

# Die Rolle des generellen X-Faktors in der Anreizregulierung

Workshop des Forschungsinstituts für  
Regulierungsökonomie der WU Wien

Wien, 10. November 2015

**Dr. Stephan Schmitt**

# WIK und WIK-Consult



- Unabhängiges Forschungs- und Beratungsinstitut, Gründung 1982  
Tochtergesellschaft: WIK-Consult
- Getragen vom BMWi, begleitet durch Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik im Aufsichtsrat und in den Wissenschafts- und Wirtschaftsbeiräten
- Fokus: Regulierung und Wettbewerb in Netzindustrien  
Kernbereiche: Telekommunikation, Energie (seit 2004), Post und Verkehr
- Ca. 40 wissenschaftliche Mitarbeiter

# Tätigkeitsbereiche

## Abteilung Energiemärkte und Energieregulierung

### Themenschwerpunkte

#### Netzregulierung

- Anreizregulierung
- Investitions- und Innovationsanreize
- Weiterentwicklung der Regulierung
- Netzentgeltsystematik

#### Schnittstelle Markt-Netz

- Smart Grids
- Smart Metering, Messwesen
- Smart Market
- Rollen und Verantwortlichkeiten
- Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen

#### Konvergenz der Infrastrukturen

- Digitalisierung

„Energiemärkte  
und  
Energieregulierung“

### Produkte

- Diskussionspapiere, Studien, Policy Paper
- Produktivitäts- und Effizienzanalysen (Benchmarking)
- Analysen mit quantitativen Methoden (angewandte Ökonometrie)
- Preis- und Investitionsrechnungen
- Ordnungspolitische Analysen
- Unterstützung bei der Geschäftsmodellentwicklung
- Internationale Vergleichsmarktanalysen
- Expertenbefragungen, Marktforschungsaktivitäten
- Workshops, Trainings zu spezifischen Fragestellungen

- Motivation und Hintergrund
- Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht
- Berechnung des generellen X-Faktors
- Erfahrungen zur Berücksichtigung des Frontier Shifts in europäischen Ländern
  - Österreich
  - Norwegen
  - Niederlande
- Schlussfolgerungen

**Manche dt. Branchenvertreter plädieren für eine Streichung von  $X_{\text{gen}}$**

## **These 1:**

„Der generelle sektorale Produktivitätsfaktor [...] muss entfallen, da die Produktivitätssteigerung in der Netzwirtschaft langfristig nicht oberhalb der Gesamtwirtschaft liegen kann.“ (BDEW, 2015)

## **These 2:**

„Beschleunigte Produktivitätsfortschritte aufgrund der Liberalisierung“ seien nach 2 Regulierungsperioden abgebildet (BDEW, 2014)

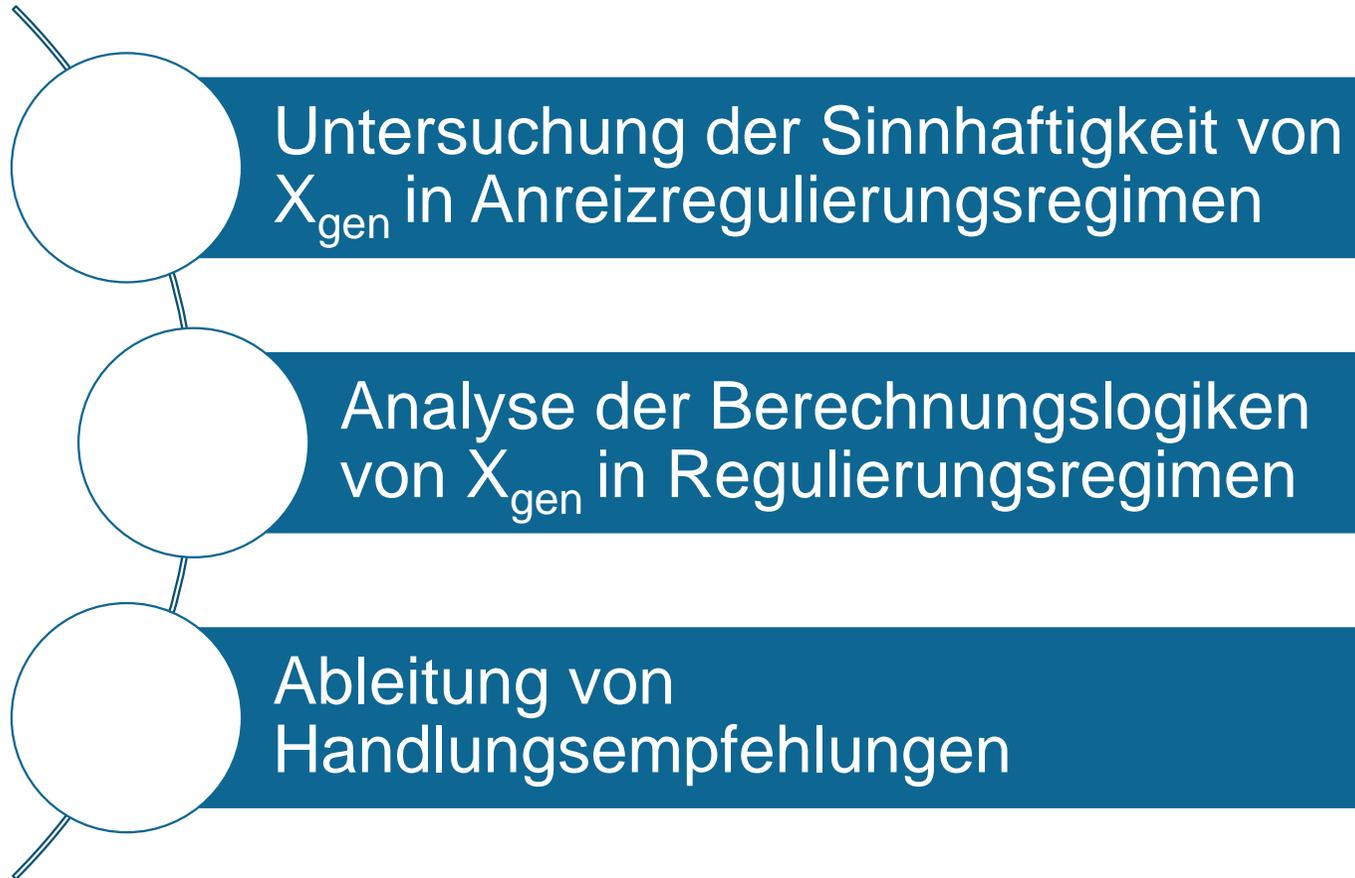
## **These 3:**

$X_{\text{gen}}$  als „bedeutendes Investitionshindernis“ für Netzbetreiber (BDEW, 2014, 2015)

## **These 4:**

$X_{\text{gen}}$  aus internationaler Perspektive ein Auslaufmodell (GEODE, 2014)

# Ziele des Forschungsprojektes



# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

**Kerngedanke der Anreizregulierung: Simulierung von Wettbewerb + Imitierung von Marktkräften**

## **Price- oder Revenue-Cap: RPI-X-Ansatz (Littlechild 1983)**

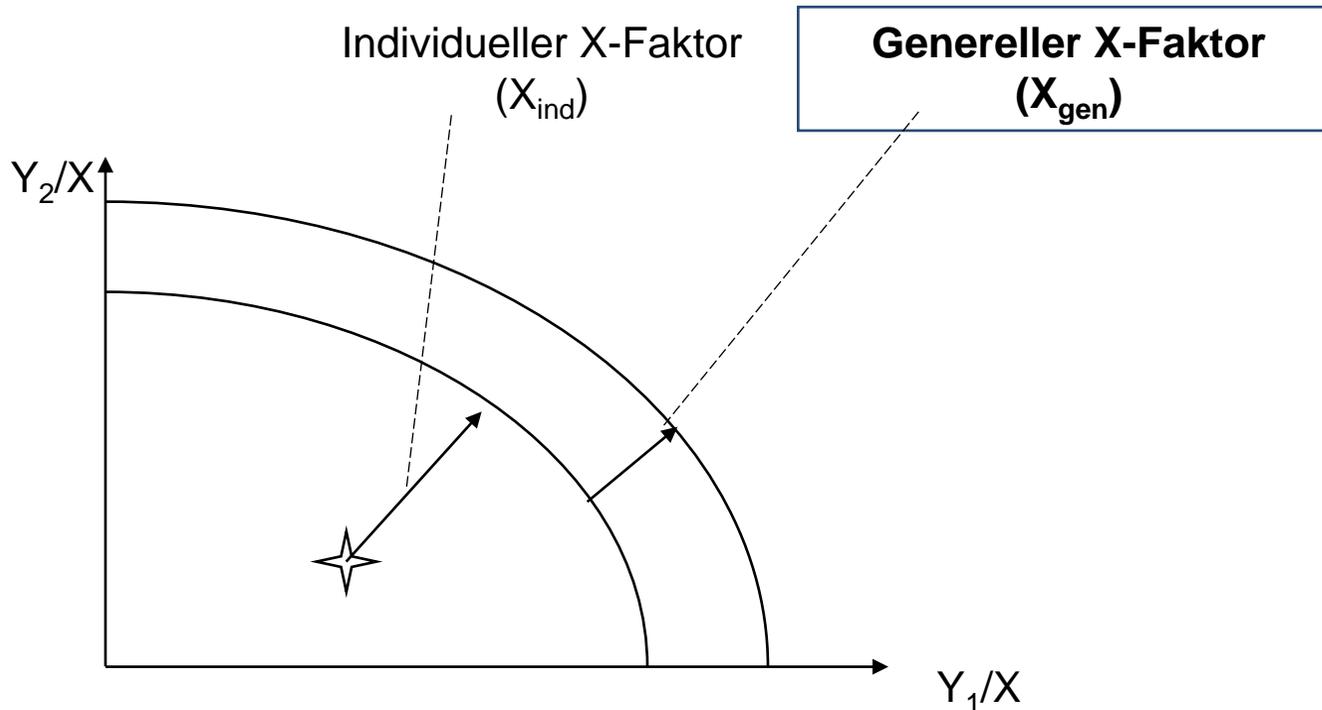
- $P_t^r = P_{t-1}^r (1 + \Delta RPI_t - X_t)$
- X: Kombination aus generellem (Frontier Shift) und individuellem (Catch up) X-Faktor
- $X_{gen}$ : Exogene Berücksichtigung des Frontier Shift
- $X_{ind}$ : Orientierung an den „effizientesten“ Unternehmen

## **Yardstick Regulation (Shleifer 1985)**

- Orientierung am durchschnittlichen Unternehmen
- (Prozess-)endogene Berücksichtigung des Frontier Shift (in der Praxis)

# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

Verwendung im Rahmen der RPI-X Anreizregulierung:



- Individueller X-Faktor: Heranführen an die Effizienzgrenze (Catch-up)
- Generelle X-Faktor: Verschiebung der Effizienzgrenze (**Frontier Shift, technologischer Fortschritt**)

# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

**Wettbewerb** → Änderung der Outputpreise =  
Änderung der Inputpreise – Produktivitätsfortschritt (Frontier Shift)

$$\Delta p_{Output,t}^i = \Delta p_{Input,t}^i - \Delta TFP_t^i$$

- Anreiz für effiziente Leistungsbereitstellung
- Annahme: Unternehmen produzieren effizient
- Erlöse marktgetrieben (exogen)
- Weitergabe (eines Teiles) der Effizienzgewinne an Endverbraucher

Analog für eine wettbewerbliche gesamte Volkswirtschaft:

- Inflationsrate = Wachstum der Inputpreise – Produktivitätsfortschritt
- Inflationsrate: Veränderung der Outputpreise (VPI)

# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

Ausgangspunkt Price-Cap:  $p_t^r = p_{t-1}^r (1 + \Delta VPI_t - X_{Gen,t})$

$$\Delta VPI_t - X_{Gen,t} = \frac{p_t^r}{p_{t-1}^r} - 1 = \Delta p_{Output,t}^r$$

Preisobergrenze (POG) korrespondiert mit Netzentgelten

→ Jährl. Wachstumsrate POG = Veränd. Outputpreise des Netzsektors

Daher:  $\Delta p_{Output,t}^r = \Delta VPI_t - X_{Gen,t}$

# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

Es gilt: 
$$\Delta VPI_t = \Delta p_{Output,t}^{GW} = \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW}$$

Einsetzen in vorherige Gleichung:

$$\Delta p_{Output,t}^r = \left[ \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW} \right] - X_{Gen,t}$$

Mit: 
$$\Delta p_{Output,t}^r = \Delta p_{Input,t}^r - \Delta TFP_t^r$$

Folgt: 
$$X_{Gen,t} = \underbrace{\left[ \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta TFP_t^{GW} \right] - \left[ \Delta p_{Input,t}^r - \Delta TFP_t^r \right]}$$

Bernstein/Sappington (1999)

# Die Rolle des generellen X-Faktors aus theoretischer Sicht

$$X_{Gen,t} = \left[ \Delta TFP_t^r - \Delta TFP_t^{GW} \right] + \left[ \Delta p_{Input,t}^{GW} - \Delta p_{Input,t}^r \right]$$

- $X_{gen}$  = Produktivitätsdifferenzial + Inputpreisdifferenzial
- Voraussetzung: Inflationierung der Kostenbasis mit gesamtwirtschaftlichem Outputpreisindex
- Herausrechnen der „gesamtwirtschaftlichen Verunreinigung“

- Inflationierung mit sektoralem Inputpreisindex:

$$X_{Gen,t} = \Delta TFP_t^r$$

- Keine Notwendigkeit zur Herausrechnung der „gesamtwirtschaftlichen Verunreinigung“

# Die Rolle des generellen X-Faktors in der Theorie

## Zwischenfazit

### Funktion des generellen X-Faktors

- *Abbildung der Verschiebung der Effizienzgrenze*
  - Weitergabe des technologischen Fortschritts an die Endkunden während der Dauer der Regulierungsperiode
- Auch im Wettbewerb werden Effizienzverbesserungen abgeschöpft
  - Ansonsten droht langfristig der Marktaustritt
- *Keine Frage des „Obs“ sondern des „Wies“ (Berechnungsmethodik)*
- Abschätzung einer Erwartung über zukünftige und somit unsichere Entwicklungen des technologischen Fortschritts
- $X_{gen}$  hat nichts mit technischen Ineffizienzen oder Aufholeffekten zu tun

### • **Langfristige Konvergenz gegen Null?**

“Economists have shown that large and persistent differences in productivity levels across businesses are ubiquitous.” Syverson (2011)

# Berechnung des generellen X-Faktors

## Produktivitätsdifferenzial

- In Praxis dominierende Methoden zur Messung von Produktivität:
  - Indexnummern (*Törnquist-Index*)
  - *Malmquist-Index*
- Spezifische Vor- und Nachteile hinsichtlich
  - Datenqualität und -verfügbarkeit, Ausreißeranfälligkeit
  - Differenzierung der Effizienzarten

## Inputpreisdifferenzial

- Inputpreise der Gesamtwirtschaft (z.B. Erzeugerpreisindex) relativ einfach verfügbar
- Inputpreise für Energienetze liegen i.d.R. nicht in gewünscht. Form vor
  - Konstruktion synthetischer Indizes

# Berechnung des generellen X-Faktors

## Stützintervall

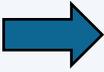
- Gleiches Intervall für alle relevanten Größen (Inputpreisindex GW und Netz sowie TFP GW und Netz)
- Rahmenbedingungen für Stützintervall und Prognosezeitraum sollten ähnlich sein (Liberalisierung, Anreizregulierung, ...)
- Trade-off lange vs. kurze Zeitintervalle
  - Langes Intervall: Glättung von Einmal- und Sondereffekten, Gefahr bei Strukturbrüchen (z.B. Änderung Methodik)
  - Kurzes Intervall: problematisch bei langen Investitionszyklen

**Negativer Xgen sollte explizit möglich sein**

# Berechnung des generellen X-Faktors

## Zwischenfazit

- Es gibt nicht die eine wahre Spezifikation zur Bestimmung von  $X_{gen}$ , die die Realität perfekt abbildet
- Verschiedene Stellgrößen haben Einfluss auf Ergebnisse
  - Wahl der Datengrundlage
  - Wahl der Methode
  - Wahl des Stützintervalls

 **Ermittlung eines Ergebnisintervalls mittels verschiedener Varianten und Spezifikationen ist zu präferieren**

 **Keine a priori Beschränkungen hinsichtlich  $X_{gen}$**

# Erfahrungen zur Erfassung des Frontier Shifts

## Österreich: Aktuelles Regulierungssystem

### ÜNB Strom

- Jährliche Kosten-Plus-Regulierung

### FNB Gas

- Festlegung der Tarife von der Regulierungskommission auf Vorschlag der Unternehmen

### VNB Strom

- EOG-Regulierung (RPI-X-Ansatz)
- 3. Regulierungsperiode 2014-2018

### VNB Gas

- EOG-Regulierung (RPI-X-Ansatz)
- 2. Regulierungsperiode 2013-2017

# Österreich

## Regulierung der VNB Strom

- **Regulierungsformel:**

$K_{2014}^{Basisentgelt}$

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

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

- Hochrechnung der Kostenbasis
- Inflationierung der beeinflussbaren Kostenbasis mittels *Netzbetreiberindex*
  - 57% Lohnpreisindex und 43% Verbraucherpreisindex
- Abbildung von Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen über Kostenanpassungsfaktor (KA) mit:
  - Generellen X-Faktor  $Xgen$  und Individuellen netzbetreiberspezifischen X-Faktor  $ES_{2013}$

## Höhe und Berechnung des generellen X-Faktors

### Festlegung von $X_{\text{gen}}$ für 3. Regulierungsperiode 1,25%

- In den ersten beiden Perioden lag  $X_{\text{gen}}$  bei 1,95%

### Branchengutachten für Österreichs Energie (Polynomics, 2013)

- Hauptresultat:  $X_{\text{gen}}$  sollte zw. 0,25 bis 1,19% liegen
- $X_{\text{gen}}$  als Summe aus Produktivitäts- und Inputpreisdifferenzial
- Berechnung der TFP mittels Törnquist-Index

### Gutachten der Regulierungsbehörde (WIK-Consult, 2013)

- Hauptresultat:  $X_{\text{gen}}$  sollte zw. 1,10 bis 1,80% liegen
- Art der Inflationierung der Kosten entscheidend für Bestimmung von  $X_{\text{gen}}$ 
  - Österreichische Situation (Mischindex) → Mittelwertbildung
- Wahl des Stützintervalls mit großen Auswirkungen auf Ergebnisse
  - Länge des Stützintervalls vs. Datenkonsistenz

# Erfahrungen zur Erfassung des Frontier Shifts

## Norwegen: Aktuelles Regulierungssystem

### ÜNB Strom

- Seit 2007 EOG-Regulierung mit Yardstick-Regulierung
- Ermittlung der normierten Kosten mittels International Benchmarking

### FNB Gas

- Es gibt keinen FNB

### VNB Strom

- Seit 2007 EOG-Regulierung mit Yardstick-Regulierung
- Von 1997-2007 EOG-Regulierung (RPI-X-Ansatz)
- Kein genereller X-Faktor mehr in aktueller Regulierungsformel

### VNB Gas

- Es gibt nur einen Gas VNB, der nicht reguliert wird

# Norwegen

## Regulierung der VNB Strom

- **Erlösobergrenze:**

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

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

- $K^*$ : *normierte Kosten (Yardstick-Komponente)*: Ermittlung mittels DEA, Korrektur für Umweltfaktoren und Kalibrierung auf branchendurchschnittliche Kostennorm
- Frontier Shift wird prozessendogen erfasst → keine Notwendigkeit für einen expliziten  $X_{gen}$ -Faktor
- **Zulässige Erlöse:**

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

## Xgen in alter Regulierungsformel VNB Strom

- **EOG-Formel für die 2. Regulierungsperiode 2002-2006 (RPI-X)**

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

### Festlegung von $X_{gen}$ für 2. Regulierungsperiode 1,5%

- $X_{gen}$  1997-1998 2%, danach 1,5%

### Studie von Førsund und Kittelsen (1998)

- Berechnung Malmquist-Index für 150 NB über Periode 1983-1989
- Produktivitätswachstum  $\approx 2\%$ , vor allem Frontier Shift und nur kleiner Anteil Catch-Up-Effekt

# Erfahrungen zur Erfassung des Frontier Shifts

## Niederlande: Aktuelles Regulierungssystem

### ÜNB Strom

- Es gibt nur einen regulierten Strom VNB mit Revenue-Cap

### FNB Gas

- Es gibt nur einen regulierten Gas VNB mit Revenue-Cap

### VNB Strom

- Seit 2001 Anreizregulierung für nun 8 VNB mit dreijähriger Regulierungsperiode (aktuell 2014-2016)
- Price-Cap als Yardstick-Regulierungsansatz (Orientierung am Durchschnittsunternehmen)
- Kein expliziter Term für den genereller X-Faktor

### VNB Gas

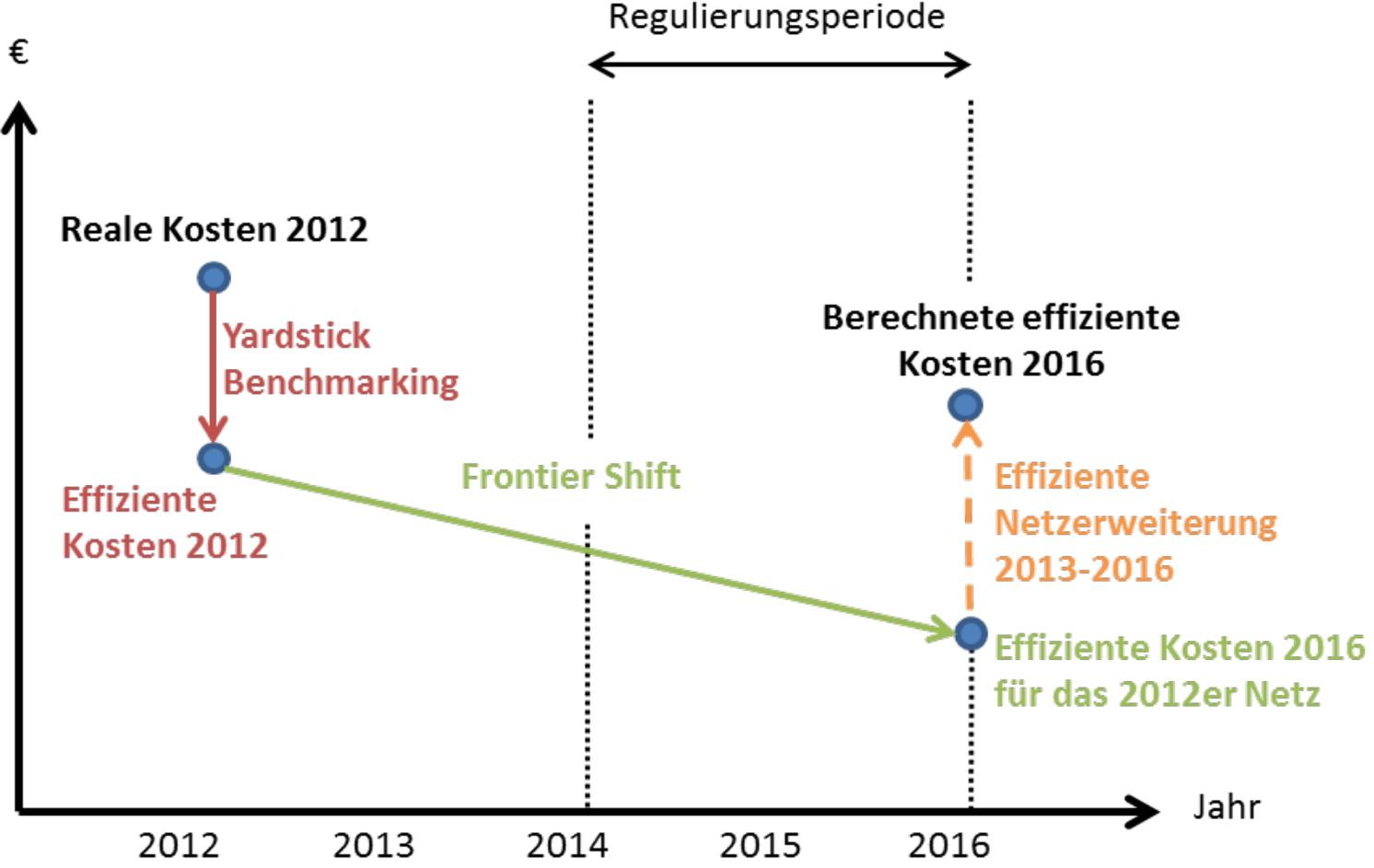
- Yardstick-Regulierung für 8 VNBs

### Price-Cap Regulierung

- $PC_{t,i} = PC_{t-1,i} * (1 + VPI - X + Q)$
- X-Faktor: Orientierung am Branchendurchschnitt (Netzbetreiber können Kosten im Mittel decken), Berücksichtigung des Frontier Shifts
  - Ermittlung des X-Faktors in mehrstufigem Verfahren (s. nächste Folie)
  - Berücksichtigung der historischen Produktivitätsentwicklung
- Q: Qualitätselement über ein Bonus-Malus-System

# Niederlande

## Regulierung der VNB Strom



Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an ACM (2014)

# Erfahrungen zum generellen X-Faktor

## Zwischenfazit Länderanalysen I

### Österreich

- Explizite Berücksichtigung von  $X_{gen}$  in Regulierungsformel
- Art der Inflationierung der Kosten wichtig für Bestimmung von  $X_{gen}$ 
  - AT-Spezifikum: Inflationierung durch Mischindex
- Berechnung  $X_{gen}$  mittels Törnquist-Index:
  - Trade-off zw. Länge des Stützintervalls und Datenkonsistenz

### Norwegen

- $X_{gen}$  aktuell kein direkter Parameter mehr in Regulierungsformel
- Endogene Berücksichtigung des Frontier Shifts durch Yardstick-Ansatz
  - Umgehung der Probleme einer adäquaten Bestimmung von  $X_{gen}$

# Erfahrungen zum generellen X-Faktor

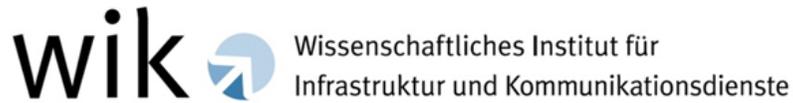
## Zwischenfazit Länderanalysen II

### Niederlande

- $X_{\text{gen}}$  nicht als eigenständiger Parameter in Regulierungsformel
- Ermittlung des X-Faktors in mehrstufigem Verfahren unter Berücksichtigung der historischen Produktivitätsentwicklungen
- Die Komponenten des generellen X-Faktors (d.h. Produktivitäts- und Inputpreisentwicklungen) werden modellendogen erfasst

# Schlussfolgerungen

- In einem Anreizregulierungsregime sollte technologischer Fortschritt an die Endkunden weitergeben werden
  - In einem RPI-X Price-Cap bzw. Revenue-Cap ist dies am einfachsten und transparentesten über einen expliziten  $X_{\text{gen}}$  Faktor möglich
  - Bei einem Yardstick-Regulierungsansatz ist auch eine prozessendogene Berücksichtigung möglich
- Ein kompletter Verzicht darauf Produktivitätsfortschritte an die Endkunden weiterzureichen steht dem Grundprinzip der Anreizregulierung entgegen, wonach Wettbewerbskräfte imitiert werden sollen



wik GmbH  
Rhöndorfer Straße 68  
D-53604 Bad Honnef

**Dr. Stephan Schmitt**  
Economist  
Energimärkte und Energieregulierung

Fon: +49-2224-9225-85  
Fax: +49-2224-9225-63  
s.schmitt@wik.org  
<http://www.wik.org>

## Höhe und Berechnung des generellen X-Faktors

### Festlegung von $X_{\text{gen}}$ für 3. Regulierungsperiode 1,25%

- In den ersten beiden Perioden lag  $X_{\text{gen}}$  bei 1,95%

### Branchengutachten für Österreichs Energie (Polynomics, 2013)

- Hauptresultat:  $X_{\text{gen}}$  sollte zw. 0,25 bis 1,19% liegen
- $$X_{\text{Gen},t} = (\Delta TFP_t^{\text{Strom}} - \Delta TFP_t^{\text{GW}}) - (\Delta IP_t^{\text{Strom}} - \Delta IP_t^{\text{GW}})$$
  
(Bernstein und Sappington, 1999)
- Berechnung der TFP mittels Törnquist-Index
  - Output: Bruttoproduktionswert
  - Inputs: Arbeit, Kapital, Vorleistungen
- Datenquellen: Statistik Austria und EUKLEMS
- Wahl der Stützintervalls hat großen Einfluss auf Ergebnisse
  - Bevorzugt: 1980-2009 →  $X_{\text{gen}} = 0,63\%$

### Gutachten der Regulierungsbehörde (WIK-Consult, 2013)

- Hauptresultat:  $X_{\text{gen}}$  sollte zw. 1,10 bis 1,80% liegen
- Art der Inflationierung der Kosten entscheidend für Bestimmung von  $X_{\text{gen}}$ :  
*Outputpreisindex:*  $X_{\text{Gen},t} = (\Delta TFP_t^{\text{Strom}} - \Delta TFP_t^{\text{GW}}) - (\Delta IP_t^{\text{Strom}} - \Delta IP_t^{\text{GW}})$   
*Inputpreisindex:*  $X_{\text{Gen},t} = \Delta TFP_t^{\text{Strom}}$
- Österr. Situation (Mischindex) → Bildung des arithmetischen Mittels
  - $X_{\text{gen}} = 1,10\% = 0,5 * 0,63\% + 0,5 * 1,57\%$  (Periode: 2001-2011)
  - $X_{\text{gen}} = 1,80\% = 0,5 * 1,25\% + 0,5 * 2,34\%$  (Periode: 1996-2011)
- *Bruttoproduktionswert vs. Bruttowertschöpfung* als Output
- Länge des Stützintervalls vs. Datenkonsistenz
- Wie zuvor: Ermittlung der TFP mittels Törnquist-Index, Daten von Statistik Austria und EUKLEMS  
 Wahl des Stützintervalls mit großen Auswirkungen auf Ergebnisse

# Xgen in alter Regulierungsformel VNB Strom

- **EOG-Formel für die 2. Regulierungsperiode 2002-2006 (RPI-X)**

$$EOG_{2002} = K_{2002} * (1 - X_{g+i})$$

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

## Festlegung von $X_{gen}$ für 2. Regulierungsperiode 1,5%

- $X_{gen}$  1997-1998 2%, danach 1,5%

## Studie von Førsund und Kittelsen (1998)

- Berechnung Malmquist-Index für 150 NB über Periode 1983-1989
- 3 Outputs (Entfernungsindex, Anzahl Kunden und gelieferte Energie)
- 4 Inputs (Arbeit, Energieverluste, Material und Kapital)
- Produktivitätswachstum  $\approx 2\%$ , vor allem Frontier Shift und nur kleiner Anteil Catch-Up-Effekt