

Gnewuch, Matthias; Wohlrabe, Klaus

Article

Die (Super-)Effizienz von volkswirtschaftlichen Fakultäten

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:

Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Gnewuch, Matthias; Wohlrabe, Klaus (2018) : Die (Super-)Effizienz von volkswirtschaftlichen Fakultäten, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 71, Iss. 15, pp. 30-34

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/181133>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Matthias Gnewuch und Klaus Wohlrabe

Die (Super-)Effizienz von volkswirtschaftlichen Fakultäten

Der vorliegende Artikel untersucht die (Super-)Effizienz von 188 volkswirtschaftlichen Fakultäten weltweit auf Basis von Daten von RePEc. Als Input dient die Anzahl der Mitarbeiter gemessen in Vollzeitäquivalenten einer Fakultät. Der Output wird als zwei Hauptkomponenten, die die Informationen von 30 bibliometrischen Rankings kondensieren, definiert. Es zeigt sich, dass es einige super-effiziente Fakultäten gibt, die eine deutlich höhere Produktivität als ihre Konkurrenten aufweisen; deutschsprachige Fakultäten sind nicht darunter.

Nationale und internationale Bildungsrankings spielen in der öffentlichen Diskussion eine immer größere Rolle. Universitäts- oder Fakultätsrankings werden von Studenten häufig als Entscheidungshilfe für den Studienort verwendet. Nachwuchswissenschaftler wählen auf der Grundlage dieser Rankings ein geeignetes Institut für ihre weitere akademische Laufbahn. Neben diesem, eher extern zu verortendem Nutzen von Rankings gibt es auch einen internen: Die Ergebnisse können innerhalb einer Universität/Fakultät für die Optimierung des Einsatzes von vorhandenen Ressourcen genutzt werden. Um die Ergebnisse der Rankings dafür einzusetzen, die Leistung bzw. Effizienz einer Fakultät zu steigern, ist es allerdings notwendig, den Input (wie z.B. das Budget für Forschung) und den Output (wie z.B. die Anzahl der Publikationen) gegenüberzustellen und mit anderen Fakultäten zu vergleichen. Denn letztlich sind Rankings lediglich ein Outputmaß, das Unterschiede bei den vorhandenen Ressourcen nicht beachtet.

Es gibt eine vielfältige Literatur, die sich mit der Effizienz von (höheren) Bildungseinrichtungen beschäftigt. Die Artikel von Worthington (2001), Rhaïem (2017) sowie Witte und López-Torres (2017) geben ausführliche Überblicke. Der Großteil der Untersuchungen nutzt entweder die sogenannte Data Envelopment Analysis (DEA) oder die Stochastic Frontier Analysis (SFA). Beide haben jedoch einige Nachteile. Die DEA ist etwa sehr anfällig für (statistische) Ausreißer. Dies kann zur Folge haben, dass z.B. eine Fakultät alle anderen im Effizienzsinne dominiert und dadurch deren wahres Effizienzniveau unterschätzt wird. Deshalb wurden neue Verfahren entwickelt, die dieses Problem abmildern. Als Konsequenz daraus ergeben sich sogenannte super-effiziente Einheiten. Gnewuch und Wohlrabe (2018) wenden solche Verfahren, die bisher kaum in der wissenschaftlichen Literatur genutzt wurden, auf volkswirtschaftliche Fakultäten

weltweit an. Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse präsentiert, zudem wird ein Blick auf die Fakultäten aus dem deutschsprachigen Raum geworfen. Es gibt bisher nur wenige Effizienzanalysen von wirtschaftswissenschaftlichen oder volkswirtschaftlichen Fakultäten. Als Beispiele seien Johnes (1998), Johnes und Johnes (1992; 1993; 1995) oder Madden et al. (1997) genannt. Friedrich und Wohlrabe (2017) nutzen ähnliche Daten wie in dieser Untersuchung.

METHODEN¹

Prinzipiell bieten sich für die Analyse der Produktivität einfache Kennzahlen an, wie z.B. die Anzahl der Publikationen in Relation zum Budget oder der Anzahl der Mitarbeiter. Dieser Ansatz greift jedoch zu kurz. Die Auswahl eines Benchmarks ist bei Verhältnissen nur subjektiv möglich; darüber hinaus kann jeweils nur ein Input und ein Output betrachtet werden. Auch wird der interne (d.h. nicht beobachtbare) Produktionsprozess einer Fakultät, wie die Inputs (wie z.B. das Budget oder die Mitarbeiter) in Outputs (wie z.B. Absolventen oder Publikationen) transformiert werden, außer Acht gelassen. Im Rahmen von Effizienzanalysen wird deshalb mittels mathematischer Optimierung diejenige Universität als Benchmark identifiziert, die ihren Input besonders effizient in Output umwandelt. Dabei ist es möglich, mehrere Inputs mehreren Outputs gegenüberzustellen. Für die Effizienzanalysen in dieser Studie werden ein Standardverfahren und ein neueres Verfahren eingesetzt, die mit dieser Art der mathematischen Optimierung arbeiten: die Data Envelopment Analysis (DEA) sowie die neuere und robustere Partial Frontier Analysis (PFA).

¹ Die folgenden Ausführungen orientieren sich an Wohlrabe et al. (2018).

In Anlehnung an die Produktionstheorie wird ein Produktionsprozess unterstellt, der sich durch Inputs und damit erzeugten Outputs beschreiben lässt. Bei der Effizienzmessung werden Fakultäten mit jeweils unterschiedlichen Input-Output-Kombinationen verglichen. Eine bestimmte Fakultät bzw. Input-Output-Kombination wird dann als effizient bezeichnet, wenn sie von keiner anderen Kombination dominiert wird. Dabei ergeben sich grundsätzlich zwei Optimierungsrichtungen:

- Maximierung des Outputs bei gegebenem Input (Output-Maximierung),
- Minimierung des Inputs bei gegebenem Output (Input-Minimierung).

Es hängt vom Anwendungsfall der DEA bzw. PFA ab, welche der beiden Optimierungsrichtungen zu bevorzugen ist. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Fakultäten eher einen Einfluss auf den Output als auf den Input haben, also wird von einer Output-Optimierung ausgegangen.

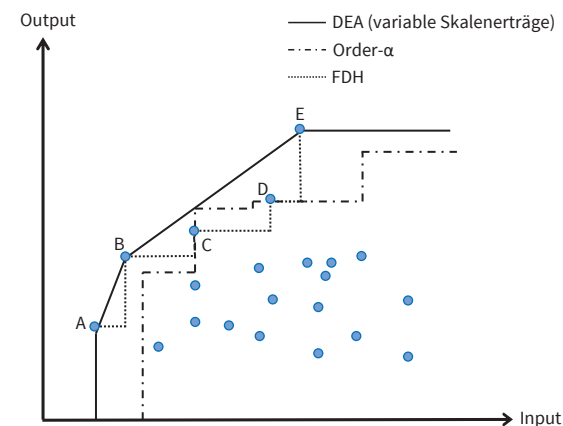
Für eine Fakultät liegt der Zustand einer Dominanz vor, wenn neben ihrer eigenen Input-Output-Kombination keine Kombination von einer anderen Universität existiert, die mit weniger Input einen genauso großen Output oder bei gleichem Input einen größeren Output erzeugt. Die Grundidee der DEA geht auf Charnes, Cooper und Rhodes (1978) zurück. Cooper, Seiford und Zhu (2004) geben einen generellen Überblick über Methodik(-varianten) und Anwendungen der DEA.

Das Prinzip der Effizienz ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Die Punkte in der Abbildung stehen für Input-Output-Kombinationen einer bestimmten Anzahl von universitären Einrichtungen. Die drei Einrichtungen A, B und E sind dominant, da keine alternative Kombination existiert, die bei gleicher Input-Output-Kombination einen geringeren Input bzw. höheren Output aufweist. Sie bilden mit ihren Input-Output-Kombinationen die (empirische) Effizienzlinie, auf der alle effizienten Input-Output-Kombinationen liegen. Das Ausmaß der Ineffizienz der anderen Universitäten errechnet sich aus der Distanz zur empirisch ermittelten Effizienzlinie. Unter der Annahme einer Output-Maximierung zeigt sich, dass die Universitäten C und D ihren Output erhöhen könnten, ohne dass sich dabei der Input verändern müsste (Input-Effizienz). Durch diese Maßnahme würden beide an Effizienz gewinnen. Die konkave Effizienzlinie repräsentiert die DEA mit variablen Skalenerträgen.

Bei der Anwendung der DEA sollte beachtet werden, dass die Effizienz von Fakultäten lediglich im Verhältnis zu einer empirischen, d.h. beobachtbaren, Effizienzlinie berechnet werden kann. Da ungewöhnliche Beobachtungseinheiten (Ausreißer) das Ergebnis maßgeblich beeinflussen können, ist die Berechnung der Effizienz sehr stark von den berücksichtigten Fakultäten abhängig. Um den Einfluss von Ausreißern auf das

Abb. 1

Effizienzmessung bei gegebener Input- und Output-Kombination



Quelle: Darstellung der Autoren.

© ifo Institut

Ergebnis zu verringern, wurde das Verfahren der DEA in den letzten Jahren weiterentwickelt. Die Free Disposal Hull (FDH) ist ebenfalls eine Methode der vollständigen Grenzanalyse. Sie unterscheidet sich von der DEA insofern, als dass die Effizienzkurve nicht zwischen effizienten Beobachtungseinheiten interpoliert wird, sondern stufenförmig verläuft (vgl. Abb. 1). Nach den Ergebnissen der FDH sind nicht nur die Fakultäten A, B und E, sondern auch C und D effizient: Es existiert keine andere Fakultät, die zumindest den gleichen Output bei geringerem oder gleichem Input hat. Dennoch würde auch bei der FDH eine Einheit mit wesentlich größerem Output und geringerem Input alle anderen Universitäten dominieren und somit ineffizient erscheinen lassen.

Um diese Dominanz zu vermeiden, wurde – aufbauend auf der DEA – das Verfahren der partiellen Grenzanalyse (PFA) entwickelt. Die PFA beruht auf der Idee, dass es »super-effiziente« Einheiten gibt, die jenseits der Effizienzkurve liegen. Die Effizienzkurve ist dabei – in Anlehnung an die FDH – stufenförmig. Bei der PFA werden jedoch nicht alle Einheiten mit einem höheren Output als Referenz verwendet, sondern nur eine Teilmenge. Wie die Kurve »Order-Alpha-Effizienz« in Abbildung 1 zeigt, liegen C und D weiterhin auf der Effizienzkurve; A, B und E liegen jedoch jenseits davon und gelten als super-effizient. Die Anzahl der super-effizienten Fakultäten kann über den Parameter α angepasst werden. Dieser ist eine Prozentzahl. Wenn er 100% beträgt, ist das Verfahren identisch mit der FDH. Wird α kleiner als 100% gewählt, werden nicht alle Universitäten, insbesondere nicht mehr die effizientesten, als Benchmark berücksichtigt. Der Parameter approximiert somit, wie rigide das Verfahren Fakultäten als super-effizient klassifiziert: Je niedriger α ist, desto höher fällt die Anzahl der potenziellen super-effizienter Fakultäten aus. Eine technische Beschreibung der hier verwendeten PFA mit Order-Alpha-Effizienz findet sich bei Aragon, Daouia und Thomas-Agnan (2005).

DATEN

Basis für die Analyse sind Daten der RePEc-Website (www.repec.org). Als Input dienen die Vollzeitäquivalente einer Fakultät. Jeder Wissenschaftler, der sich auf der Website registriert hat, kann angeben, zu welchem Anteil er für welche Fakultät und/oder Institution arbeitet. Falls dies unterbleibt, berechnet RePEc automatisch einen Anteil. Die Outputseite basiert auf den bibliometrischen Rankings, die RePEc monatlich erstellt. Im Moment existieren mehr als 30 für Institutionen, die alle potenziell als Output-Indikatoren dienen können. Generell gibt es fünf Hauptkategorien: Anzahl der publizierten Arbeiten (Zeitschriftenartikel, Diskussionspapiere, Bücher, Buchkapitel, Softwareprogramme), Zitierungen, zitierende Autoren, Seitenanzahl in Fachzeitschriften und Downloadstatistiken. Jede dieser Kategorien kann nach verschiedenen Kriterien gewichtet werden (für Details zu RePEc vgl. Seiler und Wohlrabe 2010; Zimmermann 2013). RePEc publiziert öffentlich jeweils nur die Top 5% eines jeden Rankings. Es wurden alle Fakultäten, die in allen 32 Rankings im Januar 2018 gelistet wurden und somit ein Wert für das jeweilige Ranking vorliegt, ausgewählt. Nicht berücksichtigt wurden Institutionen/Einrichtungen, die anderen Einrichtungen zugeordnet werden konnten, Zentralbanken und Wirtschaftsforschungsinstitute (wie z.B. das ifo Institut). Insgesamt verbleiben 188 Fakultäten im Datensatz. Eine Korrelationsanalyse zeigt, dass die verschiedenen Rankings teilweise hochgradig miteinander korreliert sind. Um die Informationsmenge zu verdichten, wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt (vgl. Seiler und Wohlrabe 2012). Auf Basis dieser Analyse konnten zwei Komponenten extrahiert werden, die rund 94% der Variation in den Daten erklären. Die Grundidee dahinter ist, dass der Forschungsprozess als ein latenter Prozess definiert wird, der durch die verschiedenen Rankings repräsentiert werden kann. Die verwendeten Daten repräsentieren den Status quo von Januar 2018, d.h., es wurden die Forscher und ihr jeweiliger wissenschaftlicher Output zu diesem Zeitpunkt berücksichtigt. Ein Nachteil dieses Ansatzes ist, dass der zeitliche Verlauf der Karriere unberücksichtigt bleibt. Ein Wissenschaftler nimmt beim Wechsel der Fakultät immer seinen Output auf RePEc mit. Eine Flow-Analyse, bei der die verschiedenen Forschungsstationen berücksichtigt wer-

den, ist zum einen generell sehr schwierig und zum anderen mit den RePEc-Daten nicht umzusetzen.

ERGEBNISSE

Gnewuch und Wohlrabe (2018) geben die Effizienzwerte und die entsprechenden Rangpositionen für fünf verschiedene Effizienzverfahren an. Hier sollen nur die Ergebnisse des Standardansatzes (DEA) sowie der Order-Alpha-Methode dargestellt werden. Die durchschnittliche Effizienz nach dem DEA-Ansatz ist 0,712, der niedrigste Wert liegt bei 0,471 und das Maximum bei 1,000. Dieser Wert sagt aus, dass eine Fakultät ihre Ressourcen effizient einsetzt. Ein Wert kleiner als 1 kann bei gegebenem Input den Output entsprechend erhöhen. Für den Order-Alpha-Ansatz ist der durchschnittliche Effizienzwert 0,899. Der höhere Wert ist darauf zurückzuführen, dass durch die Zulassung von super-effizienten Einrichtungen alle Fakultäten näher an die Effizienzlinie rücken. Der Minimalwert liegt bei 0,584 und das entsprechende Maximum bei 1,781. Die Streuung der Werte nimmt im Vergleich zur DEA zu.

In Tabelle 1 sind jeweils die Top 10 volkswirtschaftlichen Fakultäten weltweit dargestellt. Gemäß der DEA sind acht Fakultäten effizient. Die verbleibenden sind entsprechend ineffizient, d.h., bei der gegebenen Anzahl von Mitarbeitern müssten diese ihren Output erhöhen, um effizient zu sein. Mit Blick auf eine mögliche Super-Effizienz zeigt sich, dass insgesamt 15 Fakultäten einen Wert größer 1,00 aufweisen und damit super-effizient sind. Am effizientesten ist die London School of Economics. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass durchaus viele »übliche Verdächtige« auf den Toppositionen vertreten sind. Aber auch kleinere und weniger bekannte Fakultäten, wie z.B. die Fakultät

Tab. 1
Effizienzwerte der Top-10 Fakultäten

DEA	
London School of Econ. (LSE)	1,000
Paris School of Econ.	1,000
Depart. of Econ., Harvard University	1,000
Sciences économiques, Sciences Po	1,000
Depart. of Econ., University of California-Berkeley	1,000
Econ. Depart., Massachusetts Institute of Technology (MIT)	1,000
Charles H. Dyson School of Applied Econ. and Management, Cornell University	1,000
Cowles Foundation for Research in Econ., Yale University	1,000
Peter G. Peterson Institute for International Econ. (IIE)	0,996
Depart. of Econ., Princeton University	0,991
Order-Alpha	
London School of Econ. (LSE)	1,781
Depart. of Econ., Harvard University	1,661
Sciences économiques, Sciences Po	1,423
Depart. of Econ., University of California-Berkeley	1,413
Paris School of Econ.	1,412
Depart. of Econ., Oxford University	1,339
School of Econ. and Management, Universiteit van Tilburg	1,322
Barcelona Graduate School of Econ. (Barcelona GSE)	1,292
Università Commerciale Luigi Bocconi	1,263
Depart. of Econ., Boston College	1,115

Quelle: RePEc, Berechnungen des ifo Instituts.

Tab. 2

Rangkorrelationen zwischen den Rankings

	DEA	Order-Alpha	RePEc
DEA	1,000		
Order-Alpha	0,778	1,000	
RePEc	0,386	0,612	1,000

Quelle: RePEc, Berechnungen des ifo Instituts.

in Tilburg, können sehr gute Effizienzwerte aufweisen. Ergebnisse für alle Fakultäten finden sich in Gnewuch und Wohlrabe (2018).

Es stellt sich die Frage, ob beide Verfahren zu ähnlichen Ergebnissen mit Blick auf die Rangpositionen kommen. Zudem ist es interessant, ob eine Fakultät, die in RePEc sehr hoch gelistet ist, auch tendenziell effizient ist. Eine sehr gute Rangposition auf der RePEc-Website kann als Proxy für die Reputation einer Fakultät interpretiert werden. In Tabelle 2 sind die Rangkorrelationen nach Spearman dargestellt. Der Zusammenhang zwischen den beiden Effizienzverfahren ist relativ hoch, d.h., sie kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Werden die Rangpositionen jedoch mit RePEc verglichen, so zeigt sich nur ein schwacher (DEA) bis moderater (Order-Alpha) Zusammenhang zwischen Reputation einer Fakultät und deren Effizienz.

Unter den besten Fakultäten ist keine aus dem deutschsprachigen Raum. In Tabelle 3 sind die neun Fakultäten aus dem Datensatz mit den entsprechenden Ergebnissen dargestellt. Nach der DEA ist keine Fakultät effizient, den höchsten Wert mit 0,747 erreicht die Fakultät aus Bern. Beim Order-Alpha-Ansatz ist die Fakultät der Universität Zürich am besten platziert, ist jedoch nicht super-effizient. Mit einem Wert von 0,955 ist sie jedoch sehr nah an der Effizienzlinie. Generell zeigen die Rangpositionen, dass Fakultäten aus dem deutschsprachigen Raum nicht unter den Top 50 gelistet sind, es besteht also noch Aufholbedarf.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Die hier präsentierten Ergebnisse gehören zu den ersten, die Daten von der RePEc-Website für Effizienzana-

lysen verwenden. Es zeigt sich ein sehr heterogenes Bild, wobei unter den effizientesten Fakultäten oft die »üblichen Verdächtigen«, d.h. die auch eine sehr gute Reputation haben, sind. Für die volkswirtschaftlichen Fakultäten aus dem deutschsprachigen Raum besteht mit Blick auf die Effizienz noch Luft nach oben.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind jedoch folgende Punkte zu beachten:

- Es konnten nur Fakultäten berücksichtigt werden, für die Informationen für alle bibliometrischen Rankings auf der Webseite verfügbar waren (188). In RePEc sind mehr als 14 000 Institutionen gelistet, wobei nicht alle Fakultäten sind.
- Obwohl schon sehr viele Ökonomen in RePEc gelistet sind, gibt es auch noch viele, die es nicht sind.
- Eine wichtige Grundlage für viele Rankings sind Zitierungen, diese werden jedoch bisher nur unvollständig in RePEc erfasst.

Würden sich bei den genannten Punkten Änderungen ergeben, dann würde sich der Datensatz ändern und entsprechend die Effizienzwerte. Diese können dann für eine Fakultät besser oder schlechter werden. Die Untersuchung sollte also in einigen Jahren wiederholt werden. Zum einen steht dann eine größere und bessere Datenbasis zur Verfügung, und eine mögliche Entwicklung über die Zeit kann untersucht werden.

LITERATUR

Aragon, Y., A. Daouia und C. Thomas-Agnan (2005), »Nonparametric Frontier Estimation: A Conditional Quantile-based Approach«, *Econometric Theory* 21(2), 358–389.

Charnes, A., W.W. Cooper und E. Rhodes (1978), »Measuring the Efficiency of Decision Making Units«, *European Journal of Operational Research* 2(6), 429–444.

Cooper, W.W., L.M. Seiford und J. Zhu.(2004), *Data Envelopment Analysis*, Springer, Berlin, Heidelberg.

Friedrich, E. und K. Wohlrabe (2017), »The Efficiency of Economics Departments Reconsidered«, *Economics Bulletin* 37(3), 1602–1611.

Gnewuch, M. und K. Wohlrabe (2018), »Super-efficiency of education institutions: an application to economics departments«, *Education Economics*, im Erscheinen, auch als CESifo Working Paper Nr. 7013 erschienen.

Tab. 3

Ergebnisse für Fakultäten aus dem deutschsprachigen Raum

	DEA		Order-Alpha		RePEc
	EW	Rang	EW	Rang	Rang
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Zürich	0,501	185	0,955	73	50
WU Wirtschaftsuniversität Wien	0,667	116	0,919	84	162
Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Goethe Universität Frankfurt am Main	0,562	174	0,796	137	128
Institut für Volkswirtschaftslehre, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Zürich	0,479	187	0,755	156	75
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Wien	0,657	123	0,845	111	137
Volkswirtschaftliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München	0,552	176	0,763	154	122
Department Volkswirtschaftslehre, Universität Bern	0,747	58	0,805	134	170
Wirtschaftswissenschaftlicher Fachbereich, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	0,572	172	0,688	178	144
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Universität Konstanz	0,490	186	0,588	187	164

Quelle: RePEc, Berechnungen des ifo Instituts.

- Johnes, G. (1988), »Determinants of Research Output in Economics Departments in British Universities«, *Research Policy* 17(3), 171–178.
- Johnes, G. und J. Johnes (1992), »Apples and Oranges: The Aggregation Problem in Publications Analysis«, *Scientometrics* 25(2), 353–365.
- Johnes, G. und J. Johnes (1993), »Measuring the Research Performance of UK Economics Departments: An Application of Data Envelopment Analysis«, *Oxford Economic Papers* 45(2), 332–347.
- Johnes, J. und G. Johnes (1995), »Research Funding and Performance in UK University Departments of Economics: A Frontier Analysis«, *Economics of Education Review* 14(3), 301–314.
- Madden, G., S. Savage und S. Kemp (1997), Measuring Public Sector Efficiency: A Study of Economics Departments at Australian Universities«, *Education Economics* 5(2), 153–168.
- Rhaim, M. (2017), »Measurement and Determinants of Academic Research Efficiency: A Systematic Review of the Evidence«, *Scientometrics* 110(2), 581–615.
- Seiler, C. und K. Wohlrabe (2010), »RePEC – eine unabhängige Plattform zur wirtschaftswissenschaftlichen Output-Messung«, *ifo Schnelldienst* 63(7), 43–48.
- Seiler, C. und K. Wohlrabe (2012), »Ranking Economists on the Basis of Many Indicators: An Alternative Approach Using RePEC Data«, *Journal of Informetrics* 6(3), 389–402.
- Witte, K. D. 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.
- Wohlrabe, K., L. Bornmann, S. Gralka und Felix de Moya Anegón (2018), »Wie effizient forschen Universitäten in Deutschland, deren Zukunftskonzepte im Rahmen der Exzellenzinitiative ausgezeichnet wurden?«, ifo Working Paper Series 253.
- Worthington, A.C. (2001), »An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Education«, *Education Economics* 9(3), 245–268.
- Zimmermann, C. (2013), »Academic rankings with RePEC«, *Econometrics* 1(3), 249–280.