

# Genereller Produktivitäts- faktor österreichischer Stromverteilnetzbetreiber

Autoren:  
Dr. Marcus Stronzik  
Matthias Wissner

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, 27. Februar 2013



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Der allgemeine X-Faktor im österreichischen Regulierungskontext</b>	<b>2</b>
<b>3 Törnquist-Index</b>	<b>6</b>
3.1 Ansatz	6
3.2 Daten	7
3.2.1 Produktivität	8
3.2.1.1 EUKLEMS	8
3.2.1.2 Statistik Austria	10
3.2.2 Inputpreise	11
3.3 Ergebnisse	14
3.3.1 EUKLEMS	14
3.3.2 Statistik Austria	19
<b>4 Fazit</b>	<b>22</b>
<b>Anhang 1: Formale Darstellung der Indexzahlen</b>	<b>24</b>
<b>Literatur</b>	<b>26</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Vergleich Inputpreisdifferenziale	13
<b>Abbildung 2:</b>	Vergleich der Bruttoproduktionswerte ab 1995	16
<b>Abbildung 3:</b>	Veränderungsraten und Vorleistungsquote	17
<b>Abbildung 4:</b>	TFP Strom EUKLEMS vs. Statistik Austria (BWS)	20

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	ÖNACE 2008 Gliederung Energieversorgung	8
<b>Tabelle 2:</b>	Datenbasis EUKLEMS (Produktivität)	9
<b>Tabelle 3:</b>	Datenbasis Statistik Austria (Produktivität)	10
<b>Tabelle 4:</b>	Datenbasis Inputpreise	12
<b>Tabelle 5:</b>	Ergebnisse EUKLEMS	15
<b>Tabelle 6:</b>	Ergebnisse Statistik Austria	19

## 1 Einleitung

Hinsichtlich der Festlegung des generellen Produktivitätsfaktors für Stromverteilnetzbetreiber für die dritte Periode der Anreizregulierung ab 2014 ist WIK-Consult von E-Control Austria beauftragt worden, entsprechende qualitative und quantitative Analysen durchzuführen. Ziel des Gutachtens ist es, den gegenwärtig für die zweite Regulierungsperiode angewendeten Faktor in Höhe von 1,95% p.a. vor dem Hintergrund verfügbarer empirischer Daten kritisch zu evaluieren.

Das Gutachten ist folgendermaßen aufgebaut: In Kapitel 2 wird die Einbettung des allgemeinen X-Faktors in den regulatorischen Kontext Österreichs diskutiert, indem der Zusammenhang zwischen der Inflationierung der Kostenbasis und dem generellen X-Faktor erläutert wird. Die quantitativen Analysen auf Basis des Törnquist-Indexes erfolgen in Kapitel 3. Nach der Darstellung des allgemeinen Ansatzes wird die Datenbasis beschrieben. Für die Messung der Produktivitätsentwicklungen wird dabei auf zwei unterschiedliche, öffentlich zugängliche Datenquellen (EUKLEMS und Statistik Austria) zurückgegriffen. Danach werden die verwendeten Zeitreihen zur Ermittlung der Inputpreisentwicklungen vorgestellt. Zur Verbesserung der Robustheit der empirischen Ergebnisse werden im Rahmen der Berechnungen verschiedene Sensitivitätsanalysen (z.B. bzgl. des gewählten Stützintervalls und der Abbildung des Sektoroutputs) durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse werden zudem in den Kontext der regulatorischen Rahmenbedingungen in Österreich eingeordnet. In Kapitel 4 werden entsprechende Schlussfolgerungen für die Festlegung des generellen Produktivitätsfaktors für die Zeit ab 2014 abgeleitet.

## 2 Der allgemeine X-Faktor im österreichischen Regulierungskontext

Österreichische Stromverteilnetzbetreiber unterliegen seit 2006 einer Anreizregulierung, die als hybrides Price Cap ausgestaltet ist.<sup>1</sup> Der Ansatz beinhaltet neben einem Effizienzbenchmarking auch einen allgemeinen X-Faktor. Das Effizienzbenchmarking ermittelt unternehmensindividuelle Ineffizienzen. Über entsprechende Effizienzvorgaben (individuelle X-Faktoren) sollen die Netzbetreiber an die Produktionsgrenze effizienter Unternehmen herangeführt werden. Dies wird auch häufig als Catch-up bezeichnet. Der allgemeine X-Faktor hingegen spiegelt den sektoralen technologischen Fortschritt wider; er bildet mithin die Verschiebung der Produktionsgrenze über die Zeit ab (Frontier Shift).

Im Gegensatz zu kostenorientierten Regulierungsregimen haben die betroffenen Unternehmen bei Implementierung eines Price-Cap-Modells einen ausgeprägten Anreiz zum Einsatz einer effizienten Technologie (Innovationseffizienz). Zudem gibt es keine Verzerrungen beim Einsatz von Inputfaktoren in der Produktion (Produktionseffizienz). Anders als im Fall einer kostenorientierten Regulierung unterliegen sie keinem Anreiz, von der kostenminimalen Faktorkombination abzuweichen und zu kapitalintensiv zu produzieren.<sup>2</sup> Anreizorientierte Regulierungsansätze versuchen somit, die Marktkräfte bei funktionsfähigem Wettbewerb zu imitieren. In kompetitiven Märkten zwingen die Wettbewerbskräfte die Marktteilnehmer dazu, Produktivitätsfortschritte zu realisieren und die daraus resultierenden Zugewinne in Form niedriger Preise an die Kunden weiterzugeben. Bei entsprechendem Wettbewerb in einem bestimmten Markt  $i$  drückt die sektorale Preissteigerungsrate für Endkundenprodukte (Inflationsrate der Outputpreise),  $\Delta I_{Output,t}^i$ , die Differenz zwischen der Wachstumsrate der sektoralen Inputpreise,  $\Delta I_{Input,t}^i$ , und der Rate des sektoralen technologischen Fortschritts (Produktivitätswachstum),  $\Delta TFP_t^i$ , aus:

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

Es können mithin nur die um den technischen Fortschritt geminderten Inputpreissteigerungen an die Endkunden weitergegeben werden. Realisiert ein Unternehmen einen geringeren Effizienzzuwachs 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 es entweder keinen Absatz verzeichnet oder aufgrund der nicht marktgerechten Verzinsung kein entsprechendes Kapital attrahieren kann.

<sup>1</sup> Siehe z.B. Haber (2010).

<sup>2</sup> Vgl. hierzu Averch und Johnson (1962).

Diese Zusammenhänge unter wettbewerblichen Bedingungen haben nun wiederum eine entscheidende Auswirkung auf die Bestimmung des allgemeinen X-Faktors im Rahmen einer Anreizregulierung, deren Intention gerade in der Imitation von Wettbewerb besteht. Werden zur Bestimmung der Preisobergrenze die Inputfaktoren (Kostenbasis) mit einem korrespondierenden Inputpreisindex inflationiert, so umfasst der allgemeine X-Faktor lediglich eine Aussage über den zu erwartenden technologischen Fortschritt in der regulierten Branche. Wird zur Ermittlung der Preisobergrenze hingegen eine allgemeine Preissteigerungsrate (z.B. in Form des Verbraucherpreisindex) genutzt, wie dies in den meisten Regulierungsregimen erfolgt, so bestimmt sich der allgemeine X-Faktor,  $X_{Gen,t}$ , aus zwei Komponenten, einem Produktivitäts- und einem Inputpreisdifferenzial.<sup>3</sup> 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 Gesamtwirtschaft, korrigiert um Abweichungen in der Preisentwicklung zwischen Ökonomie und Industrie.

Dies sei anhand einer stilisierten Price-Cap-Regulierung veranschaulicht, in der die Kostenbasis entsprechend den Änderungsraten des Verbraucherpreisindex,  $\Delta CPI_t$ , inflationiert wird und ein allgemeiner X-Faktor zur Anwendung kommt.<sup>4</sup> Die Preisobergrenze für einen Stromnetzbetreiber,  $P_t^{Strom}$ , ergibt sich als:

$$(2) P_t^{Strom} = P_{t-1}^{Strom} (1 + \Delta CPI_t - X_{Gen,t}).$$

Die Preisobergrenze eines Netzbetreibers korrespondiert mit entsprechenden Netzentgelten, die wiederum die Outputpreise des Stromnetzbetreibers darstellen. Mit  $\frac{P_t^{Strom}}{P_{t-1}^{Strom}} - 1 = \Delta I_{Output,t}^{Strom}$  folgt daher:

$$(3) \Delta I_{Output,t}^{Strom} = \Delta CPI_t - X_{Gen,t}.$$

Die Änderungsraten des Verbraucherpreisindex bilden als Inflationsraten die Entwicklung der Outputpreise der Gesamtwirtschaft (GW) ab ( $\Delta CPI_t = \Delta I_{Output,t}^{GW}$ ). Bei einer wettbewerblich organisierten Volkswirtschaft drückt die allgemeine Inflationsrate die Differenz zwischen der Wachstumsrate der Inputpreise der Gesamtwirtschaft ( $\Delta I_{Input,t}^{GW}$ )

<sup>3</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass Bernstein und Sappington (1999) bei der Ableitung der entsprechenden Formel explizit annehmen, dass die Kostenbasis mit einem nationalen Outputpreisindex („economy-wide rate of output price inflation“, Seite 10) inflationiert wird.

<sup>4</sup> Ein Beispiel für diesen Anwendungsfall bieten die Anreizregulierungen für Strom- und Gasverteilnetzbetreiber in Deutschland, da die folgenden Ausführungen auch für das dort praktizierte Revenue Cap ihre Gültigkeit behalten. Zu weiterführenden Diskussionen und Analysen hinsichtlich des deutschen Regulierungskontexts siehe z.B. Hense und Stronzik (2005), Stronzik und Franz (2006) sowie Stronzik (2006).

und der Rate des allgemeinen Produktivitätswachstums (gemessen als Änderung der totalen Faktorproduktivität der Gesamtwirtschaft,  $\Delta TFP_t^{GW}$ ) aus. Daraus folgt:

$$(4) \Delta I_{Output,t}^{Strom} = \left[ \Delta I_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW} \right] - X_{Gen,t}.$$

In diesem Fall muss der allgemeine X-Faktor als relative Größe ausgedrückt werden, der aus der Differenz zwischen der Produktivitätsentwicklung der regulierten Branche und der Gesamtwirtschaft (Produktivitätsdifferenzial) sowie aus der Differenz der Inputpreisentwicklung der Gesamtwirtschaft und der regulierten Branche (Inputpreisdifferenzial) besteht. Mit  $X_{Gen,t} = (\Delta TFP_t^{Strom} - \Delta TFP_t^{GW}) + (\Delta I_{Input,t}^{GW} - \Delta I_{Input,t}^{Strom})$  folgt:

$$(5) \Delta I_{Output,t}^{Strom} = \left[ \Delta I_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW} \right] - \left[ (\Delta TFP_t^{Strom} - \Delta TFP_t^{GW}) + (\Delta I_{Input,t}^{GW} - \Delta I_{Input,t}^{Strom}) \right].$$

Die Terme für die Gesamtwirtschaft heben sich gegenseitig auf und für die Änderung der Outputpreise des regulierten Sektors ergibt sich:

$$(6) \Delta I_{Output,t}^{Strom} = \Delta I_{Input,t}^{Strom} - \Delta TFP_t^{Strom}.$$

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

$$(7) X_{Gen,t} = \Delta TFP_t^{Strom}.$$

Die Inflationierung der Kostenbasis erfolgt in Österreich derzeit mittels des sogenannten Netzbetreiberpreisindex (NPI), der sich wie folgt zusammensetzt:<sup>5</sup>

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

Der NPI stellt auf den ersten Blick eine Mischung aus zwei Inputpreisindices und einem Outputpreisindex dar, wobei die beiden Inputpreisindices mit einem Gewicht von zusammen 70% deutlich überwiegen. Der Verbraucherpreisindex dient zudem der Abbildung der sonstigen Kosten eines Netzbetreibers wie z.B. Fuhrpark und IT-Ausstattung. Da sich die Gewichtung der Einzelindices an den durchschnittlichen Kostenstrukturen

---

<sup>5</sup> Siehe E-Control (2006: 30).



von Stromverteilnetzbetreibern orientiert, ist der Netzbetreiberpreisindex als sektoraler Inputpreisindex aufzufassen und nicht als gesamtwirtschaftlicher Outputpreisindex.

Vor dem derzeit gültigen Regulierungshintergrund ist daher eine Ermittlung des allgemeinen X-Faktors gemäß Gleichung (7) problemadäquat, d.h., dass sich der allgemeine X-Faktor allein nach der Änderung der totalen Faktorproduktivität im Stromsektor bemisst. Allerdings finden gegenwärtig Gespräche zwischen der Regulierungsbehörde und den Netzbetreibern statt, die auf eine mögliche Änderung des Netzbetreiberpreisindex für die dritte Regulierungsperiode hindeuten. Unter Umständen findet eine Änderung dahingehend statt, dass der Baupreisindex herausfällt und nur noch ein Tariflohnindex sowie der Verbraucherpreisindex eingehen. In diesem Fall würde der NPI seine eindeutige Inputorientierung zum Teil einbüßen und eher eine Mischform zwischen Output- und Inputpreisindex annehmen. Um diesen Tendenzen Rechnung zu tragen, werden im weiteren Verlauf neben reinen sektoralen TFP-Betrachtungen auch Analysen auf Basis eines Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzials durchgeführt. Abschließend sei jedoch noch einmal betont, dass die alleinige Anwendung der Differenzialbetrachtung nur dann gerechtfertigt ist, wenn eine Inflationierung der Kostenbasis ausschließlich durch einen gesamtwirtschaftlichen Outputpreisindex (z.B. den Verbraucherpreisindex) erfolgt.

### 3 Törnquist-Index

Nach den qualitativen Vorüberlegungen zum allgemeinen X-Faktor im österreichischen Regulierungskontext erfolgen in diesem Kapitel die quantitativen Analysen auf Basis von makroökonomischen Daten. Als methodischer Ansatz wird der Törnquist-Index verwendet. Einleitend wird kurz die grundsätzliche Methodik gegenüber anderen möglichen Ansätzen abgegrenzt gefolgt von der Darstellung der wesentlichen Datengrundlagen für die quantitative Bestimmung des sektoralen Produktivitätsfortschrittes. Aufgrund der sich abzeichnenden Änderungen beim Netzbetreiberpreisindex werden neben Produktivitäts- auch Inputpreisentwicklungen betrachtet. Abschließend werden die wichtigsten empirischen Ergebnisse vor dem Hintergrund der spezifischen regulatorischen Rahmenbedingungen in Österreich diskutiert.

#### 3.1 Ansatz

Wie in Kapitel 2 erläutert wurde, ist die Änderung der totalen Faktorproduktivität ( $\Delta TFP$ ) ein zentraler Bestandteil zur Ermittlung des allgemeinen X-Faktors im Rahmen der Anreizregulierung. Grundsätzlich wird die Produktivität definiert als Verhältnis eines oder mehrerer Outputs zu einer oder mehrerer Inputgrößen. Hinsichtlich der Bestimmung stehen eine Reihe von Ansätzen zur Verfügung. Aus theoretischer Sicht am vorteilhaftesten ist der Malmquist-Index, da er grundsätzlich keine Preisinformationen erfordert und anhand reiner Output- und Inputmengen ermittelt werden kann.<sup>6</sup> Die Bestimmung der totalen Faktorproduktivität unterliegt somit den geringsten produktionstheoretischen Restriktionen. Ferner ermöglicht er durch die Verwendung von Distanzfunktionen eine Dekomposition der Produktivitätsänderungen in ihre eigentlichen Ursachen. Neben dem technologischen Fortschritt, der Gegenstand des allgemeinen X-Faktors ist, kann sich die Produktivität z.B. auch aufgrund einer verbesserten technischen Effizienz oder aufgrund von Skaleneffekten ändern. Diese Separierung der Ursachen können die Indices, die der Klasse der Indexzahlen<sup>7</sup> angehören (Paasche, Laspeyres, Fisher und Törnquist), nicht leisten. Ihre Stärke liegt darin, dass das Datenerfordernis bei ihnen deutlich geringer ist als beim Malmquist-Index, da keine unternehmensindividuellen Daten erforderlich sind. Um die Leistung eines Sektors zu messen, nutzen die Indexzahlen einen indirekten Ansatz. Es werden makroökonomische Zeitreihen verwendet, die neben einer Mengen- auch eine Wertkomponente aufweisen. Zur Bestimmung der Produktivität müssen diese Zeitreihen daher um Preiseffekte bereinigt werden (Deflationierung). Durch den Rückgriff auf Preisinformationen bilden die Indexzahlen nur unter bestimmten restriktiven Bedingungen die wahre Produktivitätsänderung ab. Die Indices nach Paasche und Laspeyres, die implizit eine lineare Produktionsfunktion unterstellen, bil-

---

<sup>6</sup> Im Regulierungskontext werden bei der Anwendung des Malmquist-Indexes allerdings oft die Kosten unterschiedlicher Inputfaktoren betrachtet, so dass bei Produktivitätsuntersuchungen über einen gewissen Zeitraum ebenfalls Preisbereinigen (Deflationierung) erforderlich werden.

<sup>7</sup> In der Literatur wird oft die englische Bezeichnung „Index Numbers“ verwendet. Eine formale Darstellung des Törnquist-Indexes sowie der anderen drei genannten Indexzahlen ist im Anhang 1 zu finden.

den die obere (Paasche) bzw. untere (Laspeyres) Schranke für den „wahren“ Produktivitätsindex nach Malmquist. Fisher und Törnquist bilden den Malmquist-Index unter bestimmten Bedingungen sogar 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.<sup>8</sup> Diese theoretische 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.<sup>9</sup> Da sowohl bei EUKLEMS als auch Statistik Austria die makroökonomischen Zeitreihen für Österreich als Kettenindices ausgestaltet sind, wird in den folgenden empirischen Produktivitätsanalysen der Törnquist-Index angewendet. Eine weitere Rechtfertigung erfährt der Ansatz durch die weite Verbreitung in internationalen Studien zur Ermittlung von Produktivitätsentwicklungen.<sup>10</sup>

### 3.2 Daten

Aufgrund der sich abzeichnenden Anpassungen beim Netzbetreiberpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis werden Daten zur Bestimmung der Produktivitäts- und Inputpreisentwicklungen sowohl für den Sektor der Elektrizitätsversorgung als auch für die Gesamtwirtschaft benötigt. Hinsichtlich der Bestimmung der sektoralen Produktivitäts- und Inputpreisentwicklungen der österreichischen Stromverteilnetzbetreiber sollte ein möglichst exaktes Branchenaggregat herangezogen werden. Nach der österreichischen Wirtschaftstätigkeitenklassifikation ÖNACE 2008 käme das Aggregat D 35.13 „Elektrizitätsverteilung“ dieser Forderung nach (siehe **Tabelle 1**). Die Recherche und Gespräche mit der Statistik Austria haben jedoch gezeigt, dass Daten – wenn überhaupt – nur für das Aggregat ÖNACE D 35.1 „Elektrizitätsversorgung“ für einen ausreichend langen Zeitraum verfügbar sind (in der Regel ab 1995). Die Elektrizitätsversorgung umfasst neben der Verteilung auch den Transport sowie die Erzeugung und den Handel - mithin die gesamte Wertschöpfungskette des Stromsektors. Für Zeiträume vor 1995 stehen in der Regel nur Daten für das Aggregat ÖNACE D 35 „Energieversorgung“ zur Verfügung, das jedoch zu einem wesentlichen Teil durch Entwicklungen im Stromsektor determiniert wird. Für die quantitativen Analysen werden jeweils die Zeitreihen verwendet, die dem Aggregat D 35.13 am nächsten verwandt sind und für einen

---

<sup>8</sup> Vgl. Coelli et al. (1998: 122ff).

<sup>9</sup> Für eine vertiefte Diskussion der Vor- und Nachteile der einzelnen Indices siehe z.B. Coelli et al. (1998) und Hense und Stronzik (2005).

<sup>10</sup> Siehe z.B. OECD (2001) und O'Mahony und van Ark (2003).

ausreichend langen Zeitraum zur Verfügung stehen. Sie können mithin als Proxy für Entwicklungen bei Stromverteilnetzbetreibern angesehen werden.

**Tabelle 1:** ÖNACE 2008 Gliederung Energieversorgung

ÖNACE-Code	Titel
D 35	Energieversorgung
D 35.1	Elektrizitätsversorgung
D 35.11	Elektrizitätserzeugung
D 35.12	Elektrizitätsübertragung
D 35.13	Elektrizitätsverteilung
D 35.14	Elektrizitätshandel
D 35.2	Gasversorgung
D 35.21	Gaserzeugung
D 35.22	Gasverteilung durch Rohrleitungen
D 35.23	Gashandel durch Rohrleitungen
D 35.3	Wärme- und Kälteversorgung

Quelle: Statistik Austria

### 3.2.1 Produktivität

Um die Robustheit der empirischen Ergebnisse zu erhöhen, wird hinsichtlich der Produktivitätsentwicklungen auf zwei unterschiedliche Datenquellen zurückgegriffen. Beide sind öffentlich zugänglich, so dass neben der Robustheit ein hohes Maß an Transparenz gewährleistet wird. Neben Statistik Austria werden Informationen der Datenbank EUKLEMS verwendet.<sup>11</sup>

#### 3.2.1.1 EUKLEMS

Die Datenbank EUKLEMS umfasst für Österreich einen Zeitraum von 1970 bis 2007. Reale Werte beziehen sich auf Preise von 1995. Aufgrund der Datenverfügbarkeit von Statistik Austria werden jedoch nur Informationen ab 1980 verwendet, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Datenquellen zu gewährleisten. Ferner dienen die Analysen zu einer Abschätzung zukünftiger Produktivitätspotenziale, die von den Netzbetreibern in der dritten Regulierungsperiode realisiert werden können. Für eine solche Prognose spielen weit in der Vergangenheit liegende Informationen naturgemäß nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Im Rahmen der Produktivitätsberechnungen werden zudem zwei mögliche Abbildungen des Outputs unterschieden, der Bruttoproduktionswert (BPW) und die Bruttowertschöpfung (BWS) (bzw. das Bruttoinlandsprodukt für die Gesamtwirtschaft). Für beide Grö-

<sup>11</sup> Für Statistik Austria siehe <http://www.statistik.at/>. Für EUKLEMS siehe <http://www.euklems.net/>.

ßen bietet EUKLEMS ab 1995 Werte für die Elektrizitätsversorgung an, während davor nur Werte für das Aggregat Energieversorgung vorhanden sind. Um eine durch Zeitreihenbrüche bedingte Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden, werden Zeiträume von 1981 bis 1994 sowie ab 1995 betrachtet.

**Tabelle 2:** Datenbasis EUKLEMS (Produktivität)

Variable	Abgrenzung	Verfügbarkeit	Quelle
<b>Outputindex</b>			
Produktionswert zu Herstellungspreisen, verkettete Volumenindizes (1995=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2007 1980-2007 1995-2007	EUKLEMS
Bruttoinlandsprodukt Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen, verkettete Volumenindizes (1995=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2007 1980-2007 1995-2007	EUKLEMS
<b>Inputindex</b>			
Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35.1	1980-2007	EUKLEMS
Vorleistungen, verkettete Volumenindizes (1995=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2007 1980-2007 1995-2007	EUKLEMS
Kapitalstock, Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1995	Gesamtwirtschaft ÖNACE DE	1980-2007	EUKLEMS
<b>Gewichtung Inputindex</b>			
Arbeitnehmerentgelt, nominal	Gesamtwirtschaft ÖNACE DE	1980-2007	Statistik Austria
Unternehmens- und Vermögenseinkommen, nominal	Gesamtwirtschaft ÖNACE DE	1980-2007	Statistik Austria

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die Wahl der Outputgröße (BPW oder BWS) entscheidet darüber hinaus über die zu betrachtenden Inputgrößen. Während beim BPW alle drei Inputfaktoren Arbeit, Kapital und Vorleistungen zu berücksichtigen sind, um eine konsistente Abbildung der Output- und Inputseite zu gewährleisten, korrespondiert die BWS nur mit Arbeit und Kapital. Da es sich bei der BWS um den um Vorleistungen bereinigten BPW handelt, sollten daher beide Ansätze zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der für einen bestimmten Zeitraum berechneten Produktivitätsentwicklungen führen.

Da EUKLEMS keine Informationen hinsichtlich der Gewichtung der Inputfaktoren beinhaltet (z.B. Arbeitnehmerentgelt), wurde an dieser Stelle auf entsprechende Daten der Statistik Austria abgestellt. Bei der Gewichtung wird die bereinigte Lohnquote angewendet. Hierbei wird das Arbeitnehmerentgelt um das Verhältnis von Erwerbstätigen zu Arbeitnehmern bereinigt, womit implizit unterstellt wird, dass beide Gruppen das gleiche Durchschnittseinkommen beziehen. Bei der Verwendung des BPW erfolgt eine weitere

Bereinigung um die Vorleistungsquote, gemessen als Anteil der nominalen Vorleistungen am nominalen BPW. Die Residualgröße bildet mithin die Kapitalquote. Für die Quotenbestimmung werden gleitende Zweijahresdurchschnitte verwendet. Einen Überblick über die verwendeten Zeitreihen ist in **Tabelle 2** enthalten.

### 3.2.1.2 Statistik Austria

Im Rahmen der Datenzusammenstellung für Statistik Austria wurde für die Gesamtwirtschaft vorwiegend auf die Veröffentlichung „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Hauptergebnisse“ vom August 2012 rekurriert, wodurch sich die Datenverfügbarkeit von 1980 bis 2011 erstreckt.<sup>12</sup> Reale Werte beziehen sich auf Preise von 2005. Im Gegensatz zu EUKLEMS, das nur Informationen bis 2007 beinhaltet, stellt Statistik Austria somit eine wesentlich aktuellere Datenbasis zur Verfügung.

**Tabelle 3:** Datenbasis Statistik Austria (Produktivität)

Variable	Abgrenzung	Verfügbarkeit	Quelle
<b>Outputindex</b>			
Produktionswert zu Herstellungspreisen, verkettete Volumenindizes (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2011 1980-2011 1995-2011	Statistik Austria
Bruttoinlandsprodukt Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen, verkettete Volumenindizes (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2011 1980-2011 1995-2011	Statistik Austria
<b>Inputindex</b>			
Geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35	1980-1994 1995-2011 1980-1994 1995-2011	EUKLEMS Statistik Austria EUKLEMS Statistik Austria
Vorleistungen, verkettete Volumenindizes (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35 ÖNACE D 35.1	1980-2011 1980-1994 1995-2010	Statistik Austria
Kapitalstock, Bruttoanlagevermögen in Preisen von 2005	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35	1980-2011 1980-2011	Statistik Austria
<b>Gewichtung Inputindex</b>			
Arbeitnehmerentgelt, nominal	Gesamtwirtschaft ÖNACE DE	1980-2011	Statistik Austria
Unternehmens- und Vermögenseinkommen, nominal	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35.1	1980-2011	Statistik Austria

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

<sup>12</sup> Siehe [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/volkswirtschaftliche\\_gesamtrechnungen/bruttoinlandsprodukt\\_und\\_hauptaggregate/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/bruttoinlandsprodukt_und_hauptaggregate/index.html)

Für die Stromwirtschaft sind für die meisten Output- und Inputgrößen Daten ab 1995 für das Aggregat ÖNACE D 35.1 „Elektrizitätsversorgung“ verfügbar. Da Arbeitsstunden für Erwerbstätige grundsätzlich erst ab 1995 von Statistik Austria ausgewiesen werden, werden vor 1995 ersatzweise Werte aus EUKLEMS herangezogen. Die Gewichtung der Inputindices erfolgt analog zu den Ausführungen bei EUKLEMS. Um eine Ergebnisverfälschung durch Zeitreihenbrüche zu vermeiden, werden auch im Rahmen der Berechnungen auf Basis von Statistik Austria grundsätzlich die beiden Zeiträume 1981 bis 1994 und 1995 bis 2011 separat betrachtet und ausgewiesen. Wie aus **Tabelle 3** ersichtlich ist, stellt Statistik Austria im Gegensatz zu EUKLEMS ab 1995 eine konsistente Datenbasis bereit, da keine Vermischung mit anderen Quellen mehr erfolgen muss.

### 3.2.2 Inputpreise

Für die Abbildung der Preisentwicklungen der drei potenziellen Inputfaktoren (Arbeit, Kapital und Vorleistungen) im Stromsektor und der Gesamtwirtschaft bietet Statistik Austria eine konsistente Datenbasis ab 1995 (siehe **Tabelle 4**). Für Kapital und Vorleistungen werden die Deflatoren der entsprechenden Zeitreihen verwendet, die sich aus dem Verhältnis der nominalen zu den realen Werten bestimmen lassen. Hinsichtlich Arbeit wird auf den sektoralen Tariflohnindex (TLI) zurückgegriffen. Der TLI86 weist hier auch die sektorale Entwicklung in Form der Lohnentwicklung für Arbeiter und Angestellte in Elektrizitätswerken aus. Während Arbeit und Vorleistungen mit dem Aggregat ÖNACE D 35.1 (Elektrizitätsversorgung) korrespondieren, beinhaltet das Aggregat für den sektoralen Kapitalpreisindex neben der Energie- auch die Wasserversorgung (ÖNACE DE). Tiefer gegliederte Angaben liegen hier nicht vor.

Die Gewichtung der Einzelindices zu einem Gesamtinputpreisindex erfolgt analog der Gewichtung des Inputindex im Rahmen der Produktivitätsbetrachtungen (siehe Abschnitt 3.2.1). Daraus folgt, dass im Rahmen einer BWS-Betrachtung nur die Preise von Arbeit und Kapital Eingang finden, während die Berechnung auf Basis des BPW die Preisentwicklungen aller drei Inputfaktoren berücksichtigt. Zur Bestimmung des Inputpreisdifferenzials wird das arithmetische Mittel der Änderungsraten der jeweiligen Inputpreisindices über den betrachteten Zeitraum gebildet.<sup>13</sup>

Für den Zeitraum vor 1995 wird behelfsweise auf Berechnungen der Inputpreisentwicklungen von Polynomics zurückgegriffen,<sup>14</sup> die im Rahmen eines Branchengutachtens für den Gassektor erstellt wurden und einen Zeitraum von 1980 bis 2007 abdecken. Schweinsberg et al. (2012) zeigen eine Reihe von Kritikpunkten dieses Ansatzes auf. So bleiben die sektoralen Preisentwicklungen für Kapital und die Preisentwicklungen für Kapital und Arbeit in der Gesamtwirtschaft gänzlich unberücksichtigt. Der gesamtwirt-

<sup>13</sup> Das arithmetische wird dem geometrischen Mittel vorgezogen, um die Konsistenz mit den Produktivitätsberechnungen zu gewährleisten. Die Abweichungen zwischen beiden Ansätzen sind vernachlässigbar.

<sup>14</sup> Für nähere Erläuterungen zur Ermittlung der Inputpreisentwicklungen für die Gesamtwirtschaft und den Energiesektor sei an dieser Stelle auf Vaterlaus et al. (2011: 23ff.) verwiesen.

schaftliche Tariflohnindex wird zur Abbildung der sektoralen Lohnentwicklungen herangezogen. Trotz der unterschiedlichen Konzepte wird für Berechnungen auf Basis der BWS als auch des BPW der gleiche Inputpreisindex angewendet. Dies führt zu Inkonsistenzen mit der für die TFP-Ermittlung verwendeten Größen.

**Tabelle 4:** Datenbasis Inputpreise

Variable	Abgrenzung	Verfügbarkeit	Quelle
<b>Inputpreisindex vor 1995 (Vaterlaus et al. 2011)</b>			
Preisindex Vorleistungen (2000=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35	1980-2007 1980-2007	EUKLEMS
Tariflohnindex (2000=100)	Gesamtwirtschaft	1980-2007	Statistik Austria
Gewichtung: IO-Tabellen	ÖNACE Unterabschnitte	1980-2007	Statistik Austria
<b>Inputpreisindex ab 1995</b>			
Deflator Bruttoanlagevermögen (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE DE	1980-2011 1980-2011	Statistik Austria
Deflator Vorleistungen (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35.1	1993-2011 1995-2011	Statistik Austria
Tariflohnindex (TLI76/86/06) (2005=100)	Gesamtwirtschaft ÖNACE D 35.1	1980-2011 1987-2011	Statistik Austria
Gewichtung analog Inputindex			

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

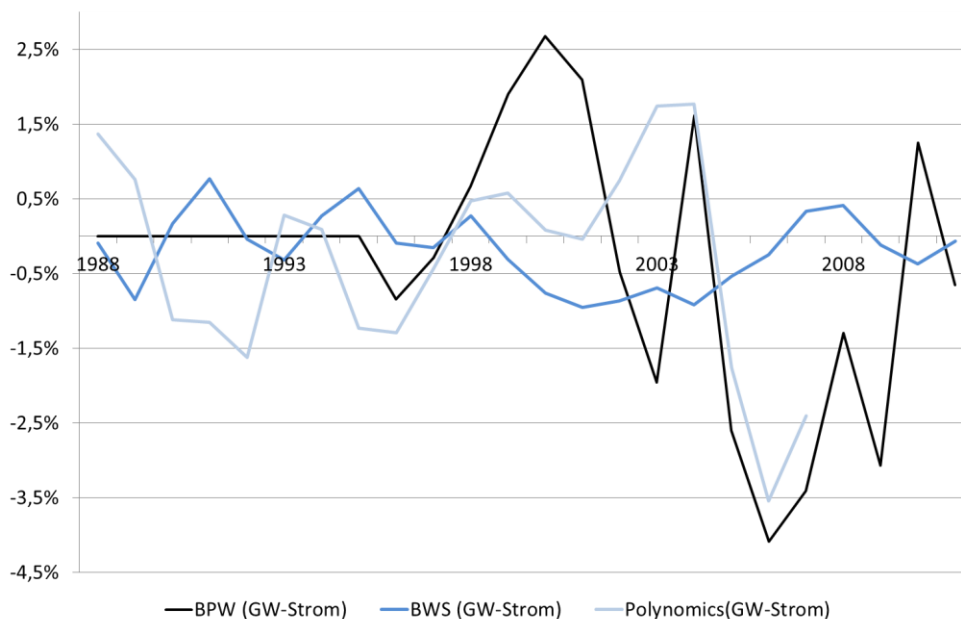
Trotz dieser schwerwiegenden Probleme erfolgt ein Rückgriff aus folgenden Beweggründen. Zum einen stellt Statistik Austria keine konsistente Datenbasis für diesen Zeitraum zur Verfügung. Obwohl das Gutachten von Polynomics für den Gassektor erstellt wurde, haben in die Berechnungen zur sektoralen Inputpreisentwicklung keine gasspezifischen Zeitreihen Eingang gefunden. Es werden lediglich Informationen für das Aggregat Energieversorgung verwendet, die vor allem durch Entwicklungen im Stromsektor determiniert werden. Ferner erfolgte die Strommarktliberalisierung deutlich nach 1995, so dass der Zeitraum bis 1995 generell von beschränkter Aussagekraft hinsichtlich zukünftiger Produktivitätspotenziale österreichischer Stromnetzbetreiber ist.

Für überlappende Zeiträume sind in **Abbildung 1** die Verläufe der unterschiedlichen Inputpreisdifferenziale als Differenz der Änderungsraten der gesamtwirtschaftlichen (GW) und sektoralen (Strom) Inputpreisentwicklungen abgetragen. Beim Ansatz von Polynomics (hellblaue Linie) spielt es keine Rolle, ob BWS oder BPW betrachtet werden. Während für Statistik Austria das Inputpreisdifferenzial für die BWS bereits ab 1988 berechnet werden kann, sind entsprechende Werte auf Basis der BPW erst ab 1996 verfügbar, was in den kürzeren Preiszeitreihen der Vorleistungen begründet ist. Der Verlauf des Inputpreisdifferenzials auf Basis der Polynomics-Berechnungen ähnelt dabei relativ stark der Entwicklung der Inputpreise auf Basis des BPW, wenn rein auf



Daten von Statistik Austria abgestellt wird (BPW(GW-Strom)). Der BWS-Verlauf weist einen deutlich abweichenden Verlauf auf. Daraus folgt, dass die Verläufe bei Polynomics und BPW vor allem durch Preisentwicklungen bei den Vorleistungen beeinflusst werden. Die Mittelwerte für die Überlappungszeiträume (1988 bis 2007 bei BWS und 1996 bis 2007 bei BPW) liegen hingegen alle relativ nahe beieinander (-0,25% bis 0,40% p.a.).

**Abbildung 1:** Vergleich Inputpreisdifferenziale



Quelle: Eigene Berechnungen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass eine Vermischung von Daten unterschiedlicher Datenquellen nicht unproblematisch ist. Quellen weisen oft eine unterschiedliche Datengüte auf. Ferner unterscheiden sich Daten dieser Quellen auch häufig hinsichtlich ihres Aussagegehaltes. Dies gilt auch für die beiden im Rahmen dieses Gutachtens verwendeten Datenquellen EUKLEMS und Statistik Austria. EUKLEMS basiert zwar zum größten Teil auf Daten von Statistik Austria, nimmt aber diverse Umformungen vor, die die Vergleichbarkeit von Daten beider Quellen einschränken.<sup>15</sup> Eine Vermischung von Datenquellen kann nur für den Zeitraum ab 1995 vermieden werden, wenn für die Produktivitätsberechnungen auf Statistik Austria zurückgegriffen wird. Nur in diesem Fall ist eine konsistente, nur auf einer Datenquelle basierende Analyse gewährleistet. In allen anderen Fällen werden Informationen beider Quellen vermischt.

<sup>15</sup> Siehe Timmer et al. (2007).

Dies gilt insbesondere, wenn für die Produktivität EUKLEMS-Daten herangezogen werden.

### 3.3 Ergebnisse

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse für die beiden im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten Datenquellen zur Abbildung der Produktivitätsentwicklungen, EUKLEMS und Statistik Austria, vorgestellt und in den regulatorischen Kontext österreichischer Stromverteilnetzbetreiber eingeordnet. Das Vorgehen bei den Inputpreisen ist in beiden Fällen identisch und erfolgt analog den Erläuterungen in Abschnitt 3.2.2.<sup>16</sup>

#### 3.3.1 EUKLEMS

Neben der Betrachtung der beiden möglichen Abbildungen des Outputs (BPW bzw. BWS) werden vier unterschiedliche Stützintervalle betrachtet. Viele Zeitreihen weisen Brüche (z.B. durch den Wechsel auf ein anderes Aggregat) im Jahr 1995 auf. Um eine durch diese Brüche bedingte Gefahr verfälschter Ergebnisse zu umgehen, ergibt sich eine automatische Teilung des gesamten Stützintervalls in zwei Zeiträume, 1981 bis 1994 (Intervall 1) und 1996 bis 2007 (Intervall 2). Das zweite Intervall umschließt mit 2001 zudem das Jahr, in dem der österreichische Elektrizitätsmarkt vollständig liberalisiert wurde. Seit Oktober 2001 haben alle Stromkunden die freie Wahl ihres Lieferanten. Neben dem Zeitraum 1996 bis 2007 werden daher noch zwei weitere Subintervalle, 1996 bis 2001 (Intervall 2a) sowie 2001 bis 2007 (Intervall 2b), betrachtet. Das Intervall 1 beinhaltet den Vorliberalisierungszeitraum, in dem die Stromnetzbetreiber weitestgehend unter Monopolbedingungen agiert haben. Wirksame Liberalisierungseffekte sind erst im Rahmen von Intervall 2 zu erwarten. Dabei deckt der Zeitraum 1996 bis 2001 gewissermaßen Maßnahmen der Netzbetreiber ab, die diese im Vorgriff auf die sich abzeichnenden Änderungen der regulatorischen Rahmenbedingungen unternommen haben. Das Intervall 2a kann mithin als Übergangszeitraum charakterisiert werden, wohingegen das Intervall 2b als Liberalisierungszeitraum klassifiziert werden kann. Während dieser Zeit haben die Unternehmen in einem vollständig liberalisierten Marktumfeld agiert. Ferner deckt der Zeitraum 2001 bis 2007 auch die ersten beiden Jahre der seit 2006 implementierten Anreizregulierung für Stromnetzbetreiber ab.

In Tabelle 5 sind die wesentlichen Ergebnisse für die beiden Outputmaße Bruttowertschöpfung (BPW) und Bruttowertschöpfung (BWS) auf Basis der Datenbank EUKLEMS für die unterschiedlichen Stützintervalle dargestellt. Während EUKLEMS vor 1995 in der Regel nur Zeitreihen für das Aggregat Energieversorgung offeriert, sind nach 1995 für

---

<sup>16</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass es zwischen beiden Datenquellen für Zeiträume nach 1995 zu numerischen Abweichungen für den gleichen Betrachtungsfall kommen kann. Dies ist auf Unterschiede in den Gewichtungen zurückzuführen, die sich aus den Berechnungen ergeben.

die meisten Variablen sektorspezifische Zeitreihen vorhanden, die die Gegebenheiten von Stromnetzbetreibern besser widerspiegeln. Allerdings beziehen sich diese Daten weiterhin auf die gesamte Wertschöpfungskette der Stromversorgung (inkl. Erzeugung und Vertrieb).

**Tabelle 5:** Ergebnisse EUKLEMS

Zeitspanne	Intervall 1 1981-1994	Intervall 2 1996-2007	Intervall 2a 1996-2001	Intervall 2b 2001-2007
<i>Bruttoproduktionswert</i>				
Differenzial	0,07%	0,80%	2,98%	-0,21%
IP-Differenzial (GW-Strom)	-0,12%	-0,42%	0,99%	-1,23%
TFP-Differenzial (Strom-GW)	0,19%	1,22%	1,99%	1,02%
TFP GW	0,68%	0,50%	0,55%	0,35%
TFP Strom	0,87%	1,72%	2,54%	1,37%
50/50	0,47%	1,26%	2,76%	0,58%
<i>Bruttowertschöpfung/BIP</i>				
Differenzial	0,70%	3,62%	4,61%	3,79%
IP-Differenzial (GW-Strom)	-0,12%	-0,41%	-0,38%	-0,52%
TFP-Differenzial (Strom-GW)	0,82%	4,03%	4,99%	4,31%
TFP GW	1,38%	1,03%	1,09%	0,75%
TFP Strom	2,20%	5,06%	6,08%	5,06%
50/50	1,45%	4,34%	5,35%	4,43%

Quelle: Eigene Berechnungen.

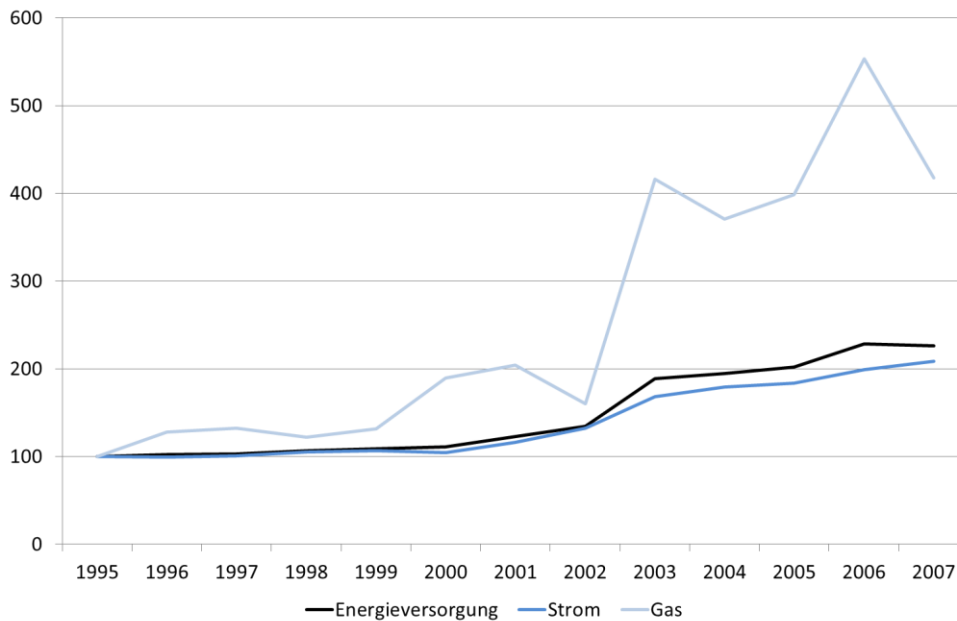
Im Folgenden wird aufgrund der in Kapitel 2 skizzierten Argumentationslinie zunächst auf die Ergebnisse zur Änderung der totalen Faktorproduktivität des Stromsektors (TFP Strom) eingegangen. Im Vergleich zu analogen Berechnungen für Gasverteilnetzbetreiber<sup>17</sup> liegen die Werte mit ca. 2 bis 4 Prozentpunkten signifikant unter den Werten für Gas. Hauptgrund sind die geringeren Steigerungen für die Outputmaße. **Abbildung 2** veranschaulicht dies anhand der Entwicklungen des Bruttoproduktionswertes seit 1995 für die Aggregate Energieversorgung, Strom und Gas.

Beim Vergleich der unterschiedlichen Berechnungen für die Stromverteilnetzbetreiber fällt auf, dass die TFP-Werte im Vorliberalisierungszeitraum deutlich geringer ausfallen, was die Erwartung höherer Produktivitätsfortschritte im Zuge der Strommarktliberalisierung bestätigt. Dieses Phänomen ist bei der BWS ausgeprägter als beim BPW. Allerdings schwächt sich die Entwicklung gegen Ende des Betrachtungszeitraumes leicht ab. Sowohl beim BPW als auch bei der BWS liegen die TFP-Werte des Intervalls 2b unter denen des Intervalls 2a. Generell liegen die Werte für die Bruttowertschöpfung signifikant über denen unter Verwendung des Bruttoproduktionswertes. Während die BPW-Werte eher unter der derzeit gültigen regulatorischen Vorgabe in Höhe von 1,95%

<sup>17</sup> Siehe Schweinsberg et al. (2012).

liegen, übersteigen die BWS Ergebnisse diesen Wert deutlich, insbesondere in den Zeiträumen nach 1995.

**Abbildung 2:** Vergleich der Bruttonproduktionswerte ab 1995

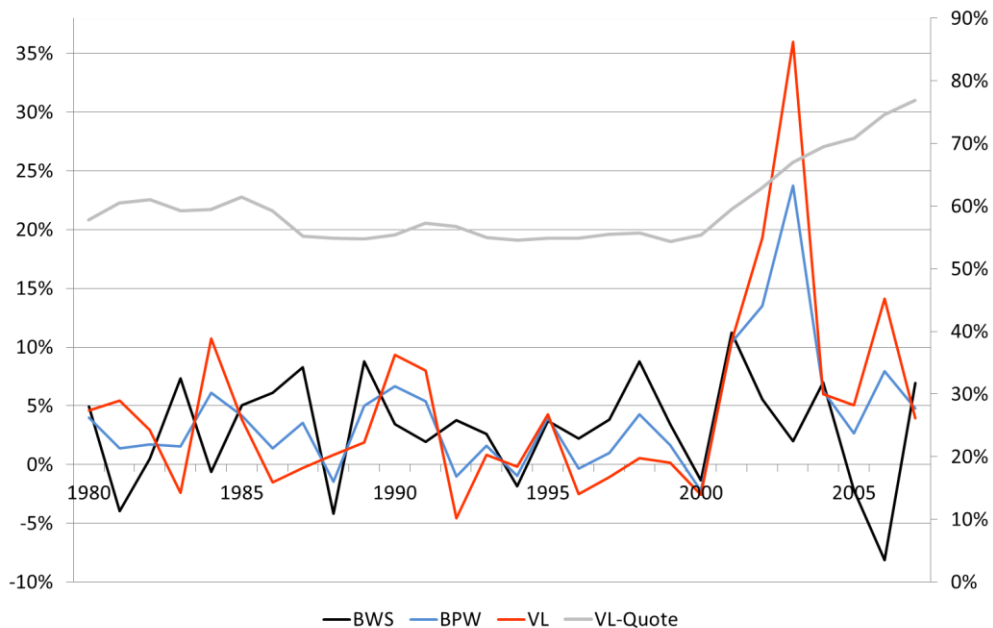


Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Begründung für die höheren Produktivitätsänderungen auf Basis der BWS im Vergleich zum BPW ist zweigeteilt. Während dieses Ergebnis vor 2000 outputgetrieben ist, liegt der Grund danach vor allem in der Entwicklung der Vorleistungen. Wie in **Abbildung 3** dargestellt, liegen die Änderungsraten der BWS vor 2000 in der Regel über denen des BPW. Im Durchschnitt steigt die BWS in diesem Zeitraum mit 3,0% p.a., während der BPW nur mit 2,3% p.a. steigt. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Entwicklung der Vorleistungen, die nur in die Berechnungen der totalen Faktorproduktivität auf Basis des BPW Anwendung finden. Dieser Input steigt zwischen 1980 und 2000 mit ca. 1,8% p.a., was zu einer Reduktion der TFP führt. Nach 2000 kommt der Effekt des Unbundling verstärkt zum Tragen. Dieser ist zum einen am Anstieg der Vorleistungen und der damit einhergehenden steil ansteigenden Vorleistungsquote (rechte Skala in **Abbildung 3**) und zum anderen an dem nun in Relation zur BWS stärker ansteigenden BPW ablesbar. Die Vorleistungsquote steigt von ca. 55% in 2000 auf über 75% in 2007. Dadurch erhalten die durch die Vorleistungen bedingten Effekte ein stärkeres Gewicht bei der Ermittlung der TFP. Die Vorleistungen selbst steigen seit 2000 real um über 13% p.a.. Da die Änderungsraten der Vorleistungen nun sogar die Änderungen des Outputmaßes des BPW übersteigen, kommt es teilweise sogar zu einer Reduktion der

TFP im Vergleich zu Zeiten vor der Liberalisierung. So liegt die TFP unter Verwendung des BPW im Intervall 2a bei 2,54% und fällt danach auf 1,37% p.a.

**Abbildung 3:** Veränderungsraten und Vorleistungsquote



Quelle: Eigene Berechnungen.

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 Bruttoproduktionswert (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 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.<sup>18</sup> Die Ergebnisse in **Tabelle 5** 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.<sup>19</sup> Die Verwendung der Bruttowertschöpfung vermeidet diesen verzerrenden Effekt.

<sup>18</sup> Siehe auch Abschnitt 3.2.1.1.

<sup>19</sup> Siehe z.B. Statistik Austria (2010)

Wie in Kapitel 2 erwähnt, deutet sich eine Änderung bei der Zusammensetzung des Netzbetreiberpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis für die österreichischen Stromverteilernetzbetreiber ab in Richtung einer stärkeren Outputorientierung, wobei Input- (Tariflohnindex) und Outputanteil (Verbraucherpreisindex) sehr wahrscheinlich in etwa gleich gewichtet sein werden. Daher wurden Durchschnitte für die bei reiner Input- bzw. bei reiner Outputorientierung anzuwendenden Berechnungen für den allgemeinen X-Faktor ermittelt (Zeile „50/50“ in Tabelle 5). Bei reiner Inputorientierung des Netzbetreiberpreisindex käme allein die sektorale Änderungsrate der totalen Faktorproduktivität („TFP Strom“) zur Anwendung, wohingegen bei reiner Outputorientierung die Summe aus Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzial („Differenzial“) relevant ist. Die Zeile „50/50“ in Tabelle 5 ist nun der einfache ungewichtete Durchschnitt aus diesen beiden Größen. Qualitativ führt dies zu keinen Änderungen. Allerdings liegen die Ergebnisse ca. einen halben Prozentpunkt unter denen für TFP Strom. Während für die Vorliberalisierungszeiten (grob durch den Zeitraum 1981 bis 1994 dargestellt) der Wert der Berechnungen auf Basis der BWS mit 1,53% leicht unter der bisherigen regulatorischen Vorgabe in Höhe von 1,95% liegt, weisen die Rechnungen für den Zeitraum 1996 bis 2007 einen Wert von 4,34% aus, der mehr als doppelt so hoch ist wie die bisherige Vorgabe. Im vorliegenden Kontext ist der zweite Zeitraum erheblich aussagekräftiger, da er im Gegensatz zum ersten Zeitraum Effekte der Strommarktliberalisierung umfasst. Die vollständige Liberalisierung des österreichischen Elektrizitätsmarktes ermöglicht seit Oktober 2001 allen Stromkunden die freie Wahl ihres Lieferanten. Ferner deckt der Zeitraum auch die ersten beiden Jahre der seit 2006 implementierten Anreizregulierung für Stromnetzbetreiber ab. Bei der Bestimmung des Produktivitätsfaktors im Kontext der Anreizregulierung geht es 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. Da unter Monopolbedingungen tendenziell geringere Anreize für technologische Produktivitätssteigerungen bestehen als unter Regimen der Anreizregulierung in einem liberalisierten Marktumfeld, sind Ergebnisse auf Basis von Zeitintervallen, die sich ausschließlich auf Zeiten vor Einführung der Liberalisierung stützen, weniger aussagekräftig für eine konkrete Vorgabe des allgemeinen X-Faktors im Rahmen einer Anreizregulierung.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Siehe z.B. Laffont und Tirole (1992), Bernstein und Sappington (2001) und Vassington (2003).

### 3.3.2 Statistik Austria

Im Gegensatz zu Berechnungen auf Basis von EUKLEMS bietet Statistik Austria ab 1995 eine komplett konsistente Datengrundlage. Darüber hinaus ermöglichen die Zeitreihen von Statistik Austria Betrachtungen bis 2011, wodurch anderthalb Perioden der Anreizregulierung für Stromverteilnetzbetreiber abgedeckt werden. Analog zu EUKLEMS werden vier Stützintervalle betrachtet.

**Tabelle 6:** Ergebnisse Statistik Austria

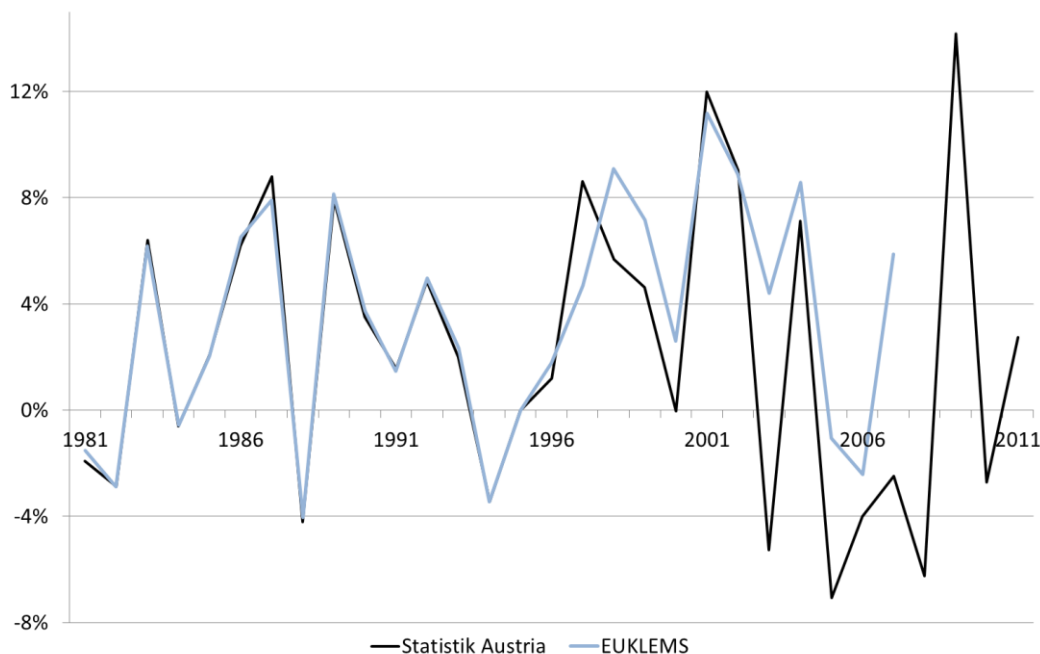
Zeitspanne	Intervall 1 1981-1994	Intervall 2 1996-2011	Intervall 2a 1996-2001	Intervall 2b 2001-2011
<i>Bruttoproduktionswert</i>				
Differenzial	0,11%	0,17%	3,12%	-0,72%
IP-Differenzial (GW-Strom)	-0,12%	-0,53%	1,03%	-1,14%
TFP-Differenzial (Strom-GW)	0,23%	0,70%	2,09%	0,42%
TFP GW	0,67%	0,45%	0,55%	0,35%
TFP Strom	0,90%	1,15%	2,64%	0,77%
50/50	0,51%	0,66%	2,88%	0,03%
<i>Bruttowertschöpfung/BIP</i>				
Differenzial	0,90%	1,25%	4,06%	0,63%
IP-Differenzial (GW-Strom)	-0,12%	-0,32%	-0,33%	-0,37%
TFP-Differenzial (Strom-GW)	1,02%	1,57%	4,39%	1,00%
TFP GW	1,14%	0,77%	0,96%	0,57%
TFP Strom	2,16%	2,34%	5,35%	1,57%
50/50	1,53%	1,80%	4,71%	1,10%

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Ergebnisse für Statistik Austria in Tabelle 6 bieten ein etwas uneinheitlicheres Bild als die EUKLEMS Ergebnisse. Der Vergleich der beiden Zeiträume 1981 bis 1994 und 1995 bis 2011 weist für beide Outputmaße einen nur leicht höheren Wert für das zweite Intervall aus, wobei die BWS Ergebnisse tendenziell wieder circa einen Prozentpunkt über den Ergebnissen auf Basis des BPW liegen. In **Abbildung 4** sind die TFP-Veränderungsraten berechnet auf Basis der BWS für den Stromsektor für beide Datenquellen abgetragen. Bis 2002 zeigen beide Zeitreihen einen sehr ähnlichen Verlauf. Seit 2003 weichen sie jedoch signifikant voneinander ab, was vor allem auf Unterschiede in der Outputgröße (BWS) zurückzuführen ist. Auffällig sind vor allem zwei Unterschiede. Zum einen weist Statistik Austria für 2003 eine negative Veränderung aus, während EUKLEMS eine positive Veränderung in fast gleicher Höhe aufweist. Zum anderen sind die Veränderungsraten bei Statistik Austria über einen Zeitraum von 3 Jahren (2005 bis 2008) negativ, wohingegen EUKLEMS für 2007 bereits wieder eine positive Entwicklung zeigt. Dies hat zur Folge, dass die Abschwächung der Entwicklung im Intervall 2b in Relation zum Intervall 2a bei Statistik Austria deutlich ausgeprägter ist als bei EUKLEMS. Der Vergleich der beiden Subintervalle nach 1995 deutet an, dass die ös-

terreichischen Stromnetzbetreiber bereits viele produktivitätssteigernde Maßnahmen in der Übergangsphase durchgeführt haben, um sich frühzeitig auf die sich ändernden regulatorischen Rahmenbedingungen einzustellen.

**Abbildung 4:** TFP Strom EUKLEMS vs. Statistik Austria (BWS)



Quelle: Eigene Berechnungen.

Nichtsdestotrotz liegt die durchschnittliche Veränderungsrate für TFP Strom auch bei Berechnungen auf Basis von Statistik Austria (BWS) für 1996 bis 2011 mit 2,34% p.a. über der bisherigen Regulierungsvorgabe von 1,95%. Allein der Wert für 2001 bis 2011 liegt mit 1,57% unter der Vorgabe. Diese Tendenz bestätigt sich, wenn die sich abzeichnenden Änderungen beim Netzbetreiberpreisindex berücksichtigt werden. Die 50/50-Werte liegen sowohl für das Intervall 2 (1,80%) als auch für das Intervall 2b (1,10%) unterhalb des bisherigen Vergleichswerts.

Der Zeitraum 2001 bis 2011, währenddessen der Strommarkt in Österreich vollständig liberalisiert war und zudem 1,5 Regulierungsperioden der Anreizregulierung ihre Wirkung entfalten konnten, weist von den betrachteten Stützintervallen sicherlich die größte Ähnlichkeit hinsichtlich der regulatorischen Rahmenbedingungen mit der dritten Periode der Anreizregulierung auf. Allerdings könnte dieses Stützintervall mit 11 Jahren relativ kurz gewählt sein, zumal gegen Ende des Zeitraumes durch die Finanz- und Wirtschaftskrise bedingte Sondereffekte zu Verzerrungen führen können, die die tatsächliche Entwicklung im Stromsektor überlagern (z.B. infolge eines sinkenden Strom-



absatzes). In diesem Kontext sei auch auf die signifikant höheren Ergebnisse in der Übergangsphase 1996 bis 2001 hingewiesen, die eine Vorwegnahme gewisser produktivitätssteigernder Maßnahmen als Folge der sich abzeichnenden Liberalisierungsbestrebungen vermuten lassen, was in der Folgezeit zu einer Dämpfung der Wachstumsrate geführt haben könnte. Generell gibt es keine theoretische Richtlinie, wie lang ein Stützintervall bei empirischen Analysen sein sollte. Längere Stützintervalle 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 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 durch die Statistik Austria resultieren können. Je länger die Zeitreihen gewählt sind, desto höher ist das Risiko von Strukturbrüchen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Berechnungen auf Basis von Statistik Austria für den Zeitraum nach 1995 unter Verwendung der Bruttowertschöpfung tendenziell am aussagekräftigsten hinsichtlich der Neubestimmung des generellen X-Faktors für die österreichischen Stromverteilnetzbetreiber ab 2014 sind. Neben der Konsistenz der Datenbasis gewährleisten sie in hohem Maße vergleichbare regulatorische Rahmenbedingungen zwischen dem Stütz- und dem Prognoseintervall. Die Abstellung auf die Bruttowertschöpfung vermeidet zudem die Gefahr von vorleistungsbedingten Verzerrungseffekten. Aufgrund der Ausgestaltung des Netzbetreiberpreisindex zur Inflationierung der Kostenbasis können neben den rein sektoralen TFP Werten, die eher eine Obergrenze für die Neufestlegung darstellen, vor allem die 50/50-Werte aus **Tabelle 6** als Orientierungspunkt herangezogen werden, da sie bereits die sich abzeichnenden Änderungen beim Netzbetreiberpreisindex berücksichtigen. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine moderate Absenkung der bisherigen Vorgabe in Höhe von 1,95% p.a. hin. Der generelle X-Faktor für die dritte Regulierungsperiode der Stromverteilerbetreiber sollte innerhalb eines Intervalls zwischen 1,10% p.a. (Intervall 2b) und 1,80% p.a. (Intervall 2) liegen. Da die Analysen überwiegend auf Daten basieren, die die gesamte Wertschöpfungskette des Stromsektors umfassen, ist eine Orientierung am unteren Rand des ermittelten Intervalls aus Gründen der Vorsicht vertretbar.

## 4 Fazit

Hinsichtlich der Festlegung des generellen Produktivitätsfaktors für Stromverteilnetzbetreiber für die dritte Periode der Anreizregulierung ab 2014 wurde WIK-Consult von E-Control Austria beauftragt, entsprechende qualitative und quantitative Analysen durchzuführen. Ziel des Gutachtens war es, den gegenwärtig für die zweite Regulierungsperiode angewendeten Faktor in Höhe von 1,95% p.a. vor dem Hintergrund verfügbarer empirischer Daten kritisch zu evaluieren.

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 Kosteninflationierung 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.

Aus diesem letztgenannten Grund wurden in den quantitativen Untersuchungen neben den Produktivitäts- auch die Inputpreisentwicklungen des Stromsektors und der Gesamtwirtschaft miteinbezogen. Aufgrund der Verwendung makroökonomischer Zeitreihen fußen die Berechnungen auf dem Törnquist-Ansatz. Um die Robustheit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden umfangreiche Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Zum einen wurden zwei öffentlich zugängliche Quellen, EUKLEMS und Statistik Austria, als Datengrundlage herangezogen. Des Weiteren wurden zwei unterschiedliche Abbildungsmöglichkeiten des sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Outputs, den Bruttowertschöpfungswert (BPW) und die Bruttowertschöpfung (BWS) (bzw. das Bruttoinlandsprodukt für die Gesamtwirtschaft), analysiert. Zu guter Letzt wurden unterschiedliche Stützintervalle untersucht.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Berechnungen auf Basis von Statistik Austria für den Zeitraum nach 1995 unter Verwendung der Bruttowertschöpfung tendenziell am aussagekräftigsten hinsichtlich der Neubestimmung des generellen X-Faktors für die österreichischen Stromverteilnetzbetreiber ab 2014 sind. Neben der Konsistenz der Datenbasis gewährleisten sie in hohem Maße vergleichbare regulatori-

sche Rahmenbedingungen zwischen dem Stütz- und dem Prognoseintervall. Die Abstellung auf die Bruttowertschöpfung vermeidet zudem die Gefahr von vorleistungsbedingten Verzerrungseffekten, die aufgrund des Unbundlings in der Energiewirtschaft von besondere Relevanz sind. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine moderate Absenkung der bisherigen Vorgabe in Höhe von 1,95% p.a. hin. Der generelle X-Faktor für die dritte Regulierungsperiode sollte innerhalb eines Intervalls zwischen 1,10% p.a. und 1,80% p.a. neu bestimmt werden. Da die Analysen überwiegend auf Daten basieren, die die gesamte Wertschöpfungskette des Stromsektors umfassen, ist eine Orientierung am unteren Rand des ermittelten Intervalls aus Gründen der Vorsicht vertretbar.

## Anhang 1: Formale Darstellung der Indexzahlen

In diesem Anhang werden die in Abschnitt 3.1 aufgeführten Indexzahlen zur Messung des technologischen Fortschritts kurz formal vorgestellt. Um die totale Faktorproduktivität (TFP) für einzelne Sektoren 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:

$$(A1-1) \quad TFP = \frac{\text{Output Index}}{\text{Input Index}} = \frac{\sum_{m=1}^M a_m y_m}{\sum_{k=1}^K b_k x_k}.$$

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

Der technologische Fortschritt ergibt sich wiederum aus der Veränderung der TFP ( $\Delta TFP$ ) über die Zeit:

$$(A1-2) \quad \Delta TFP = \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} = \frac{\text{Output Index}_t}{\text{Input Index}_t} \bigg/ \frac{\text{Output Index}_{t-1}}{\text{Input Index}_{t-1}}.$$

Sowohl der Nenner als auch der Zähler in Gleichung (A1-2) setzen sich aus Mengen- und Wertkomponenten zusammen. Bei mehr als nur einem Gut ergibt sich ein Aggregationsproblem, sobald Indexzahlen zur Bestimmung der Produktivität verwendet werden. 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, sollten Quantity Index Numbers verwendet 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:<sup>21</sup>

$$(A1-3) \quad Q^L = \frac{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t+1}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t}};$$

<sup>21</sup> Es erfolgt eine beispielhafte Darstellung für die Outputseite. Analoge Formeln ergeben sich für die Inputfaktoren.

$$(A1-4) \quad Q^P = \frac{\sum_{m=1}^M a_{m,t+1} y_{m,t+1}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t+1} y_{m,t}} .$$

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 Indices zusammenführt, indem das geometrische Mittel aus dem Laspeyres Index und dem Paasche Index gebildet wird:

$$(A1-5) \quad Q^F = \sqrt{Q^L \times Q^P} .$$

Die Verwendung des geometrischen Mittels wird Substitutionseffekten besser gerecht, während die fixen Gewichte bei Paasche und Laspeyres dies nicht erlauben. 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  $\psi$  einfache Durchschnitte der Wertanteile  $\omega$  in den jeweiligen Perioden sind:

$$(A1-6) \quad Q^T = \prod_{m=1}^M \left[ \frac{y_{m,t+1}}{y_{m,t}} \right]^\psi, \text{ mit } \psi = \frac{\omega_{m,t} + \omega_{m,t+1}}{2} \text{ und } \omega_{m,t} = \frac{a_{m,t} y_{m,t}}{\sum_{m=1}^M a_{m,t} y_{m,t}} .$$

Geometrische Mittel spiegeln im Gegensatz zu arithmetischen Mitteln prozentuale Veränderungen besser wieder.

## Literatur

- Averch, H. und L.L. Johnson (1962), Behavior of the Firm Under Regulatory Constraint, American Economic Review 52, 1052-1069.
- Bernstein, J.I. und D.E.M. Sappington (1999), setting the X Factor in Price-Cap Regulation Plans, Journal of Regulatory Economics, Vol. 16, 5-25.
- Bernstein, J.I. und D.E.M. Sappington (2001), How to Determine the X in RPI-X Regulation: A User's Guide, Telecommunications Policy 24.
- Coelli, T. J., D.S.P. Rao und G.E. Battese (1998), An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Boston.
- E-Control (2006), Erläuterungen zur Systemnutzungstarife-Verordnung 2006, SNT-VO 2006, Wien.
- Haber, A. (2010), Stromnetzregulierung – Investitionsförderungen und Anforderungen am Beispiel Österreich, Energiewirtschaftliche Tagessfragen Vol. 60, No. 4, 84-87.
- Hense, A. und M. Stronzik (2005), Produktivitätsentwicklung der deutschen Strom- und Gasnetzbetreiber – Untersuchungsmethodik und empirische Ergebnisse, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 268, Bad Honnef.
- Laffont, J.J. und J. Tirole (1992), A theory of Incentives in Procurement and Regulation, Cambridge, M.A.
- O'Mahony, M. und B. van Ark (2003), EU Productivity and Competitiveness: An Industry Perspective, Endbericht für die Europäische Kommission, Brüssel.
- OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development] (2001), Measuring Productivity: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth, OECD Manual, Paris.
- Schweinsberg, A., M. Stronzik und M. Wissner (2012), Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Gasverteilnetzbetreiber, Endbericht, Studie für E-Control Austria, 24. Juli 2012, Bad Honnef.
- Statistik Austria (2010), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Hauptergebnisse, Wien.
- Stronzik, M. (2006), Anreizregulierung: Der Streit um den generellen X-Faktor, Zeitschrift für Energiewirtschaft 30 (3), 221-232.
- Stronzik, M. und O. Franz (2006), Berechnungen zum generellen X-Faktor für deutsche Strom- und Gasnetze: Produktivitäts- und Inputpreisdifferential, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 277, Bad Honnef.
- Timmer, M., T. van Moergastel, E. Stuivenwold, G. Ypma, M. O'Mahony und M. Kangasniemi (2007), EU KLEMS Growth and Productivity Accounts, Version 1.0, Part 2: Sources by country, Groningen Growth and Development Centre / National Institute of Economic and Social Research, March 2007.
- Vassington, P.B. (2003), Incentive Regulation in Practice: A Massachusetts Case Study, Review of Network Economics 2.
- Vaterlaus, S., S. Suter und A. Hauck (2011), Bestimmung der allgemeinen Produktivität (X-Allgemein) für die österreichische Gaswirtschaft, Gutachten im Auftrag des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen (FGW), Polynomics, 28. Oktober 2011, Olten.