

Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen

Autoren:
Stephan Schmitt
Marcus Stronzik

Bad Honnef, Juli 2015

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

Zusammenfassung	III
Summary	IV
1 Einleitung	1
2 Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht	3
2.1 Produktivität versus Effizienz	4
2.2 Theoretische Herleitung des generellen X-Faktors aus der RPI-X Anreizregulierung	7
2.3 Das langfristige Level des generellen X-Faktors	10
3 Empirische Ermittlung des generellen X-Faktors	13
3.1 Produktivitätsdifferenzial	13
3.2 Inputpreisdifferenzial	19
3.3 Wahl des Stützintervalls	20
4 Erfahrungen zum generellen X-Faktor in ausgewählten europäischen Ländern	26
4.1 Österreich	27
4.2 Norwegen	33
4.3 Niederlande	36
5 Fazit	40
Literaturverzeichnis	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Individueller und genereller X-Faktor	4
Abbildung 2-2:	Effizienz und Produktivität	6
Abbildung 3-1:	Inputorientierter Malmquist-Index (CRS)	14
Abbildung 3-2:	Der generelle X-Faktor im Rahmen der Anreizregulierung	23
Abbildung 4-1:	Regulierungssysteme der Stromverteilnetzbetreiber in ausgewählten Ländern	26
Abbildung 4-2:	Berücksichtigung des Frontier Shifts in den Niederlanden	38
Abbildung 4-3:	Ermittlung des X-Faktors in den Niederlanden	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Vor- und Nachteile der Methoden zur Messung des Produktivitätsfortschritts	13
Tabelle 4-1:	Variablenbeschreibung zur österreichischen Regulierungsformel	28
Tabelle 4-2:	Variablenbeschreibung zur norwegischen Regulierungsformel	34

Zusammenfassung

Als wesentlicher Bestandteil der deutschen Anreizregulierung bestimmt der generelle X-Faktor maßgeblich die Erlöse der Netzbetreiber. Seitens eines Teils der Branche wird im Rahmen der gegenwärtigen Diskussionen um die Novellierung des Regulierungsrahmens für deutsche Strom- und Gasnetze jedoch nicht nur dessen Höhe, sondern auch dessen grundsätzliche Berechtigung infrage gestellt.

Eine Anreizregulierung zielt im Gegensatz zu kostenorientierten Ansätzen darauf ab, Wettbewerbsdruck zu imitieren. In einem wettbewerblich organisierten Umfeld zwingen die Wettbewerbskräfte die Marktteilnehmer dazu, Produktivitätsfortschritte zu realisieren und die daraus resultierenden Zusatzgewinne an die Endkunden weiterzureichen. Genau auf diesen Zusammenhang zielt der generelle X-Faktor ab, so dass gewährleistet wird, dass auch im regulierten Umfeld durch technologischen Fortschritt bedingte Produktivitätsfortschritte an die Endkunden weitergereicht werden.

Für Anreizregulierungen auf Basis einer Preis- oder Erlösobergrenze (wie in Deutschland), weisen wir nach, dass sich der generelle X-Faktor unter Berücksichtigung der Analogie zu Wettbewerbsmärkten unmittelbar aus der Regulierungsformel herleiten lässt. Dessen Verwendung ist somit aus theoretischer Sicht zwingend erforderlich. Dies wird durch die Erfahrungen der anderen näher untersuchten Länder Österreich, Norwegen und den Niederlanden bestätigt.

Die Frage der Abbildung des Frontier Shifts in einem anreizbasierten Regulierungsregime ist somit letztendlich keine Frage des „Obs“, sondern vielmehr des „Wies“. Bei der empirischen Ermittlung des generellen X-Faktors plädieren wir aufgrund methodischer und datenseitiger Unsicherheiten für Sensitivitätsanalysen. Neben unterschiedlichen Zeitintervallen, auf die die empirischen Berechnungen gestützt werden (Stützintervalle), sollten auch unterschiedliche Berechnungsmethoden (Malmquist versus Indexnummern) zur Anwendung kommen, um die spezifischen Vorteile der Methoden optimal auszunutzen. In Summe sollte die Berechnung verschiedener Varianten und Spezifikation die Robustheit der Ergebnisse und damit ihre Aussagekraft erhöhen. Die Prognosegüte kann zudem tendenziell verbessert werden, wenn die Rahmenbedingungen, unter denen ein Netzbetreiber im Stützintervall und der Regulierungsperiode agiert, nicht zu verschieden sind. In deutschen Kontext wird daher von Berechnungen abgeraten, die Daten vor 1998 (Beginn der Liberalisierung der Energiemärkte) verwenden. Aufgrund der rollierenden Struktur der deutschen Anreizregulierung und des Beginns des neuen Regimes zum 1.1.2009 sind kürzere Zeitintervalle durchaus gerechtfertigt, zumal Sondereinflüsse aufgrund der Inflationierung der Kostenbasis mit dem Verbraucherpreisindex nur dann ein Problem darstellen, wenn sie asymmetrisch auf den Netzbetrieb und die Gesamtwirtschaft wirken.

Summary

As essential component of the German incentive regulation, the revenues of the network operators are significantly determined by a productivity factor, the so-called general X-factor, which aims at controlling for technical change (frontier shift). In the current discussions on the revision of the regulatory framework of the energy networks some market participants do not only question its absolute level but further challenge its general justification.

In contrast to cost-based regulations, incentive regulations tend to imitate competition. In a competitive environment firms are forced to realize productivity gains through market pressure and to forward the resulting additional profits to final consumers via lower prices. The general X-factor fulfils exactly this task. It incentivizes productivity gains of the regulated firms and ensures that technological progress is passed to final costumers.

For incentive regulations in the kind of a price- or revenue-cap, we can show theoretically that the general X-factor can directly be derived from the regulatory formula using the analogy to competitive markets. This implies that its usage is mandatory from a theoretical point of view. The experiences in other countries like Austria, Norway and the Netherlands confirm this finding.

Ultimately, the question how to capture the frontier shift in incentive-based regulations is not a question of “if” than rather of “how”. With regard to the empirical estimation of the general X-factor, we recommend the use of sensitivity analysis due to methodological and data-related uncertainties. First, the calculations should be based on different time intervals. Second, different estimation techniques may be applied (e.g. Malmquist index and index numbers like the Tornquist index) in order to exploit the specific advantages of the different methods. The estimation of different specifications may improve the robustness of the results, which has a positive impact on its validity. The forecast quality may be improved further if the calculations are based on time periods in the past with framework conditions rather comparable to those of the regulatory period, the estimation results are applied to. With regard to the German situation, we therefore recommend to make use of data after the year 1998, which constitutes the starting point of the liberalization of German energy markets. Due to the rolling structure of the German incentive regulation and the beginning of the new regime in 2009 shorter time intervals may be justified.

1 Einleitung

Der generelle X-Faktor (X_{gen}) wurde für die ersten beiden Regulierungsperioden der im Jahr 2009 gestarteten Anreizregulierung der deutschen Strom- und Gasnetze gemäß § 9 Abs. 2 der Anreizregulierungsverordnung (ARegV) normativ festgelegt. So lag er in der ersten bei 1,25 % p.a. und in der zweiten Regulierungsperiode bei 1,50 % p.a. Aufgrund der Tatsache, dass er ab der im Jahr 2019 beginnenden dritten Regulierungsperiode jeweils vor Beginn einer Regulierungsperiode neu zu bestimmen ist (§ 9 Abs. 3 ARegV),¹ wird der generelle X-Faktor weitaus stärker in den Mittelpunkt des Interesses rücken. Der gegenständliche Diskussionsbeitrag zielt auf eine Versachlichung der Diskussionen ab, indem die Rolle des generellen X-Faktors in unterschiedlichen anreizbasierten Regulierungsregimen beleuchtet wird.

Die Festlegungen des X_{gen} für die ersten beiden Regulierungsperioden fußten nur zum Teil auf empirischen Berechnungen. Vielmehr sind sie das Resultat einer politischen Entscheidung, der intensive Konsultationen mit allen Beteiligten hinsichtlich der adäquaten Höhe vorausgingen. Ein Grund für die fehlende empirische Fundierung war sicherlich in der Basis des vorhandenen Datenbestandes zu sehen, da insbesondere netzbezogene Daten in der Regel nicht in adäquater Form und über den gewünschten Zeitraum zugänglich waren. Über die letzten Jahren hat sich die Datenproblematik jedoch entspannt.

Aufgrund der Bedeutung des Produktivitätsfaktors im Rahmen anreizorientierter Regulierungsregime ist der Prozess zur Festlegung der konkreten Werte für die ersten beiden Regulierungsperioden aufgrund einer gewissen Intransparenz als unbefriedigend einzustufen. Der Faktor hat die Funktion, die im Monopolbereich der Strom- und Gasnetze erzielten Produktivitätsfortschritte über eine entsprechende Adjustierung der Erlösbergrenze der Netzbetreiber an die Endkunden weiterzureichen. Dabei ist auf eine adäquate Adjustierungsvorgabe zu achten, um die Netzbetreiber nicht über Gebühr zu belasten und in ihrer Investitionsfähigkeit zu beeinträchtigen, was langfristig wiederum die Sicherheit der Versorgungsnetze gefährden würde.

In der aktuellen Diskussion um die Weiterentwicklung der Anreizregulierung wird von manchen Stakeholdern aber nicht nur die konkrete Höhe des generellen X-Faktors kritisiert, sondern es wird auch seine prinzipielle Berechtigung in Frage gestellt. So wird teilweise sogar dessen Abschaffung gefordert. Dies wird bspw. damit begründet, dass es in den Energienetzen langfristig keine substantiellen, über die der Gesamtwirtschaft hinausgehenden Produktivitätsfortschritte gäbe. Auch sei die Forderung nach einem positiven Wert von X_{gen} in der langen Frist vielfach auf populistischen Druck zurückzuführen.

¹ Die folgenden Ausführungen beziehen sich überwiegend auf den Stromsektor. Abweichende Regelungen für den Gassektor werden nur bei besonderer Relevanz thematisiert. So startet die dritte Regulierungsperiode für Gas aufgrund einer auf vier Jahre verkürzten ersten Regulierungsperiode im Jahr 2018.

Vor diesem Hintergrund widmet sich diese Arbeit der Rolle des generellen X-Faktors aus verschiedenen Perspektiven. In Kapitel 2 wird zunächst die Thematik aus der theoretischen Sicht beleuchtet. Dazu wird ausgehend von einer Preisobergrenze der generelle X-Faktor hergeleitet. Im Anschluss daran wird die Höhe des langfristigen Levels von X_{gen} eingehend diskutiert. Kapitel 3 befasst sich mit der empirischen Ermittlung des generellen X-Faktors. Im Mittelpunkt stehen hierbei die beiden vorherrschenden Methoden zur Bestimmung des technologischen Fortschritts. Neben einer Darstellung der Berechnungslogiken werden die individuellen Vor- und Nachteile vorgestellt, wobei auch methodenübergreifende Aspekte und Schwierigkeiten thematisiert werden. Um einen Einblick darüber zu erhalten, wie andere europäische Länder, die über einen längeren Erfahrungshorizont hinsichtlich der Anreizregulierung verfügen als Deutschland, mit dieser Thematik umgehen, werden deren Erfahrungen zum generellen X-Faktor in Kapitel 4 dargestellt. Zu unterscheiden gilt es hierbei Länder, die sich der klassischen RPI-X-Regulierungssystematik bedienen von Ländern mit einem Yardstick-Regulierungsansatz. Die Arbeit schließt mit einem Fazit in Kapitel 5.

2 Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

Gemäß der essential facility-Doktrin sollte sich die Regulierung von Infrastruktursektoren auf den Bereich natürlicher Monopole konzentrieren, d.h. auf solche Bereiche der Wertschöpfungskette, die am kostengünstigsten durch einen Anbieter bereitgestellt werden. Auf den Energiesektor trifft dies mittlerweile insbesondere durch die verschiedenen Entflechtungsregeln auf europäischer und nationaler Ebene zu. Dementsprechend sind die Energienetze üblicherweise reguliert. Dominierten anfangs kostenbasierte Regulierungsregime, bei denen die Netzbetreiber ihre anfallenden Kosten decken können sollten (inklusive einer angemessenen Verzinsung), so hat sich inzwischen in den meisten Ländern ein Regimewechsel hin zur Anreizregulierung vollzogen. Das damit verbundene Ziel ist es, kosteneffizientes Handeln der Netzbetreiber anzureizen.

Die Anreizregulierung (oder auch preisbasierte Regulierung) geht zurück auf den britischen Ökonomen Stephen Littlechild, der dieses System in den frühen 1980er Jahren ursprünglich für die Telekommunikationssektor entwickelte.² Kernelement dieses Regulierungsregimes (auch **Preisobergrenzenregulierung** oder **Price-Cap** genannt) ist der **RPI-X-Term**. Für einen bestimmten Zeitraum, in der Regel eine Regulierungsperiode, wird die Preisentwicklung von der Entwicklung der Kosten abgekoppelt. In einfachster Form entwickeln sich die Preise analog zu den Vorjahrespreisen, korrigiert um den Faktor „RPI-X“, wobei RPI für die allgemeine Inflationsrate (RPI ist der Retail Price Index; zu Deutsch VPI – Verbraucherpreisindex) und X für die erwartete Produktivitätssteigerung stehen.³ Oftmals kommt dieser Ansatz als **Erlösberggrenzenregulierung (Revenue-Cap)** zur Anwendung, wobei anstatt auf die Preise auf die Erlöse abgestellt wird.⁴

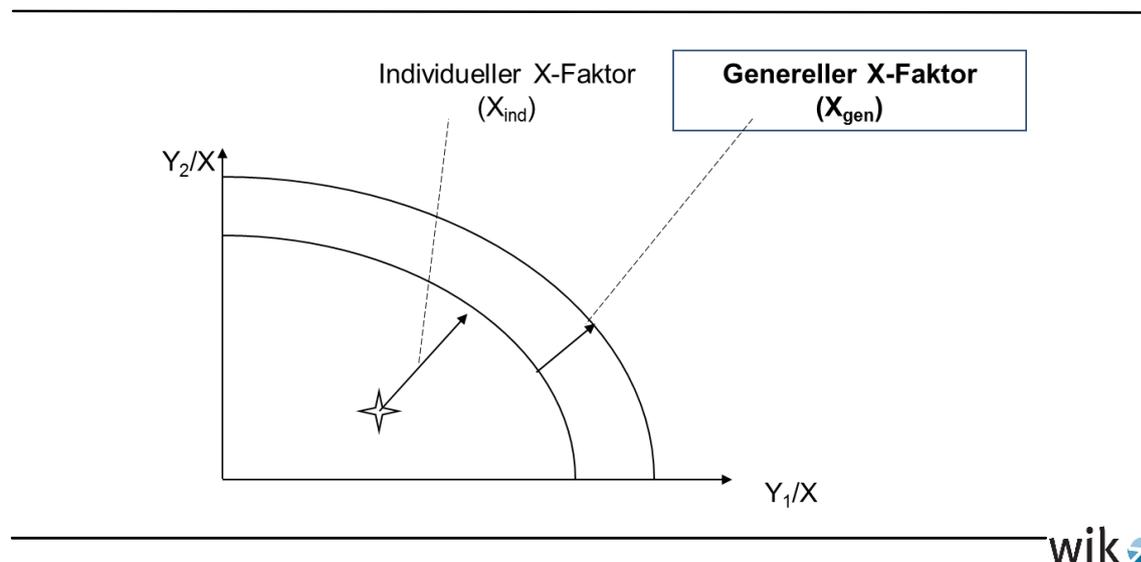
Der X-Faktor lässt sich ferner unterteilen in einen individuellen X-Faktor (X_{ind}) und einen generellen X-Faktor (X_{gen}). Mit erstgenanntem sollen firmenspezifische Ineffizienzen der Netzbetreiber beseitigt werden, um diese an die Effizienzgrenze heranzuführen (**Catch-up**). Zweitgenannter erfasst die Verschiebung der Effizienzgrenze über die Zeit (**Frontier Shift**), die sich bspw. aufgrund von sektoralem technologischen Fortschritt ergeben kann. Wie der Titel dieser Arbeit besagt, liegt der weitere Fokus auf diesem letzten Term. Abbildung 2-1 verdeutlicht dies graphisch für eine Situation mit einem Input X und zwei Outputs $Y_{1,2}$. Der dargestellte Netzbetreiber agiert ineffizient. Um auf die aktuelle Effizienzgrenze zu gelangen, muss er seine individuelle Ineffizienz abbauen, indem er entweder weniger Input für seine Outputs benötigt oder aber mit dem gleichen Inputniveau ein höheres Outputniveau erreicht. Die Parallelverschiebung der Effizienzgrenze stellt den generellen X-Faktor dar. Während der individuelle X-Faktor somit auf die (individuelle) Effizienz abstellt, bezieht sich der generelle X-Faktor auf die Produktivität des gesamten Sektors.

² Siehe dazu bspw. Beesley und Littlechild (1989).

³ Eine Preisobergrenze muss sich nicht ausschließlich auf eine Dienstleistung oder ein Produkt beziehen. Typischerweise sind damit Tarifkörbe verschiedener Preise gemeint, wie das Beispiel Niederlande in Kapitel 4 zeigt.

⁴ Nachfolgend wird vor allem auf den Price-Cap abgestellt, da dies dem ursprünglichen Ansatz entspricht. Die nachfolgenden Erläuterungen gelten aber analog auch für den Revenue-Cap.

Abbildung 2-1: Individueller und genereller X-Faktor



Quelle: WIK

Im Folgenden wird zunächst kurz der Unterschied zwischen Produktivität und Effizienz erläutert. Anschließend wird ausgehend von der Preisobergrenze der generelle X-Faktor hergeleitet und damit seine theoretische Fundierung aufgezeigt. Im Anschluss daran werden die langfristige Höhe des generellen X-Faktors und die sich darum drehende Diskussion beschrieben.

2.1 Produktivität versus Effizienz

Die Bestimmung des generellen X-Faktors basiert maßgeblich auf der Erfassung der Produktivität. Demgegenüber spielt bei der Ermittlung des individuellen X-Faktors die Bestimmung der Effizienz die entscheidende Rolle.⁵ Da diese beiden Konzepte in bestimmten Kontexten eng miteinander verknüpft sind, sollen zunächst die entsprechenden ökonomischen Konzepte kurz dargestellt und voneinander abgegrenzt werden.⁶

Grundsätzlich lässt sich bei der Messung der Produktivität zwischen technischer Produktivität und Wertproduktivität unterscheiden. Die **technische Produktivität** stellt das Verhältnis zwischen MengenvARIABLEN dar, d.h. ein oder mehrere Inputs (Produktionsfaktoren) werden in Relation zu den Outputs (Ausbringungsmenge) gesetzt. Bei der **Wertproduktivität** dagegen werden die jeweiligen Mengen monetär bewertet.

In Bezug auf den Begriff der Effizienz lässt sich generell differenzieren zwischen der technischen Effizienz, der allokativen Effizienz und der Skaleneffizienz. Die **technische**

⁵ Dieses Unterkapitel basiert in großen Teilen auf Bender und Stronzik (2014, Kap. 3.1).

⁶ Für eine detailliertere Beschreibung unterschiedlicher Produktivitäts- und Effizienzkonzepte siehe bspw. Müller (2009) für den Eisenbahnsektor oder Coelli et al. (2005) aus einer allgemeinen wissenschaftlichen Perspektive.

Effizienz bezieht sich auf das mit der Produktionsfunktion verbundene Verhältnis zwischen Inputs und Outputs. Von technischer Effizienz kann gesprochen werden, wenn auf der Effizienzgrenze (Produktionsgrenze) produziert wird, d.h. wenn bei gegebenem Inputeinsatz das maximale Outputniveau oder ein vorgegebenes Outputniveau mit minimalem Inputeinsatz erreicht wird.⁷ Erfolgt eine monetäre Bewertung der Inputs, was gleichbedeutend ist mit der Erfassung der Kosten, kann neben der technischen Effizienz auch die allokativen Effizienz berücksichtigt werden. Die kostenminimale Produktion eines gegebenen Outputniveaus bzw. die Maximierung des Outputniveaus bei einem Kostenniveau impliziert **allokative Effizienz** durch eine optimale Kombination der Inputfaktoren gemäß ihrer Preise. In anderen Worten: allokativen Effizienz ist dann gegeben, wenn mit einer kostenminimalen Inputkombination produziert wird. Ferner gilt es die **Skaleneffizienz** zu unterscheiden. Von dieser kann gesprochen werden, wenn ein Unternehmen alle vorhandenen Größenvorteile ausnutzt, die beispielsweise durch Fixkostendegression möglich sind. Das Unternehmen produziert folglich mit der effizienten Skalengröße. In der Literatur wird das Produkt der drei Effizienzbegriffe auch als **Kosteneffizienz** bezeichnet:⁸

Kosteneffizienz

$$= \text{Allokative Effizienz} * (\text{Reine}) \text{ Technische Effizienz} \\ * \text{Skaleneffizienz}$$

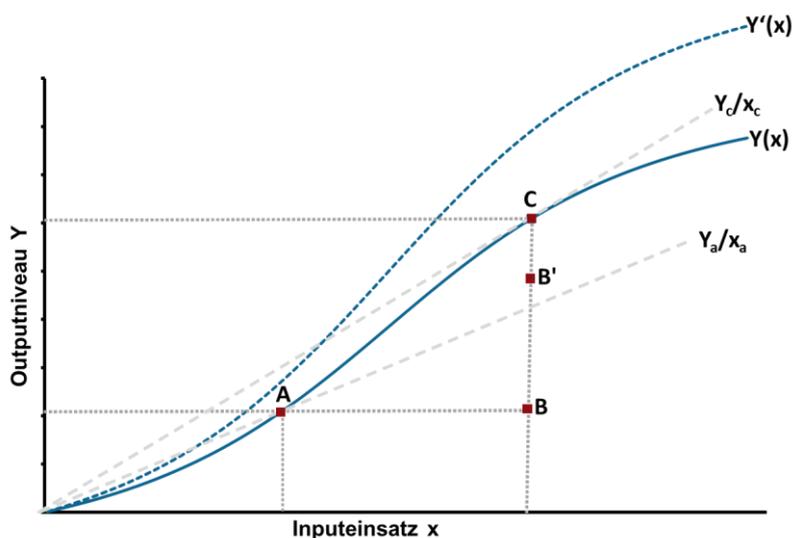
Die enge Verknüpfung von Produktivitäts- und Effizienzkonzepten zeigt sich insbesondere an den drei Gründen, auf die Veränderungen der Produktivität zurückgeführt werden können. Erstens kann die Produktivität durch den Abbau von Ineffizienzen erhöht werden (**Catch-up-Effekt**), also durch eine Annäherung an eine allokativ und technisch effiziente Effizienzgrenze.⁹ Zweitens kann eine durch technologischen Fortschritt induzierte Steigerung der technischen Effizienz die Produktionsfunktion verändern und damit eine Verschiebung der Effizienzgrenze bewirken (**Frontier Shift**). Drittens kann durch das Ausnutzen von Größenvorteilen die Produktivität erhöht werden (**Skaleneffekte**).

⁷ Hier zeigt sich schon die enge Beziehung zwischen den Begriffen Effizienz und Produktivität. Allerdings bedingen sich beide Konzepte nicht immer gegenseitig, wie unten in einem Beispiel aufgezeigt wird.

⁸ Vgl. Cooper, Seiford und Tone (2007).

⁹ Die in Kapitel 3.1 vorgestellten Methoden zur Ermittlung der Produktivitäten stellen rein auf Mengenänderungen ab. Daher wird im weiteren Verlauf beim Catch-up von der allokativen Effizienz abstrahiert und nur auf die technische Effizienz abgestellt. Diese Vereinfachung ist gerechtfertigt, da in der Regel keine hinreichenden Preisinformationen vorliegen, um auch für die allokativen Effizienz zu kontrollieren.

Abbildung 2-2: Effizienz und Produktivität



Quelle: WIK

wik 

Abbildung 2-2 veranschaulicht den Unterschied zwischen Produktivität und Effizienz anhand eines einfachen und allgemeinen Beispiels. Die abgebildete Kurve $Y(x)$ bildet die Effizienzgrenze, d.h. die maximal mögliche Outputmenge bei gegebener Technologie in Abhängigkeit des Inputeinsatzes. Alle unterhalb der Kurve liegenden Produktionspunkte sind für die Unternehmen realisierbar. Sofern ein Unternehmen auf der Effizienzgrenze produziert, liegt eine technisch effiziente Produktion vor. In dem gewählten Beispiel ist dies bei Unternehmen A und C der Fall, während Unternehmen B ineffizient agiert. 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, weil B' oberhalb von Y_a/x_a liegt. Da bei gegebenem Inputeinsatz eine höhere Outputmenge möglich ist, produziert es aber ineffizient. Die obere, gestrichelte Linie $Y'(x)$ stellt eine mögliche Produktivitätsveränderung aufgrund von technologischem Fortschritt dar. Um die Komplexität dieses Beispiels nicht unnötig zu erhöhen, wurde auf die Berücksichtigung von Inputpreisen und damit der Kosten verzichtet. Somit können hier keine Aussagen über die allokativen Effizienz getroffen werden können, was an dieser Stelle aber auch nicht nötig ist.

Betrachtet man die Veränderung der Produktivität in Bezug auf die verwendeten Inputfaktoren, so lässt sich zwischen zwei Ansätzen unterscheiden. Die **partielle Faktorproduktivität** setzt die Outputmenge in Relation mit jeweils einem Inputfaktor wohingegen die **totale Faktorproduktivität** das Verhältnis des aggregierten Faktoreinsatzes zum aggregierten Ausbringungsniveau betrachtet. Auch wenn die Berechnung der tota-

len Faktorproduktivität aufwendiger ist, ermöglicht diese ein umfassenderes Bild, da auch mögliche Substitutionen von Inputfaktoren zur Realisierung der 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. Kapitel 3 setzt sich ausführlich mit Methoden zur Bestimmung der totalen Faktorproduktivität auseinander.

2.2 Theoretische Herleitung des generellen X-Faktors aus der RPI-X Anreizregulierung

Wie bereits angedeutet haben anreizbasierte Regulierungssysteme zum Ziel, die regulierten Netzbetreiber zu effizientem Verhalten bei Betrieb und Investitionen anzuhalten. Im Gegensatz zu kostenorientierten Regulierungsregimen haben die betroffenen Unternehmen bei Implementierung einer Preisobergrenzenregulierung einen starken Anreiz, auf kosteneffiziente Technologien zurückzugreifen und „überhöhte“ Kosten zu vermeiden. Dies bedeutet auch, dass es bei einer reinen Anreizregulierung auch keine Verzerrung in Richtung einer zu kapitalkostenlastigen Produktion gibt, wie dies bei der kostenorientierten Regulierung der Fall ist (**Averch-Johnson-Effekt**).¹⁰

Ziel anreizorientierter Regulierungsansätze ist es, die Marktkräfte bei funktionsfähigem Wettbewerb zu imitieren und damit Wettbewerbsdruck zu simulieren. In kompetitiven Märkten zwingen die Wettbewerbskräfte die Marktteilnehmer dazu, Produktivitätsfortschritte zu realisieren und die daraus resultierenden Zusatzgewinne in Form niedriger Preise an die Kunden weiterzureichen. Bei entsprechendem Wettbewerb in einem bestimmten Sektor i drückt die sektorale Preissteigerungsrate für Endkundenprodukte (Inflationsrate der Outputpreise), $\Delta p_{Output,t}^i$, die Differenz zwischen der Wachstumsrate der sektoralen Inputpreise, $\Delta p_{Input,t}^i$, und der Rate des sektoralen technologischen Fortschritts (Produktivitätswachstum), ΔTFP_t^i , aus:

$$(1) \quad \Delta p_{Output,t}^i = \Delta p_{Input,t}^i - \Delta TFP_t^i$$

In wettbewerblich organisierten Märkten können somit nur die um den technischen Fortschritt geminderten Inputpreissteigerungen an die Endkunden weitergegeben werden. Realisiert ein Unternehmen einen geringeren Produktivitätszuwachs als seine Wettbewerber, muss es entweder seine Produkte zu höheren Preisen anbieten oder es nimmt eine geringere Verzinsung des eingesetzten Kapitals in Kauf. In beiden Fällen scheidet das Unternehmen langfristig aus dem Markt aus, da ihm entweder der Absatz wegbriecht oder die Finanzierung Schwierigkeiten bereitet.

10 Vgl. Averch und Johnson (1962).

Unter der Annahme, dass die gesamte Volkswirtschaft (GW) wettbewerblich organisiert ist, gilt analog:

$$(2) \quad \Delta p_{Output,t}^{GW} = \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW} = \Delta VPI_t$$

Die Veränderung der Outputpreise, $\Delta p_{Output,t}^{GW}$, entspricht dabei der Inflationsrate, ΔVPI .

Wie zuvor kurz skizziert ist für die Anreizregulierung in Form der Preisobergrenzenregulierung charakteristisch, dass die Preisobergrenzen der Unternehmen im regulierten Sektor r , den Vorjahrespreisobergrenzen entsprechen, korrigiert um die Inflationsrate und Produktivitätssteigerungen in Gestalt des generellen X-Faktors. Formal lässt sich dies folgendermaßen ausdrücken:¹¹

$$(3) \quad P_t^r = P_{t-1}^r (1 + \Delta VPI_t - X_{Gen,t})$$

Die Preisobergrenze eines Netzbetreibers korrespondiert mit den entsprechenden Netzentgelten. Folglich entspricht die jährliche Wachstumsrate der Preisobergrenze der Veränderung der Outputpreise:

$$(4) \quad P_t^r / P_{t-1}^r - 1 = \Delta p_{Output,t}^r$$

Setzt man dies in die vorherige Gleichung (3) ein, erhält man:

$$(5) \quad \Delta p_{Output,t}^r = \Delta VPI_t - X_{Gen,t}$$

Unter Verwendung von $\Delta VPI_t = \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW}$ aus Gleichung (2) ergibt sich folglich:

$$(6) \quad \Delta p_{Output,t}^r = [\Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW}] - X_{Gen,t}$$

Gleichung (1) gilt für jeden beliebigen wettbewerblichen Sektor. Unter der Annahme, dass die Anreizregulierung Wettbewerbsdruck simuliert, lässt sich diese Gleichung auch auf den regulierten Sektor übertragen:

$$(7) \quad \Delta p_{Output,t}^r = \Delta p_{Input,t}^r - \Delta TFP_t^r$$

Werden Gleichung (6) und Gleichung (7) gleichgesetzt, so lässt sich der generelle X-Faktor als Differenz zwischen der Produktivitätsentwicklung der regulierten Branche und der Gesamtwirtschaft (**Produktivitätsdifferenzial**) sowie aus der Differenz der Inputpreisentwicklung der Gesamtwirtschaft und der regulierten Branche (**Inputpreisdifferenzial**) herleiten. Dies entspricht exakt der Definition von Bernstein und Sapping-

¹¹ Bei einer Erlösobergrenzenregulierung (Revenue Cap) gelten die folgenden Ausführungen analog. Die Erlöse R_t^r ergeben sich bei einer Erlösobergrenzenregulierung als Produkt aus dem Preis p_t^r und dem Output q_t^r des regulierten Unternehmens. Im einfachsten Fall eines Einproduktunternehmens und eines über die Zeit konstanten Outputs ($q_t^r = q_{t-1}^r$) kürzen sich die Mengen auf der linken und rechten Seite in Gleichung (3) raus.

ton (1999), die durch § 9 Absatz 1 ARegV auch Eingang in den deutschen Gesetzestext gefunden hat:

$$(8) \quad X_{Gen,t} = (\Delta TFP_t^r - \Delta TFP_t^{GW}) + (\Delta I_{Input,t}^{GW} - \Delta I_{Input,t}^r)$$

Der generelle X-Faktor lässt sich somit direkt aus der Formel der Preisobergrenzenregulierung herleiten. In einem Anreizregulierungssystem mit Preis- oder Erlösobergrenze nach dem RPI-X-Prinzip ist die Verwendung des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht somit zwingend erforderlich, um Wettbewerb zu imitieren, was eine wesentliche Zielstellung anreizbasierter Regulierungsregime darstellt. Ein Verzicht auf den generellen X-Faktor ohne anderweitige Berücksichtigung des Frontier Shifts würde Anreize zu effizientem Handeln der Netzbetreiber konterkarieren und somit letztendlich dem Prinzip der Anreizregulierung zuwiderlaufen.¹²

Aus den theoretischen Überlegungen lassen sich zudem bereits erste Rückschlüsse für die Berechnung des generellen X-Faktors ziehen. Wesentlich in diesem Kontext ist die Art der Inflationierung der Kostenbasis. Wird dazu ein gesamtwirtschaftlicher Outputpreisindex herangezogen (wie z.B. der allgemeine Verbraucherpreisindex im Rahmen des deutschen Regulierungsregimes),¹³ besteht der generelle X-Faktor gemäß Gleichung (8) aus den zwei Komponenten Produktivitätsdifferenzial und Inputpreisdifferenzial. In diesem Fall ist der X-Faktor eine relative Größe und beinhaltet einen Vergleich der Entwicklung der regulierten Industrie mit der Entwicklung der Gesamtwirtschaft. Die in der Inflationsrate enthaltenen gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen werden quasi über den allgemeinen X-Faktor wieder herausgerechnet.¹⁴ Daraus folgt unmittelbar, dass selbst bei vollständiger Identität von sektoralen und gesamtwirtschaftlichem technologischem Fortschritt ($\Delta TFP_t^r = \Delta TFP_t^{GW}$) der generelle X-Faktor immer noch die Unterschiede in den Entwicklungen der Inputpreise zwischen Gesamtwirtschaft und reguliertem Sektor abbilden muss.

Erfolgt die Inflationierung der Kosten allerdings mit einem sektoralen Inputpreisindex, umfasst der allgemeine X-Faktor lediglich eine Aussage über den zu erwartenden technologischen Fortschritt in der regulierten Branche. Dies impliziert, dass bei Anwendung eines sektoralen Inputpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis im Rahmen einer Anreizregulierung der allgemeine X-Faktor alleine den zu erwartenden sektoralen technologischen Produktivitätsfortschritt in Form der Änderung der sektoralen totalen Faktorproduktivität abbilden darf. Für diesen Fall muss daher gelten:

¹² In einem RPI-X-Regulierungssystem können auch ohne den generellen X-Faktor möglicherweise noch Effizianzanreize vom individuellen X-Faktor ausgehen, der aber explizit nicht für den Frontier Shift kontrolliert.

¹³ Dies entspricht dem Vorgehen von Bernstein und Sappington (1999). Auf S.10 heißt es dort, dass bei der Ableitung der entsprechenden Formel explizit angenommen wird, dass die Kostenbasis mit einem nationalen Outputpreisindex („economy-wide rate of output price inflation“) inflationiert wird.

¹⁴ Vgl. WIK-Consult (2012).

$$(9) \quad X_{\text{Gen},t} = \Delta \text{TFP}_t^r$$

Da mit dem sektoralen Inputpreisindex nicht die gesamtwirtschaftliche Entwicklung (in Form der Änderung der gesamtwirtschaftlichen totalen Faktorproduktivität und der gesamtwirtschaftlichen Inputpreisentwicklung) erfasst wird (sondern nur die sektorale), muss diese über den allgemeinen X-Faktor auch nicht wieder herausgerechnet werden, um eine Wettbewerbsimitation zu erreichen. Ein Differenzialvergleich von reguliertem Sektor mit der Gesamtwirtschaft sollte daher sowohl für die Inputpreis- wie auch die TFP-Entwicklung nicht erfolgen.

2.3 Das langfristige Level des generellen X-Faktors

In der aktuellen politischen Diskussion in Deutschland um die Novellierung der Anreizregulierungsverordnung (ARegV) ist eine Kontroverse über die langfristige Berechtigung des generellen X-Faktors entbrannt. So fordern mehrere Energieverbände bspw. dessen Abschaffung. Stellvertretend sei an dieser Stelle auf eine Veröffentlichung des BDEW im Rahmen der Evaluierung und Weiterentwicklung der Anreizregulierung verwiesen.¹⁵ Dort wird argumentiert, dass sowohl das Produktivitätsdifferenzial als auch das Inputpreisdifferenzial als relative Größen zwischen reguliertem Stromnetz und Gesamtwirtschaft langfristig gegen null tendieren sollten. Dies hat zur Folge, dass auch die Summe beider Differenziale sich in der langen Frist nicht von Null unterscheiden sollte und der Faktor an sich somit ihrer Einschätzung nach entfallen könnte. Ihre inhaltliche Begründung für die Forderung zur Abschaffung von X_{gen} basiert auf dem Gedanken, dass langfristig in den Stromnetzen zum einen keine „Überproduktivitäten“ gegenüber der Gesamtwirtschaft zu erwarten sind. Es wird sogar vielmehr davon gesprochen, dass die Produktivität des Stromnetzes über die Zeit eher der Produktivität der Gesamtwirtschaft hinterherhinkt. Zum anderen wird auch kein Grund gesehen, warum die Inputpreise der regulierten Stromnetze sich in der langen Frist von den Preisen im Rest der Wirtschaft unterscheiden sollten.

Aber nicht nur in der politischen Diskussion sondern auch in manchen eher theoretisch orientierten Artikeln wird für einen langfristig gegen Null tendierenden generellen X-Faktor argumentiert. So z.B. in Burns und Weyman-Jones (2008, S.1):

„We argue that the Bernstein and Sappington (1999) mechanism, which has had a major impact on regulatory behaviour, implicitly assumes short-run behaviour by regulators, and consequently leaves a long-run disequilibrium position unresolved. We demonstrate that strong assumptions are required if the optimal X in RPI-X is not zero in the long run.“

Ihre These unterfüttern die Autoren mit einer Reihe von Argumenten. Erstens sei ein von Null verschiedener X-Faktor auf lange Sicht ein ungewöhnliches Ergebnis für ein

¹⁵ Vgl. BDEW (2014).

langfristiges ökonomisches Gleichgewicht. Zweitens sei ein langfristig positiver und damit möglicherweise überhöhter genereller X-Faktor das Ergebnis populistischen Drucks auf Politiker und Regulatoren, um Gewinne der Netzbetreiber zu extrahieren. Zum dritten sollten angehäuften Ineffizienzen, die vor der Einführung der Anreizregulierung aufgebaut worden sind, durch diese in der kurzen Frist und somit innerhalb weniger Jahre beseitigt sein. Langfristig gäbe es somit keinen Handlungsbedarf, da keine Ineffizienzen mehr vorhanden seien.

Die Autoren sprechen gleichzeitig aber auch davon, dass ein allgemeiner X-Faktor oberhalb von Null dann seine Rechtfertigung besitzt, wenn es besondere sektorspezifische Effekte im regulierten Sektor gibt, die einen Einfluss auf Faktorpreisinflation und Produktivität haben und die es in diesem Ausmaß in der Gesamtwirtschaft nicht gibt. Ferner führen sie auch aus, dass für ein Anreizregulierungssystem Anreizkomponenten essentiell sind. Eine ersatzlose Streichung des generellen X-Faktors, würde dem jedoch zuwiderlaufen. In diesem Fall müssten auf andere Art und Weise Effizianzanreize gesetzt und das Regulierungsregime angepasst werden.

Die Argumentation der Autoren ist mithin widersprüchlich. Insbesondere werden Catch-up Effekte (Abbau von Ineffizienzen), für die durch den individuellen X-Faktor kontrolliert wird, und Frontier Shift Effekte vermischt. Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel gezeigt wurde, sollten nur letztere Gegenstand des generellen X-Faktors sein. Die dargestellten Argumente stellen daher die Rolle und Berechtigung des generellen X-Faktors nicht infrage. Im Endeffekt weisen auch Burns und Weyman-Jones (2008) auf Basis einer gesamtwirtschaftlichen Gleichgewichtsbedingung nach, dass der generelle X-Faktor aus dem Produktivitäts- und dem Inputpreisdifferenzial besteht.¹⁶ Sie bestätigen somit die Ergebnisse aus Kapitel 2.2. Langfristig kann der generelle X-Faktor somit nur dann gegen Null tendieren, wenn beide Differenziale in der Summe Null ergeben. Da hinter den Produktivitätsentwicklungen und Inputpreisentwicklungen entsprechende Produktionsfunktionen stehen, kann (abgesehen vom Zufallsprinzip) ein Sektor nur dann die gleichen Entwicklungen wie die Gesamtwirtschaft aufweisen, wenn die gleichen Produktionstechnologien wie im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt verwendet werden.¹⁷ Dies ist jedoch in der Regel nicht gegeben. So weisen zum Beispiel alle empirischen Studien für unterschiedliche Sektoren sowohl mittel- als auch langfristig unterschiedliche Entwicklungen der Faktorproduktivitäten aus. Dies gilt nicht nur für die Unterscheidung zwischen regulierten und wettbewerblichen Sektoren sondern auch zwischen wettbewerblichen Sektoren selbst.¹⁸ Selbst für wettbewerbliche Sektoren ist somit davon auszugehen, dass Produktivitäts- und Inputpreisdifferenziale in Relation zur Gesamtwirtschaft in der Regel in Summe von Null verschiedene Ergebnisse aufweisen werden.

¹⁶ Siehe Formel (3) in Burns und Weyman-Jones (2008, S.5).

¹⁷ Eine weitere Möglichkeit ist, wenn die Gesamtwirtschaft vom betrachteten Sektor dominiert wird. Dieser Fall kann aufgrund der heterogenen Produktionsstruktur für die deutsche Wirtschaft jedoch vernachlässigt werden.

¹⁸ Vgl. z.B. Boss et al. (2009).

Aus diesen Ausführungen folgt zudem, dass auch nach gewissen Aufholeffekten und dem Abschmelzen von technischen Ineffizienzen, was oft in Verbindung mit der Einführung von anreizbasierten Regulierungsregimen vermutet wird, der generelle X-Faktor weiterhin seine unbedingte Berechtigung behält.¹⁹ Aufgrund der zu vermutenden Ungleichheit zwischen sektoraler und gesamtwirtschaftlicher Produktionsfunktion ist auch danach davon auszugehen, dass

1. $\Delta TFP_t^r \neq \Delta TFP_t^{GW}$ und
2. $\Delta p_{Input,t}^r \neq \Delta p_{Input,t}^{GW}$ gilt.

Daher ist im Zuge einer Erlösobergrenzenregulierung auch nach anfänglichen Aufholprozessen der generelle X-Faktor zu bestimmen, um Wettbewerb simulieren zu können. Folglich sollten die realen Zahlen darüber Auskunft geben, ob Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzial und damit X_{gen} von Null verschieden sind. Dies bedeutet gleichzeitig aber auch, dass hinsichtlich des Wertes von X_{gen} keinerlei Beschränkungen auferlegt werden. Dieser könnte somit theoretisch auch negativ werden, wenn die Produktivität im Stromnetzbereich geringer ist als in der Gesamtwirtschaft und dies nicht durch das Inputpreisdifferenzial ausgeglichen wird oder aber wenn die Inputpreise im Stromnetzbereich stärker steigen als im Rest der Wirtschaft und das Produktivitätsdifferenzial dies nicht konterkariert. In diesem Fall würden die Preis- oder Erlösobergrenzen, je nachdem ob ein Price- oder Revenue-Cap zur Anwendung kommt, durch den X-Faktor eine zusätzliche Erhöhung erfahren.

¹⁹ Es sei an dieser Stelle noch einmal erwähnt, dass das Abschmelzen von Ineffizienzen nicht Gegenstand des generellen X-Faktors sein sollte. Dieser Tatbestand wird im deutschen Kontext bereits durch den individuellen X-Faktor erfasst. Andere Aufholeffekte (z.B. in Form von „Überproduktivitäten“) sind ein Argument dafür, bei Einführung anreizbasierter Regulierungen einen gewissen Aufschlag auf die empirisch ermittelten Werte zu erheben. Sie sind jedoch kein Argument für die Abschaffung des generellen X-Faktors. Siehe hierzu auch Stronzik und Franz (2006).

3 Empirische Ermittlung des generellen X-Faktors

In diesem Kapitel wird auf die Möglichkeiten zur empirischen Ermittlung des generellen X-Faktors eingegangen. Zunächst werden die wesentlichen Methoden erläutert, die der Bestimmung des Produktivitätsdifferenzials zugrunde liegen. Nachfolgend wird das Inputpreisdifferenzial adressiert. Abschließend wird die Wahl des Zeitintervalls diskutiert, auf das sich die empirischen Analysen stützen (Stützintervall).

3.1 Produktivitätsdifferenzial

Zur Messung der totalen Faktorproduktivität lassen sich zwei wesentliche Methoden unterscheiden: **Malmquist-Index und Indexnummern**.²⁰ In Tabelle 3-1 sind die beiden Ansätze inklusive ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile überblicksartig dargestellt. Die zwei Methoden sind nicht zwangsläufig als Substitute zu sehen, sondern können auch durchaus nebeneinander zur Anwendung kommen, um bspw. Schwachpunkte des jeweils anderen Ansatzes auszugleichen. Die unterschiedlichen Methoden werden nun nacheinander dargestellt.

Tabelle 3-1: Vor- und Nachteile der Methoden zur Messung des Produktivitätsfortschritts

Methode	Charakteristika	Datenbasis	Vorteile	Nachteile
<i>Malmquist Index</i>	Berechnung mittels Data Envelopment Analysis (DEA) oder Stochastic Frontier Analysis (SFA) Vergangenheitsbezogen	Unternehmensdaten	Differenzierung nach technischer Effizienz (TE), Skaleneffizienz (SE) und technischem Fortschritt (TF) möglich Theoretisch „wahre“ Produktionsfunktion	i.d.R. nur wenige Stützpunkte Gewisse Anfälligkeit gegenüber Ausreißern Strukturelle Änderungen? Vergleichbarkeit der Dateninputs?
<i>Indexnummern</i>	Paasche / Laspeyres: lineare Produktionsfunktion Fisher: quadratische Produktionsfunktion Törnquist: translog Produktionsfunktion Vergangenheitsbezogen	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (in konstanten Preisen)	Fisher und Törnquist exakt und superlativ Törnquist transitiv Gut, wenn sich TE und SE über die Zeit nicht signifikant ändern	Durchschnittsbetrachtung keine Differenzierung nach TE, SE und TF i.d.R. nur Näherung an die „wahre“ Produktionsfunktion Strukturelle Änderungen? Oft keine netzspezifischen Daten → synthetische Indizes

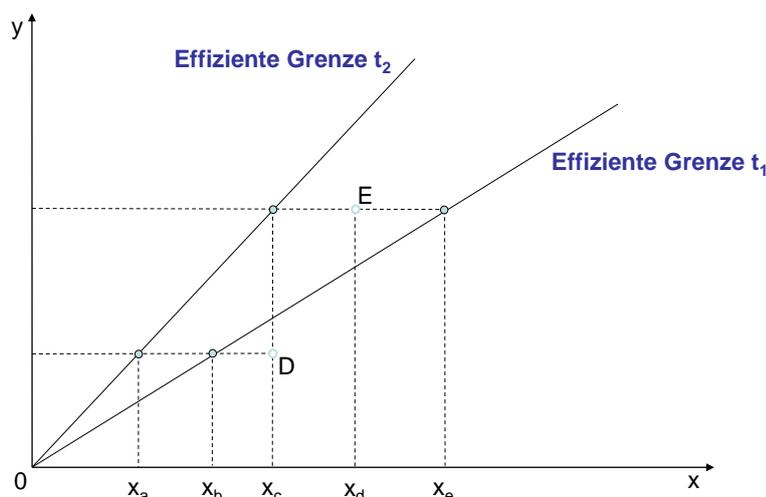
Quelle: WIK.

²⁰ Eine weitere Möglichkeit stellen (Experten-)Befragungen dar, die im Gegensatz zu den hier beschriebenen Ansätzen zwar grundsätzlich zukunftsgerichtet sind, da sie die Erwartungen der Akteure abbilden, aber den Nachteil der Subjektivität beinhalten. Ferner werden unerwartete Änderungen nicht erfasst, wie das Beispiel der Finanzkrise zeigt. Da sie in der Regulierungspraxis im Energiebereich keine Rolle spielen, werden sie an dieser Stelle nicht weiter verfolgt.

3.1.1 Malmquist-Index

Der Malmquist-Index misst die Veränderung der totalen Faktorproduktivität (ΔTFP) zwischen zwei Produktionszeitpunkten, die jeweils mit Hilfe von Distanzfunktionen nach Shephard zu einer Technologie in Bezug gesetzt werden. In Abbildung 3-1 ist beispielhaft ein Malmquist-Index illustriert, der sich am effizienten Einsatz der Inputs orientiert, wobei konstante Skalenerträge (Constant Returns to Scale, CRS) unterstellt sind. Den nachfolgenden Erläuterungen liegt die Systematik zur Berechnung des Malmquist-Index mittels Data Envelopment Analysis (DEA) zugrunde. Bei diesem deterministischem Verfahren wird die Berechnung der Effizienz als Problem der linearen Optimierung dargestellt. Alternativ kann aber auch die Stochastic Frontier Analysis (SFA) zur Berechnung des Malmquist-Index verwendet werden. Dieses parametrische Verfahren entstammt der Stochastik, d.h. die entsprechenden Erläuterungen dazu würden stochastische Elemente enthalten.

Abbildung 3-1: Inputorientierter Malmquist-Index (CRS)



Quelle: WIK

wik

Definitionsgemäß nehmen Inputdistanzfunktionen einen Wert größer 1 an, wenn mehr Inputs eingesetzt werden, als im Vergleich zu einem effizienten Unternehmen notwendig sind, d.h. im Punkt D und bezogen auf die Technologie der ersten Periode gilt $x_c/x_b > 1$. In der zweiten Periode produziert das Unternehmen im Punkt E; ein einfaches Maß für die Variation der TFP zwischen zwei Perioden wäre dann:²¹

$$(10) \quad \Delta TFP = \frac{TFP_1}{TFP_0} = \frac{x_c/x_a}{x_d/x_c}$$

²¹ Bei Inputorientierung ist darauf zu achten, dass die Produktivität reziprok zu den Distanzfunktionen ist. Daher erscheinen die Distanzen für TFP_0 im Zähler und für TFP_1 im Nenner. Siehe Farrell (1957).

In Abbildung 3-1 nimmt Gleichung (10) einen Wert größer 1 an, da gemessen in der Technologie der zweiten Periode (obere Gerade als gemeinsamer Bezugspunkt) der Abstand zur Grenze verkürzt werden konnte. Die Größe ist jedoch insofern zu unspezifisch, als sie die gesamte Veränderung des Produktionsergebnisses zwischen beiden Perioden einem Zuwachs an TFP zuschreibt, ohne die Quellen genauer benennen zu können. Zudem wäre ΔTFP ebenso gut in Einheiten der ersten Periode messbar $\left(\frac{x_c/x_b}{x_d/x_e}\right)$. Um nicht einen willkürlichen Benchmark auszuwählen (Bezug zur ersten oder zweiten Periode), verwendet der Malmquist-Index das geometrische Mittel der TFP-Indizes beider Perioden. Somit kann nun die gesamte Veränderung des Produktionsergebnisses zwischen beiden Perioden nach seinen Quellen aufgliedert werden, indem:

$$(11) \quad \Delta TFP = \frac{TFP_1}{TFP_0} = \left[\frac{x_c/x_a}{x_d/x_c} * \frac{x_c/x_b}{x_d/x_e} \right]^{0,5} = \frac{x_c/x_b}{x_d/x_c} * \left[\frac{x_c/x_a}{x_c/x_b} * \frac{x_d/x_c}{x_d/x_e} \right]^{0,5}$$

Der Term auf der rechten Seite von Formel (11) zerlegt die Variation der totalen Faktorproduktivität in ein Maß für die Verbesserung der technischen Effizienz zwischen zwei Perioden ($\Delta TE = \frac{x_c/x_b}{x_d/x_c}$) und ein Maß des technischen Fortschritts ($\Delta TF = \left[\frac{x_c/x_a}{x_c/x_b} * \frac{x_d/x_c}{x_d/x_e} \right]^{0,5}$) – wiederum gemessen als geometrisches Mittel, d.h. $\Delta TFP = \Delta TE * \Delta TF$. Somit bietet der Malmquist-Index die Möglichkeit, nach reinem Catch-up (Verbesserung der technischen Effizienz)²² und tatsächlich realisiertem Frontier Shift (technischer Fortschritt) zu differenzieren. Diese Eigenschaft ist insbesondere für die Bestimmung des generellen X-Faktors für Netzbetreiber im Rahmen einer Anreizregulierung von großer Relevanz, da der generelle X-Faktor gerade den Frontier Shift abbilden soll. Ferner kann der Malmquist-Index noch weiter zerlegt werden, indem auch die Skaleneffizienz berücksichtigt wird.²³

Der wesentliche Vorteil des Malmquist-Indexes ist die gerade dargestellte Dekomposition von Produktivitätsänderungen in seine einzelnen Bestandteile. Ferner ist der Malmquist-Index aus theoretischer Sicht vorteilhaft, da er keine Preisinformationen erfordert und anhand reiner Output- und Inputmengen ermittelt werden kann. Die Bestimmung der totalen Faktorproduktivität unterliegt somit den geringsten produktionstheoretischen Restriktionen. Da zur Berechnung individuelle Daten der Netzbetreiber herangezogen werden, kann ferner die theoretisch „wahre“ Produktionsfunktion geschätzt werden. Die Berücksichtigung individueller Netzbetreiberdaten hat in der Regel jedoch den Nachteil, dass diese nur für wenige (in der Regel einzelne) Jahre zur Verfügung stehen und somit die Betrachtungen längerer Zeitperioden Schwierigkeiten bereiten kann. Die Be-

²² Da Formel (11) rein auf Mengenänderungen abstellt ohne explizite Preisinformationen, können Fragen der allokativen Effizienz nicht analysiert werden. Grundsätzlich ist der Malmquist-Index hierzu jedoch in der Lage. Siehe auch Fußnote 9.

²³ Vgl. Färe et al. (2006, 1994). Dabei wird ΔTE aus Formel (11) weiter zerlegt in die Änderung der reinen technischen Effizienz (ΔTE_r) und die Änderung der Skaleneffizienz (ΔSE). Daher bleiben die Ergebnisse für den technischen Fortschritt ΔTF unverändert. Analytisch erfolgt dies dadurch, dass ΔTE einmal in Relation zu konstanten Skalenerträgen (CRS) und andernmal in Relation zu variablen Skalenerträgen (VRS) ermittelt wird. Aus dem Unterschied der beiden Ergebnisse ergibt sich die Veränderung der Skaleneffizienz. Es gilt: $\Delta TE(CRS) = \Delta TE_r(VRS) \cdot \Delta SE$

rücksichtigung von Strukturbrüchen kann daher auch mit Problemen behaftet sein. Darüber hinaus besteht eine gewisse Anfälligkeit gegenüber extremen Datenwerten, wenn bei der Berechnung auf die DEA zurückgegriffen wird. Ein Problem in der Regulierungspraxis kann zudem entstehen, wenn die Dateninputs zur Berechnung der individuellen Effizienzwerte über die Zeit verändert werden. Häufig werden die Verfahren weiterentwickelt und aufgrund neuer Erkenntnisse angepasst. Werden neue Daten erhoben oder Definitionen von Dateninputs dabei verändert, stellt sich häufig die Frage der Vergleichbarkeit. Werden z.B. in einer Regulierungsperiode die Outputparameter $[x_1, x_2, x_3, x_4]$ für den Effizienzvergleich herangezogen, während in der nächsten Regulierungsperiode aufgrund neuer Erkenntnisse über die Kostentreiber $[x_1, x_4, x_5, x_6]$ verwendet werden, so stehen für den Malmquist-Index konsistent nur x_1 und x_4 zur Verfügung.

3.1.2 Indexnummern

Um die totale Faktorproduktivität (TFP) mittels Indexnummern zu bestimmen, werden alle relevanten Inputs x und Outputs y auf der Basis von Preisinformationen zu einem Index aggregiert. Dabei werden sie entsprechend ihren Anteilen an den Gesamtkosten bzw. Gesamterlösen gewichtet:

$$(12) \quad \text{TFP} = \frac{\text{Outputindex}}{\text{Inputindex}} = \frac{\sum_{m=1}^M a_m y_m}{\sum_{k=1}^K b_k x_k}$$

Die Koeffizienten a_m und b_k reflektieren die relative Wichtigkeit der verschiedenen K Inputs und M Outputs. Beim Einsatz von Indexzahlen werden Marktpreise für die entsprechenden Güter herangezogen.

Der technologische Fortschritt ergibt sich wiederum aus der Veränderung der TFP über die Zeit: $\Delta \text{TFP} = \text{TFP}_t / \text{TFP}_{t-1}$. Da bei der Bestimmung von TFP sowohl Mengen- als auch Wertkomponenten berücksichtigt werden, ergibt sich ein Aggregationsproblem bei den Indexzahlen, sofern mehr als nur ein Input und ein Output produktionsrelevant sind. Als Lösung bietet sich an, entweder die Mengen einer Periode konstant zu halten (Price Index Numbers, PIN), oder aber die Preise einer Periode nicht zu verändern (Quantity Index Numbers, QIN). Da die Leistungen des Sektors gemessen werden sollen, sollte auf QIN zurückgegriffen werden, welche die um Preiseffekte bereinigten Mengenänderungen angeben. Dabei werden unterschiedliche Ansätze verfolgt. Während bei Laspeyres (Q^L) die Preise einer in der Vergangenheit liegenden Basisperiode als Gewichte zur Definition des Indexes verwendet werden, benutzt Paasche (Q^P) die gegenwärtigen Preise. Als Outputindizes ergeben sich folglich:²⁴

²⁴ Die Formeln für die Inputindizes ergeben sich analog.

$$(13) \quad Q^L = \frac{\sum_{m=1}^M a_{m,t-1} y_{m,t}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t-1} y_{m,t-1}} \text{ bzw. } Q^P = \frac{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t-1}}$$

Diese beiden Indices stellen sozusagen die beiden Extrempunkte der Gestaltung dar. Während Laspeyres durch die Orientierung an Vergangenheitswerten die tatsächliche Produktivitätsentwicklung tendenziell unterschätzt, wird diese durch Paasche eher überschätzt. Um diesem Problem zu begegnen, hat Fisher einen Index (Q^F) definiert, der beide Indizes zusammenführt, indem das geometrische Mittel aus dem Laspeyres Index und dem Paasche Index gebildet wird:

$$(14) \quad Q^F = \sqrt{Q^L * Q^P}$$

Die Verwendung des geometrischen Mittels wird Substitutionseffekten besser gerecht, während die fixen Gewichte bei Paasche und Laspeyres dies nicht erlauben. Geometrische Mittel spiegeln im Gegensatz zu arithmetischen Mitteln prozentuale Veränderungen besser wieder. Bei Preisänderungen verändern sich jedoch in aller Regel auch die relativen Nachfragemengen aufgrund von Substitutionseffekten. Relativ teure Güter werden zum Teil durch relativ billigere ersetzt. Die konstanten Gewichte bei Paasche und Laspeyres vernachlässigen diesen Umstand.

Eine Weiterentwicklung von Fisher stellt der Törnquist Index (Q^T) dar, bei dem der gewichtete geometrische Durchschnitt der Mengenrelationen verwendet wird, wobei die Gewichte ψ einfache Durchschnitte der Wertanteile ω in den jeweiligen Perioden sind:

$$(15) \quad Q^T = \prod_{m=1}^M \left[\frac{y_{m,t}}{y_{m,t-1}} \right]^{\psi}, \text{ mit } \psi = \frac{\omega_{m,t-1} + \omega_{m,t}}{2} \text{ und } \omega_{m,t} = \frac{a_{m,t} y_{m,t}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t}}$$

Zur Berechnung der Indexnummern werden in der Regel Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung herangezogen, die (in aggregierter Form) vergleichsweise einfach und über einen langen Zeitraum erhältlich sind. Nachteilig an diesem Ansatz zur Bestimmung der Produktivitätsentwicklung ist, dass eine Durchschnittsbetrachtung des Sektors bzw. der gesamten Volkswirtschaft stattfindet und nicht auf die einzelnen Unternehmen abgestellt wird. Demzufolge kann die Effizienz auch nicht in technische Effizienz (TE), Skaleneffizienz (SE) und technischem Fortschritt (TF) untergliedert werden. Diese Methode stellt somit auch nur eine sehr grobe Annäherung an die wahre Produktionsfunktion dar. Durch den Rückgriff auf Preisinformationen bilden die Indexzahlen nur unter bestimmten restriktiven Bedingungen die wahre Produktivitätsänderung ab. Die Indizes nach Paasche und Laspeyres, die implizit eine lineare Produktionsfunktion unterstellen, bilden die obere (Paasche) bzw. untere (Laspeyres) Schranke für den „wahren“ Produktivitätsindex nach Malmquist. Fisher und Törnquist bilden den Malmquist-Index unter bestimmten Bedingungen exakt ab. Während dies für Fisher unter der Annahme quadratischer Produktionsfunktionen gilt, gibt Törnquist den Malmquist-Index bei translog-Funktionen adäquat wieder. Diese Eigenschaft wird als Exaktheit und Superlativität des Indexes unter den entsprechenden Annahmen bezeichnet.²⁵ Diese the-

²⁵ Vgl. Coelli, Rao und Battese (1998: 122ff).

oretische Fundierung von Fisher bzw. Törnquist gilt jedoch nur bei allokativer und technischer Effizienz. Ferner sind für die exakte Übereinstimmung der Werte konstante Skalenerträge in beiden Perioden erforderlich, die Eingang in den Index finden. Da translog flexibler als quadratische Funktionen sind und somit eine größere Bandbreite möglicher Produktionstechnologien umfassen, weist Törnquist einen leichten Vorteil gegenüber Fisher aus. Zusätzlich erfüllt Törnquist die Eigenschaft der Transitivität, d.h. für drei beliebige Perioden s , t und r ergibt der direkte Vergleich zwischen s und r den gleichen Index wie der indirekte Vergleich über die Periode t , was insbesondere bei Verwendung von Kettenindices von Bedeutung ist.²⁶

Aufgrund der Durchschnittsbetrachtung führen Indexnummern vor allem dann zu aussagekräftigen Ergebnissen, wenn sich die technische und Skaleneffizienz über die Zeit nicht signifikant geändert haben.²⁷ Bei einer deutlichen Steigerung dieser Effizienzen überschätzen Indexnummern tendenziell den technologischen Fortschritt, während bei fallenden Effizienzwerten eine Unterschätzung erfolgt.

Durch die Verwendung von Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) liegen im Gegensatz zum Malmquist-Index in der Regel längere Zeitreihen vor, so dass Sondereffekte besser geglättet und strukturelle Änderungen grundsätzlich besser erfasst werden können. Allerdings unterliegen auch die Zeitreihen der VGR Strukturbrüchen (z.B. aufgrund einer Änderung der Erhebungsmethodik), die in der empirischen Anwendung oft nur unzureichend berücksichtigt werden und die Ergebnisse verfälschen. Ferner bestehen in der Praxis oftmals Probleme, netzspezifische Daten zu generieren, sodass auf Daten einer höheren Aggregationsebene (z.B. Energieversorgung) zurückgegriffen werden muss, die die Entwicklungen im Netzsegment nur teilweise abbilden. Letzteres lässt sich jedoch zum Teil umgehen, wenn synthetische Indizes entwickelt werden, wie dies bereits bei der Inputpreisentwicklung thematisiert wurde. Im Endeffekt geht es dabei um die Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors für die Energienetze, für den entsprechende Zeitreihen der VGR vorliegen.²⁸ In einem ersten Schritt werden die Tätigkeitsbereiche mit unterschiedlichen Aktivitäten und den dazugehörigen Kostenkategorien der Energienetze abgegrenzt. Auf Basis der Ergebnisse der Kostenprüfungen durch die Regulierungsbehörde könnten dann jeweils Anteile der Kostenkomponenten an den Gesamtkosten geschätzt werden. Im zweiten Schritt werden Wirtschaftsbereiche aus der VGR ausgewählt, die für die Aktivitäten und Kostenkategorien der Energienetze als Vergleichsmaßstab herangezogen werden können. Die einzelnen Vergleichssektoren werden zu den jeweiligen unterschiedlichen Aktivitäten und Kostenkategorien der Energienetze zugeordnet. Die Zuordnung orientiert sich da-

²⁶ Für eine vertiefte Diskussion der Vor- und Nachteile der einzelnen Indices siehe z.B. Coelli, Rao und Battese (1998) und Hense und Stronzik (2005).

²⁷ Die im Rahmen der Evaluierung der ARegV in Deutschland identifizierten Steigerungen der technischen Effizienz dürften dieses Kriterium erfüllen. So stieg der durchschnittliche Effizienzwert für die Stromverteilnetzbetreiber im Regelverfahren von 92,2% (1. Regulierungsperiode) nur um 2,5% auf 94,7% (2. Regulierungsperiode). Für Gas liegt die Steigerung nur unwesentlich höher (von 87,3% auf 92,1%). Vgl. BNetzA (2015).

²⁸ Ein Beispiel für den Bahnsektor ist in Bender und Stronzik (2014) zu finden.

bei daran, dass die aufgeführten Aktivitäten direkt in den Wirtschaftszweigen beinhaltet sind oder Ähnlichkeit zu den jeweiligen Aktivitäten und Kostenkategorien aufweisen. Da für die Vergleichssektoren entsprechende Zeitreihen der VGR für den Output und die Inputs (Arbeit, Kapital und eventuell Vorleistungen) vorliegen, können unter Verwendung der in Schritt 1 ermittelten Gewichtung in einem letzten Schritt die entsprechenden Indexreihen für die Energienetze ermittelt werden und die Änderung der TFP berechnet werden.

Hinsichtlich der Abbildung des Outputs bei Verwendung von VGR-Daten zur Ermittlung der TFP sei abschließend noch darauf hingewiesen, dass grundsätzlich entweder der Bruttoproduktionswert oder die Bruttowertschöpfung verwendet werden können.²⁹ Grob gesprochen handelt es sich bei der Bruttowertschöpfung um den um die Vorleistungen korrigierten Bruttoproduktionswert. Daraus folgt unmittelbar, dass bei TFP-Berechnungen auf Basis der Bruttowertschöpfung als Inputfaktoren lediglich Arbeit und Kapital zu verwenden sind, während beim Bruttoproduktionswert zusätzlich die Vorleistungen zu berücksichtigen sind. Insbesondere Vorleistungen unterliegen jedoch aufgrund der problematischen Abgrenzung zum Kapitaleinsatz regelmäßig gewissen methodischen Revisionen, was zu Brüchen gerade in diesen Zeitreihen führt. Ferner können Änderungen der TFP beim Bruttoproduktionswert c.p. durch eine Veränderung der Vorleistungsquoten hervorgerufen werden, ohne dass eine entsprechende Produktivitätsänderung stattgefunden hat. Eine Verwendung der Bruttowertschöpfung zur Abbildung des Outputs umgeht diese Problematik volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen umgehen und ist daher zu präferieren.

3.2 Inputpreisdifferenzial

Wie in Kapitel 2 bereits ausgeführt, ist zur Bestimmung des generellen X-Faktors methodisch neben der Ermittlung der totalen Faktorproduktivität auch die Inputpreisentwicklung von Bedeutung, sofern im Sinne von Bernstein und Sappington (1999) ein gesamtwirtschaftlicher Outputpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis herangezogen wird. Im Falle der Inflationierung mit einem sektorspezifischen Inputpreisindex ist dagegen nur auf die Faktorproduktivität abzustellen. Die Ermittlung der sektoralen Inputpreisentwicklung ist somit dennoch in beiden denkbaren Fällen erforderlich, entweder im Rahmen der Bestimmung von X_{gen} oder zur Inflationierung der Kostenbasis. Während die Bestimmung der gesamtwirtschaftlichen Inputpreisentwicklung im Falle der Differenzialbetrachtung á la Sappington und Bernstein (1999) unkompliziert ist, da für die Gesamtwirtschaft in der Regel geeignete Preisindizes wie z.B. der Erzeugerpreisindex verfügbar sind, liegen adäquate Preisindizes für die Abbildung der Inputpreisentwicklung bei regulierten Energienetzen nur in Ausnahmefällen für die erforderliche Zeitperiode und in der gewünschten Form (d.h. in der netzspezifischen Detailtiefe) vor. In der Regel müssen die Inputpreise für die regulierten Energienetze mittels ge-

²⁹ Für die Gesamtwirtschaft bildet das Bruttoinlandsprodukt das Analogon zur Bruttowertschöpfung. Vgl. nachfolgend auch Stronzik und Franz (2006).

wichteter Mischindizes synthetisch nachgebildet werden. Hierfür müssen die zu betrachtenden Inputfaktoren festgelegt werden, für die entsprechende Preisindizes in den öffentlichen Statistiken verfügbar sind. Zur Gewichtung der Einzelfaktoren sind zudem durchschnittliche Kostenstrukturen für Energienetze zu bestimmen, z.B. auf Basis der durch die Regulierungsbehörde erhobenen Kostendaten. Diese synthetischen Indizes können entweder sehr grob anhand der aggregierten Inputs Arbeit (sektoraler Tariflohnindex), Kapital (Index für das Bruttoanlagevermögen) und Vorleistungen (sektorspezifischer Vorleistungsindex) oder sehr detailliert gebildet werden, indem z.B. das Bruttoanlagevermögen noch in die bei Energienetzen üblicherweise verwendeten Anlagegüter aufgesplittet wird.³⁰

3.3 Wahl des Stützintervalls

Bei den Berechnungen zum generellen X-Faktor bei Energienetzen ist die Wahl des Stützintervalls, auf dem die Untersuchungen fußen, eine wesentliche Stellgröße. Um Verfälschungen zu vermeiden, muss für alle in die Berechnungen einfließenden Größen (Inputpreis- und Produktivitätsentwicklungen) der gleiche Zeitraum verwendet werden. Wenn beispielsweise für das Inputpreis- und das Produktivitätsdifferenzial unterschiedliche Zeiträume gewählt werden, sind u.U. exogene Schocks in der längeren Zeitreihe enthalten, während sie sich in der kürzeren Zeitreihe nicht widerspiegeln. Es kommt mithin zu einer asymmetrischen Erfassung dieser Effekte, was zu verzerrten Ergebnissen führt.

Es ist zu konstatieren, dass generell keine grundlegenden theoretischen Überlegungen existieren, an der die Wahl des Stützintervalls ausgerichtet werden kann. Während Vergleiche der Produktivitätsentwicklungen auf Länderebene in der Regel sehr langfristig ausgelegt sind (> 10 Jahre), basieren Untersuchungen für den Energiesektor hingegen oft auf wesentlich kürzeren Zeiträumen (< 10 Jahre).³¹ Insbesondere Studien auf Basis des Malmquist-Indexes sind deutlich kürzer angelegt und umfassen oft nur wenige Jahre.³² Längere Stützintervalle (mehr als 10 Jahre) erfahren ihre Rechtfertigung vor allem aus der Tatsache der Glättung von Sondereffekten oder Konjunkturzyklen, wobei letztere implizit auch Investitionszyklen umfassen. Unterschiedliche Konjunkturphasen bemessen sich unter anderem auch nach dem Auslastungsgrad des bestehenden Kapitalstocks. In diesem Kontext haben Investitionen gegenüber konjunkturellen Boomphasen in der Regel einen gewissen zeitlichen Vorlauf, um den Kapitalstock entsprechend

³⁰ Ein Beispiel für einen sehr groben Ansatz ist in Österreich zu finden (vgl. z.B. WIK-Consult 2013). Ausgangspunkt für einen detaillierteren Ansatz in Deutschland könnten die seitens der BNetzA festgelegten Preisreihen für die Berechnung der Tagesneuwerte darstellen (siehe z.B. BNetzA 2008 für Gasnetze).

³¹ Für Ländervergleiche siehe z.B. OECD (2001) und O'Mahony und van Ark (2003). Für einen Überblick über Studien im Energiesektor siehe z.B. E-Control (2006).

³² Im regulatorischen Kontext liegen unternehmensspezifische Daten in der Regel nur für die Regulierungsperioden vor. Für die deutsche Anreizregulierung der Stromverteilnetzbetreiber liegen z.B. gegenwärtig nur Daten für die jeweiligen Kostenprüfungen vor Beginn der ersten und zweiten Regulierungsperiode vor. Daher beschränkt sich die Anwendbarkeit des Malmquist-Indexes häufig auf diese Zeiträume mit nur wenigen (in Deutschland zur Zeit zwei) Stützpunkten für die Daten.

den bestehenden Konjunkturerwartungen auszubauen. Bezogen auf die Situation von Verteilnetzbetreibern bedeutet dies, dass längere Stützintervalle durch die Glättung von Investitionszyklen die Gefahr einer Fehleinschätzung des zukünftigen Potenzials für technologischen Fortschritt signifikant reduzieren. Auf der anderen Seite bergen lange Stützintervalle das Risiko von Brüchen in den Datenreihen, die z.B. aus einer veränderten Erhebungsmethodik resultieren können. Je länger die Zeitreihen gewählt sind, desto höher ist das Risiko von Strukturbrüchen. Bei Verwendung des generellen X-Faktors als relative Größe, wie im Falle der deutschen ARegV, stellen Einmal- oder Sondereffekte zudem nur dann ein Problem dar, wenn Zeitreihen, die in die Betrachtung einfließen, unterschiedlich bzw. asymmetrisch von diesen Effekten betroffen sind.

Bei der Bestimmung des Produktivitätsfaktors im Kontext der Anreizregulierung geht es darüber hinaus um eine Prognose, welche Produktivitätsfortschritte in der Zukunft von den Netzbetreibern zu erwarten sind. Diese Abschätzung speist sich naturgemäß aus Beobachtungen in der Vergangenheit. Allerdings sollten diese nicht zu weit zurückliegen, um noch eine gewisse Aussagekraft für die relevante Regulierungsperiode zu besitzen. Dies ist vor allem dann gegeben, wenn die Rahmenbedingungen, unter denen ein Netzbetreiber im Stützintervall und der Regulierungsperiode agiert, nicht zu verschieden sind. Daraus folgt, dass das Stützintervall möglichst nahe an die betrachtete Regulierungsperiode heranreichen und nicht zu lange in der Vergangenheit liegen sollte.

Allgemein ist zu fragen, ob nicht alleine Zeiträume in die Betrachtung einbezogen werden sollten, in denen die Netzbetreiber bereits einer anreizbasierten Regulierung unterliegen. In Deutschland umfasst dieser Zeitraum für die Bestimmung des generellen X-Faktors für die dritte Regulierungsperiode immerhin neun (Gas) bzw. zehn Jahre (Strom), was vor dem Hintergrund der Ausführungen zu Beginn dieses Abschnitts grundsätzlich als ausreichend angesehen werden kann. Um den Zeitraum zu erweitern, kann überlegt werden, das Stützintervall auf den Beginn der Marktliberalisierung (1998) auszudehnen. In diesem Fall könnte der Malmquist-Index jedoch nicht angewendet werden, da keine entsprechenden Daten vorliegen.³³ Für eine Ausweitung des Zeitraumes sind daher die eventuellen Vorteile eines längeren Zeitraumes gegen den Nachteil der Nichtanwendbarkeit des Malmquist-Indexes abzuwägen. Zeiträume vor 1998 sollten jedoch aufgrund der fehlenden Aussagekraft keine Berücksichtigung mehr finden. Ein Stützintervall, das z.B. überwiegend einen Zeitraum vor Beginn der Liberalisierung der Energiemärkte umfasst, ist nicht unproblematisch, da unter Monopolbedingungen tendenziell geringere Anreize für technologische Produktivitätssteigerungen bestehen als unter Regimen der Anreizregulierung in einem liberalisierten Marktumfeld. Daher wird in der internationalen Regulierungsliteratur bei einer Hinwendung zu Systemen, die sich durch stärkere Anreizstrukturen auszeichnen, die Verwendung eines sogenannten Ehrgeizfaktors in Form eines Aufschlages seitens der Regulierungsinstanz

33 Siehe auch Fußnote 32.

auf den empirisch bestimmten allgemeinen X-Faktor gefordert.³⁴ Neben dem englischen Begriff „stretch factor“ findet sich dabei auch die Bezeichnung „consumer productivity dividend“. Die ökonomische Logik hinter der Einführung eines solchen Faktors ist dabei, dass sich erwarten lässt, dass zwischen der nach einer regulatorischen Reform zu beobachtenden TFP-Entwicklung und der zuvor gemessenen eine systematische Abweichung besteht.

Bemerkenswert ist nun, dass sich ein solcher Effekt auch in empirischen Studien nachweisen lässt. So betrug beispielsweise der Langzeittrend der TFP der Netzbetreiber im Vereinigten Königreich von 1971 bis 1993 im Durchschnitt 2,8%. Die TFP hat sich nach der Marktliberalisierung 1989 bzw. der Einführung einer Anreizregulierung auf 6,3% p.a. in der Periode 1990/91 bis 1997/98 erhöht.³⁵ Dies hätte bei vollständiger Antizipation der zukünftigen Entwicklung in 1990 einem Ehrgeizfaktor von 3,5% entsprochen. Es ist folglich im Rahmen von anreizorientierten Reformen, die zu einem „higher-powered“ Regime führten, zu einer Beschleunigung des TFP-Wachstums gekommen.

In Deutschland wurde die Höhe des generellen X-Faktor für die ersten beiden Regulierungsperioden in der Verordnung festgelegt. Für die folgenden Perioden soll er jeweils neu bestimmt werden. § 9 Abs. 3 S. 2 ARegV setzt für das Stützintervall eine Mindestanforderung von vier Jahren fest. Kurze Stützintervalle (z.B. vier Jahre) sind jedoch bei langen Investitionszyklen nicht unproblematisch. Der Aufbau eines Kapitalstocks führt c.p. zu einer geringeren (eventuell sogar negativen) Produktivität, wohingegen in Zeiten mit geringerer Investitionstätigkeit eine höhere Produktivität erzielt werden kann. Dies gilt insbesondere für Energienetze, wo der Netzausbau nicht unmittelbar mit einer Steigerung des Outputs (z.B. Zahl der Anschlusspunkte, Jahreshöchstlast) einhergeht. In der Regel geschieht dies zeitversetzt. Aufgrund der Energiewende wird zukünftig ein vermehrter Investitionsbedarf (vor allem bei Strom) erwartet. Ferner hat die Einführung der Anreizregulierung dazu geführt, dass die Netzbetreiber von einer eher gleichmäßigen, auf Substanzerhaltung ausgerichteten Investitionstätigkeit zu einem vermehrt funktions- bzw. bedarfsorientierten Investitionsverhalten übergegangen sind, was stärker ausgeprägte Zyklen erwarten lässt. Beiden Effekten steht jedoch die Streckung der Nutzungsdauern (mit Einführung der Anreizregulierung Übergang von kürzeren handelsrechtlichen hin zu längeren technisch-wirtschaftlichen Abschreibungszeiträumen) sowie ein verstärkter Wettbewerb um Konzessionen gegenüber. Während der Nutzungsdauereffekt eine Streckung der Investitionen vermuten lässt, könnte der Konzessionswettbewerb zu einer vergleichsweise geringeren Investitionstätigkeit führen. Welche Tendenz am Ende überwiegen wird und in welcher Stärke, lässt sich heute nicht genau abschätzen. Auf jeden Fall wird dadurch die Bestimmung des generellen X-Faktors nicht erleichtert.

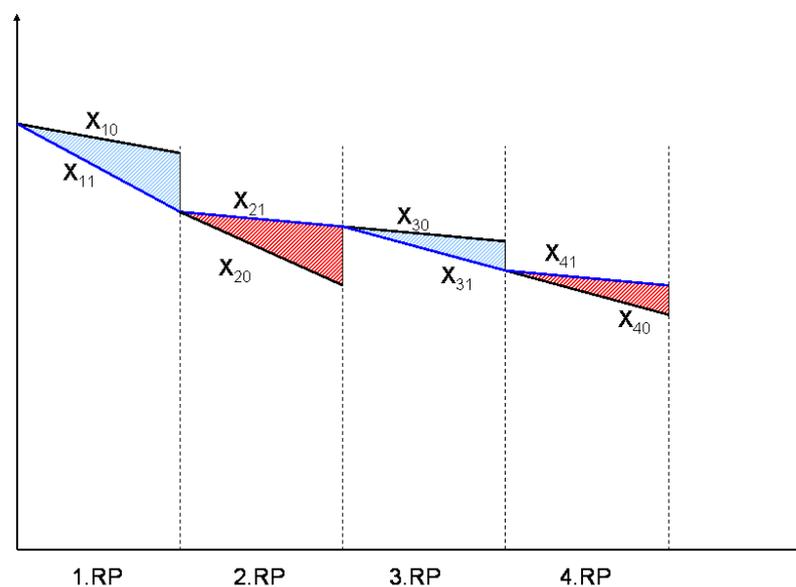
Vor dem Hintergrund der Regelungen der ARegV könnte sich eine rollierende Struktur für die Bestimmung des generellen X-Faktors ergeben, die anhand von Abbildung 3-2

³⁴ Siehe z.B. Laffont und Tirole (1992), Bernstein und Sappington (2001) und Vassington (2003).

³⁵ Siehe Weyman-Jones und Burns (1994) und Tilley und Weyman-Jones (1999).

verdeutlicht werden soll. Die regulatorischen Vorgaben für den generellen X-Faktor sind mit X_{10} bezeichnet, die tatsächlich realisierten Produktivitätsfortschritte mit X_{11} .³⁶ Es werden insgesamt sinkende Kostenverläufe und positive Werte für X unterstellt. Es seien vier Regulierungsperioden (RP) angenommen, wobei der generelle X-Faktor immer auf Basis der vorangegangenen Periode bestimmt wird (z.B. $X_{20}=X_{11}$). Ferner sei unterstellt, dass für die erste Regulierungsperiode ein relativ niedriger Wert festgelegt wurde, den die Unternehmen tatsächlich unterbieten ($X_{10}<X_{11}$). Daraus folgt, dass in der ersten Regulierungsperiode der realisierte Kostenverlauf (blaue Linie X_{11}) unterhalb der erlaubten Erlöse (schwarze Linie X_{10}) liegt.

Abbildung 3-2: Der generelle X-Faktor im Rahmen der Anreizregulierung



Quelle: WIK

wik

Das Ziel des generellen X-Faktors ist, die Verbraucher an Produktivitätssteigerungen über sinkende Netznutzungsentgelte partizipieren zu lassen. Da in der ersten Periode der realisierte Fortschritt über den regulatorischen Vorgaben liegt, verbleibt in dieser Konstellation ein Teil der Konsumentenrente bei den Produzenten in Form höherer Gewinne (blaue Fläche). In der nächsten Periode wird die Vorgabe X_{20} entsprechend des tatsächlich realisierten Fortschritts in Periode 1 X_{11} festgelegt. Der resultierende Pfad für die Erlösobergrenze setzt am aktuellen Kostenniveau an. In der 2. Periode können die Netzbetreiber jedoch nur $X_{21} < X_{20}$ realisieren, wodurch nicht mehr die genehmigte Eigenkapitalverzinsung erreicht werden kann und ein Teil der Produzentenrente in Konsumentenrente transformiert wird (rote Fläche). Dieser Mechanismus setzt sich entsprechend fort. Wenn der generelle X-Faktor allein auf die Beobachtungen der Vorperi-

³⁶ Da es sich nur um ein veranschaulichendes Beispiel handelt, wird von unternehmensindividuellen Effekten abstrahiert.

ode abstellt, werden sich die Über- und Unterschätzungen über die Zeit mehr oder weniger ausgleichen.

Probleme können sich jedoch vor allem in dynamischer Hinsicht ergeben, wenn die Vorgabe zu stark von der Realisierungsfähigkeit der Unternehmen abweicht:

- $X_{t_0} \gg X_{t_1}$: Dieser Fall entspricht einer Verschärfung der in Abbildung 3-2 für die zweite und vierte Regulierungsperiode dargestellten Situation. Es kommt zu einer Überforderung der Unternehmen, da sie die regulatorischen Vorgaben nicht realisieren können. Wenn die Regulierungsperioden zu lang gewählt werden und es in einer Periode zu einer deutlichen Überschätzung des generellen X-Faktors käme, wäre unter Umständen die Existenzfähigkeit der Netzbetreiber gefährdet. Verschärft wird diese Situation, wenn bereits zu Beginn der ersten Regulierungsperiode die Vorgaben zu hoch gewählt wurden und die realisierbaren Produktivitätsfortschritte über die Zeit abnehmen. Dadurch würde der Netzbetreiber dauerhaft unter den Vorgaben bleiben und könnte anfängliche Überforderungen nicht mehr aufholen.
- $X_{t_0} \ll X_{t_1}$: Dieser Fall entspricht einer Verschärfung der in Abbildung 3-2 für die erste und dritte Regulierungsperiode dargestellten Situation. Es kommt zu einer Unterforderung der Netzbetreiber, wodurch es langfristig zu einem höheren Kosten- und somit Preisniveau kommen könnte. Für die Unternehmen könnte es aufgrund des Kostenbezugs unter Umständen rational sein, nicht das gesamte Potenzial an Produktivitätsfortschritt zu realisieren, um langfristig von einem erhöhten Kostenniveau zu profitieren. Verschärft wird diese Situation, wenn bereits zu Beginn der ersten Regulierungsperiode die Vorgaben zu niedrig gewählt wurden und die realisierbaren Produktivitätsfortschritte über die Zeit eher zunehmen. Dadurch könnte der Netzbetreiber dauerhaft „Übergewinne“ realisieren und/oder durch Nichtoffenbarung des tatsächlich möglichen Produktivitätsfortschritts das Kostenniveau langfristig überhöhen.

Generell bleibt festzuhalten, dass leichte Abweichungen der Vorgabe für den generellen X-Faktor von der tatsächlichen Realisierbarkeit kein Problem darstellen. Die Prognosegüte kann tendenziell verbessert werden und somit die Gefahr großer Abweichungen zwischen Vorgabe und tatsächlichem Produktivitätsfortschritt verringert werden, wenn die Rahmenbedingungen, unter denen ein Netzbetreiber im Stützintervall und der Regulierungsperiode agiert, nicht zu verschieden sind. Die Wahl des Stützintervalls sollte daher neben der Problemstellung der Datenverfügbarkeit und Datengüte (netzbezogene Daten) vor allem vor dem Hintergrund der Aussagefähigkeit für die relevante Regulierungsperiode erfolgen. Aufgrund der rollierenden Struktur der Anreizregulierung und des Beginns des neuen Regimes zum 1.1.2009 sind kürzere Zeitintervalle durchaus gerechtfertigt, zumal Sondereinflüsse aufgrund der Inflationierung der Kostenbasis mit dem VPI nur dann ein Problem darstellen, wenn sie asymmetrisch auf den Netzbetrieb

und die Gesamtwirtschaft wirken.³⁷ Dieses rollierende Vorgehen erfordert jedoch eine symmetrische Behandlung von positiven wie negativen Abweichungen der Vorgaben von den tatsächlich realisierten technologischen Fortschritten. Sollte sich z.B. aufgrund einer verstärkten Investitionstätigkeit während des Stützintervalls herausstellen, dass der ermittelte Wert für den X-Faktor negativ ist, so ist dieser entsprechend in der nächsten Regulierungsperiode anzusetzen unabhängig vom zu erwartenden Investitionsverhalten während dieser Zeit.³⁸ Bei positiven Werten ist analog vorzugehen. Eine weitere Voraussetzung ist eine gewisse Stabilität des Regulierungsrahmes. Von daher ist der Evaluierungsbericht der Bundesnetzagentur zu begrüßen, der sich für eine evolutionäre Weiterentwicklung des bestehenden Systems ausspricht.³⁹

Wie in diesem Kapitel ausgeführt ist die empirische Ermittlung des generellen X-Faktors von vielen Einzelentscheidungen abhängig. Gemäß dem Vorsichtsprinzip sollte daher die Bestimmung auf umfangreichen Sensitivitätsanalysen fußen, um die Robustheit der Ergebnisse zu erhöhen. So bietet es sich an, sowohl Berechnungen auf Basis des Malmquist-Indexes als auch auf Basis von Indexnummern (Törnquist) durchzuführen, um die Schwächen der jeweils anderen Methodik abzufedern. Ferner ist anzuraten, unterschiedliche Stützintervalle zu betrachten, wobei Zeiträume vor 1998 vermieden werden sollten. Bei Indexnummern sollte aufgrund der Vorleistungsproblematik der Output mittels Bruttowertschöpfung abgebildet werden.

37 Aufgrund der Inflationierung der Kostenbasis mit einem gesamtwirtschaftlichen Outputpreisindex ergibt sich der generelle X-Faktor in Deutschland aus Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzial zwischen Netzsektor und Gesamtwirtschaft.

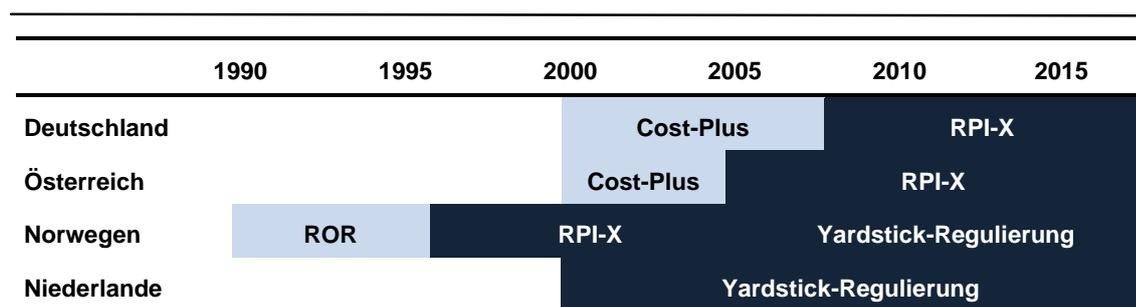
38 Ein negativer genereller X-Faktor führt c.p. zu einer steigenden Erlösbergrenze für die kommende Regulierungsperiode.

39 Vgl. BNetzA (2015).

4 Erfahrungen zum generellen X-Faktor in ausgewählten europäischen Ländern

In diesem Kapitel wird das deutsche Regulierungssystem der Stromverteilnetzbetreiber den Systemen aus Österreich, Norwegen und den Niederlanden gegenübergestellt. Ziel des Vergleichs ist die Analyse, wie in den anderen Ländern mit dem Frontier Shift umgegangen wird. Prinzipiell lassen sich drei Gruppen von Regulierungssystemen unterscheiden (siehe dazu Abbildung 4-1). Auf der einen Seite die rein *kostenbasierte Regulierung* in Form der Cost-Plus-Regulierung oder der Rate-of-Return-Regulierung, welche in den 1990er Jahren und Anfang der 2000er Jahre vorherrschend waren. Bei dieser Art der Regulierung, die primär auf die Erstattung der anfallenden Kosten ausgerichtet ist, spielt die Berücksichtigung des Frontier Shifts keine große Rolle. Dies änderte sich mit der Einführung der *Anreizregulierung* Anfang der 2000er Jahre (in Norwegen schon mit dem Jahr 1997), die kosteneffizientes Agieren der Netzbetreiber anregen sollte. Dabei gilt es zwei Formen grob zu unterscheiden, wobei eine trennscharfe Differenzierung in der Praxis mitunter schwierig ist.⁴⁰ Einerseits gibt es die Anreizregulierung nach dem RPI-X-Prinzip. Hier wird der Frontier Shift explizit durch generellen X-Faktor erfasst. Andererseits gibt es die Anreizregulierung in Form der Yardstick-Regulierung. Auch hier wird der Frontier Shift berücksichtigt, dies allerdings prozessendogen durch das Regulierungssystem in Norwegen bzw. durch die Berücksichtigung der branchendurchschnittlichen Produktivitätsentwicklung im Rahmen der Ermittlung des X-Faktors in den Niederlanden. Die Details und Einzelheiten zu den betreffenden Ländern werden im Folgenden dargestellt.

Abbildung 4-1: Regulierungssysteme der Stromverteilnetzbetreiber in ausgewählten Ländern



Quelle: WIK

⁴⁰ Dies zeigt sich insbesondere am Beispiel Niederlande, wo die Regulierungsformel an der RPI-X-Systematik orientiert ist, gleichzeitig aber auch Yardstick-Komponenten existieren. Siehe auch Stronzik (2013).

4.1 Österreich

4.1.1 Darstellung des aktuellen Regulierungssystems

In Österreich unterscheidet sich die Art der Regulierung der Übertragungsnetzbetreiber (Strom) bzw. Fernleitungsnetzbetreiber (Gas) von der Art der Regulierung der Verteilnetzbetreiber.⁴¹ Während der Übertragungsnetzbetreiber einer Kosten-Plus-Regulierung unterworfen ist, werden bei den Fernleitungsnetzbetreibern die Tarife von der Regulierungskommission auf Vorschlag der Unternehmen festgesetzt. Im Bereich der Verteilnetze erfolgte der Umstieg von der im Jahr 2001 (Strom) bzw. 2002 (Gas) eingeführten kostenbasierten Regulierung auf die Anreizregulierung im Jahr 2006 (Strom) bzw. im Jahr 2008 (Gas). Für die Stromverteilnetzbetreiber ist nunmehr die dritte Regulierungsperiode angebrochen, welche die Jahre 2014 bis 2018 und somit 5 Jahre umfasst.⁴² Im Gegensatz dazu befinden sich die Gasverteilnetzbetreiber in der zweiten fünfjährigen Regulierungsperiode, welche die Jahre 2013 bis 2017 umspannt.

Die in Österreich praktizierte Erlösbergrenzenregulierung für die Stromverteilnetzbetreiber beinhaltet seit ihrer Einführung mit dem generellen X-Faktor stets eine Komponente, die für die Entwicklung des Frontier Shifts kontrolliert.⁴³ Nach Angaben der österreichischen Regulierungsbehörde E-Control ist eine Abschaffung des generellen X-Faktors derzeit nicht geplant. Die Regulierungsformel für die aktuelle Regulierungsperiode 2014-2018 der Stromverteilnetzbetreiber für die Kostenfeststellung zur Entgeltermittlung 2014 hat folgende Gestalt:

$$\begin{aligned}
 K_{2014}^{Basisentgelt} = & K_{2013}^{Pfad} * (1 + \Delta NPI_{2014}) * (1 - KA_{3. Periode}) + Inv. Fak_{2014} \\
 & + BK. Fak_{2014} + nbK_{2012} + Reg. Konto_{2014} + Aufrollung_{2014} \\
 & \mp CarryOver - BKZ_{2012} - ME_{2012} - sonstige Entgelte_{2012} \\
 & + SM_{OPEX Cost Plus 2012}
 \end{aligned}$$

Dabei gilt exemplarisch für den Bilanzstichtag 31.12.2013:

$$K_{2013}^{Pfad} = (K_{2011} - nbK_{2011}) * \prod_{t=2012}^{2013} ((1 + \Delta NPI_t) * (1 - Xgen_{3. Periode}))$$

Die entsprechenden Variablenbezeichnungen sind Tabelle 4-1 zu entnehmen.⁴⁴

⁴¹ Dieses Unterkapitel basiert, sofern keine anderen Quellen genannt werden, auf E-Control (2013).

⁴² Die ersten beiden Regulierungsperioden im Stromsektor basierten lediglich auf 4 Jahren.

⁴³ Das im Folgenden dargestellte Regulierungssystem gilt generell für die großen Stromverteilnetzbetreiber mit einer Abgabemenge von über 50 GWh im Jahr 2008. Insgesamt sind dies 38 Unternehmen. Ferner werden auch 11 kleinere Netzbetreiber aus dem Bundesland Oberösterreich mit berücksichtigt. Die Ausführungen gelten mit leichten Abweichungen (z.B. Zusammensetzung des Netzbetreiberindex) analog auch für Gasverteilnetzbetreiber.

⁴⁴ Aufgrund des inhaltlichen Fokus dieser Studie liegt der Schwerpunkt bei der Beschreibung des Regulierungssystems auf dem generellen X-Faktor und dessen Berücksichtigung im Anreizregulierungs-

Tabelle 4-1: Variablenbeschreibung zur österreichischen Regulierungsformel

Parameter	Definition
K_t	Kostenbasis für das Jahr t (TOTEX, total expenditures)
$(1+\Delta NPI_t)$	Netzbetreiberindex
$(1-KA_{3, \text{Periode}})$	Kostenanpassungsfaktor 3. Regulierungsperiode
Inv.Faktor _t	Investitionsfaktor
BK.Faktor _t	Betriebskostenfaktor
nbK _t	Nicht beeinflussbare Kosten
Reg.Konto _t	Regulierungskonto
Aufrollung _t	Korrektur für zeitimmanenten Zeitverzug
CarryOver	Carry Over aus den Regulierungsperiode 1 und 2
BKZ _t	Baukostenzuschüsse
ME _t	Messerlöse
Sonstige Entgelte _t	Erlöse aus sonstigen Entgelten gemäß § 11 SNE-VO in der gültigen Fassung
SMOPEX Cost Plus t	Betriebskostenseitige Mehrkosten durch den Smart Meter Roll-out

Aufgrund der Tatsache, dass mit Beginn einer neuen Regulierungsperiode keine aktuell geprüften Kostendaten vorliegen können, wird die Kostenbasis für das erste Jahr der Regulierungsperiode (bei der 3. Regulierungsperiode entspricht dies dem Jahr 2014) „hochgerechnet“. Dies geschieht – wie in der obigen Formel zu sehen – unter Rückgriff auf die Kosten des Jahres 2011. Um Veränderungen durch die Jahre 2012 und 2013 aufzufangen, wird diese Kostenbasis einerseits um die Steigerung des Netzbetreiberindex und andererseits um die Entwicklung des generellen X-Faktors der 3. Regulierungsperiode bereinigt. Auf diese Weise sollen Kostensteigerungen wie auch Produktivitätserhöhungen erfasst werden, um den Zeitverzug bei der Datenverfügbarkeit zu bereinigen.

Die Inflationierung der beeinflussbaren Kostenbasis findet in Österreich über eine netzbetreiberspezifische Teuerungsrate statt. In den Netzbetreiberindex, der die durchschnittliche Kostenstruktur der Netzbetreiber erfassen soll, gehen aktuell der Tariflohnindex mit 57 % und der Verbraucherpreisindex mit 43 % ein. Somit entspricht dieser Index einer Mischung aus einem Inputpreisindex (TLI) und einem Outputpreisindex (VPI). In vielen anderen europäischen Ländern erfolgt die Inflationierung der Kostenbasis dagegen ausschließlich über einen gesamtgesellschaftlichen Outputpreisindex (in der Regel den Verbraucherpreisindex). Diese österreichische Besonderheit spiegelt

system. Darüber hinausgehende Aspekte werden daher an dieser Stelle nur kurz thematisiert. Der interessierte Leser sei diesbezüglich bspw. auf E-Control (2013) verwiesen.

sich auch bei der Berechnung des generellen X-Faktors wieder, die weiter unten detailliert beschrieben wird.⁴⁵

Die oben dargestellte Regulierungsformel basiert auf dem Grundprinzip der RPI-X Price-Cap-Regulierung. Der generelle X-Faktor (X_{gen}) wie auch der individuelle (netzbetreiberspezifische) X-Faktor (ES_{2013}) finden durch den Parameter KA Eingang in die österreichische Regulierungsformel. Dieser ist folgendermaßen definiert:

$$KA = 1 - \sqrt[10]{\frac{K_{2023}}{K_{2013}}} = 1 - \sqrt[10]{\frac{K_{2013} * (1 - X_{gen})^{10} * ES_{2013}}{K_{2013}}} = 1 - (1 - X_{gen}) * \sqrt[10]{ES_{2013}}$$

Ausgangspunkt für KA sind die Zielkosten des Jahres 2023. Unter der Annahme, dass die individuellen Ineffizienzen über 2 Regulierungsperioden und damit folglich über 10 Jahre abgebaut werden können, kann KA aus folgender Formel hergeleitet werden:

$$K_{2023} = K_{2013} * (1 - KA)^{10}$$

4.1.2 Höhe und Berechnung des generellen X-Faktors

In den ersten beiden Regulierungsperioden wurde von der Energie-Control-Kommission (ECK) für die Stromverteilnetze ein genereller Produktivitätsfortschritt von 1,95 % festgelegt.⁴⁶ Die Kommission orientierte sich bei der Festlegung sowohl primär an entsprechenden Werten anderer Länder wie aber auch an eigenen Berechnungen. Die Behörde wies darauf hin, dass sich dieser Wert zum damaligen Zeitpunkt am unteren Ende der möglichen Bandbreite bewegte.⁴⁷ Für die dritte Regulierungsperiode sollte der generelle X-Faktor neu bestimmt werden. Aus diesem Grunde wurden sowohl vom Branchenverband Österreichs Energie als auch von der Regulierungsbehörde E-Control Gutachten in Auftrag gegeben.⁴⁸ Während im Branchen-Gutachten eine Absenkung des generellen X-Faktors auf einen Wert innerhalb der Bandbreite 0,25 bis 1,19 % vorgeschlagen wurde, kommt das Gutachten für die E-Control mit ihren Berechnungen zu dem Schluss, dass eine Spannbreite von 1,10 bis 1,80 % angemessen wäre. Letztendlich setzte die Regulierungsbehörde einen jährlichen Wert von 1,25 % für den generellen X-Faktor der dritten Regulierungsperiode fest.⁴⁹

Im Folgenden werden die wesentlichen Punkte der beiden Gutachten thematisiert und miteinander verglichen. Das Branchengutachten baut auf der Methodik von Bernstein und Sappington (1999) auf und betrachtet den generellen X-Faktor als Summe aus dem

⁴⁵ Vgl. WIK-Consult (2012, 2013).

⁴⁶ Vgl. E-Control (2006, 2010).

⁴⁷ Vgl. E-Control (2006, S. 29 f.).

⁴⁸ Das Gutachten für die Branchenvertreter wurde von Polynomics (2013) erstellt, wohingegen das Gutachten der Regulierungsbehörde von WIK-Consult (2013) verfasst wurde.

⁴⁹ Es handelt sich in gewisser Weise um eine Verhandlungslösung zwischen E-Control und der Branche. Weitere wesentliche Punkte im Rahmen der Verhandlungen waren z.B. die Festlegung des WACC sowie Diskussionen um die Einführung einer Qualitätsregulierung, die E-Control letztlich zurückstellte. Im Gegenzug hat die Branche einen höheren generellen X-Faktor akzeptiert.

Wachstumsdifferenzial der Faktorproduktivität des Stromsektors und der Gesamtwirtschaft und dem Wachstumsdifferenzial zwischen den Inputpreisen der Gesamtwirtschaft und des Stromsektors.⁵⁰ Zur Berechnung des Produktivitätsfortschritts mittels Törnquist-Index wird als Output der Bruttoproduktionswert herangezogen und als Inputs dienen Arbeit, Kapital und Vorleistungen. Die Preisentwicklung der Inputs wird für die Gesamtwirtschaft über den Erzeugerpreis abgebildet, während für die Stromwirtschaft ein Inputpreisindex (als Mischung aus Tariflohn- und Produzentenpreisindex) verwendet wird. Die Daten für die Untersuchung stammten zum einen von Statistik Austria und zum anderen von EUKLEMS. Die Nutzung unterschiedlicher Datenquellen erlaubte eine Überprüfung der Robustheit der Ergebnisse, wobei die EUKLEMS Daten nur bis zum Jahr 2007 verfügbar waren und nachfolgende Jahre entsprechend „verkettet“ werden mussten. Je nach untersuchtem Stützintervall ergeben sich zum Teil deutlich differierende Werte für den generellen Produktivitätsfaktor. Die Spannbreite reicht mit einem minimalen Wert von 0,25 % für die Periode 1976-2009 bis zu einem Maximalwert von 1,19 % für 1996-2009. Der Minimalwert ist mitunter auf die fragliche Datenqualität der Jahre 1976-1980 zurückzuführen. Demgegenüber sehen die Autoren der Studie auch den errechneten Maximalwert kritisch, da ihnen die zur Berechnung herangezogene Untersuchungsperiode als zu kurz erscheint. Dieser Nachteil kann auch nicht dadurch ausgeglichen werden, dass ab dem Jahr 1996 disaggregiertere Daten für den Stromsektor vorliegen. Die von den Studienautoren insgesamt präferierte Periode umfasst die Jahre 1980-2009, wobei sie dafür einen jährlichen Produktivitätsfortschritt von 0,63 % errechnet haben.

Das Gutachten der Regulierungsbehörde setzt sich zunächst kritisch mit dem generellen X-Faktor und der Inflationierung der Kostenbasis auseinander.⁵¹ So heißt es in WIK-Consult (2013, S. 22):

„Aus den qualitativen Analysen geht hervor, dass die Ermittlung des generellen X-Faktors von der Ausgestaltung der Inflationierung der Kostenbasis abhängt. Erfolgt diese Inflationierung mittels eines gesamtwirtschaftlichen Outputpreisindex (z.B. dem Verbraucherpreisindex), so bestimmt sich der allgemeine X-Faktor aus zwei Komponenten, einem Produktivitäts- und einem Inputpreisdifferenzial. In diesem Fall ist der X-Faktor eine relative Größe und beinhaltet einen Vergleich der Entwicklung der regulierten Industrie mit der Entwicklung der Gesamtwirtschaft. Die im Rahmen der Anreizregulierung geforderte Produktivitätsanpassung ergibt sich aus dem Produktivitätsdifferenzial der regulierten Industrie im Vergleich zur Gesamtökonomie, korrigiert um Abweichungen in der Preisentwicklung zwischen Ökonomie und Industrie. Im Gegensatz dazu führt die bisherige regulatorische Praxis in Österreich dazu, dass der X-Faktor rein dem sektoralen Produktivitätsfortschritt entspricht, gemessen als Änderungsrate der totalen Faktorproduktivität des Stromsektors (TFP Strom). Der zur Kosteninflat-

⁵⁰ Siehe dazu Kapitel 2.2.

⁵¹ Siehe dazu auch Kapitel 3.

onierung verwendete Netzbetreiberpreisindex (NPI) ist als Inputpreisindex anzusehen, was eine Differenzialbetrachtung obsolet macht. Allerdings zeichnet sich ab, dass der NPI in Zukunft seine eindeutige Inputorientierung zum Teil einbüßen und eher eine Mischform zwischen Output- und Inputpreisindex annehmen wird.“

Aufgrund der gerade beschriebenen Situation in Österreich mit einem Mischindex aus Outputpreis- und Inputpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis, berechneten die Gutachter zum einen den generellen X-Faktor analog zu den Berechnungen des Branchengutachters (d.h. als Summe aus den Wachstumsdifferenzialen von Faktorproduktivität und Inputpreisen).⁵² Zum anderen wurde die Änderungsrate der totalen Faktorproduktivität des Stromsektors bestimmt, welches der obigen Interpretation entsprechend, gleichzusetzten ist mit dem generellen X-Faktor, sofern zur Inflationierung ein reiner Inputpreisindex verwendet wird.⁵³ Der finale generelle X-Faktor ergab sich schließlich als arithmetisches Mittel beider Werte.⁵⁴

Auch hier erfolgt die Berechnung der Faktorproduktivität mittels Törnquist-Index. Im Unterschied zum Branchengutachten wurden die Ergebnisse mit zwei verschiedenen Outputs berechnet. Zum einen wurde wie auch im Parallelgutachten auf den Bruttowertschöpfungswert zurückgegriffen mit den analogen Inputs Arbeit, Kapital und Vorleistungen. Zum zweiten wurden die Berechnungen aber auch mit der Bruttowertschöpfung (bzw. dem Bruttoinlandsprodukt für die Gesamtwirtschaft) erneut durchgeführt, wobei in diesem Fall nur die Inputs Arbeit und Kapital benötigt werden, um eine konsistente Abbildung der Output- und Inputseite zu gewährleisten. Dies liegt darin begründet, dass es sich bei der Bruttowertschöpfung um den um Vorleistungen bereinigten Bruttowertschöpfungswert handelt. Die Autoren des Gutachtens für die Regulierungsbehörde bevorzugen die Verwendung der Bruttowertschöpfung und begründen dies folgendermaßen:

„Bezüglich der Wahl der Zeitreihen zur Abbildung des Outputindexes sollte im Rahmen des österreichischen Regulierungskontext für Stromverteilnetzbetreiber auf die Bruttowertschöpfung (BWS) und nicht auf den Bruttowertschöpfungswert (BPW) abgestellt werden. Durch die Aufspaltung (Unbundling) in verschiedene Einheiten (Erzeugung, Netz, Vertrieb) werden die Vorleistungen der einzelnen Wertschöpfungsstufen jeweils der nächsten Stufe angerechnet, was zu einer

52 Es wurden jeweils vier Zeiträume betrachtet: 1981-1994, 1996-2011, 1996-2001 und 2001-2011. Auf Basis der Daten von Statistik Austria und für die Abbildung des Outputs mittels Bruttowertschöpfung (bzw. Bruttoinlandsprodukt für die Gesamtwirtschaft) betrug z.B. die Spanne für das Inputpreisdifferenzial -0,37% bis -0,12% und für das Produktivitätsdifferenzial 1,00% bis 4,39%. Für das Gesamtdifferenzial ergab sich somit eine Spanne von 0,90% bis 4,06% (vgl. WIK-Consult 2013, S. 19).

53 Für die Faktorproduktivität des Stromsektors wurde für den in Fußnote 52 spezifizierten Fall eine Spanne von 1,57% bis 5,35% ermittelt (Vgl. WIK-Consult 2013, S. 19).

54 Würde bspw. ein reiner Inputpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis herangezogen, entspräche der generelle X-Faktor ausschließlich dem Wachstumsdifferenzial der Faktorproduktivität des Stromsektors. Im umgekehrten Fall einer ausschließlichen Inflationierung mittels eines Outputpreisindex, wäre der generelle X-Faktor gleichzusetzen mit der Summe aus den Wachstumsdifferenzialen von Faktorproduktivität und Inputpreisen im Sinne Bernstein und Sappingtons (1999).

Erhöhung des Bruttoproduktionswertes (im Vergleich zur Zeit vor der Liberalisierung) führt, ohne dass sich tatsächlich Produktionsprozesse verändert haben. Aufgrund der gleichzeitigen Berücksichtigung der Vorleistungen auf der Inputseite, sollte es jedoch bei korrekter Erfassung der Vorleistungen zu keinen signifikanten Unterschieden in Relation zu den BWS-Ergebnissen kommen. Die Ergebnisse [...] zeigen, dass dies nicht der Fall ist. So unterliegen insbesondere Vorleistungen aufgrund der problematischen Abgrenzung zum Kapitaleinsatz grundsätzlich regelmäßig gewissen methodischen Revisionen, was zu Brüchen in diesen Zeitreihen führt. Die Verwendung der Bruttowertschöpfung vermeidet diesen verzerrenden Effekt.“⁵⁵

Die Robustheit der Ergebnisse wird zudem auch durch die Verwendung unterschiedlicher Datengrundlagen wie auch durch die Betrachtung unterschiedlicher Stützintervalle getestet. Wiederum dienen Daten von Statistik Austria und EUKLEMS als Datenquelle, wobei die Autoren darauf hinweisen, dass die „Verkettung“ von Daten unterschiedlicher Datenquellen nicht unproblematisch ist und bspw. aufgrund unterschiedlicher Datengüte etc. zu Verzerrungen führen kann. Im Gegensatz zum Branchengutachten, das sich vor allem für lange Stützintervalle ausspricht, wird argumentiert, dass es neben der Länge des Stützintervalls insbesondere auch auf die Datenkonsistenz ankommt. Ein möglichst exaktes Branchenaggregat hätte einen hohen Einfluss auf die Qualität der Schätzung.

Das Gutachten der Regulierungsbehörde kommt unter Abwägung aller Aspekte zu dem Schluss, dass die aussagekräftigsten Ergebnisse unter Verwendung der Statistik Austria Daten für Jahre nach 1995 zu erwarten sind. Ferner sollte das Stützintervall möglichst auch die zeitnahen Jahre umfassen, sodass sie auf Jahresdaten bis einschließlich 2011 zurückgreifen. Somit sollte gelten, dass möglichst vergleichbare regulatorische Rahmenbedingungen zwischen dem Stütz- und Prognoseintervall herrschen. Als Outputvariable wird die Bruttowertschöpfung aus den oben genannten Gründen herangezogen. Letztendlich wird ein Intervall für den generellen X-Faktor von 1,10 % bis 1,80 % vorgeschlagen. Der Minimalwert (als arithmetisches Mittel der Summe der Wachstumsdifferenziale von Faktorproduktivität und Inputpreisen und dem Wachstumsdifferenzial der Faktorproduktivität des Stromsektors) beruht auf einer Betrachtung des Intervalls von 2001-2011, wobei die Differenzialsumme 0,63 % betrug und die Änderungsrate der sektoralen Faktorproduktivität 1,57 %. Der Maximalwert ergibt sich unter Verwendung des gleichen Ansatzes für das Stützintervall 1996 bis 2011, wobei die Differenzialsumme 1,25 % betrug und die Änderungssumme der sektoralen Faktorproduktivität 2,34 %. Aufgrund der Tatsache, dass die Untersuchung insbesondere Daten berücksichtigt, die die gesamte Wertschöpfungskette des Stromsektors umfasst, ist laut der Autoren eine Orientierung am unteren Rand des ermittelten Intervalls aus Gründen der Vorsicht vertretbar.

⁵⁵ Siehe WIK-Consult (2013, S. 17).

Für die Gasverteilnetze gilt in der aktuellen 2. Regulierungsperiode noch ein genereller X-Faktor von 1,95 %. Auch hier liegen verschiedene Gutachten vor, die diesen neu berechnen.⁵⁶

4.2 Norwegen

4.2.1 Darstellung des aktuellen Regulierungssystems

Der norwegische Energiesektor unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von anderen europäischen Energiesektoren. Dies ist nicht ohne Folgen für die Regulierung. So gibt es im Gasbereich keinen Gasfernleitungsnetzbetreiber und landesweit auch nur einen Gasverteilnetzbetreiber, welcher keiner Regulierung unterliegt.⁵⁷ Anders sieht die Situation im Strombereich aus, wo Norwegen über einen zentralen Übertragungsnetzbetreiber und mittlerweile rund 150 Netzbetreiber auf niedrigeren Spannungsebenen verfügt.⁵⁸ Hier blickt Norwegen auf eine sehr lange Tradition der Regulierung im Allgemeinen und der Anreizregulierung im Speziellen zurück.⁵⁹ Die seit dem Jahr 1991 angewandte kostenbasierte Regulierung wurde 1997 abgelöst durch die anreizsetzende Erlösobergrenzenregulierung in Form der RPI-X-Regulierung. Nach zwei fünfjährigen Regulierungsperioden erfolgte mit dem Jahr 2007 der Umstieg auf einen Yardstick-Regulierungsansatz⁶⁰. Dieser gilt seither sowohl für Übertragungsnetzbetreiber wie auch Verteilnetzbetreiber. Die Länge einer Regulierungsperiode beträgt nun mindestens 5 Jahre, wobei kleinere Anpassung am Regulierungssystem auch jährlich vorgenommen werden können.

Kernelement der in Norwegen praktizierten Yardstick Regulierung ist die Erlösobergrenzenformel.⁶¹ Diese basiert auf zwei Elementen. Zum einen beinhaltet sie die tatsächlichen Gesamtkosten K und zum anderen die normierten Kosten K^* , die die Kosten eines durchschnittlich effizienten Unternehmens widerspiegeln (Yardstick-Komponente).⁶² Die Regulierungsformel für die Erlösobergrenze (EOG) hat folgende Gestalt:

$$EOG_t = 0,4 * K_t + 0,6 * K_t^*$$

⁵⁶ Siehe dazu z.B. WIK-Consult (2012) und Polynomics (2011). Im Wesentlichen werden dort die gleichen inhaltlichen Argumente vorgebracht wie im Stromsektor.

⁵⁷ Vgl. E-Bridge (2014).

⁵⁸ Diese lassen sich weiter untergliedern in Netzbetreiber eines regionalen Übertragungsnetzes sowie des Verteilnetzes.

⁵⁹ Dieses Unterkapitel fußt, sofern keine zusätzlichen Quellen genannt werden, auf Edvarlsen et al. (2006) und NordREG (2011).

⁶⁰ Die Idee der Yardstick-Regulierung geht zurück auf eine Arbeit von Schleifer (1985).

⁶¹ Eine gute Zusammenfassung über den Vergleich der Regulierungssysteme Revenue-Cap und Yardstick Regulierung liefert Stronzik (2013).

⁶² Die Regulierungsformel gilt prinzipiell auch für den Übertragungsnetzbetreiber, wobei die Kosten für Systemdienstleistungen noch hinzugerechnet werden müssen. K^* basiert hier auf den Ergebnissen eines internationalen Benchmarking von Übertragungsnetzbetreibern.

Die unternehmensspezifische Erlösobergrenze wird jährlich angepasst, wobei in ihr 40 % der unternehmensindividuellen Kosten und 60 % der Kosten eines durchschnittlich effizienten Unternehmens einer Vergleichsgruppe berücksichtigt werden.⁶³ K wird (unter Berücksichtigung des zweijährigen Zeitverzugs der Parameter) auf Basis folgender Formel ermittelt:⁶⁴

$$K_t = (BWK_{t-2} + KNGE_{t-2}) * \frac{VPI_t}{VPI_{t-2}} + NV_{t-2} * P_t + AB_{t-2} + RAV_{t-2} * WACC_t$$

Die dazugehörigen Variablendefinitionen sind Tabelle 4-2 zu entnehmen:

Tabelle 4-2: Variablenbeschreibung zur norwegischen Regulierungsformel

Parameter	Definition
K_t	Kostenbasis für das Jahr t (TOTEX, total expenditures)
BWK_{t-2}	Betriebs- und Wartungskosten
$KNGE_{t-2}$	Kosten nicht gelieferter Energie
VPI_t	Verbraucherpreisindex
NV_{t-2}	Netzverluste
P_t	Gewichteter jährlicher Spotmarktpreis an der Nord Pool Spot
AB_{t-2}	Abschreibungen
RAV_{t-2}	Regulatorisches Anlagevermögen
$RWACC_{t-2}$	Regulatorischer WACC (weighted average cost of capital)

K^* wird auf Basis eines jährlichen, auf der DEA basierenden Kostenvergleichs bestimmt. Dieser gliedert sich in drei Stufen.⁶⁵ In Stufe 1 werden mittels der DEA firmenindividuelle Effizienzwerte geschätzt, wobei verschiedene Referenzgruppen gebildet werden. Datengrundlage für den Vergleich sind geprüfte, 5-jährige Durchschnittswerte der verwendeten Parameter. In Stufe 2 findet eine Art „Second-Stage“-Analyse statt. Hierbei werden die Effizienzwerte mithilfe von Regressionsanalysen um geographische und regionale Unterschiede bereinigt. In Stufe 3 werden die Resultate kalibriert und die Kosten werden in eine branchendurchschnittliche Kostennorm überführt. Dies bedeutet, dass die durchschnittlichen Kosten der gesamten Branche gedeckt werden.

⁶³ Der Faktor 0,6 entspricht dem Anteil der Yardstick-Komponente (K^*). Je höher dieser desto stärker werden die eigenen Erlöse von den eigenen Kosten entkoppelt. Prinzipiell ist der Faktor veränderlich. So betrug er in den Jahren 2007 und 2008 zunächst 0,5 und wurde erst danach auf 0,6 erhöht.

⁶⁴ Wie aus der Formel ersichtlich ist, wird bei der Ermittlung der Kosten für das Jahr t ein Großteil der Betriebskosten mittels VPI inflationsbereinigt. Dies erfolgt jedoch nur, um den sogenannten (t-2)-Zeitverzug zu heilen. Eine generelle Inflationierung der Kostenbasis, wie dies bei Anwendung der RPI-X-Regulierungsformel nach Beesley und Littlechild (1989) nötig wäre, erfolgt nicht und ist auch nicht erforderlich. Es besteht somit keine Notwendigkeit, das Inputpreisdifferenzial zu berechnen. Wie weiter unten dargestellt ist, werden in diesem Regulierungsregime vielmehr der generelle X-Faktor (und damit auch die Inputpreisentwicklungen) endogen berücksichtigt.

⁶⁵ Vgl. E-Bridge (2014) und NordREG (2011).

Das aktuelle norwegische Modell der Yardstick-Regulierung beinhaltet keinen expliziten Term für den generellen X-Faktor mehr, da dieser bereits modellendogen berücksichtigt wird. Ferner setzt es allen Netzbetreibern starke Anreize, kosteneffizient zu agieren. Der Grund hierfür ist vor allem darin zu suchen, dass in der Erlösobergrenze nur ein Teil der eigenen tatsächlichen Kosten berücksichtigt wird. Zu mehr als der Hälfte ergibt sich die Erlösobergrenze aus den Kosten eines durchschnittlich effizienten Netzbetreibers, wodurch ein jeder Netzbetreiber starkes Interesse hat, seine Kosten unter den Branchendurchschnitt zu senken.

Die zulässigen Erlöse ergeben sich letztendlich aus folgender Formel:⁶⁶

$$\text{Zulässige Erlöse} = EOG + \text{KostenPassThrough} - \text{KNGE} + \text{TimeLagMechanismus}$$

4.2.2 Höhe und Berechnung des generellen X-Faktors

Da es von 1997 bis 2007 wie zuvor erwähnt zwei Regulierungsperioden mit einer Erlösobergrenzenregulierung in Form einer RPI-X-Regulierung gab, umfasste das norwegische Regulierungssystem vormals einen Term, der explizit für den Frontier Shift kontrollierte.⁶⁷ In der ersten der beiden Perioden (1997-2001) wurde der generelle X-Faktor für das Jahr 1997 auf 2 % festgelegt, aber schon im darauffolgenden Jahr sank er auf 1,5 %. Grundlage dieser Festlegung war eine Studie von Førsund und Kittelsen (1998). Basierend auf Daten von Statistics Norway für die Zeitperiode 1983-1989 schätzten sie für 150 norwegische Verteilnetzbetreiber mittels des Malmquist-Indexes ein jährliches Produktivitätswachstum von rund 2 %. Nach Angaben der Autoren war dieses Produktivitätswachstum fast ausschließlich auf den Frontier Shift zurückzuführen und nur zu einem sehr geringen Teil auf die Catch-Up-Komponente.⁶⁸ Als Outputs dienten ihnen die drei Parameter Entfernungsindex, Anzahl der Kunden und geliefert Energie, denen die vier Inputs Arbeit, Energieverluste, Material und Kapital gegenübergestellt wurden. Die individuellen X-Faktoren lagen zu der Zeit zwischen 0-3 %.

In der zweiten Regulierungsperiode (2002-2006) sah die Erlösobergrenzenformel folgendermaßen aus:

$$EOG_{2001+n} = K_{2001+n} * (1 - X_{g+i})^n + KP_n$$

⁶⁶ KostenPassThrough entspricht den Kosten für Grundsteuer, den Netzentgelten für vorgelagerte Netze sowie den anerkannten F&E-Kosten. TimeLagMechanismus bezeichnet den Term, der Ertragswirkungen ausgleicht, die sich aus der um 2 Jahre verzögerten Berücksichtigung von Investitionen in der Erlösobergrenze ergeben.

⁶⁷ Vgl. hier und im Folgenden Bjørndal, Bjørndal und Fange (2010) und Edvardsen et al. (2006).

⁶⁸ Wie in Kapitel 3.1.1 dargestellt, ergibt sich beim Malmquist-Index die Gesamtproduktivität als Produkt aus Frontier Shift und Catch-up. Inwiefern bei der Festlegung von Xgen auch Differentialbetrachtungen eine Rolle gespielt haben, konnte trotz Nachfrage bei der norwegischen Regulierungsbehörde nicht eruiert werden. Es ist vielmehr zu vermuten, dass der Frontier Shift des Malmquist-Indexes direkt als Xgen interpretiert worden ist.

Die Kosten des Jahres 2002 (K_{2001+n}) basierten auf Buchwerten der Jahre 1996-1999, welche auf das Jahr 2002 hochgerechnet wurden.⁶⁹ X_{g+1} bezeichnet die Summe aus generellem und individuellen X-Faktor. Während Erstgenannter über die komplette Regulierungsperiode an die Vorperiode anknüpfend, konstant bei 1,5 % lag, schwankten die individuellen Effizienzwerte zwischen 0-5,2 %. KP stellt den Kompensationsfaktor für neue Investitionen dar. Die Erlösobergrenze wurde jährlich angepasst um Inflation, Veränderungen der Energiepreise sowie Zinsschwankungen. Ziel der ersten beiden Anreizregulierungsperioden war es, rund die Hälfte der bestehenden Ineffizienzen abzubauen.

Ein Hauptgrund für den im Jahr 2007 vollzogenen Wechsel zum Yardstick-Regulierungsansatz lag darin, dass es zu lange dauerte bis Abschreibungen und Zinszahlungen für neue Anlagen in den Kosten berücksichtigt wurden und folglich Erlösrückflüsse bewirken konnten. Wie dem vorherigen Kapitel zu entnehmen ist, liegt der Fokus des aktuellen Regulierungssystems insbesondere darauf, Kostenveränderungen wie auch Effizienzveränderungen jährlich zu erfassen.

Durch die jährliche Berücksichtigung von Kosten und Normkosten geht die durch die andern Netzbetreiber aufgespannte Effizienzgrenze stetig mit in die Berechnung der neuen Erlösobergrenze ein. Folglich wird der Frontier Shift prozessendogen⁷⁰ erfasst und es besteht keine Notwendigkeit, den generellen X-Faktors als Term in die Regulierungsformel mitaufzunehmen.

4.3 Niederlande

4.3.1 Darstellung des aktuellen Regulierungssystems

Seit dem Jahr 2001 sind die Netzbetreiber des niederländischen Strom- und Gassektors der Anreizregulierung unterworfen. Während es jeweils einen Übertragungsnetzbetreiber bzw. Fernleitungsnetzbetreiber zu regulieren gilt, sind im Strombereich bzw. Gasbereich jeweils acht Verteilnetzbetreiber aktiv. Die Länge einer Regulierungsperiode beträgt in der Regel drei Jahre, wobei die gesetzlichen Vorgaben auch eine Ausdehnung auf bis zu fünf Jahre zulassen. Die aktuelle Periode läuft von 2014 bis 2016. Die Regulierung des Übertragungsnetzbetreibers fußt auf einer Erlösobergrenze, wohingegen bei den Verteilnetzbetreibern eine Preisobergrenze zur Anwendung kommt. Analog zu Norwegen basiert auch das niederländische Regulierungssystem der Verteil-

⁶⁹ Dazu wurden die durchschnittlichen operativen Kosten der Jahre 1996-1999 und die Abschreibungen des Jahres 1999 um dem Konsumentenpreisindex korrigiert, während die durchschnittlichen Netzverluste mit einem Referenzpreis für Energie des Jahres 2002 berechnet wurden. Die Zinsen basierten auf abgeschriebenen Buchwerten von 1999, wobei die regulierten Zinssätze jährlich angepasst wurden.

⁷⁰ Vgl. Agrell, Bogetoft und Tind (2005).

netzbetreiber auf einem Yardstick-Regulierungsansatz, wobei sich die beiden Ausgestaltungen im Detail deutlich voneinander unterscheiden.⁷¹

Kernelement der Yardstick-Regulierung der niederländischen Verteilnetzbetreiber ist der X-Faktor. Dieser orientiert sich am Branchendurchschnitt und anders als bspw. in Deutschland und Österreich nicht an der Effizienzgrenze der Unternehmen.⁷² Die Orientierung am Durchschnitt impliziert, dass die Netzbetreiber ihre Kosten im Mittel decken können. Sofern ein Netzbetreiber kosteneffizienter agiert als der Durchschnitt, kann er die Differenz zwischen den individuellen Kosten und denen des Branchendurchschnitts einbehalten. Folglich gehen davon starke Anreize aus, kosteneffizient zu agieren.

Die Regulierungsformel orientiert sich an folgender klassischer Anreizregulierungssystematik:⁷³

$$PC_{t,i} = PC_{t-1,i} * (1 + VPI - X + Q)$$

$PC_{t,i}$ kennzeichnet den gewichteten Tarifkorb im Jahr t für Netzbetreiber i (Price-Cap). Dieser wird korrigiert um den Verbraucherpreisindex (VPI), den – für den Frontier-Shift kontrollierenden – X-Faktor sowie um eine Qualitätskomponente.⁷⁴ Dabei basiert der X-Faktor der gegenwärtigen Periode auf den berechneten effizienten Kosten des Jahres 2016. Dies wird im folgenden Unterkapitel detailliert beschrieben. Die Qualitätskomponente ist als Bonus-Malus-System ausgestaltet. Bei Überschreiten der Qualitätsvorgaben, kann der betreffende Netzbetreiber mit Zusatzeinnahmen rechnen. Im umgekehrten Fall der Unterschreitung resultieren dementsprechend Mindereinnahmen.

4.3.2 Höhe und Berechnung des generellen X-Faktors

Der gerade beschriebene X-Faktor wird – im Gegensatz zu einigen Regulierungsregimen anderer Länder – in einem mehrstufigen Verfahren ermittelt. Wie mit den nachfolgenden Erläuterungen gezeigt wird, entspricht er einer Kombination aus dem Yardstick Benchmarking und der Berücksichtigung des Frontier Shifts. Abbildung 4-2 illustriert dies schematisch und etwas vereinfacht für die aktuelle Regulierungsperiode 2014-2016.

⁷¹ Dieses Unterkapitel basiert, sofern keine anderen Quellen genannt werden, auf ACM (2014).

⁷² Durch den Fokus auf die Durchschnittskosten der Branche ist es dem einzelnen Netzbetreiber nur in relativ geringem Maße möglich, das Durchschnittsniveau zu beeinflussen. Daher erfolgt die Effizienzermittlung für ihn auf Basis exogener Kosten. Im Gegensatz dazu kann es bei einer Orientierung an den effizienten Unternehmen möglich sein, dass diese direkten Einfluss auf die Effizienzbestimmung nehmen können. In diesem Fall wären die Kostenbasis und damit der Effizienzwert durch das Unternehmen beeinflussbar und somit endogen. Weitergehende Erläuterungen dazu finden sich bspw. in Stronzik (2013).

⁷³ Vgl. Stronzik (2013) und Hesselting und Sari (2006).

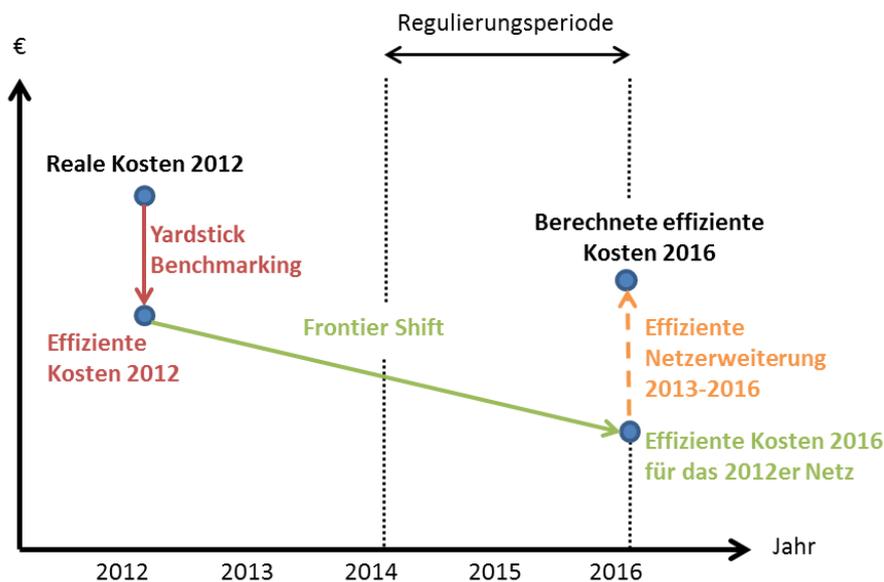
⁷⁴ Der Yardstick-Regulierungsansatz kontrolliert implizit für Veränderungen der Inputpreise. Aufgrund dessen findet das Inputpreisdifferenzial keine direkte Berücksichtigung in der Regulierungsformel. Siehe dazu auch CEPA (2012).

Ausgangspunkt sind die realen Kosten des Jahres 2012. Unter der Annahme der Vergleichbarkeit der Netzbetreiber werden diese einem Yardstick-Benchmarking unterzogen, um die effizienten Kosten 2012 zu erhalten. Dazu werden die durchschnittlichen effizienten Kosten pro Output herangezogen, wobei als Outputparameter der Netzbetreiber ein „composite output“ dient. Dieser entspricht den gewichteten Durchschnittstarifen der einzelnen Netzbetreiber für deren Tarifkorb. Dazu werden die ermittelten Tarife des Branchendurchschnitts mit den tatsächlich erbrachten Mengen der einzelnen Netzbetreiber multipliziert.

In einem nächsten Schritt werden die effizienten Kosten 2016 berechnet, um den Frontier Shift zu berücksichtigen. Dazu wird die historische Produktivitätsentwicklung unter Rückgriff auf Daten von 2005 bis 2012 extrapoliert. Für die gegenwärtige Regulierungsperiode ergab sich ein gerundeter Wert von jährlich 0,6 %.⁷⁵

Die effizienten Kosten 2016 können sich noch um einen Betrag für (geplante) effiziente Netzerweiterungen in den Jahren 2013-2016 erhöhen. Damit sollen insbesondere bestimmte Erweiterungsinvestitionen gefördert werden, die die Versorgungsaufgabe nachhaltig verändern. Letztendlich ergeben sich somit die berechneten effizienten Kosten 2016.

Abbildung 4-2: Berücksichtigung des Frontier Shifts in den Niederlanden



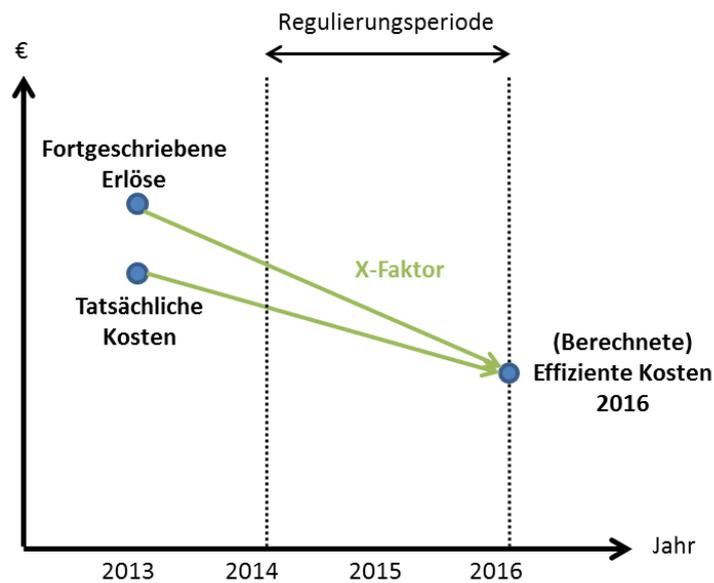
Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an ACM (2014)

Zielgröße für die Berechnung des X-Faktors sind die (berechneten) effizienten Kosten 2016. Als Startwert in Frage kommen einerseits die fortgeschriebenen Erlöse der letzten Regulierungsperiode (wie dies in den vergangenen Regulierungsperioden der Fall

⁷⁵ Vgl. E-Bridge (2014).

war)⁷⁶ oder neuerdings die aktuellen Kosten (wie in der gegenwärtigen Regulierungsperiode geschehen) in Frage.⁷⁷ Die Entscheidungshoheit obliegt diesbezüglich der Regulierungsbehörde. Der X-Faktor ergibt sich aus dem Abgleich von Startwert und Zielgröße (siehe Abbildung 4-3). Wie zu Beginn von Kapitel 4 bereits angedeutet, werden somit auch im niederländischen System der Anreizregulierung die Komponenten des generellen X-Faktors (d.h. Produktivitäts- und Inputpreisentwicklungen) modellendogen erfasst.

Abbildung 4-3: Ermittlung des X-Faktors in den Niederlanden



Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an ACM (2014)

⁷⁶ Dies entspricht einem Efficiency-Carry-Over-Mechanismus.

⁷⁷ Die Möglichkeit die aktuellen Kosten als Startwert heranzuziehen, wurde von Gesetzgeberseite deswegen neu geschaffen, da die Netzbetreiber mit der ersten Option in der Vergangenheit überhöhte Gewinne erwirtschaften konnten. Vgl. E-Bridge (2014).

5 Fazit

Im Rahmen der derzeit laufenden Diskussionen um die Novellierung des Regulierungsrahmens für deutsche Strom- und Gasnetze wird der generelle X-Faktor zunehmend kritisch hinterfragt. Als wesentlicher Bestandteil der deutschen Anreizregulierung bestimmt der Faktor maßgeblich die Erlöse der Netzbetreiber. Für die ab 2019 (bei Strom bzw. 2018 bei Gas) beginnende dritte Regulierungsperiode muss der Faktor neu festgelegt werden. Seitens eines Teils der Branche wird jedoch nicht nur dessen Höhe, sondern auch dessen grundsätzliche Berechtigung infrage gestellt. Vor diesem Hintergrund diskutiert der Beitrag sowohl die grundsätzliche Frage der Berechtigung des generellen X-Faktors in anreizbasierten Regulierungssystemen als auch Fragen, wie dessen Höhe empirisch ermittelt werden kann. Dabei werden auch internationale Erfahrungen einbezogen.

Eine Anreizregulierung zielt im Gegensatz zu kostenorientierten Ansätzen darauf ab, Wettbewerbsdruck zu imitieren, um die regulierten Unternehmen zu kosteneffizientem Handeln anzureizen. In einem wettbewerblich organisierten Umfeld zwingen die Wettbewerbskräfte die Marktteilnehmer dazu, Produktivitätsfortschritte zu realisieren und die daraus resultierenden Zusatzgewinne in Form niedriger Preise an die Endkunden weiterzureichen. Ansonsten verschlechtert sich die Wettbewerbssituation des betreffenden Unternehmens. Bei entsprechendem Wettbewerb in einem Sektor ergibt sich die Preissteigerungsrate für Endkundenprodukte (Inflationsrate der Outputpreise) als Differenz zwischen der Wachstumsrate der Inputpreise und der Rate des technologischen Fortschritts. Die entsprechenden Wachstumsraten sind dabei sektorspezifisch.⁷⁸ Aufgabe des generellen X-Faktors ist es, diese grundsätzliche Systematik in einem regulierten Umfeld nachzubilden bzw. zu simulieren. Dabei zielt der Faktor allein auf Verbesserungen aufgrund technologischen Fortschritts ab, was üblicherweise als Verschiebung der Effizienzgrenze (Frontier Shift) bezeichnet wird. Der generelle X-Faktor gewährleistet somit, dass durch technologischen Fortschritt bedingte Produktivitätsfortschritte an die Endkunden weitergereicht werden.

Für Anreizregulierungen auf Basis einer Preis- oder Erlösobergrenze (wie in Deutschland), lässt sich der generelle X-Faktor unter Berücksichtigung der Analogie zu Wettbewerbsmärkten unmittelbar aus der Regulierungsformel herleiten. Dessen Verwendung ist somit aus theoretischer Sicht zwingend erforderlich. Ein Verzicht auf den generellen X-Faktor ohne anderweitige Berücksichtigung des Frontier Shifts würde Anreize zu effizientem Handeln der Netzbetreiber konterkarieren und somit letztendlich dem Prinzip der Anreizregulierung zuwiderlaufen. Dies wird durch die Erfahrungen der anderen näher untersuchten Länder bestätigt. Während das Regulierungssystem in Österreich dem deutschen Ansatz grundsätzlich ähnelt und somit der generelle X-Faktor explizit in der Regulierungsformel Eingang findet, kommen in Norwegen und den Nieder-

⁷⁸ So verwendet die Automobilwirtschaft andere Inputfaktoren und Produktionstechnologien als die Papierindustrie. Es ist somit zu erwarten, dass sich die Wachstumsraten dieser beiden Sektoren unterscheiden.

landen Yardstick-Regulierungsregime zur Anwendung. Auch hier wird der Frontier Shift berücksichtigt, dies allerdings prozessendogen durch das Regulierungssystem in Norwegen bzw. durch die Berücksichtigung der branchendurchschnittlichen Produktivitätsentwicklung im Rahmen der Ermittlung des X-Faktors in den Niederlanden.

Die Frage der Abbildung des Frontier Shifts in einem anreizbasierten Regulierungsregime ist somit letztendlich keine Frage des „Obs“, sondern vielmehr des „Wies“. Da in Deutschland die Kostenbasis der Netzbetreiber nach § 9 Abs. 1 ARegV mit dem Verbraucherpreisindex (VPI) inflationiert wird, der einen gesamtwirtschaftlichen Outputpreisindex darstellt, ergibt sich der generelle X-Faktor als Summe aus Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzial zwischen Netzsektor und Gesamtwirtschaft. Dies bedeutet nicht, dass der generelle X-Faktor nur gerechtfertigt ist, wenn erwartet werden kann, dass die Branche einen höheren technologischen Fortschritt als die Gesamtwirtschaft realisiert. Vielmehr ist die Differenzialbildung erforderlich, um die im VPI enthaltenen gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen über den allgemeinen X-Faktor gewissermaßen wieder herauszurechnen, um die Verschiebung der sektoralen Effizienzgrenze abzubilden. Würde hingegen die Inflationierung der Kostenbasis mittels eines netzbetreiber-spezifischen Inputpreisindex erfolgen, so würde die Differenzialbetrachtung obsolet werden. Der generelle X-Faktor müsste in diesem Fall allein auf Basis der Änderungsrate der sektoralen totalen Faktorproduktivität ermittelt werden.

Bei der empirischen Ermittlung von Produktivitätsentwicklungen dominieren in der Praxis die beiden Ansätze des Malmquist-Indexes und der Indexnummern (z.B. Törnquist-Index). Beide Methoden weisen für die Abschätzung einer zukünftig zu erwartenden Entwicklung des technologischen Fortschritts für Energienetze spezifische Vor- und Nachteile auf, wobei Malmquist grundsätzlich aus theoretischer Sicht zu präferieren ist. Allerdings ist die praktische Anwendung dieses Indexes oft mit Problemen bei der Datenverfügbarkeit verbunden. Letztere bestehen häufig auch bei Indexnummern, wo durch den Rückgriff auf Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung oft keine netzspezifischen Daten verfügbar sind. Diese Problematik kann jedoch umgangen werden, wenn synthetische Indizes entwickelt werden. Im Endeffekt geht es dabei um die Konstruktion eines synthetischen Vergleichssektors für die Energienetze, für den entsprechende Zeitreihen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vorliegen. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Wahl des Stützintervalls. Die Prognosegüte kann tendenziell verbessert werden, wenn die Rahmenbedingungen, unter denen ein Netzbetreiber im Stützintervall und der Regulierungsperiode agiert, nicht zu verschieden sind. Von Berechnungen, die Daten vor 1998 (Beginn der Liberalisierung der Energiemärkte) verwenden, ist daher abzuraten. Aufgrund der rollierenden Struktur der ARegV und des Beginns des neuen Regimes zum 1.1.2009 sind kürzere Zeitintervalle durchaus gerechtfertigt, zumal Sondereinflüsse aufgrund der Inflationierung der Kostenbasis mit dem VPI nur dann ein Problem darstellen, wenn sie asymmetrisch auf den Netzbetrieb und die Gesamtwirtschaft wirken.

Prinzipiell macht es Sinn, bei der Berechnung des generellen X-Faktors Sensitivitätsanalysen in Form unterschiedlicher Spezifikationen durchzuführen, um ein Ergebnisintervall zu identifizieren. So ist nicht davon auszugehen, dass es eine „wahre“ Spezifikation gibt, die die Realität perfekt abbildet. Vielmehr gibt es verschiedene Stellgrößen, die einen Einfluss auf die Resultate haben können. Neben unterschiedlichen Stützintervallen sollten auch beide Berechnungsmethoden (Malmquist versus Indexnummern) zur Anwendung kommen, um die spezifischen Vorteile der Methoden optimal auszunutzen. In Summe sollte die Berechnung verschiedener Varianten und Spezifikationen die Robustheit der Ergebnisse und damit ihre Aussagekraft erhöhen. Ferner sollten a priori keinerlei Beschränkungen hinsichtlich des Wertes von X_{gen} auferlegt werden, sodass dieser theoretisch auch negativ werden könnte. Die Höhe dieses Faktors sollte letztendlich empirisch mittels adäquater und transparenter Berechnungen bestimmt werden.

Literaturverzeichnis

- ACM (Authority for Consumers & Markets). (2014). *Incentive Regulation the Dutch Experience*. Presentation at ERRA Training Price Regulation & Tariffs on the 18 February 2014, Budapest.
- Agrell, P., Bogetoft, P., & Tind, J. (2005). DEA and Dynamic Yardstick Competition in Scandinavian Electricity Distribution. *Journal of Productivity Analysis*, 23, S. 173-201.
- Averch, H., & Johnson, L. L. (1962). Behavior of the Firm Under Regulatory Constraint. *American Economic Review*, 52(5), S. 1052–1069.
- BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft). (2014). *Positionspapier zur Evaluierung und Weiterentwicklung der Anreizregulierung*. Berlin.
- Beesley, M., & Littlechild, S. (1989). The Regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom. *RAND Journal of Economics*, 20(3), S. 454-472.
- Bender, C., & Stronzik, M. (2014). *Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor*. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 384, Bad Honnef.
- Bernstein, J. I., & Sappington, D. E. (1999). Setting the X factor in price-cap regulation plans. *Journal of Regulatory Economics*, 16(1), S. 5-25.
- Bernstein, J. I., & Sappington, D. E. (2001). How to Determine the X in RPI-X Regulation: A User's Guide. *Telecommunications Policy*.
- Bjørndal, E., Bjørndal, M., & Fange, K.-A. (2010). Benchmarking in Regulation of Electricity Networks in Norway: An Overview. In E. Bjørndal, M. Bjørndal, P. Pardalos, & M. Rönnqvist, *Energy, Natural Resources and Environmental Economics* (S. 317-342). Berlin: Springer.
- BNetzA (Bundesnetzagentur). (2008). *Beschluss in dem Verwaltungsverfahren nach § 29 Abs. 1 EnWG in Verbindung mit § 30 Abs. 2 Nr. 2 Gas-NEV hinsichtlich der Festlegung der zur Ermittlung der Tagesneuwerte gem. § 6 Abs.3 GasNEV in Anwendung zu bringenden Preisindizes*. Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 9, BK9-08/602-1, 18.11.2008, Bonn.
- BNetzA (Bundesnetzagentur). (2015). *Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung*. Bonn.
- Boss, A., Dovern, J., Gern, K.-J., Janssen, N., Meier, C.-P., van Roye, B., et al. (2009). *Ursachen der Wachstumsschwäche in Deutschland 1995-2005*. Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik, Institut für Weltwirtschaft Kiel, Kiel.
- Burns, P., & Weyman-Jones, T. (2008). *The long-run level of X in RPI-X regulation: Bernstein and Sappington revisited*. Frontier Economics Working Paper.
- CEPA (Cambridge Economic Policy Associates). (2012). *Ongoing efficiency in new method decisions for Dutch electricity and gas network operators*.
- Coelli, J., Prasada Rao, D., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Ney York: Springer.

- Coelli, T., Rao, D., & Battese, G. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis*. New York: Springer.
- E-Bridge. (2014). *Internationale Regulierungssysteme*. Bericht für die Bundesnetzagentur. Bonn.
- E-Control. (2006). *Erläuterungen zu Systemnutzungstarife-Verordnung 2006*. Wien.
- E-Control. (2010). *Erläuterungen zu Systemnutzungstarife-Verordnung 2010*. Wien.
- E-Control. (2013). *Regulierungssystematik für die dritte Regulierungsperiode der Stromverteilnetzbetreiber*. Wien.
- Edvardsen, D., Førsum, F., Hansen, W., Kittelsen, S., & Neurauder, T. (2006). Productivity and regulatory reform of Norwegian distribution utilities. In T. Coelli, & D. Lawrence, *Performance measurement and regulation of network utilities*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Margaritis, D. (2006). Productivity Growth and Convergence in the European Union. *Journal of Productivity Analysis*, 25, S. 111-281.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Changes in Industrialised Countries. *American Economic Review*, 84, S. 66-83.
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productivity Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), S. 253-281.
- Førsum, F., & Kittelsen, S. (1998). Productivity development of Norwegian electricity distribution utilities. *Resource and Energy Economics*, 20, S. 207-224.
- Hense, A., & Stronzik, M. (2005). *Produktivitätsentwicklung der deutschen Strom- und Gasnetzbetreiber - Untersuchungsmethodik und empirische Ergebnisse*. WIK Diskussionsbeitrag Nr. 268, Bad Honnef.
- Hesseling, D., & Sari, M. (2006). The introduction of quality regulation of electricity distribution in The Netherlands. *European Energy Law Report III, hoofdstuk 7, blz. 127 t/m 145*.
- Laffont, J., & Tirole, J. (1992). *A theory of Incentives in Procurement and Regulation*. Cambridge, M.A.
- Müller, G. (2009). *Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor*. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 318, Bad Honnef.
- NordREG. (2011). *Economic regulation of electricity grids in Nordic countries*. Bericht der Nordic Energy Regulators.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2001). *Measuring Productivity: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth*. OECD Manual, Paris.
- O'Mahony, M., & van Ark, B. (2003). *EU productivity and competitiveness: An industry perspective*. Brüssel: Europäische Kommission.

- Polynomics. (2011). *Bestimmung der allgemeinen Produktivität (X-Allgemein) für die österreichische Gaswirtschaft*. Gutachten im Auftrag des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen. Olten.
- Polynomics. (2013). *Berechnung X-Allgemein für die dritte Regulierungsperiode*. Aktualisierung des Gutachtens von Polynomics vom 30. September 2008 im Auftrag von Österreichs Energie. Olten.
- Schleifer, A. (1985). A theory of yardstick competition. *Rand Journal of Economics*, 16(3), S. 319-327.
- Stronzik, M. (2013). *Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition*. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 379, Bad Honnef.
- Stronzik, M., & Franz, O. (2006). *Berechnungen zum generellen X-Faktor für deutsche Strom- und Gasnetze: Produktivitäts- und Inpupreisdifferenzial*. WIK Diskussionsbeitrag Nr. 277, Bad Honnef.
- Tilley, & Weyman-Jones. (1999). *Productivity Growth and Efficiency Change in Electricity Distribution*. The 1999 BIEE Conference, St. John's College Oxford.
- Vassington, P. (2003). Incentive Regulation in Practice: A Massachusetts Case Study. *Review of Network Economics*.
- 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-Consult. (2012). *Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Gasverteilnetzbetreiber*. Studie für E-Control. Bad Honnef.
- WIK-Consult. (2013). *Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Stromverteilnetzbetreiber*. Studie für E-Control. Bad Honnef.

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

- 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 Preis-
setzung im TK-Bereich - unter beson-
derer Berücksichtigung des tech-
nischen Wandels, August 2009
- Nr. 324: Gabriele Kulenkampff:
IP-Interconnection – Vorleistungsdefini-
tion 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 Eisenbahninfrastruktursek-
tor, November 2009
- Nr. 328: Anne Stetter, Sonia Strube Martins:
Der Markt für IPTV: Dienstverfüg-
barkeit, 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 In-
frastruktur, Dezember 2009
- Nr. 331: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia
Niederprüm, Martin Zauner:
Preisstrategien von Incumbents und
Wettbewerbern im Briefmarkt, Dezem-
ber 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 Gasgroß-
handelsmarktes, 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 Ac-
cess auf die Kosten der Sprachtermi-
nierung, März 2010
- Nr. 336: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin
Zauner:
Netzzugang und Zustellwettbewerb im
Briefmarkt, März 2010
- Nr. 337: Christian Growitsch, Felix Höffler, Mat-
thias Wissner:
Marktmachtanalyse für den deutschen
Regelenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von
Volker Köllmann:
Regulierung von Auskunfts- und Mehr-
wertdiensten im internationalen Ver-
gleich, 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 Plückebaum
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 Eisenbahnpersonenfernverkehrs 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 Plückebaum, 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 Plückebaum:
VDSL Vectoring, Bonding und Phantoming: 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 Plückebaum, Peter Stamm:
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 382: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:
Netzugang im Briefmarkt, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 384: Christian M. Bender, Marcus Stronzik:
Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, März 2014
- Nr. 385: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:
Die Marktentwicklung für Cloud-Dienste - mögliche Anforderungen an die Netzinfrastruktur, April 2014
- Nr. 386: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:
Smart Metering Gas, März 2014
- Nr. 387: René Arnold, Sebastian Tenbrock:
Bestimmungsgründe der FTTP-Nachfrage, August 2014
- Nr. 388: Lorenz Nett, Stephan Jay:
Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, September 2014
- Nr. 389: Stephan Schmitt:
Energieeffizienz und Netzregulierung, November 2014
- Nr. 390: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:
Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, September 2014
- Nr. 391: Peter Stamm, Franz Büllingen:
Stellenwert und Marktperspektiven öffentlicher sowie privater Funknetze im Kontext steigender Nachfrage nach nomadischer und mobiler hochbitratiger Datenübertragung, Oktober 2014
- Nr. 392: Dieter Elixmann, J. Scott Marcus, Thomas Plückebaum:
IP-Netzzusammenschaltung bei NGN-basierten Sprachdiensten und die Migration zu All-IP: Ein internationaler Vergleich, November 2014
- Nr. 393: Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:
Implikationen der Internationalisierung von Telekommunikationsnetzen und Diensten für die Nummernverwaltung, Dezember 2014
- Nr. 394: Rolf Schwab:
Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, Dezember 2014
- Nr. 395: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm:
Produktive Effizienz von Postdienstleistern, November 2014
- Nr. 396: Petra Junk, Sonja Thiele:
Methoden für Verbraucherbefragungen zur Ermittlung des Bedarfs nach Post-Universaldienst, Dezember 2014
- Nr. 397: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:
Analyse des Preissetzungsverhaltens der Netzbetreiber im Zähl- und Messwesen, März 2015
- Nr. 398: Annette Hillebrand, Martin Zauner:
Qualitätsindikatoren im Brief- und Paketmarkt, Mai 2015
- Nr. 399: Stephan Schmitt, Marcus Stronzik:
Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen, Juli 2015

ISSN 1865-8997