

---

# **Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors für Strom- und Gasnetzbetreiber**

---

Untersuchung für den BDEW  
Bundesverband der Energie- und  
Wasserwirtschaft e.V.

6. Februar 2017

---

[www.oxera.com](http://www.oxera.com)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Executive Summary</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1 Hintergrund	4
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise	5
<b>2 Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1 Einführung	7
2.2 Törnquist-Methode	8
2.3 Vor- und Nachteile von Törnquist- und Malmquist-Methode	8
<b>3 Vorgehensweise der Bundesnetzagentur für die erste Regulierungsperiode (BNetzA 2006)</b>	<b>10</b>
3.1 Vorgehen der BNetzA (2006)	10
3.2 Kritik an der Vorgehensweise der BNetzA (2006)	12
3.3 Erlösobergrenzen vs. Preisentwicklungen anderer Branchen	14
<b>4 Vorschlag von Oxera für ein geeignetes Vorgehen für die dritte Regulierungsperiode (Oxera 2016)</b>	<b>17</b>
4.1 Methodik	17
4.2 Daten	20
4.3 Ergebnisse	28
4.4 Verprobung	38
<b>5 Vorgehensweise im WIK-Gutachten für die dritte Regulierungsperiode (WIK 2016)</b>	<b>42</b>
5.1 Vorgehensweise von WIK (2016)	42
5.2 Kritik an WIK (2016)	44
5.3 Grenzen der Würdigung des WIK-Gutachtens	49
<b>6 Fazit</b>	<b>51</b>
<b>A1 Anhang</b>	<b>54</b>
A1.1 Törnquist-Formeln (Totale Faktorproduktivität)	54
A1.2 Inputpreise	56
A1.3 Benchmarking-Kostenanteile	57

Oxera Consulting LLP ist registriert in England, Nr. 2589629, und in Belgien, Nr. 0651 990 151. Eingetragene Firmensitze: Park Central, 40/41 Park End Street, Oxford, OX1 1JD, Großbritannien und Avenue Louise 81, Box 11, 1050 Brüssel, Belgien. Oxera Consulting GmbH ist registriert in Deutschland, Nr. HRB 148781 B (Amtsgericht Charlottenburg), eingetragener Firmensitz: Rahel-Hirsch-Straße 10, 10557 Berlin, Deutschland. Obwohl jede Anstrengung unternommen wurde, die Genauigkeit des Materials und die Integrität der darin dargestellten Analyse zu gewährleisten, übernimmt das Unternehmen keine Haftung für etwaige Handlungen, die auf der Grundlage des Inhalts unternommen werden.

Oxera Consulting LLP ist nicht im Anlagegeschäft lizenziert, wie es im Financial Services and Markets Act 2000 definiert wird. Hinsichtlich einer spezifischen Anlage sollten Sie den Rat Ihres eigenen Brokers oder eines anderen Anlageberaters suchen. Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für eine bestimmte Anlageentscheidung; diese geschieht immer auf eigene Gefahr des Anlegers.

© Oxera 2017. Alle Rechte vorbehalten. Ausgenommen des Zitierens kurzer Passagen zum Zwecke von Kritik oder Rezensionen darf kein Teil hiervon ohne Genehmigung verwendet oder reproduziert werden.

---

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2.1	Zerlegung der Outputpreisinflation in totale Faktorproduktivität und Inputpreise	7
Abbildung 3.1	Stützintervalle und Gewichtungen in BNetzA (2006)	11
Abbildung 3.2	Erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze und tatsächliche Preissteigerungen im Branchenvergleich (2006-2016)	15
Abbildung 4.1	Korrespondenz von Outputmaßzahlen und Inputs	18
Abbildung 4.2	Output-Indizes für Wertschöpfung und Produktionswert (Energie und Gesamtwirtschaft, real)	23
Abbildung 4.3	Preisindizes Gesamt, Energie, Strom und Gas	28
Abbildung 4.4	Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft	29
Abbildung 4.5	Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Energiewirtschaft	29
Abbildung 4.6	Inputpreiswachstum für Gesamt- und Energiewirtschaft	30
Abbildung 4.7	Jährliche Wachstumsraten des Xgen (Wertschöpfung)	31
Abbildung 4.8	Totale Faktorproduktivität- und Inputpreis-Differentiale und Xgen nach Stützintervall	33
Abbildung 4.9	Strukturbruch 1996 (Xgen, Wertschöpfung)	35
Abbildung 4.10	Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit OECD	39
Abbildung 4.11	Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit EU KLEMS	40
Abbildung 4.12	Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Energiewirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit EU KLEMS	41
Abbildung 5.1	Berechnungssystematik in WIK (2016)	42
Tabelle 3.1	Ergebnisse aus BNetzA (2006) und Abweichungen der Replikation durch Oxera (in Klammern)	11
Tabelle 3.2	Erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze (Regulierungsperioden für Strom)	14
Tabelle 4.1	Vor- und Nachteile – Periodenauswahl und Ausreißer	20
Tabelle 4.2	Datenübersicht	22
Tabelle 4.3	Berechnung der Kapitalkosten für Strom und Gas	26
Tabelle 4.4	Gewichtung der Inputpreise	27
Tabelle 4.5	Hauptergebnisse für Xgen (1999-2014)	36
Tabelle 4.6	Sensitivitäten der Hauptergebnisse	37
Tabelle 5.1	Datenvergleich Inputpreise Energiewirtschaft (WIK und Oxera)	44
Kasten 4.1	Keine Unterscheidung von Strom und Gas bei der totalen Faktorproduktivitäts-Berechnung	24
Formel 2.1	Xgen, totale Faktorproduktivität und Inputpreise	7
Formel 2.2	Berechnung der totalen Faktorproduktivität	8

---

## Executive Summary

Der generelle sektorale Produktivitätsfaktor (Xgen) wirkt gemeinsam mit dem Verbraucherpreisindex (VPI) auf einen wesentlichen Bestandteil der jährlichen Erlösobergrenzen, nämlich die beeinflussbaren und vorübergehend nicht beeinflussbaren Kosten.

Der Xgen ist eine kleine Zahl mit großer Wirkung. Bei einem Xgen von 1% sind die beeinflussbaren Kosten in der Erlösobergrenze jedes einzelnen Netzbetreibers am Ende der Regulierungsperiode um 5,1% niedriger als zu Beginn. Insgesamt bedeutet für die Netzbetreiber eine Veränderung des Xgen um +/- 0,5 Prozentpunkte Zu- bzw. Abschläge auf die Erlösobergrenzen von über einer Milliarde Euro pro Regulierungsperiode.<sup>1</sup>

Ähnlich wie bei einem indexierten Mietvertrag wird die Erlösobergrenze von Netzbetreibern jährlich um den Verbraucherpreisindex angepasst. Dieser Index bildet allerdings die Kostenentwicklung von Netzbetreibern nur bedingt gut ab. Xgen soll daher ein Korrekturfaktor sein, der dafür sorgt, dass die Erlösobergrenze der Netzbetreiber der hypothetischen wettbewerblichen Kostenentwicklung der Netzbetreiber folgt.

## Hintergrund

Um das Jahr 2006 gab es schon einmal eine Diskussion zum Xgen in Deutschland. Die Bundesnetzagentur (BNetzA) schlug einen Xgen-Wert von 2,54% vor. Dieser basierte auf einer Berechnung mit erheblichen methodischen Schwächen. Diese Schwächen werden im vorliegenden Gutachten noch einmal dargelegt.

Schließlich legte der Verordnungsgeber den Xgen mit 1,25% bzw. 1,5% für die erste bzw. zweite Regulierungsperiode fest.

Für die dritte Regulierungsperiode hat die Bundesnetzagentur einen Berater, die WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH, mit einem Gutachten zum Thema beauftragt. Dieses liegt nun vor (WIK 2016).

## Grundlegende Methodik

Die Kostenentwicklung von Netzbetreibern setzt sich aus Produktivitätsveränderungen und Inputpreisänderungen zusammen. Der Xgen wird auf Basis vergangener Beobachtungen für die kommende Regulierungsperiode vorab festgelegt, und hat daher Prognosecharakter. Die Produktivitätsveränderung kann mit zwei verschiedenen Methoden berechnet werden:

- Die Malmquist-Methode verknüpft die Daten aus dem Effizienzvergleich, um die historische Produktivitätsverbesserung in der Netzindustrie zu berechnen.
- Die Törnquist-Methode verwendet öffentlich verfügbare Sektordaten, um die Produktivitätsverbesserung in der Energiewirtschaft zu berechnen.

Für die Inputpreisänderungen werden Inflationsmaßzahlen wie zum Beispiel Arbeitskostenindizes herangezogen.

<sup>1</sup> Bundesnetzagentur (2015), „Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung“, 21. Januar, S. 170.

## Oxera-Analyse

Oxera entwickelt im vorliegenden Gutachten eine geeignete Methodik zur Festlegung des Xgen für Strom- und Gasnetzbetreiber für die dritte Regulierungsperiode in Deutschland (Oxera 2016). Zunächst wird eine Abwägung zwischen den Methoden Malmquist und Törnquist getroffen. Beide Methoden haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile.

- Die Malmquist-Methode erlaubt theoretisch eine Messung des reinen technischen Fortschritts. Allerdings werden zum Zeitpunkt der Festlegung nur Werte für die drei Basisjahre zur Verfügung stehen. Die Robustheit der Ergebnisse kann daher nur schwer validiert werden. Außerdem decken die Malmquist-Werte damit nur einen Zeitraum von zehn Jahren ab. Dies ist zu kurz, um einen vollen Investitionszyklus in der Netzindustrie abzudecken.
- Da sie auf dem Effizienzvergleich aufbaut, enthält die Malmquist-Berechnung auch alle Annahmen und möglichen Fehler desselben.
- Für die Netzbetreiber ist die Malmquist-Berechnung nicht nachvollziehbar, solange nicht die dem Effizienzvergleich zugrundeliegenden Daten veröffentlicht werden.
- Die Törnquist-Methode hingegen basiert auf öffentlich verfügbaren Zahlen und kann nachvollzogen werden. Es stehen Daten über einen langen Zeitraum zur Verfügung, sodass die Robustheit der Abschätzung gut eingeschätzt werden kann. Außerdem kann ein ganzer Investitionszyklus abgebildet werden.
- Der Nachteil der Törnquist-Methode ist, dass nur Daten für die gesamte Energiewirtschaft zur Verfügung stehen, nicht für die Netzbetreiber.

Wir ermitteln im vorliegenden Gutachten einen Xgen auf Basis Törnquist.

Unsere Analyse zeigt, dass die Höhe des Xgen maßgeblich vom betrachteten Stützintervall abhängt – für einige Stützintervalle ist er positiv, für einige negativ. Insgesamt schwankt er um Null. Das geeignetste Stützintervall ist 1999-2014 (d.h. Daten ab 1998). Hierfür spricht, dass 1998 die Liberalisierung stattfand und die Daten zwei Jahre vorher (1996) einen statistisch signifikanten Strukturbruch und weitere Inkonsistenzen zeigen.

In Anbetracht der Unsicherheiten in der Schätzung kommt Oxera zu dem Ergebnis, dass Xgen nicht von Null unterschieden werden kann. Daher ist unser Resultat ein Xgen-Wert in Höhe von Null. Die Erlösobergrenze der Netzbetreiber, die mit dem Verbraucherpreisindex fortgeschrieben wird, bedarf für die dritte Regulierungsperiode daher keiner Anpassung durch einen Produktivitätsfaktor.

## WIK-Gutachten

Das Gutachten WIK 2016 beschreibt qualitativ Berechnungsmethoden zur Ermittlung eines Xgen für die dritte Regulierungsperiode. Die zugrundeliegenden Zahlen werden nicht dargelegt, und eine konkrete Berechnung von Xgen-Werten findet nicht statt.

WIK schlägt sowohl Malmquist als auch Törnquist auf Basis von Daten für die Netz- bzw. Energiewirtschaft vor. Zusätzlich schlägt WIK noch eine dritte Methode vor, nämlich eine Törnquist-Berechnung auf Basis von Daten aus anderen Sektoren als der Netz- oder Energiewirtschaft. Es bleibt offen, welcher

der drei Ansätze bevorzugt wird, oder wie unterschiedliche Ergebnisse kombiniert werden sollen.

Der von WIK vorgeschlagene Ansatz mittels der Törnquist-Methode auf Basis von Daten der Energiewirtschaft entspricht in vieler Hinsicht dem Ansatz von Oxera. Unterschiede bestehen hinsichtlich der Berechnung der energiewirtschaftlichen Inputpreis-Entwicklung.

Dies sind die wichtigsten Kritikpunkte von Oxera am WIK-Bericht:

- Der WIK-Bericht enthält keine konkreten Daten oder Zahlen. Eine von einer Darstellung der Ergebnisse losgelöste Methodendiskussion ist für die vorliegende Frage jedoch nicht sachgerecht. Bei den vorliegenden Methoden stellen sich die entscheidenden Fragen nicht allein auf Methodenebene, sondern vor allem auf angewandter Ebene. Das WIK-Gutachten erlaubt den Netzbetreibern nicht, die Methoden vollständig, also in Zusammenhang mit den konkreten Dateneigenschaften (z.B. Ausreißer) und den sich daraus ergebenden Ergebnissen zu verstehen.
- Robustheit, Stabilität und statistische Signifikanz der Ergebnisse werden nicht thematisiert.
- Das WIK schlägt ein sogenanntes „rollierendes System“ vor. In einem solchen System würden nur jeweils die Jahre der letzten Regulierungsperiode (fünf Jahre) für die Schätzung des Xgen verwendet werden. Theoretisch würden sich dann Über- oder Unterschätzungen des Xgen über die Zeit ausgleichen. Eine Xgen-Schätzung über einen so kurzen Zeitraum ist jedoch nicht robust. Praktisch würde dieses System für die Unternehmen nicht kalkulierbare Risiken bringen.
- Die Zusammenstellung von synthetischen Indizes aus Daten anderer Industrien ist potenziell subjektiv. Dies wird auch im WIK-Gutachten so gesehen.
- Im Rahmen der Inputpreisermittlung zieht WIK unter anderem die in den letzten Jahren gesunkenen Kapitalkosten heran. Die signifikante Senkung der erlaubten Kapitalkosten hat so eine zweifache negative Auswirkung auf die Netzbetreiber. Zum einen wurden deren erlaubte Eigenkapitalkosten gesenkt. Zum anderen werden ihnen zusätzlich sinkende Einstandspreise unterstellt, welche den Xgen erhöhen und somit einen weiteren Nachteil für die Unternehmen bewirken.

### **Zusammenfassung**

Dieses Gutachten zeigt die wesentlichen Fehler in der Berechnungsmethodik der BNetzA aus 2006 auf. Oxera beschreibt eine geeignete Methode, wie der Xgen für die dritte Regulierungsperiode berechnet werden kann. Im Ergebnis führt dies zu einem Xgen, der nicht von Null unterscheidbar ist. Das WIK-Gutachten, welches drei Methoden zur Bestimmung des Xgen vorschlägt, erlaubt mangels hinreichender Information keine abschließende Einschätzung.

---

# 1 Einleitung

Für die erste Regulierungsperiode wurde der generelle sektorale Produktivitätsfaktor (Xgen) für Gas- und Stromnetzbetreiber per Verordnung auf jährlich 1,25% festgesetzt, für die zweite Regulierungsperiode auf jährlich 1,5%. Ab der dritten Regulierungsperiode obliegt es der Bundesnetzagentur (BNetzA), den Produktivitätsfaktor jeweils vor Beginn der Regulierungsperiode zu ermitteln.

Die Anreizregulierungsverordnung (§ 9 ARegV) enthält die Vorgaben für die Bestimmung des Xgen. Die Ermittlung hat dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu entsprechen, ohne dass die ARegV eine bestimmte Ermittlungsmethode vorschreibt, insbesondere nicht hinsichtlich der beiden anerkannten Methoden Törnquist und Malmquist. Die Berechnung hat Daten von Netzbetreibern aus dem gesamten Bundesgebiet für einen Zeitraum von mindestens vier Jahren einzubeziehen. Dabei kann die BNetzA jeweils einen Wert getrennt für Stromversorgungsnetze und für Gasversorgungsnetze festlegen oder einen einheitlichen Wert für alle Energienetze.

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) beauftragte Oxera Consulting GmbH (Oxera) mit einer eigenen Untersuchung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors im Hinblick auf dessen Festlegung durch die BNetzA für die dritte Regulierungsperiode.

## 1.1 Hintergrund

Der generelle sektorale Produktivitätsfaktor ist eine Größe in der Erlösobergrenzenformel, welche gemeinsam mit dem dort ebenfalls enthaltenen Verbraucherpreisindex (VPI)<sup>2</sup> zu betrachten ist. Die beiden Größen bilden ökonomisch gesehen eine Einheit.

Regulierungstheoretisch ist eine Erlösobergrenze jährlich entsprechend der Entwicklung der Outputpreise des Netzsektors anzupassen. In diesem Fall entspricht die Erlösobergrenze einem Niveau, welches sich auch bei Wettbewerb einstellen würde. Es wäre daher naheliegend, die Erlösobergrenze von vorneherein nur mit einem Index für Outputpreise fortzuschreiben, anstatt mit zwei, VPI und Xgen. Allerdings stehen Outputpreise direkt nicht zur Verfügung und ihre Messung bzw. Schätzung erfordert eine indirekte Vorgehensweise. Deshalb wird in der Regulierungsformel der auf beeinflussbaren Kosten basierende Teil der Erlösobergrenze hilfsweise erst mit dem VPI fortgeschrieben, d.h. mit der Preisentwicklung des privaten Konsums eines durchschnittlichen Haushalts – nicht der Preisentwicklung der Netzwirtschaft. Die anschließende Subtraktion des Xgen vom VPI in der Regulierungsformel korrigiert dies, sodass auf diese Weise der fortzuschreibende Teil der Erlösobergrenze quasi mit der netzwirtschaftlichen Preisentwicklung fortgeschrieben wird.

Dieses Vorgehen ist allgemein anerkannt und als „RPI-X“-Regulierung bekannt.<sup>3</sup> Es soll erreichen, dass die Produktivitätsgewinne der Netzbetreiber an die Netznutzer weitergegeben werden, aber auch alle Preisvorteile eines Netzbetreibers, wenn dessen Einstandspreise (Löhne, Material, Kapitalkosten) weniger stark steigen als die Preise des privaten Konsums eines durchschnittlichen Haushalts (also VPI).

<sup>2</sup> Der Verbraucherpreisindex wird auch Verbraucherpreisgesamtindex genannt. Oxera verwendet nachfolgend den Term Verbraucherpreisindex.

<sup>3</sup> RPI steht für Retail Price Index. Im vorliegenden Fall wäre daher die Bezeichnung CPI-X (CPI für Consumer Price Index oder Verbraucherpreisindex) präziser.

Die beeinflussbaren Kosten, welche fortgeschrieben werden, machen einen erheblichen Teil der genehmigten Gesamtkosten aus. Der Xgen wirkt sich daher direkt und stark auf die Höhe der Erlösobergrenze aus. Ein hoher Xgen-Wert bedeutet unter sonst gleichen Bedingungen eine hohe Produktivitätsvorgabe an die Netzbetreiber und verringert die Erlösobergrenze.

Ist der Xgen gleich groß wie der Verbraucherpreisindex, erhöht sich die Erlösobergrenze nicht (oder ggf. aus anderen Gründen wie einem Anstieg der dauerhaft nicht beeinflussbaren Kosten). In der Vergangenheit lag die Inflationsrate VPI in der Größenordnung des Xgen-Werts. Die Erlösobergrenzen stiegen daher im Durchschnitt kaum. In den letzten Jahren war die Inflation hingegen sehr gering, und auch deren Prognosen für die dritte Regulierungsperiode in Deutschland sind nicht hoch. In dieser Situation bewirkt ein unverändert hoher Xgen-Wert, dass sich die Erlösobergrenze verringert. Die Inflation liegt derzeit bei 0,5% (Stand: 2016) und ist mithin geringer als der Xgen von 1,5%. Dies senkt den auf beeinflussbaren Kosten beruhenden Teil der Erlösobergrenze jedes Jahr.

Der Anreiz für Kostensenkung für Netzbetreiber bleibt vom Xgen unberührt. Der Xgen erhöht auch nicht den Anreiz die Produktivität zu steigern und erreicht – korrekte Schätzung vorausgesetzt – lediglich, dass die Produktivitätsgewinne an die Netznutzer übergehen, weil dies unter wettbewerblichen Bedingungen ebenso geschehen würde.

Das Risiko, dass die Netzunternehmen bei einem nicht korrekt geschätzten Xgen-Wert die vorgegebenen Produktivitätssteigerungen nicht erreichen können, besteht. Wird der Xgen nicht korrekt geschätzt und höher festgelegt als sachgerecht, verringert sich die Erlösobergrenze und es kommt zu „Übererlösen“ der Netznutzer zu Lasten der Netzbetreiber.

## 1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Das vorliegende Gutachten hat folgende drei Untersuchungsgegenstände:

In dem ersten Arbeitsschritt befasst sich Oxera mit der Vorgehensweise der Bundesnetzagentur für die erste Regulierungsperiode. Die Regulierungsbehörde hatte zur Einführung der Anreizregulierung umfangreiche Berechnungen zur Bestimmung des Xgen vorgelegt und einen Wert von 2,54% ermittelt. Oxera repliziert diese Methode (BNetzA 2006) und würdigt das damalige Vorgehen der Bundesnetzagentur kritisch. Oxera untersucht ferner, in welcher Weise die damalige Methode für die dritte Regulierungsperiode aktualisiert werden kann. Diese Rückblende ist erforderlich, um die Fehler dieser Berechnung bei den zukünftigen Berechnungen (siehe Arbeitsschritt 2) zu vermeiden.

In einem zweiten Arbeitsschritt entwickelt Oxera einen eigenen Ansatz zur Bestimmung des Xgen für Strom- und Gasnetze (Oxera 2016).<sup>4</sup> Dies erfolgt auf der Basis von Törnquist, weil diese Methode international für die Berechnung von Produktivitätsfaktoren anerkannt und aufgrund der Verwendung öffentlicher Daten transparent nachvollziehbar ist. Dieser Arbeitsschritt diskutiert daher die grundsätzlichen Fragestellungen bei der Bestimmung des Xgen auf Basis von Törnquist.<sup>5</sup>

Mit öffentlich verfügbaren Daten berechnet Oxera die vier Einzelkomponenten des Xgen, also netz- und gesamtwirtschaftlicher Produktivitätsfortschritt sowie netz- und gesamtwirtschaftliche Einstandspreisentwicklung. Der Xgen wird

<sup>4</sup> Redaktionsschluss der Oxera-Methode war Dezember 2016.

<sup>5</sup> Die Malmquist-Methode ist auftragsgemäß nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.

einheitlich für alle Energienetze berechnet sowie getrennt für Stromnetze und für Gasnetze. Sensitivitätsanalysen untersuchen die Belastbarkeit der Berechnungen hinsichtlich der Wahl unterschiedlicher Zeiträume (Stützintervalle).

In einem dritten Arbeitsschritt untersucht Oxera das von der Bundesnetzagentur in Auftrag gegebene Gutachten von WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH. Dieses Gutachten (WIK 2016) schlägt Törnquist- und Malmquist-Methoden vor, berechnet den jeweiligen Xgen jedoch nicht. Oxera nimmt zu den Törnquist-Methoden des WIK-Gutachtens aus ökonomischer Sicht Stellung.

Diese drei Arbeitsschritte werden in dem vorliegenden Oxera-Gutachten in den Abschnitten 3 bis 5 betrachtet. Vorangestellt ist zunächst Abschnitt 2 über die Grundlagen der Törnquist-Methode. Das vorliegende Gutachten schließt mit einer Zusammenfassung und einem Fazit in Abschnitt 6.

---

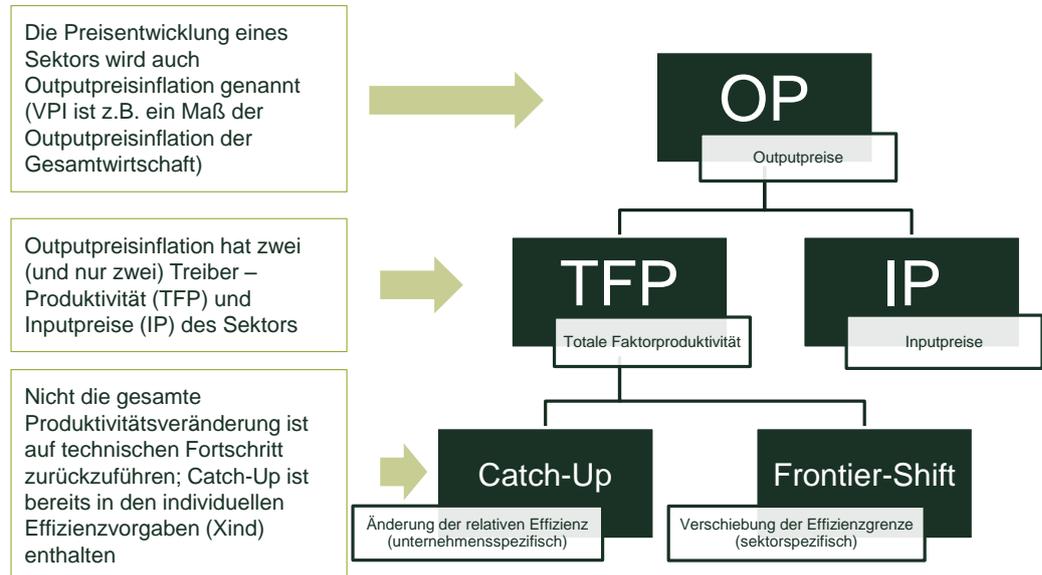
## 2 Grundlagen

### 2.1 Einführung

Der Idee der Anreizregulierung folgend soll den regulierten Unternehmen eine Erlösbergrenze vorgegeben werden, die die Unternehmen des Netzsektors haben würde, wäre er wettbewerblich. Da der Netzsektor jedoch ein natürliches Monopol ist, wird für die erwartete Entwicklung des Preisniveaus im Netzsektor zunächst näherungsweise der Verbraucherpreisindex herangezogen. Der Xgen dient dann als Korrektiv des Verbraucherpreisindex und ersetzt die gesamtwirtschaftliche Betrachtung des Verbraucherpreisindex durch den sektoralen technischen Fortschritt sowie die sektorale Einstandspreisentwicklung. Damit kommt in der Anreizregulierungsformel letztlich die Outputpreisinflation (OP) der Netzwirtschaft zur Wirkung.

Um die Outputpreisinflation des Netzsektors berechnen zu können, muss man sie zunächst in ihre beiden Elemente, nämlich die Änderung der totalen Faktorproduktivität (TFP) und die Änderung der Inputpreise bzw. Einstandspreise (IP), zerlegen. Entscheidend ist nicht die Höhe, sondern die Veränderung von Faktorproduktivität und Einstandspreisen. In diesem Gutachten ist, sofern nicht anders vermerkt, immer die Veränderungsrate gemeint. Diese Zerlegung von Outputpreisen in Faktorproduktivität und Einstandspreise gilt, wenn man von einer Situation des perfekten Wettbewerbs zwischen Unternehmen ausgeht, in der es infolgedessen keine ökonomischen Gewinne gibt. Dies wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

**Abbildung 2.1** Zerlegung der Outputpreisinflation in totale Faktorproduktivität und Inputpreise



Quelle: Oxera.

Der Xgen bildet ab, inwiefern die Produktivitätsentwicklung in der Netzwirtschaft geringer oder höher als die Produktivitätsentwicklung in der Gesamtwirtschaft ausfällt (Formel 2.1). Zusätzlich bildet er den Unterschied in der Inputpreisentwicklung zwischen Netzwirtschaft und Gesamtwirtschaft ab.

**Formel 2.1** Xgen, totale Faktorproduktivität und Inputpreise

$$X_{gen} = (\Delta TFP^{Netzsektor} - \Delta TFP^{Gesamt}) + (\Delta IP^{Gesamt} - \Delta IP^{Netzsektor})$$

Quelle: BNetzA.

Der Xgen ist deswegen als Differenz formuliert, weil die gesamtwirtschaftliche Produktivitäts- und Inputpreisentwicklung in der Anreizregulierungsformel bereits pauschalierend im VPI enthalten ist. Der Xgen ist als Korrekturfaktor zu sehen: Er strebt an, dass die Erlösbergrenze letztlich um die Produktivitätsentwicklung der Netzwirtschaft sinkt und um die Inputpreisentwicklung der Netzwirtschaft steigt. (Diese Aussage gilt unter der Annahme, dass Produktivitätsentwicklung und Inputpreisentwicklung positiv sind.)

## 2.2 Törnquist-Methode

Die geläufigsten Methoden für die Berechnung des Xgen sind die Törnquist- und die Malmquist-Methode. Im vorliegenden Gutachten verwendet Oxera die Törnquist-Methode. Einmal handelt es sich hierbei um eine im internationalen Regulierungskontext häufig verwendete und anerkannte Methode. Die Berechnungen basieren zudem auf öffentlich zugänglichen Daten und sind somit transparent und nachvollziehbar. Die Törnquist-Methode und Malmquist-Methode haben jeweils ihre Vor- und Nachteile (vgl. Abschnitt 2.3).

Die Törnquist-Methode wird zur Verwendung der totalen Faktorproduktivität herangezogen. Zusätzlich kann sie auch für die Inputpreisentwicklung verwendet werden. Allerdings sind dort auch einfachere Ansätze valide.

### Totale Faktorproduktivität

Wie in Formel 2.2 ersichtlich, bildet die Faktorproduktivität die relative Veränderung von Outputs und Inputs, also die relative Veränderung der Produktivität über die Zeit, ab. Outputs und Inputs werden dabei als Output- und Inputindizes dargestellt.

#### Formel 2.2 Berechnung der totalen Faktorproduktivität

$$TFP_{t,t-1} = \frac{\text{Output Index}_{t,t-1}}{\text{Input Index}_{t,t-1}}$$

Quelle: Oxera.

Die entsprechenden Output- und Inputindizes werden wiederum auf Basis der Törnquist-Formel berechnet, welche im Anhang dargestellt ist.

### Inputpreise

Für die Abschätzung der Inputpreisinflation des Netzsektors und der Gesamtwirtschaft werden passende Preiszeitreihen herangezogen, welche die Inputpreisentwicklung der Gesamtwirtschaft und des Netzsektors möglichst repräsentativ darstellen. Oft werden verschiedene Indizes gewählt, die dann in einen (Netz-)Sektorindex überführt werden müssen. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Im vorliegenden Fall verlaufen die gewählten Indizes (vgl. Abschnitt 4) relativ parallel zueinander, sodass die gewählte Berechnungsmethodik für das Ergebnis letztlich irrelevant ist. Insofern kann die Inputpreisentwicklung auf einfacher arithmetischer Basis erfolgen (und nicht etwa mithilfe von Törnquist). Oxera erläutert den gewählten Ansatz kurz in Abschnitt 4 und im Anhang.

## 2.3 Vor- und Nachteile von Törnquist- und Malmquist-Methode

Die Definition des Xgen in Formel 2.1 gilt allgemein und unabhängig davon, ob für die Ermittlung der totalen Faktorproduktivität Törnquist oder Malmquist angewandt wird (oder ein sonstiger Index). Bei der Törnquist-Methode können beide Terme der totalen Faktorproduktivität mit Törnquist berechnet werden.

---

Ebenso kann das Inputpreisdifferenzial mit Törnquist berechnet werden und somit letztendlich alle vier Einzelkomponenten des Xgen. (Oxera hält für die Inputpreis-Berechnung eine einfache arithmetische Aggregation der verschiedenen Zeitreihen sachgerecht, d.h. ohne gesonderte Törnquist-Anpassung.)

Die Malmquist-Methode berechnet oft nur die totale Faktorproduktivität für den Sektor oder – wie im Fall des Kosten-Malmquist – kombiniert diesen Wert mit der netzspezifischen Inputpreisentwicklung. Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung lässt sich jedoch nicht mit Malmquist berechnen, da dies sämtliche oder zumindest repräsentative Unternehmensdaten der Gesamtwirtschaft erfordern würde. Die Malmquist-Methode muss diesen Term also ebenso mit Törnquist (oder einer anderen Indexmethode) berechnen.

Für Törnquist sind sektorspezifische Daten ausreichend, wohingegen für Malmquist unternehmensspezifische und mithin erheblich mehr Daten erforderlich sind. Dies führt sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich.

Der Vorteil unternehmensspezifischer Daten in der Malmquist-Methode ist, dass die Produktivität auf Ebene des zu untersuchenden Sektors bzw. Unternehmens berechnet werden kann. Ebenso können mit Malmquist die Produktivitätssteigerungen des Netzsektors in Catch-Up (Änderung der relativen Effizienz) und Frontier-Shift (Verschiebung der Effizienzgrenze) unterschieden werden (vgl. Abbildung 2.1).

Dies vermag der Törnquist nicht zu leisten. Je nach Datenlage grenzt er weniger sektorscharf ab und bezieht dann weitere, weniger relevante Sektoren mit in die Berechnung ein. Beispielsweise stellt das Statistische Bundesamt die benötigten Indizes für die Energiewirtschaft, nicht jedoch für die Netzwirtschaft bereit (vgl. Abschnitt 4.2). Weil nicht zwischen Catch-Up und Frontier-Shift unterschieden wird, führt dies ggf. zu einer Verzerrung des Xgen nach oben, da der Xgen nur den Frontier-Shift messen soll und der Catch-Up in der Regeln positiv ist. Eine geringere Sektorschärfe kann ebenfalls zu einer Verzerrung führen, wobei die Richtung dieser Verzerrung im Allgemeinen unklar ist; sie kann auch zugunsten der Netznutzer sein.

Der Nachteil unternehmensspezifischer Daten in der Malmquist-Methode ist, dass in der Praxis häufig nur einige wenige Datenjahre zur Verfügung stehen. Entsprechend rigide ist die Wahlmöglichkeit des Stützintervalls (des Analysezeitraums). Aus Gründen der Konsistenz erfordert dies, dass bei einer Xgen-Berechnung mit Malmquist das Stützintervall der übrigen zwei Terme (d.h. die totalen Faktorproduktivität- und Inputpreiswerte der Gesamtwirtschaft) bereits durch das Stützintervall des Kosten-Malmquist zur Berechnung der netzspezifischen Entwicklung vorgegeben ist. Dies schränkt die Anwendung von Malmquist erheblich ein. Da die Malmquist-Methode zumindest für die deutsche Netzwirtschaft auch in absehbarer Zukunft nur wenige Beobachtungen hervorbringen kann, sind die Ergebnisse entsprechend weniger robust.

Nur der Törnquist kann einen Xgen für die Netzwirtschaft insgesamt berechnen, d.h. einen einheitlicher Wert für alle Strom- und Gasnetze. Malmquist lässt dies nicht zu. Hier erfordert ein einheitlicher Xgen-Wert eine letztlich willkürliche Gewichtung und Zusammenführung der Xgen-Werte der verschiedenen Netzarten. Ein wissenschaftlicher Standard bei dieser Zusammenführung ist hierbei nicht zu gewährleisten. Auch setzt dies voraus, dass überhaupt für jede Netzart ein Malmquist-Xgen ermittelbar ist, also z.B. auch für Übertragungsnetzbetreiber, und dies für dieselben Stützintervalle.

### 3 Vorgehensweise der Bundesnetzagentur für die erste Regulierungsperiode (BNetzA 2006)

Ausgangspunkt der Festlegung des Xgen auf 1,25% (erste Regulierungsperiode) bzw. 1,5% (zweite Regulierungsperiode) war der 2. Referenzbericht der BNetzA von 2006, der einen Xgen in Höhe von 2,54% ermittelte.<sup>6</sup> Dieser Wert wurde auf der Basis von Analysen von WIK berechnet.<sup>7</sup> Im politischen Entscheidungsprozess wurde der Xgen anschließend auf die beiden niedrigeren Werte festgelegt.

Die damalige Vorgehensweise der BNetzA enthielt Fehler und führte zu überhöhten Xgen-Werten. Diese Fehler sollen in Zukunft vermieden werden. Deshalb greift dieser Abschnitt das Vorgehen der BNetzA von 2006 noch einmal auf (Abschnitt 3.1). Die methodische Vorgehensweise wird an dieser Stelle nur kurz beschrieben, da Oxera in Abschnitt 4 einen prinzipiell ähnlichen Ansatz verfolgt und diesen dort ausführlich erklärt. Anschließend folgen nachstehend eine kritische Auseinandersetzung (Abschnitt 3.2) und ein Vergleich der erlaubten Steigerung der Erlösbergrenze mit Preissteigerungen in verschiedenen Branchen (Abschnitt 3.3).

#### 3.1 Vorgehen der BNetzA (2006)

Die Schätzung des Xgen wurde von der BNetzA durch separate Berechnungen für die vier Xgen-Terme vorgenommen, also Faktorproduktivität Gesamtwirtschaft, Faktorproduktivität Energiewirtschaft, Inputpreisentwicklung Gesamtwirtschaft und Inputpreisentwicklung Energiewirtschaft. Hierzu wurden Daten des Statistischen Bundesamts herangezogen, wobei für die Inputpreisentwicklung des Energiesektors ein separater Index (Wibera-Index) verwendet wurde, der wiederum auf Daten des Statistischen Bundesamts beruht.

Die BNetzA berechnete das Faktorproduktivität-Differential mithilfe des Törnquist-Indexes. Dabei wurde das Outputwachstum durch die von der BNetzA selbst deflationierten Produktionswerte und das Inputwachstum durch die mit der Lohn- und Kapitalquote gewichteten Wachstumsfaktoren von Arbeit und Kapital, jeweils für Energie- und Gesamtwirtschaft, erfasst. Die Energiewirtschaft diente in Ermangelung einer tieferen statistischen Disaggregation als repräsentativ für die realisierten Produktivitätsfortschritte des eigentlich zu untersuchenden Sektors, die energiewirtschaftliche Netzwirtschaft. Eine Unterscheidung nach Strom- und Gassektor wurde nicht getroffen.

Die Analysen beruhten im Wesentlichen auf zwei Zeiträumen: 1976 bis 1991 und 1991 bis 1997 (mit Wachstumsraten von 1977 bis 1991 und 1992 bis 1997). Bei der Ermittlung wurden allerdings Ausreißer bei den Wachstumsraten wie im Jahr 1992 (1991 auf 1992) mit Verweis auf die deutsche Wiedervereinigung entfernt.<sup>8</sup> Der Zeitraum 1997 bis 2006 wurde aufgrund einer Umstellung in der Berechnung der Arbeitsstunden seitens des Statistischen Bundesamts und aufgrund der Liberalisierung der Energiemärkte (1998) nicht betrachtet.<sup>9</sup>

Abbildung 3.1 veranschaulicht die von der BNetzA vorgenommene Gleichgewichtung der beiden unterschiedlich langen Stützintervalle 1977-1991

<sup>6</sup> BNetzA (2006), „2. Referenzbericht Anreizregulierung. Generelle sektorale Produktivitätsentwicklung im Rahmen der Anreizregulierung“, 26. Januar.

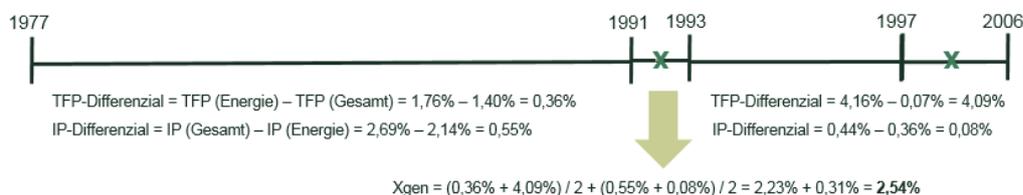
<sup>7</sup> Siehe z.B. WIK / BNetzA (2005), 2. Sitzung des Konsultationskreises, 29. September.

<sup>8</sup> Dieses Phänomen scheint inzwischen durch das Statistische Bundesamt korrigiert worden zu sein. Dies stellt in den Analysen von Oxera in Abschnitt 4 kein Problem dar.

<sup>9</sup> Mit den heute verfügbaren Daten des Statistischen Bundesamts ist ein solcher Bruch in der Zeitreihe der Arbeitsstunden nicht feststellbar, vgl. Abschnitt 4.

(Westdeutschland) und 1993-1997 (Gesamtdeutschland). In der Replikation (und im gesamten Gutachten) definiert Oxera das Stützintervall gemäß den Jahren, für die Wachstumsraten berechnet werden. Das heißt, das Stützintervall 1977-1991 umschließt auch die Daten des Jahres 1976, da nur so die erste Wachstumsrate des Stützintervalls (1977) berechnet werden kann.

**Abbildung 3.1 Stützintervalle und Gewichtungen in BNetzA (2006)**



Quelle: Oxera auf Basis von BNetzA (2006).

Der ermittelte Wert von 2,54% wurde von der BNetzA einer Reihe von Vergleichsstudien anderer Länder und Zeitperioden gegenübergestellt. Dies war nicht ergiebig und ließ keine schlüssige Verprobung des ermittelten Werts zu.

Oxera konnte die Berechnungen der BNetzA (2006) auf Basis der auf der Homepage der BNetzA zugänglichen und damals verwendeten Daten<sup>10</sup> bis auf minimale Abweichungen replizieren. Tabelle 3.1 fasst die Ergebnisse der BNetzA (2006) zusammen, wobei Abweichungen in der Oxera-Replikation in Klammern ggf. hervorgehoben sind.

**Tabelle 3.1 Ergebnisse aus BNetzA (2006) und Abweichungen der Replikation durch Oxera (in Klammern)**

Jahr	1977-1997	1977-1991	1992-1997	1977-1991	1993-1997
<b>TFP</b>					
Gesamt	0,43% (0,42%)	1,40% (1,39%)	-2,02% (-1,99%)	1,40% (1,39%)	0,07%
Energie	2,19%	1,76%	3,26%	1,76%	4,16%
Differenz	1,77%	0,36% (0,37%)	5,28% (5,25%)	0,36% (0,37%)	4,09%
		Mittelwert 2,82% (2,81%)		Mittelwert 2,23%	
<b>Inputpreis</b>					
Gesamt	2,09%	2,69%	0,59%	2,69%	0,44%
Energie	1,60%	2,14%	0,26%	2,14%	0,36%
Differenz	0,49%	0,55%	0,33%	0,55%	0,08%
		Mittelwert 0,44%		Mittelwert 0,31%	
<b>Xgen</b>	2,54%				

Quelle: Oxera auf Basis von BNetzA (2006) und den damals verwendeten Daten, siehe [http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1422/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/Einfuehrung\\_Anreizregulierung/einfuehrung\\_anreizregulierung-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1422/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/Einfuehrung_Anreizregulierung/einfuehrung_anreizregulierung-node.html).

Eine Fortschreibung der unveränderten BNetzA-Methodik mit aktualisierten Daten und für die jüngere Vergangenheit wäre aufgrund methodischer Unzulänglichkeiten des Ansatzes allenfalls von theoretischem Interesse, wie der folgende Abschnitt zeigt.

<sup>10</sup>[http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1422/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/Einfuehrung\\_Anreizregulierung/einfuehrung\\_anreizregulierung-node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1422/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Anreizregulierung/Einfuehrung_Anreizregulierung/einfuehrung_anreizregulierung-node.html)

### 3.2 Kritik an der Vorgehensweise der BNetzA (2006)

Die Stellungnahmen zum 2. Referenzbericht zur Festlegung des Xgen für die erste Regulierungsperiode äußerten starke sachliche Kritik an der Vorgehensweise der BNetzA.<sup>11</sup> Oxera stimmt mit den nachfolgend erläuterten methodischen Kritikpunkten weitestgehend überein. Einige der damals gemachten Verbesserungsvorschläge können auch heute aufgrund beschränkter Datenverfügbarkeit nicht umgesetzt werden. Darauf wird nachfolgend an geeigneter Stelle hingewiesen.

Die Stellungnahmen kritisierten zunächst die inkonsistente Vorgehensweise der BNetzA. Ziehe man als Outputgröße den Produktionswert (PW) heran, seien Kapital, Arbeit und Vorleistungen als Inputs zu verwenden (vgl. Abbildung 4.1). Ziehe man aber die Wertschöpfung (WS) heran, müssten Vorleistungen als Input entfallen. Die Bundesnetzagentur habe den Produktionswert fälschlicherweise ohne Berücksichtigung von Vorleistungen verwendet. Im Ergebnis seien von diesem Ansatz Verzerrungen zu erwarten.

Ebenso müssten laut Stellungnahmen bei der Verwendung des Törnquist-Indexes die Auslastungseffekte berücksichtigt werden, d.h. der Abbau von Kapazitätsreserven. Idealerweise sei hierzu anstelle des Kapitalstocks ein Maß für die Kapaldienstleistung (d.h. der produktive, in der jeweiligen Periode tatsächlich benötigter Kapitalstock) zu verwenden, um Verzerrungen in der Produktivitätsmessung zu vermeiden.

Oxera schließt sich dieser Kritik an. Bezüglich des Kapitalstocks ist jedoch anzumerken, dass ein solches Maß schwer zu konstruieren ist.<sup>12</sup> Deshalb greift Oxera ebenso wie die BNetzA (2006) auf das Bruttoanlagevermögen zurück (Abschnitt 4).

Neben diesen methodischen Mängeln wurden die von der BNetzA verwendeten Daten in den Stellungnahmen ebenfalls vielfältig bemängelt, wie nachfolgend erklärt.

#### *Indizes*

In den Stellungnahmen wird bemängelt, dass zusätzlich zu ihrer starken Aggregation die verwendeten Indizes teilweise nicht relevant bzw. unter falscher Referenz angegeben sind. So sei der Wibera-Index zur Berechnung der Inputpreise der Energiewirtschaft für die tatsächliche Preisentwicklung im Netzsektor nur eingeschränkt aussagekräftig, denn er ignoriere u.a. die Rolle von Arbeitskosten. Zudem basiere die Analyse der BNetzA auf dem energiewirtschaftlichen Produktionswert einschließlich Wiederverkäufen, was

<sup>11</sup> BGW (2006), Stellungnahme, 24. März. E.ON, EnBW, RWE und Vattenfall (2006), „Gemeinsame Stellungnahme zum 2. Referenzbericht Anreizregulierung der BNetzA (generelle sektorale Produktivitätsentwicklung)“, 9. März. PwC (2006), „Analyse zur Herleitung des generellen X-Faktors im 2. Referenzbericht der Bundesnetzagentur“, im Auftrag von EnBW, 9. Mai. NERA (2006), „Calculation of the X-Factor in the 2nd reference period of the Bundesnetzagentur“, im Auftrag von EnBW, 21. April. NERA (2006), „DEA/Malmquist procedures in the 2nd reference period of the Bundesnetzagentur“, im Auftrag von EnBW, 21. April. Plaut Economics (2006), „Gutachten zum 2. Referenzbericht der Bundesnetzagentur“, im Auftrag von VDEW, VDN, VRE, 13. Juni. BDI und VIK (2006), Stellungnahme, 3. März. VKU (2006), Stellungnahme, 3. April.

<sup>12</sup> Der Kapaldienst kann auf verschiedene Weise geschätzt werden, beispielsweise durch Verwendung der Elektrizitätsnutzung, Industrieumfragen oder mittels ökonomischer Methoden. Da der Kapaldienst i.d.R. prozyklisch verläuft, d.h. ein hohes Wirtschaftswachstum mit einer hohen Kapazitätsauslastung einhergeht, kann die Problematik der Produktivitätsmessung auch durch die Wahl des Stützintervalls (voller Konjunkturzyklus) teilweise behoben werden. Vgl. OECD (2001), „Measuring productivity, OECD manual, measurement of aggregate and industry-level productivity growth“, Abschnitt 5.6. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Kapitalauslastung der Netzbetreiber einem anderen Zyklus folgen kann als die der Gesamtwirtschaft. In welche Richtung eine etwaige Verzerrung (Über- oder Unterschätzung des TFP-Differentials) verläuft, lässt sich daher nicht generell vorhersagen. Das Statistische Bundesamt berechnet den Kapaldienst nicht.

den Xgen künstlich überzeichne. Stattdessen sei der Produktionswert ohne Wiederverkäufe (siehe Tabelle 4.2) zu verwenden.

Aus Sicht von Oxera ist hier zu ergänzen, dass Wiederverkäufe im Energiesektor Handelsgeschäfte beinhalten. So kann eine physische Menge von Akteuren der Energiewirtschaft an andere Akteure desselben Sektors beispielsweise zehnmal an der Börse oder OTC (Over the Counter) gehandelt werden. Werden diese Wiederverkäufe vollständig im Produktionswert berücksichtigt, bläht dies den Produktivitätsfortschritt ohne fundamentale Begründung erheblich auf. Dies bedeutet, dass eine Fortschreibung der BNetzA-Methode zum heutigen Tag noch weitaus höhere Produktivitätssteigerungen und damit Xgen-Werte ergäbe als 2006. Denn erstens sind die Wiederverkäufe in den letzten Jahren überproportional stark gestiegen, und zweitens blieben die dementsprechend ebenfalls stark gestiegenen Vorleistungen fälschlicherweise unberücksichtigt.

#### *Zuverlässigkeit/Ausreißer*

Laut Stellungnahmen ist die Verlässlichkeit der Daten nicht immer gegeben. So wies die Energiewirtschaft 1996 eine Produktivitätssteigerung von ca. 12% auf, was den Xgen definitionsgemäß erhöhe. Dies wird insbesondere auf die Abschaffung des Kohlepfennigs Ende 1995 und die kalten Winter 1995/96 und 1996/97 zurückgeführt.

Die Analysen von Oxera in Abschnitt 4 kommen diesbezüglich zu ähnlich hohen Schwankungen von Jahr zu Jahr, auch im Jahr 1996. Oxera misst der Analyse von Ausreißern und der Wahl des Stützintervalls hohe Bedeutung zu, um falsche Rückschlüsse auf die Höhe des Xgen zu vermeiden (vgl. Abschnitt 4).

#### *Strukturbrüche*

In den Stellungnahmen wird ferner der Umgang mit Strukturbrüchen kritisiert. Die BNetzA-Daten wiesen demnach Strukturbrüche auf (Wiedervereinigung 1990) und ließen Verzerrungen erwarten.

Aus Sicht von Oxera ist dem ausdrücklich zuzustimmen. Insbesondere kann Oxera einen statistisch signifikanten Strukturbruch um 1996 feststellen (vgl. Abschnitt 4.3), sodass Daten vor diesem Zeitpunkt für die Festlegung des Xgen der dritten Regulierungsperiode nicht geeignet sind.

#### *Stützintervall*

Die Stellungnahmen kritisierten, dass der Zeitraum 1998-2005 in den Analysen der BNetzA unberücksichtigt bliebe. Stattdessen beruhten die Berechnungen auf den Wachstumsraten 1977-1991 und 1993-1997. Diese beiden Perioden würden von BNetzA gleichgewichtet, trotz des deutlichen Unterschieds der Länge der Zeiträume. (Zur Erinnerung: Die Aufteilung in zwei Analyseperioden ist dem Datenbruch durch die Wiedervereinigung geschuldet). Diese Gleichgewichtung in Kombination mit dem oben besprochenen Ausreißerjahr 1996 führe zu einer Übergewichtung des Stützintervalls mit dem deutlich höheren Xgen.

Auch hier schließt sich Oxera der Kritik an.

Aus Sicht von Oxera sind die aufgeführten Kritikpunkte schwerwiegend, zumal viele von ihnen leicht zu korrigieren gewesen wären. Auf weitere Kritikpunkte seitens Oxera, die bspw. die Wahl der Indizes und Gewichtung der Preisindizes betreffen, wird an dieser Stelle mit Verweis auf Abschnitt 4 verzichtet.

---

### 3.3 Erlösobergrenzen vs. Preisentwicklungen anderer Branchen

Abschließend wird die erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze um VPI abzüglich Xgen für die ersten beiden Regulierungsperioden mit am Markt realisierten Preissteigerungen anderer Branchen gegenübergestellt. Hier sei darauf hingewiesen, dass die Erlösobergrenze auch von anderen Faktoren abhängen.

Tabelle 3.2 zeigt die erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze auf Basis des Verbraucherpreisindex und des Xgen von 1,25% (erste Regulierungsperiode) bzw. 1,5% (zweite Regulierungsperiode). Dies wird anhand der Regulierungsperioden Strom (Basisjahre 2006 und 2011, Perioden 2009-2014 und 2015-2018) illustriert.

**Tabelle 3.2 Erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze (Regulierungsperioden für Strom)**

Jahr	VPI Index	VPI t-2 Verzug <sup>1</sup> $\frac{VPI_{t-2}}{VPI_0}$	PF <sup>2</sup> $PF_t = (1 + Xgen)^j - 1$	VPI - PF $\frac{VPI_{t-2}}{VPI_0} - PF_t$	VPI - PF Verknüpfung der Regulierungsperioden <sup>3</sup>
2006	93,9				
2007	96,1				
2008	98,6				
1. Regulierungsperiode					
2009	98,9	1,0234	0,0125	1,0109	1,0109
2010	100,0	1,0501	0,0252	1,0249	1,0249
2011	102,1	1,0532	0,0380	1,0153	1,0153
2012	104,1	1,0650	0,0509	1,0140	1,0140
2013	105,7	1,0873	0,0641	1,0232	1,0232
2. Regulierungsperiode					
2014	106,6	1,0196	0,0150	1,0046	1,0279
2015	106,9	1,0353	0,0302	1,0050	1,0284
2016	107,4	1,0441	0,0457	0,9984	1,0216
2017		1,0470	0,0614	0,9856	1,0086
2018		1,0519	0,0773	0,9746	0,9973

Anmerkungen:

<sup>1</sup> § 8 ARegV: „Der Wert für die allgemeine Geldwertentwicklung ergibt sich aus dem durch das Statistische Bundesamt veröffentlichten Verbraucherpreisgesamtindex. Für die Bestimmung der Erlösobergrenze nach § 4 Abs. 1 wird der Verbraucherpreisgesamtindex des vorletzten Kalenderjahres vor dem Jahr, für das die Erlösobergrenze gilt, verwendet. Dieser wird ins Verhältnis gesetzt zum Verbraucherpreisgesamtindex für das Basisjahr.“

<sup>2</sup> § 9 (5) ARegV: „Die Einbeziehung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors in die Erlösobergrenzen erfolgt durch Potenzierung der Werte (...) mit dem jeweiligen Jahr der Regulierungsperiode.“ Der Produktivitätsfaktor wird hier mit PF abgekürzt.

<sup>3</sup> Verknüpfung der Regulierungsperioden unter der vereinfachenden Annahme, dass die Kostenbasis der ersten und zweiten Regulierungsperiode gleich blieb.

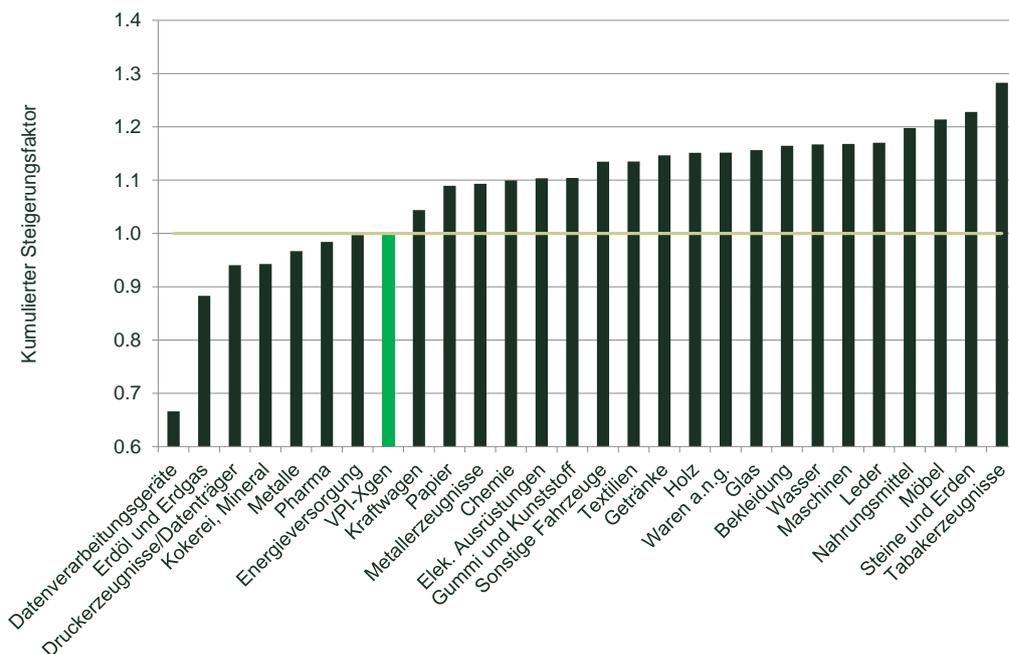
Erklärung zur Berechnung: Der VPI t-2 Verzug im ersten Jahr der ersten Regulierungsperiode Strom (2009) beträgt 1,0234. Dieser wird ermittelt durch Division des VPI von vor zwei Jahren (2007: 96,1) durch den VPI des Basisjahres (2006: 93,9). Das Basisjahr der zweiten Regulierungsperiode Strom ist 2011, daher ist der VPI t-2 Verzug 2014 104,1 (VPI aus 2012) durch 102,1 (VPI aus Basisjahr 2011) gleich 1,0196. Der Produktivitätsfaktor ist zunächst 1,25% (0,0125) und wird mit jedem Jahr potenziert (2010:  $1,0125^2 - 1 = 0,0252$ ). Der Anpassungsfaktor der erlaubten Erlösobergrenze 2009 ist 1,0234 (VPI t-2 Verzug) minus 0,0125 (PF) gleich 1,0109, was einer Steigerung von 1,09% entspricht. Die letzte Spalte verkettet diesen Anpassungsfaktor über die beiden Regulierungsperioden unter der vereinfachenden Annahme einer gleichen Kostenbasis. Dadurch ergibt sich für das letzte Jahr der Regulierungsperiode Strom, 2018, ein kumulierter Anpassungsfaktor der Erlösobergrenzen von

0,9973. Das heißt, die kumulierte Wachstumsrate über die beiden Regulierungsperioden beträgt -0,27%.

Quelle: Oxera auf Basis des Verbraucherpreisindex (2010 = 100), Statistisches Bundesamt, Tabelle 61111-0001.

Abbildung 3.2 stellt die Preisentwicklung in anderen Sektoren der oben berechneten erlaubten Anpassung der Erlösobergrenze um VPI minus Xgen gegenüber.

**Abbildung 3.2 Erlaubte Anpassung der Erlösobergrenze und tatsächliche Preissteigerungen im Branchenvergleich (2006-2016)**



**Anmerkungen:**

Die Preissteigerungen von Kohle, Reparatur (Instandhaltung von Maschinen, Ausrüstungen) und Dienstleistungen zu Abfällen und Wertstoffen sind nicht über den Zeitraum 2006-2016 berechenbar und fehlen daher in der Abbildung.

Die Preissteigerungen der Erzeugerpreise basieren hier ebenfalls wie der VPI auf dem Zeitraum 2006-2016. Die tatsächlichen Preissteigerungen im betrachteten Regulierungszeitraum fangen aufgrund des VPI t-2-Verzugs zwei Jahre später an, d.h. 2008-2016. Alternativ könnten die Preissteigerungen der Erzeugerpreise diesem Zeitraum zugrunde gelegt und VPI-Xgen entsprechend angepasst werden (VPI-Xgen dann 2,16% statt -0,27% kumulierte Steigerung). Im Ergebnis wäre das Ranking des VPI-Xgen immer noch relativ niedrig.

Ein Vergleich mit der Preisentwicklung der Energieversorgung wäre nicht sachgerecht, da diese nicht auf die Netzwirtschaft abzielt, sondern von z.B. Strompreisen abhängt. Siehe hierzu auch die Sensitivität in Abschnitt 4.3.3.

Quelle: Oxera auf Basis der Erzeugerpreisindizes gewerblicher Produkt, Statistisches Bundesamt, 61241-0001 (GP2009 Zweisteller).

Der kumulierte Preissteigerungsfaktor von Datenverarbeitungsgeräten (ganz links) liegt deutlich unter 1; der von Tabakerzeugnissen (ganz rechts) deutlich darüber. Im Wettbewerb werden Kostenveränderungen, entweder Kostensteigerungen durch Inputpreiserhöhungen oder Kostensenkungen durch technischen Fortschritt, an die Verbraucher weitergereicht. Unter dieser Annahme ist der technische Fortschritt bei z.B. Datenverarbeitungsgeräten, Druckerzeugnissen (zu großen Teilen tatsächlich elektronische Datenträger) und

pharmazeutischen Erzeugnissen<sup>13</sup> im Vergleich zu Inputpreissteigerungen so stark ausgeprägt, dass diese Sektoren über den Zeitraum 2006 bis 2016 fallende Erzeugerpreise aufweisen. Für die meisten anderen Branchen gilt das Gegenteil.

Die erlaubte kumulierte Steigerung der Erlösobergrenze um den Faktor VPI minus Xgen ist für den Zeitraum 2009 bis 2018 mit -0,27% negativ. Dieser Wert liegt unter der Median-Preissteigerung<sup>14</sup> im Branchenvergleich (13,45% kumuliert) und illustriert, dass der Xgen für die ersten beiden Regulierungsperioden keineswegs konservativ festgelegt wurde. Beispielsweise hätte der Xgen bei ca. 0% für die ersten beiden Regulierungsperioden liegen müssen, um mit der Median-Preissteigerung gleichzuziehen.

Insgesamt legt dieser Branchenvergleich nahe, dass der Xgen in der Vergangenheit ambitioniert angesetzt wurde.

---

<sup>13</sup> Der Preisverfall im Pharmabereich ist möglicherweise eher auf das Auslaufen von Patenten als auf Produktivitätssteigerungen zurückzuführen.

<sup>14</sup> Der Medianwert ist der Wert an der mittleren Stelle, wenn die Wachstumsraten der Größe nach geordnet sind. Im konkreten Fall ist dies der Wert von sonstigen Fahrzeugen.

---

## 4 Vorschlag von Oxera für ein geeignetes Vorgehen für die dritte Regulierungsperiode (Oxera 2016)

In diesem Arbeitsschritt wird ein geeignetes Vorgehen für die Festlegung des Regulierungsparameters Xgen für die dritte Regulierungsperiode beschrieben. Dabei geht Oxera in vier Schritten vor:

- Zunächst beschreibt Oxera eine dem Stand der Wissenschaft entsprechende Methodik unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben und der Datenlage für die Festlegung des Xgen. Die Methodik baut auf Indizes auf und verwendet den Törnquist-Index (Abschnitt 4.1).
- Danach beschreibt Oxera die öffentlich verfügbaren und verwendeten Daten. Diese Daten werden vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt (Abschnitt 4.2).
- Dann stellt Oxera die Ergebnisse dar und interpretiert diese (Abschnitt 4.3).
- Zum Schluss vergleicht Oxera die Ergebnisse mit Daten von OECD und EU KLEMS, die einen wissenschaftlichen Standard darstellen (Abschnitt 4.4).

### 4.1 Methodik

Ausgangspunkt der Methodik ist § 9 (3) ARegV, wonach die Bestimmung des Xgen unter Berücksichtigung von Daten von Netzbetreibern aus dem gesamten Bundesgebiet zu erfolgen hat. Daher zieht Oxera als Vergleichssektor die deutsche Energiewirtschaft heran. Alternative Ansätze, die Vergleichsindustrien wie z.B. Telekom oder die Bauwirtschaft heranziehen, werden aufgrund des fehlenden Netzbetreiberbezugs nicht weiter verfolgt.<sup>15</sup>

Eine weitere Schärfung der Sektorabgrenzung, zum Beispiel ein Abstellen auf den Strom- oder Gassektor anstatt des gesamten Energiesektors, ist aufgrund der Datenlage nur stark eingeschränkt möglich (vgl. Kasten 4.1 weiter unten). Eine mögliche Ermittlung auf Basis der Malmquist-Methode und Unternehmensdaten für den Effizienzvergleich der BNetzA ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung; entsprechende Daten stehen Oxera nicht zur Verfügung.

Ausgehend von dieser grundsätzlichen Vorgehensweise behandelt Oxera in diesem Methodenabschnitt zunächst die Frage des geeigneten Outputindexes (Abschnitt 4.1.1). Als Outputmaßzahl bei der Berechnung der totalen Faktorproduktivität (TFP) werden sowohl die Bruttowertschöpfung (WS, nachfolgend auch einfach Wertschöpfung) als auch der Produktionswert (PW) herangezogen; beide Maßzahlen sind grundsätzlich geeignet und haben Vor- und Nachteile.

Anschließend thematisiert Oxera die Wahl des Stützintervalls und den Umgang mit Ausreißern in den Daten (Abschnitt 4.1.2). Hier gilt: Bei der Auswahl des Stützintervalls verwendet Oxera aufgrund der hohen Volatilität der Faktorproduktivität-Schätzungen und zum bestmöglichen Ausgleich von Konjunkturschwankungen ein möglichst langes Stützintervall, sofern dieses nicht unter Strukturbrüchen leidet. Die Behandlung von Ausreißern wird dagegen in Abschnitt 4.3 im Zusammenhang mit den konkreten Daten behandelt.

<sup>15</sup> Dieser Ansatz wird zum Beispiel in Oxera (2016) aufgrund rechtlicher Vorgaben verfolgt, siehe Oxera (2016), „Study on ongoing efficiency for Dutch gas and electricity TSOs“, Gutachten für die Netherlands Authority for Consumers and Markets (ACM), Januar.

#### 4.1.1 Outputmaßzahl

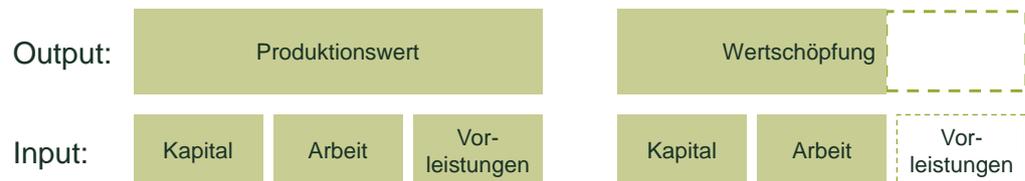
##### Produktionswert und Wertschöpfung

Der Outputindex der Faktorproduktivität kann auf Basis Produktionswert oder Wertschöpfung bestimmt werden.

Der Produktionswert gibt die Umsatzgrößen zu Herstellungskosten eines Sektors an. Wenn der Umsatz eines Sektors steigt, steigt entsprechend der Produktionswert. Daraus ergibt sich, dass für die Berechnung einer Produktivitätsveränderung eine Datenreihe verwendet werden muss, welche um Wiederverkäufe korrigiert wurde (vgl. Diskussion in Abschnitt 3.1). Sonst würde ein Ansteigen der Wiederverkäufe, wie zum Beispiel die Einführung des Börsen- und OTC-Handels von Strom und Gas in der deutschen Energiewirtschaft, die Produktivitätsentwicklung deutlich nach oben verzerren.

Die Wertschöpfung ergibt sich aus dem Produktionswert abzüglich der Vorleistungen. Da sie Vorleistungen nicht berücksichtigt, ist sie eine sachgerechte Maßzahl für die eigentliche Produktionsleistung eines Sektors.

**Abbildung 4.1 Korrespondenz von Outputmaßzahlen und Inputs**



Quelle: Oxera.

Abbildung 4.1 stellt die beiden Outputmaßzahlen Produktionswert und Wertschöpfung den entsprechenden Inputs gegenüber. Verwendet man den Produktionswert als Outputmaßzahl, sind Kapital, Arbeit und Vorleistungen als korrespondierende Inputs zu verwenden. Wird hingegen Wertschöpfung als Outputmaßzahl verwendet, sind nur die Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit maßgeblich.

##### Vor- und Nachteile von Produktionswert und Wertschöpfung

Grundsätzlich haben sowohl Berechnungen auf Basis Produktionswert als auch solche auf Basis Wertschöpfung Vor- und Nachteile.

Ein wesentlicher Vorteil in der Verwendung des Produktionswerts besteht in der geringen Anfälligkeit gegenüber Änderungen in den verwendeten Inputs. Faktorproduktivitätswerte auf Basis des Produktionswerts sind eine „natürliche“ Maßzahl für den technischen Fortschritt, da sie die komplette Berücksichtigung aller Inputs und Outputs Verbesserungen in Technologie, Wissen und Management abbilden.<sup>16</sup> Vorleistungen sind ein Teil der Produktionsfunktion und werden bei Verwendung des Produktionswerts als kontrollierbar angesehen.<sup>17</sup> Faktorproduktivitätswerte auf Basis des Produktionswerts sind weniger anfällig gegenüber Verzerrungen durch Änderungen im Inputmix. Werden zum Beispiel Wartungsarbeiten nicht mehr durch eigenes Personal durchgeführt, sondern ausgelagert, sinkt der Arbeitseinsatz und steigt der Vorleistungseinsatz. Da Faktorproduktivitätswerte auf Basis Produktionswert sowohl Vorleistungen als

<sup>16</sup> OECD (2001), „Measuring productivity, OECD manual, measurement of aggregate and industry-level productivity growth“, S. 27.

<sup>17</sup> Im Sinne der VGR-Systematik, nicht der Systematik der Anreizregulierung; dort sind nur die Benchmarking-Kosten beeinflussbar.

auch den Produktionsfaktor Arbeit erfassen, sind sie nicht verzerrt (auf Basis Wertschöpfung könnten sie verzerrt werden).

Ein wesentlicher Vorteil der Wertschöpfung liegt in der Robustheit gegenüber Datenproblemen. Faktorproduktivitätswerte auf Basis Wertschöpfung bilden die Fähigkeit einer Branche ab, Änderungen in Einkommen (Löhne oder Kapitaleinkommen) bzw. Nachfrage nach den Produkten der Branche umzusetzen.<sup>18</sup> Sie sind daher generell weniger anfällig für mögliche Datenprobleme bei der Erfassung der Vorleistungen, da die Vorleistungen nicht direkt als Input verwendet werden.

In der Literatur wird darauf verwiesen, dass Studien, die Daten mit einem niedrigeren Aggregationsniveau verwenden, tendenziell produktionswertbasierte Ansätze verfolgen, während Studien auf einem höheren Aggregationsniveau (z.B. ganze Volkswirtschaften) zu wertschöpfungsbasierten Ansätzen tendieren. Da mit höherem Aggregationsniveau die Vorleistungsquote sinkt, wird auch der Unterschied zwischen den beiden Ansätzen geringer.<sup>19</sup> Im vorliegenden Gutachten muss die Produktivität sowohl auf hohem Aggregationsniveau (Gesamtwirtschaft) als auch auf niedrigerem Niveau (Energiewirtschaft) berechnet werden.

Keine Methode ist daher generell überlegen: Sowohl Produktionswert als auch Wertschöpfung sind gängige und plausible Ansätze für die Abschätzung der Faktorproduktivität. Da der Ansatz auf Basis Produktionswert eine vollständigere Abbildung der Produktionsmöglichkeiten in Bezug auf Technologie, Wissen und Management leistet, ist er auf jeden Fall auch heranzuziehen. Eine gleichzeitige Berechnung der Faktorproduktivität auf Basis Wertschöpfung ist wegen dessen Vorteilen in jedem Fall sinnvoll. Außerdem kann eine grobe Abweichung zwischen den beiden Werten auf Datenprobleme hindeuten.

Wichtig hierbei ist: Allein aufgrund der mathematischen Definition ist die Änderung der totalen Faktorproduktivität auf Basis Wertschöpfung (fast) immer betragsmäßig größer als die auf Basis Produktionswert.<sup>20</sup> Ebenso hat, insbesondere bei einer Veränderung der Vorleistungsquote, die Wertschöpfung eine höhere Volatilität als der Produktionswert. Daher sind die Werte auf Basis Wertschöpfung ggf. als Obergrenze zu betrachten. Insgesamt haben beide Methoden ihre Berechtigung und werden im vorliegenden Gutachten auch durchgeführt.

#### 4.1.2 Periodenauswahl und Ausreißer

Die Auswahl des Stützintervalls ist eine grundlegende methodische Entscheidung von erheblicher Relevanz.<sup>21</sup> Kurze bzw. lange Zeiträume haben jeweils ihre Vor- und Nachteile. Ebenso kann das Entfernen von Ausreißern die Qualität einer empirischen Analyse erhöhen oder verschlechtern, je nachdem, ob ein vermeintlicher Ausreißer tatsächlich ein solcher ist oder nicht. Der genaue Umgang mit Ausreißern (entfernen – ja oder nein) hängt daher nicht zuletzt von

<sup>18</sup> „the ability of an industry to translate technical change into income and into a contribution to final demand“ OECD (2001), „Measuring productivity, OECD manual, measurement of aggregate and industry-level productivity growth“, S. 27-28.

<sup>19</sup> Balk, B.M. (2009), „On the relation between gross output- and value added-based productivity measures: The importance of the Domar Factor“, *Macroeconomic Dynamics*, 13, S. 241–267.

<sup>20</sup> Bruno, M. (1978), „Duality, intermediate inputs and value added“, in M. Fuss und McFadden (Herausgeber), „Production economics: a dual approach to theory and applications“, North Holland.

<sup>21</sup> Vgl. hierzu: Jahn, C. (2016), „Mehr Produktivität in der Energiewirtschaft? Der generelle sektorale Produktivitätsfaktor als Instrument der Anreizregulierung und eine Untersuchung möglicher Berechnungsansätze“, Metropolis-Verlag Marburg, S. 96.

den Daten selbst ab und wird daher in Abschnitt 4.3 erneut thematisiert. Tabelle 4.1 fasst die jeweiligen Vor- und Nachteile zusammen.

**Tabelle 4.1 Vor- und Nachteile – Periodenauswahl und Ausreißer**

Kategorie	Vorteile	Nachteile
Aktuelle Daten (kurzes Stützintervall)	Aktuelle Daten geben aktuellen technischen Fortschritt besser wieder	Anfällig für Ausreißer, Konjunkturzyklen und Datenrauschen Kurzfristige „Trends“ in Produktivität setzen sich nicht notwendigerweise fort
Lange Datenreihe und ganze Konjunkturzyklen (langes Stützintervall)	Datenrauschen und Konjunkturzyklen werden besser ausgeglichen Mehr Datenpunkte verbessern die Güte der Schätzung	Höheres Risiko von Strukturbrüchen
Ausreißer	Wenn es sich bei dem Ausreißer um einen reinen Datenfehler handelt, wird durch Entfernung die Schätzung verbessert	Ausreißer sind schwer zu definieren und die Definition ist oft arbiträr

Quelle: Oxera.

In Bezug auf das Stützintervall erachtet Oxera lange Zeitperioden als sachgerecht, solange diese keine Strukturbrüche enthalten. Lange Zeitperioden gleichen Datenrauschen und Konjunkturzyklen besser aus, und die statistische Genauigkeit der Abschätzung verbessert sich durch mehr Datenpunkte. Das höhere Risiko von Strukturbrüchen kann durch die Verwendung von statistischen Tests, mit deren Hilfe Strukturbrüche erkannt werden können, wesentlich reduziert werden.

Kurze Zeitintervalle sind hingegen anfälliger für Verzerrungen durch Konjunkturzyklen und Datenrauschen. Dem Vorteil, dass aktuelle Produktivitätsverbesserungen die in naher Zukunft (dritte Regulierungsperiode) möglichen Produktivitätsverbesserungen vielleicht besser abbilden, steht das Risiko gegenüber, stochastische Schwankungen in den gemessenen Produktivitätsfortschritten als tatsächlichen Produktivitätsfortschritt zu interpretieren. Solche Schwankungen können zum Beispiel durch Konjunkturzyklen verursacht werden. Es besteht insbesondere das Risiko, zeitweilig höhere Produktivitätssteigerungen, wie sie zum Beispiel durch den Abbau von Ineffizienzen in den Anfangsjahren der Anreizregulierung entstehen, als langfristig dauerhaft möglichen Produktivitätsfortschritt zu interpretieren und fortzuschreiben.

## 4.2 Daten

Die Berechnungen des Xgen erfolgen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamts. Die Produktivitätsberechnung zielt wie in BNetzA (2006) auf die gesamt- und energiewirtschaftliche Entwicklung aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR, Seriennummer 81000) ab. Die Energiewirtschaft umfasst die Energieversorgung, d.h. Elektrizitäts-, Gas- und Wärme- und Kälteversorgung, wobei die letzte Position einen geringen Anteil an der Energieversorgung hat und daher keine bedeutende Verzerrung erwarten lässt. Fernleitungsnetzbetreiber sind in der Energiewirtschaft nicht erfasst.

Die Energiewirtschaftsdaten umfassen die gesamte Wertschöpfungskette, d.h. Daten für den Netzsektor werden nicht separat erhoben. Die Inputpreis-

Berechnung gewichtet Indizes hingegen so, dass die Inputpreisentwicklung der Netzwirtschaft weitgehend sektorscharf abgebildet werden kann.

Es kommen Daten ab 1991 in Frage, dem ersten Jahr nach der Wiedervereinigung, für das gesamtdeutsche Daten vorliegen. Oxera verwendet keine Daten vor 1991, da diese erstens nur den westdeutschen Raum abdecken und zweitens zu weit in der Vergangenheit liegen, um ihrem Einfluss auf die zukünftige Entwicklung des Netzsektors eine hohe Bedeutung beizumessen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens sind alle benötigten Zeitreihen bis 2014 verfügbar, nicht jedoch bis 2015 oder 2016 (Redaktionsschluss: Dezember 2016). Die über das Statistische Bundesamt abrufbare Datenbasis umfasst daher die Jahre 1991-2014.

Tabelle 4.2 gliedert die Daten des Statistischen Bundesamts nach deren Verwendung: Output- und Inputindex für Faktorproduktivität und Inputpreise für die Inputpreisentwicklung. Diese Daten werden nachstehend im Einzelnen diskutiert. Insbesondere wird erklärt, warum eine weitere Unterscheidung des Energiesektors in Strom und Gas zwar auf Inputpreis-, nicht jedoch auf Produktivitätsebene (Output- und Inputindex) durchgeführt werden kann. Weitere Daten, die für Sensitivitäten und zur Verprobung der Ergebnisse benötigt werden, werden an entsprechender Stelle gesondert ausgewiesen.

**Tabelle 4.2 Datenübersicht**

Variable	Einheit	Sektor G=Gesamt E=Energie	Verwendung	Quelle Seriennummer Statistisches Bundesamt
<b>Outputindex</b>				
Bruttowertschöpfung (real)	Index	G, E	TFP (WS)	81000-0103
Produktionswert (real)	Index	G, E	TFP (PW)	81000-0101
<b>Inputindex</b>				
Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	Mio. Stunden	G, E	TFP (WS, PW)	81000-0114
Erwerbstätige	In 1000	G, E	TFP (Lohnquote)	81000-0112
Arbeitnehmer	In 1000	G, E	TFP (Lohnquote)	81000-0113
Arbeitnehmerentgelte (nominal)	Mrd. EUR	G, E	TFP (Lohnquote)	81000-0110
Bruttowertschöpfung (nominal)	Mrd. EUR	G, E	TFP (Lohnquote)	81000-0103
Bruttoanlagevermögen (real)	Index	G, E	TFP (WS, PW)	81000-0116
Vorleistungen (nominal)	Mrd. EUR	G, E	TFP (Vorleistungsquote)	81000-0102
Produktionswert (nominal)	Mrd. EUR	G, E	TFP (Vorleistungsquote)	81000-0101
Vorleistungen (real)	Index	G, E	TFP (PW)	81000-0102
<b>Inputpreise</b>				
Deflator Bruttoanlagevermögen	Index	G	IP	81000-0116
Kostenindizes aus StromNEV und GasNEV	Index	E, Strom, Gas	IP	Siehe Quellen-Angaben in § 6a StromNEV und GasNEV
Deflator Vorleistungen	Index	G, E	IP	81000-0102
Bruttolöhne und -gehälter je Arbeitnehmerstunde	EUR	G, E	IP	81000-0111

Anmerkungen: Beim Produktionswert Energie (real oder nominal, 81000-0101) handelt es sich um die Zeitreihe ohne Wiederverkäufe, vgl. Diskussion in Abschnitt 3.1.

Die Deflatoren Bruttoanlagevermögen (81000-0116) und Vorleistungen (81000-0102) werden von Oxera durch Division der entsprechenden nominalen und realen (vorliegend als Kettenindex) Größen ermittelt. Beim realen Bruttoanlagevermögen gilt zu beachten, dass es in drei Kategorien aufgeführt wird: (i) Anlagen, (ii) Ausrüstungen und sonstige Anlagen und (iii) Bauten. Da (i) = (ii) + (iii), reicht es lediglich (i) Anlagen zu verwenden um eine Doppelzählung zu vermeiden.

Die Kostenindizes aus StromNEV und GasNEV erlauben eine Konstruktion von Inputpreis Strom und Inputpreis Gas.

Quelle: Oxera auf Basis des Statistischen Bundesamts.

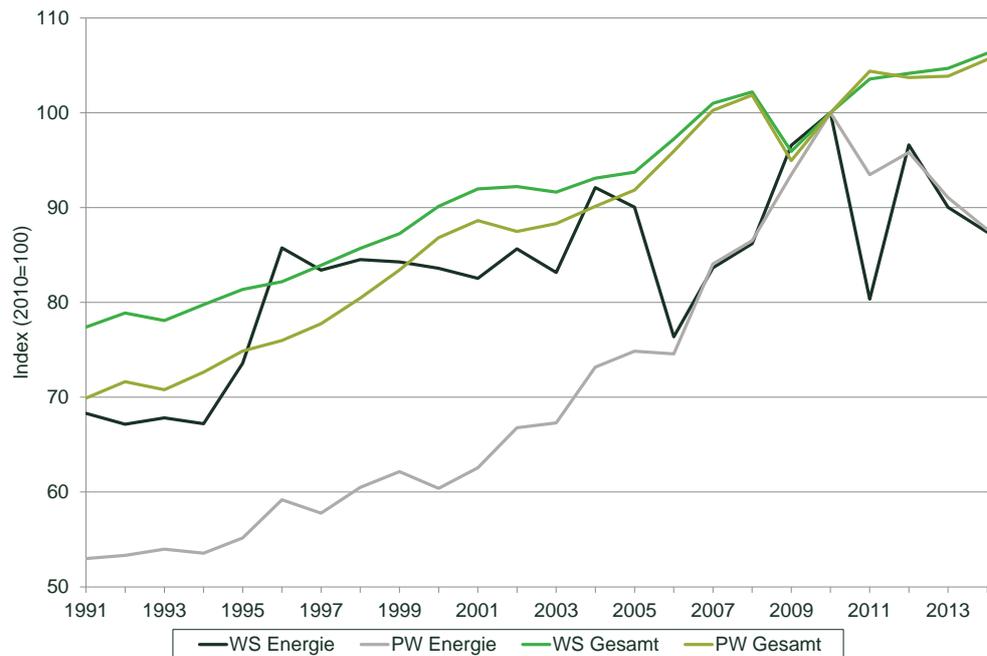
Nachfolgend werden die Output-, Input- und Inputpreis-Daten genauer erläutert. Eine technische Beschreibung der Berechnungsmethode findet sich im Anhang.

#### 4.2.1 Outputmaßdaten

Für den Outputindex verwendet Oxera die Wertschöpfung bzw. den Produktionswert für Gesamt- und Energiewirtschaft (Abbildung 4.2). Hierzu werden reale (preisbereinigte) Zeitreihen herangezogen, da der Törnquist-Index die reine Produktivität messen soll, von Preiseffekten nicht verzerrt.

Die preisbereinigten Zeitreihen werden direkt vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt. Eine eigene Preisbereinigung durch spezielle Indizes ist weder nötig noch ratsam, da davon auszugehen ist, dass das Statistische Bundesamt über weitere Informationen verfügt und die geeigneten Deflatoren sachgerecht bestimmt.<sup>22</sup> Die Verwendung bereits preisbereinigter Zeitreihen entspricht insoweit dem Vorgehen in WIK (2013)<sup>23</sup>, nicht jedoch dem in BNetzA (2006). Abbildung 4.2 zeigt die preisbereinigten Zeitreihen für Wertschöpfung und Produktionswert (Energie- und Gesamtwirtschaft).

**Abbildung 4.2 Output-Indizes für Wertschöpfung und Produktionswert (Energie und Gesamtwirtschaft, real)**



Quelle: Oxera auf Basis des Statistischen Bundesamts.

Abbildung 4.2 zeigt einen mit Ausnahme des Krisenjahrs 2009 relativ steten Zuwachs von Wertschöpfung und Produktionswert in der Gesamtwirtschaft. Dagegen verläuft die Wertschöpfung Energie insbesondere ab 2005 relativ volatil. Der Produktionswert in der Energiewirtschaft zeichnet diese Entwicklung ab 2006 in abgeschwächter Form nach. Gründe für die hohe energiewirtschaftliche Volatilität sieht Oxera u.a. in der Abschaffung des Kohlepfennigs und temperaturbedingten Absatzschwankungen (vgl. Abschnitt 3.1) sowie in Energiepreisschwankungen seit der Liberalisierung der Energiemärkte. Auch scheint die Wertschöpfung seit der Liberalisierung langsamer zu steigen. Der Atomausstieg („Fukushima-Effekt“) hat ab 2011 zu einem Einbruch in der Wertschöpfung geführt.

Beim Produktionswert (Umsatzgrößen zu Herstellungskosten) schlägt ab 2005 möglicherweise die relativ teurere Stromproduktion durch Erneuerbare in den

<sup>22</sup> Das Statistische Bundesamt schreibt beispielsweise zur Preisbereinigung der Wertschöpfung: „Die preisbereinigte Bruttowertschöpfung wird in der Regel durch die Methode der doppelten Deflationierung gewonnen, d. h. durch Differenzbildung zwischen den preisbereinigten Produktionswerten und den preisbereinigten Vorleistungen. Eine direkte Deflationierung der nominalen Wertschöpfung mit Hilfe spezieller Preisindizes ist nicht sinnvoll, weil die Wertschöpfung als Saldengröße kein Güterbündel darstellt, das sich in eine Preis- und Mengenkomponente zerlegen lässt.“ Siehe Statistisches Bundesamt (2016), „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung. Detaillierte Jahresergebnisse“, S. 28, 2. Juni.

<sup>23</sup> WIK (2013), „Genereller Produktivitätsfaktor österreichischer Stromverteilnetzbetreiber“, Studie für E-Control Austria, 27. Februar. WIK steht hier für die WIK-Consult GmbH.

Daten durch. Sinkende Ölpreise und wiederum der „Fukushima-Effekt“ reduzieren jedoch auch die Wertschöpfung ab 2010. Außerdem sind statistische Effekte bei der Deflationierung der Zeitreihe durch das Statistische Bundesamt nicht auszuschließen, da das Güterbündel sich jedes Jahr neu zusammensetzt. Über einen längeren Zeitraum gleichen sich diese Schwankungen jedoch aus.

Die Diskussion dieser Zeitreihen ist wichtig für das Verständnis der Ergebnisse in Abschnitt 4.3. Die beschriebenen Aspekte beeinflussen die Volatilität der energiewirtschaftlichen Outputindizes maßgeblich. Diese Volatilität in den Daten führt in den Berechnungen zu starken Produktivitätsschwankungen in der Energiewirtschaft. Für die Gesamtwirtschaft gilt dies mit Ausnahme des Krisenjahres 2009 nicht. Abbildung 4.2 nimmt daher bereits vorweg, dass der Outputindex Energie, berechnet als jährlicher Wachstumsfaktor von Wertschöpfung bzw. Produktionswert in der Energiewirtschaft, aufgrund seiner hohen Volatilität der größte Treiber der jährlichen Änderungsraten der Faktorproduktivität ist.

#### 4.2.2 Inputindex

Zur Berechnung des Inputindex für die auf Basis der Wertschöpfung ermittelte Produktivitätsentwicklung (Faktorproduktivität Wertschöpfung) werden die Wachstumsfaktoren Arbeit (Arbeitsstunden der Erwerbstätigen) und Kapital (reales Bruttoanlagevermögen) herangezogen. Diese Wachstumsfaktoren werden jeweils mit der Arbeits- und Kapitalquote potenziert. Dabei wird die Arbeitsquote berechnet als nominales Arbeitnehmerentgelt dividiert durch nominale Wertschöpfung, bereinigt um Arbeitnehmer und Erwerbstätige. Die Kapitalquote ergibt sich als Residuum zur Arbeitsquote.

Zur Berechnung des Inputindex für die auf Basis des Produktionswerts ermittelte Produktivitätsentwicklung (Faktorproduktivität Produktionswert) wird zusätzlich der Wachstumsfaktor Vorleistungen (reale Vorleistungen) berücksichtigt. Dieser wird mit der Vorleistungsquote, berechnet als nominale Vorleistungen dividiert durch den nominalen Produktionswert, potenziert. Bei der Berechnung der Arbeitsquote wird entsprechend die nominale Wertschöpfung durch den nominalen Produktionswert ersetzt. Die Kapitalquote ergibt sich wiederum als Residuum, nun zur Arbeits- und Vorleistungsquote. Die verwendeten Formeln sind im Anhang beschrieben.

Eine Unterscheidung von Strom und Gas erfolgt nur auf Basis der Inputpreise, nicht jedoch auf totaler Faktorproduktivitätsebene. Kasten 4.1 erklärt, warum.

#### Kasten 4.1 Keine Unterscheidung von Strom und Gas bei der totalen Faktorproduktivitäts-Berechnung

Das Statistische Bundesamt hält nur eingeschränkt die zur totalen Faktorproduktivitäts-Berechnung benötigten Daten für eine getrennte Strom- und Gasbetrachtung vor. Hierzu stehen zwei Quellen zur Verfügung, wobei beide auf der Kostenstrukturerhebung (Seriennummer 43221-0001 bzw. Fachserie 4, Reihe 6.1<sup>24</sup>) beruhen.

Die Kostenstrukturerhebung nach Seriennummer 43221-0001 erlaubt aus Sicht von Oxera keine sinnvolle getrennte Faktorproduktivitäts-Berechnung für Strom und Gas. Erstens müsste die Produktivitäts-Berechnung des Inputindex zumindest teilweise auf den Energiesektor abzielen, da viele Daten nicht getrennt für Strom und Gas erfasst werden. Infolgedessen könnte es bei der Produktivitäts-Berechnung zu Verzerrungen kommen. Steigt der Outputindex für Strom bei konstantem Inputindex, so bedeutet dies einen Zuwachs der totalen Faktorproduktivität für

<sup>24</sup> Fachserie 4, Reihe 6.1 ist ab 2000 online ([https://www.destatis.de/GPStatistik/receive/DESerie\\_serie\\_00000070?list=all](https://www.destatis.de/GPStatistik/receive/DESerie_serie_00000070?list=all)) und für die fehlenden Jahre ab 1991 über z.B. die Staatsbibliothek zu Berlin verfügbar.

Strom. Der Inputindex wird jedoch ebenso durch Änderungen im Gasbereich bestimmt. Insgesamt ist das Risiko dieser Verzerrung bei Gas stärker ausgeprägt als bei Strom, da Gas der kleinere der beiden Sektoren ist und damit durch den Stromsektor im Inputindex überproportional bestimmt wird.

Zweitens ergäbe sich beim Output von Strom- und Gas eine Reihe von Nachteilen. Der Produktionswert für Strom und Gas liegt nur inkl. Wiederverkäufen vor und unterliegt damit dem gleichen Problem wie in der Konsultation zu BNetzA (2006), wie in Abschnitt 3.1 beschrieben. Relevant für die Produktivitätsmessung sind aber nur Produktionswerte ohne diese Wiederverkäufe, welche das Produktivitätswachstum künstlich erhöhen. Die Wertschöpfung liegt für Strom und Gas zu Faktorkosten vor und entspricht nicht der sonst verwendeten Bruttowertschöpfungs-Definition. Zudem fehlen für einige Jahre Daten (Elektrizitätsversorgung: 2004, 2005, 2008, 2009; Gasversorgung: zusätzlich 2010), was Fragen bzgl. der Qualität aufwirft. Abschließend liegen die Daten für Produktionswert und Wertschöpfung nominal vor und nicht wie in der Energie- oder Gesamtwirtschaft auch preisbereinigt. Dies würde die Analyse weiter verkomplizieren, da geeignete Deflatoren erst noch bestimmt werden müssten. All diese Aspekte erhöhen zudem die Unsicherheit, mit der die Ergebnisse interpretiert werden könnten.

Die Kostenstrukturerhebung nach Fachserie 4, Reihe 6.1 kann einige dieser Schwachstellen korrigieren. So liegen die für den Inputindex benötigten Arbeitsstunden und Entgelte (bzw. Bruttogehalt- und -lohnsumme) getrennt für Strom und Gas vor. Ebenso sind die Daten in allen Jahren ab 1991 vollständig.<sup>25</sup> Problematisch ist jedoch das nach wie vor nicht getrennt vorliegende Bruttoanlagevermögen, die Berücksichtigung von Wiederverkäufen im Produktionswert sowie das Fehlen geeigneter Deflatoren zur Messung des realen Outputs. Die Daten sind im Übrigen nicht identisch zu der oben angesprochenen Seriennummer 43221-0001. Daher wäre auch hier eine getrennte Produktivitätsberechnung für Strom und Gas mit Schwierigkeiten verbunden.

Quelle: Oxera auf Basis des Statistischen Bundesamts.

#### 4.2.3 Preisindizes

Die Berechnung der Inputpreise erfolgt unter Berücksichtigung von Kapital-, Arbeits- und Vorleistungskosten. Ziel ist dabei die Konstruktion eines Indexes, welcher die Preisentwicklung der Netzwirtschaft möglichst realistisch abbildet. Oxera führt die Inputpreis-Berechnung sowohl für Energie als auch Strom und Gas getrennt durch. Die Unterscheidung von Strom und Gas ist nur auf Ebene der Kapitalkosten möglich. Hierzu werden die in den Netzentgeltverordnungen festgelegten Preisindizes herangezogen. Auf der Ebene der Arbeits- oder Vorleistungskosten liegen seitens des Statistischen Bundesamtes nur sektorübergreifende Daten vor.

Für die Kapitalkosten der Gesamtwirtschaft zieht Oxera die Preisentwicklung des Bruttoanlagevermögens durch Berechnung des entsprechenden Deflators heran (vgl. Anmerkungen zu Tabelle 4.2). Für die Kapitalkosten von Strom und Gas zieht Oxera die in § 6a StromNEV bzw. GasNEV (Strom- und Gasnetzentgeltverordnung) aufgeführten Indexreihen des Statistischen Bundesamts heran. Gemäß § 6a Strom- bzw. GasNEV berechnet Oxera hieraus Indizes für die verschiedenen Anlagengruppen. Diese werden entsprechend Tabelle 4.3 zu einem StromNEV- bzw. GasNEV-Index aggregiert.

<sup>25</sup> 1991 bezieht sich noch auf Westdeutschland.

**Tabelle 4.3 Berechnung der Kapitalkosten für Strom und Gas**

Nummer	Anlagegruppen	Indexreihe	Gewicht
<b>Strom</b>			
S1	Grundstücksanlagen und Gebäude	Gewerbliche Betriebsgebäude	100%
S2	Kabel	Ortskanäle	70%
		Andere elektrische Leiter	30%
S3	Freileitungen	Ortskanäle	50%
		Andere elektrische Leiter	15%
		Türme und Gittermaste	35%
S4	Stationen	Ortskanäle	35%
		Erzeugerpreise gewerblicher Produkte gesamt (ohne Mineralölerzeugnisse)	65%
S5	Alle übrigen Anlagen mit Ausnahme von Grundstücken	Erzeugerpreise gewerblicher Produkte gesamt (ohne Mineralölerzeugnisse)	100%
<b>► Kapitalkostenindex Strom = (S1 + S2 + S3 + S4 + S5) / 5</b>			
<b>Gas</b>			
G1	Grundstücksanlagen; Betriebsgebäude; Verwaltungsgebäude; Gebäude, Verkehrswege; Gebäude (Mess-, Regel- und Zähleranlagen)	Gewerbliche Betriebsgebäude	100%
G2	Rohrleitungen und Hausanschlussleitungen; Stahlleitungen; Grauguss; Duktiler Guss; Polyethylen; Polyvinylchlorid	Ortskanäle	100%
G3	Stahlleitungen (für den Gastransport größer als 16 bar ausgelegt)	Stahlrohre	40%
		Ortskanäle	60%
G4	Alle übrigen Anlagen mit Ausnahme von Grundstücken	Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte gesamt (ohne Mineralölerzeugnisse)	100%
<b>► Kapitalkostenindex Gas = (G1 + G2 + G3 + G4) / 4</b>			

Quelle: Oxera auf Basis von § 6a StromNEV und GasNEV.

Für die Vorleistungskosten von Energie- und Gesamtwirtschaft verwendet Oxera die entsprechenden Deflatoren des Statistischen Bundesamtes (vgl. Anmerkungen zu Tabelle 4.2). Die Bruttolöhne und -gehälter je Arbeitnehmerstunde werden von Oxera in einen Index überführt.

Alle für die Verwendung der Inputpreise benötigten Zeitreihen werden mit Basis 2010 indexiert und anschließend gewichtet.<sup>26</sup> Die Gewichtung der Kosten für die Gesamtwirtschaft folgt auf Basis der in der Produktionswert-basierten Produktivitäts-Berechnung ermittelten jährlichen Lohn-/Arbeits-, Kapital- und Vorleistungsquoten.

Die Gewichtung der Kosten der Energiewirtschaft wird von Oxera dagegen diskretionär festgelegt, um die Kostenentwicklung der Netzbetreiber und nicht der Energiewirtschaft insgesamt sachgerechter abzubilden. Die Kapitalkostenanteile der Strom- und Gasverteilernetze liegen laut Evaluierungsbericht der BNetzA (2015) bei ca. 21-25% respektive 50%.<sup>27</sup> Oxera

<sup>26</sup> Die Wahl fällt auf das Indexjahr 2010, da die meisten Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes ebenfalls zu 2010 indexiert werden. Durch das Indexjahr verändert sich die Gewichtung; sie hat aber keinen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis. Für die Berechnung der totalen Faktorproduktivität ist hingegen keine Festlegung auf ein bestimmtes Jahr nötig, da es hier lediglich auf die Wachstumsfaktoren ankommt.

<sup>27</sup> BNetzA (2015), „Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung“, S. 98, 21. Januar.

übernimmt diese Werte für Strom und Gas, wobei für Strom der Durchschnittswert von 23% übernommen wird.

In Abschnitt 4.3 analysiert Oxera eine Sensitivität, bei der die Kapitalanteile entsprechend der Benchmarking-Kosten statt der Gesamtkosten berechnet werden. Für die Arbeitsanteile für Strom und Gas wird nach eigenem Ermessen mit 30% gerechnet und für die Vorleistungsquote das Residuum angenommen (Strom: 47%; Gas: 20%). Die hieraus resultierenden Strom- und Gaspreisindizes werden im Verhältnis von 2:1 in einen Netzbetreiberpreisindex überführt.<sup>28</sup> Dieses Verhältnis wurde bereits in einer Stellungnahme zu BNetzA (2006) mit Verweis auf die Geschäftsvolumina vorgeschlagen.<sup>29</sup> Tabelle 4.4 fasst diese Vorgehensweise zusammen.

**Tabelle 4.4 Gewichtung der Inputpreise**

<b>Sektor</b>	<b>Arbeit</b>	<b>Kapital</b>	<b>Vorleistungen</b>
	Bruttolöhne und -gehälter je Arbeitnehmerstunde	Deflator Bruttoanlagevermögen (Gesamt) bzw. Kostenindizes aus StromNEV und GasNEV (Energie, Strom, Gas)	Deflator Vorleistungen
<b>Gesamt</b>	Anteil aus TFP Produktionswert ca. 30%	Anteil aus TFP Produktionswert ca. 20%	Anteil aus TFP Produktionswert ca. 50%
<b>Strom</b>	30%	23%	47%
<b>Gas</b>	30%	50%	20%
<b>Energie</b>	Strom und Gas im Verhältnis 2:1		

Quelle: Gesamtanteile auf Basis der Berechnungen für TFP Produktionswert Gesamtwirtschaft. Kapitalanteile für Strom und Gas und Verhältnis Strom: Gas = 2:1 gemäß Oxera-Analyse auf Basis von BNetzA (2015), „Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung“, S. 98 und S. 135, 21. Januar.

<sup>28</sup> Der Produktivitätsfaktor von 1,5% für die zweite Regulierungsperiode führt zu Mindererlösen von 2,327 Mrd. EUR für Stromnetzbetreiber und 1,167 Mrd. EUR für Gasnetzbetreiber über fünf Jahre. Daraus berechnet Oxera ein Verhältnis von 2:1 Strom zu Gas. Quelle: BNetzA (2015), „Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung“, S. 135, 21. Januar.

<sup>29</sup> PwC (2006), „Analyse zur Herleitung des generellen X-Faktors im 2. Referenzbericht der Bundesnetzagentur“, im Auftrag von EnBW, S.13, 9. Mai.

Abbildung 4.3 zeigt die resultierenden Preisindizes für die Gesamtwirtschaft, Energiewirtschaft, Strom- und Gas.

**Abbildung 4.3 Preisindizes Gesamt, Energie, Strom und Gas**



Quelle: Oxera auf Basis des Statistischen Bundesamts und der Gewichtung nach Tabelle 4.4 oben.

Abbildung 4.3 zeigt relativ stetige Preiszuwächse in der Gesamt-, Strom-, Gas- und Energiewirtschaft. Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung verläuft „flacher“ als die energiewirtschaftliche und das Inputpreis-Differential, definiert als Differenz der jährlichen Wachstumsraten von gesamtwirtschaftlichen Preisen und Energiepreisen (bzw. Strom- oder Gaspreisen) ist daher negativ. Dieses Ergebnis gilt weitgehend unabhängig davon, ob Strom-, Gas- und Energiepreise verwendet werden, da die Abstände gering sind. Dies liegt daran, dass sich Strom- und Gasindizes nur in der Gewichtung von Kapital- und Vorleistungskosten (nicht aber Arbeitskosten) und der Zusammensetzung der Kapitalkosten selbst unterscheiden, wobei letztere wiederum teilweise aus den gleichen Indizes bestehen (vgl. Tabelle 4.4 oben).

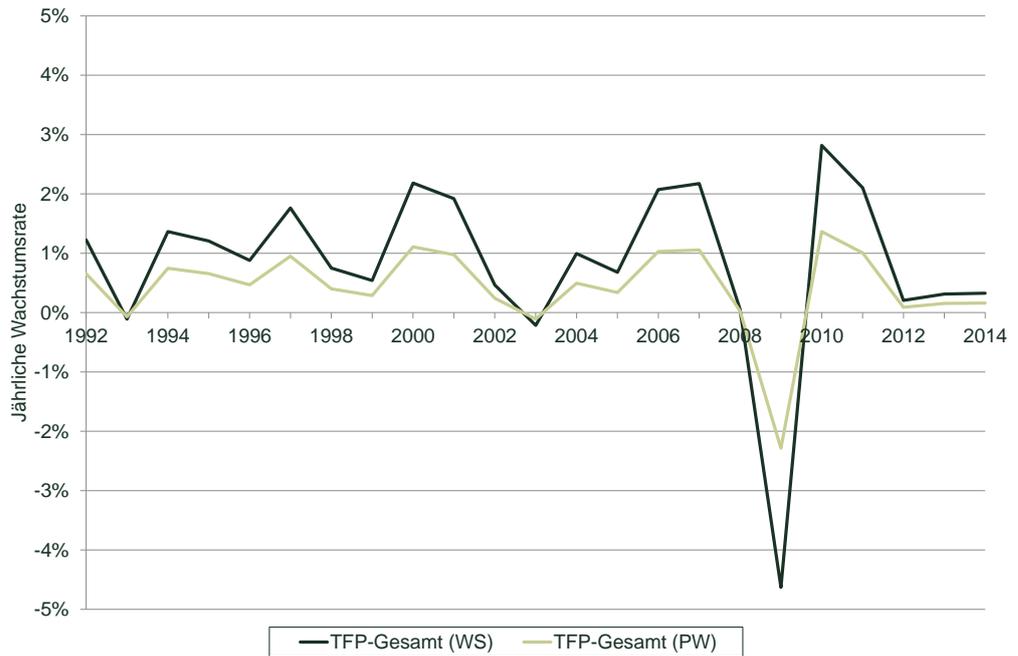
### 4.3 Ergebnisse

Dieser Abschnitt veranschaulicht die Zeitreihen für Faktorproduktivität, Inputpreise und Xgen, diskutiert mögliche Ausreißer und Stützintervalle und testet die Signifikanz der Ergebnisse. Alle Wachstumsraten sind auf jährlicher Basis berechnet.

#### 4.3.1 Totale Faktorproduktivität

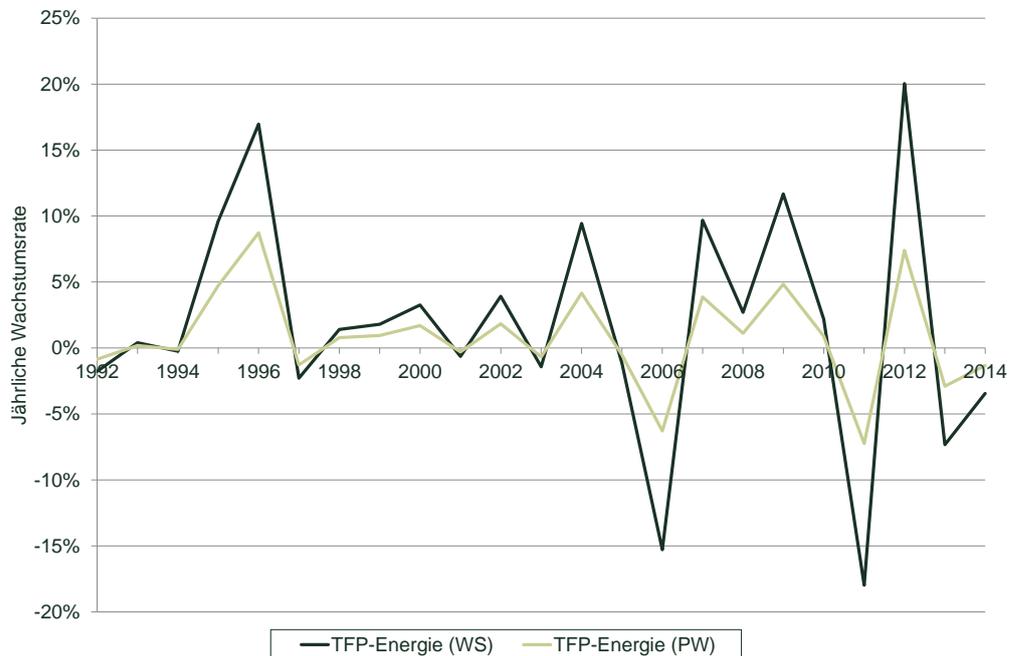
Abbildung 4.4 und Abbildung 4.5 zeigen die berechneten jährlichen totalen Faktorproduktivität-Wachstumsraten für die Gesamt- und für die Energiewirtschaft nach Wertschöpfung und Produktionswert. Die erste Wachstumsrate ist 1992 und beschreibt die prozentuale Veränderung von 1991 auf 1992.

**Abbildung 4.4** Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft



Quelle: Oxera.

**Abbildung 4.5** Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Energiewirtschaft



Quelle: Oxera.

Allen Zeitreihen gemein ist, dass das Produktivitätswachstum i.d.R. positiv ist und damit der Erwartung von Produktivitätszuwächsen gerecht wird. Klare Ausnahmen von dieser Regel sind das Krisenjahr 2009 für die Gesamtwirtschaft und 2006, 2011, 2013 und 2014 für die Energiewirtschaft. Für beide Abbildungen gilt zudem, dass die absolute Änderungsrate auf Basis der Wertschöpfung i.d.R. größer ist als die auf Basis des Produktionswerts, was bei

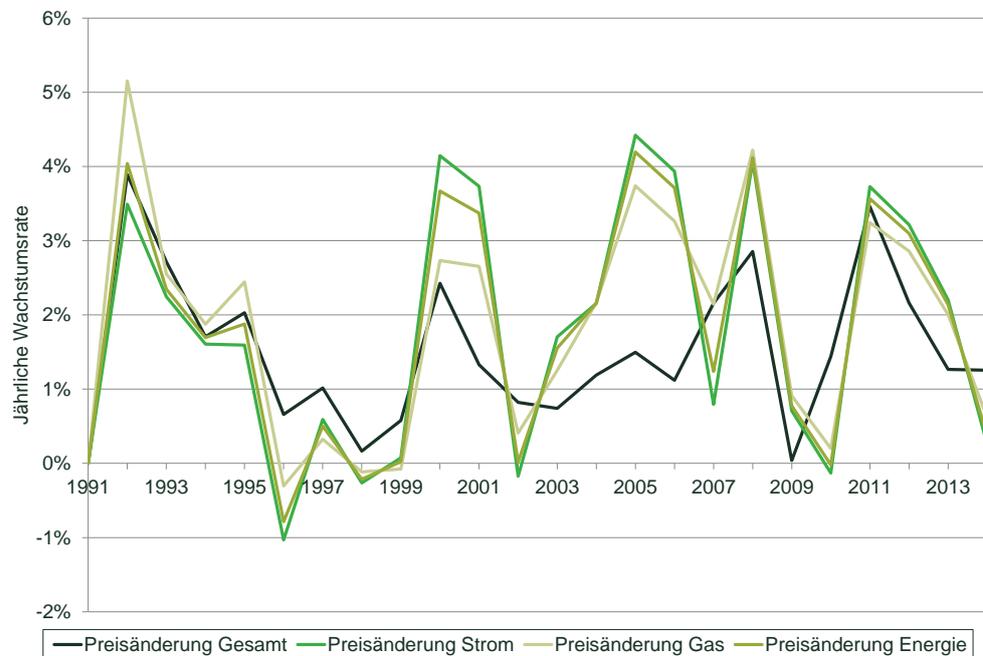
Produktivitätsmessungen den Regelfall darstellt (vgl. Abschnitt 4.1.1). Beispiel: Die Gesamtwirtschaft verzeichnet 2010 (d.h. im Vergleich zu 2009) einen Produktivitätszuwachs von knapp 3% bei der Wertschöpfung-Berechnung und von knapp 1,5% bei der Produktionswert-Berechnung.

Hingegen unterscheiden sich die beiden Verläufe in einem zentralen Merkmal: Die Wachstumsraten der Gesamtwirtschaft schwanken zwischen ca. 0% und 3% pro Jahr, sieht man vom Krisenjahr 2009 ab. Die Volatilität des Energiesektors ist hingegen weitaus höher – man beachtete die unterschiedliche Skalierung. Der Haupttreiber dieser Schwankungen sind Änderungen im Outputindex (vgl. Abbildung 4.2). Insbesondere scheinen diese Schwankungen, abgesehen von 1995 und 1996, in den letzten 10 Jahren zugenommen zu haben. Auf die Hintergründe dieser Entwicklung wurde bereits in Abschnitt 4.2.1 eingegangen.

### 4.3.2 Inputpreise

Abbildung 4.6 zeigt die Änderungsraten der berechneten Inputpreise.

**Abbildung 4.6 Inputpreiswachstum für Gesamt- und Energiewirtschaft**



Quelle: Oxera.

Abbildung 4.6 gibt Abbildung 4.3 (Inputpreis-Indizes) in Wachstumsraten wieder. Dementsprechend zeigt sich eine hohe Korrelation zwischen den energiewirtschaftlichen Inputpreisen, aber auch im Vergleich zur Gesamtwirtschaft. Die energiewirtschaftlichen Preise steigen im Durchschnitt schneller als die gesamtwirtschaftlichen, sodass ein negatives Inputpreis-Differential erkennbar ist. Ebenso wird im Vergleich zu den Faktorproduktivitäts-Abbildungen 4.4 und 4.5 oben bereits deutlich, dass der Xgen maßgeblich von den energiewirtschaftlichen Produktivitätsänderungen und der Wahl des Analysezeitraums (Stützintervalls) und nur in geringerem Maße vom gesamtwirtschaftlichen Produktivitätswachstum und dem Inputpreis-Differential abhängt.

### 4.3.3 Xgen-Wert

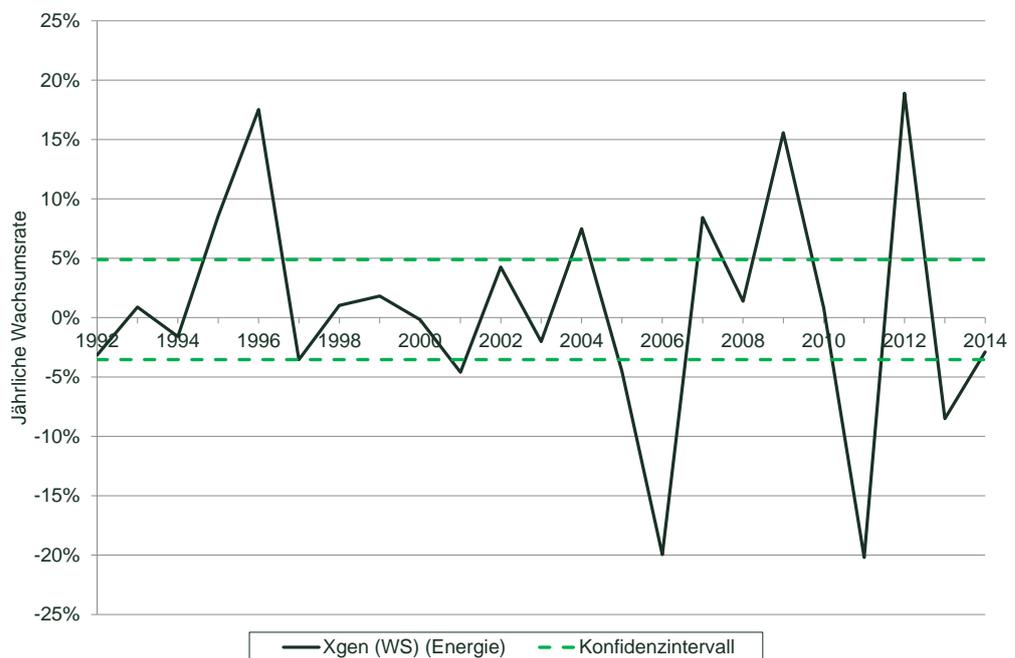
Der Xgen ermittelt sich aus den Zeitreihen wie in Abbildungen 4.4 (Faktorproduktivität Gesamtwirtschaft), 4.5 (Faktorproduktivität

Energiewirtschaft) und 4.6 (Inputpreis-Differential) oben abgebildet. Durch die Unterscheidung der Faktorproduktivität-Werte nach Wertschöpfung- und Produktionswert-Methode und der Inputpreise nach Energie, Strom und Gas ergeben sich sechs Xgen-Werte. Da sich die berechneten Inputpreise zwischen Strom und Gas kaum unterscheiden, stellen die folgenden Abbildungen den Xgen für die Energiewirtschaft dar, nicht aber die Strom- und Gaswirtschaft.

### Bewertung von Ausreißern

Abbildung 4.7 zeigt hierzu die jährlichen Xgen-Wachstumsraten für die Energiewirtschaft nach der Wertschöpfung-Methode. Die entsprechende Abbildung nach der Produktionswert-Methode verläuft nach demselben Muster, wenn auch niedrigeren (nicht jedoch weniger) Extremwerten, vgl. auch Abbildung 4.5 oben.

**Abbildung 4.7 Jährliche Wachstumsraten des Xgen (Wertschöpfung)**



Anmerkungen: Für das Konfidenzintervall wurde eine Normalverteilung (genauer: t-Verteilung für die Wachstumsraten ab 1992) angenommen zum Niveau 95%. Das Konfidenzintervall bezieht sich auf die einzelnen Beobachtungen (die jährlichen Wachstumsraten) und nicht auf die Wahrscheinlichkeit, mit der der Xgen über den gesamten Zeitraum (1992-2014) liegt.

Quelle: Oxera.

Abbildung 4.7 hat einen ähnlichen Verlauf wie Abbildung 4.5 (Faktorproduktivität Energiewirtschaft) und unterstreicht die Bedeutung des Outputindex für die Energiewirtschaft für den Xgen. Im Ergebnis verzeichnet der Xgen hohe und zunehmend stärkere Schwankungen von bis zu +/- 20% pro Jahr. Dies unterstreicht die Unsicherheit, mit der die Schätzung des Xgen verbunden ist.

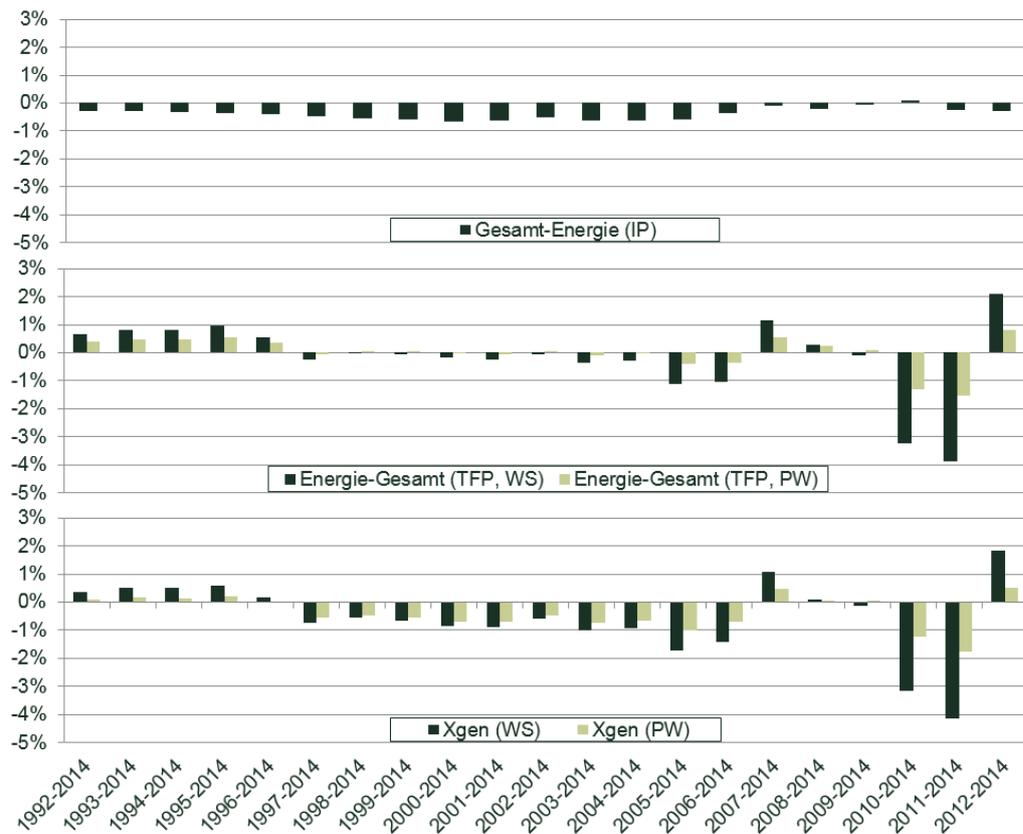
Es stellt sich daher die Frage, ob einzelne Beobachtungen von der Analyse sachdienlich herausgenommen werden sollten. Hierzu ist das 95%-Konfidenzintervall abgebildet, außerhalb dessen eine Beobachtung als Ausreißer interpretiert werden kann. Hierzu würden u.a. die Wachstumsraten der Jahre 1996, 2006, 2009, 2011 und 2012 zählen. Hinzu kämen einige Beobachtungen, die entweder knapp innerhalb oder außerhalb des Konfidenzintervalls lägen (z.B. 2002 oder 2004). Zwar mag die gewählte Normalverteilung (genauer: t-Verteilung) nicht angemessen sein, da deutlich

mehr als 5% der Beobachtungen außerhalb des Intervalls liegen. Aber auch bei einer anderen Verteilungsannahme oder einer Erhöhung des Konfidenzniveaus (mit der Folge, dass das Konfidenzintervall steigt) bliebe der Abstand zwischen Ausreißern und Nicht-Ausreißern oft verschwindend gering (sofern Ausreißer identifiziert würden).

Zudem stellt sich die Frage, ob die Identifikation von Ausreißern überhaupt auf Basis der Xgen-Werte geschehen soll und nicht etwa auf Produktivitätsebene. Beispielsweise zeigt Abbildung 4.4 (Faktorproduktivität Gesamtwirtschaft) im Krisenjahr 2009 einen extremen Ausschlag nach unten, was den Xgen erhöht. Ohnehin würde die Herausnahme von Ausreißern die Anzahl der Beobachtungen weiter verringern. Aus diesen Überlegungen und angesichts der unklaren Datenlage entfernt Oxera keine denkbaren Ausreißer, wenn diese symmetrisch verteilt sind.

### **Auswahl des Stützintervalls**

Abbildung 4.7 illustriert den berechneten jährlichen Xgen. Für die Bestimmung des Xgen müssen jedoch nach § 9 (3) ARegV Daten für einen Zeitraum von mindestens vier Jahren verwendet werden. Wenn die neuere Entwicklung ein besserer Indikator für die zukünftige ist als die weiter zurückliegende, so ist der kürzeste mögliche Analysezeitraum 2012-2014 bezogen auf die Wachstumsraten, d.h. mit Daten von 2011-2014. Der Betrachtungszeitraum lässt sich Jahr für Jahr in die Vergangenheit erweitern, bis zum Zeitraum 1992-2014 (bezogen auf die Wachstumsraten, d.h. Daten von 1991-2014). Abbildung 4.8 zeigt die Inputpreis- und Faktorproduktivität-Differentiale sowie die sich hieraus addierenden Xgen-Werte für die verschiedenen Stützintervalle.

**Abbildung 4.8** Totale Faktorproduktivität- und Inputpreis-Differentiale und Xgen nach Stützintervall

Anmerkungen: Der Betrachtungszeitraum 1992-2014 ist in Wachstumsraten zu verstehen, d.h. er verwendet Daten ab 1991.

Quelle: Oxera.

Die Teilabbildung oben zeigt das Inputpreis-Differential, das meist durchgängig negativ ist (vgl. auch Abbildung 4.6). Die Teilabbildung in der Mitte beschreibt das Faktorproduktivitäts-Differential. Es weist insbesondere in den letzten Jahren eine erhöhte Volatilität auf – einerseits, weil die Daten der letzten Jahre volatiler sind (vgl. z.B. Abbildung 4.2), andererseits, weil sich in einer kürzeren Periodenbetrachtung Effekte schlechter ausgleichen. Die Teilabbildung unten, der Xgen, ergibt sich als Summe aus Faktorproduktivitäts- und Inputpreis-Differential.

Diese Xgen-Entwicklung beinhaltet zwei zentrale Botschaften:

Erstens unterliegt der Xgen starken Schwankungen, insbesondere in den letzten Jahren. Verwendet man das Minimalstützintervall 2012-2014 (mit Daten aus den vier Jahren 2011-2014), so ist der Xgen ca. 2%. Setzt die Analyse nur ein oder zwei Jahre früher an, liegt er bei -4% bzw. -3% (jeweils Wertschöpfung-Methode). Das heißt, das Ergebnis ist bezüglich des gewählten Stützintervalls stark anfällig. Es ergeben sich erratische Änderungen größeren Ausmaßes. Ähnlich verhält es sich mit den Stützintervallen 2006-2014 (Daten aus 2005-2014; negativer Xgen) und 2007-2014 (Daten aus 2006-2014; positiver Xgen). D.h., die Xgen-Schätzungen sind nicht robust. Oxera verwendet daher nicht diese kurzen Zeiträume.

Zweitens ist der Xgen je nach Stützintervall positiv oder negativ und variiert insgesamt um Null. Es ist daher fraglich, inwieweit Xgen von Null unterschieden werden kann.

Oxera hat verschiedene lange Zeiträume untersucht. Es kristallisiert sich der vergleichsweise robuste Betrachtungszeitraum 1999-2014 (d.h. Daten ab 1998) aus folgenden drei Gründen heraus.

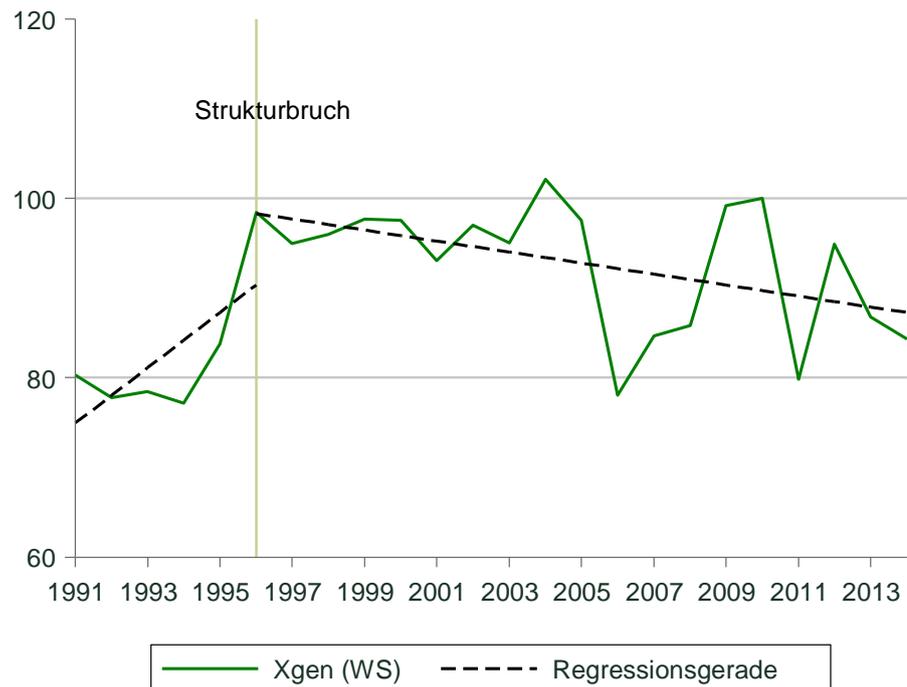
- **Liberalisierung 1998:** Die Liberalisierung der Strom- und Gasmärkte im Jahr 1998 hat den Wettbewerb befördert und kann einen Einfluss auf die (gemessene) Produktivität gehabt haben. Dies wurde von der BNetzA (2006) als ein Grund angesehen, keine Daten nach 1997 zu verwenden.<sup>30</sup> Aus Sicht von Oxera sollten Daten ab 1998 und nicht bis 1997 herangezogen werden, da Daten der jüngeren Vergangenheit für die zukünftige Entwicklung relevanter sein dürften als die lang zurückliegenden Jahre. Ähnlich argumentiert der Diskussionsbeitrag von WIK (2015), welcher davon abrät, Daten vor 1998 zu verwenden.<sup>31</sup>
- **Ausreißer 1996:** Die Abschaffung des Kohlepfennigs Ende 1995 und die temperaturbedingte Absatzerhöhung in den kalten Wintern 1995/1996 und 1996/1997 führten zu steigenden Wertschöpfungs- und Produktionswertwerten und daher zu einer erhöhten Produktivitätsmessung der Energiewirtschaft (vgl. Diskussion der Stellungnahmen zu BNetzA (2006) in Abschnitt 3.1 sowie Abbildung 4.7).
- **Statistischer Strukturbruch:** Auch aus statistischer Sicht lässt sich ein Strukturbruch nachweisen. Hierzu werden die Xgen-Wachstumsraten indexiert, d.h. die jährlichen Xgen-Wachstumsraten werden als Index dargestellt und anschließend miteinander verknüpft (multipliziert). Der Strukturbruch-Test nach Andrews (1993 und späterer Korrekturen)<sup>32</sup> ist geeignet um zu überprüfen, ob und ggf. ab welchem Zeitpunkt sich die Zeitreihe (der Xgen-Index) hinsichtlich Interzept (Konstante) und Steigungsgerade statistisch verändert. Wie in Abbildung 4.9 illustriert ist dieser Zeitpunkt 1996; er ist statistisch hochsignifikant, auch für den mit Rücksicht auf Übersichtlichkeit nicht abgebildeten Xgen-Produktionswert-Index. Die eingezeichneten Regressionsgeraden für die beiden Zeiträume 1991-1996 und 1996-2014 zeigen, dass der Xgen zunächst positiv ist und anschließend negativ.

<sup>30</sup> Als weiteren Grund führte die BNetzA (2006) eine Änderung der Berechnungsmethode in den Arbeitsstunden an. Aus heutiger Sicht lässt sich das nicht nachvollziehen; insbesondere weisen die heutigen Arbeitsstunden keinen Bruch auf.

<sup>31</sup> WIK (2015), „Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen“, Diskussionsbeitrag, Juli.

<sup>32</sup> Andrews, D.W.K. (1993), „Tests for parameter instability and structural change with unknown change point“, *Econometrica* 61, S. 821-856 und nachfolgende Literatur. Der Andrews-Test ist dann angemessen, wenn der mögliche Strukturbruchkandidat a-priori nicht bekannt ist – er geht also „unvoreingenommen“ an die Frage heran. Hierin unterscheidet er sich vom wesentlich bekannteren Chow-Test, der für den vorliegenden Fall nicht angemessen wäre, da man jedes mögliche Jahr (einige Anfangs- und Endjahre lassen sich statistisch nicht testen) einzeln testen müsste. Im Ergebnis wäre die zugrundeliegende Verteilung inkorrekt und es würden irrtümlicherweise Strukturbrüche als statistisch ausgewiesen, die keine sind. Der Andrews-Test korrigiert dies.

**Abbildung 4.9 Strukturbruch 1996 (Xgen, Wertschöpfung)**



**Anmerkungen:**

Ausgehend von einem Startindex für 1991 berechnet Oxera den Xgen-Index für das erste Jahr (1992) als  $Xgen-Index_1 = (Startindex) \times (Xgen \text{ für das erste Jahr})$ , für das zweite Jahr (1993) als  $Xgen-Index_2 = (Xgen-Index_1) \times (Xgen \text{ für das zweite Jahr})$ , etc. Der sich hieraus berechnbare durchschnittliche Xgen wäre nicht vollständig identisch zum eigentlichen Xgen, da letztere sich aus den durchschnittlichen Einzelkomponenten der vier Faktorproduktivität- und Inputpreis-Werte zusammensetzt, ersterer hingegen zuerst die Einzeltermine verwenden und anschließend den Durchschnitt bilden würde. Der Unterschied wäre aber marginal.

Strukturbruch 1996 auf Basis des Andrews-Strukturbruch-Tests. Die Schätzgeraden ergeben sich aus einer linearen Regression des Xgen-Index auf ein Interzept (Konstante) und das Jahr für die beiden Zeiträume 1991-1996 und 1996-2014.

Quelle: Oxera.

**Signifikanz und Interpretation der Ergebnisse**

Inwiefern nun das Stützintervall 1997-2014 (d.h. Daten ab 1996, Strukturbruch) oder 1999-2014 (d.h. Daten ab 1998, Liberalisierung) präferiert werden soll, spielt angesichts der Datenlage keine zentrale Rolle (vgl. Abbildung 4.8). Aus energiewirtschaftlicher Sicht sollte der Liberalisierung 1998 eine stärkere Bedeutung beigemessen werden als dem Ausreißer 1996 und den statistischen Analysen (Strukturbruch 1996). Von daher ist das geeignetste Stützintervall 1999-2014 mit einem Xgen von -0,68% (Wertschöpfung) bzw. -0,56% (Produktionswert), im Durchschnitt -0,62%.

Die Werte für Strom und Gas, die in den Abbildungen dieses Abschnitts nicht gezeigt wurden, sind entsprechend -0,73% (Strom, Wertschöpfung), -0,61% (Strom, Produktionswert), -0,58% (Gas, Wertschöpfung) und -0,46% (Gas, Produktionswert). Tabelle 4.5 fasst die Ergebnisse zusammen.

**Tabelle 4.5 Hauptergebnisse für Xgen (1999-2014)**

Xgen für Sektor	$\Delta TFP^{Energie}$	$\Delta TFP^{Gesamt}$	$\Delta IP^{Gesamt}$	$\Delta IP^{Energie}$	Xgen
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1) – (2) + (3) – (4)
Wertschöpfung (WS)					
Energie	0,66%	0,74%	1,52%	2,11%	-0,68%
Strom	0,66%	0,74%	1,52%	2,16%	-0,73%
Gas	0,66%	0,74%	1,52%	2,01%	-0,58%
Produktionswert (PW)					
Energie	0,40%	0,37%	1,52%	2,11%	-0,56%
Strom	0,40%	0,37%	1,52%	2,16%	-0,61%
Gas	0,40%	0,37%	1,52%	2,01%	-0,46%
Durchschnitt aus Wertschöpfung (WS) und Produktionswert (PW) für Energie					
Energie	0,53%	0,55%	1,52%	2,11%	<b>-0,62%</b>

Anmerkungen: Das Stützintervall bezieht sich auf Daten von 1998-2014, sodass die Wachstumsraten von 1999-2014 ermittelt werden konnten.

Quelle: Oxera.

Diese ausgewiesenen Xgen-Werte sind alle negativ. Aufgrund der sich aus Abbildung 4.8 ableitbaren hohen Unsicherheit der Schätzung ist eine Festlegung des Xgen auf einen bestimmten, sich von Null signifikant unterscheidenden Wert nicht robust begründbar.

Eine Verlängerung des Stützintervalls auf 2015 würde den Xgen wahrscheinlich weiter senken, da die für die Xgen-Höhe so entscheidenden Outputindizes für Energie im Vergleich zu 2014 noch weiter sanken. Für die Verlängerung der Analyse auf 2015 fehlen jedoch noch andere Daten (Bruttoanlagevermögen).

### Sensitivitäten

Abschließend werden fünf Sensitivitätsanalysen durchgeführt, wobei sich die ersten vier ausschließlich auf die Inputpreise beziehen:

- **Erzeugerpreise:** Die gesamtwirtschaftliche und energiewirtschaftliche Inputpreisentwicklung wird mithilfe der Erzeugerpreise berechnet.<sup>33</sup> Die Erzeugerpreise wurden bereits in BNetzA (2006) für die Gesamtwirtschaft verwendet. Analog hierzu wird der Erzeugerpreisindex für die Energiewirtschaft verwendet (anstelle des Oxera nicht vollständig verfügbaren und in Abschnitt 3.1 kritisierten Wibera-Indexes).
- **Arbeitskosten:** Die Inputpreisentwicklung von Arbeit wird mithilfe eines Arbeitskostenindex ermittelt.<sup>34</sup> Dieser ersetzt den Index für Bruttolöhne und -gehälter.
- **Bruttoanlagevermögen:** Für die Kapitalkostenentwicklung wird der Deflator des Bruttoanlagevermögens Energiewirtschaft anstelle der StromNEV- und GasNEV-Indizes verwendet.
- **Benchmarking-Kostenanteile:** Die Gewichtung der Inputpreise von Kapital (und demnach auch vom Residual, den Vorleistungen) erfolgt auf Basis der

<sup>33</sup> Erzeugerpreisindizes gewerblicher Produkt, Statistisches Bundesamt, 61241-0001 (GP-X0 Gewerbliche Erzeugung insgesamt, GP-X400 Energie).

<sup>34</sup> Index der Arbeitskosten je geleistete Stunde, X-12-ARIMA kalender- und saisonbereinigt, Statistisches Bundesamt (WZ08-B-08 Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungsbereich, WZ08-D Energieversorgung). Die vierteljährlichen Indizes werden von Oxera durch einfache arithmetische Gewichtung in Jahresindizes transformiert.

Benchmarking-Kostenanteile anstelle der Gesamtkosten.<sup>35</sup> Dies erhöht den Kapitalkostenanteil der Energiewirtschaft von ca. 30% auf 40% (und reduziert den Vorleistungsanteil entsprechend um ca. 10 Prozentpunkte).

- **VPI:** Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung der Inputpreise und der Produktivität wird durch den VPI modelliert.<sup>36</sup> Unter bestimmten Annahmen gilt, dass die Verbraucherpreise um die Inputpreise der Gesamtwirtschaft steigen und um die Änderungsrate der Produktivität der Gesamtwirtschaft fallen. Das heißt, dass keine separate Berechnung der beiden gesamtwirtschaftlichen Änderungsraten stattfinden muss (Residual-Methode).

Tabelle 4.6 fasst die Ergebnisse für die Energiewirtschaft (Wertschöpfung und Produktionswert) für das bekannte Stützintervall zusammen.

**Tabelle 4.6 Sensitivitäten der Hauptergebnisse**

Sensitivität	$\Delta TFP^{Energie}$	$\Delta TFP^{Gesamt}$	$\Delta IP^{Gesamt}$	$\Delta IP^{Energie}$	Xgen
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1) – (2) + (3) – (4)
Energie, Wertschöpfung (WS)					
Erzeugerpreise	0,66%	0,74%	1,68%	3,68%	-2,07%
Arbeitskosten	0,66%	0,74%	1,47%	1,89%	-0,50%
Bruttoanlagevermögen	0,66%	0,74%	1,52%	1,98%	-0,55%
Benchmarkkostenanteile	0,66%	0,74%	1,52%	2,03%	-0,59%
VPI	0,66%	0,00% <sup>1</sup>	1,50%	2,11%	0,04%
Energie, Produktionswert (PW)					
Erzeugerpreise	0,40%	0,37%	1,68%	3,68%	-1,96%
Arbeitskosten	0,40%	0,37%	1,47%	1,89%	-0,39%
Bruttoanlagevermögen	0,40%	0,37%	1,52%	1,98%	-0,43%
Benchmarkkostenanteile	0,40%	0,37%	1,52%	2,03%	-0,48%
VPI	0,40%	0,00% <sup>1</sup>	1,50%	2,11%	-0,21%

**Anmerkungen:**

Das Stützintervall bezieht sich wie zuvor auf Daten von 1998-2014, sodass die Wachstumsraten von 1999-2014 ermittelt werden konnten.

<sup>1</sup> Die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung wird hier künstlich auf 0% gesetzt, sodass die VPI-Entwicklung vollständig in der Inputpreisentwicklung abgebildet ist. Dies erleichtert die Darstellung der Ergebnisse.

Quelle: Oxera.

In Tabelle 4.6 sind die Produktivitätsterme mit Ausnahme der VPI-Sensitivität identisch zu Tabelle 4.5, da die ersten vier Sensitivitäten ausschließlich auf die Inputpreisentwicklung abzielen. In der letzten Sensitivität ist der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsfortschritt auf 0% gesetzt, sodass die VPI-Steigerung allein im dritten Term (Inputpreise) abgebildet werden kann.

Die Verwendung der gesamtwirtschaftlichen Erzeugerpreise (Sensitivität 1) führt zu einer ähnlichen Inputpreisentwicklung wie in Tabelle 4.5. Hingegen fällt die Preissteigerung im Energiebereich deutlich stärker aus. Im Endeffekt wäre der Xgen mit -2,07% deutlich negativ. Die Verwendung der Arbeitskosten anstelle

<sup>35</sup> Siehe Anhang.

<sup>36</sup> Verbraucherpreisindex, Statistisches Bundesamt, Tabelle 61111-0001. Alle Indizes werden zuvor auf das Basisjahr 2010 indiziert.

der Bruttolöhne und -gehälter (Sensitivität 2) würde den Xgen leicht erhöhen. Ähnliches gilt für die Verwendung des Bruttoanlagevermögendeflators (Sensitivität 3) und der Kapitelkostengewichtung auf Basis der Benchmarkingkosten (Sensitivität 4). Einen deutlich erhöhenden Effekt auf den Xgen hätte die Verwendung des VPI anstelle der gesamtwirtschaftlichen Produktivitäts- und Einstandspreisentwicklung (Sensitivität 5). Hier wäre der Xgen 0,04% (Wertschöpfung) bzw. -0,21% (Produktionswert).

Die meisten Sensitivitätsanalysen wären für die Bestimmung des Xgen allerdings deutlich weniger geeignet als das Hauptmodell mit den Ergebnissen in Tabelle 4.5:

- Der Erzeugerpreisindex für die Energiewirtschaft ist nicht geeignet, da er nicht auf die Netzwirtschaft abzielt, sondern von z.B. Strompreisen abhängt. Dies wird im Hauptmodell durch die Verwendung von StromNEV- bzw. GasNEV-Indizes vermieden.
- Der Arbeitskostenindex für die Energiewirtschaft ist insofern auffällig, als er zwischen 2012 und 2014 stark sinkt. Könnten die Ergebnisse bis 2015 fortgeschrieben werden (was aufgrund des fehlenden Bruttoanlagevermögens zum derzeitigen Zeitpunkt nicht möglich ist; Redaktionsschluss: Dezember 2016), so wäre das Inputpreisdifferenzial sehr ähnlich wie bei Verwendung der Bruttolöhne und -gehälter. Die Verwendung der Bruttolöhne vermeidet eine solche Volatilität.
- Die Deflatoren des Bruttoanlagevermögens beziehen sich auf die Energie- und nicht die Netzwirtschaft. Die Netzwirtschaft kann hier jedoch sachgerechter durch die StromNEV- und GasNEV-Indizes abgebildet werden.
- Die Berechnung der Benchmarking-Kostenanteile ist durchaus sinnvoll, führt letztlich aber zu ähnlichen Ergebnissen.
- Die Verwendung des VPI kann nur unter der Annahme perfekt wettbewerblicher Märkte in Deutschland gerechtfertigt werden. Dies ist zweifelhaft. Zudem stellt sich die Frage, ob dieser verkürzende Ansatz mit den Vorgaben von § 9 (1) ARegV vereinbar ist, wonach vier bestimmte Terme zu ermitteln sind.

Die für die Hauptergebnisse in Tabelle 4.5 vorgeschlagene Methodik und verwendeten Daten bleiben daher nach wie vor am plausibelsten.

#### **4.4 Verprobung**

Dieser Abschnitt verprobt obige Faktorproduktivitätswerte für die Energie- und Gesamtwirtschaft mit Daten der OECD (Faktorproduktivität Gesamtwirtschaft) und EU KLEMS (Faktorproduktivität Gesamt- und Energiewirtschaft). OECD und EU KLEMS sind auf dem Gebiet der Produktivitätsmessung international anerkannte ökonomische Institutionen und repräsentieren den wissenschaftlichen Standard. Der jeweilige Vergleich bestätigt die Analysen von Oxera aus dem vorangehenden Abschnitt.

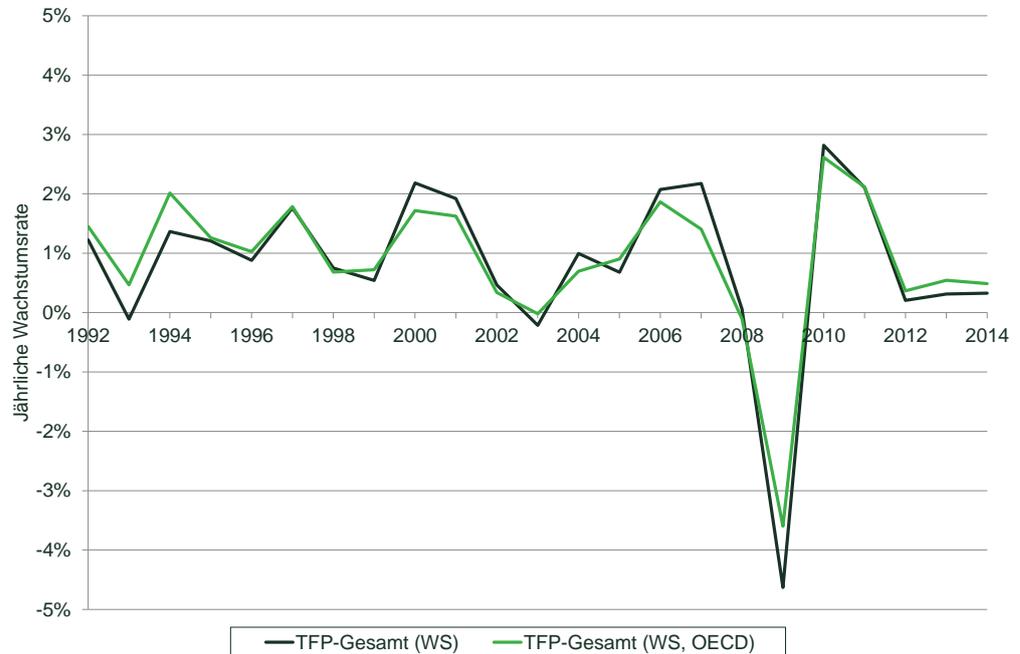
##### **4.4.1 Vergleich OECD (totale Faktorproduktivität Gesamtwirtschaft)**

Die OECD berechnet das Faktorproduktivität-Wachstum für die Gesamtwirtschaft auf Basis der Wertschöpfung.<sup>37</sup> Abbildung 4.10 zeigt das

<sup>37</sup> OECD, <https://data.oecd.org/lprdy/multifactor-productivity.htm>.

jährliche Faktorproduktivität-Wachstum auf Basis der OECD-Daten im Vergleich mit den von Oxera berechneten Werten (vgl. Abbildung 4.4 oben).

**Abbildung 4.10 Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit OECD**



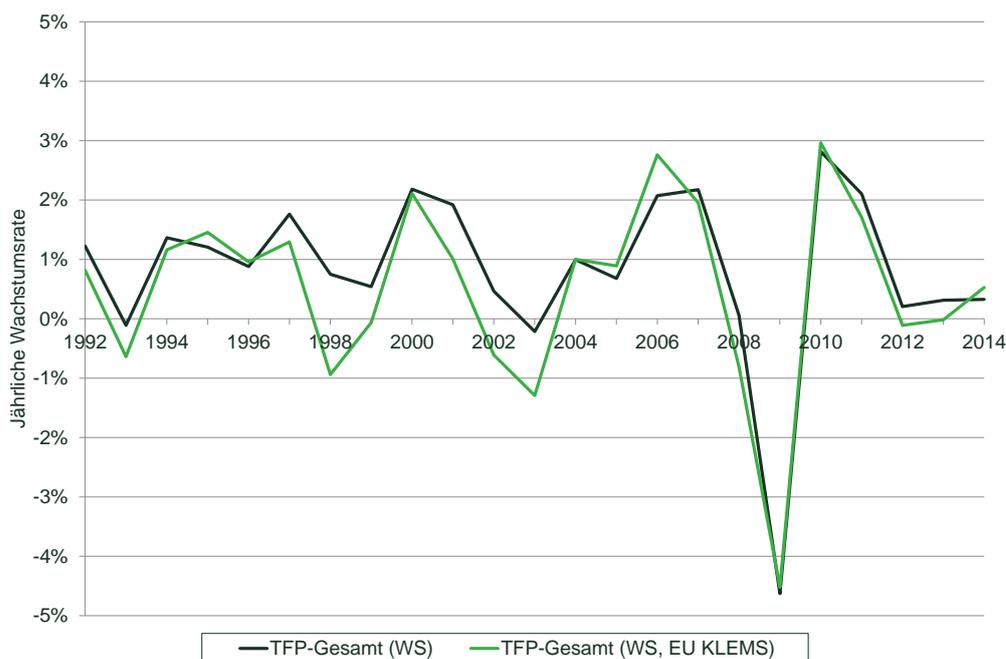
Quelle: Oxera.

Abbildung 4.10 verdeutlicht, dass die von Oxera ermittelten jährlichen Wachstumsraten der gesamtwirtschaftlichen totalen Faktorproduktivität nahezu identisch zu den Berechnungen mit Daten der OECD verlaufen. Das durchschnittliche Wachstum für das von Oxera präferierte Stützintervall beträgt 0,72% bei Verwendung von Daten der OECD. Zum Vergleich: Der Wert in Tabelle 4.5 ist 0,74%.

#### 4.4.2 Vergleich EU KLEMS (totale Faktorproduktivität Gesamt- und Energiewirtschaft)

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit der totalen Faktorproduktivitäts-Berechnungen bieten die Analysen von EU KLEMS, ebenfalls auf Basis der Wertschöpfung.<sup>38</sup> Abbildung 4.11 zeigt das jährliche Faktorproduktivität-Wachstum auf Basis der Daten von EU KLEMS im Vergleich mit den von Oxera berechneten Werten.

**Abbildung 4.11 Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Gesamtwirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit EU KLEMS**



Anmerkungen: Die Berechnungen beruhen auf der neuesten Datenrevision (ISIC Rev 4), wobei die Ausgabe von 2016 einen Faktorproduktivität-Wertschöpfung-Index für 2001-2014 berechnet und die Ausgabe von 2012 einen entsprechenden Index für 1979-2009. Oxera hat die beiden Indizes im Jahr 2001 verknüpft.

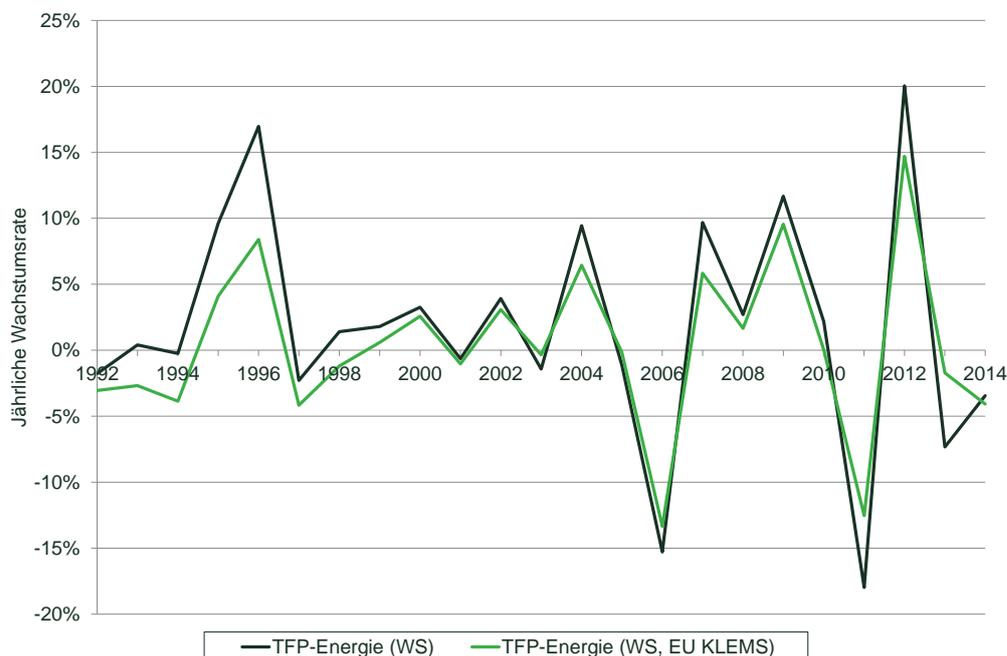
Quelle: Oxera.

Die Wachstumsraten verlaufen wiederum ähnlich, wenn auch mit teilweise etwas größeren Unterschieden, insbesondere zwischen 1996 und 2004. Für das Stützintervall 1999-2014 (Daten ab 1998) beträgt das durchschnittliche gesamtwirtschaftliche Faktorproduktivität-Wachstum auf Basis der EU KLEMS Daten 0,45%. Der von Oxera mithilfe der Daten des Statistischen Bundesamts ermittelte Durchschnitt fällt mit 0,74% (vgl. Tabelle 4.5) für das gleiche Stützintervall höher aus.

Abbildung 4.12 zeigt den Vergleich der energiewirtschaftlichen totalen Faktorproduktivität-Wachstumsraten.

<sup>38</sup> EU KLEMS, ISIC Rev. 4 Industrieklassifikation. Gesamtwirtschaft: „Total industries“, Energiewirtschaft: „Electricity, gas and water supply“.

**Abbildung 4.12 Totales Faktorproduktivität-Wachstum für Energiewirtschaft (Wertschöpfung) im Vergleich mit EU KLEMS**



Anmerkungen: Die Berechnungen beruhen auf der neuesten Datenrevision (ISIC Rev 4), wobei die Ausgabe von 2016 einen Faktorproduktivität-Wertschöpfungs-Index für 2001-2014 berechnet und die Ausgabe von 2012 einen entsprechenden Index für 1979-2009. Oxera hat die beiden Indizes im Jahr 2001 verknüpft.

Quelle: Oxera.

Die Korrelation beider Zeitreihen ist hoch; es zeigen sich erkennbar geringere Schwankungen in der Berechnung nach EU KLEMS als nach OECD. Entsprechend beträgt das durchschnittliche energiewirtschaftliche Faktorproduktivität-Wachstum auf Basis der EU KLEMS Daten 0,47% (wie oben für das bekannte Stützintervall 1999-2014), ein geringerer Wert als das von Oxera ermittelte Wachstum von 0,66% (vgl. Tabelle 4.5). Das heißt, dass die Berechnungen von Oxera in beiden Fällen (Faktorproduktivität Energie- und Gesamtwirtschaft) zu höheren Wachstumsraten führen als EU KLEMS. Für das Faktorproduktivität-Differential hat dies keine bedeutenden Konsequenzen – es liegt bei  $0,66\% - 0,74\% = -0,08\%$  auf Basis des Oxera-Modells (vgl. Tabelle 4.5) und bei  $0,47\% - 0,45\% = 0,01\%$  (Abweichungen rundungsbedingt) auf Basis von EU KLEMS.

Abweichungen in den Wachstumsraten können durch die Verwendung einer anderen Methodik und anderer Daten bei EU KLEMS bedingt sein. Beispielsweise werden Arbeitsdaten aus dem European Labour Force Survey (LFS) verwendet.<sup>39</sup> Zusätzlich können Datenrevisionen und eine abweichende Industrieklassifikation – die Energiewirtschaft enthält zusätzlich den Wassersektor – Gründe für unterschiedliche Wachstumsraten sein.

Zusammengefasst zeigt dieser Abschnitt, dass ein Produktivitätsvergleich auf Basis von Daten von OECD und EU KLEMS zu ähnlichen Ergebnissen führt wie in den Hauptergebnissen von Oxera in Tabelle 4.5.

<sup>39</sup> EU KLEMS (2016), „EU KLEMS growth and productivity accounts 2016 release, statistical module. Description of methodology and country notes for Germany“, 15. November.

## 5 Vorgehensweise im WIK-Gutachten für die dritte Regulierungsperiode (WIK 2016)

Für die Bestimmung des Xgen für die dritte Regulierungsperiode hat WIK im Auftrag der BNetzA ein Gutachten veröffentlicht.<sup>40</sup> Das Gutachten beschreibt die vorgeschlagenen Methoden zur Bestimmung; die Ergebnisse der Berechnungen werden zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht – wann ist noch unklar. Die vorgeschlagenen Methoden sind Törnquist und Malmquist.

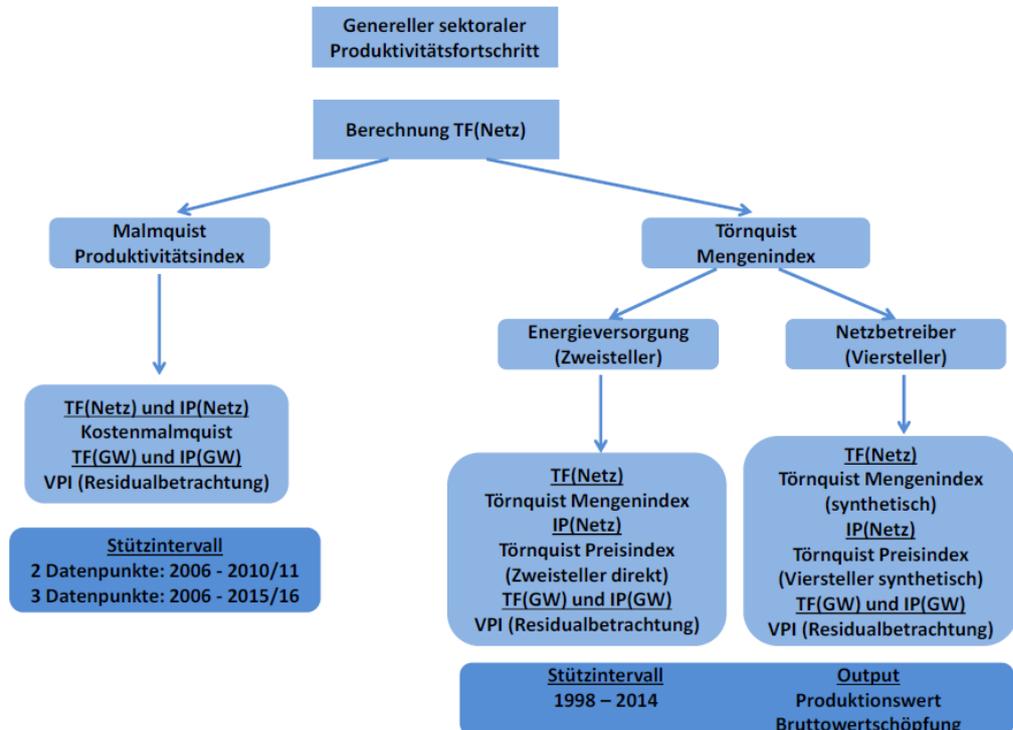
In diesem Kapitel beschreibt und würdigt Oxera die Vorgehensweise von WIK (2016). Für eine bessere Übersichtlichkeit beschreibt Oxera zunächst die Vorgehensweise von WIK mit Verweis auf wesentliche Gemeinsamkeiten bzw. Abweichungen (Abschnitt 5.1). Danach trägt Oxera Kritikpunkte vor (Abschnitt 5.2). Abschließend beschreibt Oxera die Grenzen der Würdigung (Abschnitt 5.3).

Das Niveau oder eine Bandbreite des Xgen-Werts der WIK-Ansätze ließen sich nur im Wege einer Berechnung auf der Basis der konkret verwendeten statistischen Zahlen ermitteln. Die Berechnung der WIK-Methoden ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

### 5.1 Vorgehensweise von WIK (2016)

WIK (2016) beschreibt die methodische Vorgehensweise zur Ermittlung des Xgen für die dritte Regulierungsperiode. Abbildung 5.1 veranschaulicht die Berechnungssystematik.

Abbildung 5.1 Berechnungssystematik in WIK (2016)



Quelle: WIK (2016), Abbildung 8.1 auf S. 100.

<sup>40</sup> WIK (2016), „Gutachten zur Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors“, Studie für die Bundesnetzagentur, 16. Dezember.

Hervorstechendes Merkmal hierbei ist, dass WIK drei verschiedene Berechnungsmethoden vorschlägt:

- Berechnung des sektoralen Faktorproduktivität-Werts mittels Malmquist-Methode auf der Basis von unternehmensspezifischen Daten;
- Berechnung des sektoralen Faktorproduktivität-Werts mittels Törnquist-Methode auf der Basis von statistischen Daten des Sektors Energieversorgung (Zweisteller-Ebene);
- Berechnung des sektoralen Faktorproduktivität-Werts mittels Törnquist-Methode auf der Basis eines synthetisch konstruierten Netzbetreibersektors (quasi-Viersteller-Ebene). Der synthetische Netzbetreiberindex beruht allerdings auf Zweisteller-Daten anderer Sektoren.

Die drei Methoden koexistieren, d.h. WIK äußert sich nicht hinsichtlich der bevorzugten Anwendung einer bestimmten Methode oder einer Durchschnittsbildung der Ergebnisse von zwei oder drei der vorgeschlagenen Methoden. Ebenfalls erfolgt keine Betrachtung, inwieweit sich die Methoden, insbesondere der synthetische Ansatz, mit den Vorgaben von § 9 (3) ARegV vereinbaren, wonach Daten der Netzbetreiber zu verwenden sind. WIK beschreibt lediglich qualitativ die Berechnungsmethoden. Die zu den vorgeschlagenen Datenarten gehörenden Zahlen werden nicht gezeigt. Eine konkrete Berechnung und Quantifizierung von Xgen-Werten findet nicht statt.

#### **Malmquist-Methode zur Berechnung des sektoralen Faktorproduktivitätswerts**

Dieser Ansatz beruht auf einem Kosten-Malmquist, der die sektorale Faktorproduktivitäts- und Inputpreis-Entwicklung netzbetreiberscharf abbilden soll. Das heißt, es werden bestimmte Output-Parameter gemessen und der Kostenentwicklung der Unternehmen gegenübergestellt.

Eine nähere Beschreibung des Ansatzes erfolgt durch Oxera im Weiteren nicht, da Malmquist nicht Gegenstand der Oxera-Untersuchung ist.

#### **Zweisteller-Törnquist-Methode zur Berechnung des sektoralen Faktorproduktivitätswerts**

Die Törnquist-Berechnung auf Zweisteller-Ebene verwendet Daten der Energieversorgung und ähnelt somit dem Oxera-Ansatz in vielerlei Hinsicht.

Die verwendeten Datenreihen zur Faktorproduktivität-Berechnung der Energiewirtschaft sind weitgehend identisch (vgl. Tabelle 5.1 in WIK (2016) mit Tabelle 4.2 im vorliegenden Gutachten). Beispielsweise verwenden beide Ansätze, wo nötig, die vom Statistischen Bundesamt preisbereinigten Zeitreihen. Der Ansatz unterscheidet sich hier allerdings in einigen methodischen Aspekten wie der Festlegung der Gewichte für Arbeit, Kapital und Vorleistungen und der Berechnung des Deflators für das Bruttoanlagevermögen (mehr hierzu in Abschnitt 5.2).

Die Berechnung der energiewirtschaftlichen Inputpreis-Entwicklung durch WIK ist mit dem Oxera-Ansatz nur eingeschränkt vergleichbar. Tabelle 5.1 stellt die verwendeten Daten in WIK und Oxera gegenüber.

**Tabelle 5.1 Datenvergleich Inputpreise Energiewirtschaft (WIK und Oxera)**

Kategorie	WIK (2016)	Oxera (2016)
Arbeit	Arbeitskostenindex	Bruttolöhne und -gehälter je Arbeitnehmerstunde
Kapital	Deflator Bruttoanlagevermögen	Kostenindizes aus StromNEV und GasNEV
Vorleistungen		Deflator Vorleistungen

Quelle: WIK, Tabelle 5.1 und Oxera, Tabelle 4.2.

Sowohl WIK als auch Oxera verwenden den gleichen Vorleistungsdeflator, unterscheiden sich aber in der Wahl der Indizes für die Kapital- und Arbeitskostenentwicklung. WIK verwendet den Deflator für das Bruttoanlagevermögen für Kapital und einen Arbeitskostenindex für Arbeit. Oxera verwendet hingegen die Indizes aus StromNEV und GasNEV für Kapital und einen Bruttolohnindex für Arbeit.

Aus methodischer Sicht unterscheidet sich zudem die Gewichtung der Kostenfaktoren für Arbeit, Kapital und Vorleistungen. WIK verwendet die jeweiligen Gewichte aus der Faktorproduktivität-Berechnung, sodass sich zwei mögliche Inputpreis-Werte ergeben (jeweils für Wertschöpfung und Produktionswert). Oxera hingegen legt die Gewichte für Arbeit, Kapital und Vorleistungen diskretionär fest, um die Netzwirtschaft sektorschärfer abzubilden. Dadurch ergibt sich ein einziger, von Wertschöpfung und Produktionswert unabhängiger Inputpreis-Wert.

Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung greift WIK wie in der Malmquist-Berechnung auf die VPI-Entwicklung zurück. Die gesamtwirtschaftliche totale Faktorproduktivität und Inputpreise werden durch direkte Verwendung des VPI abgebildet, da unter perfekt wettbewerblichen Voraussetzungen  $\Delta VPI = \Delta IP - \Delta TFP$  für die Gesamtwirtschaft gilt.<sup>41</sup> Dieser sogenannte Residualansatz wird bei beiden Törnquist-Methoden gewählt.

### Synthetische Törnquist-Methode (quasi-Viersteller)

Die Törnquist-Berechnung auf Viersteller-Ebene verwendet synthetische Indizes aus anderen, nicht energiewirtschaftlichen Branchen zur Berechnung von totalen Faktorproduktivität- und Inputpreis-Änderungen in der Netzwirtschaft. Ein solcher synthetischer Ansatz wurde von Oxera nicht verfolgt.

## 5.2 Kritik an WIK (2016)

Im WIK-Gutachten wird die zugrundeliegende Theorie zur Berechnung von Törnquist- und Malmquist-Indizes dargestellt. Auf diesem hohen Abstraktionsgrad sind die Methoden akademisch unumstritten und haben jeweils ihre ebenso weitgehend allgemein anerkannten Vor- und Nachteile. Eine Methode ist jedoch immer nur so gut wie ihre konkrete Anwendung. Da im vorliegenden Bericht keine Berechnungen und Ergebnisse präsentiert werden, muss die kritische Würdigung an dieser Stelle vorläufig bleiben.

Zunächst stellt Oxera die wesentlichen Übereinstimmungen mit WIK dar. Bei anderen Aspekten vertritt Oxera eine andere Sichtweise.

<sup>41</sup> WIK (2016), Formel 3.20, S. 32.

### 5.2.1 Übereinstimmungen zwischen WIK (2016) und Oxera (2016)

- **Xgen als Prognose:** Oxera stimmt mit WIK dahingehend überein, dass Xgen wie ein Prognosewert gesehen werden kann.<sup>42</sup> Als solcher bestimmt er die Verteilung von erwarteten Produktivitätsgewinnen. Die Implikationen einer falschen Prognose (Liquiditätsengpässe bei den Unternehmen) werden zutreffend beschrieben.
- **Wertschöpfung und Produktionswert als relevante Messgrößen:** Im Gegensatz zu seinem Gutachten für E-Control Austria im Jahr 2013 erkennt WIK in dem Gutachten für BNetzA sowohl Wertschöpfung als auch Produktionswert als gleichermaßen relevante Messgrößen an.<sup>43</sup>
- **Investitionszyklen und Stützintervall:** Ebenfalls im Gegensatz zu seinem Gutachten für E-Control Austria bezieht WIK nun auch die wahrscheinliche Dauer eines Investitionszyklus in die Überlegungen zur Bestimmung des Stützintervalls mit ein.<sup>44</sup>
- **Auswahl des Stützintervalls:** Oxera stimmt mit WIK darin überein, dass Daten vor 1991 nicht in Betracht gezogen werden sollten. Darüber hinaus stimmt Oxera mit WIK auch dahingehend überein, dass das Stützintervall frühestens 1998 beginnen sollte.<sup>45</sup>
- **Zusammenhang zwischen Investitionstätigkeit und Produktivität:** Oxera stimmt WIK zu, dass es einen inversen Zusammenhang zwischen Investitionstätigkeit und den Produktivitätsfortschritten in einem Sektor gibt.<sup>46</sup> Da in großen Teilen der Netzwirtschaft Investitionen anstehen, ist dies zu berücksichtigen.

### 5.2.2 Abweichungen zwischen WIK (2016) und Oxera (2016)

In zahlreichen Punkten ist Oxera anderer Auffassung als WIK.

#### Methodendiskussion ohne Einbezug konkreter Daten und Ergebnisse

WIK sagt, dass eine „vorteilhaftere Methodik ... unter Umständen an der Qualität der für diese Methodik verfügbaren Daten scheitern“ kann.<sup>47</sup> Methode, Daten und Stützintervall werden als Dreiklang dargestellt.<sup>48</sup> Das Gutachten beschäftigt sich jedoch hauptsächlich mit der Methode und nicht den konkreten Dateneigenschaften. Eine von einer Darstellung der Ergebnisse losgelöste Methodendiskussion ist für die vorliegende Frage nicht sinnvoll, da sich die entscheidenden Fragen hier nicht auf Methodenebene, sondern auf angewandter Ebene ergeben.

#### Zusammenführung der verschiedenen Berechnungsmethoden

WIK lässt offen, wie die drei Analysen (Malmquist, Zweisteller-Törnquist, Viersteller-Törnquist) zusammengeführt werden sollen. Es gäbe hierfür verschiedene Möglichkeiten. Zum Beispiel ließe sich eine Auswahl oder „best-of“-Abrechnung vornehmen. Auch eine Gewichtung der Ergebnisse verschiedener Methoden ist denkbar.

<sup>42</sup> WIK (2016), S. 36.

<sup>43</sup> WIK (2016), S. 30.

<sup>44</sup> WIK (2016), S. 35.

<sup>45</sup> WIK (2016), S. 59.

<sup>46</sup> WIK (2016), S. 34.

<sup>47</sup> WIK (2016), S. 43.

<sup>48</sup> WIK (2016), S. 41.

## Diskussion Törnquist-Ansatz auf Zweisteller-Ebene

Der Törnquist-Ansatz von WIK auf Zweisteller-Ebene ähnelt dem Oxera-Ansatz in zahlreichen Aspekten. Neben einigen methodischen Aspekten weicht die von WIK getroffene Datenauswahl in einzelnen Punkten jedoch ab. Oxera sieht insbesondere die von WIK vorgenommene Inputpreis-Berechnung der Energiewirtschaft kritisch.

Die in Abschnitt 5.1 gezeigte Tabelle 5.1 vergleicht die zur Berechnung der Inputpreisentwicklung verwendeten Daten von WIK und Oxera. Oxera ist der Auffassung, dass der Bruttoindex zur Abbildung der Arbeitskostenentwicklung besser geeignet ist als der Arbeitskostenindex. Letzterer unterliegt in den jüngsten Jahren teils unerwarteten Schwankungen, die die Ergebnisse je nach festgelegtem Stützintervall beeinflussen können (vgl. Diskussion in Abschnitt 4.3.3). Auch Jahn (2016) verwendete den Bruttoindex.<sup>49</sup>

Ebenso ist fraglich, inwiefern der Deflator für das Bruttoanlagevermögen der Energiewirtschaft für die netzspezifische Kapitalkostenentwicklung relevant ist, und nicht etwa die StromNEV- und GasNEV-Indizes, wie von Oxera verwendet. Die von Oxera verwendeten Indizes sind nach Auffassung von Oxera geeigneter, die netzspezifische Inputpreisentwicklung abzubilden als der energiewirtschaftliche Bruttoanlagevermögende Deflator.<sup>50</sup>

Neben den Daten besteht auch ein wichtiger methodischer Unterschied bei der Berechnung der Inputpreise. Die Inputpreisgewichte von WIK entsprechen den aus der Faktorproduktivität-Berechnung ermittelten Gewichten. Dies bedeutet, dass zwei energiewirtschaftliche Inputpreise berechnet werden – einmal nach der Produktionswertmethode mit Vorleistungen und einmal nach der Wertschöpfungsmethode ohne Vorleistungen. Diese Vorgehensweise stellt aber lediglich eine Scheinkonsistenz dar. Denn die Inputpreise der Netzwirtschaft umschließen immer Vorleistungen. Es gibt daher nur einen Inputpreisindex, und dieser ist unabhängig von der gewählten Produktivitätsberechnung. Auch vertritt Oxera die Ansicht, dass eine diskretionäre Festlegung der Gewichte die Netzwirtschaft akkurater abbilden kann.

Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung greift WIK wie in der Malmquist-Berechnung auf die VPI-Entwicklung zurück. Das heißt, die gesamtwirtschaftliche Faktorproduktivität und Inputpreise werden durch direkte Verwendung des VPI abgebildet, da unter perfekt wettbewerblichen Voraussetzungen  $\Delta VPI = \Delta IP - \Delta TFP$  für die Gesamtwirtschaft gilt (Residualansatz). Oxera verfolgt diesen Ansatz lediglich zu Sensitivitätszwecken und bestimmt hingegen die Faktorproduktivität- und Inputpreis-Entwicklungen jeweils als separate Terme entsprechend § 9 (1) ARegV. Es zeigt sich empirisch, dass die Ergebnisse deutlich voneinander abweichen (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Es sprechen mindestens zwei Gründe gegen die Bestimmung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung auf Basis des VPI (Residualansatz). Erstens ist die Annahme des perfekten Wettbewerbs möglicherweise unrichtig.

<sup>49</sup> Jahn, C. (2016), „Mehr Produktivität in der Energiewirtschaft? Der generelle sektorale Produktivitätsfaktor als Instrument der Anreizregulierung und eine Untersuchung möglicher Berechnungsansätze“, Metropolis-Verlag Marburg, S. 86.

<sup>50</sup> Zu der von WIK vorgeschlagenen Transformation nach Formel 5.6 im WIK-Gutachten ist anzumerken, dass es nicht erforderlich ist, die drei Einzelkategorien (i) Anlagen, (ii) Ausrüstungen und sonstige Anlagen und (iii) Bauten zu aggregieren, da (i) die Summe aus (ii) und (iii) ist. Der Deflator für das Bruttoanlagevermögen ist direkt aus den nominalen und realen Werten für (i) Anlagen berechenbar. Die vorgeschlagene Transformation von WIK sollte nicht zu einem wesentlichen Ergebnisunterschied führen.

Zweitens sollten die Methoden für die energiewirtschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen möglichst deckungsgleich sein. Beispiel: Wird das Produktivitätswachstum in der Energiewirtschaft überschätzt, so ist es durchaus wahrscheinlich, dass auch das gesamtwirtschaftliche Wachstum überschätzt wird, sofern eine ähnliche Methode zur Anwendung kommt. Da es beim Xgen jedoch nur auf das Differential der beiden Wachstumsraten ankommt, können sich die Verzerrungen eher aufheben. Dies ist jedoch weniger wahrscheinlich, wenn unterschiedliche Methoden wie bei WIK zur Geltung kommen.

### **Diskussion synthetischer Törnquist-Ansatz auf Viersteller-Ebene**

WIK stellt fest, dass sich Daten auf Viersteller-Ebene, also netzbetreiberscharfe Daten, für die Messung des Produktivitätsfortschritts im Netzsektor besser eignen würden als die zur Verfügung stehenden Daten auf dem höherem Aggregationsniveau der gesamten Energiewirtschaft.<sup>51</sup>

Tatsächlich stehen Daten auf dem Viersteller-Aggregationsniveau nicht zur Verfügung. Deshalb werden von WIK hilfsweise Daten anderer Sektoren auf Zweisteller-Ebene herangezogen. Diese werden dann arbiträr zu sogenannten synthetischen Viersteller-Indizes kombiniert. Diese Indizes sollen die Produktivitätsentwicklung des Netzsektors darstellen.<sup>52</sup> Auch für die Inputpreise werden synthetische Indizes auf diese Art gebildet.<sup>53</sup> WIK äußert sich nicht dazu, inwieweit sich der synthetische Ansatz mit den Vorgaben von § 9 ARegV vereinbaren lässt. Danach sind für die Berechnung des Produktivitätsfaktors Daten von Netzbetreibern aus dem gesamten Bundesgebiet zu verwenden, was netzsektorfremde Indizes nicht leisten können.

Ein derartiges Vorgehen ist nicht zwangsläufig falsch, bietet jedoch enorme Interpretationsspielräume mit einem hohen Maß an Unbestimmtheit (euphemistisch „Freiheitsgrade“). So zieht WIK zum Beispiel Daten u.a. aus dem Sektor „Herstellung von Metallernzeugnissen“ für die Darstellung der Kapitalkosten von Netzen heran, weil Metall für die Herstellung von Strommasten verwendet würde.

Derartige Vergleiche halten nicht stand. Nur weil die Betriebe, die Strommasten herstellen, produktiver wurden, bedeutet das nicht, dass die Betriebe, die Strommasten verwenden, auch produktiver werden. Die höhere Produktivität bei der Herstellung von Strommasten hat höchstens einen Einfluss auf die Preise ebendieser und somit auf die Inputkosten von Netzbetreibern.

Im Rahmen eines solchen Ansatzes kann Objektivität und Vergleichbarkeit nur schwer erreicht werden. Dies ist u.U. nicht vereinbar mit der Maßgabe von § 9 (3) ARegV, wonach Xgen mit dem Stand der Wissenschaft entsprechenden Methoden zu ermitteln ist.

Bei der Modellierung der Einstandspreise werden unter anderem die Kapitalkosten herangezogen. Dabei wird auf die Festlegung der erlaubten Kapitalkosten der BNetzA für die dritte Regulierungsperiode abgestellt.<sup>54</sup> Die signifikante Senkung der erlaubten Kapitalkosten hat so eine zweifache negative Auswirkung auf die Netzbetreiber. Zum einen wurden deren erlaubte Eigenkapitalkosten gesenkt. Zum anderen werden ihnen nun auch sinkende Einstandspreise unterstellt, welche den Xgen erhöhen und somit einen Senkung der Erlösobergrenze bewirken. WIK legt nicht dar, ob sich die von der BNetzA

<sup>51</sup> WIK (2016), S. 57.

<sup>52</sup> WIK (2016), S. 62.

<sup>53</sup> WIK (2016), S. 71.

<sup>54</sup> WIK (2016), S. 75.

angenommenen sinkenden Einstandspreise tatsächlich so bei den Netzbetreibern realisieren lassen.

Ein Blick auf die relevanten Zahlen zeigt erhebliche Defizite in der vorgeschlagenen Methodik des WIK auf. Die vorgeschlagene Maßzahl für die Kapitalkosten ist die Umlaufrendite festverzinslicher Wertpapiere. Zwischen 2006 und 2015 ist diese Zahl von 3,8% auf 0,5% gesunken.<sup>55</sup> Dies ist ein Rückgang von -86,8% über den gesamten Zeitraum. Würde man diesen Rückgang den Netzbetreibern zukunftsgerichtet wieder vorschreiben, müssten diese negative Kapitalkosten haben, um die sich ergebende Kostensenkung zu erreichen. Dies ist unmöglich.

Bei der Berechnung der Veränderung der Eigenkapitalkosten wird außerdem nur auf die Änderung des Basiszinses abgestellt. Dies ist unzureichend, da der Wagniszuschlag bei einer Senkung des Basiszinses mit einer hohen Wahrscheinlichkeit steigt. Dies ist deshalb der Fall, weil niedrige Zinsen oft mit Zeiten schwachen Wachstums und somit höherem Risiko einhergehen.<sup>56</sup>

Wie beim Zweisteller-Törnquist zieht WIK für die gesamtwirtschaftliche Faktorproduktivität- und Inputpreis-Entwicklung den VPI heran (Residualansatz). Dies wurde oben bereits diskutiert.

### **Stützintervall ab 1998 bzw. 2006**

WIK schreibt, dass „Zeiträume, die vor 2006 liegen, hinsichtlich der vergleichbaren Rahmenbedingungen nur bedingt für die Einbeziehung in die Abschätzung der Entwicklung des technologischen Fortschritts in den Netzsektoren geeignet“ sind.<sup>57</sup>

Oxera ist der Auffassung, dass eine Verwendung von Daten erst ab 2006 nicht vertretbare Nachteile hätte:

- Ein derart kurzes Stützintervall gleicht die Investitionszyklen in der Netzindustrie nicht aus.
- Über einen so kurzen Zeitraum berechnete Törnquist-Indizes sind nicht robust. Es ist plausibel anzunehmen, dass dies auch für Malmquist-Indizes zutrifft, nur kann deren Volatilität aufgrund der wenigen vorhandenen Datenpunkte nicht beobachtet werden. Die Ergebnisse schwanken stark bei geringfügigen Variationen des Stützintervalls.
- Es ist ferner plausibel anzunehmen, dass in der Zeit direkt nach Einführung der Anreizregulierung in der Netzwirtschaft wahrscheinlich überdurchschnittliche Produktivitätssteigerungen zu verzeichnen waren. Je nach Datengrundlage kann dies die Messungen verzerren.

Darüber hinaus steht diese Aussage von WIK im Widerspruch zu Tabelle 8.1 im Bericht des WIK (bzw. Abbildung 5.1 im Oxera-Gutachten), in welcher für den Törnquist-Index ein Stützintervall von 1998-2014 genannt wird. Das genaue Stützintervall, das von WIK für die Törnquist-Berechnungen empfohlen wird, scheint nicht abschließend festgelegt zu sein. Dieser Punkt gilt für die Zweisteller-Ebene ebenso für die Viersteller-Ebene.

<sup>55</sup> BK4-16-160, Beschluss der Beschlusskammer 4 der BNetzA hinsichtlich der Festlegung von Eigenkapitalzinssätzen.

<sup>56</sup> In der akademischen Literatur wird diese Fragestellung unter dem Titel Total Market Return kontrovers diskutiert. Oxera (2016), „Italian renaissance in regulation? Cost of capital for energy networks“, gibt eine nicht-technische Einführung zum Thema.

<sup>57</sup> WIK (2016), S. 37.

## Unterlassene Analysen

WIK kündigt nicht an, seine Ergebnisse mit Daten von OECD oder EU KLEMS verproben zu wollen. Dies sollte im Sinne einer vollständigen Analyse jedoch geschehen, auch mit Blick auf die Vorgaben von § 9 (3) ARegV zu der wissenschaftlichen Methode.

## Unklare Analyse zu „Rollierendem System“ und Investorenverhalten

WIK argumentiert, dass sich bei Verwendung eines Produktivitätsfaktors im Rahmen eines sogenannten rollierenden Systems die „Über- oder Unterschätzungen über die Zeit mehr oder weniger ausgleichen“.<sup>58</sup> Diese Aussage wird nur auf Basis einer stark vereinfachten Überlegung gemacht (gleichbleibende Stützintervalle in der Zukunft) und ist daher nur unter weitreichenden Annahmen haltbar. WIK räumt selber ein, dass es bei „über die Zeit sinkender realisierbarer Produktivitätsfortschritte ... zu einer ständigen Überforderung der Unternehmen“ kommen kann.<sup>59</sup> WIK lässt offen, ob es ein solches rollierendes System für die dritte Regulierungsperiode vorschlägt oder nicht.

Darüber hinaus kann solch ein System, selbst wenn sich Über- und Unterschätzungen mit der Zeit ausgleichen, zu Insolvenzen von Unternehmen führen. Dies ist insbesondere in Anbetracht der wahrscheinlich hohen Variabilität der möglichen Ergebnisse problematisch.

Auch teilt Oxera nicht die Einschätzung von WIK bezüglich des Verhaltens von Investoren. Infrastrukturinvestoren treffen ihre Entscheidungen ausschließlich zukunftsgerichtet. Wird der Produktivitätsfaktor eines Unternehmens stark überschätzt und würde dies zu negativen Erträgen führen, so würden die Investoren nicht einfach auf die nächste Regulierungsperiode warten in der Hoffnung, dass sich dann wieder ein vorteilhafterer Xgen ergibt.

## Keine Diskussion von Robustheit bzw. Signifikanz der Ergebnisse

Die Analysen von Oxera zeigen, dass die Ergebnisse einer Xgen-Berechnung auf Basis Törnquist volatil sind und dass Investitions- bzw. Konjunkturzyklen einen starken Einfluss auf die Ergebnisse haben (siehe Abschnitt 4.3). Dieses Problem der Robustheit der Ergebnisse wird von WIK nicht angesprochen. Auch eine Diskussion darüber, wie die statistische Güte der Ergebnisse beurteilt werden soll, findet nicht statt.

## 5.3 Grenzen der Würdigung des WIK-Gutachtens

Das Gutachten von WIK befasst sich auftragsgemäß nur mit der Frage der Methode und der Art der zu verwendenden Daten. Die empirischen Daten und quantitativen Ergebnisse werden nicht angegeben. Methode, zugrundeliegende Daten und Ergebnisse stellen üblicherweise einen Verbund dar und werden gemeinsam und gleichzeitig bewertet. Die isolierte Betrachtung nur der Methoden ist nicht üblich.

Daraus resultieren zahlreiche Gründe, weshalb eine abschließende Einschätzung der Eignung der von WIK vorgeschlagenen Methoden derzeit nicht möglich ist:

- Daten sind der mit Abstand wichtigste Input-Faktor einer empirischen Analyse. Mit ihrer Wahl und Qualität steht und fällt die Aussagekraft einer

<sup>58</sup> WIK (2016), S. 39.

<sup>59</sup> WIK (2016), S. 39.

Analyse. In vielen Fällen bestimmen die empirischen Daten erst die Entscheidung für eine bestimmte Methode. Ohne die Kenntnis der Roh- und Arbeitsdaten, die in die jeweilige Methode von WIK eingehen, ist eine Einschätzung der Eignung der vorgeschlagenen Methoden nicht möglich.

- Daten sind für das Nachvollziehen und Replizieren der Ergebnisse unverzichtbare Informationen. Erst mit diesen können die Ergebnisse plausibilisiert und verprobt werden. Das ist unerlässlich für die Einschätzung der Eignung oder Überlegenheit der vorgeschlagenen Methoden.
  - Die empirischen Annahmen und Ergebnisse der einzelnen Methoden sollten sich nicht gegenseitig ausschließen oder widersprechen. Dies kann nicht überprüft werden, weil Informationen hierzu in dem Gutachten nicht vollständig vorliegen.
  - Die Verwendung einer neuartigen Methode zur Ermittlung des Xgen für deutsche Energienetze, wie die von WIK vorgeschlagene synthetische Methode, mag grundsätzlich möglich sein. Allerdings sind die Anforderungen an die Darstellung der Überlegenheit einer solchen Methode umso höher, je weniger anerkannt und erprobt sie ist. Es fehlt beispielsweise bei der synthetischen Methode von WIK der konkrete Nachweis, dass sie im Fall des Xgen für deutsche Energienetze den etablierten Methoden überlegen ist. Auch gibt es nicht den Gegenbeweis, dass die anerkannten und etablierten Methoden, wie die Zweisteller-Methode, welcher auch die BNetzA (2006) folgte, weniger sachgerecht sind. Ferner besagt § 9 ARegV, dass für die Berechnung des Produktivitätsfaktors Daten von Netzbetreibern aus dem gesamten Bundesgebiet verwendet werden müssen, was netzfremde Indizes nicht leisten können.
  - Die Ergebnisse verschiedener Methoden sind unterschiedlich robust, und eine Methode ist umso geeigneter, je robuster das Ergebnis ist. Manche Methoden führen bei geringfügigen Änderungen einer einzigen Annahme, etwa dem Stützintervall wie in Abschnitt 4.3.3 dargelegt, zu gänzlich anderen Ergebnissen. Umgekehrt kann die Modifikation anderer Annahmen oder Daten lediglich zu einer komplizierteren Darstellung führen, nicht aber zu einem anderen oder robusteren Ergebnis. Dies kann beispielsweise für die synthetische Methode von WIK in dem Gutachten nicht geklärt werden.
-

## 6 Fazit

Das vorliegende Gutachten von Oxera hat zunächst den 2. Referenzbericht der BNetzA (2006) kritisch beleuchtet und wesentliche Schwachstellen in der Vorgehensweise der BNetzA identifiziert. Anschließend hat Oxera eine eigene, wissenschaftlich fundierte Methode zur Festlegung des Xgen vorgeschlagen und mögliche Werte für die dritte Regulierungsperiode errechnet (Oxera 2016). Abschließend untersuchte Oxera die methodische Vorgehensweise des Beraters der Bundesnetzagentur für die dritte Regulierungsperiode (WIK 2016).

Die Erkenntnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

### **BNetzA (2006)**

Die BNetzA ermittelte für die erste Regulierungsperiode einen Xgen-Wert von 2,54%. Die im Konsultationsprozess geäußerte Kritik identifizierte zahlreiche und erhebliche methodische Schwächen, infolgedessen der Xgen zu hoch geschätzt wurde. Oxera hat die Bestimmung des damaligen Xgen repliziert und stimmt den Kritikpunkten ausdrücklich zu. Zu den wesentlichen Kritikpunkten gehören eine inkonsistente Verwendung des Produktionswerts inkl. Wiederverkäufe bei gleichzeitigem Weglassen der Vorleistungen, die Auswahl und Gewichtung der Stützintervalle, keine gesonderte Analyse von Ausreißern, sowie eine unsachgerechte Modellierung der Einstandspreisentwicklung der Energiewirtschaft.

### **Oxera (2016)**

In dem vorliegenden Gutachten entwickelt Oxera eine geeignete Methodik zur Festlegung des Xgen. Sie greift die Kritikpunkte an der Vorgehensweise der BNetzA (2006) auf und führt methodische Verbesserungen durch. Die Herausforderungen bei der Bestimmung des Xgen liegen im empirischen Bereich, insbesondere der Verfügbarkeit netzbetreiberscharfer statistischer Daten und entsprechender Substitute aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Ferner gibt es interpretative Spielräume, insbesondere bei der Wahl des Stützintervalls und der Konstruktion eines synthetischen Indexes für die sektorale Inputpreisentwicklung. Dies führt Zielkonflikte mit sich und erfordert Abwägungen.

Oxera zeigt, dass die Höhe des Xgen maßgeblich vom betrachteten Stützintervall abhängt – für einige Stützintervalle ist er positiv, für einige negativ. Insgesamt schwankt er um Null. Oxera erachtet das Stützintervall 1999-2014 (d.h. Daten ab 1998) als das geeignetste. Hierfür spricht u.a., dass es mit der Einführung der Liberalisierung zusammenfällt und ein statistisch signifikanter Strukturbruch zwei Jahre zuvor (1996) stattfand. Der für dieses Stützintervall errechnete Xgen ist geringfügig negativ. Weitere Analysen auf Basis von Daten der OECD und von EU KLEMS unterstützen diese Ergebnisbandbreite.

Angesichts der hohen Abhängigkeit des Xgen vom Stützintervall und der Tatsache, dass öffentlich zugängliche Strom- und Gas-Daten auf Netzbetreiberebene nicht für die Analyse geeignet sind, sondern nur für die gesamte energiewirtschaftliche Wertschöpfungskette, ist die Schätzung des Xgen mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Auf der Grundlage der empirischen Analysen und Ergebnisse von Oxera ist es plausibel, dass der Xgen leicht positiv wie leicht negativ sein kann, wobei der Schwerpunkt eher im negativen Bereich liegt.

Die verfügbaren statistischen Daten sind für Festlegung von separaten Xgen-Werten jeweils für Stromnetzbetreiber und Gasnetzbetreiber weniger robust als

---

die Daten für einen einheitlichen Wert für alle Netze. Die separaten Xgen-Werte unterscheiden sich nur geringfügig, u.a. deshalb, weil Oxera eine für Strom und Gas getrennte Einstandspreisberechnung durchführt, aus sachlichen Notwendigkeiten heraus aber keine getrennte Faktorproduktivität-Berechnung für Strom und Gas.

In Anbetracht der Unsicherheiten der Schätzung und der ermittelten engen empirischen Bandbreite um Null kommt Oxera zu dem Ergebnis, dass für die dritte Regulierungsperiode eine Festlegung des Xgen auf einen bestimmten, sich von Null signifikant unterscheidbaren Wert nicht robust begründbar ist.

### **WIK (2016)**

Der Berater der BNetzA, WIK, beschreibt qualitativ Berechnungsmethoden zur Ermittlung eines Xgen für die dritte Regulierungsperiode. Eine konkrete Berechnung und Quantifizierung von Xgen-Werten findet nicht statt. WIK schlägt drei fundamental verschiedene Berechnungsmethoden vor: die Malmquist-Methode mit unternehmensspezifischen Daten, die Törnquist-Methode mit statistischen Daten des Sektors Energieversorgung (Zweisteller-Ebene) sowie die Törnquist-Methode mit Daten eines synthetischen Netzsektors (quasi-Viersteller-Ebene).

WIK äußert sich nicht hinsichtlich der bevorzugten Anwendung einer bestimmten Methode oder der Durchschnittsbildung von zwei oder drei der vorgeschlagenen Methoden. WIK äußert sich ebenfalls nicht dazu, inwieweit sich die Methoden, insbesondere der synthetische Ansatz, mit den Vorgaben von § 9 ARegV vereinbaren lassen.

Im Rahmen dieses Gutachtens untersuchte Oxera auftragsgemäß nicht den Malmquist-Ansatz, sondern die Törnquist-Ansätze.

Die von WIK vorgeschlagene Berechnung mittels der Zweisteller-Törnquist-Methode auf der Basis von statistischen Daten des Sektors Energieversorgung entspricht in vieler Hinsicht dem Ansatz von Oxera. Wesentliche Unterschiede bestehen hinsichtlich der Berechnung der energiewirtschaftlichen Inputpreis-Entwicklung. WIK verwendet den Deflator für das Bruttoanlagevermögen für Kapital und einen Arbeitskostenindex für Arbeit, Oxera hingegen die Indizes aus StromNEV und GasNEV für Kapital und einen Bruttolohn-Index für Arbeit. Auch die Gewichtung der Kostenfaktoren für Arbeit, Kapital und Vorleistungen unterschieden sich.

Ein weiterer grundsätzlicher Unterschied zwischen Oxera und WIK besteht hinsichtlich der Berechnungen der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Oxera sieht den von WIK verfolgten Residualansatz mit der Verwendung des VPI zur Abbildung der gesamtwirtschaftlichen Faktorproduktivität-bzw. Inputpreis-Entwicklung kritisch. Ungeachtet der übergeordneten Frage, ob ein Residualansatz den Vorgaben von § 9 ARegV überhaupt entspricht, kann der VPI bestenfalls als Approximation gesehen werden. Sachdienlicher wäre eine separate Berechnung von gesamtwirtschaftlicher Produktivität und Inputpreisen. Die empirische Überprüfung von Oxera zeigt, dass der Residualansatz andere (höhere) Xgen-Werte ergibt als bei grundständiger Bestimmung der Faktorproduktivität-und Inputpreis-Terme.

Es ist deshalb davon auszugehen, dass die festgestellten Unterschiede auch andere Ergebnisse bewirken. Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, dass die Zweisteller-Törnquist-Methode von WIK ebenfalls Xgen-Werte ergibt, die geringfügig unter oder über Null liegen, wie bei Oxera (2016).

---

Die von WIK vorgeschlagene Berechnung mittels der Viersteller-Törnquist-Methode ist mit dem von Oxera gewählten Ansatz hingegen nicht vergleichbar. Der Ansatz kann als Versuch der Replikation von energienetzspezifischen Aktivitäten und Kosten auf der Basis von Nicht-Energiesektoren gewertet werden. Es ist keineswegs nachgewiesen oder zu vermuten, dass eine solche Vorgehensweise den Nachteil der geringeren sektoralen Schärfe der Zweisteller-Ebene überwiegt. Der von WIK verfolgte synthetische Ansatz erfordert mehr als nur interpretative Einzelabwägungen und ist in höchstem Maß ermessensorientiert. Es ist fraglich, ob der Ansatz den wissenschaftlichen Maßgaben von § 9 (3) ARegV standhält.

Insgesamt ist es nicht möglich, auf der Basis der qualitativ beschriebenen Methoden von WIK (2016) eine belastbare Aussage über die Größenordnung des resultierenden Xgen-Werts zu machen. Das Niveau oder eine Bandbreite des Xgen-Werts ließen sich nur im Wege einer Berechnung auf der Basis der konkret verwendeten statistischen Daten ermitteln.

Das Gutachten von WIK befasst sich auftragsgemäß nur mit der Frage der Methode und der Art der zu verwendenden Daten. Die empirischen Daten und quantitativen Ergebnisse werden nicht angegeben. Methode, zugrundeliegende Daten und Ergebnisse stellen üblicherweise einen Verbund dar und werden gemeinsam und gleichzeitig bewertet. Die isolierte Betrachtung nur der Methoden ist nicht üblich. Hieraus folgt, dass eine abschließende Einschätzung der Eignung der von WIK vorgeschlagenen Methoden derzeit nicht möglich ist.

## A1 Anhang

### A1.1 Törnquist-Formeln (Totale Faktorproduktivität)

Der Anhang stellt die verwendeten Formeln zur totalen Faktorproduktivitäts-Berechnung und die an entsprechender Stelle verwendeten Daten dar.

Die Törnquist-Formel beschreibt den totalen Faktorproduktivitäts-Wachstumsfaktor zwischen zwei Perioden (Periode 1 und 2) und besteht aus einem Output- und einem Inputindex:

$$Q_{1,2}^{Törnquist} = \frac{Q_{1,2}^{Output}}{Q_{1,2}^{Input}}$$

(Törnquist-Formel)

Der Törnquist-Index beschreibt das Verhältnis der Wachstumsraten von Output zu Input. Ist der Index größer als 1, so hat sich die Produktivität erhöht; ist er niedriger, hat sie sich verschlechtert.

Der Outputindex  $Q_{1,2}^{Output}$  beschreibt den Wachstumsfaktor des jeweiligen Outputs, d.h. Output der Periode 2 dividiert durch Output der Periode 1:

$$Q_{1,2}^{Output} = \frac{y_2}{y_1}$$

(Outputindex)

Für die Berechnung der Faktorproduktivität (Wertschöpfung) werden die beiden Outputindizes für die preisbereinigte Wertschöpfung Energie-bzw. Gesamtwirtschaft, für die Faktorproduktivität (Produktionswert) die beiden Outputindizes für die preisbereinigten Produktionswerte Energie-bzw. Gesamtwirtschaft berechnet.

Der Inputindex ist wie folgt definiert:

$$Q_{1,2}^{Input} = \prod_{i=1}^N \left( \frac{x_{i,2}}{x_{i,1}} \right)^{\frac{w_{i,1} + w_{i,2}}{2}}$$

(Inputindex)

Für jede Inputmenge  $x_i$ , wobei  $i = 1, \dots, N$ , wird der Wachstumsfaktor berechnet und mit den jeweiligen Kostenanteilen  $w_i$  potenziert. Der Anteil  $w_i$  bezieht sich auf die Kosten von Input  $i$  bezogen auf die Gesamtkosten aller Inputs in der jeweiligen Periode. In die Faktorproduktivitäts-Wertschöpfung-Berechnung fließen die beiden Inputs  $x_1 =$  Arbeit (Arbeitsstunden der Erwerbstätigen) und  $x_2 =$  Kapital (reales Bruttoanlagevermögen) ein.

Die Lohnquote zur Gewichtung der Arbeitsstunden wird wie folgt berechnet:

$$w_{1,1} = \frac{\frac{\text{Arbeitnehmerentgelt}_1}{\text{Arbeitnehmer}_1}}{\frac{\text{ nominale Wertschöpfung}_1}{\text{Anzahl Erwerbstätige}_1}}$$

(Lohnquote für Faktorproduktivität (Wertschöpfung))

Die Kapitalquote ist 100% minus die Lohnquote,  $w_{2,1} = 1 - w_{1,1}$ . Die Daten fließen dann wie folgt in den Inputindex ein:

$$Q_{1,2}^{Input (WS)} = \left( \frac{Arbeits_2}{Arbeits_1} \right)^{\frac{w_{1,1}+w_{1,2}}{2}} \left( \frac{Kapital_2}{Kapital_1} \right)^{\frac{w_{2,1}+w_{2,2}}{2}}$$

(Inputindex für Faktorproduktivität (Wertschöpfung))

Der Faktorproduktivität-Produktionswert wird um einen dritten Input,  $x_3 =$  Vorleistungen (reale Vorleistungen), ergänzt, und die Vorleistungsquote wie folgt berechnet:

$$w_{3,1} = \frac{\text{nominale Vorleistungen}_1}{\text{nominaler Produktionswert}_1}$$

(Vorleistungsquote für Faktorproduktivität (Produktionswert))

In obiger Lohnquote wird die nominale Bruttowertschöpfung durch den nominalen Produktionswert ersetzt. Die Kapitalquote ist nun  $w_{2,1} = 1 - w_{1,1} - w_{3,1}$ . Der Inputindex für Faktorproduktivität (Produktionswert) ist nun:

$$Q_{1,2}^{Input (PW)} = \left( \frac{Arbeits_2}{Arbeits_1} \right)^{\frac{w_{1,1}+w_{1,2}}{2}} \left( \frac{Kapital_2}{Kapital_1} \right)^{\frac{w_{2,1}+w_{2,2}}{2}} \left( \frac{Vorleistungen_2}{Vorleistungen_1} \right)^{\frac{w_{3,1}+w_{3,2}}{2}}$$

(Inputindex für Faktorproduktivität (Produktionswert))

Die Potenzen summieren sich per Konstruktion auf 1. Die Faktorproduktivität-Wachstumsrate zwischen 2 Perioden berechnet sich als  $q_{1,2}^{Törnquist} :=$

$Q_{1,2}^{Törnquist} - 1$ . Die durchschnittliche Wachstumsrate wird durch Verknüpfung

ermittelt, d.h. zwischen Periode 1 und 3 als  $(Q_{1,2}^{Törnquist} * Q_{2,3}^{Törnquist})^{\left(\frac{1}{3-1}\right)} - 1$

und ist im allgemeinen ungleich  $Q_{1,3}^{Törnquist} - 1$ . Das durchschnittliche (jährliche)

Faktorproduktivitätswachstum zwischen zwei Jahren 1 und  $T$  mit  $T \geq 2$  kann allgemein wie folgt formuliert werden:

$$TFP_{1,T} = \prod_{j=1}^{T-1} \left( Q_{j,j+1}^{Törnquist} \right)^{\frac{1}{T-1}} - 1$$

(Durchschnittliche Faktorproduktivität-Wachstumsrate)

Ist beispielsweise  $T = 3$ , so gibt es 2 Wachstumsraten, daher  $\frac{1}{T-1} = \frac{1}{2}$ .

Abschließend sei zur Wahrung der Transparenz auf eine kleine, wenn auch unbedeutende Änderung in der Berechnungsmethodik von Oxera und BNetzA (2006) hingewiesen. In BNetzA (2006) wird die Faktorproduktivität-Formel nach Auffassung von Oxera durch Logarithmierung approximiert und anschließend die durchschnittliche Wachstumsrate als arithmetischer Durchschnitt der jährlichen Wachstumsraten berechnet, während Oxera den *geometrischen* Durchschnitt der jährlichen Wachstumsfaktoren heranzieht. Die folgende Formel zeigt den Zusammenhang der beiden Methoden durch Anwendung der Logarithmusregeln:

$$\begin{aligned} \prod_{j=1}^{T-1} (Q_{j,j+1}^{Törnquist})^{\frac{1}{T-1}} - 1 &\approx \ln \left( \prod_{j=1}^{T-1} (Q_{j,j+1}^{Törnquist})^{\frac{1}{T-1}} \right) = \left( \frac{1}{T-1} \right) \sum_{j=1}^{T-1} \ln(Q_{j,j+1}^{Törnquist}) \\ &\approx \left( \frac{1}{T-1} \right) \sum_{j=1}^{T-1} q_{1,2}^{Törnquist} \end{aligned}$$

In der Praxis führen beide Methoden zu fast identischen Ergebnissen. Da der Logarithmus die Ergebnisse nicht exakt widerspiegelt, verzichtet Oxera auf eine Logarithmierung der Faktorproduktivität-Formel und verwendet den ersten der vier Terme in obiger Formel.

## A1.2 Inputpreise

Die Indizes werden wie in Abschnitt 4.2 beschrieben ausgewählt und gewichtet. Einige Indizes müssen erst noch berechnet werden (Deflator Vorleistungen, Deflator Bruttoanlagevermögen). Dies erfolgt durch Division der nominalen durch die entsprechende preisbereinigte Zeitreihe.

Ausgehend von diesen Indizes wird ein Inputpreisindex wie folgt berechnet:

- Schritt 1: Alle Indizes werden auf das Jahr 2010 indexiert. Beispielsweise nehmen Bruttolöhne (vormals in EUR) im Jahr 2010 den Wert 100 (ohne Einheit) an.
- Schritt 2: Die Indizes werden gemäß den Vorgaben aus Abschnitt 4.3 gewichtet.

### A1.3 Benchmarking-Kostenanteile

Die Benchmarking-Kostenanteile können mithilfe des Evaluierungsberichts der BNetzA (2015) berechnet werden, nachstehend gezeigt.

**Tabelle A 1.1 Benchmarking-Kostenanteile**

	Kalkulatorische Gewerbesteuer	CAPEX	Kavnb,0	(1-V) * Kab,0	Benchmarkkosten	Anteil an Benchmarkkosten	Quelle im Evaluierungsbericht
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) / V	(6) = ((1) + (2)) / (5)	
Einheit	Mio. EUR	Mio. EUR	Mio. EUR	Mio. EUR	Mio. EUR	%	
ÜNB	40	516	1847	32	1888	29%	Abb. auf S. 76 und Tab. 5, S. 116
FNB	48	793	1769	3	1773	47%	Abb. auf S. 89 und Tab. 6, S. 120
VNB (Strom) regel	187	2702	8237	257	8559	34%	Abb. auf S. 82 und Tab. 7, S. 122
VNB (Gas) regel	135	1607	2855	185	3086	56%	Abb. auf S. 86 und Tab. 9, S. 126
VNB (Strom) einfach	7	117	219	29	255	49%	Abb. auf S. 90 und Tab. 11, S. 130
VNB (Gas) einfach	6	102	135	17	156	69%	Abb. auf S. 94 und Tab. 12, S. 133
<b>Summe</b>							
Strom	234	3335	10303	318	10701	<b>33%</b>	
Gas	189	2502	4759	205	5015	<b>54%</b>	
Energie	423	5837	15062	523	15716	<b>40%</b>	

Anmerkungen: Verteilungsfaktor  $V_t = 0,8$ .

Quelle: Oxera auf Basis von BNetzA (2015), „Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung“, 21. Januar.

[www.oxera.com](http://www.oxera.com)