

## **2. Sitzung des Konsultationskreises**

**Dr. Joachim Müller-Kirchenbauer**

**Barbie Haller**

**Stefan Albrecht**

Bundesnetzagentur für  
Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und  
Eisenbahnen

Bonn, 29. September 2005

# Tagesordnung

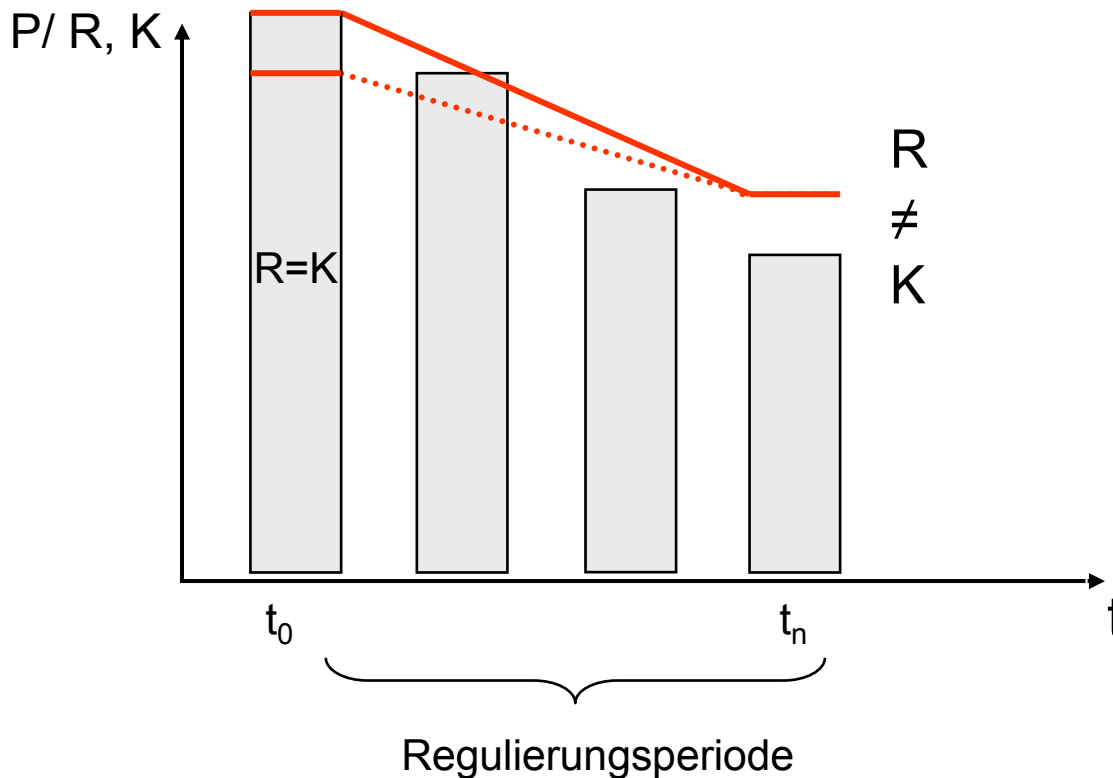
1. Allgemeiner Bericht zum Stand der Arbeiten
2. Bericht vom Arbeitskreis Anreizregulierung am 13. September 2005
3. Einbeziehung des allgemeinen Produktivitätsfortschritts in das System der Anreizregulierung
4. Aktueller Stand der Datenabfrage
5. Sonstiges

# Grundsätzliche Überlegungen

## Entkopplung von Kosten und Erlösen

$$PC_t = PC_{t-1} * (1 + RPI - X_{\text{allgemein}} - X_{\text{individuell}}) \pm Z$$

$$RC_t = RC_{t-1} * (1 + RPI - X_{\text{allgemein}} - X_{\text{individuell}} + Q) \pm Z$$



P= Preis

R= Erlös

K= Kosten

# Grundsätzliche Überlegungen

## Formel und Elemente

$$PC_t = PC_{t-1} * ( 1 + RPI - X_{\text{allgemein}} - X_{\text{individuell}} ) \pm Z$$

$$RC_t = RC_{t-1} * ( 1 + RPI - X_{\text{allgemein}} - X_{\text{individuell}} + [Q] ) \pm Z$$

# Grundsätzliche Überlegungen

## Formel und Elemente

$PC_t$	= Zulässiger Preis im Jahr t
$RC_t$	= Zulässiger Erlös im Jahr t
$PC_{t-1}$	= Zulässiger Preis im Jahr vor t
$RC_{t-1}$	= Zulässiger Erlös im Jahr vor t
RPI	= Inflationsrate
$X_{\text{allgemein}}$	= Allgemeine Produktivitätssteigerungsrate
$X_{\text{individuell}}$	= unternehmensspezifische Produktivitätssteigerungsrate, abhängig vom Effizienzergebnis innerhalb des Benchmarking
Q	= Anpassungsfaktor für Mengenentwicklung
Z	= Anpassungsfaktor u.a. für unvorhergesehene Ereignisse, die außerhalb des Einflusses der Unternehmen liegen, z.B. Naturkatastrophen, Umweltschutzpolitik, Steuererhöhungen etc.

# Grundsätzliche Überlegungen

## Allgemeine Produktivitätsentwicklung

$$1 + RPI = X_{\text{allgemein}} \cdot X_{\text{individuell}}$$

- Der allgemeine X-Faktor in der Formel wird durch eine allgemeine Produktivitätskennzahl bestimmt.
- Historische Produktivitätsentwicklungen bieten eine Grundlage für die Analyse und Prognose zukünftiger Trends.
- Betrachtung verschiedener Produktivitätskennzahlen (Arbeits- oder Kapitalproduktivität, Totale Faktor Produktivität) auf unterschiedlicher Aggregationsebene (Volkswirtschaft, Branchenebene, etc.).
- Berücksichtigung von Datenverfügbarkeit notwendig.

# Produktivitätsentwicklung

## Rahmenbedingungen

- Kennzeichen Sektor Energienetze
  - Natürliches Monopol
  - Subadditive Kostenfunktion
  - Hohe Skaleneffekte
  - Geringer technischer Fortschritt ?
  - Geringe Steigerung der technischen Effizienz ?

# Produktivitätsentwicklung

## Rahmenbedingungen

- Folgen

- Höheres Wachstum der Faktorproduktivität im Energiebereich (Netze) als in der Gesamtwirtschaft

- Dadurch Übergewinne

- Möglichkeiten Effizienz zu erhöhen größer als in Gesamtwirtschaft

 Dies wird in der Formel durch den allgemeinen X-Faktor berücksichtigt



# Produktivitätsentwicklung

## Allgemeiner X-Faktor

$$X_{\text{allg}} = (\Delta FP^{\text{EN}} - \Delta FP^{\text{G}}) + (\Delta q^{\text{G}} - \Delta q^{\text{EN}})$$

- Allgemeiner X-Faktor drückt aus
  - Über dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt liegende Möglichkeiten des regulierten Netzsektors zu Verbesserungen der Faktorproduktivität
  - Branchenspezifische Unterschiede gegenüber der Gesamtwirtschaft bei der Entwicklung der Inputpreise
  - X-Faktor Null, wenn Produktivitätsfortschrittmöglichkeiten im Energiebereich dem in der Gesamtwirtschaft entsprechen

$\Delta q^{\text{G}}$  = Wachstum der Inputpreise in der Gesamtwirtschaft, G

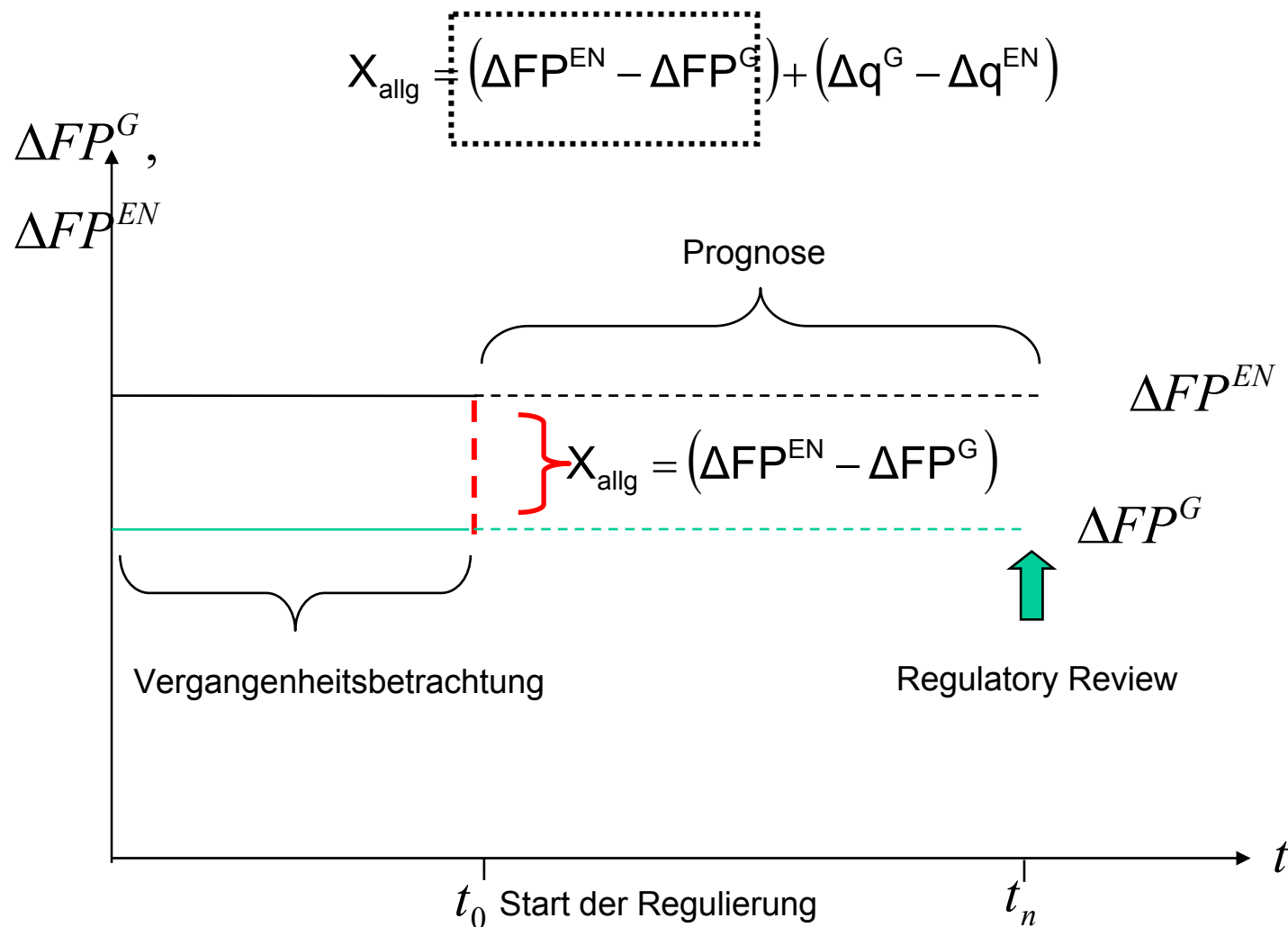
$\Delta q^{\text{EN}}$  = Wachstum der Inputpreise im Sektor Energienetze, EN

$\Delta FP^{\text{G}}$  = Wachstum der Faktorproduktivität in der Gesamtwirtschaft, G

$\Delta FP^{\text{EN}}$  = Wachstum der Faktorproduktivität im Sektor Energienetze, EN

# Produktivitätsentwicklung

## Allgemeiner X-Faktor



Annahme:  $(\Delta q^{\text{N}} - \Delta q^{\text{EN}}) = 0$

# Produktivitätsentwicklung

## Allgemeiner X-Faktor

$$X_{\text{allg}} = (\Delta FP^{\text{EN}} - \Delta FP^{\text{G}}) + (\Delta q^{\text{G}} - \Delta q^{\text{EN}})$$

### ■ Berechnung Input

$\Delta q^{\text{G}}$  = Allgemeine Preissteigerungsrate (RPI)

$\Delta q^{\text{EN}}$  sehr aufwendig zu berechnen

Annahme:  $(\Delta q^{\text{G}} - \Delta q^{\text{EN}}) = 0$ ,  $\Delta q^{\text{EN}} = \Delta q^{\text{G}}$

# Produktivitätsentwicklung

## Faktorproduktivität

▪ Faktorproduktivität= Output/ Inputverhältnis  $FP = \frac{y}{x}$

▪ Ursachen für zeitliche Veränderung der Produktivität

$$\Delta FP = \frac{\frac{y_t}{x_t}}{\frac{y_{t+1}}{x_{t+1}}}$$

- Technischer Fortschritt: alle Unternehmen können besser produzieren
- Technische Effizienzsteigerung: einer Unternehmung gelingt es sich technischer Effizienz zu nähern (Bsp.: weniger Trafos bei gleicher Leistung)
- Größeneffekte/Skaleneffekte: Veränderung des Produktionsvolumens führt die Unternehmung zu einer Input-/Output-Kombination, die niedrigere Durchschnittskosten verursacht (Bsp.: durch größeren Transport keine höherer Kosten, da keine weiteren Trafos notwendig)
- Allokative Effizienz: Inputeinsatz wird auf die an den Faktormärkten herrschenden Preisverhältnisse angepasst (Bsp.: Zählerfernauslese statt Mitarbeiterereinsatz)
- Index kann durch Verwendung von Produktionsfunktion in die Ursachen seiner Veränderung zerlegt werden



# Produktivitätsentwicklung

## Totale Faktorproduktivität

- Partielle Faktorproduktivität

$$\frac{\text{Output}}{\text{Arbeit, Kapital, Energie, Materialien oder Dienstleistungen}}$$

} Analog zu Partiellen Methoden und  
Kennzahlenanalysen beim Benchmarking

- Totale Faktorproduktivität

- Verwendung von Indices und Gewichtung notwendig, da heterogene Input- und Outputgüter aggregiert werden müssen

# Produktivitätsentwicklung

## Indexzahlen

- Probleme der richtigen Festsetzung des Produktivitätsfaktors
  - Zu niedriges Niveau
    - Kosteneinsparungen werden nicht mittels Preissenkungen an die Kunden weitergegeben
    - Unternehmen erzielen Übergewinne
  - Zu hohes Niveau
    - Keine Anreize zu weiteren Produktivitätssteigerungen
    - Kurzfristig werden Preise gesenkt-> allokativer Effizienz
    - Anreize zu produktiver Effizienz werden gesenkt
    - Preise bleiben langfristig auf höherem Niveau, als dies bei optimalen Regulierungsvorgaben möglich wäre



Konflikt zwischen allokativer und produktiver Effizienz

# Produktivitätsentwicklung

## Indexzahlen

- Verschiedene Indexzahlen möglich
  - Paasche: Gewichtung über gegenwärtige Preise
  - Laspeyres: Gewichtung über Vergangenheitspreise
  - Fisher: geometrisches Mittel aus Paasche und Laspeyres
  - Törnquist: gewichtete geometrische Durchschnitte der Mengenrelationen, einfache Durchschnitte der Wertanteile als Gewichte
- Mögliche Probleme
  - Gewichtung über Preise (möglicherweise keine allokativen Effizienz)
  - Keine Unterscheidung zwischen technischer Effizienz, Skaleneffizienz und technischem Fortschritt

# Produktivitätsentwicklung

## Törnquist-Index

### Törnquist-Index

Der Törnquist-Index ist ein gewogener geometrischer Durchschnitt einzelner Wachstumsraten

$$\Delta TFP = \frac{\text{Törnquist Quantitätsindex Output}}{\text{Törnquist Quantitätsindex Input}}$$

Output  $Q_{01}^T = \prod_{i=1}^N \left[ \frac{y_{i1}}{y_{i0}} \right]^{\frac{v_{i0}+v_{i1}}{2}}$

Gewichtetes geometrisches Mittel der Indizes aller Outputs  $i$ , wobei die Gewichte aus den durchschnittlichen Umsatzanteilen resultieren.

Input  $Q_{01}^T = \prod_{i=1}^N \left[ \frac{x_{i1}}{x_{i0}} \right]^{\frac{\omega_{i0}+\omega_{i1}}{2}}$

Gewichtetes geometrisches Mittel der Indizes aller Inputs  $i$ , wobei die Gewichte aus den durchschnittlichen Kostenanteilen resultieren.

$y_{it}$   
 $v_{it}$

Menge des  $i$ -ten Outputs in der Periode  $t$  ( $t=0,1$ )  
Umsatzanteil des  $i$ -ten Outputs in der Periode  $t$  ( $t=0,1$ )

$x_{it}$   
 $\omega_{it}$

Menge des  $i$ -ten Inputs in der Periode  $t$  ( $t=0,1$ )  
Umsatzanteil des  $i$ -ten Inputs in der Periode  $t$  ( $t=0,1$ )



# Produktivitätsentwicklung

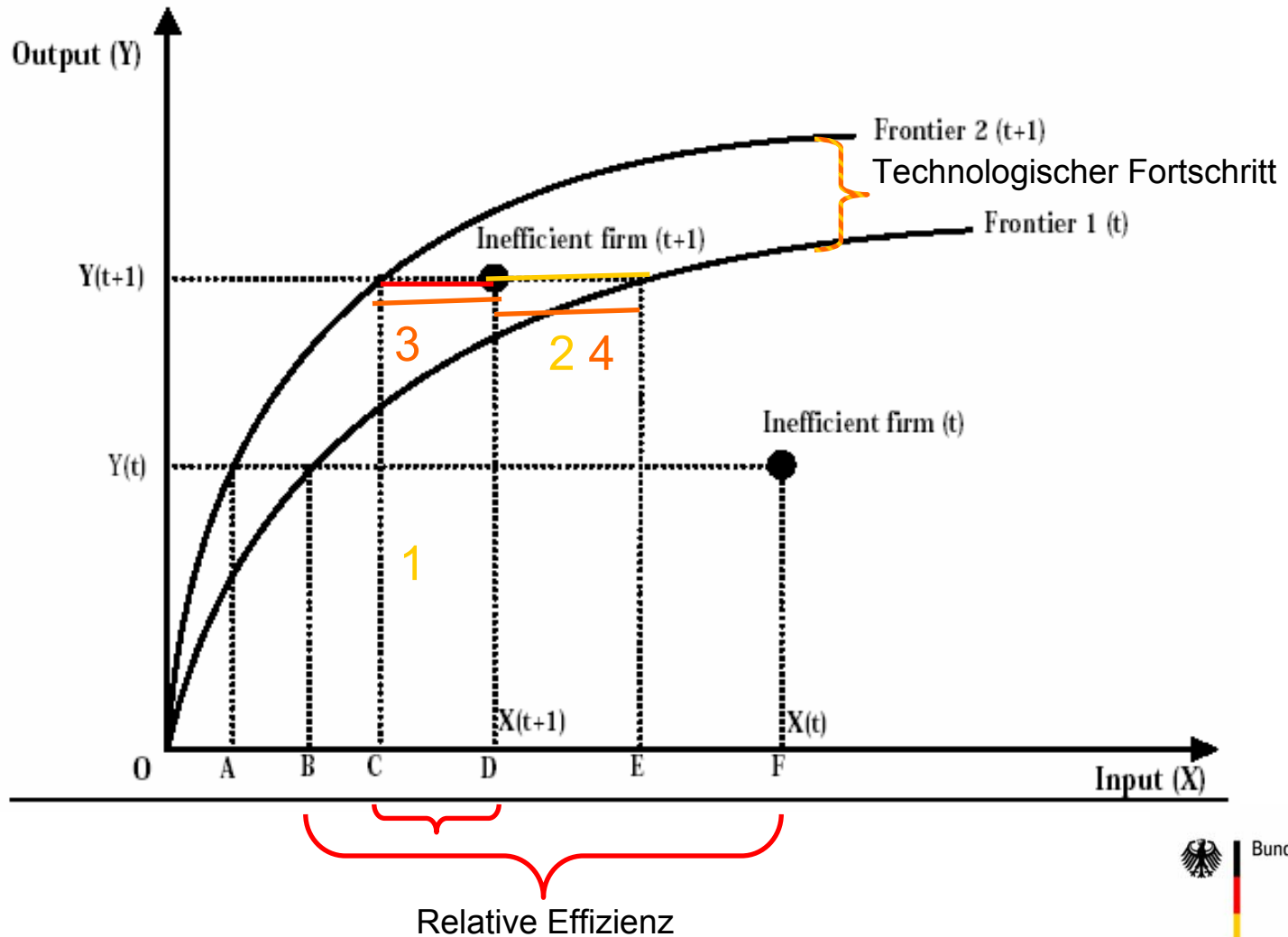
## Malmquist-Index

### Malmquist-Index

- Messung der sich über den Zeitablauf verändernden Distanzen zur Effizienzgrenze
- Die Verwendung des Malmquist-Index erlaubt eine Aufspaltung der Produktivitätsveränderungen in zwei multiplikative Komponenten
  - Veränderung der relativen Effizienz (technical efficiency change)
  - technologischen Fortschritt (technical change)
- Gemessen wird Veränderung der Distanzen zu den jeweiligen Frontierfunktionen
- Veränderungen in der Ausnutzung der gegebenen Produktionsmöglichkeiten werden abgebildet
- technologisches Aufholen (catching up) oder Zurückfallen (falling behind)
- technologische Fortschritt wird über ein geometrisches Mittel in Form von intertemporalen Verschiebungen der Frontierfunktion (frontier shift) berechnet
- Das relativ effizientesten Unternehmen bilden mit ihren Input-Output-Kombinationen die Technologiegrenze

# Produktivitätsentwicklung

## Malmquist-Index



# Produktivitätsentwicklung

## Malmquist-Index

- Vorteil Malmquist gegenüber Indexzahlen und Törnquist-Index
- Messung der Veränderung der relativen Effizienz (technical efficiency change) und des technologischen Fortschritt (technical change)
  - Annäherung durch andere Indices möglich
    - Indices nach Paasche und Laspeyres bilden die obere /untere Schranke für Malmquist
    - Fischer bildet Malmquist unter Annahme quadratischer Produktionsfunktionen ab
    - Malmquist=Törnquist bei translog-Funktionen
    - Vorteil des Malmquist wird durch Annäherung relativiert
    - Zur Berechnung werden nur Input/Outputmengen und keine Preise benötigt
- Probleme Malmquist
  - Aufwendige Berechnung
  - Für jede Periode muss Technologiegrenze bestimmt werden
  - Es wird implizit zumindest Effizienz für ein Unternehmen unterstellt
  - Zusätzlich kompliziert bei variablen Skalenerträgen

# Produktivitätsentwicklung

## Berechnung auf Grundlage der VGR

■ Törnquist-Index mit Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR):

■ Output: Bruttowertschöpfung in Preisen des Jahres t

■ Input:

■ Capital: Bruttoanlagenvermögen in Preisen des Jahres t,  $C_t, C_{t-1}$

■ Arbeit: Arbeitsstunden der Erwerbstätigen,  $L_t, L_{t-1}$   $\psi_C = 1 - \psi_L$

■ Gewichtung mit Hilfe der Lohnquote

$$\psi_L = \frac{(1)}{(2)} \bigg/ \frac{(3)}{(4)}$$

(1) Arbeitnehmerentgelt

(2) Arbeitnehmer

(3) Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen

(4) Erwerbstätige

# Produktivitätsentwicklung

## Berechnung auf Grundlage der VGR

- Törnquist-Index mit Daten aus der VGR:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Input: } Q_I^T = \left[ \frac{C_t}{C_{t-1}} \right]^{\psi_C} \times \left[ \frac{L_t}{L_{t-1}} \right]^{\psi_L} \\ \text{Output: } Q_O^T = \frac{BWS_t}{BWS_{t-1}} \end{array} \right\} \Delta TFP = \frac{\ln Q_O^T}{\ln Q_I^T}$$

$$\Delta TFP = \frac{\ln(BWS_t) - \ln(BWS_{t-1})}{\psi_C (\ln C_t - \ln C_{t-1}) + \psi_L (\ln L_t - \ln L_{t-1})} \quad ; \psi_C = 1 - \psi_L$$

- Problem der VGR
  - Nur zwei Inputs und ein Output
  - Keine Daten für die Arbeitsstunden im Netz

# Produktivitätsentwicklung

## Berechnung auf Grundlage technischer Daten

- Berechnung TFP auf Grundlage technischer Daten
- Ziel: Ableitung von Produktivitätskennzahlen für den Netzbetrieb
- Annahme: Gesamtkosten der Netzbetreiber setzen sich wie folgt zusammen (Vorschlag: E-Control):
  - 40 % Arbeitskosten
  - 30 % Kapitalkosten
  - 30% sonstige Kosten
- Bestimmung der TFP der Netzbetreiber aus drei Faktorproduktivitäten
  - Arbeitsproduktivität: transportierte Energiemenge pro Anzahl der Mitarbeiter
  - Kapitalproduktivität: transportierte Energiemenge pro installierte Leitungskapazität
  - Für sonstige Kosten wird die TFP der Gesamtwirtschaft herangezogen

# Produktivitätsentwicklung

## Berechnung auf Grundlage technischer Daten

- Berechnung TFP auf Grundlage technischer Daten
  - Quelle: bspw. aus VDEW, Eurogas
  - Probleme Strom
    - Transportierte Menge als einzige Outputgröße
      - Weitere Outputs denkbar?
    - Im Strombereich keine Angaben zu Mitarbeiterzahlen differenziert nach Netz, Vertrieb, Erzeugung verfügbar
      - hat sich Mitarbeiterzahl im Netz analog zur sonstigen Mitarbeiterzahl verhalten?

# Produktivitätsentwicklung

## Berechnung auf Grundlage technischer Daten

- Berechnung TFP auf Grundlage technischer Daten
  - Im Gasbereich: nach Eurogas konsistente Daten
  - Probleme Gas
    - Nur Gesamtmitarbeiterzahl bekannt
    - Transportvolumen kann nur geschätzt werden
    - Wegen Mengenschwankung muss gaswirtschaftliches Normaljahr betrachtet werden
    - Keine Angaben zu Einfuhr und Ausfuhr
    - Speicher nicht berücksichtigt



# Produktivitätsentwicklung

## Erste Abschätzung des X-Faktors

- Erste Berechnung des X-Faktors führen auf Basis der VGR zu
  - einer gesamtwirtschaftlichen Produktivitätssteigerung von 0,9 % p.a.
  - einer durchschnittlichen Produktivitätssteigerung der Energieversorgung von 1,4% p.a.
  - also einem Produktivitätsdifferential von  $\Delta TFP \cong 0,5 \%$
- Die näherungsweise Berechnung über technische Kennzahlen führt im Ergebnis zu höheren Differenzialen
  - Stromnetz 1,3%
  - Gasnetz: 1,7%

# Produktivitätsentwicklung

## Erste Abschätzung des X-Faktors

### Beurteilung

- Im internationalen Vergleich sehr niedriger Wert
- Berechnung basiert auf historischen Daten
  - Können diese für die zukünftige Entwicklung als relevant angesehen werden?
- Annahmen über betrachteten Zeitraum müssen getroffen werden
  - Für welchen Zeitraum wird Produktivität berechnet
  - Über welchen Zeitraum wird Durchschnitt gebildet (Gaswirtschaftliche Normaljahre)
  - Welcher Durchschnittswert wird für die Zukunft angewandt
- Sowohl in der VGR als auch in den vorliegenden Datenbanken wird nicht zwischen Netz und Vertrieb unterschieden
  - Hat sich in beiden Bereichen die Arbeits- und Kapitalproduktivität gleich entwickelt?

# Produktivitätsentwicklung

## Internationaler Vergleich der TFP

Land	Studie	Zeitraum	TFP/Jahr
England/Wales	Weymann-Jones/Burns	1971-1993	2,8%
	Tilley/Weymann-Jones	1990-1998	6,3%
	London Economics	1990-1997	3,5%
Nordirland	Hattori es al.	1986-1997	3,3-6,1%
	Competition Commission	1971-1994	3,1%
Norwegen	Forsund/Kittelsen	1983-1989	1,9%
	Bowitz et al.	1994-1998	2,8%
	NVE	1995-1998	2,5%
Spanien	Arocena et al.	1987-1997	2,5%
USA	London Economics	1981-1996	0,7%
	Makholm/Quinn	1972-1994	1,86
	Makholm/Quinn	1984-1994	2,08
Kanada	OEB	1993-1997	2,1%
Australien	London Economics	1981-1994	3,6%
Neuseeland	London Economics	1994-1997	1,4%

# Produktivitätsentwicklung

## Internationaler Vergleich des allgemeinen X-Faktors

### ■ Norwegen

- 1997-2000: 2% (Malmquist-Berechnung mit Brachendaten)
- 2001-2005: 1,5%
- 2006-2010: Yardstick-Competition (60% Kosten des Benchmark-Unternehmens, 40% eigene Kosten)

### ■ Niederlande

- 2001-2003: 3,2% Strom, 3,8% Gas
- 2004-2006: Yardstick-Competition mit allg. X-Faktor 1,5%
- In der dritten Periode Korrektur des in der zweiten Periode verwendeten Faktors für die Zukunft

### ■ Großbritannien

- 1995-2000: 3%
- 2000-2005: 3%
- 2005-2010: 0%