

Wie effizient werden die Forschungsausgaben im internationalen Vergleich eingesetzt?

Astrid Cullmann
acullmann@diw.de

Jens Schmidt-Ehmcke
jschmidtehmcke@diw.de

Petra Zloczysti
pzloczysti@diw.de

Die Lissabon-Agenda sieht eine Steigerung der Ausgaben für Forschung und Entwicklung bis zum Jahr 2010 auf drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts vor. Europa will damit zu einem der wettbewerbsfähigsten und dynamischsten Wirtschaftsräume werden.

Wesentlich für die Zukunftsfähigkeit eines Landes sollte allerdings nicht nur der Mitteleinsatz sein, sondern insbesondere seine Umsetzung in innovative Ideen und Technologien. Gerade vor dem Hintergrund der angespannten Finanzlage gilt es, die zur Verfügung stehenden knappen öffentlichen und privaten Ressourcen effizient im Forschungsprozess einzusetzen. Langfristige Standortvorteile im globalen Wettbewerb können nur dann gesichert werden, wenn sich das Forschungssystem im internationalen Vergleich als effiziente Ideenschmiede erweist.

Eine Analyse im Rahmen des Innovationsindikators 2009 zeigt: Schweden, Deutschland und die USA sind weltweit führend in der effizienten Nutzung ihrer FuE-Ausgaben. Im Hinblick auf die geforderte Erhöhung der FuE-Budgets gilt es, diese Spitzenstellung zu sichern und auszubauen, denn mehr Ausgaben allein müssen nicht immer besser sein.

Die Staats- und Regierungschefs der EU haben im Jahr 2000 mit der Lissabon-Agenda beschlossen, die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) bis zum Jahr 2010 auf drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts zu erhöhen. Hierdurch soll sich der europäische Wirtschaftsraum zu einem der wettbewerbsfähigsten und dynamischsten weltweit entwickeln. Bisher haben jedoch nur wenige Länder wie Schweden oder Finnland das vereinbarte 3%-Ziel erreicht. Deutschland setzt derzeit rund 62 Milliarden Euro für FuE sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich ein. Dieser Betrag entspricht in etwa 2,5 Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Damit gibt Deutschland noch 13 Milliarden Euro zu wenig aus, rechnet man mit einer geringen wirtschaftlichen Dynamik. Eine Ausgabensteigerung in dieser Größenordnung im Laufe des kommenden Jahres scheint angesichts leerer Staatskassen eher unwahrscheinlich.

Zweifelsohne ist eine Erhöhung der FuE-Ausgaben wünschenswert, jedoch kommt der Frage der Mittelverwendung mindestens die gleiche Bedeutung zu. So können Länder durch ein effizientes Forschungssystem auch mit geringeren Aufwendungen einen vergleichbaren Ertrag erreichen. Die Forschungseffizienz bietet damit eine Erweiterung der auf Ausgabenquoten basierenden Ziele der Lissabon-Agenda.

Im Rahmen des Innovationsindikators 2009 wurde erstmals die länderspezifische Forschungseffizienz durch ein wissenschaftliches, mehrdimensionales Benchmarkingverfahren bestimmt (Kasten).¹ Dieses vergleicht Länder anhand geeigneter Input- und Outputindikatoren.

¹ Vgl. v. Hirschhausen, C., Belitz, H., Clemens, M., Cullmann, A., Schmidt-Ehmcke, J., Zloczysti, P.: Innovationsindikator Deutschland. Bericht 2009. Studie des DIW Berlin im Auftrag der Deutschen Telekom Stiftung und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie. Politikberatung kompakt Nr. 51, DIW Berlin 2009.

Benchmarkingmethoden werden international in zunehmendem Maße zur Identifikation effizienter Produktionsstrukturen eingesetzt. Die Studie des DIW Berlin verwendet zur Messung der Effizienz die nichtparametrische „data envelopment analysis“ (DEA).² Diese Analyse liefert Informationen zum Stand des „Best Practice“, also jenen Ländern, die sich durch einen effizienten Forschungsprozess auszeichnen. Sie können dadurch als Ideengeber für eine Verbesserung der Forschungsleistung in weniger effizienten Ländern dienen.

Es wird angenommen, dass die Forschungsleistung sich in innovativem Output (Wissen) niederschlägt, welches wiederum in Patenten oder auch wissenschaftlichen Publikationen gemessen werden kann. Des Weiteren wird unterstellt, dass zur Erzielung von innovativem Output, FuE-Ausgaben sowie Humankapital (Forscher, gemessen in Anzahl der Vollzeitäquivalente) als Inputs eingesetzt werden. Weiterhin erfolgt auf der Inputseite eine Aufteilung des FuE-Budgets in private und öffentliche Ausgaben (im Hochschulwesen und sonstige).³ Durch die detaillierte Betrachtung lassen sich Aussagen darüber treffen, welches Verhältnis von öffentlichen zu privaten Forschungsmitteln optimal ist und somit die Effizienz positiv beeinflusst.

Neben den Ländern des Innovationsindikators werden auch fünf aufstrebende Volkswirtschaften China, Mexiko, Polen, Portugal sowie die Tschechische Republik zur Beurteilung der weltweiten Dynamik für den Zeitraum von 1996 bis 2004 betrachtet.⁴

Deutschland mit vorbildlicher Forschungseffizienz

Abbildung 1 zeigt die individuellen länderspezifischen Forschungseffizienzwerte.⁵ Dargestellt werden die Durchschnittswerte, errechnet über den gesamten Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2004. Schweden gelingt es am besten, die öffentlichen und privaten FuE-Mittel zur Erzielung eines maximalen innovativen Outputs einzusetzen,

² Eine detaillierte Beschreibung der Methoden und Resultate findet sich in Cullmann, A., Schmidt-Ehmcke, J., Zloczynski, P.: Innovation, R&D Efficiency and the Impact of the Regulatory Environment. A Two Stage Semi-Parametric DEA Approach. Diskussionspapier Nr. 883, DIW Berlin 2009. Für eine allgemeine Einführung in die verschiedenen Ansätze der Effizienzanalysen siehe Coelli et al.: An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. New York 2005.

³ Private FuE Ausgaben: BERD in den Main Science Technical Indicators der OECD (MSTI-Indikatoren) für Business Expenditures in R&D; staatliche FuE-Ausgaben: GOVERD in den MSTI-Indikatoren für Governmental Expenditures in R&D sowie HERD in den MSTI-Indikatoren für Higher Education Sector Expenditures in R&D.

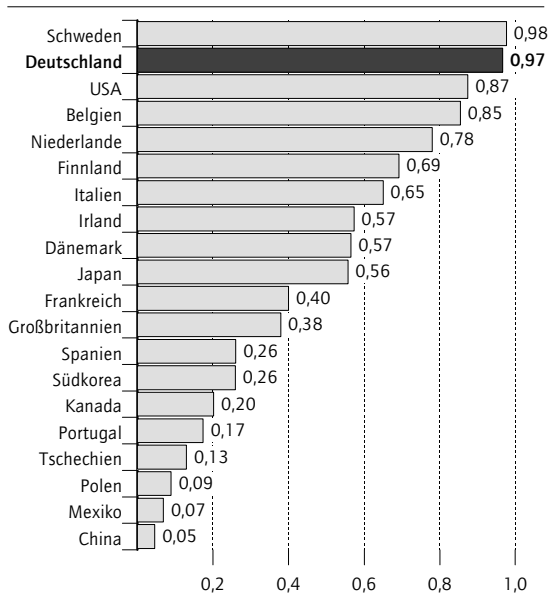
⁴ Ohne Schweiz und Österreich.

⁵ Es wird eine Outputorientierung unterstellt.

Abbildung 1

Relative Forschungseffizienz¹ in ausgewählten Ländern

Durchschnittswerte der Jahre 1996 bis 2004



¹ Gemessen am Verhältnis zwischen Forschungsinput (zum Beispiel FuE-Ausgaben) und -output (zum Beispiel Zahl der Patente).

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2009

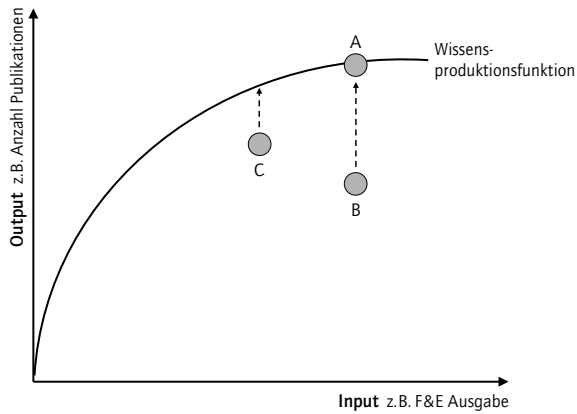
und nimmt damit die Spitzenposition ein. Deutschland folgt auf einem sehr guten zweiten Platz und bildet mit den USA das Spitzentrio. Weitere kleinere EU-Staaten wie Belgien, die Niederlande und Finnland liegen ebenfalls weit vorne. Die westeuropäischen Industrieländer sind zumindest im vorderen Mittelfeld zu finden und weisen eine weitaus höhere Effizienz auf als beispielsweise China. Bei der Betrachtung Chinas ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Verwendung europäischer Patentanmeldungen zu einer Verzerrung führt, da asiatische Unternehmen ihre Produkte eher auf den heimischen oder asiatischen Märkten patentieren lassen. Dementsprechend wird Chinas Forschungseffizienz tendenziell unterschätzt. Allerdings werden andere asiatische Länder wie Japan und Südkorea, die eine ähnliche Verzerrung aufweisen müssten, deutlich höher bewertet. Daraus ist zu schließen, dass in China und auch in Mexiko die Forschungseffizienz tatsächlich gering ist.⁶

⁶ In der Literatur werden neben Patenten auch wissenschaftliche Publikationen als Messgröße zur Approximation von innovativem Output diskutiert. Daher wurde im Rahmen dieser Studie auch eine Spezifikation mit beiden Outputgrößen berechnet. Im Hinblick auf das Forschungseffizienzranking hatte dies keine wesentlichen Veränderungen zur Folge.

Benchmarkingverfahren zur Effizienzmessung

Abbildung

Effizienzgrenze



Quelle: Darstellung des DIW Berlin.

DIW Berlin 2009

Beim Benchmarking werden Unternehmen, Branchen oder auch Länder anhand definierter Indikatoren miteinander verglichen. Diese Indikatoren können entweder physischer oder monetärer Natur sein. Zur Messung der Forschungseffizienz wird eine „Wissensproduktionsfunktion“ unterstellt.¹ Hierbei werden Aufwendungen wie FuE-Ausgaben oder die Anzahl der Forscher als Input definiert, die eingesetzt werden, um innovativen Output, gemessen anhand von Patentanmeldungen oder wissen-

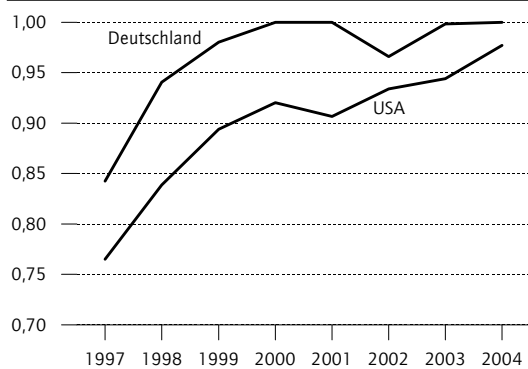
¹ Vgl. Griliches, Z.: Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 1979, 92–116.

schaftlichen Publikationen, zu generieren. Die Produktivität misst innerhalb dieses methodischen Rahmens das Verhältnis von Output zu Input und lässt eine anschließende Bewertung im Sinne eines Rankings zu („je höher, desto besser“). Ein Land gilt dann als effizient, wenn es bei einer gegebenen Technologie (der Wissensproduktionsfunktion) und gegebenen Inputmengen einen möglichst hohen Output produziert (Outputorientierung), beziehungsweise wenn es bei vorgegebenem Output so wenige Inputs wie nötig einsetzt (Inputorientierung). In der Literatur zur Forschungseffizienz dominiert die outputorientierte Sichtweise. Hierbei geht es vorrangig darum, von den Aufwendungen bestmöglich zu profitieren, anstatt die Anstrengungen zurückzuschrauben. Diese Untersuchung basiert ebenfalls auf dem Konzept der Outputmaximierung bei gegebenen Inputs.

Zur Illustration ist in der Abbildung eine Wissensproduktionsfunktion für drei verschiedene Länder dargestellt. Hierbei wird eine geschätzte Beziehung zwischen einem Input, zum Beispiel gesamte FuE-Ausgaben und einem erstellten Output, zum Beispiel Anzahl der Publikationen wiedergegeben. In der Praxis besteht die Produktionsfunktion aus mehreren Inputs und Outputs. Interpretiert man die dargestellte Produktionsfunktion als die „Frontier“, das heißt die maximal erreichbare Outputmenge bei gegebenem Input, so ist Land A, welches genau auf der Kurve liegt, effizient. Im Gegensatz dazu produziert B weniger Output, verwendet aber dieselbe Inputmenge. Land C ist inputseitig kleiner als Land A und B, nutzt das Produktionspotential jedoch auch nicht aus; allerdings ist Land C effizienter als Land B, weil der Abstand zur Kurve geringer ist.

Abbildung 2

Dynamik der Forschungseffizienz in Deutschland und den USA



Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2009

Effizienzsteigerungen in Deutschland und den USA

Die Entwicklung der Forschungseffizienzen zeigt länderspezifische Trends auf. Exemplarisch stellt Abbildung 2 die Dynamik in Deutschland und den USA als Vertretern des Spitzentrios dar. Es zeigt sich ein deutlicher Effizienzzuwachs seit 1997. Die Ergebnisse sind dahingehend zu interpretieren, dass es die Spitzengruppe in den letzten Jahren geschafft hat, öffentliche und private Mittel effizienter einzusetzen und damit einen höheren innovativen Output zu generieren. In den USA und Deutschland ist die Effizienz gestiegen. Sie verstehen es, wie nur wenige andere Nationen, ihre Aufwendungen in innovative Technologien und Produkte umzuwandeln. Insgesamt zeigt sich, dass beide Länder die Effizienzstandards maßgeblich mitbestimmen. Diese Führungs-

position gilt es, gegenüber den aufstrebenden asiatischen und osteuropäischen Ländern in der Zukunft zu behaupten.

Asiatische und osteuropäische Länder holen stark auf

China zeigt bei der Durchschnittsbetrachtung ein ausgesprochen niedriges Effizienzniveau. Bei der jährlichen Betrachtung wird jedoch deutlich, dass es eine hohe Dynamik bei Forschungs- und Entwicklung aufweist. Es ist China gelungen, in den letzten Jahren seine Forschungseffizienz kontinuierlich zu verbessern (Abbildung 3).

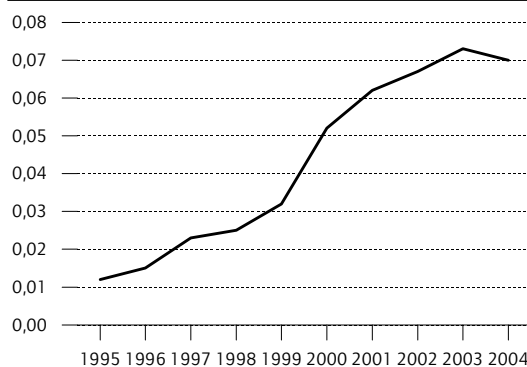
Auch in Polen und Südkorea steigt die Forschungseffizienz seit 2000 signifikant. Daher kann man durchaus von einem Aufholprozess dieser aufstrebenden Länder sprechen. Aufgrund des niedrigen Ausgangsniveaus – insbesondere in Polen – muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass eine Anpassung an die Effizienz der Forschungsprozesse der führenden Nationen noch erhebliche Zeit in Anspruch nehmen wird.

Höherer Anteil privater FuE-Anstrengungen steigert Effizienz

Die Analyse ergab ferner einen deutlichen Unterschied hinsichtlich der Effizienzwirkung öffentlicher und privater FuE-Ausgaben. In Schweden beispielsweise kommt die Privatwirtschaft für drei Viertel der Forschungsinvestitionen auf, während die öffentliche Hand lediglich ein Viertel der Forschungskosten übernimmt. Eine vergleichbare Situation findet sich in Deutschland: Hier werden rund 70 Prozent der Forschungsausgaben von den Unternehmen getragen; der Rest wird staatlich finanziert. In Ländern mit niedriger Forschungseffizienz liegt der Anteil des Staates an den Forschungsausgaben wesentlich höher. In Spanien und Italien deckt der öffentliche Haushalt etwa die Hälfte des nationalen FuE-Etats ab. Es ist daher besonders wichtig, auf die Ausrichtung der öffentlichen Mittel zu achten. Sie sollten in erster Linie dazu dienen, private Forschungsprojekte anzustoßen. Staatliche FuE-Ausgaben

Abbildung 3

Dynamik der Forschungseffizienz in China



Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2009

müssten daher sowohl in Bereiche fließen, die als Forschungsgrundlage für weitere private Projekte dienen können, als auch in Bereiche mit niedrigem Gesamtinvestitionsniveau.

Fazit

Deutschland belegt im Benchmarking der Forschungseffizienz zusammen mit Schweden und den USA eine Spitzenposition. Die Analyse verdeutlicht, dass öffentliche Forschungsmittel gezielt und komplementär zu privaten Forschungsaufwendungen eingesetzt werden müssen. Primäres Ziel sollte die Stärkung privater FuE-Anstrengungen durch geeignete Anreiz- und Finanzierungsmechanismen wie die Förderung von Wagniskapital sein.

Außerdem ist eine gezielte Programmförderung für ausgewählte Technologiebereiche wünschenswert. Diese sollte insbesondere auf jene Technologien ausgerichtet werden, die hohe Wissens-Spillover-Potentiale für die deutsche Industrie- und Forschungslandschaft versprechen. Durch eine Förderung von Schlüsseltechnologien, die in vielen Industrien Anwendungen finden können, kann die Effizienz des gesamten Forschungssystems positiv beeinflusst werden. Beispiele hierfür sind die Nano- oder Mikrosystemtechnik.

JEL Classification:
C14, C24, L50, O31, O57

Keywords:
R&D efficiency,
Benchmarking,
International
comparisons

Impressum

DIW Berlin
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
Tel. +49-30-897 89-0
Fax +49-30-897 89-200

Herausgeber

Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann
(Präsident)
Prof. Dr. Tilman Brück
Dr. habil. Christian Dreger
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Prof. Dr. Alexander Kritikos
Prof. Dr. Viktor Steiner
Prof. Dr. Gert G. Wagner
Prof. Dr. Christian Wey

Chefredation

Dr. Kurt Geppert
Carel Mohn

Redaktion

Tobias Hanraths
PD Dr. Elke Holst
Susanne Marcus
Manfred Schmidt

Pressestelle

Renate Bogdanovic
Tel. +49 – 30 – 89789–249
presse@diw.de

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice
Postfach 7477649
Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. 01805–19 88 88, 14 Cent./min.
Reklamationen können nur innerhalb
von vier Wochen nach Erscheinen des
Wochenberichts angenommen werden;
danach wird der Heftpreis berechnet.

Bezugspreis

Jahrgang Euro 180,-
Einzelheft Euro 7,-
(jeweils inkl. Mehrwertsteuer
und Versandkosten)
Abbestellungen von Abonnements
spätestens 6 Wochen vor Jahresende
ISSN 0012-1304
Bestellung unter leserservice@diw.de

Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –
auch auszugsweise – nur mit
Quellenangabe und unter Zusendung
eines Belegexemplars an die Stabs-
abteilung Kommunikation des DIW
Berlin (Kundenservice@diw.de)
zulässig.

Gedruckt auf
100 Prozent Recyclingpapier.