

Sabine Gralka, Klaus Wohlrabe und Lutz Bornmann

Zur Messung von Forschungsleistungen in der Effizienzanalyse: Drittmittel versus Publikationen¹

In der Literatur zur Effizienz von Hochschulen werden entweder die eingeworbenen Drittmittel oder die Anzahl der Publikationen als Indikator für institutionelle Forschungsleistungen verwendet. Die vorliegende Studie untersucht, ob beide Indikatoren zu einer ähnlichen oder unterschiedlichen Einschätzung der Effizienz von Universitäten führen. Neben dem Umfang der Drittmittel und der Anzahl der Publikationen werden in dieser Studie die Anzahl der Publikationen berücksichtigt, die zu den 10% und 1% der am häufigsten zitierten Arbeiten in ihren Fächern und Publikationsjahren zählen. Wir zeigen, dass die auf den Indikatoren basierenden Effizienzwerte eine hohe Korrelation aufweisen, wenn sie aus der Data Envelopment Analysis (DEA) resultieren. Demgegenüber zeigt sich bei der Stochastic Frontier Analysis (SFA) ein ebenfalls positiver, jedoch nicht so großer Zusammenhang. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe vor allem für Wissenschaftler, die Effizienzanalysen im Hochschulbereich durchführen; sind jedoch auch für die Wissenschaftspolitik relevant.

In der Literatur zur Effizienz von Hochschulen werden entweder die eingeworbenen Drittmittel oder die Anzahl der Publikationen als Indikator für institutionelle Forschungsleistungen genutzt. Die Verwendung von Veröffentlichungen als Indikator hat den Vorteil, dass die Daten in multidisziplinären Datenbanken verfügbar sind (wie z.B. dem Web of Science von Clarivate Analytics). Publikationszahlen können durch Zitate gewichtet werden, um die Qualität der Forschung bei der Leistungsmessung zu berücksichtigen. Allerdings haben Publikationen den Nachteil, dass ihre Verwendung als Indikator retrospektiv ausgerichtet ist. Eingeworbene Drittmittel spiegeln den Marktwert von Forschung wider; der Indikator reflektiert annäherungsweise die Qualität von Forschung und wird häufig als Proxy für die Produktion angesehen. Die Heranziehung von Drittmitteln als Indikator für Forschungsleistungen kann man allerdings in Frage stellen, da Drittmittel zur Unterstützung der Forschung verwendet werden und daher als Teil des Produktionsprozesses angesehen werden können.

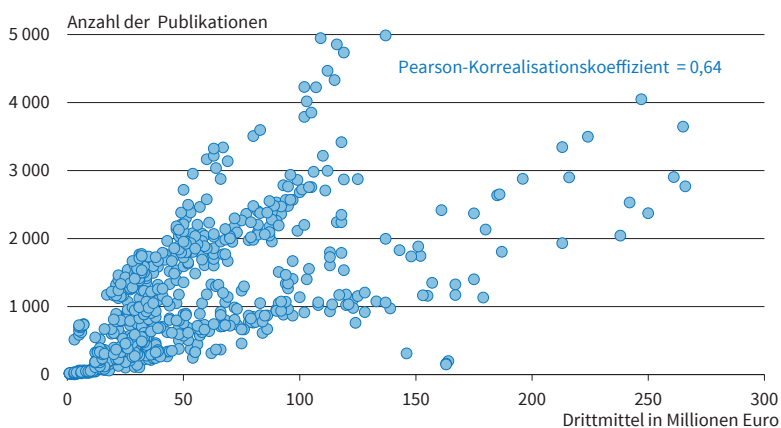
Die vorliegende Studie soll empirisch zeigen, ob Publikationen und Drittmittel zu ähnlichen oder unterschiedlichen Gesamteinschätzungen von Universitäten im Hinblick auf ihre Effizienz führen. Die Ergebnisse sind für Wissenschaftler und für Entscheidungsträger in der Wissenschaftspolitik interessant. Wissenschaftler haben häufig zu nur einem Indikator Zugang und können daher keine Aussage über die Dependenz der

Ergebnisse bezüglich des eingesetzten Indikators machen. Für Entscheidungsträger ist der Zusammenhang zwischen Drittmitteln und Publikationen aus zweierlei Gründen relevant. Zum einen definieren Wissenschaftspolitiker, welche Forschungsindikatoren bei einer Leistungsbewertung berücksichtigt werden, zum anderen geben sie richtungsweisende Anreize, um die Forschungsleistung (bzw. -effizienz) gezielt zu erhöhen. Gemäß Agasisti und Haelermans (2016) reagieren öffentliche Universitäten auf Anreize, die durch Finanzierungsformeln gegeben werden, indem sich die Universitäten auf jene Aktivitäten oder Ergebnisse konzentrieren, die finanziell belohnt werden.

In Abbildung 1 ist ein Streudiagramm mit Publikationen und Drittmitteln von 72 Hochschulen über einen Zeitraum von zehn Jahren dargestellt. Es zeigt, dass sich die Universitäten tendenziell entweder auf die Einwerbung von Drittmitteln oder die Veröffentlichung von Forschungsarbeiten ausrichten. Beide Indikatoren sind zwar positiv korreliert; eine Erhöhung des einen Indikators geht allerdings nicht notwendigerweise mit einem Anstieg des anderen in gleichem Umfang einher. Da einer Effizienzanalyse in der Regel ein Indikator (Drittmittel oder Publikationen) zugrunde liegt, könnte die unterschiedliche Ausrichtung der Hochschulen den relativen Effizienzwert systematisch beeinflussen. Sollten unsere Ergebnisse zeigen, dass beide Indikatoren zu sehr unterschiedlichen Effizienzwerten führen, wäre die relative Effizienz stark vom gewählten Indikator abhängig. Entscheidungsträger in der Wissenschaftspolitik könnten dann durch die gezielte Auswahl

¹ Dieser Beitrag ist eine Kurzfassung des CESifo Working Paper von Gralka, Wohlrabe und Bornmann (2018).

Abb. 1

Publikationen und Drittmittel

Quelle: WoS; Statistisches Bundesamt; Berechnung der Autoren.

© ifo Institut

des Indikators Einfluss auf die Ergebnisse einer Effizienzanalyse nehmen. Sollten sich die Effizienzwerte basierend auf den Indikatoren dagegen ähneln, kann davon ausgegangen werden, dass Drittmittel und Publikationen im Rahmen der Effizienzanalyse – anders als bei der Betrachtung des Verhältnisses in Abbildung 1 – Hand in Hand gehen.

Zur Beantwortung der Frage nach dem Zusammenhang von Publikationen und Drittmitteln verwenden wir einen umfassenden Datensatz zu deutschen Universitäten und stellen deren Effizienzwerte auf Basis beider Indikatoren (Publikationen und Drittmittel) gegenüber. Der Vergleich zeigt, ob sich die Werte ähneln und die Indikatoren bei der Bewertung von Institutionen synonym verwendet werden können oder nicht. Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu untersuchen, schätzen wir die institutionelle Effizienz mit zwei der gängigsten methodischen Ansätze, der klassischen Data Envelopment Analysis (DEA) sowie einer neueren Spezifikation der Stochastic Frontier Analysis (SFA).

LITERATUR

Ein umfassender Überblick über die Literatur zur Effizienzmessung im Hochschulbereich findet sich in Rhaïem (2017) sowie De Witte und López-Torres (2017). Beide Überblicksarbeiten zeigen, dass die Forschungsleistung von Universitäten in den meisten Studien entweder durch Publikationen oder durch Drittmittel gemessen wird. Die Verwendung beider Indikatoren in einer Studie ist unüblich. Eine Ausnahme ist beispielsweise die Studie von Warning (2007) zum deutschen Hochschulsektor. In der Studie wird darauf hingewiesen, dass die Einbeziehung beider Indikatoren als institutioneller Output aufgrund ihrer gegenseitigen Abhängigkeit als kritisch anzusehen ist (vgl. dazu auch Johnes und Johnes 1993). Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zur grundsätzlichen Debatte, ob Drittmittel ein geeigneter Indikator zur Messung von For-

schungsleistungen sind und zu einer ähnlichen Leistungsbewertung wie bibliometrische Maße führen oder nicht (vgl. z.B. Hornbostel 2001).

METHODEN

Um die Zuverlässigkeit unserer Ergebnisse zu prüfen, schätzen wir die institutionelle Effizienz sowohl mit der DEA als auch mit einer aktuellen Spezifikation der SFA. Während die DEA als nicht-parametrisches Verfahren den Vergleich mehrerer In- und Output-Indikatoren zulässt und keine Annahmen hin-

sichtlich der zugrunde liegenden Produktions- oder Kostenfunktion hat, ermöglicht die SFA als parametrischer Ansatz die Kontrolle von Datenfehlern und Ausreißern (*noise*). Die SFA liefert auch Informationen über die statistischen Eigenschaften der Schätzer. Ein detaillierter Überblick über die Anwendung beider Methoden im Hochschulsektor findet sich beispielsweise bei Johnes et al. (2005). Für die Berechnung der DEA in dieser Studie wird die Spezifikation von Banker, Charnes und Cooper (1984) unter der Annahme variabler Skalenerträge und eines Output-orientierten Modells verwendet. Für die Berechnung der SFA wird der Ansatz von Kumbhakar, Lien und Hardaker (2014) genutzt, der die Heterogenität zwischen Institutionen berücksichtigt. Die Heterogenität bezieht sich auf Unterschiede zwischen Institutionen, die von den Hochschulen nicht beeinflusst werden können und daher in die Effizienzbewertung nicht einfließen sollten. Die SFA basiert auf einer normalisierten Translog-Kostenfunktion unter Annahme einer halbnormalen Verteilung der Effizienzwerte.

DATENSATZ

Der dieser Studie zugrunde liegende Panel-Datensatz bietet mit 72 von insgesamt 76 deutschen öffentlichen Universitäten einen umfassenden Überblick über die deutsche Hochschullandschaft im Zeitraum von 2004 bis 2013. Der Datensatz enthält Informationen zu den Ausgaben, den Absolventen, dem durchschnittlichen Lohn von wissenschaftlichem und technischem Personal, dem Umfang der eingeworbenen Drittmittel sowie zur Quantität und Qualität der Publikationen. Alle Daten, die in dieser Studie verwendet werden, sind um den medizinischen Sektor bereinigt. Da sich deren Kosten nicht nur auf die Forschung, sondern auch die allgemeine Gesundheitsversorgung beziehen, würde eine Einbeziehung zu einer Verzerrung der Effizienzergebnisse führen.

Die Daten wurden – mit Ausnahme der bibliometrischen Daten – vom Statistischen Bundesamt bezogen. Alle monetären Variablen sind auf das Jahr 2013 deflatiert. Die Informationen zu den Publikationen stammen aus einer hausinternen Datenbank der Max-Planck-Gesellschaft, die auf den Daten des Web of Science (WoS) beruht und von der Max Planck Digital Library (MPDL, München) betrieben wird. In die Auswertungen wurden nur substantielle Publikationen mit den Dokumenttypen »Article« und »Review« einbezogen.

Konform zur klassischen Effizienzanalyse im Hochschulbereich betrachten wir Lehre und Forschung als die primären Aktivitäten (Aufgaben) von Universitäten. Die Leistungen der Universitäten in der Lehre werden durch die Gesamtzahl der Absolventen aus Bachelor- und Masterstudiengängen (oder äquivalenten Abschlüssen) gemessen; die Forschungsleistungen durch das Drittmittelaufkommen (D) und die Anzahl von Veröffentlichungen (P). Um die Qualität der Publikationen bei den Auswertungen zu berücksichtigen, verwenden wir zusätzlich zu P die Anzahl der Publikationen, die zu den 10% ($P_{top10\%}$) oder 1% ($P_{top1\%}$) der am häufigsten zitierten Publikationen in ihrem Fach und Publikationsjahr gehören. Die Output-Variablen werden relativ zu den getätigten Ausgaben (der Summe der jährlichen Personalkosten und anderer laufender Ausgaben, abzüglich der Forschungszuschüsse) bewertet. Um Unterschiede in der Personalstruktur zwischen den Universitäten zu erfassen, wird das durchschnittliche Lohnniveau berücksichtigt. Bei den Auswertungen wird zwischen naturwissenschaftlichen und anderen Fächern (wie beispielsweise sozial- und geisteswissenschaftlichen Fächern) unterschieden.

Die deskriptiven Statistiken sind in Tabelle 1 dargestellt. Während im naturwissenschaftlichen Bereich rund 900 Studenten pro Jahr einen Abschluss erhalten, sind es in den anderen Fächern rund 1 500. Eine Universität verfügt im Durchschnitt über Drittmittel von rund 50 Mio. Euro und veröffentlicht etwa 1 000 Publikationen pro Jahr. Die laufenden Ausgaben betragen etwa 130 Mio. Euro jährlich, und der Durchschnittslohn beläuft sich auf rund 77 000 Euro pro Jahr. Die deskrip-

Tab. 1
Deskriptive Statistik

| Variable | Mittelwert | Standardabweichung | Min | Max |
|---|------------|--------------------|-------|----------|
| Absolventen naturwiss, ^a | 935,46 | 786,58 | 0,00 | 6 089,00 |
| Absolventen anderer Fächer ^a | 1 467,54 | 1 040,31 | 0,00 | 5 838,00 |
| Drittmittel ^b | 50,06 | 44,85 | 1,01 | 265,73 |
| Publikationen ^a | 1 048,72 | 944,76 | 2,00 | 4 986,00 |
| $P_{top10\%}$ ^a | 142,66 | 150,51 | 0,00 | 917,45 |
| $P_{top1\%}$ ^a | 17,23 | 20,95 | 0,00 | 153,37 |
| Ausgaben ^b | 132,71 | 78,63 | 12,87 | 375,33 |
| Lohn ^c | 76,81 | 15,28 | 32,34 | 154,37 |

^aAbsolute Werte. ^bIn Mio. Euro. ^cIn 1 000 Euro.

Quelle: WoS; Statistisches Bundesamt; Berechnung der Autoren.

tiven Statistiken zeigen, dass die Standardabweichung für einen Großteil der Variablen nahe am Mittelwert liegt. Dies deutet auf eine erhebliche Heterogenität der Institutionen hin.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Ergebnisse der DEA-Schätzungen in Tabelle 2 zeigen, dass alle vier Indikatoren (D, P, $P_{top10\%}$ und $P_{top1\%}$) zu einem durchschnittlichen Effizienzwert in Höhe von etwa 0,78 führen. Diese übereinstimmenden Ergebnisse in den mittleren Effizienzwerten werden durch eine hohe Korrelation der Effizienzwerte bestätigt, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Die Darstellung der Effizienzwerte, die auf den Schätzungen für die drei Publikationsindikatoren relativ zu den Drittmitteln basiert, weist eine annähernd diagonale Linie auf. Diese Hinweise auf einen substantiellen Zusammenhang werden durch hohe Spearman-Rang- und Pearson-Korrelationskoeffizienten sowie hohe Konkordanz-Maße (vgl. Lin 2000) bestätigt (vgl. Tab. 2). Ergänzend verdeutlicht Abbildung 3, dass die Ergebnisse für alle drei Maße über die hier betrachtete Zeitspanne ähnlich sind (bei zunehmender Effizienz über die Jahre). Die Ergebnisse der DEA zeigen demnach insgesamt gesehen, dass die verschiedenen Indikatoren zu ähnlichen Effizienzbewertungen der Universitäten führen.

Diese Schlussfolgerung wird durch die Ergebnisse der SFA-Schätzung nur teilweise bestätigt. Tabelle 2 zeigt, dass die Verwendung des Indikators »Drittmittel« zu einem etwas höheren durchschnittlichen Effizienzwert (0,83) führt als die Einbeziehung der Publikationsindikatoren (0,71–0,76). Die Spearman-Rang- und Pearson-Korrelationskoeffizienten in Tabelle 2 weisen

Tab. 2

Durchschnittliche Effizienzwerte, Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten, Pearson-Korrelationskoeffizienten und Konkordanzen für die Jahre 2004 bis 2013

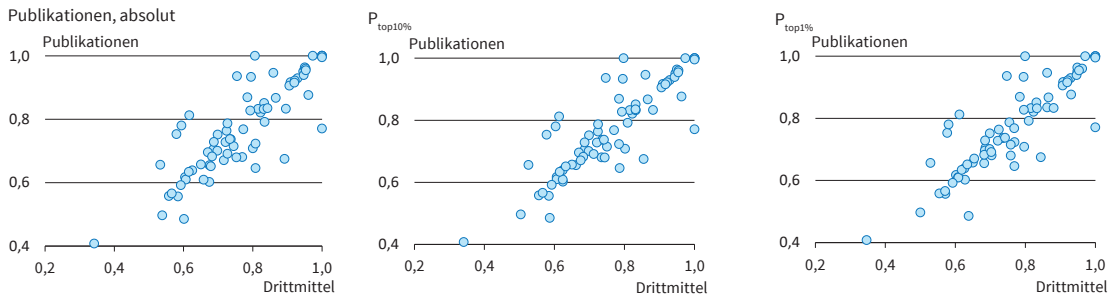
| RI: | DEA | | | | SFA | | | |
|-----------------|-------|-------|---------------|--------------|-------|-------|---------------|--------------|
| | D | P | $P_{top10\%}$ | $P_{top1\%}$ | D | P | $P_{top10\%}$ | $P_{top1\%}$ |
| Effizienzwert | 0,782 | 0,785 | 0,781 | 0,779 | 0,829 | 0,712 | 0,729 | 0,760 |
| Std. Abweichung | 0,163 | 0,158 | 0,160 | 0,163 | 0,041 | 0,123 | 0,099 | 0,073 |
| Spearman | – | 0,849 | 0,863 | 0,854 | – | 0,685 | 0,759 | 0,833 |
| Pearson | – | 0,859 | 0,871 | 0,861 | – | 0,681 | 0,763 | 0,830 |
| Konkordanz | – | 0,856 | 0,867 | 0,858 | – | 0,214 | 0,275 | 0,398 |

Quelle: WoS; Statistisches Bundesamt; Berechnung der Autoren.

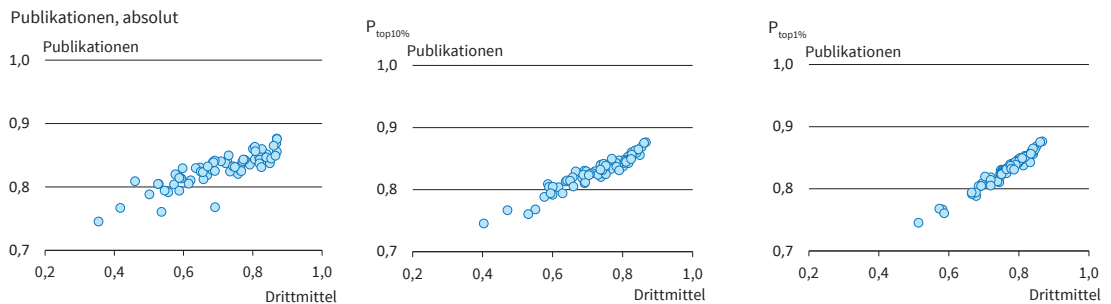
Abb. 2

Durchschnittliche Effizienzwerte je Institution

DEA, Data Envelopment Analysis



SFA, Stochastic Frontier Analysis



Quelle: WoS; Statistisches Bundesamt; Berechnung der Autoren.

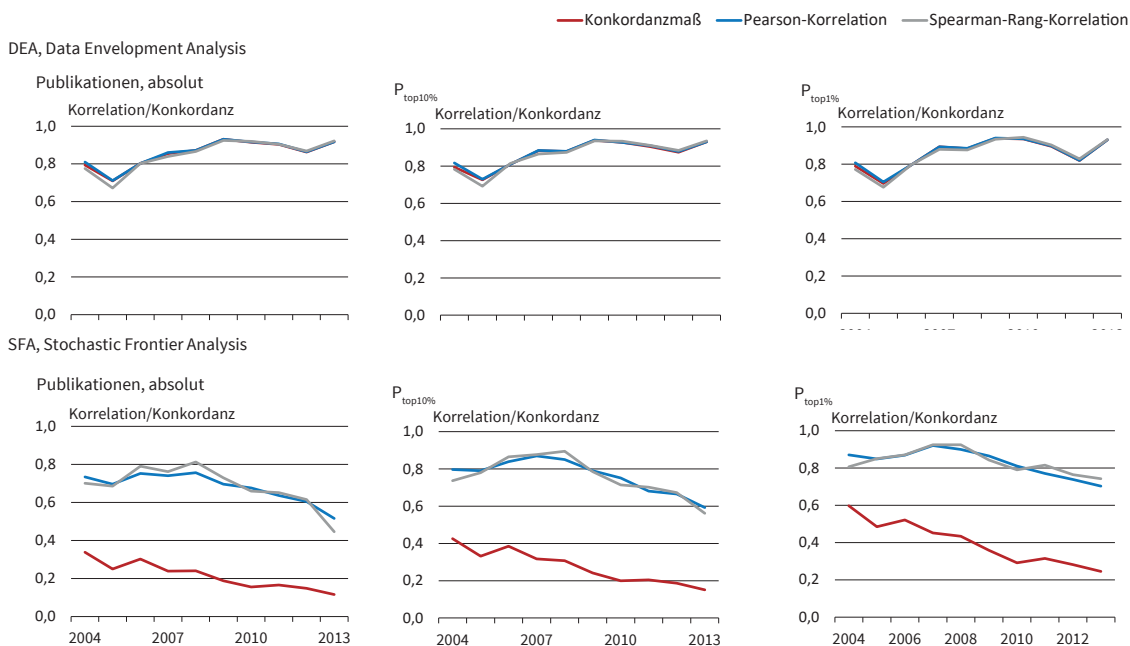
© ifo Institut

auf eine hohe Korrelation zwischen den drei Indikatoren relativ zur Schätzung mit Drittmitteln hin. Abbildung 3 zeigt, dass sich die Ergebnisse über die gesamte Zeitspanne ähneln; der Zusammenhang nimmt jedoch im Zeitverlauf leicht ab. Während das Konkordanz-Maß in Tabelle 2 einen ähnlichen Trend aufweist, fällt es niedriger als die Korrelationen aus. Ein Grund für die

niedrigeren Konkordanz-Maße könnte darin liegen, dass die auf Basis der Drittmittel ermittelten Effizienzwerte höher sind als jene, die auf Publikationen beruhen. Tabelle 2 zeigt zudem, dass die Korrelation der Effizienzwerte zunimmt, wenn auf Arbeiten mit einer höheren Qualität fokussiert wird. Dieses Ergebnis kann als ein Zeichen dafür gesehen werden, dass Universitä-

Abb. 3

Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient, Pearson-Korrelationskoeffizient und Konkordanz relativ zur Schätzung mit Drittmitteln über die Zeit



Quelle: WoS; Statistisches Bundesamt; Berechnung der Autoren.

© ifo Institut

ten, die viele Drittmittel einwerben können, auch in der Lage sind, qualitativ hochwertige (d.h. viel zitierte) Forschung zu veröffentlichen.

FAZIT

In der vorliegenden Studie wird untersucht, ob die Indikatoren »Publikationen« und »Drittmittel«, die in empirischen Studien sehr häufig verwendet werden, zu einer ähnlichen oder unterschiedlichen Einschätzung der Effizienz von Universitäten kommen. Neben dem Umfang der Drittmittel und der Anzahl der Publikationen wird die Anzahl der Publikationen verwendet, die zu den 10% und 1% der am häufigsten zitierten Arbeiten im Fach und Publikationsjahr gehören. Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu überprüfen, schätzen wir die Effizienz mit der DEA sowie einer neueren Spezifikation, der SFA, die die Heterogenität zwischen den Universitäten berücksichtigt.

Die Ergebnisse unserer Analyse weisen darauf hin, dass die auf Drittmitteln und Publikationsmaßen basierenden Effizienzwerte, die aus einer DEA resultieren, hoch miteinander korrelieren. Wir stellen daher fest, dass die Forschungsindikatoren bei der Bewertung von Universitäten als gleichwertig angesehen werden können (zumindest, wenn eine DEA berechnet wurde). Variierende Ergebnisse liegen dagegen für die SFA vor, mit einer leichten Abnahme der Korrelation zwischen den Indikatoren über die Zeit und einer insgesamt niedrigeren Konkordanz.

Bei der Interpretation unserer Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass sich die vorliegende Studie nur auf den deutschen Hochschulsektor bezieht. Obwohl wir für andere Länder ähnliche Ergebnisse vermuten, empfehlen wir, dies mit entsprechenden Datensätzen zu untersuchen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind für Wissenschaftler und Entscheidungsträger in der Wissenschaftspolitik gleichermaßen aufschlussreich. Wissenschaftler, die eine Effizienzanalyse im Hochschulbereich vornehmen wollen, können die Studie für die Auswahl der Output-Variablen heranziehen. Bei Nutzung

einer DEA können sie entweder Publikationen oder Drittmittel verwenden. Die Ergebnisse werden bei beiden Indikatoren ähnlich ausfallen. Bei der Berechnung der SFA sind dagegen etwas unterschiedliche Ergebnisse bei der Verwendung des einen oder anderen Indikators zu erwarten.

Wissenschaftspolitiker sollten bei der Interpretation der Ergebnisse von Effizienzstudien sowohl auf die Methodik als auch auf die eingesetzten Forschungsindikatoren achten. Bei der Berechnung einer DEA führen Drittmittel und Publikationen zu vergleichbaren Effizienzwerten. Falls in einer Studie eine SFA berechnet wurde, kann die Verwendung der Indikatoren zu leicht variierenden Ergebnissen führen.

LITERATUR

- Agasisti, T. und C. Haelermans (2016), »Comparing Efficiency of Public Universities among European Countries: Different Incentives Lead to Different Performances«, *Higher Education Quarterly* 70(1), 81–104.
- Banker, R. D., A. Charnes und W. Wager Cooper (1984), »Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis«, *Management Science* 30(9), 1078–1092.
- De Witte, K. und L. López-Torres (2017), »Efficiency in Education: A Review of Literature and a Way Forward«, *Journal of the Operational Research Society* 68(4), 339–363.
- Gralka, S., K. Wohlrabe und L. Bornmann (2018), »How to Measure Research Efficiency in Higher Education? Research Grants vs. Publication Output«, CESifo Working Paper Nr. 7055.
- Hornbostel, St. (2001), »Third Party Funding of German Universities. An Indicator of Research Activity?«, *Scientometrics* 50(3), 523–537.
- Johnes, G. und J. Johnes (1993), »Measuring the Research Performance of UK Economics Departments: An Application of Data Envelopment Analysis«, *Oxford Economic Papers*, 332–347.
- Johnes, G., J. Johnes, E. Thanassoulis, P. Lenton und A. Emrouznejad (2005), *An Exploratory Analysis of the Cost Structure of Higher Education in England*, UK Department for Education and Skills, London.
- Kumbhakar, S. C., G. Lien und J. B. Hardaker (2014), »Technical Efficiency in Competing Panel Data Models: A Study of Norwegian Grain Farming«, *Journal of Productivity Analysis* 41(2), 321–337.
- Lin, L.I.-K. (2000), »A Note on the Concordance Correlation Coefficient«, *Biometrics* 56, 324–325.
- Rhaim, M. (2017), »Measurement and Determinants of Academic Research Efficiency: A Systematic Review of the Evidence«, *Scientometrics* 110(2), 581–615.
- Warning, S. (2007), *The Economic Analysis of Universities: Strategic Groups and Positioning*, Elgar, Cheltenham.