

# Untersuchung der Törnqvist-Methode zur Ermittlung des Xgen-Strom für die dritte Regulierungsperiode

Ein Kurzgutachten für den BDEW vor dem Hintergrund des Festlegungsentwurfs der BNetzA (BK4-18-056) (Konsultation zum Xgen-Strom)

9. November 2018

## 1 Zusammenfassung

Dieses Kurzgutachten untersucht die von der Bundesnetzagentur (BNetzA) vorgeschlagene Törnqvist-Methode zur Ermittlung des Xgen für die kommende Regulierungsperiode für Stromnetzbetreiber. Oxera führt dabei verschiedene Sensitivitätsanalysen durch, insbesondere im Hinblick auf die Wahl des Analysezeitraums, des Outputindex zur Messung der netzwirtschaftlichen Produktivitätsänderung, sowie der Modellierung der Inputpreissteigerung in der Stromnetzwirtschaft. Unsere Analysen legen nahe, dass der von der BNetzA ermittelte Xgen-Wert von 1,82 % im Schnitt zu hoch ausfällt.

Tabelle 1.1 stellt unsere Ergebnisse zusammengefasst dar. Die Auswirkung von Variationen im Stützintervall, des physischer Outputindex und realistischerer Inputpreisberechnungen auf den Xgen werden jeweils einzeln und alternierend dargestellt.

Oxera Consulting LLP ist registriert in England und Wales, Nr. 2589629, in Belgien, Nr. 0651 990 151 und in Rom REA-Nr. RM - 1530473. Eingetragene Firmensitze: Park Central, 40/41 Park End Street, Oxford, OX1 1JD, Großbritannien, Avenue Louise 81, 1050 Brüssel, Belgien, und Via delle Quattro Fontane 15, 00184 Rom, Italien. 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 Oxera 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. Oxera übernimmt keine Haftung für eine bestimmte Anlageentscheidung; diese geschieht immer auf eigene Gefahr des Anlegers.

© Oxera 2018. Alle Rechte vorbehalten. Ausgenommen des Zitierens kurzer Passagen zum Zwecke von Kritik oder Rezensionen darf kein Teil hiervon ohne Genehmigung verwendet oder reproduziert werden.

**Tabelle 1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse (Angaben in %)**

	Beschreibung	TFP <sub>Netz</sub>	- IP <sub>Netz</sub>	+ VPI <sub>Ges.</sub>	= Xgen
Stützintervall	Variation Stützintervall	<b>-2,56 bis 0,85</b>	<b>0,10 bis 0,51</b>	<b>0,84 bis 1,39</b>	<b>-1,70 bis 1,82</b>
Physischer Outputindex	2006-2017	<b>-3,20 bis -1,61</b>	0,41	1,39	<b>-2,26 bis -0,65</b>
Realistische Inputpreis- berechnung	Korrektur Arbeitskosten- index	0,85	<b>0,63 bis 0,69</b>	1,39	<b>1,51 bis 1,58</b>
	Korrektur Kapitalkosten- index	0,85	<b>0,51 bis 0,95</b>	1,39	<b>1,29 bis 1,72</b>
BNetzA – Beschluss- entwurf	Produktions- wert	0,85	0,41	1,39	1,82

Anmerkung: Fett gedruckte Werte sind durch Oxera modelliert; Rest aus BNetzA-Beschlussentwurf. Diese Szenarien modellieren jeweils einen Aspekt, d. h. das Stützintervall, den Outputindex für die Produktivitätsmessung, oder die Inputpreisänderung. Beim Stützintervall ist zu beachten, dass sich die maximale Xgen-Bandbreite nicht direkt aus den angegebenen Bandbreiten für TFP, IP und VPI ergibt, da die Minimal- und Maximalwerte dieser Einzelkomponenten teilweise auf unterschiedlichen Intervallen basieren.

Quelle: Oxera auf Basis von Daten der BNetzA.

Die Ergebnisse von Oxera lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Stützintervall:** Das von der BNetzA präferierte Stützintervall von 2006 bis 2017 enthält den mit Abstand höchsten aller möglichen Xgen-Werte (1,82 %). Die Variation dieser Xgen-Werte je nach Stützintervall beträgt -1,70 % bis 1,82 %. Die BNetzA wählt folglich das Stützintervall mit dem höchsten Xgen. Besonders das erste Jahr der Erhebung bzw. das Jahr der Einführung der Anreizregulierung, 2006, könnte einen Ausreißer darstellen. Der identifizierte Strukturbruch im Jahr 2011 könnte auf den Beginn der Energiewende hindeuten; ab diesem Jahr sind die Xgen-Werte weitgehend negativ. Dies deutet darauf hin, dass ein kürzeres Stützintervall gewählt werden sollte bzw. dass spätere Messungen stärker berücksichtigt werden sollten.
- **Physischer Outputindex:** Wird aus den von der BNetzA gesammelten und publizierten Strukturdaten des Sektors ein physischer Outputindex gebildet und anstatt des deflationierten Produktionswerts verwendet, so ergibt sich eine deutlich negative Produktivitätsentwicklung und somit ein deutlich negativer Xgen. Dieser beträgt je nach Modellvariante zwischen -2,26 % bis -0,65 %. Dies ist in Anbetracht des Rückgangs wesentlicher Outputs wie zum Beispiel von Netzlänge und Anschlusspunkten plausibel. Die Tatsache, dass der deflationierte Produktionswert, welcher eigentlich auch eine physische Größe darstellen sollte, im Gegensatz zu den tatsächlichen physischen Outputgrößen steigt, könnte auf Probleme bei der Deflation hindeuten. Nur die installierte erneuerbare Kapazität steigt im Untersuchungszeitraum an. Die erneuerbare Kapazität hat einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Netzkosten und geht in den Outputindex ein, welcher insgesamt sinkt.
- **Realistische Inputpreisberechnung:** Die Verwendung von plausibleren Indizes für die Abbildung der erwarteten Inputpreissteigerungen von Arbeitskosten und Kapital würde den Xgen je nach Modellierung reduzieren, und zwar auf 1,29 % bzw. 1,72 %.

Zusammenfassend führen alle alternativen Berechnungsmethoden zu niedrigeren Werten.

## 2 Einleitung

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) beauftragte Oxera mit der Untersuchung der methodischen Vorgehensweise der BNetzA in Bezug auf die anstehende Festlegung des Xgen-Strom für die dritte Regulierungsperiode. Wir beziehen uns hierbei auf den zur Konsultation veröffentlichten Festlegungsentwurf BK4-18-056 vom 19. Oktober 2018 mit Konsultationsfrist zum 9. November 2018. Dieser Beschlussentwurf berechnet einen Xgen i. H. v. 1,36 % mittels Malmquist-Methode und einen Xgen i. H. v. 1,82 % mittels Törnqvist-Methode und somit einen in etwa dreimal so hohen Wert wie der 2017 festgelegte Xgen für Gasnetze (0,49 %).

Zusätzlich zum Konsultationsdokument veröffentlichte die BNetzA wie schon in der Konsultation zum Xgen-Gas ein Excel-basiertes Törnqvist-Tool mitsamt aggregierten, nicht jedoch unternehmensspezifischen (individuellen) Sektoraten. Diese Daten enthalten neben buchhalterischen Informationen auch physische Strukturdaten, wie zum Beispiel die Zahl der Anschlusspunkte und die Netzlänge. Diese Strukturdaten wurden seitens der BNetzA jedoch nicht für die Berechnungen des Törnqvist herangezogen. Des Weiteren veröffentlichte die BNetzA die den Malmquist-Berechnungen zugrunde liegenden Codes und Daten.

Untersuchungsgegenstand dieses Kurzgutachtens ist die methodische Vorgehensweise der BNetzA im Hinblick auf die Törnqvist-Analyse. Unsere Analysen stützen sich somit schwerpunktmäßig auf den Festlegungsentwurf der BNetzA sowie auf das Excel-basierte Törnqvist-Tool. Eine Überprüfung der zugrunde liegenden Daten sowie möglicher technischer Fehlerquellen im Excel-Modell wurde nicht durchgeführt. Insbesondere fließen folgende Aspekte in unsere kritische Analyse des von der BNetzA entwickelten Törnqvist-Modells ein:

- Wahl des Stützintervalls (Abschnitt 3): Wie hängt die Höhe und das statistische Signifikanzniveau des Xgen vom gewählten Stützintervall ab?
- Berechnung eines physischen Outputindex (Abschnitt 4): Welcher Xgen-Wert ergäbe sich bei Verwendung physischer Outputs (Strukturdaten) anstelle des preisbereinigten Produktionswerts?
- Residualmethode und Inputpreisveränderungen (Abschnitt 5): Welche Inputpreisveränderungen ergeben sich bei sachgerechter Anwendung der netzspezifischen Preistreiber?

Die Ergebnisse wurden bereits vorneweg in Abschnitt 1 zusammengeführt.

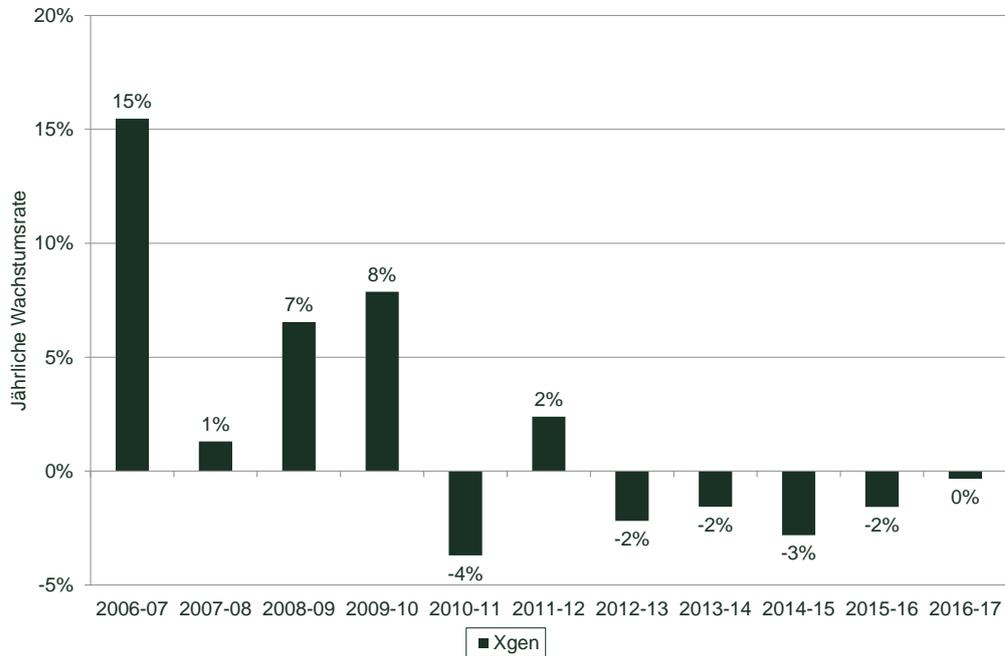
## 3 Wahl des Stützintervalls

Der Festlegungsentwurf sieht eine Berechnung des Törnqvist-Xgen auf Basis eines Stützintervalls von 2006-2017 (d. h. mit jährlichen Wachstumsraten von 2007-2017) vor. Die BNetzA begründet diese Wahl mit einem möglichst langen Stützintervall, „um zu gewährleisten, dass temporäre Effekte geglättet werden“ (BNetzA Festlegungsentwurf, S. 17).

Diese Vorgehensweise lässt jedoch außer Acht, dass temporäre Effekte gerade erst durch die Länge des Stützintervalls bedingt sein können. Tatsächlich fließt ein solcher Effekt durch die Berücksichtigung des Jahres 2006 in die Törnqvist-

Berechnungen der BNetzA ein, wie die jährlichen Veränderungsrate des Xgen in Abbildung 3.1 zeigen.

**Abbildung 3.1** Jährliche Wachstumsraten des Xgen auf Basis der BNetzA-Törnqvist-Methode



Quelle: Oxera auf Basis des Törnqvist-Tools der BNetzA.

Abbildung 3.1 zeigt die den Berechnungen der BNetzA zugrunde liegenden jährlichen Veränderungsrate der Xgen-Werte. Diese Veränderungsrate unterliegen starken Schwankungen von +15 % (2006-2007) bis -4 % (2010-2011) pro Jahr und unterstreichen somit die Unsicherheit, mit der die Bestimmung des Xgen verbunden ist. Selbst bei Einbezug der hohen Wachstumsrate 2006-2007 zeigt ein 95%-Konfidenzintervall der jährlichen Xgen-Werte, dass sich der festzulegende Xgen-Wert nicht signifikant von null unterscheidet.

Die Veränderungsrate 2006-2007 stellt hierbei den deutlichsten Ausreißer in der Analyse dar. Dies verdeutlicht, dass ein möglichst langes Stützintervall nicht zwangsläufig zur Glättung von Einzeleffekten führt, sondern diese eben erst hervorrufen kann. Insbesondere würden die Schwankungen der jährlichen Xgen-Werte bei Verkürzung des Stützintervalls um nur ein Jahr deutlich geringer ausfallen.

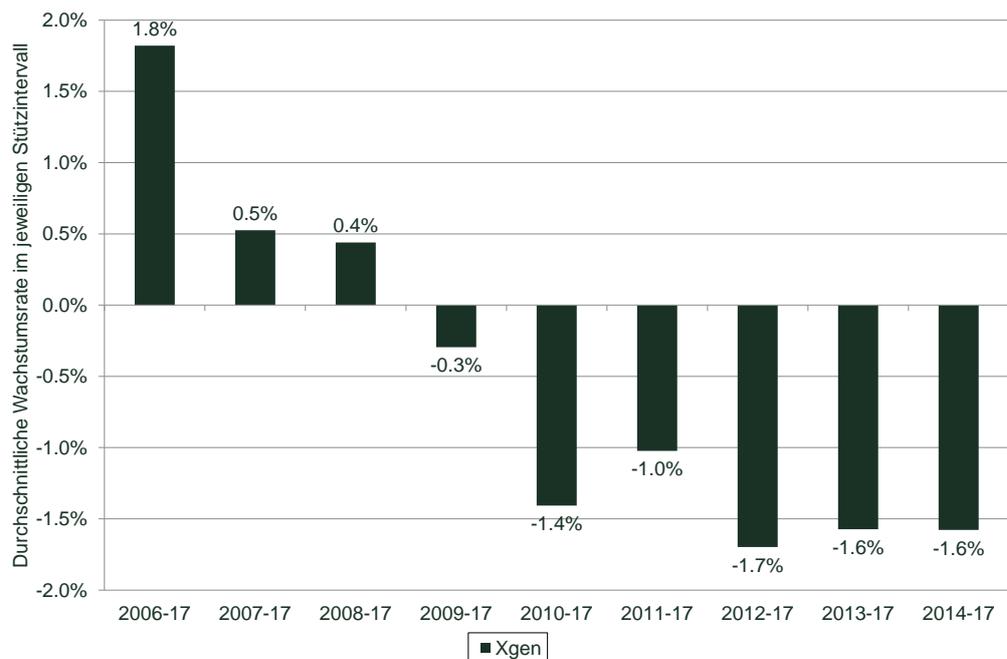
Für ein kürzeres Stützintervall spricht auch die statistische Analyse. Hierzu hat Oxera die jährlichen Wachstumsraten dem Strukturbruch nach Andrews (1993 und späterer Korrektur)<sup>1</sup> unterzogen. Auch wenn im vorliegenden Zeitraum die zu analysierende Periode zwangsläufig vergleichsweise wenige Datenpunkte enthält (maximal elf Wachstumsraten), so kann dieser Strukturbruch-Test ein

<sup>1</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.

Indiz dafür liefern, ob eine statistisch signifikante Änderung im Xgen im Zeitverlauf zu beobachten ist. Gemäß dieses Tests ist diese Frage zu bejahen: Demgemäß liegt ein statistisch signifikanter Strukturbruch zum Niveau 95 % im Jahr 2011 vor. Aus Abbildung 3.1 wird deutlich, dass hohe Xgen-Werte nur bis zum Jahr 2010 zu beobachten sind. Ab dem Jahr 2011 stabilisieren sich diese Werte im negativen Bereich bzw. sind lediglich geringfügig positiv. Diese Änderung wird durch den Andrews-Test untermauert.

Eine alternative Darstellung dieses Zusammenhangs findet sich in nachstehender Abbildung 3.2, welche den jährlich berechneten Xgen in Abhängigkeit des Stützintervalls illustriert. Diese Abbildung macht sich § 9 (3) ARegV zunutze, welche Daten für einen Zeitraum von mindestens vier Jahren für die Ermittlung des Xgen vorschreibt. Unter der Annahme, dass die neuere Entwicklung ein verlässlicherer Indikator für die zukünftige ist als die weiter zurückliegende, so ist der kürzeste mögliche Betrachtungszeitraum 2014-2017 (d. h. mit Wachstumsraten von 2015-2017). Dieser Analysezeitraum lässt sich nun Jahr für Jahr in die Vergangenheit erweitern, und zwar bis zum Zeitraum 2006-2017 (d. h. mit Wachstumsraten von 2007-2017).

**Abbildung 3.2 Xgen in Abhängigkeit des Stützintervalls auf Basis der BNetzA-Törnqvist-Methode**



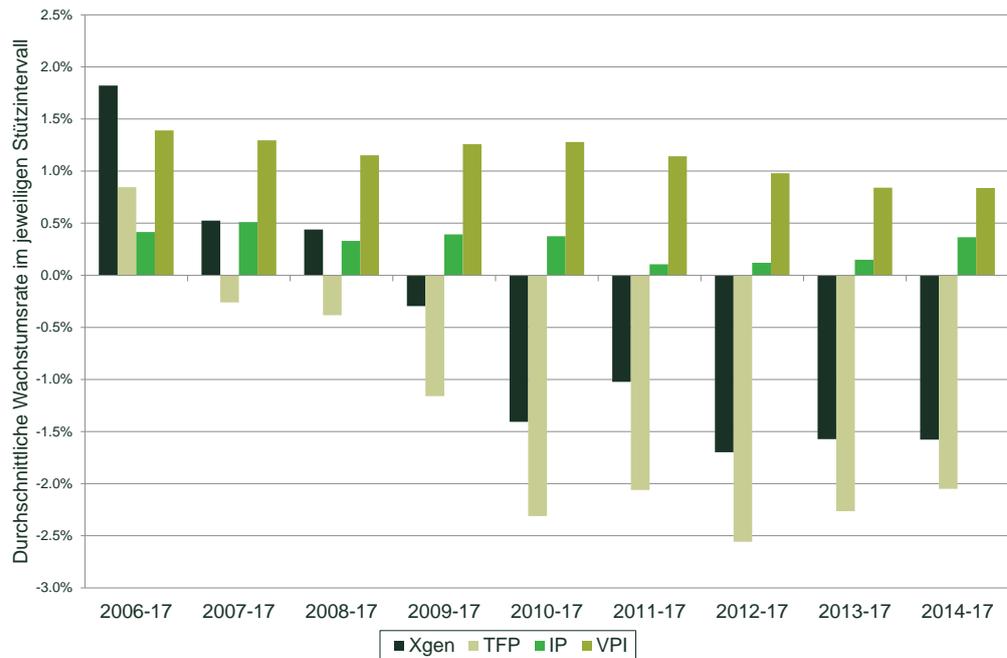
Quelle: Oxera auf Basis des Törnqvist-Tools der BNetzA.

Abbildung 3.2 belegt nochmals die den Berechnungen der BNetzA zugrunde liegenden Volatilitäten bei der Bestimmung des Xgen. Während der Xgen im von der BNetzA präferierten Stützintervall von 2006-2017 im jährlichen Durchschnitt bei 1,82 % liegt, so liegt er bei einem Stützintervall von zum Beispiel 2009-2017 bei -0,30 %. Je nach Stützintervall fällt der Xgen somit positiv oder negativ aus. Vor dem Hintergrund, dass insbesondere die Xgen-Werte der jüngeren Vergangenheit (2009-2017 bis 2014-2017) allesamt negativ ausfallen, scheint die Auswahl des von der BNetzA vorgeschlagenen Stützintervalls von 2006-2017 mit dem mit Abstand höchsten aller Xgen-Werte wenig repräsentativ.

Ein genauerer Blick auf die vier Einzelkomponenten des Xgen (totale Faktorproduktivität der Netzwirtschaft, Inputpreise der Netzwirtschaft, Inputpreise

der Gesamtwirtschaft, total Faktorproduktivität der Gesamtwirtschaft) – wobei die BNetzA die beiden gesamtwirtschaftlichen Komponenten in einem betrachtet („Residualmethode“) – belegt die Bedeutung der netzwirtschaftlichen Produktivitätsveränderungen für die Höhe des Xgen. Hierzu wiederholt Abbildung 3.3 die vorangehende Analyse des jährlichen Xgen, nun jedoch bezogen auf die von der BNetzA berechneten Einzelkomponenten.

**Abbildung 3.3 Xgen sowie Einzelkomponenten des Xgen in Abhängigkeit des Stützintervalls auf Basis der BNetzA-Törnqvist-Methode**



Anmerkungen:

TFP = Totale Faktorproduktivität der Netzwirtschaft.

IP = Inputpreise der Netzwirtschaft.

VPI = Verbraucherpreisindex der Gesamtwirtschaft.

Quelle: Oxera auf Basis des Törnqvist-Tools der BNetzA.

Während Inputpreise der Netzwirtschaft sowie der Verbraucherpreisindex VPI der Gesamtwirtschaft weitgehend konstant bleiben (mit jeweils positiven Wachstumsraten), so verzeichnet die durchschnittliche Veränderung der netzwirtschaftlichen Faktorproduktivität nur im Falle des Maximalanalysezeitraums von 2006-2017 einen positiven Wert; in allen anderen zulässigen Betrachtungszeiträumen ist die netzspezifische Produktivitätsrate im Durchschnitt negativ. Die Beobachtung bzgl. der negativen Produktivitätsentwicklung deckt sich mit der netzspezifischen Entwicklung im Hinblick auf z. B. steigende Kosten durch die Energiewende und zusätzliche regulatorische Vorschriften.

Insgesamt scheint die Präferenz der BNetzA für ein Stützintervall ab 2006 schwer nachvollziehbar, insbesondere unter Berücksichtigung der Repräsentanz der Daten im Hinblick auf die dritte Regulierungsperiode (2019-2023). Unsere Analysen zeigen, dass lediglich drei von neun möglichen Stützintervallen zu einem positiven Xgen führen, während die anderen sechs Betrachtungszeiträume einen negativen Wert implizieren. Das von der BNetzA

präferierte Stützintervall von 2006 bis 2017 enthält den mit Abstand am höchsten aller möglichen Xgen-Werte. Dessen ungeachtet unterstreichen obige Analysen die Notwendigkeit einer detaillierten Untersuchung der Entwicklung der Produktivität im Netzsektor (Abschnitt 4) sowie der netzspezifischen Preisentwicklung (Abschnitt 5).

## 4 Berechnung eines physischen Outputindex

Die gesammelten physischen Outputdaten wurden nicht für die Berechnung des Törnqvist-Index verwendet. Stattdessen hat die BNetzA, wie bereits in der Festlegung für Gasnetze, den Produktionswert als Output herangezogen. Oxera untersuchte daher den Einfluss eines aus den veröffentlichten Strukturdaten des Netzsektors ermittelten Outputindex (bzw. mehrerer Outputindizes) auf die Höhe des Xgen.

Die Verwendung von physischen Outputs für die Berechnung von Produktivitätsveränderungen ist naheliegend. Für die Berechnung eines Produktivitätsfortschritts wird der Zuwachs an Produktionsmengen ins Verhältnis zu der Veränderung an Faktoreinsatzmengen gesetzt. Die Messung des Produktivitätsfortschritts ist somit im Konzept eine Mengenbetrachtung. Meist stehen für eine solche Berechnung nur monetäre Größen, wie zum Beispiel der Produktionswert, zur Verfügung. Da diese monetären Größen neben einer Mengen- auch eine Preiskomponente beinhalten, müssen diese dann mit erheblichem Aufwand und Fehlerrisiko deflationiert – sprich in reale Größen umgewandelt – werden. Durch die verfügbaren Strukturdaten besteht hier jedoch die Möglichkeit, diese zu einem physischen Outputindex zu kombinieren.

### 4.1 Vorgehensweise

Wie kann also durch verschiedene physische Variable, wie z. B. Anschlüsse und Netzlänge, der Output der Branche möglichst vollständig und nicht-überlappend abgebildet werden?

Oxera geht hierbei wie in Abbildung 4.1 dargestellt vor:

- **Ausgangssituation:** Es stehen 77 physische Outputs für jeweils 12 Jahre zur Verfügung. Diese Daten, wie zum Beispiel Jahresarbeit, versorgte Fläche oder Anschlusspunkte sind aggregiert, beziehen sich also auf die gesamte Branche.
- **Reduktion der Anzahl:** Zuerst führte Oxera Gespräche mit Branchenexperten des BDEW, um eine Variablenauswahl zu treffen. Einige Parameter, wie zum Beispiel Anschlusspunkte, konnten addiert werden. Viele der physischen Outputs zeigen eine hohe Übereinstimmung mit den im Effizienzvergleich verwendeten Parametern.
- **Gewichtung:** Die Schätzung einer Kostenfunktion bestimmt den Einfluss der Variablen auf die Kosten, also deren „Wichtigkeit“ bzw. Gewicht im Outputindex.

## Abbildung 4.1 Vorgehensweise Berechnung physischer Outputindex

### Ausgangssituation

Jahresarbeit, Verlustenergie, Versorgte Fläche, Anschlusspunkte, ...

77 physische Outputs

### Schritt 1: Reduktion Anzahl

Reduktion auf eigentliche Dimensionen des Outputs – möglichst vollständig und nicht-überlappend

#### Expertenmeinungen

Kann man Indizes addieren, gewichtet addieren oder weglassen?

#### BNetzA

#### Effizienzvergleich

Mapping der Outputs zu den Outputs im Effizienzvergleich

### Schritt 2: Gewichtung

Gewichte sollen Einfluss auf Kosten bzw. „Wichtigkeit“ der Dimensionen darstellen

#### Regression

(Cobb-Douglas Funktion – mit aggregierten Törnqvist-Daten)

#### Regression

(Cobb-Douglas Funktion – mit disaggregierten Malmquist-Daten)

### Ziel

Outputindex

Quelle: Oxera auf Basis von Branchenexperten des BDEW.

## 4.2 Reduktion der Anzahl der Outputvariablen

Das Ziel bei der Reduktion der Anzahl der Outputvariablen ist es, ein Set von Parametern zu finden, welches die eigentlichen Dimensionen des Outputs von Netzbetreibern möglichst vollständig und nicht-überlappend abbildet.

Die 77 zur Verfügung stehenden Variablen wurden in Zusammenarbeit mit BDEW-Experten analysiert. Einige Parameter, wie zum Beispiel Netzverluste, konnten als nicht relevant aussortiert werden. Die Anschlusspunkte verschiedener Netzebenen und die installierte Erzeugungleistung verschiedener Netzebenen wurden addiert. Die variable versorgte Fläche zeigte einen nicht erklärbaren Sprung, was auf ein Datenproblem hindeutet.

Die sich ergebenden relevanten Outputparameter zeigten eine hohe Übereinstimmung mit denen, welche die BNetzA in ihrem Effizienzvergleich verwendet. Beispiele hierfür sind die Anzahl der Anschlüsse, Höchstlast und Netzlänge. Alle Variablen, die im Malmquist-Datensatz der BNetzA über drei Jahre vorhanden waren, wurden in unseren 16 alternativen Modellen verwendet und somit verprobt (siehe Abschnitt 4.3).

## 4.3 Bestimmung der Gewichte

Um den Einfluss der Parameter auf die Kosten abzubilden, hat Oxera Kostenfunktionen ökonometrisch geschätzt.

Zunächst untersuchte Oxera, inwieweit die aggregierten Strukturdaten (Törnqvist-Daten) für die Anpassung einer Kostenfunktion heranzuziehen sind. Die vorhandenen zwölf Datenpunkte reichten für eine Schätzung jedoch nicht aus.

Daher hat Oxera die im BNetzA-Effizienzvergleich verwendeten Daten (Malmquist-Daten) für die Anpassung einer Kostenfunktion herangezogen. Die folgenden Parameter, welche sowohl im Törnqvist- als auch im Malmquist<sup>2</sup>-Datensatz verfügbar sind, werden für die Modellbildung genutzt:

<sup>2</sup> Im Malmquist-Datensatz müssen die Variablen darüber hinaus in allen drei Zeitpunkten, also in RP1, RP2 und RP3 verfügbar sein.

- Anschlusspunkte (aggregiert);
- Zählpunkte (aggregiert);
- Höchstlast Hochspannung/Mittelspannung;
- Höchstlast Mittelspannung/Niederspannung;
- Dezentrale Erzeugungsleistung (aggregiert);
- Netzlänge Hochspannung;
- Netzlänge Mittelspannung;
- Gewichtetes Mittel der Netzlänge.<sup>3</sup>

Die Regression wurde in 16 verschiedenen Varianten durchgeführt; diese ergeben sich folgendermaßen:

- Als Kostenvariable wurden alternativ TOTEX und sTOTEX verwendet.
- Um die Ergebnisse der Kostenfunktion als Gewichte verwenden zu können, müssen diese sich zu eins summieren. Man kann dies durch die Schätzung eines Modells mit einer ebensolchen auferlegten Beschränkung oder durch eine nachträgliche Skalierung der Parameter erreichen. Oxera verwendete beide Varianten.<sup>4</sup>
- Das Modell wurde alternativ mit Anschlusspunkten und mit Zählpunkten berechnet.
- Das Modell wurde alternativ mit Netzlänge HS (Hochspannung) und Netzlänge MS (Mittelspannung) als Variablen beziehungsweise mit der gewichteten Netzlänge geschätzt.

Damit alle Koeffizienten direkt als prozentuale Änderungen interpretiert werden können, wurden alle Daten in natürlichen Logarithmen verwendet.

Alle Modellvarianten lieferten vergleichbare Ergebnisse und plausible Koeffizienten. Wir verwenden daher alle Varianten und geben eine Spannweite der Ergebnisse an.

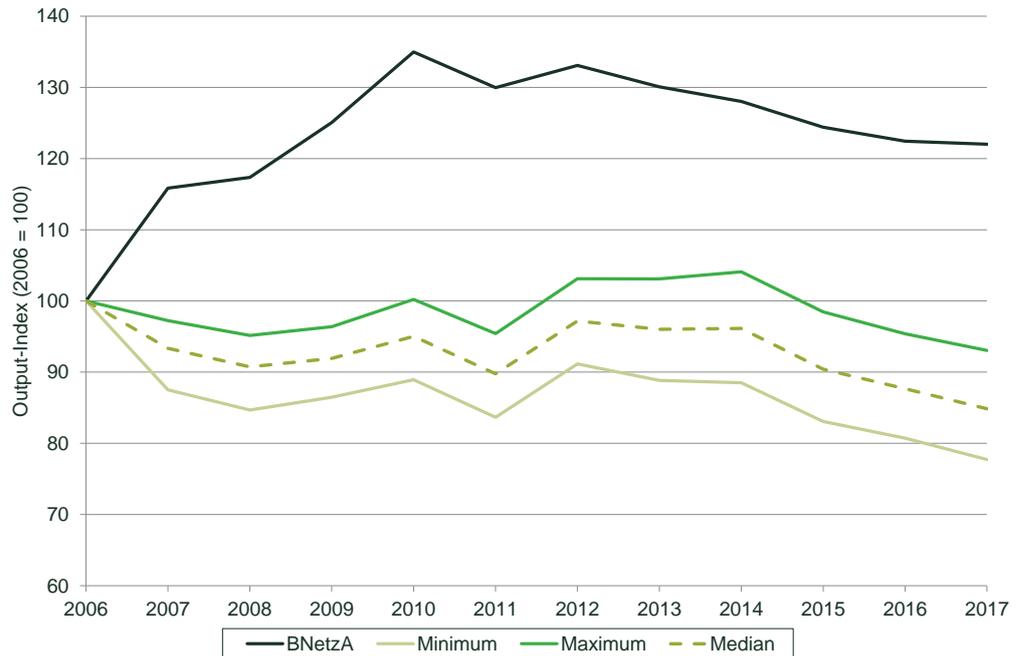
#### **4.4 Zusammenführen zu einem Outputindex und Verwendung**

Mit Hilfe der erhaltenen Gewichte konnten die aggregierten Strukturdaten zu einem Outputindex zusammengeführt werden. Dies erfolgt für alle Modellvarianten aus Schritt 4.3. Die Spannweite der sich ergebenden Outputindizes ist in Abbildung 4.2 dargestellt. Es zeigt sich ein klar negativer Verlauf, welcher im Gegensatz zum produktionswertbasierten Outputindex der BNetzA steht, zumindest in den Jahren vor etwa 2010.

<sup>3</sup> Gewichte aus: E-Control, Regulierungssystematik für die dritte Regulierungsperiode der Stromverteilernetzbetreiber, 1. Jänner 2014 - 31. Dezember 2018, S. 86.

<sup>4</sup> OFGEM (2014), RIIO-ED1: Draft determinations for the slowtrack electricity distribution companies Business plan expenditure assessment Supplementary annex to RIIO-ED1 overview paper, Appendix 4.

Abbildung 4.2 Bandbreite der Output-Indizes



Quelle: Oxera auf Basis von Daten der BNetzA.

Die neu berechneten Indizes, welche die Entwicklung der physischen Outputs des Netzsektors in einer Zahl zusammenfassen, wurden statt des deflationierten Produktionswerts für die Berechnung des Törnqvist herangezogen. Das Ergebnis ist eine deutlich negative Produktivitätsentwicklung im Netzsektor und ein negativer Xgen. Angesichts der größtenteils zurückgehenden physischen Outputs erscheint dieses Resultat plausibel. Die einzige physische Outputkategorie des Netzsektors, die stark ansteigt, sind die installierte dezentrale Erzeugungsleistung bzw. Anschlüsse. Diese gehen in die Berechnung des Outputindex ein, bewirken jedoch insgesamt keinen Anstieg des Outputindex. Die Tatsache dass der deflationierte Produktionswert, welcher eigentlich auch eine physische Größe darstellen sollte, im Gegensatz zu den tatsächlichen physischen Outputgrößen steigt, könnte auf Probleme bei der Deflationierung hindeuten.

Bei einem Stützintervall von 2006 bis 2017 ergibt sich somit ein Xgen von -2,26 % bis -0,65 %. Zieht man ein kürzeres Stützintervall von 2007 bis 2017 heran, so ergibt sich ein Xgen -1,20 % bis -0,44 %.<sup>5</sup>

## 5 Residualmethode und Inputpreisveränderungen

Das Törnqvist-Modell der BNetzA ermittelt eine durchschnittliche sektorale Inputpreissteigerung von 0,41 % pro Jahr. Die gesamtwirtschaftliche Inflation, gemessen an den Änderungsraten des Verbraucherpreisindex (VPI), fällt mit 1,39 % im gleichen Zeitraum deutlich höher aus. Diese Größenordnung hängt nicht entscheidend von der Wahl des Stützintervalls ab, wie zuvor in Abbildung 3.3 gezeigt.

<sup>5</sup> Es ist erkennbar, dass die Entwicklung des Outputindex zwischen 2006 und 2007 als Ausreißer bewertet werden könnte. Daher haben wir diese Variante in unsere Spannweite mitaufgenommen. Ein Konfidenzintervall für den Outputindex findet sich im Anhang.

Die Relation zwischen diesen Zahlen lässt sich an einem einfachen Vergleich verdeutlichen. Unter bestimmten Bedingungen ergibt die Differenz der Inputpreissteigerungen und der Produktivitätssteigerungen die Wachstumsrate des VPI.<sup>6</sup> Diesen Zusammenhang macht sich die BNetzA zunutze, um die separate Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Inputpreissteigerungen sowie der Produktivitätsänderungen mittels Verwendung des VPI zu umgehen. Unter der Annahme, dass diese Gleichung erfüllt ist, sowie der Annahme eines gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritts von etwa 0,5 % bis 1 % – einem für entwickelte Volkswirtschaften wie Deutschland durchaus typischen Bandbreite<sup>7</sup> – beträgt die gesamtwirtschaftliche Inputpreissteigerung um die 2 %.

Es stellt sich die Frage, inwieweit die Diskrepanz zwischen von der BNetzA errechneter netzwirtschaftlicher (0,41 %) und impliziter gesamtwirtschaftlicher Inputpreissteigerung (um die 2 %) der methodischen Vorgehensweise der BNetzA geschuldet ist, und ob diese Methodik sachgerecht ist. Hierzu betrachtet Oxera zunächst kurz die Residualmethode aus konzeptioneller Sicht und anschließend etwas ausführlicher die netzspezifische Inputpreissteigerung wie von der BNetzA berechnet.

### **Residualmethode**

Gemäß Deuchert et. al (2018)<sup>8</sup> haben die Methode, mit welcher der VPI berechnet wird, und die Methode mit welcher TFP und IP der Netzwirtschaft berechnet werden, wahrscheinlich unterschiedliche Messfehler. Dies bedeutet, dass sich die Fehler in der Xgen-Formel nicht herauskürzen. Die Abschätzung des Xgen ist somit verzerrt. Aus Sicht von Oxera wäre daher eine separate gesamtwirtschaftliche TFP- und IP-Berechnung zur Validierung der Ergebnisse erforderlich.<sup>9</sup>

### **Netzspezifische Inputpreissteigerung**

Die oben beschriebene Diskrepanz kann auch durch eine direkte Überprüfung der Berechnungsmethode für IP-Netz zumindest teilweise erklärt werden. Ziel der Berechnung ist es, die Preisentwicklung der von Netzbetreibern verwendeten Inputs möglichst präzise abzubilden. Diese Inputs sind:

- Arbeitsstunden;
- Vorleistungen; und
- verwendetes Kapital.

Die Analysen von Oxera legen nahe, dass die BNetzA-Ergebnisse in Bezug auf die Kosten von Arbeitsstunden und Kapital unplausibel sind, d. h. eine zu niedrige Preissteigerung verzeichnen.

#### Kosten der Arbeitsstunden

Der Beschlussentwurf der BNetzA sieht eine Berechnung der Inputpreisentwicklung für Personalkosten mittels Division von Personalaufwand durch tatsächlich geleistete Arbeitsstunden der Netzbetreiber vor. Der sich

<sup>6</sup> Bernstein, J.I. and Sappington, D.E.M. (1999), "Setting the X factor in price-cap regulation plans", *Journal of Regulatory Economics*, 16:5.

<sup>7</sup> Vgl. z. B. Oxera (2017), "Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors für Strom- und Gasnetzbetreiber", Untersuchung für den BDEW, 6. Februar, Abbildung 4.4 sowie Tabelle 4.5.

<sup>8</sup> Deuchert, E., Johanndeiter, S., Rosin, P. und Spiekermann, K.; „Warum die Residualmethode bei der Berechnung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors aus rechtlicher und sachlicher Sicht nicht angewendet werden kann“; N&R.

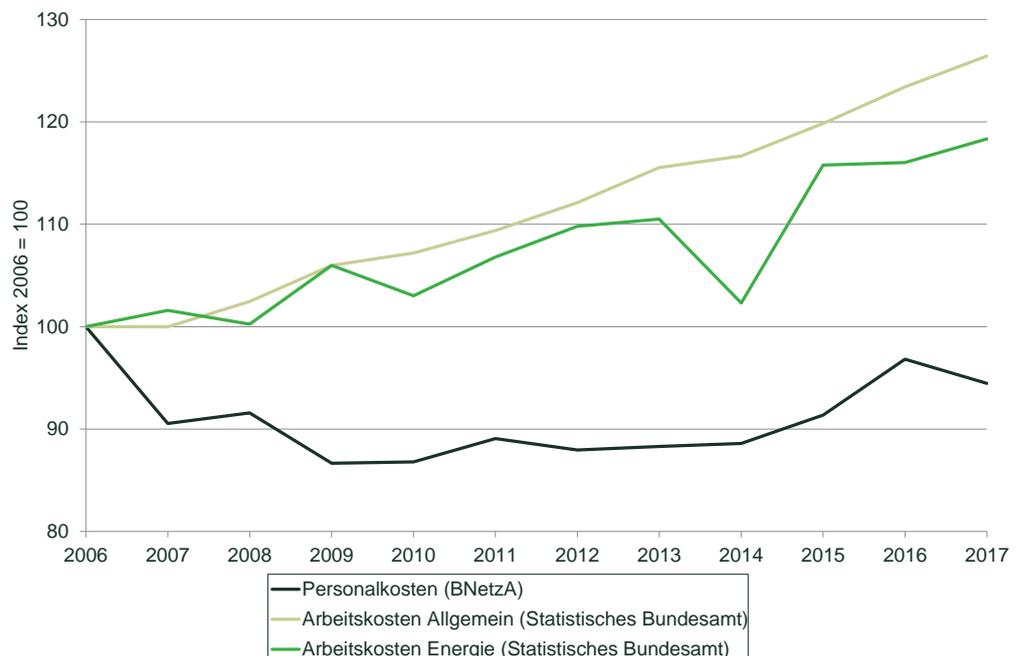
<sup>9</sup> Oxera (2017), "Wissenschaftlicher Standard zur Ermittlung des Xgen", Studie für den BDEW, 17. November.

hieraus ergebene Personalkostenindex fällt zwischen 2006 und 2017. Mit anderen Worten sind die von der BNetzA quantifizierten Kosten pro Arbeitsstunde in der Netzindustrie in den letzten elf Jahren insgesamt gefallen.

Dieses Ergebnis erscheint nicht plausibel. Zum einen handelt es sich bei der Berechnung von Arbeitskosten, wie z. B. durch das Statistische Bundesamt vorgenommen, um ein „komplexes Rechenwerk“. Das Statistische Bundesamt zieht zur Herleitung von Arbeitskostenindizes eine ganze Reihe an Faktoren und Rechenschritte heran, darunter verschiedene Kostenkomponenten, eine Gliederung der Arbeitskosten in über 20 Unterpositionen mit eigener Gewichtung der einzelnen Kostenkomponenten sowie unterjährige Fortschreibungsindikatoren.<sup>10</sup> Vor dem Hintergrund der Komplexität einer solchen Berechnung erscheint der Ansatz im Beschlussentwurf der BNetzA vergleichsweise einfach und schließt Fehlerquellen nicht notwendigerweise aus.

Zum anderen erscheint eine direkte Verwendung von öffentlich verfügbaren Arbeitskostenindizes auch für die Entwicklung der Personalkosten zielführend und sachgerecht. Ob hierfür nun der relativ breit gefasste Arbeitskostenindex für das produzierende Gewerbe und für den Dienstleistungsbereich – wie schon für die Inputpreisberechnungen für den Posten Aufwendungen für bezogene Leistungen seitens der BNetzA herangezogen – oder der auf die Energieversorgung zugeschnittene Arbeitskostenindex Anwendung findet, spielt hierbei eine untergeordnete Rolle, wie Abbildung 5.1 zeigt.

**Abbildung 5.1 Personalkosten (BNetzA) und Arbeitskostenindizes (Statistisches Bundesamt)**



Quelle: Oxera auf Basis Törnqvist-Tool der BNetzA, insbesondere den Arbeitskostenindizes des Statistischen Bundesamts „WZ08-B-08 Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungsbereich“ (Allgemein) sowie „WZ08-D Energieversorgung“ (Energie).

Während die von der BNetzA ermittelten Personalkosten im Zeitraum 2006 bis 2017 insgesamt um 6 % sinken, so steigen sie für die Arbeitskostenindizes des

<sup>10</sup>

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VerdiensteArbeitskosten/ArbeitskostenLohnnebenkosten/Methoden/Arbeitskostenindex.html>

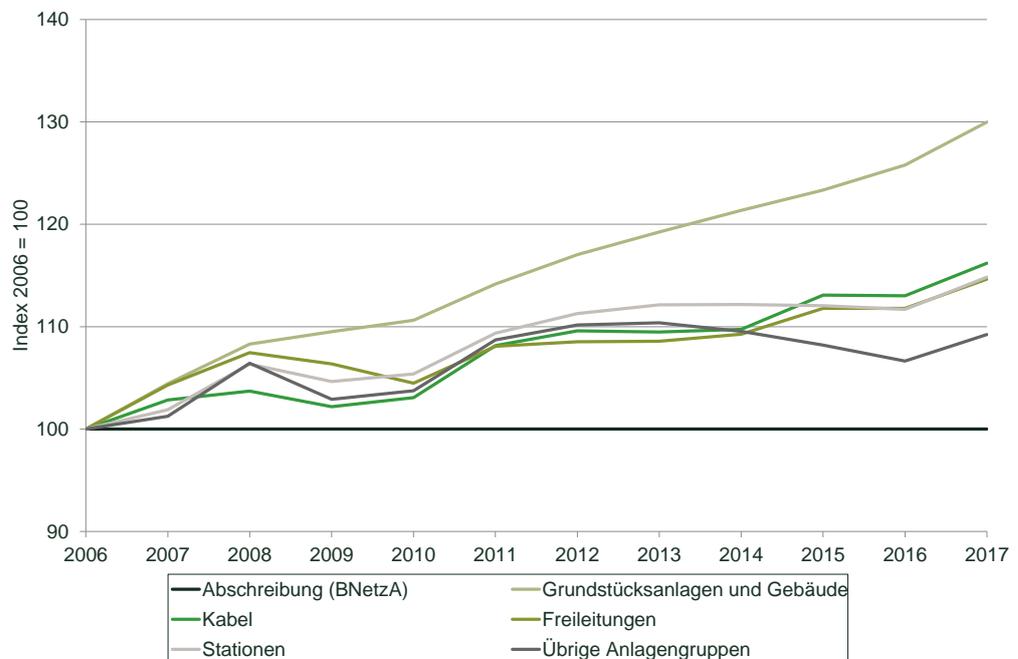
Statistischen Bundesamts (+26 % für produzierendes Gewerbe und Dienstleistungsbereich bzw. +18 % für Energieversorgung). Die durchschnittliche netzwirtschaftliche Inputpreissteigerung würde dementsprechend von 0,41 % auf 0,69 % bzw. 0,63 % steigen, der Xgen auf 1,51 % bis 1,58 % sinken. Diese Änderung ist aus Sicht von Oxera vorzunehmen, wenn sich für den Verlauf der im BNetzA-Beschluss ermittelten Personalkostenindex keine plausible Erklärung findet.

### Preisentwicklung des verwendeten Kapitals

Die BNetzA gewichtet die Preisänderungen der verschiedenen Inputs mit ihren Anteilen an den tatsächlichen Kosten, um die Inputpreisveränderungen des Produktionsfaktors Kapital für die Netzindustrie zu berechnen. Für die Kosten des verwendeten Kapitals werden die Anteile der Abschreibungen (ca. 7 %), Zinszahlungen (ca. 1,4 %) und der Eigenkapitalkosten (ca. 10 %) verwendet.

Bei den Abschreibungen nimmt die BNetzA an, dass die Kosten der Verwendung von Anlagen in den letzten elf Jahren unverändert geblieben sind. Dies bedeutet, dass dementsprechend keine Inputpreisveränderungen zugelassen werden. Es erscheint unwahrscheinlich, dass sich dies tatsächlich so zugetragen hat. Eine aus Sicht von Oxera angemessenere Modellierung der Entwicklung der Anlagenkosten bestünde in der Verwendung der Preisentwicklung der in § 6a StromNEV aufgeführten Indexreihen des Statistischen Bundesamts. Diese sogenannten Faktorreihen kommen bereits in den umfangreichen Berechnungen zur Deflationierung (Preisbereinigung) des Kapitalstocks im Törnqvist-Modell zur Anwendung. Abbildung 5.2 stellt die fünf Faktorreihen (Grundstücksanlagen und Gebäude, Kabel, Freileitungen, Stationen, übrige Anlagengruppen) der von der BNetzA verwendeten Konstanten gegenüber.

**Abbildung 5.2 Faktorreihen**



Quelle: Oxera auf Basis Törnqvist-Tool der BNetzA.

Abbildung 5.2 zufolge steigen alle fünf Faktorreihen über den Zeitraum 2006 bis 2017 (sowie über die meisten anderen Zeiträume ebenfalls) an. Unabhängig von

---

der konkreten Gewichtung dieser Indizes folgt hieraus in aller Regel eine stärkere netzspezifische Inputpreissteigerung als von der BNetzA zugestanden. Beispielsweise steigt die jährliche durchschnittliche Preissteigerung von 0,41 % auf 0,51 %, wenn man die konstanten Inputpreise in den Abschreibungen durch eine Gleichgewichtung obiger fünf Indizes ersetzt.

Dieser aus den Faktorreihen berechnete Index, der die Preisentwicklung der im Netzbereich verwendeten Kapitalgüter darstellt, sollte auch für die Anteile Zinsen und Eigenkapitalkosten verwendet werden. Dadurch ergäbe sich wiederum beispielsweise bei Gleichgewichtung der StromNEV-Indizes eine Preissteigerung von 0,95 %. Die mit diesen beiden Werten (0,51 % und 0,95 %) verbundene Xgen-Bandbreite beträgt 1,29 % bis 1,72 %.

Es hat einen Grund, warum die fluktuierende Lage auf den Kapitalmärkten an einer anderen Stelle der Regulierungsformel vollständig abgebildet wird. Der IP-Netze soll die Preise der verwendeten Kapitalgüter und nicht die fluktuierenden Finanzierungskosten abbilden.

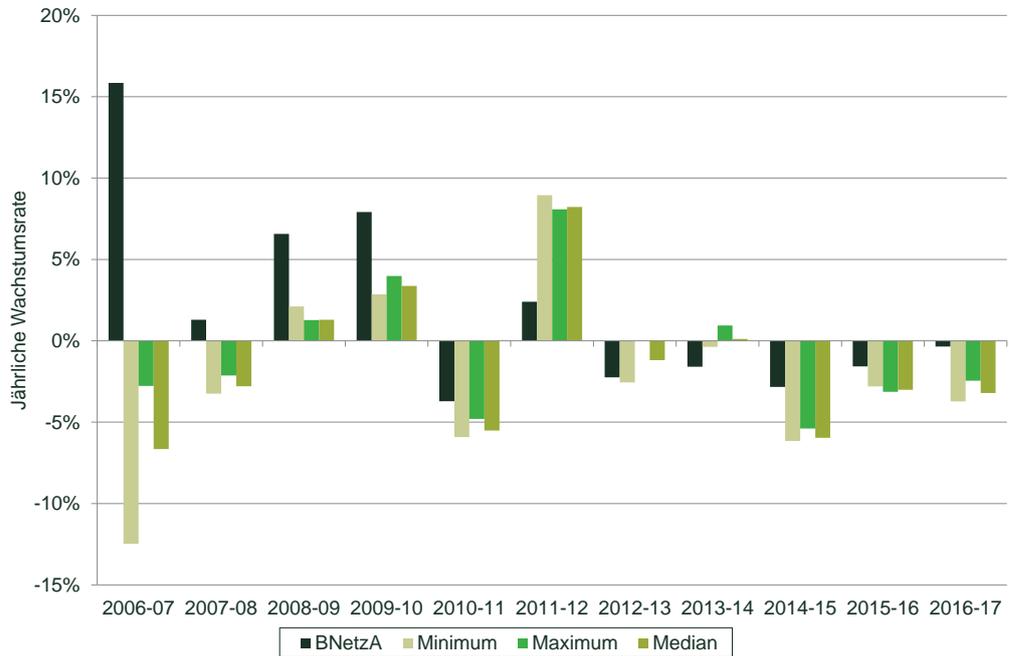
Außerdem erscheint es wahrscheinlich, dass vergangene Kapitalmarktentwicklungen keine gute Prognose für zukünftige Kapitalmarktentwicklungen geben. Da das langfristige Verhalten von Zinsen nicht stetig steigend oder sinkend ist – ganz im Gegensatz zu den meisten Preisindizes –, sondern zyklisch („mean reverting“) oder stationär („stationary“), ist die in der Vergangenheit beobachtete Zinssenkung kein verlässlicher Prädiktor für die kommende Regulierungsperiode. Angesichts einer sich möglicherweise anbahnenden Zinswende ist dies zu berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich die relativ niedrige Inputpreisentwicklung in der Stromnetzwirtschaft durch die in den letzten Jahren ungewöhnliche Entwicklung auf den Finanzmärkten (Zinsen und Eigenkapital) und durch die methodische Vorgehensweise der BNetzA (Kosten der Produktionsfaktoren für Arbeit und Kapital) erklären. Dies verzerrt den von der BNetzA ermittelten Xgen tendenziell nach oben. Ein weiterer Effekt durch die Verwendung der Residualmethode ist nicht ausgeschlossen.

---

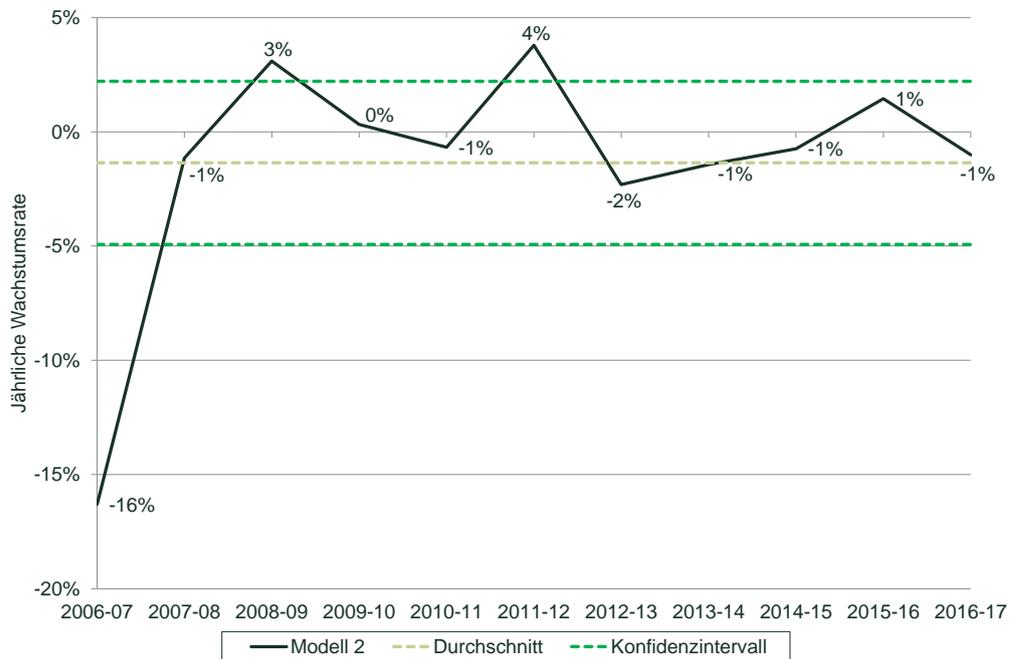
## A1 Anhang – Abbildungen zum Outputindex

Abbildung A 1.1 Bandbreite der Output-Indizes (Wachstumsrate in %)



Quelle: Oxera auf Basis von Daten der BNetzA.

Abbildung A 1.2 Konfidenzintervall Outputindex



Anmerkung: Als Beispiel wird hier Modell Nr. 2 aus Anhang A2 gezeigt. Die Ergebnisse der anderen Modelle sind vergleichbar.

Quelle: Oxera auf Basis von Daten der BNetzA.

## A2 Anhang – Regressionsmodelle

Abbildung A 2.1 Regressionsmodelle zur Schätzung der Kostenfunktion zur Gewichtung des physischen Outputindex

OLS-Variante	OLS	OLS	Con- strained OLS														
Modell-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Kosten	TOTEX	TOTEX	TOTEX	TOTEX	sTOTEX	sTOTEX	sTOTEX	sTOTEX	TOTEX	TOTEX	TOTEX	TOTEX	sTOTEX	sTOTEX	sTOTEX	sTOTEX	
Anschlusspunkte (aggregiert) (log)	0.108***	0.0201			0.0953** *	0.00838			0.0799**	0.00954			0.0791**	0.00286			
Zählpunkte (aggregiert) (log)			0.205***	0.264***			0.176***	0.218***			0.222***	0.279***			0.185***	0.226***	
Höchstlast HS/MS (log)	0.152***	0.183***	0.182***	0.186***	0.187***	0.200***	0.212***	0.203***	0.166***	0.170***	0.202***	0.176***	0.195***	0.194***	0.223***	0.198***	
Höchstlast MS/NS (log)	0.436***	0.478***	0.276***	0.241***	0.466***	0.510***	0.331***	0.311***	0.571***	0.574***	0.362***	0.308***	0.545***	0.560***	0.378***	0.343***	
Installierte dezentrale Erzeugungsleistung (log)	0.0693** *	0.0716** *	0.0639** *	0.0682** *	0.0554** *	0.0576** *	0.0507** *	0.0553** *	0.0496***	0.0538***	0.0469***	0.0531***	0.0439***	0.0484***	0.0414***	0.0481***	
Netzlänge HS (log)	0.0430** *		0.0429** *		0.0322** *		0.0321** *		0.0295***		0.0313***		0.0243***		0.0258***		
Netzlänge MS (log)	0.120***		0.167***		0.122***		0.164***		0.104***		0.136***		0.113***		0.147***		
Gewichtetes Mittel der Netzlänge (log)		0.198***		0.197***		0.198***		0.191***		0.193***		0.185***		0.195***		0.185***	
Intercept	7.304***	5.108***	7.281***	4.982***	6.915***	4.873***	6.900***	4.807***	6.228***	4.537***	6.272***	4.525***	6.287***	4.577***	6.351***	4.588***	
R <sup>2</sup>	0.985	0.978	0.986	0.981	0.987	0.982	0.988	0.984	-	-	-	-	-	-	-	-	

Quelle: Oxera auf Basis von Daten der BNetzA.