

Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts

Internationale Erfahrungen und
Implikationen für den deutschen
Eisenbahninfrastruktursektor

Autoren:
Christian M. Bender
Marcus Stronzik

Bad Honnef, März 2014

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

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

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Variablenverzeichnis	VI
Zusammenfassung	VII
Summary	VIII
1 Einleitung	1
2 Rechtliche Rahmenbedingungen und ökonomischer Hintergrund	3
2.1 Geplante gesetzliche Rahmenbedingungen der Anreizregulierung im deutschen Eisenbahninfrastrukturbahnsektor	3
2.2 Ökonomisches Konzept der Anreizregulierung	4
2.3 Ökonomisches Konzept der Preisobergrenzenregulierung	7
3 Methoden zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren	10
3.1 Definitionen und Terminologie	10
3.2 Methoden der vergangenheitsbezogenen Bestimmung von Produktivitätsfaktoren	13
3.2.1 Produktivitätsindices	13
3.2.2 Nicht-parametrische Verfahren	15
3.2.3 Parametrische Verfahren	19
3.3 Methoden der zukunftsorientierten Bestimmung von Produktivitätsfaktoren	22
4 Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis	25
4.1 Übersicht verwendeter Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis	25
4.2 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im britischen Eisenbahnsektor	29
4.2.1 Rahmenbedingungen	29
4.2.2 Methodisches Vorgehen	29
4.2.3 Datenbasis	34
4.3 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im US-amerikanischen Eisenbahnsektor	35
4.3.1 Rahmenbedingungen	35
4.3.2 Methodisches Vorgehen	35
4.3.3 Datenbasis	38

4.4	Bestimmung des Produktivitätsfaktors im österreichischen Gassektor	38
4.4.1	Rahmenbedingungen	38
4.4.2	Methodisches Vorgehen	39
4.4.3	Datenbasis	41
4.5	Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Postsektor	44
4.5.1	Rahmenbedingungen	44
4.5.2	Methodisches Vorgehen	44
4.5.3	Datenbasis	47
4.6	Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Stromsektor	47
4.6.1	Rahmenbedingungen	47
4.6.2	Methodisches Vorgehen	48
4.6.3	Datenbasis	50
4.7	Bestimmung des Produktivitätsfaktors im britischen Stromsektor	52
4.7.1	Rahmenbedingungen	52
4.7.2	Methodisches Vorgehen	53
4.7.3	Datenbasis	56
4.8	Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Telekommunikationssektors	57
4.8.1	Rahmenbedingungen	57
4.8.2	Methodisches Vorgehen	57
4.8.3	Datenbasis	59
4.9	Verwendete Methoden und Übertragbarkeit	60
5	Schätzung des sektoralen Produktivitätsfaktors für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor	63
5.1	Datenbasis	63
5.2	Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors	64
5.3	Berechnung des sektoralen Produktivitätsfortschritts	68
5.4	Sensitivitätsanalyse	72
5.5	Diskussion der Anwendbarkeit der Ergebnisse zur Festlegung eines generellen X-Faktors	74
6	Schlussfolgerungen	76
	Literaturverzeichnis	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Effizienz und Produktivität	12
Abbildung 2:	Skalenerträge und DEA	15
Abbildung 3:	Inputmengenorientierte DEA mit CRS	16
Abbildung 4:	Inputmengenorientierte Malmquist-DEA mit konstanten Skalenerträgen	18
Abbildung 5:	OLS, COLS und MOLS	21
Abbildung 6:	Stochastische Effizienzgrenzenanalyse	22
Abbildung 7:	Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Synthetischer Input-, Output- und TFP-Index	69
Abbildung 8:	Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – TFP-Entwicklung nach Aktivitäten	70
Abbildung 9:	Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Gesamtwirtschaftliche und sektorale TFP-Entwicklung	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis (1/2)	26
Tabelle 2:	Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis (2/2)	27
Tabelle 3:	Analyse der realen Stückkosten im britischen Eisenbahnsektor	30
Tabelle 4:	Effizienzvorgaben für NetworkRail im britischen Access Review 2008	33
Tabelle 5:	Berechnung des Produktivitätsfortschritts im Eisenbahnsektor in den USA	37
Tabelle 6:	Schlüsselfaktoren der Anreizregulierung österreichischer Gasnetzbetreiber	39
Tabelle 7:	Meta-Studie von E-Control für die Bestimmung des Produktivitätsfaktors im österreichischen Gassektor	42
Tabelle 8:	Berechnung der BNetzA für die Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Stromsektor	51
Tabelle 9:	Schlüsselfaktoren der Anreizregulierung britischer Stromnetzbetreiber	54
Tabelle 10:	Die Sliding-Scale Matrix für die Regulierungsperiode 2005-2010 im britischen Stromsektor	55
Tabelle 11:	Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors für die Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Aktivitäten, Kostenkomponenten und Anteile an den Gesamtkosten	64
Tabelle 12:	Ausgewählte Vergleichssektoren aus der VGR zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor	65
Tabelle 13:	Zuordnung der Vergleichssektoren aus der VGR zu Aktivitäten und Kostenkategorien im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor	66
Tabelle 14:	Zusammensetzung des synthetischen Sektors zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor	67
Tabelle 15:	Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Variablen und verwendete Daten aus der VGR	69
Tabelle 16:	Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Sensitivitätsanalyse der geschätzten TFP-Entwicklung	72

Abkürzungsverzeichnis

ARegV	Anreizregulierungsverordnung
BK	Beschlusskammer
BNetzA	Bundesnetzagentur
COLS	Corrected Ordinary Least Square
DB	Deutsche Bahn
DBAG	Deutsche Bahn AG
DEA	Data Envelopment Analysis
Destatis	Statistisches Bundesamt
DPAG	Deutsche Post AG
DTAG	Deutsche Telekom AG
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERegG	Eisenbahnregulierungsgesetz
KeL	Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung
LICB	Lasting Infrastructure Cost Benchmarking
MOLS	Modified Ordinary Least Square
NPI	Netzbetreiberpreisindex
OLS	Ordinary Least Square
ORR	Office of Rail Regulation
PAF	Productivity Adjustment Factor
PEntgV	Post-Entgeltregulierungsverordnung
RCAF	Railroad Cost Adjustment Factor
RUOE	Real unit operation expenses
SFA	Stochastic Frontier Analysis
STB	Surface Transportation Board
TEntgV	Telekommunikations-Entgeltregulierungsverordnung
TFP	Totale Faktorproduktivität
TK	Telekommunikation
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Variablenverzeichnis

K	Kapital
A	Arbeit
p	Preis / Nutzungsentgelt
w	Preise für Vorleistungsprodukte / Produktionsfaktoren
θ	Lohnquote
Δ	Veränderung über die Zeit
ΔI	Veränderung des allgemeinen Preisniveaus über die Zeit
ΔP	Preisfad / Veränderung der Preisobergrenze über die Zeit
σ_j	Anteil eines Vergleichssektors j an synthetischen Sektor
C_i	Kosten der Kostenkategorie i
q	Ausbringungsmenge
y	Menge der eingesetzten Vorleistungen / Produktionsfaktoren
ST	Öffentliche Zuwendungen
X	X-Faktor / Produktivitätsfaktor
TFP	Totale Faktorproduktivität

Zusammenfassung

Für die geplante Neuordnung der Regulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor wird die Einführung einer effizienzorientierten Anreizregulierung für den Zugang zu Schienenwegen und Personenbahnhöfen diskutiert. Ein zentrales Anliegen der Anreizregulierung ist es, den Eisenbahninfrastrukturunternehmen ausreichend Anreize zur Kostensenkung und zur Berücksichtigung von Produktivitätsfortschritten bei den Entgelten zu setzen. Dabei stellt die Bestimmung des Produktivitätsfortschritts einen zentralen Aspekt dar. Vor diesem Hintergrund untersucht diese Studie, wie der sektorale Produktivitätsfortschritt im Eisenbahninfrastruktursektor bestimmt werden kann.

Die Studie beschreibt und vergleicht zunächst Verfahren zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis in anderen Infrastruktursektoren und/oder Staaten. Die von uns betrachteten Beispiele zeigen, dass sehr unterschiedliche Methoden zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren zur Anwendung kommen. Die Verwendung komplexer Benchmarkingverfahren (z.B. Stochastic Frontier Analysis, Data Envelopment Analysis) erfolgt meist zur Abschätzung unternehmensindividueller Ineffizienzen und stellt hohe Anforderungen an die verfügbaren Daten. Kostenmodelle und Kostenprüfungen werden häufig nicht nur zur Abschätzung von Ineffizienzen, sondern auch zur Identifikation von Kostentreibern herangezogen, um zielgerichtet Daten für die Anwendung von Benchmarkingverfahren in späteren Regulierungsperioden erheben zu können. Die Bestimmung des allgemeinen sektoralen Produktivitätsfortschritts erfolgt häufig über Benchmarkingverfahren mit einem „synthetischen Vergleichssektor“. Die Vorteile dieser Methode liegen vor allem in der hohen Transparenz und einfachen Anwendbarkeit. Ein Nachteil der Methode liegt darin, dass Ursachen für Produktivitätsveränderungen nicht identifiziert werden können. Durch die Verwendung wettbewerblicher Vergleichssektoren wird im Wesentlichen der technologische Fortschritt erfasst (jedoch nicht das Aufholen von Ineffizienzen, das so genannte „catch-up“).

Anschließend wird in der Studie der sektorale Produktivitätsfortschritt im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor mittels eines synthetischen Vergleichssektors berechnet. Unsere Berechnungen schätzen den jährlichen Produktivitätsfortschritt in den Jahren 1992 bis 2008 auf ca. 0,6%. Die Ergebnisse verschiedener Szenarien bewegen sich innerhalb einer Bandbreite zwischen 0,26 % und 1,85 % p.a. Diese Werte stellen eine Untergrenze für die Festlegung von Produktivitätsvorgaben dar. Der bei Einführung einer Anreizregulierung zu erwartenden Abbau von Ineffizienzen sollte zusätzlich berücksichtigt werden.

Grundsätzlich sollte bei der Bestimmung der Produktivitätsvorgabe ein pragmatischer Ansatz verfolgt werden. Je einfacher, transparenter und verständlicher dabei die Methoden und Analysen zur Stützung der Regulierungsentscheidung sind, desto höher dürfte die Akzeptanz der Ergebnisse sein.

Summary

As part of the reform of railroad legislation in Germany, the introduction of efficiency-oriented incentive regulation has been proposed for railroad access charges. One major objective of incentive regulation is to provide railway infrastructure providers sufficient incentives for cost savings and to make sure that access charges reflect productivity improvements appropriately. One key aspect of incentive regulation is the determination of the sectoral productivity growth. Against this background, the study examines how productivity growth in the railroad sector can be determined in Germany.

The study describes and compares methods for determining productivity factors in the regulatory practice in other infrastructure sectors and/or countries. The examples show that a variety of methods is used to determine productivity factors. More sophisticated benchmarking-methods (e.g. Stochastic Frontier Analysis, Data Envelopment Analysis) are mainly applied for individual, firm-specific inefficiencies and require extensive data sets (and cannot be applied if such data are not available). In addition to assessing inefficiencies directly, cost models and cost audits are often used to identify cost drivers and thus enable and inform regulators to collect data more meaningfully for benchmarks in subsequent regulatory periods. General productivity growth in the sector can be estimated based on benchmarks with a 'synthetic comparator sector'. Advantages of this method are high transparency and the easy applicability. A shortcoming of this method is that reasons for changes in productivity cannot be identified. By using mainly competitive sectors as comparator sectors, the productivity index primarily approximates technological progress (and does not capture catch-up effects due to the elimination of inefficiencies).

The study goes on to calculate productivity growth in the German railroad sector based on a synthetic comparator sector. Our calculations estimate an average annual increase in productivity of 0.6 % between 1992 and 2008. The results of different scenarios vary between 0.26 % and 1.85 % p.a. These values should be seen as lower bounds for the determination of regulatory productivity targets. For the first periods of an incentive regulation, a catch-up factor should be taken into account separately to reflect the reduction of inefficiencies that had likely been accumulated before incentive regulation.

Generally, we recommend that productivity targets should be determined using a pragmatic approach. The simpler, the more transparent and more understandable the methodologies and analyses used to support regulatory decisions are, the more accepted will be the results.

1 Einleitung

Die geplante Neuordnung der Regulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor sieht die Einführung einer effizienzorientierten Anreizregulierung vor mit einem Wechsel von einer widerspruchsbasierten Kostenzuschlagsregulierung hin zu einer Ex-ante-Genehmigungspflicht der Entgelte für den Zugang zu Schienenwegen und Personenbahnhöfen. Ein zentrales Anliegen ist dabei die Förderung von Investitionen und Innovationen sowie die Disziplinierung der Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) in Bezug auf die Preisgestaltung, um die Vorgaben der Europäischen Rahmenrichtlinie umzusetzen. Insbesondere die Umsetzung der Ziele des ersten Eisenbahnpaketes aus dem Jahre 2001 und dem Recast aus dem Jahr 2012, wonach die Regulierungsvorgaben den EIU ausreichende Anreize zur Kostensenkung und zur Berücksichtigung von Produktivitätsfortschritten bei den Nutzungsentgelten setzen sollen, wurde zuletzt durch ein Urteil des EuGH als unzureichend gerügt. In den ersten Entwürfen des von der Bundesregierung ausgearbeiteten Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) war zunächst eine Entgeltprüfung auf Basis der Kosten der effizienten Leistungserbringung geplant. Im September 2012 legte die Bundesregierung einen neuen Entwurf des ERegG vor, das die Einführung einer Preisobergrenzenregulierung vorsah. Zwar scheiterte die Umsetzung des ERegG in der vergangenen Legislaturperiode an der Zustimmung des Bundesrates, jedoch besteht auch weiterhin die Notwendigkeit, die Entgeltregulierung im deutschen Eisenbahnsektor zu novellieren und an den Vorgaben der EU auszurichten.

Vor diesem Hintergrund widmet sich die Studie der Frage, wie der sektorale Produktivitätsfortschritt für eine am Effizienzmaßstab orientierte Regulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor bestimmt werden kann. Angesichts der bestehenden Unsicherheit über die konkrete Ausgestaltung einer Anreizregulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor wird ein möglichst universell einsetzbarer Ansatz gewählt, dessen Anwendbarkeit nicht auf die letzten Entwürfe zum ERegG beschränkt ist. Daher werden etwaige unternehmensindividuelle Effizienzvorgaben im Rahmen der Studie nicht behandelt. Der Fokus liegt auf Methoden zur Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfortschritts. Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der praktischen Anwendung von Verfahren zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren und den Erfahrungen in der Regulierungspraxis anderer Infrastruktursektoren und/oder Staaten. Aufbauend auf den betrachteten Anwendungsbeispielen wird eine Methode zur Berechnung des sektoralen Produktivitätsfortschritts vorgeschlagen und notwendige Anpassungen diskutiert, die eine direkte Anwendung ermöglichen.

Die Studie stellt in Abschnitt 2 zunächst den geplanten regulatorischen Rahmen für die Entgeltregulierung im deutschen Eisenbahnsektor sowie die dahinterstehenden ökonomischen Konzepte der Anreizregulierung und der Preisobergrenzenregulierung dar. In Abschnitt 3 werden einleitend die für die Studie relevanten Konzepte und Begriffe definiert bevor eine kurze Darstellung von Methoden zur Messung von Produktivitätsfaktoren mit einer Diskussion ihrer generellen Vor- und Nachteilen erfolgt. Den Kern der Stu-

die bildet die Darstellung und Analyse von internationalen Anwendungsbeispielen für die Bestimmung von Produktivitätsfaktoren in Abschnitt 4. Insgesamt werden die allgemeinen regulatorischen Rahmenbedingungen, das methodische Vorgehen zur Bestimmung der jeweiligen Produktivitätsfaktoren und die dafür zugrundeliegende Datenbasis für sieben Anwendungsbeispiele dargestellt. Aufbauend auf gewonnenen Erkenntnissen stellt Abschnitt 5 einen Vorschlag für eine empirische Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts mittels eines „synthetischen Vergleichssektors“ vor. Abschließend werden die Resultate hinsichtlich ihrer Robustheit und der praktischen Anwendbarkeit für die Regulierung des deutschen Eisenbahninfrastruktursektors diskutiert.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen und ökonomischer Hintergrund

Im nachfolgenden Abschnitt 2.1 wird zunächst der Hintergrund der Studie und die geplanten rechtlichen Rahmenbedingungen der Anreizregulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor beschrieben. Anschließend werden in den Abschnitten 2.2 und 2.3 die mit diesen rechtlichen Rahmenbedingungen verknüpften ökonomischen Konzepte erläutert.

2.1 Geplante gesetzliche Rahmenbedingungen der Anreizregulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor

Ein Ziel des ersten Eisenbahnpakets im Jahre 2001 und im Rahmen des Recast im Jahre 2012 ist es, für Eisenbahninfrastrukturunternehmen „Anreize zur Kostensenkung und zur effizienten Verwaltung ihrer Fahrwege“ und dadurch zur Senkung der Zugangsentgelte zu setzen.¹ Die Entgeltregelungen sollten zudem den „von den Eisenbahnunternehmen erzielten Produktivitätszuwächsen Rechnung tragen“².

Im September 2012 veröffentlichte der Bundestag³ einen Entwurf zum Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG⁴), der unter anderem die Einführung einer Anreizregulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor beinhaltet. Die Zugangsentgelte für Schienenwege und Personenbahnhöfe sollen demnach einer Preisobergrenzenregulierung unterliegen, deren Ausgangspunkt die tatsächlichen Infrastrukturkosten sind. Die Infrastrukturkosten sollen auf sogenannte Körbe entsprechend der Verkehrsleistungen (Schienengüter- Schienenpersonennah- und Schienenpersonenfernverkehr) und innerhalb der Verkehrsleistungen nach Marktsegmenten (bspw. Einzelwagen- und Ganzzugverkehren) entsprechend der Leistungsfähigkeit („Marktragfähigkeit“) der Segmente aufgeteilt werden. Die Bundesnetzagentur soll anschließend für jeden Korb einen Preispfad mit den Preisobergrenzen über die Regulierungsperiode ermitteln.⁵ Der Preispfad soll dabei insbesondere folgende relevante Maßgrößen berücksichtigen:

- Das Ausgangsentgeltniveau.
- Die gewichtete Steigerungsrate der regulierten Preise.
- Die Steigerungsrate der Vorleistungspreise.
- Eine Effizienzvorgabe inklusive einer allgemeinen oder sektoralen Produktivitätsentwicklung.
- Qualitätsvorgaben.
- Zuwendungen.

1 Vgl. RL 2001/14/EG, Erwägungsgrund (40) und Art. 6(2); RL 2012/34/EU, Erwägungsgrund (71) und Art. 30 (1).

2 RL 2001/14/EG, Art. 8 (1); RL 2012/34/EU, Art. 32 (1).

3 Vgl. Bundestagsdrucksache 559/12.

4 Sofern nicht anderweitig gekennzeichnet, beziehen sich die Ausführungen und die Abkürzung „ERegG“ auf den in FN 3 angeführten Entwurf des Bundestags.

5 Vgl. Bundestagsdrucksache 559/12: S. 172f.

Ferner soll der Preispfad eine angemessene Verzinsung des eingesetzten Kapitals ermöglichen und sicherstellen, dass die zur Erfüllung der Obergrenze notwendigen Kosteneinsparungen auch tatsächlich realisierbar sind. Dazu sollen hinsichtlich der Effizienzvorgabe Analysen unter Verwendung verschiedener Methoden vorgenommen werden, die Effizienzvergleiche sowohl „national wie auch international, sektorübergreifend als auch unternehmensintern“⁶ einbeziehen können.

Auch wenn die Umsetzung des vorgeschlagenen Entwurfes zum Eisenbahnregulierungsgesetz vom Bundesrat im Juli 2013 abgelehnt wurde⁷, so ist die Einführung einer Anreizregulierung im deutschen Eisenbahnmarkt wahrscheinlich. Zum einen bestehen keine generellen Einwände gegen die vorgeschlagene Preisobergrenzenregulierung. Es bestehen lediglich Einwände hinsichtlich der Detailausgestaltung (z.B. Anrechnung der Kapitalkosten oder die Vorgaben für ein lärmabhängiges Trassenpreissystem). Zum anderen besteht angesichts der Rüge des Europäischen Gerichtshof vom 28. Februar 2013 hinsichtlich mangelnder Anreize zu Kostensenkungen im derzeitigen Regulierungsregime und damit dem Verstoß gegen europäische Richtlinien die Notwendigkeit, eine anreizorientierte Regulierung im Eisenbahnsektor zu implementieren.⁸

2.2 Ökonomisches Konzept der Anreizregulierung

Die Anwendung einer Anreizregulierung anstelle einer kostenbasierten Entgeltregulierung bezieht vorliegende Informationsasymmetrien, bspw. hinsichtlich der tatsächlichen Kosten oder der Nachfragestruktur, zwischen der Regulierungsbehörde und dem regulierten Unternehmen explizit mit ein.⁹ Die Anreize für das Unternehmen sollen dazu führen, dass die private Gewinnmaximierung des Unternehmens eine gesamtgesellschaftliche Zielfunktion maximiert. Die Kosteneinsparungen, die während der Geltungsdauer der Regulierungsvorgaben realisiert werden, führen nicht unmittelbar zu einer Absenkung der regulierten Entgelte, so dass entstehende Gewinne dem Unternehmen zunächst uneingeschränkt zu Gute kommen. Dadurch entstehen Anreize zu Kostensenkungen und Effizienzsteigerungen, ohne dass die Regulierungsbehörde detaillierte Informationen bspw. zu den Kosten benötigt. Gleichzeitig werden realisierte Kosteneinsparungen durch regelmäßige Anpassungen der Preise an die Konsumenten weitergegeben.¹⁰

In der ökonomischen Theorie existiert eine Vielzahl an Konzepten zur Anreizregulierung. Als Beispiele können hier der Yardstick-Wettbewerb¹¹, bei dem über einen Vergleich mit anderen Unternehmen ein Wettbewerb simuliert wird, oder „menu pricing“,

⁶ Vgl. Bundestagsdrucksache 559/12, §39 II ERegG.

⁷ Vgl. Drucksache 548/13 (Beschluss) vom 5. Juli 2013.

⁸ Vgl. Rechtssache C-556/10.

⁹ In diesem Zusammenhang wird oftmals auch von einem „Informationsmonopol“ des regulierten Unternehmens gegenüber der Regulierungsbehörde gesprochen. Vgl. bspw. in Zusammenhang mit dem ERegG Mitusch (2013): S. 1ff.

¹⁰ Vgl. Borrmann und Finsinger (1999): S. 415ff.

¹¹ Vgl. Shleifer (1985).

bei dem Unternehmen die Auswahl von Kombinationen verschiedener Regulierungsvorgaben erhalten, genannt werden. Die häufigste Anwendungsform der Anreizregulierung in der Praxis ist die Preisobergrenzen oder Price-Cap-Regulierung¹², bei der (einzelne) Preisentscheidungen an die regulierten Unternehmen delegiert werden und diese die Preise unterhalb einer vorgegebenen Obergrenze frei festlegen bzw. anpassen können.¹³ Häufig wird die Price-Cap-Regulierung dabei mit anderen Anreizregulierungskonzepten, wie beispielsweise mit dem genannten Yardstick-Wettbewerb, kombiniert.

Die volle Anreizwirkung kann jedoch nur dann realisiert werden, wenn die regulatorischen Vorgaben verlässlich und für die regulierten Unternehmen weder beeinflussbar noch nachverhandelbar sind, da andernfalls die Gefahr von strategischem Verhalten durch die Unternehmen besteht. Die regulatorischen Vorgaben müssen regelmäßig überprüft und angepasst werden, um die erzielten Effizienzgewinne an die Konsumenten weiterzugeben und sicherzustellen, dass die Vorgaben für die Unternehmen realisierbar sind. Die Häufigkeit der Überprüfungen und Anpassungen der Maßgrößen, d.h. die Länge der **Regulierungsperiode**, hat eine direkte Auswirkung auf die Stärke der Anreize für das Unternehmen: Je länger die Regulierungsperiode ist, desto stärker sind grundsätzlich die Anreize für das Unternehmen, Kostensenkungen zu realisieren, da die realisierten Kosteneinsparungen länger dem Unternehmen zu Gute kommen und das Unternehmen eine höhere Planungssicherheit erhält. Andererseits erhöht eine längere Regulierungsperiode die Schwierigkeit, die Maßgrößen, wie beispielsweise den X-Faktor bei der Preisobergrenzenregulierung, adäquat zu setzen, und beinhaltet die Gefahr übermäßiger Gewinne oder Verluste bei den regulierten Unternehmen. Eine Verkürzung der Regulierungsperiode, um Konsumenten früher an den niedrigeren Kosten partizipieren zu lassen, senkt die Anreize des Unternehmen für Kostensenkungen entsprechend und würde im Extremfall einer kostenbasierten Regulierung gleichen, da mögliche Gewinne aus Kostensenkungen direkt zu niedrigeren Preisen führen.¹⁴ Im Rahmen der Preisobergrenzenregulierung werden daher die Regulierungsperioden oftmals in mehrere **Price-Cap-Perioden** unterteilt, bspw. von je einem Jahr, in denen die Maßgrößen unverändert bleiben aber die Preisobergrenze entsprechend dieser Maßgrößen angepasst wird. Entsprechend müssen die Unternehmen ihre Preise in jeder Price-Cap-Periode anpassen.

Ein weiterer kritischer Punkt neben der Länge der Regulierungsperiode ist die Festlegung der Ausgangsentgelte zu Beginn der jeweiligen Regulierungsperiode. Hierbei sind zunächst der betrachtete Warenkorb und die zugrundeliegende Periode für die Gewichtung zu definieren. Die Festlegung der Ausgangsentgelte kann entweder direkt über den preislich gewichteten Warenkorb zu einem vorbestimmten Zeitpunkt oder auf Basis der Kosten erfolgen. Problematisch kann die Kostenzurechnung und -anerkennung sein, wenn das Unternehmen sowohl in regulierten als auch in wettbewerblichen Mär-

¹² Vgl. Littlechild (1983).

¹³ Vgl. Vogelsang (2002): S. 7ff.

¹⁴ Vgl. Joskow (2007), S. 1310ff.

ten aktiv ist.¹⁵ Ähnlich wie bei der Länge der Regulierungsperiode ist auch hier eine Abwägung zwischen Anreizwirkung und Realisierbarkeit zu treffen. Bei einer reinen Betrachtung der Ist-Kosten zum Zeitpunkt der Überprüfung, wie im ERegG vorgesehen, besteht die Gefahr, dass sich das Unternehmen strategisch verhält und in der letzten Periode vor der Überprüfung gar ineffizient produziert, um eine höhere Preisobergrenze für die neue Geltungsdauer zu erhalten.¹⁶ Empirisch ist zumindest zu beobachten, dass Unternehmen zu Beginn der Regulierungsperiode höhere Anstrengungen zu Kostensenkungen unternehmen, bspw. in Form von Investitionen in neue und effizientere Produktionsanlagen, als am Ende des Zyklus.¹⁷ Als alternativer Ansatz können auch Plankosten, bspw. auf Basis der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung (KeL), zur Anwendung kommen. Die Verwendung von Plankosten beinhaltet einerseits höhere Anreize zu Kostensenkungen aber andererseits auch die Gefahr, dass Unternehmen die Vorgaben nicht realisieren können. Grundsätzlich ist für die Verwendung von Kosten als Basis für das Ausgangsentgelt eine konsistente Art der Erfassung notwendig, etwa in Form einer detaillierten regulatorischen Kostenrechnung. Hierdurch wird aber zugleich einer der zentralen theoretischen Vorteile von Anreizregulierungen gegenüber kostenbasierten Regulierungen verringert, nämlich geringere Informationserfordernisse seitens der Regulierungsbehörde.

In Hinblick auf die praktische Implementierung ist neben der Art und dem Umfang der einbezogenen Daten auch der Zeitpunkt für die Überprüfung von zentraler Bedeutung. Der Termin für die Überprüfung sollte so ausgestaltet sein, dass möglichst aktuelle Daten verfügbar sind und keine unnötigen bzw. zusätzlichen Zeitlücken („regulatory lag“) entstehen.¹⁸

¹⁵ Vgl. Guthrie (2006): S. 936.

¹⁶ Vgl. Borrmann und Finsinger (1999): S. 429.

¹⁷ Vgl. Joskow (2013): S. 23.

¹⁸ Vgl. Mitusch et al. (2011), S. 92ff.

2.3 Ökonomisches Konzept der Preisobergrenzenregulierung

Im Rahmen der Preisobergrenzenregulierung werden die zulässigen Preise durch einen festgelegten Preispfad determiniert, also über die zulässige Veränderung der Preisobergrenze in den einzelnen Price-Cap-Perioden. Vereinfacht kann die Preisobergrenze in den einzelnen Price-Cap-Perioden bzw. der Preispfad über die Regulierungsperiode formuliert werden als:

$$\sum_{j=1}^J p_{j,t} q_{j,t-1} \leq (\sum_{j=1}^J p_{j,t-1} q_{j,t-1})(1 + \Delta I_t - X) \quad (2-1)$$

$$\Leftrightarrow P_t \leq P_{t-1}(1 + \Delta I_t - X) \quad (2-2)$$

Der Term auf der linken Seite, P_t , repräsentiert den zulässigen Preis für den Warenkorb, also die Summe über die Preise der einzelnen Produkte p_j gewichtet mit den jeweiligen Mengen q , für die jeweilige Price-Cap-Periode t . Die rechte Seite der Gleichung setzt sich aus dem Preis des Warenkorbs der Vorperiode und der Vorgabe über den Preispfad zusammen. Obige Formel abstrahiert von den öffentlichen Zuwendungen, die im deutschen Eisenbahnsektor eine zentrale Rolle spielen.¹⁹ Im Rahmen dieser Studie ist primär der letzte Term relevant, der den Preis des Warenkorbs gemäß der Veränderung des allgemeinen Preisniveaus ΔI_t in Periode t und des X-Faktors anpasst.

Bei Verwendung der Veränderung des Preises, $\Delta P_t = P_t/P_{t-1} - 1$, erhält man mittels Substitution in obige Formel (2-2) die zulässige Preisänderung in Abhängigkeit der Veränderung des allgemeinen Preisniveaus ΔI und des X-Faktors. also

$$\Delta P_t = \Delta I_t - X. \quad (2-3)$$

Der X-Faktor simuliert im Rahmen einer Anreizregulierung einen Wettbewerbsmarkt, in dem Unternehmen ihre Preise gemäß der Veränderung der Vorleistungspreise und gemäß der Produktivitätsveränderung anpassen müssen. Es können mithin nur die um den technischen Fortschritt geminderten Inputpreissteigerungen an die Endkunden weitergegeben werden. Die Ausgestaltung bzw. Aussagekraft des generellen X-Faktors hängt nun entscheidend von der Inflationierung der Preisbasis, ΔI_t , ab. Wird zur Bestimmung der Preisobergrenze die Ausgangsbasis mit einem sektoralen Inputpreisindex inflationiert, so umfasst der generelle X-Faktor auch lediglich eine Aussage über den zu erwartenden technologischen Fortschritt im regulierten Sektor. Wird zur Ermittlung der Preisobergrenze hingegen eine allgemeine, d.h. gesamtwirtschaftliche Preissteigerungsrate (z.B. in Form des Verbraucherpreisindex) genutzt, wie dies in den meisten Regulierungsregimen erfolgt, so bestimmt sich der allgemeine X-Faktor aus zwei Komponenten, einem Produktivitäts- und einem Inputpreisdifferenzial.²⁰

¹⁹ Vgl. Mitusch et al. (2011), S. 97 für eine Analyse unter Einbezug der öffentlichen Zuwendungen im deutschen Eisenbahnmarkt.

²⁰ Vgl. Bernstein und Sappington (1999) und Schweinsberg et al. (2012).

Bezieht man mögliche Unterschiede zwischen der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und der spezifischen Entwicklungen in regulierten Sektoren ein, so kann der X-Faktor stilisiert als

$$X = (\Delta I_t^G - \Delta I_t^R) + (\Delta TFP_t^R - \Delta TFP_t^G) \quad (2-4)$$

dargestellt werden. Aus dieser Formulierung wird ersichtlich, dass sich der X-Faktor aus zwei Komponenten zusammensetzt:

- Das **Inputpreisdifferenzial**, $\Delta I_t^G - \Delta I_t^R$, erfasst Unterschiede in der Entwicklung der allgemeinen Preisentwicklung oder der Entwicklung der Vorleistungspreise im regulierten Sektor.
- Das **Produktivitätsdifferenzial**, $\Delta TFP_t^R - \Delta TFP_t^G$, ergibt sich aus den Unterschieden in der gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsentwicklung und der Produktivitätsentwicklung im regulierten Sektor.

Die Verwendung des allgemeinen X-Faktors als relative Größe ist bei einer Inflationierung der Kostenbasis mit einer allgemeinen Inflationsrate der Gesamtwirtschaft zwingend erforderlich, um wettbewerbliche Bedingungen im regulierten Sektor zu simulieren. Die in der Inflationsrate enthaltenen gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen werden quasi über den allgemeinen X-Faktor wieder herausgerechnet.

Während die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung in der Regel durch vergangenheitsbezogene Daten abgebildet wird, kann die Ermittlung der sektoralen Produktivitätsentwicklung auf unterschiedliche Weisen erfolgen. Insbesondere können im Rahmen einer Anreizregulierung auf diese Weise auch Erwartungen über bestehende Ineffizienzen berücksichtigt werden. Übertragen auf die derzeit vorliegenden Entwürfe zum ERegG, insb. § 39, ist die Verwendung des allgemeinen Produktivitätsfortschrittes als Approximation für den sektoralen Produktivitätsfortschritt möglich, also einem Produktivitätsdifferenzial von Null. Dies erscheint aber nicht zweckmäßig, da sich die zu erwartende Produktivitätsentwicklung im Eisenbahnsektor, bspw. aufgrund bestehender Ineffizienzen oder einer vergleichsweise geringeren technologischen Fortschritt, wohl vom allgemeinen Produktivitätsfortschritt unterscheidet.

Wenn zur Inflationierung der Preisobergrenze eine sektorale Inputpreisentwicklung herangezogen und berücksichtigt wird, dass in einer wettbewerblichen Volkswirtschaft die Veränderung des allgemeinen Preisniveaus, ΔI_t die Differenz zwischen der Veränderungsrate der Vorleistungspreise, ΔI_t^G und der allgemeinen Produktivitätsveränderung, ΔTFP_t^G abbildet, kann Formel (2-3) unter Verwendung des in Formel (2-4) hergeleiteten X-Faktors formuliert werden als

$$\Delta P_t = (\Delta I_t^G - \Delta TFP_t^G) - (\Delta I_t^G - \Delta I_t^R) + (\Delta TFP_t^R - \Delta TFP_t^G) \quad (2-5)$$

$$\Leftrightarrow \Delta P_t = \Delta I_t^R - \Delta TFP_t^R. \quad (2-6)$$

In diesem Fall wird der generelle X-Faktor allein durch die Veränderung der sektoralen Änderung des Produktivitätsfortschritts beschrieben:

$$X = \Delta TFP_t^R. \quad (2-7)$$

In der bisherigen Darstellung wurde implizit von einem regulierten Unternehmen ausgegangen. Unterliegen mehrere Unternehmen der Anreizregulierung, so kann der X-Faktor in zwei Faktoren zerlegt werden, nämlich in einen generellen X-Faktor X_{gen} und einen individuellen X-Faktor X_{ind} . Der generelle X-Faktor erfasst die sektorale Produktivitätsentwicklung während der individuelle X-Faktor individuelle Vorgaben zur Produktivitätsentwicklung einzelner Unternehmen oder Gruppen strukturell ähnlicher Unternehmen macht, bspw. für kleine, mittlere und bundeseigene Eisenbahninfrastrukturunternehmen.²¹ In der ersten Regulierungsperiode kann die Vorgabe eines einheitlichen sektoralen X-Faktors sinnvoll sein, wenn keine ausreichenden Daten bezüglich des Effizienzniveaus und vorherigen Kosteneinsparungsbemühungen der betroffenen Unternehmen vorliegen.²² Für die praktische Implementierung folgt daraus direkt die Frage, welche Daten mit der Einführung einer Anreizregulierung im deutschen Eisenbahnsektor erhoben werden sollen, um in zukünftigen Regulierungszyklen eine fundierte Bestimmung individueller X-Faktoren implementieren zu können.

Eine Zerlegung des X-Faktors kann zudem hinsichtlich der betrachteten Kosten, bspw. separat für OPEX und CAPEX, oder in Bezug auf unterschiedliche Tätigkeitsbereiche der regulierten Unternehmen erfolgen. Ebenso wird die Price-Cap-Lehrbuchformel (2-3) oftmals um weitere Parameter ergänzt, beispielsweise um Strukturparameter zur Erfassung regionaler Unterschiede, um einen sogenannten Z-Faktor zur Erfassung von nicht beeinflussbaren Kostenschwankungen, um Auf- und Abschläge zur Implementierung von Qualitätsvorgaben oder zur Übertragung nicht ausgenutzte Entgeltspielräume aus dem vorherigen in nachfolgende Regulierungsperioden mittels so genannter Regulierungskonten.²³

²¹ Vgl. BNetzA (2008): S. 83.

²² Vgl. Franz et al. (2005): S. 15f.

²³ Vgl. BNetzA (2008): S. 36ff. für eine Übersicht möglicher Erweiterungen. Vgl. Lamouroux (1999): S. 312 für eine Diskussion von Vor- und Nachteilen von Regulierungskonten.

3 Methoden zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren

Nachfolgend werden Methoden zur Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschritts bzw. erwarteter Effizienzveränderungen dargestellt. Grundsätzlich kann dabei zwischen zwei unterschiedlichen Verfahrensweisen unterschieden werden. Häufig basiert die Vorgabe zu erwartender Produktivitätsfortschritte und Effizienzverbesserungen auf einer Trendfortschreibung von Vergangenheitsdaten des regulierten Unternehmens oder von Vergleichsunternehmen. In Hinblick auf regulatorische Maßnahmen müssen aber auch Strukturbrüche berücksichtigt werden, die etwa mit der Einführung einer Anreizregulierung einhergehen. Dem gegenüber stehen eine zukunftsorientierte Bildung des Produktivitätsfortschritts, beispielsweise basierend auf Kostenmodellen oder Expertengesprächen mit Marktteilnehmern. Optimaler Weise erfolgt die Bestimmung von Produktivitätsfaktoren unter Einbezug beider Ansätze, also auf Basis von Vergangenheitswerten unter Einbezug der zu erwartenden Änderungen in der Zukunft.²⁴

In Abschnitt 3.1 wird zunächst die verwendete Terminologie erläutert bevor im Abschnitte 3.2 Methoden der vergangenheitsbezogenen Bestimmung von Produktivitätsfortschritten und Effizienzvorgaben kurz dargestellt werden. Hierbei beschränkt sich die Darstellung auf die wesentlichen Aspekte. Für eine ausführliche Diskussion der Methoden möchten wir auf frühere Diskussionsbeiträge des WIK verweisen.²⁵ In Abschnitt 3.3 werden abschließend Methoden für eine zukunftsorientierte Bestimmung zu erwartender Produktivitätsfortschritte und Effizienzvorgaben diskutiert.

3.1 Definitionen und Terminologie

Zur Analyse unterschiedlicher Verfahren der Produktivitätsmessung in der Regulierungspraxis ist es notwendig zunächst einige grundsätzliche ökonomische Konzepte kurz darzustellen und voneinander abzugrenzen. Eine wichtige Abgrenzung betrifft zunächst einmal die Begriffe Produktivität und Effizienz. Diese Unterscheidung mag zunächst trivial wirken, wird aber oftmals falsch angewendet. Produktivität beschreibt allgemein das Ausbringungsniveau relativ zum Niveau der Produktionsfaktoren (Inputs) während Effizienz eine Bewertung der gegebenen Relation beinhaltet.²⁶

²⁴ Vgl. Joskow (2013), S. 27.

²⁵ Vgl. Hense und Stronzik (2005), Kap. 2 und Kap.3, oder Müller (2009), Kap.3, S. 28ff.

²⁶ Ausbringungsniveau und Produktionsfaktorniveau umfassen nachfolgend die Dimensionen Menge und Qualität. Notwendigen Qualitätsvorgaben im Rahmen einer Anreizregulierung werden im Rahmen dieser Studie nicht diskutiert. Für eine solche Diskussion siehe bspw. Sappington (2003).

Sowohl hinsichtlich des Begriffs Produktivität als auch hinsichtlich der Effizienz kann zwischen mehreren Konzepten differenziert werden.²⁷ Für die Studienzwecke beschränken wir uns auf folgende Unterscheidungen:

- Bei der Messung der Produktivität kann grundsätzlich zwischen technischer Produktivität und Wertproduktivität unterschieden werden. Die **technische Produktivität** stellt das Verhältnis zwischen Mengenvariablen dar, d.h. ein oder mehrere Produktionsfaktoren (Input) werden in Relation zur Ausbringungsmenge (Output) gesetzt. Typischerweise wird die **Wertproduktivität** verwendet, bei der die jeweiligen Mengen monetär bewertet sind. Im Fall eines Mehrproduktunternehmens ergibt sich daraus folgende Formulierung:

$$\text{Wertproduktivität} = \frac{\text{Ausbringungsindex}}{\text{Inputindex}} = \frac{\sum_{j=1}^J p_j q_j}{\sum_{k=1}^K w_k y_k} \quad (3-1)$$

Die Gesamtmenge aller J Produkte q_j wird mit den jeweiligen Marktpreisen p_j gewichtet und in Relation zur Summe der K Produktionsfaktoren y_k bewertet mit den jeweiligen Vorleistungspreisen w_k gesetzt. In Hinblick auf die deutsche Eisenbahnregulierung könnte als Ausbringungsmenge bspw. die Summe über alle Warenkörbe für die jeweiligen Entgelte (€) mal Trassenkilometer verwendet und in Relation zu den zurechenbaren Kosten gesetzt werden.

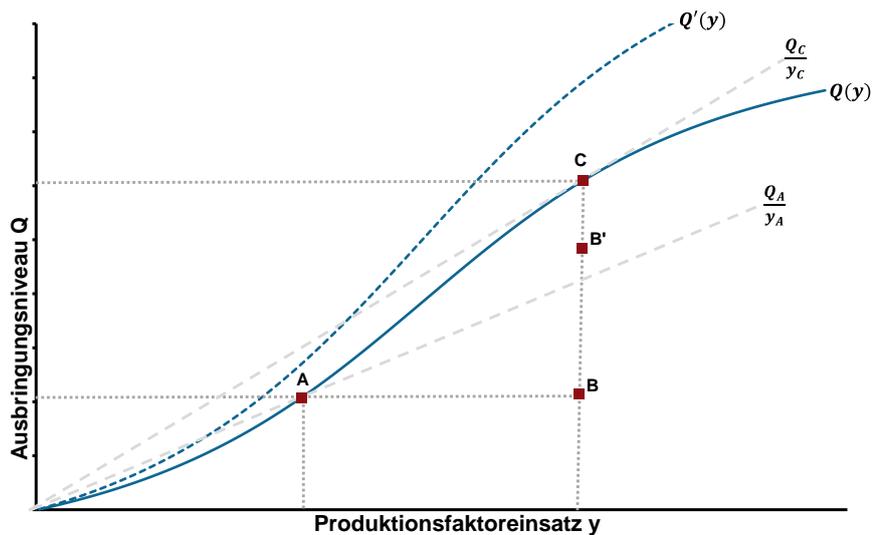
- Für die Ziele der Studie ist vor allem die **technische Effizienz** von zentraler Bedeutung, die sich auf das mit der Produktionsfunktion verbundene Verhältnis zwischen Produktionsfaktoren und der Ausbringungsniveau bezieht. Diese liegt vor, wenn auf der Produktionsgrenze produziert wird, d.h. wenn bei gegebenem Ressourceneinsatz das maximale Ausbringungsniveau oder ein vorgegebenes Ausbringungsniveau mit minimalem Ressourceneinsatz erzielt wird. Bezieht man eine monetäre Bewertung mit ein, so kann zusätzlich zur technischen Effizienz die alloкатive Effizienz berücksichtigt werden. Die kostenminimale Produktion eines gegebenen Ausbringungsniveaus bzw. die Maximierung des Ausbringungsniveaus bei einem Kostenniveau impliziert **allokative Effizienz** durch eine optimale Kombination der Produktionsfaktoren gemäß ihrer Preise. D.h. das erreichte Ausbringungsniveau kann bspw. nicht durch eine alternative Kombination sondern nur durch eine Erhöhung des Niveaus der Produktionsfaktoren gesteigert werden. Ein weiteres relevantes Konzept stellt die **Skaleneffizienz** dar, die vorliegt, wenn ein Unternehmen alle vorhandenen Größenvorteile ausnutzt, die beispielsweise durch Fixkostenregression möglich sind.

Veränderungen der Produktivität über die Zeit können damit auf drei Gründe zurückgeführt werden. Einerseits kann die Produktivität durch den Abbau von Ineffizienzen erhöht werden (so genannte „**catch-up**“-Effekte), also durch (eine Annäherung an) eine

²⁷ Vgl. Müller (2009) für eine detaillierte Diskussion unterschiedlicher Produktivitäts- und Effizienzkonzepte.

allokativ und technisch effiziente Produktion. Andererseits kann eine Erhöhung der technischen Effizienz durch technologischen Fortschritt (so genannte „**frontier shift**“) die Produktionsfunktion verändern und damit eine Verschiebung der Produktionsgrenze bewirken. Zudem kann durch das Ausnutzen von Größenvorteilen die Produktivität erhöht werden („**Skaleneffekte**“).

Abbildung 1: Effizienz und Produktivität



Quelle: Eigene Darstellung WIK.

wik 

Abbildung 1 veranschaulicht den Unterschied zwischen Produktivität und Effizienz anhand eines einfachen und allgemeinen Beispiels: Die abgebildete Kurve $Q(y)$ bildet die Produktionsgrenze, d.h. die maximal mögliche Ausbringungsmenge bei gegebener Technologie in Abhängigkeit des Produktionsfaktoreinsatzes. Alle unterhalb der Kurve liegenden Produktionspunkte sind realisierbar. Sofern ein Unternehmen auf der Produktionsgrenze produziert, liegt eine technisch effiziente Produktion vor. In dem gewählten Beispiel ist dies bei Unternehmen A und C gegeben, während Unternehmen B ineffizient ist. Vergleicht man Unternehmen A und C, so produzieren zwar beide technisch effizient, jedoch weist Unternehmen C aufgrund von Skalenerträgen eine höhere Produktivität auf. Hierbei sei auch darauf hingewiesen, dass eine höhere Produktivität kein Hinweis auf Effizienz ist: Betrachten wir Unternehmen B', so weist dieses eine höhere Produktivität auf als Unternehmen A auf. Da bei gegebenem Produktionsfaktoreinsatz eine höhere Ausbringungsmenge möglich ist, produziert es aber ineffizient. Die obere, gestrichelte Linie $Q'(y)$ stellt eine mögliche Produktivitätsveränderung aufgrund von technologischem Fortschritts dar.

Betrachtet man die Veränderung der Produktivität in Bezug auf die verwendeten Produktionsfaktoren, so kann zwischen zwei Ansätzen unterschieden werden: Die **partielle Faktorproduktivität** setzt die Ausbringungsmenge in Relation mit jeweils einem Pro-

duktionsfaktor wohingegen die **totale Faktorproduktivität** das Verhältnis des aggregierten Faktoreinsatzes zum aggregierten Ausbringungsniveau betrachtet. Auch wenn die Berechnung der totalen Faktorproduktivität aufwendiger ist, ermöglicht diese ein umfassenderes Bild, da auch mögliche Substitutionen von Produktionsfaktoren zur Realisierung der allokativen Effizienz einbezogen werden und eine Vergleichbarkeit von Unternehmen selbst bei unterschiedlichen Produktionstechnologien gegeben ist. Daher ist die totale Faktorproduktivität bei der Fundierung von Regulierungsentscheidungen zu präferieren.

Anhand der Ausführungen wird ersichtlich, dass eine absolute Bewertung von Effizienz ohne genaue Kenntnisse bzw. Annahmen hinsichtlich der Produktionsfunktion nicht möglich und die Kennzahl Produktivität für sich alleine weniger aussagekräftig ist. Nachfolgend werden deshalb Methoden beschrieben, die Produktivität messen und eine Relativierung vornehmen, die eine Operationalisierung in der Regulierungspraxis ermöglichen.

3.2 Methoden der vergangenheitsbezogenen Bestimmung von Produktivitätsfaktoren

3.2.1 Produktivitätsindices

Zur Messung der Produktivitätsveränderungen über die Zeit aber auch zur Abbildung von Unterschieden zwischen Unternehmen und Sektoren Zeit werden häufig Indices verwendet.²⁸ Die Bestimmung der *TFP* bzw. der Veränderung ΔTFP erfolgt über Preiseffekt bereinigte Mengenindices (Quantity Index Numbers, kurz QIN) oder über preisbasierte Indices (Price Index Numbers, kurz PIN). Für die Berechnung des Produktivitätsfortschritts sind dabei separat Input- und Ausbringungsindices zu berechnen:

$$\Delta TFP_t = \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} = \frac{Ausbringungsindex_t}{Inputindex_t} / \frac{Ausbringungsindex_{t-1}}{Inputindex_{t-1}}. \quad (3-2)$$

Die *TFP*-Veränderung bildet denjenigen Anteil der Veränderung der Ausbringungsmenge ab, der nicht auf einer Veränderung der Produktionsfaktormengen basiert. Die Verwendung von Indices ermöglicht allerdings keine disaggregierte Betrachtung des Ursprungs von Produktivitätsfortschritten. Vielmehr wird in der Regel implizit angenommen, dass der Produktivitätsfortschritt auf einem technischen Fortschritt basiert während die Unternehmen technisch effizient und bei konstanten Skalenerträgen produzieren.²⁹

²⁸ Die nachfolgenden Zusammenfassungen basieren auf Müller (2009), S. 26ff, Hense und Stronzik (2005), S. 11ff. sowie Coelli et al. (1998), S. 69ff.

²⁹ Vgl. Solow (1957).

Bei der Bestimmung von Indices über mehrere Perioden kann zwischen Kettenindices („chain-base index“) und Indices mit fester Basisperiode („fixed-base index“) unterschieden werden:

- Bei Kettenindices werden jeweils zwei aufeinanderfolgende Perioden in Relation zueinander gesetzt, d.h. ein Index für die Veränderungen einer Periode zur Folgeperiode erstellt. Der Produktivitätsfortschritt über den gesamten Betrachtungszeitraum ergibt sich aus dem Produkt der jeweiligen Einzelindices.
- Typischerweise wird bei Indices mit festem Basisjahr das Vergleichsjahr direkt mit dem Basisjahr in Relation gestellt. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass Preisänderungen, und damit verbundene Gewichtungsänderungen, nicht als Produktivitätsveränderungen missinterpretiert werden.

Zwei gängige QIN mit festem Basisjahr sind der Laspeyter- und der Paasche-Index, die sich hinsichtlich der zugrunde gelegten Basisperiode für die Preise unterscheiden. Während der Laspeyter-Index die Preise einer vergangenen Periode als Gewichte zur Definition der Indices verwenden, basierend diese beim Paasche-Index auf den Gegenwartspreisen. Als Folge unterschätzt der Laspeyter-Index den Produktivitätsdurchschnitt, während der Paasche-Index diesen überschätzt. Beide Indices stellen so gesehen Extrempunkte der Betrachtung dar. Der Fisher-Index kompensiert diese systematische Über- bzw. Unterschätzung indem dieser das geometrische Mittel der beiden Indices abbildet und damit mögliche Substitutionseffekte erfasst. Eine Weiterentwicklung stellt der Törnqvist-Index dar, bei dem der gewichtete geometrische Durchschnitt der Mengenrelationen verwendet wird, wobei die Gewichtungen einfache arithmetische Mittel der Wertschöpfungsanteile in den jeweiligen Perioden sind.

Neben der direkten Bestimmung der Indices kann auch eine indirekte Ermittlung erfolgen indem die Beziehung zwischen der Wertänderung, d.h. die Erlöse oder Kosten, eines bestimmten Güterbündels aufgrund einer Preis- und Mengenänderung einbezogen wird. Formal wird der Wert (Erlöse oder Kosten) in einer Periode korrigiert um Preisänderungen, d.h. der Wert zu konstanten Preisen der Basisperiode, in Relation zum Wert in der Basisperiode gesetzt. Dies hat den Vorteil, dass direkt Zeitreihen aus statistischen Veröffentlichungen zur Bestimmung des Produktivitätsfortschritts genutzt werden können. Ein weiteres Argument für die Nutzung des indirekten Ansatzes ist das Vorliegen imperfekter Märkte. Die theoretische Überlegenheit des direkten Ansatzes aufgrund der direkten Ableitung aus der Produktionstheorie besteht nur bei kompetitiven Güter- und Faktormärkten, in denen die Unternehmen als Preisnehmer agieren.

Hinsichtlich der Auswahl zwischen Fisher- und Törnqvist-Index kann keine eindeutige Empfehlung gegeben werden. In Abhängigkeit der funktionalen Form der unterstellten Produktionsfunktion, liefern beide Indices adäquate Schätzungen.³⁰ Beide Indices werden als zur Produktivitätsmessung geeignet angesehen und in der Praxis angewendet, wobei der Törnqvist-Index häufiger zur Anwendung kommt.

³⁰ Vgl. Diewert (1992); OECD (2001), S.83.

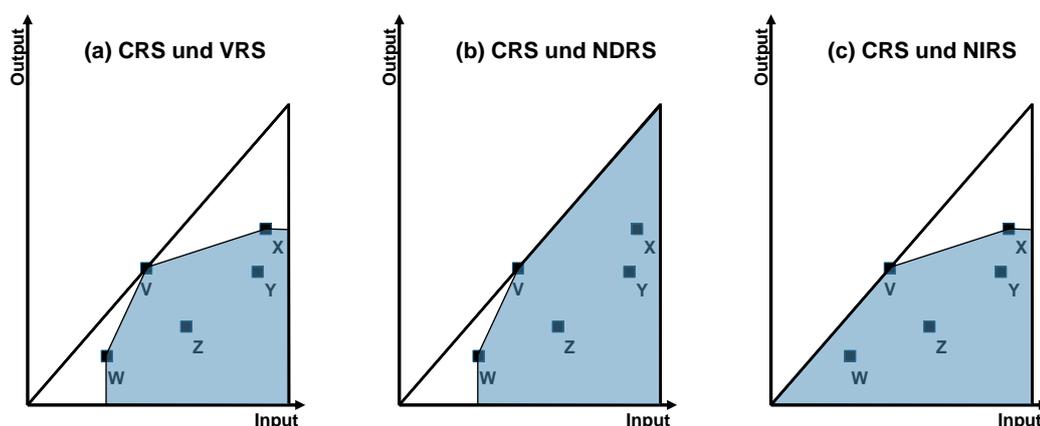
3.2.2 Nicht-parametrische Verfahren

Während Indexzahlen technische Effizienz unterstellen kann mittels nicht-parametrischer Verfahren zwischen technologischem Fortschritt (frontier shift) und technischer Ineffizienz (catch-up Potentiale) unterschieden werden. Ein genereller Vorteil von nicht-parametrischen Verfahren ist, dass keine Annahmen über die funktionale Form der Produktionsfunktion getroffen werden, sondern die Bewertung alleine auf Beobachtungen basiert. Daraus folgt aber auch, dass keinen spezifischen Aussagen über die Beziehung zwischen Output- und Inputfaktoren möglich ist. Nachfolgende werden zwei nicht-parametrische Verfahren dargestellt, nämlich die Datenumhüllungsanalyse und der Malmquist-Index.

3.2.2.1 Datenumhüllungsanalyse

Im Rahmen der Datenumhüllungsanalyse (data envelopment analysis, nachfolgend DEA) wird mittels linearer Programmierung schrittweise eine Effizienzgrenze bzw. Produktionsmöglichkeitenkurve auf Basis der betrachteten Daten hergeleitet. Darauf basierend können Aussagen über bestehende Ineffizienzen und die Effizienz von Unternehmen relativ zu Vergleichsunternehmen getroffen werden.³¹ Umfasst die DEA eine rein mengenmäßige Analyse, so können Aussagen hinsichtlich der relativen technischen Effizienz der Unternehmen getroffen werden, wohingegen die Berücksichtigung von Preisdaten auch eine Analyse der allokativen Effizienz erlaubt.³² Ferner kann entweder eine input- oder eine output-orientierten DEA erfolgen, die beide zur selben Effizienzgrenze führen, deren Ergebnisse zur relativen Effizienz aber nur bei konstanten Skalenerträgen übereinstimmen.³³

Abbildung 2: Skalenerträge und DEA



Quelle: Eigene Darstellung WIK.

³¹ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 140ff.

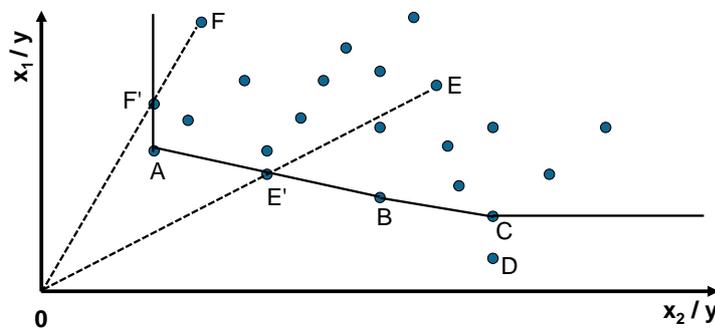
³² Vgl. Coelli et al. (1998), S. 160ff.

³³ Vgl. Coelli et al (1998), S. 158f.

Die DEA ermittelt auf Basis der Input- und Outputdaten der betrachteten Unternehmen jene Kombinationen, die eine gegebene Ausbringungsmenge mit minimalem Faktoreinsatz produzieren bzw. bei vorgegebenem Faktoreinsatz die maximale Ausbringungsmenge produzieren. Unter der Annahme konstanter Skalenerträge, wie in Abbildung 2a veranschaulicht, ergibt sich die Effizienzgrenze damit aus einem Vektor durch den Produktionspunkt des Unternehmens mit der höchsten Produktivität (Unternehmen V). Alle Unternehmen unterhalb der Effizienzgrenze wären demnach ineffizient, wobei in diesem Fall die Annahme besteht, dass alle Unternehmen die optimale Betriebsgröße aufweisen. Berücksichtigt man variable Skalenerträge, so kann die Effizienzgrenze entsprechend modifiziert werden. Die Effizienzgrenze wird dann durch eine lineare Verbindung der effizienten Unternehmen V, W und X gebildet, da die relative Effizienz des kleineren Unternehmens W und des größeren Unternehmens X berücksichtigt wird. Die Durchführung einer DEA muss dementsprechend auch untersuchen, ob die betrachteten Unternehmen im Bereich nicht steigender oder nicht fallender Skalenerträge liegen (veranschaulicht in Abbildung 2b und Abbildung 2c) und ob die Entscheidung hinsichtlich der Unternehmensgröße durch die Unternehmen selbst beeinflusst werden kann.³⁴

Die relative Effizienz von Unternehmen die unterhalb der Effizienzgrenze liegen, kann über einen Skalar errechnet werden, der - bei optimierter Gewichtung der Input- bzw. Outputfaktoren – die minimierten Input bzw. maximierten Outputanteile darstellt.

Abbildung 3: Inputmengenorientierte DEA mit CRS



Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Abbildung 3 veranschaulicht die Bemessung der relativen Effizienz für eine inputorientierte DEA mit konstanten Skalenerträgen. Die effiziente Grenze wird dabei durch die Unternehmen A, B und C gebildet. Unternehmen E ist als ineffizient einzustufen, da sein Produktionspunkt durch eine lineare Kombination der Input-Output-Kombination der Unternehmen A und B abgebildet werden kann. Der Punkt E' stellt den effizienten Produktionspunkt von Unternehmen E dar und das Verhältnis der Strecken OE' zu OE die relative Effizienz von Unternehmen E (im Vergleich zu den Referenzunternehmen A

³⁴ Vgl. Müller (2009), S. 37.

und B, den so genannten „peers“). Vergleicht man die Ergebnisse einer DEA unter der Annahme variabler und unter der Annahme konstanter Skalenerträge, so kann die identifizierte Ineffizienz in technische Ineffizienz und Unterschiede basierend auf Skalenerträgen zerlegt werden.³⁵

Ein Vorteil der DEA liegt in der vergleichsweise geringen Zahl von Daten, die zur Durchführung benötigt werden. Die Qualität des Effizienzvergleichs nimmt zwar mit zunehmender Anzahl an Unternehmen zwar zu, jedoch führt eine Erhöhung der einbezogenen Unternehmen auch tendenziell zu einer Verschlechterung der relativen Effizienz der bereits berücksichtigten Unternehmen. Dies gilt insbesondere wenn durch die Hinzunahme weitere Input- oder Ausbringungsfaktoren Berücksichtigung finden, die neue Restriktionen einführen aber auch wenn wichtige Input- oder Outputfaktoren unberücksichtigt bleiben. Bspw. würde die Hinzunahme des Unternehmens D in Abbildung 3 zu einer Ineffizienz von Unternehmen B und C führen. Ferner ist die DEA auch bei mehreren Input- und Outputfaktoren einfach handhabbar und es sind keinerlei Annahmen hinsichtlich der funktionalen Form der Produktionsfunktion oder hinsichtlich der Verteilung von Fehlertermen notwendig, da „best practise“ unterstellt wird. Darin liegt aber auch ein zentraler Nachteil der DEA, da die Ergebnisse stark von Ausreißern oder Messfehlern beeinflusst werden und alle Abweichung als Ineffizienz interpretiert werden. Zudem sind die Ergebnisse hinsichtlich Ineffizienzen von Unternehmen bei mehreren DEA nur vergleichbar, wenn dieselben Unternehmen einbezogen werden.³⁶

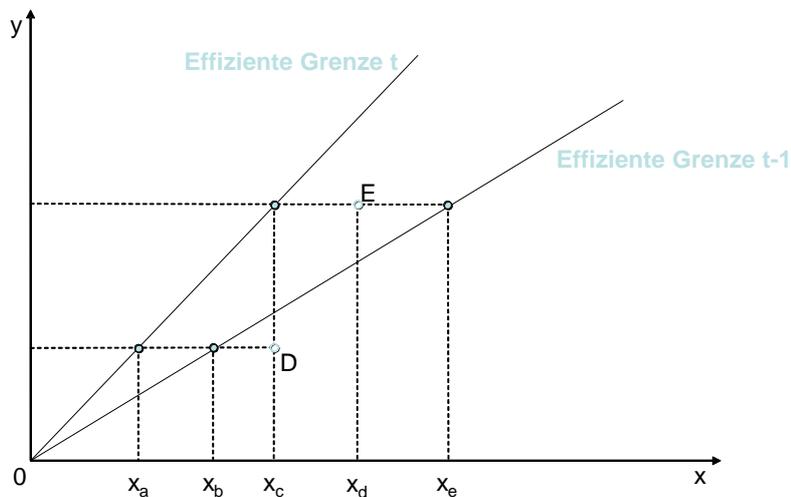
3.2.2.2 Der Malmquist-Index

Der Malmquist-Index gehört nicht zur vorher dargestellten Klasse der Indexzahlen, da dieser produktionstechnische Gegebenheiten einbezieht und bei Produktivitätsveränderungen zwischen technischer Effizienz, technologischen Fortschritt und ggf. Skalenerträgen differenzieren kann. Dafür muss die Produktionsfunktion unterstellt bzw. geschätzt werden, was die Verfügbarkeit unternehmensspezifischer Daten voraussetzt. Der Malmquist-Index misst die Veränderung der TFP zwischen zwei Produktionspunkten über die Zeit, die mittels sog. Inputdistanzfunktionen zu der angenommenen Referenztechnologie in Bezug gesetzt werden.

³⁵ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 150ff.

³⁶ Vgl. Coelli et al. (1998), S.180f.

Abbildung 4: Inputmengenorientierte Malmquist-DEA mit konstanten Skalenerträgen



Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Abbildung 4 illustriert beispielhaft einen Malmquist-Index der sich am effizienten Einsatz der Inputs orientiert, wobei konstante Skalenerträge unterstellt werden. Die Inputdistanzfunktionen nehmen einen Wert größer 1 ein, wenn bei der Produktion mehr Inputfaktoren zum Einsatz kommen als bei effizienter Produktion mit der unterstellten Referenztechnologie notwendig sind. D.h. im ineffizienten Produktionspunkt D und in Bezug auf die Effizienzgrenze der Periode $t - 1$ gilt $x_c/x_b > 1$. In Periode t gilt dementsprechend $x_d/x_c > 1$. Die Veränderung der Abweichungen zwischen dem beobachtbaren und dem effizienten Produktionspunkt zwischen den beiden Perioden bildet dann die TFP-Veränderung ab:³⁷

$$\Delta TFP = \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} = \frac{x_c/x_a}{x_d/x_c} \tag{3-3}$$

Die Veränderung der TFP kann nun weitergehend in Hinblick auf die Veränderung der technischen Effizienz des betrachteten Unternehmens und dem technologischen Fortschritt analysiert werden, indem das geometrische Mittel über zwei Perioden ermittelt wird:

$$\Delta TFP = \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} = \left[\frac{x_c/x_a}{x_d/x_c} \frac{x_c/x_b}{x_d/x_e} \right]^{\frac{1}{2}} = \underbrace{\frac{x_c/x_b}{x_d/x_c}}_{\Delta \text{ technische Effizienz}} \underbrace{\left[\frac{x_c/x_a}{x_c/x_b} \frac{x_d/x_c}{x_d/x_e} \right]^{\frac{1}{2}}}_{\Delta \text{ technologischer Fortschritt}} \tag{3-4}$$

³⁷ Bei der Inputorientierung ist darauf zu achten, dass die Produktivität reziprok zu den Inputdistanzfunktionen ist; deshalb erscheinen die Distanzen für TFP_{t-1} im Zähler und für TFP_t im Nenner.

Obige Gleichung stellt somit die TFP-Veränderung als geometrisches Mittel aus der Veränderung der technischen Effizienz zwischen zwei Perioden und der Veränderung des technologischen Fortschritts zwischen zwei Perioden dar. Ferner kann der Index weiter ausdifferenziert werden, so dass auch Skalenerträge berücksichtigt werden können.³⁸

Den Vorteilen des Malmquist-Index, insbesondere die Unterscheidung unterschiedlicher Ursachen von Produktivitätsänderungen, stehen einige Nachteile entgegen. Hinsichtlich der praktischen Implementierung ist dies vor allem die Notwendigkeit von ausreichendem Zugang zu Unternehmensdaten.

3.2.3 Parametrische Verfahren

Parametrische oder ökonometrische Verfahren schätzen den Produktivitätsfortschritt bzw. die Effizienzgrenze mittels statistischer Regressionsverfahren. Im Unterschied zu den nicht-parametrischen Verfahren werden zufällige Schwankungen und Ausreiser berücksichtigt und können korrigiert werden. Jedoch sind dabei Annahmen hinsichtlich der funktionalen Form der Produktions- bzw. Kostenfunktionen sowie hinsichtlich der Verteilung von Störtermen notwendig. Die Veränderung der Produktivität ergibt sich aus der Veränderung der unterstellten Produktionsfunktion über die Zeit.

3.2.3.1 Ordinary Least Square-Methode

Die Grundform der Regressionsanalysen stellt die Ordinary Least Square (OLS)-Methode dar. Über einen angenommenen funktionalen Zusammenhang soll die Ausprägungen abhängiger Variablen möglichst genau durch die Ausprägungen unabhängiger Variablen erklärt werden. Dazu wird die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen geschätzten und beobachteten Werten minimiert. Die Schätzgleichung beschreibt dann den Erwartungswert für die durchschnittliche Ausprägung aller Werte, so dass sich alle positiven und negativen Abweichungen in der Summe aufheben.

Die direkte Anwendung der OLS für Produktivitätsmessungen und zur Identifikation von Ineffizienzen ist allerdings nicht sinnvoll. Durch die Ermittlung eines Durchschnittswertes über die Beobachtungen würde die Hälfte aller Unternehmen als ineffizient eingestuft während die andere Hälfte oberhalb der Effizienzgrenze liegen würde. Zudem muss im Fall von Mehrproduktunternehmen eine Annahme über die Gewichtung erfolgen, da die Gesamtausbringungsmenge aggregiert werden muss.

3.2.3.2 Corrected Ordinary Least Square-Methode

Um die aus der Durchschnittsbetrachtung entstehenden Probleme der OLS-Methode zu vermeiden, kann mittels der Corrected Ordinary Least Square (COLS)-Methode in zwei

³⁸ Vgl. Färe et al. (1994).

Schritten geschätzt werden. Zunächst wird eine OLS-Schätzung durchgeführt um die Steigung der Regressionsgerade zu erhalten. In einem zweiten Schritt wird die Schätzgerade um die Abweichung der besten Beobachtung verschoben, um eine Effizienzgrenze auf Basis des vermeintlich besten Unternehmens zu erhalten. Die beste Beobachtung bezieht sich jeweils auf die größte Abweichung in die relevante Richtung, d.h. bei Betrachtung einer Kostenminimierung nach unten und bei einer Ausbringungsmaximierung nach oben.

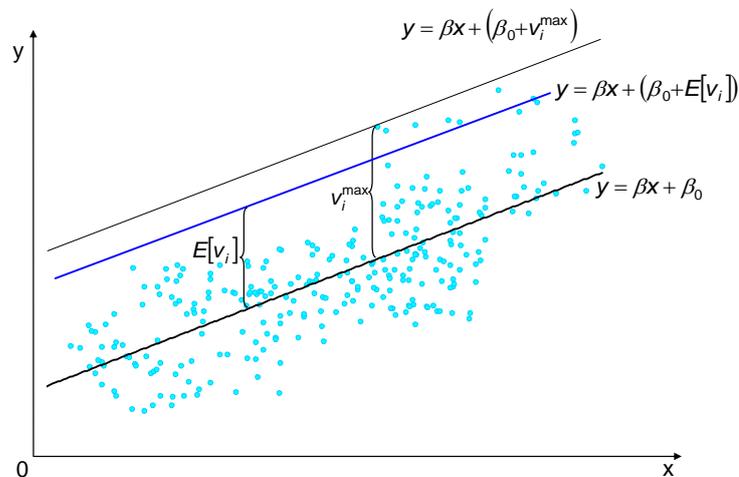
Trotz der offensichtlichen Vorteile gegenüber der OLS-Methode, weist die COLS-Methode erhebliche Nachteile auf. Die Effizienzgrenze wird durch eine einzelne Beobachtung determiniert, bei der angenommen wird, dass diese auf Basis derselben strukturellen, technischen und umweltbedingten Voraussetzungen realisiert wurde wie die anderen Beobachtungen. Die Möglichkeit unternehmensspezifischer Sondereffekte wird nicht berücksichtigt, so dass die ermittelte Effizienzgrenze für andere Unternehmen eventuell nicht erreichbar ist.

3.2.3.3 Modifizierte Ordinary Least Square-Methode

Die modifizierte Ordinary Least Square (MOLS)-Methode stellt eine Weiterentwicklung und Verallgemeinerung der OLS- und COLS-Methode dar. Dabei wird zunächst wieder mittels einer OLS-Schätzung die Steigung ermittelt. Im zweiten Schritt wird die Regressionsgerade um den Erwartungswert der Abweichung der besseren Beobachtungen verschoben.

Wie auch bei der COLS-Methode, kann die MOLS-Schätzung nicht zwischen systematischen und zufälligen Abweichungen unterscheiden, so dass die ermittelte Effizienzgrenze unter Umständen auf nicht-beeinflussbaren Faktoren basiert und als ineffizient eingestufte Unternehmen die Effizienzgrenze nicht erreichen können. Ein weiteres Problem der MOLS-Methode ist, dass Unternehmen auch oberhalb der Effizienzgrenze liegen können, da die Verschiebung erneut auf einer Durchschnittsbetrachtung basiert.

Abbildung 5: OLS, COLS und MOLS



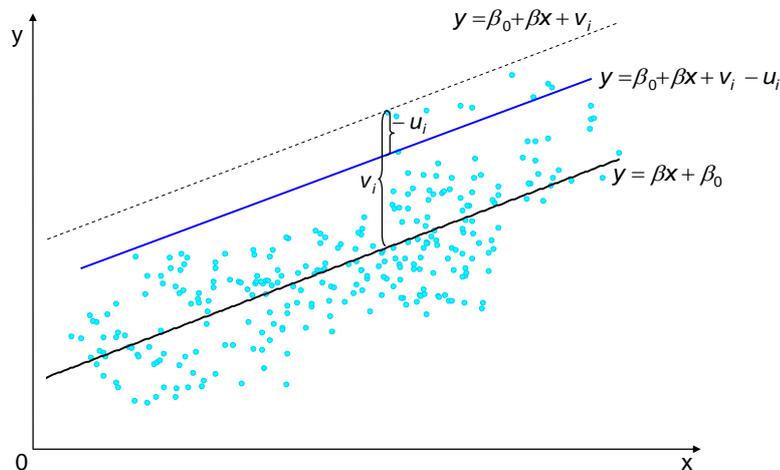
Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Abbildung 5 veranschaulicht die drei beschriebenen Schätzmethoden. Die unterste Linie stellt das Ergebnis einer linearen OLS-Schätzung dar. Die oberste Linie ist die um die beste Abweichung korrigierte COLS-Schätzung und die mittlere Linie, die um den Erwartungswert der besseren Beobachtungen modifizierte MOLS-Schätzung.

3.2.3.4 Stochastische Effizienzgrenzenanalyse

Die stochastische Effizienzgrenzenanalyse (stochastic frontier analysis, nachfolgend SFA) ermöglicht im Gegensatz zur DEA und zu den beschriebenen OLS-Methoden die Unterscheidung zwischen technischen Ineffizienzen und exogenen Einflüssen auf die Beobachtungen. Methodisch wird dabei eine Schätzung der Produktionsfunktion vorgenommen bei der zwischen einer nicht-negativen Zufallsvariable, die Abweichungen aufgrund technischer Ineffizienz erfasst, und einem symmetrisch verteilten Störterm, der Messfehler und nicht-beeinflussbare Abweichungen erfasst, unterschieden wird. Für beide Variablen müssen Verteilungsannahmen getroffen werden, wobei die Verteilungen sowohl untereinander als auch in Bezug auf die Verteilung der Beobachtungen als unabhängig angenommen werden.

Abbildung 6: Stochastische Effizienzgrenzenanalyse



Quelle: Eigene Darstellung WIK.

wik 

Abbildung 6 veranschaulicht eine Schätzung mittels SFA. Durch die Annahme, dass die Beobachtungen nicht mehr normalverteilt sind, sondern dass es einseitige Abweichungen in der Produktivität gibt, werden nicht alle Beobachtungen als effizient angesehen. Dadurch ergibt sich eine korrigierte Effizienzgrenze (mittlere Linie), die nicht – wie bei der OLS-Methode – auf dem Durchschnitt beruht (untere Linie). Vereinfacht dargestellt, umfasst die SFA die COLS- und MOLS-Methode und kombiniert deren Vorteile ohne deren Nachteile aufzuweisen. Wie bei der COLS-Variante wird eine Effizienzgrenze unter Berücksichtigung des Störterms (v , obere Linie) gebildet, die unter Einbezug Zufallsvariable (u) für die technischen Ineffizienz korrigiert wird (mittlere Gerade).

Als wesentliche Vorteile der SFA ist die Ableitung konkreter Schätzmaße für die Effizienzwerte sowie die Möglichkeit zu Aussagen über die Produktionsprozesse und Skalenerträge zu sehen sowie die Berücksichtigung von Datenfehlern und nicht-beeinflussbaren Abweichungen über den Störterm. Dem gegenüber steht unter anderem die hohen Anforderungen an den Umfang der benötigten Daten sowie die notwendige Fundierung der Annahmen über die funktionale Form und die verwendeten Verteilungen.

3.3 Methoden der zukunftsorientierten Bestimmung von Produktivitätsfaktoren

Die Verwendung vergangenheitsbezogener Daten und die Trendfortschreibung stellen oftmals die beste Schätzung für die zukünftigen Produktivitätsänderungen in einem Sektor dar. Dabei müssen jedoch mögliche strukturelle Veränderungen in der betrachteten Industrie gewissenhaft berücksichtigt, insbesondere durch sich verändernde regulatorische und wettbewerbliche Rahmenbedingungen.

Die Auswahl der Daten stellt einen kritischen Aspekt für die Trendfortschreibung von Vergangenheitsdaten und darauf basierenden Schätzungen über die zukünftige Entwicklung dar. Angesichts der sich ändernden Effizienzpotentiale über die Regulierungsperioden einer Anreizregulierung sollte bei der Wahl der herangezogenen Vergangenheitsdaten darauf geachtet werden, dass die Daten unter ähnlichen strukturellen Voraussetzungen erhoben wurden bzw. mittels Strukturparametern angepasst werden.

Mit der Einführung einer Anreizregulierung gehen signifikante Änderungen im Regulierungsregime einher, deren Implikationen auf die zukünftige Produktivitätsentwicklung beachtet werden müssen. Ziel ist ja gerade Anreize zur Produktivitätssteigerung durch Kostensenkungen und den Abbau von Ineffizienzen zu schaffen. Zudem entstehen für die Unternehmen durch die Möglichkeit Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen (temporär) als Gewinne zu behalten zusätzliche Anreize zum technologischen Fortschritt. Die Vorgaben zur zukünftigen Produktivitätsentwicklung müssen also die zu erwartenden Effekte auf die Kosten und Effizienzsteigerungen beinhalten. Eine Möglichkeit besteht darin mittels eines sogenannten Dehnfaktors³⁹ die erwarteten Produktivitätsänderungen der Anreizregulierung zu implementieren. So erhöhte bspw. die Federal Communication Commission (FCC) bei der ersten Einführung einer Preisobergrenzenregulierung für AT&T den Wert vergangener Produktivitätsänderungen um eine „customer productivity dividend“ in Höhe von 0,5 %, um die Produktivitätszuwächse durch das geänderten Regulierungsregime zu erfassen. Der Dehnfaktor soll die bestmögliche Schätzung der zu erwartender Produktivitätsänderungen durch die veränderten Anreize zur Effizienzsteigerung, bspw. zur Kostensenkung, unter Berücksichtigung der jeweiligen Industrie und des Stand der Regulierung darstellen. Dabei sollte jeweils auch die potentiell abnehmende Anreizwirkungen, bspw. die Verringerung bestehender Ineffizienzen im Laufe einer Anreizregulierung, berücksichtigt werden.⁴⁰

Ferner muss sichergestellt werden, dass insbesondere bei der Verwendung von Indexzahlen und Modellen, die vollständige Konkurrenz auf den Faktormärkten unterstellten, die zugrundeliegenden Daten nicht durch die regulierten Unternehmen beeinflussbar sind. Insbesondere besteht die Gefahr, dass ehemalige Monopolunternehmen nicht nur auf der Angebotsseite sondern auch auf der Nachfrageseite Marktmacht, im Extremfall ein Monopson, aufweisen oder zumindest als große Nachfrager durch ihre Aktivitäten einen signifikanten Einfluss auf die Daten haben, bspw. auf die Entwicklung von Vorleistungspreise.

Eine Möglichkeit um Strukturbrüche zu berücksichtigen und realistische Vorgaben für zukünftige Produktivitätsentwicklungen zu bestimmen, stellen Expertengespräche mit den Marktteilnehmern dar, bspw. im Rahmen von Anhörungen oder Konsultationsverfahren. Dabei kann neben den Einschätzungen zu vorhandenen Effizienzpotentialen im

³⁹ Der Begriff „Dehnfaktor“ beschränkt sich nicht auf eine multiplikative Anwendung im Rahmen der Price-Cap-Formel, sondern kann auch additiv auf den, auf Basis von Vergangenheitsdaten geschätzten, Produktivitätsfortschritt angerechnet werden. Vgl. hierzu auch Stronzik und Franz (2006): S. 16ff.

⁴⁰ Vgl. Bernstein und Sappington (1999).

jeweiligen Sektor allgemein als auch in Bezug zu einzelnen Unternehmen, auch eine Erwartung über die allgemeine technologische und wettbewerbliche Entwicklung gebildet werden. Insbesondere bei Abstinenz möglicher Vergleichsunternehmen, unzureichender Datenverfügbarkeit oder der Erwartung von Strukturbrüchen können die Einschätzungen von Marktteilnehmern ein wichtiger Indikator für die Vorgabe von zukünftig zu erwartenden Effizienz- und Produktivitätsveränderungen sein.⁴¹

Eine weitere Möglichkeit zur zukunftsorientierten Bestimmung von Produktivitätsfaktoren liegt in der Verwendung von ingenieurstechnischen Kostenmodellen. Diese können einerseits direkt zur Bestimmung einer technisch effizienten Produktion und damit zur Identifikation vorhandener Ineffizienzen herangezogen werden. Andererseits können mittels solcher Kostenmodelle auch relevante Kostentreiber identifiziert werden, die für eine Bewertung der relativen Effizienz einzelner Unternehmen oder strukturell ähnlicher Unternehmen herangezogen werden können. Auf Basis der dadurch gewonnen Erkenntnisse zu funktionalen Zusammenhängen und den Kostentreibern können somit Vorgaben zur Berichtspflicht abgeleitet werden, um gezielt Daten für eine fundierte Anwendung von Benchmarkingverfahren in späteren Regulierungsperioden zu erheben.

⁴¹ Vgl. Joskow (2013), S. 27.

4 Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis

Abschnitt 4.1 bietet einen kurzen Überblick über sieben Anwendungsbeispiele aus unterschiedlichen Ländern und Industrien. In den nachfolgenden Abschnitten 4.2 bis 4.8 werden die sieben Anwendungsbeispiele detaillierter dargestellt. Einleitend werden die Rahmenbedingungen, bspw. die Anzahl der regulierten Unternehmen und die Art der Regulierung, kurz dargestellt. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Rolle, die Produktivitätsfaktoren im jeweiligen Beispiel spielen, und der Methoden zur Bestimmung der generellen Produktivitätsfaktoren. Abschließend wird die zugrundeliegende Datenbasis beschrieben. Abschnitt 4.9 fasst die Erkenntnisse aus den Anwendungsbeispielen zusammen und diskutiert die Übertragbarkeit der Methoden auf den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor.

4.1 Übersicht verwendeter Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis

In den letzten Jahrzehnten kommt der Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts in der Regulierungspraxis in den meisten Sektoren und Ländern eine wichtigere Rolle zu. Dies basiert vor allem auf der zunehmenden Abkehr von kostenorientierten hin zu anreizorientierten Regulierungsvorgaben.⁴²

Die Darstellung umfasst Anwendungsbeispiele aus der internationalen Regulierungspraxis aus fünf Sektoren, den Eisenbahn-, den Gas-, den Post-, den Strom- und den Telekommunikationssektor und aus vier Ländern, nämlich Deutschland, Großbritannien, Österreich und die USA. Tabelle 1 und Tabelle 2 bieten eine Übersicht über die Rahmenbedingungen, die Ausgestaltung und die grundsätzlichen Methoden zur Ermittlung der Produktivitätsfaktoren sowie die Festlegungsverfahren und Datenbasis in den sieben Anwendungsbeispielen.

⁴² Vgl. Sappington und Weisman (2010): S. 231ff.

Tabelle 1: Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis (1/2)

	Eisenbahnsektor Großbritannien	Eisenbahnsektor USA	Gassektor Österreich	Postsektor Deutschland	Stromsektor Deutschland	Stromsektor Großbritannien	TK-Sektor Deutschland
Betrachtete Dienste	Trassen (SPV und SGV) und Stationshalte	Eisenbahngüter-verkehr	Durchleitung Verteilnetz	Briefsendungen <1000g	Durchleitung Verteilnetz	Durchleitung Verteilnetz	Sprachtelefonie
Anzahl der regulierten Unternehmen	1	-	20	1	900	19	1
Adressaten der Regulierung	Vertikal separiertes EIU	-	Verteilnetzbetreiber	Marktmächtige Unternehmen	Verteilnetzbetreiber	Verteilnetzbetreiber	Marktmächtige Unternehmen
Zeitraum	Seit 1995	Seit 1989	Seit 2008	Seit 2002	Seit 2009	Seit 1990	1993-2006
Art der Regulierung	Price- & Revenue-Cap Regulierung	Ex-post Wettbewerbs-aufsicht	Price-Cap Regulierung	Price-Cap Regulierung	Revenue-Cap Regulierung	Revenue-Cap Regulierung	Price-Cap Regulierung
Länge der Regulierungsperiode	5 Jahre	-	5 Jahre	2 bis 5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	4 Jahre
Anzahl der generellen X-Faktoren / Produktivitätsfaktoren	3 nach Kostenkategorien (OPEX, Instand-haltung, Ersatz-investitionen)	1	1	1 bis 3 nach Produkt-gruppen	1	1990-1995: Unternehmens-individuelle X-Faktoren für OPEX**** ab 1995: 1	1 bis 4 nach Produkt-gruppen
Unternehmens-individueller X-Faktor	-	-	Ja	-	Ja	Ja (ab 1995 für Opex)	-
Höhe des generellen X-Faktors / des Produktivitäts-faktors	1995-2001: 3,6%** 2000-2005: 3,4%** 2004-2009: 6,2%** 2009-2014: 4,2%**	1996-2000: 4,2% 1997-2001: 1,9% 1998-2002: 2,2% 1999-2003: 2,9% 2000-2004: 1,9% 2001-2005: 1,7% 2002-2006: 1,3% 2003-2007: 1,2% 2004-2008: 1,2% 2005-2009: 1,4% 2006-2010: 0,8%	2008-2012: 1,95% 2013-2017: 1,95%	2002-2007*: M: 7,2% W: 1,8% T: 6,5% 2008-2011: 1,8% 2012-2013: 0,6% 2014-2019: 0,2%	2009-2013: 1,25% 2014-2018: 1,5%	1990-1995: -1,3% 1995-2000: 3% 2000-2005: 3% 2005-2010: 0% 2010-2015: 0%	1998-1999***: PK und GK: 6% 1999-2001***: PK: 4,4% GK: 4,55% 2002-2004:*** 1% A: -1% B: 5% C: 2% D: 1% 2004-2006:*** A: -5%

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

*Post Deutschland: M=Postdienstleistungen im Monopolbereich, W=Postdienstleistungen im Wettbewerbsbereich, T= Postalische Teilleistungen.

**Eisenbahn UK: Vorgabe für gesamten Regulierungszyklus, durchschnittliche jährliche Effizienzvorgabe.

***TK-Sektor Deutschland: PK= Privatkunden, GK= Geschäftskunden, A=Anschlüsse, B=City-Verbindungen, C=Fernverbindungen Inland, D= Auslandsverbindungen.

**** In der ersten Regulierungsperiode Vorgabe eines X-Faktors pro Unternehmen, der sowohl den Frontier Shift als auch den Catch-up enthält. Erst ab der zweiten Regulierungsperiode Disaggregation des X-Faktors.

Tabelle 2: Produktivitätsfaktoren in der Regulierungspraxis (2/2)

	Eisenbahnsektor Großbritannien	Eisenbahnsektor USA	Gassektor Österreich	Postsektor Deutschland	Stromsektor Deutschland	Stromsektor Großbritannien	TK-Sektor Deutschland
Methode zur Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschritts	Index Numbers auf Basis von VGR-Daten (Benchmarking mit synthetischem Sektor)	Index Numbers auf Basis von Unternehmensdaten (Modifizierter Pasche-Index)	Index Numbers auf Basis von VGR-Daten (Törnqvist-Index)	<ul style="list-style-type: none"> Stückkostenentwicklung bei Kosten effizienter Leistungsbereitstellung Index Numbers auf Basis von VGR-Daten 	Index Numbers auf Basis von VGR-Daten (Törnqvist-Index, Differential)	OPEX: DEA und COLS	<ul style="list-style-type: none"> Kosten effizienter Leistungsbereitstellung Prognose der Wettbewerbsentwicklung
Methode zur Identifikation bestehender Ineffizienzen	Benchmarking mit anderen Ländern und Sektoren mittels SFA und COLS	-	<ul style="list-style-type: none"> Benchmarking mit anderen Ländern und Sektoren (Metastudie) DEA und MOLS 	-	DEA und SFA	OPEX: DEA und COLS	-
Inflationierung der Preisbasis	RPI	Sektoraler Vorleistungspreisindex	Sektoraler Vorleistungspreisindex	VPI	VPI	RPI	VPI
Berechnung Inputpreisdifferential	Ja	-	Nein	Nein	Ja (ohne Lohn)	Nein	Nein
Berechnung Produktivitätsdifferential	Nein	-	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
Verwendung von Kostenmodellen	Identifizierung von Ineffizienzen	Nein	Identifizierung von Kostentreibern für Benchmarking	-	Identifizierung von Kostentreibern für Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung von Kostentreibern für OPEX-Benchmarking Bis 2005 Basis für CAPEX-Regulierung 	-
Wer bestimmt den Produktivitätsfaktor	Regulierungsbehörde	Unternehmensverband und Genehmigung durch Regulierungsbehörde	Regulierungsbehörde	Regulierungsbehörde	Ministerium	<ul style="list-style-type: none"> Regulierungsbehörde CAPEX: Optionsmenü für Unternehmen ab 2005 	Regulierungsbehörde
Verwendete Daten für die Bestimmung des generellen Produktivitätsfortschritts	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmensdaten (Kosten, Investitionspläne) Regulatorische Rechnungslegung anderer Sektoren EUKLEMS UIC LCIB-Daten 	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmensdaten Regulatorische Rechnungslegung Expertengespräch Publikationen 	<ul style="list-style-type: none"> VGR-Daten Statistik Austria EUKLEMS 	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmensdaten Destatis (Arbeitsproduktivität) 	Destatis (VGR-Daten)	Unternehmensdaten (Kosten, Investitionspläne)	Unternehmensdaten
Datenerhebung für sektoralen Produktivitätsfortschritt	Primär- und Sekundärdaten	Primär- und Sekundärdaten	Sekundärdaten	Primär- und Sekundärdaten	Sekundärdaten	Primärdaten	Primär- und Sekundärdaten
Zukunftsorientierung bei sektoralen Produktivitätsfaktor	Trendfortschreibung Prognosemodelle Expertengespräche	<ul style="list-style-type: none"> Trendfortschreibung Expertengespräche 	Keine	Prognosemodell Mengenentwicklung	Trendfortschreibung	Trendfortschreibung	Expertengespräche zu erwarteter Wettbewerbsentwicklung

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Die gewählten Anwendungsbeispiele weisen sowohl in Hinblick auf die Anzahl der regulierten Unternehmen als auch in hinsichtlich des implementierten Regulierungsregimes eine große Heterogenität auf. Während der sektorale Produktivitätsfortschritt in einigen Sektoren, wie beispielsweise der Stromsektor in Deutschland, erst seit kurzem durch die Einführung einer Anreizregulierung von Relevanz ist, kommt dieser in anderen Sektoren, wie bspw. dem Stromsektor in Großbritannien schon seit Jahrzehnten zur Anwendung. In den meisten der betrachteten Beispiele wird der Produktivitätsfaktor im Rahmen von Preis- oder Erlösobergrenzregulierungen verwendet. Gewissermaßen als Exot wurde zudem die Ermittlung des Produktivitätsfaktors im US-amerikanischen Eisenbahnsektor einbezogen, dem im Rahmen der dortigen ex-post-Wettbewerbsaufsicht eine weniger prominente Rolle zukommt. In Hinblick auf die Länge der Regulierungsperioden gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den betrachteten Anwendungsbeispielen.

Anhand der Übersicht der verwendeten X-Faktoren in Tabelle 1 ist keine systematische Verwendung hoher X-Faktoren zu Beginn einer Anreizregulierung erkennbar, etwa um vorhandene Ineffizienzen bereits in der ersten Regulierungsperiode der Anreizregulierung abzubauen. Der generelle X-Faktor wird in der Mehrzahl der betrachteten Beispiele anhand von Produktivitätsindizes bestimmt, die typischerweise auf Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) der statistischen Landesämter basieren. In den meisten Anwendungsbeispielen erfolgt die Vorgabe des sektoralen Produktivitätsfortschritts somit über eine einfache Trendfortschreibung, die gegebenenfalls basierend auf Expertengesprächen angepasst wird. Unternehmensindividuelle X-Faktoren kommen vor allem in jenen Sektoren zur Anwendung, in der eine ausreichend große Zahl an Unternehmen der Regulierung unterliegen. Die Identifikation bestehender Ineffizienzen und damit die Bestimmung von Catch-Up-Potentialen für die Vorgabe individueller X-Faktoren werden dabei über Benchmarkingverfahren realisiert, da ausreichend Daten von vergleichbaren Unternehmen durch die Regulierungsbehörde erhoben werden können. Alternativ werden potentielle Ineffizienzen mittels Kostenmodellen identifiziert. Einerseits erfolgt eine direkte Identifizierung, indem die Kosten für effiziente Netze berechnet werden. Andererseits werden die Kostenmodelle dazu genutzt, Kostentreiber zu identifizieren. Sie bilden damit den Ausgangspunkt für die Erhebung der notwendigen Daten zur Anwendung von Benchmarkingverfahren.

Grundsätzlich liegt die Rolle der ökonomischen und ökonometrischen Verfahren darin, Bandbreiten für die erwarteten Produktivitätsfortschritte zu schätzen und damit den Ermessensspielraum der Regulierungsbehörden zu definieren. Eine direkte Übertragung der wissenschaftlich ermittelten Produktivitätsfortschritte als Produktivitätsvorgabe ist in keinem der betrachteten Anwendungsbeispiele implementiert.

4.2 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im britischen Eisenbahnsektor

4.2.1 Rahmenbedingungen

Im Eisenbahnsektor in Großbritannien ist aufgrund der vollständigen vertikalen Separierung durch den Railways Act 1993 ein Eisenbahninfrastrukturunternehmen im Markt, seit 2002 Network Rail, das als non-profit Unternehmen agiert, einer Verpflichtung unterliegt alle Erlöse in die Infrastruktur zu reinvestieren und dessen Fremdkapital durch staatliche Bürgschaften abgesichert ist.⁴³ Die von Network Rail von den Eisenbahnverkehrsunternehmen erhobenen Trassenentgelte unterliegen seit 1995 einer Price-Cap-Regulierung inklusive eines Anreizmechanismus. Die Festlegung und Kontrolle der Entgelte erfolgt durch das Office of Rail Regulation (ORR), der unabhängigen Regulierungs- Wettbewerbs und Sicherheitsbehörde im britischen Eisenbahnsektor.⁴⁴ Die Entgelt- und Effizienzsteigerungsvorgaben, d.h. Vorgaben hinsichtlich Kostensenkungen, gelten in der Regel für eine fünfjährige Regulierungsperiode (control period, CP) und werden im Rahmen eines Access Reviews, zuletzt 2008, überprüft und für die nächste Regulierungsperiode angepasst. Zudem können zwischenzeitlich Prüfungen der realisierten Effizienzverbesserungen vorgenommen werden.⁴⁵

4.2.2 Methodisches Vorgehen

Seit der Einführung des Anreizsystems wurden unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Produktivitäts- bzw. Effizienzvorgaben von der ORR herangezogen. Die Vorgaben für Network Rail bestehen in der Vorgabe eines aggregierten Kosteneinsparungsziels, das auf Basis der geschätzten Einsparungen bei den drei Kostenarten Betriebskosten, Instandhaltungskosten und Kosten für Ersatzinvestitionen festgelegt wird.

Im Rahmen der letzten Prüfung, dem Access Review 2008, wurden im Auftrag der ORR zunächst die strategischen Geschäftspläne von Network Rail geprüft, die die Planungen zum Betrieb, der Erneuerung und Entwicklung der bestehenden Netzinfrastruktur beinhalten.⁴⁶ Die darin enthaltenen Schätzungen von Network Rail über zukünftige Produktivitätsfortschritte und Effizienzverbesserungen beruhen im Wesentlichen auf einem „Bottom-Up“-Ansatz. Das verwendete Kostenmodell leitet die Effizienzverbesserung aus drei Komponenten her. Zunächst werden auf Basis des Kostenmodells mögliche Kosteneinsparungspotentiale identifiziert. Zudem wird eine Effizienzsteigerung auf Basis noch nicht identifizierter Kosteneinsparungen (so genannte „stretch“) hinzugenommen. Die Summe aus diesen beiden Komponenten wird um die erwartete Veränderung der Vorleistungspreise korrigiert.⁴⁷ Neben der Prüfung des Kostenmodells basiert die Prüfung die realisierten Effizienzsteigerungen und die Vorgabe für angemessene Effizi-

⁴³ Vgl. ACCC (2009): S. 337f.

⁴⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 46f.

⁴⁵ Vgl. ORR (2010): S. 1f.

⁴⁶ Vgl. Network Rail (2006) und Network Rail (2007). Zur Prüfung siehe Ernst&Young (2008).

⁴⁷ Vgl. Network Rail (2007): S. 84ff und S. 95ff.

enziele durch die ORR auf einer Vielzahl von Studien mit unterschiedlichen Messmethoden.⁴⁸

Bei der Bewertung der Betriebskosten wird zwischen den beeinflussbaren und den nicht-beinflussbaren operativen Kosten unterschieden. Für die Ermittlung der Zielvorgabe für Effizienzverbesserungen werden die von Network Rail übermittelten Daten mit der zu erwartenden Preisänderung der Vorleistungspreise und einer Effizienzvorgabe fortgeschrieben. Im Access Review 2008 basierte die Effizienzvorgabe im Wesentlichen auf einer Studie von Oxera im Auftrag der ORR unter Berücksichtigung eines Gegengutachtens von LECG im Auftrag von NetworkRail, die mögliche Effizienzsteigerungen bei den realen Stückkosten (real unit operation expenses, RUOE) analysierte. Die Oxera-Studie⁴⁹ ermittelte die Effizienzvorgaben für die realen Stückkosten über zwei „Top-Down“-Verfahren:

- Zur Schätzung des möglichen Produktivitätsfortschritts wurde die Entwicklung in anderen regulierte Unternehmen als Vergleich herangezogen und basierte auf Kosten- und Ausbringungsdaten englischer, walisischer und schottischer Wasser- und Abwasserunternehmen, britischer Strom- und Gasunternehmen, und der British Telekom.⁵⁰ Um die Vergleichbarkeit der Unternehmen sicher zu stellen, wurden nur große privatisierte Unternehmen herangezogen, die Rate des technischen Fortschritts in den Sektoren, die Zeit seit Privatisierung und bestehender Regulierung sowie Skaleneffekte berücksichtigt. Ferner wurde die Veränderung der RUOE auf Unternehmens- und auf Industrieebene analysiert sowie eine Trendanalyse durchgeführt. Tabelle 3 illustriert die Ergebnisse der unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen.⁵¹

Tabelle 3: Analyse der realen Stückkosten im britischen Eisenbahnsektor

	Schätzungsbandbreite (durchschnittliche jährliche Veränderung)
Industrie durchschnittliche jährliche RUOE (zentraler Bereich)	4,0 – 6,2 %
„Reset“ Hypothese*	
Nach Regulierungsperiode	6,8 %
Nach Jahren seit Privatisierung	5,2 %
Verteilung	
Auf Unternehmensebene	-2,6 bis 7,0 %
Auf Industrieebene	-0,5 bis 8,1 %
Trendanalyse	4,2 bis 8,1 %

Quelle: Oxera (2008): S. 22. Übersetzung WIK.

*„Reset“ Hypothese: Kostenanstieg nach dem Hatfield Unglück führte zu einem ähnlich hohen Ineffizienzniveau wie vor Beginn der Privatisierung. Vgl. Oxera (2008): S.17.

⁴⁸ Alle berücksichtigten Studien sind unter <http://www.rail-reg.gov.uk/server/show/nav.2001> [zuletzt abgefragt am 1. Juli 2013] verfügbar.

⁴⁹ Oxera (2008).

⁵⁰ Zur Datenbasis, vgl. Abschnitt 4.2.3 und Oxera (2008):S. 40ff.

⁵¹ Vgl. Oxera (2008): S. 12ff.

- Des Weiteren wurde das TFP-Wachstum eines synthetischen Sektors berechnet, der auf einem gewichteten Durchschnitt mehrerer vergleichbarer aber wettbewerbsfähiger Sektoren basiert. Die Schätzung basiert auf Daten von EU Klems⁵² über zwei Konjunkturzyklen (1981-2004). Bei der Auswahl der Sektoren zur Erstellung des synthetischen Vergleichssektors wurde darauf geachtet, dass die verwendeten Branchendaten einerseits den unterschiedlichen Tätigkeiten im Eisenbahnsektor ähnlich genug waren und andererseits nicht zu disaggregierte Daten zu verwenden, deren Entwicklung maßgeblich durch die Tätigkeiten des Eisenbahninfrastrukturunternehmens beeinflusst wurden. Die Auswahl der Sektoren umfasst: Rental of machinery and equipment, and other business activities, Financial intermediaries, Post & Telecoms, Construction sowie Electricity, Gas & Water. Die Sektoren wurden gemäß der Zusammensetzung von Network Rails Kosten mit unterschiedlicher Gewichtung für die unterschiedlichen Aktivitäten und Kostenarten einbezogen. Die ermittelten TFP-Veränderungsraten wurden abschließend hinsichtlich ihrer Robustheit geprüft, indem die Zusammensetzung des synthetischen Index geändert wurde und alternative Zeiträume für die Schätzung herangezogen wurden. Ferner wurde zwischen Produktivitätssteigerungen aufgrund von Effizienzaufholpotentialen und gesamtwirtschaftlichen Effizienzsteigerungen unterschieden. Dabei wurde angenommen, dass lediglich 75 % der ermittelten Produktivitätssteigerungen auf einer Verschiebung der Effizienzgrenze beruhen und ein entsprechend modifizierter Wert ermittelt.⁵³

Basierend auf den Resultaten der beiden Schätzmethode ermittelte Oxera mögliche Effizienzfortschritte in Abhängigkeit von Network Rails derzeitiger relativer Effizienz.

Die Festlegung der Effizienzsteigerungen bei den Instandhaltungskosten und Kosten für Ersatzinvestitionen im Access Review 2008 basierte im Wesentlichen auf einen „Top-Down“-Ansatz bei dem die Kosten von Network Rail zwei Vergleichsgruppen gegenübergestellt wurden. Zum einen wurde ein internationaler Benchmark mittels der „Lasting Infrastructure Cost Benchmarking“-Datenbank (LCIB) der International Union of Railways (IUC) durchgeführt und zum anderen ein internationaler Benchmark basierend auf von der ORR erhobenen Daten von fünf Eisenbahninfrastrukturunternehmen aus Europa und den USA.⁵⁴ Der Effizienzvergleich wurde mittels drei Methoden vorgenommen. Maßgeblich waren die Ergebnisse aus einer stochastic frontier analysis (SFA), die mittels einer corrected ordinary least square (COLS)-Schätzung nachgeprüft wurden. Das von der ORR nach Prüfung unterschiedlicher Spezifikationen, bspw. der berücksichtigten erklärenden Variablen und angenommener funktionaler Formen, ausgewählte Modell basiert auf einer aggregierten Betrachtung der Instandhaltungs- und Ersatzkosten. Die Gründe hierfür waren einerseits Inkonsistenzen bei der Erhebung und Kostenabgrenzung der LICB-Daten in den beteiligten Ländern zu umgehen und Wechselwirkungen zwischen Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionen berücksichtigen

⁵² <http://www.euklems.net/> [Zuletzt abgefragt am 28.06.2013].

⁵³ Vgl. Oxera (2008): S. 23ff.

⁵⁴ Vgl. ORR (2008):S. 120ff und S. 156.

zu können. Als erklärende Variablen wurden im präferierten Modell die Streckenkilometer (Netzwerkgröße), die Passagierzugdichte (gemessen durch die Passagierzugkilometer), die Güterzugdichte (gemessen durch Tonnenkilometer), der Anteil von eingleisigen Streckenabschnitten und der Anteil elektrifizierten Streckenabschnitten am Streckennetz sowie eine Zeitvariable, zur Erfassung des technologischen Fortschritts, herangezogen.⁵⁵ Das verwendete „time variante panel“-Modell⁵⁶ unterstellt eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion und schätzt die unternehmensspezifische zeitbezogene und zeitinvariante Ineffizienz basierend auf Paneldaten.⁵⁷ Bei der Schätzung der möglichen Effizienzsteigerungen wurden die Daten von Network Rail in der LCIB-Datenbank zudem dahingehend modifiziert, dass eine Abweichung vom gleichgewichtigen Investitionsvolumen, dem steady state, und ein höheres Niveau der Ersatzinvestitionen von Network Rail relativ zu den Vergleichsunternehmen unterstellt wurde.⁵⁸

Da die verwendeten Top-Down-Ansätze keine Erklärungen für die ermittelten Ineffizienzen liefern, wurden weitere Studien hinsichtlich der Ursachen der Ineffizienz von Network Rail durchgeführt. Die Untersuchungen umfassten unter anderem eine Analyse der LICB-Daten hinsichtlich der Vergleichbarkeit der in den Benchmark einbezogenen Länder unter Einbezug von Jahresberichten der betreffenden Eisenbahninfrastrukturunternehmen, die Entwicklung zweier Kostenmodelle zur Analyse unterschiedlicher Praktiken für Instandhaltung und Ersatzinvestitionen und zur Erklärung der Unterschieden in den Ergebnissen der Kostenmodelle und der ökonometrischen Schätzungen sowie Vor-Ort-Besuche bei Eisenbahninfrastrukturanbietern, um eine best-practise-Analyse zu erstellen.⁵⁹

⁵⁵ Vgl. ORR (2008): S. 123 und ORR (2010):S. 14f. Bei der Effizienzmessung im Jahr 2010 wurde der Anteil der elektrifizierten Streckenabschnitte nicht berücksichtigt.

⁵⁶ Vgl. Smith, A. (2008). Das verwendete Modell ist eine Verallgemeinerung des Modells von Cuesta (2000).

⁵⁷ Vgl. ORR (2010b): S. 8ff.

⁵⁸ Grund für diese Annahme waren die notwendigen höheren Investitionen nach dem Hatfield Unglück im Jahr 2000. Die daraus resultierenden höheren Ersatzinvestitionen sollten Network Rail nicht als Ineffizienzen angerechnet werden. Vgl. ORR (2010): S. 16f.

⁵⁹ Vgl. ORR (2010): S. 18.

Tabelle 4: Effizienzvorgaben für NetworkRail im britischen Access Review 2008

	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	Gesamt
Beeinflussbare Betriebskosten						
Abbau von Ineffizienzen (Catch-up)	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	
Technologischen Fortschritt (Frontier-shift)	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	
Vorleistungspreisveränderung	-2,3%	-2,3%	-1,1%	-1,1%	-1,1%	
Netto Effizienzfortschritt	2,8%	2,8%	4,0%	4,0%	4,0%	16,4%
Instandhaltungskosten						
Abbau von Ineffizienzen (Catch-up)	4,5%	4,6%	4,6%	4,3%	4,3%	
Technologischen Fortschritt (Frontier-shift)	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	
Vorleistungspreisveränderung	-2,0%	-2,1%	-1,3%	-0,5%	-0,5%	
Netto Effizienzfortschritt	3,2%	3,2%	4,0%	4,5%	4,5%	18,0%
Kosten für Ersatzinvestitionen						
Abbau von Ineffizienzen (Catch-up)	5,2%	5,7%	5,6%	4,9%	5,0%	
Technologischen Fortschritt (Frontier-shift)	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	
Vorleistungspreisveränderung	-0,9%	-1,4%	-0,8%	-0,1%	-0,2%	
Netto Effizienzfortschritt	5,0%	5,0%	5,5%	5,5%	5,5%	23,8%
Gesamt						21,0%

Quelle: ORR (2008): S.13 und S. 171. Übersetzung WIK.

Tabelle 4 fasst die Vorgaben der ORR für mögliche bzw. zu erwartende Effizienzverbesserungen unter Beachtung des technologischen Fortschritts (Frontier-Shift), der Effizienzverbesserung durch den Abbau bestehender Ineffizienzen (Catch-up) und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Vorleistungspreiseentwicklung⁶⁰ zusammen.

In Hinblick auf den anstehenden Access Review 2013 hat die ORR bereits einige allgemeine Änderungen zum Access Review 2008 hinsichtlich der Festlegung der Effizienzvorgabe zur Diskussion gestellt. Ein wesentlicher Aspekt ist eine stärkere Disaggregation der Betrachtung. Während im Rahmen des Access Review 2008 lediglich eine Unterscheidung zwischen England, Schottland und Wales erfolgte, wird für den Access Review 2013 eine Betrachtung auf Streckenebene angestrebt. Zudem soll eine höhere Gewichtung der Bottom-Up-Ansätze erfolgen und den Top-Down-Ansätze eine ergänzende Rolle zukommen. Bei den Top-Down-Ansätzen sollen zudem verstärkt Unternehmen aus anderen Sektoren herangezogen werden. Die Untersuchung der Effizienzunterschiede von Network Rail zu den Vergleichsunternehmen soll ausgedehnt werden, um die Kostentreiber besser zu identifizieren. Letztlich soll zudem die Datenqualität verbessert werden, unter anderem basierend auf bereits im Jahr 2009-10 vorgenommenen Änderungen in den Vorgaben zur regulatorischen Rechnungslegung.⁶¹

⁶⁰ Die Entwicklung der Vorleistungspreise basiert auf der Verwendung des Infrastructure Output Price Index (IOPI) des Department for Business Innovation & Skills. Vgl. ORR (2008): S. 159ff. und S. 260ff.

⁶¹ Vgl. ORR (2011): S. 11ff.

4.2.3 Datenbasis

Oxera nutzte für die zwei Schätzungen möglicher Produktivitätsfortschritts bei den Betriebskosten zwei Datensätze:

- Die Schätzung basierend auf der Entwicklung in anderen regulierte Sektoren basierte auf Kostendaten englischer, walisischer und schottischer Wasser- und Abwasserunternehmen, britischer Strom- und Gasunternehmen, und der British Telekom. Unter Verwendung des RPI wurde ein deflationierter Index mit dem Basisjahr 1992/1993 Basisjahr erstellt.⁶² Insgesamt wurden Daten von 47 Unternehmen herangezogen, wobei der Großteil aus englischen und walisischen Wasser- und Abwasserunternehmen bestand (insgesamt 22 Unternehmen). Die verwendeten Kostendaten der operativen Kosten stammen aus öffentlichen verfügbaren Quellen, unter anderem aus der veröffentlichten regulatorischen Rechnungslegung. Als Kostentreiber wurden jeweils spezifische Daten verwendet, bspw. für die Wasserunternehmen die gelieferte Wassermenge. Je nach Datenverfügbarkeit wurden Zeiträume für die verschiedenen Sektoren zwischen 3 und 24 Jahren für die Schätzungen zugrunde gelegt.⁶³
- Die Schätzung des TFP-Wachstums basierte auf Daten von EU Klems, einem Forschungsprojekt von akademischen Instituten mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission, das den Produktivitätsfortschritt in den EU-Mitgliedsstaaten schätzte und öffentlich bereitstellt. Die Daten umfassen Ausbringungsänderungen, Kapitalbildung und Angaben zur Änderungen der Produktivität basierend auf unterschiedlichen Kategorien, bspw. Kapital, Arbeit, Energie oder Dienstleistungen auf Industriebene in den EU-Mitgliedstaaten für den Zeitraum 1970 bis 2005.⁶⁴

Die maßgeblichen Schätzungen für die Effizienzpotentiale bei den Instandhaltungs- und Ersatzinvestitionskosten basieren auf zwei Datensätzen:

- Die ORR nutzte die proprietären „Lasting Infrastructure Cost Benchmarking“(LICB)-Datenbank der International Union of Railway (UIC), die Daten von 14, teilweise vertikal integrierten, Eisenbahninfrastrukturunternehmen⁶⁵ seit 1996 umfasst. Die UIC sammelt die Daten für mehr als 30 Variablen, bspw. die Instandhaltungskosten, Daten zur Verkehrsleistung und zum Netzwerk oder Anteile elektrifizierter oder eingleisiger Streckenabschnitte. Die LCIB-Daten wurden im Rahmen des Access Reviews 2008 von der ORR dahingehend modifiziert, dass nicht-plausible Werte und fehlende Daten korrigiert wurden.⁶⁶

⁶² Vgl. Oxera (2008): S. 13.

⁶³ Vgl. Oxera (2008): S. 40.

⁶⁴ Vgl. <http://www.euklems.net/> [Zuletzt abgefragt am 28.06.2013] und O'Mahony und Timmer (2009).

⁶⁵ ÖBB (Österreich), Network Rail (UK), BDK (Dänemark), RHK (Finnland), DB (Deutschland), InfraBel (Belgien), Irish Railways, RS / RFI (Italien), ProRail (Niederlande), Jernbaneverket (Norwegen), Refer (Portugal), Banverket (Schweden), SBB (Schweiz) und CFL (Luxenburg).

⁶⁶ Vgl. ITS & ORR (2008): S. 7ff.

- Die ORR führte eine Primärerhebung für Daten von fünf Eisenbahninfrastrukturunternehmen in Europa und den USA⁶⁷ in den Jahren 2006 und 2007 durch. Die Daten umfassten 51 Beobachtungen für unterschiedliche Regionen in den jeweiligen Ländern. Für Network Rail wurde zwischen 18 Regionen für die Durchführung des regionalen Benchmarkings unterschieden. Nachteil der erhobenen Daten ist, dass lediglich für einige Länder Paneldaten und für die Mehrzahl der Länder nur Beobachtungen in einem Jahr zur Verfügung stehen.

4.3 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im US-amerikanischen Eisenbahnsektor

4.3.1 Rahmenbedingungen

Der US-amerikanische Eisenbahnsektor ist geprägt durch eine Vielzahl privater und vertikal integrierter Eisenbahngüterverkehrsunternehmen.⁶⁸ Der Markt ist weitgehend dereguliert jedoch unterliegen die Unternehmen hinsichtlich der von Ihnen erhobenen Transportentgelten einer beschwerdebasierten Ex-post Aufsicht.⁶⁹ Das Surface Transportation Board (STB), die für den Eisenbahnsektor zuständige Regulierungsbehörde, ist verpflichtet mindestens vierteljährlich Prognoseindices zur Entwicklung der Kosten im US-amerikanischen Eisenbahnmarkt zu veröffentlichen, die auch den erwarteten Produktivitätsfortschritt im Sektor einbeziehen.⁷⁰

4.3.2 Methodisches Vorgehen

Das STB veröffentlicht drei Indices, welche die zukünftige Entwicklung der Faktorpreise prognostizieren: Zum einen wird ein Index erstellt, der die zukünftige Entwicklung der Faktorpreise ausschließlich auf Basis der Vergangenheitsdaten schätzt, zum anderen werden zwei Indices erstellt, die eine Prognose über das zukünftige Produktivitätswachstum beinhalten.

Der eigentliche Kostenindex, der Railroad Cost Adjustment Factor (RCAF), basiert auf der Preisentwicklung von sieben Kategorien von Vorleistungen der Eisenbahnunternehmen, nämlich Arbeit, Treibstoff, Material und Vorräte, Mieten für Ausrüstung, Abschreibungen, Zinsen und sonstige Ausgaben. Für die Berechnung kommt zunächst ein Paasche-Index zur Anwendung, d.h. die Gewichtung der einzelnen Kostenindices für die sieben Kostenarten wird jährlich auf Grundlage der tatsächlichen Kosten der Eisenbahnunternehmen angepasst. Darüber hinaus wird ein Kostenindex erstellt, der eine Prognose über die zukünftige Entwicklung der Vorleistungspreise bis zum übernächsten Quartal beinhaltet. Die Prognose für die Entwicklung der einzelnen Vorleistungspreise

⁶⁷ Network Rail (UK), Infrabel (Belgien), ProRail (Niederlande), Irish Rail und Amtrak (USA).

⁶⁸ Vgl. ACCC (2009): S. 436.

⁶⁹ Vgl. USC Title 49 §10101.

⁷⁰ Vgl. USC Title 49 §10708.

basiert auf unterschiedlichen Verfahren, bspw. auf Fachpublikationen, Expertengesprächen oder Regressionsanalysen. Die Differenz zwischen dem aktuellen Vorleistungspreisindex und dem für das entsprechende Quartal geschätzten Vorleistungspreisindex wird als Prognosefehler erfasst und der sogenannte unbereinigte RCAF für das aktuelle Quartal entsprechend korrigiert.⁷¹

Auf Basis des unbereinigten RCAF werden zwei Indices erstellt, die jeweils um einen Produktivitätsfaktor (Productivity Adjustment Factor, kurz PAF) modifiziert werden, um die Produktivitätsentwicklung im US-amerikanischen Eisenbahnsektor zu berücksichtigen. Die Produktivitätsfaktoren werden durch die Relation zwischen einem Output- und einem Inputindex ermittelt.⁷²

- Der Inputindex nutzt konstante und angepasste Ausgaben für Frachtkosten, Fixkosten und bedingte Rechte der größten US-amerikanischen Eisenbahnunternehmen. Die Anpassung erfolgt mittels eines von der Association of American Railroads (AAR) veröffentlichten Index, dem Rail Cost Recovery Index (RCR), der die Veränderungen der Vorleistungspreise im Eisenbahnsektor anhand der Stückkosten von zehn Kostenkategorien abbildet. Beim RCR handelt es sich um einen Laspeyer-Index mit Basisjahr 1977, dessen Gewichtung alle fünf Jahre angepasst wird.⁷³
- Der Outputindex basiert auf vom STB jährlich erhobenen Frachtbriefdaten, bei dem zwischen 189 Kategorien von Transporten unterschieden wird. Die Kategorisierung erfolgt anhand drei unterschiedlichen Streckenlängen, sieben unterschiedlichen Konfigurationen des Rollmaterials, drei Gewichtsklassen der Transporte und drei Sendungsgrößen. Der Outputindex setzt sich aus den jährlichen Veränderungen der Tonnenkilometern in allen 189 Segmenten zusammen, gewichtet mit den jeweiligen Anteilen der Segmente an den Gesamterlösen im Basisjahr.⁷⁴

Beiden Produktivitätsfaktoren, der PAF und der PAF5, verwenden einen gleitenden Durchschnitt, bei dem die Werte des Produktivitätsindex mit dem geometrischen Mittel der Produktivitätsentwicklung der vorangegangenen fünf Jahre prognostiziert werden. Der Unterschied besteht in der Ausgangsperiode der Produktivitätsentwicklung: Der PAF entstand aus der ursprünglichen Konstruktion der Einbeziehung des Produktivitätsfortschritts durch die Vorgängerbehörde des STB. Dabei wurde anfangs die durchschnittliche Produktivitätsentwicklung fortgeschrieben, so dass der einbezogene Zeitraum in jedem Jahr um ein Jahr erweitert wurde, d.h. der Durchschnitt über eine steigende Anzahl von Jahren gebildet wurde. Im Jahr 1993 wurde das Verfahren auf einen fortlaufenden Durchschnitt umgestellt. Durch den Wechsel von einem kontinuierlich wachsenden Zeitraum zu einem fortlaufenden Zeitraum entstanden Gewichtungsprobleme und

⁷¹ STB (2012), STB (2013).

⁷² Vgl. Bozzo et al. (2010), S. 2-6f.

⁷³ Vgl. AAR (2006).

⁷⁴ Vgl. STB (1998).

eine ungenaue Abbildung der Produktivitätsentwicklung. Als Reaktion darauf führte das STB einen zweiten Index ein, den PAF5, der direkt mit einem fortlaufenden Durchschnitt auf Basis der vorangegangenen fünf Jahre ansetzte und parallel zum PAF berechnet wurde.⁷⁵

Tabelle 5: Berechnung des Produktivitätsfortschritts im Eisenbahnsektor in den USA

Vergleich des Output, Input und der Produktivität			
2006 - 2010			
Jahr	Output Index (1)	Input Index (2)	Produktivitätsveränderung ¹ (3)
2006	1.018	1.024	0.994
2007	1.000	0.996	1.004
2008	0.990	0.970	1.021
2009	0.847	0.861	0.984
2010	1.109	1.070	1.036
Durchschnitt			1.008
Vorheriger Durchschnitt (2005-2009)			1.014

¹ Die Berechnungen basieren auf vollständigen Berechnungen. Abweichungen der Werte aufgrund der angegebenen, gerundeten Werte in Spalte 1 und 2 möglich.

Berechnung des PAF und PAF-5				
Jährliche durchschnittliche Produktivitätsveränderung (2006-2010) = 1.0020				
Jährliche durchschnittliche Produktivitätsveränderung (2005-2009) = 1.0035				
Quartal	Jahr	PAF	PAF-5	
Q1	2012	2.2724	2.3978	← 2005-2009
Q2	2012	2.2769	2.4062	← 2006-2010
Q3	2012	2.2815	2.4146	
Q4	2012	2.2861	2.4231	
Q1	2013	2.2907	2.4279	

Quelle: AAR (2012b): S. 5.

Tabelle 5 veranschaulicht die Berechnung des PAF und PAF5: Die Veränderung der Produktivität wird durch die Division beider Indices in den einzelnen Jahren berechnet und das geometrische Mittel ergibt die durchschnittliche jährliche Produktivitätsveränderung über den betrachteten Fünfjahreszeitraum. Diese wird dann für die Prognose der zukünftigen Entwicklung des PAF und PAF5 auf den Produktivitätsindex angerechnet.⁷⁶

⁷⁵ Vgl. STB (1997), S. 160f und AAR (2012).

⁷⁶ Vgl. STB (2012a) und STB (2013).

4.3.3 Datenbasis

Die zur Berechnung der Produktivitätsfaktor verwendeten Daten basieren einerseits auf Primärerhebungen des STB im Rahmen der regulatorischen Aufgaben. Des Weiteren werden Daten aus einem von der AAR veröffentlichten Index verwendet.

Die Berechnung des Inputindex basiert auf den jährlichen Finanzberichten der größten US-amerikanischen Eisenbahnunternehmen, den so genannten R1-Berichten, im Rahmen der regulatorischen Rechnungslegung. Die so ermittelten Daten werden mittels des Railroad Cost Recovery (RCR)-Index der AAR angepasst. Der RCR basiert auf vierteljährlichen Primärerhebungen von neun Kostenkategorien durch die AAR bei den betreffenden Eisenbahnunternehmen sowie einer jährlichen Erhebung zu den Gehaltszahlungen.⁷⁷

Die Berechnung des Outputindex basiert auf jährlich erhobenen Daten aus Frachtbrief, die alle Eisenbahngüterverkehrsunternehmen in den USA mit mehr als 4.500 Wagenladungen im Jahr dem STB zur Verfügung stellen müssen. Die Daten enthalten detaillierte Informationen über einzelne Transporte, bspw. der transportierten Gütern, den Erlösen aus dem Transport, den verwendeten Rollmaterial und den genutzten Strecken.⁷⁸

4.4 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im österreichischen Gassektor

4.4.1 Rahmenbedingungen

Der entscheidende Liberalisierungsschritt des Gassektors in Österreich erfolgte mit der vollständigen Marktöffnung im Oktober 2002.⁷⁹ Seitdem können Verbraucher den Gasanbieter frei wählen. Das österreichische Gasnetz wird von sieben Fernleitungs- und 20 Verteilnetzbetreibern aufgespannt, wobei der überwiegende Teil des durch das Netz transportierten Gases reiner Transitverkehr ist. Österreich sieht eine gesellschaftsrechtliche Entflechtung seiner Netzbetreiber vor, wobei die meisten Gasverteiler weniger als 100.000 angeschlossene Kunden haben und somit von den Regelungen des Legal Unbundling entbunden und nur einer buchhalterischen Entflechtung in Form einer nach Servicebereichen getrennten Rechnungslegung unterworfen sind. Ein Charakteristikum des österreichischen Gassektors ist, dass fast alle Unternehmen in kommunaler Trägerschaft betrieben werden. Die Regulierung der Netzbetreiber wird durch die Bundesbehörde E-Control vorgenommen. Seit 2008 unterliegen die Netzbetreiber einer Anreizregulierung, die als Price Cap ausgestaltet ist. Ursprüngliches Ziel war es, diese neue Regulierungsform bereits kurz nach der vollständigen Marktöffnung 2002 einzuführen. Der Widerstand der Netzbetreiber war jedoch zu groß, so dass die geltende kostenorientierte Cost Plus Regulierung zunächst weitergeführt wurde. Allerdings nutzte E-Control die jährlichen Kostenprüfungen, um das Kostenniveau deutlich abzusenken.

⁷⁷ Vgl. AAR (2006).

⁷⁸ Vgl. STB (2013).

⁷⁹ Vgl. E-Control (2011). Der Stromsektor wurde bereits ein Jahr zuvor vollständig liberalisiert.

Zum Teil wurden die beantragten Kosten der Netzbetreiber um über 10% gekürzt. Durch dieses rigide Vorgehen konnte auch der Boden bereitet werden, um die Akzeptanz für eine Anreizregulierung zu erhöhen.

4.4.2 Methodisches Vorgehen

Die wesentlichen Merkmale der Anreizregulierung für die Gasverteilnetzbetreiber in Österreich sind in Tabelle 6 aufgeführt. Das Regime basiert zunächst auf zwei jeweils fünfjährigen Regulierungsperioden, 2008 bis 2012 und 2013 bis 2017. Innerhalb dieser zehn Jahre sollen die Netzbetreiber die über ein Benchmarking identifizierten Ineffizienzen komplett abbauen.⁸⁰

Tabelle 6: Schlüsselfaktoren der Anreizregulierung österreichischer Gasnetzbetreiber

Parameter	1. Regulierungsperiode
Effizienzerreichung 100 %	Innerhalb von 10 Jahren
Länge der Regulierungsperiode	5 Jahre
Generelle Produktivitätsentwicklung	1,95 % p.a.
Jährliche Effizienzsteigerungsrate	Max. 2,9 % p.a. (Mindesteffizienz von 74,06 %)
WACC	6,97 %
Verzinsliche Kapitalbasis	Materielle und immaterielle Vermögensgegenstände (kein betriebsnotwendiges Kapital)

Quelle: E-Control (2011): S. 45.

Die Preisobergrenze wird auf Basis der historischen Kosten eines Netzbetreibers ermittelt. Trotz der Präferenz von E-Control, das Regulierungssystem auf möglichst aktuelle Werte zu basieren, musste auf Werte aus 2005 zurückgegriffen werden. Informationen aus 2006 konnten aufgrund der durch die Testierung durch Wirtschaftsprüfer und durch die Kostenprüfung entstehenden Zeitverzögerungen nicht verwendet werden.⁸¹ Als Kostenbasis wurden somit die verfügbaren geprüften Kosten des Tarifprüfungsverfahrens der 2. GSNT-VO-Novelle 2006 herangezogen. Ferner erfolgte eine Kostenaktualisierung. Die Werte für die Ausgangsbasis der Regulierungsperiode wurden mittels eines Netzbetreiberpreisindex reduziert um den sektoralen Produktivitätsfortschritt auf den 31.12.2007 inflationiert. Der Netzbetreiberpreisindex (NPI) ist ein zusammengesetzter Index und basiert auf Einzelindizes, die von Statistik Austria veröffentlicht werden. Der NPI setzt sich wie folgt zusammen:

- Tariflohnindex mit einem Gewicht von 30%,
- Baupreisindex mit einem Gewicht von 40% und
- Verbraucherpreisindex mit einem Gewicht von 30%.

⁸⁰ Vgl. E-Control (2006, 2008).

⁸¹ Den Aufwand für eine adäquate Kostenprüfung schätzt E-Control (2008: 8f.) auf ca. ein Jahr.

Der sektorale Produktivitätsfaktor (Frontier Shift) wurde auf 1,95% p.a. gesetzt. Anknüpfungspunkt waren die Vorgaben für die Stromnetze. Auf Basis einer Metastudie internationaler Produktivitätsanalysen hatte E-Control im Vorlauf zur Einführung der Anreizregulierung im Stromsektor ein Intervall von -1,3% bis +3,9% für den Frontier Shift identifiziert, wobei ein Wert von 1,5% seitens E-Control als sachgerecht für Österreich angesehen wurde.⁸² In den darauf folgenden Verhandlungen zwischen E-Control und den Stromnetzbetreibern wurde der Wert schließlich auf 1,95% p.a. nach oben korrigiert. Grund war eine Vereinbarung, dass eine ursprünglich vorgesehene Einführung eines Korridors für die Eigenkapitalrendite (2-20%) nicht umgesetzt wurde. E-Control hat sich den Wegfall dieser Beschränkung gewissermaßen in Form eines erhöhten generellen X-Faktors abkaufen lassen. Die Übernahme des Wertes für die Anreizregulierung im Gassektor erfolgte einvernehmlich zwischen E-Control und den Gasnetzbetreibern. Allerdings gab es intensive Verhandlungen bzgl. der Neufestlegung des Produktivitätsfaktors vor Beginn der zweiten Regulierungsperiode (2013 bis 2017). Während E-Control den Wert für den allgemeinen Produktivitätsfaktor (X-Faktor) aus der ersten Regulierungsperiode in Höhe von 1,95% beibehalten wollte, hat der Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen (FGW) eine deutliche Absenkung auf 0,85% gefordert. Hauptgegenstand der gutachterlichen Auseinandersetzung war die Berechnung des generellen X-Faktors auf Basis des Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzials.⁸³ Die Besonderheit des Regulierungsregimes in Österreich ist die Verwendung des inputorientierten NPI, so dass der allgemeine X-Faktor allein auf Basis der Veränderungsraten der sektoralen Totalen Faktorproduktivität bestimmt werden sollte.⁸⁴ Letztendlich haben sich E-Control und die Netzbetreiber auf die Beibehaltung des Wertes aus der ersten Regulierungsperiode geeinigt. Im Gegenzug wurde der Kalkulationszins (Weighted Average Cost of Capital, WACC) etwas weniger abgesenkt als die numerischen Berechnungen es erfordert hätten.

Während der Regulierungsperiode werden der sektorale Produktivitätsfaktor und der NPI dazu genutzt, die Ausgangswerte entsprechend fortzuschreiben. Mengenänderungen wird über den Investitions- und Betriebskostenfaktor Rechnung getragen. Ferner erfolgte vor Beginn der ersten Regulierungsperiode ein Effizienzvergleich der Netzbetreiber, um die individuellen Ineffizienzen zu ermitteln. Diese müssen über insgesamt zwei Perioden abgebaut werden. Ein erneutes Benchmarking vor Beginn der zweiten Regulierungsperiode erfolgte nicht. Mit 74,06% ist ein Mindesteffizienzwert vorgegeben. Dies bedeutet, dass Unternehmen, die einen geringeren Wert aufweisen, automatisch den Wert von 74,06% zugewiesen bekommen, was in einer maximalen Effizienzvorgabe in Form des individuellen X-Faktors in Höhe von 2,9% p.a. resultiert. Daraus folgt, dass die maximal mögliche jährliche Effizienzvorgabe knapp unter 5% liegt (1,95% Frontier Shift und 2,9% Catch up). Das Benchmarking erfolgte auf Basis der Gesamtkosten der Unternehmen. Die entsprechenden Outputs sind:

⁸² Zu weiteren Erläuterungen zur Metastudie siehe Abschnitt 4.4.3.

⁸³ Vgl. Vaterlaus et al. (2011) und Schweinsberg et al. (2012). Die unterschiedlichen Datenbasen beider Gutachten werden in Abschnitt 4.4.3 erläutert.

⁸⁴ Vgl. Abschnitt 2.3.

- gewichtete Leitungslänge,
- Leistung Industrie und großes Gewerbe,
- Zählpunkte Haushalt und kleines Gewerbe.

Zur Identifizierung relevanter Outputs (Kostentreiber) gingen dem Benchmarking umfangreiche Analysen mittels Kostenmodellen voraus. Die Bestimmung der Gewichte für die Aggregation der Leitungslängen der unterschiedlichen Druckstufen erfolgte mittels Modellnetzanalysen und einfachen OLS-Regressionen auf Basis der unternehmensindividuellen Kapitalkosten. Neben der DEA wird die parametrische MOLS-Methode verwendet. Ferner wurden zwei unterschiedliche Kapitalkosten betrachtet:

- Mit dem Verbraucherpreisindex indexierte historische Anschaffungs- und Herstellungskosten der Unternehmen,
- Standardisierte Kapitalkosten auf Basis von Annuitäten unter Verwendung des WACC.

Die vier für jedes Unternehmen berechneten Effizienzwerte werden wie folgt in eine Vorgabe umgesetzt. Zunächst wird jeweils der einfache Durchschnitt für die beiden Methoden gebildet. In einem zweiten Schritt wird der höhere durchschnittliche Effizienzwert mit 60% und der niedrigere mit 40% gewichtet.

4.4.3 Datenbasis

Die wegweisende Festlegung für den allgemeinen X-Faktor erfolgte im Rahmen der Konsultationen zur Einführung der Anreizregulierung für die Stromnetze, da der Wert später für die Gasnetze übernommen wurde. Basis für die zwischen Netzbetreibern und der Regulierungsbehörde geschlossene Vereinbarung war eine Metastudie von E-Control.

Tabelle 7: Meta-Studie von E-Control für die Bestimmung des Produktivitätsfaktors im österreichischen Gassektor

Land	Periode	Studie	TFP p.a.	Kommentar
England und Wales	1990/91-1996/97	London Economics (1999)	3,5%	Malmquist Index Frontier shift: 3,9% Catch-up: -0,4% In den letzten Jahren der Untersuchungsperiode hat sich die Produktivität am meisten gesteigert.
	1990/91-1997/98	Tilley und Weyman-Jones (1999)	6,3%	Tornqvist Index
	1971-1993	Weyman-Jones und Burns (1994)	2,8%	Malmquist Index Frontier shift: 3% Catch-up: -0,2%
	1986-97	Hattori et al. (2003)	3,3% - 6,1%	Verwendung verschiedener Methoden; die Produktivität hat sich ab 1994 stark gesteigert.
New South Wales, Australien	1981/82-1993/94	London Economics und ESAA (1994)	3,6%	Malmquist Index Arbeitsprod.: 8,1% Kapitalprod.: 0,2% Produktivität sonstiger Faktoren: 3,7%
Norwegen	1983-89	Försund/Kittelsen (1998)	1,9%	Malmquist Index Frontier shift: 1,8% Catch-up: 0,1%
	1994-98	ECON (2000)	2,8%	In den letzten Jahren der Untersuchungsperiode hat sich TFP am stärksten gesteigert.
	1995-98	NVE (2001)	2,5%	Malquist Index Frontier shift: 2,48% Catch-up: 0,1%
Ontario, Canada	1993-97	OEB (1999)	2,1%	
Neuseeland	1994/95-1996/97	London Economics (1999)	1,4	Malmquist Index Frontier shift: -1,3% Catch-up: 2,72%
Spanien	1987-97	Arocena et al. (2002)	2,9%	Tornqvist Index
USA	1994-96	London Economics (1999)	0,7%	Malmquist Index Frontier shift: 2,3% Catch-up: -1,6%
	1972-94	Makholm (2003)	1,86%	Für unterschiedliche Regionen variiert die Produktivität zwischen 0,96% und 2,76%
	1984-94	Makholm (2003)	2,08%	Für unterschiedliche Regionen variiert die Produktivität zwischen 1,36% und 3,12%
Nordirland	1971-94	Competition Commission (2002)	3,1% (5,2% ab Privatisierung)	Frontier shift: 3,3% (6,9% ab Privatisierung) Catch-up: -0,2%

Quelle: E-Control (2006: 27f.).

Tabelle 7 enthält eine Übersicht über die Studien, die Gegenstand der Metastudie waren. Die Werte für den Frontier Shift liegen zwischen -1,3 % und +3,9 %, wobei nur Neuseeland einen negativen Wert aufweist. Aufgrund der Tatsache, dass sich der von E-Control ursprünglich vorgeschlagene Wert von 1,5% eher am unteren Rand der internationalen Vorgaben bewegte, sowie der signifikanten Kostenreduktionen im Zuge der Tarifprüfungsverfahren vor Beginn der Anreizregulierung konnte sich E-Control mit den

Netzbetreibern auf diese Höhe verständigen (zzgl. Der 0,45% als Kompensation für den Wegfall des Renditekorridors).

Im Gegensatz zur ersten Regulierungsperiode der Gasnetzbetreiber gab es vor Beginn der zweiten Regulierungsperiode für die Gasverteilnetze Widerstand gegen eine Fortführung des allgemeinen X-Faktors in bisheriger Höhe. Das von den Netzbetreibern in Auftrag gegebene Gutachten sah eine deutliche Reduktion des allgemeinen X-Faktors auf 0,85% vor. Dieser Wert setzt sich aus einem Produktivitäts- (0,99%) und einem Inputpreisdifferenzial (0,14%) zusammen.⁸⁵ Die Törnqvist-Berechnungen basieren auf einem Stützintervall von 1980 bis 2000. Während für die Entwicklungen der Inputpreise überwiegend auf Daten von Statistik Austria zurückgegriffen wird, erfolgen die Berechnungen für das Produktivitätsdifferenzial überwiegend auf EUKLEMS Daten. Da der Output über den Bruttoproduktionswert (BPW) abgebildet wird, werden neben Arbeit und Kapital auch die Vorleistungen betrachtet. Für die sektoralen Entwicklungen stehen bis 1995 nur Zeitreihen für das Aggregat Energieversorgung zur Verfügung, das neben Gas vor allem auch den Stromsektor umfasst. Ab 1996 wird überwiegend auf gasspezifische Zeitreihen zurückgegriffen, wobei diese die gesamte Wertschöpfungskette umfassen. Netzspezifische Zeitreihen sind weder bei Statistik Austria noch unter EUKLEMS verfügbar.

Im Gegensatz zum Branchengutachten führt das von E-Control beauftragte Gutachten unterschiedliche Sensitivitätsanalysen durch.⁸⁶ Diese umfassen:

- Unterschiedliche Stützintervalle,
- Verwendung der Bruttowertschöpfung (bzw. des Bruttoinlandsproduktes für die Gesamtwirtschaft) zur Abbildung des Outputs mit der Folge, dass inputseitig nur Arbeit und Kapital zu betrachten sind,
- Umstellung der Datenbasis auf Statistik Austria.

Die Problematik des Fehlens netzspezifischer Zeitreihen bleibt bestehen. Es zeigt sich, dass die Produktivitätswerte insbesondere für Zeiträume nach Beginn der Gasmarktliberalisierung deutlich ansteigen und zum Teil signifikant über dem von E-Control vorgeschlagenen Wert von 1,95% liegen. Dies gilt insbesondere für die Abstimmung allein auf den sektoralen Produktivitätsfortschritt sowie bei Verwendung der Bruttowertschöpfung anstelle des Bruttoproduktionswertes. Da die Inflationierung der Kostenbasis bei den österreichischen Gasnetzbetreibern über den inputorientierten NPI erfolgt, ist eine Differenzialbetrachtung zur Ermittlung des allgemeinen X-Faktors obsolet. Ferner ist eine Abbildung des Outputs über die Bruttowertschöpfung tendenziell geeigneter, da Vorleistungen aufgrund der Abgrenzungsproblematik gegenüber Kapital in der Regel gewissen methodischen Brüchen unterliegen.⁸⁷

⁸⁵ Vgl. Vaterlaus et al. (2011).

⁸⁶ Vgl. Schweinsberg et al. (2012).

⁸⁷ Vgl. Statistik Austria (2010) sowie Stronzik und Wissner (2013).

4.5 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Postsektor

4.5.1 Rahmenbedingungen

Die schrittweise Öffnung des deutschen Briefmarktes begann 1998 mit der Einschränkung bzw. Abschaffung des Postmonopols und der Vergabe von Lizenzen an alternative Anbieter. In den Jahren 2003 und 2006 erfolgten weitere Marktöffnungsschritte und im Jahr 2008 schließlich die vollständige Marktöffnung durch den Wegfall der Exklusivlizenz der Deutschen Post AG (DPAG). Die DPAG, die einen Marktanteil von knapp 90 % im Briefmarkt aufweist, steht im Wettbewerb mit Zustellwettbewerber, die über eigene regionale Netze verfügen, und Konsolidierungswettbewerbern, die Vorleistungen erbringen und die Zustellung über das Zustellnetzwerk der DPAG abwickeln.⁸⁸ Die DPAG unterliegt als marktbeherrschendes Unternehmen einer Entgeltregulierung. Während bei den Entgelte für Teilleistungen, d.h. die Nutzung des Zustellnetzes durch Konsolidierer, eine Ex-post-Aufsicht erfolgt, kommt bei den Entgelte von Sendungen mit einer Mindesteinlieferungsmenge von weniger als 50 Sendungen seit 2002 eine Ex-ante-Genehmigungspflicht in Form einer Preisobergrenzenregulierung zur Anwendung.⁸⁹

4.5.2 Methodisches Vorgehen

Die der Preisobergrenzenregulierung unterliegenden Dienste und Produkte werden in einem Warenkorb zusammengefasst. Die Vorgaben galten in den ersten Regulierungsperioden für einen Zeitraum von vier Jahren. Bei der letzten Festlegung durch die Beschlusskammer 5 der Bundesnetzagentur im Jahr 2011 wurde die Länge der Regulierungsperiode auf zwei Jahre festgelegt⁹⁰ und für die kommende Regulierungsperiode ist eine Laufzeit von fünf Jahren geplant. Die Regulierungsperiode ist unterteilt in jährliche Price-Cap-Perioden, für die die Entgelte nach Maßgabe der Preisobergrenze neu genehmigt werden müssen.⁹¹

Die Anpassung der Preisobergrenze erfolgt unter Berücksichtigung der gesamtwirtschaftlichen Preissteigerungsrate, die über den Verbraucherpreisindex des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 17, Reihe 7) approximiert wird und der zu erwartenden Produktivitätsfortschritts des regulierten Unternehmens.⁹² Ferner werden für die Genehmigungsfähigkeit gemäß der Preisobergrenze mögliche Überträge ungenutzter Entgeltspielräume aus der vorangegangenen Periode einbezogen. Bei der Vorgabe des erwarteten Produktivitätsfortschritts durch die Bundesnetzagentur ist das Verhältnis des Ausgangsentgelts zu den Kosten der effizienten Leistungserbringung einschließlich der

⁸⁸ Vgl. Bender et al. (2013): S. 3ff.

⁸⁹ Vgl. Postgesetz §19 und §21.

⁹⁰ Hintergrund für die verkürzte Geltungsdauer war einerseits die Unsicherheit über die zukünftige Sendungsmengenentwicklung und mögliche Substitutionseffekte durch die Einführung elektronischer Kommunikationsdienste und andererseits die erwartete Novellierung des Postgesetzes.

⁹¹ Vgl. BNetzA (2011): S. 1-4.

⁹² PEntgV §4 Abs. 2.

einzubeziehenden neutralen Aufwendungen zu berücksichtigen.⁹³ Zudem sind bei der Vorgabe die Produktivitätsfortschritte auf vergleichbaren, wettbewerblichen Märkten zu berücksichtigen.⁹⁴ Die Festlegung des erwarteten Produktivitätsfortschritts für die Preisobergrenzenregulierung 2008 bis 2011 erfolgte relativ ad hoc und intransparent. Der von der Bundesnetzagentur festgelegte X-Faktor in Höhe von 1,8 % wurde anhand des rudimentären Vergleichs mit den Entwicklungen in Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden, Dänemark und Portugal. Auf eine weitergehende Analyse und die Anwendung einer internationalen Vergleichsanalyse in der geltenden und der kommenden Regulierungsperiode wurde verzichtet, da in den Postmärkten in Europa kein Wettbewerb bestünde.⁹⁵ Die Plausibilität des vorgegebenen X-Faktors wurde im Verfahren für die Regulierungsperiode 2008 bis 2011 lediglich anhand zweier Referenzwerte überprüft:

- Aufgrund der Produktionscharakteristika der Briefbeförderung, deren Gesamtkosten zu nahezu zwei Dritteln aus Löhnen, Gehältern und Sozialkosten bestehen, wurde die Entwicklung der Arbeitsproduktivität gemäß Berechnungen des statistischen Bundesamtes über den Zeitraum von 1996 bis 2006 als Vergleichswert herangezogen.⁹⁶
- Die Bundesnetzagentur verwendete das von der britischen Regulierungsbehörde verwendete „Nature of Work“-Modell, bei dem die Wertschöpfungskette in verschiedene Kategorien aufgeteilt wird, denen jeweils eine oder mehrere Vergleichsbranchen zugeordnet werden. Auf Basis der gewichteten totalen Faktorproduktivität der Vergleichsbranchen wurde ein Prognosewert für die Produktivitätsentwicklung bei der Briefbeförderung berechnet.⁹⁷

Für die Berechnung des X-Faktors im Jahre 2011 für die Regulierungsperiode 2012 und 2013 wurde eine transparentere Methode zur Festlegung des X-Faktors gewählt. Hierbei wurde zunächst das Ausgangsentgeltniveau als gewichtetes Mittel der im Warenkorb enthaltenen Entgelte gebildet. Als Referenzjahr für die Gewichtung für das Jahr 2010 zugrunde gelegt.⁹⁸ Anschließend wurden die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung auf Basis von der DPAG vorgelegten Kostenunterlagen berechnet. Die Bundesnetzagentur prüft dabei die vorgelegten Wertschöpfungs- und Gemeinkosten hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit und der Zurechnung nach dem Verursacherprinzip.⁹⁹ Ferner wurden die Angaben der DPAG zu den neutralen Aufwendungen geprüft, die Lasten aus der Erbringungen des Universaldienstes und Personalkosten aus der Rechtsnachfolge der Deutschen Bundespost enthielten sowie deren Zurechnung zu regulierten und nicht-regulierten Diensten und Produkten. Im Verfahren 2011 wurde dabei die Zurechnung der neutralen Aufwendungen der DPAG gemäß des Tragfähig-

⁹³ Vgl. BNetzA (2011): S. 14f.

⁹⁴ Vgl. PEntgV §4 Abs. 4.

⁹⁵ Vgl. BNetzA (2007): S. 15f.

⁹⁶ Vgl. BNetzA (2007): S. 17f.

⁹⁷ Vgl. BNetzA (2007): S. 18f.

⁹⁸ Vgl. BNetzA (2011): S. 14f.

⁹⁹ Vgl. BNetzA (2011): S. 18ff.

keitsprinzips nicht anerkannt, um Quersubventionierungen auszuschließen, und statt dessen eine prozentuale Anrechnung der Lasten gemäß der vorherigen Regulierungsvorgaben zur Preisobergrenze festgelegt.¹⁰⁰ Des Weiteren wurde für die Festlegung des X-Faktors die Erwartung über die Sendungsmengen und damit verbundene Effekte auf die Durchschnittskosten einbezogen.¹⁰¹ Ferner wurden die ermittelten Kosten um die Personalkostenentwicklung deflationiert.¹⁰² In der vorgesehenen Entscheidung für die Regulierungsperiode 2014 bis 2019 wird dieses Vorgehen nur geringfügig modifiziert: Zum einen werden bei der Gewichtung des Warenkorbes zur Ermittlung des durchschnittlichen Ausgangsentgelt für die Ermittlung der Produktivitätsfortschrittsrate prognostizierte Mengen zu Grunde gelegt.¹⁰³ Zum anderen erfolgt eine explizite Berücksichtigung der Kapitalkosten bei der Analyse des KeL-Maßstabes, so dass ein „dem unternehmerischen Risiko angemessener Gewinnzuschlag“ sichergestellt ist. Die DPAG sieht diese Festlegung zwar als „nicht sachgerecht“ an, jedoch bezieht sich § 3 Abs. 2 PEntgV explizit auf das unternehmerische Risiko. Zur Ermittlung des kalkulatorischen Zinses verwendet die BNetzA das betriebsnotwendige Vermögen gewichtet mit dem durchschnittlichen Kapitalkostensatz in Höhe von 8,5 %. Für die Berechnungen des Kapitalzinses wurden die Vermögenswerte der DPAG abzüglich Pensionsverpflichtungen, sonstigen operativen Rückstellungen sowie Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen herangezogen.¹⁰⁴

Die Bestimmung des X-Faktors erfolgte auf Basis der so ermittelten deflationierten Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung inklusive der nachgewiesenen neutralen Aufwendungen. Auf Basis der Sendungsmengenprognose wurden die Stückkosten berechnet und die Veränderung der Stückkosten über den Regulierungszyklus als erwarteter Produktivitätsfortschritt der DPAG unterstellt. Der so berechneten erwarteten Produktivitätsfortschritt abzüglich der erwarteten gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsentwicklung, basierend auf dem Jahresgutachten des Sachverständigenrates 2010/2011, wurde von der Bundesnetzagentur als X-Faktor für die Preisobergrenzenregulierung festgelegt.¹⁰⁵

Diese Methodik, anstelle einer makroökonomischen Benchmarkingverfahren, wurde durch die detaillierten vorgelegten Daten der DPAG begründet. Diese enthielten neben den Darstellungen zur Bestimmung der Ausgangsentgelte und zu den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung auch unternehmensinterne Produktionsprozesse, inklusive der dabei entstehenden Kosten, für die Prognose zukünftiger Entwicklungen. Auf die Anwendung einer Vergleichsmarktanalyse zur Bestimmung des X-Faktors wurde verzichtet, da die Bestimmung des X-Faktors über Kostenprüfungen gemäß § 3 Abs. 3 Post-Entgeltregulierungsverordnung (PEntgV) der Bestimmung mittels Ver-

100 Vgl. BNetzA (2011): S. 20ff.

101 Vgl. BNetzA (2011): S. 25ff.

102 Vgl. BNetzA (2011): S. 29f.

103 Vgl. BNetzA (2013): S. 31.

104 Vgl. BNetzA (2013): S. 18ff.

105 Vgl. BNetzA (2011): S. 36f.

gleichsmarktanalysen zu präferieren ist. Des Weiteren existieren nach Einschätzung der BNetzA keine ausreichend wettbewerblichen Postmärkte als Referenz.¹⁰⁶

4.5.3 Datenbasis

Die Bestimmung des X-Faktors durch die Bundesnetzagentur basiert auf von der DPAG vorgelegten Kostendaten, deren Umfang in § 2 PEntgV festgelegt ist. Demnach hat das beantragende Unternehmen eine detaillierte Leistungsbeschreibung einschließlich Angaben zur Qualität der Leistungen, bspw. Sendungslaufzeiten, vorzulegen. Ferner sind für die vorangegangenen fünf Jahre, das Antragsjahr und die nachfolgenden vier Jahre Angaben bzw. Prognosen über den Umsatz, die Absatzmengen und, soweit möglich, die Preiselastizitäten der Nachfrage sowie die einzelnen Kosten und die Entwicklung der Deckungsbeiträge vorzulegen. Hinzu kommen Angaben zu den Auswirkungen der Entgelte und Entgeltdifferenzierungen auf unterschiedliche Nachfragegruppen zu erbringen.

Die vorzulegenden Kostennachweise umfassen die Einzelkosten, die Gemeinkosten sowie die Darstellung und Erläuterung der Gemeinkostenzurechnung auf die Dienste. Zudem sind gemäß § 2 Abs. 2 PEntgV die Ermittlungsmethoden der Kosten, die Höhe der Personalkosten, der Abschreibungen, der Kapitalkosten, die Sachkosten, die erzielte und erwartete Kapitalauslastung, die der Kostenrechnung zugrunde liegenden Mengen einschließlich Preisen und die Kosten der Nutzung der Teile der Beförderungskette darzulegen.¹⁰⁷

4.6 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Stromsektor

4.6.1 Rahmenbedingungen

Der Stromsektor in Deutschland wurde erst relativ spät liberalisiert. Während der Prozess in anderen europäischen Ländern zum Teil bereits zu Beginn der 1990er Jahre eingeleitet wurde, erfolgte der Startschuss in Deutschland de facto erst mit der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) in 2005, die die Vorgaben der zweiten EU Binnenmarkttrichtlinie in deutsches Recht überführte. Zuvor waren in der Regel vertikal integrierte Stromversorgungsunternehmen aktiv, die als regionale Monopolisten agierten und einer Preisaufsicht durch die Kartellreferenten der Länder unterlagen. Seit der Novellierung 2005 hat sich die Sektorstruktur signifikant geändert. Sowohl der Endkundenmarkt als auch die Stromerzeugung sind vollständig liberalisiert worden. Gegenstand der Regulierung sind nur noch die Stromnetze, die seit 2009 einer Anreizregulierung unterliegen.¹⁰⁸ Netzbetreiber mit mehr als 100.000 angeschlossenen Kunden

¹⁰⁶ Vgl. BNetzA (2011): S. 37f., BNetzA (2013): S. 32.

¹⁰⁷ Vgl. BNetzA (2011): S. 17f.

¹⁰⁸ Die Regulierung des Gassektors in Deutschland folgt einem sehr ähnlichen Muster. Aufgrund der Ähnlichkeiten wird im Folgenden auf die Darstellung der Regelungen für den Gassektor verzichtet.

müssen zudem gesellschaftsrechtlich von anderen Aktivitäten des Unternehmens getrennt sein. Für Übertragungsnetzbetreiber gelten im Zuge der Vorgaben durch das dritte Richtlinienpaket auf europäischer Ebene gemäß §§ 8ff. EnWG etwas verschärfte Anforderungen an die gesellschaftsrechtliche Entflechtung. In Deutschland gibt es vier Übertragungsnetzbetreiber und rund 900 Verteilnetzbetreiber. Die Zahl der Verteilnetze ist seit 2006 sogar leicht ansteigend. Ferner existiert ein Trend zur Rekommunalisierung: ursprünglich Dritten überlassene Verteilnetze werden zunehmend durch öffentliche Träger wieder zurückerworben. Hinsichtlich der Entgeltregulierung der Netzbetreiber bestehen zudem unterschiedliche Zuständigkeiten. Für Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber mit mehr als 100.000 angeschlossenen Kunden ist die Bundesnetzagentur zuständig. Kleinere Netzbetreiber unterliegen grundsätzlich der Zuständigkeit durch die Landesregulierungsbehörden. In der Regulierungspraxis haben sich jedoch mehrere Landesregulierungsbehörden entschieden, die Zuständigkeiten im Zuge einer Organleihe an die Bundesnetzagentur abzutreten.

4.6.2 Methodisches Vorgehen

Die Anreizregulierung der deutschen Stromnetzbetreiber ist als Erlösbergrenzenregulierung (Revenue Cap) mit fünfjährigen Regulierungsperioden ausgestaltet. Die erste Periode endet 2013. Die folgende Regulierungsperiode dauert von 2014 bis 2018. Dabei werden die dem Netzbetreiber zugestandenen Erlöse auf Basis der tatsächlichen Kosten eines Basisjahres zu Beginn einer neuen Regulierungsperiode eingerastet. Die Angaben der Netzbetreiber zur Höhe der Kosten sind zuvor Gegenstand einer Kostenprüfung durch die Regulierungsbehörde. Hinsichtlich der Festlegung für die erste Regulierungsperiode wurden Informationen aus dem Jahr 2006 verwendet. Da nur testierte Kostendaten Eingang finden, kommt es im Rahmen der Anreizregulierung in der Regel zu einem Zeitverzug von zwei Jahren (t-2 Verzug). Während der fünfjährigen Regulierungsperiode sind die Erlöse von den Kosten entkoppelt. Die Kosten werden mit der allgemeinen Inflationsrate (Verbraucherpreisindex) fortgeschrieben reduziert um den sektoralen Produktivitätsfortschritt (genereller X-Faktor) sowie um individuelle Effizienzvorgaben (individueller X-Faktor). Die Effizienzvorgaben werden grundsätzlich auf die Gesamtkosten eines Unternehmens (TOTEX) angewendet mit gewissen Ausnahmen. So sind die so genannten dauerhaft nicht beeinflussbaren sowie volatile Kostenbestandteile ausgenommen. Während es sich bei ersterem z.B. um Konzessionsabgaben, Betriebssteuern und bestimmte durch den Ausbau der erneuerbaren Energien bedingte Kosten handelt (vgl. § 11 Abs. 2 ARegV), umfasst der zweite Bestandteil vor allem preisvolatile Kosten (z.B. Verlustenergie, vgl. § 11 Abs. 5 ARegV).

Für Netzbetreiber mit weniger als 30.000 angeschlossenen Kunden besteht die Möglichkeit, sich einem vereinfachten Verfahren zu unterwerfen, das jedoch grundsätzlich die gleichen Komponenten wie das Regelverfahren enthält. Allerdings müssen die Netzbetreiber nicht am Effizienzvergleich teilnehmen, woraus geringere Informationsanforderungen folgen. Im Gegenzug wird ihnen jedoch neben dem generellen X-Faktor

der durchschnittliche individuelle X-Faktor zugewiesen, der sich aus dem Effizienzbenchmarking der am Regelverfahren teilnehmenden Unternehmen ergibt.

Der generelle X-Faktor für die ersten beiden Regulierungsperioden wurde nach einem umfangreichen Konsultationsprozess in § 9 ARegV auch quantitativ kodifiziert. Er beträgt für die erste Periode 1,25% p.a. und 1,5% p.a. ab 2014.¹⁰⁹ In den der Festsetzung vorlaufenden Konsultationen hat die Bundesnetzagentur eine indikative Berechnung auf Basis des Törnqvist-Indexes durchgeführt.¹¹⁰ Es wurde ein Gesamtwert von 2,54% ermittelt, der sich aus dem Produktivitätsdifferenzial in Höhe von 2,23% und dem Inputpreisdifferenzial in Höhe von 0,31% zusammensetzt. In einer Reihe von Gegengutachten der Netzbetreiber unter Verwendung des gleichen Ansatzes und abweichender Datenbasen wurden deutlich niedrige und zum Teil sogar negative Werte für den generellen X-Faktor ausgewiesen.¹¹¹ Die Festlegung der konkreten Höhe für den generellen X-Faktor durch den Verordnungsgeber kann somit als Verhandlungslösung zwischen den beteiligten Akteuren charakterisiert werden.

Zur Bestimmung der individuellen X-Faktoren wendet die Bundesnetzagentur zwei unterschiedliche Benchmarkingverfahren an: die parametrische Stochastic Frontier Analysis (SFA) und die nicht parametrische Data Envelopment Analysis. Der Effizienzvergleich erfolgt auf Basis der Gesamtkosten (TOTEX). SFA und DEA werden sowohl auf Basis der unternehmensindividuellen Aufwandparameter als auch mittels standardisierter Kapitalkosten gerechnet. Zur Identifizierung relevanter Kostentreiber, die als Outputparameter ins Benchmarking Eingang finden, wurden u.a. umfangreiche Modellnetzanalysen durchgeführt.¹¹² Neben den Gesamtkosten gehen in die Modelle folgende Vergleichsparameter ein:¹¹³

- Stromkreislänge in der Netzebene Mittelspannung (Kabel),
- Stromkreislänge in der Netzebene Mittelspannung (Freileitungen),
- Stromkreislänge in der Netzebene Hochspannung (Kabel),
- Stromkreislänge in der Netzebene Hochspannung (Freileitungen),
- versorgte Fläche,
- Anzahl der Umspannstationen,
- Installierte dezentrale Erzeugungsleistung,
- zeitgleiche Jahreshöchstlast in der Umspannebene Hoch-/Mittelspannung,

109 Der BGH hat in einem Grundsatzurteil zur Anreizregulierung von 2011 angemahnt, dass im § 21 a Abs. 6 EnWG eine mit dem von der BNetzA gewählten Ansatz korrespondierende Ermächtigung nicht gegeben ist. Durch die Novellierung des EnWG vom Dezember 2011 ist dies jedoch entsprechend korrigiert worden (Wild 2012). Für die Gasnetze gelten die gleichen Werte.

110 Vgl. BNetzA (2006). Zur Datenbasis und den von Seiten der Netzbetreiber geäußerten Kritikpunkten siehe Abschnitt 4.6.3.

111 Vgl. z.B. PWC (2006) und Wild et al. (2006).

112 Vgl. BNetzA (2006).

113 Vgl. Agrell et al. (2008).

- zeitgleiche Jahreshöchstlast in der Umspannebene Mittel-/Niederspannung,
- Anzahl der Anschlusspunkte über alle Netzebenen,
- Stromkreislänge in der Netzebene Niederspannung.

Es erfolgt eine Best-of-Four-Abrechnung, d.h., es wird für jedes Unternehmen das Maximum der Effizienzwerte aus den vier verschiedenen Modellen (DEA mit Aufwandsparemtern, DEA mit Aufwandsparemtern mit standardisierten Kapitalkosten, SFA mit Aufwandsparemtern und SFA mit Aufwandsparemtern mit standardisierten Kapitalkosten) gebildet. Darüber hinaus ist der Effizienzwert per Verordnung auf 0,6 nach unten beschränkt. Dies bedeutet, dass Unternehmen mit Effizienzwerten kleiner 0,6 automatisch den Wert 0,6 zugewiesen bekommen. Die zu Beginn der ersten Regulierungsperiode festgestellten Ineffizienzen sind über die ersten beiden Regulierungsperioden abzubauen. Allerdings wird vor Beginn der zweiten Regulierungsperiode erneut ein Effizienzvergleich durchgeführt. Die dort ermittelten Ineffizienzen sind jedoch innerhalb einer Regulierungsperiode abzubauen.

4.6.3 Datenbasis

Die Berechnungen zum sektoralen Produktivitätsfortschritts (genereller X-Faktor) der BNetzA auf Basis des Törnqvist-Indexes, die der Festlegung in der ARegV vorausgingen, stützten sich vor allem auf Daten des Statistischen Bundesamtes.¹¹⁴ Es wurde ein Zeitraum von 1977 bis 1997 betrachtet, der in zwei Teilzeiträume (1977 bis 1991 und 1993 bis 1997) unterteilt wurde, um durch die Wiedervereinigung bedingte Brüche in den Zeitreihen zu umgehen. Aufgrund der Inflationierung der Kostenbasis mit dem allgemeinen Verbraucherpreisindex erfolgte eine Differenzialbetrachtung. In Tabelle 8 sind die Ergebnisse für die beiden Zeiträume für das Produktivitätsdifferenzial auf Basis der totalen Faktorproduktivität (TFP) und das Inputpreisdifferenzial dargestellt. Die Bundesnetzagentur hat letztendlich das ungewichtete Mittel (Mittelwert) der Ergebnisse der beiden Zeiträume gebildet.

¹¹⁴ Vgl. BNetzA (2006).

Tabelle 8: Berechnungen der BNetzA für die Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Stromsektor

	1977-1991	1993-1997	Mittelwert
TFP			
Gesamtwirtschaft	1,39%	0,07%	
Energiewirtschaft	1,76%	4,16%	
Differenzial	0,37%	4,09%	2,23%
Inputpreise			
Gesamtwirtschaft	2,69%	0,44%	
Energiewirtschaft	2,14%	0,36%	
Differenzial	0,55%	0,08%	0,31%

Quelle: BNetzA (2006).

Nachfolgend wird die verwendete Datenbasis genauer aufgeschlüsselt.

Zur Berechnung der Produktivitätsänderung der Gesamtwirtschaft wurden folgende Reihen des Statistischen Bundesamtes verwendet:

- Arbeitnehmerentgelte aller Inländer (Fachserie 18, Reihe S. 21),
- Anzahl der Arbeitnehmer (Fachserie 18, Reihe S. 21),
- Bruttoinlandsprodukt (Fachserie 18, Reihe S. 21),
- Anzahl der Erwerbstätigen (Fachserie 18, Reihe S. 21),
- Bruttoanlagevermögen der Gesamtwirtschaft (Werte bis 1991 aus dem Beiheft zur Fachserie 18, Werte ab 1992 aus der Fachserie 18 Reihe 1.4), deflationiert mit dem Verbraucherpreisindex für Deutschland.

Die Faktorproduktivität des Energiesektors basierte auf folgenden Reihen:

- Arbeitnehmerentgelte der Beschäftigten der Energieversorgung (Werte bis 1991 aus dem Beiheft zur Fachserie 18, Werte ab 1992 aus der Fachserie 18 Reihe 1.4),
- Anzahl der Erwerbstätigen der Energieversorgung (Fachserie 4 Reihe 6.1),
- Bruttowertschöpfung der Energieversorgung Werte bis 1991 aus dem Beiheft zur Fachserie 18, ab 1992 Fachserie 18 Reihe 1.4),
- Bruttoanlagevermögen des Energiesektors (Werte bis 1991 aus der Fachserie 18 Reihe 1.3 mit Stand von 1997, Werte ab 1992 aus der Genesis-Datenbank), deflationiert mit dem Index für Erzeugnisse der Investitionsgüterproduzenten (Fachserie 17 Reihe 2),
- Arbeitsstunden der Lohnempfänger in der Energieversorgung (Fachserie 4 Reihe 6.1),

- Produktionswert der Energieversorgung (Fachserie 4 Reihe 6.1), deflationiert mit dem Index der Erzeugerpreise für elektrischen Strom, Gas, Wärme und Wasser (Fachserie 17 Reihe 2).

Zur Abbildung der Inputpreise des Aggregats Gesamtwirtschaft wurde der Index der Erzeugerpreise aller gewerblichen Produkte aus der Fachserie 17 Reihe 2 herangezogen. Die Entwicklung der Inputpreise des Energiesektors erfolgte auf Grundlage des ungewichteten Durchschnitts von sieben Indexreihen der WIBERA Wirtschaftsberatung AG:

- Reihe 10: Transformatoren und Messwandler,
- Reihe 21: Kupferkabel (ohne Verlegung),
- Reihe 55: Holzmaste,
- Reihe 56: Isolierte Drähte und Leitungen (Niederspannung),
- Reihe 57: Feinkeramik (Isolatoren),
- Reihe 229: Hauptrohrleitungen, erdverlegt, ab NW 400,
- Reihe 251: Aluminiumkabel (ohne Verlegung).

Neben der Diskussion einzelner Zeitreihen kritisierten die Netzbetreiber vor allem die Gleichgewichtung der beiden unterschiedlich langen Zeiträume. Ferner wurde angemahnt, dass die Berechnungen um verschiedene Sondereinflüsse bereinigt werden müssten. Beispielhaft sei der Einfluss des so genannten Kohlepfennings erwähnt.¹¹⁵

4.7 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im britischen Stromsektor

4.7.1 Rahmenbedingungen

Großbritannien hat als erstes Land der Europäischen Union seine Energiemärkte liberalisiert. Ausgangspunkt für den Strommarkt war der Electricity Act aus dem Jahr 1989. Im Jahr darauf wurde mit der Liberalisierung und Privatisierung in England und Wales begonnen. Das damalige staatliche Central Electricity Generating Board wurde aufgespalten in drei Energieerzeuger (National Power, PowerGen und Nuclear Electric), eine Übertragungsnetzgesellschaft (National Grid Company), sowie in 12 regionale Elektrizitätsversorgungsunternehmen (Regional Electricity Companies). Seit dem Jahr 1999 ist der Strommarkt für alle Verbraucher vollständig für den Wettbewerb geöffnet.¹¹⁶ In der Zwischenzeit ist die Anzahl der Verteilnetzbetreiber durch die Einbeziehung Schottlands

¹¹⁵ Die Ausgleichsabgabe nach dem 3. Verstromungsgesetz („Kohlepfennig“) wurde im alten Bundesgebiet im Rahmen eines Aufschlags auf den Endkundenpreis für Strom erhoben, womit der Ausgleichsfonds gespeist wurde, aus dem der deutsche Kohlebergbau subventioniert wurde. Er wurde 1975 eingeführt und 1995 aufgrund einer Verfassungsbeschwerde wieder abgeschafft und somit in diesem Jahr letztmalig erhoben. Zu einer eingehenden Diskussion der unterschiedlichen Kritikpunkte siehe Stronzik und Franz (2006) und Stronzik (2006).

¹¹⁶ Vgl. Hense und Schäffner (2004).

auf 19 gestiegen.¹¹⁷ Während National Grid eigentumsrechtlich entflochten ist, ist die regulatorische Vorgabe für die Verteilnetzbetreiber nur eine gesellschaftsrechtliche Entflechtung. Nichtsdestotrotz wurden zehn der 19 Netzbetreiber eigentumsrechtlich separiert.

Für die Überwachung der Regulierungsziele für den Strom- und Gassektor ist seit 1999 die unabhängige Regulierungsbehörde Office of Gas and Electricity Markets (OFGEM) zuständig. Zuvor erfolgte die Regulierung der beiden Sektoren durch zwei separate Regulierungsbehörden. Das Office of Energy Regulation (OFFER) war für den Strommarkt zuständig, während das Office of Gas Regulation (OFGEM) den Gasmarkt regulierte. In 1999 wurden beide Behörden zu OFGEM vereint. Zentraler Punkt der Arbeit von OFGEM ist die Regulierung der Netzbetreiber.¹¹⁸

4.7.2 Methodisches Vorgehen

Bereits seit 1990 unterliegen die Netzbetreiber in Großbritannien einer Anreizregulierung, die als Revenue Cap ausgestaltet ist. Vorgegeben wird ein bestimmter Durchschnittserlös je Stromeinheit. Die Dauer einer Regulierungsperiode beträgt fünf Jahre, wobei die Perioden im Gegensatz zu den meisten anderen EU Ländern vom 01. April bis zum 31. März dauern. Das System ist ein so genannter „Building Blocks“-Ansatz. Dies bedeutet, dass unterschiedliche Elemente des Regimes auf unterschiedliche Weise regulatorisch behandelt werden. 2002 wurde zusätzlich eine Qualitätsregulierung in Form einer Bonus-Malus-Regelung eingeführt.

Die operativen Kosten werden nach dem klassischen RPI-X-Ansatz reguliert. Basierend auf den historischen Kosten und Prognosen über die durch das Netz geleiteten Strommengen werden die Betriebskosten einer Kostenprüfung und einem Benchmarking unterzogen. Die Kostenprüfung führt zu einer initialen Kostenadjustierung. Die Durchschnittswerte sowie die Bandbreiten für die betroffenen Netzbetreiber für die ersten vier Regulierungsperioden sind in Tabelle 9 enthalten. Signifikante Reduzierungen haben insbesondere in der zweiten und dritten Periode stattgefunden. Das Benchmarking dient der Ermittlung der X-Faktoren. In den ersten drei Regulierungsperioden basierten die OPEX-Vorgaben auf einer COLS. Diese parametrische Methode wurde im Preissetzungsverfahren 2005 bis 2010 um eine DEA ergänzt.¹¹⁹ In der ersten Regulierungsperiode wurden die von den Netzbetreibern beantragten Kosten mehr oder weniger unverändert übernommen. Demgegenüber wurden individuell unterschiedliche X-Faktoren vorgegeben, wobei jedoch kein Unternehmen einen positiven Wert zugewiesen bekam.¹²⁰ Dieses Vorgehen wurde ab der zweiten Regulierungsperiode geändert. Die individuellen Effizienzvorgaben spiegelten sich nun in den differenziert ausfallenden initialen Kostenadjustierungen wider. Zusätzlich wurde in der zweiten und dritten Perio-

¹¹⁷ Vgl. European Commission (2011).

¹¹⁸ Vgl. OFGEM (2003).

¹¹⁹ Vgl. Turvey (2003). Zu den verwendeten Variablen siehe Abschnitt 4.7.3.

¹²⁰ Ein negativer X-Faktor führt zu über die Regulierungsperiode zu steigenden Erlösbergrenzen.

de ein relativ hoher X-Faktor in Höhe von 3% p.a. für alle Netzbetreiber einheitlich vorgegeben. Beides zusammen führte in der Konsequenz zu einer deutlichen Absenkung der Netznutzungsentgelte.¹²¹ In der vierten Regulierungsperiode sind die Effizienzvorgaben wieder deutlich moderater ausgefallen.

Tabelle 9: Schlüsselfaktoren der Anreizregulierung britischer Stromnetzbetreiber

Regulierungsperiode	Initiale Kostenadjustierung [%]	X-Faktor [% p.a.]
1990 – 1995	Marginale Erhöhung	Durchschnitt: -1,3 Intervall: [-2,5; 0]
1995 – 2000	Durchschnitt: -25 Intervall: [-28; -20]	3
2000 – 2005	Durchschnitt: -26 Intervall: [-33; -19]	3
2005 – 2010	Durchschnitt: -1,3 Intervall: [-5,7; 11,9]	0

Quelle: Littlechild (2009), Übersetzung WIK.

Die Kapitalkosten werden durch die so genannte Regulatory Asset Base, die die regulatorisch anerkannten Vermögenswerte umfasst, und den durch OFGEM festgesetzten Kalkulationszins in Form eines risikoadjustierten WACC determiniert. In den ersten drei Regulierungsperioden stützte OFGEM die Vorgaben für die Kapitalkosten auf folgende drei Informationsquellen:

- Investitionsplan der Unternehmen,
- Ein von der Beratungsfirma PB Power entwickeltes einfaches analytisches Kostenmodell und
- Kapitalkostenbenchmarking auf Basis einer COLS.

Seit 2005 hat OFGEM auf einen Sliding Scale-Ansatz umgestellt. Im Rahmen dieser Methodik können die Netzbetreiber selbst entscheiden, ob sie eher eine kostenbasierte oder eher eine anreizorientierte Regulierung ihrer Kapitalkosten bevorzugen.¹²² Sliding Scales zielen darauf ab, den Netzbetreiber durch einen anreizkompatiblen Selbstselektionsmechanismus dazu anzuhalten, Informationen bezüglich seiner Investitionsstrategie zu enthüllen und gleichzeitig die Gefahr einer adversen Selektion bei der Investitionsentscheidung zu unterbinden.

Die von OFGEM eingeführte Methodik geht auf einen von Laffont und Tirole (1993) entwickelten Ansatz zurück und wurde von der Beratungsgesellschaft PB Power entwickelt. Diese ermöglicht den britischen Netzbetreibern je nach Investitionsbedarf und Höhe der antizipierten Kapitalkosten eine Wahl der Form der Regulierung ihrer Kapitalkosten (preisbasierte vs. kostenbasierte Regulierung), an die unterschiedliche Belohnungen und Pönalen geknüpft sind. Netzbetreiber mit geringem Investitionsbedarf und

¹²¹ Vgl. Jamasb und Pollitt (2007).

¹²² Vgl. Müller et al. (2010).

daher geringeren Kapitalkosten (CAPEX) werden eher für eine preisbasierte Regulierung votieren, die eine höhere Rendite und geringere erlaubte Kapitalkosten vorsieht, während Netzbetreiber mit hohem Investitionsbedarf tendenziell eher eine kostenbasierte Regulierung bevorzugen werden, die höhere CAPEX genehmigt, dafür aber eine vergleichsweise geringere Rendite zubilligt. Flankiert wird diese Methode durch einen Mechanismus, der die Netzbetreiber dazu anhält, die Wahrheit über ihre erwartete Höhe der Kapitalkosten zu enthüllen. Dies geschieht, indem sowohl OFGEM als auch die Verteilernetzbetreiber ex-ante die Kapitalkosten für ihre geplanten Investitionsvorhaben schätzen. Aus dem Quotienten der geschätzten Kapitalkosten beider Seiten im Vergleich mit den tatsächlich aufgewendeten Kapitalkosten des Netzbetreibers leitet sich dann ein Anreizsystem ab, das den Netzbetreiber für ein Unterschreiten seines Budgets belohnt bzw. für ein Überschreiten pönalisiert.

Tabelle 10: Die Sliding-Scale Matrix für die Regulierungsperiode 2005-2010 im britischen Stromsektor

DNO: PB Power Ratio Efficiency Incentives	100 40%	105 38%	110 35%	115 33%	120 30%	125 28%	130 25%	135 23%	140 20%
Additional income As pre-tax rate of return	2.5 0.200%	2.1 0.168%	1.6 0.130%	1.1 0.090%	0.6 0.046%	-0.1 -0.004%	-0.8 -0.062%	-1.6 -0.124%	-2.4 -0.192%
Rewards & Penalties Allowed expenditure	105	106.25	107.5	108.75	110	111.25	112.5	113.75	115
Actual expenditure									
70	16.5	15.7	14.8	13.7	12.6	11.3	9.9	8.3	6.6
80	12.5	11.9	11.3	10.5	9.6	8.5	7.4	6.0	4.6
90	8.5	8.2	7.8	7.2	6.6	5.8	4.9	3.8	2.6
100	4.5	4.4	4.3	4.0	3.6	3.0	2.4	1.5	0.6
105	2.5	2.6	2.5	2.3	2.1	1.7	1.1	0.4	-0.4
110	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6	0.3	-0.1	-0.7	-1.4
115	-1.5	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-1.1	-1.4	-1.8	-2.4
120	-3.5	-3.1	-2.7	-2.5	-2.4	-2.5	-2.6	-3.0	-3.4
125	-5.5	-4.9	-4.5	-4.2	-3.9	-3.8	-3.9	-4.1	-4.4
130	-7.5	-6.8	-6.2	-5.8	-5.4	-5.2	-5.1	-5.2	-5.4
135	-9.5	-8.7	-8.0	-7.4	-6.9	-6.6	-6.4	-6.3	-6.4
140	-11.5	-10.6	-9.7	-9.0	-8.4	-8.0	-7.6	-7.5	-7.4

Quelle: Ofgem (2004)

Dies soll anhand eines Beispiels aus Tabelle 10 kurz skizziert werden: Der Netzbetreiber (Distribution Network Operator, DNO) wählt zunächst aus der Zeile „DNO:PB PowerRatio“ den Quotienten aus, der aus seiner Sicht das Verhältnis zwischen den von PB Power vorhergesagten und seinen deklarierten Kapitalkosten am besten widerspiegelt. Dadurch ist der regulatorische Vertrag für die Regulierungsperiode determiniert. An diesen Kontrakt sind jeweils die Höhe des beim Netzbetreiber verbleibenden Teils möglicher Kosteneinsparungen (Efficiency Incentive, von 40% bis 20%) und ein Faktor

für zusätzliche Erlöse (Additional Income) geknüpft, die mit einem steigenden Quotienten (stärkere Abweichung der Kapitalkostenvorhersage vom Netzbetreiber und PB Power) abnehmen. Netzbetreiber mit hohen CAPEX erhalten also eine geringere Rendite und umgekehrt. Hat sich der Netzbetreiber für einen „DNO:PB Power Ratio“ (z.B. ein Quotient von 105) entschieden, muss er nun unter der Spalte „Actual Exp“ seine tatsächlichen Kapitalkosten/Investitionen für die relevante Regulierungsperiode angeben. Für unser Beispiel seien dies ebenfalls 105. Die Zahl in der korrespondierenden Zelle gibt dann die zugehörige Belohnung oder Pönale an. Dies ist in unserem Fall der Prozentsatz 2,6 (hellblau markiert), um den sich die erlaubten Kosten („allowed expenditure“) erhöhen. Diese 2,6% ergeben sich aus der Differenz von den erlaubten Kapitalkosten in Höhe von 106,25 und den tatsächlichen Ausgaben in Höhe von 105, multipliziert mit dem Efficiency Incentive (hier: 0,38). Dazu wird das Additional Income (2,1) addiert.

Großbritannien beabsichtigt, sein Regulierungsregime ab 2015 komplett neu auszurichten. Dies erfolgt vor allem aus zwei Gründen. Zum einen konnten bereits große Effizienzverbesserungen in Form deutlich reduzierter Netznutzungsentgelte realisiert werden. Zum anderen wird zunehmend kritisch hinterfragt, ob das gegenwärtige System hinreichende Investitions- und Innovationsanreize setzt. Letzteres hängt eng mit dem Ziel der britischen Regierung zusammen, sein Energiesystem in Richtung Kohlenstofffreiheit umzubauen. Die Konsultationen zur Ausgestaltung des neuen Regulierungsregimes, das als RIIO firmiert, laufen zurzeit.¹²³ So zeichnet sich z.B. ab, dass die Länge der Regulierungsperioden auf acht Jahre ausgedehnt wird. Ferner wird die detaillierte Prüfung der Geschäftspläne der einzelnen Netzbetreiber durch OFGEM einen zentralen Baustein des neuen Regimes darstellen. Im Gegensatz zum bisherigen eher to-down orientierten Ansatz wäre dies eine Hinwendung zu einem bottom-up orientierten Mikromanagement der Netzbetreiber durch OFGEM. Die Diskussionen um eine Neuausrichtung der Regulierung wurden bereits 2008 angestoßen. Dies hat auch dazu geführt, dass die fünfte Preiskontrollperiode (2010 bis 2015) zwar offiziell weiterhin als RPI-X firmiert, de facto werden die Erlöse aber auf Basis jährlicher Kostenprüfungen an die tatsächlichen Kosten angepasst.¹²⁴

4.7.3 Datenbasis

In diesem Abschnitt zur Datenbasis des Regulierungsansatzes für britische Stromverteilnetzbetreiber liegt der Fokus auf dem Benchmarking der Betriebskosten zur Ermittlung der X-Faktoren. Wie bei Effizienzvergleichen im Rahmen der Netzregulierung üblich, verwendet auch OFGEM einen inputorientierten Ansatz. Dies bedeutet, dass die unternehmensindividuellen Kosten, in diesem Fall die Betriebskosten (operating expenditures, OPEX), als Inputvariable in das Benchmarking eingehen. Die Outputvariablen

¹²³ RIIO ist die Abkürzung für „Revenue set to deliver strong Incentives, Innovation and Outputs“. Für weitere Details und den gegenwärtigen Diskussionsstand siehe z.B. Müller (2011) und OFGEM (2010a, 2010b, 2013).

¹²⁴ Vgl. OFGEM (2009).

werden dementsprechend durch die relevanten Kostentreiber gebildet, die vor allem mittels Analysen unter Verwendung von analytischen Kostenmodellen ermittelt wurden. Aufgrund der geringen Anzahl der Netzbetreiber in Großbritannien wurden mehrere Variablen zu einem Parameter, der so genannten Composite Scale Variable, verdichtet.¹²⁵ In diese Variable gehen die Länge des Stromnetzes mit einem Gewicht von 0,3, die verteilte Energiemenge mit einem Gewicht von 0,25 sowie die Anzahl der Kunden mit einem Gewicht von 0,45 ein. Es wird eine exponentielle Gewichtung verwendet, wodurch die Gewichte Kostenelastizitäten darstellen. Dies bedeutet z.B., dass bei einer Ausweitung des Stromnetzes um 1% sich die Betriebskosten entsprechend um 0,3% erhöhen. Da die Summe der Gewichte Eins ergibt, werden implizit konstante Skalenerträge unterstellt. Zur Bestimmung der Gewichte werden ökonometrische Kostentreiberanalysen und ebenfalls analytische Kostenmodelle verwendet. Letztere spielen somit in Großbritannien nicht nur bei der Identifizierung relevanter Kostentreiber eine Rolle, sondern werden auch zu Aggregationszwecken zur Ermittlung funktionaler Zusammenhänge angewendet.

4.8 Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen Telekommunikationssektors

4.8.1 Rahmenbedingungen

Der deutsche Telekommunikationsmarkt ist heutzutage geprägt durch eine Vielzahl an Unternehmen im Markt. Im Betrachtungszeitraum zu Beginn der Liberalisierung Ende der 1990er Jahre verfügte die Deutsche Telekom als ehemaliger staatlicher Monopolist als einziges Unternehmen über ein flächendeckendes Anschlussnetz, das von den Wettbewerbern mittels unterschiedlicher Geschäfts- und Zugangsmodellen (bspw. Call-by-Call Dienste oder die Nutzung entbündelter Zugänge zur Teilnehmeranschlussleitung) für die Bereitstellung von Telekommunikationsdiensten genutzt wurde. Während die Entgelte für die Vorleistungsprodukte und die Zusammenschaltungsentgelte einer kostenbasierten Regulierung unterlagen, waren die Endkundenpreise im Markt für Sprachtelefonie bis 2006 über eine Preisobergrenze reguliert.¹²⁶

4.8.2 Methodisches Vorgehen

Bereits vor der Liberalisierung bestand seit 1993 eine Price-Cap-Regulierung im deutschen Telekommunikationssektor für Dienste zwischen Festnetz- und Mobilfunkgeräten sowie für die Preise der Bereitstellung und Wartung von Leitungswegen zwischen Festnetz und Mobilfunkstationen. Grundlage für die Festlegung des Produktivitätsfaktors während der ersten Regulierungsperiode, die über drei Jahre ging, war die Stückkos-

¹²⁵ Vgl. Turvey (2004) und OFGEM (2009).

¹²⁶ Vgl. Knieps (2009): S. 9f.

tenentwicklung der Deutschen Bundespost im Vergleich zur allgemeinen Preisentwicklung in den Jahren 1970 bis 1989.¹²⁷

Mit Beginn der Liberalisierung im Jahre 1998 wurde eine Price-Cap-Regulierung für die Endnutzerentgelte der Deutschen Telekom AG (DTAG) im Markt für Sprachtelefonie eingeführt und zwei Warenkörbe gebildet, die zwischen Geschäfts- und Privatkundentarifen unterschieden. Die Länge der Regulierungsperiode betrug vier Jahre, die in zwei Price-Cap-Perioden unterteilt wurden. Für die Regulierungsperiode wurde ein Produktivitätsfaktor von 6 % durch das Bundesministerium für Post und Telekommunikation festgelegt.¹²⁸

Die Festlegung der Preisobergrenze für die Laufzeit von 2002 bis 2004 erfolgte für die vier Produktkörbe Anschlussstarife, City-Verbindungen, Inlandsferngespräche und Auslandsferngespräche mit jeweils separate festgelegtem Produktivitätsfaktoren. Maßgeblich für die Vorgabe der Produktivitätsfaktoren sollten einerseits die Unterschiede zwischen dem Ausgangsentgelten und den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung (KeL) und andererseits die Produktivitätsveränderungen von Unternehmen auf vergleichbaren Märkten sein.¹²⁹ Im Rahmen der Entscheidung wurde insbesondere auf die erwartete Entwicklung des Wettbewerbs in den Marktsegmenten der vier definierten Warenkörbe eingegangen und daraus der Produktivitätsvorgabe abgeleitet. Zentral war die Frage, ob die Price-Cap-Regulierung für die vier Marktsegmente das bestehende Preisniveau sicherstellen oder Preissenkungen auferlegt werden sollten, so dass die vorgegebenen Produktivitätsunterschiede starke Unterschiede aufwiesen. So wurde für die Anschlussentgelte aufgrund einer vorliegenden Preis-Kosten-Schere¹³⁰ ein negativer Produktivitätsfaktor von -1 % gesetzt, um der DTAG eine Anpassung der Endkunderatarife und eine Aufhebung der Preis-Kosten-Schere zu ermöglichen. Für den Warenkorb „City-Telefonie“ wurde ein Produktivitätsfaktor von 6 % festgelegt. Begründet wurde diese Vorgabe mit dem starken Preisverfall in den Märkten für Fernverbindungen, der in auch in diesem Segment erwartet wurde. Die beiden Körbe für Inlandsferngespräch und Auslandsferngespräche erhielten mit einem Produktivitätsfaktor von 2 % bzw. 1 % moderate Vorgaben, da die Tarife in beiden Segmenten in den vorangegangenen Jahren durch den Wettbewerb bereits stark gefallen waren und die bis dato geltenden Vorgaben um ein Vielfaches übertroffen wurden. Gewichtet mit den jeweiligen Umsatzanteilen ergab sich eine erwartete durchschnittliche Produktivitätsveränderung von 1 % für alle vier Warenkörbe. Angesichts des technologischen Fortschritts im Tele-

127 Vgl. Lamouroux (1999): S. 311.

128 Vgl. Monopolkommission (2001): S. 83.

129 Vgl. RegTP (2001): S. 16.

130 Eine Preis-Kosten-Schere liegt vor, wenn die Marge zwischen Vorleistungs- und Endkundenpreis nicht ausreichend ist, dass ein effektiver Wettbewerber das Endkundenprodukt ohne Verluste anbieten kann. Im Fall der DTAG lag der regulierte Vorleistungspreis für die Nutzung einer Teilnehmeranschlussleitung zeitweise sogar oberhalb des regulierten Endkundenpreises für einen Telefonanschluss. Vgl. hierzu auch European Commission (2003): Erwägungsgrund 160.

kommunikationssektor wurde dieser Wert von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) auch als konservative Schätzung eingestuft.¹³¹

Eine ausführlichere Darstellung zur Methode zur Schätzung des Produktivitätsfortschrittes im Telekommunikationssektor bzw. in den definierten Marktsegmenten existiert in den relevanten Entscheidungen nicht. Bezieht man den vorangegangenen Konsultationsprozess mit ein, so wird ersichtlich, dass die exakte Schätzung des Produktivitätsfortschritts im Gegensatz zu den erwarteten Wettbewerbsentwicklungen eine nachrangige Rolle einnahm. Insbesondere die Schätzung des Produktivitätsfaktors mittels Vergleich des Ausgangsentgelts, den Preisen der DTAG, mit den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung (KeL), der den Produktivitätsfortschritt beschreiben, der maximal erzielt werden kann, wurde von vielen Marktteilnehmern skeptisch gesehen. Einerseits wurde dieses Vorgehen angesichts eines fehlenden transparenten Kostensystems bei der DTAG als unrealistisch bewertet. Andererseits wurde befürchtet, dass die Preisobergrenze bei einem zu hohen Produktivitätsfaktor Verdrängungspreise nicht nur fördern sondern sogar legalisieren könnte, so dass zumindest als Nebenbedingung eine Preisuntergrenze festgelegt werden müsse. Ferner wurde der Standpunkt vertreten, dass der X-Faktor in den Bereichen Ortsanschluss und Ortsgespräche höher als der tatsächliche Produktivitätsfortschritt liegen müsse, um die Monopolgewinne der DTAG abzuschmelzen.¹³²

Insgesamt betrachtet erscheint die Festlegung des Produktivitätsfaktors im deutschen TK-Sektor weniger auf einer kritischen Analyse als vielmehr auf Verhandlungen zwischen den Marktteilnehmern, insbesondere der betroffenen DTAG und der RegTP, basieren. Die zentrale Aspekt bei dieser Verhandlungslösung lag scheinbar nicht in der Festlegung einer geeigneten Methode zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts sondern in der Bestimmung eines für beide Seiten akzeptablen Produktivitätsfaktors.¹³³

4.8.3 Datenbasis

Die Bestimmung des Produktivitätsfaktors erfolgt unter Einbeziehung der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung auf Grundlage von Daten der DTAG, die in der Telekommunikations-Entgeltregulierungsverordnung (TEntgV) festgelegt sind. Die Regulierungsbehörde kann demnach die Vorlage einer detaillierten Leistungsbeschreibung, Angaben über die erzielten Umsätze für die fünf zurückliegenden Jahre und die erwarteten Umsätze ein den folgenden vier Jahren, Angaben über Absatzmengen, Preiselastizitäten, Angaben über die Entwicklung einzelner Kosten und Deckungsbeiträge und Angaben über erwartete Effekte auf die Nachfragestruktur von Privat- und Geschäftskunden einfordern.

¹³¹ Vgl. RegTP (2001): S. 17f.

¹³² Vgl. WIK (2001): S. 107ff.

¹³³ Diese Einschätzung beschränkt sich nicht nur auf die Bestimmung des Produktivitätsfaktors im deutschen TK-Sektor sondern auch auf Regulierungsverfahren in anderen Staaten. Vgl. hierzu Melody (2001): S. 172.

Die Kostennachweise der DTAG müssen Angaben zu den Einzel- und den zugerechneten Gemeinkosten, inkl. Zurechnungsschlüssel, enthalten sowie die Ermittlungsmethode der Kosten, die Höhe der Personalkosten, der Abschreibungen, der Kapitalkosten und der Sachkosten. Ferner muss die DTAG die im Nachweiszeitraum erzielten und erwarteten Kapazitätsauslastungen sowie die der Kostenzurechnung zugrundeliegenden Einsatzmengen für die Leistungen inklusive dazugehöriger Preise ausweisen.¹³⁴

4.9 Verwendete Methoden und Übertragbarkeit

Aus der Betrachtung der Regulierungspraxis wird deutlich, dass eine Vielzahl an Methoden zur Bestimmung von Produktivitätsfaktoren zur Anwendung kommt. Die unterschiedlichen Methoden stellen in der Regel aber lediglich Stützen für die letztendliche Festlegung des Produktivitätsfaktors bzw. des X-Faktors dar und ersetzen die Entscheidungen der Regulierungsbehörden nicht. In der Regel wird mit den verwendeten Methoden nur eine Bandbreite ermittelt, innerhalb derer die Regulierungsbehörde den erwarteten Produktivitätsfortschritt festlegt, teilweise begleitet durch ein Konsultationsverfahren oder durch direkte Verhandlungen mit den Marktteilnehmern. Die Bestimmung des Ermessensspielraums der Regulierungsbehörde basiert dabei im Wesentlichen auf drei Methoden:

- **Benchmarking mit anderen Unternehmen**

Die Verwendung von Benchmarkingverfahren (SFA, DEA etc.) erscheinen durch die Orientierung an der „best practice“ als geeignete Methoden zur Schätzung des Produktivitätsfortschrittes und realisierbarer Effizienzvorgaben. Typischerweise werden Benchmarkingverfahren für die Bestimmung individueller X-Faktoren herangezogen, so dass in Hinblick auf den deutschen Eisenbahnsektor, oder allgemein für Sektoren mit nur einem regulierten Unternehmen, entsprechende Vergleichsunternehmen gefunden werden müssen. Von den vorher betrachteten Anwendungsfällen in Sektoren mit lediglich einem regulierten Unternehmen kommen Benchmarkingverfahren lediglich im Eisenbahnsektor in Großbritannien zur Anwendung, bei dem sowohl ein unternehmensinterner Vergleich verschiedener Regionen als auch ein internationaler Vergleich mit ausländischen EIU vorgenommen wird. Eine entsprechende Berechnung für den deutschen Eisenbahnsektor erscheint grundsätzlich möglich, sofern Zugang zu den entsprechenden Daten besteht. Während dies für marktrelevante kleinere und mittlere EIU, sowie bei einem unternehmensinternen, regionalen Benchmarking der DB, uneingeschränkt möglich erscheint, gilt dies nicht für die DB Infrastruktursparte insgesamt. Hier besteht die Notwendigkeit einer internationalen Vergleichsanalyse, bei der tendenziell auch ein Problem bei der Vergleichbarkeit der Daten existiert.¹³⁵ Eine einfache Beispielrechnung ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich, da die für die Analyse notwendigen Daten nicht zugänglich sind.

¹³⁴ Vgl. TEntgV §§ 2, 4.

¹³⁵ Vgl. zu diesem Fazit auch BNetzA (2008): S. 51.

- **Kostenmodelle und Kostenprüfungen**

In allen betrachteten Anwendungsbeispielen spielen Kostenmodelle und Kostenprüfungen eine Rolle bei der Schätzung vorhandener Ineffizienzen. Während diese in Industrien mit nur einem regulierten Unternehmen jeweils direkt zur Identifikation der vorhandenen Ineffizienzen herangezogen werden, dienen sie in Sektoren mit mehreren regulierten Unternehmen der Bestimmung von Kostentreibern, um entsprechende Daten für die Benchmarkingverfahren zu erheben. Je nach Detailgrad eines Kostenmodells stellt dieses Vorgehen einen hohen Aufwand dar, so dass eine beispielhafte Darstellung im Rahmen der Studie nicht erfolgt. Die Verwendung von Kostenmodellen im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor erscheint jedoch möglich, wobei einige Fragestellungen vorab zu klären wären, beispielsweise ob die Kostenmodellierung den gesamten Sektor, einzelne EIU oder einzelne Teilstrecken umfassen sollte. Ferner stellt sich die Frage, wie öffentlich subventionierte Investitionen und Einrichtungen im Rahmen eines Kostenmodells zu berücksichtigen wären. Die Prüfung der Kosten steht zunächst einmal dem theoretischen Grundgedanken der Anreizregulierung entgegen, wonach keine Notwendigkeit zum Abbau von Informationsasymmetrien zwischen der Regulierungsbehörde und dem regulierten Unternehmen besteht.¹³⁶ Dennoch erscheinen Kostenprüfungen gerade bei unzureichenden Vergleichsunternehmen sinnvoll, um vorhandene Ineffizienzen fundiert abschätzen oder die Ergebnisse internationaler Benchmarking-Studien hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Deutschland bewerten zu können. Eine Implementierung von Kostenprüfungen im deutschen Eisenbahnsektor ist angesichts Festlegung der Ausgangsentgelte auf Basis der Ist-Kosten der EIU bereits geplant. Daher erscheint die Verwendung von Kostenprüfungen zur Abschätzung von Ineffizienzen grundsätzlich unproblematisch, sofern die BNetzA mit ausreichenden Befugnissen zur Datenerhebung und Überprüfung von Unternehmensdaten ausgestattet wird.

¹³⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2.

- **Benchmarking mit einem synthetischen Sektor**

Die Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts mittels eines synthetischen Sektors wird in vielen Sektoren zur Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschritts und des allgemeinen X-Faktors herangezogen. Vorteilhaft erscheinen an dieser Methode vor allem die hohe Transparenz und die, vor allem bei Einführung einer Anreizregulierung und bei geringer Verfügbarkeit von Unternehmensdaten, einfache Anwendbarkeit. Ein Nachteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass keine Identifikation der Ursachen für Produktivitätsveränderungen möglich ist. Gerade bei der Verwendung wettbewerblicher Vergleichssektoren werden Produktivitätsfortschritte durch den Abbau bestehender Ineffizienzen wahrscheinlich unterschätzt und im Wesentlichen der technologische Fortschritt erfasst. Produktivitätsvorgaben für den Abbau von Ineffizienzen aber auch steigende Anreize zum technologischen Fortschritt durch die Einführung einer Anreizregulierung müssen über entsprechende Modifikationen der Ergebnisse implementiert werden.

5 Schätzung des sektoralen Produktivitätsfaktors für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen aus Abschnitt 4 wird nachfolgend eine Methode zur Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor mittels TFP-Index eines synthetischen Vergleichssektors vorgeschlagen. Im Abschnitt 5.1 wird einleitend die verwendete Datenbasis beschrieben. In Abschnitt 5.2 wird die Konstruktion des synthetischen Vergleichssektors dargestellt, dessen TFP-Index in Abschnitt 5.3 berechnet und in Abschnitt 5.4 einer Sensitivitätsanalyse unterzogen wird. Abschließend wird in Abschnitt 5.5 diskutiert, wie die Ergebnisse zur Festlegung eines allgemeinen X-Faktors verwendet werden können.

5.1 Datenbasis

Die empirische Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts für den Eisenbahninfrastruktursektor in Deutschland basiert auf Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) der Datenbank GENESIS des Statistischen Bundesamtes (Destatis).¹³⁷ Dazu wurden folgende statistische Zeitreihen verwendet:

- Bruttowertschöpfung (Tabelle 81000-0103)
- Bruttoanlagevermögen (Tabelle 81000-0119)
- Arbeitsstunden der Erwerbstätigen (Tabelle 81000-0114)
- Anzahl der Arbeitnehmer (Tabelle 81000-0113)
- Arbeitnehmerentgelte (Tabelle 81000-0110)
- Anzahl der Erwerbstätigen (Tabelle 81000-0112)

Die Entscheidung gegen die Verwendung alternativer Datenbanken, wie bspw. EU Klems oder der OECD-Datenbank Structural Analysis (STAN) basiert vor allem darauf, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Datenbanken bestehen und diese weitgehend auf Daten der nationalen statistischen Ämter beruhen. Ferner wird der Eisenbahninfrastrukturbereich in keiner der beiden Datenbanken ausreichend disaggregiert abgebildet, um darauf basierend eine Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts anhand von Vergleichsländern vorzunehmen.

Die Verwendung von VGR-Daten ermöglicht eine einfache und transparente Berechnung auf Basis umfangreicher Daten. Nachteilig wirkt sich dabei der hohe Grad der Aggregation der Daten aus, die keine spezifischere Analyse auf Ebene einzelner Infrastruktursegmente, bspw. Schienenwege oder Serviceeinrichtungen, oder auf Unternehmensebene zulässt.

¹³⁷ Vgl. DESTATIS (2013).

Als Zeitpunkt für die zugrunde gelegten Daten wurde zunächst der Zeitraum ab 1991 zugrunde gelegt, um statistische Probleme aufgrund des Strukturbruchs in der Datenerhebung durch die deutsche Wiedervereinigung zu umgehen.¹³⁸ Der Startpunkt geht damit mit dem formalen Beginn der Liberalisierung des europäischen Bahnsektors einher¹³⁹. Vollständige Datensätze für die Untersuchung liegen bis einschließlich 2010 vor¹⁴⁰, so dass die Analysezeitraum insgesamt 19 Jahre umfasst.

5.2 Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors

Im ersten Schritt der Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors werden Tätigkeitsbereiche mit unterschiedlichen Aktivitäten der deutschen Eisenbahninfrastrukturunternehmen abgegrenzt.

Tabelle 11: Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors für die Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Aktivitäten, Kostenkomponenten und Anteile an den Gesamtkosten

Aktivität	Kostenkategorien (<i>i</i>)	Anteil an Gesamtkosten ($C_i^{\%}$)
Instandhaltung & Erneuerung	Personalkosten (Instandhaltung)	10%
	Baumaßnahmen	14%
	Leistungs-, Sicherheits-, Energie- und TK-Technik	5%
	Sonstige Instandhaltungskosten	4%
	Gebäude, Anlagen, Grundstücke	15%
Betrieb	Personalkosten (Betrieb)	17%
	Bezogene Leistungen, Material, Energie	6%
	Gebäude, Anlagen & Grundstücke	13%
Sonstiges	Administration	6%
	Sonstige Kosten, Gemeinkosten	10%

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Tabelle 11 illustriert die drei Tätigkeitsbereiche und die dazugehörigen Kostenkategorien. Auf Basis von Geschäftsberichten der Deutschen Bahn AG und der relevanten Infrastrukturtöchter (DB Netz, DB Stationen & Services) sowie ausländischer Reguliervverfahren werden jeweils Anteile der Kostenkomponenten an den Gesamtkosten geschätzt.

Im zweiten Schritt werden Wirtschaftsbereiche ausgewählt, die für die Aktivitäten und Kostenkategorien im Eisenbahninfrastruktursektor als Vergleichsmaßstab herangezogen werden.

¹³⁸ Vgl. bspw. Schmalwasser (2001) zur Revision des Anlagevermögens und Problemen bei Zeitreihen.

¹³⁹ Vgl. Richtlinie 91/440/EWG.

¹⁴⁰ Bisher (Stand September 2013) hat das Statistische Bundesamt keine Daten für das Bruttoanlagevermögen in den einzelnen Wirtschaftsbereichen veröffentlicht.

Tabelle 12: Ausgewählte Vergleichssektoren aus der VGR zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor

WZ08-Code	Wirtschaftsbereiche (j)	Anmerkungen / Untergruppen
WZ08-22-01	Herstellung von Gummi-, Kunststoff-, Glaswaren, Keramik u.Ä.	Baubedarf (keramische Isolationen, Kunststoffteile, Beton und Zement, Schleifmittel)
WZ08-24-01	Metallgewerbe	Gleisbauerzeugnisse, Herstellung von montiertem Gleismaterial
WZ08-27	Herstellung von elektronischen Ausrüstungen	Herstellung elektronischer Signalanlagen, Generatoren, Stromverteilung
WZ08-28	Maschinenbau	Gleisbau
WZ08-29-01	Fahrzeugbau	Schienenauffahrzeuge, Fahrzeugzubehör, Herstellung Eisenbahninfrastruktur; Maschinen zur Gleisstandhaltung
WZ08-31-01	Möbelherstellung, Installation von Maschinen	Büroeinrichtung, Reparatur / Instandhaltung von Schienenfahrzeugen, Maschinen, Metallerzeugnissen, elektrischen Anlagen
WZ08-D	Energieversorgung	Übertragungs- und Verteilnetze
WZ08-E	Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzung	Übertragungs- und Verteilnetze
WZ08-F	Baugewerbe	
WZ08-H	Verkehr und Lagerei	Verkehr, Verkehrswege, Rangiertätigkeiten, Serviceeinrichtungen
WZ08-61	Telekommunikation	Übertragungs- und Verteilnetze, Betrieb von Kommunikationsanlagen
WZ08-K	Erbringung von Finanz- und Versicherungsleistungen	
WZ08-L	Grundstücks- und Wohnungswesen	Verkauf- und Kauf von Grundstücken, Vermietung und Verpachtung
WZ08-M	Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	Rechts- und Steuerberatung, Public Relations, Vermessung, Bauplanung, etc.
WZ08-N	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	Verkehrswegebegrünung; Vermietung von Maschinen, Geräten und sonstigen beweglichen Sachen,

Quelle: Eigene Darstellung WIK basierend auf Destatis (2008).

In Tabelle 12 sind 15 Wirtschaftsbereiche aufgelistet, die basierend auf den in den aggregierten VGR-Daten enthaltenen Klassen, Untergruppen und erfassten Aktivitäten als Vergleichssektoren für den Eisenbahninfrastruktursektor herangezogen werden. Dabei werden die Wirtschaftszweige weitgehend auf Abschnittsebene aggregiert und lediglich für Tätigkeiten des Abschnitts C (Verarbeitendes Gewerbe) auf Abteilungen bzw. Gruppen disaggregiert.¹⁴¹ Diese Aufteilung basiert einerseits der Verfügbarkeit der Daten, da von den insgesamt 91 Wirtschaftsbereichen der VGR von Destatis nur für 43 Wirtschaftsbereiche vollständige Datensätze für die benötigten Variablen verfügbar sind. Andererseits soll eine Endogenität des synthetischen Sektors durch eine zu hohe Disaggregation und damit eine Beeinflussung der Daten durch die Tätigkeiten der deutschen EIU vermieden werden. Ferner soll durch die Vorauswahl ausreichender Vergleichssektor sichergestellt werden, dass sektorspezifische Entwicklungen, wie beispielsweise der enorme technologische Fortschritt im Telekommunikationssektor in den letzten Jahrzehnten, die Entwicklungen des synthetischen Vergleichssektors nicht ver-

¹⁴¹ Vgl. Destatis (2008). Die Aggregation auf Abschnittsebene ist an der Codierung mit einem Buchstaben, auf Abteilungsebene an der Codierung mit einer zweistelligen Zahl und auf Gruppenebene mit einer vierstelligen Zahl erkennbar.

zerren sondern ein möglichst repräsentativer Referenzwert für die sektorale Produktivitätsentwicklung im deutschen Eisenbahnsektor entsteht.

Tabelle 13: Zuordnung der Vergleichssektoren aus der VGR zu Aktivitäten und Kostenkategorien im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor

	Instandhaltung & Erneuerung			Betrieb			Sonstiges				
	Personalkosten (Instandhaltung)	Leistungs- und TK-Maßnahmen	Sonstige Instandhaltungskosten	Gebäude, Anlagen, Grundstücke	Personalkosten (Betrieb)	Bezogene Leistungen, Energie	Gebäude, Anlagen & Grundstücke	Administration	Sonstige Kosten, Gemeinkosten		
H.v. Gummi-, Kunststoff-, Glaswaren, Keramik u.Ä.											
Metallgewerbe											
Herstellung von elektronischen Ausrüstungen											
Maschinenbau											
Fahrzeugbau											
Möbelherstellung, Installation von Maschinen											
Energieversorgung											
Wasserversorg., Entsorg., Beseitig. v. Umweltverschm.											
Baugewerbe											
Verkehr und Lagerei											
Telekommunikation											
Erbringung von Finanz- und Versicherungsleistungen											
Grundstücks- und Wohnungswesen											
Freiberufliche, wiss. u. techn. Dienstleistungen											
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen											
Gewichtung der Vergleichssektoren an der jeweiligen Aktivität	1/2	1/6	1/2	1/3	1/3	1/4	1/3	1/3	1/6	1/7	

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Tabelle 13 beinhaltet die Zuordnung der einzelnen Vergleichssektoren zu den jeweiligen unterschiedlichen Aktivitäten und Kostenkategorien. Die Zuordnung basiert darauf, dass die aufgeführten Aktivitäten direkt in den Wirtschaftszweigen beinhaltet sind oder Ähnlichkeit zu den jeweiligen Aktivitäten und Kostenkategorien aufweisen. Als Beispiel seien hier die Personalkosten für Instandhaltung und Erneuerungen genannt. Der Wirtschaftsbereich „Freiberufliche wissenschaftliche und technische Dienstleistungen“ enthält unter anderem die Untergruppen „Vermessung“ und „Bauplanung“, so dass eine ähnliche Entwicklung der Kosten und der Produktivitätsfortschritte wie bei Eisenbahninfrastrukturunternehmen, bspw. durch neue Vermessungstechniken, naheliegend ist. Bei den einzelnen Kostenkategorien werden die verwendeten Vergleichssektoren jeweils gleichgewichtet. Der Anteil σ_j eines Vergleichssektors j am synthetischen Sektor ergibt sich als Summe seiner Anteile über alle Kostenkategorien jeweils gewichtet mit dem Anteil der jeweiligen Kostenkategorie an den Gesamtkosten (C_i / C), formal also als

$$\sigma_j = \sum_i \frac{1}{\text{Anzahl der Vergleichssektoren für Kostenkategorie } i} \times \frac{C_i}{C} \quad (5-1)$$

Tabelle 14: Zusammensetzung des synthetischen Sektors zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor

	Instandhaltung & Erneuerung	Betrieb	Sonstige Kosten	Gesamtanteil
Anteil der Aktivität an Gesamtkosten	48%	36%	16%	
Herstellung von Gummi-, Kunststoff-, Glaswaren, Keramik u.Ä.	5%	0%	0%	2%
Metallgewerbe	5%	0%	9%	4%
Herstellung von elektronischen Ausrüstungen	5%	0%	0%	3%
Maschinenbau	5%	0%	0%	2%
Fahrzeugbau	5%	0%	0%	2%
Möbelherstellung, Installation von Maschinen	5%	6%	0%	4%
Energieversorgung	0%	24%	15%	11%
Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzung.	0%	24%	15%	11%
Baugewerbe	28%	0%	0%	14%
Verkehr und Lagerei	3%	12%	15%	8%
Telekommunikation	5%	12%	15%	9%
Erbringung von Finanz- und Versicherungsleistungen	0%	0%	15%	2%
Grundstücks- und Wohnungswesen	10%	12%	0%	9%
Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	10%	6%	15%	9%
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	13%	6%	0%	8%

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Tabelle 14 stellt die Zusammensetzung des synthetischen Sektors dar. Die Anteile der einzelnen Vergleichssektoren an den jeweiligen Aktivitäten liegen zwischen 0 % und 28 % und am synthetischen Sektor insgesamt zwischen 2 % und 14 %.

5.3 Berechnung des sektoralen Produktivitätsfortschritts

Die Berechnung des sektoralen Produktivitätsfortschritts auf Basis von VGR Daten erfolgt über die Totale Faktorproduktivität (TFP) unter Verwendung von Törnqvist-Indices, bei denen die gewichteten geometrischen Durchschnitte der Mengenrelationen verwendet werden, wobei die Gewichte die einfachen Durchschnitte der Wertanteile (Kosten- bzw. Erlösanteil) in den jeweiligen Perioden sind.¹⁴² Die Veränderung der TFP kann demnach durch die Veränderungen des Outputindex relativ zur Veränderung des Inputindex beschrieben werden als

$$\Delta TFP_t = \frac{\Delta \text{Törnqvist-Outputindex}}{\Delta \text{Törnqvist-Inputindex}} = \frac{\prod_n \left[\frac{q_{n,t}}{q_{n,t-1}} \right]^{\frac{\alpha_{n,t} + \alpha_{n,t-1}}{2}}}{\prod_m \left[\frac{y_{m,t}}{y_{m,t-1}} \right]^{\frac{\beta_{m,t} + \beta_{m,t-1}}{2}}} \quad (5-2)$$

mit n Produkten q , die jeweils einen Anteil α am gesamten Ausbringungsniveau aufweisen. Für die Produktion der Ausbringungsmenge werden m Produktionsfaktoren y mit jeweiligem Anteil β eingesetzt. Bei Verwendung von VGR Daten reduziert sich die Betrachtung auf der Inputseite auf die beiden Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit und auf der Outputseite auf das BIP bzw. die Bruttowertschöpfung in den einzelnen Wirtschaftssektoren.

Der Inputindex ergibt sich unter Annahme einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion aus dem Produkt der mit der durchschnittlichen bereinigten Lohnquote gewichteten Veränderung der eingesetzten Arbeit und der mit der Profitquote gewichteten Veränderung des Kapitaleinsatzes, formal also als

$$Y_t = \left[\frac{A_t}{A_{t-1}} \right]^{\frac{\theta_{A,t} + \theta_{A,t-1}}{2}} \times \left[\frac{K_t}{K_{t-1}} \right]^{\frac{(1-\theta_{A,t}) + (1-\theta_{A,t-1})}{2}} \quad (5-3)$$

Die Lohnquote θ_A stellt jenen Teil des BIP bzw. der Bruttowertschöpfung dar, der für die Entlohnung des Faktors Arbeit verwendet wird, also aus dem Quotienten des BIP zu Marktpreisen bzw. der nominellen Bruttowertschöpfung und der Anzahl der Arbeitnehmer. Bei der bereinigten Lohnquote wird zudem berücksichtigt, dass Selbstständige in den Wirtschaftsbereichen tätig sind, deren Entlohnung per Annahme dem durchschnittlichen Arbeitnehmerentgelt entspricht. Die bereinigte Lohnquote ergibt sich damit als Quotient aus den Verhältnissen der Arbeitnehmerentgelte zu Arbeitnehmern und BIP zu Marktpreisen bzw. nomineller Bruttowertschöpfung zur Anzahl der Erwerbstätigen.

Aufgrund der Betrachtung eines Ausbringungsfaktors vereinfacht sich der Outputindex zur Veränderung des BIP bzw. der Bruttowertschöpfung im betrachteten Wirtschaftssektor zwischen zwei Perioden, also zu

$$Q_t = \frac{q_t}{q_{t-1}} \quad (5-4)$$

¹⁴² Vgl. OECD (2001): S. 114.

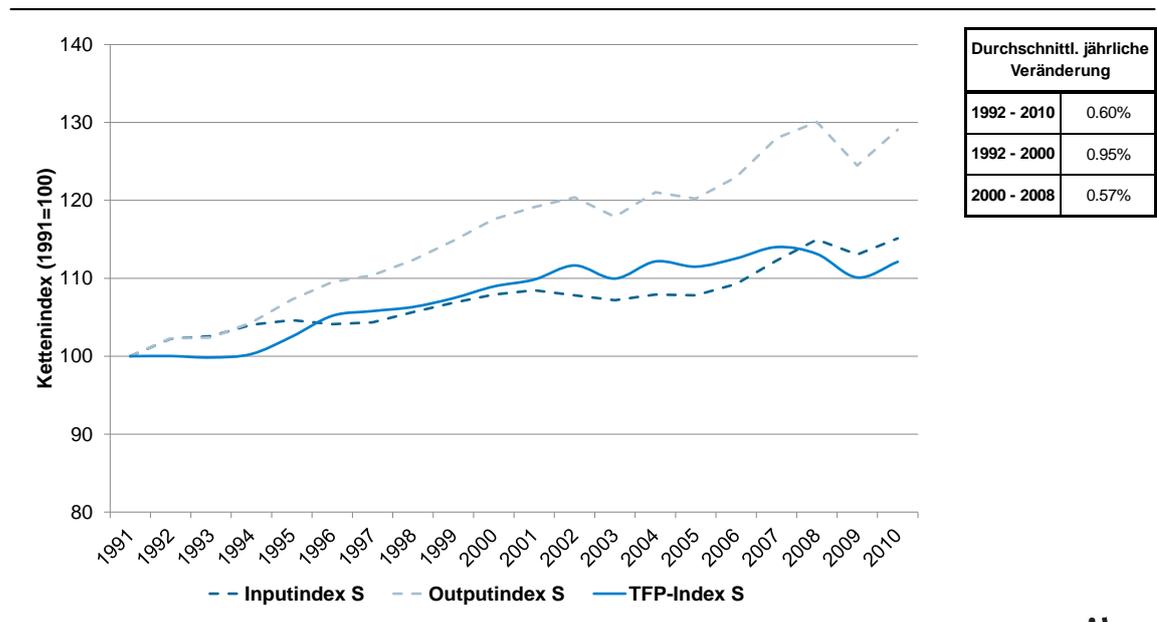
Tabelle 15: Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Variablen und verwendete Daten aus der VGR

Variablen	Verwendete Kennzahlen aus der VGR
Output [q]	Bruttowertschöpfung (preisbereinigt, Kettenindex 2005=100)
Kapital [K]	Bruttoanlagevermögen (preisbereinigt, Kettenindex 2005=100)
Arbeit [A]	Arbeitsstunden der Erwerbstätigen
Bereinigte Lohnquote [θ_A]	$\frac{\text{Arbeitnehmerentgelte, nominell}}{\text{Arbeitnehmer}} / \frac{\text{sektorale Bruttowertschöpfung, nominell}}{\text{Erwerbstätige}}$

Quelle: Eigene Darstellung WIK.

Tabelle 15 gibt eine Übersicht über die verwendeten Variablen und stellt diese den jeweils verwendeten Daten aus der VGR gegenüber. Die TFP wird für jeden der 15 Vergleichssektoren berechnet und anschließend mit den in Abschnitt 5.2 beschriebenen Anteilen gewichtet, um den Produktivitätsfortschritt des synthetischen Sektors als Referenzwert zu erhalten.

Abbildung 7: Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Synthetischer Input-, Output- und TFP-Index

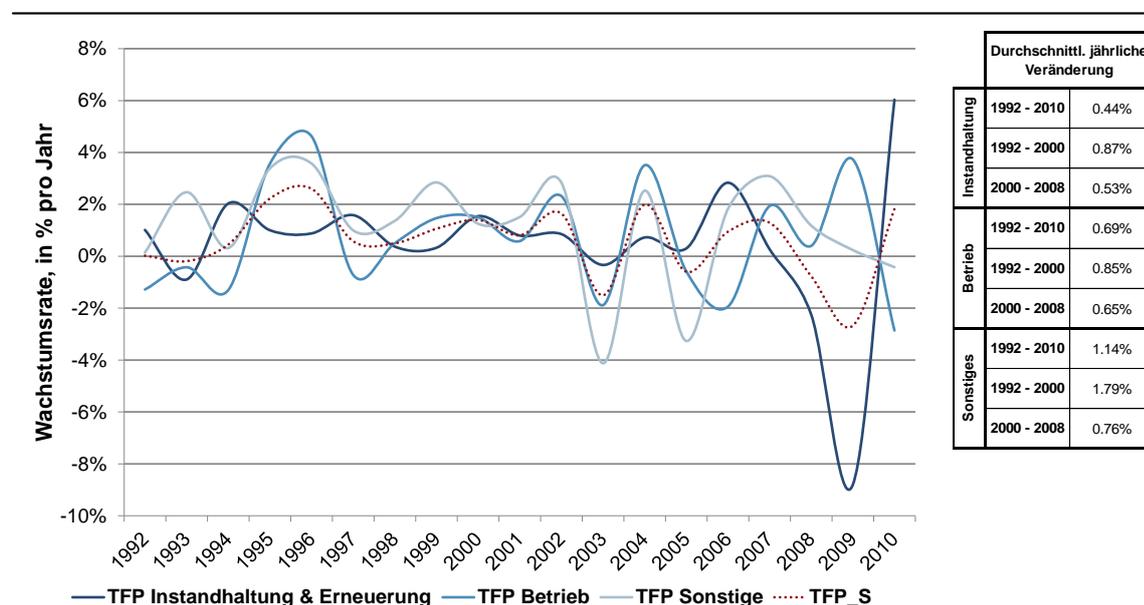


Quelle: Eigene Berechnungen WIK basierend auf Daten von Destatis (2013).

Abbildung 7 veranschaulicht die Entwicklung des Input-, des Output- und des TFP-Index des synthetischen Index in den Jahren 1992 bis 2010. Sowohl der Input- als auch der Outputindex weisen über den Betrachtungszeitraum eine positive Entwicklung auf unterbrochen von zwei negativen Wachstumsphasen um das Jahr 2003 und, wesentlich ausgeprägter, um die Jahre 2008 und 2009. Insgesamt war das Wachstum des Outputindex mit durchschnittlich 1,4 % p.a. ausgeprägter als die Entwicklung des Inputindex

mit einem Wachstum von durchschnittlich 0,8 % p.a. Dies wird auch mit dem daraus verbundenen Anstieg des TFP-Index, insbesondere in den Jahren von 1993 / 1994 bis 2002, verdeutlicht, der sich über den Betrachtungszeitraum durchschnittlich um 0,6 % p.a. entwickelte. Zerlegt man den Betrachtung in zwei Zeiträume¹⁴³, so zeigt sich, dass die Entwicklung des Inputindex mit einem durchschnittlichen Wachstum von 0,8 % in den Jahren 1992 bis 2000 und in den Jahren 2000 bis 2008 relativ konstant verlief. Der Wachstum des Outputindex sank von durchschnittlich 1,8 % in den Jahren 1992 bis 2000 auf 1,4 % in den Jahren 2000 bis 2008. Entsprechend weist der TFP-Index in den Jahren 2000 bis 2008 mit durchschnittlich 0,6 % ein geringeres Wachstum gegenüber dem Zeitraum 1992 bis 2000 mit durchschnittlich 1 % auf.

Abbildung 8: Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – TFP-Entwicklung nach Aktivitäten



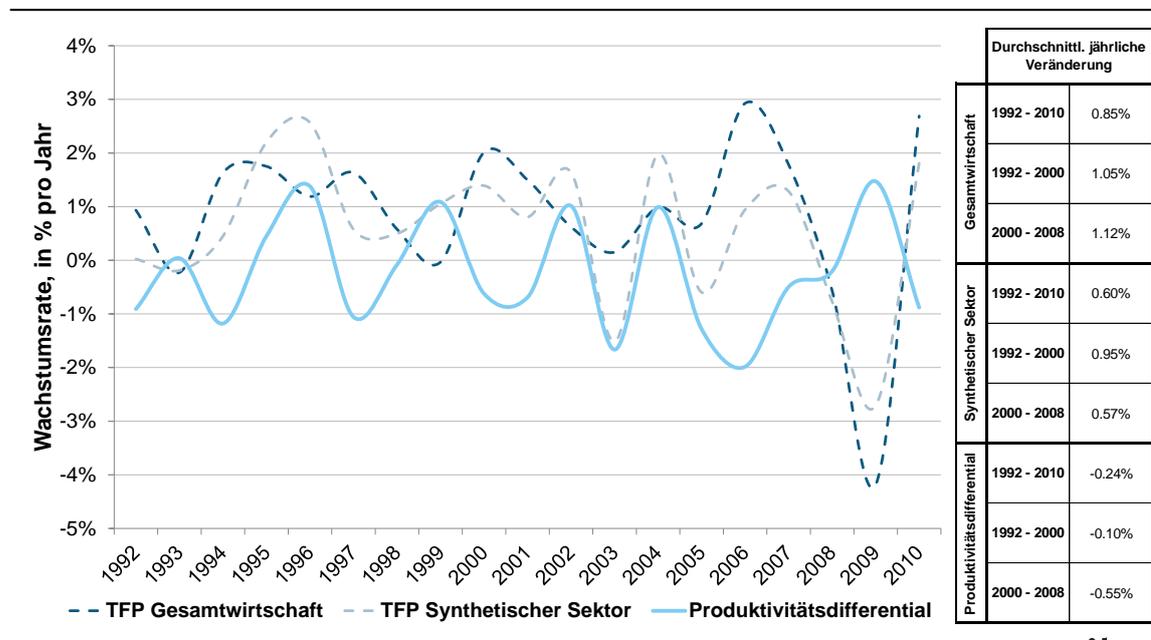
Quelle: Eigene Berechnungen WIK basierend auf Daten von Destatis (2013).

Abbildung 8 zeigt die Veränderung der TFP der drei definierten Tätigkeitsbereiche Instandhaltung, Betrieb und sonstige Kosten relative zum Vorjahr. Über den gesamten Betrachtungszeitraum, mit Ausnahme der Wirtschaftskrisenjahre ab 2008, weist die TFP für Instandhaltungs- und Erneuerungsaktivitäten die Entwicklung mit der geringsten Volatilität auf. Gleichzeitig zeigt diese Aktivität die geringsten Produktivitätsfortschritte mit durchschnittlich 0,4 %. Insbesondere die hohe Gewichtung des Baugewer-

¹⁴³ Der Gesamtbetrachtungszeitraum wurde hierfür auf die Jahre 1992 bis 2008 beschränkt, um die Verzerrungen der durch die Finanzkrise verursachte Rezession zu minimieren, die in den Daten vor allem im Jahre 2009 stark zu erkennen sind. Die kompensierenden Effekte in den Folgejahren sind aufgrund der vorliegenden Daten bis 2010 nicht vollständig enthalten, so dass eine stark verzerrende Wirkung entsteht. Der Unterschied wird auch bei der Betrachtung des Bestimmtheitsmaßes deutlich. Während dieses über den gesamten Zeitraum bei $R^2=0,8681$ lag, so erhöht es sich auf $R^2=0,9476$, wenn die Jahre 2009 und 2010 gestrichen werden.

bes bei den Instandhaltungs- und Erneuerungsaktivitäten dürfte ursächlich für die negative Entwicklung im Zeitraum 2007 bis 2009 sein. Hierbei werden auch die zunächst drastisch negativen und die anschließende kompensierenden Effekte der Wirtschaftskrise auf die VGR-Daten deutlich. Dem gegenüber weist der synthetische Sektor für die Betriebstätigkeiten einen jährlichen durchschnittlichen Produktivitätsfortschritt von 0,7 % und für die sonstigen Aktivitäten von 1,1 % auf. Auffällig ist, dass die negativen Effekte der Wirtschaftskrise bei den beiden synthetischen Indices für Betrieb und sonstige Aktivitäten nicht bzw. erst verzögert auftreten. Betrachtet man lediglich den Zeitraum von 2000 bis 2008 nähern sich die die unterschiedlichen TFP-Entwicklungen an. Das durchschnittliche jährliche Wachstum der TFP ist im Bereich Instandhaltung 0,5 %, im Bereich Betrieb 0,7 % und bei den sonstigen Aktivitäten 0,8 %.

Abbildung 9: Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Gesamtwirtschaftliche und sektorale TFP-Entwicklung



Quelle: Eigene Berechnungen WIK basierend auf Daten von Destatis (2013).

Abbildung 9 stellt die Entwicklung des sektoralen Produktivitätsfortschritts im synthetischen Sektor der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gegenüber. Über den gesamten Betrachtungszeitraum ist die Produktivitätsentwicklung, bis auf wenige Ausnahmen, im synthetischen Sektor geringer und daher die durchschnittliche jährliche Entwicklung des Produktivitätsdifferential ($\Delta TFP_t^S - \Delta TFP_t^G$) in allen drei Betrachtungszeiträumen negativ. Während das Wachstum der Produktivität im synthetischen Sektor im Zeitraum 1992 bis 2000 im Durchschnitt nur um 0,1 % niedriger ausfiel als in der Gesamtwirtschaft, stieg die jährliche durchschnittliche Differenz im Zeitraum 2000 bis 2008 auf rund 0,6 %.

5.4 Sensitivitätsanalyse

Im nachfolgenden werden die Ergebnisse der TFP-Berechnung hinsichtlich ihrer Robustheit geprüft, indem der Betrachtungszeitraum und die Zusammensetzung des synthetischen Sektors variiert werden.

Tabelle 16: Schätzung des Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor – Sensitivitätsanalyse der geschätzten TFP-Entwicklung

	Instandhaltung & Erneuerung	Betrieb	Sonstige Kosten	Gesamt
(1) 1992 – 2010	0,44 %	0,69 %	1,14 %	0,61 %
a) Ohne Verkehr und Lagerei	0,38 %	0,80 %	1,13 %	0,61 %
b) Nur Baugewerbe	-0,21 %	-	-	0,31 %
c) Nur Netzsektoren	-	-	-	1,85 %
d) Nur Netzsektoren ohne TK	-	-	-	0,26 %
(2) 2000 – 2008	0,53 %	0,65 %	0,76 %	0,57 %
a) Ohne Verkehr und Lagerei	0,48 %	0,71 %	0,70 %	0,57 %
b) Nur Baugewerbe	0,12 %	-	-	0,4 %
c) Nur Netzsektoren	-	-	-	1,47 %
d) Nur Netzsektoren ohne TK	-	-	-	0,72 %
Bandbreite	-0,21 % bis 0,53 %	0,65 % bis 0,8 %	0,7 % bis 1,14 %	0,26 % bis 1,85 %

Quelle: Eigene Berechnungen WIK basierend auf Daten von Destatis (2013).

Tabelle 16 beinhaltet die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse, d.h. die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des TFP-Index des synthetischen Sektors insgesamt und der drei Aktivitäten im synthetischen Sektor. Die Analyse bezieht sich einerseits auf den ausgewählten Betrachtungszeitraum:

- (1) Ausgangspunkt bildet die Analyse über den gesamten Zeitraum von 1992 bis 2010 für den Daten zur Verfügung standen.
- (2) In der Analyse werden nur Daten für den Zeitraum von 2000 bis 2008 betrachtet. Dadurch beschränkt sich die Betrachtung auf den Zeitraum seit der Liberalisierung des deutschen Eisenbahnsektors und Verzerrungen aufgrund der Rezession ab 2009 werden nicht einbezogen.

Andererseits umfasst die Analyse unterschiedliche Zusammensetzungen des synthetischen Sektors:

- (a) Nicht-Berücksichtigung des Wirtschaftszweiges „Verkehr und Lagerei“:
Um einen vollständig unabhängigen Vergleichsmaßstab zu erhalten, wurden in der Analyse der Wirtschaftszweig „Verkehr und Lagerei“ vollständig entfernt.

- (b) Baugewerbe als Vergleichssektor für die Instandhaltung:
Für die Instandhaltungs- und Erneuerungsaktivitäten wird lediglich der Bausektor als Vergleichsmaßstab herangezogen.
- (c) Benchmarking ausschließlich mit Netzsektoren:
In der Analyse wurden nur die Infrastruktursektoren Wasser, Energie, Telekommunikation sowie Verkehr und Lagerei berücksichtigt.
- (d) Benchmarking ausschließlich mit Netzsektoren ohne Telekommunikation:
In der Analyse wurden nur die Infrastruktursektoren Wasser, Energie sowie Verkehr und Lagerei berücksichtigt. Der Telekommunikationssektor wurde aufgrund des überdurchschnittlichen technologischen Fortschritts nicht einbezogen.

Die Analyse über unterschiedliche Zeiträume und bei unterschiedlichen Zusammensetzungen des synthetischen Sektors zeigt, dass die geschätzten Ergebnisse insgesamt relativ stabil sind.

Wie in Abschnitt 5.3 bereits diskutiert wurde, weist das durchschnittliche jährliche TFP-Wachstum Unterschiede auf, wenn bestimmte Zeitintervalle betrachtet werden. Die Unterschiede zwischen den beiden gewählten Betrachtungszeiträumen erscheinen aber nicht signifikant. Das höhere TFP-Wachstum bei der Instandhaltung und Erneuerung im Zeitraum 2000 bis 2008 wird durch das niedrigere TFP-Wachstum bei den anderen beiden Aktivitäten nahezu kompensiert, so dass das gesamte TFP-Wachstum annähernd gleich ist.

Bei der Analyse unterschiedlicher Zusammensetzungen des synthetischen Sektors fällt auf, dass die Nicht-Berücksichtigung des Wirtschaftszweiges „Verkehr und Lagerei“ fast keinen Effekt auf die Ergebnisse hat. Ähnlich wie bei der Veränderung der Betrachtungszeiträume wird das niedrigere TFP-Wachstum im Bereich Instandhaltung und Erneuerung durch das höhere TFP-Wachstum bei den anderen beiden Aktivitäten kompensiert. Wird zur Schätzung des TFP-Wachstums bei den Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen lediglich das Baugewerbe als Vergleichsmaßstab herangezogen, so zeigt sich hier ein deutlich geringeres TFP-Wachstum, das für den gesamten Betrachtungszeitraum sogar negativ ist. Die Schätzung der TFP-Veränderung im Vergleich zu den anderen Netzsektoren führt hingegen zu einem stärkeren Produktivitätsanstieg. Die Ergebnisse aus diesem Vorgehen sind aber hauptsächlich auf den überdurchschnittlichen technologischen Fortschritt im Telekommunikationssektor in den vergangenen zwei Jahrzehnten zurückzuführen. Dies wird anhand der letzten Analyse deutlich, in denen der Telekommunikationssektor nicht berücksichtigt wurde und das durchschnittliche jährliche TFP-Wachstum des synthetischen Sektors deutlich geringer ausfällt. Allerdings sollte der TK-Sektor nicht vollständig aus der Analyse entfernt werden, da die Produktivitätsfortschritte neben dem technologischen Fortschritt auch Wettbewerbseffekte beinhalten, die in den anderen betrachteten Netzsektoren nicht enthalten sind, da diese bisher nicht oder erst später liberalisiert wurden.

5.5 Diskussion der Anwendbarkeit der Ergebnisse zur Festlegung eines generellen X-Faktors

Die Berechnung eines TFP-Index mittels eines synthetischen Vergleichssektors stellt eine einfache Methode zur Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor dar. Bei der Verwendung der ermittelten Werte für die TFP-Veränderung im Rahmen einer Preisobergrenzenregulierung sind aber mehrere Aspekte zu beachten.

Wie die Ergebnisse aus Abschnitt 5.3 gezeigt haben, liegt der sektorale Produktivitätsfortschritt im synthetischen Sektor sowohl im Gesamtbetrachtungszeitraum von 1992 bis 2010 als auch im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2008 mit rund 0,6 % unterhalb des gesamtwirtschaftlichen TFP-Wachstums von rund 1,1 %. Wird für die Bestimmung des X-Faktors eine Differentialbetrachtung gewählt, so hängt die Höhe des X-Faktors neben dem Produktivitätsdifferenzial auch von den Entwicklungen der Inputpreise in der Gesamtwirtschaft und im betrachteten Eisenbahninfrastruktursektor ab.¹⁴⁴ Unterstellt man beispielsweise eine identische Inputpreisentwicklung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor und der Gesamtwirtschaft, würde ein negativer X-Faktor resultieren. Wird hingegen die Verwendung eines sektoralen Inputpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis unterstellt, so wäre der X-Faktor mit mindestens 0,6 % anzusetzen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Verwendung der ermittelten Werte im Rahmen einer Preisobergrenzenregulierung liegt in den Ursachen des geschätzten Produktivitätsfortschritts. Die Ermittlung der TFP-Veränderung mittels eines Törnqvist-Index lässt keine Aussagen über die Ursachen von Produktivitätsveränderungen zu.¹⁴⁵ Durch die Verwendung wettbewerblicher Vergleichssektoren ist die Vermutung naheliegend, dass die Produktivitätszuwächse weitgehend auf technologischem Fortschritt basieren, da der Abbau von Ineffizienzen in wettbewerblichen Märkten eine untergeordnete Rolle zukommt.¹⁴⁶ Daraus folgt, dass es sich bei dem geschätzten sektoralen Produktivitätsfortschritt um eine Untergrenze für die zukünftig zu erwartende Produktivitätsentwicklung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor handelt. Bei der Verwendung des geschätzten Produktivitätsfortschrittes im Rahmen einer Preisobergrenzenregulierung sollte der vorgegebene Produktivitätsfaktor um einen Dehnfaktor erweitert werden, um die zu erwartenden Effekte bei der Einführung einer Anreizregulierung zu berücksichtigen:¹⁴⁷ Einerseits kann die Einführung einer Anreizregulierung zu einem höheren technologischen Fortschritt führen, da die Erlöse aus Innovationen beim Unternehmen ver-

¹⁴⁴ Vgl. hierzu Abschnitt 2.3.

¹⁴⁵ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.1.

¹⁴⁶ Färe et al. (1994) kommen zu dem Ergebnis, dass der TFP-Wachstums in Deutschland fast ausschließlich auf technologischen Fortschritt zurückzuführen ist. Hierbei ist anzumerken, dass die Ergebnisse der Studie auf Daten aus dem Zeitraum 1979 bis 1988 basieren, jedoch bei der Entscheidungen der britischen Eisenbahnregulierungsbehörde ORR im Access Review 2008 zur Abschätzung eines Dehnfaktors verwendet wurden. Vgl. Oxera (2008): S. 32f.

¹⁴⁷ Vgl. Stronzik und Franz (2006): S. 16ff.

bleiben. Andererseits besteht ein zentraler Anreiz darin, die Produktivität durch den Abbau von Ineffizienzen und Realisierung von Kostensenkungen zu erhöhen.

Zur Bestimmung eines adäquaten Dehnfaktors, der die ermittelte, vergangenheitsbasierte Veränderung der TFP im synthetischen Sektor an die zu erwartenden zukünftigen Produktivitätsfortschritte im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor anpasst, sind weitere Analysen notwendig. Die Einschätzung, wie hoch der Aufschlag sein sollte, kann grundsätzlich sowohl auf einer qualitativen Analyse im Rahmen von Expertengesprächen mit Marktteilnehmern als auch auf Basis von quantitativen Analyse basieren, bspw. mittels analytischer Kostenmodelle oder durch eine ausführlichen Kostenanalyse der betroffenen EIU.

6 Schlussfolgerungen

Die Umsetzung der Europäischen Rahmenrichtlinie für den Eisenbahnsektor und die Schaffung ausreichender Anreize für die Eisenbahninfrastrukturunternehmen zur Kostensenkung und zur Berücksichtigung von Produktivitätsfortschritten bei den Nutzungsentgelten erfordert die Novellierung der Entgeltregulierung im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor. Die Einführung einer effizienzorientierten Anreizregulierung beinhaltet die Festlegung einer Vielzahl von Vorgaben, bspw. die Länge der Regulierungsperiode, den Zeitpunkt zur Prüfung der Vorgaben oder die Festlegung des Ausgangsentgeltes, deren konkrete Ausgestaltung kritisch für den Zielerreichungsgrad der neuen Regulierung, insb. den Umfang an Effizienzverbesserungen, sein wird.

Der wesentliche Beitrag der Studie zur aktuellen Diskussion zur Einführung einer Anreizregulierung liegt in Analyse von Verfahren zur Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschritts. Die Darstellung von Erfahrungen aus der internationalen Regulierungspraxis zeigt, dass eine Vielzahl von Methoden zur Bestimmung von Produktivitätsvorgaben zum Einsatz kommt. Bei den sieben betrachteten Anwendungsbeispiele aus unterschiedlichen Ländern und Sektoren basiert die Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschritts zumeist auf der Schätzung der totalen Faktorproduktivität (TFP). In der Regel wird für die Schätzung der TFP-Veränderung auf sektorale Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zurückgegriffen. Hinsichtlich der Anpassung der sektoralen Produktivitätsentwicklung, um vermutete Ineffizienzen oder erwartete Marktentwicklungen einzubeziehen, kann in den Anwendungsbeispielen grundsätzlich zwischen zwei Vorgehensweisen unterschieden werden, die teilweise parallel zur Anwendung kommen:

- 1) In Abhängigkeit der Anzahl an Unternehmen im regulierten Markt und ihrer Vergleichbarkeit werden Benchmarkingverfahren zur Abschätzung bestehender Ineffizienzen implementiert. Komplexere Benchmarkingverfahren zur Bestimmung der relativen (In-)Effizienz von Unternehmen (bspw. DEA, SFA) werden zumeist im Kontext unternehmensindividueller Produktivitätsvorgaben (x_{ind}) in Sektoren mit einer größeren Anzahl an Unternehmen angewendet. Die Ursache hierfür dürfte vor allem in der Notwendigkeit ausreichend vergleichbarer Unternehmensdaten liegen. Die Anwendung von Benchmarkingverfahren in Sektoren mit einem regulierten oder einem dominanten Unternehmen ist hingegen weniger verbreitet. Lediglich in der britischen Eisenbahnregulierung werden sowohl unternehmensinterne (regionale) als auch internationale Benchmarkings bei der Bestimmung der Produktivitätsfaktoren einbezogen. Die Vergleichbarkeit der verwendeten internationalen Unternehmensdaten wird jedoch im Rahmen der Regulierungsentscheidung kritisch hinterfragt und die Ergebnisse haben aufgrund der umfangreichen Analysen der Regulierungsbehörde nur eingeschränkten Einfluss auf die letztendliche Festlegung des Produktivitätsfaktors. In anderen Sektoren mit unzureichender Anzahl an Vergleichsunternehmen, wie bspw. dem deutschen Postsektor, wird auf internationale Effizienz-Benchmarkings

gänzlich verzichtet, da die Sektoren in anderen Ländern als nicht ausreichend wettbewerblich angesehen werden, um einen geeigneten Vergleichsmaßstab zu ermitteln. Eine Alternative stellen für diese Sektoren deshalb Benchmarkings mit „synthetischen Vergleichssektoren“ dar.

- 2) In fast allen betrachteten Sektoren kommen Kostenmodelle oder Kostenprüfungen zur Bestimmung der Produktivitätsvorgaben zur Anwendung. Dabei werden mittels Kostenprüfung und Kostenmodellen nicht nur bestehende Ineffizienzen bei den Unternehmen direkt geschätzt, sondern auch Kostentreiber zur gezielten Datenerhebung identifiziert, um in späteren Regulierungsperioden Benchmarkingverfahren implementieren zu können.

Die Anwendungsbeispiele aus der Regulierungspraxis zeigen, dass bei der Bestimmung der Produktivitätsfaktoren kein Verfahren besteht, das zu eindeutigen Ergebnissen führt, die direkt für Regulierungsentscheidungen benutzt werden könnten. Zusätzlich sind immer Bewertungen durch die Regulierungsbehörde erforderlich. Die geschätzten sektoralen Produktivitätsfortschritte stellen keine direkten Vorgaben für die regulierten Unternehmen dar. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden schaffen vielmehr einen Ermessensspielraum für die Regulierungsbehörde. Insbesondere bei der Einführung einer Anreizregulierung basiert die Festlegung der Produktivitätsfaktoren oftmals auf Verhandlungslösungen, bei denen scheinbar weniger die genaue Messung des sektoralen Produktivitätsfortschritts als vielmehr die Frage nach einer für alle Marktteilnehmer akzeptablen Vorgabe im Vordergrund steht. Ferner ist bei den betrachteten Anwendungsbeispielen keine Tendenz zu hohen Produktivitätsfaktoren bei der Einführung einer Anreizregulierung zu erkennen. Die Vorgaben orientieren sich oftmals an den Entwicklungen im vorangegangenen Regulierungsregime und werden in der nachfolgenden Regulierungsperiode entsprechend angepasst, ggf. unter Einbeziehung von Daten, die in der ersten Regulierungsperiode erhoben wurden.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der internationalen Regulierungspraxis kommen wir zu der Einschätzung, dass Benchmarkingverfahren für den deutschen Eisenbahnsektor nur beschränkt anwendbar sind. Die Anwendung von Methoden wie der DEA oder der SFA sind aufgrund der hohen Anforderungen an die dazu notwendigen Daten allenfalls für kleinere und mittlere Eisenbahninfrastrukturunternehmen sowie für ein regionales Benchmarking der Infrastrukturtöchter der DBAG möglich. Die Anwendung von Kostenmodellen und Kostenprüfungen zur Abschätzung vorhandener Ineffizienzen erscheint dagegen als sinnvoller Ansatz (insbesondere falls das Ausgangsentgelt bei Einführung der Anreizregulierung auf Basis der Ist-Kosten festgelegt wird). Sowohl Benchmarkingverfahren als auch Kostenmodelle und Kostenprüfungen stellen jedoch primär auf unternehmensindividuelle Produktivitätsvorgaben ab.

Zur Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts unter Berücksichtigung der öffentlich verfügbaren Daten schlagen wir die Schätzung des sektoralen Produktivitätsfortschritts im deutschen Eisenbahnsektor mittels TFP-Index eines „synthetischen Ver-

gleichssektors“ vor. Neben der einfachen und direkten Anwendbarkeit der Methode liegt ein Vorteil in der hohen Transparenz durch die Verwendung von VGR-Daten des Statistischen Bundesamtes.

Das TFP-Wachstum im deutschen Eisenbahninfrastruktursektor lag nach unseren Schätzungen mittels eines synthetischen Vergleichssektors über den Betrachtungszeitraum 1992 bis 2010 bei durchschnittlich 0,6 % pro Jahr. Verglichen mit dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum von 1,1 % pro Jahr erscheint dieser Wert nicht unplausibel. Einerseits wurden im Eisenbahninfrastruktursektor in den letzten zwei Jahrzehnten im Vergleich zu anderen Netzsektoren weniger Innovationen in den Markt eingeführt. Andererseits weisen die Instandhaltungs- und Erneuerungstätigkeiten einen Großteil der Tätigkeiten auf, so dass das Baugewerbe mit seinen traditionell geringen Produktivitätsfortschritten stärker ins Gewicht fällt. Die Ergebnisse sind auch bei unterschiedlichen Zusammensetzungen des synthetischen Sektors und einer Variation der betrachteten Stützintervalle robust.

Eine direkte Anwendung des ermittelten Wertes im Rahmen einer effizienzorientierten Anreizregulierung wäre an einige Bedingungen geknüpft: Die von uns vorgeschlagene Berechnungsmethode lässt keine Zerlegung der ermittelten TFP-Entwicklung zu, so dass eine genaue Abgrenzung zwischen Produktivitätsveränderungen aufgrund von technologischem Fortschritt und durch den Abbau von Ineffizienzen nicht möglich ist. Aufgrund der hohen Aggregation der verwendeten VGR-Daten ist keine spezifischere Betrachtung der Produktivitätsentwicklung bei Aktivitäten im Eisenbahnsektor möglich. Darüber hinaus sind viele der einbezogenen Aktivitäten und Sektoren wettbewerblich organisiert. Der geschätzte Produktivitätsfortschritt ist daher im Wesentlichen auf den technologischen Fortschritt zurückzuführen. Somit stellt der ermittelte Wert unseres Erachtens eine Untergrenze für einen Produktivitätsfaktor im regulierten Eisenbahninfrastruktursektor dar. Bei der Anwendung im Rahmen einer Anreizregulierung müssten – zumindest in der ersten Periode – zusätzliche Produktivitätsfortschritte berücksichtigt werden, die sich aus dem Abbau bestehender Ineffizienzen ergeben. Die Festlegung dieses zusätzlichen Faktors sollte durch weitere quantitative Analysen, bspw. mittels Kostenmodellen und Kostenprüfungen, und qualitative Analysen, bspw. Expertengesprächen mit Marktteilnehmern, gestützt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Erfahrungen im Ausland und in anderen regulierten Sektoren einen pragmatischen Ansatz nahelegen. Allerdings sollte dieser durch eine quantitative Analyse gestützt sein, um eine Grundlage für die Regulierungsentscheidung zu liefern. Je einfacher, transparenter und verständlicher dabei die Methoden und Analysen zur Stützung der Regulierungsentscheidung sind, desto höher dürfte die Akzeptanz der Ergebnisse sein.

Literaturverzeichnis

- AAR [Association of American Railroads] (2006), „Railroad Cost Recovery Index“, November 2006, verfügbar unter https://www.aar.org/StatisticsAndPublications/Rail-Cost-Indexes/Documents/Index_RCRDescription.pdf [zuletzt abgefragt am 8. Juli 2013].
- AAR [Association of American Railroads] (2012), „Rail Cost Adjustment Factor“, 20. Dezember 2012.
- AAR [Association of American Railroads] (2012b), „Submission of the AAR forecast 2013 All-inclusive Index and Rail Cost Adjustment Factor“, 5. Dezember 2012.
- ACCC [Australian Competition and Consumer Commission] (2009), „Project on Benchmarking International Regulatory Processes and Practise - Appendix to the Final Report to the Infrastructure Consultative Committee“, 5. Juni 2009.
- Agrell, P.J., P. Bogetoft, A. Cullmann, C. von Hirschhausen, A. Neumann und M. Walter (2008), „Projekt Gerner IV Ergebnisdokumentation: Bestimmung der Effizienzwerte Verteilernetzbetreiber Strom“. Endfassung, Version 2, 14.11.2008, Sumicsid, Tunbyn/Dresden.
- Arocena, P., I. Contin und E. Huerta (2002), „Price regulation in the Spanish energy sector: who benefits?“, Energy Policy, 30, 885-89.
- Bender, C., A. Dieke, P. Junk und S. Thiele (2013), „Netzzugang im deutschen Briefmarkt“, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 382, Oktober 2013.
- Bernstein, J.I. und D.E.M. Sappington (1999), „Setting the X Factor in Price-Cap Regulation Plans“, Journal of Regulatory Economics, 16, 5-25.
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2001),
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2006), 2. Referenzbericht Anreizregulierung – Generelle sektorale Produktivitätsentwicklung im Rahmen der Anreizregulierung, 26. Januar 2006, Bonn.
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2007), „Beschluss der Beschlusskammer 5 vom 7. November 2007“, BK 5b-07/068.
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2008), „Abschlussbericht der Bundesnetzagentur zur Einführung einer Anreizregulierung im Eisenbahnsektor“, revidierte Fassung vom 26. Mai 2008.
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2011), „Beschluss der Beschlusskammer 5 vom 14. November 2011“, BK 5b-11/017.
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2013), „Beabsichtigte Entscheidung in dem Verwaltungsverfahren BK5b-13/001“, 21. Oktober 2013.
- Borrmann, J. und J. Finsinger (1999), „Markt und Regulierung“, München: Vahlen.
- Bozzo, T., K. Eakin, M. Meitzen, und P. Schoech (2010), „An Update to the Study of Competition in the U.S. Freight Railroad Industry“, Laurits R. Christansen Associates, Inc.
- Bundesrat Drucksache 548/13, „Gesetz zur Neuordnung der Regulierung im Eisenbahnbereich“, Beschluss vom 5. Juli 2013, verfügbar unter http://www.bundesrat.de/cln_350/SharedDocs/Drucksachen/2013/0501-600/548-13_28B_29,templated=raw,property=publicationFile.pdf/548-13%28B%29.pdf [zuletzt abgefragt am 9. Juli 2013].

- Bundestagsdrucksache 559/12, „Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung der Regulierung im Eisenbahnbereich“, 21. September 2012.
- Bundestagsdrucksache 559/2/12, „Empfehlungen der Ausschüsse zum Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung der Regulierung im Eisenbahnbereich“, 12. November 2012.
- Coelli, T., D.s. P. Rao und G. E. Battese (1998), „An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis“, Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.
- Competition Commission (2002), „Northern Ireland Electricity Plc.: A report on a reference under Article 15 of the Electricity (Northern Ireland) Order 1992“.
- Cuesta, R.A. (2000), „A Production Model with Firm-Specific Temporal Variation in Technical Efficiency: With Application to the Spanish Dairy Farms“, *Journal of Productivity Analysis*, 13, 39-158.
- Destatis (2008), „Klassifikation der Wirtschaftszweige“, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Destatis (2013), GENESIS-Online Datenbank, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> [zuletzt abgefragt am 17. September 2013].
- ECON (2000), „The Nordic electricity reform: Economic and environmental consequences“, Working Paper 3/2000.
- E-Control (2006), „Erläuterungen zur Systemnutzungstarife-Verordnung 2006“, SNT-VO 2006, Wien.
- E-Control (2008), „Erläuterungen der Energie-Control Kommission, mit der die Tarife für die Systemnutzung in der Gaswirtschaft bestimmt werden (Gas-Systemnutzungstarife-Verordnung 2008, GSNT-VO 2008)“, Wien.
- E-Control (2011), „10 Jahre Energiemarkt-Liberalisierung: Ein Geburtstag von dem alle profitieren“, Juni 2011, Wien.
- E-Control (2012), „Genereller Produktivitätsfortschritt (X-Gen)“, Mimeo, Wien.
- Ernst&Young (2008), „Assessing the Efficiency Component of Network Rail's Strategic Business Plan“, 28. Februar 2008, verfügbar unter <http://www.rail-reg.gov.uk/upload/pdf/pr08-ernsteffic-290208.pdf> [zuletzt abgefragt am 26. Juni 2013].
- European Commission (2003): „Entscheidung der Kommission vom 21. Mai 2003 in einem Verfahren nach Artikel 82 EG-Vertrag“, COMP/C-1/37.451, 37.578, 37.579.
- European Commission (2011), „2009-2010 Report on Progress in Creating the Internal Gas and Electricity Market“, Commission Staff Working Paper, 9. Juni 2011, Brüssel.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris und Z. Zhang (1994), „Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries“, *American Economic Review*, Vol. 84, S. 66-83.
- Førsund, F.R. und S.A.C. Kittelsen (1998), „Productivity Development of Norwegian Electricity Distribution Utilities, Resource and Energy Economics“, 20, 207-224.
- Franz, O., D. Schöffner und B. Trage (2005), „Vor- und Nachteile von Price-Cap, Revenue-Cap und hybriden Ansätzen“, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 267, August 2005.
- Guthrie, G. (2006), „Regulating Infrastructure: The Impact on Risk and Investment“, *Journal of Economic Literature*, 44 (4), 925-972.

- Hattori, T., T. Jamasb und M. Pollitt (2003), „A comparison of UK and Japanese electricity distribution performance 1985- 1998: lessons for incentive regulation“, DEA Working Paper WP 0212.
- Hense, A. und D. Schäffner (2004), „Regulatorische Aufgaben im Energiebereich – ein europäischer Vergleich“, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 254, Juni 2004, Bad Honnef.
- Hense, A. und M. Stronzik (2005), „Produktivitätsentwicklung der deutschen Strom- und Gasnetzbetreiber – Untersuchungsmethodik und empirische Ergebnisse“, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 268, Bad Honnef: WIK.
- ITS & ORR (2008), „International benchmarking of Network Rail’s maintenance and renewal costs, Juni 2008.
- Jamasb, T. und M. Pollitt (2007), Incentive Regulation of Electricity Distribution Networks: Lessons of Experience from Britain, *Energy Policy*, 35 (12), 6163-6187.
- Joskow, P.R. (2007), „Regulation of natural monopolies“, in A.M.I Polinsky and S. Shavell [Hrsg.], „Handbook of Law and Economics“, Edition 1, Volume 2, Number 2, Amsterdam: Elsevier, S. 1227-1348.
- Joskow, P.R. (2013), „Incentive Regulation in Theory and Practise: Electricity Distribution and Transmission Networks“, NBER Chapters, in: „Economic Regulation and Its Reform: What Have We Learned?“, National Bureau of Economic Research.
- Knieps, G. (2009), „Theorie und Praxis der Price-Cap-Regulierung“, Diskussionsbeitrag Nr. 127, Institut für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik, Oktober 2009.
- Laffont, J.-J. und J. Tirole (1993), „A Theory of Incentives in Procurement and Regulation“, MIT Press: Cambridge, MA.
- Lamouroux, H. (1999), „Price-Cap-Regulierung und Telekommunikationsgesetz: Theorie und Praxis“, *Wirtschaftsdienst*, 79 (5), 307-313.
- Littlechild, S. (1983), „Regulation of British Telecommunications' profitability“, Report to the Secretary of State, February 1983. Department of Industry.
- Littlechild, S. (2009), „RPI-X Regulation: Ofgem’s RPI-X@20 Review and the Scope for More Customer Involvement, Network, 34, 1-10.
- London Economics Limited (1999), „Efficiency and benchmarking study of the NSW distribution businesses, Independent Pricing and Regulatory Tribunal of New South Wales“.
- London Economics Limited/ESAA (1994), „Comparative Efficiency of NSW Metropolitan Electricity Distributors“.
- Makholm, J. (2003), „Price cap plans for electricity distribution companies using TFP analysis“, NERA Working Paper, April 9, 2003.
- Meldoy, W.H. (2001), „Price Regulation and its Implications“ in W.H. Melody [Hrsg.]: „Telecom Reforms – Principles, Policies and Regulatory Practises“, Den Private Ingeniørfond, Technical University of Denmark, 159-178.
- Mitusch, K. (2013), „Stellungnahme zum Entwurf für ein Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG; BT-Drs. 17/12726 vom 13.03.2013)“, 4. April 2013, verfügbar unter https://www.evg-online.org/Home2013/13_04_15_Regulierungsgesetz/KIT.pdf [zuletzt abgefragt am 24. Oktober 2013].

- Mitusch, K., A. Brenck, B. Peter, A. Czerny, T. Beckers (2011), „Ökonomische Grundsatzzfragen zur Ausgestaltung einer Anreizregulierung der Eisenbahninfrastruktur“, Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur.
- Monopolkommission (2001), „Wettbewerbsentwicklung bei Telekommunikation und Post 2001: Unsicherheit und Stillstand“, Sondergutachten der Monopolkommission Nr.33.
- Müller, C. (2011), „New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences“, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 353, April 2011, Bad Honnef.
- Müller, C., C. Growitsch und M. Wissner (2010), „Regulierung und Investitionsanreize in der ökonomischen Theorie“. IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 349, Dezember 2010.
- Müller, G. (2009), „Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor“, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 318, Januar 2009.
- Network Rail (2006), „Network Rail Initial Strategic Business Plan Control Period 4“, Juni 2006.
- Network Rail (2007), „Strategic Business Plan Control Period 4“, Oktober 2007.
- NVE (2001), „Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten. Forslag til endring i forskrift om økonomisk og teknisk“ rapportering, inntektsrammer for nettvirksomheten og overføringstariffer av 11.03.1999 nr. 302.
- O’Mahony, M. und M.P. Timmer (2009), „Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU Klems Database“, The Economic Journal, 119 (538), F374 – F403.
- OEB (1999), „Productivity and price performance for electric distributors in Ontario“, 6. Juli 1999.
- OECD (2001), „Measuring Productivity – Measurement of Aggregate and Industry Level Productivity Growth“, OECD Manual.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2003), Annual Report 2002-2003, London.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2004), „Electricity Distribution Price Control Review, Background information on the cost of capital“, März 2004.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2009), „Electricity Distribution Price Control Review Initial Proposals - Allowed Revenues and Financial Issues“, Ref-No.. 95/09, 3. August 2009.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2010a), „RIIO: A new way to regulate energy networks“, Final decision, Oktober 2010.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2010b), „Handbook for implementing the RIIO model“, Oktober 2010.
- OFGEM [Office of Gas and Electricity Markets] (2013), „Strategy decision for the RIIO-ED1 electricity distribution price control“, Ref. No. 26/13, 4. März 2013.
- ORR [Office of Rail Regulation] (2008), „Periodic Review 2008 – Determination of Network Rail’s outputs and funding for 2009-14“.
- ORR [Office of Rail Regulation] (2010), „International cost efficiency benchmarking of Network Rail“, September 2010.

- ORR [Office of Rail Regulation] (2010b), „2010 LICB International Econometric M&R Cost Benchmarking of Network Rail (2008 UIC dataset update) – Technical Support Paper“.
- ORR [Office of Rail Regulation] (2011), „Preiodic review 2013 – Establishing Network Rail's efficient expenditure“, Juli 2011.
- Oxera (2008), „Network Rail's scope for efficiency gains in CP4“, Studie im Auftrag des Office of Rail Regulation, April 2008.
- PEntgV [Postentgeltregulierungsverordnung].
- PWC [PriceWaterhouseCoopers] (2006), „Analyse zur Herleitung des generellen X-Faktors im 2. Referenzbericht der Bundesnetzagentur“, Bericht im Auftrag der EnBW Energie Baden-Württemberg AG.
- Rechtssache C-556/10, Urteil des Gerichtshof vom 28. Februar 2013, verfügbar unter <http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?docid=134373&mode=req&pageIndex=1&dir=&occ=first&part=1&text=&doclang=DE&cid=485346> [zuletzt abgefragt am 9. Juli 2013].
- RegTP [Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post] (2001), „Beschluss der Beschlusskammer 2“, Aktenzeichen BK2c 01/009, 21. Dezember 2001.
- Richtlinie 2001/14/EG, „Richtlinie 2001/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2001 über die Zuweisung von Fahrwegkapazitäten der Eisenbahn, die Erhebung von Entgelten für die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur und die Sicherheitsbescheinigung“, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L75, S.29-46, 15. März 2001.
- Richtlinie 2012/34/EU,: „Richtlinie 2012/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. November 2012 zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums“, Amtsblatt der Europäischen Union, L 343, S. 32-77, 14. Dezember 2012.
- Richtlinie 91/440/EWG, „Richtlinie 91/440/EWG des Rates vom 29. Juli 1991 zur Entwicklung der Eisenbahnunternehmen der Gemeinschaft“.
- Sappington, D.E.M. (2003), „The effects of Incentive Regulation on Retail Telephone Service Quality in the United States“, Review of Network Economics, 2, 355-375.
- Sappington, D.E.M. und D.L. Weisman (2010), „Price cap regulation: what have we learned from 25 years of experience in the telecommunications industry“, Journal of Regulatory Economics, 38, 227-257.
- Schmalwasser, O. (2001), „Revision des Anlagevermögens 1991 bis 2001“, Wirtschaft und Statistik, 5/01, 342-356.
- Schweinsberg, A., M. Stronzik und M. Wissner (2012), „Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Gasverteilnetzbetreiber“, Endbericht, Studie für E-Control Austria, 24. Juli 2012, Bad Honnef.
- Schweinsberg, A., M. Stronzik und M. Wissner (2012), „Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Gasverteilnetzbetreiber“, Endbericht, Studie für E-Control Austria, 24. Juli 2012, Bad Honnef.
- Shleifer, A. (1985): „A theory of yardstick competition“, Rand Journal, 16 (3), 319-327.
- Smith, A. (2008): „International benchmarking of Network Rail's maintenance and renewal costs: an econometric study based on the LICB dataset (1996-2006)“, Oktober 2008.

- Statistik Austria (2010), „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Hauptergebnisse“, Wien.
- STB [Surface Transportation Board] (1997): Surface Transportation Board, STB Ex Parte No.290 (Sub-No.7), „Productivity Adjustment-Implementation“, Entscheidung vom 18. März 1997.
- STB [Surface Transportation Board] (2012): Surface Transportation Board, STB Ex Parte No.290 (Sub-No.5), „Quarterly Rail Cost Adjustment Factor“, Entscheidung vom 20. Dezember 2012.
- STB [Surface Transportation Board] (2013): Surface Transportation Board, STB Ex Parte No.290 (Sub-No.4), „Quarterly Rail Cost Adjustment Factor“, Entscheidung vom 11. Februar 2013.
- Stronzik, M. (2006), „Anreizregulierung: Der Streit um den generellen X-Faktor“, Zeitschrift für Energiewirtschaft, 30 (3), 221-232.
- Stronzik, M. und M. Wissner (2013), „Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Stromverteilernetzbetreiber“, Endbericht, Studie für E-Control Austria, 27. Februar 2013, Bad Honnef.
- Stronzik, M. und O. Franz (2006), „Berechnungen zum generellen X-Faktor für deutsche Strom- und Gasnetze: Produktivitäts- und Inputpreisdifferential“, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 277, Bad Honnef.
- TEntgV [Telekommunikations-Entgeltregulierungsverordnung].
- Tilley, B. und T.G. Weyman-Jones (1999), „Productivity Growth and Efficiency Change in Electricity Distribution“, in „A New Era for Energy: Price Signals, Industry Structure and Environment“, 1999 British Institute of Energy Economics Conference, St John's College, Oxford, Januar 1999, 1-10.
- Turvey, R. (2003), „Price Control of Electricity Distribution Networks“, Working Paper Series No. 51, University of Bath.
- United States Code Title 49 – Transportation. Fassung vom 3. Januar 2012.
- Vaterlaus, S., S. Suter und A. Hauck (2011), „Bestimmung der allgemeinen Produktivität (X-Allgemein) für die österreichische Gaswirtschaft“, Gutachten im Auftrag des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen (FGW), Polynomics, 28. Oktober 2011, Olten.
- Vogelsang, I. (2002): „Incentive Regulation and Competition in Public Utility Markets: A 20-Year Perspective“, Journal of Regulatory Economics, 22 (1), 5-27.
- Weyman-Jones/Burns (1994), Regulatory Incentives, Privatisation, and Productivity Growth in UK Electricity Distribution, Centre for the Study of Regulated Industries, Technical Paper 1.
- WIK (2001): K.-H. Neumann und L. Nett, „Auswertung der Kommentare zu den Eckpunkten „Price-Cap-Regulierung 2002“, Studie im Auftrag Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, August 2001.
- Wild, J., S. Vaterlaus, H. Worm und K. Becker (2006), „Bestimmung des generellen X-Faktors (Xgen) für Netzbetreiber in Deutschland, Gutachten für VDEW/VDN/VRE zum 2. Referenzbericht der Bundesnetzagentur, Plaut Economics, Olten.
- Wolf, T. (2012), BGH – (wenig) Neues zur ARegV, Beschluss vom 31.01.2012 (EnVR 16/10), EWeRK 3/2012, 96-98.

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

- Nr. 305: Marcus Stronzik, Margarethe Rammerstorfer, Anne Neumann:
Wettbewerb im Markt für Erdgaspeicher, März 2008
- Nr. 306: Martin Zauner:
Wettbewerbspolitische Beurteilung von Rabattsystemen im Postmarkt, März 2008
- Nr. 307: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:
Geschäftsmodelle und aktuelle Entwicklungen im Markt für Broadband Wireless Access-Dienste, März 2008
- Nr. 308: Christian Growitsch, Gernot Müller, Marcus Stronzik:
Ownership Unbundling in der Gaswirtschaft – Theoretische Grundlagen und empirische Evidenz, Mai 2008
- Nr. 309: Matthias Wissner:
Messung und Bewertung von Versorgungsqualität, Mai 2008
- Nr. 310: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückebaum:
Netzzugang im NGN-Core, August 2008
- Nr. 311: Martin Zauner, Alex Kalevi Dieke, Torsten Marner, Antonia Niederprüm:
Ausschreibung von Post-Universaldiensten. Ausschreibungsgegenstände, Ausschreibungsverfahren und begleitender Regulierungsbedarf, September 2008
- Nr. 312: Patrick Anell, Dieter Elixmann:
Die Zukunft der Festnetzbetreiber, Dezember 2008
- Nr. 313: Patrick Anell, Dieter Elixmann, Ralf Schäfer:
Marktstruktur und Wettbewerb im deutschen Festnetz-Markt: Stand und Entwicklungstendenzen, Dezember 2008
- Nr. 314: Kenneth R. Carter, J. Scott Marcus, Christian Wernick:
Network Neutrality: Implications for Europe, Dezember 2008
- Nr. 315: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:
Strategien zur Realisierung von Quality of Service in IP-Netzen, Dezember 2008
- Nr. 316: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Iris Bösch, Gabriele Kulenkampff:
Relevant cost elements of VoIP networks, Dezember 2008
- Nr. 317: Nicole Angenendt, Christian Growitsch, Rabindra Nepal, Christine Müller:
Effizienz und Stabilität des Stromgroßhandelsmarktes in Deutschland – Analyse und wirtschaftspolitische Implikationen, Dezember 2008
- Nr. 318: Gernot Müller:
Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt, Januar 2009
- Nr. 319: Sonja Schölermann:
Kundenschutz und Betreiberauflagen im liberalisierten Briefmarkt, März 2009
- Nr. 320: Matthias Wissner:
IKT, Wachstum und Produktivität in der Energiewirtschaft - Auf dem Weg zum Smart Grid, Mai 2009
- Nr. 321: Matthias Wissner:
Smart Metering, Juli 2009
- Nr. 322: Christian Wernick unter Mitarbeit von Dieter Elixmann:
Unternehmensperformance führender TK-Anbieter in Europa, August 2009
- Nr. 323: Werner Neu, Gabriele Kulenkampff:
Long-Run Incremental Cost und Preissetzung im TK-Bereich - unter besonderer Berücksichtigung des technischen Wandels, August 2009
- Nr. 324: Gabriele Kulenkampff:
IP-Interconnection – Vorleistungsdefinition im Spannungsfeld zwischen PSTN, Internet und NGN, November 2009

- Nr. 325: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Stephan Jay:
LRIC cost approaches for differentiated QoS in broadband networks, November 2009
- Nr. 326: Kenneth R. Carter with contributions of Christian Wernick, Ralf Schäfer, J. Scott Marcus:
Next Generation Spectrum Regulation for Europe: Price-Guided Radio Policy, November 2009
- Nr. 327: Gernot Müller:
Ableitung eines Inputpreisindex für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, November 2009
- Nr. 328: Anne Stetter, Sonia Strube Martins:
Der Markt für IPTV: Dienstverfügbarkeit, Marktstruktur, Zugangsfragen, Dezember 2009
- Nr. 329: J. Scott Marcus, Lorenz Nett, Ulrich Stumpf, Christian Wernick:
Wettbewerbliche Implikationen der On-net/Off-net Preisdifferenzierung, Dezember 2009
- Nr. 330: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Stephan Jay:
"Breitband/Bandbreite für alle": Kosten und Finanzierung einer nationalen Infrastruktur, Dezember 2009
- Nr. 331: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm, Martin Zauner:
Preisstrategien von Incumbents und Wettbewerbern im Briefmarkt, Dezember 2009
- Nr. 332: Stephan Jay, Dragan Ilic, Thomas Plückebaum:
Optionen des Netzzugangs bei Next Generation Access, Dezember 2009
- Nr. 333: Christian Growitsch, Marcus Stronzik, Rabindra Nepal:
Integration des deutschen Gasgroßhandelsmarktes, Februar 2010
- Nr. 334: Ulrich Stumpf:
Die Abgrenzung subnationaler Märkte als regulatorischer Ansatz, März 2010
- Nr. 335: Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Dragan Ilic:
Der Einfluss von Next Generation Access auf die Kosten der Sprachterminierung, März 2010
- Nr. 336: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:
Netzzugang und Zustellwettbewerb im Briefmarkt, März 2010
- Nr. 337: Christian Growitsch, Felix Höffler, Matthias Wissner:
Marktmachtanalyse für den deutschen Regelenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von Volker Köllmann:
Regulierung von Auskunft- und Mehrwertdiensten im internationalen Vergleich, April 2010
- Nr. 339: Christian Growitsch, Christine Müller, Marcus Stronzik:
Anreizregulierung und Netzinvestitionen, April 2010
- Nr. 340: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Rolf Schwab:
Das VNB-Geschäftsmodell in einer sich wandelnden Marktumgebung: Herausforderungen und Chancen, April 2010
- Nr. 341: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Schölermann:
Die Entwicklung von Hybridpost: Marktentwicklungen, Geschäftsmodelle und regulatorische Fragestellungen, August 2010
- Nr. 342: Karl-Heinz Neumann:
Structural models for NBN deployment, September 2010
- Nr. 343: Christine Müller:
Versorgungsqualität in der leitungsgebundenen Gasversorgung, September 2010
- Nr. 344: Roman Inderst, Jürgen Kühling, Karl-Heinz Neumann, Martin Peitz:
Investitionen, Wettbewerb und Netzzugang bei NGA, September 2010

- Nr. 345: Christian Growitsch, J. Scott Marcus, Christian Wernick:
Auswirkungen niedrigerer Mobilterminierungsentgelte auf Endkundenpreise und Nachfrage, September 2010
- Nr. 346: Antonia Niederprüm, Veronika Söntgerath, Sonja Thiele, Martin Zauner:
Post-Filialnetze im Branchenvergleich, September 2010
- Nr. 347: Peter Stamm:
Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche, September 2010
- Nr. 348: Gernot Müller:
Abgrenzung von Eisenbahnverkehrsmärkten – Ökonomische Grundlagen und Umsetzung in die Regulierungspraxis, November 2010
- Nr. 349: Christine Müller, Christian Growitsch, Matthias Wissner:
Regulierung und Investitionsanreize in der ökonomischen Theorie, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Dezember 2010
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 351: Peter Stamm, Anne Stetter unter Mitarbeit von Mario Erwig:
Bedeutung und Beitrag alternativer Funklösungen für die Versorgung ländlicher Regionen mit Breitbandanschlüssen, Februar 2011
- Nr. 352: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann:
Nationale Breitbandstrategien und Implikationen für Wettbewerbspolitik und Regulierung, März 2011
- Nr. 353: Christine Müller:
New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences, IRIN working paper for working package: Advancing incentive regulation with respect to smart grids, April 2011
- Nr. 354: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:
Elektronische Zustellung: Produkte, Geschäftsmodelle und Rückwirkungen auf den Briefmarkt, Juni 2011
- Nr. 355: Christin Gries, J. Scott Marcus:
Die Bedeutung von Bitstrom auf dem deutschen TK-Markt, Juni 2011
- Nr. 356: Kenneth R. Carter, Dieter Elixmann, J. Scott Marcus:
Unternehmensstrategische und regulatorische Aspekte von Kooperationen beim NGA-Breitbandausbau, Juni 2011
- Nr. 357: Marcus Stronzik:
Zusammenhang zwischen Anreizregulierung und Eigenkapitalverzinsung, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Juli 2011
- Nr. 358: Anna Maria Doose, Alessandro Monti, Ralf G. Schäfer:
Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, September 2011
- Nr. 359: Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann, Thomas Plückerbaum unter Mitarbeit von Konrad Zoz:
Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, Oktober 2011
- Nr. 360: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:
Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen, November 2011
- Nr. 361: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:
Qualitätsfaktoren in der Post-Entgeltregulierung, November 2011
- Nr. 362: Gernot Müller:
Die Bedeutung von Liberalisierungs- und Regulierungsstrategien für die Entwicklung des Eisenbahnpersonenverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011

- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011
- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012
- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückerbaum, Matthias Wissner:
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückerbaum:
VDSL Vectoring, Bonding und Phantomring: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückerbaum, Peter Stamm:
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 384: Christan M. Bender, Marcus Stronzik:
Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, März 2014

ISSN 1865-8997