

Benchmarking und Regulierung in der Stromverteilung

Workshop Wirtschaftsuniversität Wien

April 2007

Massimo Filippini

Bibliographie

Filippini M., Farsi M., Greene W (2006). Application of Panel Data Models in Benchmarking Analysis of the Electricity Distribution Sector. *Annals of Public and Cooperative Economics*, vol. 77, issue 3, 271-290.

Farsi M., Filippini M. (2004). Regulation and measuring cost efficiency with panel data models application to electricity distribution utilities. *The Review of Industrial Organization*, 25, 1-19.

Farsi M., Fetz A. and Filippini M. (2007). Benchmarking and Regulation in the Electricity Distribution Sector, [CEPE Working Paper No. 54 \[pdf\]](#), 181 kB], Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), Zurich, January.

Gliederung

- Einführung

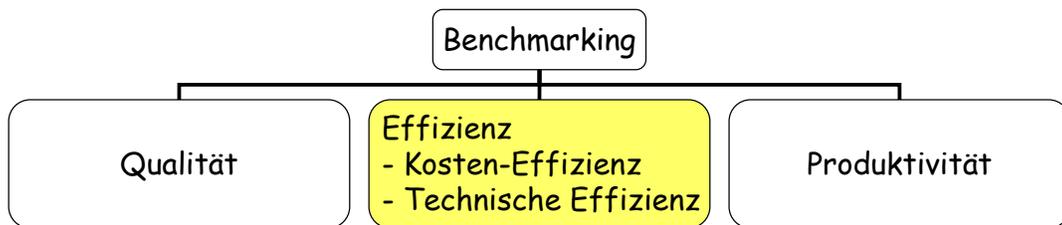
 - Methoden

 - Empirische Analyse

 - Schlussfolgerungen
-

A. Einführung: Effizienz und Regulierung

- **Reform** : Deregulierung und Re-Regulierung
- Die meisten der in der Praxis gebräuchlichen Anreiz-Regulierungen basieren auf **Benchmarking**
- ↳ Die Effizienz (Kosten-Technische) einer Firma wird mit der Leistung einer Referenz-Firma verglichen



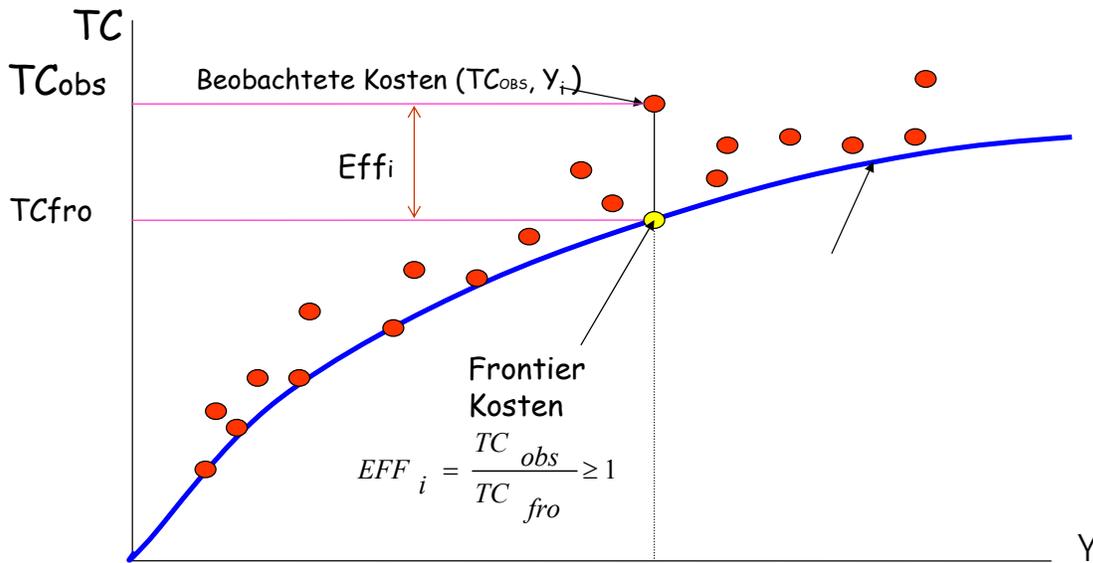
3

Anwendungen

| LAND | REGULIERUNGSMETHODE | EXPLIZITER GEBRAUCH VON BENCHMARKING |
|-----------------------------|--|--------------------------------------|
| Australia (New South Wales) | Revenue-cap until 2004, weighted average price-cap from 2004 | No |
| Austria | Price-cap | Yes |
| Chile | Special case of Yardstick | Yes |
| Finland | Expenditure-cap and rate of return | No |
| Netherlands | Yardstick | Yes |
| Norway | Revenue-cap | Yes |
| Sweden | Special case of Yardstick | Yes |

4

Kosten-Frontier & Kosten- Ineffizienz



5

Austria: Anreizregulierungsmodell

→ Netznutzungstarife: Formale Darstellung

Die Überführung der Regulierungsparameter lässt sich formal darstellen. Für die Netznutzungstarife per 01.01.2006 gilt:

$$K_{2005} \cdot [(1 - KA) \cdot (1 + k \cdot \Delta NPI_{2006})] \cdot (1 + k \cdot \Delta M_{2006}) + vNK_{2006} = \sum_{i=1}^n P_{2006,i} \cdot Q_{2004,i} + ME_{2006} + BKZ_{2004}$$

k = Kosten-Mengen-Faktor

KA = Kostenanpassungsfaktor

K_{2005} = Kosten per 31.12.2005

$P_{2006,i}$ = Systemnutzungstarife 2006 für die Tarifkomponenten $i = 1, \dots, n$ (NE3-LP, ..., NE7-WNT)

$Q_{2004,i}$ = Mengen für die Tarifkomponenten $i = 1, \dots, n$ (NE3-LP (MWh), ..., NE7-WNT (MWh))

ME_{2006} = Messerlöse mit aktuellen Messentgelten

ΔNPI_{2006} = Veränderung des Netzbetreiberpreisindex

ΔM_{2006} = gewichtete Mengenänderung 2004–2003

vNK_{2006} = vorgelagerte Netzkosten 2004 (vermindert um die Tarifsenkung des vorgelagerten Netzes nach 2004) exklusive Netzverlustkosten

Quelle: E-Control (2005), Jahresbericht

$$KA = 1 - (1 - FS) \cdot ES^{1/3}$$

FS: Frontier shift 1,95 %

ES: Efficiency shift aus benchmarking 0 – 3,5%

$$ES(2005) = 20\% \cdot DEA(1) + 40\% \cdot DEA(2) + 40\% \cdot MOLS$$

6

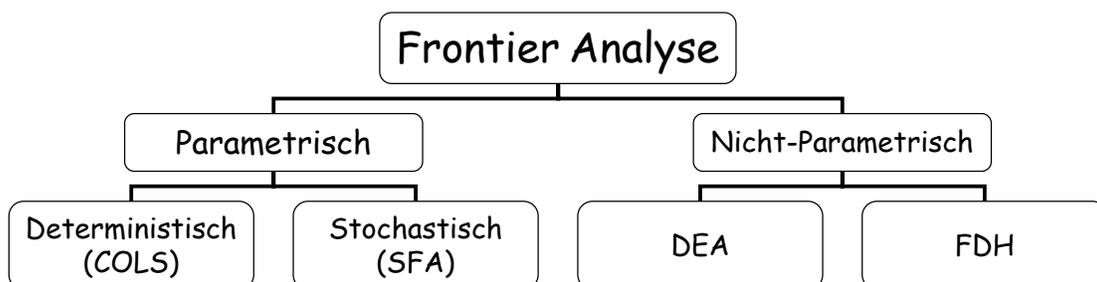
Methoden- und Modell-Vielfalt

- Es besteht eine grosse Auswahl an Methoden zur Effizienz-Messung.
 - Hauptprobleme der Regulatoren sind
 - die **Wahl der Benchmarking-Methode**
 - innerhalb jeder Methode die Wahl eines von verschiedenen legitimen Modellen.
 - Präzise Schätzungen!
-

7

B. Zwei Ansätze

- In der Literatur können zwei verschiedene Ansätze der Effizienz-Messung unterschieden werden.
 - Der ökonometrische (parametrische) Ansatz
 - Der lineare Programmierung (nicht parametrische) Ansatz



8

Zwei Ansätze

- Beide Ansätze - *ökonometrisch* und *lineare Programmierung* - haben unterschiedliche Befürworter. Zumindest in der Wissenschaft dominiert keine der beiden Methoden.
 - Der Programmierungs- Ansatz ist heutzutage sehr populär in der Elektrizitäts-Regulierung.
 - Das Ziel dieser Präsentation ist nicht die Vor- und Nachteile der zwei verschiedenen Ansätze zu diskutieren.
-

9

Empirische Erkenntnisse

- Die empirischen Ergebnisse im Energie-Sektor hängen von der verwendeten Methode ab (**parametrische** vs. **nicht parametrische Methoden**).
 - Jamasb and Pollit (2003), Estache et al. (2004) , Farsi and Filippini (2004, 2005):
 - ↳ **erhebliche Variationen in geschätzten Effizienz-Werten** sowie den Rangfolgen zwischen den verschiedenen Ansätzen (parametrisch und nicht-parametrisch) und
 - ↳ **zwischen** verschiedenen ökonometrischen Modellen
-

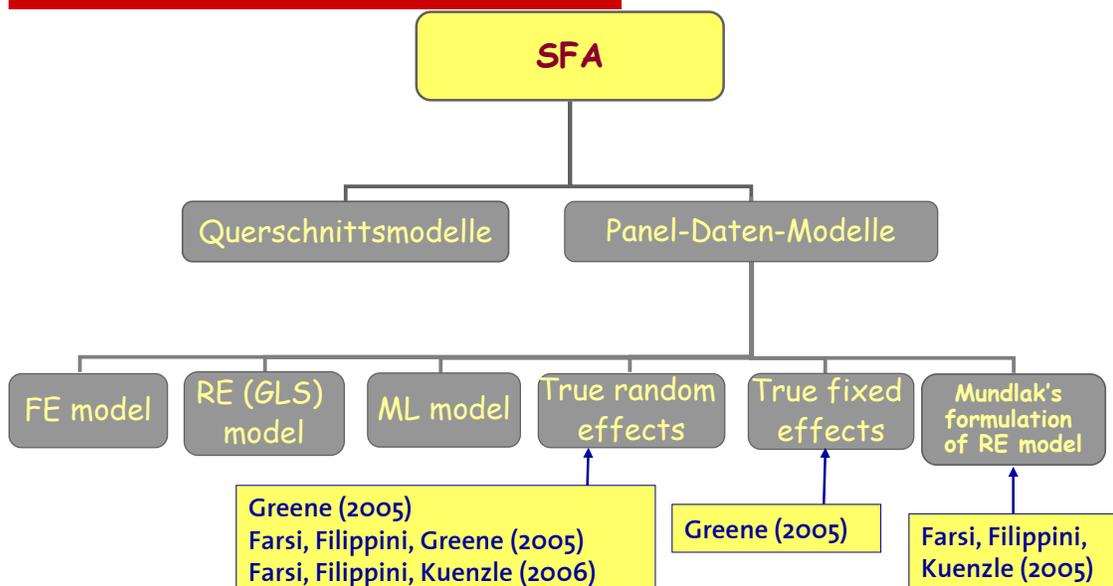
10

Unbeobachtete Heterogenität & das Ziel des Forschungs-Bereichs

- Ein Teil der Diskrepanz zwischen den verschiedenen Techniken entsteht durch die **nicht beobachtete Heterogenität** zwischen den Firmen (Netzwerk Charakteristiken und Umweltfaktoren).
- Im Kontext von parametrischen Methoden können Panel Daten hilfreich sein um **Effizienz-Unterschiede von nicht beobachteter Heterogenität zu unterscheiden**.
- Wir sind daran interessiert die Fähigkeit von **ökonomischen Frontier-Modellen mit Panel-Daten** zu analysieren.

11

Stochastic-Frontier Benchmarking Methoden



12

Stochastic-Frontier Modelle mit Panel-Daten

- ML pooled Modell (Aigner, Lovell and Schmidt, 1977):

Berücksichtigt nicht, dass die Daten Panel-Daten sind.

$$\ln C_{it} = \ln C(y_{it}, w_{it}) + u_{it} + v_{it} \quad u_{it} \geq 0$$

Ineffizienz Stochastischer Term

- Konventionelle FE and RE Modelle (Schmidt and Sickles, 1984) und ML RE Panel-Daten Modell (Pitt and Lee, 1981):

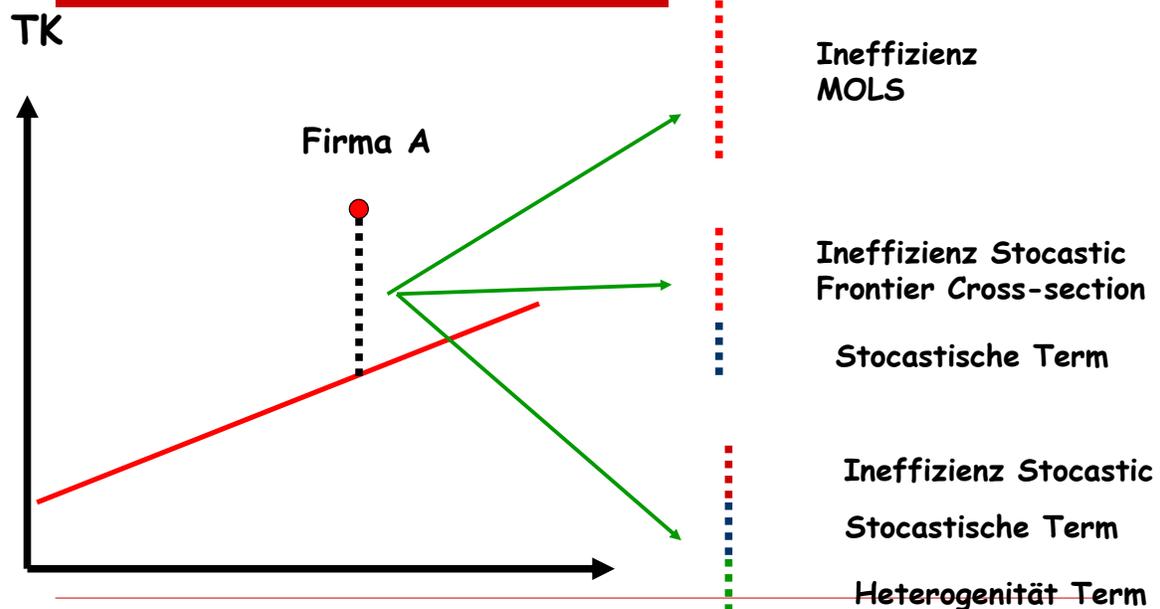
$$\ln C_{it} = \ln C(y_{it}, w_{it}) + u_i + v_{it} \quad u_i \geq 0$$

Ineffizienz Stochastischer Term

- zeitlich invariante Kosten Ineffizienz u_i
- Firmenspezifische zeitlich invariante Effekte u_i

13

MOLS, SF, SF TRE



14

Stochastische Frontier Modelle mit Panel-Daten

- TRE and TFE model (Greene, 2005a, b):

$$\ln C_{it} = \ln C(y_{it}, w_{it}) + \alpha_i + u_{it} + v_{it} \quad u_{it} \geq 0$$



15

B) Empirische Analyse Model Spezifizierung

$$C = C(Y, P_K, P_E, P_L, LF, CU, AS, HGRID, DOT)$$

C: Gesamtkosten
Y: Produktion (Gesamtanzahl gelieferter kWh)
PK, PL, PE: Preise von Kapital, Arbeit und Input-Energie
LF: Nutzungsgrad
CU: Anzahl von Kunden
AS: Grösse der Service-Fläche der Versorgungs-Unternehmen
HGRID: Indikator für ein Hochspannungs-Verteilnetzwerk.
DOT: Indikator für Nebenerträge (> 25%)

16

Daten

- 59 Schweizer Elektrizitätsverteiler
 - Zeitspanne: 1988-1996
 - -> Unausgeglichenes Panel mit 380 Beobachtungen
 - Datenquellen:
 - (Nicht veröffentlichte) finanzielle Statistiken über Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen (Schweizer Bundesamt für Energie)
 - Post-Umfrage
 - Gebiets-Statistiken (Schweizer Bundesamt für Statistik)
-

17

Ineffizienz-Schätzungen

| | GLS | MLE | True RE |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Minimum | 0.723 | 0.735 | 0.861 |
| Maximum | 1 | 0.993 | 0.996 |
| Average | 0.868 | 0.887 | 0.957 |
| Median | 0.857 | 0.877 | 0.966 |
| 90 Percentile | 0.981 | 0.99 | 0.99 |

- Geringe Korrelation zwischen Effizienz-Rangstellen
 - True RE Modell: höhere Effizienz-Werte
 - Problem des Teils der Ineffizienz die zeitlich nicht variabel ist
- ↳ Teil-Lösung des Heterogenitäts-Problems
-

18

C) Fazit

- Die empirischen Studien zeigen dass:
 - ↳ Die geschätzten Effizienz Werte zwischen den verschiedenen Ansätzen differieren.
 - ↳ **Problem für die Regulatoren.**
 - ↳ Wir zeigen in unserem Paper, dass im Kontext von parametrischen Methoden Panel Daten hilfreich sein könnten um Effizienz-Unterschiede von unbeobachteter Heterogenität zu unterscheiden.
 - ↳ Die Ergebnisse sind nicht komplett zufrieden stellend.

19

Fazit

- Die Benchmarking Analyse sollte dazu genutzt werden Regulierungs-Entscheidungen zu unterstützen, aber nicht zu bestimmen.
 - ↳ Keine mechanische Verwendung
- Alternativer Nutzen: Ökonometrische Modelle könnten dazu genutzt werden um die erwarteten Kosten zu schätzen (in einem bestimmten Intervall)
- Um die Informations-Lücke zwischen dem Regulator und den regulierten Firmen zu verkleinern.

20

Vielen Dank für Ihr
Interesse & Ihre
Aufmerksamkeit!

Bibliographie

- Filippini M., Farsi M., Greene W (2006). Application of Panel Data Models in Benchmarking Analysis of the Electricity Distribution Sector. Annals of Public and Cooperative Economics, vol. 77, issue 3, 271-290.
- Farsi M., Filippini M. (2004). Regulation and measuring cost efficiency with panel data models application to electricity distribution utilities. The Review of Industrial Organization, 25, 1-19.
- Filippini M., Wild J (2001). Regional Differences in Electricity Distribution Costs and their Consequences for Yardstick Regulation of Access Prices. Energy Economics, 4, 477-488.
- Farsi M., Fetz A. and Filippini M. (2007). Benchmarking and Regulation in the Electricity Distribution Sector, [CEPE Working Paper No. 54 \[pdf, 181 kB\]](#), Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), Zurich, January.

Price-cap Regulierung

$$\text{Price cap: } P_{t+1} = P_t(1 + \Delta\text{CPI} - X + Z)$$

Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität (TFP) in dem gesamten Sektor

3 Bestandteile der TFP
1. Technischer Fortschritt
2. Skaleneffizienz
3. Firmen-spezifische Effizienz

Jährliche angestrebte Veränderung in Produktions-Effizienz für die individuellen Firmen.

23

DEA: Vor- und Nachteile

Vorteile

- DEA kann auf relativ kleine Datensätze angewandt werden,
- DEA ist mit frei verfügbaren Programmen sehr schnell und unkompliziert einsetzbar,
- Ineffiziente Firmen werden mit anderen real existierenden Firmen verglichen anstatt mit einer statistischen Grösse,
- Es müssen keine Annahmen über die benötigten Technologien oder über die Spezifizierung der Kosten- / Produktions-Funktion getroffen werden,
- Macht keine Annahmen über die Funktionsform der Frontier bzw. der Verteilung des Ineffizienz-Terms,
- Leicht zu verstehen

Nachteile

- Kann von Störfaktoren und Ausreissern beeinflusst werden,
- Traditionelles Hypothesen-Testen ist nicht möglich,
- Die Methode erlaubt keine stochastischen Faktoren und Messfehler,
- Die Effizienz-Werte variieren sehr stark mit der Wahl der In- und Output Variablen,
- Je mehr Variablen in den Modellen berücksichtigt werden, desto grösser wird die Anzahl der Firmen die auf der Frontier liegen.

24

SFA: Vor- und Nachteile

Vorteile

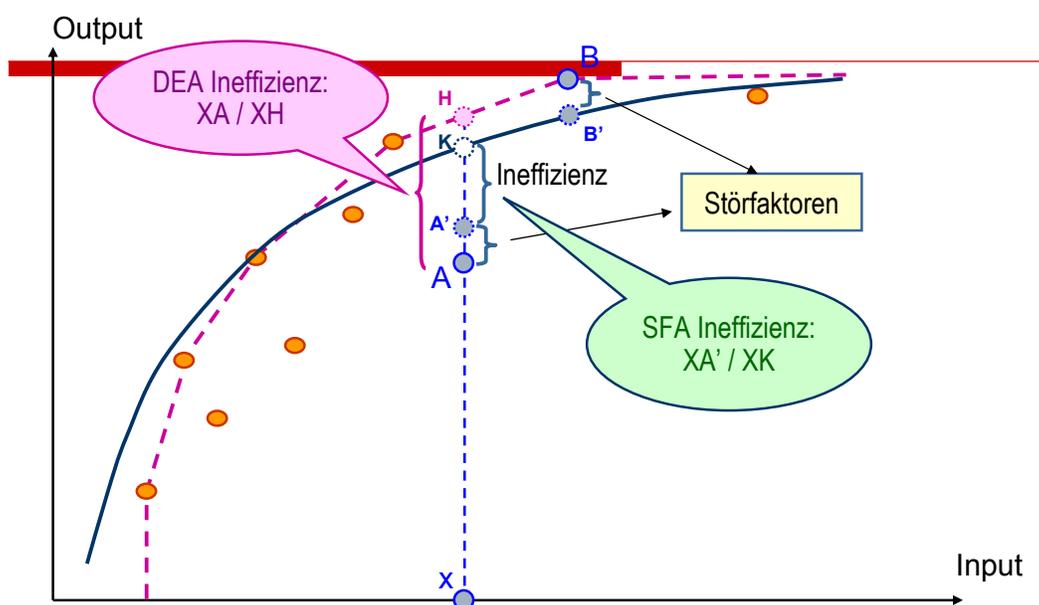
- Enthält Ansätze die Störfaktoren einzubeziehen.
- Es ist leichter mit Umweltvariablen zu arbeiten,
- Erlaubt traditionelles Hypothesen-Testen,
- Leichter Ausreisser zu identifizieren,
- Die Kosten Frontier und die Abstands-Funktion können multiplen Outputs behandeln.
- Erlaubt es unbeobachtete Heterogenität zu kontrollieren

Nachteile

- Die Dekomposition des Error-Terms in einen Störfaktor und Effizient kann beeinflusst werden:
 - ↳ Durch die spezifische Verteilungsform die gewählt wurde und
 - ↳ durch die zugeordnete Annahme dass die Error-Schiefe ein Indikator für Ineffizienz ist
 - ↳ Benötigt grosse Stichproben um robuste Schätzer zu erhalten, diese Datenmengen könnten nicht vorhanden sein,
- Nicht leicht zu verstehen.

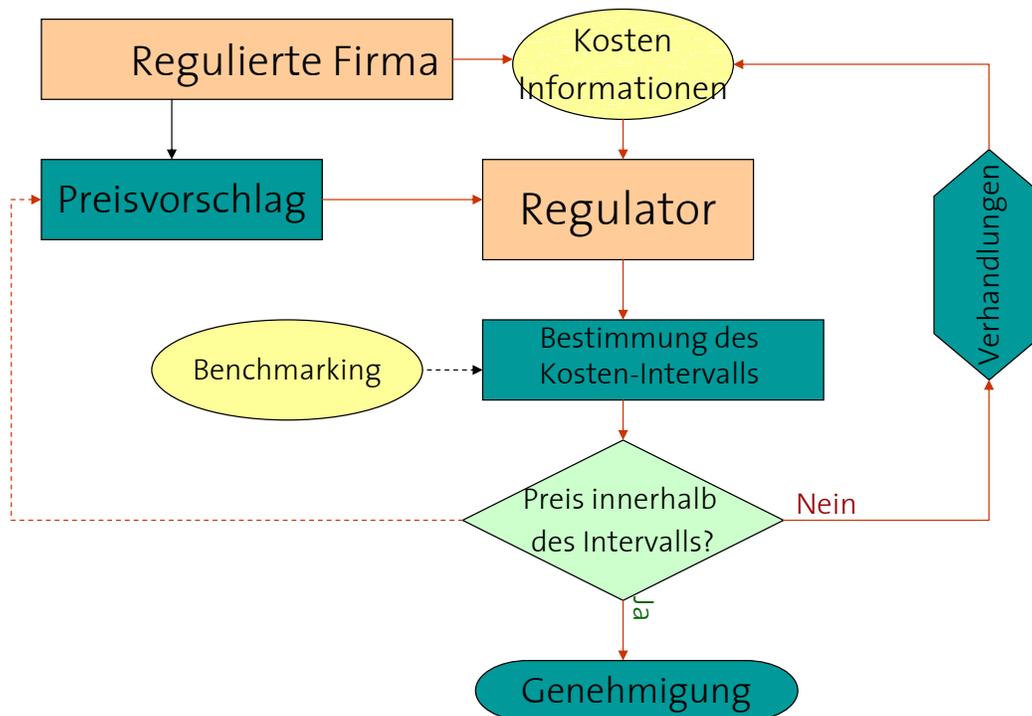
25

Produktions- (technische) Effizienz:



26

Eine mögliche Verbesserung der praktischen Anwendung der Kosten-Frontier Analyse:



Characteristics of regulatory practices in a selection of OECD ^a countries

| COUNTRY | REGULATION METHOD | APPROACH | EXPLICIT USE OF BENCHMARKING | BENCHMARKING LEVEL | BENCHMARKING METHODS |
|-----------------------------|--|----------|------------------------------|------------------------|---|
| Australia (New South Wales) | Revenue-cap until 2004, weighted average price-cap from 2004 | Ex ante | No | Individual | DEA, SFA, TFP |
| Austria | Price-cap | Ex ante | Yes | Generic and individual | DEA, Modified OLS, "Modellnetzanalyse" (engineering economics analysis) |
| Chile | Special case of Yardstick | Ex ante | Yes | For 5 typical zones | Engineering economic analysis (efficient model company is defined) |
| Finland | Expenditure-cap and rate of return | Ex post | No | Generic ^b | DEA |
| Netherlands | Yardstick | Ex ante | Yes | Generic | DEA |
| Norway | Revenue-cap | Ex ante | Yes | Generic and individual | DEA |
| Sweden | Special case of Yardstick | Ex post | Yes | Individual | DEA, Performance assessment model (engineering analysis) |
| United Kingdom | Price-cap | Ex ante | Yes | Generic and individual | COLS, Bottom-up engineering analysis |
| United States (California) | Price-cap with earnings sharing | Various | No | Individual | TFP studies |
| United States (Maine) | Price-cap with earnings sharing | Various | No | Individual | TFP studies |

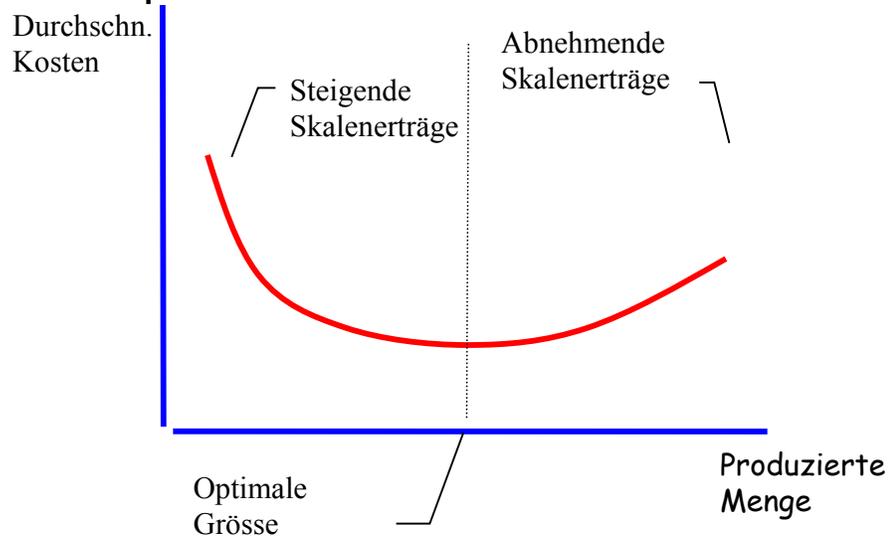
^a Except Chile: As one of the first countries that has de-regulated its electricity networks, Chile represents an interesting non-OECD case.

^b Planning for the use of individual efficiency scores starting from 2008.

References: Jamasb and Pollitt (2001), **Australia:** IPART (2004), Irastorza (2003); **Austria:** Riechmann and Rodgarkia-Dara (2006); **Chile:** Rudnick, Doloso (2000); **Finland:** Honkapuro et al. (2004), Energiamarkkinavirasto (2004); **Netherlands:** DTe (2005), Wals et al. (2003), Nillesen and Pollitt (2004); **Norway:** Ajodhia et al. (2003), Plaut (2002); **Sweden:** Viljainen et al. (2004), Sand and Nordgard (2004); **United Kingdom:** CEPA (2003), Irastorza (2003), Pollitt (2005); **USA:** CPUC (2000), MPUC (2005), Sappington et al. (2001).

Skalenineffizienz

- Optimale Grösse ist nicht erreicht

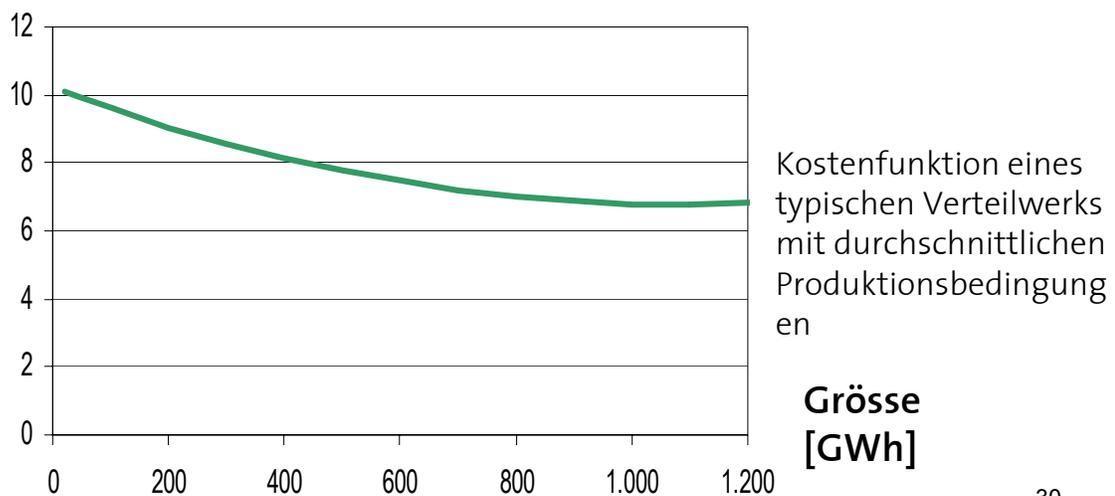


29

Ergebnisse: Grössenvorteile

Netzkosten Verteilung (150kV-220V), in Rp./kWh

Quelle: Filippini und Wild (2001)



30

Stochastische Frontier Modelle mit Panel-Daten

- Mundlak's (1978) Formulierung des RE Modells:

- Kontrolliert die Korrelation zwischen den erklärenden Variablen und die unbeobachtete Heterogenität
- unverzerrter (FE) Schätzer

$$\ln C_{it} = \ln C(y_{it}, w_{it}) + \alpha_i + v_{it} \quad \alpha_i \geq 0$$

$$\alpha_i = \alpha_0 + \gamma' \bar{x}_i + \delta_i$$

Ineffizienz

- TRE and TFE model (Greene, 2005a, b):

- zeitlich invariante Unbeobachtete Heterogenität
- Zeitlich variierende Ineffizienz

$$\ln C_{it} = \ln C(y_{it}, w_{it}) + \alpha_i + u_{it} + v_{it} \quad u_{it} \geq 0$$

Ineffizienz

Individuelle Heterogenität

Stochastischer Term

31

Funktionale Form

$$\ln \left(\frac{C}{P_P} \right)_{it} = \beta_0 + \beta_Y \ln Y_{it} + \beta_K \ln \left(\frac{P_K}{P_P} \right)_{it} + \beta_L \ln \left(\frac{P_L}{P_P} \right)_{it} + \gamma_1 \ln LF_{it}$$

$$+ \gamma_2 \ln AS_{it} + \gamma_3 \ln CU_{it} + \delta_1 HGRID_{it} + \delta_2 DOT_{it} + r_{it}$$

with $i = 1, 2, \dots, N$ and $t = 1, 2, \dots, T_i$

32

Die Parameter der Kosten-Frontier: Panel-Daten

| | GLS | | MLE | | True RE | |
|----------|--------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|
| | Coeff. | Std. Err. | Coeff. | Std. Err. | Coeff. | Std. Err. |
| $\ln Y$ | .783* | .031 | .789* | .037 | .754* | .004 |
| $\ln CU$ | .150* | .033 | .145* | .048 | .185* | .004 |
| $\ln AS$ | .052* | .009 | .046* | .014 | .056* | .001 |
| $\ln LF$ | -.234* | .038 | -.211* | .022 | -.155* | .007 |

- Geschätzte Funktionen haben einen hohen Erklärungsgehalt.
- Alle Parameter-Schätzungen sind signifikant und haben die erwarteten Vorzeichen.
- Einige Koeffizienten der verschiedenen Modelle sind sich ähnlich.