



Quelle: Netze BW

## Effizienzvergleich der Verteilnetzbetreiber Teil 4

# Sind die Verfahren zur Ausreißererkennung belastbar?

Vor dem Hintergrund der starken Heterogenität der deutschen Verteilnetzbetreiber müssen bei der Bestimmung der Effizienzvorgaben solche Netzbetreiber ausgeschlossen werden, die das Ergebnis aufgrund objektiver Besonderheiten und strukturell nicht vergleichbarer Netze stark beeinflussen. Die in der Vergangenheit für diese Ausreißererkennung verwendeten Methoden weisen jedoch erhebliche Mängel auf, wie eine Analyse der Autoren zeigt.

Die verwendeten Methoden zur Ermittlung der Effizienzvorgaben (DEA und SFA) sind stark anfällig für Ausreißer. Dies bedeutet: die resultierenden Effizienzvorgaben aller Unternehmen können von Unternehmen beeinflusst sein, die sich von den anderen grundsätzlich unterscheiden.

Um belastbare Effizienzvorgaben zu bestimmen, die von den Unternehmen erreicht oder sogar übertrffen werden können, nimmt daher die Gestaltung der Ausreißeranalyse einen relativ großen Raum ein (siehe Anhang 3 zu § 12 AregV).

Zu beachten ist, dass die deutschen Verteilnetzbetreiber durch eine starke Heterogenität gekennzeichnet sind. Daher sollen durch eine geeignete Ausreißeranalyse extreme Beobachtungen identifiziert und ausgesondert werden, die sich aus objektiven Besonderheiten einzelner Netze ergeben (siehe EnVR 43/16 RN 38).

Dieser Artikel zeigt, dass die bisherigen Verfahren zur Ausreißeranalyse ungeeignet sind, auffällige Unternehmen zu identifizieren. Die Autoren empfehlen daher Änderungen an dem bisherigen

Testverfahren, die sowohl dem Stand der Wissenschaft entsprechen, als auch mit den spezifischen Anforderungen der ARegV vereinbar sind. Somit kann sichergestellt werden, dass die in § 21 Abs. 5 EnWG verankerten Anforderungen an den Effizienzvergleich erfüllt sind, nämlich erreichbare und robust abgeleitete Effizienzvorgaben zu ermitteln.

### Ausreißeranalyse in der DEA

Das DEA-Verfahren geht davon aus, dass aus einer Kombination von effizienten Unternehmen ein vergleichbares

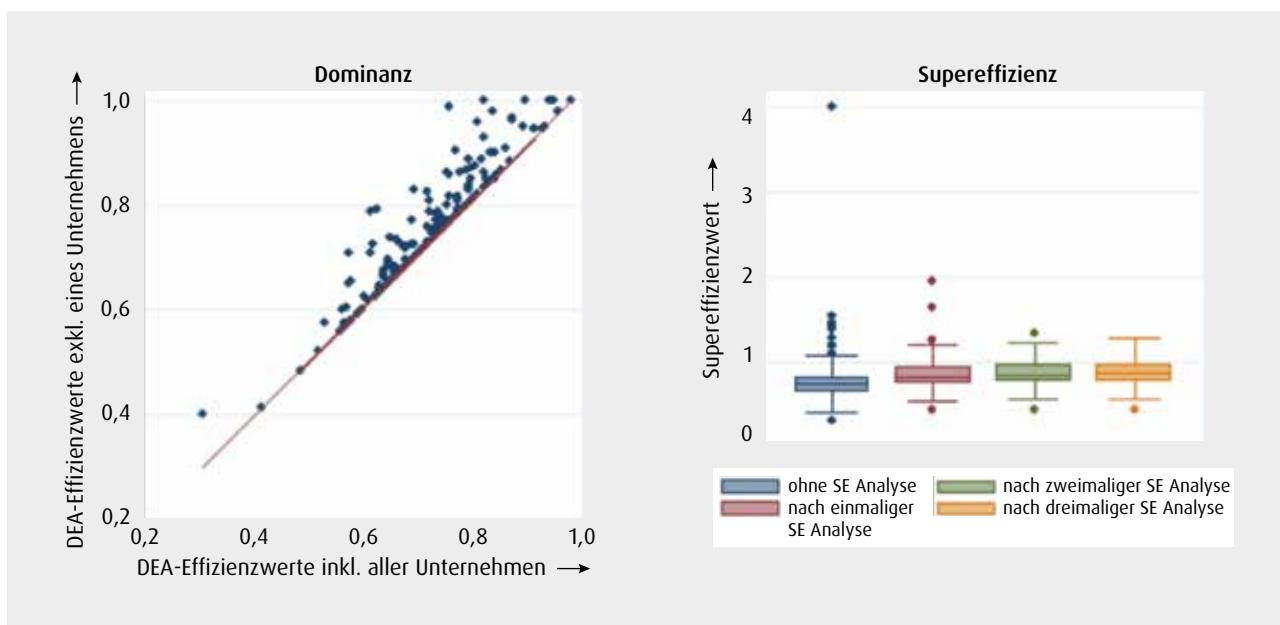


Bild 1. Dominanzanalyse: Daten für den Effizienzvergleich (VNB Strom) der dritten Regulierungsperiode unter Anwendung der Weiterentwicklung des Modells der zweiten Regulierungsperiode (RP2+)

»Peer-Unternehmen« gebildet werden kann. Voraussetzung ist dabei, dass die Daten fehlerfrei gemessen und alle relevanten Unterschiede der Versorgungsaufgabe als Vergleichsparameter berücksichtigt sind. Darüber hinaus legt die ARegV fest, dass die DEA unter der Annahme von konstanten Skalenerträgen berechnet wird. Bei konstanten Skalenerträgen wird davon ausgegangen, dass keine Größenvorteile oder -nachteile bestehen. Die Annahme konstanter Skalenerträge ist restriktiv und führt dazu, dass sehr kleine Unternehmen den Effizienzmaßstab für sehr große Unternehmen darstellen können, oder umgekehrt.

Angesichts der sehr restriktiven Annahme zu Skalenerträgen und der starken Abhängigkeit der DEA-Effizienzwerte von den Daten einzelner Unternehmen, müssen ungewöhnliche und stark einflussreiche Unternehmen vor der Effizienzschätzung identifiziert und aus der Stichprobe entfernt werden. Die ARegV definiert ein Unternehmen als Ausreißer, wenn es für einen überwiegenden Teil des Datensatzes als Effizienzmaßstab gelten würde, wobei ungewöhnliche Unternehmen mit einem Dominanztest und einer Supereffizienzanalyse identifiziert werden (siehe Anlage 3 zu § 12 ARegV).

Bei der Dominanzanalyse ist die mittlere Effizienz aller Netzbetreiber einschließlich der potenziellen Ausreißer mit der mittleren Effizienz der Netzbetreiber zu

vergleichen, die sich bei Ausschluss der potenziellen Ausreißer ergeben würde. Der dabei festgestellte Unterschied ist mit einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von mindestens 95 % zu identifizieren.

Die linke Seite in Bild 1 zeigt das Vorgehen bei der Durchführung der Dominanzanalyse. Auf der horizontalen Achse sind die Effizienzwerte der Unternehmen (blaue Punkte) aufgetragen, wenn sämtliche Unternehmen bei der Berechnung der Effizienzwerte berücksichtigt werden. Auf der vertikalen Achse sind die Effizienzwerte aufgetragen, wenn ein einziges Unternehmen aus dem Datensatz entfernt wird.

Der entfernte Verteilnetzbetreiber (VNB) fungiert als Peer für mehr als 50 % des Datensatzes. Der Ausschluss dieses VNB erhöht die durchschnittliche DEA-Effizienz um fast 3 Prozentpunkte – teilweise um mehr als 20 Prozentpunkte. Im Rahmen des Dominanztests wäre daher zu erwarten gewesen, dass das ausgeschlossene Unternehmen als Ausreißer eingestuft wird. Dies ist jedoch nicht der Fall. Das von der Bundesnetzagentur verwendete Testverfahren zur Ermittlung der Vertrauenswahrscheinlichkeit (F-Test nach Banker) identifiziert dieses Unternehmen nicht als Ausreißer – auch kein anderes Unternehmen wird durch die Dominanzanalyse als Ausreißer entdeckt.

Das Versäumnis, diesen und andere auffällige Netzbetreiber als Ausreißer zu

identifizieren, lässt sich hauptsächlich durch zwei Gründe erklären: Zum einen ist der verwendete Test nicht vollständig im Einklang mit den ARegV-Anforderungen, denn es wird nicht untersucht, ob das Unternehmen für den überwiegenden Teil des Datensatzes als Effizienzmaßstab gilt. Zudem ist der verwendete F-Test aus wissenschaftlicher Sicht nicht anwendbar, denn der Test wurde konzeptionell nicht für die Durchführung einer Ausreißeranalyse entwickelt und ist für die Anwendung eines Dominanztests ungeeignet. So unterstellt dieser Test eine Unabhängigkeit der Effizienzwerte und ignoriert die Tatsache, dass die beiden zu vergleichenden Effizienzwerte (berechnet inklusive und exklusive eines möglichen Ausreißers) für den gleichen Netzbetreiber berechnet werden.

Vertrauenswahrscheinlichkeiten können durch eine Vielzahl unterschiedlicher Tests ermittelt werden. Die ARegV schreibt nicht vor, welcher Test angewendet werden soll, verlangt aber, dass der angewendete Test bewährten wissenschaftlichen Verfahren entspricht. Das von der Bundesnetzagentur verwendete Testverfahren ist dabei nicht auf die Anforderung einer Dominanzanalyse ausgerichtet und kann daher nicht angewendet werden. Kumbhakar, Parthasarathy und Thanassoulis [1] empfehlen einen »Bootstrap-Test«, der die Abhängigkeit der Effizienzwerte berücksichtigt. Dieser Test identifiziert das Unternehmen im obigen Beispiel als Ausreißer.

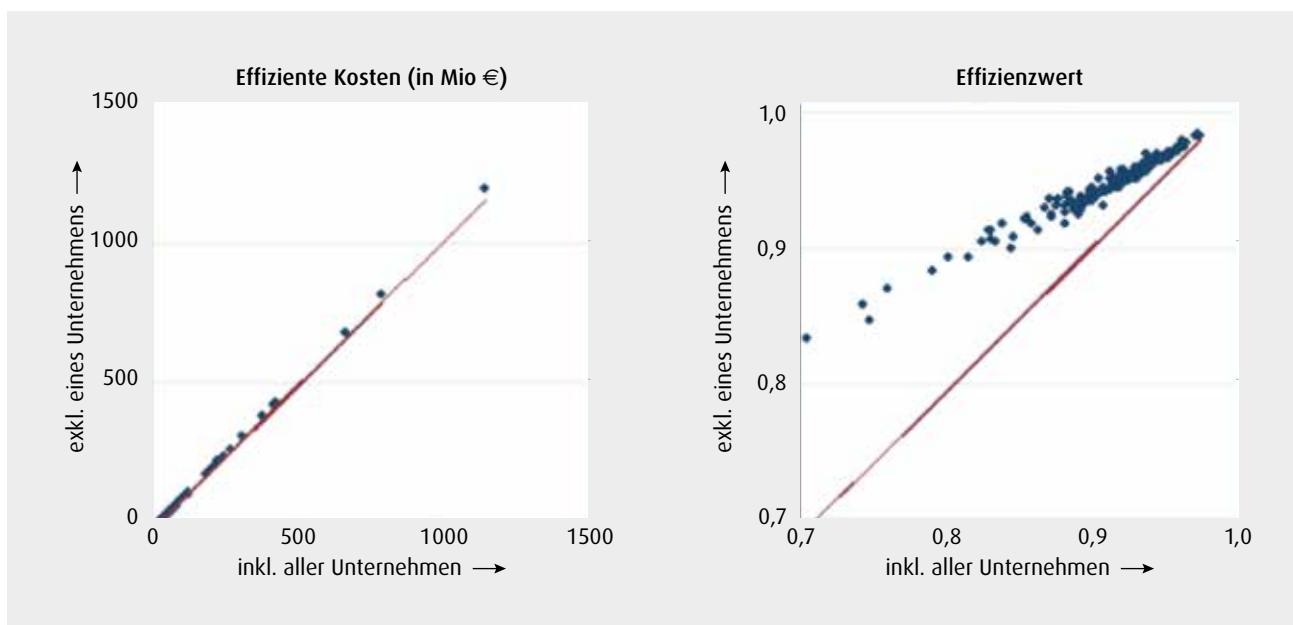


Bild 2. Ausreißeranalyse: Daten für den Effizienzvergleich (VNB Strom) der dritten Regulierungsperiode unter Anwendung der Weiterentwicklung des Modells der zweiten Regulierungsperiode (RP2+)

Im Anschluss an die Dominanzanalyse muss die Bundesnetzagentur eine Supereffizienzanalyse der verbleibenden Unternehmen durchführen. Die Supereffizienzwerte werden berechnet, indem ein Unternehmen bei der Berechnung der Kostengrenze ausgeschlossen wird. Der Supereffizienzwert wird gebildet, in dem die Kosten des ausgeschlossenen Unternehmens im Verhältnis zur berechneten Kostengrenze gesetzt werden. Dieser Supereffizienzwert kann dabei größer als Eins sein, das heißt, das ausgeschlossene Unternehmen hat geringere Kosten als die berechnete Kostengrenze. Ein Supereffizienzwert größer als Eins sagt dabei aus, um wie viel ein Unternehmen seine Kosten noch steigern könnte und dennoch effizient bliebe. Unternehmen gelten dann als Ausreißer, wenn dieser Supereffizienzwert sehr hoch ist, wobei der kritische Wert in der ARegV festgelegt ist.

Eines der Hauptprobleme der Supereffizienzanalyse ist, dass das Verfahren anfällig für verdeckte Ausreißer ist. So kann es beispielsweise zwei Netzbetreiber geben, die in ihren Eigenschaften ähnlich und weit vom Rest der Stichprobe entfernt sind. In einem solchen Fall könnte eine einfache Anwendung der Supereffizienzanalyse nur eines oder vielleicht sogar keines der beiden Unternehmen als Ausreißer identifizieren.

Dies ist ein sehr relevantes Problem im deutschen VNB-Benchmarking, wie die rechte Seite in **Bild 1** zeigt. Dargestellt

ist die Verteilung von Supereffizienzwerten in einem Boxplot, wobei die Box das untere und obere Quartil darstellt (also die Hälfte der beobachteten Effizienzwerte liegen innerhalb der Box) und die vertikalen Linien dem 1,5-Fachen des Interquartilsabstands (Differenz des oberen und unteren Quartiles) entsprechen. Die Punkte stellen Ausreißer dar, deren Supereffizienzwerte den Quartils Wert um mehr als den 1,5-fachen Quartilsabstand übersteigt (kritischer Wert für einen Ausreißer gemäß Anlage 3 zu § 12 ARegV). Bei einer einmalig durchgeführten Supereffizienzanalyse gibt es eine große Anzahl von Unternehmen, die aufgrund hoher Supereffizienzwerte als Ausreißer identifiziert werden. Entfernt man diese Unternehmen (Punkte oberhalb der blauen Box) und führt die Supereffizienzanalyse erneut durch, ergeben sich jedoch wiederum drei Unternehmen, die sehr hohe Supereffizienzwerte haben (siehe rote Darstellung in **Bild 1**). Das Unternehmen mit einem Supereffizienzwert von Zwei – nach einmaliger Bereinigung von Ausreißern – könnte seine Kosten also verdoppeln und bliebe nach wie vor 100 % effizient. Dieses Unternehmen wurde in der ersten Ausreißeranalyse von anderen Extremwerten überdeckt.

Diese Unternehmen können nur dann als Ausreißer erkannt werden, wenn die Supereffizienzanalyse wiederholt durchgeführt wird. Nach jedem Schritt werden auffällige Unternehmen ausgeschlossen und die verbleibenden Unternehmen

auf unüblich hohe Supereffizienzwer te untersucht. Der Prozess wird solange durchgeführt, bis kein Unternehmen mehr einen auffällig hohen Supereffizienzwert hat. Im obigen Beispiel wäre die Supereffizienzanalyse nach drei Wiederholungen beendet und hätte vier weitere Ausreißer identifiziert.

#### Ausreißeranalyse in der SFA

Die SFA-Methode basiert auf einem Regressionsansatz, der Daten- oder Spezifikationsfehler zwar berücksichtigt – allerdings auf Kosten zusätzlicher Annahmen (siehe Teil 1 dieser Artikelserie in der ew 11/2018). Das Schätzverfahren ist anfällig für Ausreißer, und auch hier ist es entscheidend, dass Ausreißer vor Berechnung der Effizienzwerte identifiziert und ausgeschlossen werden.

Laut ARegV gelten in der SFA solche Unternehmen als Ausreißer, die die Lage der ermittelten Regressionsgerade zu einem erheblichen Maß beeinflusst (siehe Anlage 3 zu § 12 ARegV). Auch hier gibt die ARegV nicht vor, welche Tests zur Bestimmung des Einflusses herangezogen werden müssen, sondern nennt eine Liste möglicher Tests – darunter DFBETA, DFFITS, Cook's Distance, Covariance-Ratio und robuste Regression.

Die Bundesnetzagentur verwendet einzig die Methode Cook's Distance zur Identifizierung von Ausreißern. Diese Methode identifiziert den Einfluss auf den geschätzten Zusammenhang zwischen Kosten und Vergleichsparametern

(deterministischer Teil der Kostenregression), vernachlässigt jedoch die Aufteilung der geschätzten Residuen in statistisches Rauschen und Ineffizienz. Auch diese Aufteilung ist jedoch stark anfällig für Ausreißer.

Die praktische Relevanz ist in **Bild 2** dargestellt. Auf der linken Seite werden die geschätzten effizienten Kosten dargestellt. Die horizontale Achse stellt die geschätzten Kosten dar, wenn nur diejenigen Unternehmen entfernt werden, die in einer Cook's-Distance-Analyse auffällig waren. Auf der vertikalen Achse wird zusätzlich ein weiteres Unternehmen aus der Berechnung entfernt. Sämtliche Punkte liegen auf der 45-Grad-Linie (rot). Der deterministische Teil der SFA-Regression ist daher nicht von dem ausgeschlossenen Unternehmen beeinflusst. Anders jedoch in Bezug auf die Effizienzwerte (rechte Seite in **Bild 2**): Der Ausschluss des gleichen Unternehmens erhöht die SFA-Effizienz für alle anderen Unternehmen deutlich – für einige Unternehmen um mehr als 10 Prozentpunkte. Die Aufteilung der Restgröße in Ineffizienz und stochastisches Rauschen wird somit stark von diesem Unternehmen beeinflusst. Auch dieses Unternehmen sollte daher vor der Berechnung der finalen Effizienzwerte ausgeschlossen werden.

Die Bundesnetzagentur untersucht derzeit nicht, ob einzelne Unternehmen einen starken Einfluss auf die SFA-Effizienzwerte anderer Unternehmen haben – dies obwohl in der ARegV sogar weitere Testverfahren genannt werden, mit denen ein solcher Einfluss kenntlich gemacht werden kann. Beispielsweise kann mit der Methode DFBETA der Einfluss eines Unternehmens auf die Aufteilung der Störgröße quantifiziert werden. Durch die Anwendung von DFBETA wäre das betreffende Unternehmen als Ausreißer erkannt worden.

### Schlussfolgerung

Die Festlegung robuster und erreichbarer Effizienzvorgaben hängt davon ab, ob einflussreiche Unternehmen, deren Besonderheiten nicht durch eine geeignete Modellspezifikation abgebildet werden, vor Berechnung der Effizienzwerte aus der Stichprobe entfernt werden. Dies ist vor allem relevant, da die deutschen Verteilernetzbetreiber durch eine erhebliche Heterogenität gekennzeichnet sind und eine sehr restriktive Annahme zur Modellierung von Skalenerträgen gewählt wurde.

Die in der Vergangenheit verwendeten Methoden zur Identifizierung von Ausreißern weisen erhebliche Mängel auf.

Dies führt dazu, dass die Effizienzwerte stark von strukturell nicht-vergleichbaren Unternehmen beeinflusst sind. Eine Anpassung der Ausreißeranalyse, wie in diesem Artikel beschrieben, ist daher notwendig.

### Literatur

- [1] Kumbhakar, Parthasarathy, Thanassoulis: Validity of Bundesnetzagentur's dominance test for outlier analysis under Data Envelopment Analysis. Report prepared for terranets bw GmbH, August 2018.



**Dr. Eva Deuchert**,  
Regulierungsmanagement,  
Netze BW GmbH, Stuttgart



**Dr. Srinivas Parthasarathy**,  
Principal,  
Oxera Consulting, London

- » [e.deuchert@netze-bw.de](mailto:e.deuchert@netze-bw.de)  
          [srini.parthasarathy@oxera.com](mailto:srini.parthasarathy@oxera.com)  
 » [www.netze-bw.de](http://www.netze-bw.de)  
          [www.oxera.com](http://www.oxera.com)