

**Konsensuale Peer-Wahl in der DEA**  
– Effizienz vs. Skalenertrag –

Andreas Dellnitz    und    Elmar Reucher

Diskussionsbeitrag Nr. 489

Mai 2015

Diskussionsbeiträge der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft  
der FernUniversität in Hagen  
Herausgegeben vom Dekan der Fakultät  
Alle Rechte liegen bei den Verfassern

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen zur DEA</b>	<b>2</b>
2.1	Effizienzen und Kreuzeffizienzen . . . . .	2
2.2	Skalenertragslagen und Skalenerträge . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Konsensuale Peer-Wahl</b>	<b>4</b>
3.1	(Kreuz-)Effizienzen und Peer-Wahl . . . . .	4
3.2	Skalenerträge und Peer-Wahl . . . . .	8
3.3	Zusammenführung beider Konzepte . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Konsensuale Aktivitätsplanung</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>14</b>
	<b>Literatur</b>	<b>16</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	BCC-Technologie für 10 DMUs. . . . .	6
2	Peer-DMU in Abhängigkeit von $w$ . . . . .	12

## Tabellenverzeichnis

1	Optimale Lösungen zu Problem (5) für 10 DMUs. . . . .	6
2	Kreuzeffizienzmatrix zu Problem (5) für 10 DMUs. . . . .	7
3	Optimale Lösungen zu Problem (8) für 10 DMUs. . . . .	10
4	Kreuzskalenerträge zu Problem (8) für zehn DMUs und $\delta = 1$ . . . . .	14

# 1 Einführung

Die Data Envelopment Analysis (DEA) – im Wesentlichen geprägt durch Charnes, Cooper, u. Rhodes (1978) – ist eine Methode zur vergleichenden Effizienzanalyse von Wirtschaftseinheiten bzw. Decision-Making-Units (DMUs). Dazu werden über einen vergangenen Zeitraum Inputs und Outputs – die Aktivitäten – ebenjener Wirtschaftseinheiten betrachtet und miteinander verglichen; Ergebnis ist dann die (In-)Effizienz jeder DMU in Bezug auf ihre Vergleichsgruppe. Aber sie – die DMU – erfährt noch mehr über ihre Position: So lässt sich durch Betrachtung verschiedener Modelle, nämlich unter konstanten oder unter variablen Skalenerträgen, zwischen technischer und Skaleneffizienz unterscheiden. Ebenso erfährt die DMU in der Envelopment-Form, an welchen DMUs sie sich orientieren sollte und in welchem Maße diese zu der Vorbildfunktion beitragen. Weitere Informationen, die man wiederum der Multiplier-Form entnehmen kann, sind die Skalenertragslage und auch der Skalenertrag der im Fokus der Analyse stehenden DMU; zur Skalenertragslage siehe z.B. Banker, Charnes, u. Cooper (1984) und zum Skalenertrag z.B. Podinovski, Førsund, u. Krivonozhko (2009) oder Kleine, Dellnitz, u. Rödder (2014). Insgesamt wurde der Skalenertragslage und mithin auch dem Skalenertrag in der Literatur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei können diese Informationen einen wesentlichen Beitrag zur Aktivitätsplanung leisten, wie die letztgenannten Autoren zeigen. Sie entwickeln in ihrem Beitrag nämlich einen Ansatz zur BCC-Effizienz erhaltenden Aktivitätsänderung. Der Skalenertrag gibt der DMU dabei an, wie sie ihre Inputs und Outputs jeweils mit unterschiedlichen Faktoren radial skalieren muss, damit ihre BCC-(In-)Effizienz erhalten bleibt. Damit ergeben sich zwei ökonomisch sinnvolle Möglichkeiten für eine DMU:

1. Produktivitätsverbesserung durch Skalierung.
2. Effizienzverbesserung durch (z.B.) klassische radiale Inputreduktion.

Ein anderer Zweig in der DEA ist die sog. konsensuale Effizienzbewertung;

dabei werden die Effizienzen aller DMUs auf Basis der Schattenpreise einer bewertenden DMU  $k$  berechnet, vgl. hierzu Doyle u. Green (1994). Eine mögliche Fragestellung ist dann, welches Preissystem zur Bewertung aller DMUs herangezogen werden soll, vgl. dazu z.B. Rödder u. Reucher (2012). Solche Preisfestlegungen sind insbesondere dann wichtig, wenn z.B. ein Konzern ein vereinheitlichtes Preissystem zur weiteren Aktivitätsplanung seiner Tochterunternehmen fordert. Die daraus sich ergebenden Möglichkeiten zur Verbesserung durch radiale Projektion oder sogar beliebige Allokation der Inputs und Outputs bereiten Rödder u. Reucher (2012) intensiv auf. Hier spielen allerdings immer nur Effizienzbewertungen eine Rolle, nicht aber auch die Skalenerträge der DMUs. Somit ist es nur konsequent zu fragen, ob ein konsensuales Preissystem sich an den Effizienzen oder den Skalenerträgen der Vergleichsgruppe orientieren sollte. Oder an beiden? Sind die Ergebnisse einer effizienzgesteuerten Analyse denen einer skalenertragsgesteuerten gleich; handelt es sich bei den Konsenssuchen um gleichläufige oder konfliktäre Ziele? Solchen Fragen ist dieser Beitrag gewidmet. Er ist dementsprechend wie folgt aufgebaut. In Kapitel 2 werden die notwendigen Grundlagen der DEA dargelegt. Abschnitt 3.1 widmen wir dann der klassischen Kreuzeffizienzbewertung und der klassischen Peer-Wahl, Abschnitt 3.2 befasst sich mit einem an den Skalenerträgen orientierten Modell zur Peer-Wahl. Die Zusammenführung beider Ansätze erfolgt in Abschnitt 3.3. In Kapitel 4 sprechen wir dann kurz den Aspekt der konsensualen Aktivitätsplanung an. Zum Abschluss fasst Kapitel 5 zusammen und zeigt weitere Forschungsrichtungen auf.

## 2 Grundlagen zur DEA

### 2.1 Effizienzen und Kreuzeffizienzen

In diesem Abschnitt werden einige allgemein bekannte Dinge aus der DEA zusammengetragen und einige Sprechweisen festgelegt; sie dienen der Vorbereitung der in Kapitel 3 zu entwickelnden konsensualen Peer-Wahl.

Gegeben seien  $J$  Aktivitäten  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$ ,  $j \in \{1, \dots, J\}$  der betrachteten DMUs. Bekanntlich lautet die inputorientierte Multiplierform des BCC-Modells der DEA

$$\begin{aligned}
& \max g_k = \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_k + u_k \\
\text{u.d.N.:} \quad & \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_k = 1 \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j \leq 0 \quad \forall j \\
& \mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k \geq \mathbf{0} \text{ und } u_k \text{ frei.}
\end{aligned} \tag{1}$$

Hier werden die Schattenpreise  $\mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k, u_k$  als Entscheidungsvariable so bestimmt, dass DMU  $k$  eine maximale Effizienz erhält – self-appraisal. Ist  $\mathbf{U}_k^*, \mathbf{V}_k^*, u_k^*$  optimale Lösung, so ist  $g_k^* = \frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_k + u_k^*}{\mathbf{V}_k^{*T} \mathbf{x}_k}$  die relative Effizienz der DMU  $k$ . Die  $\leq$ -Restriktionen in (1) garantieren, dass im Gewichtungssystem  $\mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k, u_k$  keine DMU  $j$  eine Effizienz größer als 1 aufweisen kann.

Die Ausdrücke

$$g_{kj}^* = \frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j + u_k^*}{\mathbf{V}_k^{*T} \mathbf{x}_j} \quad k, j \in \{1, \dots, J\} \tag{2}$$

heißen bekanntlich Kreuzeffizienzen. Sie geben die Effizienzen der DMUs  $j$  in den Preissystemen der DMUs  $k$  an. Die Matrix  $(g_{kj}^*)_{J,J}$  heißt Kreuzeffizienzmatrix. Da die Lösung der Aufgabe (1) i.A. nicht eindeutig ist, können solche Kreuzeffizienzmatrizen stark variieren. Zur Behebung des Problems berechnet man eine benevolente (oder aggressive) Variante von (1), vgl. Doyle u. Green (1994). Zur benevolenten Form vgl. man auch Rödder u. Reucher (2012) sowie Abschnitt 3.1 dieses Beitrags.

Die lineare Gleichung in  $\mathbf{x}, \mathbf{y}$

$$\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y} + u_k^* - g_k^* \mathbf{V}_k^{*T} \mathbf{x} = 0 \tag{3}$$

heißt Effizienzhyperebene von DMU  $k$  zum Effizienzniveau  $g_k^*$ . Wegen (2) erkennt man sofort, dass für eine beliebige DMU  $j$  das  $g_{kj}^*$  der relative inputorientierte Abstand zu DMU  $k$ 's Hyperebene zum Niveau 1 ist. Zum Nachweis

dividiere man beide Seiten von (2) durch  $g_{kj}^*$ . Die sich durch Inputprojektion ergebende Aktivität  $(g_{kj}^* \mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$  liegt dann auf dieser Hyperebene.

## 2.2 Skalenertragslagen und Skalenerträge

Hat DMU  $k$  ihr optimales Gewichtungssystem bestimmt, liest sie am Vorzeichen von  $u_k^*$  ihre Skalenertragslage ab:

- bei  $u_k^* = 0$  liegt konstanter Skalenertrag,
- bei  $u_k^* > 0$  liegt steigender Skalenertrag und
- bei  $u_k^* < 0$  liegt fallender Skalenertrag vor.

In Kleine, Dellnitz, u. Rödder (2014) präzisieren die Autoren diese Aussagen und liefern mit Gleichung (4) einen exakten Ausdruck für den Skalenertrag einer Aktivität  $(\mathbf{x}_k, \mathbf{y}_k)$ :

$$\epsilon_k = \delta \frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_k + u_k^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_k}. \quad (4)$$

(4) hat folgende Bedeutung: Will man die in (1) ermittelte Effizienz erhalten, so muss sich bei radialer Inputerhöhung  $\mathbf{x}_k \rightarrow (1 + \delta)\mathbf{x}_k$  der Output radial von  $\mathbf{y}_k$  zu  $(1 + \epsilon_k)\mathbf{y}_k$  verändern. Der Ausdruck  $se_k^* = \frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_k + u_k^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_k}$  ist also die Skalanelastizität für DMU  $k$ .

## 3 Konsensuale Peer-Wahl

### 3.1 (Kreuz-)Effizienzen und Peer-Wahl

Wie im Kapitel zuvor angekündigt, suchen wir jetzt ein Gewichtungssystem für DMU  $k$ ; nämlich eines, das die Kreuzeffizienzen aller DMUs benevolent bewertet. Neben der stärkeren Einschränkung des Gewichtungssystems als in (1) liefert die Lösung von (5) als zusätzlichen Effekt Konsens: Unter diesem

Gewichtungssystem werden die Effizienzen aller DMUs wohlwollend bewertet.

Dazu lösen wir nun für jedes  $k$ , mit  $k \in \{1, \dots, J\}$ ,

$$\begin{aligned}
\min \quad & s_k = \sum_j s_{kj} \\
\text{u.d.N.:} \quad & \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_k = 1 \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_k + u_k = g_k^* \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j \leq 0 \quad \forall j \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j + s_{kj} \geq 0 \quad \forall j \\
\text{mit} \quad & \mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k \geq \mathbf{0}, s_{kj} \geq 0 \quad \forall j \\
\text{und} \quad & u_k \text{ frei}
\end{aligned} \tag{5}$$

Hierbei ist  $g_k^*$  die für DMU  $k$  (zuvor) berechnete maximale Effizienz. Sei  $s_k^*$  optimaler Zielfunktionswert von (5). Nun wird aus der Menge  $\{s_1^*, \dots, s_J^*\}$  die DMU mit der kleinsten Summe der Abweichungen gewählt; bilde also

$$k_1 = \arg \min_k s_k^*. \tag{6}$$

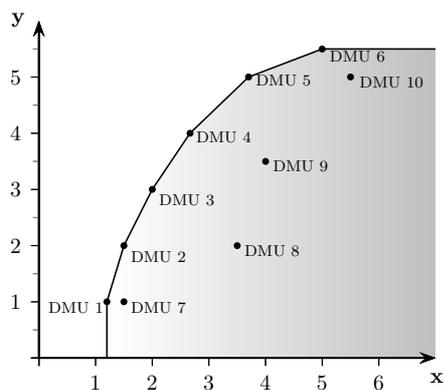
Damit haben wir dann auch das damit verbundene konsensuale Gewichtungssystem  ${}^s\mathbf{U}_{k_1}^*$ ,  ${}^s\mathbf{V}_{k_1}^*$  und  ${}^s u_{k_1}^*$  – und mithin einen Peer – festgelegt. Und die Komponenten  $s_{kj}^* = 0$  liefern die DMUs, die in diesem festgelegten Gewichtungssystem effizient sind. Zwei Dinge sollen hier jedoch nicht unerwähnt bleiben: Erstens besteht weiterhin die Möglichkeit, dass das gewählte Preissystem nicht eindeutig ist. Es können also mehrere optimale Preissysteme existieren, die allesamt den gleichen – möglicherweise anders komponierten – Zielfunktionswert  $s_k^*$  liefern. Zweitens werden nicht die Kreuzeffizienzen direkt, sondern es wird nur eine lineare Annäherung an ebendiese benevolent berechnet. Statt des eigentlich zu betrachtenden Restriktionensystems  $\frac{\mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k}{\mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j} + \sigma_{kj} \geq 1$  und der Minimierung von  $\sigma_k = \sum_j \sigma_{kj}$  wird kurzerhand

mit  $\mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j$  durchmultipliziert,  $\sigma_{kj} \cdot \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j$  zu  $s_{kj}$  umbenannt und dann (5) berechnet. Diese Approximation findet sich auch in den bereits zitierten Arbeiten von Doyle u. Green (1994) sowie Rödter u. Reucher (2012) und wird hier übernommen.

Das folgende Beispiel soll das dargelegte Vorgehen verdeutlichen.

#### BEISPIEL

Wir betrachten zehn DMUs mit je einem Input und je einem Output, wie in Abbildung 1 dargestellt.



Aktivitäten:

$(1.2,1)$ ,  $(1.5,2)$ ,  $(2,3)$ ,  $(2.\bar{6},4)$ ,  
 $(3.7,5)$ ,  $(5,5.5)$ ,  $(1.5,1)$ ,  $(3.5,2)$ ,  
 $(4,3.5)$ ,  $(5,5,5)$ .

Abbildung 1: BCC-Technologie für 10 DMUs.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Aufgabe (5) für die 10 DMUs.

Tabelle 1: Optimale Lösungen zu Problem (5) für 10 DMUs.

DMU $k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$g_k^*$	1	1	1	1	1	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{37}{55}$
$s_{\mathbf{U}_k}^*$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{31}{111}$	$\frac{13}{25}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{165}{31}$
$s_{\mathbf{V}_k}^*$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{37}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{11}$
$s_{u_k}^*$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{44}{111}$	$-\frac{93}{50}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{7}$	0	$-\frac{4}{15}$
$s_k^*$	9.97	6.38	4.62	3.46	3.29	8.07	7.98	2.73	2.31	2.21

Tabelle 2 hält zu den optimalen Lösungen der Tabelle 1 die Kreuzeffizienzbewertungen bereit.

Tabelle 2: Kreuzeffizienzmatrix zu Problem (5) für 10 DMUs.

$g_{kj}^*$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00	1.00	0.90	0.79	0.65	0.51	0.80	0.43	0.49	0.44
2	0.83	1.00	1.00	0.94	0.81	0.65	0.67	0.43	0.56	0.55
3	0.56	0.89	1.00	1.00	0.90	0.73	0.44	0.38	0.58	0.61
4	0.56	0.89	1.00	1.00	0.90	0.73	0.44	0.38	0.58	0.61
5	-0.36	0.40	0.82	1.00	1.00	0.84	-0.29	0.17	0.54	0.67
6	-5.58	-2.73	-0.75	0.41	1.00	1.00	-4.47	-1.17	-0.05	0.67
7	1.00	1.00	0.90	0.79	0.65	0.51	0.80	0.43	0.49	0.44
8	0.83	1.00	1.00	0.94	0.81	0.65	0.67	0.43	0.56	0.55
9	0.56	0.89	1.00	1.00	0.90	0.73	0.44	0.38	0.58	0.61
10	-0.36	0.40	0.82	1.00	1.00	0.84	-0.29	0.17	0.54	0.67

Wenden wir nun (6) an, so wird in diesem Fall eindeutig die DMU 10 als Peer gewählt. Anzumerken ist noch, dass dieser potentielle Peer ein negatives  $u$  aufweist, also einen fallenden Skalenertrag hat; diese Beobachtung greifen wir an anderer Stelle erneut auf.  $\diamond$

Die Peer-Wahl auf der Basis von Kreuzeffizienzen ist insgesamt also eine wohletablierte Vorgehensweise. Was aber, wenn ein Konzern an einem Preissystem interessiert ist, das sich nicht an den Effizienzen der DMUs orientiert, sondern deren individuellen Skalenertragseinschätzungen Rechnung trägt. Diese "Rücksichtnahme" soll den einzelnen DMUs die Gelegenheit geben, ihre SE-Einschätzungen bestmöglich umzusetzen und bei Aktivitätsänderungen Skaleneffekte auszunutzen.

### 3.2 Skalenerträge und Peer-Wahl

Wir suchen also jetzt eine Peer-DMU  $k$  und mithin ein Gewichtungssystem, das die Summe der Differenzen zu den individuellen Skalenerträgen aller DMUs minimal werden lässt. Dazu bestimme zunächst  $se_j^* = \frac{\mathbf{U}_j^{*T} \mathbf{y}_j + u_j^*}{\mathbf{U}_j^{*T} \mathbf{y}_j} \forall j$  aus Aufgabe (5).

Dann löse für jedes  $k$ , mit  $k \in \{1, \dots, J\}$ ,

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \tau_k = \sum_j \tau_{kj}^+ + \tau_{kj}^- \\
 \text{u.d.N.:} \quad & \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_k = 1 \\
 & \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_k + u_k = g_k^* \\
 & \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j \leq 0 \quad \forall j \\
 & \frac{\mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k}{\mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j} - se_j^* + \tau_{kj}^+ - \tau_{kj}^- = 0 \quad \forall j \\
 \text{mit} \quad & \mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k \geq \mathbf{0}, \tau_{kj}^+, \tau_{kj}^- \geq 0 \quad \forall j \\
 \text{und} \quad & u_k \text{ frei}
 \end{aligned} \tag{7}$$

Unschwer erkennt man, dass es sich bei (7) um ein Problem mit nichtlinearen Nebenbedingungen handelt. Deshalb wird hier wie schon in (5) eine lineare Approximation gewählt. Multiplikation der vierten Gruppe der Nebenbedingungen mit  $\mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j$  und Umbenennen von  $\tau_{kj}^+ \cdot \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j$  bzw.  $\tau_{kj}^- \cdot \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j$  zu  $t_{kj}^+$  bzw.  $t_{kj}^-$  ergibt (8).

$$\begin{aligned}
\min \quad & t_k = \sum_j t_{kj}^+ + t_{kj}^- \\
\text{u.d.N.:} \quad & \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_k = 1 \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_k + u_k = g_k^* \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j \leq 0 \quad \forall j \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j (1 - \text{se}_j^*) + u_k + t_{kj}^+ - t_{kj}^- = 0 \quad \forall j \\
\text{mit} \quad & \mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k \geq \mathbf{0}, t_{kj}^+, t_{kj}^- \geq 0 \quad \forall j \\
\text{und} \quad & u_k \text{ frei}
\end{aligned} \tag{8}$$

Und wieder wählen wir im Anschluss aus der Menge  $\{t_1^*, \dots, t_j^*\}$  die Peer-DMU mit der geringsten Summe aller Abweichungen, also

$$k_2 = \arg \min_k t_k^* \tag{9}$$

und legen auch hier das konsensuale Gewichtungssystem  ${}^t\mathbf{U}_{k_2}^*$ ,  ${}^t\mathbf{V}_{k_2}^*$  und  ${}^t u_{k_2}^*$  fest. Aufgrund der geforderten Nichtnegativität von  $t_{kj}^+, t_{kj}^-$  und  $t_{kj}^+ \cdot t_{kj}^- = 0$  lassen sich diese ohne Informationsverlust zu einer Größe  $t_{kj} = t_{kj}^+ - t_{kj}^-$  zusammenfassen; der im Optimum angenommene Wert wird jeweils mit  $t_{kj}^*$  bezeichnet. Am Vorzeichen von  $t_{kj}^*$  lässt sich dann noch immer erkennen, welcher DMU ein zu hoher und welcher ein zu geringer Skalenertrag zugesprochen wird.

In Fortführung zu den obigen Ausführungen greifen wir wieder das bekannte Beispiel auf.

BEISPIEL (FORTSETZUNG)

Tabelle 3 zeigt nunmehr die Ergebnisse der Aufgabe (8) zu den bekannten zehn DMUs.

Tabelle 3: Optimale Lösungen zu Problem (8) für 10 DMUs.

DMU $k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$g_k^*$	1	1	1	1	1	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{37}{55}$
${}^t\mathbf{U}_k^*$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{31}{111}$	$\frac{13}{25}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{165}{31}$
${}^t\mathbf{V}_k^*$	$\frac{6}{5}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{37}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{11}$
${}^t u_k^*$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{44}{111}$	$-\frac{93}{50}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{7}$	0	$-\frac{4}{15}$
$t_k^*$	7.10	5.47	4.10	3.60	5.61	19.42	5.68	2.35	2.40	3.78
$t_{k1}^*$	0	0.67	1.00	0.75	1.23	3.42	0	0.29	0.50	0.83
$t_{k2}^*$	-0.50	0	0.33	0.25	0.68	2.38	-0.40	0	0.17	0.45
$t_{k3}^*$	-0.75	-0.33	0	0	0.40	1.86	-0.60	-0.14	0	0.27
$t_{k4}^*$	-0.75	-0.33	0	0	0.40	1.86	-0.60	-0.14	0	0.27
$t_{k5}^*$	-1.11	-0.81	-0.47	-0.36	0	1.12	-0.88	-0.35	-0.24	0
$t_{k6}^*$	-1.64	-1.53	-1.19	-0.89	-0.60	0	-1.32	-0.65	-0.60	-0.41
$t_{k7}^*$	0	0.67	1.00	0.75	1.23	3.42	0	0.29	0.50	0.83
$t_{k8}^*$	-0.50	0	0.33	0.25	0.68	2.38	-0.40	0	0.17	0.45
$t_{k9}^*$	-0.75	-0.33	0	0	0.40	1.86	-0.60	-0.14	0	0.27
$t_{k10}^*$	-1.11	-0.81	-0.47	-0.36	0	1.12	-0.88	-0.35	-0.24	0

Das Beispiel verdeutlicht hier, dass z.B. die DMU  $k = 1$  den DMUs 2 bis 6 und 8 bis 10 einen zu hohen, wohingegen DMU  $k = 6$  allen DMUs bis auf sich selbst einen zu geringen Skalenertrag zuweist.

Wenden wir auf die in dieser Tabelle gegebenen Werte nun (9) an, so fällt die Wahl eindeutig auf die Peer-DMU 8 mit  $t_8^* \approx 2.35$  und einem positiven  ${}^t u_8^* = \frac{1}{7}$ . Die Peer-DMU 8 hat also einen steigenden Skalenertrag.  $\diamond$

Vergleicht man die gefundene Entscheidung mit der im vorherigen Abschnitt getroffenen, erkennt man, dass beide Wahlprozesse unterschiedliche Peer-DMUs hervorbringen. Aber nicht nur das: Die effizienzorientierte Wahl eines Gewichtungssystems führt zu einem Peer mit fallendem, die skalenertragsorientierte hingegen zu einem Peer mit steigendem Skalenertrag(!).

Die Ziele in den beiden vorgestellten Programmen (5) und (8) können also durchaus konkurrierender Natur sein. Welches Preissystem ist dann aber das

korrekte? Eine eindeutige Antwort auf diese Frage gibt es wohl leider nicht. Im Wesentlichen spielen hier ja gerade die Interessen des Konzerns eine Rolle. Um die Zielvorstellungen darauf abzustimmen bzw. zu verfeinern, existieren verschiedene Möglichkeiten, und man bedient sich in solchen Fällen häufig den Erkenntnissen der sog. multikriteriellen Optimierung.

### 3.3 Zusammenführung beider Konzepte

Die Konzepte und Modelle zur Mehrzielentscheidung bieten vielfältige Möglichkeiten, mit den im vorigen Abschnitt angesprochenen konkurrierenden Zielen umzugehen. So könnten wir beispielsweise die Ziele lexikographisch ordnen, also z.B. zuerst das Ziel der Kreuzeffizienzoptimierung verfolgen und bei Indifferenzfällen das zweite Ziel zu Rate ziehen.

Der im Folgenden vorgestellte Ansatz wählt eine mit  $w$  und  $(1-w)$ ,  $w \in [0, 1]$ , gewichtete Konvexkombination der Ziele zur Festlegung einer Peer-DMU  $k$ .

Somit lösen wir für jedes  $k$ , mit  $k \in \{1, \dots, J\}$ ,

$$\begin{aligned}
\min \quad & z_k(w) = w \cdot \sum_j s_{kj} + (1-w) \cdot \sum_j t_{kj}^+ + t_{kj}^- \\
\text{u.d.N.:} \quad & \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_k = 1 \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_k + u_k = g_k^* \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j \leq 0 \quad \forall j \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j + u_k - \mathbf{V}_k^T \mathbf{x}_j + s_{kj} \geq 0 \quad \forall j \\
& \mathbf{U}_k^T \mathbf{y}_j (1 - se_j^*) + u_k + t_{kj}^+ - t_{kj}^- = 0 \quad \forall j \\
\text{mit} \quad & \mathbf{U}_k, \mathbf{V}_k \geq \mathbf{0}, s_{kj}, t_{kj}^+, t_{kj}^- \geq 0 \quad \forall j \\
\text{und} \quad & u_k \text{ frei}
\end{aligned} \tag{10}$$

Es sei  $z_k^*(w)$ ,  ${}^w\mathbf{U}_k^*$ ,  ${}^w\mathbf{V}_k^*$  sowie  ${}^w u_k^*$  optimale Lösung von (10). Damit bildet man dann

$$k_3 = \arg \min_k z_k^*(w) \tag{11}$$

und erhält nunmehr das konsensuale Gewichtungssystem  ${}^w\mathbf{U}_{k_3}^*$ ,  ${}^w\mathbf{V}_{k_3}^*$  und  ${}^w u_{k_3}^*$ . Diese Schattenpreise dienen dann zur konsensualen Effizienz- und Skalenertragsbewertung. Die Zielpräferenzen werden über den Parameter  $w$  gesteuert; denn setzt man  $w = 1$ , so befindet man sich in Aufgabe (5), für  $w = 0$  wiederum in (8).

Die folgende Abbildung visualisiert nun für das hier durchgerechnete Beispiel die Peer-DMUs in Abhängigkeit des Parameters  $w$ . Eine Gewichtung des Kreuzeffizienz-Ziels mit  $w \leq 0.1191$  führt zu der durch Aufgabe (8) ermittelten Peer-DMU 8, eine mit  $w \geq 0.9345$  hingegen zu der durch Problem (5) berechneten Peer-DMU 10. Für alle  $w \in [0.1192, 0.9344]$  ist DMU 9 Peer. Somit zeigt sich bereits in diesem kleinen Beispiel, dass Problem (10) tatsächlich vom Parameter  $w$  abhängt.

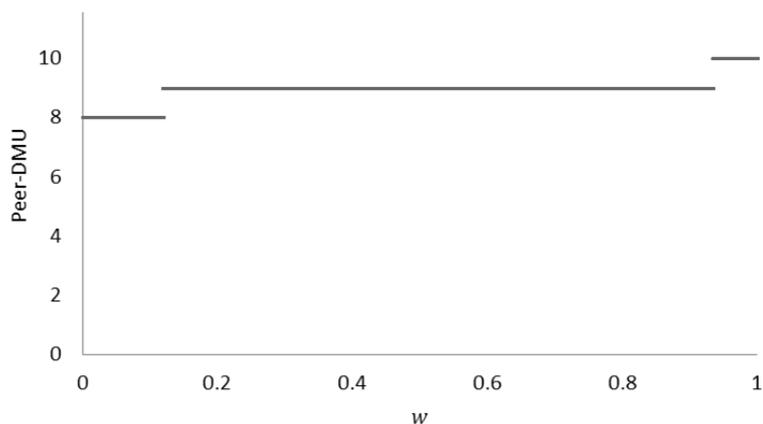


Abbildung 2: Peer-DMU in Abhängigkeit von  $w$ .

Anmerkung: Beide dargestellten Sprungstellen wurden hier mit einer Genauigkeit von vier Stellen nach dem Komma ermittelt.

Die Wahl eines geeigneten Parameters  $w$  ist letztlich Aufgabe des Entscheidungsgremiums. Zudem soll nicht unerwähnt bleiben, dass die mit diesen

Gewichten versehenen Zielkomponenten in (10) zwar die gleiche Dimension haben, aber doch für grundsätzlich verschiedene Philosophien stehen.

## 4 Konsensuale Aktivitätsplanung

Mit den Gewichtungssystemen von DMU 8, 9 oder DMU 10 müssen alle DMUs die jeweiligen Kreuzeffizienzen der Tabelle 2 akzeptieren. Die notwendige Inputreduktion zur Effizienzsteigerung wäre dann Standardvorgehen einer jeden DEA. Mit dem Gewichtungssystem der DMU 10 – gemäß (6) – erfährt bei Übernahme derselben aufgrund des negativen  $u^*$  jede DMU der gesamten Gruppe bei Herunterfahren der Aktivität die gewünschten Skaleneffekte. Bei Wahl von Peer-DMU 8 gemäß (9) hingegen bei Erhöhen der Aktivität. Zum Nachweis dieser Aussage beachte man, dass bei Wahl der Gewichte von DMU  $k$  für eine beliebige DMU  $j$  der Ausdruck (4) in (4') übergeht.

$$\epsilon_{kj} = \delta \frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j + u_k^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j}, \quad (4')$$

was infolge aus Sicht von DMU  $k$

- konstante SE bei  $u_k^* = 0$
- steigende SE bei  $u_k^* > 0$
- fallende SE bei  $u_k^* < 0$

*auch* für DMU  $j$  bedeutet. Will sie – DMU  $j$  – die ihr zugewiesenen Kreuzeffizienzen bei Skalierung ihrer Aktivitäten beibehalten, muss sie dies gemäß (4') tun. Ein guter Grund, den Ausdruck  $\frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j + u_k^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j}$  Kreuzskalenertrag von  $j$  bzgl.  $k$  zu nennen. Dieser Kreuzskalenertrag, der offensichtlich Bestandteil des Optimierungsproblems (7) ist, lässt sich durch eine leichte Transformation der entsprechenden optimalen Lösung von Problem (8) zurückgewinnen; man erhält  $\frac{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j + u_k^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j} = \text{se}_j^* - \frac{t_{kj}^*}{\mathbf{U}_k^{*T} \mathbf{y}_j}$ .

Die Wahl eines Peers hat also durch die Festlegung des Gewichtungssystems enorme Auswirkungen auf die gesamte Konzernpolitik.

Zur Verdeutlichung geben wir in Tabelle 4 die Kreuzskalenerträge an.

Tabelle 4: Kreuzskalenerträge zu Problem (8) für zehn DMUs und  $\delta = 1$ .

$\epsilon_{kj}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4.00	2.50	2.00	1.75	1.60	1.55	4.00	2.50	1.86	1.60
2	2.00	1.50	1.33	1.25	1.20	1.18	2.00	1.50	1.29	1.20
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	-0.42	0.29	0.53	0.65	0.72	0.74	-0.42	0.29	0.59	0.72
6	-2.58	-0.79	-0.19	0.11	0.29	0.35	-2.58	-0.79	-0.02	0.29
7	4.00	2.50	2.00	1.75	1.60	1.55	4.00	2.50	1.86	1.60
8	2.00	1.50	1.33	1.25	1.20	1.18	2.00	1.50	1.29	1.20
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	-0.42	0.29	0.53	0.65	0.72	0.74	-0.42	0.29	0.59	0.72

Das Zahlenmaterial in der Tabelle ist sehr aufschlussreich, es werden nämlich hier nicht nur fallende SE, sondern sogar negative SE beobachtet. Diese völlig neue Erkenntnis ist sicherlich die Basis für weitere Forschung: Ist eine DMU, die anderen DMUs einen negativen SE zuweist, wirklich eine gute Peer-Wahl?

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Bereits Doyle u. Green befassten sich 1994 mit Mehrfachlösungen in der Multiplierform und präsentierten zur Behebung ein lineares Optimierungsproblem, mit dem aus der Perspektive der bewertenden DMU jede Wirtschaftseinheit eine wohlwollende Effizienzbewertung erfährt. In diesem Beitrag wird dieses Optimierungsproblem aufgegriffen, um darüber dann einen wohlwollenden Peer zu wählen. Dabei wird *ein* Gewichtungssystem aus der Menge

der zuvor wohlwollend bestimmten gesucht, das in Summe für alle DMUs die geringsten Effizienzabweichungen aufweist. Dies alles erfolgt in der Technologie unter variablen Skalenerträgen – dem BCC-Modell.

Es sind aber in dieser Technologie nicht nur die individuellen Effizienzen berechenbar, sondern eben auch die individuellen Skalenerträge einer jeden DMU. Mit diesen Indizes ist jede DMU dann in der Lage, über Ausweitung oder Reduktion ihrer eigenen Aktivität zu befinden. Nunmehr wird in diesem Beitrag dargelegt, dass wohlwollende Gewichtungssysteme auch auf der Grundlage von Skalenerträgen bestimmt und letztlich auch zur konsensualen Peer-Wahl herangezogen werden können. Aber mehr noch: Es lassen sich sogar beide Ziele – geringe Effizienz- und Skalenertragsabweichungen – zusammenschalten und die Wichtigkeit der beiden Ziele über einen Parameter steuern. In dem in dieser Abhandlung gewählten Beispiel mündet die Peer-Wahl dann in einem Spannungszustand zwischen einem Peer unter fallenden und einem unter steigenden Skalenerträgen.

Rödter u. Reucher (2012) stellen in ihrem Aufsatz das Konzept eines virtuellen Peers vor. Hier sucht man ein faires Preissystem unter allen zulässigen, ohne zuvor jedoch eine bewertende DMU festlegen zu müssen. Sie begründen diese Form der Auswahl mit einer höheren Akzeptanz bei den wählenden DMUs. Es drängt sich also unmittelbar die Frage auf, ob sich ein – Effizienz und Skalenertrag – integriertes Modell zur Wahl eines virtuellen Peers formulieren lässt. Ergeben sich hier dann ähnliche Ambivalenzen? Die Beantwortung dieser Fragen soll Gegenstand eines nächsten Beitrags sein.

## Literatur

- [Banker u. a. 1984] BANKER, R. D. ; CHARNES, A. ; COOPER, W. W.: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. In: *Management Science* 30 (1984), S. 1078–1091
- [Charnes u. a. 1978] CHARNES, A. ; COOPER, W. W. ; RHODES, E.: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. In: *European Journal of Operational Research* 2 (1978), S. 429–444
- [Doyle u. Green 1994] DOYLE, J. ; GREEN, R.: Efficiency and Cross-efficiency in DEA: Derivations, Meanings and Uses. In: *The Journal of The Operational Research Society* 45 (5) (1994), S. 567–578
- [Kleine u. a. 2014] KLEINE, A. ; DELLNITZ, A. ; RÖDDER, W.: Sensitivity Analysis of BCC Efficiency in DEA with Application to European Health Services. In: *Operations Research Proceedings 2013*. Erscheint, 2014, S. 243–248
- [Podinovski u. a. 2009] PODINOVSKI, V. V. ; FØRSUND, F. R. ; KRIVONOSHKO, V. E.: A simple derivation of scale elasticity in data envelopment analysis. In: *European Journal of Operational Research* 197 (2009), S. 149–153
- [Rödder u. a. 2013] RÖDDER, W. ; KLEINE, A. ; DELLNITZ, A.: Scaling Production and Improving Efficiency in DEA – an interactive approach. (2013). – Manuskript unter Begutachtung
- [Rödder u. Reucher 2012] RÖDDER, W. ; REUCHER, E.: Advanced X-Efficiencies for CCR- and BCC-Models – towards Peer-based DEA Controlling. In: *European Journal of Operational Research* 219 (2012), S. 467–476

Die Diskussionspapiere ab Nr. 183 (1992) bis heute, können Sie im Internet unter <http://www.fernuni-hagen.de/wirtschaftswissenschaft/forschung/beitraege.shtml> einsehen und zum Teil downloaden.

**Ältere Diskussionspapiere selber erhalten Sie nur in den Bibliotheken.**

Nr	Jahr	Titel	Autor/en
420	2008	Stockkeeping and controlling under game theoretic aspects	Fandel, Günter Trockel, Jan
421	2008	On Overdissipation of Rents in Contests with Endogenous Intrinsic Motivation	Schlepütz, Volker
422	2008	Maximum Entropy Inference for Mixed Continuous-Discrete Variables	Singer, Hermann
423	2008	Eine Heuristik für das mehrdimensionale Bin Packing Problem	Mack, Daniel Bortfeldt, Andreas
424	2008	Expected A Posteriori Estimation in Financial Applications	Mazzoni, Thomas
425	2008	A Genetic Algorithm for the Two-Dimensional Knapsack Problem with Rectangular Pieces	Bortfeldt, Andreas Winter, Tobias
426	2008	A Tree Search Algorithm for Solving the Container Loading Problem	Fanslau, Tobias Bortfeldt, Andreas
427	2008	Dynamic Effects of Offshoring	Stijepic, Denis Wagner, Helmut
428	2008	Der Einfluss von Kostenabweichungen auf das Nash-Gleichgewicht in einem nicht-kooperativen Disponenten-Controller-Spiel	Fandel, Günter Trockel, Jan
429	2008	Fast Analytic Option Valuation with GARCH	Mazzoni, Thomas
430	2008	Conditional Gauss-Hermite Filtering with Application to Volatility Estimation	Singer, Hermann
431	2008	Web 2.0 auf dem Prüfstand: Zur Bewertung von Internet-Unternehmen	Christian Maaß Gotthard Pietsch
432	2008	Zentralbank-Kommunikation und Finanzstabilität – Eine Bestandsaufnahme	Knütter, Rolf Mohr, Benjamin
433	2008	Globalization and Asset Prices: Which Trade-Offs Do Central Banks Face in Small Open Economies?	Knütter, Rolf Wagner, Helmut
434	2008	International Policy Coordination and Simple Monetary Policy Rules	Berger, Wolfram Wagner, Helmut

435	2009	Matchingprozesse auf beruflichen Teilarbeitsmärkten	Stops, Michael Mazzoni, Thomas
436	2009	Wayfindingprozesse in Parksituationen - eine empirische Analyse	Fließ, Sabine Tetzner, Stefan
437	2009	ENTROPY-DRIVEN PORTFOLIO SELECTION a downside and upside risk framework	Rödder, Wilhelm Gartner, Ivan Ricardo Rudolph, Sandra
438	2009	Consulting Incentives in Contests	Schlepütz, Volker
439	2009	A Genetic Algorithm for a Bi-Objective Winner-Determination Problem in a Transportation-Procurement Auction"	Buer, Tobias Pankratz, Giselher
440	2009	Parallel greedy algorithms for packing unequal spheres into a cuboidal strip or a cuboid	Kubach, Timo Bortfeldt, Andreas Tilli, Thomas Gehring, Hermann
441	2009	SEM modeling with singular moment matrices Part I: ML-Estimation of time series	Singer, Hermann
442	2009	SEM modeling with singular moment matrices Part II: ML-Estimation of sampled stochastic differential equations	Singer, Hermann
443	2009	Konsensuale Effizienzbewertung und -verbesserung – Untersuchungen mittels der Data Envelopment Analysis (DEA)	Rödder, Wilhelm Reucher, Elmar
444	2009	Legal Uncertainty – Is Harmonization of Law the Right Answer? A Short Overview	Wagner, Helmut
445	2009	Fast Continuous-Discrete DAF-Filters	Mazzoni, Thomas
446	2010	Quantitative Evaluierung von Multi-Level Marketingsystemen	Lorenz, Marina Mazzoni, Thomas
447	2010	Quasi-Continuous Maximum Entropy Distribution Approximation with Kernel Density	Mazzoni, Thomas Reucher, Elmar
448	2010	Solving a Bi-Objective Winner Determination Problem in a Transportation Procurement Auction	Buer, Tobias Pankratz, Giselher

449	2010	Are Short Term Stock Asset Returns Predictable? An Extended Empirical Analysis	Mazzoni, Thomas
450	2010	Europäische Gesundheitssysteme im Vergleich – Effizienzmessungen von Akutkrankenhäusern mit DEA –	Reucher, Elmar Sartorius, Frank
451	2010	Patterns in Object-Oriented Analysis	Blaimer, Nicolas Bortfeldt, Andreas Pankratz, Giselher
452	2010	The Kuznets-Kaldor-Puzzle and Neutral Cross-Capital-Intensity Structural Change	Stijepic, Denis Wagner, Helmut
453	2010	Monetary Policy and Boom-Bust Cycles: The Role of Communication	Knütter, Rolf Wagner, Helmut
454	2010	Konsensuale Effizienzbewertung und –verbesserung mittels DEA – Output- vs. Inputorientierung –	Reucher, Elmar Rödter, Wilhelm
455	2010	Consistent Modeling of Risk Averse Behavior with Spectral Risk Measures	Wächter, Hans Peter Mazzoni, Thomas
456	2010	Der virtuelle Peer – Eine Anwendung der DEA zur konsensualen Effizienzbewertung –	Reucher, Elmar
457	2010	A two-stage packing procedure for a Portuguese trading company	Moura, Ana Bortfeldt, Andreas
458	2010	A tree search algorithm for solving the multi-dimensional strip packing problem with guillotine cutting constraint	Bortfeldt, Andreas Jungmann, Sabine
459	2010	Equity and Efficiency in Regional Public Good Supply with Imperfect Labour Mobility – Horizontal versus Vertical Equalization	Arnold, Volker
460	2010	A hybrid algorithm for the capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints	Bortfeldt, Andreas

461	2010	A tree search procedure for the container relocation problem	Forster, Florian Bortfeldt, Andreas
462	2011	Advanced X-Efficiencies for CCR- and BCC-Modell – Towards Peer-based DEA Controlling	Rödder, Wilhelm Reucher, Elmar
463	2011	The Effects of Central Bank Communication on Financial Stability: A Systematization of the Empirical Evidence	Knütter, Rolf Mohr, Benjamin Wagner, Helmut
464	2011	Lösungskonzepte zur Allokation von Kooperationsvorteilen in der kooperativen Transportdisposition	Strangmeier, Reinhard Fiedler, Matthias
465	2011	Grenzen einer Legitimation staatlicher Maßnahmen gegenüber Kreditinstituten zur Verhinderung von Banken- und Wirtschaftskrisen	Merbecks, Ute
466	2011	Controlling im Stadtmarketing – Eine Analyse des Hagener Schaufensterwettbewerbs 2010	Fließ, Sabine Bauer, Katharina
467	2011	A Structural Approach to Financial Stability: On the Beneficial Role of Regulatory Governance	Mohr, Benjamin Wagner, Helmut
468	2011	Data Envelopment Analysis - Skalenerträge und Kreuzskalenerträge	Wilhelm Rödder Andreas Dellnitz
469	2011	Controlling organisatorischer Entscheidungen: Konzeptionelle Überlegungen	Lindner, Florian Scher, Ewald
470	2011	Orientierung in Dienstleistungsumgebungen – eine explorative Studie am Beispiel des Flughafens Frankfurt am Main	Fließ, Sabine Colaci, Antje Nesper, Jens
471	2011	Inequality aversion, income skewness and the theory of the welfare state	Weinreich, Daniel
472	2011	A tree search procedure for the container retrieval problem	Forster, Florian Bortfeldt, Andreas

473	2011	A Functional Approach to Pricing Complex Barrier Options	Mazzoni, Thomas
474	2011	Bologna-Prozess und neues Steuerungsmodell – auf Konfrontationskurs mit universitären Identitäten	Jost, Tobias Scher, Ewald
475	2011	A reduction approach for solving the rectangle packing area minimization problem	Bortfeldt, Andreas
476	2011	Trade and Unemployment with Heterogeneous Firms: How Good Jobs Are Lost	Altenburg, Lutz
477	2012	Structural Change Patterns and Development: China in Comparison	Wagner, Helmut
478	2012	Demografische Risiken – Herausforderungen für das finanzwirtschaftliche Risikomanagement im Rahmen der betrieblichen Altersversorgung	Merbecks, Ute
479	2012	“It’s all in the Mix!” – Internalizing Externalities with R&D Subsidies and Environmental Liability	Endres, Alfred Friehe, Tim Rundshagen, Bianca
480	2012	Ökonomische Interpretationen der SkalenvARIABLEN u in der DEA	Dellnitz, Andreas Kleine, Andreas Rödler, Wilhelm
481	2012	Entropiebasierte Analyse von Interaktionen in Sozialen Netzwerken	Rödler, Wilhelm Brenner, Dominic Kulmann, Friedhelm
482	2013	Central Bank Independence and Financial Stability: A Tale of Perfect Harmony?	Berger, Wolfram Kißner, Friedrich
483	2013	Energy generation with Directed Technical Change	Kollenbach, Gilbert
484	2013	Monetary Policy and Asset Prices: When Cleaning Up Hits the Zero Lower Bound	Berger, Wolfram Kißner, Friedrich
485	2013	Superknoten in Sozialen Netzwerken – eine entropieoptimale Analyse	Brenner, Dominic, Rödler, Wilhelm, Kulmann, Friedhelm
486	2013	Stimmigkeit von Situation, Organisation und Person: Gestaltungsüberlegungen auf Basis des Informationsverarbeitungsansatzes	Julmi, Christian Lindner, Florian Scher, Ewald
487	2014	Incentives for Advanced Abatement Technology Under National and International Permit Trading	Endres, Alfred Rundshagen, Bianca

488	2014	Dynamische Effizienzbewertung öffentlicher Dreispartentheater mit der Data Envelopment Analysis	Kleine, Andreas Hoffmann, Steffen
489	2015	Konsensuale Peer-Wahl in der DEA -- Effizienz vs. Skalenertrag	Dellnitz, Andreas Reucher, Elmar