

Kurzüberblick

Benchmarking und Vergleichsmarktanalysen gewinnen in regulatorischen Preisprüfungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Kritiker eines solchen Vorgehens merken an, dass in der internationalen Praxis verschiedene Vergleichsverfahren Anwendung finden und zudem unterschiedliche Parameter (Variablen) zur Charakterisierung der Unternehmenssituation herangezogen würden. Dies wird als Indiz gewertet, dass Benchmarking nicht robust sein könne. Tatsächlich liegen Unterschiede in der Wahl von Methoden und Variablen oft unterschiedliche regulatorische Fragestellungen und strukturelle Konstellationen zugrunde. Im Rahmen dieses Papiers zeigen wir anhand internationaler Praxisbeispiele auf, wie regulatorische Zielsetzungen das Design des Benchmarkings bestimmen und damit auch die Effizienzbeurteilungen der Netzbetreiber beeinflussen.

1 Einleitung

Benchmarking- und Vergleichsmarktanalysen gewinnen in regulatorischen Preisprüfungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Kritiker eines solchen Vorgehens merken an, dass in der internationalen Praxis verschiedene Vergleichsverfahren Anwendung finden und zudem unterschiedliche Parameter (Variablen) zur Charakterisierung der Unternehmenssituation herangezogen würden. Dies wird als Indiz gewertet, dass Benchmarking nicht robust sein könne (erwartet würde vielmehr ein einheitliches Verfahren mit einheitlichen Variablen).

Diese Argumentation verkennt, dass Unterschiede in der Wahl der Methoden und Variablen bedingt sein können durch Unterschiede in

* Der Beitrag spiegelt die persönliche Meinung des Autors, Dr. Aria Rodgarkia-Dara, und nicht die des Arbeitgebers E-Control GmbH wider.

¹ Die Autoren bedanken sich bei Frau Janine Milczarek für die Durchführung ausgewählter Benchmarkinganalysen und die kritische Durchsicht und Kommentierung des Manuskriptes.

Regulatorisches Benchmarking – Konzeption und praktische Interpretation

Christoph Riechmann, Aria Rodgarkia-Dara^{*1}

- den regulatorischen Fragestellungen, z.B.
- ob nur die Effizienz des laufenden Betriebes oder auch die Effizienz der Netzdimensionierung hinterfragt werden soll; Im ersten Fall würde der tatsächliche Netzanlagenbestand als nicht vom Netzbetreiber zu verantwortender struktureller Parameter betrachtet. Im zweiten Fall wären exogene Maße für die Umweltkomplexität heranzuziehen und zu prüfen, ob die Gesamtkosten in diesem Kontext angemessen erscheinen. Welches Vorgehen sinnvoll ist, wird durch die politischen Ziele und rechtlichen Rahmenbedingungen bestimmt.
- ob große und kleine Unternehmen direkt miteinander verglichen werden sollen; Unterschiedliche Benchmarkingmodelle und Modellspezifikationen lassen beide Analysevarianten zu. Eine differenzierte Betrachtung kleiner und großer Unternehmen wäre z.B. angemessen, wenn Unternehmen ihre Betriebsgröße objektiv nicht verändern können, oder wenn sie zumindest aktuell nicht für eine suboptimale Betriebsgröße verantwortlich gemacht werden sollen.
- der Nutzung der Benchmarkingergebnisse, d.h. ob die Benchmarkingergebnisse formal oder informell bei der Tarifgenehmigung herange-

zogen werden sollen. Bei einem formalen Vorgehen wäre möglichen statistischen Unschärfen in der Analyse Rechnung zu tragen. Dies kann zum einen dadurch geschehen, indem eine gewisse Toleranzmarge eingeräumt wird, so dass von den Unternehmen nicht erwartet wird, sofort zum Vergleichsmaßstab aufzuschließen. Zum anderen kann eine Korrekturrechnung für statistische Unschärfen in der Benchmarkinganalyse (z.B. anhand der Stochastic Frontier Analyse; SFA) vorgenommen werden, um dadurch den Umfang statistischer Ungenauigkeiten mehr oder weniger genau zu bestimmen;

- den rechtlichen Anforderungen; Wird explizit eine Plausibilisierung von Ergebnissen gefordert, müssen in der Regel unterschiedliche Methoden verwendet werden.

Vor diesem Hintergrund würde die Verwendung international einheitlicher Verfahren und Variablen daher voraussetzen, dass die regulatorischen Ziele und auch die strukturellen Rahmenbedingungen der Unternehmen international identisch wären, was natürlich nicht

Dr. Christoph Riechmann
Frontier Economics
Wolfsstraße 16
50667 Köln

christoph.riechmann@frontier-
economics.com

der Fall ist. Die Auferlegung gleicher regulatorischer Vorgehensweisen und Ziele würde zudem innerhalb der EU auch Prinzipien der Subsidiarität zuwiderlaufen.

Daneben können national unterschiedliche Datenverfügbarkeiten zu leichten Variationen in der Parametrierung der Benchmarkingmodelle führen. Diesen praktischen Aspekt blenden wir nachfolgend aus und konzentrieren uns daher auf grundsätzlichere methodische Aspekte.

Im Rahmen dieses Papiers zeigen wir anhand internationaler Praxisbeispiele auf, inwiefern die regulatorischen Zielsetzungen das Design des Benchmarkings bestimmen. Anhand von anonymisierten Daten für österreichische Netzbetreiber zeigen wir zudem exemplarisch, wie sich unterschiedliche regulierungspolitische Zielsetzungen auf die Methodik des Benchmarkings und damit auch auf die *Benchmarkingergebnisse* auswirken können.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt. In Kapitel 2 werden kurz theoretische Konzepte zu Benchmarkingmethoden sowie den verwendeten Parametern dargestellt, wie sie sowohl in der akademischen Literatur als auch in der regulatorischen Praxis Anwendung finden. Kapitel 3 beschreibt internationale Erfahrungen bei der Gestaltung von Benchmarking. In Kapitel 4 wird die Ausgestaltung des Benchmarking in Österreich dargestellt. Dabei gehen wir auch auf den neueren ingenieurwissenschaftlichen Ansatz der Modellnetzanalyse ein. In Kapitel 5 findet sich eine empirische Untersuchung über die Verwendung unterschiedlicher Benchmarkingvariablen und -methoden anhand konkreter Daten für Österreich. Kapitel 6 fasst die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf die Verwendung von Benchmarking in der Regulierung.

2 Benchmarkingmethoden und Variablenauswahl – Die Theorie

Bei der Durchführung jedes Benchmarkingverfahrens sind zwei Analyse-schritte zu unterscheiden:

- die Auswahl des Benchmarkingverfahrens; und
- die Auswahl der Variablen.

2.1 Auswahl des Benchmarkingverfahrens

Allgemein werden mit Benchmarkingverfahren mathematische Modelle bezeichnet, die Output- und Inputmengen einzelner Unternehmen in Beziehung setzen und mit den resultierenden Produktivitätskennzahlen die Effizienz einzelner Unternehmen im Vergleich zu anderen Unternehmen einschätzen. Zur Abschätzung der relativen Effizienz sind verschiedene Algorithmen – Benchmarkingmodelle – verfügbar. Allen Modellen ist gemein, dass sie die Effizienz aller Unternehmen in Bezug auf Best-Practice Unternehmen angeben. Dabei ist die Effizienz von Best-Practice Unternehmen in der Regel auf 100% normiert.² Weniger effiziente Unternehmen erhalten einen Effizienzwert von weniger als 100%.

Im Wesentlichen können Benchmarkingverfahren nach der Art des Verfahrens zur Errechnung des Effizienzmaßstabs zwischen ökonometrischen Ansätzen (parametrisch) und Ansätzen linearer Optimierung (nicht-parametrisch) unterschieden werden. Beide Ansätze können darüber hinaus danach differenziert werden, ob sie zufällige Schwankungen in den Daten – und somit der entsprechenden Effizienzeinschätzung – berücksichtigen (stochastische Verfahren) oder nicht

(deterministische Verfahren). Die Unterscheidung beruht auf folgenden Kriterien:

- **Parametrisch** vs. **nicht-parametrisch**. Bei parametrischen Verfahren wird im Rahmen der Schätzung der Effizienzgrenze (im Folgenden auch „frontier“ bezeichnet) eine Gewichtung der Kosteneinflussfaktoren vorgenommen. Diese Gewichtung resultiert aus einer statistischen Regression der Kosten auf jene Faktoren, die diese Kosten verursachen. Z.B. mit der Methode der kleinsten Quadrate (*ordinary least squares*; OLS) wird auf diese Weise für jeden Kostenfaktor ein Parameter errechnet, der dessen Einfluss auf die Kostengröße ausdrückt. Im Rahmen nicht-parametrischer Verfahren bleibt eine solche Gewichtung offen.
- **Stochastisch** vs. **deterministisch**. Bei stochastischen Verfahren wird – anders als bei deterministischen Verfahren – berücksichtigt, dass die Effizienzgrenze mitunter durch Ausreißer bestimmt sein könnte, z.B. durch Unternehmen, die im Analysejahr eine außergewöhnlich hohe Netzhöchstlast zu verzeichnen hatten. Entsprechend wird bei stochastischen Ansätzen eine statistische Korrektur der Effizienzgrenze vorgenommen, die bedingt, dass die ausgewiesene relative Effizienz der schlechteren Unternehmen steigt.

Abbildung 1 klassifiziert eine Reihe der in der Literatur entwickelten, analytischen Benchmarkingmodelle.³

² Je nach Definition der Effizienzergebnisse können beim Verfahren der Stochastic Frontier Analyse (SFA) Unternehmen, die nach dem Corrected Ordinary Least Squares-Verfahren (COLS) als effizient erscheinen, bei der SFA auch als mehr als 100% effizient ausgewiesen werden.

³ Auf eine genauere Beschreibung der Benchmarkingmodelle wird aus Platzgründen verzichtet. Die Aufstellung in Abbildung 1 ist nicht erschöpfend und zu den einzelnen Ansätzen existieren weitere Literatur und weitergehende Modifikationen.

Abbildung 1: Auswahl an praktisch verfügbaren Benchmarkingverfahren

Schätzmethode	Non-parametrisch	Data Envelopment Analysis (DEA) -CRS: Charnes, Cooper, Rhodes (1978), -VRS: Banker, Charnes & Cooper (1984), Fare, Grosskopf & Lovell (1994); -non-convex FDH: Desprins, Simar & Tulkens (1984)	Stochastic bzw. chance constrained Data Envelopment Analysis (SDEA) -CRS/VRS: Land, Lovell & Thore (1993), Weyman-Jones (2001)
	Parametrisch	Corrected/Modified Ordinary Least Squares CRS & VRS regression (COLS, MOLS & goal programming) Greene (1997), Lovell (1993), Aigner & Chu (1968)	Stochastic Frontier Analysis (SFA) -CRS/VRS: Aigner, Lovell & Schmidt (1977), Battese & Coelli (1992), Coelli, Rao and Battese (1998)
		Deterministisch	Stochastisch
Messung der Effizienz relativ zur <i>Frontier</i>			

Quelle: Frontier Economics / Tom Weyman-Jones

Die verschiedenen Benchmarkingverfahren weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf.⁴ So ist beispielsweise ein wesentlicher Vorteil der nicht-parametrischen Verfahren (Data Envelopment Analysis; DEA), dass keine funktionelle Form für die Kosten- bzw. Produktionsfunktion unterstellt werden muss. Andererseits kann mit solchen Verfahren nicht die Signifikanz der verwendeten Variablen ermittelt werden. Besonders in der Regulierungspraxis ist es deshalb notwendig *ex ante* Kriterien für die Auswahlmethodik zu bestimmen und daran die Methodenempfehlung zu knüpfen.⁵ In der akademischen Literatur zum Benchmarking von Verteilnetzbetreibern weit verbreitet ist einerseits die nichtparametrische-deterministische DEA und andererseits die parametrische-stochastische SFA.⁶

⁴ Für eine kompakte Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von Benchmarkingverfahren sei auf CEPA (2003) verwiesen.

⁵ Vgl. Sumicsid (2003a).

⁶ Vgl. Estache/Rossi (2004); Ajodhia/Petrov/Scarsi (2004); Edvardsen/Forsund (2003); Giannakis/Jamasb/Pollitt (2003); Ajodhia/Petrov/Scarsi (2003); Jamasb/Pollitt (2001); Filippini/Wild/Kuenzle (2001); Burns/Davies/Riechmann (1999); Burns/Weyman-Jones (1996).

2.2 Variablenauswahl

2.2.1 Inputvariablen

Als Kostengrößen, welche als (abhängige) Inputvariable herangezogen werden, können entweder nur die OPEX oder OPEX+CAPEX gemeinsam verwendet werden. Die Verwendung von OPEX+CAPEX (d.h. Gesamtkosten) hat den Vorteil, dass die Benchmarkingergebnisse nicht durch die Wahl der Kapitalintensität im Produktionsprozess verzerrt werden können. Bei Fokussierung des Benchmarking nur auf OPEX, können Anreize entstehen, OPEX als Kapitalkosten zu deklarieren (z.B. bei bestimmten Instandhaltungsmaßnahmen) oder sogar Investitionen bestimmten betriebskostenintensiven Lösungen vorzuziehen, nur um das OPEX-Benchmarkingergebnis zu verbessern.⁷

Die Verwendung von OPEX+CAPEX (d.h. Gesamtkosten) hat also den Vorteil, dass keine falschen Anreize für eine suboptimale Kapitalintensität gesetzt werden, da eine Substitution von OPEX durch CAPEX keine Änderung der Effizienzwerte bedingt

⁷ Vgl. Burns/Riechmann (2004a und b).

(außer, wenn hierdurch tatsächlich Gesamtkosten eingespart werden können). Bei der Bestimmung der CAPEX können jedoch aufgrund unterschiedlicher Abschreibedauern oder Aktivierungspolitiken Probleme entstehen, die durch eine Standardisierung der CAPEX gemildert werden müssen. Dies wurde auch von der Bundesnetzagentur (2006) im Rahmen ihrer Empfehlung zur Ausgestaltung der Anreizregulierung als wesentlicher praktischer Aspekt identifiziert. Als Alternative zu den Kosten als Inputvariablen bieten sich die Umsätze oder physische Größen an.⁸

2.2.2 Outputvariablen

Erfahrungen aus internationalen Benchmarkingprozessen zeigen, dass die Auswahl der Leistungs- und Strukturvariablen, die als (unabhängige) Outputvariablen in das Benchmarking eingehen, eine Herausforderung darstellt. Die Frage, welche Faktoren die exogenen strukturellen Unterschiede des Unternehmensumfelds abbilden können, wird besonders in der Regulierungspraxis rege diskutiert. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass die verwendeten Outputvariablen nicht in der Entscheidungsmacht der Unternehmen stehen, da sie in diesem Falle einen Anreiz zu einer strategischen Beeinflussung der Variablen haben.⁹ Einige Autoren zweifeln deshalb sogar grundsätzlich die Zulässigkeit von Benchmarking zum Zwecke der Regulierung an, da nicht unterschieden werden kann, ob schlechte Effizienzwerte eines Unternehmens durch Ineffizienz oder bloß durch unangemessene oder fehlende Outputvariablen – z.B. ein Faktor der die Zersiedelung adäquat abbildet – verursacht sind.¹⁰

⁸ Der australische Regulator, IPART, wählte beim Benchmarking der Gasnetzbetreiber eine Mischung aus monetären und physischen Inputvariablen. Für die OPEX wurden monetäre Werte herangezogen, während als Schätzer für die CAPEX die Leitungslängen verwendet wurden (Carrington/Coelli/Groom, 2002).

⁹ Jamasb/Nillesen/Pollitt (2003).

¹⁰ Vgl. Irastorza (2003).

Grundlage der Auswahl von Leistungs- und Strukturvariablen ist in der akademischen Literatur aber auch der internationalen Regulierungspraxis zumeist eine Liste von Größen, bei denen ein Zusammenhang mit den Netzkosten vermutet wird, weil dies intuitiv plausibel erscheint (z.B. der Zusammenhang zwischen Netzlast und den Kosten der Netzinfrastruktur oder der Zusammenhang zwischen Versorgungsdichte [Netzanschlüsse/km²] und den durchschnittlichen Kosten der Netzinfrastruktur) oder sich aus dem aktuellen oder historischen Preissystem der Unternehmen ergibt (z. B. die Einhebung von Arbeitspreisen oder zumindest Arbeitspreiskomponenten [Euro/MWh] in den Netztarifen durch Netzbetreiber könnte darauf schließen lassen, dass transportierte Energiemengen [MWh] eine Kosteneinflussgröße darstellen).¹¹

So findet sich bei Jamasb/Pollitt (2001) eine Auflistung der Outputvariablen samt deren Häufigkeit aus 20 Benchmarkingstudien für Verteilnetzbetreiber. Exemplarisch seien genannt: verteilte Energie (12), Anzahl der Kunden (11), Versorgungsgebiet (6), Netzlänge (4), Höchstlast (4), Anzahl der Transformatoren (1), Transformatorrenkapazität (1) und Distanzindex (1).¹²

3 Internationale Praxis

Nachfolgend stellen wir einige international praktizierte Ansätze aus den Niederlanden, Großbritannien, Norwegen und Schweden vor.

3.1 Das Betriebskostenmodell von DTe (Niederlande)¹³

Der niederländische Regulator, DTe, hat 2000 mittels einer DEA die Effizienz der Unternehmen und auf dieser Basis die individuellen Produktivitätsabschläge ermittelt. Der niederländische Regulator war dabei verpflichtet, historischen Investitionen Rechnung zu tragen und anhand des Benchmarking zu identifizieren, inwieweit Ineffizienzen auf überhöhte laufende Betriebskosten (OPEX) oder überhöhte Preise bei der Beschaffung von Anlagegütern zurückzuführen sind.

Vor diesem Hintergrund wurden als Inputs die Gesamtkosten herangezogen, wobei bei den CAPEX eine Standardisierung vorgenommen wurde. Zugleich wurden aber als Outputs die Anzahl der Transformatoren und die Netzlänge erfasst. Damit konnten Unternehmen höhere Kapitalkosten durch den Nachweis eines höheren Anlagenbestandes – nicht aber durch höhere Einstandspreise der Anlagen – rechtfertigen. Bei der Auswahl der Leistungs- und Strukturvariablen wurde ferner auf Kostenzusammenhänge abgestellt, die sich aus dem Preissystem der Unternehmen ergeben haben. Die verteilte Energie, die Anzahl der Kunden (groß, klein), und die Netzhöchstlast (Verteilnetzebene, Übertragungsnetzebene) wurden als Leistungsparameter gewählt.¹⁴

Seit der zweiten Regulierungsperiode setzt DTe einen vereinfachten Ansatz ein. DTe definiert dabei zunächst für jedes Unternehmen eine Verhältniszahl zwischen Input und einer zusammengesetzten Outputvariable. Dann wird der geringste (effizienteste) Wert dieser Verhältniszahl ermittelt. Die ein-

zelnen Werte der Unternehmen werden in der Folge mit diesem geringsten Wert dividiert, was einen Wert für die Effizienz zwischen 0% - 100% ergibt. Als Output verwendete DTe einen *zusammengesetzten Output*, der sich aus den gewichteten transportierten Mengen und der gewichteten Anzahl der Kundenanschlüsse zusammensetzt. Als Gewichtungsfaktoren werden die durchschnittlichen niederländischen Entgelte verwendet. Weitere strukturelle Unterschiede werden in der Benchmarkinganalyse nicht erfasst, sondern in einem separaten Projekt untersucht.¹⁵

3.2 Benchmarking durch OFGEM (Großbritannien)

Der englische Regulator, OFGEM, hat im Preiskontrollverfahren für Verteilnetzbetreiber (DCPR) 2005-2010 eine Änderung der Benchmarkingmethoden erwogen.¹⁶ Schlussendlich behielt OFGEM jedoch die alte Methode bei. In GB werden weiterhin nur die OPEX Kosten (CAPEX Kosten werden gesondert geprüft) gegen eine *Composite Scale Variable* (50% Netzlänge, 25% Anzahl der Kunden, 25% verteilte Energie) mittels Corrected Ordinary Least Square (COLS) verglichen. Geändert wurden die Gewichtungen der *Composite Scale Variable*, jedoch gab OFGEM hierfür weder eine technisch noch ökonomisch Begründung.

3.3 Benchmarking durch NVE (Norwegen)

Der norwegische Regulator, NVE, verwendete als Methode zum Vergleich von Verteilnetzbetreibern sowohl 1997 als auch 2001 eine DEA. Es wurden jedoch bei den Inputs, Leistungs- und Strukturvariablen Änderungen vorgenommen. Zu den Inputs von 1997 – Mitarbeiter, sonstige OPEX, Netzver-

¹³ Für eine umfassendere Beschreibung vgl. z.B. Frontier Economics (2006) und Burns/Jenkins/Mikkers/Riechmann (2006).

¹⁴ Aufgrund einer Unklarheit im Gesetz hat DTe für die erste Regulierungsperiode einen für alle Unternehmen einheitlichen Produktivitätsabschlagsfaktor angesetzt, der nicht den strukturellen Unterschieden zwischen den Unternehmen Rechnung getragen hat. In der zweiten Regulierungsperiode gibt es jedoch sehr wohl unternehmensindividuelle Produktivitätsabschlagfaktoren, die von DEA-Effizienzergebnisse abhängen.

¹⁵ The Brattle Group (2006): „We conclude that only two factors constitute regional differences that we can measure objectively and reliably: the costs of water crossings that exceed one kilometer in length, and the local taxes paid by companies.“ (S. 1)

¹⁶ Vgl. CEPA (2003).

¹¹ Allerdings spiegeln Preisstrukturen nicht zwingend Kostentreiber wider, sondern können z.B. auch als Anreizmechanismen zum Energiesparen dienen.

¹² Gleichzeitig werden die verteilte Energie (2), Anzahl der Kunden (1), die Leitungslänge (11) und die Transformatorrenkapazität (11) auch als Inputvariablen in den Studien verwendet. So können die Netzlängen beispielsweise als Schätzer für die Kapitalkosten verwendet werden.

luste, Wert der Kapitalbasis – kamen 2001 noch Kosten für Qualität dazu, wodurch strukturell bedingte Unterschiede erfasst werden sollten. Die Outputs blieben mit der Anzahl der Kunden und der verteilten Energiemenge gleich. Für die Regulierungsperiode beginnend mit 2007 hat NVE die Benchmarkinganalyse um Tests für den Einfluss von exogenen Faktoren (z.B. Klima, topologische Eigenschaften) erweitert.

3.4 Verwendung von virtuellen Netzen („Grüne Wiese“-Netze) zur Regulierung von natürlichen Monopolen (z.B. Schweden)

Neben dem Vergleich von realen Unternehmen miteinander zur Bestimmung der Effizienz finden sich bei der Regulierung von natürlichen Monopolen auch Ansätze, bei denen reale Unternehmen mit fiktiven Unternehmen verglichen werden. Hierbei wird aufgrund von technischen Planungsalgorithmen basierend auf dem letzten Stand der Technik ein „grüne Wiese“-Netz – d.h. optimale Netzlänge und Transformatorkapazität – für ein bestimmtes Versorgungsgebiet und der dazugehörigen Versorgungsaufgabe ermittelt.¹⁷ Daraufhin werden die Kosten basierend auf aktuellen Werten für dieses optimale „grüne Wiese“-Netz errechnet und mit den aktuellen Kosten des realen Unternehmens in diesem Versorgungsgebiet verglichen. Die Verwendung von „grüne Wiese“-Netzen wird beispielsweise im Tele-

kommunikationssektor zur Regulierung der Zusammenschaltungsentgelte im Festnetz angewandt. Hier bilden die dadurch errechneten *Long Run Average Incremental Costs* eines optimalen Netzes die Untergrenze für die regulierten Zusammenschaltungsentgelte des natürlichen Monopolisten.¹⁸

Auch im Elektrizitätssektor finden sich Beispiele für Vergleiche von realen mit virtuellen Unternehmen. Zu nennen wäre hier das *Network Performance Assessment Model* (NPAM) in Schweden.¹⁹ Mit dem NPAM will der schwedische Regulator, STEM, angemessene Erlöse für einen Netzbetreiber ermitteln, welche die Kosten eines die Versorgungsaufgabe erfüllenden fiktiven optimalen Netzes widerspiegeln.

Als Eingangsdaten für das fiktive Netz werden unter anderem Werte für die Position jedes Kunden (Groß- und Kleinkunde), seine verbrauchte Energie und Höchstlast benötigt. Das fiktive Netz selbst besteht aus vier Spannungsebenen. STEM nimmt an, dass alle Leitungen verkabelt sind und nur ein Transformatortyp verwendet wird. Die Leitungen verbinden die Kunden- und Knotenpunkte auf dem kürzesten Weg, wobei in der Folge eine geographische Anpassung – *de facto* Verlängerung – vorgenommen wird. Die Kosten pro Anlagekomponente sind eine Funktion der Kundendichte. So ist beispielsweise der Preis pro Meter für Mittelspannungsleitungen in urbanen Gebieten höher als in ländlichen. Des Weiteren enthält das NPAM einen Qualitätsanpassungsfaktor mit dem qualitätssichernde Netzredundanzen erfasst werden.

Ausgehend von den Eingangsdaten wird der Wiederbeschaffungswert der Anlagen des virtuellen Netzes und daraus die CAPEX errechnet. Die OPEX ergeben sich aus den laufenden Instandhaltungs- und Betriebskosten als fixer Prozentsatz des Wiederbeschaffungswertes der Anlagen und den kun-

denbezogenen Kosten als Fixwert pro Kunde. Zu den CAPEX und OPEX werden dann noch Qualitätskosten zugezählt. Die dadurch ermittelten Gesamtkosten für das fiktive Unternehmen werden sodann mit den realen Kosten des Unternehmens im Versorgungsgebiet verglichen und daraus die Angemessenheit der aktuellen Kosten festgestellt.

Positiv ist am schwedischen NAPM hervorzuheben, dass anstatt intuitiver Kostenzusammenhänge eine strukturierte und detaillierte Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Versorgungsaufgabe eines realen Unternehmens – widergespiegelt im Anlagebestand des fiktiven Netzes – und den dadurch verursachten Kosten vorgenommen wird. Dies erfolgt jedoch zum Preis hoher Projektentwicklungskosten und -zeiten für den Regulator als auch für die Unternehmen.²⁰ Bei Honkapuro et al. (2004) finden sich darüber hinaus inhaltliche Kritikpunkte am Planungsalgorithmus des NAPM. Beispielsweise wird die nicht adäquate Berücksichtigung der Last- und Mengenentwicklung im Zeitverlauf kritisiert, welche zu einer Unterschätzung des notwendigen Anlagebestandes des fiktiven Netzes führen kann und somit die Verwendung des Ergebnisses des NAPM zu Zwecken der Regulierung in Frage stellt.

4 Fallstudie: Österreich

Der von der österreichischen Regulierungsbehörde E-Control gewählte Ansatz zeichnet sich insbesondere aus durch:

- einen Vergleich auf Gesamtkostenbasis („Gesamtkostenmodell“) – anders als in den Niederlanden werden den Kosten nicht die tatsächlichen Anlagenbestände gegenübergestellt, so dass nicht nur die Effizienz bei den laufenden Betriebs-

¹⁷ Im Rahmen von Modellnetzanalysen wird die Versorgungsaufgabe durch bestimmte statistische Kenndaten wie Anschlussdichte und Lastdichte beschrieben. Dabei wird angenommen, dass alle Kundenanschlüsse in der analysierten Fläche gleichmäßig (homogen) verteilt sind. Im Rahmen von komplexeren Referenznetzanalysen werden mittels geographischer Informationssysteme die tatsächliche Lage von Anschlusspunkten und Restriktionen hinsichtlich möglicher Trassenführungen berücksichtigt. Vgl. Fritz/Lüdorf/Haubrich (2002), Fritz/Zimmer (2004), Katzfey et al. (2004).

¹⁸ Vgl. WIK (2000).

¹⁹ Auch in Chile und Spanien erfolgt die Effizienzanalyse von realen Unternehmen mittels virtuellen Unternehmen (vgl. Sumicsid, 2003b).

²⁰ Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang die Kosten für das GIS-System zur genauen Positionierung der Kunden, welche zur Gänze von den Unternehmen getragen werden mussten (vgl. Sumicsid, 2003b: 20ff).

- kosten sondern auch bei den Kapitalkosten analysiert wird.
- die Auswahl der beim Vergleich zu berücksichtigenden Strukturvariablen basiert auf einem **ingenieurwissenschaftlichen Ansatz**, der sogenannten Modellnetzanalyse.
 - Verwendung von **mehreren Benchmarkingmethoden** bei der Ermittlung der Effizienzwerte für die Unternehmen.
- Diese Aspekte beschreiben wir nachfolgend.

4.1 Verwendung der Modellnetzanalyse für die Auswahl der Leistungs- und Strukturparameter

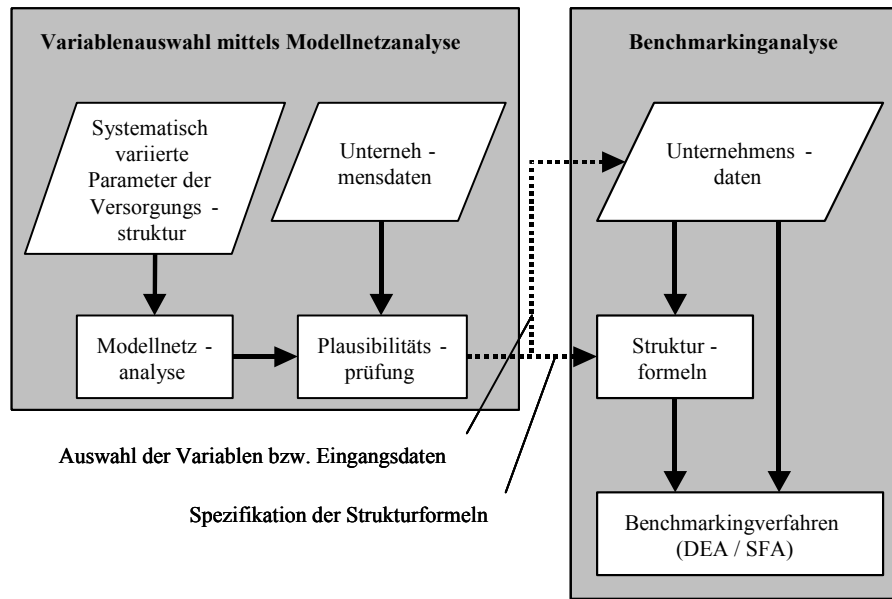
Bei der Ausgestaltung der Benchmarkinganalyse der österreichischen Verteilnetzbetreiber wurde versucht, die *intuitiv plausiblen* Kostenzusammenhänge mit Outputvariablen einer Objektivierung zu unterziehen. Gleichzeitig sollten jedoch die Informationsanforderungen an die Unternehmen und die Projektdauer der Benchmarkinganalyse möglichst minimal gehalten werden. Zu diesem Zwecke wurden unter Anwendung der ingenieurwissenschaftlichen *Modellnetzanalyse* (MNA)²¹ sowohl die Art als auch die funktionale Form der Wirkungszusammenhänge zwischen Strukturgrößen, die die Versorgungsaufgabe eines hypothetischen Netzbetreibers charakterisieren, und dem strukturell bedingten Anlagenumfang ermittelt. Die MNA ist somit ein vorgehaltener Schritt im Rahmen der Variablenauswahl.

Durch Variation der Eingangsgrößen der MNA in jeweils realistischen Bandbreiten wurden mehrere tausend Modellnetze zur Identifikation der signifikanten Wirkungszusammenhänge entworfen. Es zeigte sich:

- Es gibt keine einzelne Einflussgröße, die den gesamten Anlagenumfang zufriedenstellend erklärt. Der erforderliche Umfang an Netzanla-

²¹ Hierzu wurde ein entsprechendes Tool des Unternehmens Consentec eingesetzt.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Modellnetz und Benchmarkinganalyse



Quelle: Frontier Economics / Consentec

- Die Dimensionierung der Umspannebenen wird wesentlich von der summarischen Lastdichte (Höchstlast pro Fläche) aller jeweils untergelagerten Netzebenen bestimmt. Der Zusammenhang zwischen diesen Größen ist linear.
- Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Leitungsdichte (Leitung/km²) und der Anschlussdichte (Netzanschlüsse/km²) der jeweiligen Netzebene, wobei der funktionale Zusammenhang sich als quadratwurzelförmig und somit stark nichtlinear darstellt.

Als Kostentreiber ergeben sich aus der MNA die Lastdichte und Anschlussdichte je Netzebene, wobei sich beide als Dichtemaße jeweils auf eine Bezugsfläche beziehen. Zur Verwendung als Outputvariablen müssen jedoch diese Verhältniszahlen in absolute Kenngrößen umgerechnet werden. Bei Vorliegen eines linearen Zusammenhangs geschieht dies durch die Multiplikation mit der Fläche, woraus sich aus der relativen Kenngröße – Lastdichte – die absolute Kenngröße – Netzhöchstlast –

ergibt. Aufgrund der Nichtlinearität bei der Anschlussdichte bleibt die Bezugsfläche jedoch auch in der absoluten Kenngröße erhalten, weshalb sich an die Umrechnung höhere Informationsanforderungen stellen.

Bei der Umrechnung in die absoluten Kenngrößen werden reale geographisch differenzierte Daten herangezogen, die einerseits von den Unternehmen selbst – Netzanschlüsse und Netzhöchstlasten – und andererseits von Statistik Austria – Flächen und Gebäudeanzahl – stammen. Bezüglich der Netzanschlüsse NSP wurden in Ermangelung ausreichend differenzierter Daten von Unternehmensseite Schätzungen für die Anzahl der Netzanschlüsse pro Zählsprengel basierend auf der verfügbaren Gebäudeanzahl vorgenommen (Tabelle 1). Gleichzeitig muss betont werden, dass die aus der Umrechnung ermittelte Outputvariable *flächengewichtete transformierte Anschlussdichte* zwar in der Dimension km gemessen wird, was der Dimension der Leitungslänge entspricht. Diese Größe ist aber z.B. nicht mit der Größe „optimale Netzlänge“ wie sie etwa im schwedischen NPAM genutzt wird zu vergleichen, sondern enthält vielmehr kom-

Tabelle 1: Liste der anhand der MNA ermittelten Leistungs- und Strukturvariablen

Einflussgröße gemäß Modellnetzanalyse	Empfohlene Outputvariable	Empfohlene – praktisch verfügbare – Datenbasis	Empfohlene geographische Differenzierung
Anschlussdichte NSP	flächengewichtete Anschlussdichte NSP	Gebäudeanzahl pro NSP-Fläche, skaliert mit aggregierter Anschlusszahl NSP	je Zählsprengel
Lastdichte NSP	Netzhöchstlast der Ebenen 6 und 7	Netzhöchstlast der Ebenen 6 und 7	keine
Anschlussdichte MSP	flächengewichtete Anschlussdichte MSP	Anschlusszahl MSP pro Dauersiedlungsraum	je politischer Gemeinde
Lastdichte MSP+NSP	Netzhöchstlast der Ebenen 4 bis 7	Netzhöchstlast der Ebenen 4 bis 7	keine
Anschlussdichte HSP	flächengewichtete Anschlussdichte HSP	Anschlusszahl HSP pro Dauersiedlungsraum	keine

Quelle: Frontier Economics / Consentec

pakte Informationen über die Zersiedelung und die Größe des Versorgungsgebietes.

Die basierend auf den funktionellen Wirkungszusammenhängen der MNA ermittelten absoluten Kennzahlen – flächengewichtete transformierte Anschlussdichte und Netzhöchstlast – wurden in der Folge gemeinsam mit anderen Variablen, die in der internationalen und nationalen Diskussion eine Rolle spielten, mittels Regressionsanalyse auf deren statistische Signifikanz überprüft. Daraus ergab sich die statistische Signifikanz der auch anhand der MNA als statistisch signifikant identifizierten Outputvariablen. Bei den anderen Variablen – z.B. Verkabelung – konnte keine Signifikanz festgestellt werden, weshalb nur die fünf Outputvariablen aus Tabelle 1 schlussendlich für die Benchmarkinganalyse herangezogen wurden.

4.2 Kombination von Benchmarkingverfahren

Bei der Berücksichtigung von Benchmarkingergebnissen ist zu be-

rücksichtigen, dass diese in zwei Richtungen verzerrt sein können:

- Sie könnten zu niedrig sein, d.h. ein Unternehmen könnte zu ineffizient erscheinen, da aufgrund der Verwendung von deterministischen Methoden statistische Unschärfen in den Daten nicht korrigiert werden und somit ein Datenrauschen als Ineffizienz gedeutet wird.
- Sie könnten zu hoch sein, d.h. ein Unternehmen könnte als zu wenig ineffizient erscheinen, da aufgrund der Eigenschaft der verwendeten Methode Alleinstellungsmerkmalen von Unternehmen – die nominell zu hohen Effizienzwerten führen können – zu viel Gewicht zugewiesen wird.

In beiden Fällen kann es bei einer unreflektierten Übernahme der Effizienzwerte zu Ungleichbehandlungen von *tatsächlich* effizienten (ineffizienten) und nur *scheinbar* effizienten (ineffizienten) Unternehmen kommen.

Dem Problem der verzerrten Ergebnisse wurde in Österreich bei der Konzeption der Benchmarkinganalyse

durch die Verwendung von zwei Benchmarkingmethoden Rechnung getragen. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass beide Methoden nicht die gleichen Eigenschaften aufweisen, da ansonsten die Offenlegung der oben genannten Verzerrungen nicht möglich ist und die Kontrollmethode somit nicht die beabsichtigte Wirkung entfaltet. Als Methoden wurden für die Regulierungsperiode 2006-2009 ausgewählt:

- **Data Envelopment Analysis (DEA):** Es handelt sich hier um ein *nichtparametrisches* und *deterministisches* Verfahren.
- **Modified Ordinary Least Squares (MOLS):** Es handelt sich hier um ein *parametrisches* und „*stochastisches*“ Verfahren.

In vorherigen Diskussionen wurde – basierend auf einem größeren Datensatz – als *Hauptmethode* eine DEA und als *Kontrollmethode* eine SFA²² angelegt, wobei das Verhältnis zwischen Haupt- und Kontrollmethode jedoch nicht abschließend bestimmt wurde. Von Seiten der Netzbetreiber wurde vorgeschlagen, immer den besseren Effizienzwert aus Haupt- und Kontrollmethode heranzuziehen. E-Control argumentierte jedoch, dass eine unreflektierte Verwendung des besseren Effizienzwertes ohne Analyse der Gründe für die Differenz dem Zweck der Kontrolle widerspricht, beispielsweise wenn ersichtlich ist, dass die Effizienz von Netzbetreibern in der DEA durch Alleinstellungsmerkmale bestimmt wird.²³

In der Benchmarkinganalyse im Rahmen der Anreizregulierung 2006-2009 entfiel deshalb die Klassifizierung

²² Endgültig verwendete der österreichische Regulator E-Control statt eines SFA Ansatzes einen Modified Ordinary Least Squares Ansatz (MOLS), da die letztlich verwendete Stichprobe mit rund 20 Unternehmen für die Anwendung einer SFA Analyse zu klein war.

²³ Dies wird auch von Sumicid (2005: 79) angemerkt: „Although one can provide theoretical arguments in favor of using the uncorrected estimates, namely the individual rationality that calls for conservative estimates, one can also make a case for the use of corrected efficiency scores. This would allow for a more equal treatment of the different distributors.“

in eine Haupt- und Kontrollmethode, sondern die Effizienzwerte wurden durch eine Gewichtung von zwei Benchmarkingverfahren (DEA und MOLS) ermittelt.

5 Empirische Analyse – Einfluss des Regulierungsrahmens auf die Benchmarkingergebnisse

In diesem Abschnitt illustrieren wir anhand von Daten österreichischer Netzbetreiber, inwiefern die Benchmarkingmethode und damit die Benchmarkingergebnisse durch den Regulierungsrahmen beeinflusst werden.

Die in der Folge verwendeten anonymisierten Daten aus dem Jahre 2001 beziehen sich auf 55 Netzbetreiber. Dieser ältere Datensatz wurde bevorzugt, da diese Stichprobe größer ist als die endgültig für die Tarifsetzung verwendete Stichprobe, in der lediglich rund 20 Unternehmen erfasst wurden.²⁴

Dabei betrachten wir folgende Eingangs bereits erwähnte Dimensionen (Tabelle 2).

5.1 Benchmarking der Gesamtkosten (A) versus laufenden Betriebskosten (NL)

In der Folge wird die Frage gestellt, welche Effizienzen österreichische Netzbetreiber aufweisen, wenn man sie auf der Grundlage des weiter oben beschriebenen niederländischen Modells statt auf der Basis des verwendeten österreichischen Modells vergleicht.

Eine Gegenüberstellung des *österreichischen* und *niederländischen* An-

²⁴ Für eine detaillierte Beschreibung der Benchmarkinganalyse in Österreich, welche im Rahmen der Implementierung der Anreizregulierung für Stromverteilnetzbetreiber für die Regulierungsperiode 2006-2009 durchgeführt wurde, sei auf Energie-Control Kommission (2005) verwiesen.

Tabelle 2: Regulatorische Fragestellung und Variation des Benchmarkingansatzes

Regulatorische Fragestellung	Methodischer Ansatzpunkt
1. Effizienz des laufenden Betriebs oder zusätzlich auch die Effizienz der Netzdimensionierung	Variation der Variablen
2. Formale Anforderungen zur Plausibilisierung von Ergebnissen (insb. Identifikation einer Alleinstellung bei DEA)	Variation der Methodik und Variablen (methodische Zwischenschritte)
3. Gleichbehandlung großer und kleiner Unternehmen	Variation der Methodik (CRS versus VRS)
4. Formale oder informelle Nutzung der Effizienzergebnisse und damit Notwendigkeit zur Prüfung statistischer Unschärfen	Variation der Methodik (deterministisch versus stochastisch)

Tabelle 3: Liste der anhand der MNA ermittelten Leistungs- und Strukturvariablen

Kostentreiber (MNA und Signifikanztest)	Outputvariablen, Österreich	Outputvariablen, Niederlande
Anschlussdichte	flächengewichtete Anschlussdichte NSP, MSP, HSP	Anzahl der Kunden (groß/klein) Netzlänge (NSP, MSP, HSP) (Anzahl der Transformatoren)
Lastdichte	Netzhöchstlast MSP+NSP, NSP	Verteilte Energie (MWh) Höchstlast (Verteilnetz-/Übertragungsnetzebene) Anzahl der Transformatoren

satzes findet sich in Tabelle 3, wo auch die Zuweisung zu den durch die Outputvariablen abgebildeten Kosten vorgenommen wird. Als Schätzer für die Umweltkomplexität werden im *niederländischen* Ansatz die – zumindest mittelfristig – in der Entscheidungsfreiheit des Unternehmens liegende reale Netzlänge verwendet, die im *österreichischen* Ansatz durch die aus der Anschlussdichte abgeleitete Modellnetzlänge, die nicht durch das Unternehmen beeinflusst werden kann und mehr Information als die realen Netzlängen enthält, ersetzt werden.²⁵

²⁵ Vgl. Burns/Huggins/Riechmann/Weyman-Jones, T. (2000).

Unterschiede bei den Eingangsvariablen ergeben sich daraus, dass:

- in den Niederlanden durch die Berücksichtigung der tatsächlichen Leitungslängen der Vergleich auf Basis von Gesamtkosten in eine Prüfung der Effizienz der laufenden Betriebskosten überführt wurde; und
- in Österreich eine differenzierte Auswahl von Leistungsparametern anhand ingenieurtechnischer Analysen durchgeführt wurde.

Ceteris paribus ist damit zu rechnen, dass der niederländische Ansatz eine geringere Streuung der Effizienzergebnisse bedingt, da Ineffizienzen aufgrund eines potentiell überhöhten An-

lagenbestandes aus der Analyse ausgeblendet wurden.

Diese Einschätzung bestätigt sich aufgrund von Abbildung 3, wo basierend auf Daten österreichischer Netzbetreiber die DEA-Effizienzscores für beide Ansätze (DEA (Ö), d.h. DEA Effizienzscores mit österreichischen Daten, auf Basis des *österreichischen Modells* bzw. DEA (NL), d.h. DEA Effizienzscores mit österreichischen Daten auf Basis des *niederländischen Modells*), ermittelt werden. Erwartungsgemäß sind die DEA (NL) tendenziell größer – die Unternehmen erscheinen also effizienter – als die DEA (Ö), was sich auch in einem höheren Durchschnittseffizienzwert (87% zu 82%) widerspiegelt.

Die Effizienzergebnisse verändern sich für einzelne Unternehmen in positiver für andere in negativer Hinsicht. Die maximale Veränderung der Effizienzwerte beträgt 40% (-Punkte). Dies ist folgendermaßen zu erklären:

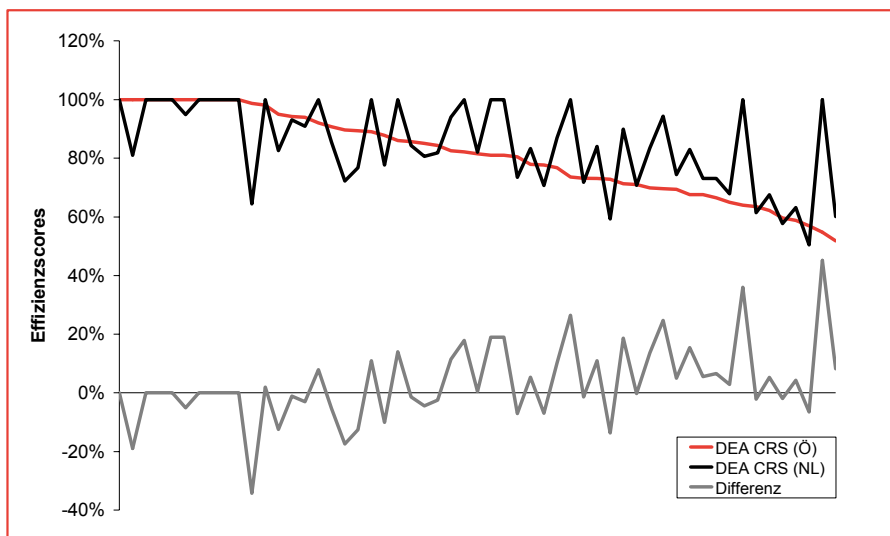
- **Verbesserung der Ergebnisse (durch Wechsel zum NL-Ansatz)** – Unternehmen, die z.B. ihre Netze suboptimal dimensioniert haben oder auf zu vielen Spannungsebenen operieren, profitieren davon, wenn sie den tatsächlich verbauten Anlagenbestand zur Rechtfertigung hoher Kosten heranziehen können.

- **Verschlechterung der Ergebnisse (durch Wechsel zum NL-Ansatz)** – Unternehmen, die ihre Netze besonders effizient dimensioniert haben, erleiden einen Nachteil, wenn statt der exogenen Versorgungsaufgabe die tatsächlichen Anlagenbestände als Erklärungsgröße für die Kosten verwendet werden.

5.2 Plausibilisierung von Benchmarking-ergebnissen

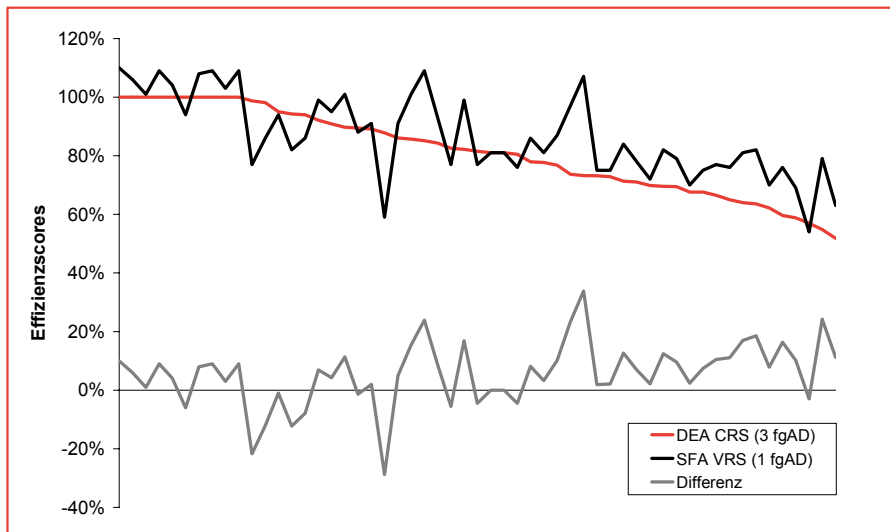
Wie oben schon erwähnt, können Effizienzwerte in zwei Richtungen verzerrt sein, d.h. zu niedrig oder zu hoch sein. Dies kann anhand eines Vergleiches der DEA- und SFA-Effizienzwerte

Abbildung 3: Vergleich des *österreichischen* (Ö) und dem *niederländischen* (NL) Ansatz auf Basis österreichischer Daten



Quelle: E-Control

Abbildung 4: Vergleich DEA CRS und SFA VRS



Quelle: E-Control

für das österreichische Datensample dargestellt werden.

Abbildung 4 zeigt die für die österreichischen Stromverteiler mit Hilfe von DEA und SFA ermittelten Effizienzscores sowie die Differenz der Scores, die sich durch die Verwendung der verschiedenen Methoden ergeben.

Der Vergleich der Effizienzwerte zeigt, dass sich zwischen diesen beiden Methoden punktuell Abweichungen in beide Richtungen ergeben, die in einer Bandbreite von -29% und +34% liegen.

Dies wirft in der Regulierungspraxis die Frage nach der Interpretation der Effizienzwerte auf. Es bietet sich deshalb an, durch eine schrittweise Vorgehensweise den Ursprung der Differenzen näher zu betrachten. Dabei ist zu untersuchen:

- **Modifikation der Variablenspezifikation** – Die Notwendigkeit für die Kontrollmethode (SFA) einen reduzierten Datensatz zu verwenden, um statistische Multikollinearitätsprobleme zu vermeiden, d.h. ein Übergang von einem

Modell mit separaten flächengewichteten Anschlussdichten für NSP, MSP und HSP (DEA (3 fgAD)) zu einer zusammengefassten flächengewichteten Anschlussdichte (DEA (1 fgAD));

- **Modifikation der Schätzmethode** – der Übergang von einem nichtparametrischen Ansatz (DEA) zu einem parametrischen Ansatz (COLS);

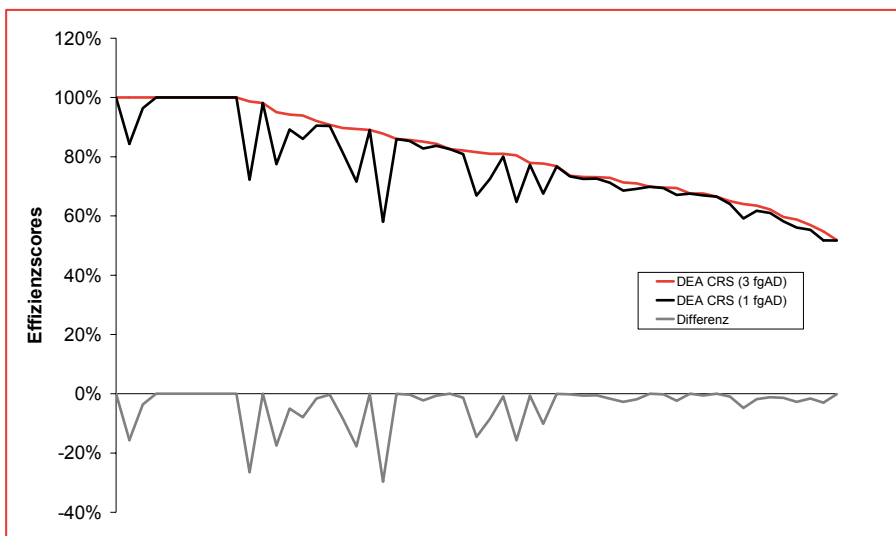
Ferner untersuchen wir in weiteren Abschnitten auch noch:

- **Modifikation der Berücksichtigung von Skaleneffizienzen** – der Übergang von einer CRS-Spezifikation (COLS CRS) zu VRS-Spezifikation (COLS VRS);
- **Modifikation der Kostenfunktion** – der Übergang von einer log-linearen zu einer Translog-Form, d.h. zu einer Funktion, die die tatsächlichen Kostenzusammenhänge am besten erklärt; sowie
- **stochastische Korrektur** – der Übergang von einer deterministischen (COLS VRS) zu einer stochastischen Methode der Messung der relativen Effizienz (SFA VRS).

5.2.1 Modifikation der Variablenpezifikation

Es hat sich bei der parametrischen Regressionsanalyse zum Testen der statistischen Signifikanz der Outputvariablen gezeigt, dass die *flächengewichteten Anschlussdichten* NSP, MSP und HSP untereinander korreliert sind, was eine Verzerrung der Schätzung auslösen kann. Aus diesem Grund wurden bei der Anwendung von parametrischen Analyseverfahren – COLS, SFA – die drei *flächengewichteten Anschlussdichten* zu einer Variable zusammengefasst. Bei einer Verwendung dieser neuen zusammengefassten *flächengewichteten Anschlussdichte* in der DEA (Modell DEA (1 fgAD)) anstatt der herkömmlichen *flächengewichteten Anschlussdichten* (Modell DEA (3 fgAD)) zeigt sich, dass schon durch diese Aggregation der *flächengewichteten Anschlussdichten* Alleinstellungsmerkmale von

Abbildung 5: Vergleich DEA (3 fgAD) und DEA (1 fgAD)



Quelle: E-Control

Unternehmen wegfallen, die diese bei einer der drei *flächengewichteten Anschlussdichten* hatten und sich somit zwischen DEA (3 fgAD) und DEA (1 fgAD) punktuelle Unterschiede ergeben (Abbildung 5).

Unternehmen, deren Effizienzergebnisse sich entsprechend reduzieren, sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre flächengewichtete Anschlussdichte auf zumindest einer der drei Netzebenen einen außergewöhnlichen Wert aufweist. Diese Unternehmen erreichen damit im Rahmen der DEA (mit 3 fgAD) eine Alleinstellung und – in Ermangelung eines direkten Vergleichsunternehmens – einen hohen relativen Effizienzwert. Wird die flächengewichtete Anschlussdichte in einem Parameter für alle Netzebenen dargestellt, reduziert sich die Alleinstellung und es erfolgt ein direkterer Vergleich mit anderen Unternehmen, die relativ effizienter sind.

Durch die Verringerung der Outputvariablen sinkt gleichzeitig die durchschnittliche Effizienz bei einem Wechsel von DEA (3 fgAD) zu DEA (1 fgAD) von 81% auf 77%. Dies liegt darin begründet, dass die Möglichkeit von extremen Alleinstellungen durch den Wegfall von zwei Variablen verringert wird.

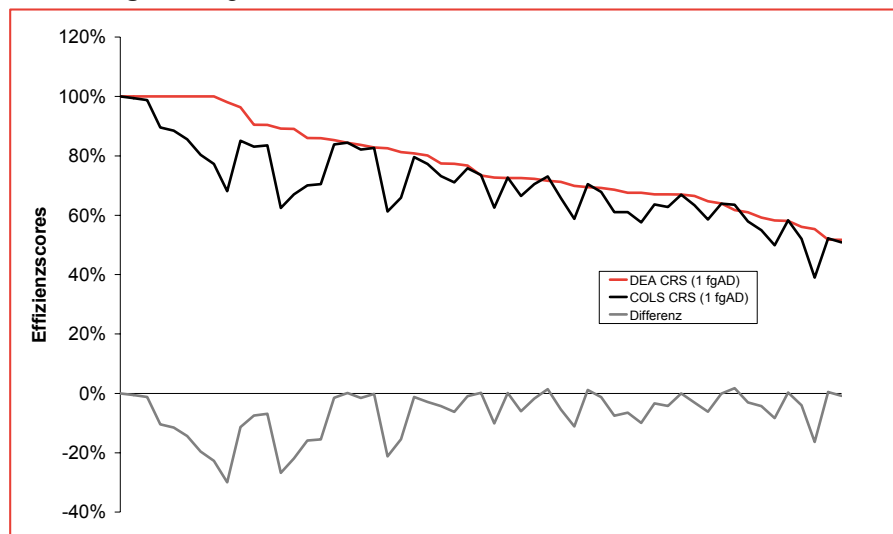
5.2.2 Wechsel des Algorithmus: Parametrischer statt nichtparametrischer Ansatz

Die Auswirkung des Übergangs von einem *nichtparametrischen* (z.B. DEA) auf einen *parametrischen* Ansatz (z.B. COLS, SFA) soll zuerst durch einen Vergleich zwischen einem DEA mit der Annahme konstanter Skalenerträge (DEA CRS) und einem COLS Verfahren mit der Annahme konstanter Skalenerträge (COLS CRS) dargestellt werden. Da beide Ansätze *deterministisch* sind (d.h. eine Korrektur um stochastische Störelemente somit nicht stattfindet) und der Annahme konstanter Skalenerträge unterliegen, können die Unterschiede als rein aus dem Wechsel des Algorithmus stammend interpretiert werden.

Wir definieren das DEA CRS Modell mit den folgenden Outputvariablen: zusammengefasste flächengewichtete Anschlussdichte, Höchstlast auf der MSP- und NSP-Ebene sowie Höchstlast auf der NSP-Ebene.

Beim COLS CRS Modell wird eine log-lineare Kostenfunktion unter der Annahme konstanter Skalenerträge geschätzt.²⁶ Als unabhängige Variablen

²⁶ Zur Logik des entsprechenden Regressionsmodells vgl. Frontier Economics (2006).

Abbildung 6: Vergleich DEA CRS und COLS CRS

Quelle: E-Control

(Kostenfaktoren) gehen dabei analog zum DEA Modell in diese Regression die zusammengefasste flächengewichtete Anschlussdichte, die Höchstlast auf der MSP- und NSP-Ebene sowie die Höchstlast auf der NSP-Ebene als unabhängige Variablen ein.

Bei dem Übergang von dem DEA zu einem COLS Ansatz sinken die Effizienzwerte fast aller betrachteten Unternehmen unabhängig von ihrer Betriebsgröße ab (Abbildung 6). Dies ist darin begründet, dass die DEA faktisch nur einen Vergleich zwischen den strukturell ähnlichsten Unternehmen vornimmt, während beim COLS Modell praktisch alle Unternehmen direkt, aber unter Beachtung von Korrekturfaktoren miteinander verglichen werden.

Formal gesprochen erfolgt bei der DEA keine Gewichtung der Kosteneinflussfaktoren; bei einem Regressionsansatz wird eine solche Gewichtung (ausgedrückt durch die Koeffizienten in der Regressionsgleichung) allerdings vorgenommen und geht somit in die Bestimmung der Effizienzwerte ein.²⁷

²⁷ Gilt ein Unternehmen im Rahmen der DEA im Hinblick auf eine bestimmte Outputvariable (von mehreren betrachteten Outputvariablen) als effizient, wird es als insgesamt effizient angesehen (auch wenn es im Hinblick auf andere Outputvariablen als ineffizient gilt). Bei einem Regressionsansatz hingegen richtet sich die relative

Die durchschnittlichen Effizienzwerte verringern sich beim Übergang von DEA (CRS) zu COLS (CRS) dabei deutlich von 77% auf 70%.

5.2.3 Wechsel zu Modell mit variablen Skalenerträgen

Wir erläutern zunächst die regulierungspolitische Relevanz der Skalenerträge und entwickeln dann in zwei methodischen Schritten das Benchmarkingmodell entsprechend weiter.

Regulierungspolitische Relevanz der Skalenerträge

Benchmarkingmodelle können so spezifiziert werden, dass der Einfluss der Unternehmensgröße auf die Kosten abgeschätzt werden kann. Aus regulierungspolitischer Sicht ist zu hinterfragen,

Effizienz nach einer gewichteten Kombination der in Betracht gezogenen Variablen. Hat in diesem Fall die Variable bei der das betrachtete Unternehmen als ineffizient gilt, einen stärkeren Einfluss auf die Kosten als die Variable bei der das Unternehmen als effizient gilt, dann wird das Unternehmen bei Anwendung eines Regressionsansatzes als weniger effizient eingestuft als bei der Anwendung einer DEA, d.h. die Effizienzwerte fallen auf Grund der Gewichtung der Kosteneinflussfaktoren bei einem Regressionsansatz geringer aus. Nur bei wenigen Unternehmen fallen die Effizienzergebnisse beim CRS-Ansatz marginal höher aus als bei DEA. Prinzipiell stellen die DEA-Ergebnisse aber eine Obergrenze für die Effizienzergebnisse unter COLS dar, was auch intuitiv zu erwarten ist.

gen, ob von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht werden sollte:

- keine Berücksichtigung von Kostendegressionseffekten (CRS Modell) – in diesem Fall werden die Durchschnittskosten aller Unternehmen unabhängig von der Unternehmensgröße (aber nach Bereinigung um sonstige strukturelle Unterschiede) miteinander verglichen. Werden die Benchmarkkosten als Referenz für Umsatz und Tarife herangezogen, dürfte ein Unternehmen mit suboptimaler Betriebsgröße keinen höheren Tarif allein aufgrund einer falsch gewählten Betriebsgröße erheben. Mit anderen Worten: jeder Netzbetreiber trägt die Verantwortung für die größenabhängigen Kosten des Netzbetriebs.
- Berücksichtigung von Kostendegressionseffekten (VRS Modell) – in diesem Fall dürften kleinere Unternehmen mit höheren Durchschnittskosten höhere Durchschnittsumsätze und Tarife erheben. Die Wahl einer falschen Betriebsgröße hätte für das Unternehmen keine Ergebniswirkung. Mit anderen Worten: die Netzkunden tragen die Verantwortung für die größenabhängigen Kosten des Netzbetriebs.

Die regulierungspolitische Antwort auf die Frage, ob Kostendegressionseffekte beim regulatorischen Benchmarking berücksichtigt werden sollten, hängt somit davon ab, wer die Verantwortung für die gewählte Unternehmensgröße tragen sollte: der Eigentümer oder der Netzkunde. Die Antwort hängt von den rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen ab, die sich von Land zu Land unterscheiden können.

Vergleich von COLS mit CRS und VRS

In der Folge soll untersucht werden, welche materielle Wirkung diese Entscheidung haben kann. Nachdem wir bereits im vorherigen Abschnitt die Effizienzergebnisse für das COLS CRS Modell abgeleitet haben, müssen wir

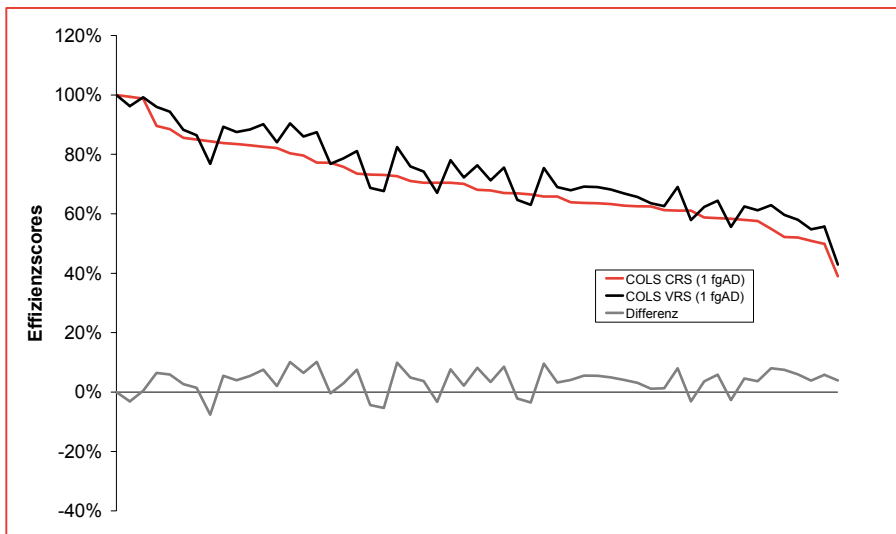
nun die Ergebnisse für das COLS VRS Modell herleiten.

Beim COLS VRS Modell wurde zunächst eine log-lineare Kostenfunktion unter der Annahme variabler Skalenerträge geschätzt.²⁸ Als unabhängige Variablen (Kostenfaktoren) gehen dabei wiederum die folgenden Variablen in die Regression ein: die zusammengefasste flächengewichtete Anschlussdichte, die Höchstlast auf der MSP- und NSP-Ebene sowie Höchstlast auf der NSP-Ebene.

Die Regressionsanalyse zeigt, dass Skaleneffekte statistisch signifikant sind. Die Skalanelastizität wird auf 97% geschätzt. Das bedeutet, dass die Kosten der Versorgung nur um 97% steigen, wenn sich die Unternehmensgröße verdoppelt.

Eine Gegenüberstellung der Effizienzwerte der beiden Ansätze zeigt, dass die Mehrheit der Unternehmen (kleine Unternehmen) von einem Wechsel von einem COLS CRS zu einem COLS VRS Ansatz profitieren, d.h. ihre Effizienzwerte ansteigen. Eine geringe Zahl von Unternehmen (große Unternehmen) werden hingegen durch einen Wechsel schlechter gestellt. Dieses Muster liegt darin begründet, dass bei einem VRS Ansatz nur Unternehmen ähnlicher Größe miteinander verglichen werden, d.h. die Betriebsgröße als Erklärungsfaktor für die Kosten gewertet wird und eine suboptimale Unternehmensgröße somit zu höheren „gewährten“ Kosten führt. Kleinen Unternehmen (unterhalb der optimalen Betriebsgröße) werden somit höhere Durchschnittskosten zugestanden und erzielen daher bei Anwendung eines

Abbildung 7: Vergleich COLS CRS und COLS VRS



Quelle: E-Control

VRS Ansatzes höhere Effizienzwerte. Da bei einem Regressionsansatz die Effizienzwerte auf Basis des Durchschnitts aller betrachteten Unternehmen bestimmt wird, sind große Unternehmen bei einem VRS-Ansatz jedoch insofern „benachteiligt“, als dass sie nicht mehr – wie bei Anwendung eines CRS Ansatzes – mit kleineren, weniger effizienten Unternehmen verglichen werden und somit bei Anwendung eines VRS Ansatzes im Durchschnitt geringere Effizienzwerte erreichen als bei einem CRS Ansatz.

Die durchschnittlichen Effizienzwerte steigen bei dem Übergang von CRS auf VRS von 70% auf 74%, (Abbildung 7), wobei die Werte für kleinere Unternehmen steigen und für größere sinken.²⁹ Da unsere Stichprobe mehr kleine als große Unternehmen enthält, steigt der Effizienzwert im ungewichteten Mittel.

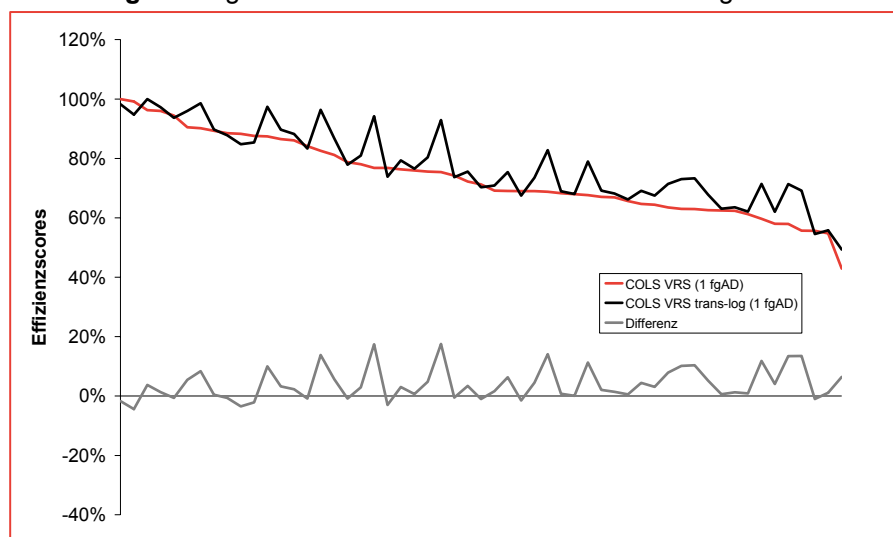
5.2.4 Methodischer Zwischenschritt: Übergang zu Translog-Modell

Sofern ein Benchmarking auf Basis eines Modells mit variablen Skalenerträgen für sinnvoll erachtet wird, kann in einem zusätzlichen Schritt geprüft werden, welche funktionale Form am besten die tatsächlichen Kostenverläufe (inklusive Größendegression) abbildet.

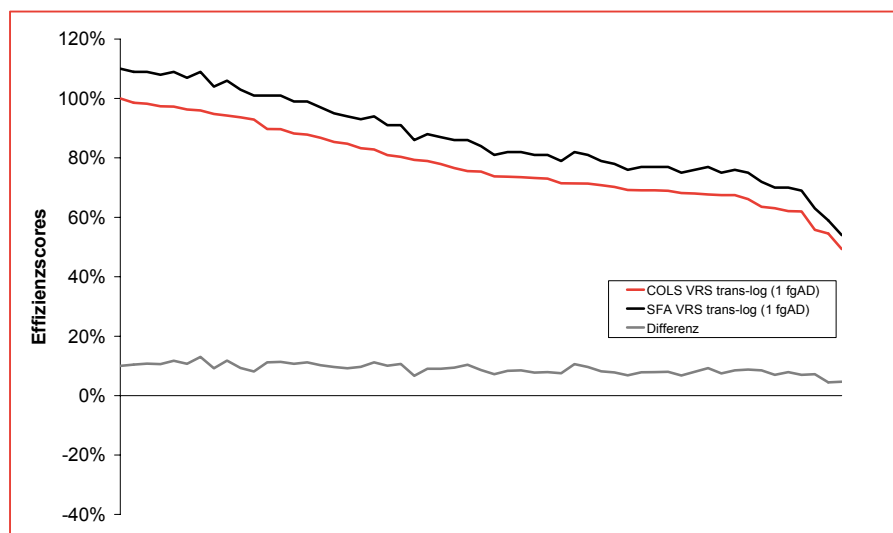
Statt weiterhin von einer log-linearen Kostenfunktion auszugehen, wird im nächsten Schritt auf Basis eines Regressionstests ermittelt, welche funktionale Form am besten die tatsächlichen Kostenzusammenhänge erklärt. Hierzu sind wir von einer allgemeinen Kostenfunktion in Translog-Form ausgegangen und haben statistisch insignifikante Ausdrücke (Quadrate, Kreuzprodukte oder Niveaugrößen) aus der Regressionsgleichung eliminiert. Für den COLS VRS Ansatz erhalten wir dadurch letztlich eine Translog-Kostenfunktion mit der zusammengefasste flächengewichtete Anschlussdichte, der Höchstlast auf der MSP- und NSP-Ebene, dem Quadrat der Höchstlast auf der MSP- und NSP-Ebene sowie dem Quadrat der Höchstlast auf der NSP-Ebene als Outputvariablen. Durch die Quadrate werden

²⁸ Skaleneffekte werden in diesem Fall dadurch erfasst, dass sich die partiellen Elastizitäten der einzelnen Kostentreiber zu weniger als 100% addieren können. Ein solcher Wert unter 100% würde bedeuten, dass die Kosten unterproportional zu den Leistungen des Unternehmens steigen und mithin die Skalenerträge variabel sind. Zur Logik des entsprechenden Regressionsmodells vgl. Frontier (2006). Später prüfen wir noch, ob durch eine Translog-Spezifikation des COLS Modells (dabei sind auch quadratische Ausdrücke und Kreuzprodukte der Kostentreiber möglich) ein noch besserer statistischer Fit des Benchmarkingmodells erzielt werden kann.

²⁹ Aus Gründen der Datenvertraulichkeit kann der Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Veränderung der Effizienzergebnisse hier nicht illustriert werden, da sich von der Unternehmensgrößen sonst auf die Effizienzergebnisse einzelner Unternehmen schließen ließe.

Abbildung 8: Vergleich COLS VRS und COLS VRS translog

Quelle: E-Control

Abbildung 9: Vergleich COLS VRS und SFA VRS

Quelle: E-Control

Nichtlinearitäten in der Kostenfunktion erfasst.

Der Übergang von einem COLS VRS Ansatz auf Basis einer log-linearen Kostenfunktion zu einer COLS VRS Ansatz auf Basis einer Translog-Form führt für die Mehrheit der betrachteten Unternehmen unabhängig von ihrer Betriebsgröße zu einem weiteren Anstieg der Effizienzwerte, da die tatsächlichen Kostenzusammenhänge durch die gewählte funktionale Form besser dargestellt werden. Die durchschnittlichen Effizienzwerte steigen von 74% auf 78% (Abbildung 8).

5.2.5 Stochastische Korrektur

Bei einem COLS Ansatz wird angenommen, dass die gesamte Streuung der Kosten auf Ineffizienzen zurückzuführen ist. Wird jedoch angenommen, dass ein Teil der Streuung nicht auf Ineffizienzen beruht, muss eine stochastische Korrektur vorgenommen werden. Dies kann durch die Anwendung der SFA erfolgen, welche den Fehlerterm, also die Differenz zwischen den tatsächlichen Kosten und den Kosten gemäß der Effizienzgrenze, in eine nor-

malverteilte Komponente und ein Residuum aufteilt, wobei lediglich letzteres als Ineffizienz gedeutet wird. Durch die stochastische Korrektur kommt es zu einer Verschiebung der Effizienzwerte der COLS nach oben (Abbildung 9). Die durchschnittlichen Effizienzwerte steigen somit von 78% auf 87%.

5.2.6 Zusammenfassung der Analyseschritt

In Tabelle 4 fassen wir noch einmal zusammen, inwiefern eine veränderte Fragestellung im Benchmarking eine Modifikation der Methodik erfordert und inwieweit dies auch einen Einfluss auf die Benchmarkingresultate haben kann.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Benchmarking gewinnt an Bedeutung in der Regulierungsdiskussion – Dieser Beitrag hat gezeigt, dass Benchmarking zunehmend von nationalen Regulierungsbehörden zu einem wichtigem Informationsinstrument bei der Regulierung natürlicher Monopole verwendet wird.

Methodische Unterschiede zwischen Benchmarking-Anwendungen sind durch Unterschiede in den politischen und rechtlichen Anforderungen begründet – Deshalb ist es auch nicht überraschend, dass die nationalen Regulierungsbehörden bei der Wahl der Benchmarkingverfahren und Parameter nationale Gegebenheiten mit berücksichtigen müssen. Exemplarisch seien das rechtliche Umfeld, die regulatorische Zielsetzung (z.B. Verantwortung für Gesamtkosten oder laufende Betriebskosten, Verantwortung für die Unternehmensgröße etc.), die verfügbaren Daten aber auch eine Trägheit in der Überprüfung tradierter Ansätze genannt. Letztere dürften besonders bei der Fortschreibung der „schlechten aber erprobten“ Methode in England/Wales eine Rolle gespielt haben.

Unterschiede in den Benchmarking-Ergebnissen lassen sich plau-

Tabelle 4: Fragestellung im Benchmarking, Methodik und Ergebnisse im Überblick

Fragestellung	Methodische Umsetzung	Variation der Benchmarkingergebnisse (min-max)	Variation der Benchmarkingergebnisse (Durchschnitt* in %-Punkten)	Entwicklung des durchschnittlichen Effizienzwertes (arithmetisches Mittel)
DEA CRS versus SFA VRS	Siehe unten dargestellte Schritte	-30% bis +35%	10%	von 81% auf 87%
Schrittweise Darstellung der Benchmarkingergebnisse				
Alleinstellung („Scheineffizienz“ bei DEA)	Zusammenfassung von Variablen bei DEA	-30% bis 0%	4%	von 81% auf 77%
DEA versus COLS	Wechsel des mathematischen Algorithmus (Kennzahlenansatz zu Regression)	-30% bis 5%	7%	von 77% auf 70%
CRS versus VRS	Veränderung der Regressionsfunktion	-10% bis +10%	5%	von 70% auf 74%
Log-lineares versus Translog-Modell	Veränderung der funktionalen Form	-5% bis + 20%	5%	von 74% auf 78%
Deterministisch versus stochastisch	SFA statt COLS	0% bis 15%	9%	von 78% auf 87%

* Durchschnitt = arithmetisches Mittel des Betrags der Veränderung (d.h. positive und negative Veränderungen saldieren sich nicht, sondern addieren sich)

sibilisieren – Dabei lassen sich Unterschiede der Benchmarkingergebnisse aufgrund unterschiedlicher Verfahren und unterschiedlicher Variablen anhand schrittweiser Vergleichsanalysen plausibilisieren und stellen somit *per se* kein Argument mehr gegen Benchmarking dar. Das österreichische Beispiel zeigt, dass im Rahmen von regulatorischen Benchmarkingstudien die Nutzung mehrerer Methoden eine kritische Überprüfung der Benchmarkingergebnisse und eine Erhöhung des Informationsgehalts der Ergebnisse erlaubt. So kann beispielsweise durch Abgleich mit Benchmarkingergebnissen anhand von Regressionsmethoden überprüft werden, inwiefern die Effizienz eines Unternehmens in der DEA nur durch ein Alleinstellungsmerkmal begründet ist. In diesem Fall wären z.B. gleiche Produktivitätsvorgaben für dieses *scheinbar* effiziente Unternehmen und *tatsächlich* effiziente Unternehmen nur schwer begründbar.

Methodische Innovationen erhöhen die Robustheit von Analysen – Es wurde auch gezeigt, dass der Kritik am Benchmarking durch innovative Lö-

sungen Rechnung getragen wird. Dies wird einerseits durch die Erweiterung durch ingenieurwissenschaftliche Ansätze ersichtlich. Diese können einerseits dazu verwendet werden, um die Kosten eines optimalen „Grüne Wiese“-Netzes mit den Kosten eines realen Unternehmens zu vergleichen (z.B. Schweden), oder andererseits um eine Objektivierung der Variablenauswahl vorzunehmen (z.B. Österreich).

Die Methodik wird sich weiter entwickeln – Die Diskussion über Benchmarking ist noch nicht abgeschlossen, wobei ein zurück zu einer Zeit „Vor-Benchmarking“, wie sie von manchen Kritikern eingefordert wird, nur mehr schwer vorstellbar ist. Vielmehr wird sich durch einen von der akademischen Literatur und praktischen Regulierungserfahrungen getriebenen kontinuierlichen Lernprozess die Diskriminierungskraft der Analysen ständig erhöhen. Denn: Einen Verzicht auf die zusätzliche Information durch eine Benchmarkinganalyse wird sich ein Regulierer nicht erlauben können.

Die Überlegungen in diesem Beitrag sind hoch relevant für die aktu-

elle Regulierungsdiskussion in Deutschland – Die Diskussion in diesem Artikel und die Unterlegung durch empirische Beispiele für Österreich kann damit auch einen Beitrag zur Diskussion um das regulatorische Benchmarking in Deutschland geben. Während sich die quantitativen Effizienzergebnisse in diesem Beitrag auf Österreich beziehen, dürften die prinzipiellen Zusammenhänge auch in Deutschland gelten.

Unsere Analyse zeigt z.B., dass die Sensitivität der Benchmarkingergebnisse – wie im deutschen Energiewirtschaftsgesetz gefordert – wenig hilfreich als Auswahlkriterium für die geeigneten Benchmarkingmodelle ist. Wir haben gerade gezeigt, dass sich die Sensitivitäten gerade deshalb ergeben, weil unterschiedliche Modellspezifikationen eigentlich der Beantwortung unterschiedlicher Fragen dienen. Es wäre also im Gegenteil überraschend, wenn sich die Benchmarkingergebnisse mit einer Änderung der Methodik nicht verändern würden.

Die Herausforderung an den Regulierer sollte also gerade nicht darin be-

stehen, Benchmarkingmodelle zu identifizieren, die ähnliche Ergebnisse liefern, sondern jenes Modell zu identifizieren, welches am besten geeignet ist, die regulatorische Fragestellung zu beantworten. Gesetz und Verordnung können allerdings Hilfestellung geben, welches die zu beantwortende Frage sein sollte.

Literatur

- Ajodhia, V., K. Petrov und G-C. Scarsi** (2004), Quality, Regulation and Benchmarking – An Application to Electricity Distribution Networks, *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 29 : 2, 107-120.
- Ajodhia, V., K. Petrov und G-C. Scarsi** (2003), Benchmarking and its Applications, *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 27 : 4, 261-274.
- Bundesnetzagentur** (2006), Bericht der Bundesnetzagentur nach § 112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach § 21a EnWG, Bonn, 30. Juni 2006.
- Brunner, U., und C. Riechmann** (2004), Wettbewerbsgerechte Preisbildung in der Wasserwirtschaft - Vergleichsmarktkonzepte, -methoden und Erfahrungen aus England & Wales, *Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen* 27(2), 115-130.
- Burns, P. und T. Weyman-Jones** (1996), Cost Drivers and Cost Efficiency in Electricity Distribution: A Stochastic Frontier Approach, *Bulletin of Economic Research*, Vol. 48, No.1, pp 41-64.
- Burns, P., Huggins, M., Riechmann, C. and Weyman-Jones, T.** (2000), Choice of model and availability of data for the efficiency analysis of Dutch network and supply businesses in the electricity sector, DTe, Netherlands Electricity Regulatory Services, February 2000
- Burns, P., Davies, J. und C. Riechmann** (1999), Benchmarking von Netzkosten – DEA am Beispiel der Stromverteiler in Großbritannien, *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 23 (4), S. 285-301.
- Burns, P. und C. Riechmann** (2004a), Regulatory Instruments and Investment Behaviour, *Utilities Policy* 12, 211-219.
- Burns, P. und C. Riechmann** (2004b), Regulatory instruments and their effects on investment behaviour, World Bank Policy Research Working Paper Series, 2004.
- Burns, P., Jenkins, C., Mikkers, M. und C. Riechmann** (2006): The Role of the Policy Framework of the Effectiveness of Benchmarking in Regulatory Proceedings, *Competition and Regulation in Network Industries*, 1(2), 287-306.
- Carrington, R., T. Coelli und E. Groom** (2002), International Benchmarking for Monopoli Price Regulation: The Case of Australian Gas Distribution, *Journal of Regulatory Economics*, 21: 191-216.
- Cambridge Economic Policy Associates** (2003), Background to work on Assessing Efficiency for the 2005 Distribution Price Control, Gutachten im Auftrag von OFGEM, Cambridge, 2003.
- Edvardsen, D.F. und F.R. Forsund** (2003), International benchmarking of electricity distribution, *Resource and Energy Economics*, 25 (2003), 353-371.
- Energie-Control Kommission** (2005), Erläuterungen zur Systemnutzungstarife-Verordnung 2006, SNT-VO 2006, www.e-control.at.
- Estache, A. und M.A. Rossi** (2004), The Case for International Coordination of Electricity Regulation: Evidence from the Measurement of Efficiency in South America, *Journal of Regulatory Economics*, 25:3, 271-295.
- Filippini, M., J. Wild und M. Kuenzle** (2001), Scale and cost efficiency in the Swiss electricity distribution industry: evidence from a frontier cost approach, CEPE Working Paper No.8.
- Fritz, W., K. Lüdorf und H.-J. Haubrich** (2002), Einfluss von Strukturgrößen auf Mittel- und Niederspannungsnetzkosten, *Energiwirtschaftliche Tagesfragen*, 52 (6), 385-387.
- Fritz, W. und C. Zimmer** (2004), Bedeutung von Struktureinflüssen beim Netzbenchmarking, *Energiwirtschaftliche Tagesfragen* 54 (5), 320-323.
- Frontier Economics** (2006), Benchmarkingmodelle – Berücksichtigung von Größenvorteilen, London/Köln, Juni 2006, download: <http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/6572.pdf>.
- Giannakis, D., Jamasb, T.J. und M.G.Pollitt** (2003), Benchmarking and Incentive Regulation of Quality of Service: An Application to the UK Electricity Distribution Companies, CMI Working Paper 35.
- Honkapuro, S., J. Lassila, S. Viljainen, K. Tahvanainen, J. Partanen** (2004), Econometric model as a regulatory toll in electricity distribution – Case Network Performance Assessment Model, Working Paper, Lappeenranta University of Technology.
- Irastorza, V.** (2003), Benchmarking for Distribution Companies: A Problematic Approach to Defining Efficiency, *Electricity Journal*, 2003:12, 30-38.
- Jamasb, T.J. und M.G.Pollitt** (2001), International Benchmarking and Yardstick Regulation: An Application to European Electricity Utilities, DAE Working Paper No.0115.
- Jamasb, T.J., P. Nillesen, and M. Pollitt** (2003), Gaming the Regulator: A Survey, *The Electricity Journal*, 16: 10, S.68-80.
- Katzfey, J., F. Vetter, H. Chabowski, T. Hiller, E. Heitmeier, D. Nitzschke and J. Oberländer** (2004), „Modellnetzverfahren zur Bestimmung kostentreibender Strukturmerkmale“, *Elektrizitätswirtschaft*, 103 (6) 14-22.
- Sumicsid** (2003a), Benchmarking for Regulation, Bericht für Norwegian Energy Directorate NVE.
- Sumicsid** (2003b), Norm Models, Bericht für Norwegian Energy Directorate NVE.
- The Brattle Group** (2006), Regional Differences for Gas and Electricity Companies in the Netherlands, London.
- WIK** (2000), Analytisches Kostenmodell: Nationales Verbindungsnetz, Gutachten im Auftrag der Rundfunk und Telekommunikation Regulierungs-GmbH (Österreich).