



# Die Fortschreibung der Erlösobergrenze durch Verbraucherpreisindex und X-Faktor

## Ein konzeptioneller Fehler in der deutschen Anreizregulierung

Tobias Pfrommer<sup>1</sup>

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

### Zusammenfassung

Ein wichtiges Instrument in der deutschen Anreizregulierung der Energienetzwirtschaft ist die Fortschreibung der Erlösobergrenze innerhalb einer Regulierungsperiode durch Verbraucherpreisindex und X-Faktor. Hierbei wird die Erlösobergrenze entsprechend der Entwicklung der Produktivität und der Einstandspreise der jeweiligen Energienetzwirtschaft fortgeschrieben. Diese Art der Fortschreibung entstammt der klassischen regulierungsökonomischen Literatur zur Preisregulierung und soll das Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne von Monopolisten gewährleisten. In diesem Beitrag wird gezeigt, dass für eine Erlösobergrenze dieses Vorgehen jedoch das angestrebte Regulierungsziel nicht erfüllt. In der Folge ergeben sich Erlösobergrenzen und Netzentgelte, die gemessen am Regulierungsziel verzerrt sind. Im Falle eines positiven Trends im Output der jeweiligen Energienetzwirtschaft sind Erlösobergrenzen und Netzentgelte nach unten verzerrt, im Falle eines negativen Outputtrends sind sie nach oben verzerrt. Die im Kontext der klassischen regulierungsökonomischen Literatur zum X-Faktors gemeinten Outputs sind dabei die durch die Erlösobergrenze regulierten Dienstleistungen der Netzbetreiber, also Arbeit und Leistung. Desweiteren wird gezeigt, dass die korrekte Art der Fortschreibung einer Erlösobergrenze durch die Kostenentwicklung der jeweiligen Energienetzwirtschaft erfolgt. In diesem Fall ist nicht nur das Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne in der Erlösobergrenzenregulierung erfüllt, sondern auch die Netzentgeltentwicklung ist identisch mit der Netzentgeltentwicklung, die sich im Falle einer klassischen Preisregulierung ergeben würde.

**Schlüsselwörter** X-Faktor · Genereller sektoraler Produktivitätsfaktor · Energienetzregulierung · Anreizregulierung

---

✉ Tobias Pfrommer  
t.pfrommer@netze-bw.de

<sup>1</sup> Netze BW GmbH, Schelmenwasenstraße 15, 70567 Stuttgart, Deutschland

## Adjusting the Revenue Cap via Consumer Price Index and X-Factor

A Conceptual Error in the German Incentive Regulation System

### Abstract

The revenue cap's adjustment within regulatory periods via CPI and X-factor is an important tool in the German incentive regulation regime. In the current regime the revenue cap is adjusted according to the growth trend of productivity and input prices of the respective energy network industry. This procedure originates from the economic regulatory literature concerning price regulation. The underlying regulatory objective is implementing a zero profit outcome for the monopolist. This article shows that this procedure does not fulfill its objective in the context of a revenue cap. In consequence, both revenue cap and network tariffs are biased: In case of a positive output trend in the network industry, both revenue cap and network tariffs are downwards biased. In case of a negative output trend they are upwards biased. The relevant output according to the economic regulatory literature on the X-factor are the regulated services provided to customers: work and power. Furthermore, it is shown that the correct way to adjust the revenue cap is according to the growth trend in cost of the respective network industry. In that case both the regulatory objective of zero profits is fulfilled and the ensuing trend in network tariffs is identical to the one in a classic price cap regime.

**Keywords** X-Factor · Incentive Regulation

## 1 Einleitung

Ein zentrales Ziel der deutschen Anreizregulierung in der Energienetzwirtschaft ist die Simulation von Wettbewerb. Die regulatorischen Vorgaben sollen regulierte Unternehmen zwingen so zu handeln als seien sie Marktkräften ausgesetzt. Dabei sollen wettbewerbsanaloge Preise erzwungen werden und regulierte Unternehmen einen ökonomischen Gewinn von Null erwirtschaften. Die Anreizregulierung in Deutschland fixiert dabei die den Netzbetreibern zugestanden Erlöse für eine Regulierungsperiode von fünf Jahren auf ein durch ein Basisjahr bestimmtes Ausgangskostenniveau. Die ökonomische Nullgewinnbedingung soll dabei über den Zeitverlauf gelten, also für jedes Jahr. Deshalb müssen die Erlöse im Zeitverlauf einer Regulierungsperiode im gleichen Ausmaß angepasst werden, in dem sich die effizienten Kosten des Energienetzbetriebs ändern.

In der typischen Ausprägung der Anreizregulierung als Preisregulierung werden die Preise zunächst mit dem Verbraucherpreisindex inflationiert und dann mit einem als X-Faktor bezeichneten Wachstumsfaktor korrigiert („ $VPI - X$ “). Analog wird in der Anreizregulierung der Erlösobergrenzen deutscher Energienetzbetreiber verfahren: In §9 der Anreizregulierungsverordnung wird der X-Faktor – dort als genereller sektoraler Produktivitätsfaktor bezeichnet – als Abweichung des netzwirtschaftlichen vom gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritts und der Abweichung der gesamtwirtschaftlichen Einstandspreisentwicklung von der netzwirtschaftlichen Einstandspreisentwicklung festgelegt. Der so ermittelte Wert wird dann im Zusammenspiel mit dem Verbraucherpreisindex auf die Erlösobergrenze angewandt.

Die theoretischen Grundlagen des X-Faktors wurden in Bernstein und Sappington (1999; fortan BS99) ausgearbei-

tet. Der in §9 der Anreizregulierungsverordnung festgelegte X-Faktor ist dabei direkt einer Formel aus BS99 entnommen (vgl. hierzu auch WIK 2016). Die Veröffentlichung von BS99 bezieht sich jedoch auf eine Preisregulierung und die darin ermittelte Formel besitzt ihre Gültigkeit entsprechend bei Anwendung auf regulierte Preise. Die Anwendung dieser Formel auf eine Erlösobergrenze führt jedoch zu unerwünschten Effekten. Der Grund hierfür ist, dass für die Preisfortschreibung nach BS99 die Trends von Einstandspreis, Input und Output berücksichtigt werden müssen, wobei die letzten beiden im Regelfall zur Produktivität zusammengefasst werden. Da Preise jedoch Erlöse dividiert durch Output sind, wird die Outputkomponente bereits in der Bestimmung der Netzentgelte aus der Erlösobergrenze berücksichtigt. Folglich darf die Outputkomponente bei der Fortschreibung der Erlösobergrenze selbst nicht berücksichtigt werden. Dabei sind in BS99 unter Outputs die durch die Erlösobergrenze regulierten Dienstleistungen der Netzbetreiber gemeint, also die transportierte Arbeit (in kWh) und die bereitgestellte Leistung (in kW). Diese Outputs sind deckungsgleich mit den durch einen entsprechenden Netzentgeltdeflator deflationierten Umsatzerlösen der Netzbetreiber.

Wenn die klassische Fortschreibung aus der Preisregulierung durch  $VPI - X$  trotzdem für eine Erlösobergrenze verwendet wird, sind Erlösobergrenze und Netzentgelte nach oben verzerrt, wenn ein negativer Trend im Output vorherrscht und nach unten verzerrt, wenn ein positiver Trend im Output vorherrscht. Im Kontrast erfolgt die korrekte Fortschreibung einer Erlösobergrenze durch die verbleibenden beiden Trends – Input und Inputpreis – die zusammen den Trend der Kosten ergeben. Dieses Resultat leuchtet unmittelbar ein wenn man bedenkt, dass Erlöse und Kosten zur

Erreichung des Ziels ökonomischer Nullgewinne im Zeitverlauf gleich hoch sein müssen.<sup>1</sup>

In Abschn. 2 wird zuerst der notwendige Hintergrund zur Fortschreibung regulierter Größen erläutert. In Abschn. 3 wird zur Stärkung des intuitiven Verständnisses anhand der vereinfachten Situation von einem Input und einem Output gezeigt, dass der X-Faktor aus der Preisregulierung bei Anwendung auf eine Erlösobergrenze zu Verzerrungen führt, während die Fortschreibung der Erlösobergrenze durch den Wachstumsfaktor der Kosten unverzerrte Ergebnisse hervorbringt. Zudem wird hier der in der Anreizregulierung mitunter widersprüchlich verwendete Outputbegriff geklärt. In Abschn. 4 wird dies formal im Framework von BS99 gezeigt und in Abschn. 5 ein kurzes Fazit gezogen.

## 2 Allgemeiner Hintergrund zur Fortschreibung von regulierten Größen

### 2.1 Die Fortschreibung von regulierten Preisen

Die jährliche Entwicklung einer gleichmäßig wachsende Größe wird durch die Verwendung eines jährlichen Wachstumsfaktors beschrieben. Regulierte Preise oder Erlöse werden standardmäßig als gleichmäßig wachsende Größen und damit durch Wachstumsfaktoren fortgeschrieben. Ausgehend von einem regulierten Preis  $P_0$  im Ausgangsjahr erhält man die regulierten Preise der Folgejahre  $P_t$  entsprechend durch wiederholtes Multiplizieren mit einem jährlichen Wachstumsfaktor  $WF_P$ :

$$P_t = P_0 \cdot (WF_P)^t \quad (1)$$

Der Wachstumsfaktor der Preisregulierung unter dem Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne<sup>2</sup> wurde von BS99 theoretisch fundiert. Um Vergleiche mit BS99 zu erleichtern werden die folgenden dort verwendeten Bezeichnungen hier übernommen: Inputpreis ( $W$ ), Inputmenge ( $V$ ), Outputpreis ( $P$ ), Outputmenge ( $Q$ ), Erlös ( $R$ ), Kosten ( $C$ ) und Produktivität ( $T$ ).

<sup>1</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass diese Vorgehensweise nichts mit einer Kostenregulierung gemein hat: In der Kostenregulierung werden die Kosten *ex post* gewährt. Die hier vorgebrachte Fortschreibung der Erlösobergrenze durch die Kostenentwicklung auf *ex ante* Basis ändert nichts am Budgetprinzip der deutschen Anreizregulierung.

<sup>2</sup> In der ökonomischen Betrachtung ist die Eigenkapitalverzinsung Teil der Kostenseite, ökonomische Nullgewinne entsprechen also bilanziellen Gewinnen in Höhe der Eigenkapitalverzinsung.

Nach BS99 lautet der Wachstumsfaktor<sup>3</sup> der Preisregulierung

$$WF_P = \frac{WF_W}{WF_T} = \frac{WF_W \cdot WF_V}{WF_Q} = \frac{WF_C}{WF_Q} \quad (2)$$

Der Preiswachstumsfaktor ist also gleich dem Inputpreiswachstumsfaktor dividiert durch den Produktivitätswachstumsfaktor. Dies bedeutet dass ein positiver Trend in den Inputpreisen *ceteris paribus* zu steigenden regulierten Preisen führt, ein positiver Trend in der Produktivität *ceteris paribus* zu fallenden regulierten Preisen. Um die Fortschreibung von Preisen regulatorisch umzusetzen, müssen die Wachstumsfaktoren für Inputpreis und Produktivität bestimmt werden (in der Praxis im Regelfall empirisch auf der Grundlage historischer Daten). In Gl. 2 werden zudem zwei alternative Darstellungen des Preiswachstumsfaktors angegeben. Diese zwei Darstellungen stützen sich schlicht darauf, dass einerseits Produktivität als Output dividiert durch Input ( $T = \frac{Q}{V}$ ) definiert ist und andererseits darauf, dass Kosten das Produkt aus Input und Inputpreis ( $C = V \cdot W$ ) sind. Diese beiden Darstellungen werden sich später als nützlich erweisen. Die letzte Darstellung gibt außerdem eine alternative Interpretation des Preiswachstumsfaktors als Wachstumsfaktor der Durchschnittskosten.

Der Wachstumsfaktor in der Preisregulierung wird in der Praxis üblicherweise als „VPI – X“ dargestellt, d.h. der Wachstumsfaktor der nominalen regulierten Preise wird zerlegt in die allgemeine Inflation (Änderung des Verbraucherpreisindex) und den Wachstumsfaktor der realen regulierten Preise (X-Faktor). Der X-Faktor bildet also ab inwiefern der Preiswachstumsfaktor in der Netzwirtschaft sich von demjenigen der Gesamtwirtschaft unterscheidet. Die Darstellungen in der nominalen Form und als „VPI – X“ sind äquivalent, wobei beide Darstellungen auf BS99 zurückgehen. In diesem Beitrag wird durchgehend die nominale Darstellung gewählt.

### 2.2 Die (fehlerhafte) Fortschreibung der Erlösobergrenze in Deutschland

Die grundlegenden Zeiteinheiten in der deutschen Energienetzregulierung bilden fünfjährige Regulierungsperioden. Auf der Basis eines vorhergehenden Effizienzvergleichs werden die effizienten Kosten eines jeden Netzbetreibers für die Regulierungsperiode festgelegt. Die effizienten Kosten bestimmen laut ökonomischer Theorie die Erlöse, die ein Netzbetreiber in einer vollständigen Wettbewerbssituation erzielen könnte. Um das regulatorische Ziel ökonomischer

<sup>3</sup> Das Ergebnis in BS99 ist in der Sprache der sogenannten stetigen Wachstumsraten ausgedrückt. Man erhält jährliche Wachstumsfaktoren durch Anwendung der Exponentialfunktion auf stetige Wachstumsraten.

Nullgewinne durch die Netzbetreiber zu erreichen, werden die maximalen jährlichen Erlöse für jeden Netzbetreiber für die Regulierungsperiode zunächst entsprechend seiner effizienten Kosten festgelegt. Der einfacheren Darstellung halber gehen wir direkt von einem effizienten Netzbetreiber aus.

Ohne eine weitere Anpassung der Erlösobergrenzen innerhalb der Regulierungsperiode wären diese über die gesamte Regulierungsperiode konstant. Da sich im Regelfall die Kosten für den effizienten Netzbetrieb jedoch im Zeitverlauf ändern, ist eine Anpassung der Erlösobergrenzen innerhalb der Regulierungsperiode notwendig um das Ziel der ökonomischen Nullgewinne dauerhaft zu gewährleisten. Relativ zu der Erlösobergrenze  $EOG_0$  im Anfangsjahr einer Regulierungsperiode benötigt man also einen Wachstumsfaktor  $WF_{EOG}$  zur Fortschreibung der Erlösobergrenze für die Jahre  $t = 1, \dots, 4$ :

$$EOG_t = EOG_0 \cdot (WF_{EOG})^t \quad (3)$$

In der deutschen Anreizregulierung wird hierzu der in BS99 für die Preisregulierung hergeleitete Wachstumsfaktor festgeschrieben:

$$WF_{EOG} = \frac{WF_W}{WF_T} \quad (4)$$

In der Regulierungsformel der Anreizregulierungsverordnung wird die Darstellung über Verbraucherpreisindex und X-Faktor gewählt. Wie bereits ausgeführt, wird für die Diskussion in diesem Beitrag die äquivalente, nominale Darstellung bevorzugt. Für eine analytische Darstellung des X-Faktors und seiner Umsetzung in der Regulierungsformel der Anreizregulierungsverordnung wird auf Appendix 1 verwiesen.

### 3 Beurteilung der Vorgehensweise in der deutschen Anreizregulierung

Um die Problematik des aktuell verwendeten Wachstumsfaktors in der Erlösobergrenzenregulierung intuitiv greifbar zu machen, wird in diesem Abschnitt die vereinfachte Situation eines einzelnen Inputs und eines einzelnen Outputs betrachtet. Für diese Situation wird gezeigt, dass der aktuell verwendete Wachstumsfaktor der Erlösobergrenzenregulierung dem Maßstab der Erfüllung des Regulierungsziels ökonomischer Nullgewinne nicht gerecht wird und dass die aus diesem Wachstumsfaktor resultierenden Netzentgelte nicht den Netzentgelten der klassischen Preisregulierung entsprechen. Zudem werden zwei Intuitionen für den nach diesem Maßstab korrekten Wachstumsfaktor gegeben. Hierfür vollziehen wir zuerst die Intuition für den Wachstumsfaktor im klassischen Setting der Preisregulierung nach und

klären welcher Outputbegriff dem X-Faktor nach BS99 zu Grunde liegt.

#### 3.1 Intuition für den Wachstumsfaktor in der Preisregulierung

In der Theorie des vollständigen Wettbewerbs führt unter Standardannahmen die Möglichkeit des Markteintritts dazu, dass in der langen Frist ökonomische Gewinne identisch Null sind. Der ökonomische Gewinn eines Unternehmens, also Erlös weniger Kosten, lässt sich ausdrücken als Differenz aus Marktpreis  $p$  und durchschnittlichen Gesamtkosten  $ATC$  multipliziert mit zugehöriger Outputmenge  $Q$ :

$$\Pi = R - C = (p - ATC) \cdot Q \quad (5)$$

Wenn ökonomische Gewinne Null sind, folgt, dass der Marktpreis  $p$  und die durchschnittlichen Gesamtkosten  $ATC$  des Unternehmens identisch sind. In der Theorie des vollständigen Wettbewerbs werden Preise also aufgrund von Marktkräften durch die Höhe der durchschnittlichen Gesamtkosten in der Herstellung bestimmt.

Die durchschnittlichen Gesamtkosten wiederum lassen sich ausdrücken als die notwendigen Inputeinheiten  $V$  pro Outputeinheit multipliziert mit dem Preis einer Inputeinheit  $W$ :

$$p = \frac{V}{Q} \cdot W = \frac{W}{T} = \frac{C}{Q} \quad (6)$$

Dies ist nichts anderes als der Inputpreis  $W$  dividiert durch die Produktivität  $T$  oder die Kosten dividiert durch den Output. Aufgrund von Marktkräften müssen Veränderungen in Inputpreis oder Produktivität zu entsprechenden Änderungen im Preis führen. Damit werden im vollständigen Wettbewerb sowohl Inputpreissteigerungen wie auch Produktivitätssteigerungen an den Verbraucher weitergegeben. Dies ist selbstverständlich äquivalent mit der Aussage dass Veränderungen von Input, Output und Inputpreis bzw. von Kosten und Output zu entsprechenden Änderungen im Preis führen und im vollständigen Wettbewerb an den Verbraucher weitergegeben werden.

Der durch einen Regulator vorgegebene Wachstumsfaktor in der Preisregulierung soll die eben beschriebenen Markteffekte in der Monopolsituation simulieren und damit einen Preisverlauf herstellen wie er laut ökonomischer Theorie im vollständigen Wettbewerb erfolgen würde. Hierauf gründet sich die strukturelle Gleichheit von Gl. 2 und 6. Dieser Zusammenhang zwischen Preisänderung auf der einen Seite sowie Produktivitäts- und Inputpreisveränderung auf der anderen Seite wurde in BS99 unter der Bedingung ökonomischer Nullgewinne für die Monopolsituation formalisiert. Die Quintessenz ist, dass um eine Preisentwicklung wie im vollständigen Wettbewerb zu

erreichen, die drei Determinanten der durchschnittlichen Gesamtkosten gleichberechtigt in die Fortschreibung des regulierten Preises einfließen müssen.

Abschließend ein kleines Beispiel zur Veranschaulichung: Wenn im vollständigen Wettbewerb der Inputpreis um 3% jährlich steigt ( $WF_W = 1,03$ ) und die Produktivität um 1% jährlich steigt ( $WF_T = 1,01$ ), so ergibt sich für den Preis in der langen Frist ein Wachstumsfaktor von

$$WF_P = \frac{WF_W}{WF_T} = \frac{1,03}{1,01} \approx 1,0198 \quad (7)$$

Der Preis steigt also im vollständigen Wettbewerb jährlich um knapp 2%. Diesen Preiswachstumsfaktor würde ein nach BS99 handelnder Regulator für einen preisregulierten Monopolisten entsprechend Gl. 7 festlegen.

### 3.2 Was ist der relevante Output?

Für die korrekte Intuition und Umsetzung ist es fundamental die Begriffe Inputpreis, Input und Output mit den richtigen korrespondierenden Phänomenen der realen Welt zu verknüpfen. Während bei Inputpreis und Input dies in der Anreizregulierung im Regelfall geschieht, herrscht beim Outputbegriff eine gewisse Konfusion vor, die zumindest mitverantwortlich für die fehlerhafte Umsetzung des X-Faktors erscheint. Diese Konfusion soll an vorliegender Stelle aufgeklärt werden.

Der X-Faktor aus BS99 ist entwickelt worden, um die regulierten Preise einer Preisregulierung fortzuschreiben. Hierbei sind die Outputs die zu diesen regulierten Preisen korrespondierenden Dienstleistungen. In der Erlösobergrenzenregulierung werden diese Preise nicht einzeln reguliert sondern gesamthaft über den Erlös. Die Outputs sind einerseits die durchgeleitete Arbeit (in kWh) und andererseits die bereitgestellte Leistung (in kW). Dieser Umstand wird auch nicht zuletzt durch den Ursprung des Outputterms in der Formel zum X-Faktor direkt ersichtlich. Die Ausgangsgleichung in BS99 (Gl. 2.1 in BS99) lautet:

$$\text{Gewinn} = \text{Erlöse} - \text{Kosten}$$

Die Erlöse werden dort in Outputpreise und Outputmengen aufgespalten. Der Outputterm in der Formel zum X-Faktor entsteht dann durch die erlösgewichtete Durchschnittsbildung über diese Outputmengen (unmittelbar vor Gl. 2.4 in BS99). Damit ist auch klar, dass diese Outputs mit den deflationierten Umsatzerlösen deckungsgleich sind, wenn ein entsprechender Netzentgeltdeflator verwendet wird.

Die in BS99 gemeinten Outputs werden häufig mit den „Outputparametern“ aus dem Effizienzvergleich gleichgesetzt. Die Funktion dieser Outputparameter ist es aber die sogenannte Versorgungsaufgabe der einzelnen Netzbetreiber und damit die Kostenfunktion des Netzbetriebs zu be-

schreiben. Ein klassisches Beispiel sind das Rohrvolumen bzw. die Stromkreislänge eines Netzbetreibers. Diese Outputparameter (und somit auch die Versorgungsaufgabe) sind nicht der Erlös- sondern der Kostenseite zuzuordnen (weil sie auch alternativ mit dem deutlich treffenderen Begriff Kostentreiber belegt werden) und sind somit grundlegend verschieden zu den in BS99 gemeinten Outputs.

### 3.3 Untersuchung und Intuition anhand des Regulierungsziels

Es lässt sich unmittelbar nachrechnen, ob der aktuell verwendete Wachstumsfaktor die Einhaltung des Regulierungsziel der ökonomischen Nullgewinne gewährleistet: Ökonomische Gewinne sind Erlöse weniger Kosten (vgl. Gl. 5). Im Anfangsjahr einer Regulierungsperiode sind Erlöse  $EOG_0$  und Kosten  $C_0$  eines effizienten Netzbetreibers identisch. Die Kosten entwickeln sich per Definition entsprechend des Wachstumsfaktors für Kosten  $WF_C$ . Die Erlöse in der aktuellen Regelung werden regulatorisch durch die Wachstumsfaktoren für Inputpreise und Produktivität entsprechend Gl. 4 fortgeschrieben. Der ökonomische Gewinn eines Netzbetreibers im Jahr  $t$  der Regulierungsperiode beträgt dann:

$$\begin{aligned} \Pi &= EOG_0 \cdot \left(\frac{WF_W}{WF_T}\right)^t - C_0 \cdot (WF_C)^t \\ &= C_0 \cdot \left(\frac{WF_C}{WF_Q}\right)^t - C_0 \cdot (WF_C)^t \\ &= C_0 \cdot (WF_C)^t \cdot \left(\frac{1}{(WF_Q)^t} - 1\right) \end{aligned} \quad (8)$$

Dies zeigt, dass der ökonomische Gewinn des Netzbetreibers nur dann Null ist, wenn der Wachstumsfaktor des Outputs Eins ist, der Output sich über die Zeit also nicht ändert. Ist der Wachstumsfaktor des Outputs größer als Eins (positiver Trend im Output) ist der ökonomische Gewinn negativ und die Erlösobergrenze somit zu niedrig. Ist der Wachstumsfaktor des Outputs kleiner als Eins (negativer Trend im Output) ist der ökonomische Gewinn positiv und die Erlösobergrenze somit zu hoch.

Aus dem Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne ergibt sich auch direkt eine Intuition für den korrekten Wachstumsfaktor für die Erlösobergrenze. Damit Erlöse und Kosten über die Zeit hinweg identisch sein können, müssen diese sich über die Zeit notwendigerweise gleich entwickeln, sprich die gleichen Steigerungs- oder Abnahmeraten aufweisen. Daraus folgt, dass der Wachstumsfaktor für die Erlösobergrenze identisch mit dem der Kosten sein muss:

$$WF_{EOG} = WF_C = WF_V \cdot WF_W \quad (9)$$



Dieser Wachstumsfaktor ergibt sich aus dem Wachstumsfaktor für regulierte Preise, indem man bei diesem den Wachstumsfaktor für Output streicht. Dies deckt sich damit, dass der Outputfaktor sich bei der soeben durchgeführten Überprüfung in Gl. 8 als „zu viel“ herausgestellt hat.

### 3.4 Intuition über Faktorisation der Erlösobergrenze

Eine zweite Intuition für den korrekten Wachstumsfaktor ergibt sich aus der Darstellung der Erlösobergrenze als Produkt von Netzentgelt und Output. Der Wachstumsfaktor für die Erlösobergrenze muss zerfallen in den Wachstumsfaktor für das Netzentgelt und denjenigen für den Output. Die Erlösobergrenze muss zur Fortschreibung also nicht nur mit dem Wachstumsfaktor für regulierte Preise multipliziert werden, sondern auch mit dem Wachstumsfaktor des Output. Letzterer kürzt sich dann schlicht mit dem Wachstumsfaktor für den Output, welcher in ersterem enthalten ist:

$$\begin{aligned} WF_{EOG} &= WF_P \cdot WF_Q = \frac{WF_V \cdot WF_W}{WF_Q} \cdot WF_Q \\ &= WF_V \cdot WF_W = WF_C \end{aligned} \quad (10)$$

### 3.5 Untersuchung des sich ergebenden Netzentgeltes

Die Vorgehensweise zur Fortschreibung der Erlösobergrenze legt die Fortschreibung des Netzentgeltes fest. Der korrekte Wachstumsfaktor für regulierte Netzentgelte ist durch BS99 bekannt. Um den aus der Fortschreibung der Erlösobergrenze in der deutschen Anreizregulierung resultierenden Wachstumsfaktor für das Netzentgelt zu ermitteln, muss man das Netzentgelt im Jahr  $t$  als Erlösobergrenze im Jahr  $t$  dividiert durch den Output im Jahr  $t$  betrachten:

$$\begin{aligned} P_t &= \frac{EOG_t}{Q_t} = \frac{EOG_0}{Q_0} \cdot \left( \frac{WF_W / WF_T}{WF_Q} \right)^t \\ &= P_0 \cdot \left( \frac{WF_W \cdot WF_V}{(WF_Q)^2} \right)^t \end{aligned} \quad (11)$$

Ein Vergleich mit dem Preiswachstumsfaktor nach BS99 in Gl. 2 zeigt, dass der ermittelte Wachstumsfaktor für das Netzentgelt einen Faktor  $WF_Q$  zu viel im Nenner hat. Der erste Faktor  $WF_Q$  entstammt dem Produktivitätswachstumsfaktor aus der Erlösobergrenzenanpassung (vgl. Gl. 2), der zweite Faktor ergibt sich dadurch, dass zur Bestimmung des Netzentgeltes bei gegebener Erlösobergrenze durch den Output dividiert werden muss.

Hieraus ergibt sich unmittelbar, dass das Netzentgelt relativ zum korrekten Netzentgelt auf die gleiche Art verzerrt ist wie die Erlösobergrenze: Ist der Wachstumsfaktor des

Outputs größer als Eins (positiver Trend im Output) ist das Netzentgelt nach unten verzerrt. Ist der Wachstumsfaktor des Outputs kleiner als Eins (negativer Trend im Output) ist das Netzentgelt nach oben verzerrt.

Die Quintessenz der Überlegungen dieses Abschnitts ist, dass der Wachstumsfaktor des Outputs „zu viel“ ist, wenn man die Erlösobergrenze mit dem Wachstumsfaktor für regulierte Preise fortschreibt. Für die korrekte Netzentgeltfortschreibung müssen die Wachstumsfaktoren (in anderen Worten: die Trends) des Inputs, des Inputpreises und des Outputs gleichberechtigt einfließen. In einer Erlösobergrenzenregulierung fließt der Wachstumsfaktor des Outputs aber bereits dadurch ein, dass die tatsächliche Entwicklung des Outputs seit Beginn der Regulierungsperiode in der Berechnung des Netzentgeltes berücksichtigt wird: Bei gegebener Erlösobergrenze muss durch den aktuellen Output dividiert werden, um das aktuelle Netzentgelt zu erhalten. Damit alle drei angesprochenen Wachstumsfaktoren in der Netzentgeltentwicklung genau einmal berücksichtigt werden, dürfen deshalb nur noch die Wachstumsfaktoren des Inputs und des Inputpreises in der Fortschreibung der Erlösobergrenze berücksichtigt werden, welche zusammen den Wachstumsfaktor der Kosten ergeben.<sup>4</sup>

Entsprechend erhält man als Wachstumsfaktor für das Netzentgelt in der Tat den Wachstumsfaktor für regulierte Preise wenn man die Erlösobergrenze durch den Wachstumsfaktor der Kosten fortschreibt:

$$P_t = \frac{EOG_t}{Q_t} = \frac{EOG_0}{Q_0} \cdot \left( \frac{WF_C}{WF_Q} \right)^t = P_0 \cdot \left( \frac{WF_W}{WF_T} \right)^t \quad (12)$$

Die Fortschreibung der Erlösobergrenzen durch die Kostenentwicklung ist also die notwendige Adaption, um die Effekte der Preisregulierung nach BS99 in die Erlösobergrenzenregulierung zu überführen.

## 4 Formale Herleitung

Die primär auf die Intuition abzielende Diskussion in Abschn. 3 wurde anhand der vereinfachten Situation eines einzelnen Inputs und eines einzelnen Outputs geführt. In diesem Abschnitt wird der Wachstumsfaktors für eine Erlösobergrenze im Framework aus BS99 formal und allgemein hergeleitet. Da in BS99 stetige Wachstumsraten betrachtet werden, ist Ziel des Vorgehens hier die stetige Erlöswachstumsrate eines Monopolisten zu ermitteln, so-

<sup>4</sup> In einer Erlösobergrenzenregulierung muss also nur der Wachstumsfaktor der Kosten prognostiziert werden für die korrekte Fortschreibung der Netzentgelte – der Wachstumsfaktor des Outputs wird durch den direkten Einfluss des tatsächlichen Verlaufs des Outputs auf das Netzentgelt innerhalb der Regulierungsperiode direkt und ohne weiteres Zutun in der Netzentgeltentwicklung widerspiegelt.

dass dessen ökonomische Gewinne dauerhaft Null sind. Der zugehörige Wachstumsfaktor ergibt sich durch Anwendung der Exponentialfunktion auf die stetige Wachstumsrate.

Der Monoplist produziert eine beliebige Zahl an Outputs unter der Anwendung von  $m$  Inputs. Inputpreise werden mit  $w_j$  bezeichnet und Inputmengen mit  $v_j$ . Der ökonomische Gewinn  $\Pi$  lässt sich dann wie folgt ausdrücken:

$$\Pi = R - C = R - \sum_{j=1}^m w_j v_j \tag{13}$$

Das Vorgehen zur Bestimmung der stetigen Erlöswachstumsrate ist grundsätzlich analog zum Vorgehen zur Bestimmung der stetigen Preiswachstumsrate in BS99. Da man an der Entwicklung der Erlösobergrenze und nicht wie in BS99 an der Preisentwicklung interessiert ist, wird jedoch der Erlös  $R$  nicht wie in BS99 in das Produkt aus Outputs und zugehörigen Preisen zerlegt, sondern als eigenständige Variable betrachtet.

Durch Ableiten nach der Zeit und Umstellen erhält man folgendes Zwischenergebnis (siehe Appendix 2 für die Umformungen):

$$\dot{R} = \left( \frac{C}{C + \Pi} \right) \left( \dot{W} + \dot{V} + \frac{\Pi}{C} \dot{\Pi} \right). \tag{14}$$

Eine mit Punkt versehene Variable bezeichnet hierbei eine stetige Wachstumsrate, also die Ableitung nach der Zeit der Variable dividiert durch die Variable selbst, beispielsweise  $\dot{\Pi} = \frac{d\Pi/dt}{\Pi}$ . Die stetige Wachstumsrate ist also die logarithmische Ableitung nach der Zeit. Desweiteren ist die durchschnittliche stetige

- Inputpreisänderungsrate  $\dot{W}$  der nach Kostenanteilen gewichtete Durchschnitt der individuellen stetigen Inputpreisänderungsraten  $\dot{w}_j$  ( $\dot{W} = \sum_{j=1}^m \frac{w_j v_j}{C} \dot{w}_j$ )
- Inputänderungsrate  $\dot{V}$  der nach Kostenanteilen gewichtete Durchschnitt der individuellen stetigen Inputänderungsraten  $\dot{v}_j$  ( $\dot{V} = \sum_{j=1}^m \frac{w_j v_j}{C} \dot{v}_j$ )

Die rechte Seite in Gl. 14 ist bis auf den hier fehlenden Outputterm identisch mit der korrespondierenden Gleichung in BS99. Wenn man nun verlangt, dass ökonomische Gewinne dauerhaft Null sind ( $\Pi = 0$  und  $\dot{\Pi} = 0$ ), gelangt man von Gl. 14 zu

$$\dot{R} = \dot{W} + \dot{V} = \dot{C} \tag{15}$$

Als Ergebnis erhält man, dass die stetige Erlöswachstumsrate gleich der Summe der stetigen durchschnittlichen Inputpreiswachstumsrate und der stetigen durchschnittlichen Inputwachstumsrate ist. Auch hier erhält man bis auf den Outputterm das gleiche Ergebnis wie in BS99 für die Preisregulierung. Aufgrund der Rechenregeln der logarithmischen Ableitung können die durchschnittliche stetige Input-

preiswachstumsrate und die durchschnittliche stetige Inputwachstumsrate zur stetigen Kostenwachstumsrate zusammengefasst werden.

Der jährliche Wachstumsfaktor ergibt sich durch die Anwendung der Exponentialfunktion:

$$WF_{EOG} = \exp(\dot{R}) = \exp(\dot{C}) = WF_C \tag{16}$$

## 5 Fazit

Die derzeitige Art der Fortschreibung der Erlösobergrenzen innerhalb einer Regulierungsperiode in der deutschen Anreizregulierung unterliegt einem konzeptionellen Fehler: Als Wachstumsfaktor zur Fortschreibung wird der aus Bernstein und Sappington (1999) abgeleitete und durch VPI und X-Faktor dargestellte Wachstumsfaktor verwendet. Dieser ist jedoch nur für die Fortschreibung regulierter Preise korrekt. In der Folge kann das Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne der Netzbetreiber nicht erreicht werden. Sowohl die Erlösobergrenzen wie auch Netzentgelte sind in die Gegenrichtung des vorherrschenden Outputtrends verzerrt. Dabei sind die in Bernstein and Sappington (1999) gemeinten Outputs die durch die Erlösobergrenze regulierten Dienstleistungen der Netzbetreiber, also Arbeit (in kWh) und Leistung (in kW).

Wenn als Wachstumsfaktor für die Fortschreibung der Erlösobergrenzen der Wachstumsfaktor der Kosten der Netzbetreiber verwendet wird, wird das Regulierungsziel ökonomischer Nullgewinne erreicht. Dieser Wachstumsfaktor ergibt sich aus dem Wachstumsfaktor für regulierte Preise, indem man aus diesem den Outputbestandteil entfernt. Dieses Vorgehen führt auch dazu, dass die Netzentgeltentwicklung in der Erlösobergrenzenregulierung mit der Netzentgeltentwicklung gemäß Bernstein und Sappington (1999) in Einklang gebracht wird.

Eine valide Berechnung des X-Faktor muss sich also aus der Kostenentwicklung des Netzbetriebs ableiten und nicht wie bislang in der deutschen Regulierungspraxis aus der Bernstein und Sappington (1999) entnommenen Formel.

## 6 Appendix

### 6.1 Fortschreibung durch VPI und X-Faktor

#### 6.1.1 In der Preisregulierung

Das zentrale Resultat in BS99 lautet, dass unter der Prämisse ökonomischer Nullgewinne die stetige Preiswachstumsrate gleich stetiger Inputpreiswachstumsrate weniger stetiger Produktivitätswachstumsrate ist:

$$\dot{P} = \dot{W} - \dot{T} \tag{17}$$

In BS99 wird die stetige Preisänderungsrate alternativ als Abweichung zur stetigen Preisänderungsrate der Gesamtwirtschaft, also der Inflation,  $\dot{P}_{GW}$  ausgedrückt. Die gesamtwirtschaftliche Entsprechung zu Gl. 17 lautet

$$\dot{P}_{GW} = \dot{W}_{GW} - \dot{T}_{GW} \tag{18}$$

Subtrahieren der beiden Gleichungen ergibt

$$\dot{P} = \dot{P}_{GW} - \dot{X}_{gen} \tag{19}$$

mit

$$\dot{X}_{gen} = (\dot{T} - \dot{T}_{GW}) + (\dot{W}_{GW} - \dot{W}) = \dot{P}_{GW} + (\dot{T} - \dot{W}) \tag{20}$$

Durch Anwendung der Exponentialfunktion erhält man folgenden Ausdruck:

$$WF_P = \frac{WF_{VPI}}{WF_{X_{gen}}} \tag{21}$$

Es werden sowohl  $\dot{X}_{gen}$  als auch  $WF_{X_{gen}}$  als X-Faktor bezeichnet. Der Ausdruck für die Fortschreibung der Preise ist dann

$$P_t = P_0 \cdot \left( \frac{WF_{VPI}}{WF_{X_{gen}}} \right)^t \tag{22}$$

Laut Definition ist der X-Faktor die Differenz zwischen Preiswachstum der Gesamtwirtschaft und Preiswachstum der Netzwirtschaft. Der X-Faktor beschreibt also das Negative des realen Preiswachstums in der Netzwirtschaft. Folgerichtig ergibt der Wachstumsfaktor des VPI (also die Inflation) geteilt durch den Wachstumsfaktor des X-Faktors wieder den Wachstumsfaktor des nominalen Preiswachstums in der Netzwirtschaft. Gl. 22 und Gl. 1 haben also den selben Inhalt.

### 6.1.2 In der deutschen Erlösobergrenzenregulierung

In §9 der Anreizregulierungsverordnung ist Gl. 20 festgeschrieben. Hieraus ergibt sich zur Fortschreibung der Erlösobergrenze in Analogie zur Preisregulierung:

$$EOG_t = EOG_0 \cdot \left( \frac{WF_{VPI}}{WF_{X_{gen}}} \right)^t \tag{23}$$

Wiederum in Analogie zur Preisregulierung haben Gl. 23 und Gl. 2 den selben Inhalt.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Umsetzung in der Regulierungsformel der Anreizregulierungsverordnung hiervon leicht abweicht:

$$EOG_t = EOG_0 \cdot \left( \frac{VPI_t}{VPI_0} - PF \right) \tag{24}$$

wobei der sogenannte  $PF$  in der Praxis von der Bundesnetzagentur als

$$PF = (WF_{X_{gen}})^t - 1 \tag{25}$$

festgesetzt wird. Es liegt Nahe zu vermuten, dass die Verwendung der Subtraktion anstatt der Division (und der daraus entstehenden Notwendigkeit Eins in Gl. 25 zu subtrahieren) einer Verwechslung von stetigen Wachstumsraten und jährlichen Wachstumsfaktoren entspringt. Die numerischen Auswirkungen dieser Ungenauigkeit sind jedoch relativ gering, weshalb in diesem Beitrag nicht weiter auf diesen Umstand eingegangen wird.

## 6.2 Rechenschritte zur Herleitung für die Erlösobergrenzenregulierung

Ausgangspunkt ist Gl. 13. Diese wird nach der Zeit abgeleitet:

$$\frac{d\Pi}{dt} = \frac{dR}{dt} - \sum_{j=1}^m \frac{dw_j}{dt} \cdot v_j - \sum_{j=1}^m \frac{dv_j}{dt} \cdot w_j \tag{26}$$

Die Definition der logarithmischen Ableitung bringt hervor (z. B.  $\frac{d\Pi}{dt} = \frac{d\Pi/dt}{\Pi} \cdot \Pi = \dot{\Pi} \cdot \Pi$ ):

$$\dot{\Pi} \cdot \Pi = \dot{R} \cdot R - \sum_{j=1}^m \dot{w}_i \cdot w_i \cdot v_j - \sum_{j=1}^m \dot{v}_j \cdot v_j \cdot w_j \tag{27}$$

Durch  $\Pi + C$  bzw.  $R$  teilen und die letzten zwei Terme mit  $C$  erweitern:

$$\begin{aligned} \dot{\Pi} \cdot \frac{\Pi}{\Pi + C} = & \dot{R} - \frac{C}{\Pi + C} \cdot \sum_{j=1}^m \dot{w}_i \cdot \frac{w_i \cdot v_j}{C} \\ & - \frac{C}{\Pi + C} \cdot \sum_{j=1}^m \dot{v}_j \cdot \frac{v_j \cdot w_j}{C} \end{aligned} \tag{28}$$

Einsetzen der Definitionen von  $\dot{W}$  und  $\dot{V}$ :

$$\dot{R} = \dot{\Pi} \cdot \frac{\Pi}{\Pi + C} + \frac{C}{\Pi + C} \cdot \dot{W} + \frac{C}{\Pi + C} \cdot \dot{V} \tag{29}$$

Ausklammern:

$$\dot{R} = \frac{C}{\Pi + C} \cdot \left( \dot{W} + \dot{V} + \dot{\Pi} \cdot \frac{\Pi}{C} \right) \tag{30}$$



## Literatur

- Bernstein JI, Sappington DEM (1999) Setting the X factor in price-cap regulation plans. *J Regul Econ* 16(1):5–26
- Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (2016) Gutachten zur Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfaktors