

## Kosten und Nutzen der (Grundlagen)- Forschung

Öffentlich geförderte Forschung muss wirtschaftlich und gesellschaftlich etwas bringen. Dieser vielerseits geäußerten Überzeugung kann jene Forschungsart in Legitimationsschwierigkeiten bringen, welche den Stand des Wissens vermehrt, allerdings ohne Ausrichtung auf ein spezifisches praktisches Ziel. Hat Grundlagenforschung einen Nutzen, auch wenn sie kein praktisches Ziel hat? Auf diese sehr grundsätzliche Frage werden im Folgenden ein paar Antworten diskutiert.

### Vorbemerkung

„Wie viele zusätzliche Arbeitsplätze bringen 1 Mio. € mehr F&E-Förderung?“ oder „Wie viele zusätzliche private F&E-Ausgaben löst die Erhöhung der öffentlichen F&E-Förderung aus?“ sind beliebte und gängige Fragen in Zeiten knapper Budgets, hoher Erwartungen an die Wirksamkeit von Forschung und Entwicklung (F&E) und immer kürzer werdender Zeithorizonte, in denen die Effekte messbar und beobachtbar sein sollen. Dass öffentlich geförderte Forschung vor allem wirtschaftlich etwas bringen muss, ist eine vielerorts geäußerte Überzeugung und als Erwartungshaltung der öffentlichen Hand durchaus nachvollziehbar – schließlich will man gern Ergebnisse, Erträge und Wirkungen als Resultat der Forschungsförderung sehen. Neue Begriffe wie ‚output- oder wirkungsorientierte Forschungsförderung‘ sind der rhetorische Ausdruck dieser Haltung.

Freilich ist die Erwartung an die ökonomische Wirkung von F&E nicht neu und die Versuche, für die Wirkungsmessung geeignete Modelle und Messmethoden zu entwickeln, begleiten die ökonomische Theorie seit ungefähr fünfzig Jahren. Dass dies ein schwieriges und mitunter unerfüllbares Unterfangen ist, liegt auf der Hand – schließlich werden im Bereich F&E Begrifflichkeiten wie Wissen, Spillover-Effekte, Risiko, Unsicherheit, sozialer Ertrag, indirekte Effekte etc. verwendet. Allesamt Begriffe, welche schwer messbar, geschweige denn prognostizierbar sind, aber den Kern von Forschung ausmachen. Ungeachtet der schwierigen Fassbarkeit schon allein der Begriffe lässt sich über die letzten Jahre – als F&E auch auf der politischen Agenda an Bedeutung gewonnen hat – ein übertriebener Glaube an die Messbarkeit und Planbarkeit von Forschungsoutputs beobachten.

Natürlich gewinnt diese Forderung nach wirtschaftsrelevanter Legitimation in konjunkturell schwierigen Zeiten

an Brisanz. Die Politik sieht sich einer steigenden Zahl von Interessen gegenüber und allzu oft muss die langfristige Ausrichtung strategischer Überlegungen den kurzfristigen Dringlichkeiten weichen. Grundsätzlich haben unter solchen Bedingungen jene Maßnahmen und Förderideen die scheinbar besseren Argumente auf ihrer Seite, welche die direkten ökonomischen Effekte, die Beschäftigungswirkung oder andere messbaren Wirkungen darstellen können – und seien sie oft noch so seicht und holprig argumentiert. Denn ‚Hebelrechnungen‘ sind in solchen Situationen immer hilfreich und je länger so ein Hebel ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die politische Aufmerksamkeit sich darauf fokussiert.

Vor diesem Hintergrund hat jene Forschungsart, welche langfristig ausgerichtet ist, welche mit einem hohen Risiko (bzw. Unsicherheit) behaftet ist, welche ausschließlich der wissenschaftlichen Qualität und Exzellenz verhaftet ist – also die akademische Forschung im Allgemeinen und die Grundlagenforschung im Besonderen – ein wenig das Nachsehen. Nicht, dass es nicht eine Fülle an Literatur und anekdotischer Evidenz gäbe, welche die ökonomischen Effekte der Grundlagenforschung nachweist und welche zu zeigen versucht, welche immens wichtigen Beitrag die Grundlagenforschung für industrielle Innovationen spielen kann, gleichwohl diese Effekte langfristig, mitunter indirekt und schwer zu messen sind. Nur können solche bereits allseits bekannten Tatsachen leicht im Getöse der Dringlichkeiten untergehen.

Wir wollen in diesem TIP-Policybrief<sup>1</sup> daher einen kurzen auffrischenden Blick auf die gegenwärtige Diskussion werfen. Wir wollen einige Ergebnisse vergangener Analysen zusammenfassen und ein paar Spezifika des grundlagenorientierten Forschungsgeschehens herausarbeiten.

<sup>1</sup> Welcher auf einer Studie im Auftrag des BMWF und des FWF basiert, siehe Schibany und Gassler (2010)

Autoren  
**Andreas Schibany**  
**Helmut Gassler**  
JOANNEUM RESEARCH  
Forschungsgesellschaft mbH  
POLICIES  
Zentrum für Wirtschafts- und  
Innovationsforschung  
Sensengasse 1  
1090 Wien, Austria  
Tel.: +43 1 581 7520-2823  
andreas.schibany@joanneum.at  
policies-tip@joanneum.at  
www.joanneum.at/

## Was ist Grundlagenforschung?

Das Frascati-Manual der OECD definiert die Grundlagenforschung folgendermaßen:

*„Basic research is experimental or theoretical work undertaken primarily to acquire new knowledge of the underlying foundations of phenomena and observable facts, without any particular application or use in view.“<sup>2</sup>*

Unter Grundlagenforschung werden somit originäre Untersuchungen mit dem Ziel verstanden den Stand des Wissens zu vermehren, ‚ohne Ausrichtung auf ein spezifisches praktisches Ziel‘. Letztlich ist die wissenschaftsimmanente Neugierde (*curiosity driven research*) das Charakteristische dieser Forschungsart. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung werden gemeinhin in wissenschaftlichen Journalen veröffentlicht und damit zu einem sogenannten ‚öffentlichen Gut‘ (im ökonomischen Sinn)<sup>3</sup>. Grundlagenforscher wissen üblicherweise am besten, welche Ziele sie mit ihrer Forschungsarbeit erreichen wollen. Der geschmähte sogenannte elfenbeinerne Turm der Grundlagenforschung, *... is not a windowless edifice. Scientists do look out its windows from time to time, and what they see affects what they consider to be interesting problems*<sup>4</sup>.

Neben der Grundlagenforschung unterscheidet das Frascati-Manual noch zwischen Angewandter Forschung und Experimenteller Entwicklung. Unter Angewandter Forschung versteht man gleichfalls originäre Untersuchungen mit dem Ziel, den Stand des Wissens zu vermehren, jedoch mit der Ausrichtung auf ein spezifisches praktisches Ziel. Unter Experimenteller Entwicklung versteht man den systematischen Einsatz des Wissens mit dem Ziel, neue oder wesentlich verbesserte Materialien, Vorrichtungen, Produkte, Verfahren oder Systeme hervorzubringen.

Nun hat natürlich das Charakteristikum *„without any particular application or use in view“* der Grundlagenforschung fast etwas Provozierendes an sich. Provozierend insofern, als die Verwendung öffentlicher Gelder – und die Grundlagenforschung wird im Wesentlichen durch die öffentliche Hand finanziert – gern ein Ergebnis, einen Ertrag, einen Effekt als Legitimation hätte. Dem Selbstverständnis von Grundlagenforschung haftet somit immer

der Legitimationszwang an, der Druck wirtschaftlich relevante Effekte nachzuweisen, was vor dem Hintergrund des zunehmend facettenreichen Bildes, vor allem was die Vielschichtigkeit und das Ausmaß der Wirkungen betrifft, zunehmend schwierig wird.

## Die Messung des Unmessbaren

Will man eine Beziehung zwischen Inputs (z.B. monetäre Fördervolumina) und Outputkategorien herstellen, so spricht man im ökonomischen Diskurs von einer Produktionsfunktion. Eine solche ermöglicht es abzuschätzen, welche Wirkungen die Erhöhung des Inputs auf den Output hat. Ein derartiger Ansatz ist somit naheliegend und auf den ersten Blick vielversprechend, will man die ökonomische Wirkung von Forschung(-sförderung) abschätzen.

Erstmals diskutiert, und damit auf die Ebene klassischer ökonomischer Analysen gehoben, wurden diese Fragestellungen auf einer mittlerweile berühmt gewordenen Konferenz, welche von dem NBER<sup>5</sup> im Jahre 1960 an der University of Minnesota organisiert wurde.<sup>6</sup> Vier Jahre nach der Veröffentlichung des berühmten Aufsatz von Solow<sup>7</sup> war man sich der Bedeutung des technologischen Wandels bewusst und die Konferenz versuchte unter dem Titel *Rate and Direction of Inventive Activity* auch den Bereich der Wissenschaft für die Analyse zu erschließen. Erstmals wurden Fragen der Messbarkeit, der Input-Output-Beziehung oder der Effizienz diskutiert. Der Fokus der Konferenz *‘was on the knowledge producing industry, its output, the resources available to it, and the efficiency with which they are being used’<sup>8</sup>* und erinnert frappant auch an heutige Konferenzthemen<sup>9</sup>. Sehr rasch hat sich scharfe Kritik an manchen Ansätzen herauskristallisiert: *‘the concept of a production function, frontier, or possibilities curve [is] a very unsatisfactory tool of analysis’<sup>10</sup>*. Die Gründe liegen in der Schwierigkeit der Messung der Inputs und Outputs sowie in der Beziehung bzw. Übertragung zwischen Inputs und Outputs. So meinte beispielsweise Sanders: *‘Our economy operates on the belief that there is a direct causal relationship between input and the frequency and extent of inventions’*. Und er

<sup>5</sup> National Bureau of Economic Research

<sup>6</sup> Siehe dazu die Ausführungen in Godin (2010).

<sup>7</sup> Solow (1956) entwickelte ein Modell zur Erklärung des langfristigen Wachstums einer Volkswirtschaft, in dem gezeigt wurde, dass für dauerhaftes Wachstum der technische Fortschritt von wesentlicher Bedeutung ist.

<sup>8</sup> Griliches (1962), S. 347

<sup>9</sup> So veranstaltete der österreichische Wissenschaftsfonds (FWF) im Jahr 2007 eine hochkarätige Konferenz zum Thema der Wirkungen von Grundlagenforschung. Die einzelnen Beiträge und Ergebnisse dieser Konferenz sind zu finden unter: <http://www.science-impact.ac.at/>

<sup>10</sup> Ebenda. S. 348

<sup>2</sup> OECD (2002), S. 77

<sup>3</sup> Ein sogenanntes ‚öffentliches Gut‘ ist definiert als Nicht-Rivalität im Konsum und Nicht-Ausschließbarkeit. Diese Eigenschaften haben u.U. Marktversagen zufolge, d.h. im Wesentlichen, dass private Akteure (zu) geringe Anreize zur Produktion eines öffentlichen Gutes haben, da sie deren Erträge nicht vollständig aneignen können.

<sup>4</sup> Cowan (2005), S. 7

fährt fort: '... no doubt, there is a direct relationship of some kind, but we have no evidence that this relationship does not change'<sup>11</sup> Und Grilliches kommt zu dem resignierenden Schluss: 'None of the studies comes anywhere near supplying us with a production function for invention, and when they establish a relationship between input and output, these relationships are not very strong or clear'.<sup>12</sup> Die Schwierigkeit liegt damals wie heute in (i) dem Problem der Kausalität sowie (ii) der zeitlichen Dimension zwischen Inputs und Outputs und damit generell im Problem der Messbarkeit der Erträge. Trotz dieser schon sehr früh formulierten Skepsis und eingemahnten Vorsicht werfen die Fragestellungen bis heute ihren Schatten: 'The input-output framework and semantics now had a life of its own, being part of the cult of efficiency.'<sup>13</sup> Innerhalb dieses konzeptiven Rahmens wurde in Folge eine Fülle an ökonomischen Schätzungen durchgeführt welche allesamt zum Ziel hatten, den ökonomischen Ertrag von F&E zu berechnen. Nahezu ausnahmslos kamen diese Studien auf sehr hohe Ertragsraten, wobei die sozialen Erträge höher liegen als die privaten. Aber den erfreulichen Ergebnissen zum Trotz - diese Studien 'were asking impossible questions ... with an analytical dead end'.<sup>14</sup>

Auch den Wachstumsmodellen, welche in den Jahren danach entwickelt wurden, gelingt es nur unter sehr einfachen und simplen Annahmen über die Entstehung und Diffusion von Forschungsoutputs ein hoch aggregiertes Bild über die Wirksamkeit von Forschung zu zeichnen. Zwar kommen die jeweiligen Analysen zu leicht unterschiedlichen Schlussfolgerungen, grosso modo können sie jedoch zeigen, dass technologische Entwicklung eine wichtige Determinante im Wachstumsprozess darstellt.<sup>15</sup> Die aktuellste Generation von Wachstumsmodellen zeigt, dass diese zwar fundierte Aussagen über die Zusammenhänge von Wachstum und Wettbewerbsintensität, Konvergenz, Handel oder Wohlstand treffen können,<sup>16</sup> über die spezifische Rolle der Grundlagenforschung oder gar deren Wirkungen auf gesamtwirtschaftliches Wachstum allerdings wenig sagen können. Zwar wurden einige Versuche unternommen die ökonomischen Wirkungen von akademischer Forschung auf das Wachstum abzuschätzen,<sup>17</sup> aber wie Nelson (1998) richtig betonte, münden diese Versuche aufgrund mangelnder Indikatoren meistens in die sehr simple Methode, wissenschaftliche Publi-

kationen für die Inputseite und wirtschaftliche Wachstumsraten für die Outputseite heranzuziehen. Die spezifische Ausgestaltung und Anreizstrukturen wissenschaftlicher und grundlagenorientierter Arbeit, die Diffusionskanäle sowie die Vielfältigkeit deren Nutzung bleiben in diesen Modellen unberücksichtigt. Es ist anzunehmen, dass die Fragen nach der Wirkung der Grundlagenforschung auf Wachstum auch in Zukunft nicht befriedigend messbar und daher kaum eindeutig beantwortbar sein werden.

Denn ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass Grundlagenforschung immer wieder zu gänzlich neuen industriellen Anwendungen geführt hat, deren Wachstumseffekte – bedingt durch die extrem langen Zeithorizonte zwischen der Grundlagenforschung und der industriellen Anwendung – einfach nicht einschätzbar sind. Man denke zum Beispiel daran, dass im 18. Jahrhundert Elektrizität als bloßes Kuriosum gegolten hat und erste konkrete Anwendungen erst im 19. Jahrhundert entwickelt wurden und im 20. Jahrhundert gab es dann die bekannten, weitreichenden gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen im Zuge der Diffusion der Elektrizität in alle Lebensbereiche. Dieses Beispiel zeigt aber auch, dass Unternehmen eine derart langfristig ausgerichtete Investition (deren Ergebnisse noch dazu unbestimmt und nicht vorhersehbar sind) nicht tätigen können und wollen.

### Outputs, Transfer, Nutzen

Zu indirekt, zu facettenreich und in ihrer zeitlichen Dimension zu unüberschaubar sind die Ergebnisse wissenschaftlicher (Grundlagen-)Forschung um in einer simplen Produktionsfunktion erfasst werden zu können. Es sind jene 'spillover Effekte' welche in der Neuen Wachstumstheorie<sup>18</sup> eine so große Rolle spielen und die wahrscheinlich am besten die Effekte von Grundlagenforschung beschreiben. Aber dennoch geraten auch die elaboriertesten Ansätze, diese messen zu wollen, rasch an ihre Grenzen.

Dennoch haben schon Mitte der 1990er Jahre Ben Martin et al. (1996) verschiedene Kategorien von Outputs bzw. Effekten akademischer Forschung entwickelt, welche zwar umfangreich und teilweise gut messbar aber wahrscheinlich nur einen kleinen Teil der ökonomischen Wirkungen in der Lage sind abzudecken.

Freilich lassen sich diese unterschiedlichen Kategorien (siehe Abb. 1) nur schwer trennen, viele überlappen sich, stehen in einem komplementären Verhältnis und unterliegen jeweils sehr spezifischen zeitlichen Dimensionen.

<sup>11</sup> Sanders (1962), S. 55

<sup>12</sup> Grilliches (1962), S. 350

<sup>13</sup> Godin (2010), S. 23

<sup>14</sup> Macilwain (2010), S. 683

<sup>15</sup> Lucas (1988), Grossman und Helpman (1991, 1994), Romer (1994), Aghion und Howitt (1995)

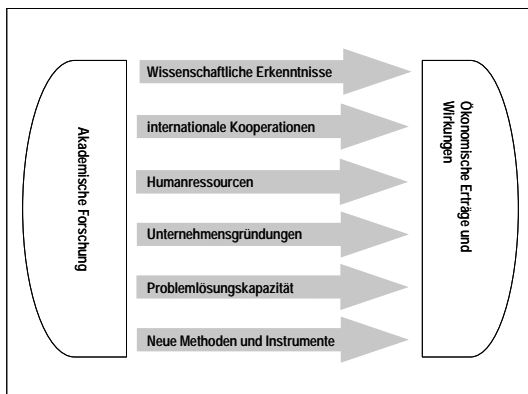
<sup>16</sup> Aghion und Howitt (2009)

<sup>17</sup> Bergmann (1990), Martin (1998)

<sup>18</sup> Romer (1994)

Auch weisen diese Kategorien unterschiedliche Transferwege auf und sind wesentlich determiniert von der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin, der Technologie und letztlich den Spezifika der Industriezweige, in denen dieses Know-how genutzt wird. Trotz der möglichen Messung der Outputseite gerät daher auch diese Wirkungsabschätzung rasch an ihre Grenzen. Dennoch scheint eine gewisse analytische Trennung sinnvoll.

Abb. 1: Kategorien von Output- und Wirkungsmechanismen



Quelle: eigene Darstellung

Viele dieser Wirkungen und Transfermechanismen wirken indirekt und die Gefahr ist groß, dass durch eine zu große Betonung und Erwartung bezüglich der direkt messbaren Effekte ein großer Teil des Nutzens und der Wirkungen akademischer Forschung unbeachtet bleibt. Denn das alleinige Kriterium der Messbarkeit von Direktwirkungen ist weder hin- noch ausreichend:

*... contrary to common belief, the main economic benefits of basic research are not knowledge directly applicable in a narrow [sense], but background knowledge, research skills, instruments and methods that yield economic benefits over a much broader range of sectors.<sup>19</sup>*

Nun ergibt diese Vielfältigkeit auch ein hohes Maß an Heterogenität in den Nutzenkategorien – abhängig von den technologischen Entwicklungen, der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin, dem wirtschaftlichen Sektor oder dem spezifischen Unternehmen, welches Wissen aus dem akademischen Sektor zu nutzen weiß. Daher ist auch kein einfaches Modell, wie und in welcher Form die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung im Innovationsprozess genutzt werden, möglich.

Wenn der Nutzen der Grundlagenforschung nicht jener der kurzfristigen sondern der langfristigen Verwertbarkeit ist, so ist das durchaus im Sinne der Industrie. Denn es ist das empirisch-theoretische Know-how und die an den Universitäten entwickelten Methoden und Instrumente, welche für die Industrie den eigentlichen Nutzen bedeuten. Im Wesentlichen ist das eine Bestätigung dessen, was K. Pavitt kurz und bündig zusammenfasste: *useful science is good science.<sup>20</sup>*

Es ist nicht das Ziel der Verwertbarkeit und des ökonomischen Nutzens, sondern die hohe Qualität der akademischen Forschung, welche ihre Nützlichkeit charakterisiert. Daher sollte auch die Qualität der Forschung das entscheidende und maßgebliche Kriterium für die akademische Forschung sein und nicht deren vermeintliche Verwertbarkeit. Obgleich Grundlagenforschung in ihrem hohen Maß an Spezialisierung mitunter abstrakt und weltfremd erscheinen mag, es sind meistens sehr praktische Fragestellungen, welche handlungs- und forschungsleitend sind:

*"...it is a gross misconception to think that if research is 'basic' this means the work is not motivated by or funded because of its promise to deal with a class of practical problems. Nor does it mean that university scientists and engineers are not building and working with prototypes and applicable industrial technology. Indeed this is a central part of academic research in many engineering fields. [...] What university research most often does today is to stimulate and enhance the power of R&D done in industry, as contrasted with providing a substitute for it."<sup>21</sup>*

Nun lässt sich freilich etwas vorschnell behaupten, dass all diese Analysen und Einschätzungen schon vor einer relativ langen Zeit durchgeführt wurden und dass sich die Anforderungen an die Grundlagenforschung sowie akademische Forschung seitdem verändert haben. Mag sein – allerdings deuten rezente Beobachtungen eher darauf hin, dass sich die Arbeitsteilung zwischen Grundlagenforschung und industrieller Entwicklung nur noch verschärft hat. Die Diagnosen aus den 1990er Jahren treffen daher auf die heutige Situation in einem sogar noch höheren Ausmaß zu. Das öffentliche Forschungssystem steht zu dem privaten in einem komplementären Verhältnis, in einer ‚two-way interaction<sup>22</sup>. Mehr denn je bedarf es der freien und wissenschaftsorientierten Forschung um komplementär jene Forschungsart abzudecken, welche sich Unternehmen nicht mehr leisten kön-

<sup>19</sup> Pavitt, K. (1991)

<sup>20</sup> Pavitt (1997)

<sup>21</sup> Rosenberg und Nelson (1994), S. 340

<sup>22</sup> Meyer-Kramer und Schmoch (1998)

nen und wollen; welche langfristig orientiert und risikoreich ist und von der nicht gesagt werden kann, was und vor allem wann dabei etwas herauskommt.

Die freie und gerade nicht output-orientierte Grundlagenforschung trägt zu der Ausweitung jener *„technological opportunities“*<sup>23</sup> bei, welche für Unternehmen die Nutzbarmachung neuer Methoden, neuer Informationen, neuer Erkenntnisse, etc. bedeutet. Gern wird in diesem Zusammenhang die Analogie einer Wahlurne angeführt, aus der Unternehmen Bälle im Zuge technologischer Entwicklungen ziehen können. Die öffentliche Hand trägt mit der Finanzierung und Förderung der Grundlagenforschung dazu bei, dass mehr Bälle in die Wahlurne kommen.<sup>24</sup>

### It's public but not free

In einem mittlerweile zu den Klassikern zählenden Artikel begründete Arrow (1962) ein informationsökonomisches Verständnis von Forschung und schuf jene Grundlage, welche öffentlich finanzierte Forschung als „öffentliches Gut“<sup>25</sup> charakterisierte. Diese Charakterisierung war äußerst einflussreich – der Einfluss reicht bis heute. Der Ansatz Arrow's war, dass *„the central economic fact about the process of invention and research is that they are devoted to the production of information“*<sup>26</sup>. Arrow sieht ‚die Produktion von Information‘ als das Ergebnis von Forschung, welche frei verfügbar und deren Nutzung ohne zusätzliche Kosten möglich ist. Ein Markt bzw. ein Preis für diese Art von Information ist daher nicht möglich, wodurch der Anreiz für Unternehmen in Forschung zu investieren zu gering ist, d.h. die Forschungsausgaben unter dem sozialen Optimum liegen (und die Investitionen für Grundlagenforschung unter reinen Marktmechanismen noch sehr viel tiefer unter dem sozialen Optimum). Die politische Implikation dieses ‚informationsbasierten Modells‘ liegt nicht nur in der Begründung staatlicher Forschungsfinanzierung, sondern auch in einer anderen, von Arrow nicht berücksichtigten Folge: Impliziert er doch, dass es eigentlich für kleine Staaten die scheinbar viel kostengünstigere und effizientere Strategie sei, ein ‚freerider‘ zu sein. Warum soll eine kleine Volkswirtschaft in Grundlagenforschung investieren, wenn die Ergebnisse veröffentlicht und als öffentliche Güter frei verfügbar sind?

Eine wichtige Kontra-Evidenz dieses Ansatzes war die Beobachtung, dass in den 1980er und frühen 1990er Jahren es die sogenannten „Tiger-Staaten“ Süd-Korea

und Taiwan waren, welche die höchsten Steigerungsraten wissenschaftlicher Publikationen aufwiesen und welche massiv in Grundlagenforschung investierten.<sup>27</sup>

Auch kann sich jeder selbst dem Versuch unterziehen das ‚öffentliche Gut‘ Forschung kostenlos zu nutzen. Ein Blick in das *Journal of Artificial Intelligence* wird für jeden Nicht-Informatiker wahrscheinlich nur von geringem Nutzen sein, und die im *Journal of Clinical Oncology* publizierten Ergebnisse werden für Nicht-Onkologen wahrscheinlich auch nicht sofort erschließbar sein.

Das von Arrow entwickelte Modell beruht auf dem Verständnis von wissenschaftlichem Wissen *„on the shelf, costlessly available to all comers“*<sup>28</sup>. Die Reduktion von wissenschaftlichem Wissen auf ‚Information‘ ohne die entsprechende Berücksichtigung des Kontextes, der Rahmenbedingungen, ihres Entwicklungsprozesses sowie der Wirkungsmechanismen hat zu einer *„common confusion“* geführt.<sup>29</sup> Und es war auch Keith Pavitt, welcher mit einem entlarvenden Satz auf die Beschränktheit dieses Ansatzes hinwies: *„the output of basic research may have attributes of a public good, but it is not a free good.“*<sup>30</sup>

Wissenschaftliche Erkenntnisse sind kein ‚öffentliches Gut‘ im herkömmlichen Sinne.<sup>31</sup> Es bedarf schon massiver Investitionen in Institutionen, in die Forschungsorganisationen, in die Infrastruktur, in die Ausbildung, Netzwerke etc. um das weltweit vorhandene Wissen abrufen, nutzen und weiter entwickeln zu können. Kurz, es bedarf eines Absorptionspotenzials.<sup>32</sup> Es ist daher stark anzuzweifeln, dass der Verzicht auf eine eigene Forschungsbasis (mit entsprechend geschultem Humankapital) im Bereich der Grundlagenforschung es überhaupt ermöglichen würde, die woanders entwickelten Erkenntnisse für entsprechende Anwendungen zu ‚übersetzen‘ bzw. zu ‚verwerten‘. Angesichts der Komplexität und des hohen Spezialisierungsgrades in den einschlägigen Forschungsdisziplinen würde ein derartiger Verzicht auf eine eigene Forschungsbasis mittelfristig wohl zu einem nachhaltigen Abkoppeln der Interpretations- und Übersetzungsfähigkeit neuen Wissens führen.<sup>33</sup>

<sup>27</sup> Heute lässt sich diese Entwicklung auch in China beobachten.

<sup>28</sup> Rosenberg (1990), S. 165

<sup>29</sup> Pavitt (1991), S. 112

<sup>30</sup> Pavitt (2001), S. 764

<sup>31</sup> Salter und Martin (2001)

<sup>32</sup> Abramowitz (1989)

<sup>33</sup> Ähnliche Effekte lassen sich historisch für bestimmte wissenschaftliche Teilbereiche z.B. in der ehemaligen Sowjetunion beobachten, wo aus ideologischen Gründen Erkenntnisse der ‚westlichen‘ Gentechnik lange Zeit verpönt waren (in der SU wurde über viele Jahre eine spezifische Version des ‚Lamarckismus‘ favorisiert).

<sup>23</sup> Klevorick et al. (1995)

<sup>24</sup> Siehe dazu Salter und Martin (2001)

<sup>25</sup> Siehe Fußnote 3

<sup>26</sup> Arrow (1962), S. 616

### Trends in der internationalen Wissensproduktion

Die wissenschaftlichen Grundlagen sind unabdingbar für technologische Entwicklungen und bedeuten neue Ideen und Opportunitäten nicht zuletzt für Unternehmen. Die Ausweitung des Wissensstocks und die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zählen somit zu den ureigensten Aufgaben von (öffentlich finanzierten) Forschungseinrichtungen. Das Wissenschaftssystem im engeren Sinne (Universitäten und Hochschulen) fungiert gleichsam als ‚Rohstoffproduzent‘ für ein Innovationssystem, indem es laufend neues Wissen generiert sowie Methoden der Wissensproduktion verfeinert. Die Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems ist demnach eine der zentralen Größen für den Erfolg eines Innovationssystems. Gemessen wird diese Art von Output – bei aller Vorsicht im Gebrauch dieser Outputgröße – gemeinhin in den wissenschaftlichen Publikationen. Und hier lassen sich über die letzten Jahre fundamentale Änderungen beobachten.

Global gesehen stieg die Produktion des wissenschaftlichen Outputs in den letzten Jahren annähernd kontinuierlich an. Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen in peer-reviewed Zeitschriften betrug im Jahr 1995 weltweit etwa 565.000 und stieg bis ins Jahr 2007 auf ca. 758.000. Dies entspricht einer Zunahme von 34 % bzw. einer jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate von ca. 2,7 % (was eine Verdopplungszeit von etwa 26 Jahren impliziert). Dieses Wachstum ist zum einen eine Folge der weltweit gestiegenen Inputs in Form von F&E-Ausgaben (jährliches Wachstum von ca. 7 % im gleichen Zeitraum) als auch des immer stärker werdenden Imperativs ‚to publish or perish‘, welcher die akademische Welt prägt. Gleichzeitig gab es allerdings auch beträchtliche Verschiebungen was den Anteil der großen ‚Wissensproduzenten‘ betrifft.

Deutlich zeigt sich die relative Verschiebung der Publikationsanteile weg vom traditionellen Zentrum (USA), das die niedrigste Wachstumsrate (durchschnittlich jährlich um lediglich 0,8 %) bezüglich wissenschaftlicher Publikationen aller hier betrachteten Großregionen aufweist. Durch diese unterdurchschnittliche Wachstumsrate verringerte sich der Anteil der USA (bzw. eigentlich Nordamerikas, da hier Kanada mit berücksichtigt wurde) im betrachteten Zeitraum von ca. 38 % auf ca. 31 %. Auch Japan wies mit 1,1 % eine deutlich unterdurchschnittliche Wachstumsrate auf und folgerichtig ging Japans Anteil von 8 % auf 7 % zurück (siehe Tab. 1).

Tab. 1: durchschnittliche jährliche Wachstumsraten wissenschaftlicher Publikationen (1995-2007)

Welt	Ø 2,7%
Österreich	Ø 3,2%
Nordamerika	Ø 0,8%
Europa	Ø 2,1%
Russland	Ø -2,6%
Japan	Ø 1,1%
China	Ø 18,2%
Indien	Ø 6,2%
Brasilien	Ø 11,9%

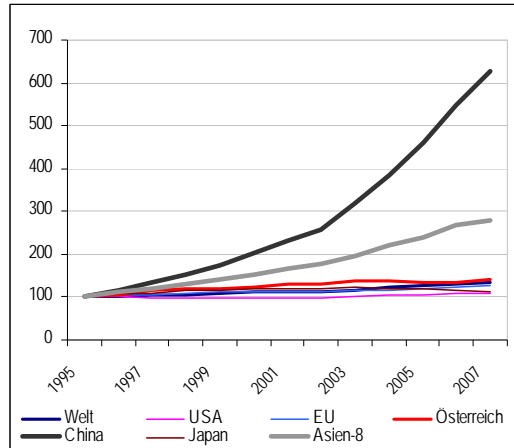
Quelle: NSB (2010)

Der Anteil Europas<sup>34</sup> ging ebenfalls leicht zurück und zwar von 36,4 % auf 34,2 %. Da das europäische Wachstum der Publikationen jedoch mehr als doppelt so hoch war wie jenes in den USA (2,1 versus 0,8) konnte sich Europa im betrachteten Zeitraum als absolut gesehen größter ‚Wissensproduzent‘ etablieren (Europa überholte die USA im Jahr 1997).

Die höchsten Wachstumsraten finden sich jedoch in den dynamischen Volkswirtschaften in Asien. Einerseits sind es die aufstrebenden Volkswirtschaften der Asia-8 (Indien, Indonesien, Malaysien, Philippinen, Singapur, Südkorea, Taiwan und Thailand) und andererseits Chinas, welches mit beträchtlichen Wachstumsraten enorme Anteilsgewinne der globalen Produktion akademischen Wissens verzeichnen konnten. Dank einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 18,2 % (und das über einen Zeitraum von zwölf Jahren!) konnte China seinen Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen beinahe verfünffachen (konkret von 1,6 % auf 7,5 %). Damit hat China jüngst bereits Japan (wie auch die Asia-8) überholt.

<sup>34</sup> Die EU-27 Länder ‚rückgerechnet‘ auf den gesamten Zeitraum plus Norwegen und die Schweiz.

Abb. 2: Entwicklung der Publikationen



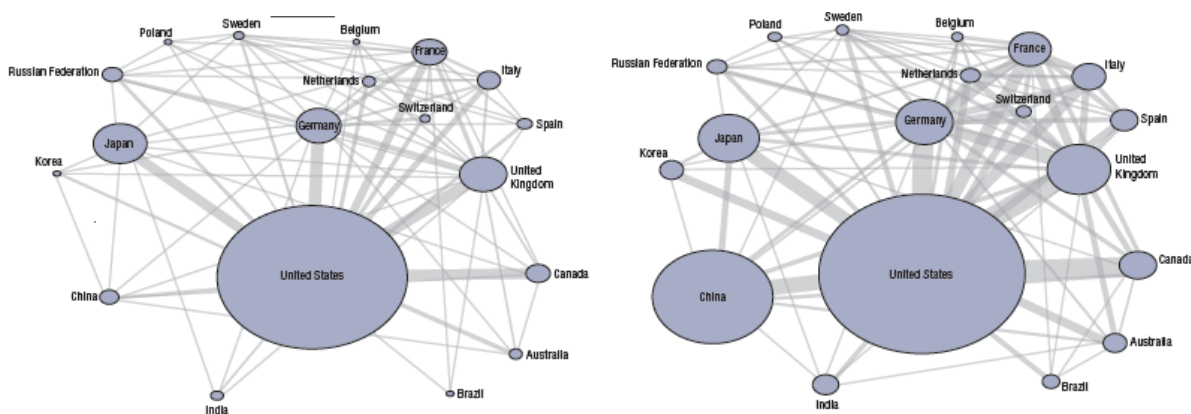
Quelle: NSB (2010) basierend auf ISI Thomson Daten, eigene Berechnungen

Freilich ist Österreichs Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen mit ca. 0,6 % verschwindend gering und Österreich ist, was Geschwindigkeit und (thematische) Richtung der Wissensproduktion betrifft, wie alle anderen kleineren Länder auch, von den Megatrends auf globaler Ebene abhängig und kann diese Trends – anders als die ‚global players‘ wie z.B. die USA, Japan und in zunehmenden Maße auch China – nicht selbst beeinflussen.

Den ca. 758.000 Publikationen weltweit (im Jahr 2007) stehen lediglich 4.800 österreichische Publikationen gegenüber. Daran ändert auch die überdurchschnittliche Wachstumsrate Österreichs nichts – der Anteil Österreichs stieg von 0,61 % (im Jahre 1995) auf 0,64 % im Jahre 2007.

Eine weitere Änderung betrifft die Wissensproduktion selbst, denn diese erfolgt in zunehmendem Maß international, d.h. im Rahmen internationaler Zusammenarbeit von WissenschaftlerInnen aus verschiedenen Nationen. Am deutlichsten wird dieser Umstand an den rasanten Wachstumsraten internationaler Ko-Publikationen (deren Zahl deutlich stärker zunimmt als die Gesamtzahl der Publikationen). Die globale Wissensproduktion heute ist also geprägt durch vielfältige Ko-Publikationsbeziehungen zwischen den WissenschaftlerInnen unterschiedlichster Staaten, die sich in Summe als Wissensproduktionsnetzwerke darstellen lassen (vgl. Abb. 3). Die Ergebnisse einer derartigen Netzwerkanalyse zeigen im Wesentlichen (i) die anhaltend zentrale Stellung der USA als global führender Wissensproduzent, (ii) die ‚Verdichtung‘ der Beziehungen zwischen den hier betrachteten Ländern und (iii) den Bedeutungsgewinn der süd- und ostasiatischen Länder (allen voran China) einerseits sowie gänzlich neuer ‚hot-spots‘ in der globalen Forschungslandschaft (wie insbesondere Brasilien).

Abb. 3: Ko-Publikationsnetzwerke 1998 (links) und 2008 (rechts)



Quelle: OECD (2010)

Weiterführende Analysen zeigen, dass – nach Kontrolle für die ‚Größe‘ der Länder gemessen an ihrer gesamten Publikationsanzahl – die geographische Nähe sowie die sprachliche ‚Nähe‘ einen signifikanten Einfluss auf die Ko-Publikationsbeziehungen zwischen Ländern spielen. Die-

se Resultate verdeutlichen, dass sich die Ko-Publikationsbeziehungen zwischen Ländern zu einem Gutteil direkten wissenschaftspolitischen Eingriffen entziehen. Es ist daher nicht überraschend, dass z.B. in Österreich fast 50 % der Ko-Publikationen auf die

(deutschsprachigen) Nachbarländer Deutschland (37 %) und Schweiz (11 %) entfallen.

### ... und andere Outputs

Neben der genuinen Wissensproduktion und -entwicklung zählen gut ausgebildetes Forschungspersonal und Humankapital zu einer weiteren Outputkategorie der Forschung im akademischen Sektor. Dabei stellen spezifische forschungs- und entwicklungsrelevante Fähigkeiten wahrscheinlich die wichtigste *conditio sine qua non* für Innovationsprozesse im Unternehmenssektor dar:

*'As far as companies are concerned, formal qualifications are ... evidence of researchers' tacit ability to acquire and use knowledge in a meaningful way. This attitude of mind ... is a most important contribution to new product development'.<sup>35</sup>*

Dabei geht es nicht um den simplen Transfer des an der Universität erlernten Wissens, als vielmehr um das Erlernen der Fähigkeit neues Wissen zu erwerben und zu nutzen. Gut ausgebildetes Humankapital bildet in einem Unternehmen jene Fähigkeit, welche als *'absorptive capacity'*<sup>36</sup> externes Wissen zu nutzen und internes Wissen weiterzuentwickeln versteht. Diese zwei Gesichter von F&E (*two faces of R&D*)<sup>37</sup> verdeutlichen die Notwendigkeit eigener Forschungs- und Entwicklungstätigkeit um damit auch die Voraussetzung zu erfüllen, mit Forschern an Universitäten zu kooperieren.

Ein weiterer Aspekt von Transferwirkung, welcher wahrscheinlich den höchsten Beitrag zum wirtschaftlichen Strukturwandel aufweist, betrifft Neugründungen (Spin-off Gründungen) aus dem akademischen Bereich. Branchen, in denen die Anwendung neuer Technologien und die Hervorbringung neuen Wissens den Kern der wirtschaftlichen Aktivität darstellen, wachsen rascher als andere und gewinnen dadurch für Produktion und Beschäftigung kontinuierlich an Bedeutung. Für die Geschwindigkeit dieses Strukturwandels kommt den akademischen Spin-off Gründungen besondere Bedeutung zu, da sie mit dem Zweck gegründet werden, neues Wissen, das in öffentlichen Forschungseinrichtungen erarbeitet wurde, in Marktangebote und damit Wertschöpfung und Beschäftigung umzusetzen. Durch Spin-offs werden also neue Forschungsergebnisse direkt in kommerzielle Anwendung transferiert. Gleichzeitig stellen Spin-off Gründungen interessante Finanzierungsoptionen für Venture Capital (VC)

dar, da sie ein guter Indikator für die Bereitschaft sind, in innovative Geschäftsmodelle zu investieren. Diese Finanzierungsart ist allerdings in Österreich sehr unterentwickelt.

### Kurze Schlussbemerkung

Es ist nicht nur für Eingeweihte eine erstaunliche Beobachtung, dass gerade jetzt, wo Österreich zu einer der reichsten Volkswirtschaften der Welt zählt, wo Österreich nicht nur im FTI-Bereich auf einen beeindruckenden Aufholprozess zurückblicken kann und die F&E-Quote zu einer der höchsten im EU-Raum zählt, eine Diskussion über Nutzen und Notwendigkeit von Grundlagenforschung auftaucht. Nicht vor Jahrzehnten, als Österreich noch weit vom gegenwärtigen Wettbewerbsniveau entfernt war, sondern jetzt, wo alles für eine zunehmende Wissensintensivierung und damit die Notwendigkeit spricht, in langfristige Forschung zu investieren, wird ernsthaft der Vorschlag in die Diskussion geworfen, Österreich könne sich doch aus der Finanzierung der Grundlagenforschung verabschieden.<sup>38</sup>

Was auf den ersten Blick erstaunt, ist angesichts der Kleinheit und des eher bescheidenen Anteils Österreichs an der weltweiten Wissensproduktion ein vielleicht nachvollziehbarer Gedanke. Freilich nur in einer abstrakten Welt – denn es zählt zu den seit Jahrhunderten gewachsenen Aufgaben von Universitäten, zu forschen und neues Wissen zu produzieren. Und man sollte nicht vergessen, dass es gerade die Nähe zu Forschungsuniversitäten ist, die von vielen Unternehmen als wichtiges Argument angeführt wird, da sie von den ‚innovativen Milieus‘ (Zugang zum Wissen, Rekrutierung von Forschungspersonal etc.) profitieren. Auch lässt sich wohl kaum eine qualitativ exzellente (Doktorats-)Ausbildung ohne eigene Forschungsaktivitäten vorstellen.

Vielleicht liegt der Vorschlag auch im Auftauchen neuer Player von herausragender absoluter Größe (im Sinne eines ‚Angst vor China‘-Phänomens) begründet, wodurch sich der Anteil eines kleinen Landes an der weltweiten Wissensproduktion weiter verringern würde. Aber wir plädieren hier für eine andere Haltung. Die asiatischen Länder (mit China als größtem Akteur) tragen zu einer massiven Vermehrung von Wissen bei, welches letztlich in toto mehr Vorteile als Nachteile verspricht. Und da – wie wir in diesem TIP-Policybrief zeigen konnten – die

<sup>35</sup> Senker (1995)

<sup>36</sup> Cohen und Levinthal (1989)

<sup>37</sup> Ebenda

<sup>38</sup> Man denke an den jüngst vom Präsidenten der Österreichischen Wirtschaftskammer geäußerten Vorschlag ‚die Grundlagenforschung über Brüssel abwickeln zu lassen‘ (APA vom 11.2.2010).



Wissensproduktion in zunehmenden Maße international und arbeitsteilig stattfindet, geht es für jede hoch entwickelte Volkswirtschaft - unabhängig von der Größe - darum, in diesen internationalen Netzwerken präsent zu sein. Würde sich Österreich (gedankenexperimentell) aus der Grundlagenforschung verabschieden, würde kein internationales Konsortium mehr nach der Kompetenz eines österreichischen Wissenschaftlers nachfragen. Und um an diesen internationalen Forschungsnetzwerken teilnehmen und diese nutzen zu können, bedarf es schon der Investition in die eigene Forschungsbasis und -infrastruktur.

Gleichzeitig zeigt eine sehr einfache und nachvollziehbare Betrachtung auch, dass Kompetenzen und wissenschaftliches Know-how nicht einfach substituierbar sind. Wenn ein bestimmter Wissenschaftler eine Idee, eine Hypothese oder eine Vermutung nicht hat, so heißt das nicht, dass sie dafür ein anderer hat. Diese Sicht der Dinge ist somit völlig unabhängig von der Größe eines Landes oder dem Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen. Es kommt auf diese spezifische Person an, die in einem kleinen wie auch großen Land leben, arbeiten und forschen kann.

Und wie sieht es mit einer selbstbewussten Trittbrettfahrer-Haltung aus? Wenn Österreich die anderen Länder forschen ließe und nur die Ergebnisse nutzen würde? Nun, wäre eine solche Haltung möglich, hätten sich schon längst etliche der kleinen Länder aus der Finanzierung der Grundlagenforschung verabschiedet (tatsächlich sind es aber gerade die Schweiz und Israel, deren Innovationssysteme besonders stark auf Grundlagenforschung hin ausgerichtet sind). Und wir hätten einen ziemlichen Erklärungsnotstand zukünftigen Generationen gegenüber.

### Referenzen

- Abramowitz, M. (1989), *Thinking about growth*; Cambridge University Press, New York.
- Aghion, P., P. Howitt (1995), *Research and development in the growth process*; *Journal of Economic Growth* 1(1), 49-73.
- Aghion, P., P. Howitt (2009), *The Economics of Growth*; MIT Press Cambridge, Mass.
- Arrow, K.J. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions*; in: Nelson, R. (ed.) (1962).
- Bergman, E.M. (1990), *The economic impact of industry-funded university R&D*; *Research Policy* 19, 340-355.
- Cohen, W., D. Levinthal (1989), *Innovation and learning: the two faces of R&D*; *Economic Journal* 99, 569-596.
- Cowan, R. (2005), *Universities and the Knowledge Economy*; MERIT-Infonomics Research Memorandum series, Maastricht.
- Godin, B. (2010), *'Innovation Studies': The Invention of the Speciality*. Project on the Intellectual History of Innovation, Working Paper No. 7, Montreal.
- Grilliches, Z. (1962), *Comment on W.R. Mueller's paper*. in: NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press, Princeton, 343-346.
- Grossman, G.M., E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*; MIT Press, Cambridge.
- Grossman, G.M., E. Helpman (1994), *Endogenous innovation in the theory of growth*; *Journal of Economic Perspectives* 8(1), 23-44.
- Klevorick, A.K., R. Levin, R. Nelson, S. Winter (1995), *On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities*; *Research Policy* 24, 185-205.
- Lucas, R.E. (1988), *On the mechanics of economic development*; *Journal of Monetary Economics* 22(1), 3-42.
- Macilwain, C. (2010), *What science is really worth*. in: *Nature*, Vol 465, 10 June 2010, 682-684.
- Martin, B., A. Salter, D. Hicks, K. Pavitt, J. Senker, M. Sharp, N. von Tunzelmann (1996), *The relationship between publicly funded basic research and economic performance: A SPRU review*; HM Treasury, London.
- Martin, F. (1998), *The economic impact of Canadian university R&D*; *Research Policy* 27, 677-687.
- Meyer-Kramer, F., U. Schmoch (1998), *Science-based technologies: university-industry interactions in four fields*; *Research Policy* 27, 835-851.
- Nelson, R. (1998), *The agenda for growth theory: a different point of view*; *Cambridge Journal of Economics* 22 (4), 497-520.
- OECD (2002), *Frascati-Manual*; Paris.
- OECD (2010), *Measuring Innovation. A new perspective*; Paris.
- Pavitt, K. (1991), *What makes basic research economically useful?*; *Research Policy* 20, 109-119.
- Pavitt, K. (1997), *The Social Shaping of the National Science Base*; SPRU Electronic Working Papers Series, Paper No. 5.

- Pavitt, K. (2001), Public Policies to Support Basic Research: What can the rest of the world learn from US theory and practice? (And what they should not learn); *Industrial and Corporate Change* 10(3), 761-779.
- Romer, P. (1994), The origins of endogenous growth; *Journal of Political Economy* 98 (5), 71-102.
- Rosenberg, N. (1990), Why do firms do basic research (with their own money)?; *Research Policy* 19, 165-174.
- Rosenberg, N., R. Nelson (1994), American universities and technical advance in industry; *Research Policy* 23, 323-348.
- Salter, A., B. Martin (2001), The economic benefits of publicly funded basic research. A critical review; *Research Policy* 30, 509-532.
- Sanders, B.S. (1962), Some difficulties in measuring inventive activity. in: NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press, Princeton, 53-77.
- Schibany, A., H. Gassler (2010), Nutzen und Effekte der Grundlagenforschung; POLICIES Research Report Nr. 98-2010; im Auftrag des BMWF und des FWF, Joanneum Research: Wien.
- Senker, J. (1995), Tacit knowledge and Models of Innovation; *Journal of Industrial and Corporate Change* 4, 425-477.
- Solow, R.M. (1956), A Contribution to the Theory of Economic Growth. in: *Quarterly Journal of Economics* Band 70, 65-94.