Fluktuationen kommt. Die kurzfristigen Grenzkosten müssten deshalb differenziert nach Zugarten (Gewicht, Geschwindigkeit), Strecken und Zeitfenstern bestimmt und regelmäßig angepasst werden, wodurch jedoch der Erfassungs- und Bewertungsaufwand anstiege. Im Hinblick auf die Realisierung eines optimalen Komplexitätsgrades des Kosten- und Preissystems sollten die Anzahl der Kostenkategorien begrenzt und ggf. Mittelwerte für die kurzfristigen Grenzkosten berechnet werden. Allerdings ist die Verwendung des Konzeptes der kurzfristigen Grenzkosten gerade bei Nutzungsverträgen mit längerer Laufzeit, bezüglich einer konsistenten Geschäftsplanung und fundierter Investitionsentscheidungen von Verkehrsunternehmen sowie im Hinblick auf die notwendigen Änderungen von Endkundentarifen nicht empfehlenswert.

Werden Nutzungsentgelte auf der Basis der kurzfristigen Grenzkosten gebildet, so werden die Kapitalkosten für Investitionen in die Eisenbahninfrastruktur vernachlässigt, da keine rasche Anpassung der Nachfrage an Preisänderungen und vor allem der Kapazitäten an Nachfrageänderungen erfolgt. Weiterhin bietet das Kostenkonzept ggf. Anreize zur Unterlassung von Investitionen und zur Aufrechterhaltung von Kapazitätsengpässen, da aufgrund des knappheitsbedingten Anstiegs der Grenzkosten höhere Preise erhoben werden können. Auch Innovationen und technologischer Fortschritt können unterlassen werden, weil die Ersparnisse und die sinkenden Grenzkosten über niedrigere Preise direkt an die Nutzer weiterzugeben sind. Dagegen ist jedoch einzuwenden, dass Kapazitätserweiterungen und Innovationen auch Mehr- bzw. Zubringerverkehr induzieren oder Marktanteilsverluste verhindern können. Zur Beurteilung des Sachverhalts müsste also eine detaillierte Analyse vorgenommen werden (Preiselastizitäten der Nachfrage, Zahlungsbereitschaften, intermodale Wettbewerbsbedingungen).⁵⁸

Allerdings sind auch bei der Anwendung des Konzeptes der langfristigen Grenzkosten einige Einschränkungen zu beachten. So wird die Messung durch nicht unterschreitbare Mindestgrößen und die nur diskretionäre Teilbarkeit von Infrastrukturkapazitäten behindert (Inputunteilbarkeiten); außerdem kann es bei Kapazitätsveränderungen zu zeitlichen Verzögerungen kommen. Zur Bestimmung des Kapazitätsbedarfs und der notwendigen Kapazitätsanpassung muss vollkommene Voraussicht bestehen, um einen Vergleich der marginalen Kapazitäts- und Investitionskosten für zukünftige Erweite-

⁵⁸ Vgl. Nash (2000: 7ff.).

rungs- und Neuinvestitionen zu ermöglichen. Allerdings sind Ort, Umfang und Kosten der geplanten Kapazitätsvariationen nur schwer vorhersagbar. Klärungsbedürftig ist außerdem, ob eine Anpassung der Kapazitäten nach rein betriebswirtschaftlichem Kalkül vorgenommen werden kann, ob verkehrspolitische und gesamtwirtschaftliche Vorgaben für die Infrastrukturentwicklung maßgeblich sind bzw. waren und wie die Finanzierung von Investitionen durch Dritte zu berücksichtigen ist. Die im Eisenbahninfrastrukturbereich aufgrund von Überinvestitionen weit verbreiteten freien Kapazitäten implizieren schließlich, dass die langfristigen Grenzkosten und damit die Nutzungsentgelte über den kurzfristigen Grenzkosten liegen; aus Wohlfahrtsgesichtspunkten wünschenswerter Verkehr würde bei entsprechender Preissetzung also unterdrückt. Bei Engpässen steigen die kurzfristigen Grenzkosten im Allgemeinen aber über die langfristigen Grenzkosten.

Im Hinblick auf eine Abwägung der Vorteilhaftigkeit von kurz- oder langfristigen Grenzkosten als alternative Konzepte für die Ermittlung von Nutzungsentgelten werden in der Literatur folgende Entscheidungshilfen diskutiert:

- Bevorzugung der kurzfristigen Grenzkosten und Deckung der Kosten für Kapazitätsanpassungen auf anderem Wege (öffentliche Zuschüsse, zweiteilige Tarife);
- Vorrangigkeit der Langfristbetrachtung, um die dynamische Entwicklung besser berücksichtigen zu können;
- Anwendung von Preisen auf der Basis der kurz- bzw. langfristigen Grenzkosten in Abhängigkeit von der Laufzeit der Nutzungsverträge; als absolute Preisuntergrenze sind die kurzfristigen Grenzkosten anzusehen (Spotverkehre); bei regelmäßigen Verkehren sind zusätzliche Kosten in Abhängigkeit von der Vertragslaufzeit einzubeziehen;
- Auswahl des Kostenkonzeptes nach dem Zeitraum, in dem eine Anpassung der Infrastrukturnachfrage und des Kapazitätsangebots an die Preisänderungen erfolgt; reagiert z.B. die Nachfrage relativ zügig und das Kapazitätsangebot nur schleppend, sind eher kurzfristige Grenzkosten anzusetzen;
- Selektion der Preisbildungsvorschrift nach dem verfolgten Ziel; Favorisierung der kurzfristigen Grenzkosten, sofern die Nutzungsoptimierung der bestehenden Infrastruktur im Vordergrund steht; Heranziehung langfristiger Grenzkosten, wenn freie Kapazitäten, vor allem aber Kapazitätsengpässe eine Anpassung erforderlich machen.

Zentraler Einwand gegen eine Preissetzung auf der Basis der Grenzkosten ist jedoch das bekannte Problem, dass der Netzbetreiber bei der Existenz von Größenvorteilen bzw. von über den relevanten Outputbereich fallenden kurz- bzw. langfristigen Durch-

schnittskosten⁵⁹ keine Kostendeckung erzielen kann, da die Durchschnittskosten bis zur Nachfragegrenze über den (sozialen) Grenzkosten liegen; Eigenwirtschaftlichkeit ist unter diesen Bedingungen also nicht realisierbar. Diese Situation ist vor allem in der kurzen Frist anzutreffen, sie kann jedoch trotz der Nichtexistenz von Fixkosten unter der Voraussetzung eines ertragsgesetzlichen Verlaufs der Produktionsfunktion auch beim Ansatz langfristiger Grenzkosten auftreten.

Nur eine Verminderung des Kapazitätsangebots (Streckenstilllegungen, Rückbau) bzw. eine Nachfrageausweitung auf vielen Strecken und somit die Herausbildung von Kapazitätsengpässen hat wegen der Zunahme der marginalen Unterbrechungs-, Knappheits- und ggf. Staukosten einen Anstieg der im Bereich der Kapazitätsgrenze gegen unendlich konvergierenden Grenzkosten über die Durchschnittskosten und eine Kostendeckung zur Folge. Allerdings ist dieses Phänomen im Eisenbahninfrastruktursektor mit wenigen relations- (Ballungsräume, Wirtschaftszentren und ihre Verbindungen) und zeitbezogenen Ausnahmen (Spitzenlastzeiten) eher selten; außerdem wirken ihm investive Maßnahmen entgegen. Auch eine Einbeziehung der marginalen Umwelt- und Unfallkosten könnte den Kostendeckungsgrad verbessern. Falls die Einnahmen dem Netzbetreiber zufließen, besteht jedoch die Gefahr einer falschen Anreizsetzung, da Maßnahmen zur Reduzierung der externen Kosten von Umweltbeeinträchtigungen und Unfällen unterbleiben.

Es ist sogar möglich, dass z.B. aufgrund einer Fehlprognose der Nachfrage und / oder einer Überdimensionierung des Eisenbahninfrastrukturangebots die Gesamtnachfragekurve vollständig unterhalb der kurzfristigen oder langfristigen Durchschnittskostenkurve liegt. Da die beiden Kurven deshalb keinen Schnittpunkt haben, können auch keine einheitlichen kostendeckenden Preise realisiert werden. Selbst bei Monopolpreisen kann das Defizit lediglich auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Als Abhilfen in Frage kommen Streckenstilllegungen, Anreize zur Förderung der Infrastrukturnachfrage oder – sofern die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager größer ist als das Defizit – eine Differenzierung der Entgelte gemäß den Preiselastizitäten der Nachfrage zur Abschöpfung der Konsumentenrente.⁶⁰

2.3.3.3 Ermittlungsmethoden und Ergebnisse von Kostenstudien

Für die Bestimmung der Grenzkosten der Inanspruchnahme von Eisenbahninfrastrukturen existieren verschiedene Methoden, die sich zum einen als Top-down- oder Bottom-

⁵⁹ Maßgeblich hierfür sind die spezifischen Kostenstrukturen (hoher Fixkostenanteil) in Verbindung mit der Lage der Nachfragekurve. Größenvorteile (economies of size) finden ihre Ausprägung in Economies of scale, Economies of density, Economies of firm size, Economies of network size oder Economies of length of haul.

⁶⁰ Vgl. dazu Abschnitt 2.3.5.2.

up-Modelle und zum anderen als ökonometrische oder Ingenieuransätze charakterisieren lassen.⁶¹

- Die *Top-down-Ansätze* zur Kalkulation der kurzfristigen Grenzkosten der Abnutzung bzw. Instandhaltung und ggf. der Erneuerung gehen von den tatsächlichen Kosten bzw. Kostenkomponenten aus. Vor allem für die skandinavischen Eisenbahninfrastrukturbetreiber wurden in den letzten zehn Jahren einige regressionsanalytische Schätzungen zum funktionalen Zusammenhang zwischen Kosten, Outputgrößen und anderen relevanten Kostentreibern (Infrastruktur- und Fahrzeugmerkmale) durchgeführt, die auf *ökonometrischen Ansätzen*, wie einer Querschnitts- (Streckenabschnitte) und / oder Zeitreihenanalyse der vorliegenden Mikrodaten basieren. Zu diesem Zweck sind eine eindeutige Abgrenzung zwischen den kurzfristig fixen und variablen Kostenelementen vorzunehmen (Prüfung auf Abhängigkeit von Verkehrsaufkommen bzw. -leistung), die Kostentreiber abzugrenzen sowie die entsprechenden Daten bereitzustellen (Kosten, Verkehrsleistung, technische Merkmale der Streckenabschnitte und der Züge) und zu prüfen (Multikollinearität). Auf der Basis der geschätzten Kostenfunktion können dann z.B. mit Hilfe ihrer ersten Ableitung nach der Verkehrsleistung die Grenzkosten berechnet werden. Die Methodik wird aus theoretischer und empirischer Sicht als First-best-Lösung angesehen; allerdings begrenzen die hohen quantitativen und qualitativen Datenanforderungen in Verbindung mit der oftmals begrenzten Datenverfügbarkeit ihre Anwendbarkeit.
- Alternativ finden insbesondere im Vereinigten Königreich Top-down-Ansätze Verwendung, die auf *Ingenieur- und Kostenallokationsmethoden* beruhen. Ausgangspunkt ist die Bestimmung der zukünftigen Instandhaltungs- und Erneuerungsausgaben auf der Grundlage der Buchführung des Infrastrukturunternehmens. Nach der Bildung geeigneter Kostenklassen werden unter Verwendung von Ingenieurmethoden die fixen und variablen Kostenelemente für verschiedene Anlagenkategorien bestimmt sowie die Variabilität der Kosten in Relation zum Output (Verkehrsleistung) oder zu anderen Kostentreibern ermittelt. Danach weist man die variablen Kosten einzelnen Aktivitäten, Zügen oder Nutzern zu. Abschließend werden die durchschnittlichen variablen Kosten oder die Grenz- bzw. inkrementellen Kosten auf der Basis der Bruttotonnenkilometer ermittelt, wobei weiterführend nach Strecken- und Zugmerkmalen differenziert werden kann. Oftmals geht man dabei vereinfachend von einer linearen Kostenfunktion (und damit konstanten Grenzkosten) aus, was geringere Informationsanforderungen mit sich bringt. Die Annahme der Linearität ist jedoch problema-

61 Vgl. Link/Maibach (1999: 22ff.) und Link/Nilsson (2005: 50ff.).

tisch, da die Ergebnisse der o.a. ökonomischen Studien auf steigende Grenzkosten hinweisen.⁶²

- Die meisten Ingenieurmethoden der Kostenverursachung im Eisenbahninfrastruktursektor sind jedoch als *Bottom-up-Modelle* ausgestaltet. Dabei werden physikalische Zusammenhänge zwischen der Infrastrukturbeanspruchung und -abnutzung (Zugart, Gewicht, Geschwindigkeit, Achszahl, Infrastrukturmerkmale) hergestellt, die kostentreibenden Faktoren identifiziert, die notwendigen Instandhaltungstätigkeiten definiert und die daraus resultierenden Kosten abgeleitet. Um eine Annäherung an die Grenz- bzw. inkrementellen Kosten zu erreichen, sind zunächst die Bereitstellungs- und / oder Nutzungskosten bei einer Minimalausstattung für einen Zug bzw. eine Zugart festzustellen. Dann werden schrittweise die Kosten für weitere Züge oder spezielle Nutzerkategorien hinzugegerechnet; Berechnungsgrundlage sind die zusätzlichen Instandhaltungs- und ggf. Erneuerungstätigkeiten. Abschließend wird eine Kalibrierung anhand der statistisch ermittelten Plankosten vorgenommen.⁶³

Eine erste konkrete *Schätzung der Grenzkosten* der Inanspruchnahme von Eisenbahninfrastrukturen erfolgte 1969 im Rahmen des Gutachtens der Arbeitsgruppe Wegekosten des Bundesministers für Verkehr und des Berichts der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages (Wegekosten-Enquête).⁶⁴ Sie verfolgte den Zweck, die Wegekosten und -einnahmen zu ermitteln sowie die Wegekostendeckungsgrade für den Straßen-, Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr zu bestimmen. Für den Eisenbahninfrastruktursektor wurden die Grenzkosten der Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaus und der Fahrdrachterneuerung auf 1,4 bis 2,6 % der durchschnittlichen Gesamtkosten geschätzt. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse muss jedoch auf methodische Besonderheiten, wie die Separierung der gesamten Wegekosten in Grenzkosten der Benutzung und nicht marginalisierbare Kapazitätskosten (mit einer Schlüsselung der Gemeinkosten auf Nutzerkategorien) sowie die Unterscheidung von Infrastrukturkosten und Kosten des Verkehrsbetriebs hingewiesen werden. In der Folgezeit wurden die Berechnungen vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) für 1972 bis 1987 im Dreijahresrhythmus sowie für 1991 und 1997 aktualisiert.⁶⁵

⁶² Vgl. Booz, Allen & Hamilton (1999), Nash/Matthews (2002) und Booz, Allen & Hamilton/TTCI UK (2005).

⁶³ Vgl. ORR (1999: 15ff.).

⁶⁴ Vgl. BMV (1969).

⁶⁵ Vgl. z.B. Link u.a. (2000a).

Tabelle 2: Kostenstudien zum Eisenbahninfrastruktursektor

Staat	Studie	Methodik	Kostendaten/ Zeitraum	Kostenelastizitäten in Bezug auf 1) Verkehrsleistung 2) Verkehrsaufkommen (Bt) 3) Strecken- bzw. Gleislänge	Grenzkosten (in €/1000 Btkm)
Finnland	Johansson/ Nilsson (2001/2004)	Translog- Kosten- funktion	Instandhaltung, 1994-1996	1) – 2) 0,17 3) 0,64	alle Strecken: 0,24 Hauptstrecken: 0,19 Nebenstrecken: 0,43
Finnland	Idström (2000)	Cobb-Douglas- Kostenfunktion	Instandhaltung, 1997-1999	1) 0,08-0,12 2) 0,08-0,13 3) 0,60-0,65	0,11-0,16
			Instandhaltung und Erweiterung, 1997-1999	1) 0,18 2) 0,27-0,32 3) 0,77-0,95	1,07-1,34
Finnland	Tervo- nen/Idström (2004)	Cobb-Douglas- Kostenfunktion	Instandhaltung, 2000-2002	1) 0,12-0,15 2) 0,13-0,17 3) 0,59-0,98	1997-2002: 0,16 2000-2002: 0,18-0,25
			Instandhaltung und Erneuerung, 2000-2002	1) 0,16-0,19 2) 0,27-0,29 3) 0,90-0,96	1997-2002: 1,10 2000-2002: 0,77-0,87
Frankreich	Gaudry/Quine t (2003)	verschiedene Kosten- funktionen	Instandhaltung, 1999	1) 0,37 2) – 3) –	–
Österreich	Munduch u.a. (2002)	Cobb-Douglas- Kostenfunktion	Instandhaltung, 1998-2000	1) 0,27 2) 0,11 3) 0,62	alle Strecken: 0,55 Hauptstrecken: 0,48 Nebenstrecken: 3,09
Schweden	Johansson/ Nilsson (1998)	Cobb-Douglas- Kostenfunktion	Instandhaltung, 1994-1996	1) 0,20 2) Hauptstrecken: 0,13-0,28 Nebenstrecken: 0,23-0,34 3) –	alle Strecken: 0,32 Hauptstrecken: 0,23 Nebenstrecken: 1,73
Schweden	Johansson/ Nilsson (2001/2004)	Translog- Kostenfunktion	Instandhaltung, 1994-1996	1) 0,20 2) alle Strecken: 0,17 Hauptstrecken: 0,14 Nebenstrecken: 0,23 3) 0,80	alle Strecken: 0,13 Hauptstrecken: 0,10 Nebenstrecken: 1,05
Schweden	Andersson (2006a, 2006b)	verschiedene log-lineare Kos- tenfunktionen	Betriebsführung, 1999-2002	1) 0,33-0,35 2) 0,32-0,37 (in Bezug auf Zuganzahl)	0,05 (€/Zugkm)
			Instandhaltung, 1999-2002	1) 0,15 2) 0,20 3) 0,63	0,31-0,33
			Instandhaltung und Erneuerung, 1999-2002	1) 0,20-0,24 2) 0,30 3) 0,78	0,59-0,70
Vereinigtes Königreich	Booz, Allen, Hamilton (1999, 2005)	Ingenieurmodell (top-down)	Instandhaltung	–	1,20
Vereinigtes Königreich	Wheat/Smith (2006)	Cobb-Douglas- Kostenfunktion	Instandhaltung, 2005-2006	1) 0,16-0,33 2) 0,34-0,40 3) 0,20-0,30 (in Bezug auf Zugdichte)	0,94-1,98

Quelle: WIK.

Seit 1998 sind für Finnland, Frankreich, Norwegen, Österreich, Schweden und das Vereinigte Königreich mehrere ökonomische Top-down-Kostenstudien zu den Betriebsführungs-, Instandhaltungs- und Erneuerungskosten der Eisenbahninfrastrukturbetreiber durchgeführt worden. Auf der Grundlage der geschätzten Kostenfunktionen bestimmen die meisten Studien auch die Grenzkosten.⁶⁶

Vergleicht man die Ergebnisse, so zeigen sich zum Teil erhebliche Unterschiede. Diese beruhen nicht nur auf den abweichenden Bezugszeiträumen und Preisständen (nominale und reale Kosten, verschiedene Basisjahre), sondern hängen u.a. auch ab von der Definition und Klassifikation der Kosten (Instandhaltung oder Erneuerung), dem Umfang der erfassten Kosten (Betriebsführung, Instandhaltung, Erneuerung), den speziellen Infrastrukturmerkmalen (Qualität, Sicherheitsstandards, Auslastung, geografische und topografische Unterschiede), den Inputpreisen und der organisatorischen Abwicklung der Betriebsführung, Instandhaltung und Erneuerung. Offensichtlich ist jedoch, dass die Grenzkosten der Instandhaltung bei einer Einbeziehung der Erneuerungstätigkeit deutlich ansteigen.

Aussagen zur *relativen Bedeutung der Grenzkosten* lassen sich aus der Outputelastizität der Kosten, d.h. der prozentualen Änderung der Kosten bei einer einprozentigen Variation der Verkehrsleistung, deduzieren, da diese zugleich das Verhältnis der Grenzkosten zu den Durchschnittskosten angibt. Betrachtet man allein die Instandhaltungskosten, so liegt der Prozentsatz überwiegend zwischen 10 und 30 % und nur ausnahmsweise etwas höher. Werden wie z.B. in Bezug auf Finnland auch die Kosten für die Ersatzinvestitionen berücksichtigt, so steigt der Wert durchschnittlich um etwa die Hälfte an. Der ermittelte *Kostendeckungsgrad* der Grenzkostenpreise bewegt sich ebenfalls zwischen 10 und 30 %, sofern nur die Instandhaltungskosten als Bezugsgröße gewählt werden; berücksichtigt man zusätzlich die Erneuerungskosten oder betrachtet separat die Betriebsführungskosten, so ergeben sich deutlich höhere Prozentsätze.⁶⁷ Interessant sind die Ergebnisse von *Gaudry/Quinet* (2003), die in Abhängigkeit von der Kapazitätsauslastung auf Werte zwischen 8 und 98 % kommen.

Auf eisenbahnspezifische Schätzungen der *Unterbrechungs- und Kapazitätsgrenzkosten*⁶⁸ sowie der *Umweltgrenzkosten*⁶⁹ gemäß dem Impact Pathway Approach und der *Unfallgrenzkosten*⁷⁰ soll hier nicht weiter eingegangen werden. Mit Ausnahme der Umweltgrenzkosten sind diesbezüglich auch noch kaum belastbare Ergebnisse verfügbar.

⁶⁶ Vgl. Johansson/Nilsson (1998, 2001/2004), Idström (2000), Munduch u.a. (2002), Børnes Daljord (2003), Gaudry/Quinet (2003), Tervonen/Idström (2004), Andersson (2006a, 2006b) und Wheat/Smith (2006); vgl. dazu auch Tabelle 2 und Ricci u.a. (2006: 25ff.); darüber hinaus existieren gemäß Nash (2005) mehrere nicht publizierte Studien.

⁶⁷ Vgl. Idström (2000), Johansson/Nilsson (2001/2004), Munduch u.a. (2002) und Andersson (2006a, 2006b).

⁶⁸ Vgl. Gibson (2000).

⁶⁹ Vgl. INFRAS/IWW (2000: 31ff., 104ff.), Friedrich/Bickel (2001: 169ff.), Bickel u.a. (2002a), Bickel u.a. (2002b), Enei u.a. (2002), Bickel u.a. (2003: 31ff.), INFRAS/IWW (2004: 39f., 93ff.) und Bickel u.a. (2005).

⁷⁰ Vgl. Lindberg (2002), Sommer u.a. (2002), Lindberg (2003) und Lindberg (2005).

2.3.4 Inkrementelle Kosten

Ein grundlegendes Problem der Anwendung des „reinen“ Grenzkostenkonzeptes insbesondere auf infrastrukturbasierten Märkten besteht in der nicht beliebigen (stetigen) Teilbarkeit der Produktionsfaktoren und der Outputs. Veränderungen der Input- und Outputmengen können lediglich in diskretionären Schritten vorgenommen werden. In der Praxis nähert man deshalb die Grenzkosten z.B. durch die *variablen Durchschnittskosten* an. Berechnungsbasis sind in diesem Fall die variablen Einzelkosten, die jedoch durch ggf. vorhandene variable, der Leistung zuzuschlüsselnde Gemein- und Verbundkosten ergänzt werden müssen. Die beim Angebot eines Gutes oder bei der Bereitstellung weiterer Einheiten entstehenden zusätzlichen variablen Kosten sind dann durch die Anzahl der zusätzlich nachgefragten Einheiten zu dividieren.

Eine Weiterentwicklung und Verallgemeinerung des Grenzkostenbegriffs in Bezug auf die diskretionäre Änderung von Outputmengen stellt das Konzept der *inkrementellen Kosten* (incremental costs, IC) oder *Zusatzkosten* dar.⁷¹ Hierunter sind in kurzfristiger Betrachtung die zusätzlichen variablen, sprungfixen oder fixen Einzelkosten – sowie in Ausnahmefällen die zusätzlichen Gemein- und Verbundkosten – zu verstehen, die bei einer nicht weiter spezifizierten Outputsteigerung um ein Inkrement⁷² entstehen. Ebenso können die entfallenden Kosten bei einer Reduktion der Ausbringungsmenge kalkuliert werden. Sie werden als *dekrementelle Kosten* (im Extremfall vermeidbare Kosten) bezeichnet und entsprechen den variablen und fixen Einzelkosten, die bei einer Reduzierung oder Einstellung der Leistungserbringung nicht mehr anfallen. Oftmals wird aber auch der Grenzkostenbegriff inhaltlich erweitert und auf die Kosten der inkrementellen Outputvariation übertragen. Notwendig sind also auf jeden Fall eine sektorbezogene Definition des Gutes bzw. der Leistung und ihrer Einheiten (z.B. Zug, Wagen oder Trasse) sowie eine Spezifizierung der Änderung der Kosteneinflussgröße.

Die inkrementellen Kosten lassen sich darstellen als die Gesamtkosten des Outputs unter Einbeziehung des Inkrements abzüglich der Gesamtkosten bei Nichterstellung des Inkrements. Für den Mehrproduktfall sind sie demnach definiert als:

$$(2-7) \quad IC(Y) = C(Y) - C(Y - \Delta Y),$$

$$Y = (Y_1, \dots, Y_N)$$

$$Y - \Delta Y = (Y_1 - \Delta Y_1, \dots, Y_N - \Delta Y_N)$$

Mit dieser Festlegung sind alle denkbaren Varianten einer Outputänderung abgedeckt. Extremfälle der inkrementellen Kosten sind demnach die Gesamtkosten des Unternehmens (Betriebsaufnahme) und die bei der Bereitstellung einer zusätzlichen, infinitesimal

⁷¹ Zum Folgenden vgl. z. B. Emmerson (1993: 4ff.); zur Anwendung des Konzeptes der inkrementellen Kosten im Eisenbahnsektor vgl. Berndt (2003: 95ff.).

⁷² Beispiele sind die Änderung der Outputmenge oder des Leistungsportfolios sowie die Bedienung weiterer Kundengruppen.

kleinen Einheit einer einzigen Leistung anfallenden Kosten (Grenzkosten). Einen häufig betrachteten Sonderfall stellt die Aufnahme eines zusätzlichen Gutes in das Portfolio dar, wenn alle anderen Leistungen in unveränderter Menge angeboten werden. Die zusätzlich entstehenden variablen, sprungfixen und fixen Einzelkosten werden als *inkrementelle Kosten einer Leistung* (total service incremental costs) bezeichnet; unter Einbeziehung ggf. vorhandener Verbundkosten lässt sich dieses Konzept auch auf eine Gruppe von Diensten erweitern. Die inkrementellen Kosten einer Leistung (IC_i) sind also definiert als:

$$(2-8) \quad IC_i(Y) = C(Y) - C(Y^{N-i}),$$

$$Y^{N-i} = (Y_1, \dots, Y_{i-1}, 0, Y_{i+1}, \dots, Y_N)$$

Die Differenz zwischen den Gesamtkosten und den inkrementellen Kosten einer Leistung, d.h. $C(Y^{N-i})$, wird auch als *Residualkosten* bezeichnet.

Die *durchschnittlichen inkrementellen Kosten einer Leistung* (AIC_i) lassen sich auf der Basis von Gleichung (2-8) berechnen als:

$$(2-9) \quad AIC_i(Y) = \frac{IC_i(Y)}{Y_i}$$

Erst die Darstellung der durchschnittlichen inkrementellen Kosten einer Leistung ermöglicht einen Vergleich mit dem durchschnittlichen zusätzlichen Erlös einer Leistung und somit ein Urteil über die Aufnahme einer Leistung in das Angebotsportfolio. Ein Gut sollte nur dann angeboten werden, wenn die zusätzlichen Erlöse zumindest die inkrementellen Kosten decken; die durchschnittlichen inkrementellen Kosten stellen also eine Preisuntergrenze dar. Aus einem Vergleich des Preises mit den durchschnittlichen inkrementellen Kosten lassen sich auch Aussagen zur anteilmäßigen Deckung der Gemeinkosten ableiten.

Eine andere Variante der inkrementellen Kosten ist eine Steigerung des Outputs eines Gutes, die zwischen einer weiteren marginalen Einheit und der Einführung der Gesamtleistung liegt; hiermit werden die zusätzlichen variablen (und ggf. auch sprungfixen) Einzelkosten erfasst. Die inkrementellen Kosten sind in diesem Fall:

$$(2-10) \quad IC_{\Delta i}(Y) = C(Y) - C(Y - \Delta Y_i)$$

Die *durchschnittlichen inkrementellen Kosten* ($AIC_{\Delta i}$) können bestimmt werden als:

$$(2-11) \quad AIC_{\Delta i}(Y) = \frac{IC_{\Delta i}(Y)}{\Delta Y_i}$$

Sie werden als alternatives Kostenkonzept zu den Grenzkosten oder den durchschnittlichen variablen Kosten verwendet.

Nicht nur in Bezug auf die Grenzkosten, sondern auch bei den inkrementellen Kosten kann man zwischen einer kurz- und einer langfristigen Betrachtungsweise unterscheiden. Das Konzept der *kurzfristigen durchschnittlichen inkrementellen Kosten* (SRAIC) ist zwar ungebräuchlich, sie sind jedoch als Ersatz für die kurzfristigen Grenzkosten zu verwenden. Vor allem im Telekommunikationssektor wird das Konzept der (ggf. nach verschiedenen Kriterien differenzierten) *langfristigen durchschnittlichen inkrementellen Kosten* (LRAIC) favorisiert, mit dem auch Kapazitätsanpassungen berücksichtigt werden können; alle Investitionsentscheidungen und damit das eingesetzte Kapital sind reversibel. Eine Unterscheidung zwischen fixen und variablen Kosten wird damit hinfällig.

Vergleicht man die Verläufe der kurz- und langfristigen Grenzkosten mit denen der SRAIC und der LRAIC in Abhängigkeit vom Output, so werden zwar die Kurven der kurz- und langfristigen Grenzkosten unter Berücksichtigung der gewählten Outputvariation geglättet, in langer Perspektive können jedoch die Kosten der Kapazitätsanpassung in Relation zur Anzahl der neuen Infrastruktureinheiten (z.B. Gleise) stark variieren. Mit der Verwendung der Konzepte der SRAIC und der LRAIC werden somit einige der im Hinblick auf die Grenzkosten angeführten Kritikpunkte (nur infinitesimale Änderungen möglich, sehr schwierige Ermittlung, große Schwankungen, geringer Praxisbezug) hinfällig. Allerdings sind Abweichungen von der gesamtwirtschaftlich optimalen Preissetzung hinzunehmen, und das Problem der fehlenden Gesamtkostendeckung wird ebenfalls nicht behoben.⁷³

2.3.5 Kostendeckende Zuschläge auf Grenz- oder inkrementelle Kosten

Die Ausführungen der Abschnitte 2.3.2 bis 2.3.4 haben gezeigt, dass vor allem das Konzept der Grenzkosten, aber auch die Anwendung der durchschnittlichen inkrementellen bzw. dekrementellen Kosten oder hilfsweise der durchschnittlichen variablen Einzelkosten aus Effizienzgründen einer Preisbildung auf der Basis der Fully Distributed Costs oder der Durchschnittskosten vorzuziehen sind. Das Ziel einer kostendeckenden Preisbildung bzw. der Realisierung eines bestimmten Kostendeckungsgrades (unter Anrechnung staatlicher Zuschüsse) kann damit jedoch in den Infrastruktursektoren überwiegend nicht verwirklicht werden. Eigenwirtschaftlichkeit ist erst dann zu erreichen, wenn z.B. die bisher nicht einbezogenen Gemein- und Verbundkosten sowie ggf. die fixen Einzelkosten Berücksichtigung finden. Um also eine kostendeckende Preisbildung zu ermöglichen, sind die mittels der o.a. Kostenkonzepte bestimmten Entgelte um Aufschläge zu erhöhen (cost-plus pricing); die damit zusätzlich generierten Erlöse müssen zumindest den bisher ungedeckten Kosten entsprechen. Für die Struktur der Aufschläge bzw. die daraus resultierende Entgeltstruktur sind jedoch verschiedene Varianten vorstellbar.

⁷³ Vgl. NERA u.a. (1998: 73ff.).

2.3.5.1 Bestimmung von Schlüsselgrößen

Für die Zuweisung der Gemein- und Verbundkosten können z.B. ähnliche Methoden genutzt werden wie bei der Entgeltkalkulation gemäß den Fully Distributed Costs. Die Bevorzugung der Konzepte der Grenz- bzw. der inkrementellen Kosten eröffnet weitere Optionen für die Anwendung von Wertschlüsseln. So kann die Allokation der Gemeinkosten gemäß dem kostenmäßigen Anteil einer Leistung an den gesamten inkrementellen Kosten vorgenommen werden. Der einem bestimmten Dienst zugewiesene Gemeinkostenanteil entspricht somit gemäß Gleichung (2-12) dem Anteil der spezifischen inkrementellen Kosten an der Gesamtsumme der inkrementellen Kosten (Equal-proportionate-mark-up-Methode, Attributable-cost-Methode).

$$(2-12) \quad \delta_i = \frac{IC_i}{\sum_{i=1}^n IC_i}$$

Alternativ können die Gemeinkosten so auf die verschiedenen Leistungen aufgeschlüsselt werden, dass der prozentuale Zuschlag auf die inkrementellen Kosten immer gleich ist. Er entspricht dann gemäß Gleichung (2-13) dem Verhältnis der gesamten Gemeinkosten (CC) zur Gesamtsumme der inkrementellen Kosten. Entsprechende Verfahren können auch auf die jeweils relevanten Verbundkosten angewendet werden.

$$(2-13) \quad \varepsilon_i = \frac{CC}{\sum_{i=1}^n IC_i}$$

2.3.5.2 Inverse Elastizitätenregel

Ansatzpunkt für die Ermittlung von Aufschlägen gemäß der *inversen Elastizitätenregel* bzw. der *Ramsey-Boiteux-Preisbildung*⁷⁴ ist die Maximierung des sozialen Überschusses bzw. die Minimierung des Wohlfahrtsverlustes gegenüber der Grenzkostenpreisbildung unter der Nebenbedingung einer bestimmten Erlös-Kosten-Differenz (zweitbeste bzw. quasi-optimale Preise, second best pricing). In diesem Zusammenhang werden für den Mehrproduktfall häufig u.a. folgende vereinfachende Annahmen getroffen: Alle anderen Wirtschaftssektoren sind vollkommen wettbewerblich organisiert (Grenzkostenpreisbildung); die Nachfrage- und Kostenfunktionen sind bekannt; die Kreuzpreiselastizitäten der Nachfrage zwischen den verschiedenen Gütern sind gleich Null; es gibt keine Einkommenseffekte. Die Lösung des Optimierungsproblems führt dann zu der bekannten Formel:

⁷⁴ Zur Anwendung der inversen Elastizitätenregel und der Ramsey-Boiteux-Preisbildung im Eisenbahnsektor vgl. Rodi (1996: 93ff.), NERA u.a. (1998: 96ff.) und Müller (2006: 33ff.).

$$(2-14) \quad \frac{P_i(Y_i) - \frac{\partial C(Y)}{\partial Y_i}}{P_i(Y_i)} = -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\eta_i}$$

λ : Lagrange-Multiplikator

η_i : direkte Preiselastizität der Nachfrage

Die relativen Zuschläge auf die Grenzkosten erfolgen nach Gleichung (2-14) also umgekehrt proportional zu den direkten Preiselastizitäten der Nachfrage. Güter mit einer preiselastischen Nachfrage (hohe Preiselastizität) haben niedrigere, Güter mit einer preisunelastischen Nachfrage (niedrigere Preiselastizität) höhere Aufschläge zu tragen. Niedrige Preiselastizitäten (und damit hohe Aufschläge) gehen einher mit einer hohen Zeitelastizität der Nachfrage sowie einer großen Zahlungsbereitschaft und ausgeprägten Opportunitätskosten. Charakteristisch für eine solche Situation sind z.B. eine hohe Auslastung der Infrastruktur, Spitzenlastzeiten, fehlende Substitutionskonkurrenz, eine starke Affinität der Endkunden zum Verkehrsträger, eine hohe Pünktlichkeitsgarantie und eine größere Geschwindigkeit.

Die Überlegenheit des Kostenstandards und des Entgeltsystems basiert auf der Gewährleistung der allokativen Effizienz unter der Nebenbedingung der Kostendeckungs- oder einer anderen Erlös-Kosten-Beschränkung. Die nachgefragten Mengen werden in Relation zu den wohlfahrtsoptimalen Mengen prozentual in gleichem Umfang gesenkt, was eine Minimierung der Outputabweichung bewirkt. Die ungedeckten Kosten werden aufgrund der kundenspezifischen Bewertung der Inanspruchnahme der Eisenbahninfrastruktur gemäß den Preiselastizitäten der Nachfrage verrechnet, so dass nicht nur Kostenaspekte (über die differenzierten Grenz- bzw. inkrementellen Kosten), sondern auch die uneinheitliche zeitliche und räumliche Auslastung sowie Nachfragefaktoren Berücksichtigung finden. Die damit einhergehende Preisdifferenzierung führt außerdem zu richtigen Investitionsanreizen; hohe Aufschläge zeigen z.B. eine Knappheitssituation und die Notwendigkeit kapazitätssteigernder Maßnahmen an. Geringe Erhöhungen implizieren, dass Abschreibungen nicht mehr verdient und Unterhaltungsmaßnahmen nicht mehr finanziert werden können; ein dauerhafter Rückgang des Verkehrsaufkommens sollte zu Desinvestitionen führen.

Allerdings ist festzuhalten, dass Ramsey-Boiteux-Preise wegen der elastizitätsabhängigen Aufschläge über den allokativ effizienten Grenzkostenpreisen liegen, die Infrastrukturnachfrage im Vergleich zur gesellschaftlich optimalen Situation zurückgedrängt wird und die Kostendeckung deshalb mit einem gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsverlust erkaufte wird. Darüber hinaus ist die Anwendung der Ramsey-Boiteux-Preisregel auf Vorleistungen nicht unproblematisch, da für die Beurteilung der Optimalität lediglich die Auswirkungen auf die Endkundenmärkte von Relevanz sind; die Höhe der Aufschläge bei den Vorleistungsentgelten ist damit auch stark von den Marktstrukturen auf den Endkundenmärkten abhängig. Eine weitere Rahmenbedingung für die Optimalität sind die Anforderungen an die Interdependenz mit den übrigen Wirtschaftssektoren. Substi-

tutionsbeziehungen zu anderen (weitgehend kompetitiven) Verkehrsträgern (Straßenverkehr, Luftverkehr) machen dort eine Abweichung von der Grenzkostenpreisbildung und eine Ausweitung des Ramsey-Boiteux-Konzeptes auf die Infrastrukturentgelte und Endkundenpreise dieser Verkehrsträger notwendig. In intermodaler Perspektive, aber auch bei intramodaler Betrachtung (verschiedene Zugarten, alternative Zeitfenster, Ausweichstrecken) ist zudem eine Vernachlässigung der Kreuzpreiselastizitäten nicht immer zu rechtfertigen.

Im Hinblick auf die Berechnung und Kontrolle der Preisaufschläge ergeben sich ferner praktische Schwierigkeiten bei der Schätzung der Eisenbahninfrastrukturnachfrage, der direkten Preiselastizitäten und der Kostenfunktionen. Da vor allem in zeitlicher und persönlicher Hinsicht stark divergierende Nachfrageelastizitäten vermutet werden und neue Leistungen einzubeziehen sind, wären eine regelmäßige empirische Überprüfung eine wiederholte Anpassung und ggf. eine extensive Preisregulierung notwendig. Um eine gewisse Transparenz zu gewährleisten und den Aufwand für die Erstellung und Regulierung der Entgeltsysteme niedrig zu halten, sollte die inverse Elastizitätenregel nur als Faustregel angewendet werden. So müssten nicht jede einzelne Strecke bzw. Trasse, sondern nur eine begrenzte Anzahl von Marktsegmenten (Streckenkatgorien, Kundengruppen, Zugarten und Zeitfenster) unterschieden werden. Die Häufigkeit der Ermittlung von Elastizitäten ist zu begrenzen; zudem sollte auch auf Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers und vorhandene Marktstudien zurückgegriffen werden.

2.3.5.3 Sonstige Konzepte für die Ermittlung von Aufschlägen

Als alternative Entgeltbildungskonzepte, die auf den Grenz- bzw. inkrementellen Kosten beruhen und darüber hinaus Zuschläge zur Abdeckung der Gemein- und Verbundkosten enthalten, sind die Efficient Component Pricing Rule sowie das Prime- und Sole-user-Prinzip anzusehen.

- Nach der *Efficient Component Pricing Rule*⁷⁵ soll ein Infrastrukturnutzungsentgelt eine Komponente beinhalten, die die direkten Kosten des Netzzugangs umfasst (Grenz- bzw. inkrementelle Kosten), und eine zweite, die die Opportunitätskosten des Infrastrukturbetreibers in Form des entgangenen Gewinns bzw. Nutzens aus der Nichtbeanspruchung der Infrastruktur für das Angebot eigener Dienstleistungen bzw. die eigene Nutzung abbildet. Auf die Problematik der Bestimmung von Opportunitätskosten wurde bereits hingewiesen. Zudem ist in Bezug auf den Eisenbahnsektor zu beachten, dass ein Schienenwegebetreiber nicht zugleich Anbieter von Eisenbahnverkehrsdiensten sein kann.
- Im Rahmen des *Prime-user-Prinzips* findet das Konzept der dekrementellen Kosten Anwendung. Demnach werden alle Kosten, die vermieden werden kön-

⁷⁵ Zur Efficient Component Pricing Rule vgl. z.B. Baumol/Sidak (1994: 171ff.).

nen, wenn die Verkehrsdienste der in einer bestimmten Hierarchie jeweils am tiefsten angesiedelten Zugart entfallen, dieser zugerechnet. Grundlage für die Bildung der Reihenfolge sind z.B. die Zahlungsbereitschaften der Verkehrsart (Personenfern- und -nahverkehr, Güterverkehr), die Regelmäßigkeit des Verkehrs (Linienverkehr, Gelegenheitsverkehr) oder rechtsverbindliche Vorrangregelungen, ggf. in Verbindung mit der typischen Nutzung bzw. den Eigenschaften von Strecken und der Größe des Eisenbahnverkehrsunternehmens. Der Prime user – als der in der Rangfolge am höchsten Angesiedelte – muss über das von ihm zu entrichtende Entgelt nicht nur die von ihm verursachten nutzungsabhängigen Kosten, sondern auch sämtliche Kosten der Infrastrukturvorhaltung tragen, ausgenommen die von den nachgeordneten Infrastrukturnachfragern zusammen verursachten dekrementellen Kosten.⁷⁶

- Bei der Anwendung des *Sole-user-Konzeptes* erfolgt die Umlage der Kosten ebenfalls auf der Basis einer Hierarchiebildung unter den Eisenbahninfrastrukturnachfragern. Der Sole user als höchster in der Rangfolge übernimmt allerdings nur die beim Eisenbahninfrastrukturbetreiber für die Aufrechterhaltung des spezifischen Verkehrsangebots anfallenden Stand-alone costs, z.B. in Form eines variablen Entgelts in Höhe der inkrementellen Kosten und einer Komponente zur Abdeckung von Gemeinkosten. Die Entgelte der übrigen Kunden bemessen sich an den inkrementellen Kosten, d.h. den kurzfristigen Kosten der Abnutzung und der Stromversorgung sowie den Kosten für die Bereitstellung besonderer Infrastrukturanlagen.

Bei den *Stand-alone costs* handelt es sich um die gesamten Kosten, die bei der Erstellung eines Gutes bzw. eines Güterbündels durch ein effizient produzierendes Unternehmen anfallen, das nur diese, aber keine weiteren Leistungen erbringt. Erfasst werden also die fixen und variablen Einzelkosten, die zuzuordnenden Verbundkosten sowie die Gemeinkosten. Das Konzept der Stand-alone costs dient zugleich der Bestimmung von Preisobergrenzen. Ist bei einem Mehrproduktunternehmen der Erlös für eine Leistung höher als die Stand-alone costs, so kann ein Einproduktunternehmen den Preis unter Aufwendung der Gemein- und Verbundkosten durch einen günstigeren kostendeckenden Preis unterbieten.

2.3.6 Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung

Vollzieht man nun den Übergang von den tatsächlich anfallenden Kosten zu den Kosten bei einer effizienten Produktion, so muss der Begriff der *Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung* (KeL) eingeführt werden, für den es jedoch keine einheitliche Abgrenzung gibt. Im Hinblick auf die nachfolgende Diskussion erscheint es deshalb zu-

⁷⁶ Zum Prime- und Sole-User-Konzept vgl. Rodi (1996: 122ff.).

nächst sinnvoll, die konstituierenden Merkmale des Kostenstandards, nämlich die Leistungsbereitstellung, die Effizienz und den Kostenbezug, einer näheren Betrachtung zu unterziehen.⁷⁷

Ausgangspunkt einer Operationalisierung des KeL-Prinzips ist die Definition der *Leistungen* bzw. der berücksichtigungsfähigen Dienstleistungen. Hierfür kommen unterschiedliche Aggregationsniveaus in Frage, deren Festlegung maßgeblichen Einfluss auf die Höhe der Einzel-, Gemein- und Verbundkosten hat. Als ideal anzusehen ist eine stufenweise Disaggregation mit der Bildung vollständiger Diensthierarchien, was zu einer Erhöhung des Umfangs der zurechenbaren Einzelkosten und zu einer Reduzierung des Gemein- und Verbundkostenanteils führt. Allerdings muss das Ziel der größeren Transparenz gegen den mit einer solchen Aufschlüsselung verbundenen Aufwand abgewogen werden.⁷⁸

Unter dem Postulat der (gesamtwirtschaftlichen) *Effizienz* werden die allokativen, die betrieblichen und die qualitative Effizienz subsumiert:

- In *statischer Sicht* wird die *allokative Effizienz* im Sinne des Kriteriums der Pareto-Optimalität und unter Verwendung einer gesellschaftlichen Wohlfahrtsfunktion dann verwirklicht, wenn die Nutzungsentgelte den kurzfristigen Grenzkosten bzw. hilfsweise den SRAIC entsprechen. Im Idealzustand der vollständigen Konkurrenz bilden sich entsprechende Entgelte automatisch im Zuge der Gewinnmaximierung der Unternehmen und der Nutzenmaximierung der Haushalte als Gleichgewichtspreise heraus; die Relation der Outputpreise zweier Güter ist sowohl gleich dem Verhältnis der Grenzkosten als auch der Grenznutzen.
- In *dynamischer Perspektive* ist allokative Effizienz erst dann gegeben, wenn nicht nur die gegebene Infrastruktur optimal genutzt wird, sondern unter Berücksichtigung der Grenzkosten (Kosten der Kapazitätserweiterung und des Zusatzverkehrs) und des Grenznutzens (Erträge aus dem Zusatzverkehr, vermiedene Kapazitätskosten) gleichzeitig auch eine optimale Kapazitätsbereitstellung bzw. Investitionstätigkeit erfolgt. Relevantes Kostenkonzept für die Entgeltbestimmung sind dann die langfristigen Grenzkosten bzw. die LRAIC.
- Eine allokativ effiziente Preisbildung verlangt deshalb eine *Orientierung an den Grenzkosten bzw. den AIC*, wobei sowohl marktmachtbedingte Aufschläge verhindert als auch wettbewerbsbehindernde Abschläge unterbunden werden. Ziel einer Regulierung ist die Gewährleistung einer Entgeltsetzung, die das Ergebnis eines Wettbewerbsmarktes simuliert (Als-ob-Wettbewerb). Maßgeblich sind dabei die hypothetischen Kosten, die einem Wettbewerber entstehen, der aktuell in den Markt eintritt. Allerdings müssen unter Berücksichtigung der gegebenen

⁷⁷ Vgl. zum Folgenden Matthes (2002).

⁷⁸ Vgl. dazu Abschnitt 2.2.4.

Kostenstrukturen, d.h. der im relevanten Nachfragebereich abnehmenden Durchschnittskosten (Größenvorteile), Abweichungen von der optimalen Preisbildungsregel zugelassen werden, da Entgelte auf der Basis der Grenzkosten bzw. der AIC im Allgemeinen nicht kostendeckend sind.

- Die Bedingung der *betrieblichen Effizienz* (auch technische, produktive oder X-Effizienz) ist bei einer kostenminimalen Kombination der eingesetzten Produktionsfaktoren gegeben; bei vollständiger Konkurrenz ist dann das Verhältnis der Inputpreise gleich der Relation der Grenzerträge. Hierbei wird vorausgesetzt, dass zum einen die Bereitstellung des Leistungsangebots auf der Basis der besten verfügbaren Produktionsfaktoren und -verfahren erfolgt sowie dass zum anderen mit den vorhandenen Inputmengen der maximal mögliche Output erzeugt wird. In Bezug auf die Infrastruktur impliziert dies, dass die beste, technisch und kapazitätsmäßig optimierte und damit kostengünstigste Technologie und Topologie zum Einsatz kommt, wobei die aktuellen Beschaffungspreise sowie die vorhandene und die geschätzte zukünftige Nachfrage zu berücksichtigen sind.
- Hinzu tritt die Anforderung der *qualitativen Effizienz*, nach der ein bestimmtes Qualitätsniveau möglichst kostengünstig zu gewährleisten ist.

Für die Entgeltregulierung sind nur die mit einer effizienten Bereitstellung einhergehenden Kosten maßgeblich, d.h. die zukunftsorientierten Kosten eines neu zu errichtenden, optimierten Idealnetzes (forward looking costs bzw. true economic costs), nicht jedoch die tatsächlich angefallenen historischen Kosten. Damit bleiben die nicht betriebsnotwendigen Kosten ebenso unberücksichtigt wie die erhöhten Kosten aufgrund technologischer Ineffizienzen (X-Ineffizienzen). Die Unterschiede zwischen den tatsächlichen und effizienten Kosten können mit Hilfe verschiedener empirischer Verfahren ermittelt werden.

Grundlage für die Bemessung der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung z.B. im Telekommunikations- und Postsektor sind aus praktischen Erwägungen nicht die Grenzkosten, sondern die inkrementellen Kosten bzw. speziell die *LRAIC*. Da die Gemein- und Verbundkosten bei der Anwendung des LRAIC-Standards keine Berücksichtigung finden, ist zur Erreichung der Kostendeckung die Erhebung eines *Gemeinkostenzuschlags* zulässig, der nach dem im Zusammenhang mit der Leistungsdefinition beschriebenen Verfahren kalkuliert wird. Somit kann zwischen den auf verschiedenen Leistungsebenen anfallenden Verbundkosten und den unternehmensspezifischen Gemeinkosten differenziert werden, und Deckungsbeiträge für die jeweiligen Verbundkosten werden nur von denjenigen Leistungen erbracht, die der entsprechenden Dienstgruppe zugeordnet sind. Auf diese Weise können spezielle verursachungsgerechtere Preiszuschläge kalkuliert werden, die einen Beitrag zur Deckung der für die einzelnen Leistungen maßgeblichen Verbundkosten leisten. Zur Kompensation des unternehmerischen Risikos ist außerdem eine *angemessene Eigenkapitalverzinsung* bzw. ein Gewinnzuschlag hinzuzurechnen. Die Ermittlung der Kosten der effizienten Leistungsbe-

reitstellung kann über die Bereitstellung und Prüfung von Kosteninformationen, die Durchführung einer Vergleichsmarktanalyse und/oder die Aufstellung eines Kostenmodells in Verbindung mit ingenieurwissenschaftlichen Simulationen erfolgen.

Gegen den KeL-Standard gibt es verschiedene Einwände. Der Kritik, dass nicht Marktverhältnisse geschaffen werden sollten, die einem hypothetischen Wettbewerb ähnelten, sondern dass der tatsächliche Wettbewerb gefördert werden solle, kann angesichts des grundsätzlichen Leitbildes der Entgeltregulierung und des Vorliegens von Gründen für ein Wettbewerbsversagen nicht gefolgt werden. Ferner wird bemängelt, dass die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung nicht eindeutig bestimmbar seien; die Kostenberechnung und vor allem die Kostenstudien könnten intersubjektiv nicht überprüft werden, und die Ergebnisse seien unsicher und ungenau. Damit wird jedoch der grundsätzliche Charakter von Modellen verkannt bzw. lediglich auf die Qualität bestimmter Studien Bezug genommen. Gerade die tatsächlichen Kosten sind zwar unmittelbar verfügbar, allerdings müssen dafür die Verlässlichkeit und Unabhängigkeit der Quelle hinterfragt und im Hinblick auf den Verwendungszweck ggf. Anpassungen vorgenommen werden.

Vor allem wird jedoch moniert, dass das Aufsetzen eines neuen, technisch und nachfragebezogen optimierten Netzes unrealistisch sei. Die in der Vergangenheit getätigten Investitionen fänden damit keine Berücksichtigung, und die Wiedererlangung historischer Kosten sei ausgeschlossen. Außerdem könne eine in der Gegenwart ineffiziente Infrastruktur unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts sowie wegen der Änderung der Preis- und Nachfragestrukturen in der Vergangenheit durchaus optimal gewesen sein. Ein völliger Neubau könne aufgrund des irreversiblen Charakters der Kosten des bestehenden Netzes nicht in Betracht kommen. Selbst eine Anpassung an die modernste Technologie erfolge erst dann, wenn die realen Kosten weit genug unter die aktuellen Preise gefallen seien, um eine angemessene Rendite zu erwirtschaften. Schließlich basierten die Entscheidungen über das Leistungsangebot und die Investitionstätigkeit auf der bestehenden Infrastruktur, wofür der Nutzer seine Entgelte zu entrichten habe.

Auch wenn einige Argumente aus ökonomischem Blickwinkel durchaus richtig sind, so vernachlässigen sie doch, dass dem Kostenstandard gerade eine dynamische, an zukünftigen Entwicklungen und am technischen Fortschritt orientierte Perspektive zugrunde liegt. Zudem ist eine Anpassung an sektorspezifische Gegebenheiten durchaus möglich. Zu nennen sind die Beschränkung auf einen effizienten Betrieb der bestehenden Infrastruktur bzw. auf das Neuaufsetzen bestimmter Anlagenelemente, die Berücksichtigung angemessener Abschreibungs- und Nutzungszeiträume sowie die Einbeziehung an gesamtwirtschaftlichen Erwägungen ausgerichteter Entscheidungen über die Infrastrukturbereitstellung.

3 Untersuchung der Kostentreiber im Eisenbahninfrastruktursektor

Ergänzend zu der in Kapitel 2 durchgeführten Diskussion relevanter Kostenkonzepte ist eine nähere Analyse der Kostentreiber nicht nur aus unternehmerischer Perspektive, sondern gerade auch für die Entgeltregulierung von grundlegender Bedeutung. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Prüfung von Kosteninformationen, die Ermittlung und Differenzierung von variablen, marginalen und inkrementellen Kosten, eine weitgehend verursachungsgerechte, kostenträgerspezifische Anlastung der Gemein- und Verbundkosten über Preisauflschläge und die Bestimmung der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung. Nachfolgend behandelt deshalb Abschnitt 3.1 die kostenrechnerischen Grundlagen, wobei auf den betriebswirtschaftlichen Begriff der Kosteneinflussgrößen und die Bedeutung der Kostentreiber im Rahmen der Prozesskostenrechnung eingegangen wird. Abschnitt 3.2 enthält eine systematische Darstellung der Kostentreiber für die Eisenbahninfrastruktur. Abschließend wertet Abschnitt 3.3 die Ergebnisse empirischer Kostenstudien im Hinblick auf die bei der Schätzung der Kostenfunktionen verwendeten exogenen Variablen aus.

3.1 Kostenrechnerische Grundlagen

3.1.1 Betriebswirtschaftliche Analyse von Kosteneinflussgrößen

Im betriebswirtschaftlichen Sinne sind unter Kostentreibern bzw. Kosteneinflussgrößen die Determinanten der betrieblichen Kostenhöhe zu verstehen. Zum einen bieten sie die Möglichkeit, mittels einer Kostenbeschreibung Unternehmensvergleiche vorzunehmen. Zum anderen dienen sie als Erklärungs- und Prognosegrößen für die Identifizierung von Kausalzusammenhängen. Schließlich können sie in ihrer Funktion als Kostenbeeinflussungsgrößen auch zur Steuerung und Kontrolle im Rahmen des Kostenmanagements und des Controlling (Plankostenrechnung) Verwendung finden.

Die Systeme von *Kosteneinflussgrößen* werden nach ihrem Detaillierungsgrad in synthetische und analytische Ansätze unterschieden:⁷⁹

- *Synthetischen Systemen* liegt eine globale Perspektive zugrunde; sie betrachten das Gesamtunternehmen und sehen in der Beschäftigung (Einheiten der Leistungserstellung) die wichtigste Kostendeterminante.
- Die diesbezüglichen Analysen von *Schmalenbach* befassen sich mit der Unterscheidung von fixen und variablen Kosten, den verschiedenen Verlaufsformen beschäftigungsabhängiger Kosten (proportional, progressiv, degressiv und regressiv), der Beschäftigungsdegression (degressive variable Kos-

⁷⁹ Zu den betriebswirtschaftlichen Kosteneinflussgrößen vgl. Haupt (1993: 2329ff.).

ten, proportionale und fixe Kosten) sowie der Größen- (größere Kapazitäten), Auflagen- (größere Serien) und Beschleunigungsdegression (höhere Intensitäten).

- Bei *Mellerowicz* ist zusätzlich die Spezialisierungsdegression von Belang, während die Beschleunigungsdegression unbeachtet bleibt.
- *Analytische Systeme* von Kosteneinflussgrößen beziehen sich auf betriebliche Teileinheiten (Arbeitsplätze, Kostenstellen); maßgeblich für die Kostenentstehung sind in erster Linie technisch fundierte, produktionsgestützte Mengeneinflüsse.
- Diesbezüglich differenziert *Gutenberg* in seiner an der Kostenerklärung ausgerichteten Systematik zwischen Kostenmengen- und Kostenwertkomponenten. Die Mengenkomponekte wird durch die Faktoreinsätze und ihre Proportionen sowie die Faktorqualitäten (Einflüsse durch kurz- und langfristige Änderungen der technisch-organisatorischen Produktionsbedingungen) beschrieben, die Wertkomponente durch die Faktorpreise (Auswirkungen durch Preisvariationen). Diese drei *Kostendeterminanten* sind abhängig von den drei *Kosteneinflussgrößen* Beschäftigung (Output), Unternehmensgröße und Fertigungsprogramm. Die Bedeutung der Beschäftigung manifestiert sich in der kurzfristigen zeitlichen, intensitätsmäßigen, quantitativen und selektiven Anpassung des Inputeinsatzes an die Beschäftigungsschwankungen. Mit einer langfristigen Anpassung der Unternehmensgröße assoziiert sind eine Änderung der Faktorkapazitäten (proportionales oder degressives Kostenwachstum) sowie bessere Fertigungsverfahren und Organisationsformen. Das Fertigungsprogramm wird determiniert durch die Struktur des Produktspektrums und die Zusammensetzung des Produktionspotenzials.
- Das System von *Heinen* übernimmt weitgehend die Abgrenzung von Gutenberg, abstrahiert jedoch von der Beschäftigung und fokussiert sich auf den Produktionsvollzug. Wesentlich sind der Kostenwert, die Ausstattung (Art und Menge der Repetier- und Potenzialfaktoren, potenzielles und aktuelles Fertigungsprogramm) und der Prozess (Verteilungsparameter, Outputniveau, Leistungsbereitschaft, Intensität, Auflagengröße).
- Seit *Kilger* wird die Erklärungsfunktion der Kosteneinflussgrößen durch die Kontrollfunktion ergänzt. Im Mittelpunkt stehen jetzt die Kostenrechnung (insbesondere die Plankostenrechnung), die Abweichungsanalyse und die Identifizierung von Bezugsgrößen; ferner erfolgt eine Trennung zwischen den Determinanten der fixen und variablen Kosten. Kosteneinflussgrößen sind die Kapazitäten, die Beschäftigung (Prozessbedingungen: Fertigungszeit, Intensität, Seriengröße), andere Prozessbedingungen (Belegung, Aus-

beute) sowie die Verfahren, die Faktorqualitäten und -preise sowie die innerbetriebliche Unwirtschaftlichkeit.

- Mit *Laßmann* tritt zusätzlich ein analytisch orientierter Ansatz in den Vordergrund. Die Betriebsmodelle sind mit Ausnahme der Faktorpreise eher mengenorientiert und technisch-produktionsbezogen fundiert.

3.1.2 Kostentreiber im Rahmen der Prozesskostenrechnung

Die *Prozesskostenrechnung* (Vorgangskalkulation, activity based costing, cost driver accounting) stellt kein neues System der Kostenrechnung dar, sondern ist im Rahmen aller bestehenden Varianten (Voll-, Teil-, Plankostenrechnung) realisierbar.⁸⁰ Andere Autoren sehen in ihr allerdings lediglich eine Modifikation der Vollkostenrechnung, die zwar leistungsmengeninduzierte (variable) und leistungsmengenneutrale (fixe) Kosten unterscheidet, diese jedoch vollständig auf die Kostenträger verrechnet. Meistens wird die Plankostenrechnung jedoch nicht als eigenständiges Kostenrechnungssystem eingesetzt, sondern ergänzt insbesondere die Grenz(plan)kostenrechnung durch ein verbessertes Verfahren der Verteilung von Kostenträger- oder Kostenstellengemeinkosten.

Ausgangspunkt für die Anwendung der Prozesskostenrechnung ist die Strategieorientierung der Kostenrechnung: Die Schaffung und Erhaltung von Wettbewerbsvorteilen bedingt eine möglichst genaue Kenntnis der betrieblichen Kosten und eine exakte Preiskalkulation als Voraussetzung für die Umsetzung von Geschäftsstrategien. Veränderungen in

- der Leistungserstellung (technologische Entwicklungen, komplexere Produktionsverfahren, zunehmender Wettbewerb auf Beschaffungs- und Absatzmärkten),
- der Wertschöpfungsstruktur (Bedeutungszuwachs von Forschung, Beschaffung, Produktionsplanung und -steuerung, Qualitätssicherung und -prüfung, Lagerung, Marketing, Vertrieb, Transport; Zunahme der Variantenvielfalt sowie der Fertigungskomplexität und -flexibilität) und
- der Kostenstruktur (steigender Anteil der nicht zurechenbaren Betriebskosten)

haben zur Folge, dass die traditionellen Vollkostenrechnungssysteme durch die Fehlverrechnung von Gemeinkosten zu suboptimalen Ergebnissen bei der Preiskalkulation gelangen. Die Prozesskostenrechnung verfolgt deshalb das Ziel, durch die Ermittlung und Verrechnung der Gemeinkosten derjenigen Aktivitäten, die insbesondere in den nur

⁸⁰ Zum Folgenden vgl. Coenenberg (1997: 220ff.).

indirekt der Leistungserstellung zuzuordnenden Bereichen anfallen, eine strategieorientierte Planung und Steuerung des Produktionsprogramms zu unterstützen.

Die Prozesskostenrechnung lässt sich in mehrere Verfahrensschritte aufspalten:

- Im Rahmen der Bestimmung der Prozesse und der Prozessgrößen wird zuerst eine *Prozessanalyse* durchgeführt. Diese bestimmt die Dienstleistungen bzw. Teilprozesse (Aktivitäten), die im Gemeinkostenbereich (Kostenstelle) erbracht werden. Bei Teilprozessen handelt es sich um repetitive Tätigkeiten, die bei der Ausführung von Ausgaben kostenstellenübergreifend oder in verschiedenen Abteilungen anfallen, wie z.B. logistische, ausgleichende, qualitätsbezogene und aktualisierende Transaktionen. Die einzelnen Prozesse werden anhand von Interviews für jede Kostenstelle erhoben; hierzu sind die Art der Prozesse sowie der Einsatz an Sach- und Personalmitteln zu bestimmen. Danach werden Prozesslisten gebildet und die Teilprozesse kostenstellenübergreifend zu Hauptprozessen zusammengefasst.

Anschließend sind jedem Prozess die von ihm verursachten *Kosten zuzuordnen*, wobei dem Problem der Gemein- und Verbundkosten mit geeigneten Kostenschlüsselungen zu begegnen ist.

- Ein zentrales Element ist die Identifizierung der *Prozessgrößen oder Kostentreiber* (cost driver), d.h. derjenigen Faktoren, die die Prozessinanspruchnahme bestimmen. Sie können als Verursacher der in Bezug auf den Hauptprozess anfallenden Gemeinkosten und als Maßgrößen für die Quantifizierung des Outputs der notwendigen Einzelprozesse eines Hauptprozesses charakterisiert werden. Kostentreiber sollten einfach zu bestimmen sowie leicht erkennbar und verständlich sein und sich proportional zur Ressourcenbeanspruchung verhalten. Außerdem müssen sie einen Beitrag zu einer aussagekräftigen Kennzahlenbildung liefern, eine verursachungsgerechte Kostenträgerrechnung ermöglichen und die Gemeinkostenplanung verbessern. Ihre Systematisierung erfolgt nach verschiedenen Bezugskriterien: mengen- und wertabhängige Prozesse sowie volumen-, komplexitäts- und effizienzabhängige Kostentreiber.
- Weiterhin sind die Mengenausprägungen der Kostentreiber und die *Prozessmengen* zu bestimmen, die einen Maßstab für die Kapazitäten der Kostenstellen darstellen; im Allgemeinen sind dies Größenmaße, Verbrauchsmengen oder der Leistungsumfang.
- Im Rahmen der *Prozesskostenermittlung und -kalkulation* sind die Gemeinkosten den Teilprozessen als Prozesseinzelkosten zuzuordnen. Der Teilprozesskostensatz gibt die Kosten je einmaliger Durchführung des Teilprozesses an und leitet sich aus der Division der Teilprozesskosten durch die Prozessmengeneinheiten ab. Für die Bestimmung des Hauptprozesskostensatzes sind die Produkte aus der für die einmalige Abwicklung des Hauptprozesses nötigen Anzahl der

jeweiligen Teilprozesse mit ihren Teilprozesskostensätzen zu bilden und dann über die verschiedenen Teilprozesse zu summieren.

- Die einem Gut bzw. einer Leistung zuzuschlagenden Gemeinkosten ergeben sich aus der Inanspruchnahme der Prozesse bzw. der Prozessmengeneinheiten; außerdem sind die zuvor bestimmten Kostenträger Einzelkosten zu addieren. So kann durch eine Verrechnung der Gemeinkosten mittels der quantitativen Ausprägung der Prozessgrößen eine verursachungsgerechtere Kostenzuordnung zu den Teilprozessen vorgenommen werden als bei einer Kalkulation im Rahmen der Kostenträgerstückrechnung. Allerdings gelingt es auch der Prozesskostenrechnung nicht immer, alle Gemeinkosten, wie insbesondere die prozessmengenunabhängigen Kosten, in Prozesseinzelkosten zu zerlegen. Sie werden über prozentuale Zuschlagsätze berücksichtigt, z.B. proportional zur Höhe der Prozesskostensätze. Alternativ können diese Kosten getrennt erfasst und am Ende prozentual der Summe aus den verrechneten Gemeinkosten und den produktspezifischen Einzelkosten zugeschlagen werden.

3.2 Systematisierung der Kostentreiber für die Eisenbahninfrastruktur

Ausgangspunkt der Bestimmung von Kostentreibern im Eisenbahninfrastruktursektor ist die Abgrenzung geeigneter *Kostenklassen*, in denen unter Berücksichtigung des maßgeblichen Kostenkonzeptes für die Entgeltregulierung (Fully Distributed Costs, Grenzkosten, inkrementelle Kosten) unterschiedliche Kosten anfallen dürften. Eine solche Systematisierung ist hilfreich für die spätere Identifizierung der Kostentreiber und für die Kostenzuweisung im Rahmen der Kostenträgerrechnung. Als Kostenklassen für den Betrieb der Eisenbahninfrastruktur gelten die Streckenkategorien (Haupt- oder Nebenstrecke, Elektrifizierung, Anzahl der Gleise), bestimmte Streckenmerkmale oder die Zuggeschwindigkeit; bei Kapazitätsengpässen sind zusätzlich der Ort und der Zeitpunkt relevant. Bezüglich der Umweltkosten werden die Streckenart sowie der Fahrzeugtyp und -antrieb angeführt. Bei Unfällen wird unterschieden nach bestimmten Merkmalen des rollenden Materials und der beteiligten Personen sowie nach dem Infrastrukturtyp und der Tageszeit.

Auf der Grundlage der Kostenklassen sind in einem weiteren Schritt die *Kostentreiber* zu identifizieren. Zu diesem Zweck können vor allem technische, wissenschaftliche oder medizinische Erkenntnisse herangezogen werden. Über die Preise für die verwendeten Produktionsfaktoren (Infrastrukturbestandteile, Materialien, Arbeit, Boden, Finanzkapital) hinaus werden hinsichtlich der für die Bildung von Eisenbahninfrastrukturentgelten maßgeblichen Kostenelemente folgende Faktoren angeführt:⁸¹

⁸¹ Vgl. z.B. Link u.a. (2000b: 27ff.) und ECMT (2005: 49ff.).

- *Bau und Bereitstellung der Infrastruktur:* Länge der Strecke bzw. Größe der Serviceeinrichtung; Art, Anzahl, Gesamt- bzw. Restnutzungsdauer und qualitativer Zustand der Infrastrukturelemente (z.B. Gleise, Weichen, Befestigungen, Schwellen, Schotter, Oberbau, Bahnübergänge, Brücken und Tunnel); technische Ausstattung der Strecke (Elektrifizierung, Signalanlagen, Kommunikationssysteme, Geeignetheit für bestimmte Geschwindigkeiten) und technischer Fortschritt; Ausstattung der Serviceeinrichtung; Baustandards (Sicherheits- und Umweltschutzaufgaben); Ausgestaltung des Planungsverfahrens und der Bauabwicklung (eigene Durchführung, Outsourcing); Netzarchitektur bzw. -form; raumplanerisch bestimmte Linienführung; Geografie, Topografie und geologische Voraussetzungen; Siedlungsstruktur; Klima und Wetter;
- *Fahrplanerstellung und Trassenvergabe:* Anzahl der Trassen, Komplexität des Verfahrens und Verkehrsmischung;
- *Instandhaltung und Erneuerung der Infrastruktur, Betriebsführung:* Verkehrsleistung oder Betriebsleistung; Auslastung (Taktzeiten, Zugfrequenz); Betriebsbedingungen (Anfahr- und Bremshäufigkeit, Verkehrsmischung, notwendiger Zugabstand, Nutzungsdauer); Merkmale des Zuges (Zugart, Traktionsform, Gesamtgewicht, Geschwindigkeit) und der Wagen (Anzahl, Art, Achslast, Bauartmerkmale, qualitativer Zustand); Verfahren der Instandhaltung (Häufigkeit, Standards) und der Betriebsführung (Zentralisierung, Automatisierung, Dienstumfang) sowie Merkmale der Infrastruktur (Umfang, Konfiguration, Komplexität, Ausstattung, Alter, Qualitätsstandard);
- *Kapazitätsknappheit:* neben Ort und Zeitpunkt grundsätzlich alle Faktoren, die Kapazitätsangebot und -nachfrage beeinflussen; Streckenlänge, Gleisanzahl, Streckenführung, technische Ausstattung, Qualität der Strecke in Verbindung mit Instandhaltung und Sicherheitsvorschriften (zeitlicher Mindestabstand); Anzahl und Länge der Züge, Dauer der Nutzung, Geschwindigkeit bzw. Abweichung von der Leitgeschwindigkeit; Reihenfolge der Züge, Verkehrsmischung, Verkehrsverbundenheiten;
- *Unterbrechungen:* Strecke bzw. Teilnetz, Auslastung der Strecken und Züge; Entfernung sowie Dauer und Kosten der Raumüberwindung, Art der Zeit (An- und Abreise-, Warte- und Beförderungszeiten), Zeitpunkt (Arbeits- oder Freizeit; Tageszeit, Wochentag und Jahreszeit); Marktsegment (Personen- oder Güterverkehr, gewerblicher oder nicht gewerblicher Verkehr), Reisezweck (Beruf, Geschäfte von Selbständigen und Beschäftigten, Freizeittätigkeiten und Urlaub, Bildung, Einkauf); persönliche Charakteristika (Alter, Geschlecht, Familienstand, Einkommen); Art der beförderten Güter; intra- und intermodale Substitutionsmöglichkeiten;
- *Umweltauswirkungen:* Art der Umweltbelastung, Intensität (Stärke, Ausbreitung, Dauer, Häufigkeit); Rezeptor (Person, Tiere, Pflanzen, Ökosystem, Materialien); Merkmale des Zuges und der Wagen (Zuglänge, Zugart, Alter, technische Aus-

stattung, Bremsen, Antriebs- und Kraftstoffart, Geschwindigkeit), Verkehrsdichte, Infrastrukturmerkmale; Bevölkerungszahl, -dichte und -gruppe, persönliche Charakteristika; Ort (Stadt, Land) und Zeitpunkt, Umgebungsmerkmale (Besiedlung, Bebauung, Topografie, Flora, Entfernung, Wetter bzw. Klima); nicht von der Eisenbahn ausgehende Umweltbelastungen;

- *Unfälle*: Unfallzahl, -art und -schwere; Anzahl der involvierten Personen und Fahrzeuge; Güterart und -menge; Merkmale des Zuges (Zugart, Geschwindigkeit, Zustand, technische Ausstattung), Betriebsleistung, Auslastung (Taktzeiten, Frequenz), Infrastrukturmerkmale (Streckenlänge, Art und Zustand; Anzahl der Weichen, Bahnübergänge, Brücken und Tunnel), Sicherheitsmaßnahmen (Betriebsführung, Trennung der Verkehrssysteme); Umweltbedingungen (Tageszeit, Wetter); Charakteristika der Beteiligten (Alter, Gesundheit, Verhalten); Faktoren des Rechts-, Versicherungs- und Gesundheitssystems.

Im Anschluss an die Bildung der Kostenklassen und die Identifizierung der Kostentreiber kann eine differenzierte Zuweisung der Eisenbahninfrastruktur- sowie ggf. der Knappheits-, Unterbrechungs- und der externen Umwelt- und Unfallkosten zu bestimmten Leistungen sowie eine sachgerechte Belastung einzelner Nutzer bzw. Nutzerkategorien erfolgen. Da die Gesamtkosten bekannt, die spezifischen Kosten aber weitgehend unbestimmt sind, wird eine Anwendung des Top-down-Prinzips mit einer möglichst weitgehenden Aufschlüsselung der Kosten empfohlen. So kann z.B. die Zuweisung bzw. Zuordnung der nutzungsabhängigen Infrastrukturkosten gemäß der Streckenlänge, der Betriebsleistung sowie den technischen Beziehungen zwischen Strecken- und Zugmerkmalen (Gewicht und Geschwindigkeit, hilfsweise Zugarten oder Wagenklassen) einerseits und den Schäden andererseits erfolgen. Entsprechende Verfahren sind für die vom Infrastrukturbetreiber angebotenen Dienstleistungen vorstellbar.

In der unternehmerischen Praxis werden die identifizierten Kostentreiber zur Festlegung der im Entgeltsystem zur Anwendung kommenden *Bemessungsgrundlagen* bzw. Leistungsgrößen, d.h. der der Bestimmung der Nutzungsentgelte zugrunde liegenden Einheiten, herangezogen:

- Die Nutzungsintensität kann zum einen mittels der *Verkehrsleistung* (Brutto- oder Nettotonnenkilometer, Personenkilometer) dargestellt werden. Als Vorteile gelten die Berücksichtigung der befahrenen Streckenlänge und in gewissem Umfang der Zahlungsbereitschaft der Nachfrager; Probleme bereiten vor allem die Erfassung (Anzahl der Passagiere, Bruttogewicht beladener Güterwagen), die Übermittlung und Kontrolle der Daten sowie Datenschutzbedenken. Weiterhin werden Leer- und Lokomotivfahrten vernachlässigt, die Auslastung der Infrastrukturkapazität ignoriert (keine Berücksichtigung der Zuglänge und -anzahl) und bei einer Betrachtung der Nettoleistung die Leergewichte der Fahrzeuge missachtet.

- Die Messgröße *Zugkilometer* beruht auf der beanspruchten Streckenlänge, ist besonders zur Engpasssteuerung geeignet (Anreize zur Reduzierung der Zuganzahl und zu zeitlichen Ausweichreaktionen) und spiegelt die Kosten der Betriebsführung und Fahrplangestaltung besser wider. Die Zahlungsbereitschaft ist jedoch weitgehend irrelevant, da die Anzahl und die Beladung der Wagen unberücksichtigt bleiben.
- Die Bezugsgrößen *Fahrzeug- oder Achskilometer* stehen ebenfalls in Relation zur Streckenlänge, korrelieren mit dem Verschleiß (Fahrzeugart, Gewicht, Geschwindigkeit), dienen der Auslastung bei geringem Verkehrsaufkommen (Reduzierung der Anzahl der Wagen), beachten in begrenztem Umfang die Zahlungsbereitschaft und sind einfach zu berechnen. Mit ihnen ist aber auch keine Knappheitssteuerung möglich, da kein Anreiz zur Reduzierung der Zuganzahl besteht. Zudem sind Fehlallokationen denkbar, da lange Züge mehr zahlen als kurze Züge, obwohl kein wesentlicher Unterschied bei der Kapazitätsbeanspruchung besteht.

Während also die Bemessungsgrundlage Zugkilometer bei Entgelten für die Fahrplannerstellung und für Engpassentgelte zum Einsatz kommen sollte, ist die Bezugsgröße Fahrzeugkilometer ideal für Situationen ohne Engpässe geeignet, vor allem hinsichtlich der Instandhaltungskosten und der Abschöpfung der Zahlungsbereitschaft.⁸²

Auch die pro Zeitperiode beanspruchten *Trassenkilometer* (Umfang des genutzten Netzes) können als Bemessungsgrundlage, z.B. hinsichtlich der Kosten der Fahrplannerstellung und der Trassenvergabe, herangezogen werden. Neben der Anzahl der Nutzungstage, dem Umfang des rollenden Materials oder dem Marktanteil sind sie außerdem im Hinblick auf die Staffelung nutzungsunabhängiger Entgelte anwendbar. Für die *Stromversorgung* bieten sich die Verbrauchsgrößen kW und kWh an. *Unterbrechungskosten* werden weitgehend über Zeiteinheiten angelastet. *Umweltbezogenen Entgelten* liegen die Emissionsmenge sowie der Treibstoff- bzw. Stromverbrauch zugrunde. Bemessungsgrundlage für die Verrechnung von *Unfallkosten* ist zumeist die Streckenlänge.

Eine weitere Differenzierung der Bemessungsgrundlagen kann wie folgt durchgeführt werden:

- *streckenspezifisch* nach der technischen Ausstattung und der Streckenqualität, der Streckenkapazität, der Leitgeschwindigkeit, der Streckenführung sowie nach der Anzahl der Brücken, Tunnel und Bahnhofsaufenthalte; ersatzweise sind Streckenkategorien zu definieren;
- *zugspezifisch* nach der Zug-, Fahrzeug- und Antriebsart, der Wagenzahl, dem Gewicht, der Achszahl und -last sowie der Durchschnittsgeschwindigkeit; zur Vereinfachung können Zugkategorien gebildet werden;

⁸² Vgl. Schwalbach (1997: 245ff.).

- *nutzerspezifisch* nach der Nachfrageelastizität und der Zahlungsbereitschaft, der Regelmäßigkeit des Verkehrs, der Pünktlichkeit, der zulässigen Fahrplanabweichung, dem Zeitpunkt der Reservierung und der Vertragslaufzeit;
- *zeitspezifisch* nach Spitzen- und Schwachlastzeiten.

3.3 Vergleich der Ergebnisse empirischer Studien

Erste Anhaltspunkte für den empirischen Nachweis von Kostentreibern liefern zahlreiche, vor allem in den 1970er und den 1980er Jahren für einzelne US-amerikanische und / oder kanadische Eisenbahnunternehmen sowie für den gesamten Eisenbahnsektor durchgeführte Kostenstudien.⁸³ Hauptziel der Studien war allerdings die Überprüfung der Existenz natürlicher Monopole bzw. der Subadditivität der langfristigen Kostenfunktion mittels eines Nachweises von Größenvorteilen (economies of size) bzw. von sinkenden langfristigen Durchschnittskosten.

Zu diesem Zweck wurde insbesondere untersucht, ob die geschätzten Kostenfunktionen und die berechneten Kostenelastizitäten Hinweise auf das Vorliegen zunehmender Skalenerträge (economies of scale), fallender Durchschnittskosten bei einer Outputsteigerung und einer Konstanz der kurzfristig fixen Produktionsfaktoren (economies of density) bzw. bei einer langfristigen Ausweitung der Inputmenge (economies of firm bzw. network size) lieferten. Außerdem begutachtet wurden der Rückgang der Durchschnittskosten bei steigender Transportentfernung (economies of length of haul) und Verbundvorteile bei Mehrproduktunternehmen (economies of scope). Hieraus wurden dann Schlussfolgerungen zur Marktstruktur und Wettbewerbsintensität sowie zur Notwendigkeit einer Preis- und Kapazitätsregulierung gezogen. Andere Studien befassten sich mit der Messung der Produktivität und ihrer Änderung über eine bestimmte Zeitperiode aufgrund von technischem Fortschritt und Effizienzverbesserungen. Weniger beachtet wurden die für einzelne Verkehrsdienste bzw. Aktivitäten relevanten Kosten sowie ihre Bedeutung für die Preisbildung oder Investitionstätigkeit.

Für eine Analyse der Kostentreiber stellen die Studien eine erste Hilfe dar. Bezugsgröße und damit implizit Kostentreiber ist in einer vereinfachenden Betrachtung die gewählte Outputgröße, d.h. in erster Linie die Verkehrsleistung; alternativ werden das Verkehrsaufkommen und die Betriebsleistung bzw. -dauer verwendet. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Personen- und Güterverkehren (Güterkategorien), der Transportentfernung, den Destinationen, der Auslastung und verschiedenen Qualitätsmerkmalen. Auf der Inputseite spielen Netzcharakteristika (Strecken- oder Gleislänge) und

⁸³ Für einen Überblick zu den älteren Studien vgl. Laaser (1991: 62ff.), Hedderich (1996: 35ff.) und Rodi (1996: 34ff.).

die Preise für die Produktionsfaktoren (Personal, Infrastrukturelemente, rollendes Material, Energie, Ausrüstung) eine wichtige Rolle.⁸⁴

Die Interpretation der Studien wird jedoch durch eine Vielzahl an konzeptionellen, methodischen und Datenproblemen erschwert. Zum einen ist auf den spezifischen Untersuchungsgegenstand hinzuweisen (Nachweis von Größenvorteilen). Dabei beschränkt sich die Analyse der Kostenabhängigkeit zumeist auf nur eine oder wenige sektor- oder unternehmensspezifisch aggregierte Outputgrößen. Auswahl und Bewertung der Inputfaktoren (Inputpreise, Bewertung des Kapitals) weisen ebenso erhebliche Unterschiede auf wie die Kosteninformationen (uneinheitliche Abgrenzung der Kostenarten; kurz- bzw. langfristige Betrachtung). Gleiches gilt generell für die Qualität und den Aggregationsgrad der Daten (fehlende Daten; unternehmensbezogene, regionale und landesweite Daten), die Schätzmethode (Querschnittsanalysen, Längsschnittanalysen, z.B. Zeitreihen; Pool- oder Paneldatenschätzung) und die Spezifizierung der Kostenfunktionen.⁸⁵

Hinsichtlich des nordamerikanischen Eisenbahnmarktes ist auf spezifische Besonderheiten, wie die frühzeitige Deregulierung, die besonderen Eigenschaften des Netzes und des Verkehrsangebots sowie auf die geografischen Gegebenheiten hinzuweisen. Die Existenz horizontal integrierter Eisenbahnunternehmen führte dazu, dass die Kostenstudien nicht immer zwischen dem Angebot von Güter- und Personenverkehrsdiensten differenzierten und bei reinen Güterverkehrseisenbahnen nicht die verschiedenen Transportformen beachteten. Vor allem ist jedoch zu beachten, dass die fehlende vertikale Separierung eine getrennte Kostenzurechnung zum Eisenbahninfrastruktur- und -verkehrssektor verhinderte. Eine spezielle Kostentreiberanalyse für das Infrastruktursegment war somit nicht möglich.

⁸⁴ Vgl. dazu Tabelle 3, die eine Auswahl der bedeutendsten US-amerikanischen Studien bis Anfang der 1990er Jahre enthält. Vgl. darüber hinaus z.B. auch Borts (1960), Harmatuck (1979), Barbera u.a. (1987), Lee/Baumel (1987), Dooley (1991) und Berndt u.a. (1993).

⁸⁵ Zuerst wurden lineare Funktionen verwendet. In den 1970er Jahren dominierten quadratische, Leontief-, Cobb-Douglas- und andere log-lineare Funktionen. Seit den 1980er Jahre bevorzugt man verallgemeinerte Leontief- und Cobb-Douglas-Funktionen sowie vor allem Translog-Funktionen und Box-Cox-Transformationen.

Tabelle 3: Ältere US-amerikanische Kostenstudien zu integrierten Eisenbahnunternehmen

Studie	Kostenfunktion	Sample	Output-Variablen	andere Variablen	Größenvorteile
Griliches (1972)	linear	97 US-amerikanische Eisenbahnen (zwei Größenklassen), Querschnittsanalyse, 1957-1961	Bruttotonnenmeilen	Streckenlänge	economies of scale
Keeler (1974)	Cobb-Douglas	51 US-amerikanische Gütereisenbahnen, Querschnittsanalyse, 1968-1970	Bruttotonnenmeilen, Bruttopersonenmeilen	Streckenlänge, Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of density und network size
Harris (1977)	linear	55 US-amerikanische Gütereisenbahnen, Querschnittsanalyse, 1972/1973	Nettotonnenmeilen, Nettotonnen; alternativ: Wagenmeilen und Wagenzahl	Streckenlänge, Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of density und length of haul
Brown/Caves/Christensen (1979)	Translog	67 Eisenbahnunternehmen, Querschnittsanalyse, 1936	Nettotonnenmeilen, Transportweite	Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of scale
Caves/Christensen/Swanson (1980, 1981)	Translog (Box-Cox)	40 bis 58 US-amerikanische Güter- und Personeneisenbahnen, Zeitreihen- und Querschnittsanalyse für drei ausgewählte Jahre	Nettotonnenmeilen, Nettopersonenmeilen, Transportweite	Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of density und length of haul
Friedlaender/Spady (1981)	hedonische Translog	19 US-amerikanische und kanadische Gütereisenbahnen, Querschnittsanalyse, 1968-1970	Nettotonnenmeilen, Güterarten, Auslastung, Qualität (Lieferzeit, Entfernung)	Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of scale, density und firm size
Braeutigam/Daughety/Turnquist (1982, 1984)	Translog	Zeitreihenanalyse für eine spezielle US-amerikanische Eisenbahn, 1969-1977 bzw. 1976-1978	Wagenmeilen, Qualität (Geschwindigkeit)	Streckenlänge und -qualität, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	economies of density
Caves/Christensen/Thretheway/Windle (1985)	Translog	43 Unternehmen; Panelanalyse, 1951-1975	Nettotonnenmeilen, Transportweite	Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	teilweise economies of scale, economies of density
Kim (1987)	Translog (Box-Cox)	56 US-amerikanische Gütereisenbahnen, 1963			geringe economies of scale
Winston/Corsi/Grimm/Evans (1990)	Translog	50 US-amerikanische Gütereisenbahnen	Nettotonnenmeilen, Transportweite	sonstige Faktorpreise	economies of density und length of haul
Keaton (1990)	Experiment	drei Netze unterschiedlicher Komplexität von fiktiven Gütereisenbahnen	Wagenmeilen	Netzstruktur, Streckenlänge, Beförderungszeit	economies of density
Velluro/Berndt/Friedlaender/Shaw-Er Wang Chiang/Showalter (1992)	Translog	20 US-amerikanische Gütereisenbahnen, firmenspezifische Zeitreihenanalysen über zwölf Jahre	Nettotonnenmeilen, Transportweite, Anteil Massengut	Streckenlänge, Kapitalkosten für Infrastruktur, Netzwerkcharakteristika, sonstige Faktorpreise	economies of density, firm size und length of haul
Friedlaeder/Berndt/Shaw-Er Wang Chiang/Showalter/Velluro (1993)	Translog	27 US-amerikanische Gütereisenbahnen, Zeitreihen- und Querschnittsanalyse, 1974-1986	Nettotonnenmeilen (differenziert nach Gütergruppen), Transportweite	Streckenlänge, Kapitalkosten für Infrastruktur, rollendes Material, sonstige Faktorpreise	geringe economies of scale, economies of density

Quelle: WIK.

Seit Mitte der 1990er Jahre wurden nur wenige neuere Studien zu den Kostenstrukturen *US-amerikanischer Eisenbahnen* durchgeführt:

- *Wilson* (1997) nutzt eine Translog-Funktion und Daten von 1978 bis 1989 für alle Class-I-Eisenbahnen, um die Auswirkungen der Deregulierung auf das Kostenniveau und den Produktivitätsfortschritt zu untersuchen sowie um Skalens- und Dichtevorteile zu identifizieren. Outputgrößen sind die Nettogütertonnenmeilen (Koeffizient: 0,92; Standardfehler: 0,0577; t-Wert: 15,97) und die Transportentfernung (-0,51; 0,078; -6,49); weiterhin werden der Anteil des Ganzzugverkehrs und das Interlining berücksichtigt. Als Inputvariablen angesetzt werden die Streckenlänge (0,22; 0,0579; 3,80) und die Streckenqualität (Geschwindigkeit); außerdem finden die Preise für Arbeit, Treibstoff, Fahrzeuge und sonstige Inputs Verwendung.
- *Bitzan* (2000, 2003) überprüft den Einfluss des Wettbewerbs, der Fusionstätigkeit und des technischen Fortschritts auf die Kosten sowie auf die Größen-, Dichte- und Verbundvorteile. Die Subadditivitätseigenschaft wird anhand einer Simulation der Kostenfunktionen bei einer Monopol- bzw. einer Duopolstruktur für drei Testvarianten (konstante Netzgröße; zunehmende Netzgröße; Nichtberücksichtigung der Instandhaltungskosten) untersucht. Zu diesem Zweck schätzt der Autor zwei Translog-Kostenfunktionen: eine langfristige Kostenfunktion für die Varianten 1 und 2 sowie eine kurzfristige Kostenfunktion für Variante 3. Outputgrößen sind die Bruttotonnenmeilen (Ganzzug-, Ladungs-, Stückgutverkehr) und die durchschnittliche Transportentfernung. Andere erklärende Variablen sind die Strecken- bzw. Gleislänge, die Zuggeschwindigkeit, die Investitionen in Schienenwege und sonstige Infrastrukturen sowie die o.a. Faktorpreise. Für die beiden Kostenfunktionen ergeben sich folgende Koeffizienten: Ganzzugverkehr (0,14; 0,15), Ladungsverkehr (0,45; 0,72), Stückgutverkehr (0,08; 0,20), Geschwindigkeit (0,03, aber insignifikant; -), Streckenlänge (0,55; 0,20) und Transportentfernung (-0,07, aber insignifikant; 0,07).
- *Ivaldi/McCollough* (2001) schätzen anhand von Paneldaten der Jahre 1978 bis 1997 für 25 Class-I-Eisenbahnen eine Translog-Kostenfunktion und weisen Economies of density und Economies of network size nach. Sie prüfen zudem die Kostenabhängigkeiten zwischen dem Eisenbahnverkehrs- und dem Eisenbahninfrastrukturbereich und unterscheiden deshalb zwischen Outputgrößen der Verkehrsunternehmen (Wagenmeilen für den Massengut-, Stückgut-/Container- und sonstigen Verkehr, differenziert nach Fahrzeugtypen mit unterschiedlichem Gewicht; Transportentfernung, Streckenlänge) und der Netzbetreiber (ersetzte Schwellen); außerdem werden die o.a. Inputpreise berücksichtigt. Signifikante Variablen sind die Betriebsleistungen für den Massengut- (Koeffizient: 0,79; Standardfehler: 0,37; t-Wert: 2,16), den Stückgut-/Container- (0,78; 0,21; 3,65) und den sonstigen Verkehr (0,33; 0,38; 0,85) sowie für die Schwellenersetzung (-0,22; 0,23; -0,94).

Aus den wenigen Kostenstudien für integrierte *europäische Eisenbahnen* lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- *De Borger* (1991, 1992) schätzt anhand einer Zeitreihe von 1950 bis 1986 zwei kurzfristige variable Translog-Kostenfunktionen (Box-Cox) für die SNCB. Ziel ist eine Analyse der Ergebnisse in Bezug auf die Substitution der Produktionsfaktoren, die Kostenelastizitäten, die Skalenerträge und das Produktivitätswachstum. Zu diesem Zweck verwendet die frühere Studie in einer ersten Variante als Outputgrößen lediglich die Verkehrsleistungen des Güter- und Personenverkehrs. Beide Studien konstruieren darüber hinaus in einer zweiten Variante – unter Einbeziehung von mehreren Betriebsbedingungen und Qualitätsparametern – zwei sog. hedonische Aggregate für den Güterverkehr (Verkehrsleistung, Transportentfernung, Nettogewicht, Auslastung, Anteil des Massengüterverkehrs) und den Personenverkehr (Verkehrsleistung, Reiseentfernung, Passagiere pro Zug, Auslastung). Außerdem finden die Geografie und die Verkehrsmischung sowie die Inputpreise (Personal, Energie, rollendes Material) und die Kapitalwerte (Gleise, Gebäude) Eingang in die Analyse. Die Koeffizienten sind 1,07 (Verkehrsleistungen) bzw. 0,35 und 0,50 bis 0,51 (hedonische Aggregate) für den Personen- sowie 0,27 (Verkehrsleistungen) bzw. 0,26 und 0,29 bis 0,36 (hedonische Aggregate) für den Güterverkehr. Der Anteil des Massengüterverkehrs sowie die Reiseentfernung und die Gesamtzahl der Passagiere sind insignifikant; Verkehrsleistungsgrößen müssen aber auf jeden Fall um die Betriebsbedingungen und Qualitätsmaße korrigiert werden.
- *Filippini u.a.* untersuchten 1992 und 1999 die Kosten von Schweizer Privatbahnen im Hinblick auf die Existenz von Skalenerträgen. Die im Jahre 1999 geschätzte Translog-Funktion für 43 Eisenbahnunternehmen beruht auf Paneldaten für die Jahre 1990 bis 1995. Die Ergebnisse sind in Bezug auf die Wagenkilometer des Güter- und Personenverkehrs (Koeffizient: 0,56, t-Wert: 22,16) und die Streckenlänge (0,29; 7,56) signifikant. Andere exogene Variablen sind die Streckenauslastung, die Anzahl der Haltestellen (verworfen), die Zuglänge und -besetzung, die Kapitalkosten sowie die Preise für Arbeit und Energie.
- *McGeehan* (1993) nutzt ebenfalls eine Translog-Kostenfunktion und eine Zeitreihe (1973 bis 1983) für die irische Eisenbahn *Córas Iompair Éireann*, um die Substitution von Inputfaktoren, die Produktivitätsentwicklung und das Vorliegen von Dichtevorteilen zu prüfen. Inputvariablen sind die Streckenlänge sowie die Preise für die Infrastruktur (Oberbau, Gebäude), die Grundstücke, das Personal, den Treibstoff und das rollende Material. Die Ergebnisse für die Verkehrsleistungen des Personenverkehrs (Koeffizient: 0,52; Standardfehler: 0,218; t-Wert: 2,37) und des Güterverkehrs (0,38; 0,237; 1,62) sind signifikant.

Aussagekräftiger in Bezug auf die infrastrukturenspezifischen Kostentreiber sind die speziell in Bezug auf den *Eisenbahninfrastruktursektor* durchgeführten Studien für Finnland, Frankreich, Österreich, Schweden und das Vereinigte Königreich.⁸⁶

- Für *Finnland* ermittelt *Idström* (2000) Kostenelastizitäten in Bezug auf die Streckenlänge von 0,60 bis 0,65 bzw. 0,77 bis 0,95 und in Bezug auf das Verkehrsaufkommen (Bruttogewicht) von 0,08 bis 0,13 bzw. 0,27 bis 0,32. Außerdem geprüft werden mehrere Qualitätsparameter, wie die Anzahl der Weichen und der Bahnübergänge, die Zuggeschwindigkeit, das Durchschnittsalter der Gleise und die Streckenausstattung. *Tervonen/Idström* (2004) kommen für die Streckenlänge auf 0,59 bis 0,98 bzw. 0,90 bis 0,96 und für das Verkehrsaufkommen auf 0,13 bis 0,17 bzw. 0,27 bis 0,29. Nach *Johansson/Nilsson* (2001/2004) betragen die Werte für die Gleislänge 0,64 und für das Verkehrsaufkommen 0,17; außerdem analysieren sie die Anzahl der Weichen, die Elektrifizierung und die Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Koeffizienten für die Gleislänge, das Verkehrsaufkommen und die Geschwindigkeit sind signifikant.
- *Gaudry/Quinet* (2003) untersuchen für *Frankreich* den Einfluss der Streckenmerkmale (Länge, Gleisanzahl, Ausrüstung, Elektrifizierung, Verkehrssteuerung, Höchstgeschwindigkeit), des Verkehrsaufkommens (Zugdichte) und des Durchschnittsgewichts auf die Kosten, wobei sie nach Personenfern-, Personennah-, Güter- und sonstigem Verkehr differenzieren.
- *Munduch u.a.* (2002) kommen für *Österreich* zum Ergebnis, dass die Kostenelastizität für die Streckenlänge 0,62 und für das Verkehrsaufkommen 0,11 beträgt. Außerdem steigen die Kosten in geringem Umfang mit der Bahnhofsdichte, der Weichenzahl, dem Kurvenradius und der Streckensteigung.
- Nach *Johansson/Nilsson* (2001/2004) belaufen sich die für *Schweden* berechneten Koeffizienten bezüglich der Gleislänge auf 0,80 und des Verkehrsaufkommens (alle Strecken) auf 0,17. Relevant für die Instandhaltungskosten sind ferner die Anzahl der Weichen, Tunnel und Brücken sowie die Streckenqualität (Art der Schwellen, Gleise, Befestigungen, Haupt- oder Nebenstrecke). Die meisten Koeffizienten sind signifikant, lediglich diejenigen für Brücken, Haupt- oder Nebenstrecken und überwiegend für Tunnel sind insignifikant. Auch der Qualitätsindex (0,25) und die Anzahl der Weichen (0,71) haben einen bedeutenden Einfluss auf die Kosten. Nach *Andersson* (2006a, 2006b) weisen die Streckenlänge (0,63; 0,78) und das Verkehrsaufkommen (0,20; 0,30) einen erheblichen Einfluss auf. Außerdem zu beachten sind andere Streckenmerkmale (Klassifikation nach Verkehrsart und Qualität, Streckensteigung und -neigung, Kurvenradius, Weichenanzahl und -alter, Gleisgewicht und -alter, Schwellenalter) sowie die Anzahl der Brücken, Tunnel und Bahnhöfe.

⁸⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 2.3.3.3 und Tabelle 2.

- Die im *Vereinigten Königreich* entwickelten Top-down-Ingenieurmodelle für die Ermittlung und Zurechnung nutzungsabhängiger Instandhaltungs- und Erneuerungskosten betrachten als generelle Einflussfaktoren die Verkehrsleistung, bestimmte Fahrzeugmerkmale (Geschwindigkeit, Achslast, ungefederte Masse) sowie speziell für den Güterverkehr die Federungsart und den verschütteten Kohlenstaub. Eine Differenzierung nach geografischen Gegebenheiten oder verschiedenen Infrastrukturanlagen wurde von der Regulierungsbehörde abgelehnt. *Wheat/Smith* (2006) sehen das Verkehrsaufkommen gemäß dem Durchschnittsgewicht (0,34 bis 0,40) bzw. der Zugdichte (0,20 bis 0,30) als wichtigsten Kostentreiber an. Ferner sind die Verkehrsleistung, die Gleislänge und andere Streckenmerkmale (zulässige Geschwindigkeit, zulässiges Achsgewicht, Art der Gleisverbindung, Alter) von Relevanz.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Strecken- bzw. Gleislänge und das Verkehrsaufkommen überwiegend den deutlich größten Einfluss auf die Kosten der Instandhaltung (und ggf. der Erneuerung) haben; die Koeffizienten für die erste Variable liegen dabei zumeist um den Faktor 3 bis 6 höher als für die zweite. Als bedeutsam anzusehen sind außerdem bestimmte Merkmale und Qualitätsparameter der Infrastruktur, wie das Alter, die Elektrifizierung, die Art der Gleise, Schwellen und Weichen, die Streckensteigung und der Kurvenradius sowie die Anzahl der Weichen, Bahnhöfe, Bahnübergänge, Tunnel und Brücken. Eigenschaften der Züge, wie die Geschwindigkeit, das Gewicht oder die Achslast, werden hingegen kaum getestet.

4 Implementierung einer kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten

Abschließend sollen die in den Kapiteln 2 und 3 gewonnenen theoretischen Erkenntnisse zu den Kostenstandards und -treibern mit ihrer tatsächlichen Anwendung bzw. Anwendbarkeit bei der Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten kontrastiert werden. Zu diesem Zweck befasst sich Abschnitt 4.1 mit der praktischen Umsetzung der Entgeltbildungs- bzw. -regulierungsvorschriften in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten. Abschnitt 4.2 leitet auf der Grundlage der bisherigen Ausführungen Empfehlungen für die Ausgestaltung der kostenbasierten Entgeltkontrolle in Deutschland ab.

4.1 Entgeltregulierungspraxis in anderen europäischen Staaten

Die Vergleichbarkeit der in den anderen europäischen Staaten angewendeten Verfahren der Entgeltregulierung und speziell der Umsetzung der vorgegebenen Kostenkonzepte ist äußerst schwierig, da vielfach keine verwertbaren Informationen vorliegen. In einigen Staaten ist auch eine Regulierung des Eisenbahninfrastrukturzugangs und insbesondere der Entgelte noch gar nicht implementiert. Während sich die rechtlichen Vorgaben angesichts der gemeinschaftlichen Richtlinienvorgaben ähneln, bestehen in Bezug auf die institutionell-organisatorische Ausgestaltung und Unabhängigkeit der Regulierungsbehörden, ihre personelle, materielle und finanzielle Ausstattung, den Erfahrungshintergrund, die Regulierungsziele, die Befugnisse der Regulierungsbehörden und die rechtliche Durchsetzbarkeit von Entscheidungen sowie die Transparenz immer noch erhebliche Disparitäten. Auch die unterschiedliche Wettbewerbsintensität auf den Eisenbahnverkehrsmärkten, die Form der vertikalen Separierung von Infrastrukturbereitstellung und Verkehrsleistungsproduktion sowie die Art der öffentlichen Mittelbereitstellung sind von Relevanz.

Im Weiteren werden beispielhaft die Regulierung der Eisenbahninfrastrukturentgelte in Norwegen, Schweden, den Niederlanden, Frankreich, Österreich und der Schweiz skizziert; für diese Staaten liegen zumindest einige verwertbare Informationen vor.⁸⁷

- In *Norwegen* ist für die sektorspezifische Regulierung des Infrastrukturzugangs die unabhängige staatliche Aufsichts- und Regulierungsbehörde Statens jernbanetilsyn (Staatliches Eisenbahnamt) zuständig, die direkt dem Samferdselsdepartementet (Ministerium für Verkehr und Kommunikation) unterstellt ist. Sie überprüft die Nutzungsbedingungen und deren Anwendung, das Trassenvergabeverfahren und die Nutzungsentgelte der nationalen Eisenbahnverwaltung Jernbaneverket. Allerdings ist nicht das Eisenbahnamt selbst, sondern das Ver-

⁸⁷ Zur Länderanalyse vgl. ECMT (2005), IBM (2006) und Müller (2006: 72ff.). Großbritannien findet keine Berücksichtigung, da dort Eisenbahninfrastrukturentgelte keiner kostenbasierten, sondern einer Anreizregulierung unterliegen.

kehrsministerium letztinstanzlich für die Entscheidungen verantwortlich. Die rechtlichen Vorgaben für die Entgeltbildung finden sich in den §§ 4-1 bis 4-8 der „Regulations on the Allocation of Railway Infrastructure Capacity and the Levying of Charges for the Use of National Railway Network (Allocation Regulation)“. Da sich die Trassenpreise für den Eisenbahngüterverkehr ausschließlich an den kurzfristigen sozialen Grenzkosten orientieren, sind die Bestimmungen zur Erhebung von kostendeckenden Aufschlägen und zur Gemeinkostenverrechnung jedoch bedeutungslos.

- In *Schweden* werden die vom Eisenbahninfrastrukturbetreiber Banverket zu erhebenden Trassenpreise vom Näringsdepartementet (Ministerium für Unternehmenspolitik, Energie und Kommunikation) genehmigt. Die Regulierungsfunktionen obliegen der Division Infrastrukturenheten (Infrastruktur) der auch für andere eisenbahnspezifische Aufgaben verantwortlichen Behörde Järnvägsstyrelsen (Eisenbahnverwaltung). Wie in Norwegen beruhen die Entgelte, die gemäß Abschnitt 7, §§ 1 bis 8 des Järnvägslag (Eisenbahngesetz) zu bilden sind, ausschließlich auf den kurzfristigen sozialen Grenzkosten (Verschleiß, Unfälle, Umweltbelastung). Trotz der Genehmigung durch das Ministerium sowie der relativ einfachen Entgeltkalkulation und -struktur werden die Bemessung und die Erhebung der Trassenpreise von Järnvägsstyrelsen genau überwacht. 2005 prüfte die Regulierungsbehörde die Entgelte für die Nutzung der Schienenwege in Seehäfen; 2006 entwickelte sie u.a. eine allgemeine Methodik zur Entgeltkontrolle. Die Regulierung der Entgelte wird nach eigener Aussage durch unzureichende Informationen über die Kalkulationsmethode behindert.⁸⁸
- Für den Bau und die Unterhaltung der Eisenbahninfrastruktur, die Betriebsführung, die Festsetzung der Nutzungsentgelte und die Trassenvergabe ist in den *Niederlanden* der Infrastrukturbetreiber ProRail BV zuständig, ein staatlich konzessioniertes, privatrechtlich organisiertes Unternehmen, das sich in öffentlichem Eigentum befindet. Als Regulierungsbehörde für die Behandlung von Beschwerden und Vorabuntersuchungen ist die Vervoerkamer (Verkehrsabteilung) der Wettbewerbsbehörde Nederlandse Mededingingsautoriteit zuständig. Auf der Grundlage des Spoorwegwet (Eisenbahngesetz), das durch Rechtsverordnungen des Verkehrsministers ergänzt wird, befasst sie sich vorrangig mit der Ausgestaltung und Anwendung des Trassenvergabeverfahrens, der Prüfung der Nutzungsbedingungen und Zugangsvereinbarungen sowie mit der Kontrolle von Entgeltniveau und -struktur. So wurden u.a. 2005 die von ProRail geplanten Entgeltregelungen begutachtet sowie 2006 die anreizbezogenen Entgeltelemente, die Reservierungsentgelte und die Kostenzurechnung zu bestimmten Teil-

⁸⁸ Vgl. Järnvägsstyrelsen (2006, 2007).

netzen analysiert. Auch 2007 soll die Überprüfung der Nutzungsentgelte von ProRail im Mittelpunkt der Regulierungstätigkeit stehen.⁸⁹

- In *Frankreich* ist das öffentliche Unternehmen Réseau Ferré de France (RFF) für die Trassenvergabe und die Erhebung der Nutzungsentgelte sowie für den Bau, den Betrieb und die Unterhaltung des Schienennetzes verantwortlich; die drei letztgenannten Funktionen nimmt aber nach wie vor das ehemals integrierte und jetzt noch für die Erbringung von Verkehrsleistungen zuständige Eisenbahnunternehmen SNCF wahr. Für die Festlegung der Trassenpreise und alle sonstigen Entscheidungen über netzzugangsrelevante Aspekte ist letztinstanzlich das Ministère d'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables (Ministerium für nachhaltige Umwelt, Entwicklung und Planung) verantwortlich. Die beim Ministerium angesiedelte Regulierungsstelle Mission de Contrôle des Activités Ferroviaires nimmt überwiegend beratende Funktionen wahr. Ihm obliegen die Voruntersuchung von Beschwerden in Bezug auf vermutete Diskriminierungen und Zugangsverweigerungen (Nutzungsbedingungen, Trassenzuweisung, Entgelte, Erbringung von zugangsrelevanten Diensten) sowie die Überprüfung der Zugangsbedingungen und die Abgabe diesbezüglicher Empfehlungen an das Verkehrsministerium.
- In *Österreich* müssen die von den Eisenbahninfrastrukturunternehmen vorgeschlagenen Nutzungsentgelte von einer unabhängigen Trassenzuweisungsstelle unter Beachtung der Vorgaben der §§ 67 bis 70 des Eisenbahngesetzes festgesetzt werden. Bei der unabhängigen Stelle handelt es sich in den meisten Fällen um die Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH; für die ÖBB ist wegen seiner Eigentümerfunktion das Ministerium für Verkehr, Innovation und Technologie zuständig. Die Regulierungsfunktionen sind der Schienen-Control GmbH und der Schienen-Control Kommission zugeordnet. Zu ihren Aufgaben gehören u.a. die Entscheidung über Beschwerden von Anschluss- und Mitbenutzungsberechtigten, die diesbezügliche Verhaltensregulierung sowie die Durchsetzung entsprechender Anträge, die Entscheidung über Beschwerden gegen Zuweisungsstellen und Eisenbahnverkehrsunternehmen, die Wettbewerbsaufsicht im Zusammenhang mit dem Zugang zur Schieneninfrastruktur, die Ergreifung von Zwangsmaßnahmen zur Gewährleistung des Netzzugangs, die Aufsicht über Verhandlungen über die Entgelthöhe sowie die Marktbeobachtung und die Überwachung der Eisenbahnunternehmen. Die Entgeltniveau- und -strukturregulierung ist nicht Bestandteil der Aufgaben der Schienen-Control GmbH bzw. Kommission.
- In der *Schweiz* werden die Regulierungsaufgaben vom Bundesamt für Verkehr und von der ihr administrativ zugeordneten aber unabhängigen Commission

⁸⁹ Vgl. Nederlandse Mededingingsautoriteit (2006, 2007).

d'Arbitrage dans le Domaine de Chemin de Fer (Schiedskommission im Eisenbahnwesen) wahrgenommen. Während das Ministerium (und die Konzessionsbehörden) das Entgelt festlegen, entscheidet die Schiedskommission die Streitigkeiten über die Gewährung des Netzzugangs und die Berechnung der Infrastrukturentgelte. Der Art. 9b des Eisenbahngesetzes, die Art. 18 bis 23 der Eisenbahn-Netzzugangsverordnung und die zugehörigen Ausführungsbestimmungen enthalten detaillierte Vorgaben zu der Entgeltstruktur (Grundpreis, bestehend aus Mindestpreis und Deckungsbeitrag; Preis für Zusatzleistungen), den Kostenstandards (Mindestpreis: Grenzkosten), den Kostenelementen (Mindestpreis: Infrastrukturkosten, Umweltbelastung, Nachfrage) und der Entgeltkalkulation (Energieverbrauch, leistungsabhängiger Unterhalt von Schienenweg und elektrischen Anlagen, Personalanteile) sowie genau spezifizierte Preisvorgaben.

4.2 Schlussfolgerungen für die Ausgestaltung der Entgeltregulierung in Deutschland

Da sich aus der Analyse der Entgeltregulierungspraxis in den anderen Staaten kaum verwertbare Anhaltspunkte für die Ausgestaltung der kostenbasierten Entgeltkontrolle in Deutschland ableiten lassen, muss im Folgenden allein auf die vorhergehende Untersuchung der Kostenkonzepte und Kostentreiber zurückgegriffen werden; hierbei sind auch die rechtlichen Vorgaben des AEG und der EIBV als Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Ausgangspunkt der kostenbasierten Entgeltregulierung müssen demnach eine Abgrenzung der Pflichtleistungen und die Bestimmung der für ihre Erbringung anfallenden Kosten sein. Bereits in diesem Zusammenhang sind die Einzelkosten zu spezifizieren sowie die Gemein- und Verbundkosten, die gleichzeitig für Pflichtleistungen und andere Leistungen anfallen, entsprechend zuzuschlüsseln. Die Frage, ob die tatsächlich angefallenen Kosten (Istkosten) angesetzt werden oder ob die mit einer betrieblich effizienten Leistungsbereitstellung einhergehenden Kosten die Grundlage für die Bestimmung des relevanten Gesamtkostenniveaus darstellen sollen, ist juristisch zugunsten der tatsächlichen Kosten entschieden worden. Zu diesem Zweck müssten die Kosteninformationen eingehend geprüft und – was bisher noch nicht erfolgt ist – durch eine Vergleichsmarkanalyse und / oder die Heranziehung von Kostenmodellen validiert werden. Überlegungen zur Bereinigung der Gesamtkostenhöhe um die Kapitalkosten der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Schienenwege und zu einer angemessenen kalkulatorischen Eigenkapitalverzinsung sind bereits angestellt worden.⁹⁰

⁹⁰ Zur juristischen Auslegung vgl. Kühling u.a. (2007).

Nachfolgend sollten die Einzelentgelte auf der Basis von ausreichend differenzierten kurzfristigen Grenzkosten bzw. inkrementellen Kosten der Infrastrukturbereitstellung und -nutzung festgesetzt werden; hierzu sind Informationen des Netzbetreibers, Kostenstudien oder eine Kostentreiberanalyse heranzuziehen. Bei bestimmten Investitionsvorhaben sind ggf. die langfristigen Grenz- bzw. inkrementellen Kosten zu berücksichtigen. Als Vorteile einer Preisbildung auf der Basis der kurzfristigen Grenz- bzw. inkrementellen Kosten gilt unter Berücksichtigung bestimmter Annahmen insbesondere die Maximierung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt (Realisierung einer allokativ optimalen Zahl an Verkehren, effiziente Nutzung der vorhandenen Eisenbahninfrastruktur). Auch in einzelwirtschaftlicher Hinsicht ist die Setzung von Grenzkostenpreisen von zentraler Relevanz, da diese für ein Unternehmen der entscheidende Anhaltspunkt für seine Entscheidung in Bezug auf die Bereitstellung einer Leistung sind (kurzfristige Preisuntergrenze).

Im Anschluss an die Ermittlung der Grenzkostenpreise sind diese um Zuschläge zu erhöhen, um ggf. die fixen Einzelkosten, insbesondere aber die bisher nicht berücksichtigten Gemein- und Verbundkosten zu berücksichtigen und somit eine kostendeckende Preisbildung zu ermöglichen. Die Zuschläge sollten stufenweise nach der inversen Elastizitätenregel (Ramsey-Boiteux-Preisbildung) ermittelt werden, wobei nach Verkehrsarten, der intra- und intermodalen Wettbewerbsintensität, räumlichen Merkmalen (Teilnetze, Strecken) und zeitlichen Kriterien (Spitzen- und Schwachlastzeitfenster) sowie nach persönlichen und sachlichen Merkmalen (Kundenanforderungen an die Pünktlichkeit und Geschwindigkeit, Zugarten) zu differenzieren ist. Anhaltspunkte können vorliegende Erkenntnisse über Nachfragecharakteristika, wie z.B. Zahlungsbereitschaften und Preis- oder Zeitelastizitäten, bieten. Falls diese aufgrund von Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Infrastrukturnachfrage und der Preiselastizitäten nicht zugänglich sind, müssten Abschätzungen vorgenommen werden. Die Vorzugswürdigkeit der inversen Elastizitätenregel ist damit zu begründen, dass sie allein unter bestimmten Voraussetzungen die allokativ Effizienz unter der Nebenbedingung einer Kostendeckungsbeschränkung maximiert. Die damit verbundene Preisdifferenzierung bewirkt außerdem, dass Nachfragermerkmale angemessen berücksichtigt und die richtigen Investitionsanreize gesetzt werden.

Sofern der Aspekt der Kapazitätsauslastung nicht bereits zuvor über das Konzept der langfristigen Grenz- bzw. inkrementellen Kosten bzw. über die räumliche oder zeitliche Differenzierung der Zuschläge einbezogen wurde, können auch die marginalen Knappheitskosten der Kapazitätsauslastung berücksichtigt werden. Deren Berechnung stößt jedoch ebenso auf methodische und Datenprobleme wie die der externen Unfall- und Umweltkosten, die zwar gegenwärtig auch noch keine Rolle spielen, in Zukunft aber relevant werden könnten (Lärmentgelte). Die Unterbrechungskosten müssen Eingang in das anreizkompatible Element zur Verringerung von Störungen und zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit finden. Eine Kontrolle des Kosten- und Entgeltniveaus ist jedoch angesichts des Problems der Bewertung von Zeitverlusten ebenfalls schwierig.

Voraussetzung für eine Entgeltregulierung zumindest auf der Basis der Kapital- und Betriebskosten ist die Verfügbarkeit ausreichend detaillierter Daten aus dem externen (Finanzbuchhaltung) und internen Rechnungswesen (insbesondere Kosten- und Leistungsrechnung, Investitionsrechnung) der Eisenbahninfrastrukturunternehmen. Hierzu gehören vor allem Informationen zu den Gesamtkosten und bestimmten Kostenarten, den Gemein- und Einzelkosten, der Variabilität der Kosten, ggf. den Grenz- oder inkrementellen Kosten, den Bewertungs- und Zurechnungskonventionen, den Faktorpreisen und -einsatzmengen, den Infrastrukturelementen (Inventar, wesentliche Merkmale der Anlagen, Anzahl bzw. Menge, Alter und qualitativer Zustand), den Instandhaltungs-, Betriebsführungs- und Erneuerungstätigkeiten, den Leistungsmerkmalen, der Nutzung (Verkehrsleistung) und der Kapazitätsauslastung, den Umsätzen und den Nachfragerstrukturen sowie relevante Prognosen.

Literaturverzeichnis

- Aberle, G. und U. Weber (1987), Verkehrswegebenutzungsabgaben für die Eisenbahn. Theoretische Grundlegung und verkehrspolitische Ausgestaltung, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation, Band 1, Darmstadt.
- Andersson, M. (2006a), Marginal Cost Pricing of Railway Infrastructure Operation, Maintenance, and Renewal in Sweden, From Policy to Practice Through Existing Data, Journal of the Transportation Research Board, No.1943, Transportation Research Board of the National Academics, Washington, D.C., 1-11.
- Andersson, M. (2006b), Marginal railway infrastructure cost estimates in the presence of unobserved effects, Working Papers, Swedish National Road & Transport Research Institute (VTI), No.2006:6, Borlänge.
- Barbera, A., C. M. Grimm, K. A. Phillips und L.J. Selzer (1987), Railroad Cost Structure – Revisited, Journal of the Transportation Research Forum 28, 237-244.
- Baumol, W. J. und J. G. Sidak (1994), The Pricing of Inputs Sold to Competitors, The Yale Journal on Regulation 11, 171-202.
- Berg, S. V. und J. Tschirhart (1988), Natural Monopoly Regulation. Principles and Practice, Cambridge – New York u.a.
- Berndt, A. (2003), Trassenpreise zwischen effizienter Allokation, Kostendeckung und Diskriminierungspotentialen. Eine wettbewerbsökonomische Analyse des Marktes für Schieninfrastrukturkapazitäten, Freiburger Studien zur Netzökonomie 8, Baden-Baden.
- Berndt, E. R., A. F. Friedlaender, J. Shaw-Er Wang Chiang und Ch. A. Velluro (1993), Cost effects of Mergers and Deregulation in the U.S. Rail Industry, Journal of Productivity Analysis 4, 127-144.
- Bickel, P. und St. Schmid (2002a), Marginal Cost Case Study 9D: Urban Road and Rail Case Studies Germany, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 11, Leeds, 8 May 2002.
- Bickel, P. und St. Schmid (2002b), Marginal Cost Case Study 9E: Inter-Urban Road and Rail Case Studies Germany, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 11, Leeds, 15 May 2003.
- Bickel, P., St. Schmid, J. Tervonen, K. Hämeikoski, T. Otterström, P. Anton, R. Enei, G. Leone, P. van Donselaar und H. Carmigchelt (2003), Environmental Marginal Cost Case Studies, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 11, Leeds, 24 January 2003.
- Bickel, P., St. Schmid und R. Friedrich (2005), Environmental Costs, in: Ch. Nash und B. Matthews (Hrsg.), Measuring the Marginal Social Cost of Transport, Research in Transportation Economics, Vol. 14, Amsterdam u.a., 185-209.
- Bitzan, J. D. (2000), Railroad Cost Conditions – Implications for Policy, Report prepared for the Federal Railroad Administration, U.S. Department of Transportation, July 2000.
- Bitzan, J. D. (2003), Railroad Costs and Competition, The Implications of Introducing Competition to Railroad Networks, Journal of Transport Economics and Policy 37, 201-225.

- Booz, Allen & Hamilton (1999), Railway infrastructure cost causation, Report to Office of Rail Regulator, London.
- Booz, Allen & Hamilton und TTCI UK (2005), Review of Variable Usage and Electrification Asset Usage Charges: Final Report, Report prepared for Office of Rail Regulation, London, June 2005.
- Børnes Daljord, Ø (2003), Marginalkostnader i jernbanenettet, Ragnar Frisch Centre for Economic Research, Rapport 2/2003.
- Borts, G. H. (1960), The Estimation of Rail Cost Functions, *Econometrica* 28, 108-131.
- Braeutigam, R. R. (1980), An Analysis of Fully Distributed Cost Pricing in Regulated Industries, *The Bell Journal of Economics* 11, 182-196.
- Braeutigam, R. R., A. F. Daughety und M. A. Turnquist (1982), The Estimation of a Hybrid Cost Function for a Railroad Firm, *Review of Economics and Statistics* 64, 394-404.
- Braeutigam, R. R., A. F. Daughety und M. A. Turnquist (1984), A Firm Specific Analysis of Economies of Density in the U.S. Railroad Industry, *Journal of Industrial Economy* 33, 3-20.
- Brenner, A. (1997), Wegerechnungen für das Schienennetz, Theoretische und empirische Analyse vor dem Hintergrund der Bahnstrukturreform in Deutschland, *Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation*, Band 12, Hamburg.
- Brown, R. S., D. W. Caves und L. R. Christensen (1979), Modeling the Structure of Cost and Production for Multiproduct Firms, *Southern Economic Journal* 46, 256-273.
- Bundesminister für Verkehr (BMV, 1969), Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland, erstellt von der Arbeitsgruppe Wegekosten im Bundesverkehrsministerium, Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr 34, Bad Godesberg.
- Caves, D. W., L. R. Christensen und J. A. Swanson (1980), Productivity in U.S. railroads, 1951-1974, *Bell Journal of Economics* 11, 166-181.
- Caves, D. W., L. R. Christensen und J. A. Swanson (1981), Productivity Growth, Scale Economics, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-74, *American Economic Review* 71, 994-1002.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, M. W. Tretheway und R. J. Windle (1985), Network Effects and the Measurement of Returns to Scale and Density for U.S. Railroads, in: Daughety, A. F. (Hrsg.), *Analytical Studies in Transport Economics*, New York.
- Coenenberg, A. G. (1997), *Kostenrechnung und Kostenanalyse*, 3. Aufl., Landsberg.
- De Borger, B. (1991), Hedonic versus homogeneous output specifications of railroad technology: Belgian railroads 1950-1986, *Transportation Research* 25A, 227-238.
- De Borger, B. (1992), Estimating a multiple-output generalized Box-Cox cost function, Cost structure and productivity growth in Belgian railroad operations, 1950-1986, *European Economic Review* 36, 1379-1398.
- Dooley, F. J., W. W. Wilson, D. E. Benson und D. D. Tolliver (1991), Post Staggers Productivity for Class I Railroads, MPC Report No.91-6, Mountain Plains Consortium, Fargo.

- ECOPLAN (2002), Unfallkosten im Straßen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998, Studie im Auftrag des Bundesamts für Raumplanung ARE, Bern – Altdorf.
- ECORYS Transport und CE Delft (2005), Infrastructure expenditures and costs, Practical guidelines to calculate total infrastructure costs for five modes of transport, Final report to the European Commission, Rotterdam.
- Emmerson, R. D. (1993), Costing Concepts and Applications, Presented To: The Columbia Institute for Tele-Information's, Second Biennial Program for International Regulators, November 15, 1993.
- Enei, R., G. Leone, St. Schmid und P. Bickel (2002), Marginal Cost Case Study 9H: Inter-Urban road and rail Case Studies, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 11, Leeds, 20 June 2002.
- European Conference of Ministers of Transport (ECMT) (2005), Railway Reform & Charges for the Use of Infrastructure, Paris.
- Filippini, M. und R. Maggi (1992), The Cost Structure of the Swiss Private Railways, International Journal of Transport Economics 19, 307-327.
- Filippini, M., R. Maggi und J. Mägerle (1999), Skalenerträge und optimale Betriebsgröße bei den schweizerischen Privatbahnen (1990-1995), Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Lugano, Quaderno n.99-07, Lugano.
- Friedlaender, A. F. und R. H. Spady (1981), Freight Transport Regulation: Equity, Efficiency and Competition in the Rail and Trucking Industry, Cambridge.
- Friedlaender, A. F., E. R. Berndt, J. Shaw-Er Wang Chiang, M. H. Showalter und Ch. A. Velluro (1993), Rail Costs and Capital Adjustments in a Quasi-Regulated Environment, Journal of Transport Economics and Policy 27, 131-152.
- Friedrich, R. und P. Bickel (Hrsg.) (2001), Environmental External Costs of Transport, Heidelberg.
- Gaudry, M. und E. Quinet (2003), Rail Track Wear-and-Tear Costs by Traffic Class in France, Université de Montréal, Publication AJD-66, Montréal, Novembre 2003.
- Gibson, St. (2000), Charging for the Use of Railway Capacity, in: Nash, Ch. und Niskanen, E. (Hrsg.), Helsinki Workshop on Infrastructure Charging on Railways, 31 July - 1 August, 2000, VATT-Discussion Papers 245, Helsinki, December 2000, 139-143.
- Griliches, Z. (1972), Cost Allocation in Railroad Regulation, Bell Journal of Economics and Management Sciences 3, 26-41.
- Harmatuck, D. J. (1979), A policy-sensitive railway cost function, Logistics and Transportation Review 15, 277-315.
- Harris, R. G. (1977), Economics of Density in the Railroad Freight Industry, Bell Journal of Economics 8, 556-564.
- Haupt, R. (1993), Kosteneinflussgrößen, in: W. Wittmann u.a. (Hrsg.), Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Band 2, 5. Aufl., Stuttgart, 2329-2339.

- Hedderich, A. (1996), Vertikale Desintegration im Schienenverkehr. Theoretische Basisüberlegungen und Diskussion der Bahnstrukturreform in Deutschland, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation 11, Hamburg.
- Hummel, S. und W. Männel (1990a), Kostenrechnung 1, Grundlagen, Aufbau und Anwendung, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Hummel, S. und W. Männel (1990b), Kostenrechnung 2, Moderne Verfahren und Systeme, 3. Aufl., Wiesbaden.
- IBM Business Consulting Services (2006), Eisenbahn-Regulierung in Europa, Vergleich des Status quo der Regulierung des Eisenbahnnetzzugangs in den EU-25 Ländern, der Schweiz und Norwegen, Zürich, März 2006.
- Idström, T. (2000), Estimation of Marginal Infrastructure Costs of the Finnish Rail Network, in: Nash, Ch. und Niskanen, E. (Hrsg.), Helsinki Workshop on Infrastructure Charging on Railways, 31 July - 1 August, 2000, VATT-Discussion Papers 245, Helsinki, December 2000, 179-187.
- IMPRINT-NET (Implementing pricing reforms in Transport – Networking) (2006), Deliverable 1. Pricing for (sustainable) transport policies – A state of the art.
- INFRAS und IWW (2000), External Costs of Transport, Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe, Zürich – Karlsruhe.
- INFRAS und IWW (2004), External Costs of Transport, Update Study, Final Report, Zürich – Karlsruhe.
- Ivaldi, M. und G. J. McCullough (2001), Density and Integration Effects on Class I U.S. Freight Railroads, Journal of Regulatory Economics 19, 161-182.
- Järnvägsstyrelsen (Swedish Rail Agency) (2006, 2007), Annual report 2005, Annual report 2006, Borlänge.
- Johansson, P. und J.-E. Nilsson (1998), Marginalkostnader för banslitage, CTS Working Papers, 1998:7; An economic analysis of track maintenance costs, School of Transport and Society, Economics Dep., Dalarna University, Paper No.821 for the 8th World Conference on Transport Research, Antwerpen.
- Johansson, P. und J.-E. Nilsson (2001/2004), An economic analysis of track maintenance costs, Working Paper, Office of Labour Market Policy Evaluation / Road and Transport Research Institute (mimeo) (2001), Transport Policy 11, 277-286 (2004).
- Keaton, M. H. (1990), Economics of Density and Service Levels on US Railroads: An Experimental Analysis, Logistics and Transportation Review 26, 211-227.
- Keeler, Th. E. (1974), Railroad Costs, Returns to Scale, and Excess Capacity, Review of Economics and Statistics 56, 201-208.
- Kim, H. Y. (1987), Economics of scale and scope in multiproduct firms: evidence from US railroads, Applied Economics 19, 733-741.
- Kruse, J. (1996), Engpässe in Verkehrs-Infrastrukturen, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 67, 183-203.

- Kühling, J., G. Hermeier und U. Heimeshoff (2007), Gutachten zur Klärung von Entgeltfragen nach AEG und EIBV, Z 25-5 / B 2570, Langfassung, im Auftrag der Bundesnetzagentur, Karlsruhe – Bochum.
- Laaser (1991), Wettbewerb im Verkehrswesen. Chancen für eine Deregulierung in der Bundesrepublik, Kieler Studien, Band 236, Tübingen.
- Lee T. und C. P. Baumel (1987), The Cost Structure of the U.S. Railroad Industry under Deregulation, Journal of the Transportation Research Forum 28, 245-253.
- Lerz, St. (1996), Congestion Theory and Railway Traffic, Capelle.
- Lindberg, G. (1999), Calculating Transport Accident Costs, Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 3), April 27 1999.
- Lindberg, G. (2002), Accident Cost Case Studies (Case Study 8c), The marginal cost of road/rail level crossing accidents on Swedish railways, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 9, Leeds, 10 February 2002.
- Lindberg, G. (2003), Marginal accident costs – case studies, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 9, Leeds, February 2003.
- Lindberg, G. (2005), Accidents, in: Ch. Nash und B. Matthews (Hrsg.), Measuring the Marginal Social Cost of Transport, Research in Transportation Economics, Vol. 14, Amsterdam u.a., 155-183.
- Link, H. und M. Maibach (1999), Calculating Transport Infrastructure Costs, Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 1), April 28 1999.
- Link, H. und J.-E. Nilsson (2005), Infrastructure, in: Ch. Nash und B. Matthews (Hrsg.), Measuring the Marginal Social Cost of Transport, Research in Transportation Economics, Vol. 14, Amsterdam u.a., 49-83.
- Link, H., H. Rieke und M. Schmied (2000a), Wegekosten und Wegekostendeckung des Straßen- und Schienenverkehrs in Deutschland im Jahre 1997, Gutachten im Auftrage des Bundesverbandes Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. und des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs (ADAC) e.V., Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Link, H., L. H. Stewart, M. Maibach, T. Sansom und J. Nellthorp (2000b), The Accounts Approach, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 2, Leeds, 30 October 2000.
- Link, H., L. H. Stewart, C. Doll, P. Bickel, St. Schmid, R. Friedrich, R. Krüger, B. Droste-Franke und W. Krewitz (2002), The Pilot Accounts for Germany, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 5, Annex 1, Leeds, 27 March 2002.
- Link, H., L. H. Stewart, R. Garcia, M. Herry, N. Sedlacek u.a. (2003a), Pilot Accounts – Results for Austria, Denmark, Spain, France, Ireland, Netherlands and UK, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 8, Leeds, 21 May 2003.
- Link, H., L. H. Stewart-Ladewig, R. Garcia, A. Henry, St. Godart u.a. (2003b), Pilot Accounts – Results for Belgium, Finland, Greece, Hungary, Italy, Luxembourg, Portugal, Sweden,

- UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 12, Leeds, 26 May 2003.
- Matthes, N. (2002), Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung im Telekommunikationssektor, *WiSt* 31, 62-68.
- McGeehan, H. (1993), Railway Costs and Productivity Growth, The Case of the Republic of Ireland, 1973-1983, *Journal of Transport Economics and Policy* 27, 19-32.
- Müller, G. (2006), Zur Ökonomie von Trassenpreissystemen, WIK Diskussionsbeiträge, Nr.279, Bad Honnef, August 2006.
- Munduch, G., A. Pfister, L. Sögner und A. Stiassny (2002), Estimating Marginal Costs for the Austrian Railway System, Vienna University of Economics & B.A., Department of Economics Working Paper Series, Working Paper No.78, Wien, Februar 2002.
- Nash, Ch. A. (2000), Rail Infrastructure Pricing. Key issues and experience from Britain, in: Nash, Ch. und E. Niskanen (Eds.), Helsinki Workshop on Infrastructure Charging on Railways. 31 July – 1 August, 2000, VATT-Discussion Papers 245, Helsinki, December 2000, 5-13.
- Nash, Ch. A. (2005), Rail infrastructure charges in Europe, *Journal of Transport Economics and Policy* 39, 259-278.
- Nash, Ch. und B. Matthews (2002), Infrastructure Cost Case Studies, British Rail Infrastructure Case Study, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 10, Annex A4, Leeds, June 2002.
- Nash, Ch. A. und T. Sansom (1999), Calculating Transport Congestion and Scarcity Costs, Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 2), May 2 1999.
- Nash, Ch. A. und T. Sansom (2001), Pricing European Transport Systems. Recent Developments and Evidence from Case Studies, *Journal of Transport Economics and Policy* 35, 363-380.
- Nederlandse Mededingingsautoriteit (Netherlands Competition Authority) (2006, 2007), Annual Report NMa 2005, Annual report NMa 2006, Den Haag.
- NERA, Nomisma, VTI, IVE, ENPC und BPM (1998), An Examination of Rail Infrastructure Charges. Final Report for the European Commission, DG VII, London, May 1998.
- Office of the Rail Regulator (ORR) (1994), Railtrack's Track Access Charges for Franchised Passenger Services: Developing the Structure of Charges, A Policy Statement, London.
- Office of the Rail Regulator (ORR) (1999), The Periodic Review of Railtrack's Track Access Charges: Usage Charges, A Technical Consultation Document, London, November 1999.
- Office of the Rail Regulator (ORR) (2000), The Periodic Review of Railtrack's Track Access Charges. Provisional Conclusions on the Incentive Framework, London.
- Railtrack (1999), Structure of Rail Access Charges, Summary of Asset Usage Cost Research, London, February 1999.

- Rehkugler, H. (1993), Kostenbegriffe, Kostenarten und Kostenkategorien, in: W. Wittmann u.a. (Hrsg.), Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Band 2, 5. Aufl., Stuttgart, 2320-2329.
- Ricci, A. und R. Friedrich (1999), Calculating Transport Environmental Costs, Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 2), April 30 1999.
- Ricci, A., P. Fagliani, Ch. Nash, B. Matthews u.a. (2006), Pricing for (sustainable) transport policies – A state of the art, IMPRINT-NET (Implementing pricing reforms in Transport – Networking), Deliverable 1, o. O., March 2006.
- Rodi, H. (1996), Effizienz im Schienenverkehr. Eine mikroökonomische Analyse unter besonderer Berücksichtigung der institutionellen Ausgestaltung des Trassenmarktes, Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster 140, Göttingen.
- Schmid St. A., P. Bickel und R. Friedrich (2001), External cost calculation for selected corridors, Recordit (Real Cost Reduction of Door-to-Door Intermodal Transport), Deliverable 4, Stuttgart, 13th November 2001.
- Schwalbach, M. (1997), Wettbewerb auf der Schiene. Die Vergabe von Fahrplantrassen nach der Bahnreform, Logistik und Verkehr 47, Göttingen.
- Sommer, H., M. Marti und St. Suter (2002), Accident Cost Case Studies (Case Study 8a), Marginal External Accident Costs in Switzerland, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 9, Leeds, 24 January 2002.
- Tervonen, J. und T. Idström (2004), Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997-2002, Publications of Finnish Rail Administration, A 6/2004, Helsinki.
- Velluro, Ch. A., E. R. Berndt, A. F. Friedlaender, J. Shaw-Er Wang Chiang und M. H. Showalter (1992), Deregulation, Mergers, and Cost Savings in Class I U.S. Railroads, 1974-86, Journal of Economics and Management Strategy 1, 339-369.
- Weber, J. (1993), Einführung in das Rechnungswesen II, Kostenrechnung, Stuttgart.
- Wheat, P. und A. S. J. Smith (2006), Assessing the Marginal Infrastructure Wear and Tear Costs for Great Britain's Railway Network, Paper presented to the European Transport Conference 2006, Strasbourg.
- Wilson, W. W. (1997), Cost Savings and Productivity in the Railroad Industry, Journal of Regulatory Economics 11, 21-40.
- Winston, C., T. M. Corsi, C. M. Grimm und C. A. Evans (1990), The Economic Effects of Surface Freight Deregulation, Washington, D.C.

Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 222: Franz Büllingen, Peter Stamm:
Mobiles Internet - Konvergenz von Mobilfunk und Multimedia, Juni 2001
- Nr. 223: Lorenz Nett:
Marktorientierte Allokationsverfahren bei Nummern, Juli 2001
- Nr. 224: Dieter Elixmann:
Der Markt für Übertragungskapazität in Nordamerika und Europa, Juli 2001
- Nr. 225: Antonia Niederprüm:
Quersubventionierung und Wettbewerb im Postmarkt, Juli 2001
- Nr. 226: Ingo Vogelsang
unter Mitarbeit von Ralph-Georg Wöhrl
Ermittlung der Zusammenschaltungs-entgelte auf Basis der in Anspruch genommenen Netzkapazität, August 2001
- Nr. 227: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel, Rolf Schwab:
Liberalisierung, Wettbewerb und Wachstum auf europäischen TK-Märkten, Oktober 2001
- Nr. 228: Astrid Höckels:
Internationaler Vergleich der Wettbewerbsentwicklung im Local Loop, Dezember 2001
- Nr. 229: Anette Metzler:
Preispolitik und Möglichkeiten der Umsatzgenerierung von Internet Service Providern, Dezember 2001
- Nr. 230: Karl-Heinz Neumann:
Volkswirtschaftliche Bedeutung von Resale, Januar 2002
- Nr. 231: Ingo Vogelsang:
Theorie und Praxis des Resale-Prinzips in der amerikanischen Telekommunikationsregulierung, Januar 2002
- Nr. 232: Ulrich Stumpf:
Prospects for Improving Competition in Mobile Roaming, März 2002
- Nr. 233: Wolfgang Kiesewetter:
Mobile Virtual Network Operators – Ökonomische Perspektiven und regulatorische Probleme, März 2002
- Nr. 234: Hasan Alkas:
Die Neue Investitionstheorie der Realoptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor, März 2002
- Nr. 235: Karl-Heinz Neumann:
Resale im deutschen Festnetz, Mai 2002
- Nr. 236: Wolfgang Kiesewetter, Lorenz Nett und Ulrich Stumpf:
Regulierung und Wettbewerb auf europäischen Mobilfunkmärkten, Juni 2002
- Nr. 237: Hilke Smit:
Auswirkungen des e-Commerce auf den Postmarkt, Juni 2002
- Nr. 238: Hilke Smit:
Reform des UPU-Endvergütungssystems in sich wandelnden Postmärkten, Juni 2002
- Nr. 239: Peter Stamm, Franz Büllingen:
Kabelfernsehen im Wettbewerb der Plattformen für Rundfunkübertragung - Eine Abschätzung der Substitutionspotenziale, November 2002
- Nr. 240: Dieter Elixmann, Cornelia Stappen unter Mitarbeit von Anette Metzler:
Regulierungs- und wettbewerbspolitische Aspekte von Billing- und Abrechnungsprozessen im Festnetz, Januar 2003
- Nr. 241: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf unter Mitarbeit von Ulrich Ellinghaus, Joachim Scherer, Sonia Strube Martins, Ingo Vogelsang:
Eckpunkte zur Ausgestaltung eines möglichen Handels mit Frequenzen, Februar 2003
- Nr. 242: Christin-Isabel Gries:
Die Entwicklung der Nachfrage nach breitbandigem Internet-Zugang, April 2003

- Nr. 243: Wolfgang Briglauer:
Generisches Referenzmodell für die Analyse relevanter Kommunikationsmärkte – Wettbewerbsökonomische Grundfragen, Mai 2003
- Nr. 244: Peter Stamm, Martin Wörter:
Mobile Portale – Merkmale, Marktstruktur und Unternehmensstrategien, Juli 2003
- Nr. 245: Franz Büllingen, Annette Hillebrand:
Sicherstellung der Überwachbarkeit der Telekommunikation: Ein Vergleich der Regelungen in den G7-Staaten, Juli 2003
- Nr. 246: Franz Büllingen, Annette Hillebrand:
Gesundheitliche und ökologische Aspekte mobiler Telekommunikation – Wissenschaftlicher Diskurs, Regulierung und öffentliche Debatte, Juli 2003
- Nr. 247: Anette Metzler, Cornelia Stappen unter Mitarbeit von Dieter Elixmann:
Aktuelle Marktstruktur der Anbieter von TK-Diensten im Festnetz sowie Faktoren für den Erfolg von Geschäftsmodellen, September 2003
- Nr. 248: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel with contributions of Anette Metzler:
"Next Generation Networks" and Challenges for Future Regulatory Policy, November 2003
- Nr. 249: Martin O. Wengler, Ralf G. Schäfer:
Substitutionsbeziehungen zwischen Festnetz und Mobilfunk: Empirische Evidenz für Deutschland und ein Survey internationaler Studien, Dezember 2003
- Nr. 250: Ralf G. Schäfer:
Das Verhalten der Nachfrager im deutschen Telekommunikationsmarkt unter wettbewerblichen Aspekten, Dezember 2003
- Nr. 251: Dieter Elixmann, Anette Metzler, Ralf G. Schäfer:
Kapitalmarktinduzierte Veränderungen von Unternehmensstrategien und Marktstrukturen im TK-Markt, März 2004
- Nr. 252: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:
Der Markt für Public Wireless LAN in Deutschland, Mai 2004
- Nr. 253: Dieter Elixmann, Annette Hillebrand, Ralf G. Schäfer, Martin O. Wengler:
Zusammenwachsen von Telefonie und Internet – Marktentwicklungen und Herausforderungen der Implementierung von ENUM, Juni 2004
- Nr. 254: Andreas Hense, Daniel Schäffner:
Regulatorische Aufgaben im Energiebereich – ein europäischer Vergleich, Juni 2004
- Nr. 255: Andreas Hense:
Qualitätsregulierung und wettbewerbspolitische Implikationen auf Postmärkten, September 2004
- Nr. 256: Peter Stamm:
Hybridnetze im Mobilfunk – technische Konzepte, Pilotprojekte und regulatorische Fragestellungen, Oktober 2004
- Nr. 257: Christin-Isabel Gries:
Entwicklung der DSL-Märkte im internationalen Vergleich, Oktober 2004
- Nr. 258: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Diana Rätz:
Alternative Streitbeilegung in der aktuellen EMVU-Debatte, November 2004
- Nr. 259: Daniel Schäffner:
Regulierungsökonomische Aspekte des informatorischen Unbundling im Energiebereich, Dezember 2004
- Nr. 260: Sonja Schölermann:
Das Produktangebot von Universaldienstleistern und deren Vergleichbarkeit, Dezember 2004
- Nr. 261: Franz Büllingen, Aurélia Gillet, Christin-Isabel Gries, Annette Hillebrand, Peter Stamm:
Stand und Perspektiven der Vorratsdatenspeicherung im internationalen Vergleich, Februar 2005
- Nr. 262: Oliver Franz, Marcus Stronzik:
Benchmarking-Ansätze zum Vergleich der Effizienz von Energieunternehmen, Februar 2005

- Nr. 263: Andreas Hense:
Gasmarktregulierung in Europa: Ansätze, Erfahrungen und mögliche Implikationen für das deutsche Regulierungsmodell, März 2005
- Nr. 264: Franz Büllingen, Diana Rätz:
VoIP – Marktentwicklungen und regulatorische Herausforderungen, Mai 2005
- Nr. 265: Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:
Stand der Backbone-Infrastruktur in Deutschland – Eine Markt- und Wettbewerbsanalyse, Juli 2005
- Nr. 266: Annette Hillebrand, Alexander Kohlstedt, Sonia Strube Martins:
Selbstregulierung bei Standardisierungsprozessen am Beispiel von Mobile Number Portability, Juli 2005
- Nr. 267: Oliver Franz, Daniel Schäffner, Bastian Trage:
Grundformen der Entgeltregulierung: Vor- und Nachteile von Price-Cap, Revenue-Cap und hybriden Ansätzen, August 2005
- Nr. 268: Andreas Hense, Marcus Stronzik:
Produktivitätsentwicklung der deutschen Strom- und Gasnetzbetreiber – Untersuchungsmethodik und empirische Ergebnisse, September 2005
- Nr. 269: Ingo Vogelsang:
Resale und konsistente Entgeltregulierung, Oktober 2005
- Nr. 270: Nicole Angenendt, Daniel Schäffner:
Regulierungsökonomische Aspekte des Unbundling bei Versorgungsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung von Pacht- und Dienstleistungsmodellen, November 2005
- Nr. 271: Sonja Schölermann:
Vertikale Integration bei Postnetzbetreibern – Geschäftsstrategien und Wettbewerbsrisiken, Dezember 2005
- Nr. 272: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:
Transaktionskosten der Nutzung des Internet durch Missbrauch (Spamming) und Regulierungsmöglichkeiten, Januar 2006
- Nr. 273: Gernot Müller, Daniel Schäffner, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:
Indikatoren zur Messung von Qualität und Zuverlässigkeit in Strom- und Gasversorgungsnetzen, April 2006
- Nr. 274: J. Scott Marcus:
Interconnection in an NGN Environment, Mai 2006
- Nr. 275: Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:
Incumbents und ihre Preisstrategien im Telefondienst – ein internationaler Vergleich, Juni 2006
- Nr. 276: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:
Wettbewerbspolitische Bedeutung des Postleitzahlensystems, Juni 2006
- Nr. 277: Marcus Stronzik, Oliver Franz:
Berechnungen zum generellen X-Faktor für deutsche Strom- und Gasnetze: Produktivitäts- und Inputpreisdifferential, Juli 2006
- Nr. 278: Alexander Kohlstedt:
Neuere Theoriebeiträge zur Netzökonomie: Zweiseitige Märkte und On-net/Off-net-Tariffdifferenzierung, August 2006
- Nr. 279: Gernot Müller:
Zur Ökonomie von Trassenpreissystemen, August 2006
- Nr. 280: Franz Büllingen, Peter Stamm in Kooperation mit Prof. Dr.-Ing. Peter Vary, Helge E. Lüders und Marc Werner (RWTH Aachen):
Potenziale alternativer Techniken zur bedarfsgerechten Versorgung mit Breitbandzugängen, September 2006
- Nr. 281: Michael Brinkmann, Dragan Ilic:
Technische und ökonomische Aspekte des VDSL-Ausbaus, Glasfaser als Alternative auf der (vor-) letzten Meile, Oktober 2006
- Nr. 282: Franz Büllingen:
Mobile Enterprise-Solutions – Stand und Perspektiven mobiler Kommunikationslösungen in kleinen und mittleren Unternehmen, November 2006

- Nr. 283: Franz Büllingen, Peter Stamm:
Triple Play im Mobilfunk: Mobiles Fernsehen über konvergente Hybridnetze, Dezember 2006
- Nr. 284: Mark Oelmann, Sonja Schölermann:
Die Anwendbarkeit von Vergleichsmarktanalysen bei Regulierungsentscheidungen im Postsektor, Dezember 2006
- Nr. 285: Iris Bösch:
VoIP im Privatkundenmarkt – Marktstrukturen und Geschäftsmodelle, Dezember 2006
- Nr. 286: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:
Stand und Perspektiven der Telekommunikationsnutzung in den Breitbandkabelnetzen, Januar 2007
- Nr. 287: Konrad Zoz:
Modellgestützte Evaluierung von Geschäftsmodellen alternativer Teilnehmernetzbetreiber in Deutschland, Januar 2007
- Nr. 288: Wolfgang Kiesewetter:
Marktanalyse und Abhilfemaßnahmen nach dem EU-Regulierungsrahmen im Ländervergleich, Februar 2007
- Nr. 289: Dieter Elixmann, Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:
Internationaler Vergleich der Sektorperformance in der Telekommunikation und ihrer Bestimmungsgründe, Februar 2007
- Nr. 290: Ulrich Stumpf:
Regulatory Approach to Fixed-Mobile Substitution, Bundling and Integration, März 2007
- Nr. 291: Mark Oelmann:
Regulatorische Marktzutrittsbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Wettbewerb: Erfahrungen aus ausgewählten Briefmärkten Europas, März 2007
- Nr. 292: Patrick Anell, Dieter Elixmann:
"Triple Play"-Angebote von Festnetzbetreibern: Implikationen für Unternehmensstrategien, Wettbewerb(s)politik und Regulierung, März 2007
- Nr. 293: Daniel Schäffner:
Bestimmung des Ausgangsniveaus der Kosten und des kalkulatorischen Eigenkapitalzinssatzes für eine Anreizregulierung des Energiesektors, April 2007
- Nr. 294: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:
Ex-ante-Preisregulierung nach vollständiger Marktöffnung der Briefmärkte, April 2007
- Nr. 295: Alex Kalevi Dieke, Martin Zauner:
Arbeitsbedingungen im Briefmarkt, Mai 2007
- Nr. 296: Antonia Niederprüm:
Geschäftsstrategien von Postunternehmen in Europa, Juli 2007
- Nr. 297: Nicole Angenendt, Gernot Müller, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:
Stromerzeugung und Stromvertrieb – eine wettbewerbsökonomische Analyse, August 2007
- Nr. 298: Christian Growitsch, Matthias Wissner:
Die Liberalisierung des Zähl- und Messwesens, September 2007
- Nr. 299: Stephan Jay:
Bedeutung von Bitstrom in europäischen Breitbandvorleistungsmärkten, September 2007
- Nr. 300: Christian Growitsch, Gernot Müller, Margarethe Rammerstorfer, Prof. Dr. Christoph Weber (Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Universität Duisburg-Essen):
Determinanten der Preisentwicklung auf dem deutschen Minutenreservemarkt, Oktober 2007
- Nr. 301: Gernot Müller:
Zur kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten – Eine ökonomische Analyse von Kostenkonzepten und Kostentreibern, Dezember 2007